

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINSTEK V

KUPANG, 2 NOVEMBER 2021



Membangun Inovasi  
Berbasis Riset dan  
Pengembangan IPTEKS  
di Masa Pandemi Covid 19

**Seminar Nasional Sainstek V**  
**FST-UNDANA**

e-ISSN 2809-3666



9 772809 366007

# **PROSIDING**

## **SEMINAR NASIONAL SAINSTEK V**

***"Membangun Inovasi Berbasis Riset dan Pengembangan IPTEKS di Masa Pandemi Covid 19"***

**Panitia Seminar Nasional SAINSTEK V  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK**

**UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL SAINSTEK V

"Membangun Inovasi Berbasis Riset Dan Pengembangan Ipteks Di Masa Pandemi Covid 19"

Cetakan pertama 2021

### Editor:

Amin Ajaib Magang, S.T., MT.N.Eng.  
Arfan Yeheskial Mauko, S.T., M.Cs.  
Andreas Christian Louk, S.Si., M.Sc.

### Reviewer:

Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si., M.Sc.  
Dr. Jahirwan Ut Jasron, S.T., M.T.  
Dr. Matheus M. Dwinanto, S.T., M.T.  
Fidelis Nitti, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
Dr. Yusuf Rumbino, S.T., M.T.

### Layout dan Desain Sampul:

Andreas Ch. Louk

### Penerbit

Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, NTT, 85001  
Telp. (0380)881560, Fax. (0380)881560

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang

Copyrigh © 2021

Dilarang memperbanyak Sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

e-ISSN 2809-3666



## KATA PENGANTAR

Pertama-tama marilah kita bersama-sama memanjatkan puji syukur kepada Tuhan YME, karena dengan limpahan rahmat dan kasih-Nya, Fakultas Sains dan Teknik (FST) Universitas Nusa Cendana (UNDANA) dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Sains dan Teknik (SAINSTEK V) pada tanggal 02 November 2021 di Naka Hotel - Kupang, dan telah menyelesaikan buku Prosiding kumpulan artikel yang disajikan dalam seminar SAINSTEK V ini.

Seminar Nasional ini bertujuan membentuk forum diskusi interdisiplin bidang Sains dan Teknik dari berbagai Lembaga Peneliti/Lembaga Perguruan Tinggi/Profesional di seluruh Indonesia. Dalam seminar ini, kami juga mengundang tiga *Keynote Speakers* diantaranya: 1) Ibu Sri Fatmawati, S.Si., M.Sc., Ph.D (ITS, Surabaya), 2) Prof. Ir. Suryo Purwono, MASC, PhD, IPU, ASEAN Eng, ACPE (UGM, Yogyakarta), 3) DR. apt. Neni Nurainy, S.Si (PT Biofarma) dan *invited speakers*: 1) Bapak Firman Marpaung (PT. Industri Jamu dan Farmasi Sidomuncul Tbk) dan 2) Bapak Meksianis Z. Ndi, S.Si., M.Sc., Ph.D (FST Undana) atas kesediaannya untuk menjadi pembicara dalam seminar ini.

Seminar nasional ini mengambil tema yang berjudul: ***Membangun Inovasi berbasis Riset dan Pengembangan IPTEKS di masa Pandemi Covid-19*** dengan harapan semoga hasil-hasil penelitian dari para peneliti, para dosen, para professional, dan kalangan mahasiswa pascasarjana dapat mengambil peran dalam pengembangan pembangunan melalui karya tulisan berupa hasil-hasil penelitian baik yang telah dilakukan maupun yang sementara berjalan. Semoga hasil karya tulisan yang terangkum prosiding ini akan menjadi sumber inspiratif bagi percepatan peningkatan riset dalam bidang sains dan teknologi di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan menjadi bahan kajian untuk pengembangan keilmuan bagi kesejahteraan negara RI di masa mendatang.

Seminar ini terselenggara dengan baik berkat kerjasama dengan berbagai pihak dan kerja keras dari Panitia Seminar Fakultas Sains dan Teknik Undana. Tugas yang diemban oleh Panitia selama persiapan seminar berupa, penyeleksian artikel yang masuk, pencarian sponsor, pencarian dana, pengurusan ijin, dan persiapan menjelang pelaksanaan seminar dapat diselesaikan dengan baik.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Undana, Dekan FST, Panitia Seminar, para pemakalah, para peserta seminar, sponsor dan donatur, dan segenap pihak yang telah membantu terselenggaranya acara seminar ini. Semoga buku kumpulan abstrak ini dapat menjadi sumbangan yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang Sains dan Teknik saat ini dan di masa yang akan datang.

Kupang, 02 November 2021

**PANITIA SEMINAR**



### **KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA**

Shalom, Salve, Asslm Mual. Wora. Wobarokatu, Om santi santi Om, Namobudaye, salam kebajikan. Selamat pagi bapak Ibu yang kami hormati.

Yang terhormat Rektor Universitas Nusa Cendana dan jajarannya, yang terhormat Dekan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, yang terhormat Ibu Bapak Wakil Dekan FST UNDANA, Yang terhormat para tamu undangan, yang terhormat Para Narasumber, dan Bapak Ibu serta seluruh peserta seminar yang kami kasihi.

Pertama-tama patut dipanjatkan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, Karena atas perkenanan-Nya, Kegiatan Seminar nasional SAINSTEK V tahun 2021, dapat kita selenggarakan pada hari ini.

Saya, selaku ketua panitia, mengucapkan terima kasih atas kehadiran bapak Ibu, dan menyambut bapak Ibu sekalian, selamat datang pada pertemuan ini, dalam kegiatan seminar nasional SAINSTEK 5 yang mengangkat tema tentang, “Membangun inovasi, berbasis riset dan pengembangan IPTEKS, di masa pandemi COVID 19”.

Menyikapi berbagai persoalan di masa pandemi COVID 19 yang masih dialami hingga saat ini, mendorong kita semua, untuk memberikan respon yang komprehensif melalui pengembangan riset, dan inovasi teknologi yang tepat. Dalam hal ini, universitas sebagai institusi pendidikan tinggi, dituntut untuk mulai, dan terus berinovasi dalam riset, dan pengembangan teknologi tepat guna untuk berkontribusi, dalam percepatan penanganan pandemi COVID 19. Untuk tercapainya hal ini, maka perlu didukung dengan adanya kolaborasi bersama, dengan para stakeholders terkait, dalam mengkaji berbagai kebijakan dalam akselerasi penanganan pandemi. Dalam seminar nasional SAINSTEK 5 ini, kami mengundang narasumber, dari berbagai bidang ilmu dan keahlian baik dari dunia akademisi maupun sebagai praktisi, yaitu pertama, yang terhormat Ibu Sri Fatmawati, PhD, dosen (Assistant Profesor) dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Yang terhormat Bapak Prof. Suryo Purwono, dosen dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, yang terhormat Ibu Dr. Neny Nuraini, Kepala Divisi Pengembangan Translasi, Produk Biofarmasi, PT Biofarma, yang terhormat, Bapak Firman Marpaung, General Manager International Business, PT. Industri Jamu dan Farmasi Sidomuncul Tbk, dan yang terhormat, Bapak Meksianis Ndi'i, PhD, dosen dari Universitas Nusa Cendana Kupang.

Peserta seminar nasional SAINSTEK V berasal dari kalangan umum, dosen dan mahasiswa, dari berbagai Universitas di Kalimantan, Sumatera, Jawa, dan NTT sendiri, dengan jumlah 234 orang peserta dan pemakalah.

Harapan kami, melalui kegiatan Seminar Nasional SAINSTEK V ini dapat mendorong terjadinya sharing pengetahuan dan pengalaman, dalam membangun inovasi dan pengembangan IPTEKS dan juga diharapkan bisa mengawal kerjasama lebih lanjut antara universitas sebagai institusi riset dengan para stakeholders untuk mendukung tercapainya inovasi kreatif dan berkelanjutan, khususnya dimasa pandemi ini.

Seminar Nasional ini terselenggara berkat bantuan berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini, kami haturkan terima kasih, kepada Rektor UNDANA, Dekan FST UNDANA, Para Narasumber dan para peserta seminar sekalian. Juga secara khusus, kepada seluruh panitia SAINSTEK V, yang telah bekerja keras dalam mempersiapkan acara ini.

Akhir kata, apabila ada kekurangan dalam penyambutan kami kepada Bapak Ibu sekalian, atau selama penyelenggaraan kegiatan seminar ini berlangsung, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Terima kasih.

**Ketua Panitia,**

**Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si, M.Sc.**

## **SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK**

Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena cinta dan kasih-Nya yang berlimpah sehingga kita dapat hadir pada Seminar Nasional Sains dan Teknik (SAINSTEK V) FST Undana tahun 2021 ini yang diselenggarakan oleh Fakultas Sains dan Teknik (FST) Undana. Sebagai pimpinan FST Undana, kami ingin memberikan apresiasi dan ucapan terima kasih kepada para keynote speakers: 1) Ibu Sri Fatmawati, S.Si., M.Sc., Ph.D (ITS, Surabaya), 2) Prof. Ir. Suryo Purwono, MASC, PhD, IPU, ASEAN Eng, ACPE (UGM, Yogyakarta), 3) DR. apt. Neni Nurainy, S.Si (PT Biofarma) dan invited speakers: 1) Bapak Firman Marpaung (PT. Industri Jamu dan Farmasi Sidomuncul Tbk) dan 2) Bapak Meksianis Z. Ndi, S.Si., M.Sc., Ph.D (FST Undana) atas kesediaannya untuk menjadi pembicara dalam seminar ini. Apresiasi dan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh peserta seminar. Selamat datang dan selamat bertemu secara virtual di Nusa Tenggara Timur.

Sesuai dengan kondisi pandemi lebih dari 1 tahun terakhir, seminar sainstek V tahun ini mengambil” MEMBANGUN INOVASI BERBASIS RISET DAN PENGEMBANGAN IPTEKS DI MASA PANDEMI COVID19”. Kondisi pandemi COVID-19 membutuhkan respon yang komprehensif melalui refleksi kritis, produksi ilmu pengetahuan dan inovasi teknologi yang tepat yang sesuai dengan masalah yang terjadi akibat pandemi COVID 19. Sejauh ini, kontribusi dari inovasi riset dan pengembangan teknologi telah secara impresif terlihat pada penanganan pandemi COVID 19 dan dampak sosial ekonomi yang ditimbulkan. Secara global ini terlihat melalui hasil riset yang menjadi fondasi penyediaan informasi secara komprehensif mengenai struktur, sifat dan karakteristik virus penyebab COVID 19, dan media dan potensi penularannya antar manusia serta berbagai jenis metode deteksi virus penyebab COVID 19. Selain itu, kontribusi inovasi riset dan pengembangan teknologi pada penanganan pandemi COVID 19 juga terlihat melalui hasil-hasil riset dan inovasi teknologi yang menghasilkan berbagai jenis vaksin COVID 19 yang dapat menghasilkan kekebalan terhadap virus penyebab COVID 19. Walaupun demikian, hingga saat ini pandemi COVID 19 masih terjadi dan belum dapat secara menyeluruh ditangani dengan baik oleh negara maju maupun negara berkembang. Hal ini karena masih terdapat banyak celah atau gap pengetahuan mengenai evolusi virus penyebab pandemi COVID 19 yang belum diketahui dan membutuhkan kontribusi inovasi riset dan pengembangan teknologi untuk penyelesaiannya. Pada titik ini, universitas sebagai institusi pendidikan dan riset, dituntut untuk terus melakukan inovasi riset dan pengembangan teknologi tepat guna untuk berkontribusi dalam percepatan penanganan pandemic COVID 19 dan dampak-dampak yang ditimbulkan baik itu secara kesehatan, ekonomi maupun sosial. Ini tentu saja perlu didukung dengan kolaborasi antar institusi penelitian dan stakeholders terkait dalam mengkaji berbagai kebijakan dilakukan dalam penanganan pandemi COVID 19, menguji level ilmu pengetahuan yang eksis saat ini dan mengajukan pertanyaan-pertanyaan riset yang kritis yang membutuhkan jawaban secara urgen. Dengan demikian, dapat ditemukan solusi-solusi yang dapat dikerjakan secara kolektif untuk mengakselerasi penanganan pandemi COVID 19 melalui akselerasi pendanaan dan pelaksanaan riset dan pengembangan teknologi yang tepat yang bermuara pada penanganan pandemi COVID 19 dan pencegahan terjadinya pandemi serupa di masa yang akan datang.

Berkaca pada hal-hal tersebut di atas maka harapannya seminar Sainstek V tahun ini dapat:

a) Menjadi wadah sharing berbagai inovasi riset dan pengembangan IPTEKS yang terjadi selama pandemi COVID 19.

- b) Meningkatkan peran inovasi riset Sains dan Teknik untuk mendukung percepatan penanganan pandemic covid 19 serta penyelesaian dampak yang ditimbulkan.
- c) Berkontribusi pada pembangunan bangsa secara umum dan pembangunan daerah secara khusus dalam era pandemic covid 19,
- d) Menciptakan iklim sinergitas interdisiplin bidang Sains dan Teknik pada inovasi riset dan pengembangan teknologi untuk proses pemecahan masalah bangsa maupun daerah secara khusus pada penanganan pandemic COVID 19,
- e) Meningkatkan peran serta Universitas Nusa Cendana dalam kancan diseminasi hasil-hasil penelitian berskala nasional sehingga diharapkan hal ini berdampak positif bagi peningkatan dan pembangunan sumber daya manusia Undana secara khusus dan Provinsi NTT secara umum,

Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknik Undana mengucapkan terima kasih kepada Rektor Undana yang telah menyiapkan dana dan semua peserta yang telah berpartisipasi pada kegiatan ini. Demikian juga disampaikan terima kasih kepada panitia penyelenggara, tanpa partisipasi peserta dan usaha panitia mustahil seminar ini dapat dilaksanakan.

Akhirnya sekali lagi saya ucapkan selamat berseminar, semoga interaksi antara peneliti dan dosen dari berbagai perguruan tinggi serta praktisi dari berbagai sektor, dapat meningkatkan peran sains dan teknik dalam era pandemi baik untuk provinsi NTT secara khusus dan negara Indonesia secara umum.

**Dekan FST Undana,**

**Dr. Drs. Hery Leo Sianturi, M.Si.**

**SUSUNAN KEPANITIAAN**

**Pengarah:**

Prof. Ir. Fredrik L. Benu, M.Si., Ph.D.

**Penanggung Jawab:**

Dr. Drs. Hery L. Sianturi, M.Si.

**Wakil Penanggung Jawab:**

Suliha N. I. Neonufa, S.T., M.T.

Johanis F. M. Bowakh, S.T., M.T.

**Ketua Panitia**

Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si., M.Sc.

**Wakil Ketua Panitia**

Dr. Jahirwan Ut Jasron, S.T., M.T.

**Sekretaris**

Fidelis Nitti, S.Si., M.Sc., Ph.D.

**Anggota Panitia**

Andreas Christian Louk, S.Si., M.Sc.

Nelci Dessy Rumlaklak, S.Kom., M.Kom.

Sherly M. F. Ledoh, S.Si., M.Sc.

Yohanes W. D. Kapilawi, S.T., M.T.

Elia Hunggurami, S.T., M.T.

Dr. Yusuf Rumbino, S.T., M.T.

Demak E. R. Damanik, S.Pd., M.Si.

Hendro F. Joel Lami, S.T., M.T.

Amin Ajaib Magang, S.T., M.T.N.Eng

Arfan Yeheskial Mauko, S.T., M.Cs.

Ika F. Krisnasiwi, S.Si., M.Sc.

Ganesha Lapenangga Putra, S.Si., M.Si.

Dra. Karolina K. Sangkala, M.Si.

Since D. Baunsele, S.Si.

Wiwik Sulandari, S.T.P., M.A.P.

Serlin S. I. Doko, S.E., M.Si.

Yunito Damaledo, S.H.

Firda N.P. Oematan, S.Kom.

**DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK .....</b>	<b>v</b>
<b>SUSUNAN KEPANITIAAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>INFORMASI SEMINAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>JADWAL ACARA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ARTIKEL .....</b>	<b>x</b>

### INFORMASI SEMINAR

<b>Tema</b>	: <b>Membangun Inovasi Berbasis Riset Dan Pengembangan Ipteks Di Masa Pandemi Covid 19</b>
<b>Waktu Pelaksanaan</b>	: <b>02 November 2021</b>
<b>Panitia Pelaksana</b>	: <b>Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana</b>
<b>Sekretariat</b>	: <b>FST-UNDANA, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang – NTT</b>
<b>Website Seminar</b>	: <a href="https://fst.undana.ac.id/sainstek5">https://fst.undana.ac.id/sainstek5</a>
<b>Prosiding Online</b>	: <a href="https://conference.undana.ac.id/sainstek">https://conference.undana.ac.id/sainstek</a>

### JADWAL ACARA

Waktu	Acara	PIC
09.00 – 09.30	Registrasi	Panitia
09.30 – 10.30	Pembukaan: 1. Pembacaan Tata Cara Mengikuti Seminar	MC
	2. Pembacaan Doa	Sherly M. Ledoh, S.Si, M.Sc
	3. Lagu Kebangsaan Indonesia Raya	MC
	4. Sambutan Ketua Panitia	Ketua Panitia
	5. Sambutan Dekan FST	Dekan FST
10.30 – 11.00	<i>Keynote Speaker I:</i> Sri Fatmawati, S.Si., M.Sc., Ph.D	(Panel) Moderator: <i>Dr. Jahirwan Ut Jasron, ST, MT</i>
11.00 – 11.30	<i>Keynote Speaker II:</i> Prof. Ir. Suryo Purwono, M.A.Sc. Ph.D.	
11.30 – 12.00	<i>Keynote Speaker III:</i> Dr. Apt. Neni Nurainy	
12.00 – 13.00	Ishoma	MC
13.00 – 13.30	<i>Invited Speaker I:</i> Irwan Hidayat	(Panel) Moderator: <i>Fidelis Nitti, S.Si., M.Sc, Ph.D</i>
13.30 – 14.00	<i>Invited Speaker II:</i> Meksianis Z. Ndi, S.Si., M.Math.Sc., Ph.D	
14.00 – 14.10	<i>Coffee Break</i>	Panitia
14.10 – 15.50	Paralel Session ( <i>Breakout Room</i> ) - Paralel Session I  - Paralel Session II  - Paralel Session III  - Paralel Session IV	Moderator Sesi Paralel I: • <i>Since D. Baunsele</i> Moderator Sesi Paralel II: • <i>Dr. Yusuf Rumbino, ST, MT</i> Moderator Sesi Paralel III: • <i>Elia Hunggurami, ST, M.Eng</i> Moderator Sesi Paralel IV: • <i>Hendro F. Joel Lami, ST, MT</i>
15.50 – 16.00	Penutupan - Apresiasi dan ucapan terima kasih	Ketua Panitia/ MC

**DAFTAR ARTIKEL**

No	Artikel	Halaman
1	ANALISIS SETTING GROUND FAULT RELAY DENGAN SISTEM PENTANAHAN NEUTRAL GROUNDING RESISTANT 40 OHM PADA TRANSFORMATOR 30 MVA TERHADAP GANGGUAN HUBUNG SINGKA SATU FASA KE TANAH DI GARDU INDUK BOLOK MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6 <b>Agusthinus S. Sampealo, Wellem F. Galla, Grasella T. Dhalu</b>	1-16
2	REDUKSI BACKGROUND NOISE PADA REKAMAN KULIAH ONLINE MENGGUNAKAN ADAPTIVE FILTER LEAST MEAN SQUARE (LMS) <b>Amin A. Maggang, Beby H. A. Manafe, Sarlince O. Manu, Johanis F. M. Bowakh</b>	17-26
3	HUBUNGAN YANG DIBENTUK FAKTOR IKLIM, DESAIN BANGUNAN, PSIKOLOGIS DAN FISIK FISILOGIS TERHADAP KINERJA TERMAL BANGUNAN DI WILAYAH BERIKLIM TROPIS KERING DI KABUPATEN SIKKA, NUSA TENGGARA TIMUR <b>Cornelia Hildegardis, Febriyanti Alwisye Wara</b>	27-39
4	PENGARUH JENIS MODEL PEMBELAJARAN DAN MEDIA PEMBELAJARAN INOVATIF TERHADAP HASIL BELAJAR KIMIA DIMASA PANDEMI COVID 19 <b>Dessy Novianty Pakpahan</b>	40-51
5	TEKNIK ENKAPSULASI ALBUMIN: REVIEW <b>Endah Noviana Eka Lestari, Sunardi Sunardi, Anjar Windarsih</b>	52-58
6	Perfomansi Destilasi Sopi Menggunakan Tenaga Surya Dengan Variasi Massa Material Arang Sebagai Media Penyerap Panas Matahari <b>Fredentus Un, Ben Vasco Tarigan, Rima Nindia Selan</b>	59-73
7	IMPLEMENTASI TEKNIK ENKRIPSI TRANSAKSI DATA PERANGKAT IOT <b>Hendro FJ Lami, Kalvein Rantelobo, Jani FM Mandala, Agusthinus S. Sampeallo</b>	74-82
8	ANALISA KINERJA PERANGKAT OSCILLATING WATER COLUMN (OWC) DENGAN PEMODELAN SISTEM MEKANIK SATU DERAJAT KEBEBASAN <b>Jahirwan Ut Jasron</b>	83-93
9	PROFIL HORMON PROLAKTIN PADA EMPAT FASE HIDUP AYAM KAMPUNG (GALLUS GALLUS DOMESTICUS) <b>Joice C. Bana</b>	94-105
10	KINERJA JARINGAN IRIGASI AIR TANAH SUMUR PNK 219 DI NUNKURUS KABUPATEN KUPANG <b>Judi K. Nasjono, Partogi H. Simatupang, Andi H. Rizal, Jusuf J. S. Pah, Elia Hunggurami, Gerald S. Latupeirissa</b>	106-114
11	KARAKTERISTIK DAN PERFORMA BERKENDARA PENGEMUDI SEPEDA MOTOR DI KOTA KUPANG BERBASIS BIG FIVE INVENTORY <b>Margareth Evelyn Bolla, Ludfi Djakfar, Achmad Wicaksono</b>	115-125
12	SIMULASI PENGARUH BUKAAN PADA RUANG KELAS DI WILAYAH BERIKLIM KERING DI MAUMERE, NUSA TENGGARA TIMUR <b>Maria Carolina Tandafatu, Yohanes Pieter Pedor Parera, Cornelia Hildegardis</b>	126-135
13	PERENCANAAN UNIT CRUSHING PLANT BATU GAMPING UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 9 JUTA TON/TAHUN PADA PABRIK PENGOLAHAN SEMEN PT X, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR, PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR <b>Maria Fatima Bajo, Yusuf Rumbino</b>	136-145
14	POTENSI TALAS BENTUL (COLOCASIA ESCULENTA (L) SCHOTT) ASAL SUMBA BARAT DAYA SEBAGAI PENGHASIL BAKTERIOSIN	146-158

SEMINAR NASIONAL SAINSTEK V – FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK  
KUPANG, 2 NOVEMBER 2021

No	Artikel	Halaman
	<b>Martini Ana Ambu</b>	
15	PERANCANGAN SISTEM PENDATAAN PEREKRUTAN KARYAWAN PADA PT XYZ <b>Mathilda Hana Haryu Setyaningrum, Theresia Liris Windyaningrum</b>	159-169
16	PEMROGRAMAN LINIER BILANGAN BULAT DALAM MENENTUKAN BANYAKNYA PERAWAT YANG BEKERJA DI RUMAH SAKIT <b>Maya Widyastiti, Amar Sumarsa</b>	170-179
17	HISTOPATOLOGI PARU-PARU TIKUS PUTIH (RATTUS NOVERGICUS L) YANG TERPAPAR ASAP OBAT NYAMUK BAKAR DAN INDUKSI BERAS MERAH (ORYZA OPUNTATA) <b>Mila Adentika Bere, Ermelinda D. Meye, Alfred O. M. Dima</b>	180-192
18	EKSTRAK BAHAN ALAM SEBAGAI INHIBITOR HIJAU PADA KOROSI BAJA <b>Muhamad Akrom</b>	193-201
19	PERBANDINGAN PENGGUNAAN MUSICOOL-22 SEBAGAI PENGGANTI R-22 TERHADAP ENERGY EFFICIENCY RATIO PENGKONDISIAN UDARA TIPE SPLIT <b>Nikon Jeremia Malau, Matheus M. Dwinanto, Defmit B. N. Riwu</b>	202-208
20	ANALISIS KINERJA KERJA CRUSHING PLANT UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI PADA INDUSTRI BATU PECAH DI PT. DANANG MANDIRI, KECAMATAN TAKARI, KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN NUSA TENGGARA TIMUR <b>Norbert Moat Willyams Manoh, Yusuf Rumbino</b>	209-215
21	ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) VIDEO ON DEMAND (VOD) PADA JARINGAN WIRELESS <b>Rolling Firmansyah Manafe, Amin Ajaib Maggang, Samy Y. Doo</b>	216-228
22	EVALUASI FASILITAS PEJALAN KAKI DI JALAN RAJA CENTIS KOTA MAUMERE <b>Selestinus Kia Keraf, Anastasia Merdekawati Noralita Soludale, Yono Putra</b>	229-242
23	TINGKAH LAKU PREHENSIF, MASTIKASI DAN DEFEKASI KUDA SANDELWOOD (EQUUS CABALLUS) DI PADANG LAIWILA DESA KALIUDA KECAMATAN PAHUNGA LODU KABUPATEN SUMBA TIMUR <b>Serlin Rambu D. Wini, Alfred O. M. Dima, Ermelinda D. Meye</b>	243-250
24	ANALISIS NON-PRODUCT OUTPUT PADA PROSES PRODUKSI DI PABRIK GULA X MADIUN <b>Shanas Galih Delva, Petrus Setya Murdapa</b>	251-260
25	IDENTIFIKASI RADIUS SENSOR NODE -GATEWAY PADA SISTEM IOT BERBASIS PROTOKOL MQTT <b>Stephanie I. Pella, Hendro J. F. Lami</b>	261-269
26	KLUSTERISASI GENDER MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS GENDER CLUSTERING WITH K-MEANS ALGORITHM <b>Wenefrida Tulit Ina, Stephanie Pella, Frans Likadja</b>	270-276
27	APLIKASI IJIN USAHA TERPADU DI DESA NEKBAUN DENGAN KOLABORASI SMS GATEWAY DAN FRAMEWORK CODEIGNITIER <b>Yermias J.I. Leuhoe, Vera S. Adoe</b>	277-289
28	PENGARUH JARAK LUBANG SAMBUNGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER SERAT WIDURI PENDAHULUAN <b>Alfarian Yosafat U. Lele, Yeremias M. Pell, Jefri S. Bale</b>	290-300
29	PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI ( <i>Canarium Vulgare Leenh</i> ) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PADA LIMBAH DOMESTIK <b>Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan</b>	301-316



SEMINAR NASIONAL SAINSTEK V – FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK  
KUPANG, 2 NOVEMBER 2021

No	Artikel	Halaman
30	PENERAPAN MODEL EKSPONENSIAL DAN MODEL LOGISTIK UNTUK PROYEKSI PENDUDUK TAHUN 2024 (STUDI KASUS BPS KABUPATEN ALOR) KABUPATEN ALOR) <i>Puling Tang, Eka Tay</i>	316-326
31	PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN RISIKO PADA INSTALASI GAS MEDIS DI RUMAH SAKIT X. <i>Prasetyo Kurniawan, Chatarina Dian Indrawati, Th. Liris Windyaningrum, Petrus Setya Murdapa</i>	327-336

## **Analisis Setting Ground Fault Relay Dengan Sistem Pentanahan Neutral Grounding Resistant 40 Ohm Pada Transformator 30 Mva Terhadap Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah Di Gardu Induk Bolok Menggunakan Software Etap 12.6**

### ***Analysis of Ground Fault Relay Setting With 40 Ohm Neutral Grounding Resistant Grounding System On 30 Mva Transformer Against Single Phase To Ground Short Circuit Faults at Bolok Substation using Etap 12.6 Software***

**Agusthinus S. Sampealo<sup>1)</sup>, Wellem F. Galla<sup>2)</sup>, Grasella T. Dhalu<sup>3)</sup>**

1, 2, 3) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: [agussampeallo65@gmail.com](mailto:agussampeallo65@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Seiring dengan tuntutan kualitas pelayanan yang terus meningkat dari tahun ke tahun di Gardu Induk Bolok, maka perlu dilakukan analisis perhitungan kembali (evaluasi) untuk mengetahui kondisi dan kesiapan peralatan pengaman untuk menjaga kontinuitas dan keandalan sistem tenaga listrik dalam proses penyaluran daya listrik tersebut. Untuk menjaga kelangsungan dan keandalan proses penyaluran daya listrik sistem tenaga listrik tersebut, maka dibutuhkan berbagai sistem proteksi (pengaman) dari gangguan yang mungkin timbul. Jaringan distribusi 20 kV pada transformator TFT 1 70/20 kV 30 MVA menggunakan system pengamanan Ground Fault Relay (GFR) yang digunakan untuk dapat mendeteksi arus hubung singkat terkecil. Penelitian ini menggunakan sistem pentanahan Neutral Grounding Resistor (NGR) dan netral langsung untuk mengetahui penyetelan rele GFR yang tepat saat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah terjadi serta mengetahui pengaruh penyetelan rele jika menggunakan sistem pentanahan netral dengan simulasi ETAP 12.6. Besar arus gangguan maksimum hubung singkat satu fasa dengan metode pentanahan langsung sebesar 1,15 kA, sedangkan besar arus gangguan maksimum dengan metode pentanahan NGR sebesar 0,235 kA. Pada penghubung Bolok – Tenau III penyetelan waktu kerja rele yang didapat dari sistem pentanahan solid yaitu 0,5 s dan penyetelan waktu kerja rele yang diperoleh dari sistem pentanahan NGR, sama yaitu 0,5. Dalam hal ini metode pentanahan menggunakan *Neutral Grounding Resistor* lebih efektif untuk pentanahan netral transformator karena dapat memperkecil arus hubung singkat yang terjadi sehingga tidak membahayakan manusia atau peralatan di sekitar. **Kata Kunci:** *Ground Fault Relay (GFR), Neutral Grounding Resistor (NGR) 40 Ohm, Transformator, Gardu Induk Bolok, ETAP 12.6.*

#### **ABSTRACT**

Along with the quality of service that continues to increase from year to year, it is necessary to re-analyze (evaluation) to determine the condition and readiness of the equipment to maintain continuity and the electric power system in the process of sending the electric power. To maintain the continuity and reliability of the process of distributing electric power in the electric power system, therefore various protection systems are needed from disturbances that may arise. 20 kV distribution network on a transformer 30 MVA TFT 1 70/20 kV 30 MVA using a safety system Ground Fault Relay (GFR) that is used to detect the smallest current. This study uses a Neutral Grounding Resistor (NGR) and solid neutral grounding system to determine the proper setting of the GFR while the single-phase short circuit to ground fault occurs and to determine the effect of relay adjustment when using a neutral grounding system by simulating ETAP 12.6. The maximum fault current of a single-phase short circuit with the direct grounding method is 1.15 kA, while the maximum fault current with the NGR grounding method is 0.235 kA. At the Bolok – Tenau III connection, the relay working time setting obtained from the solid grounding system is 0.5 s, and the relay working time setting obtained from the NGR grounding system is 0.5. In this case, the grounding method using a Neutral Grounding

Resistor is more effective for neutral grounding of the transformer because it can reduce the short circuit current that occurs so that it does not endanger humans or nearby equipment.

**Keywords :** Ground Fault Relay (GFR), 40 Ohm Neutral Grounding Resistor (NGR), Transformator, Substation Bolok, ETAP 12.6

## **PENDAHULUAN** (Arial 11, Bold, spasi 1,5, spacing before 12 pt, after 6 pt)

Pada penyaluran daya listrik dari pembangkit sampai tersalurkan ke konsumen (beban), jaringan sistem transmisi dan jaringan sistem distribusi memiliki fungsi yang sangat penting. Namun biasanya terjadi gangguan yang bisa memperlambat kinerja sistem tenaga listrik dalam proses penyaluran tenaga listrik (Darma, 2017)

Dalam sistem kelistrikan, transformator daya pada Gardu Induk umumnya menggunakan *Neutral Grounding Resistor* (NGR) dengan resistansi nilai tetap yang berperan untuk membatasi arus gangguan tanah. Kekurangan dari sistem pentanahan NGR ialah saat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah terjadi, arus gangguan tanah dapat membesar melebihi batas nilai resistansi NGR yang digunakan sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada NGR dan peralatan lainnya. Nilai arus gangguan tanah membesar karena dipengaruhi oleh kapasitansi dari saluran transmisi. Terjadinya gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah akan menyebabkan terjadinya arus gangguan tanah yang besar akibat *line discharging* dari saluran transmisi (Ahmad, 2013)

Seiring dengan tuntutan kualitas pelayanan yang terus meningkat dari tahun ke tahun di Gardu Induk Bolok maka perlu dilakukan analisis perhitungan kembali untuk mengetahui kondisi dan kesiapan peralatan pengaman untuk menjaga kontinuitas dan keandalan sistem tenaga listrik dalam proses penyaluran daya listrik tersebut. Analisis gangguan satu fasa dilakukan di penyulang pada Transformator 30 MVA Gardu Induk yang menggunakan metode pentanahan *Neutral Ground Resistant* (NGR) 40 Ohm dan rele gangguan tanah sebagai alat proteksi. Hasil tersebut kemudian disimulasikan pada ETAP 12.6, sehingga kita dapat mengetahui apakah peralatan proteksi pada gardu induk masih bekerja dengan baik atau tidak jika terjadi gangguan hubung singkat.

Jika dibandingkan dengan perangkat lunak lainnya, perhitungan arus hubung singkat menggunakan ETAP lebih mudah karena proses memasukkan data dengan adanya nilai tipikal data pada ETAP (Ahmad, 2013). ETAP memiliki perhitungan yang kompleks sehingga dapat melengkapi data yang ada. Misalnya hanya dengan memasukkan beberapa data maka data yang lain dapat terhitung secara otomatis (Sauerudin, 2015).

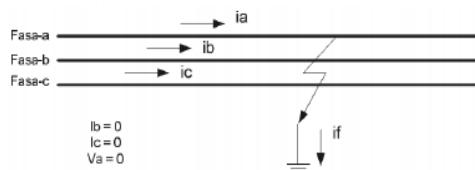
## **Transformator**

Transformator adalah alat listrik yang dapat mengubah tegangan arus bolak-balik dari suatu tingkat ke tingkat yang lain melalui gandingan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi elektromagnet dimana perbandingan tegangan antara sisi sekunder dan sisi primer berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya dan berbanding lurus dengan perbandingan jumlah

lilitan(Sauerudin, 2015).. Prinsip kerja transformator berdasarkan hukum *Faraday* dan *Ampere* yaitu “arus listrik dapat menyebabkan timbulnya medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik.”(Sauerudin, 2015).

**Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah**

Gangguan satu fasa ke tanah harus segera diproteksi untuk menjaga keamanan dan kinerja suatu sistem tenaga listrik. Gangguan ini dapat terjadi karena pengaruh sebuah fasa dari sistem tenaga listrik terhubung singkat dengan tanah yang dapat menyebabkan terjadinya bunga api yang bisa merusak inti besi sehingga perbaikannya harus dilakukan secara total (Priyanto, 2017)



Gambar 1. Rangkaian Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah.

$$I_f = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

- $I_{fault}$  : Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (A)
- $V_f$  : Tegangan pragangguan (V)
- $Z_0$  : Impedansi urutan positif (Ohm)
- $Z_1$  : Impedansi urutan negatif (Ohm)
- $Z_2$  : Impedansi urutan nol (Ohm)

**Ground Fault Relay**

Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah sangat bergantung dari jenis pentanahan dan sistemnya. Gangguan 1 fasa ke tanah biasanya bukan merupakan hubung singkat melalui tahanan gangguan, yang menyebabkan arus gangguannya menjadi semakin kecil dan tidak bisa terdeteksi oleh *Over Current Relay* (OCR) (Gafar, 2017)

- *Setting* Arus GFR

Setting arus GFR, digunakan rumus :

$$I_s = (20\% - 30\%) * I_n / CCC \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $I_s$  = *setting* Arus GFR.
- $I_n$  = Arus nominal CT.
- $CCC$  = (*Current Carrying Capacity*) kemampuan hantar arus kawat penghantar (Ampere).

- *Setting* Waktu

Perhitungan setting waktu, digunakan rumus :

$$T(SI) = \frac{0.14}{(I_{hsphg} / I_s)^{0.02} - 1} * TMS \dots\dots\dots (3)$$

Dimana,

TMS: *Time Multiple Setting*

I : Arus hubung singkat satu fasa

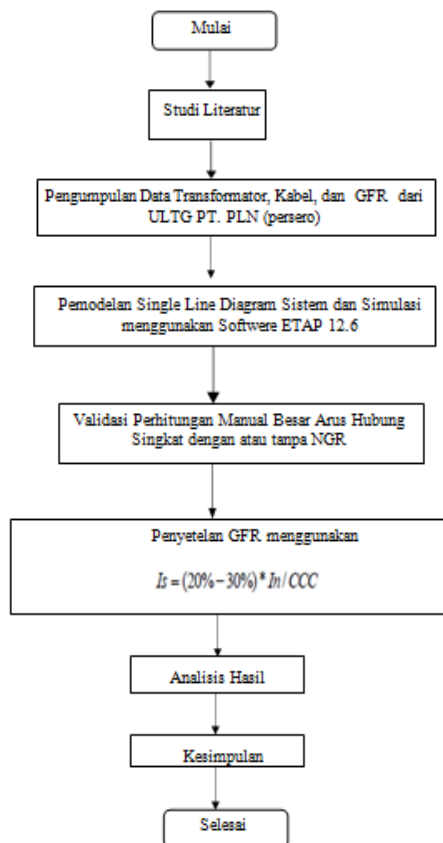
I<sub>s</sub> : Standart keamanan karakteristik *invers*

T(SI): Waktu yang diinginkan pada gangguan hubung singkat (Nasrul, 2017)

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk Untuk mengetahui besar nilai arus gangguan satu fasa ke tanah menggunakan pentanahan NGR 40 Ohm dan tanpa menggunakan NGR di penyulang pada transformator 30 MVA di Gardu Induk Bolok Kupang.

Penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan pengambilan data sekunder di ULTG PT. PLN (Persero) Unit Induk Wilayah (UIW) Nusa Tenggara Timur. Diagram alir penelitian seperti diperlihatkan pada gambar 2 berikut.s





Tabel 1 Data Trafo Daya 30 MVA 70/20 kV GI Bolok

Daya	30 MVA
Impedansi Trafo	12,25%
Hubungan Belitan	Star – star
Frekuensi	50 Hz
Tap Changer	17 Tap
Rated Voltage	High : 66 kV Low : 20 kV
I Nominal 70 Kv	157,5 A
I Nominal 20 Kv	262,4 A
Merek	Unindo
Arus hubung singkat trafo ( $I_{sc}$ )	2,91 kA

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Setting* GFR tanpa menggunakan NGR pada Transformator Daya sisi 20 kV.

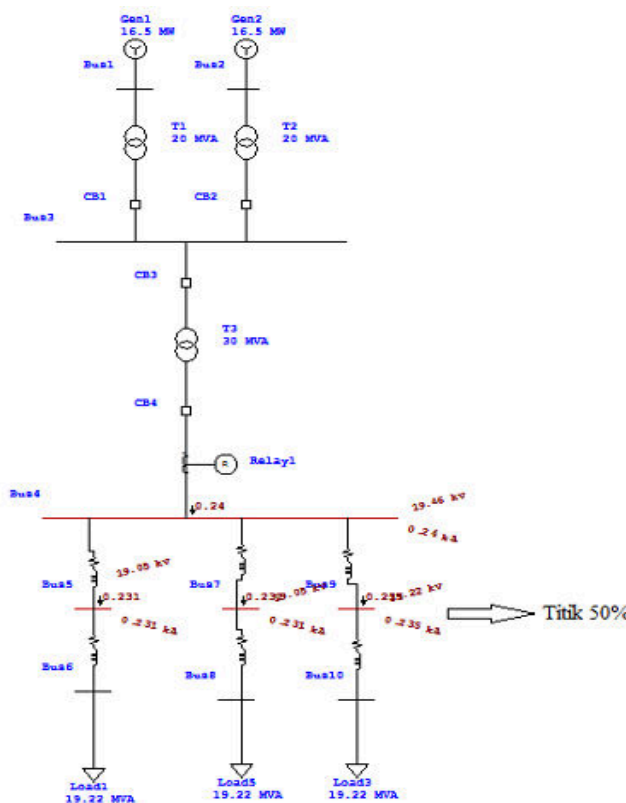
No	Perhitungan	Transformator		
		Penghubung Bolok – Tenau I	Penghubung Bolok – Tenau II	Penghubung Bolok – Tenau III
1	$I_p$	424 A	424A	460A
2	$I_s$	2,12 A	2,12A	2,3 A
3	TMS	0,066	0,066	0,066
4	Tact	0,49 detik	0,49 detik	0,50 detik

Tabel 3. Data *Setting* GFR GI Bolok pada Transformator Daya sisi 20 kV.

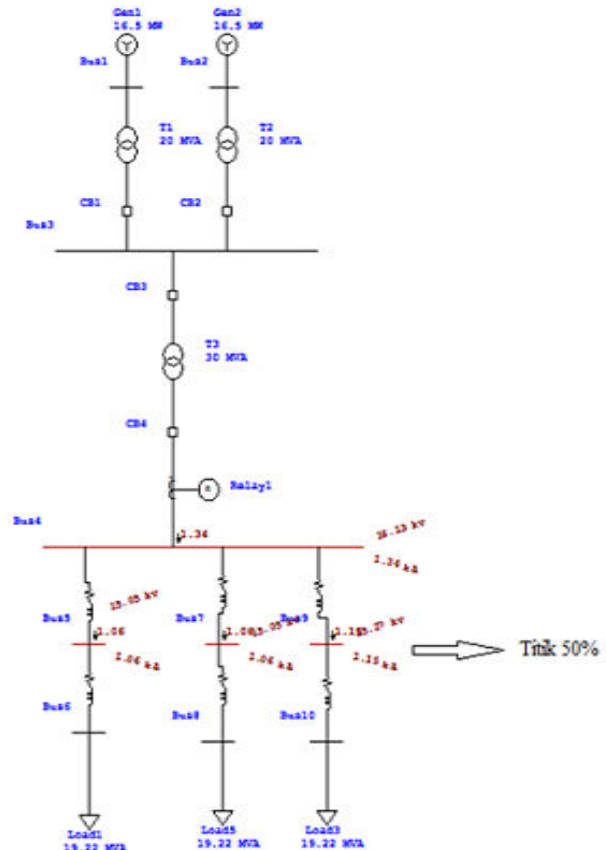
Ratio CT	1000 / 5 A
Waktu kerja	0,50 detik
Trip PMT	30 A
$I_p$ Pickup	5 A

### **Pemodelan Single Line Diagram Gardu Induk Bolok di Software ETAP 12.6**

Membuat pemodelan *single line diagram* Gardu Induk Bolok menggunakan *software* ETAP 12.6 untuk menganalisa hubung singkat satu fasa ke tanah sebelum melakukan *setting* rele, dimana dalam proses ini juga dilakukan proses input data yang sudah didapat dari data sekunder seperti data *generator*, *transformator*, beban, CT dan data GFR.



Gambar 4. Hubung singkat fasa ke tanah menggunakan Neutral Grounding resistansi 40 Ohm pada software ETAP 12.6



Gambar 5. Hubung singkat fasa ke tanah tanpa menggunakan Neutral Grounding Resistansi pada software ETAP 12.6

### Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

#### Perhitungan Impedansi Sumber (Zs)

Untuk menghitung besar impedansi sumber, maka terlebih dahulu dihitung MVA hubung singkat ( $MVA_{sc}$ ) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MVA_{sc} = \sqrt{3} \times I_{sc} \times V_{ph(70)} \dots \dots \dots (4)$$

$$MVA_{sc} = \sqrt{3} \times 2,91 \times 70$$

$$= 352,81$$

Maka impedansi sumber di sisi sekunder dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$Z_{S(20)} = \frac{kV(\text{sekunder})^2}{MVA_{sc}}$$

$$Z_{S(20)} = \frac{20^2}{352,81}$$

$$= 1,134 \Omega$$

#### Menghitung Reaktansi Trafo (Xs)



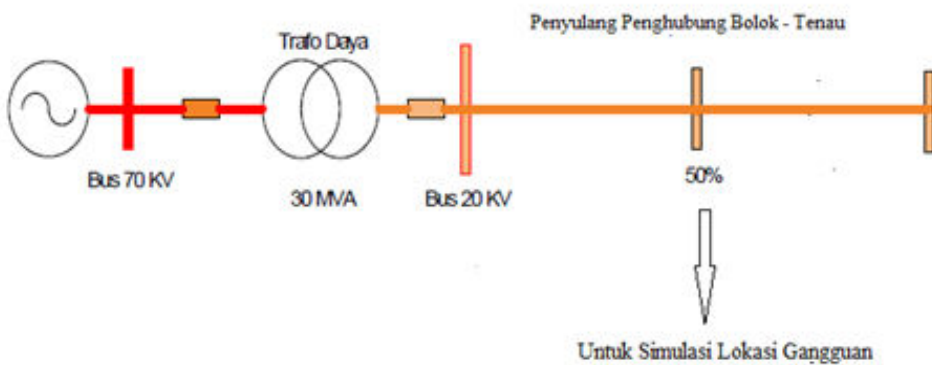
Nilai reaktansi trafo, dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_t = \frac{kV^2 \text{ dasar}}{MVA \text{ dasar}} \dots\dots\dots (5)$$
$$X_t = \frac{20^2}{30}$$
$$= 13,3 \Omega$$

Untuk nilai urutan positif dan negatif ( $X_{t1} = X_{t2}$ ) menggunakan persamaan enam (6). Impedansi Trafo GI Bolok sebesar 12,25% maka :

$$X_{t1} = Z_t \times X_t \dots\dots\dots (6)$$
$$= 12,25\% \times 13,3 \Omega$$
$$= 1,629$$
$$X_{t1} = X_{t2} = j1,629 \Omega$$

**Menghitung Impedansi Penghantar jaringan.**



Gamabar 6. Penyulang Penghubung Bolok - Tenau

Data teknis yang diperoleh GI Bolok memiliki 3 penyulang yaitu penghubung Bolok – Tenau I,II, dan III, yang akan digunakan sebagai sebagai obyek penelitian. Penghantar yang digunakan adalah jenis kabel A3C dengan diameter dan panjang yang berbeda.

Tabel 4. Impedansi Urutan Positif dan Nol Penghantar AAAC

Penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	jari-jari (mm <sup>2</sup> )	Jumlah urat	GMR(mm <sup>2</sup> )	Impedansi urutan positif(Ω/km)	Impedansi urutan nol(Ω/km)
16	2.2563	7	1.638	2.0161+j0.4036	1.164+j1.6911
25	2.8203	7	2.0475	1.2903+j0.3895	1.4384+j1.6770
35	3.3371	7	2.4227	0.9217+j0.3790	1.0697+j1.6665
50	3.9886	7	2.8957	0.6452+j0.3678	0.7932+j1.6553
70	4.7193	7	3.4262	0.4608+j0.3572	0.6088+j1.6447
95	5.4979	19	4.1674	0.3396+j0.3449	0.4876+j1.6324
120	6.1791	19	4.6837	0.2688+j0.3376	0.4618+j1.6251
150	6.9084	19	5.2365	0.2162+j0.3305	0.3341+j1.6180
185	7.6722	19	5.8155	0.1744+j0.3239	0.3224+j1.6114
240	8.7386	19	6.6238	0.1344+j0.358	0.2824+j1.6003

1. Pada Penghubung Bolok- Tenau I jenis penghantar yang digunakan A3C dengan diameter 35 mm<sup>2</sup> , dan panjang penghantar 8,59 kms.Maka besar impedansi hantaran penghubung Bolok-Tenau II urutan positif dan negatif  $Z_1 = 0,9217 + j0,3790$  dan impedansi urutan nol  $Z_0 = 1,0697 + j1,6665$ .
2. Pada Penghubung Bolok- Tenau II jenis penghantar yang digunakan A3C dengan diameter 35 mm<sup>2</sup> , dan panjang penghantar 8,40 kms.Maka besar impedansi hantaran penghubung Bolok-Tenau II urutan positif dan negatif  $Z_1 = 0,9217 + j0,3790$  dan impedansi urutan nol  $Z_0 = 1,0697 + j1,6665$ .
3. Pada Penghubung Bolok- Tenau III jenis penghantar yang digunakan A3C dengan diameter 70 mm<sup>2</sup> , dan panjang penghantar 5,52 kms. Maka besar impedansi hantaran penghubung Bolok-Tenau III urutan positif dan negatif  $Z_1 = 0,4608 + j0,3572$  dan impedansi urutan nol  $Z_0 = 0,6088 + j1,6447$ .

Selanjutnya dihitung nilai impedansi hantaran penghubung Bolok – Tenau I, II, dan III dengan jarak lokasi 50% sebagai berikut :

Impedansi hantaran penghubung Bolok – Tenau I, II, dan III

- Impedansi urutan Bolok - Tenau I

Impedansi urutan Positif II AAAC 8,40 kms (0,9217 + j0,3790)

$$Z_1 = 50\% = 50\% \times 8,59 (0,9217 + j0,3790) = 3,963 + j1,629 \Omega$$

Impedansi urutan Nol AAAC 8,40 kms (1,0697 + j1,6665)

$$Z_0 = 50\% = 50\% \times 8,59 (1,0697 + j1,6665) = 4,599 + j 7,166 \Omega$$

- Impedansi urutan Bolok – Tenau II

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Impedansi urutan Positif II AAAC 8,40 kms (0,9217 + j0,3790)

$$Z_1 = 50\% = 50\% \times 8,40 (0,9217 + j0,3790) = 3,871 + j1,592 \Omega$$

Impedansi urutan Nol AAAC 8,40 kms (1,0697 + j1,6665)

$$Z_0 = 50\% = 50\% \times 8,40 (1,0697 + j1,6665) = 4,493 + j 6,999 \Omega$$

- Impedansi urutan Bolok - Tenau III

Impedansi urutan Positif AAAC 5,52 kms (0,4608 + j0,3572)

$$Z_1 = 50\% = 50\% \times 5,52 (0,4608 + j0,3572) = 1,271 + j0,985 \Omega$$

Impedansi urutan Nol AAAC 5,52 kms (0,6088 + j1,6447)

$$Z_0 = 50\% = 50\% \times 5,52 (0,6088 + j1,6447) = 1,680 + j 4,539 \Omega$$

Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan negatif dihitung dengan menggunakan persamaan 7.

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_s + X_{t1} + Z \dots\dots\dots (7)$$

Penghubung Bolok – Tenau I

$$Z_1 = 50\% = J2,763 + ( 3,963 + j,629) = 3,963 + j4,392 \Omega$$

Penghubung Bolok – Tenau II

$$Z_1 = 50\% = J2,763 + ( 3,871 + j,1592) = 3,871 + j4,355 \Omega.$$

Penghubung Bolok – Tenau III

$$Z_1 = 50\% = J2,763 + ( ,963 + j,629) = 3,963 + j4,392 \Omega.$$

Impedansi Nol tanpa menggunakan NGR, dihitung dengan persamaan 8.

$$Z_{0eq} = X_{t0} + 3RN + Z_0 \dots\dots\dots (8)$$

Penghubung Bolok – Tenau I

$$Z_1 = 50\% = J16,29 + ( 4,599 + j 7,166) = 4,599 + j23,456 \Omega.$$

Penghubung Bolok – Tenau II

$$Z_1 = 50\% = J16,29 + ( 4,493 + j 6,999) = 4,493 + j23,289 \Omega.$$

Penghubung Bolok – Tenau III

$$Z_1 = 50\% = J16,29 + ( 1,680 + j 4,539) = 1,680 + j20,829 \Omega.$$

Impedansi Nol menggunakan NGR, dihitung dan diperoleh hasil sebagai berikut :

Penghubung Bolok – Tenau I

$$Z_0 = 50\% = j16,29 + 120 (4,599 + j7,166) = 124,599 + j23,456 \Omega$$

Penghubung Bolok – Tenau II

$$Z_0 = 50\% = j16,29 + 120 (4,493 + j6,999) = 124,493 + j23,289 \Omega$$

Penghubung Bolok – Tenau III

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

$$Z_0 = 50\% = j16,29 + 120 (1,680 + j 4,539) = 121,68 + j20,829 \Omega$$

## Perhitungan Arus Hubung Singkat Tanpa NGR.

- Penghubung Bolok – Tenau I

$$1\phi = \frac{3 \times V_{pn}}{Z_{1eki} + Z_{2eki} + Z_{0eki}} \dots\dots\dots (9)$$

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(7,926 + j8,784) + (4,599 + j23,456)} \\ = 1001,56 \text{ A} \approx 1,002 \text{ kA}$$

- Penghubung Bolok – Tenau II

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(7,742 + j8,71) + (4,493 + j23,28)} \\ = 1011,42 \text{ A} \approx 1,011 \text{ kA}$$

- Penghubung Bolok – Tenau III

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(2,542 + j7,496) + (1,680 + j20,829)} \\ = 1164,95 \text{ A} \approx 1,165 \text{ kA}$$

## Perhitungan Arus Hubung Singkat NGR

- Penghubung Bolok – Tenau I

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(2,542 + j7,496) + (1,680 + j20,829)} \\ = 253,977 \text{ A} \approx 0,253 \text{ kA}$$

- Penghubung Bolok – Tenau II

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(7,742 + j8,71) + (124,493 + j23,28)} \\ = 254,621 \text{ A} \approx 0,255 \text{ kA}$$

- Penghubung Bolok – Tenau III

$$1\phi = 50\% = \frac{34641}{(2,542 + j7,496) + (121,68 + j20,829)} \\ = 271,873 \text{ A} \approx 0,271 \text{ kA}$$

## Tabel Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.

Perbandingan nilai arus hubung singkat 1 phasa ke tanah antara hasil simulasi dan perhitungan (untuk keperluan validasi) diperlihatkan pada table 5 dan 6 berikut ini.

Tabel 5. Perbandingan nilai arus hubung singkat 1 phasa ke tanah antara hasil simulasi dan perhitungan manual menggunakan NGR 40 Ohm.

	Jenis Gangguan	Simulasi	Perhitungan Manual	Selisih
		(kA)	(kA)	(kA)
Penghubung Bolok – Tenau I	1 Phasa ke Tanah	0,231	0,253	0,02
Penghubung Bolok – Tenau II	1 phasa ke Tanah	0,231	0,254	0,02
Penghubung Bolok – Tenau III	1 phasa ke Tanah	0,235	0,257	0,02

Tabel 6. Perbandingan nilai arus hubung singkat 1 phasa ke tanah antara hasil simulasi dan perhitungan manual tanpa menggunakan NGR

	Jenis Gangguan	Simulasi	Perhitungan Manual	Selisih
		(kA)	(kA)	(kA)
Penghubung Bolok – Tenau I	1 Phasa ke Tanah	1,06	1,01	0,05
Penghubung Bolok – Tenau II	1 phasa ke Tanah	1,06	1,00	0,06
Penghubung Bolok – Tenau III	1 phasa ke Tanah	1,15	1,17	0,02

### Penyetelan GFR Menggunakan NGR

Perhitungan besar arus hubung singkat phasa ke tanah menentukan *setting* arus rele gangguan tanah. Penyetelan rele arus gangguan tanah di transformator 30 MVA sisi 20 kV menggunakan besar arus gangguan hubung singkat satu phasa ke tanah terbesar yang terjadi pada penyulang Penghubung Bolok – Tenau. Arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada penyulang Penghubung Bolok – Tenau III pada titik 50% yaitu sebesar 0,235 kA.

- Setting Arus GFR

$$I_s = (20\% - 30\%) * I_n / CCC$$

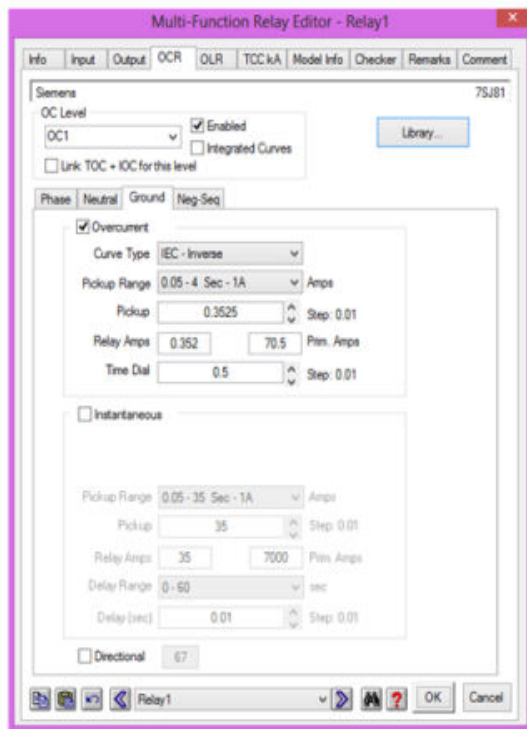
$$I_p = 0,3 \times 235 \text{ A} = 70,5 \text{ A}$$

$$I_s = 70,5 \times \frac{5}{1000} = 0,35 \text{ A}$$

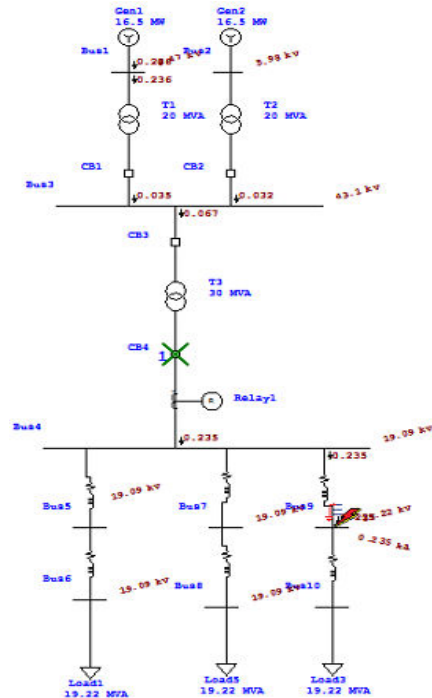
$$TMS = \frac{\left(\frac{235}{70,5}\right)^{0,02} - 1}{0,14} \cdot 0,50 = 0,087$$

$$T_{act} = \frac{0,14}{\left(\frac{235}{70,5}\right)^{0,02} - 1} \cdot 0,087 = 0,50 \text{ detik}$$

Data tersebut kemudian di masukan pada data *setting* rele di ETAP 12.6 seperti pada gambar gambar 7 dibawah ini.

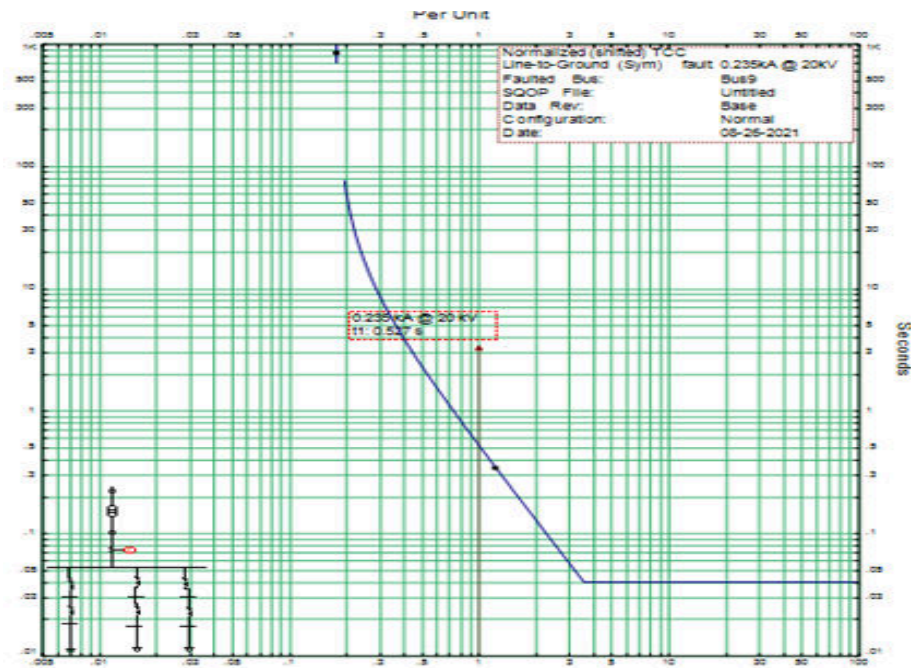


Gambar 7. Setting Ground Fault Relay, NGR grounding pada software ETAP 12.6.



Gambar 8. Trip CB saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah menggunakan NGR.

Kurva kerja rele gangguan tanah diperlihatkan pada gambar 9 berikut:



Gambar 9. Kurva kerja GFR Penghubung Bolok - Tenau menggunakan NGR pada software ETAP 12.6

**Penyetelan GFR Menggunakan NGR.**

Arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada penyulang Penghubung Bolok – Tenau III pada titik 50% yaitu sebesar 1,15 kA.

- Setting Arus GFR

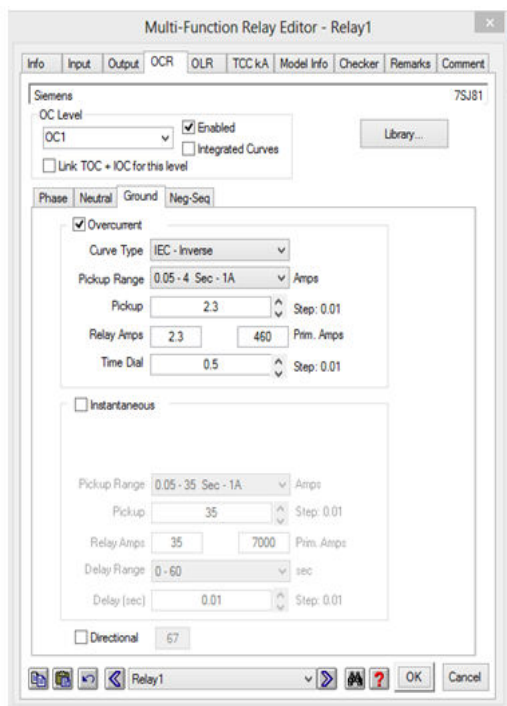
$$I_p = 0.4 \times 1150 \text{ A} = 460 \text{ A}$$

$$I_s = 460 \times \frac{5}{1000} = 2,3 \text{ A}$$

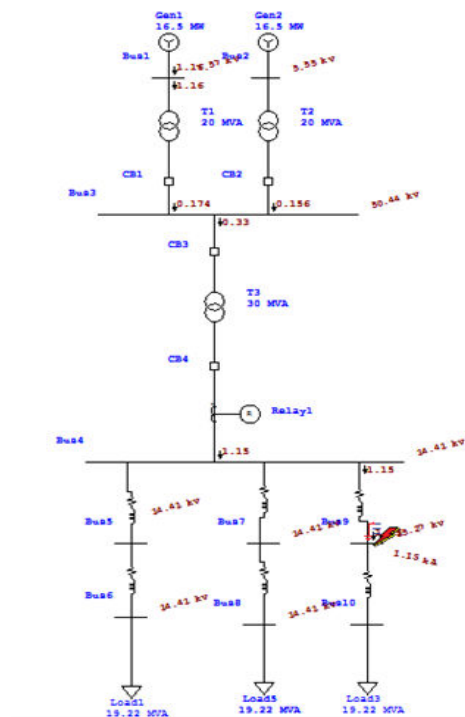
$$TMS = \frac{\left(\frac{1150}{460}\right)^{0.02} - 1}{0,14} \cdot 0.50 = 0,066$$

$$T_{act} = \frac{0,14}{\left(\frac{1150}{460}\right)^{0.02} - 1} \cdot 0.066 = 0.50 \text{ detik.}$$

Data tersebut kemudian di masukan pada data *setting* rele di ETAP 12.6 seperti pada gambar dibawah ini:



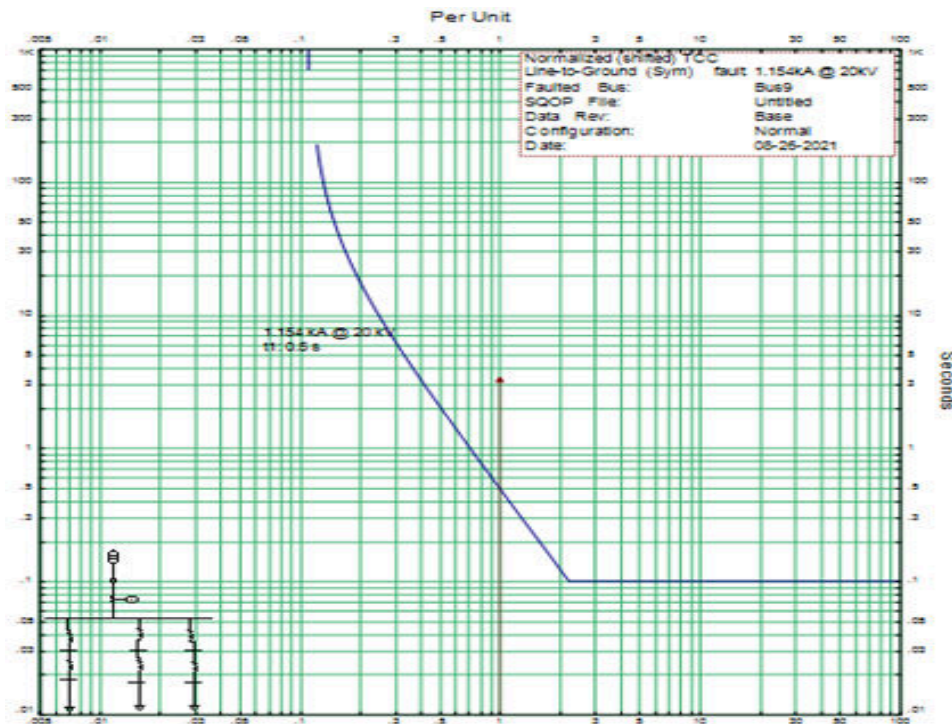
Gambar 10. *setting* Ground fault relay, tanpa NGR pada software ETAP 12.6.



Gambar 11. Trip CB saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah tanpa menggunakan NGR.

Kurva kerja rele gangguan tanah seperti gambar 12 berikut:





Gambar 12. Kuva kerja GFR Penghubung Bolok - Tenau tanpa menggunakan NGR, pada software ETAP 12.6.

Dari hasil perhitungan yang sudah disimulasikan, rele bekerja dengan baik dimana rele memutuskan pada waktu 0,50 detik pada saat terjadi gangguan sesuai dengan waktu pemutusan rele gangguan tanah dari hasil perhitungan.

## KESIMPULAN

1. Besar arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah menggunakan sistem pentanahan *Neutral Grounding Resistor* (NGR) 40 Ohm yang terjadi pada Penghubung Bolok – Tenau I adalah sebesar 0,231 kA, Penghubung Bolok – Tenau II 0,231 kA, dan pada Penghubung Bolok – Tenau III sebesar 0,235 kA.
2. Besar arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah tanpa menggunakan sistem pentanahan *Neutral Grounding Resistor* (NGR) yang terjadi pada Penghubung Bolok – Tenau I adalah sebesar 1,06 kA, Penghubung Bolok – Tenau II 1,06 kA, dan pada Penghubung Bolok – Tenau III sebesar 1,15 kA.
3. Penyetelan rele gangguan ditentukan melalui besar arus hubung singkat. Penyetelan yang dilakukan menggunakan besar maksimum arus gangguan satu fasa ke tanah yang terjadi di penyulang penghubung Bolok tenau III di titik 50%, yaitu yang menggunakan *Neutral Grounding*



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

*Resistor* (NGR) 40 Ohm adalah sebesar 0,235 kA dan tanpa menggunakan NGR sebesar 1,15 kA.

### DAFTAR PUSTAKA

- I.K.A.S DARMA, I.G.D ARJANA, and A.A.G.M PEMAYUN, "Studi Pengaruh Pemasangan NGR 40 Ohm pada Uprating Transformator 2 GI Gianyar Terhadap Gangguan Hubung,"*Teknologi Elektro, Vol. 16, No. 02, Mei - Agustus 2017*, pp. 1-6, 2017.
- FERDINAN AHMAD, *Analisis Pentanahan Netral pada Gardu Induk 50 KV pada Sistem Interkoneksi SUMBAGSEL*. LAMPUNG, 2013.
- Lestanto Multa, *Modul Pelatihan Etap*. Yogyakarta, Indonesia: Magartika, 2013.
- Deni Saefrudin, "Analisis Electric Load Flow (Aliran Daya Listrik) Dalam Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP Power Station 4.00 Di PT.LokatexPekalongan,"*Edu Electrical Journal*, 2015.
- MHD ARIFIN SIREGAR, *Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Transformator Distribusi di PT. PLN (PERSERO) RAYON PANAM PEKANBARU*. PEKANBARU, 2013.
- HENDRA DWI PRIYANTO, *Implementasi Penggunaan Sistem Grounding Generator Menggunakan NGR (Neutral Grounding Resistor) untuk Mereduksi Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah pada PLTD BALIKPAPAN*. MALANG, 2017.
- Ahmad Gaffar Agussalim and Dedi Arisandi, "ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK PANAKKUKANG,"*ELEKTRIKA NO. II/TAHUN 14/NOPEMBER 2017*.
- Nasrul ST, M. KOM , "Setting Relai Gangguan Tanah (Gfr) Outgoing Gh Tanjung Pati Feeder Taram PT. PLN (Persero) Rayon Lima Puluh Kota,"*JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP, Vol. 6, No. 2, JULI 2017*.

## REDUKSI BACKGROUND NOISE PADA REKAMAN KULIAH ONLINE MENGUNAKAN ADAPTIVE FILTER LEAST MEAN SQUARE (LMS)

### *Background Noise Reduction on Online Lecture Recording using Adaptive Filter Least Mean Square (LMS)*

Amin A. Maggang<sup>1)</sup>, Beby H. A. Manafe<sup>2)</sup>, Sarlince O. Manu<sup>3)</sup>, Johanis F. M. Bowakh<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jln. Adi Sucipto Penfui Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: [amin\\_maggang@staf.undana.ac.id](mailto:amin_maggang@staf.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Proses rekaman video kuliah online yang dilakukan oleh dosen ketika mengajar online biasa terdistorsi oleh background noise. Hal ini karena keterbatasan alat rekam atau proses rekaman tidak dilakukan di studio rekaman. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasi filter adaptif menggunakan algoritma LMS untuk mereduksi background noise tersebut. Adaptif filter mampu mengupdate koefisien bobot filter secara langsung untuk mereduksi background noise. Audio sinyal yang digunakan adalah hasil rekaman video yang kemudian diambil audionya dan ditambahkan dengan background noise dengan level daya tertentu. Data atau sinyal audio inilah yang kemudian difilter dan tingkat keberhasilannya diukur dengan nilai Mean Square Error (MSE) dan Signal to Noise Ratio (SNR). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa filter adaptif dengan algoritma LMS mampu mereduksi background noise tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai SNR setelah filter yang lebih besar dari nilai SNR sebelum dilakukan filter. Kami juga menemukan bahwa nilai step-size dan orde filter sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal setelah filter. Semakin besar nilai step-size dan semakin panjang koefisien filter, maka nilai SNR akan semakin besar dan nilai MSE semakin kecil.

**Kata Kunci:** Reduksi Noise, Adaptive Filter, LMS, Kuliah online

### ABSTRACT

*The recording process of online lecturing videos by lecturers when teaching online is usually distorted by background noise. This issue is due to limited recording equipment, or the recording process is not carried out in a recording studio. Therefore, this study aims to implement an adaptive filter using the LMS algorithm to reduce the background noise. An adaptive filter can update the filter weight coefficient directly to reduce background noise. The audio signal used results from a video recording which was then taken the audio and added with background noise with a certain power level. This data or audio signal was then filtered, and the success rate was measured by the Mean Square Error (MSE) and Signal to Noise Ratio (SNR) values. The results showed that the adaptive filter with the LMS algorithm was able to reduce the background noise. The SNR value indicated noise reduction after the filter, which was greater than the SNR value before applying the filter. We also found that the step size and filter order greatly affected the signal quality. The larger the step-size value and the longer the filter coefficient, the larger the SNR value and the smaller the MSE value.*

**Keywords:** Noise Reduction, Adaptive Filter, LMS, Online Lecturing

### PENDAHULUAN

Proses perekaman video yang dilakukan menggunakan laptop atau Personal Computer (PC) pada saat memberikan kuliah online, webinar, atau pada saat proses perekaman video kuliah, sangat mudah sekali diinterferensi oleh *background noise*. Bunyi “hiss” dari fan komputer yang ikut masuk

dalam proses perekaman merupakan salah satu *background noise* yang paling sering terjadi. Suara anak kecil, atau bunyi kendaraan, hujan, dan lain-lain pun bisa menjadi *background noise* apabila ruangan yang digunakan untuk proses perekaman tidak kedap suara. Hal ini membuat kualitas perekaman menjadi buruk dan sangat mengganggu pendengar.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain suatu Adaptive Filter untuk mereduksi *background noise* pada sinyal *audio/video* yang direkam pada Personal Computer (PC) atau laptop. Adaptive filter ini akan didesain menggunakan algoritma Least Mean Square (LMS). Algoritma LMS merupakan algoritma yang sangat populer dan sangat sederhana serta dapat digunakan untuk beberapa aplikasi pemrosesan sinyal, antara lain masalah penghapusan derau, gema, dan interferensi (Li Tan & Jean Jiang, 2013).

Secara umum proses penelitian yang dilakukan mencakup tiga tahapan, tahapan rekaman video perkuliahan, Desain dan implementasi Adaptive filter LMS, dan pengujian parameter filter LMS. Algoritma LMS yang digunakan dalam Adaptive Filter akan diimplementasikan untuk mereduksi *background noise* pada video kuliah yang direkam menggunakan aplikasi Snagit atau Open Broadcast System (OBS). Kedua aplikasi ini sangat populer digunakan, misalnya oleh para youtuber karena fitur nya yang lengkap dan memiliki versi tak berbayar. Untuk melihat kualitas sinyal yang dihasilkan setelah melalui proses filter dengan LMS, maka nilai Signal to Noise Ration (SNR) dan Mean Square Error (MSE) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan algoritma LMS di dalam mereduksi noise (Anita Nardiana & Sari Sujako Sumaryono, 2011)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan rekaman dan simulasi. Untuk rekaman, digunakan dua buah microphone, satu audio interface, Kabel XLR, Laptop Dell AMD Ryzen 5 dengan RAM 16GB yang sudah diinstal aplikasi Audacity. Software Matlab 2016b digunakan untuk proses perancangan dan simulasi filter adaptive dengan algoritma LMS.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi: (1) proses rekaman video kuliah; (2) proses coding algoritma LMS pada Matlab; (3) Pengujian Sistem; (4) Analisis data.

### Proses Reduksi Noise dengan Algoritma LMS

Tahapan pada proses reduksi noise menggunakan Algoritma LMS adalah sebagai berikut:

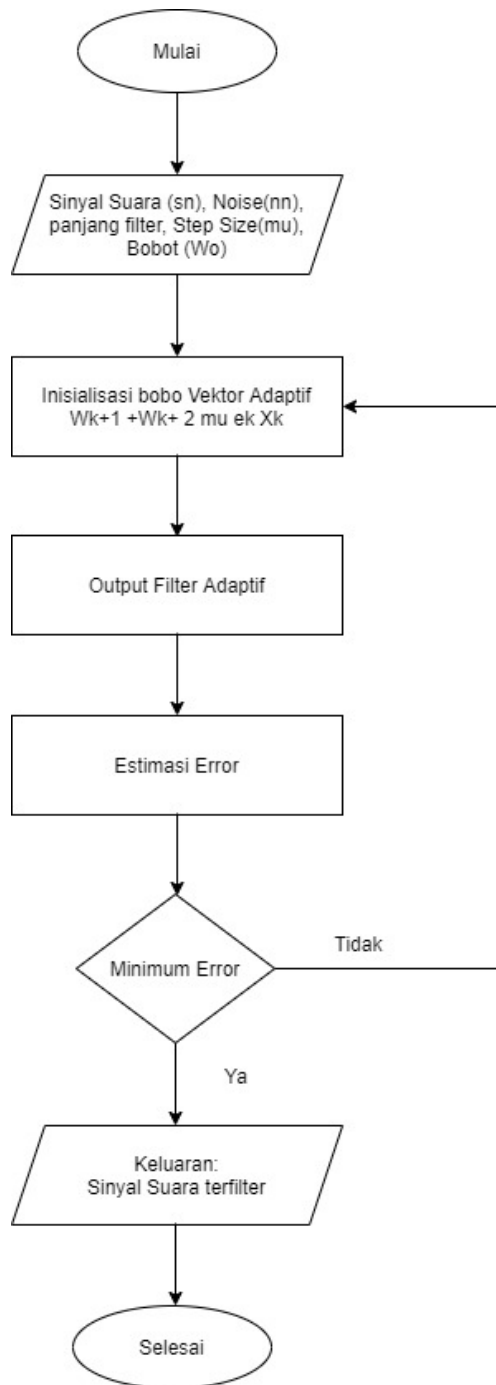
1. Pembacaan berkas suara dengan frekuensi sampling 44.1 kHz yang telah disimpan dalam format mp4. Pada tahap ini dilakukan pemilihan sinyal yang bersih tanpa noise dan background noise dengan level tertentu.
2. Penggabungan antara berkas suara tanpa noise dan noise yang telah dipilih sehingga diperoleh isyarat berderau yang merupakan masukan dari sistem.
3. Penentuan metode yang ingin digunakan, algoritma *Least Mean Square Adaptive Filter*.
4. Penentuan nilai panjang tapis (L) dan konstanta ukuran langkah adaptasi ( $\mu$ ).
5. Perhitungan Keluaran Algoritma LMS dapat diringkas dalam table berikut (Behrouz F-B, 2013):

**Tabel 1.** Ringkasan Algoritma LMS

Inputs	$x$ = proses delay $x(n-n_0)$ untuk estimasi $d(n)$ $d$ = desired signal $d(n)$
Outputs	$y$ = filter output $y(n)$ $w$ = Bobot vector yang terupdate
Parameters	$P$ = filter order $\mu$ = step-size : $0 < \mu < 2/\lambda_{max}$
Initialization	$W_0 = 0$
Komputasi	1. Filtering: $y(n) = x(n)$ 2. Error Estimation: $e(n) = d(n) - y(n)$ 3. Bobot Vektor Adaptif: $W_{n+1} = w_n + \mu e(n) * x(n)$

Sumber: (Tanja Lampl, 2020)

Secara keseluruhan system adaptif filter dengan Algoritma LMS yang diimplementasikan untuk mereduksi noise pada rekaman audio kuliah dapat digambarkan dalam diagram alir berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Filter

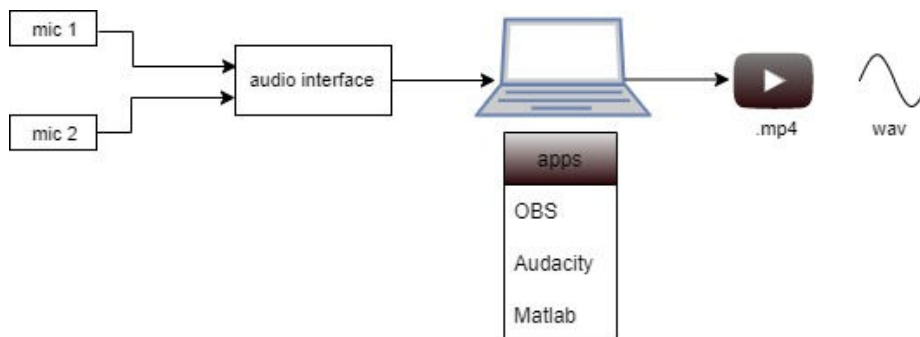
Diagram alir menjelaskan input pada system filter yang dibangun adalah sinyal suara, noise, Panjang filter, step size, dan bobot. Bobot filter  $W_k$  akan terus diupdate untuk mendapatkan nilai error yang paling minimum.  $\mu$  atau step size mempunya pengaruh terhadap cepat dan lambatnya proses iterasi yang terjadi. Semakin besar  $\mu$  maka iterasi juga akan lebih cepat berakhir.

Analisis Data dilakukan setelah diperoleh hasil sinyal keluaran yang sudah difilter. Analisis data dilakukan untuk mencari tahu: 1) kemampuan algoritma LMS sebagai filter adaptif dalam mereduksi derau, dan 2) pengaruh Step Size  $\mu$  dan Panjang Filter (orde) terhadap nilai SNR.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Rekaman Video Kuliah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data audio dari hasil proses perekaman video kuliah menggunakan aplikasi OBS. Proses perekamannya dapat diilustrasikan pada Gambar 8 dibawah ini.



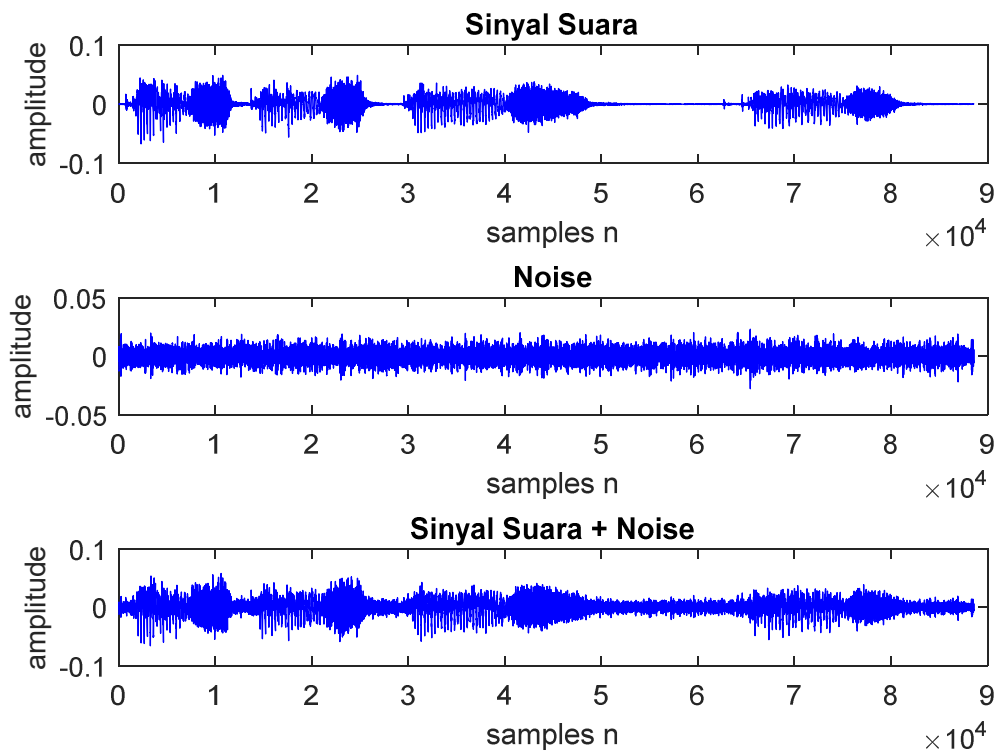
Gambar 2. Proses Perekaman

Gambar 2 menjelaskan proses perekaman video kuliah yang dilakukan yang mana outputnya digunakan sebagai data dalam bentuk audio untuk diproses dengan algoritma LMS. Mic 1 berfungsi untuk merekam suara pengajar, sedangkan mic 2 digunakan dalam penelitian ini untuk menginputkan *background noise* dengan level daya tertentu. Kedua sinyal input, suara dan noise dijumlahkan pada audio interface dan kemudian diinputkan ke laptop untuk dilakukan proses perekaman menggunakan aplikasi OBS. Keluaran dari OBS dalam bentuk video kuliah yang memiliki format .mp4. File .mp4 ini kemudian diambil audionya, yang diexport dengan format .wav. File ini yang kemudian digunakan sebagai data penelitian. Sistem filter LMS yang dibangun dan kemudian diuji kemampuannya menggunakan software Matlab.

### Proses Reduksi Background Noise

Tahapan pertama dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil rekaman video kuliah yang diambil sinyal suaranya dan dijumlahkan dengan background noise. Gambar 3 menampilkan sinyal suara dan noise yang direkam dengan frekuensi sampling 44,1 kHz. Kedua sinyal direkam dalam dua menit tetapi hanya terdapat 88576 sampel yang digunakan untuk memudahkan proses analisis.

Terlihat bahwa sinyal suara pada awalnya bersih dari background noise. Tetapi setelah sinyal suara dijumlahkan dengan noise, dapat dilihat bahwa amplitude dimana tidak ada suara, mulai ditempati oleh background noise dengan level tertentu.



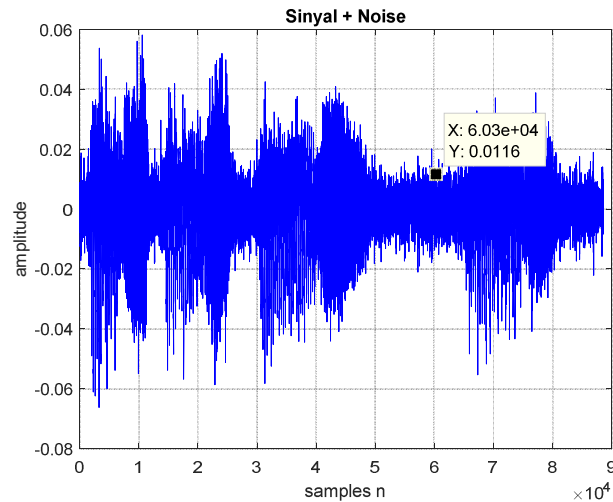
**Gambar 3.** Sinyal Suara + Noise

Perhitungan nilai daya rata-rata sinyal  $P_s$  dan daya noise  $P_n$  dilakukan untuk mengetahui nilai SNR (dB) awal sebelum dilakukan proses filter.  $P_s = \sum \frac{s^2}{N^2}$ . dimana  $s$  adalah sinyal suara, dan  $N$  adalah jumlah sampel. Berdasarkan perhitungan diperoleh  $P_s = 1.0640 \times 10^{-4}$ . Nilai tersebut dikonversi ke dalam satuan decibel dengan persamaan  $P_s(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(P_s)$ . Hasil yang diperoleh dalam decibel  $P_s(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(1.0640 \times 10^{-4}) = -91.48 \text{ dB}$ . Nilai daya sinyal suara sangat kecil karena volume suara dosen yang mengajar juga kecil level nya.

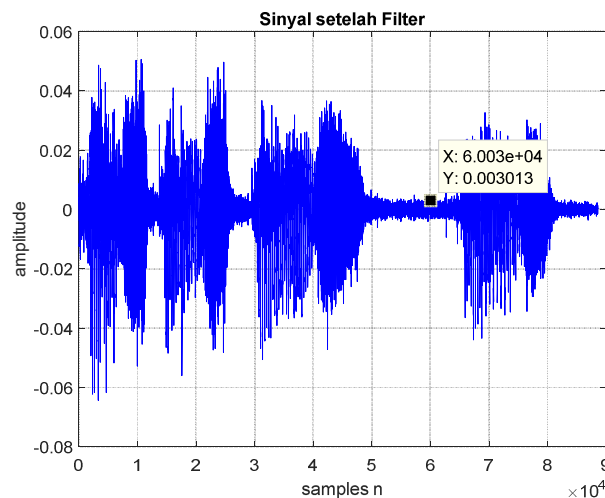
Sedangkan untuk perhitungan daya noise,  $P_n = \sum \frac{n^2}{N^2}$ . Dimana  $n$  adalah noise, dan  $N$  adalah jumlah sampel noise. Berdasarkan perhitungan diperoleh  $P_n = 2.9233 \times 10^{-5}$ . Jika dikonversi ke dalam decibel dengan persamaan  $P_n(\text{dB}) = 10 \cdot \log_{10}(P_n)$ , maka hasil yang diperoleh dalam decibel

$P_n \text{ (dB)} = 10 \cdot \log_{10}(2.9233 \times 10^{-5}) = -104.40 \text{ dB}$ . Nilai *background noise* sangat kecil karena volume nya juga kecil.

Dengan demikian nilai SNR (dB) dari *noisy signal* (sinyal + noise) adalah SNR (dB) sebelum difilter  $P_s(\text{dB}) - P_n(\text{dB}) = -91.48 \text{ dB} - (-104.40 \text{ dB}) = 12.9187 \text{ dB}$ . Gambar 4 dan Gambar 5 adalah dua gambar yang menjelaskan sinyal sebelum dan setelah proses Filter.



**Gambar 4.** Sinyal Suara Sebelum Filter (sampel 6.03e+04)



**Gambar 5.** Sinyal Suara Setelah Filter (sampel 6.03e+04)

Hasil reduksi noise pada Gambar 5 adalah proses filter yang dilakukan dengan percobaan menggunakan orde filter = 5 dan step size  $\mu = 0.5$ . Gambar 5 adalah noisy signal yang telah difilter. Dapat dilihat bahwa amplitudo noise telah berhasil direduksi. Sebelum noisy signal difilter, amplitudo noise pada sampel ke- $6.003 \times 10^4$  adalah 0.0116 (Gambar 4). Setelah melalui proses filter, nilainya direduksi menjadi sudah menjadi 0.003013 (pada Gambar 13). Nilai amplitudo noise ini berkurang



dengan proses filter yang menggunakan parameter  $\mu = 0.5$  dan orde filter adalah 5. Kedua parameter ini sangat berpengaruh pada nilai SNR.

**Pengaruh Parameter  $\mu$  dan Orde Filter terhadap nilai MSE dan SNR**

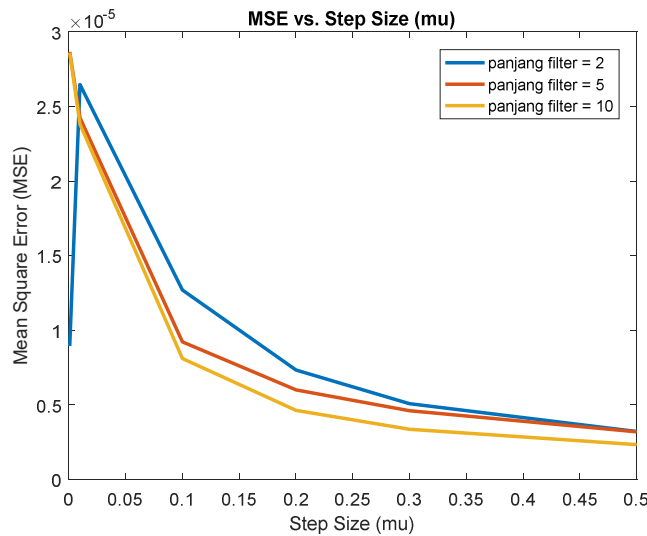
Pada bagian ini kami coba untuk menguji pengaruh nilai step size dan orde filter terhadap kualitas filter LMS dalam mereduksi noise yang diukur dalam MSE dan SNR. Nilai step size  $\mu$  yang digunakan adalah 0.5, 0.3, 0.2, 0.1, 0.01, 0.001, yang mana nilai ini akan di uji untuk setiap Panjang filter 2, 5, dan 10. Hasil yang diperoleh di tampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 2.** Pengaruh variasi step size  $\mu$  dan orde filter terhadap nilai MSE dan SNR

Orde Filter	Step Size $\mu$	MSE	SNR (dB)
2	0.5	3.2052e-06	35.02
	0.3	5.0868e-06	30.41
	0.2	7.3373e-06	26.74
	0.1	1.2689e-05	21.26
	0.01	2.6480e-05	13.91
	0.001	2.8941e-05	13.02
5	0.5	3.1914e-06	35.07
	0.3	4.6027e-06	31.41
	0.2	5.9936e-06	28.76
	0.1	9.2195e-06	24.45
	0.01	2.4232e-05	14.79
	0.001	2.8662e-05	13.12
10	0.5	2.3239e-06	38.24
	0.3	3.3625e-06	34.54
	0.2	4.6333e-06	31.34
	0.1	8.1101e-06	25.74
	0.01	2.3819e-05	14.96
	0.001	2.8601e-05	13.14

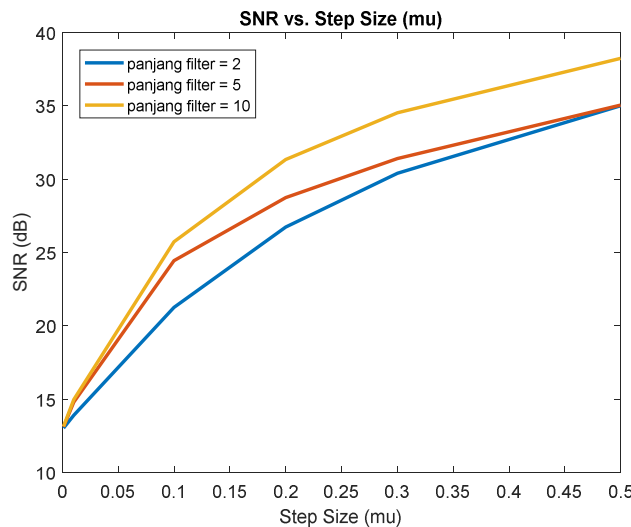
Sumber: Data asli yang diolah

Berdasarkan **Tabel 1**. Diketahui bahwa nilai Orde filter dan step size sangat berpengaruh kepada kualitas filter dalam mereduksi noise, yang mana dapat diukur dengan nilai MSE dan SNR. Gambar 6. dan Gambar 7. Memudahkan kita untuk memahami pengaruh kedua parameter terhadap kualitas reduksi noise yang dilakukan oleh Algoritma LMS.



**Gambar 6.** Pengaruh mu dan orde filter terhadap MSE

Gambar 6 menjelaskan bahwa semakin besar nilai step size, maka nilai Mean Square Error pun akan semakin mengecil. Hal ini karena nilai MSE yang kecil membuat koefisien korelasi semakin besar seperti yang ditemukan oleh (Sulamul Arif *et al*, 2011). Selain itu dapat dilihat juga bahwa semakin Panjang order filter, maka nilai MSE juga akan semakin kecil. Terlihat filter dengan panjang 10 menghasilkan nilai MSE terkecil untuk setiap nilai Step size.



**Gambar 7.** Pengaruh Step Size dan Orde Filter terhadap SNR

Selain berpengaruh terhadap MSE, step size dan orde filter juga berpengaruh terhadap rasio daya sinyal terhadap daya noise yang diukur dalam SNR. Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa nilai SNR berbanding lurus dengan nilai step size dan Panjang filter. Semakin besar nilai step size, maka nilai SNR juga semakin besar, yang artinya daya sinyal jauh lebih besar dari daya noise untuk pengujian dengan tiga jenis Panjang filter yang digunakan.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Filter adaptif yang dibangun menggunakan algoritma LMS telah mampu mereduksi background noise yang ada pada audio hasil rekaman video kuliah online. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan nilai SNR yang mana nilai SNR setelah difilter lebih besar dari SNR sebelum difilter.
2. Nilai parameter step size dan orde filter sangat berpengaruh terhadap nilai SNR. Semakin besar nilai step size dan orde filter, maka nilai SNR juga semakin. Sebaliknya MSE semakin kecil.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami berterimakasih kepada pihak Universitas Nusa Cendana melalui Fakultas Sains dan Teknik telah mendukung penelitian ini dengan dana PNPB.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Farhang-Boroujeny, B. 2013. Adaptive Filter: Teori and Applications 2<sup>nd</sup> Ed. John Willey & Sons, Ltd
- Nardiana, A. & Sumaryono, S. 2011. Adaptive Noise Cancelling Menggunakan Algoritma Least Mean Square (LMS). *Jurnal Teknik Elektro Vol.3. No.1*
- Sulamul Arif, 2011. Perbandingan Kinerja Algoritma LMS dan NLMS untuk Peredaman Derau. Secara Adaptif. Tesis. Univeritas Diponegoro
- Tan, L and Jiang. J. 2013. *Digital Signal Processing: Fundamental and Applications*. Elsevier., 225 Wyman Street Waltham, USA.
- Tanja Lampl, 2020. *Implementation of Adaptive filtering Algorithms for Noise Cancellation*. Student Thesis. University of Gavle

**HUBUNGAN YANG DIBENTUK FAKTOR IKLIM, DESAIN BANGUNAN,  
PSIKOLOGIS DAN FISIK FISILOGIS TERHADAP KINERJA TERMAL  
BANGUNAN DI WILAYAH BERIKLIM TROPIS KERING DI KABUPATEN  
SIKKA, NUSA TENGGARA TIMUR**

***CORRELATION FORMED BY CLIMATE, BUILDING DESIGN, PSYCHOLOGICAL AND  
PHYSIOLOGY FACTORS TO THE BUILDING THERMAL PERFORMANCE IN A DRY  
TROPICAL CLIMATE REGION IN SIKKA REGENCY, EAST NUSA TENGGARA***

**Cornelia Hildegardis<sup>1)</sup>, Febriyanti Alwisye Wara<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Nusa Nipa

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusa Nipa

Jln. Kesehatan No.03, Maumere, Nusa Tenggara Timur

<sup>1)</sup>e-mail: childegardis4@gmail.com

**ABSTRAK**

Penelitian ini mengulas hubungan yang dibentuk oleh beberapa faktor terhadap kinerja termal yang terjadi pada bangunan di wilayah beriklim tropis kering di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. Penelitian dilakukan pada Gereja St. Ignatius Loyola Sikka atau yang lebih dikenal dengan Gereja Tua Sikka. Terdapat beberapa model yang digunakan dalam penelitian yakni model statis menggunakan Predicted Mean Vote, model adaptasi dan model simulasi menggunakan Computational Fluid Dynamics untuk memprediksi kecepatan dan pergerakan udara yang terjadi di dalam gereja. Hasil penelitian setelah dijalankannya ketiga model, menunjukkan bahwa rendahnya kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan dapat menyebabkan tingginya nilai suhu dan menyebabkan kondisi menjadi hangat nyaman menuju hangat. Sehingga zona duduk yang berdekatan dengan jendela ataupun pintu mampu memberikan kesan nyaman dibandingkan zona duduk lainnya karena mampu mempertahankan temperatur pada kondisi yang sama dengan lingkungan.

**Kata Kunci:** Kenyamanan Termal, PMV, SPSS dan Computational Fluid Dynamics

**ABSTRACT**

*This study reviews the relationship formed by several factors on the thermal performance of buildings in a dry tropical climate in Sikka Regency, East Nusa Tenggara. The research was conducted at the Church of St. Ignatius Loyola Sikka or better known as the Old Church of Sikka. There are several models used in this research, namely a static model using Predicted Mean Vote, an adaptation model using SPSS, and a simulation model using Computational Fluid Dynamics to predict the speed and air movement that occurs in the church. The results of the study after the implementation of the three models showed that the low wind speed that entered the building could cause high-temperature values and cause conditions to become warm and comfortable to warm. So that the sitting zone adjacent to the window or door is able to give a comfortable impression compared to other sitting zones because it is able to maintain the temperature at the same conditions as the environment.*

**Keywords:** Thermal Comfort, PMV, SPSS and Computational Fluid Dynamics

**PENDAHULUAN**

Kenyamanan merupakan bagian terpenting dalam sebuah perancangan bangunan.

Kenyamanan tidak hanya secara visual namun juga kenyamanan termal. menurut (Koenigsberger, 1975) kenyamanan termal merupakan penunjang perasaan akan kepuasan diri dari keadaan suatu lingkungan termal yang ditempati. Terdapat 6 (enam) faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal yakni suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, suhu radiasi (keempat faktor ini masuk dalam faktor iklim) dan jenis pakaian serta jenis aktivitas yang masuk ke dalam faktor fisik fisiologis.

Dalam hubungannya dengan faktor iklim, maka dapat diketahui bahwa suatu lokasi yang memiliki iklim dan jenis bangunan yang berbeda maka akan berbeda pula kenyamanan termal yang dirasakan penghuni di dalam ataupun di luar bangunannya (Hildegardis et al., 2019). Salah satu wilayah di Indonesia yang beriklim sabana tropis adalah Kabupaten Sikka di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kabupaten Sikka terletak di sebelah timur pulau Flores dengan temperatur rata-rata maksimum antara 24,5°C–31,7°C dengan rata-rata 27,6°C (Hildegardis et al., 2020). Suhu maksimum terendah terjadi pada bulan Desember–Januari dan tertinggi pada bulan Agustus–September (Neno, 2018).

Bangunan gereja merupakan bangunan yang terpilih sebagai bangunan yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian karena bagi masyarakat di Kabupaten Sikka pada khususnya dan Nusa Tenggara Timur pada umumnya, gereja mempunyai peranan penting dari sekedar melakukan ibadah. Gereja dianggap sebagai pusat komunitas, kebanggaan masyarakat dan juga sebagai landmark (Thomas, 1994). Demikian halnya dengan Gereja Katolik St. Ignatius Loyola, Sikka, Nusa Tenggara Timur. Gereja St. Ignatius Loyola lebih dikenal dengan sebutan Gereja Tua Sikka.

Sebagai bangunan peribadatan, gereja tua Sikka dituntut menghadirkan kenyamanan secara visual, audial dan termal. Adanya kegiatan atau aktivitas ibadah yang dilakukan di dalam gereja seperti duduk, berdiri, berlutut dan berjalan menuntut bangunan agar dapat memberikan kenyamanan dari ketiga aspek tersebut terutama secara termal terhadap penghuni didalamnya. Dimana secara termal tidak hanya dilihat dari suhu, kelembaban udara, kecepatan angin maupun radiasi matahari namun juga aktivitas maupun pakaian yang dikenakan.

Karakter kenyamanan termal untuk umat dalam mencapai kondisi nyaman pun menjadi salah satu tujuan dari penelitian ini karena kenyamanan termal menjadi suatu hal yang sangat berpengaruh terhadap tingkat fokus umat dalam melaksanakan ibadah (Ketaren, 2016). Menurut Tamura (2016) dan Carera et al. (2016) model pakaian, zona keberadaan, waktu dan aktivitas yang terjadi mampu memberikan sensasi kenyamanan termal terhadap penghuni yang berada di dalam bangunan. Sehingga diperlukannya

persepsi umat akan kenyamanan termal yang dirasakan ketika berada di dalam Gereja St. Ignatius Loyola Sikka.

Memperhatikan hal tersebut di atas, maka diambilah judul “Hubungan Yang Dibentuk Faktor Iklim, Desain Bangunan, Psikologis Dan Fisik Fisiologis Terhadap Kinerja Termal Bangunan Di Wilayah Beriklim Tropis Kering Di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur” untuk menemukan korelasi antara keempat faktor yang umumnya berpengaruh terhadap kinerja termal pada bangunan menggunakan beberapa model dalam penelitian.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Terkait dengan metode pengumpulan data, instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Jenis instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data, adalah:

- a. Kuisisioner
- b. Elitech RC\_4HC data logger  
Mengukur dan merekam data temperatur udara dan kelembaban udara. Pengukuran menggunakan Elitech RC\_4HC data logger dilakukan selama kegiatan ibadah berlangsung
- c. Benetech GM8902 Digital Air Flow  
Mengukur dan merekam data kecepatan angin dilakukan secara digital selama kegiatan ibadah berlangsung. Pengukuran menggunakan Benetech GM8902 Digital Air Flow dilakukan selama kegiatan ibadah berlangsung.
- d. Kamera
- e. Laptop/komputer untuk menjalankan program yang akan digunakan, antara lain Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007, SPSS dan CFD

### **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian terdiri dari tahapan penelitian sebagai berikut.:

- a. Rancangan Penelitian  
Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan dua metode yang berbeda. Metode pertama adalah metode deskriptif-eksploratif dengan mengamati gejala yang timbul di lapangan serta mengamati dan mengevaluasi data-data yang ada berdasarkan hasil pengukuran dan untuk selanjutnya diuraikan deskripsi permasalahannya yang

didasari pada kajian teoritis yang berlaku. Metode kedua yang digunakan adalah metode eksperimen. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Penelusuran literatur

Penelusuran literatur meliputi pengertian kenyamanan termal, faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal, standar kenyamanan termal pada daerah beriklim tropis di Indonesia, pengertian gereja katolik, tata ruang gereja katolik, tata cara dan urutan dalam perayaan di gereja.

2. Pendekatan lapangan

• Pengukuran dengan alat

Mengukur kenyamanan termal di dalam gereja dilakukan dengan mengukur suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Penentuan titik ukur dilakukan pada setiap titik yang telah ditentukan di dalam dan luar gereja.

• Pengukuran persepsi pemakai gedung menggunakan kuisisioner

Pengedaran kuisisioner dilakukan secara acak kepada para responden yakni umat. Untuk mengetahui titik atau zona tempat duduk yang dianggap paling nyaman dari setiap titik ukur yang telah ditentukan.

Data yang diperoleh dari hasil pendekatan lapangan maupun penelusuran literatur digunakan sebagai acuan dalam menganalisis kondisi kenyamanan termal pada gereja.

3. Perangkat lunak

- Pemanfaatan perangkat lunak yakni Computational Fluid Dynamic, dilakukan setelah adanya pengukuran data di lapangan dan hasil pengolahan data dari kuisisioner yang didapatkan. Dimana CFD dimanfaatkan untuk mengetahui pengaruh desain bangunan terhadap persepsi kenyamanan termal yang dirasakan penghuni/umat di dalam bangunan. Eksperimen yang dilakukan menggunakan CFD ini terdiri dari delapan tahap yang bertujuan mereproduksi fenomena dunia nyata (membangun pergerakan udara dan kinerja termal) dengan program komputer (Satwiko, 2008).
- Selain itu digunakan juga CBE Thermal Comfort Tool for ASHRAE 55-2017 untuk mengetahui batas wilayah kenyamanan termal yang dirasakan berdasarkan ASHRAE-55

Subyek pada penelitian ini adalah sejumlah umat yang beribadat di gereja tua Sikka

dengan beberapa batasan yang ditentukan antara lain :

- Berumur 15 tahun (pelajar SMU) atau lebih.  
Hal ini menjadi pertimbangan dalam penelitian, karena menurut (Sugini, 2004), usia dan tingkat pendidikan mampu mempengaruhi tingkat pemahaman dalam istilah-istilah yang akan digunakan dalam kuisisioner.
- Dapat berbahasa Indonesia, membaca dan menulis agar memudahkan pemahaman dalam pengisian kuisisioner
- Mengikuti ibadah di dalam gereja secara keseluruhan. Hal ini untuk memastikan bahwa peserta telah terlibat dengan kegiatan ibadah dan telah menyesuaikan diri dengan kondisi iklim dalam ruangan.
- Umat yang beribadah dapat berasal dari dalam maupun luar daerah
- Pakaian yang dikenakan adalah pakaian formal beribadah.

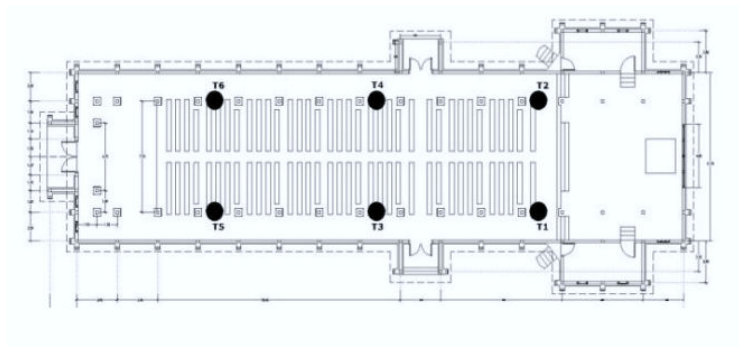
Pada prinsipnya terdapat 2 (dua) metode yang digunakan dalam menganalisis hasil yang ada, yakni metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kualitatif digunakan untuk menggambarkan dan membandingkan data berdasarkan klasifikasi iklim koppen hingga pada tindakan/perilaku yang dilakukan. Metode kuantitatif menekankan pada penggunaan alat maupun perangkat lunak dalam mengevaluasi dan menafsirkan hubungan antara persepsi, data lingkungan dan bangunan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

Analisis data yang dikumpulkan untuk memberikan informasi mengenai kondisi kenyamanan termal di dalam gereja St. Ignatius Loyola. Terdapat beberapa tujuan yang direncanakan akan dicapai dengan analisis. Tujuannya adalah, menemukan hubungan yang dibentuk oleh faktor iklim, faktor desain bangunan, faktor psikologis dan faktor fisiologis terhadap kinerja termal di Gereja St. Ignatius Loyola.

Analisis dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :

- Menemukan persepsi kenyamanan dari setiap variabel yang telah dianalisis. Hasil tersebut disesuaikan dengan metode analisis (PMV) dari setiap titik ukur yang telah ditentukan (lihat gambar 1)





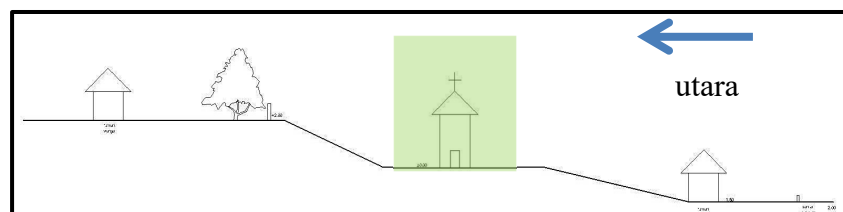
**Gambar 1.** Penentuan letak alat ukur di dalam bangunan Gereja Tua Sikka

- Kedua analisa yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari persepsi Hangat-nyaman yang dirasakan dan nilai PMV yang didapatkan dari CBE Thermal Comfort. Hal ini merupakan analisa untuk mengetahui hubungan antara ketiga faktor yakni iklim, fisik fisiologis dan juga psikologi.
- Analisa ketiga faktor bila dihubungkan dengan desain bangunan, dapat dilihat dari simulasi CFD yang mencoba menganalisis variabel dari desain bangunan yang berpengaruh terhadap kenyamanan yang didapatkan dari ketiga faktor tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

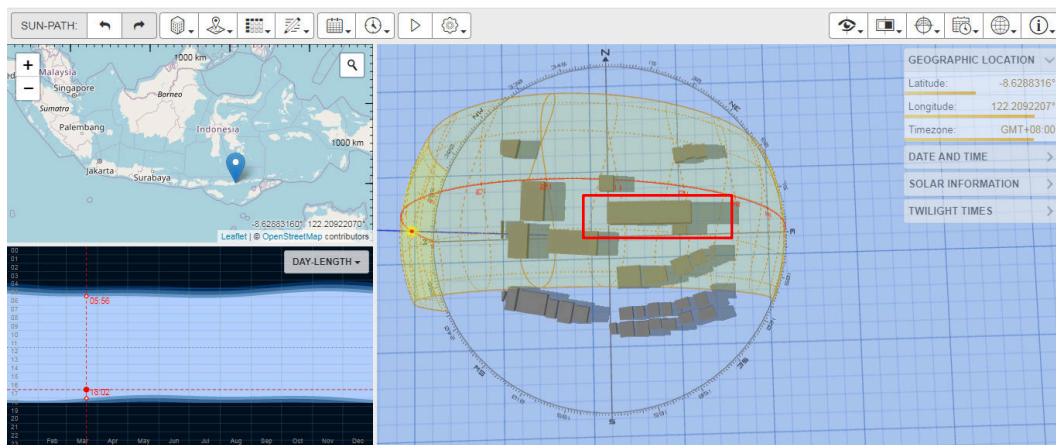
### Kondisi Site

Bangunan terletak di bagian selatan Kabupaten Sikka, dengan orientasi timur-barat dan bukaan menghadap ke selatan dan utara. Bangunan berada di lahan berkontur (tengah) diapit bangunan bangunan/hunian warga (semakin ke selatan kontur semakin rendah).



**Gambar 2.** Letak bangunan gereja di lahan berkontur

Bangunan Gereja St. Ignatius Loyola merupakan bangunan tertinggi bila dibandingkan dengan bangunan sekitarnya. Tinggi bangunan gereja ini tidak mempengaruhi pembayangan pada bangunan sekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari gambar 3 yang menampilkan pembayangan yang terjadi pada site, yang tidak memberikan pengaruh dari satu bangunan ke bangunan lainnya.

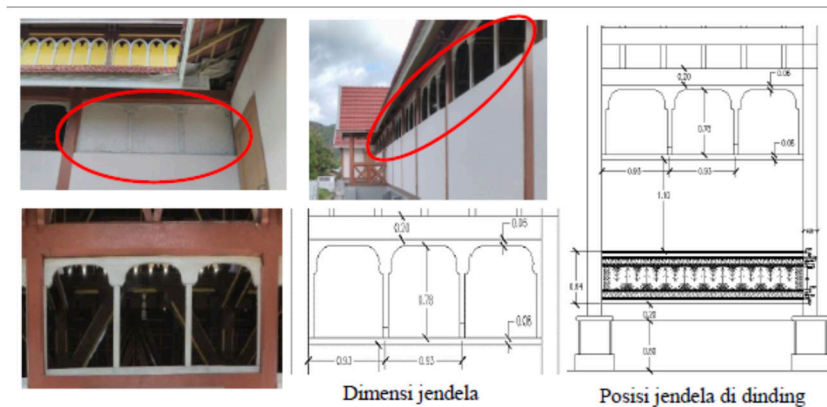


**Gambar 3.** Letak bangunan gereja di lahan berkontur

### **Gereja Tua Sikka**

Gereja memiliki panjang 47m dan lebar 12 m, memiliki sayap kiri dan kanan (Sakristi) dan menara. Tiang-tiang kolom utama berdiri di atas pondasi dengan tinggi 1m. Ketebalan dinding 20 cm. Struktur kolom yang terdapat pada gereja berbahan kayu jati, menyambung secara langsung dengan struktur atap sehingga menyerupai bentang lebar dengan jarak bentangan kolom sebesar 7,30m sejumlah 32 kolom dan tersusun secara simetris dan linier. Tinggi kolom mencapai 7,13 m. Terdapat bukaan berupa jendela yang terbagi menjadi 2 (dua) bagian yakni jendela pada sisi kiri dan kanan gereja (setinggi 2,5m dari lantai). Jendela pada dinding sisi kiri dan kanan

berada dalam kondisi terbuka. Tiap jarak 3,00 m atau jarak antar kolom dinding terdapat 3 jendela.



**Gambar 4.** Posisi jendela pada gereja

Terdapat beberapa vegetasi yang terdapat di sekitar bangunan Gereja St. Ignatius Loyola. Berdasarkan pengamatan, vegetasi bersifat sebagai pembatas dan penghias taman dalam gereja. Jarak vegetasi ke bangunan mencapai 1,5 m – 7m



**Gambar 5.** Vegetasi yang berada di sekitar Gereja Tua Sikka

### **Suhu, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin**

Berdasarkan data iklim yang diperoleh secara keseluruhan di Kabupaten Sikka, diketahui bahwa suhu rata-rata berkisar 24-38°C dengan kelembaban di atas 70%.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

WEATHER DATA SUMMARY		LOCATION: Maumere Seda AP, NU, IDN												
		Latitude/Longitude: 8 641' South, 122 237' East, Time Zone from Greenwich 8												
		Data Source: ISD-TMYx 973000 WMO Station Number, Elevation 3 m												
MONTHLY MEANS		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)		443	461	459	487	472	466	472	528	577	579	548	469	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)		232	261	275	383	426	497	486	534	554	520	438	296	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)		259	253	240	202	174	132	142	146	157	176	205	240	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)		1005	1047	1026	989	906	847	885	952	1034	1078	1061	1041	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)		725	780	863	826	848	834	836	842	868	882	892	828	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)		591	513	584	489	408	294	377	393	470	481	495	515	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)		5517	5673	5533	5755	5478	5366	5462	6200	6901	7077	6794	5862	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)		2890	3209	3305	4518	4946	5726	5620	6272	6623	6348	5429	3705	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)		3233	3115	2903	2391	2027	1528	1647	1719	1884	2152	2545	3001	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)		50536	52990	53050	56786	55058	55153	55803	63116	68936	68781	63971	53869	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)		15244	16672	16660	21979	23566	27078	28306	30762	32389	30618	25087	18204	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)		27	27	27	28	28	27	26	26	27	28	29	28	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)		24	24	24	23	23	22	20	19	20	22	24	24	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)		84	84	84	78	77	73	72	67	67	69	76	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)		20	20	0	200	240	200	200	230	230	240	240	200	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)		1	1	0	1	3	3	1	3	2	2	2	2	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)		27	28	28	28	28	27	26	26	26	26	27	27	degrees C

**Gambar 6.** Rata-rata suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin selama satu tahun di Kabupaten Sikka (Climate Consultan 6.0)

Pengukuran di lapangan berdasarkan suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin, yang dilakukan di luar Gereja St. Ignatius Loyola Sikka dari bulan Agustus- November (lihat Tabel 1, sedangkan pada bagian dalam gereja langsung tertuang dalam tabel pengukuran PMV.

**Tabel 1.** Pengukuran rata-rata di luar Gereja Tua Sikka

Parameter	Rata-rata		Minimum		Maksimum	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Suhu	29.45	34.74	26.9	31.6	31.3	37.3
Kelembaban udara	72.83	62.725	68.4	55.5	77.3	71.8
Kecepatan Angin	0.84	1.03	0.163	0.107	1.139	1.519

## Persepsi dan PMV

Perhitungan PMV menggunakan nilai Clo menggunakan baju lengan pendek dan celana panjang (nilai CLo 0,57). Dari hasil diketahui nilai PMV pada setiap zona yang telah ditentukan berada di batas ambang kenyamanan ASHRAE 55. Sedangkan hasil yang ditunjukkan pada persepsi dari umat yang berada di gereja menunjukkan bahwa, kenyamanan masih bisa dirasakan pada gereja (lihat gambar 7)

Pengukuran PMV yang dilakukan, ditentukan pada aktivitas duduk, karena disesuaikan dengan ketinggian dari alat ukur yang diletakkan di dalam gereja. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil pengukuran PMV

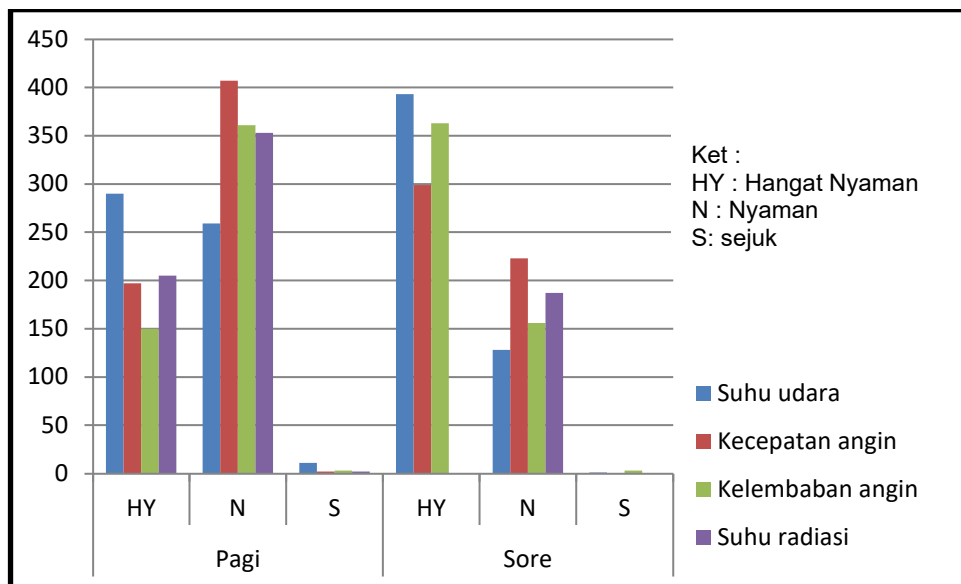
Waktu	Titik Ukur	Suhu	MRT	Kelembaban udara	Kec. angin	Clo	Met	PMV	PPD	Keterangan
Pagi	T1	26.675	26.725	73.11	0.1	0.57	1	0.57	12%	Agak Hangat

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Waktu	Titik Ukur	Suhu	MRT	Kelembaban udara	Kec. angin	Clo	Met	PMV	PPD	Keterangan
Waktu	T2	26.725	26.8	72.75	0.1	0.57	1	0.59	12%	Agak Hangat
	T3	26.725	26.575	73.125	0.1	0.57	1	0.56	12%	Agak Hangat
	T4	26.825	26.7	73.525	0.1	0.57	1	0.6	13%	Agak Hangat
	T5	26.8	27	73.5	0.1	0.57	1	0.65	14%	Agak Hangat
	T6	26.875	27.05	72.6	0.1	0.57	1	0.66	14%	Agak Hangat
	Sore	T1	28.9	29	72.1	0.1	0.57	1	1.4	46%
T2		29.025	29.05	71.3	0.1	0.57	1	1.43	46%	Agak Hangat
T3		28.55	28.65	72.5	0.1	0.57	1	1.27	39%	Agak Hangat
T4		28.75	28.75	72.15	0.1	0.57	1	1.33	42%	Agak Hangat
T5		28.55	28.65	72.7	0.1	0.57	1	1.28	39%	Agak Hangat
T6		28.725	28.7	72.325	0.1	0.57	1	1.32	41%	Agak Hangat

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa hasil yang diperoleh pada kuisioner dan PMV mendapatkan hasil yang berbanding terbalik. Hal ini serupa dengan pernyataan Karyono (1996), yang mengungkapkan bahwa semakin tinggi nilai Ta dan To maka semakin melebar perbedaan antara pendapat responden dan PMV. Dimana berdasarkan perbedaan waktu, umat yang beribadah pada sore hari lebih merasa hangat nyaman hingga hangat bila dibandingkan dengan yang beribadah pada pagi hari. Menurut Kaharu et al. (2017), perbedaan perhitungan antara PMV dan respon dari responden terhadap kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh waktu dan ruangan tempat pengukuran.

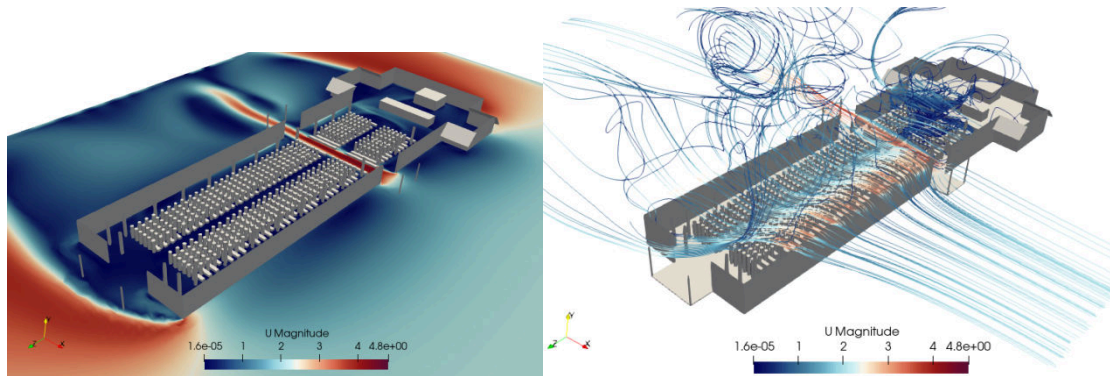


**Gambar 7.** Grafik persepsi kenyamananyang dirasakan dalam gereja

## Pengaruh Bukaian Terhadap Aliran Udara



Untuk melihat pengaruh desain bangunan gereja St. Ignatius Loyola dalam memberikan kenyamanan terhadap penghuni/responden menggunakan simulasi Computational Fluid Dynamics. Dalam simulasi ini, digunakan model yang cukup mencakup beberapa kondisi yaitu pintu terbuka dan jendela yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Data yang diambil berupa (1) plot kontur kecepatan, (2) pola distribusi streamline di dalam bangunan dan (3) pola distribusi streamline di luar bangunan.



**Gambar 8.** Plot kontur kecepatan dan Pola Distribusi Streamline menggunakan CFD

Pada simulasi ini, digunakan input kecepatan dan temperatur seragam dari luar sebesar 1,545 m/s dan 29°C diambil dari rata-rata kecepatan angin di lapangan. Namun perubahan nilai ini tidak akan mempengaruhi pola aliran yang terjadi selama masih dalam rezim aliran yang sama.

Dari gambar 8, diketahui bahwa Angin dari arah selatan memiliki distribusi yang lebih merata dibandingkan arah lainnya. Hal ini dikarenakan adanya jendela pada bangunan gereja yang langsung menghadap dengan arah datangnya angin. Arah angin daritimur memiliki distribusi yang tidak merata karena angin langsung menabrak tembok bagian belakang gereja sehingga terjadi separasi dan sulitnya angin untuk dapat masuk ke ruangan baik dari pundi maupun jendela. Sedangkan angin dari arah barat, efeknya dapat dilihat dari pintu yang terbuka dimana hanya signifikan pada daerah lurus sepanjang pintu masuk.

### **Hubungan Setiap Faktor Terhadap Kinerja Termal**

Dari PMV diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi nilai kenyamanan termal didasari oleh faktor iklim, jenis pakaian serta aktivitas manusia didalamnya. Pada faktor iklim (dilihat juga dari simulasi CFD), diketahui bahwa rendahnya kecepatan angin yang masuk ke dalam gereja/bangunan dapat menyebabkan tingginya nilai suhu dan menyebabkan kondisi menjadi hangat nyaman sampai hangat. Sehingga angin merupakan salah satu faktor iklim yang berpengaruh terhadap besar atau kecilnya nilai PMV.

Sedangkan berdasarkan letak bukaan, bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dari (Carera et al., 2016, Djumiko, 2011), dikatakan bahwa posisi bukaan/ventilasi bawah memberikan pengaruh terhadap sensasi atau rasa nyaman pemakai gedung di dalam gereja, hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian pada Gereja St. Ignatius Loyola. Dimana pemakai gedung gereja merasa nyaman apabila berada dekat/sejajar dengan bukaan namun tidak berada persis di bawah dari bukaan karena dapat merasakan aliran angin yang masuk ke dalam gereja. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dan letak bukaan yang sejajar (tidak melebihi tinggi manusia) mampu memberikan sensasi terhadap kenyamanan pemakai gereja di dalam bangunan.

Berdasarkan analisa dari beberapa metode yang telah diterapkan diketahui bahwa, hasil yang didapatkan dari PMV, persepsi maupun CFD menemukan beberapa perbedaan maupun persamaan. Dari ketiga metode di atas diketahui bahwa

- Metode PMV yang digunakan merujuk kepada sensasi yang dirasakan responden/pemakai gedung di dalam gereja apabila menggunakan pakaian ataupun melakukan aktivitas tertentu. Dimana sensasi yang dirasakan di gereja umumnya adalah sensasi agak hangat ke hangat.
- Hasil yang diberikan dari metode PMV berbeda dengan persepsi yang dihasilkan oleh responden yang berada di dalam gereja.
- Persamaan yang dapat dilihat dari kedua metode ini adalah tinggi dan rendahnya respon/sensasi responden berdasarkan titik/zona ukur. Dimana pada titik T3, nilai PMV lebih rendah dibanding titik/zona ukur lainnya. Sama halnya juga dengan persepsi dimana umumnya pada titik ini responden umumnya merasa lebih nyaman ketika beraktivitas di dalam gereja.
- Persamaan pada kedua metode di atas, dihubungkan dengan metode CFD. Dari metode ini diketahui bahwa, pada titik/zona ukur T3 terdapat bukaan yang tetap dalam kondisi terbuka sehingga aliran udara yang masuk mampu memberikan sensasi yang lebih baik dibandingkan zona duduk lainnya.
- Sehingga dari ketiga metode di atas, diketahui bahwa perbedaan perlakuan pada bangunan (buka/tutup bukaan) dapat mempengaruhi sensasi termal pada setiap titik/zona ukur.

### KESIMPULAN

Studi ini juga memberikan pemahaman akan perbedaan seseorang dalam beradaptasi ketika berada dalam sebuah situasi dan kondisi, seperti di dalam gereja bila

dibandingkan dengan bangunan umum lainnya. Berdasarkan analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan apabila didasarkan pada metode yang digunakan maka diketahui bahwa sensasi PMV berbeda dengan sensasi yang dihasilkan berdasarkan persepsi. Namun memiliki persamaan pada respon berdasarkan titik ukur. Dimana rendahnya nilai PMV pada titik ukur tertentu, berpengaruh terhadap tingginya respon kenyamanan yang dirasakan penghuni pada titik tersebut. Penggunaan simulasi CFD untuk menghubungkan kedua metode tersebut di atas menemukan bahwa, perbedaan perlakuan pada bangunan (buka/tutupnya bukaan) mempengaruhi sensasi termal pada setiap titik ukur pada sebuah bangunan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Carera, A., Prianto, E. & Supriyadi, B. 2016. Zona Nyaman Beraktifitas Ibadah Di Kawasan Kota Lama Semarang. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unsiq*, 3.
- Djumiko, D. 2011. Kondisi Ventilasi Alami Bangunan Gereja Blenduk Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur* 9.
- Hildegardis, C., Saraswati, A. A. A. O. & Dewi, N. K. A. 2019. Review Of Thermal Comfort In Warm Humid Climate For Traditional Architecture In Indonesia. *Kne Social Sciences*, 151–167-151–167.
- Hildegardis, C., Saraswati, A. A. A. O., Gede, I. D., Putra, A. D. & Dewi, N. K. A. 2020. Comparison Of Thermal Comfort Based On Köppen Climate Classification In Churches In Indonesia.
- Kaharu, A., Kindangen, J. I. & Waani, J. O. 2017. *Analisis Kenyamanan Termal Pada Rumah Diatas Pantai Tropis Lembab “Studi Kasus Rumah Atas Pantai Desa Kima Bajo, Kabupaten Minahasa Utara”*. Sam Ratulangi University.
- Karyono, T. H. 1996. Thermal Comfort In The Tropical South East Asia Region. *Architectural Science Review*, 39, 135-139.
- Ketaren, J. M. K., Tri Harso 2016. Evaluasi Kenyamanan Termal Bangunan Gerejakristen Jawa (Gkj) Joglo, Jakarta Barat. *Vitruvian* 5.
- Koenigsberger, O. H. 1975. *Manual Of Tropical Housing & Building*, Orient Blackswan.
- Neno, J. A. 2018. Ntt Dibagi Dalam Tiga Tipe Iklim. *Nttonlinenow*.
- Satwiko, P. 2008. *Fisika Bangunan*, Yogyakarta, Andi.
- Tamura, T. 2016. Climate And Clothing. *Journal Of The Human-Environment System*, 19, 001-011.
- Thomas, J. A. 1994. *Theory, Meaning And Experience In Church Architecture : An Investigation Into The Influences Of Buildings Upon Worship And Spirituality And Their Implications For The Design And Ordering Of Churches*. Ph.D, University Of Sheffield.



**PENGARUH JENIS MODEL PEMBELAJARAN DAN MEDIA PEMBELAJARAN INOVATIF TERHADAP HASIL BELAJAR KIMIA DIMASA PANDEMI COVID 19**

**Dessy Novianty Pakpahan**

Jurusan Pendidikan Kimia, Program Studi Pascasarjana, Universitas  
Negeri Medan, Medan, North Sumatera, INDONESIA, 20221

Email penulis : [dessypakpahan55@gmail.com](mailto:dessypakpahan55@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis model dan media pembelajaran serta interaksi antara jenis model dan media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa. Penelitian ini menggunakan rancangan factorial 2 x 2. Ada dua faktor yang diujicobakan yaitu: faktor A: Jenis model pembelajaran terdiri dari 2 taraf yaitu A1 = model pembelajaran SAVI (Somatic, Auditory, Visual, Intelectual) dan A2 = model pembelajaran PBL, faktor B: Media pembelajaran terdiri dari 2 taraf yaitu B1= media Video dan B2 = media Power Point. Berdasarkan uji hipotesis pada taraf signifikan  $\alpha = 0,05$  diperoleh  $F_{hit} (A)$  dan  $F_{hit} (B) > F_{tabel}$  artinya ada pengaruh jenis model dan media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa di SMK dan  $F_{hit} (AB) > F_{tabel}$  atau  $10,88 > 4,0$ , artinya ada interaksi antara jenis model dan media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa di SMK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran SAVI menggunakan media Video memberikan rata-rata ( $8,2 \pm 0,9$ ) dan menggunakan media Power Point memberikan rata-rata ( $7,1 \pm 0,54$ ). Siswa yang diajarkan dengan model PBL menggunakan media Video memberikan rata-rata ( $8,1 \pm 0,68$ ) dan menggunakan media Power Point memberikan rata-rata ( $7,8 \pm 0,97$ ).

**Kata kunci:** Model pembelajaran, Media Pembelajaran, Hasil Belajar.

**PENDAHULUAN**

Perkembangan abad 21 ditandai oleh semakin berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi yang pesat dalam memberikan banyak perubahan terhadap kemajuan dunia pendidikan pada penekanan kecakapan hidup (*life skills*), keterampilan belajar dan berpikir (*learning & thinking skills*), literasi dalam teknologi informasi dan komunikasi (*ICT Literacy*). Salah satu cara pendidik dalam membantu peserta didik dengan menggunakan strategi belajar yang efektif, mengelola proses pembelajaran seperti penguasaan kelas, manajemen waktu, dan terampil dalam menggunakan metode pembelajaran dan memilih model pembelajaran yang sesuai. (Amanda, 2018)

Berdasarkan hasil observasi yang saya lakukan pada SMK Negeri 1 Tanjung Morawa, melalui wawancara dengan salah seorang guru kimia terdapat masalah yang dihadapi guru yaitu kurangnya persiapan belajar siswa dari rumah untuk mengikuti pembelajaran di sekolah, kurangnya keaktifan siswa dalam belajar, serta penerapan model pembelajaran yang kurang variatif.

Penelitian giting (2012), mengenai penerapan metode pembelajaran somatis auditori visual dan intelektual (SAVI) berbantuan media komputer untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia fisika II dapat meningkatkan keaktifan mahasiswa dari 70%

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

hingga 90% dalam pembelajaran menggunakan model SAVI berbantuan media berbasis komputer.

Penerapan metode pembelajaran berbasis PBL dengan media konkret dapat menjadi upaya dalam meningkatkan hasil belajar kimia. Metode pembelajaran problem based learning (PBL) memunculkan masalah sebagai langkah awal mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru. (Fauzia, 2018). Pada penelitian sebelumnya hasil penelitian menyatakan penerapan PBL berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains siswa pada ketiga ranah hasil belajar. Tingginya kemampuan literasi sains disebabkan karena model yang diterapkan menstimulus siswa aktif dan kritis dalam mendapatkan solusi dari permasalahan (Widiana *et al.*, 2020)

Penggunaan media dalam proses pembelajaran sangat membantu aktivitas proses pembelajaran baik di dalam maupun di luar kelas, terutama dalam peningkatan prestasi belajar peserta didik. Namun dalam implementasinya tidak banyak guru memanfaatkannya, metode ceramah masih cukup populer di kalangan guru dalam proses pembelajarannya. (Samosir *et al.*, 2019)

Media pembelajaran macromedia flash dan powerpoint adalah media pembelajaran yang dalam pengaplikasiannya menggunakan perangkat komputer, sedangkan untuk menjalankan visualisasi medianya menggunakan program macromedia flash dan powerpoint. Pembelajaran berbasis multimedia tentu dapat menyajikan materi pelajaran yang lebih menarik, tidak monoton, dan mempermudah dalam penyampaiannya. Macromedia flash merupakan media dengan animasi-animasi warna gambar, serta animasi bergerak seperti layaknya video. Powerpoint merupakan bentuk media presentasi dimana slidanya dapat dilihat atau dibuka mulai dari bagian manapun sesuai dengan perintah pengguna. Setiap slide memiliki hubungan ke teks, grafik, gambar dan sebagainya yang memang dihubungkan oleh hubungan yang satu dengan yang lain. Kedua media ini ditampilkan dengan jenis presentasi, yang memungkinkan pemakai untuk bebas bergerak guna melihat isi materi dengan cara berinteraksi, dan pemakai juga dapat bergerak bebas ke materi manapun, dan tentu saja penggunaannya yang sangat fleksibel (Vegatama, 2018)

Salah satu konsep dalam kimia yang keabstrakan dan keterkaitan konsepnya cukup tinggi adalah larutan asam dan basa, walaupun bersifat abstrak tetapi konsep ini sangat erat kaitannya dalam kehidupan sehari-hari siswa, contoh dalam kehidupan sehari-hari diantaranya larutan asam, larutan basa, larutan garam, indikator alam, dan lain-lain. Kesulitan siswa dalam materi larutan asam dan basa, hal ini terlihat dari hasil belajar dalam aspek kognitif belum mencapai angka yang optimal (65% masih di bawah KKM. (Hasanah, 2019)

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Rumusan masalah dalam penelitian tindakan ini adalah (1) Apakah ada interaksi antara jenis model pembelajaran SAVI (Somatic, Auditory, Visual, Intellectual) dan media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa? (2) Apakah ada interaksi antara jenis model pembelajaran PBL dan media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa (3) Apakah ada pengaruh jenis model pembelajaran PBL terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa? (4) Apakah ada pengaruh media pembelajaran terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa?

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa tahun pelajaran 2020/2021 yang terdiri dari 6 kelas dengan jumlah populasi sebanyak 250 siswa.

Banyaknya sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 4 kelas. Pengambilan sampel kelas dilakukan dengan dua tahap, tehnik pertama adalah teknik sampling random sederhana, yaitu dengan cara melakukan undian. Langkah pertama, peneliti mengambil sampel dengan cara acak, yaitu peneliti membuat gulungan kertas sebanyak 6 buah yang berisikan nama-nama seluruh kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa pada masing-masing gulungan kertas tersebut (bentuk, ukuran, warna dan jenis gulungan kertas sama). Setelah itu, diambil 4 buah gulungan kertas secara acak. Sehingga diperoleh 4 kelas sebagai sampel. Selanjutnya, tehnik pengambilan sampel siswa dilakukan secara purposif, yakni berdasarkan kehomogenan sampel yang ditinjau dari kesamaan hasil pretes. Jumlah sampel yang diambil berjumlah sekitar 10 orang untuk setiap kelas eksperimen. Sampel pertama dijadikan sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran SAVI (Somatic, Auditory, Visual, Intellectual) dengan media belajar video, sampel kedua dijadikan sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan mode pembelajaran PBL dengan media belajar power point, sampel ketiga dijadikan sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran SAVI (Somatic, Auditory, Visual, Intellectual) dengan media belajar Power point, dan sampel keempat dijadikan sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran PBL dengan media belajar video.

#### **Rancangan Penelitian**

Dalam penelitian ini digunakan rancangan factorial 2x2. Ada dua faktor yang diteliti yaitu faktor model pembelajaran (A) dan faktor media pembelajaran (B). Faktor A terdiri

dari dua taraf yaitu model pembelajaran koperatif SAVI dan model pembelajaran PBL, faktor B juga ada dua taraf yaitu media Video dan Power Point. Secara jelas rancangan penelitian ini disajikan pada tabel 1.

**Tabel 1. Rancangan Penelitian Pengaruh Model Pembelajaran dan Media Pembelajaran**

Model Pembelajaran (A)	Media Pembelajaran (B)	
	Video (B <sub>1</sub> )	Power Point (B <sub>2</sub> )
PBL(A <sub>1</sub> )	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>
SAVI (A <sub>2</sub> )	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>

### **Teknik Pengumpulan Data**

Pada tahap persiapan, dilakukan berbagai penyusunan seperti penyusunan instrumen, uji coba instrumen, penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) serta penyusunan media pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan faktorial 2 x 2. Langkah – langkah yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini dimodifikasi dari Silitonga (2011) sebagai berikut :

1. Sampel kelas yang digunakan adalah kelas X SMK Negeri 1 Tanjung Morawa yang terdiri dari 6 kelas. Keenam kelas X tersebut masing-masing ditulis pada secarik kertas, lalu digulung, dimasukkan kedalam wadah dan dikocok. Secara sembarang diambil satu gulungan kertas lalu dibuka, misalnya yang terambil pertama adalah kelas X dengan jurusan TBSM maka kelas ini diberi kombinasi perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>. Dengan cara yang sama dilakukan untuk kelas berikutnya, sehingga keempat kelas sebagai sampel penelitian tersebut mendapat kombinasi perlakuan yang berbeda-beda.
2. Sebelum pembelajaran dimulai, memberikan Pre-test yang bertujuan untuk mengukur hasil belajar (T<sub>1</sub>) sebelum perlakuan, sekaligus untuk menentukan sampel siswa yang akan ditinjau dari kehomogenan kemampuan awal siswa (hasil pre-test).
3. Menetapkan sampel siswa yaitu siswa relatif homogen statusnya. Jumlah siswa yang menjadi sampel diusahakan sama di setiap kelas. Dan diupayakan agar siswa tidak mengetahui bahwa mereka dijadikan sampel penelitian, sedang temannya yang lain di kelas tersebut tidak ikut menjadi sampel. Apabila siswa mengetahui bahwa mereka sedang diteliti, maka kemungkinan akan terjadi bias pada data yang diperoleh. Pengambilan sampel diperoleh dari data pre-test yang relatif homogen. Jumlah sampel untuk setiap kelas yang diteliti berjumlah 15 orang dan merupakan siswa yang sudah homogen statusnya.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

4. Memberikan kombinasi perlakuan sesuai rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) disetiap kelas eksperimen selama beberapa waktu tertentu sesuai dengan yang telah ditetapkan.
5. Selama proses penelitian akan dipertahankan agar kondisi semua kelompok tetap sama misalnya guru yang mengajar, buku yang digunakan, lama waktu mengajar, dan lain-lain kecuali satu hal yaitu perbedaan perlakuan disetiap kelompok sesuai dengan yang telah ditetapkan.
6. Setelah proses pembelajaran/pemberian perlakuan disetiap kelas eksperimen selesai, lakukan post-test untuk mengetahui perubahan nilai hasil belajar siswa.

### Teknik Analisa Data

Uji normalitas dilakukan dengan Uji Chi Kuadrat, Uji homogenitas dilakukan dengan dengan menguji kesamaan varians sampel sesuai prosedur Silitonga (2014).

Pengujian hipotesis dilakukan secara berjenjang dengan prosedur sebagaimana disajikan Silitonga (2014) sebagai berikut.

- Hipotesis tentang pengaruh interaksi (hipotesis 1) dihitung dengan rumus:  $F_{hit} (AB) = KT (AB) /KTG$ , dengan kriteria : Jika  $F_{hit} (AB) > F_{\alpha} (v_1, v_2)$  maka  $H_0$  ditolak berarti *Ada pengaruh interaksi, terhadap respons yang diamati*. dimana  $v_1 = (a - 1) (b - 1)$  dan  $v_2 = ab (r - 1)$ .
- Jika  $H_{0.1}$  ditolak, berarti ada pengaruh interaksi antara faktor A dan faktor B terhadap respons yang diamati, maka kita harus melakukan pengujian lanjutan terhadap pengaruh-pengaruh sederhana dari masing-masing faktor.
- Hipotesis pengaruh utama faktor A (hipotesis 2) dihitung dengan rumus:  $F_{hit} (A) = KT (A) /KTG$ , dengan kriteria : Jika  $F_{hit} (A) > F_{\alpha} (v_1, v_2)$  maka  $H_0$  ditolak yang berarti *Ada perbedaan respons diantara taraf –taraf faktor A*, dimana  $v_1 = (a-1) (b-1)$  dan  $v_2 = ab (r - 1)$ .
- Hipotesis tentang pengaruh utama faktor B (hipotesis 3) dihitung dengan rumus:  $F_{hit} (B) = KT (B) /KTG$ , dengan kriteria penarikan keputusan yaitu: Jika  $F_{hit} (B) > F_{\alpha} (v_1, v_2)$  maka  $H_0$  ditolak, yang berarti *Ada perbedaan respons diantara taraf –taraf faktor B*. dimana  $v_1 = (b-1) (a-1)$  dan  $v_2 = ab (r - 1)$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Coba Instrumen Penelitian

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian berupa instrumen tes berbentuk tes objektif (pilihan ganda). Sebelum digunakan, instrumen yang telah disusun peneliti diujicobakan di SMK Negeri 1 Tanjung Morawa kelas XI pada bulan mei 2021. Jumlah

siswa yang dilibatkan pada ujicoba instrumen adalah 30 orang ( $N=30$ ), sedangkan jumlah butir soal (item) yang diujikan sebanyak 40 butir. Dari hasil analisis butir tes yang telah dilakukan, diperoleh data bahwa sebanyak 20 butir soal tersebut dinyatakan valid dan 20 butir soal tidak valid. Rincian perhitungan validitas setiap butir tes.

Realibilitas tes objektif (pilihan ganda) ditentukan dengan menggunakan Rumus KR-21 pada  $\alpha = 0,05$  ( $N=30$ ) dan  $K=20$  (jumlah soal yang valid). Dari hasil perhitungan realibilitas tes bentuk pilihan ganda tersebut, diperoleh  $r_{hit} = 0,990$  sedangkan  $r_{tabel} = 0,361$ . Karena  $r_{hit} > r_{tabel}$  maka disimpulkan bahwa instrumen pilihan ganda yang diujikan terbukti reliabel.

Untuk mengetahui sejauh mana tingkat kesukaran dan indeks daya beda setiap butir tes yang akan digunakan dalam penelitian, maka dilakukan analisis tingkat kesukaran dan indeks daya beda untuk setiap butir tes yang telah dinyatakan valid. Ditinjau dari tingkat kesukaran, diperoleh data bahwa dari 20 butir tes pilihan ganda yang valid tersebut terdapat 4 butir kategori sedang dan 16 soal kategori mudah. Selanjutnya, ditinjau dari indeks daya beda, diperoleh hasil bahwa dari 20 butir tes pilihan ganda yang valid, semua butir tes memenuhi syarat (MS) karena harga D berkisar antara  $+0,20$  s/d  $+1,0$ . Instrumen tes yang telah selesai dianalisis tersebut kemudian difinalisasi dan siap untuk digunakan pada penelitian.

### Hasil Uji Persyaratan Analisis

Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data hasil belajar kimia siswa yang diberi kombinasi perlakuan jenis model pembelajaran dan media pembelajaran. Data hasil belajar kimia siswa merupakan nilai post-tes. Uji persyaratan analisis yang dilakukan adalah uji normalitas data pengaruh hasil belajar kimia siswa, maka disimpulkan bahwa dari empat (4) kelas yang dijadikan sebagai sampel, semua kelas memiliki data terdistribusi tidak normal. Rangkuman hasil uji normalitas data pengaruh hasil belajar kimia siswa untuk setiap kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rangkuman Hasil Uji Normalitas Data Hasil Belajar Kimia Siswa Yang Diberi Kombinasi Perlakuan jenis Model Pembelajaran dan Media Pembelajaran**

JENIS PEMBELAJARAN (A)	MEDIA PEMBELAJARAN					
	Video (B <sub>1</sub> )			Power Point (B <sub>2</sub> )		
	X <sup>2</sup> <sub>hit</sub>	X <sup>2</sup> <sub>tabel</sub>	Kesimpulan	X <sup>2</sup> <sub>hit</sub>	X <sup>2</sup> <sub>tabel</sub>	Kesimpulan
PBL(A <sub>1</sub> )	3,8	11,07	Data Berdistribusi Normal	8,3	11,07	Data Berdistribusi Normal
SAVI (A <sub>2</sub> )	23,5	11,07	Data Berdistribusi Normal	8,00	11,07	Data Berdistribusi Normal

Pengujian homogenitas varians data keempat kelompok sampel penelitian ini dilakukan dengan uji F dengan rumus:  $F_{hit} = \frac{\text{Varian Terbesar}}{\text{Varian Terkecil}}$  dengan kriteria : Jika  $F_{hit} < F_{tabel} (\alpha)$  (db =  $(n_1 - 1) (n_2 - 1)$ ) maka  $H_0$  diterima ( data **homogen**).

Berdasarkan perhitungan uji homogenitas data pengaruh hasil belajar kimia siswa, disimpulkan bahwa semua data yang akan dianalisis adalah homogen. Rangkuman hasil uji homogenitas data pengaruh hasil belajar kimia siswa untuk setiap kombinasi perlakuan.

**Tabel 3 Rangkuman Hasil Uji Homogenitas Data Hasil Belajar Kimia Siswa Yang Diberi Kombinasi Perlakuan Jenis Model Pembelajaran dan Media Pembelajaran**

Jenis Model Pembelajaran (A)	Media Pembelajaran (B)		F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>	Kesimpulan
	Video(B <sub>1</sub> )	Power Point (B <sub>2</sub> )			
	S <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>			
PBL(A <sub>1</sub> )	0,46	0,94		2,48	Data Homogen
SAVI (A <sub>2</sub> )	0,29	0,98		2,48	Data Homogen

**Pengaruh Hasil Belajar Siswa dan Hasil Uji Hipotesis**

Data hasil belajar siswa pada penelitian ini diperoleh dari nilai post-tes. Dari pengolahan data diperoleh bahwa untuk siswa yang diajar dengan jenis model pembelajaran PBL menggunakan media Video diperoleh hasil belajar kimia siswa sebesar  $8,1 \pm 0,68$ . Di sisi lain, siswa yang diajar dengan jenis model pembelajaran kooperatif PBL menggunakan media Power Point memberikan hasil belajar kimia siswa sebesar  $7,8 \pm 0,97$ . Selanjutnya, untuk siswa yang diajar dengan jenis model pembelajaran SAVI menggunakan media Power Point diperoleh hasil belajar kimia siswa sebesar  $7,1 \pm 0,54$  , sedangkan siswa yang diajar dengan jenis model pembelajaran SAVI menggunakan media Power Point, memperoleh hasil belajar kimia sebesar  $8,2 \pm 0,99$ .

**Tabel 4. Rataan Hasil Belajar Kimia Siswa yang Diberi Kombinasi Perlakuan Jenis Model Pembelajaran dan Media Pembelajaran**

Jenis Model Pembelajaran(A)	Media Pembelajaran (B)	
	Video (B <sub>1</sub> )	Power Point (B <sub>2</sub> )
PBL(A <sub>1</sub> )	$8,1 \pm 0,68^a$	$7,8 \pm 0,97^b$
SAVI (A <sub>2</sub> )	$7,1 \pm 0,54^c$	$8,2 \pm 0,99^b$

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( P < 0,05)

Pengujian hipotesis dilakukan dengan Analisis of Varians (Analisis Ragam) pada  $\alpha = 0,05$  dengan kriteria : jika  $F_{hit} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak. Berdasarkan perhitungan uji hipotesis data pengaruh hasil belajar kimia siswa disajikan pada Lampiran , disimpulkan bahwa ada pengaruh jenis model pembelajaran (Faktor A) dan media pembelajaran

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

(Faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa. Selanjutnya, diperoleh bahwa interaksi antara jenis model pembelajaran kooperatif (Faktor A) dan media pembelajaran (Faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa.

**Tabel 5. Rangkuman Hasil Analisis Ragam Pengaruh Hasil Belajar Kimia Siswa Yang Diberi Kombinasi Perlakuan Jenis Model Pembelajaran dan Media Pembelajaran**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F(0,05, db (14,14))
Perlakuan	3	10,8	-	-	
Faktor A (Jenis Model Pembelajaran)	1	1	1	1,47	4,00
Faktor B (Media Pembelajaran)	1	2,4	2,4	3,52	4,00
Interaksi AB	1	7,4	7,4	10,88	4,00
Galat	56	38,2			
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>49</b>			

Karena dalam pengujian hipotesis diperoleh adanya interaksi antara jenis model pembelajaran (Faktor A) dan media pembelajaran (Faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa, maka dilakukan uji lanjutan terhadap pengaruh-pengaruh sederhana dari masing-masing faktor jenis model pembelajaran dan faktor media pembelajaran. Dari pengujian pengaruh sederhana faktor jenis model pembelajaran untuk taraf B<sub>1</sub> (media Video) serta pengujian sederhana faktor jenis model pembelajaran kooperatif untuk taraf B<sub>2</sub> (media belajar Power Point), diperoleh kesimpulan bahwa hasil belajar kimia siswa yang diajar menggunakan jenis model pembelajaran SAVI dengan media Video, secara nyata berbeda (lebih rendah) dibandingkan dengan hasil belajar siswa yang diajar menggunakan jenis model pembelajaran kooperatif Savi dengan media Power Point. Hasil belajar siswa juga menunjukkan perbedaan signifikan antara siswa yang diajar menggunakan jenis model pembelajaran PBL dengan media Video dan siswa yang diajar dengan menggunakan jenis model pembelajaran PBL dengan media Power Point, dimana hasil belajar siswa yang diajar menggunakan jenis model pembelajaran SAVI dengan media Power Point lebih tinggi. Jika dilihat dari segi besarnya rata-rata hasil belajar kimia siswa untuk setiap kombinasi perlakuan, maka penerapan jenis model pembelajaran SAVI menggunakan media Power Point memberikan rata-rata hasil belajar paling tinggi yakni sebesar  $8,2 \pm 0,99$ . Sebaliknya, penerapan jenis model pembelajaran SAVI menggunakan media Video memberikan rata-rata hasil belajar paling rendah yakni sebesar  $7,1 \pm 0,54$ .

### Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data dalam penelitian ini, telah diperoleh bahwa



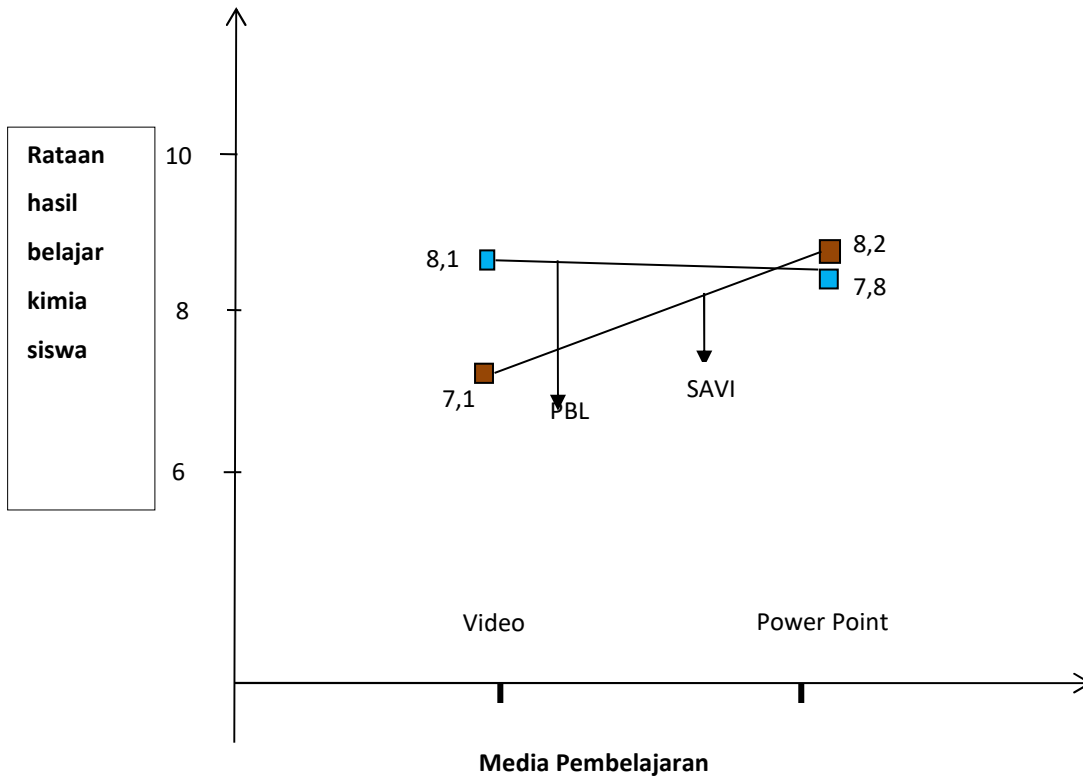
## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

ada pengaruh jenis model pembelajaran (faktor A) dan pengaruh media pembelajaran (faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa. Selanjutnya diperoleh kesimpulan bahwa terdapat interaksi antara jenis model pembelajaran (faktor A) dengan media pembelajaran (faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa. Dengan demikian dapat diartikan bahwa baik faktor A (jenis model pembelajaran) dan faktor B (media pembelajaran) tidak dapat diterapkan secara terpisah dan lebih baik jika diterapkan secara kombinasi karena dapat memberikan rata-rata hasil belajar kimia yang lebih tinggi. Hal ini diduga terjadi karena siswa lebih mudah memahami materi dan menjawab latihan dan bahan diskusi yang diberikan apabila jenis model pembelajaran dan media pembelajaran yang digunakan saling berkesinambungan dan sesuai dengan materi pelajaran.

Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Fauzan (2019), yang memuat hasil analisis data dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: (1) terdapat perbedaan respon antara siswa yang diajar menggunakan metode pembelajaran SAVI dengan siswa yang diajar dengan metode pembelajaran konvensional; (2) terdapat perbedaan hasil belajar antara siswa yang diajar menggunakan metode pembelajaran SAVI dengan siswa yang diajar dengan metode pembelajaran konvensional; (3) pembelajaran dengan menggunakan metode pembelajaran SAVI memberikan pengaruh sebesar 25,18 % terhadap hasil belajar siswa kelas X SMA Negeri 2 Sungai Raya pada materi hidrokarbon dengan harga effect size sebesar 0,68 yang tergolong sedang.

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa jika faktor jenis model pembelajaran (faktor A) dan media pembelajaran (faktor B) dikombinasikan, maka diperoleh adanya interaksi antara kedua faktor tersebut yang secara nyata berpengaruh terhadap hasil belajar kimia siswa. Bentuk interaksi faktor jenis model pembelajaran kooperatif (faktor A) dan media pembelajaran (faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Bentuk Interaksi Faktor Jenis Model Pembelajaran (Faktor A) dan Media Pembelajaran (Faktor B) Terhadap Hasil belajar Kimia Siswa**

Berdasarkan bentuk interaksi antara faktor jenis model pembelajaran (faktor A) dan media pembelajaran (faktor B) terhadap hasil belajar kimia siswa sebagaimana disajikan pada Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis model pembelajaran SAVI yang dikombinasikan dengan media Power Point memberikan rata-rata hasil belajar kimia yang paling tinggi yaitu  $8,2 \pm 0,99$ . Sebaliknya, penggunaan jenis model pembelajaran SAVI yang dikombinasikan dengan media Video memberikan rata-rata hasil belajar yang paling rendah yaitu sebesar  $7,1 \pm 0,54$ . Selanjutnya diperoleh bahwa penggunaan model pembelajaran PBL dengan media Power Point memberikan rata-rata hasil belajar yang relatif tinggi yaitu  $8,1 \pm 0,68$  dan  $7,8 \pm 0,97$ . Secara statistik dibuktikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata hasil belajar kimia siswa yang diajar dengan menggunakan media pembelajaran Power Point untuk pengajaran yang menerapkan model pembelajaran SAVI dan PBL.

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran SAVI memberikan rata-rata hasil belajar lebih tinggi dengan menggunakan media Power Point ( $8,2 \pm 0,9$ ) dan memberikan rata-rata hasil belajar yang paling rendah

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

dengan menggunakan media Video ( $7,1 \pm 0,54$ ). Siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran PBL menggunakan media Video memberikan rata-rata hasil belajar lebih tinggi ( $8,1 \pm 0,68$ ) dan memberikan rata-rata hasil belajar lebih rendah dengan menggunakan media Power Point ( $7,8 \pm 0,97$ ). Pada uji pengaruh sederhana siswa yang akan diberi media Power Point sebaiknya digunakan dengan model pembelajaran SAVI atau PBL karena secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kedua model tersebut pada power point.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan - rekan yang turut andil dalam penelitian ini, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, D. T. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Weblog*. Inderalaya:Universitas Sriwijaya.
- Fauziah, U. (2018). Pengaruh Metode Savi Terhadap Respon Dan Hasil Belajar Siswa Kelas X Sma Negeri 2 Sungai Raya. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 7(1), 91–106.
- Ginting, S. (2012). Penerapan Metode Pembelajaran Somatis Auditori Visual Dan Intelektual (SAVI) Berbantuan Media Komputer Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Kimia Fisika II. *Jurnal Exacta*, 10 (1), 98 - 105.
- Hasanah. (2019). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Larutan Asam, Basa Dan Garam Melalui Penerapan Strategi Pembelajaran Resource Based Learning (RBL) Pada Siswa Kelas XI IPA 3 Di SMAN 22 Bandung. *Lantanida Journal*, 7 (1), 1-100
- Samosir, R. A., Eddiyanto, & Munthe, E. A. (2019). Pengaruh E-Learning Berbasis weblog dengan Model Kooperatif Jigsaw Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Talenta Conference Series* , 210-215.
- Vegatama, M. (2018). Pengaruh Penggunaan Media Macromedia Flash Dan Powerpoint Pada Pembelajaran Langsung Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X1 Ipa Sma Negeri 2 Sungguminasa (Studi Pada Materi Pokok Asam-Basa). *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*. 68 - 76.
- Widiana, R., Maharani, A. D., & Rowdoh. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA. *Jurnal TA'DIB* , 87-94.

## Teknik Enkapsulasi Albumin: Review

### *Albumin Encapsulation Techniques: A Review*

Endah Noviana Eka Lestari<sup>1,2)</sup>, Sunardi<sup>1,2,3)</sup> Anjar Windarsih<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru 70714 Indonesia

<sup>2)</sup>Ecomaterials Research Group, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru 70714 Indonesia

<sup>3)</sup>Wetland-Based Materials Research Group, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru 70714 Indonesia

<sup>4)</sup>Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam (BPTBA), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Yogyakarta 55861, Indonesia

<sup>1)</sup>e-mail: [sunardi@ulm.ac.id](mailto:sunardi@ulm.ac.id)

### ABSTRAK

Albumin diketahui memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Albumin merupakan protein globular yang larut dalam pelarut air, garam dan asam. Struktur albumin secara umum terdiri dari rantai polipeptida tunggal dari 585 residu asam amino dan memiliki berat molekul sekitar 66 kDa. Albumin memiliki karakteristik sensitif terhadap pH (terlalu asam atau terlalu basa) serta suhu yang ekstrim yang dapat menyebabkan pembengkakan struktur, denaturasi, maupun pengendapan protein. Salah satu metode yang menjanjikan untuk melindungi senyawa bioaktif sehingga lebih stabil dan dapat menghindari reaksi yang tidak diinginkan adalah dengan enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan proses perlindungan atau pelapisan suatu bahan aktif oleh bahan lain atau suatu sistem matriks. Zat yang dienkapsulasi disebut sebagai inti sedangkan substansi yang mengenkapsulasi sering disebut pelapis. Keberhasilan dari proses enkapsulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat fisiko kimia bahan inti dan bahan pelapis, tahap enkapsulasi, sifat dan struktur dinding mikrokapsul serta kondisi pembentukan mikrokapsul. Dalam tulisan ini dibahas beberapa metode enkapsulasi yang dapat digunakan untuk albumin dan riset enkapsulasi albumin yang telah dilakukan.

**Kata Kunci:** albumin, enkapsulasi, *ionic gelation*, koaservasi, *freeze drying*.

### ABSTRACT

*Albumin is known to have many health benefits. Albumin is a globular protein that is soluble in water, salt and acid solvents. The structure of albumin consists of a single polypeptide chain of 585 amino acid residues and has a molecular weight of about 66 kDa. Albumin is sensitive to pH (too acid or too alkaline) and temperature extremes, which can cause structural swelling, denaturation, and protein deposition. One of the promising methods to protect bioactive compounds to be more stable and to avoid unwanted reactions is encapsulation. Encapsulation is the process of protecting or coating the active ingredient with another material or matrix system. The encapsulated substance is called the core while the encapsulating substance is often called the coating. The factors that affect encapsulation are the physicochemical properties of the core material and coating material, the encapsulation stage, the characteristics and structure of the microcapsule wall and the conditions for the formation of the microcapsules. This paper discusses several encapsulation methods that can be used for albumin and research on albumin encapsulation that has been carried out.*

**Keywords:** albumin, encapsulation, *ionic gelation*, *coacervation*, *freeze drying*.

## PENDAHULUAN

Albumin adalah protein globular yang larut dalam pelarut air, garam dan asam (Asikin dan Kusumaningrum, 2018). Albumin terdiri dari rantai polipeptida tunggal dari 585 residu asam amino dan memiliki berat molekul sekitar 66 kDa (Ribeiro et al., 2021). Albumin berperan penting dalam peredaran dan farmakodinamik obat antikanker (He et al., 2017), sangat baik digunakan untuk penderita hipoalbumin (rendah albumin), dan penyembuhan luka pasca operasi dan luka bakar (Fitriyani dan Deviarni, 2016), serta mempertahankan onkotik intravaskuler (koloid osmotik), memudahkan pergerakan cairan tubuh, dan memudahkan pemindahan zat (Nugroho et al., 2021). Penelitian terbaru tentang terapi albumin dari *Channa striata*, *Curcuma xanthorrhiza*, dan *Moringa oleifera* yang bertujuan mengurangi resiko infeksi virus COVID-19, albumin berperan untuk menstabilkan dan mengangkut kurkumin ke target virus intraseluler dengan komponen kombinasi obat yang menghalangi fusi virus masuk ke dalam sel (Syamsi et al., 2021). Albumin cenderung sensitif terhadap pH (terlalu asam atau terlalu basa) serta suhu yang ekstim. Hal ini dapat mengarah pada pembengkakan struktur, denaturasi, maupun pengendapan protein. Berdasarkan uraian tersebut maka penulisan ini akan membahas mengenai pentingnya enkapsulasi serta metode-metode yang dapat digunakan untuk enkapsulasi albumin.

## ENKAPSULASI ALBUMIN

Enkapsulasi merupakan proses perlindungan atau pelapisan suatu bahan aktif oleh bahan lain atau suatu sistem matriks. Zat yang dienkapsulasi disebut sebagai inti sedangkan substansi yang mengenkapsulasi sering disebut pelapis, membran, cangkang, kapsul, penyalut, fase eksternal, atau matriks (Nedovic et al., 2011). Syarat bahan pelapis yang dapat digunakan untuk enkapsulasi antara lain bersifat stabil, tidak higroskopis, dapat melapisi bahan inti dengan kuat dan fleksibel, ekonomis, mampu terlepas dibawah kondisi tertentu, serta tidak bereaksi dengan bahan inti (Álvarez dan Pando, 2021). Albumin diketahui memiliki sifat tidak stabil dan mudah terdenaturasi sehingga enkapsulasi diperlukan untuk melindungi albumin. Tujuan dilakukan enkapsulasi antara lain sebagai berikut.

1. Melindungi bahan inti dengan mengurangi reaktivitasnya dari tekanan lingkungan sekitarnya termasuk suhu tinggi, kelembaban, cahaya, dan oksigen.
2. Mengurangi laju penguapan bahan inti atau degradasi zat aktif yang mudah menguap, seperti aroma.
3. Meningkatkan stabilitas bahan inti.
4. Menghindari reaksi yang tidak diinginkan.

(Nedovic et al., 2011; Wang et al., 2018).

Keberhasilan dari proses enkapsulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat fisiko kimia

bahan inti dan bahan pelapis, tahap enkapsulasi, sifat dan struktur dinding mikrokapsul serta kondisi pembentukan mikrokapsul (Mahlani, 2016).

## **METODE ENKAPSULASI ALBUMIN**

### *A. Ionic Gelation*

Metode *ionic gelation* merupakan metode enkapsulasi yang memanfaatkan interaksi elektrostatik antara spesi positif dan negatif. Pembentukan ikatan silang akan memperkuat kekuatan mekanis dari partikel pelapis yang terbentuk. Prosedur *ionic gelation* meliputi pencampuran dua fase cair, fase yang satu mengandung kitosan atau suatu polimer lain dan fase yang lainnya mengandung anion multivalen (Abdassah, 2017). Contoh pasangan polimer yang dapat digunakan untuk *ionic gelation* antara lain kitosan dengan tripolifosfat dan kitosan dengan karboksimetil selulosa (Rumengan et al., 2018).

Metode *ionic gelation* merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk enkapsulasi albumin dan memiliki banyak keuntungan dibandingkan teknik formulasi lainnya. Kelebihan metode ini adalah tidak membutuhkan peralatan yang mahal, tekniknya relatif mudah, aman, dan cepat (dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 10 jam), serta dapat menghasilkan efisiensi enkapsulasi tinggi, yaitu mendekati 100% yang dapat dicapai jika interaksi optimal. Penggunaan polimer alami yang biokompatibel dan *biodegradable* dapat memberikan formulasi yang baik (Koukaras et al., 2012; Pedrosa-Santana dan Fleitas-Salazar, 2020). Kelemahan utama dari metode *ionic gelation* adalah stabilitas mekaniknya yang rendah tetapi saat ini banyak solusi yang telah dikembangkan untuk menghasilkan polimer yang stabil secara mekanis. Salah satunya adalah pembentukan kompleks polielektrolit antara kitosan dan polimer lain seperti alginat, dekstran, kondroitin (Sacco et al., 2021).

### *B. Koaservasi*

Teknik koaservasi pada dasarnya digunakan untuk enkapsulasi molekul hidrofilik, salah satunya albumin. Teknik koaservasi terbagi menjadi dua, yaitu koaservasi sederhana dan koaservasi kompleks. Perbedaan dari kedua jenis koaservasi ini adalah cara melakukan pemisahan fasa. Koaservasi sederhana menggunakan agen desolvasi untuk pemisahan fase, sedangkan koaservasi kompleks melibatkan interaksi antara dua polimer yang bermuatan berlawanan. Langkah-langkah dasar dalam koaservasi kompleks adalah: 1) preparasi larutan dua polimer; 2) pencampuran inti lipofilik dengan larutan polimer untuk membentuk emulsi; 3) pencampuran larutan polimer lain; 4) perubahan pH atau suhu untuk menginduksi pembentukan dua fase yang tidak dapat bercampur; 5) pembentukan pelapis di sekitar inti; dan 6) penguatan lapisan dengan reaksi ikat silang (Timilsena et al., 2020; Wang et al., 2018). Muatan yang ada pada molekul untuk reaksi ikat silang memainkan peran penting dalam mencapai tingkat koaservasi yang sesuai. Jika muatannya

terlalu besar maka akan terjadi presipitasi sehingga kedua fase cair (supernatan dan koaservat) yang ada dalam proses tidak dapat bercampur dan tidak kompatibel (Dubey et al., 2016). Kelemahan dari teknik enkapsulasi ini adalah memerlukan waktu yang lama, mahal, dan lebih kompleks daripada *spray drying*. Kelebihan dari metode ini adalah dapat menghasilkan efisiensi enkapsulasi tinggi (hingga 99%) dan menghasilkan karakteristik pelepasan terkontrol yang sangat baik (Timilsena et al., 2020).

### C. Freeze Drying

*Freeze drying* adalah proses dehidrasi suhu rendah dengan transisi dari keadaan padat ke keadaan gas tanpa melewati keadaan cair. Langkah-langkah *freeze drying* yaitu pembekuan, pengeringan primer, dan pengeringan sekunder. Melalui proses sublimasi, air (beku) dari sampel dihilangkan pada tekanan dan suhu di bawah titik beku air (Mohammady dan Yousefi, 2020). Metode *freeze drying* merupakan metode enkapsulasi yang biasanya digunakan untuk meningkatkan stabilitas kimia termasuk albumin karena keunggulannya yang unik. Metode ini memungkinkan untuk sampel dengan volume kecil. Enkapsulasi menggunakan *freeze drying* biasanya dilakukan dengan penambahan bahan pelapis tertentu sebelum proses pembekuan dan pengeringan dilakukan (Sumanti et al., 2016).

### D. Spray drying

*Spray drying* merupakan proses penyemprotan bahan ke dalam medium pengeringan yang panas sehingga terjadi perubahan dari bentuk cair ke bentuk partikel-partikel kering. Produk kering yang dihasilkan dari proses ini dapat berupa bubuk, butiran atau gumpalan (Gunjal dan Shirolkar, 2020). Mekanisme enkapsulasi dengan *spray drying* secara umum terdiri dari 4 tahap yaitu atomisasi, kontak droplet dengan udara pengering, pengeringan droplet, dan separasi (Gunjal dan Shirolkar, 2020; Santos et al., 2018).

*Spray drying* cocok untuk bahan yang peka terhadap panas, meskipun suhu gas pengering tinggi, tetapi efek pendinginan pelarut yang menguapkan akan menjaga suhu bahan inti relatif rendah. Enkapsulasi albumin dengan metode *spray drying* biasanya menggunakan PLGA yang telah dipelajari paling intensif untuk melapisi berbagai jenis protein. Penerapan emulsifikasi ganda (w/o/w) atau pemisahan fasa merupakan prasyarat sebelum penerapan teknik *spray drying* (Haggag dan Faheem, 2015). *Spray drying* mampu menghasilkan berbagai jenis bubuk, granular atau aglomerasi, dengan karakteristik yang terkontrol dengan baik sesuai kebutuhan untuk aplikasi tertentu, produk yang keluar dari spray dryer sangat higienis, produk spray-dried memiliki tingkat stabilitas yang baik dan daya simpan yang relatif lama karena aktivitas airnya yang rendah (Selvamuthukumar, 2019; Sosnik dan Seremeta, 2015).

**Tabel 1.** Metode enkapsulasi albumin

Bahan Pelapis	Metode	Sumber Albumin	Referensi
Kitosan-NaTPP	<i>Ionic gelation</i>	Ikan gabus ( <i>Channa striata</i> )	(Rahmawanty et al., 2017)
Natrium alginat-kalsium klorida (CaCl <sub>2</sub> )	<i>Ionic gelation</i>	Ikan Dorade ( <i>Sparus aurata</i> )	(Sáez et al., 2015)
Kitosan-NaTPP	<i>Ionic gelation</i>	Ikan Haring ( <i>Clupeonella cultriventris caspia</i> )	(Ramezanzade et al., 2021)
Maltodekstrin-gum Arabic	<i>Freeze drying</i>	Ikan belut ( <i>Anguilla bicolor</i> )	(Rawendra et al., 2019)
<i>Poly(acrylic acid)-poly(allylamine hydrochloride)</i> (PAA-PAH)	Koaservasi	Bovine serum albumin	(Zhao dan Zacharia, 2018)
<i>poly-D,L-lactide-co-glycolide, D,L-lactide:glycolide</i> (PLGA) dengan rasio 75:25	<i>Spray Drying</i>	Bovine serum albumin	(Giunchedi et al., 2001)

## KESIMPULAN

Albumin memiliki karakteristik cenderung tidak stabil pada pH dan suhu ekstrem sehingga mudah terdenaturasi. Proses enkapsulasi diperlukan untuk melindungi bahan aktif yang tidak stabil dan mudah terdenaturasi. Metode-metode enkapsulasi yang telah diterapkan untuk melindungi albumin antara lain *ionic gelation*, *freeze drying*, koaservasi, dan *spray drying*. Setiap metode memiliki kelemahan dan kelebihan. Keberhasilan dari proses enkapsulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat fisiko kimia bahan inti dan bahan pelapis, tahap enkapsulasi, sifat dan struktur dinding mikrokapsul serta kondisi pembentukan mikrokapsul.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. 2017. Nanopartikel dengan gelasi ionik. *Farmaka* **15**: 45–52.
- Álvarez, C., Pando, D. 2021. Encapsulation Technologies Applied to Food Processing, Food Formulation: Novel Ingredients and Processing Techniques. Wiley Online Library.
- Asikin, A.N., Kusumaningrum, I. 2018. Karakteristik ekstrak protein ikan gabus berdasarkan ukuran berat ikan asal das mahakam kalimantan timur. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* **21**: 137–142.
- Dubey, S., Mody, N., Sharma, R., Agrawal, U., Vyas, S.P. 2016. Nanobiomaterials: Novel nanoplatforms for protein and peptide delivery, in: Nanobiomaterials in Drug Delivery. Elsevier, hal. 111–146.
- Fitriyani, E., Deviarni, I.M. 2016. Pemanfaatan ekstrak albumin ikan gabus (*Channa striata*) sebagai bahan dasar cream penyembuh luka. *Vokasi* **9**: 166–174.
- Giunchedi, P., Conti, B., Genta, I., Conte, U., Puglisi, G. 2001. Emulsion spray-drying for the preparation of albumin-loaded PLGA microspheres. *Drug Dev. Ind. Pharm.* **27**: 745–750.
- Gunjal, S.D., Shirolkar, S. V 2020. An Overview of Process Parameters and Spray drying agents involved in Spray drying of Herbal Extracts. *Paid. J.* **13**: 102–118.
- Haggag, Y.A., Faheem, A.M. 2015. Evaluation of nano spray drying as a method for drying and formulation of therapeutic peptides and proteins. *Front. Pharmacol.* **6**: 140.
- He, Jiayi, Pan, H., Liang, W., Xiao, D., Chen, X., Guo, M., He, Jianxing 2017. Prognostic effect of albumin-to-globulin ratio in patients with solid tumors: a systematic review and meta-analysis. *J. Cancer* **8**: 4002–4010.



- Koukaras, E.N., Papadimitriou, S.A., Bikiaris, D.N., Froudakis, G.E. 2012. Insight on the formation of chitosan nanoparticles through ionotropic gelation with tripolyphosphate. *Mol. Pharm.* **9**: 2856–2862.
- Mahlani, A.S. 2016. *Enkapsulasi Vitamin C dalam Kitosan-Pati/Asam Sitrat dan Studi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pelepasannya.*
- Mohammady, M., Yousefi, G. 2020. Freeze-drying of pharmaceutical and nutraceutical nanoparticles: The effects of formulation and technique parameters on nanoparticles characteristics. *J. Pharm. Sci.* **109**: 3235–3247.
- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., Bugarski, B. 2011. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Sci.* **1**: 1806–1815.
- Nugroho, M., Sugiono, S., Hartati, F.K. 2021. Relative Mobility (Rf) Analysis of Albumin Isolates from Snakehead Fish (*Ophiocephalus striatus*) Extracted at Different Temperatures and Times. *Food Sci. Technol. J.* **4**: 37–45.
- Pedroso-Santana, S., Fleitas-Salazar, N. 2020. Ionotropic gelation method in the synthesis of nanoparticles/microparticles for biomedical purposes. *Polym. Int.* **69**: 443–447.
- Rahmawanty, D., Risa, A., Malikhatun, N., Prima, H.R., Nani, K., Effionora, A. 2017. Nanoparticle preparation and characterization of Haruan fish (*Channa Striata*) extract contains albumin from south kalimantan with ionic gelation method. *Int. J. Drug Deliv.* **9**: 47–51.
- Ramezanzade, L., Hosseini, S.F., Akbari-Adergani, B., Yaghmur, A. 2021. Cross-linked chitosan-coated liposomes for encapsulation of fish-derived peptide. *LWT* **150**: 112057.
- Rawendra, R.D.S., Kosasih, H., Lo, D. 2019. Retention of albumin in Indonesian shortfin eel meat (*Anguilla bicolor*) by freeze-drying encapsulation using maltodextrin and gum Arabic as coating materials, in: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, hal. 12009.
- Ribeiro, A.G., Alves, J.E.F., Soares, J.C.S., dos Santos, K.L., Jacob, Í.T.T., da Silva Ferreira, C.J., dos Santos, J.C., de Azevedo, R.D.S., de Almeida, S.M.V., de Lima, M. do C.A. 2021. Albumin roles in developing anticancer compounds. *Med. Chem. Res.* **30**: 1469–1495.
- Rumengan, I.F.M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., Luntungan, A.H. 2018. *Nanokitosan dari Sisik Ikan: Aplikasinya sebagai Pengemas Produk Perikanan*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sacco, P., Pedroso-Santana, S., Kumar, Y., Joly, N., Martin, P., Bocchetta, P. 2021. Ionotropic Gelation of Chitosan Flat Structures and Potential Applications. *Molecules* **26**: 660.
- Sáez, M.I., Barros, A.M., Vizcaíno, A.J., López, G., Alarcón, F.J., Martínez, T.F. 2015. Effect of alginate and chitosan encapsulation on the fate of BSA protein delivered orally to gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Anim. Feed Sci. Technol.* **210**: 114–124.
- Santos, D., Maurício, A., Sencadas, V., Santos, J., Fernandes, M., Gomes, P. 2018. *Spray Drying: An Overview*. Biomaterials-Physics and Chemistry. InTech.
- Selvamuthukumar, M. 2019. *Handbook on Spray Drying Applications for Food Industries*. CRC Press.
- Sosnik, A., Seremeta, K.P. 2015. Advantages and challenges of the spray-drying technology for the production of pure drug particles and drug-loaded polymeric carriers. *Adv. Colloid Interface Sci.* **223**: 40–54.
- Sumanti, D., Kayaputri, I.L., Hanidah, I., Sukarminah, E., Giovanni, A. 2016. Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *JP2| J. Penelit. Pangan* **1**: 7–13.
- Syamsi, L.N., Amin, C., Andayani, N., Abdillah, S. 2021. The effectiveness of poly-herbal adjuvants

for the standard treatment of COVID 19 in patients with moderate degree. *Eur. J. Mol. Clin. Med.* **8**: 2945–2957.

Timilsena, Y.P., Haque, M.A., Adhikari, B. 2020. Encapsulation in the Food Industry: A Brief Historical Overview to Recent Developments. *Food Nutr. Sci.* **11**: 481–508.

Wang, B., Akanbi, T.O., Agyei, D., Holland, B.J., Barrow, C.J. 2018. Coacervation technique as an encapsulation and delivery tool for hydrophobic biofunctional compounds, in: Role of materials science in food bioengineering. Elsevier, hal. 235–261.

Zhao, M., Zacharia, N.S. 2018. Protein encapsulation via polyelectrolyte complex coacervation: Protection against protein denaturation. *J. Chem. Phys.* **149**: 163326.

**Perfomansi Destilasi Sopi Menggunakan Tenaga Surya Dengan  
Variasi Massa Material Arang Sebagai Media Penyerap Panas  
Matahari**

**Fredentus Un<sup>1</sup>, Ben Vasco Tarigan<sup>1</sup>, Rima Nindia Selan<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universtas Nusa  
Cendana

Jl. Adi Sucipto, Penfui – Kupang, NTT 85001, TLP: (0380)881597

<sup>1</sup>e-mail: [fredentusun98@gmail.com](mailto:fredentusun98@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pada penelitian ini, teknologi destilasi Nira merupakan cara untuk mendapatkan sopi suling murni. Teknologi destilasi ini dirancang untuk mengatasi masalah penggunaan kayu bakar. Teknologi destilasi sopi diharapkan untuk menghasilkan sopi dengan produksi tinggi dan energi murah, oleh karena itu dibuatlah alat destilasi sopi menggunakan energi matahari dan material arang. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan arang pada proses destilasi. Penggunaan material arang adalah untuk meningkatkan serapan energi matahari dan mengangkat Nira ke permukaan material untuk diuapkan. Dalam penelitian ini penulis ingin mendapatkan performa yang lebih efektif dari proses destilasi dengan material arang terapung serta variasi massa arang yaitu 500 gram, 400 gram dan 300 gram terdapat pada basin I, II dan basin III, Sedangkan basin IV tanpa menggunakan arang. Efisiensi tertinggi pada penelitian ini yaitu pada basin I dengan dengan massa arang 500 yaitu 7,92 %, diikuti basin IV tanpa menggunakan arang yaitu 7,41 % serta basin III dengan variasi massa arang 300 gram yaitu 6,91 %, sedangkan efesiensi terendah diperoleh pada basin II dengan variasi massa arang 400 yaitu 5,44 %. sedangkan jumlah produktivitas sopi paling banyak diperoleh pada basin I yaitu sebesar 95 ml, diikuti basin IV dengan jumlah produktivitas sopi sebesar 79 ml dan basin III dengan jumlah produktifitas sopi sebesar 75 ml serta jumlah produktifitas sopi paling sedikit diperoleh pada basin II sebesar 57 ml. Oleh karena itu ketika melakukan pengujian harus memilih waktu yang tepat agar keadaan cuaca tidak menghambat proses destilasi, dengan demikian akan menghasilkan produktivitas sopi dan efisiensi yang lebih baik.

**Kata kunci:** material arang, variasi massa arang, efisiensi, energi matahari, destilasi.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

## ABSTRACT

*In this research, Nira distillation technology is a way to get pure distilled sopi. This distillation technology designed to solve the problem of using firewood. Sopi distillation technology expected to produce sopi with high production and cheap energy; therefore, a sopi distillation device made using solar energy and charcoal material. This research was conducted to determine the effect of using charcoal on the distillation process. The use of charcoal material is to increase the absorption of solar energy and lift the sap to the surface of the material to be evaporated. In this study, the authors wanted to get a more effective performance from the distillation process with floating charcoal material and variations in the mass of charcoal, namely 500 grams, 400 grams and 300 grams found in basins I, II and III, while basin IV without using charcoal. The highest efficiency in this study was in the basin I with a mass of 500 charcoal which was 7.92%, followed by basin IV without using charcoal which was 7.41% and basin III with a mass variation of 300 grams of charcoal which was 6.91%, while the lowest efficiency was obtained in basin II with a variation of the mass of charcoal 400 that is 5.44%. While the highest amount of sopi productivity was obtained in basin I, which was 95 ml, followed by basin IV with 79 ml of sopi productivity and basin III with 75 ml of sopi productivity and the least amount of sopi productivity was obtained in basin II of 57 ml. Therefore, when conducting the test, one must choose the right time so that weather conditions do not hinder the distillation process, thus resulting in better sopi productivity and efficiency.*

**Keywords:** charcoal material, variation of charcoal mass, efficiency, solar energy, distillation.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

## PENDAHULUAN

Sopi merupakan minuman alkohol yang sudah lama dikenal di kalangan masyarakat dan konsumsi minuman alkohol juga telah menjadi kebiasaan warga Indonesia khususnya Provinsi Nusa Tenggara Timur. Minuman ini sudah diproduksi secara turun-temurun oleh masyarakat di NTT. Tidak jarang dalam setiap acara peradatan minuman ini selalu disajikan. Nira menjadi bahan baku utama dalam pembuatan sopi. Air Nira yang akan difermentasi, dimasukkan kayu waru yang berfungsi sebagai katalis untuk membantu proses perubahan Nira menjadi alkohol. Proses fermentasi ini berlangsung antara 3 sampai dengan 4 hari. Pemisahan alkohol dari Nira hasil fermentasi umumnya dilakukan dengan destilasi atau penyulingan tradisional (Arianto, 2019).

Destilasi atau penyulingan adalah cara untuk memisahkan larutan kedalam masing-masing komponennya didasarkan pada perbedaan titik didih antara komponen-komponen yang akan dipisahkan. Hasil dari destilasi biasanya lebih murni dibandingkan dengan larutan awalnya. Dalam destilasi sopi (etanol), Nira dididihkan menggunakan proses pemanasan. Uap hasil proses ini akan mengembun pada permukaan di dalam kondensor. Adanya perbedaan temperatur membuat, terjadi proses kondensasi pada sopi. Pada proses destilasi yang diambil hanya cairan kondensatnya (Jamal, 2012).

Penyulingan sopi biasa menggunakan kendi yang terbuat dari tanah liat yang berfungsi sebagai tempat pemanasan Nira. Cairan Nira yang dipanaskan akan menguap menuju saluran bambu penghubung dan terkondensasi menjadi cairan di sepanjang bambu. Hasilnya kemudian akan ditampung dalam botol. Proses memasak sopi biasa menggunakan kayu sebagai sumber bahan bakarnya. Namun hal ini kedepannya akan berdampak buruk terhadap lingkungan karena makin berkurangnya pohon dan akan berdampak pada kelanjutan usaha sopi tradisional. Oleh karena itu perlu dicari energi alternatif dan cara lainnya yang dapat

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

mendukung berkelanjutan usaha sopi tradisional ini. Salah satu yang patut dipertimbangkan adalah menggunakan sumber energi panas matahari untuk dalam proses destilasi sopi.

Destilasi sopi menggunakan dengan menggunakan panas matahari, penggunaan material yang tepat sebagai penyerap radiasi panas matahari memegang peranan penting. Radiasi matahari yang diserap oleh material akan membantu proses evaporasi dan kondensasi pada permukaan bagian dalam penutup (kondensor) yang terbuat dari bahan transparan seperti kaca (Mulyanet 2006). Salah satu cara material yang dapat digunakan untuk mempercepat proses evaporasi adalah dengan menggunakan arang.

Arang adalah suatu padatan yang berpori yang mengandung karbon. Pori-pori pada arang biasa berukuran mikro yang jumlahnya banyak. Material ini memiliki sifat dapat menyerap dan meneruskan panas. Unjuk kerja arang sebagai media penerus panas dipengaruhi nilai konduktivitas. Nilai konduktivitas termal pada arang adalah  $0,084 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  (Holman, 2010).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. *Arduino uno 2560*
- b. Termokopel
- c. Gekas ukur
- d. Alkohol Meter
- e. *Solar Power Meter SM206*
- f. Laptop
- g. *Stopwatch*

#### 2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Plastik Hitam
- b. Tripleks
- c. Kaca Tebal 5 mm

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

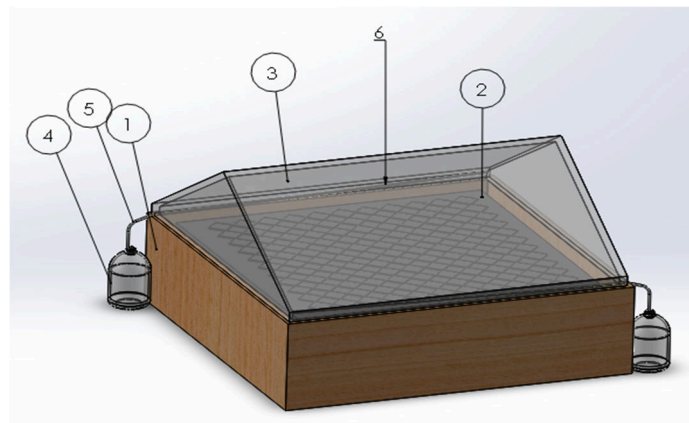
Kupang, 02 November 2021

## d. Arang Kayu Kusambi

### Prosedur Penelitian

#### 1. Rancangan Alat Destilasi.

Prinsip kerja alat destilasi sopi ini adalah radiasi matahari yang di pancarkan ke kaca untuk memanaskan material arang sebagai plat penyerap yang terapung di Nira berada dalam basin mengalami penguapan dan kemudian akan pengembunan pada kaca penutup bagian dalam. Hasil pengembunan berupa kondensat akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan selanjutnya akan ditampung dengan menggunakan botol penampung merupakan sopi suling murni. Berikut ini adalah gambar alat destilasi sopi.



Gambar 1. Alat Destilasi Sopi

Keterangan gambar :

1. Basin
2. Arang
3. Kaca Penutup
4. Botol Penampungan Hasil Destilasi Sopi
5. Pipa Penyalur Hasil Destilasi ke Botol Penampungan
6. Saluran Hasil Destilasi Sopi

Prinsip kerja alat destilasi sopi ini adalah radiasi matahari yang di pancarkan ke kaca untuk memanaskan material arang sebagai plat penyerap yang terapung di Nira berada dalam basin mengalami penguapan dan kemudian akan pengembunan pada kaca penutup bagian

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

dalam. Hasil pengembunan berupa kondensat akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan selanjutnya akan ditampung dengan menggunakan botol penampung merupakan sopi suling murni.

## 2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu produktifitas sopi.
- b. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variasi massa material arang 300 gram, 400 gram dan 500 gram.

## 3. Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian yang diambil adalah data temperatur dalam basin dan lingkungan, data intensitas matahari dan volume produktivitas Sopi yang dihasilkan, maka prosedur pengambilan data sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat tulis serta lembaran
- b. kertas untuk mencatat hasil destilasi,
- c. data intensitas matahari, data temperatur lingkungan dan kecepatan
- d. angin pada permukaan kaca.
- e. Melakukan penempatan alat ukur pada pada basin, sesuai dengan posisinya masing-masing.
- f. Hidupkan laptop dan menyiapkan microsoft excel untuk menginput data.
- g. Hidupkan *stopwatch* untuk memulai pengujian, serta mencatat suhu awal yang terbaca pada alat ukur.
- h. Melakukan Pengambilan data selama 8 jam, dari jam 08.30-16.30 wita dengan durasi waktu selama 1 menit.
- i. Pengambilan data dilakukan selama 1 hari.

## 4. Analisis Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis matematis. Semua data yang diperoleh pada saat penelitian dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui pengaruh arang terhadap proses destilasi sopi serta variasi massa arang yang digunakan. Semua hasil tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

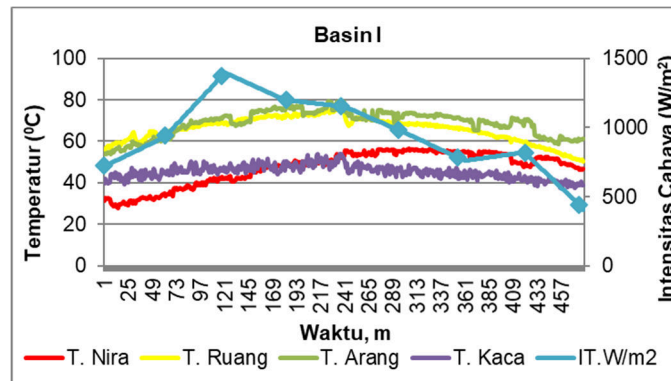


# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

## HASIL DAN PEMBAHASAN

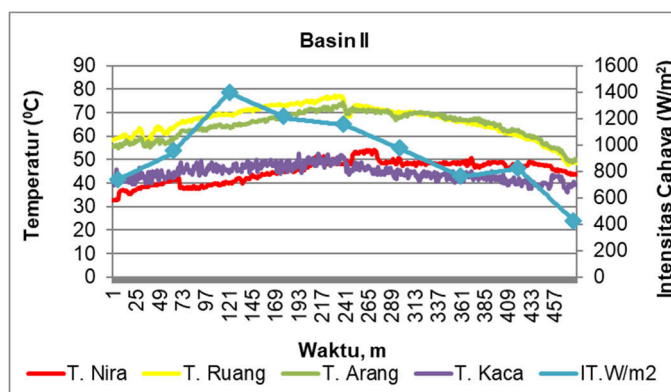
Untuk mempermudah hasil analisa maka data hasil pengujian ditampilkan pada grafik yang disajikan di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin I dengan massa arang 500 gram.

Pada grafik di atas menunjukkan kondisi temperatur dalam ruang basin pada 30 menit pertama. Temperatur terus naik karena adanya proses penyerapan kalor yang terjadi baik pada udara dan juga arang. Pola kenaikan temperature arang dan ruang basin cenderung sama. Namun setelah itu, terlihat temperatur Nira nilainya lebih tinggi dari pada temperatur kaca.

Naiknya temperatur pada Nira dipengaruhi oleh arang yang berfungsi sebagai media penyerap kalor. Hal ini justru membantu proses evaporasi dapat terus terjadi. Perubahan temperatur ruang, temperatur arang, temperatur Nira dan temperatur kaca, cenderung memiliki pola yang sama.

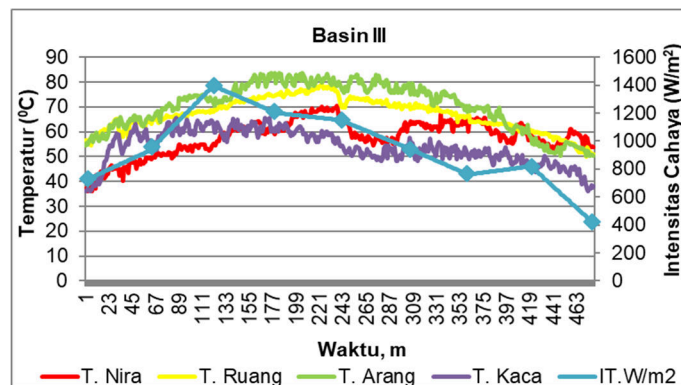


Gambar 3. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin II dengan massa arang 400 gram.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

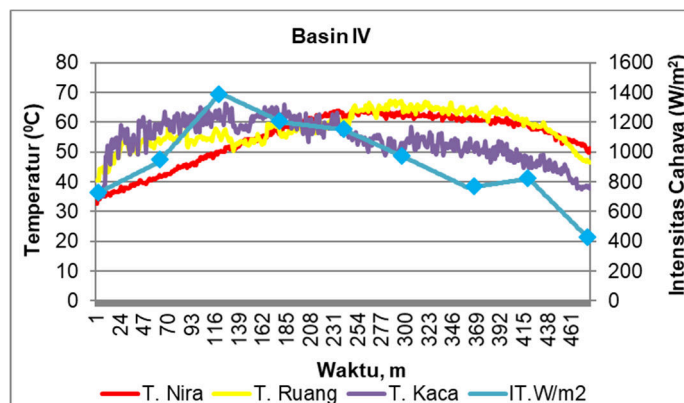
Kupang, 02 November 2021

Pada grafik di atas, menunjukkan pola temperatur pada ruang basin. Hal ini terjadi karena proses penyerapan kalor dalam basin sedang berlangsung. Seiring bertambahnya waktu, temperatur ruang basin memiliki pola hampir sama dengan temperatur arang. Pada basin II ini, juga menunjukkan pola temperatur yang serupa pada basin I dimana temperatur ruang basin dan arang lebih tinggi dibanding temperatur lainnya.



Gambar 4. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin III dengan massa arang 300 gram.

Pola perubahan temperatur yang terjadi pada basin III juga menunjukkan keserupaan pada basin I dan II. Pada basin III, juga menunjukkan bahwa pola perubahan temperatur arang dan ruangan memiliki keserupaan. Dalam keseluruhan proses destilasi ini, temperatur keduanya cenderung lebih tinggi dibanding temperatur yang lain.

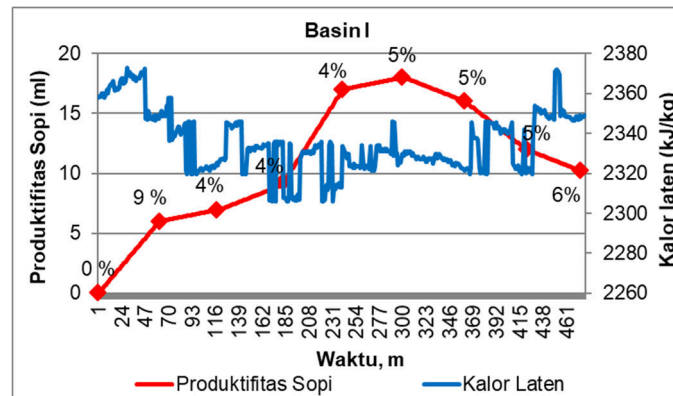


Gambar 5. Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin IV tanpa arang.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Pola yang berbeda ditunjukkan pada basin ke IV dimana Nira dan ruangan tidak dominan dalam keseluruhan proses. Pada awalnya, temperatur kaca lebih tinggi dibandingkan air dan ruangan. Hal ini bisa disebabkan lambatnya penyerapan kalor oleh Nira dan melepaskan kalor secepat mungkin ke ruangan. Hal ini sangat berbeda pada basin yang menggunakan arang.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 500 gram.

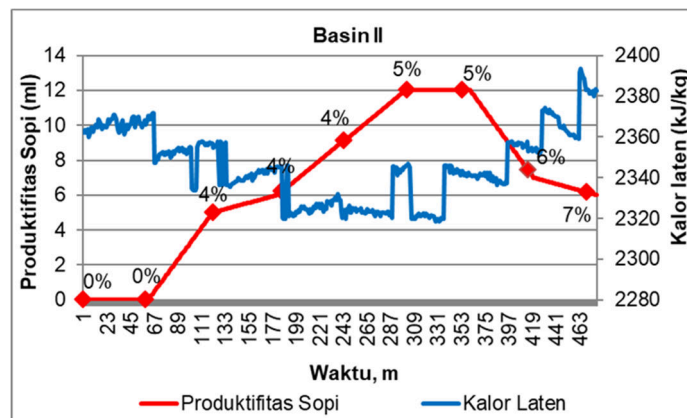
Pada gambar ini, dapat dilihat bahwa proses terjadinya fluktuasi pada kalor laten. Hal ini terjadi karena adanya penyerapan kalor selama suhu konstan dan adanya pelepasan kalor penguapan. Dari gambar juga menunjukkan bahwa, nilai kalor tertinggi didapat pada 28 menit pertama mencapai 2373 kJ. Hal ini diakibatkan karena rendahnya temperatur material penyerap kalor (arang). Sedangkan kalor laten terendah didapat pada jam 12.20 wita mencapai 2305,7 kJ. Hal ini disebabkan oleh tingginya temperatur pada plat penyerap kalor (Arang). Silisih nilai dari kedua kalor laten tersebut, sebesar 67,2 kJ. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur nilai temperatur pada plat penyerap kalor (tabel jenuh water-tabel temperatur).

Dalam hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi, kalor laten akan dipisahkan dari uap menjadi cair (teori kondensasi). Kalor laten akan berada pada titik kesetimbangan yaitu entalpi campuran antara cair dan gas akan berubah wujud, sehingga kondensasi akan semakin banyak. Merujuk pada gambar di atas, Produktifitas sopi yang dihasilkan pada 60 menit pertama jumlahnya 6 ml dengan kadar alkohol 9%. Hal ini terjadi karena proses evaporasi yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Kondisi ini

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

berbeda setelah waktu tersebut, dimana dari grafik menunjukkan bahwa sopi yang dihasilkan makin lama makin tinggi dari pada waktu sebelumnya. Produktifitas sopi meningkat seiring bertambahnya waktu, dimana mencapai titik tertinggi pada pukul 13.30 dan terendah pada pukul 09.30. Pada produktifitas sopi di setiap jamnya, ternyata mempengaruhi konsentrasi alkoholnya. Hal ini diakibatkan oleh tingginya temperatur yang melebihi titik didih dari sopi, sehingga proses evaporasi bersamaan dengan air.



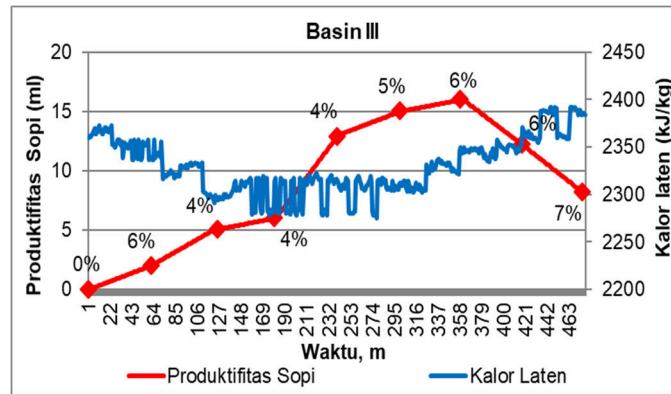
Gambar 7. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 400 gram.

Hasil pengujian yang disajikan pada grafik 7 terlihat bahwa kalor laten bergerak turun mengikuti waktu. Kondisi ini terjadi karena pengaruh meningkatnya temperatur pada permukaan arang, sehingga nilai kalor laten yang dihasilkan semakin rendah dan produktifitas sopi semakin meningkat. Kondisi ini juga terjadi karena perubahan wujud fasa cair menjadi gas, mengikuti nilai kalor laten yang dihasilkan pada permukaan arang. Pada gambar grafik di atas juga menunjukkan bahwa pada 30 menit pertama, nilai kalor laten mulai mengalami proses fluktuasi kemudian datar dalam waktu 8 menit. Hal ini disebabkan oleh proses penyerapan dan pelepasan kalor penguapan saat terjadinya proses evaporasi. Perolehan produktifitas sopi maksimum yang didapat pada basin II ini pada pukul 13.30 dan pukul 14.30, mencapai 12 ml dengan kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 5%. Hal ini terjadi karena temperatur dalam basin sudah mencapai titik kesetimbangan, sehingga proses evaporasi terus terjadi dan jika

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

temperatur tidak terkontrol akan berakibat pada kadar alkohol yang dihasilkan.

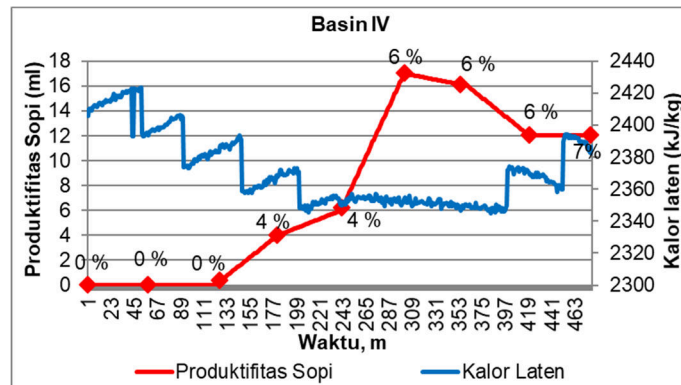


Gambar 8. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi pada massa arang 300 gram.

Pada gambar 8 hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi. Hasil pengujian dan pengukuran menunjukkan bahwa kalor laten yang berada di dalam ruang basin, sangat mempengaruhi produktifitas sopi. Dilihat pada grafik perolehan produktifitas sopi di awal waktu penguapan sangat kecil. Hal ini terjadi karena diwaktu pukul 08.30, masih terjadinya proses penyerapan kalor untuk meningkatkan temperatur dalam basin. Namun, seiring berjalannya waktu, sopi mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal ini diakibatkan oleh temperatur yang sedang menuju titik konstan, sehingga proses evaporasi terus berlangsung, dengan perolehan produktifitas sopi terbanyak pada pukul 14.30. Total keseluruhan produktifitas sopi 75 ml dengan rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 7%. Bila membandingkan kedua kurva antara kalor laten dan produktifitas sopi, terlihat bahwa semakin rendah kalor laten di setiap waktu penguapan, maka semakin tinggi produktifitas sopi. Kondisi ini terjadi karena dipengaruhi oleh temperatur pada plat penyerap kalor (arang).

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



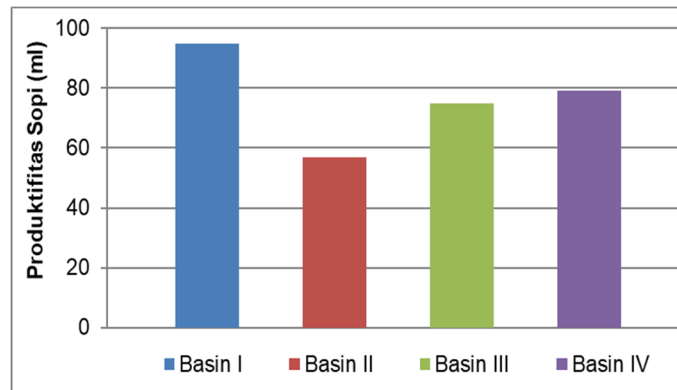
Gambar 9. Grafik hubungan antara kalor laten dan produktifitas Sopi tanpa arang.

Hubungan antara kalor laten dan produktifitas sopi dapat dilihat pada gambar 9 Nilai kalor laten yang ditampilkan pada grafik, mengalami pola naik dan turun kemudian datar dalam waktu 10 menit hingga pukul 12.00. Hal terjadi karena proses penyerapan kalor dan pelepasan kalor penguapan yang terjadi dalam basin, masih terlalu sedikit. Namun, seiring bertambahnya waktu perubahan pola grafik kalor laten menjadi datar selama 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur dalam basin sudah mencapai titik kesetimbangan, sehingga temperatur tetap konstan di waktu tersebut.

Perolehan produktifitas sopi di awal waktu penguapan sangat kecil namun di pertengahan mengalami kenaikan yang cukup drastis. Hal disebabkan nilai kalor laten yang mempengaruhi proses evaporasi. Perolehan produktifitas sopi terbanyak pada pukul 13.30, dan total keseluruhan produktifitas sopi basin IV, 79 ml dengan rata-rata kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 7 %. Jika membandingkan kedua kurva antara kalor laten dan produktifitas sopi, terlihat bahwa semakin rendah kalor laten di setiap waktu penguapan, maka semakin tinggi produktifitas sopi. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur dalam basin.

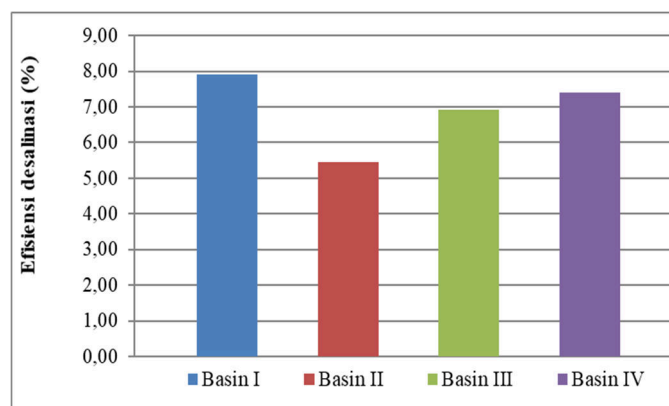
# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



Gambar 10. Grafik perbandingan produktifitas sopi pada setiap basin

Hasil perbandingan produktifitas sopi disajikan pada grafik 10 antara basin I, II, III dan basin IV. Terlihat hasil dari pengujian dimana produktifitas sopi maksimum yang di peroleh pada basin I sebanyak 95 ml, basin II mencapai 57 ml, basin III mencapai 75 ml dan basin IV mencapai 79 ml. Hasil destilasi yang diperoleh dari ke empat basin berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur dan tekanan pada material arang dan juga perbedaan densitas pada arang, sehingga prosesnya waktu penyerapan Nira ke permukaan arang untuk di uapkan juga berbeda. Hal ini terdapat pada basin I, II dan basin III, Sedangkan pada basin IV tanpa menggunakan arang, produktifitas sopi yang dihasilkan mendekati hasil destilasi sopi pada basin I dikarenakan tidak adanya faktor penghambat seperti yang terjadi pada basin yang lainnya.



Gambar 11. Grafik perbandingan efesiensi destilasi

Hasil perbandingan efesiensi destilasi antara basin I, II, III dan basin IV, disajikan pada grafik 11 dimana efesiensi maksimum yang diperoleh variasi massa arang 500 gram ,400 gram dan 300 gram, pada basin I, II

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

dan basin III yaitu sebesar 7,92 %, 5,44 % dan 6,91 %. Sedangkan sedangkan basin IV tanpa menggunakan arang nilai efisiensinya sebesar 7,41 %. Hasil efisiensi destilasi yang terlihat sangat berbeda setiap basin. Hal ini diakibatkan oleh dipengaruhi oleh produktifitas sopi yang dihasilkan dan intensitas matahari. Efisiensi destilasi juga dipengaruhi oleh luasan basin dan plat penyerap kalor (arang), sehingga ketika semakin banyak produktifitas sopi yang dihasilkan, maka efisiensi akan terus meningkat.

### **KESIMPULAN**

Dalam proses destilasi Nira menjadi sopi, temperatur dan data intensitas serta kalor laten sangat berpengaruh pada hasil produksi sopi. Dimana masing-masing memiliki peran yang meningkatkan hasil produktifitas sopi dan menghasilkan performa yang lebih efektif untuk proses destilasi.

Pengaruh variasi massa arang pada setiap basin terhadap proses destilasi sopi adalah produktifitas sopi paling banyak terdapat pada basin I dengan dengan massa arang 500 gram yaitu 95 ml dan efisiensi destilasi mencapai 7,92 %, diikuti basin IV tanpa menggunakan arang yaitu 79 ml dengan efisiensi destilasi 7,41 % serta basin III dengan variasi massa arang 300 gram yaitu 75 ml dengan efisiensi destilasi 6,91 %. Sedangkan produktifitas sopi paling sedikit terdapat pada basin II dengan variasi massa arang 400 yaitu 57 ml dan efisiensi alat destilasi mencapai 5,44 %.



# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

## DAFTAR PUSTAKA

Maniur Arianto Siahaan, E. G. 2019. Penentuan Kadar Alkohol Pada Tuak Aren Yang Diperjualbelikan Di Nagori Dolok Kecamatan Silau Kahean Kabupaten Simalungun Sumatera Utara. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*.

Jamal, S. Suwasti. 2012. Sistem Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Destilasi Dengan Cover Ganda Dan Heat Absorber Serta Kondisi Tekanan Vakum.

Mulyanet. 2006. Sistem Distilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Plat Datar Dengan Tipe Kaca Penutup Miring, [http://noviwidi.blog.uns.ac.id/files/2010/05/sistem\\_distilasi\\_air\\_laut\\_tenaga\\_surya\\_menggunakan\\_kolektor\\_plat\\_.pdf](http://noviwidi.blog.uns.ac.id/files/2010/05/sistem_distilasi_air_laut_tenaga_surya_menggunakan_kolektor_plat_.pdf) , Mei, 15, 2010.

J. P Holman. 2010. "Heat Transfer". New York : McGraw-Hill Company

Delyanis, E dan Belessiotis V. 2001. *Solar Energy and Desalination, Advances in Solar Energy, An Annual Review of Research and Depolepment*. D.Y

## IMPLEMENTASI TEKNIK ENKRIPSI TRANSAKSI DATA PERANGKAT IOT

### *The Implementation of Data Encryption in IoT Device*

Hendro FJ Lami<sup>1)</sup>, Kalvein Rantelobo<sup>2)</sup>, Jani FM Mandala<sup>3)</sup>, Agustinus S. Sampeallo<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Prodi Teknik Elektro Universitas Nusa Cendana

Jl. A. Sucipto Penfui

<sup>1)</sup>e-mail: [h.lami@staf.undana.ac.id](mailto:h.lami@staf.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengimplementasi sistem keamanan data antar sensor node menggunakan teknik enkripsi pada perangkat IoT. Pada pengujian ini data transaksi dimodelkan dalam dua keadaan tidak terenkripsi dan dalam keadaan terenkripsi. Data tersebut ditransmisikan pada kanal radio menggunakan sistem multiple input single output (MISO) dan proses monitoring data transaksi melalui packet sniffing. Berdasarkan hasil pengujian pada level daya minimal perangkat sebesar -72dBm dalam jarak maksimum 60m seluruh data berhasil terkirim dan terenkripsi di sisi penerima.

**Kata Kunci:** *IoT, MISO, esp8266, encrypt, packet, sniffing.*

### ABSTRACT

*This research aims to stipulate the data encryption of IoT devices. The data transaction models in non-encrypted and encrypted. The data also transmit over a multi-input single-output (MISO) wireless channel and will be analyzed by a packet sniffing tool. The result shows the encryption of data transactions has successfully delivered to the receiver at a maximum distance of 60m with the receiver sensitivity of esp8266 is -72dBm.*

**Keywords:** *IoT, MISO, esp8266, encrypt, packet, sniffing.*

### PENDAHULUAN (Arial 11, Bold, spasi 1,5, spacing before 12 pt, after 6 pt)

Pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi fokus implementasi wireless sensor network (WSN). Teknologi tersebut memberikan kontribusi dalam hal sistem monitoring dan kontrol. Beberapa penerapan sistem monitoring dan kontrol WSN dalam sektor pertanian antara lain monitoring dampak pertanian kualitas air (Zia dkk, 2013), monitoring pengaturan distribusi pengairan pada lahan pertanian (Li et al, 2006) (Bouleau et al, 2015), monitoring pertanian lahan kering berbasis multimedia (rantelobo et al, 2021)

Selain berfokus pada monitoring data dan kontrol perangkat elektronik, saat ini beberapa riset WSN memberikan kontribusi dalam hal otentikasi data. Beberapa riset mulai mempertimbangkan perangkat IoT pabrikan dengan memiliki keterbatasan memori dan media penyimpanan serta akses konektivitas jaringan. Perkembangan penelitian mengenai otentikasi keamanan data pada perangkat IoT terlihat pada tabel 1. Terlihat pada tabel penggunaan perangkat IoT pabrikan arduino, espressif, serta raspberry pi menjadi pilihan objek perangkat pengujian untuk masing-masing topik.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Tabel 1 Beberapa Penelitian Mengenai Otentikasi dan Keamanan Data Perangkat IoT

No	Topik	Kontribusi	Perangkat IoT	Tahun
1	<i>Authentication of IoT device and IoT server using secure vaults</i> (Sha et al, 2018)	Mekanisme Otentikasi Multi Key/ Multi Password	Arduino	2018
2	Design and Implementation of IoT Based Smart Laboratory(Poongothai et al, 2018)	Data Publish-subscribe MQTT	Espressif esp8266 Raspberry pi	2018
3	Investigation of the IoT Device Lifetime with Secure Data Transmission(Kuzminykh et al, 2019)	Efek Kriptografi pada konsumsi daya	Arduino Mega 2560	2019
4	Implementasi Challenge Response Authentication Mechanism (Cram) Untuk Keamanan Transaksi Perangkat lot(Lami et al, 2021)	Client-Server Otentikasi AES	Esp8266 Esp32	2021

Perangkat esp8266 maupun esp32 pabrikan espressif memiliki kelebihan dibanding arduino yaitu menyediakan fasilitas interkoneksi pada jaringan dalam satu modul yaitu wlan dan bluetooth(A. Kurniawan, 2019). Karakteristik Perangkat wifi esp8266 terlihat pada tabel 2.

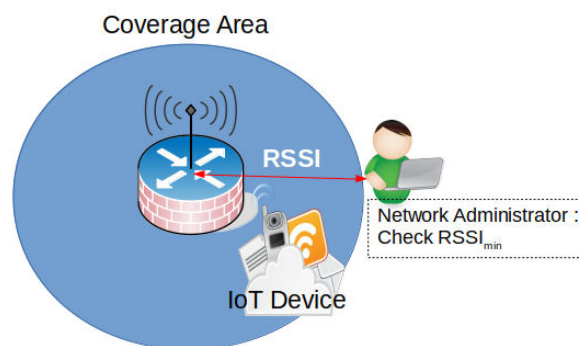
Tabel 2. Parameter Esp8266 (ESP8266EX Datasheet , 2021)

Kategori	Item	Parameter
Wifi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
	Channel	1-14
	TX Power	802.11 b: +20 dBm 802.11 g: +17 dBm 802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps) 802.11 g: -75 dbm (54 Mbps) 802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip 2dBi
Software	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming

Berdasarkan trend perkembangan penelitian IoT pada tabel 1 dan ketersediaan perangkat pendukung IoT maka pada penelitian ini akan memodelkan implementasi data terenkripsi perangkat IoT multi terminal.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

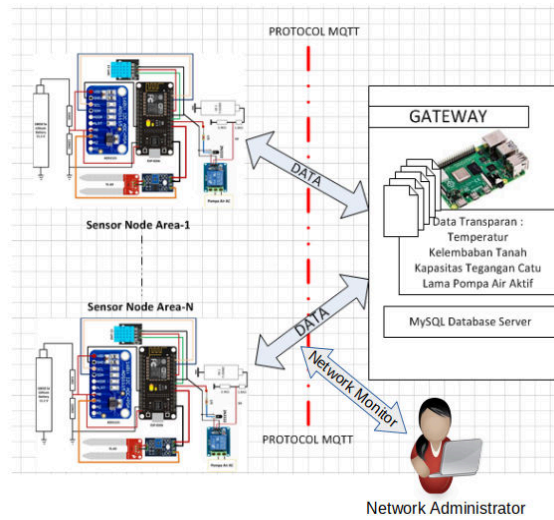
Penelitian ini memiliki dua fokus penelitian yaitu mendisaian sistem embeded untuk melakukan pengukuran kualitas sinyal RSSI antara sensor node (gambar 1.) dan mendisain sistem untuk mengamankan data transaksi antara sensor node (gambar 2).



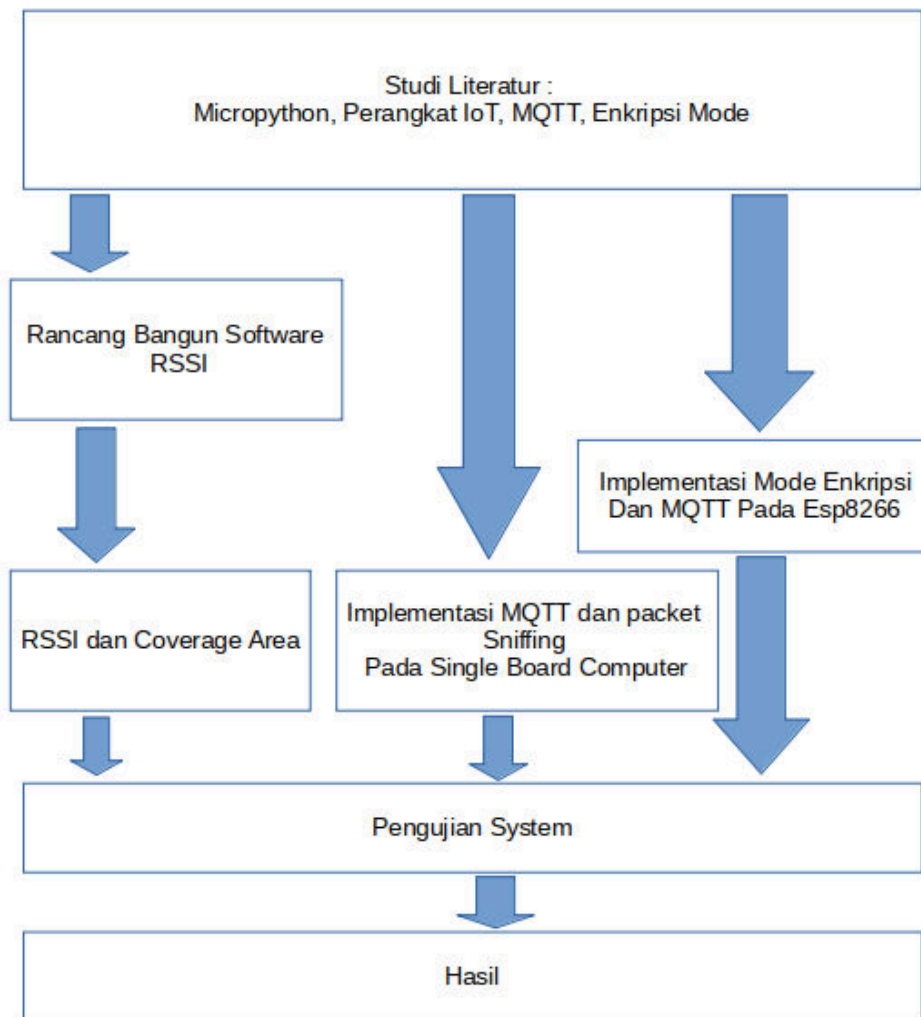
*Gambar 1 Jarak maksimum Gateway dan Node Client*

Berdasarkan gambar 1 dan 2, sebuah akses point berfungsi untuk menghubungkan antara sensor node esp8266 dan gateway. Akses point memiliki spesifikasi (2x2, MIMO) yang bekerja pada mode 802.11b/g/n dengan sensitifitas penerimaan sebesar -28dBm(Zte.com.cn. 2021). Pada sisi sensor node esp8266 hanya memiliki sebuah antena dengan gain sebesar 2dBi. Oleh karena jumlah antena pada pemancar dan penerima yang berbeda maka model sistem ini merupakan sebuah model multi input single output yang bekerja pada frekuensi 2.4GHz.

Gambar 2 menginformasikan penggunaan MQTT sebagai protokol komunikasi antar sensor node seperti yang dilakukan pada penelitian ke-2 pada tabel 1. Penelitian ini mencoba mengembangkan model transaksi data MQTT terenkripsi dengan menempatkan sebuah single board computer sebagai pusat data aktifitas sensor node. Aktifitas penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2: Model Komunikasi antar Sensor Node



Gambar 3: Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan metodologi penelitian maka penelitian ini diawali dengan mengembangkan sebuah perangkat lunak untuk mengukur kualitas sinyal antara sensor node dan gateway. Skenario pengujian tersebut terlihat pada gambar 2. Jarak referensi pengukuran antar sensor nodes dan akses point adalah 1 m. Gambar 4 merupakan perangkat lunak pada esp8266 sedangkan tabel 3 merupakan hasil pengukuran pada beberapa titik yang terpilih secara acak.

```
Shell x
.
signal_quality -42 dBm
(Ip ('192.168.1.6', '255.255.255.0', '192.168.1.1', '192.168.1.1'))
signal_quality -42 dBm
(Ip ('192.168.1.6', '255.255.255.0', '192.168.1.1', '192.168.1.1'))
```

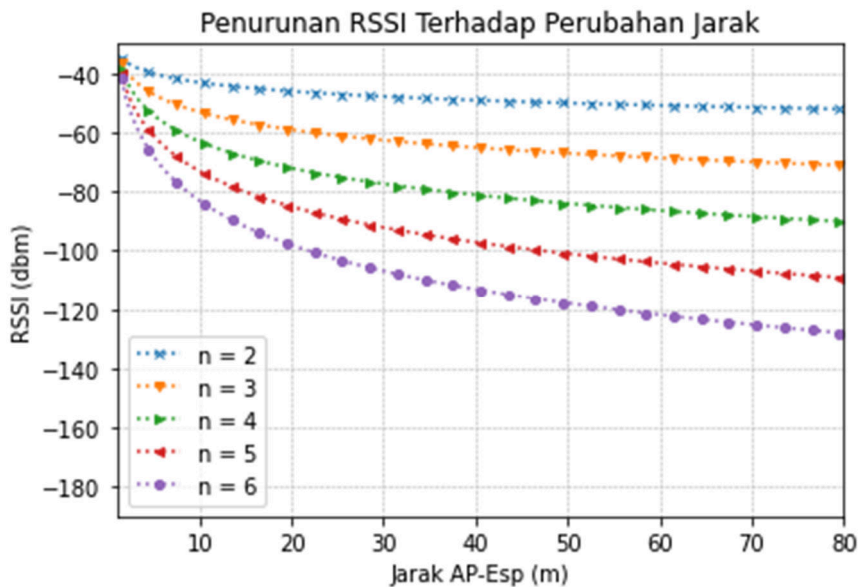
Gambar 4 Tampilan Shell Perangkat Lunak

Tabel 3. Hasil Pengukuran RSSI

Jarak Link Esp-client dan Gateway (m)	RSSI (dBm)
0.6	$-33 \leq RSS \leq -31$
1	-33
3	$-35 \leq RSSI \leq -33$
6	$-64 \leq RSSI \leq -62$
9	$-53 \leq RSSI \leq -50$
15	$-56 \ll -59$
30	$-64 \leq RSSI \leq -62$
<i>Jarak</i> $\gg 31$	<i>RSSI</i> $\ll -65$

Terlihat pada tabel pada jarak referensi  $d_0$  sebesar 1 m diperoleh hasil pengukuran rssi sebesar 33 dBm. Nilai ini akan dipakai sebagai inputan persamaan untuk mengetahui nilai RSSI dengan beberapa eksponensial rugi lintasan sebesar 2,3,4,5, dan 6. Nilai eksponensial rugi lintasan tersebut sebagai referensi nilai rssi pada propagasi simyal dalam keadaan lingkungan transmisi yang berbeda. Hasil plot sinyal terlihat pada gambar 5 untuk nilai eksponensial rugi lintasan yang berbeda. Menurut tabel datasheet esp8266, komunikasi antara perangkat ini dan gateway dapat berlangsung maksimal pada daerah lahan pertanian dalam jarak hingga 60 meter

(n=2) dengan rssi sebesar -72dbm. Untuk luasan melebihi jarak 60 meter maka dibutuhkan penambahan AP sebagai transceiver agar antara server dan client dapat saling menerima data.



Gambar 5. Dampak Pertambahan Jarak AP-Esp Terhadap RSSI

Setelah memodelkan penurunan kualitas sinyal RSSI maka langkah selanjutnya adalah memodelkan enkripsi dan dekripsi data antara esp-client dan gateway. Data yang dikirimkan antara lain data kelembaban, data temperatur, data status motor, dan data status relay.

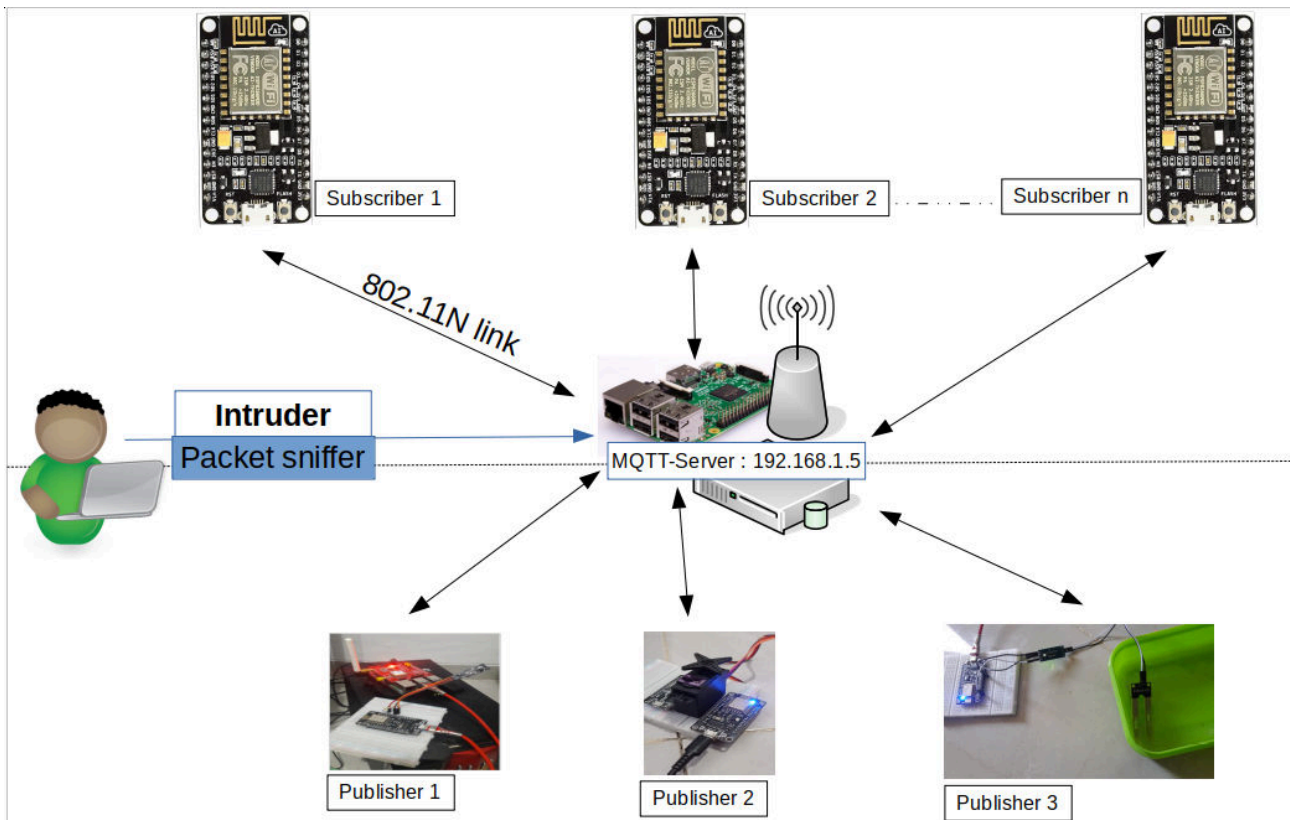


Gambar 6 Konfigurasi Perangkat IoT

Pengujian mekanisme transaksi data diawali dengan melakukan monitoring data yang dikirim oleh setiap sensor node dalam keadaan tidak terekripsi. Sebuah single board computer bertugas sebagai network administrator untuk melihat dan menganalisis setiap paket data yang melintasi jaringan nirkabel dari model sistem ini. Selain network administrator, terdapat sebuah server yang bertugas sebagai data center tiap hasil penginderaan tiap sensor. Server tersebut merupakan MQTT server yang bertugas mempublikasi data tiap sensor node yang terdaftar pada jaringan.



Terlihat pada gambar 7 sebuah server MQTT dengan IP 192.168.1.5 bertugas sebagai broker untuk melayani transaksi data antara subscriber dan publisher. Pada kondisi tersebut melalui packet sniffer, intruder berhasil melihat data publisher 1 yang terlihat pada gambar 8 dan 9. Protokol MQTT dan TCP merupakan protokol komunikasi yang digunakan antara publisher 1 dan server. Protokol mqtt mensyaratkan topik dalam melakukan komunikasi sesama client dalam satu broker. Namun skenario pada gambar 10 membuktikan bahwa ketika data transaksi tidak terenkripsi maka intruder pada jaringan dapat mengetahui seluruh data yang ditransmisikan menuju broker dalam hal ini topic maupun message.



Gambar 7. Konfigurasi Multi Client IoT antar Sensor Node dan MQTT-Server

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	0.756901885	192.168.1.6	192.168.1.5	MQTT	91	Publish Message [no_encrypt]
5	0.756994717	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 16706 [ACK] Seq=1 Ack=38 Win=64113 Len=0
40	22.636654101	192.168.1.6	192.168.1.5	MQTT	91	Publish Message [no_encrypt]
41	22.636703434	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 16706 [ACK] Seq=1 Ack=75 Win=64076 Len=0

Gambar 8. Data Record antar Sensor Node dan MQTT-Server

```

Header Flags: 0x30, Message Type: Publish Message, QoS Level: At most once delivery (Fire and Forget)
Msg Len: 35
Topic Length: 10
Topic: no_encrypt
Message: Temperatur terukur 25^c
    
```

Gambar 9. Data Topic dan Message Tidak Terenkripsi

Pengujian delanjutnya adalah mekanisme data terenkripsi antara client dan gateway. Prosesnya terlihat pada gambar 10 dengan protokol komunikasi mqtt dan enkripsi messagenya



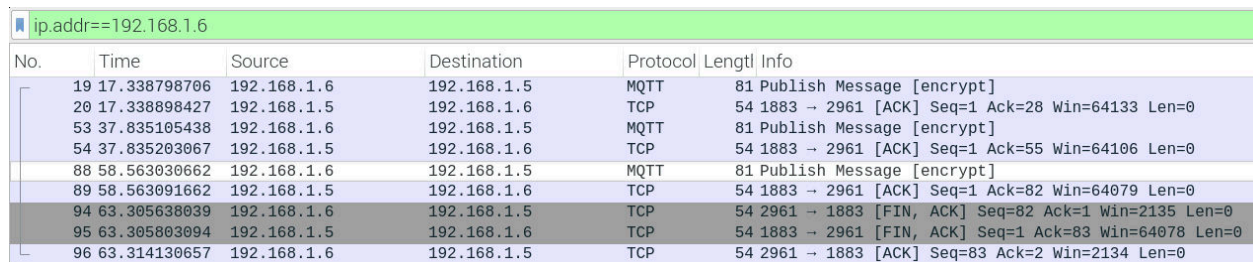
## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

adalah advanced encryption standard (AES). Plain text pada pengujian ini adalah informasi yang dikirimkan oleh tiap esp-client subscriber dengan topic "notification". Berikut ini adalah hasil pengujian yang ditampilkan oleh gambar 11 dan 12.

```
Plain Text: b'Motor aktif'  
Connection successful  
( '192.168.1.6', '255.255.255.0', '192.168.1.1', '192.168.1.1')  
Connected to 192.168.1.5 MQTT broker, subscribed to b'notification' topic
```

Gambar 10. Informasi Terkirim pada Shell esp-client subscriber



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
19	17.338798706	192.168.1.6	192.168.1.5	MQTT	81	Publish Message [encrypt]
20	17.338898427	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 2961 [ACK] Seq=1 Ack=28 Win=64133 Len=0
53	37.835105438	192.168.1.6	192.168.1.5	MQTT	81	Publish Message [encrypt]
54	37.835203067	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 2961 [ACK] Seq=1 Ack=55 Win=64106 Len=0
88	58.563030662	192.168.1.6	192.168.1.5	MQTT	81	Publish Message [encrypt]
89	58.563091662	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 2961 [ACK] Seq=1 Ack=82 Win=64079 Len=0
94	63.305638039	192.168.1.6	192.168.1.5	TCP	54	2961 → 1883 [FIN, ACK] Seq=82 Ack=1 Win=2135 Len=0
95	63.305803094	192.168.1.5	192.168.1.6	TCP	54	1883 → 2961 [FIN, ACK] Seq=1 Ack=83 Win=64078 Len=0
96	63.314130657	192.168.1.6	192.168.1.5	TCP	54	2961 → 1883 [ACK] Seq=83 Ack=2 Win=2134 Len=0

Gambar 11. Data Record Protokol Komunikasi MQTT Subscriber dan Broker

```
[PDU Size: 27]  
MQ Telemetry Transport Protocol, Publish Message  
  Header Flags: 0x30, Message Type: Publish Message, QoS Level: At most once delivery (Fire and Forget)  
  Msg Len: 25  
  Topic Length: 7  
  Topic: encrypt  
  Message: \360u\bP\017\300\327\364\220\257W\356y\232\b
```

Gambar 12. Data Topic dan Message Terenkripsi

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menentukan coverage area berdasarkan perubahan RSSI terhadap pertambahan jarak dan sensitivitas penerimaan minimum perangkat esp8266. Pada nilai eksponensial pathloss sebesar 2 diperoleh jarak jangkauan maksimum antara perangkat esp8266 dan aksespoint sebesar 60m.

Implementasi data terenkripsi antar sensor node IoT berhasil dimodelkan dimana data yang terkirim menggunakan standar AES tidak terbaca sebagai karakter data asli pada sisi intruder. Untuk itu data hanya bisa terbaca pada penerima yang memiliki key yang sama dengan pemancar.

## DAFTAR PUSTAKA

Bouleau, C. R., Baracchini, T., Barrenetxea, G., Repetti, A., & Bolay, J. C. (2015). Low-cost wireless sensor networks for dryland irrigation agriculture in Burkina Faso. In *Technologies for Development* (pp. 19-31). Springer, Cham.

"ESP8266EX Datasheet Espressif.com, 2021." [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf). [Accessed: 12 October 2021].

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

“ESP8266EX Datasheet Espressif.com. 2021.” [online] Available at: <[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266\\_wifi\\_channel\\_selection\\_guidelines\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp8266_wifi_channel_selection_guidelines_en.pdf)> [Accessed 12 October 2021].

Kurniawan, A. (2019). *Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32*. Packt Publishing Ltd.

Kuzminykh, I., Carlsson, A., Yevdokymenko, M., & Sokolov, V. (2019). Investigation of the IoT device lifetime with secure data transmission. In *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems* (pp. 16-27). Springer, Cham.

Lami, H. F., & Pella, S. I. (2021). IMPLEMENTASI CHALLENGE RESPONSE AUTHENTICATION MECHANISM (CRAM) UNTUK KEAMANAN TRANSAKSI PERANGKAT IoT. *Jurnal Media Elektro*, 15-21.

Li, Y., Wang, Z., & Song, Y. (2006, June). Wireless sensor network design for wildfire monitoring. In *2006 6th World Congress on Intelligent Control and Automation* (Vol. 1, pp. 109-113). IEEE.

Poongothai, M., Subramanian, P. M., & Rajeswari, A. (2018, April). Design and implementation of IoT based smart laboratory. In *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (pp. 169-173). IEEE.

Rantelobo, K., Lami, H. F. J., Louk, A. C., Bernandus, B., & Olviana, T. (2021, September). Design implementation of wireless multimedia sensor networks for dryland agriculture. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2017, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.

Shah, T., & Venkatesan, S. (2018, August). Authentication of IoT device and IoT server using secure vaults. In *2018 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications/12th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering (TrustCom/BigDataSE)* (pp. 819-824). IEEE.

Zia, H., Harris, N. R., Merrett, G. V., Rivers, M., & Coles, N. (2013). The impact of agricultural activities on water quality: A case for collaborative catchment-scale management using integrated wireless sensor networks. *Computers and electronics in agriculture*, 96, 126-138.

Zte.com.cn. 2021. *ZXHN F660 : N300 Gigabit GPON Gateway - ONT - ZTE Product*. [online] Available at: <<https://www.zte.com.cn/global/products/access/Smarthome/ONT/ZXHN-F660>> [Accessed 12 October 2021].

## **Analisa Kinerja Perangkat Oscillating Water Column (OWC) dengan Pemodelan Sistem Mekanik Satu Derajat Kebebasan**

### ***Performance Analysis of Oscillating Water Column (OWC) Device with One Degree of Freedom Mechanical System Modeling***

**Jahirwan Ut Jasron**

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl, Adisucipto Penfui, Kupang, NTT, Indonesia  
e-mail: [jahirwan.jasron@staf.undana.ac.id](mailto:jahirwan.jasron@staf.undana.ac.id)

#### **ABSTRAK**

Oscillating Water Column (OWC) adalah jenis perangkat yang telah banyak digunakan dalam konversi energi gelombang laut. Perangkat ini membangkitkan energi listrik dari naik turunnya air akibat gelombang laut yang masuk ke dalam ruang udara yang menyebabkan terjadinya kenaikan tekanan udara sehingga dapat menggerakkan turbin. Berbagai variable penelitian dan pemodelan serta analisa yang sudah dilakukan sampai pada pendekatan model sistem mekanis satu derajat kebebasan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kinerja perangkat dengan menganalisis pengaruh dari faktor karakteristik gelombang  $kh$  dan faktor rasio bukaan saluran masuk  $c/h$  dalam hubungannya dengan perubahan efisiensi penyerapan energi gelombang. Penelitian ini akan menggunakan metode eksperimen nyata dengan menguji model rancangan perangkat oscillating water column (OWC) yang merupakan validasi analisa numerik dengan pemodelan sistem mekanik satu derajat kebebasan yang diolah dengan bantuan software MATLAB Simulink. Eksperimen dilakukan dengan empat kedalaman air pada kanal terbuka, dan sembilan periode gelombang yang dibangkitkan oleh wave maker type piston. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan penyerapan energi gelombang sangat dipengaruhi oleh frekuensi gelombang dan frekuensi alamiah perangkat yang merupakan fungsi dari factor karakteristik gelombang serta besarnya gaya yang bekerja pada saluran masuk sebagai fungsi dari factor  $c/h$ .

**Kata Kunci:** OWC, energi gelombang, simulink.

#### **ABSTRACT**

*Oscillating Water Column (OWC) is a device widely used in ocean wave energy conversion. This device generates electrical energy from the rise and fall of water due to ocean waves entering the air space, which causes an increase in air pressure to drive a turbine. Various research and modelling variables and analyzes that were carried out have arrived at a mechanical system model approach of one degree of freedom. This study aims to obtain the device's performance by analyzing the effect of the  $kh$  wave characteristic factor and the  $c/h$  inlet opening ratio factor concerning changes in the absorption efficiency of wave energy. This study will use an actual experimental method by testing the design model of the oscillating water column (OWC) device, which is a validation of numerical analysis by modelling a mechanical system of one degree of freedom processed with the help of MATLAB Simulink software. Experiments were carried out with four water depths in an open channel and nine wave periods generated by a piston-type wavemaker. The results showed changes in wave energy absorption strongly influenced by the wave frequency and the natural frequency of the device, which is a function of the wave characteristic factor and the magnitude of the force acting on the inlet as a function of the  $c/h$  factor.*

**Keywords:** OWC, wave energy, simulink.

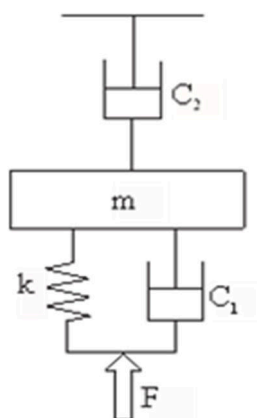
## PENDAHULUAN

OWC adalah konsep yang menarik untuk konversi energi gelombang laut karena pada tingkat praktis hanya memiliki beberapa komponen yang bergerak dan tidak ada bagian yang bergerak di dalam air. Perangkat ini dapat digunakan dalam berbagai bentuk kolom dan dapat ditempatkan di garis pantai, dekat pantai, atau mengambang di area lepas pantai. Efisiensi konversi OWC secara umum tergantung pada karakteristik gelombang laut dan parameter bentuk dari peralatan dan sistem saluran. Biaya energi yang dihasilkan dari gelombang adalah salah satu masalah utama yang dihadapi dalam pengembangan industri wave energy converter (WEC). Beberapa solusi telah diperkenalkan sejauh ini untuk mengatasi tantangan pengurangan biaya produksinya. Dalam hal ini, berbagai desain WEC mengupayakan peningkatan kinerja perangkat. Eksploitasi WEC di platform multiguna (misalnya mewujudkan konverter energi gelombang jenis OWC digabungkan dengan pemecah gelombang) bisa menjadi solusi yang tepat. Selanjutnya, produksi simultan dari energi dari berbagai sumber terbarukan di area yang sama (mis. penggabungan turbin angin terapung dengan konverter energi gelombang), juga dapat menyebabkan pengurangan biaya produksi energi. Beberapa jenis konverter energi gelombang berisi kolom tunggal yang tereksitasi oleh aksi gelombang yang datang yang menjadi energi kinetik dari mode osilasi ini akhirnya diubah menjadi listrik melalui unit power take-off (PTO). Perlu diperhatikan bahwa massa air tertutup di kolom perangkat Oscillating Water Column (OWC) bertindak sebagai sistem massa tunggal dan gerakan osilasi yang juga merupakan gerak massa ini akan mendorong udara menuju ke turbin.

Di antara berbagai jenis perangkat WEC yang telah dirancang, perangkat OWC adalah salah satu dari sedikit konsep yang berhasil dibangun dan dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik dari gelombang laut. Dalam beberapa penelitian, kinerja berbagai jenis perangkat OWC telah diselidiki secara luas untuk mengeksplorasi mekanisme produksi energi. Seperti, Lopez et al. menyelidiki pengaruh redaman turbin serta kondisi pasang surut dan karakteristik gelombang pada kinerja perangkat OWC. Falcao dan Henrique memperkenalkan tinjauan dan penyelidikan komprehensif tentang pengaruh geometri, hidrodinamik, termodinamika dan aerodinamis dalam pengujian model perangkat OWC. Falcao dkk. dan Sheng dkk. memperkenalkan pendekatan domain waktu nonlinier untuk mengevaluasi pengaruh sistem power take off nonlinier yang mempengaruhi karakteristik gerak dan kinerja perangkat konverter energi gelombang. Ning dkk. menyelidiki kinerja hidrodinamik dari perangkat energi gelombang OWC menggunakan HOBEM nonlinier.

Pada penelitian ini, perangkat konverter energi gelombang dimodelkan sebagai sistem osilasi satu derajat kebebasan untuk menentukan efisiensi model sehubungan dengan parameter yang umum digunakan dalam analisis getaran. Perlu dicatat bahwa dalam jenis umum dari konverter energi gelombang, daya gelombang datang pada awalnya diubah menjadi jenis daya mekanis, hidrolik atau pneumatik dan kemudian pada tingkat proses konversi energi berikutnya, daya yang dimanfaatkan akhirnya diubah menjadi listrik. Efisiensi utama perangkat adalah rasio daya yang

diserap dari gelombang dengan daya gelombang datang. Model dari konverter energi gelombang dianggap sebagai sistem getaran satu derajat kebebasan dan selanjutnya memperkirakan besarnya efisiensi perangkat. Sistem mekanik satu derajat kebebasan, dalam hal ini dianggap sebagai model sederhana dari konverter energi gelombang ditunjukkan pada Gambar. 1.



Gambar 1. Sistem mekanik satu derajat kebebasan sebagai model perangkat WEC

Parameter  $m$  mewakili massa kolom air yang berosilasi termasuk juga massa tambahan dan  $k$  adalah koefisien gaya pemulih linier, yang terutama berhubungan dengan gaya hidrostatis. Unit PTO perangkat diasumsikan bertindak linier terhadap gerakan perangkat yang diwakili oleh koefisien konstan  $C_1$ . Gaya dalam fungsi waktu yang bekerja pada perangkat WEC karena interaksi hidrodinamik diilustrasikan oleh parameter  $F$  yang memaksakan gerakan osilasi pada perangkat dalam arah sumbu  $y$ , sedangkan  $C_2$  sama dengan koefisien redaman PTO yang merupakan fungsi gaya yang berasal dari tekanan udara pada kolom udara. Contoh untuk sistem WEC satu derajat kebebasan dapat berupa perangkat OWC jenis konvensional. Persamaan gerak dinamis perangkat diturunkan dalam studi penelitian sebelumnya oleh Wang et al. [9,10]. Mereka memperkirakan suku-suku persamaan dinamik yang bersesuaian dengan memecahkan masalah hidrodinamika yang bersesuaian dengan menggunakan metode elemen hingga 3D.

Tujuan utama dari bagian studi ini adalah untuk mengeksplorasi secara analitis fenomena yang mungkin mengarah pada peningkatan kinerja (misalnya terjadi kondisi resonansi). Pendekatan model sistem mekanis satu derajat kebebasan ini diharapkan dapat mengungkap perubahan tekanan pada kolom udara sebagai parameter untuk menganalisis peningkatan kinerja perangkat OWC yang bersesuaian dengan hasil pengujian eksperimental.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Kanal terbuka dengan dimensi 9000 x 500 x 600
- b. Wave maker model torak

- c. Perangkat OWC dengan dimensi 250 x 250 x 520
- d. Sensor Tekanan Udara
- e. Sensor Tinggi Gelombang
- f. Sensor Kecepatan Udara

### **Prosedur Penelitian**

#### **a. Simulasi Model Sistem Mekanik Satu Derajat Kebebasan**

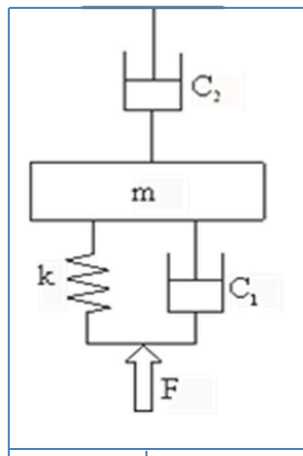
Model system mekanik satu derajat kebebasan disimulasi menggunakan software MATLAB Simulink. Model yang digunakan dianalogikan dengan pendekatan matematik seperti yang digambarkan pada gambar 2. Nilai yang paling sesuai untuk semua variabel diperoleh dengan melakukan perbandingan terhadap hasil eksperimen.

#### **b. Pengujian Perangkat OWC**

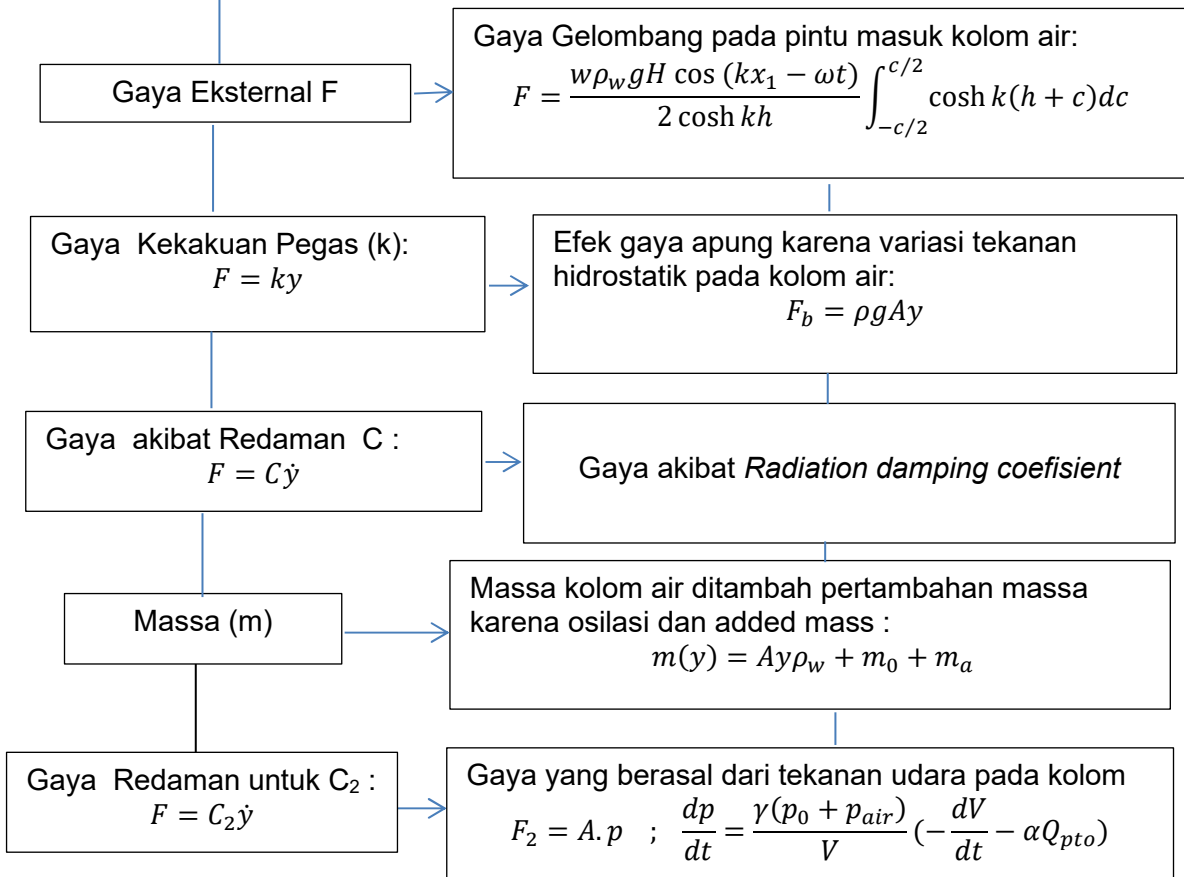
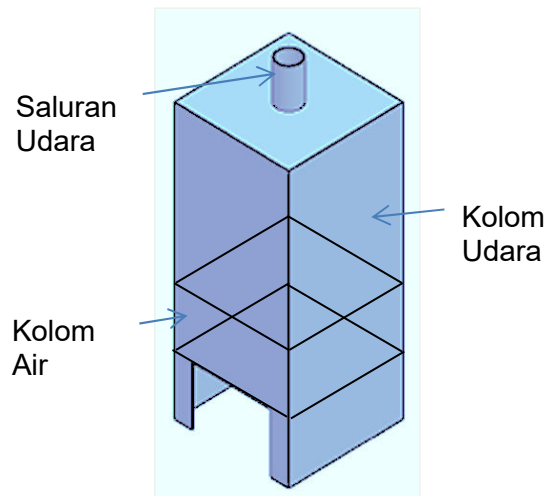
Pengujian dimulai dengan pemasangan alat uji yang dirangkai sesuai dengan fungsinya masing-masing. Semua alat uji yang terpasang harus sudah dipastikan telah berfungsi dengan baik. Untuk menghasilkan gelombang dengan amplitudo gelombang yang diinginkan atur kecepatan dan panjang langkah wave maker. Ukur panjang gelombang, tinggi gelombang, dan periode gelombang yang dihasilkan. Tekanan air masuk untuk masing-masing kolom air diukur menggunakan pressure gauge yang waktu pengukurannya dilakukan pada periode gelombang yang sudah ditentukan. Perpindahan muka air akibat gelombang pada kolom udara diukur menurut skala yang terpasang pada perangkat. Perubahan tekanan udara pada kolom udara akibat perpindahan muka air diukur menggunakan pressure gauge yang waktu pengukurannya dilakukan bersamaan dengan pengukuran tekanan air masuk pada kolom air. Akibat perubahan tekanan udara pada kolom udara maka terjadi perpindahan udara dari kolom udara keluar melalui saluran buang yang kecepatan perpindahan udara diukur menggunakan anemometer.

Data hasil eksperimen ini di rekam pada tabel yang sudah disiapkan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik yang dibuat dengan fasilitas software Origin. Data hasil pengujian secara eksperimen merupakan validasi terhadap data hasil simulasi numerik.

Model Sistem Mekanik SDOF



Model Fisik OWC



Gambar 2. Skema analogi model sistem mekanik SDOF terhadap model fisik perangkat OWC

c. Efisiensi Perangkat OWC

Efisiensi perangkat OWC ditentukan berdasarkan perbandingan besar tenaga yang dihasilkan oleh gelombang pada bagian masuk perangkat ( $P_w$ ) terhadap besarnya tenaga yang diserap dari gelombang oleh perangkat OWC dimana tenaga yang dihasilkan gelombang ( $P_w$ ) dan yang diserap perangkat ( $P_{DCOWC}$ ) dinyatakan dengan persamaan:

$$P_{OWC} = \Delta P \cdot Q \quad (\text{watt}) \tag{1}$$

dimana :  $\Delta P = \left( \frac{\rho_a V_u^2}{2} \right)$

$$Q = V_u \left( \frac{\pi D^2}{4} \right), \text{ D = diameter saluran buang.}$$

Sedangkan  $P_w = \frac{\rho_w g^2}{32\pi} H^2 T \cdot w \quad (\text{watt}) \tag{2}$

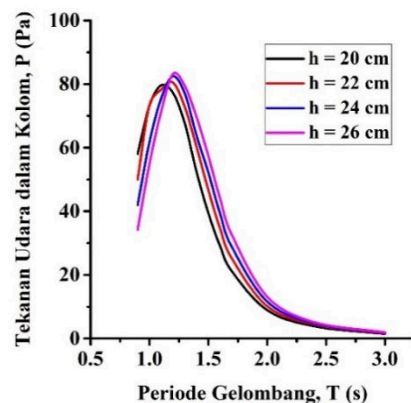
maka efisiensi perangkat DCOWC dinyatakan sebagai :

$$\eta_{DCOWC} = \frac{P_{DCOWC}}{P_w} \times 100\% \tag{3}$$

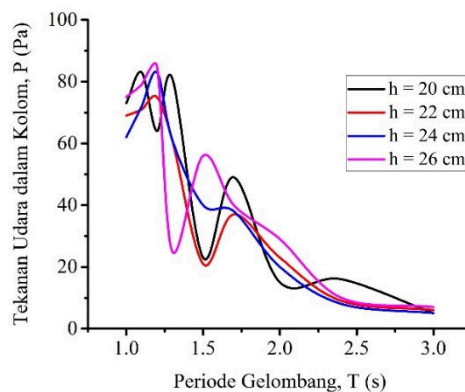
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Perubahan Tekanan Udara

Perubahan tekanan udara dalam kolom diperoleh dari hasil simulasi pemodelan sistem mekanik satu derajat kebebasan yang dieksekusi dengan software Simulink. Pada simulasi ini nilai untuk mass added dan coefisien damping radiation dianggap tetap untuk semua variasi kedalaman air. Hasil eksekusi untuk semua kedalaman air dan periode gelombang ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan perubahan tekanan udara hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik perubahan tekanan udara hasil simulasi

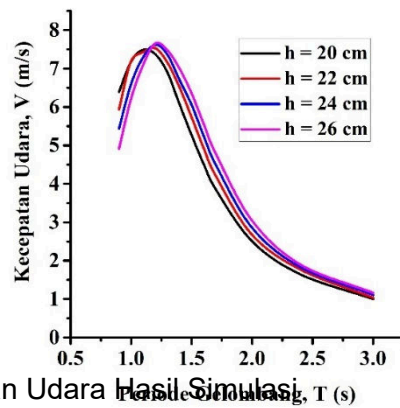


Gambar 4. Grafik perubahan tekanan udara hasil eksperimen

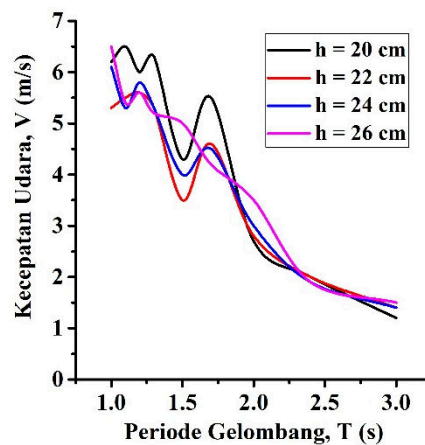
### b. Kecepatan Udara melalui Saluran Buang



Hasil simulasi perubahan kecepatan udara pada saluran buang sebagai akibat dari perubahan tekanan udara dalam kolom ditunjukkan pada Gambar 5, sedangkan hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 6. Kecepatan udara yang dimaksud adalah kecepatan udara yang melalui penampang saluran buang yang berbentuk silindris yang diletakkan pada bagian atas kolom udara.



Gambar 5. Grafik Kecepatan Udara Hasil Simulasi



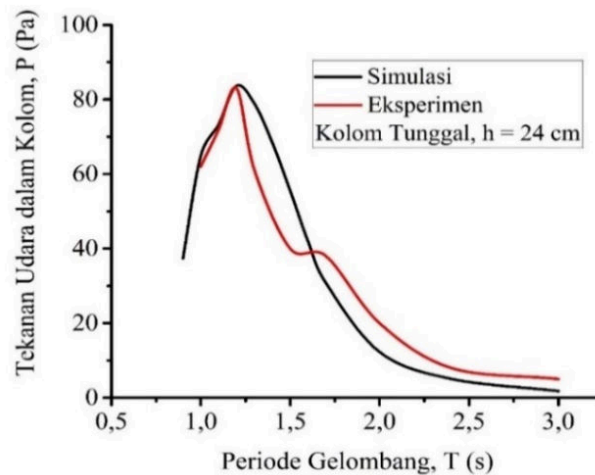
Gambar 6. Grafik Kecepatan Udara Hasil Eksperimen

### c. Perbandingan data hasil simulasi terhadap hasil eksperimen

Perubahan tekanan udara yang dihasilkan pada proses simulasi kemudian divalidasi kesesuaiannya dengan perubahan tekanan udara pada perangkat OWC hasil eksperimen. Sebagai contoh validasi, pada Gambar 7. disajikan perbandingan kurva hasil simulasi dan eksperimen untuk kasus kedalaman air ( $h$ ) = 24 cm. Terlihat bahwa kecenderungan perubahan tekanan udara menunjukkan kesesuaian walaupun terjadi perbedaan nilai. Perbedaan nilai yang terjadi antara hasil simulasi dan eksperimen disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Kemampuan sensor yang masih rendah dalam membaca perubahan tekanan udara maupun kecepatan udara sehingga terjadi noise atau gangguan terhadap sinyal yang harusnya diteruskan oleh sensor ke data logger.

2. Terjadinya gelombang balik pada perangkat uji yang menyebabkan ketidakstabilan karakteristik gelombang untuk rentang waktu pengambilan data.



Gambar 7. Perbandingan hasil simulasi dan eksperimen untuk tekanan udara dalam kolom

Pada perbandingan nilai simulasi dan eksperimen ini, untuk masing-masing kedalaman air ( $h$ ), nilai mass added ( $m_a$ ) dan koefisien redaman radiasi ( $C$ ) diperoleh berdasarkan nilai maksimum tekanan udara dalam kolom hasil eksperimen seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Nilai pada tabel ini kemudian dijadikan acuan untuk melakukan analisis pengaruh penambahan kolom air terhadap perubahan tekanan udara dalam kolom pada perangkat OWC dan selanjutnya menjadi parameter untuk analisis kinerja perangkat.

Tabel 1. Mass added dan koefisien redaman radiasi untuk simulasi model OWC

Kedalaman air (h) (cm)	$m_a$ (kg)	$C$ (N s/m)
20	15,57	37,66
22	15,29	38,19
24	15,29	38,46
26	15,57	37,66
<b>Rata-rata</b>	<b>15,43</b>	<b>37,99</b>

Sumber: Data asli yang diolah

#### d. Analisis Kinerja Perangkat OWC dengan Model Sistem Mekanik Satu Derajat Kebebasan

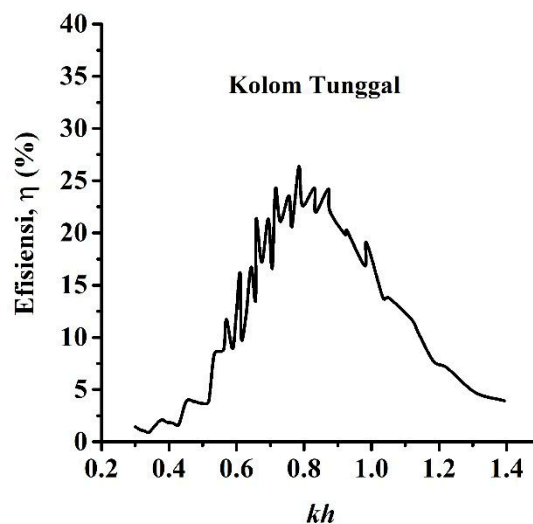
Kinerja perangkat OWC adalah kemampuan perangkat untuk menyerap energi gelombang sehingga terjadi osilasi permukaan kolom air yang menyebabkan perubahan tekanan udara di dalam kolom dan berakibat terjadinya perubahan kecepatan udara keluar saluran buang udara. Kinerja OWC dihitung berdasarkan persamaan 3. yaitu perbandingan besar tenaga yang dihasilkan oleh

gelombang pada bagian masuk perangkat ( $P_w$ ) terhadap besarnya energi yang diserap dari gelombang oleh perangkat OWC ( $P_{OWC}$ ).

Untuk mendapatkan gambaran yang berlaku umum terhadap perubahan efisiensi perangkat maka akan dibahas faktor-faktor yang mempengaruhinya dalam bentuk faktor non dimensional karakteristik gelombang  $kh$  dan ratio luas bukaan saluran masuk terhadap kedalaman air ( $c/h$ ).

### 1. Pengaruh faktor karakteristik gelombang $kh$ terhadap perubahan efisiensi perangkat

Pada Gambar 8. dapat dilihat bahwa penyerapan energi gelombang oleh perangkat OWC yang terbaik terjadi pada rentang  $kh$  0,7-0,9 dengan efisiensi berkisar antara 23 sampai 25 %. Hal ini menjelaskan bahwa faktor karakteristik gelombang memegang peranan penting untuk proses penyerapan energi gelombang. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Sundar dkk., diungkapkan bahwa penyerapan maksimum energi gelombang terjadi pada  $h/L$  sekitar 0,131 atau  $kh = 0,8$ . Penyerapan energi maksimum terjadi sangat erat hubungannya dengan perubahan massa kolom air sebagai fungsi dari kedalaman air dimana massa kolom air merupakan penentu utama perubahan frekuensi alamiah dari perangkat OWC. Perubahan frekuensi alamiah perangkat selanjutnya akan menentukan peristiwa resonansi yaitu Ketika frekuensi alamiah perangkat mempunyai nilai yang sama dengan frekuensi gelombang yang masuk kedalam perangkat. Peristiwa resonansi inilah yang memicu osilasi kolom air menjadi semakin besar sehingga efisiensi perangkat akan menjadi semakin besar.

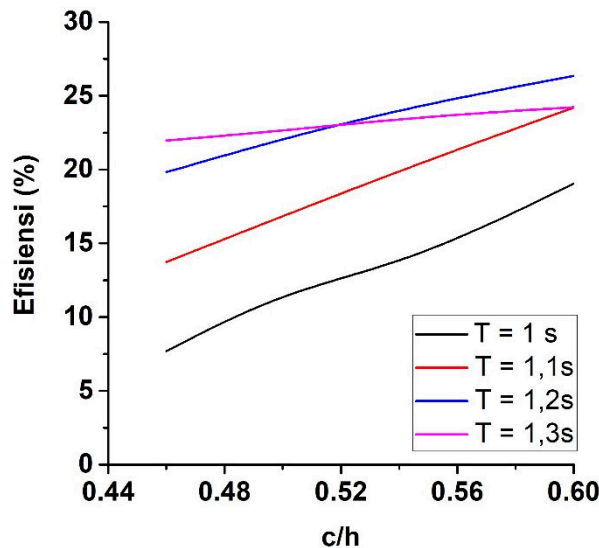


Gambar 8. Faktor  $kh$  terhadap perubahan efisiensi perangkat OWC

### 2. Pengaruh faktor $c/h$ terhadap perubahan efisiensi perangkat

Gambar 9 menunjukkan bahwa pola perubahan penyerapan daya oleh perangkat OWC. Grafik tersebut mengindikasikan kemampuan perangkat dalam menyerap gaya hidrostatis yang bekerja pada saluran masuk kolom. Secara teoritis dapat dijelaskan bahwa semakin besar saluran masuk dan semakin besar kedalaman air maka semakin besar gaya yang terjadi. Karena

itu peran besar rasio bukaan saluran masuk ( $c/h$ ) menjadi sangat penting karena ternyata bahwa semakin besar ratio  $c/h$  maka kemampuan perangkat untuk menyerap daya gelombang semakin besar pula.



Gambar 9. Faktor  $c/h$  terhadap perubahan efisiensi perangkat OWC

Selanjutnya dapat dilihat bahwa penyerapan energi terbesar terjadi pada periode gelombang ( $T$ ) 1,2 s dengan efisiensi penyerapan sebesar 26,35 %. Dean dkk. dalam bukunya tentang mekanika gelombang air menjelaskan bahwa gaya yang bekerja pada struktur sangat ditentukan oleh tekanan dinamis disekitarnya. seperti yang diekspresikan pada persamaan 4.

$$p(x, z, t) = \frac{\rho g H \cosh k(h+z)}{2 \cosh kh} \cos(kx - \omega t) \tag{4}$$

Persamaan 4. menunjukkan bahwa tidak ada variasi tekanan dinamis dalam arah  $y$ . Hal ini menjelaskan bahwa tekanan dinamis hanya ditentukan oleh tinggi dan panjang gelombang saja. Untuk luasan tertentu saluran masuk kolom air perangkat OWC, gaya tekan total pada saluran masuk ( $F$ ) dinyatakan sebagai persamaan 5.

$$F = \frac{w \rho_w g H \cos(kx - \omega t)}{2 \cosh kh} \int_{-c/2}^{c/2} \cosh k(h+c) dc \tag{5}$$

dimana  $w$  dan  $c$  adalah lebar dan tinggi saluran masuk sedangkan  $x$  adalah lokasi gaya tekan. Dari persamaan di atas terlihat dengan jelas bahwa rasio bukaan saluran ( $c/h$ ) akan sangat mempengaruhi besarnya gaya tekan yang bekerja pada saluran masuk. Selain itu perlu juga dicermati bahwa karena gaya tekan tersebut bekerja menurut panjang kolom maka posisi titik kerja gaya tekan juga turut mempengaruhi besarnya gaya tekan tersebut.

## KESIMPULAN

Perubahan kinerja perangkat OWC yang dianalisis berdasarkan model system mekanik satu derajat kebebasan menunjukkan bahwa penyerapan energi maksimum terjadi sangat erat

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

hubungannya dengan perubahan massa kolom air sebagai fungsi dari kedalaman air dimana massa kolom air merupakan penentu utama perubahan frekuensi alamiah dari perangkat OWC. Selanjutnya diperoleh bahwa penyerapan energi terbesar terjadi pada periode gelombang (T) 1,2 s dengan efisiensi penyerapan sebesar 26,35 %. Kondisi ini berkaitan langsung dengan rasio bukaan saluran ( $c/h$ ) yang sangat mempengaruhi besarnya gaya tekan yang bekerja pada saluran masuk perangkat OWC.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ning D.Z., Wang, R.Q., Zou, Q.P., & Teng, B., 2016, An experimental investigation of hydrodynamics of a fixed OWC wave energy converter. *Applied Energy* 168 : 636 - 648.
- Ning D., Wang R., Chen L., & Sun K., 2019, Experimental investigation of a land-based dual-chamber OWC wave energy converter, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 105 (1): 48–60.
- Sheng, W., Alcom, R., & Lewis, A., 2013, On thermodynamics on primary power conversion of oscillating water column wave energy converters, *Journal Of Renewable and sustainable Energy*, 5, 023105.
- Falcao Antonio, F.O., & Henriques Joao C.C., 2016, Oscillating-water-column wave energy converters and air turbines: A review, *Renewable Energy*, 85 : 1391-14
- Lopez, I., Castro, A., & Iglesias, G., 2015, Hydrodynamic performance of an oscillating water column wave energy converter by means of particle imaging velocimetry, *Energy* 83 : 89 – 103.
- Lopez, E. M. , Ferrando A. M. , Gilabert, M. C. , del Pino, C., & Rodríguez, M. L., 2016, Note on a real gas model for OWC performance, *Renewable Energy*, 85 : 588-597.
- E. G. Bautista, F. Méndez, and O. Bautista, "Numerical Predictions of the Generated Work in an Air-Compression Chamber Driven by an Oscillating Water Column," pp. 7–16, 2009.
- J. R. Nader, S. P. Zhu, and P. Cooper, "Hydrodynamic and energetic properties of a finite array of fixed oscillating water column wave energy converters," *Ocean Eng.*, vol. 88, pp. 131–148, 2014.
- D. Z. Ning, R. Q. Wang, Q. P. Zou, and B. Teng, "An experimental investigation of hydrodynamics of a fixed OWC Wave Energy Converter," *Appl. Energy*, vol. 168, pp. 636–648, 2016.
- S. John Ashlin, V. Sundar, and S. A. Sannasiraj, "Effects of bottom profile of an oscillating water column device on its hydrodynamic characteristics," *Renew. Energy*, vol. 96, pp. 341–353, 2016.
- Robert G. Dean, & Robert A. Dalrymple, , 1986, *Water Wave Mechanics For Engineers and Scientists*, World Scientific.
- Sundar, V. & Sannasiraj, S.A., 2014, Wave Power Absorption Capability of a Multi Resonant Double Chamber Oscillating Water Column Device, *Jurnal Teknologi*.
- Berchmans, L. J., R. Sindhu, S. Angappan, & C.O. Augustin. 2008. Effect of antimony substitution on structural and electrical properties of  $\text{LaFeO}_3$ . *Journal of Materials Processing Technology*. 207: 301–306.

**SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA  
(SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

**PROFIL HORMON PROLAKTIN PADA EMPAT FASE HIDUP AYAM  
KAMPUNG (*Gallus gallus domesticus*)**

***Prolactin Hormone Profile on the Four Phases of Life of Kampung  
Chicken (*Gallus gallus domesticus*)***

**Joice C. Bana**

Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jalan Adisucipto Penfui Kupang  
e-mail: joicebana55@email.com

**ABSTRAK**

Ayam kampung merupakan salah satu ternak unggas yang tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia dan dunia. Permintaan akan produk ayam khususnya ayam kampung baik daging maupun telur semakin meningkat dari tahun ke tahun, namun sampai saat ini belum bisa memenuhi permintaan. Hal ini disebabkan karena produktivitas ayam kampung yang relatif rendah. Kendala utama dalam meningkatkan produktivitas ayam kampung adalah sifat mengeram dan mengasuh anak yang lama. Sifat mengeram ayam kampung diinduksi oleh hormone Prolaktin. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas ayam kampung adalah dengan memanipulasi hormone ini. Upaya ini membutuhkan data base berupa profil hormone Prolaktin pada berbagai fase hidup ayam kampung. Penelitian ini bertujuan untuk membuat profil hormone Prolaktin pada empat fase hidup ayam kampung yaitu: fase sebelum bertelur, fase bertelur, fase mengerami telur dan fase mengasuh anak. Pengukuran konsentrasi hormone Prolaktin menggunakan metode ELISA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hormone Prolaktin mengalami fluktuasi dan mencapai puncak tertinggi pada fase mengerami telur.

**Kata kunci:** ayam kampung; profil hormone prolaktin; empat fase hidup.

**ABSTRACT**

*Kampung chicken is one of the poultry that is familiar to the people of Indonesia and the world. The demand for chicken products, especially kampung chicken, both meat and eggs, is increasing from year to year, but so far it has not been able to meet the demand. This is due to the relatively low productivity of native chickens. The main obstacle in increasing the productivity of native chickens is the nature of brooding and parenting for a long time. The incubating nature of native chickens is induced by the hormone prolactin. One of the efforts to increase the productivity of kampung chickens is by manipulating this hormone. This effort requires a data base in the form of prolactin hormone profiles at various stages of life of free-range chickens. This study aims to create a profile of the prolactin hormone in four stages of life of free-range chickens, namely: the pre-laying phase, the egg-laying phase, the egg-incubating phase and the parenting phase. Measurement of the concentration of the hormone Prolactin using the ELISA method. The results showed that the hormone Prolactin fluctuated and reached its highest peak in the egg incubating phase.*

**Keywords:** *Kampung chicken; Prolactin hormone profile; Four phases of life.*

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang.

Ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*), dikenal sebagai ayam yang telah mengalami domestikasi dan merupakan subspecies dari ayam hutan (*Gallus gallus*). Ayam ini merupakan hewan domestikasi yang umum dan penyebarannya luas dengan populasi lebih dari 19 trilyun pada tahun 2011 (UN's Food and Agriculture Organisation). Ayam kampung memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan ayam ras (negeri), diantaranya adalah : mudah dalam pemeliharaan, tahan terhadap penyakit, daging dan telurnya memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Namun juga memiliki kekurangan yaitu produktivitasnya yang rendah.

Produktivitas yang rendah ini berpengaruh terhadap jumlah telur yang dihasilkan. Produksi telur ayam kampung di Kota Ambon berkisar 41,27 - 43,74 butir/ekor/tahun (Rajab and Papilaya 2012). Produktivitas yang rendah ini disebabkan karena ayam kampung memiliki sifat mengeram. Sifat ini diekspresikan lewat tingkah laku mengerami telur dan mengasuh anak yang membutuhkan waktu yang lama, kurang lebih 3 bulan. Hartono *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kendala utama dalam peningkatan produktivitas ayam kampung adalah periode mengeram yang sangat lama yaitu 21 hari mengerami telur dan 60 hari mengasuh anak diikuti waktu istirahat 9-10 hari, sehingga total menjadi lebih dari 3 bulan untuk satu periode anakan.

Untuk itu perlu upaya untuk meningkatkan produktivitas ayam kampung. Upaya ini diarahkan pada mengurangi atau menghilangkan sifat mengeram ayam kampung. Dengan mengurangi atau menghilangkan sifat mengeram maka jumlah periode bertelur selama kurun waktu reproduksi (2-3 tahun) akan meningkat. Sejauh ini upaya-upaya untuk mengurangi atau menghilangkan sifat mengeram ayam kampung yang telah dilakukan adalah dengan memandikan dan menyuntik hormone FSH (Follicle Stimulation Hormone) (Prabewi and Saputra 2017), penyapihan anak secara dini dan seleksi (Sartika 2012). Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan zat anti prolaktin.

Hormon prolaktin adalah hormone steroid yang dihasilkan dari hipofisa bagian anterior, dan bertanggung jawab terhadap berbagai proses fisiologi pada vertebrata, termasuk reproduksi, osmoregulasi, pertumbuhan dan perkembangan, metabolisme, regulasi kekebalan tubuh, keseimbangan energi dan tingkah laku

# **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

(Marano and Ben-Jonathan 2014). Pada mamalia hormone prolaktin bertanggung jawab dalam sekresi air susu, sedangkan pada ayam hormon ini secara alami disekresi pada akhir periode bertelur dan bertanggung jawab dalam menginduksi kebiasaan mengeram. (Riddle, Bates, and Lahr 1935)

Upaya memanipulasi proses reproduksi memerlukan data base berupa profil hormon-hormon reproduksi pada berbagai fase hidup ayam kampung terutama profil hormone Prolaktin. Hal ini dimaksudkan agar proses manipulasi dapat dilakukan pada saat yang tepat sehingga tujuan akhir untuk dapat meningkatkan produktivitas ayam kampung dapat tercapai. Untuk itulah penelitian ini dilakukan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Pembuatan Kandang dan Hewan Uji**

Kandang yang digunakan adalah kandang ren (kandang yang dibangun sebagian merupakan tempat tertutup untuk tempat bertelur dan berteduh, sebagian tempat terbuka yang dibatasi pagar) Untuk bagian yang tertutup tempat bertelur dibuat dengan ukuran 40x40 cm/ekor yang dilengkapi dengan tempat makan dan minum. Sebelum digunakan, kandang ini terlebih dahulu disemprot dengan desinfektan untuk mencegah perkembangbiakan bibit penyakit. Setiap minggu kandang ini dibersihkan.

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam betina berumur 6-7 bulan yang berada pada berbagai fase hidup. Hewan uji diberi makan dan minum secara ad libitum. Pakan hewan uji berupa ransum komersil (BR II) dan jagung giling.

### **Analisis Hormon Prolaktin.**

Analisis hormon Prolaktin dilakukan dengan menggunakan metode ELISA, sesuai protokol dari Demeditect (2005), dengan tahapan sebagai berikut :

### **Pengambilan Darah dan Perhitungan Konsentrasi Hormon Prolaktin.**

Sampel darah dari setiap ekor ayam kampung diambil dari vena branchialis yang berada pada sayap dengan menggunakan vacutainer. Darah tersebut dibiarkan beberapa saat hingga terjadi penggumpalan dan terbentuk serum. Serum yang terbentuk dipindahkan ke dalam tabung eppendorf kemudian disimpan dalam cool box dan dibawa ke laboratorium untuk uji ELISA. Pengambilan sampel darah



# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

dilakukan setiap empat hari untuk periode sebelum bertelur dan fase mengeram. Untuk periode bertelur, pengambilan sampel darah dilakukan setiap dua hari dan untuk fase mengasuh anak pengambilan sampel darah dilakukan setiap minggu selama dua bulan. Perbedaan waktu pengambilan darah ini disesuaikan dengan durasi waktu setiap periode/fase. Data hasil perhitungan konsentrasi hormon prolaktin pada akhir setiap fase digunakan sebagai data konsentrasi awal fase berikutnya. Hasil perhitungan konsentrasi hormon prolaktin dari setiap fase akan dibuat suatu profil hormon Prolaktin. Perhitungan konsentrasi hormon Prolaktin dengan menggunakan rumus persamaan kurva regresi serum standar adalah:

$$y = -0,400x + 1,729. \dots\dots\dots(III.1)$$

Variabel y menyatakan nilai adsorbansi sedangkan variabel x merupakan nilai yang dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi antibodi atau antigen target. Nilai x dapat diperoleh dengan memasukkan nilai y pada persamaan tersebut. Nilai x yang didapat dapat digunakan untuk mencari konsentrasi (C) dengan  $C = \log^{-1} x$  (Crowther 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Profil Hormon Prolaktin Pada Fase Sebelum Bertelur.

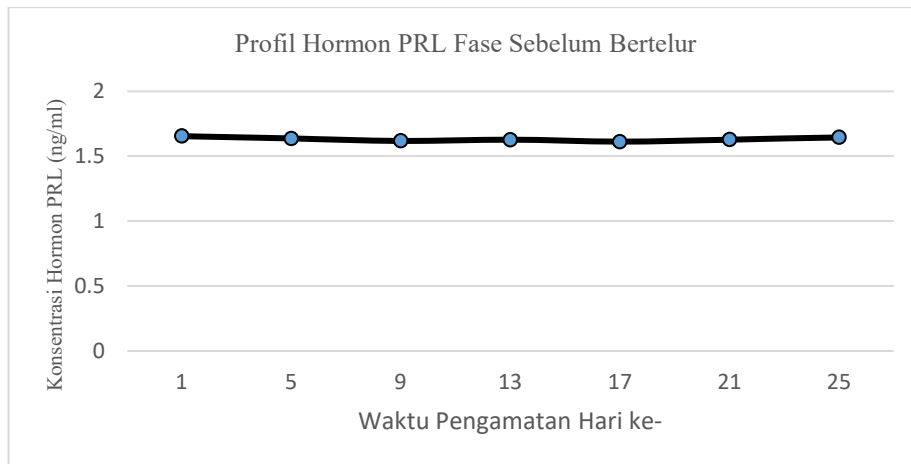
Pengukuran konsentrasi hormon prolaktin pada fase sebelum bertelur dilakukan setiap 4 hari hingga ayam memasuki fase bertelur. Hasil perhitungan konsentrasi rata-rata hormon Prolaktin ditunjukkan berturut-turut pada Tabel 1 dan Gambar 1 di bawah ini.

Tabel 1. Konsentrasi Rata-rata Hormon Prolaktin Pada Fase Sebelum Bertelur.

	Konsentrasi Hormon Prolaktin (ng/ml) Pada Fase Sebelum Bertelur						
	Waktu Pengamatan (Hari ke-)						
	1	5	9	13	17	21	25
Ayam 1	1.613	1.619	1.624	1.615	1.628	1.629	1.660
Ayam 2	1.699	1.626	1.615	1.651	1.602	1.630	1.633
Ayam 3	1.654	1.665	1.615	1.615	1.615	1.625	1.643
Rata- Rata ± SD	1.655 ± 0.035	1.637 ± 0.020	1.618 ± 0.004	1.627 ± 0.017	1.615 ± 0.011	1.628 ± 0.002	1.645 ± 0.011

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



Gb.1 Konsentrasi rata-rata hormon prolaktin (ng/ml) pada fase sebelum bertelur.

Dari Tabel 1 dan Gb. 1 di atas tampak bahwa konsentrasi rata-rata hormon prolaktin dari ketiga ayam tersebut relatif tidak mengalami perubahan selama tujuh kali pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase sebelum bertelur hormon ini belum memainkan peran utamanya, namun tetap ada dalam tubuh ayam. Pada pengamatan hari terakhir terlihat sedikit kenaikan konsentrasi rata-rata hormon prolaktin yang diduga karena pada saat memasuki fase bertelur hormon prolaktin diperlukan untuk membentuk kerabang. Hazelwood (1983 dalam Susanti, 2015) menyatakan bahwa prolaktin terlibat dalam pembentukan telur, yaitu ketika proses pembuatan kerabang di dalam shell gland.

### **Profil Hormon Prolaktin Pada Fase Bertelur.**

Fase bertelur ditandai dengan tingkah laku ayam betina yang mencari-cari tempat bertelur bersama dengan pejantan dengan mengeluarkan suara yang khas. Perilaku ini biasanya terjadi tiga sampai empat hari setelah ayam melakukan kopulasi. Setelah mendapatkan tempat bertelur yang nyaman, ayam betina segera menempati tempat tersebut dan mulai memproduksi telur/bertelur. Setelah selesai bertelur, ayam betina tersebut akan meninggalkan tempat bertelur tersebut dan mengeluarkan suara khas yang sangat keras.

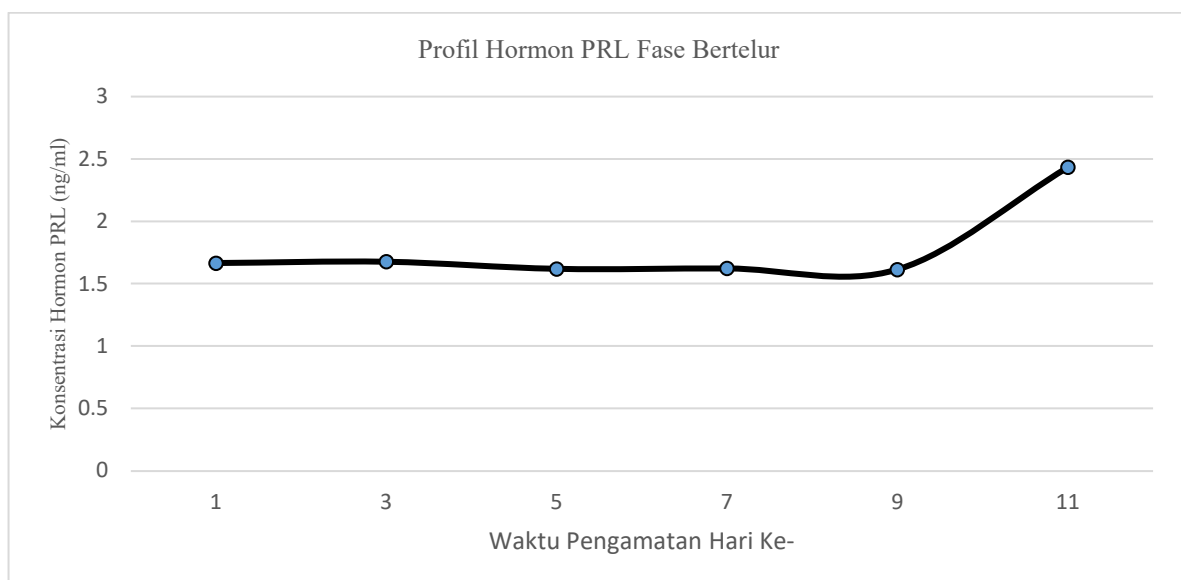
Pengambilan darah pada fase bertelur ini dilakukan setiap dua hari sekali dengan hasil perhitungan konsentrasi rata-rata tersaji pada Tabel 2 dan Gb. 2 di bawah ini.

**SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA  
(SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Tabel 2 Konsentrasi Hormon Prolaktin Rata-Rata Pada Fase Bertelur.

	Konsentrasi Hormon Prolaktin (ng/ml) Pada Fase Bertelur					
	Waktu Pengamatan (Hari ke-)					
	1	3	5	7	9	11
Ayam 1	1.645	1.742	1.630	1.606	1.628	1.858
Ayam 2	1.699	1.626	1.615	1.651	1.602	2.388
Ayam 3	1.654	1.665	1.615	1.615	1.615	3.060
Rata-Rata	1.666	1.678	1.620	1.624	1.615	2.435
±	±	±	±	±	±	±
SD	0.024	0.048	0.007	0.019	0.011	0.492



Gambar 2. Konsentrasi rata-rata hormon prolaktin (ng/ml) pada fase bertelur.

Dari Tabel 2 dan Gb. 2 di atas tampak bahwa konsentrasi rata-rata hormon prolaktin sedikit lebih tinggi pada pengamatan hari pertama, kemudian menurun dan terjadi lonjakan kenaikan yang tajam pada hari terakhir fase bertelur ini. Peningkatan konsentrasi rata-rata hormon prolaktin ini berhubungan dengan fungsi dari hormon prolaktin yaitu menginduksi perilaku mengeram ayam. Sastodihardjo (1996 dalam Susanti, 2015) menyatakan bahwa sifat mengeram pada ayam dikontrol oleh hormon prolaktin. Sifat mengeram diekspresikan lewat perilaku mengerami telur dan mengasuh anak dan dimulai pada akhir fase bertelur. Hal ini sesuai dengan pendapat Riddle *et al.*, (1935) yang menyatakan bahwa pada ayam hormon prolaktin secara alami disekresi pada akhir periode bertelur dan bertanggung jawab dalam menginduksi kebiasaan mengeram.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Sejalan dengan pendapat tersebut Jiang *et al.*, (2005) menyatakan bahwa peningkatan level prolaktin dalam plasma mengindikasikan tingkah laku mengeram dan mengakhiri periode bertelur.

### **Profil Hormon Prolaktin Pada Fase Mengerami telur.**

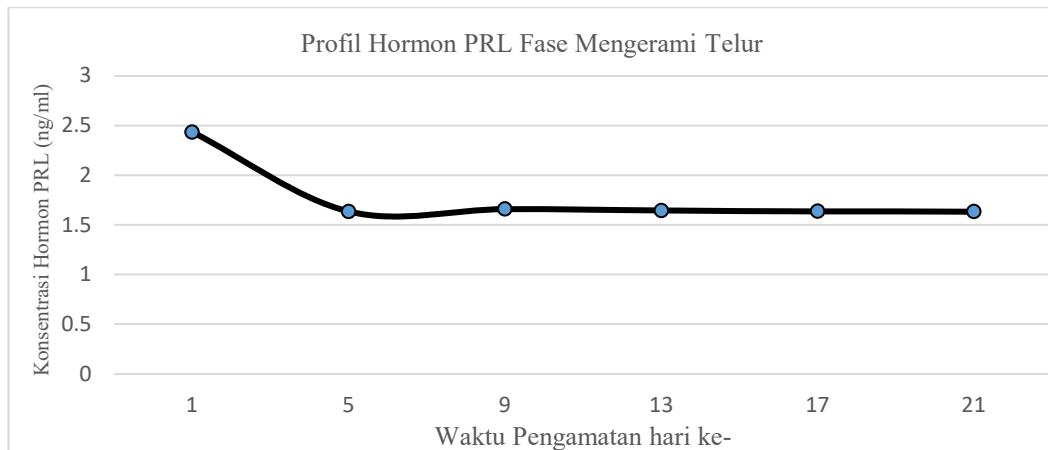
Fase mengerami telur merupakan awal periode mengeram. Fase ini ditandai dengan tingkah laku ayam yang terus berada di dalam tempat bertelur, menunjukkan tanda-tanda menyerang bila didekati yang tampak dari berdirinya bulu-bulu utama. Kondisi dimana ayam terus menempati tempat bertelur biasanya berlangsung selama dua sampai tiga hari dan biasanya pada hari ketiga ayam tersebut akan turun dari tempat bertelurnya untuk mencari makan dan minum. Setelah mendapatkan makanan dan minuman yang cukup ayam tersebut akan kembali ke tempat bertelurnya untuk mengerami telur-telurnya. Fase ini berlangsung selama 21 hari. Pengambilan sampel darah untuk mengukur konsentrasi hormon prolaktin dilakukan setiap empat hari dengan hasil tertera pada Tabel 3 dan gambar 3.

Tabel 3 Konsentrasi Rata-Rata Hormon Prolaktin Pada Fase Mengerami Telur.

	Konsentrasi Hormon Prolaktin (ng/ml) Pada Fase Mengerami Telur					
	Waktu Pengamatan (Hari ke-)					
	1	5	9	13	17	21
Ayam 1	1.858	1.616	1.672	1.672	1.614	1.617
Ayam 2	2.388	1.624	1.643	1.633	1.672	1.671
Ayam 3	3.060	1.669	1.665	1629	1.626	1.617
Rata-Rata	2.435	1.636	1.660	1.645	1.637	1.635
±	±	±	±	±	±	±
SD	0.492	0.023	0.012	0.019	0.025	0.025

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021



Gambar 3 Konsentrasi rata-rata hormon prolaktin (ng/ml) pada fase mengerami telur.

Berdasarkan Tabel 3 dan Gb.3 tersebut, konsentrasi rata-rata hormon prolaktin mencapai puncak pada pengamatan hari pertama atau empat hari setelah akhir periode bertelur. Pada hari kelima konsentrasi rata-rata hormon prolaktin mulai menurun dan tampak stabil sampai pada hari terakhir pengamatan. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa peran hormon prolaktin pada fase mengerami telur adalah menginduksi tingkah laku mengerami telur.

Selain berfungsi menginduksi tingkah laku mengeram, tingginya konsentrasi hormon prolaktin pada akhir periode bertelur dibutuhkan untuk menghambat pengeluaran Gonadotropin releasing hormone (GnRh) dari hipotalamus yang menyebabkan menurunnya produksi hormon Luteinizing Hormone (LH) dan Follicle Stimulation Hormone (FSH) yang pada akhirnya akan menghentikan produksi telur (Sharp 2009).

Fenomena menarik yang terjadi dalam penelitian ini adalah pada pengamatan hari kelima ketika konsentrasi hormon prolaktin mulai menurun ayam tetap mengerami telur-telurnya hingga menetas. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa sifat mengeram yang secara alami ada dalam tubuh ayam kampung tidak semata-mata dipengaruhi oleh konsentrasi hormon prolaktin tapi juga oleh rangsangan yang berasal dari telur itu sendiri. Induk ayam yang di ambil dari tempat bertelur menunjukkan penurunan level prolaktin tapi tetap mengerami telurnya ketika dikembalikan ke tempat bertelur walaupun tidak terjadi peningkatan konsentrasi hormon prolactin (El Halawani *et al.*, 1980). Hasil penelitian ini mendukung pendapat bahwa tingkah laku mengeram tidak hanya diinduksi oleh hormon prolaktin tapi juga oleh rangsangan sentuhan terhadap telur-telur yang dierami. Hal ini sesuai dengan pendapat Vleck (1998) yang menyatakan bahwa

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

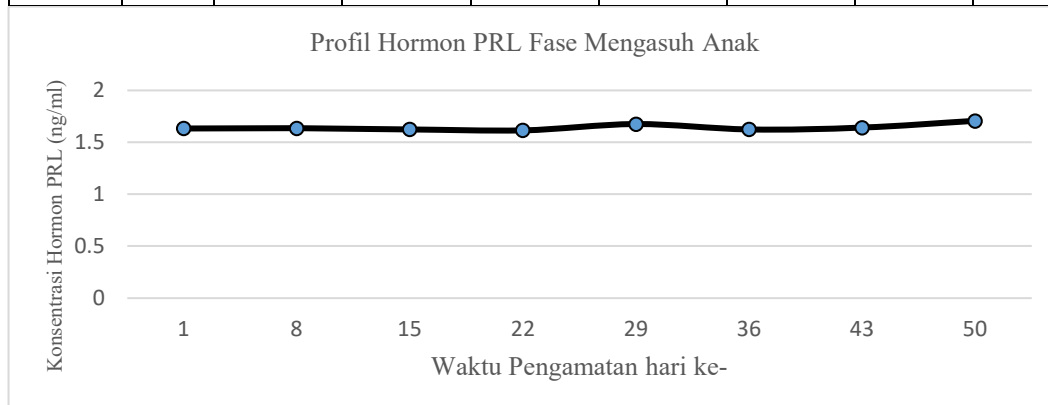
rangsangan sentuhan dan visual dari sarang dan telur dapat menstimulasi terjadinya perilaku mengeram.

### Profil Hormon Prolaktin Pada Fase Mengasuh Anak.

Konsentrasi hormon prolaktin pada fase mengasuh anak ditunjukkan secara berturut-turut pada table 4 dan Gb. 4 di bawah ini.

Tabel 4 Konsentrasi Hormon Prolaktin Rata-Rata Pada Fase Mengasuh Anak.

	Konsentrasi Hormon Prolaktin (ng/ml) Pada Fase Mengasuh Anak							
	Waktu Pengamatan (Hari ke-)							
	1	8	15	22	29	36	43	50
Ayam 1	1.617	1.656	1.640	1.635	1.721	1.610	1.626	1.891
Ayam 2	1.671	1.647	1.612	1.615	1.618	1.656	1.662	1.601
Ayam 3	1.617	1.607	1.624	1.601	1.693	1.613	1.639	1.632
Rata-Rata ± SD	1.635 ± 0.025	1.637 ± 0.021	1.625 ± 0.011	1.617 ± 0.014	1.677 ± 0.043	1.626 ± 0.021	1.642 ± 0.015	1.708 ± 0.130



Gambar 4 Konsentrasi rata-rata hormon prolaktin (ng/ml) pada fase mengasuh anak.

Dari Tabel 4 dan Gambar 4 di atas tampak bahwa konsentrasi hormon prolaktin relatif konstan selama fase mengasuh anak. Hal ini memperkuat peran prolaktin dalam menginduksi sifat mengeram dan berada pada konsentrasi yang tinggi pada awal fase mengeram seperti yang diperoleh pada fase mengerami telur di atas. Hal ini sejalan dengan pendapat Vleck (1998) yang menyatakan bahwa tingginya konsentrasi prolaktin diperlukan untuk menginduksi tingkah laku mengasuh anak tapi tingkah laku mengasuh anak tidak secara tepat dipengaruhi oleh variasi level prolaktin.

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

### **Profil Hormon Prolaktin Pada Empat Fase Hidup Ayam Kampung.**

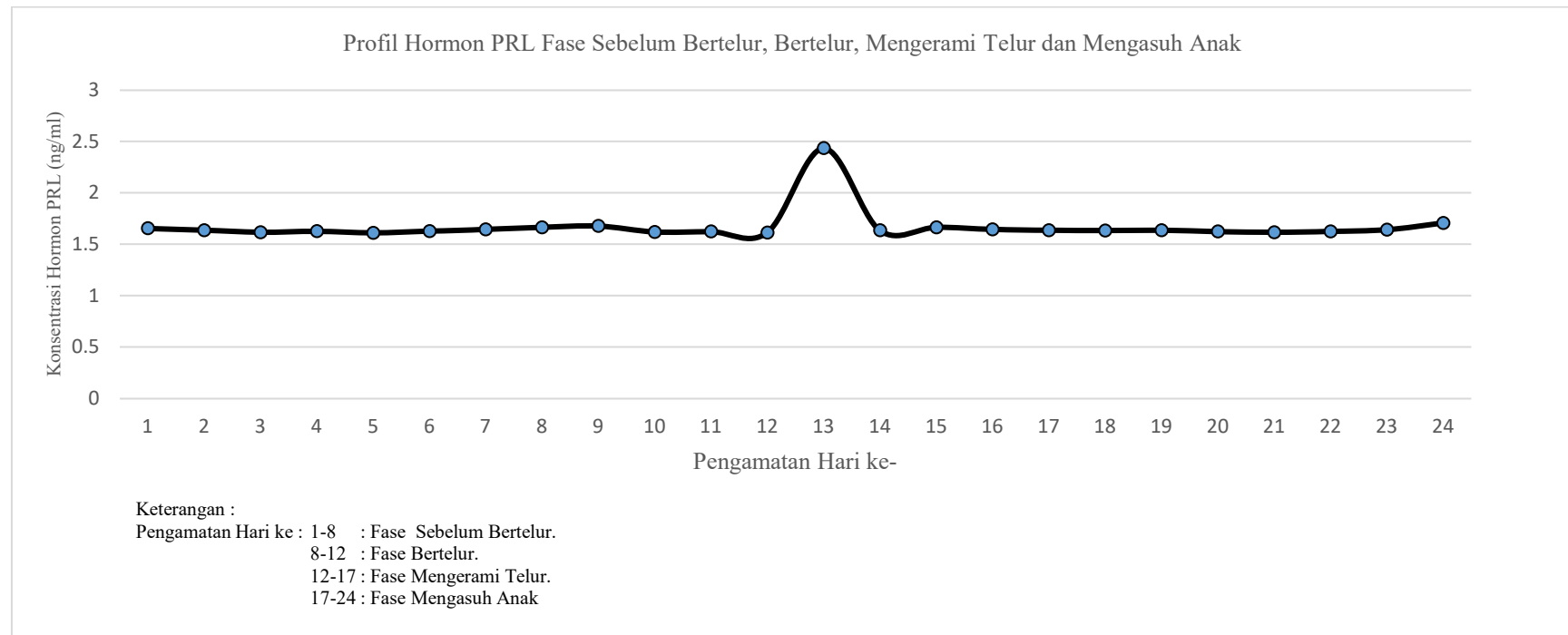
Bila profil hormone Prolaktin pada empat fase hidup ayam kampung dijadikan satu grafik, maka akan tampak seperti di bawah ini. Dari grafil ini tampak jelas konsentrasi hormone Prolaktin yang tertinggi ada pada fase mengerami telur, pada hari ke empat , setelah itu menurun dan stabil sampai pada akhir penelitian.

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Tabel 5 Profil Hormon Prolaktin Pada Fase Sebelum Bertelur, Bertelur, Mengerami Telur dan Mengasuh Anak

Pengamatan hari ke-																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rata-rata	1.655	1.637	1.618	1.627	1.612	1.628	1.645	1.666	1.678	1.620	1.624	1.615	2.435	1.636	1.660	1.645	1.637	1.635	1.637	1.625	1.677	1.626	1.642	1.708
cPRL	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
± SD	0.035	0.020	0.004	0.017	0.011	0.002	0.011	0.024	0.048	0.007	0.019	0.011	0.492	0.023	0.012	0.019	0.025	0.025	0.021	0.011	0.043	0.021	0.015	0.130



Gb.5 Profil Hormon Prolaktin Fase Sebelum bertelur, bertelur, mengerami telur dan mengasuh anak.



## KESIMPULAN

Konsentrasi hormon Prolaktin mengalami fluktuasi dan mencapai puncak tertinggi pada hari keempat fase mengerami telur.

## DAFTAR PUSTAKA

Crowther, J. 2009. *The ELISA Guidebook Series Editor*.

El Halawani, M. E., W. H. Burke, and P. T. Dennison. 1980. "Effect of Nest-Deprivation on Serum Prolactin Level in Nesting Female Turkeys." *Biology of Reproduction* 23(1):118–23. doi: 10.1095/biolreprod23.1.118.

Hartono, T. A., A. w Puger, and I. M. Nuriyasa. 2015. "Kualitas Telur Lima Jenis Ayam Kampung Yang Memiliki Warna Bulu Berbeda." *E-Jurnal FAPET UNUD*.

Jiang, R. S., G. Y. Xu, X. Q. Zhang, and N. Yang. 2005. "Association of Polymorphisms for Prolactin and Prolactin Receptor Genes with Broody Traits in Chickens." *Poultry Science* 84(6):839–45. doi: 10.1093/ps/84.6.839.

Marano, Robert J., and Nira Ben-Jonathan. 2014. "Minireview: Extrapituitary Prolactin: An Update on the Distribution, Regulation, and Functions." *Molecular Endocrinology* 28(5):622–33. doi: 10.1210/me.2013-1349.

Prabewi, Nur Prabewi, and Junaidi Pangeran Saputra. 2017. "Laju Pertumbuhan Dan Tingkat Efisiensi Pemeliharaan Ternak Ayam Kampung Super Terhadap Penambahan Pakan Non Konvensional Growth Rate and Efficiency Rate of Livestock Keeping Chicken Kampung Super Toward Addition Non Conventional Feed." *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*. doi: 10.36626/jppp.v14i26.26.

Rajab, and Bercomin J. Papilaya. 2012. "Sifat Kuantitatif Ayam Kampung Lokal Pada Pemeliharaan Tradisional." *Agrinimal* 2(2):61–64.

Riddle, Oscar, Robert W. Bates, and Ernest L. Lahr. 1935. "PROLACTIN INDUCES BROODINESS IN FOWL." *American Journal of Physiology-Legacy Content*. doi: 10.1152/ajplegacy.1935.111.2.352.

Sartika, T. 2012. "Ketersediaan Sumberdaya Genetik Ayam Lokal Dan Strategi Pengembangannya Untuk Pembentukan Parent Dan Grand Parent Stock." in *Prosiding Workshop Nasional Unggas Lokal*.

Sharp, P. J. 2009. "Broodiness and Broody Control." in *Biology of Breeding Poultry*.

Susanti, T. 2015. "Prolaktin Sebagai Kandidat Gen Pengontrol Sifat Rontok Bulu Dan Produksi Telur Pada Itik." *Wartazoa* 25(1):23–27.

Vleck, C. M. 1998. "Hormonal Control of Incubation/Brooding Behavior: Lessons from Wild Birds." *World's Poultry Science Association 10th European Poultry Conference* 163–69.

## Kinerja Jaringan Irigasi Air Tanah Sumur PNK 219 di Nunkurus Kabupaten Kupang

### *Performance of Groundwater Irrigation Network of PNK 219 well in Nunkurus, Kabupaten Kupang*

Judi K. Nasjono<sup>1)</sup>, Gerald S. Latupeirissa<sup>2)</sup>, Partogi H. Simatupang<sup>1)</sup> Andi H. Rizal<sup>1)</sup>, Jusuf J. S. Pah<sup>1)</sup>, Elia Hunggurami<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana

<sup>2)</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana  
Penfui, Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: [judi.nasjono@staf.undana.ac.id](mailto:judi.nasjono@staf.undana.ac.id)

#### ABSTRAK

Sumur dengan nama PNK 219 menyediakan air untuk Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) agar dapat dimanfaatkan petani di desa Nunkurus untuk memenuhi kebutuhan bertani. Dibangun dan dipergunakan sejak tahun 2017 sehingga perlu dilakukan evaluasi atas kinerja sistim JIAT ini dan agar pemanfaatan oleh masyarakat petani dapat berkelanjutan. Hasil evaluasi terhadap sumur PNK 219 melalui pemompaan sumur berdasarkan constant rate test, transmisivitas sumur adalah 396.13 m<sup>3</sup>/hari dan berdasarkan recovery test, transmisivitas adalah 334.06 m<sup>3</sup>/hari, dan berdasarkan metode step drawdown kondisi sumur mengalami penyumbatan pada beberapa tempat. sistim JIAT ini membantu petani yang memberikan nilai rata-rata 2,5 atau tergolong baik dari segi pemanfaatan, memberi nilai rata-rata 2,15 tergolong tidak baik untuk pemeliharaan dan operasional sumur dan memberi nilai rata-rata 1,8 atau sangat tidak baik terhadap aspek manajemen dan pengorganisasian. Hal ini memberikan masukan pada pemerintah, universitas atau dinas terkait agar dapat memberikan pendampingan pada Petani Pemakai Air dalam mengorganisasikan kegiatan pelaksanaan JIAT

**Kata Kunci:** sumur, transmisivitas,.

#### ABSTRACT

*A well named The PNK 219 provides water for the Groundwater Irrigation Network (JIAT) so that farmers in Nunkurus village can use it to meet their farming needs. Built and used since 2017 so it is necessary to evaluate the performance of this JIAT system and so that utilization by farming communities can be sustainable. The results of the evaluation of the PNK 219 well through well pumping based on the constant rate test, the transmissivity of the well is 396.13 m<sup>3</sup>/day and based on the recovery test, the transmissivity is 334.06 m<sup>3</sup>/day, based on the step drawdown method the condition of the the condition of the well is clogging in several places. This JIAT system helps farmers who give an average score of 2.5 or classified as good in terms of utilization, giving an average score of 2.15 classified as not good for well maintenance and operation and giving an average score of 1.8 or very bad in terms of management and organization. This provides input to the government, universities or related agencies so that they can provide assistance to Farmers in organizing JIAT implementation activities.*

**Keywords:** well, transmissivity.

#### PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara diberi label sebagai daerah semi kering (Simamora, 2017), dimana potensi penguapan tahunan oleh air yang berada diatas dan dibawah tanah serta peluh dari tumbuhan daerah ini lebih besar dibandingkan total presipitasi yang terjadi selama setahun. Pertanian di daerah penelitian berbasis pada pertanian lahan kering. Pemenuhan kebutuhan air pada lahan

pertanian daerah penelitian sangat bergantung pada curah hujan. Sumber air permukaan alami seperti sungai, danau tidak ada oleh sebab itu sumur PNK 219 menjadi sumber air untuk keperluan pertanian.

Sumur dan sistim Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) untuk masyarakat petani di desa Nunkurus ini dibangun pada tahun 2017, dan belum ada evaluasi terhadap kinerja JIAT ini sampai sekarang padahal peraturan Menteri No.12/PRT/M/2015 mengamanatkan evaluasi kinerja sistem irigasi untuk mengetahui kinerja sistem irigasi. Evaluasi ini sangat berguna untuk menyusun program tindak lanjut seperti perbaikan, rehabilitasi, serta operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

Sumur PNK 219 mempunyai kedalaman 74 m. kedalaman ini mencapai bagian akuifer yang terletak jauh dibawah permukaan. Sebagai lapisan dibawah tanah yang mengandung air dan dapat mengalirkan air, akuifer perlu diketahui karakteristiknya dan terutama kapasitasnya. Tes pemompaan merupakan sarana untuk mengetahui nilai transmisivitas dan koefisien kapasitas penyimpanan air tanah yang menggambarkan karakteristik aquifer. Mengetahui kapasitas akuifer sumur juga untuk mencegah terjadinya eksploitasi yang berlebihan dan tidak berwawasan lingkungan terhadap air tanah yang dapat menyebabkan penurunan permukaan lahan (*subsidence*) serta mengalami proses kering tidak balik (*irreversible drying*) (Charly, et al., 2017)

Penilaian kinerja dilakukan terhadap 6 parameter yaitu, kapasitas aquifer menggunakan data pemompaan, sedangkan pemanfaatan, operasional dan Pemeliharaan (O & P), management dan pengorganisasian, dilakukan dengan wawancara kepada responden petani pemakai air di desa Nunkurus, kabupaten Kupang.

Kapasitas aquifer dinilai dari tes pemompaan. Ada dua cara tes pemompaan yang sering dipergunakan yaitu dengan cara *step drawdown* dan cara *constant and recovery test*. Pada cara *step drawdown* pemompaan dilakukan menggunakan variasi debit selama jangka waktu tertentu, penurunan muka air pada setiap variasi debit diamati. Sedangkan pada cara *constant drawdown and recovery* tes. Pemompaan dilakukan dengan jangka waktu tertentu dan debit tetap, pemompaan dihentikan setelah mencapai jangka waktu tertentu. Fluktuasi muka air selama pemompaan sampai mesin pompa dimatikan diamati.

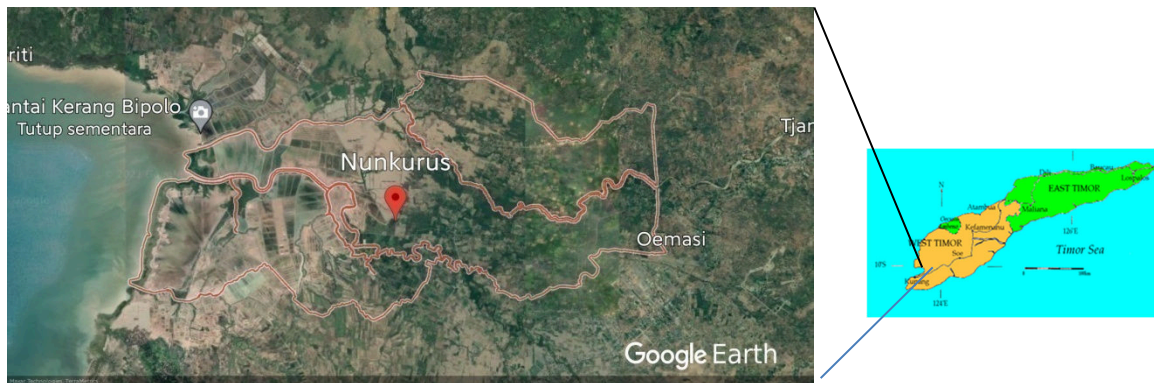
Menilai kinerja JIAT oleh para petani pengguna air dilakukan menggunakan skala Likert. Pengukuran dengan skala Likert banyak dipergunakan untuk mengetahui persepsi, sikap atau pendapat dari seseorang atau kelompok mengenai sebuah peristiwa atau fenomena sosial (Pranatawijaya, et al., 2019)

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja sumur PNK 219 dalam pelayanan sebagai sumber air untuk masyarakat petani yang telah dibangun pemerintah dan mengetahui persepsi masyarakat terkait keberadaan JIAT ini.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Lokasi penelitian**

Penelitian dilaksanakan di desa Nunkurus Kabupaten Kupang, sumur terletak pada 10,06578° LS, 123,83033° BT merupakan daerah persawahan dengan penduduk sekitarnya mempunyai usaha pertanian



**Gambar 1.** Daerah penelitian

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang dipergunakan pada tes pemompaan adalah pompa yang sudah tersedia pada rumah pompa, water level *drawdown* meter merek Solinst tipe 101D dipergunakan untuk mengukur elevasi muka air pada sumur selama pemompaan dan *flow* meter untuk mengukur debit air hasil pemompaan seperti terlihat pada gambar 2



**Gambar 2.** Pengambilan data pemompaan

Mengukur kinerja JIAT dipergunakan kuisisioner untuk mendapatkan data kuantitatif, pertanyaan disusun dalam bentuk pertanyaan positif menurut skala Likert dengan memberi skor 4, 3, 2, 1.

### **Prosedur Penelitian**

Dua Langkah dasar dalam melaksanakan penelitian ini yaitu memperoleh data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dengan melaksanakan pengukuran fluktuasi muka air dalam sumur saat pemompaan sedangkan data kualitatif dilakukan melalui penyebaran kuisisioner pada petani pemakai air yang memanfaatkan JIAT dengan sumur PNK 219 sebagai sumber air.

Ada empat macam debit pemompaan pada *step drawdown test* yaitu 8,44 liter/detik, 10,66 liter/detik, 11,55 liter/detik dan 13,6 liter/detik. Untuk setiap debit, pompa dinyalakan selama satu jam. Selama satu jam itu dilakukan pengukuran fluktuasi muka air. 10 menit pertama diukur fluktuasi muka air setiap satu menit, dilanjutkan pengukuran setiap tiga menit sampai menit ke 25, dan terakhir setiap lima menit sampai menit ke 60. Untuk metode Constant and recovery test, total lama pengamatan selama pemompaan dengan debit tetap adalah enam jam, setelah enam jam pemompaan, pompa dimatikan sedangkan pengukuran terhadap elevasi permukaan air tetap dilaksanakan selama dua jam berikutnya.

Penurunan permukaan air sumur akibat pemompaan dinyatakan (Jacob, 1947)

$$S_w = B(t)Q + CQ^n \quad 1$$

Dimana  $S_w$  adalah penurunan permukaan air selama pemompaan (m),  $Q$  debit pemompaan ( $m^3/dtk$ ),  $BQ$  koefisien kehilangan akuifer (*aquifer-loss coefficient*) (m),  $CQ^n$  adalah *well loss*. Terminology aquifer loss ( $B(t)Q$ ) adalah penjelasan semua aliran laminar dalam sistim akuifer. Aliran laminar terjadi pada formasi batuan, lapisan terluar sumur dan pada lapisan *gravel pack* sumur. Terminologi *well loss* ( $CQ^n$ ) adalah penjelasan kehilangan tekanan yang diakibatkan aliran turbulen yang terjadi pada pipa penyaring disumur dan dalam sumur.

(Walton, 1962) menyatakan sangat mungkin menetapkan penilaian kondisi sumur menggunakan *well loss* apabila  $n$  mempunyai nilai 2, dia mengajukan seperangkat kriteria sebagai berikut

- a.  $C$  kurang dari  $1800 \text{ s}^2/\text{m}^5$  sumur dikembangkan dan dirancang dengan benar
- b.  $C$  berada pada nilai  $1800 \text{ s}^2/\text{m}^5$  to  $3600 \text{ s}^2/\text{m}^5$  sumur mengalami kerusakan ringan
- c.  $C$  lebih besar dari  $3600 \text{ s}^2/\text{m}^5$  sumur mengalami penyumbatan di beberapa tempat

Efisiensi sumur dipergunakan dalam menilai kinerja sumur (Kawecki, 1995) adalah

$$Efisiensi = \frac{B}{B + CQ} \times 100\% \quad 2$$

Salah satu karakter akuifer yang dapat dianalisis adalah transmisivitas, transmisivitas adalah kemampuan akuifer untuk meneruskan air melalui suatu bidang vertikal setebal akuifer dengan lebar

satu satuan panjang dan satu unit landaian hidrolika (Todd, 1980) rumus untuk Transmisivitas adalah sebagai berikut (Kruseman & de Ridder, 1994)

$$T = \frac{2,3 Q}{4\pi\Delta s} \quad 3$$

Dimana  $Q$  adalah debit ( $m^3/dtk$ ),  $\Delta s$  adalah selisih penurunan saat  $t = 10$ , dan  $t' = 100$

Ada 10 petani pemakai air yang memanfaatkan JIAT di Nunkurus, oleh sebab itu semua petani pemakai air diharapkan terlibat dalam pengisian kuisioner, namun hanya delapan orang yang bersedia mengisi kuisioner. Adapun dalam kuisioner aspek dan variabel yang ditetapkan adalah sebagai berikut

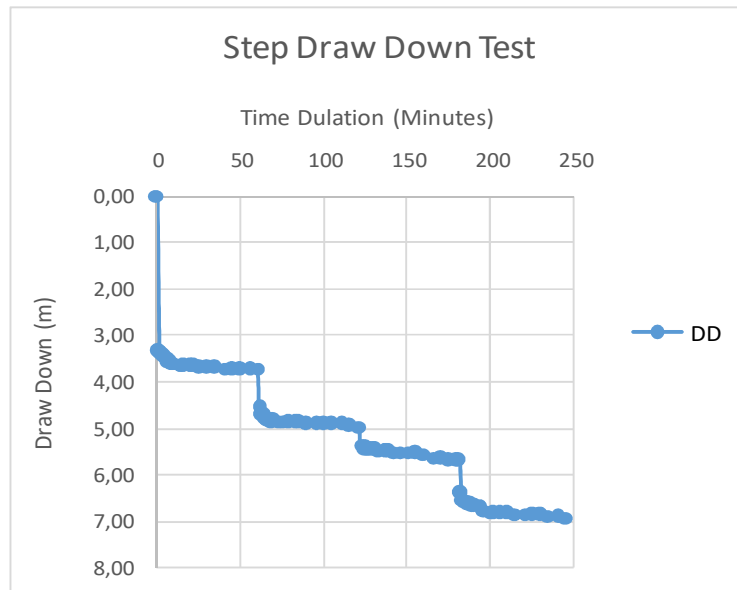
**Tabel 1.** Aspek dan variable pada kuisioner

No	Aspek	Varibel
1	Pemanfaatan JIAT	Pembagian air
2		Rasa aman adanya air sumur
3		Peningkatan dalam hasil pertanian
4	Operasional dan Pemeliharaan	Ketaatan dalam melaksanakan O & P
5		Ketersediaan sarana dan dana O&P
6		Subsidi O & P
7		Kegiatan Pelatihan untuk melaksanakan O & P
8	Manajemen dan Organisasi	Struktur organisasi
9		Pembukuan

Variabel pada Tabel.1 selanjutnya dijabarkan menjadi indikator yang akan dijadikan tolok ukur dalam menyusun pernyataan atau pertanyaan. Pernyataan atau pertanyaan yang positif diberi nilai yang menurun secara gradual.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan terhadap penurunan air pada pemompaan metode *step drawdown test* dapat dilihat pada gambar 3. Pemompaan dengan debit 8,44 liter/detik dimulai dari menit 0 (nol) hingga menit 60 (enam puluh), terjadi penurunan pada tinggi muka air sebesar 3,72 meter. Di menit ke 61, pemompaan dilanjutkan dengan debit pemompaan sebesar 10,66 liter/detik, terjadi penurunan pada tinggi muka air sebesar 1,25 meter, sehingga total penurunan yang terjadi adalah 4,96 meter. Pemompaan ini dilakukan hingga menit ke 120, dan pada menit ke 121 debit ditambah menjadi 11,55 liter/detik terjadi penurunan pada tinggi muka air sebesar 0,72 meter, sehingga total penurunan yang terjadi adalah 5,69 meter. Pemompaan ini dilakukan hingga menit ke 180, dan pada menit ke 181 debit ditingkatkan sebesar 13,60 liter/detik. Pada pemompaan terakhir ini terjadi penurunan pada tinggi muka air sebesar 1,24 meter, sehingga total penurunan yang terjadi adalah 6,93 meter. Pemompaan dilakukan hingga menit ke 240



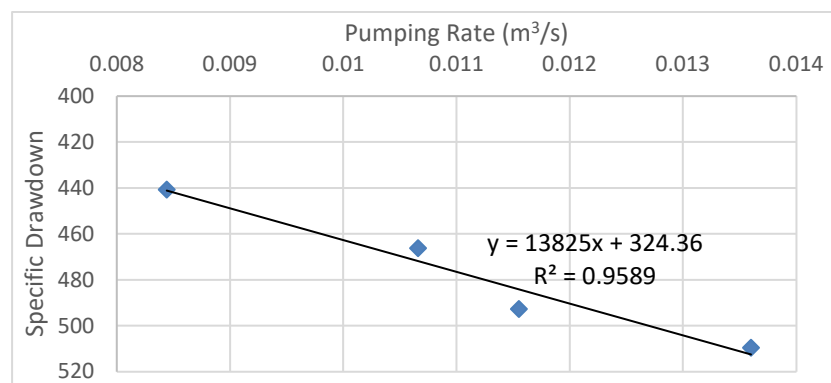
**Gambar 3.** Drawdown

Hubungan antara penurunan muka air dan debit dapat diringkas seperti pada tabel berikut

**Tabel 2.** Rekapitulasi hasil *drawdown*

	Q (l/mnt)	Q (m <sup>3</sup> /det)	sw(m)	sw/Q
1st Step	8.44	0.00844	3.72	440.758
2nd Step	10.66	0.01066	4.96	466.228
3rd Step	11.55	0.01155	5.69	492.64
4th Step	13.6	0.0136	6.93	509.558

Regresi linier data debit dengan *specific drawdown* ( $s_w/Q$ ) seperti pada Gambar 4



**Gambar 4** grafik hubungan antara *specific drawdown* dan *pumping rate*

Persamaan regresi dapat ditulis sebagai

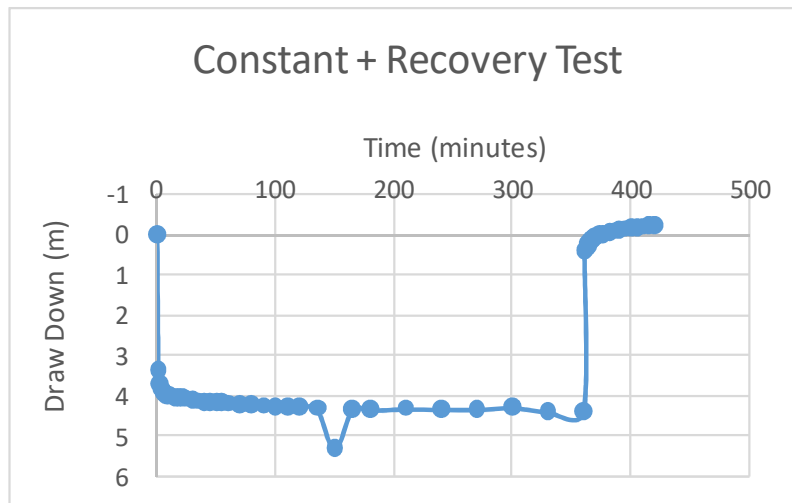
$$S_w = 13825Q^2 + 324,36Q$$

Dengan nilai C adalah  $13825 \text{ s}^2/\text{m}^5 > 3600 \text{ s}^2/\text{m}^5$  maka sumur mengalami penyumbatan di beberapa tempat sedangkan efisiensi sumur seperti pada Tabel 3; yang memperlihatkan bahwa pompa dengan debit 13,6 l/mnt sumur masih efisien.

**Tabel 3.** Efisiensi sumur

	Q (m <sup>3</sup> /S)	Efisiensi
1st Step	0.00844	73.5438
2nd Step	0.01066	68.759
3rd Step	0.01155	67.0112
4th Step	0.0136	63.3046

Hasil pengamatan terhadap metode pemompaan *constant and recovery test* dapat dilihat pada gambar 5.

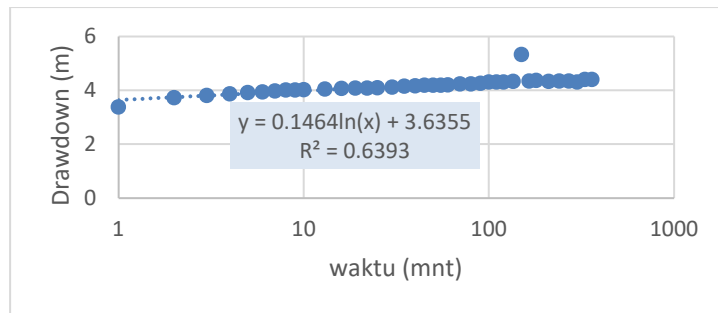


**Gambar 5.** Grafik hasil pengukuran *constant and recovery test*

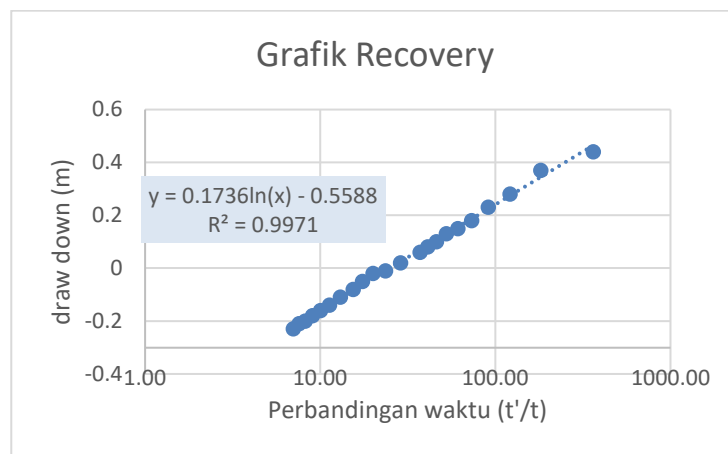
Dari gambar 5 penurunan akibat pemompaan sebesar 8,44 l/dtk adalah sebesar 4,4 m dan saat mesin pompa dimatikan pada menit ke 360. Permukaan air dalam sumur Kembali ke keadaan sebelum pemompaan bahkan melampaui elevasi awal. Bila data penurunan muka air dilakukan regresi linier dengan skala logaritma pada penurunan muka air diperoleh seperti diperlihatkan pada gambar 6.

Dari persamaan regresi,  $\Delta s$  saat  $t = 10$  dan  $t' = 10$  adalah 0.33710 m. sehingga menggunakan rumus transmisivitas diperoleh 396.12990 m<sup>3</sup>/hari. Pada data muka air mesin dimatikan dilakukan regresi linier dengan skala logaritma pada penurunan muka air diperoleh Gambar 7





Gambar 6. Regresi Semi Logaritma terhadap penurunan muka air dan waktu



Gambar 7. Regresi Semi Logaritma terhadap imbuan muka air dan waktu

Dari hasil regresi tersebut,  $\Delta s$  saat  $t = 10$  dan  $t' = 10$  adalah 0.39973 m, dan  $T = 334.06346$  m<sup>3</sup>/hari. Menurut (Jiri, 1993) nilai transmisivitas tersebut dapat dipergunakan oleh komunitas dan luas pertanian yang kecil

Evaluasi terhadap kinerja JIAT disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penilaian petani pemakai air atas kinerja JIAT berdasarkan variabel

No	Aspek	Varibel	nilai
1	Pemanfaatan JIAT	Pembagian air	2.25
2		Rasa aman adanya air sumur	3.1875
3		Peningkatan dalam hasil pertanian	3.125
4	Operasional dan Pemeliharaan	Ketaatan dalam melaksanakan O & P	2.7
5		Ketersediaan sarana dan dana O&P	2
6		Subsiding O & P	2
7		Kegiatan Pelatihan untuk melaksanakan O & P	2
8	Manajemen dan Organisasi	Struktur organisasi	2.25
9		Pembukuan	1.5

Dari Tabel 4 masyarakat menilai pembukuan menyangkut keuangan dikelola dengan sangat buruk, masyarakat menilai buruk kegiatan yang berhubungan dengan ketaatan dalam melaksanakan O & P, ketersediaan sarana dan dana O & P, subsiding O & P dan kegiatan pelatihan untuk

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

melaksanakan O & P, pada kinerja kepastian ketersediaan air yang membawa peningkatan hasil pertanian dipandang baik oleh masyarakat.

### KESIMPULAN

JIAT dengan sumur PNK 219 telah dipercaya oleh petani pemakai air membawa peningkatan hasil pertanian namun masih perlu ada perbaikan dalam hal O & P, serta pengelolaan keuangan. Sumber air PNK 219 dapat melayani kebutuhan petani pada lahan kecil, sumur masih efisien bila dipompa dengan debit 13 ltr/menit, walaupun masih terjadi penyumbatan pada beberapa tempat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana bersumber dana DIPA, PNBPFST Tahun 2021. Penelitian ini juga melibatkan dua orang mahasiswa, terima kasih atas semua bantuannya

### DAFTAR PUSTAKA

- Charly, V., Sujatmoko, B. & Sandhyavitri, A., 2017. Analisis Karakteristik Hidraulis Air Tanah Gambut Berdasarkan Uji Pemompaan (Pumping Test). *Jom FTEKNIK*, pp. 1-9.
- Jacob, C. E., 1947. Drawdown Test to Determine Effective Radius of Artesian Well. *Trans. Am. Soc. Civ. Eng*, 112, p. 1047–1070.
- Jiri, K., 1993. Classification of Transmissivity Magnitude and Variation. *Ground Water*, Maret April, pp. 230-236.
- Kawecki, M. W., 1995. Meaningful Interpretation of Step Drawdown Test. *Ground water Vol.33 no.1*, pp. 23-32.
- Kruseman, G. P. & de Ridder, N. A., 1994. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. Second Edition penyunt. Wageningen, Netherland: International Institute For Land Reclamation and Improvement.
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, Priskila, R. & Putra, P. B. A. A., 2019. Pengembangan Aplikasi Kuesioner Survey Berbasis Web. *Jurnal Sains Dan Informatika*, pp. 128-137.
- Simamora, A., 2017. *Peranan Penyakit Tanaman dalam Mewujudkan Ketahanan dan Kedaulatan Pangan di Lahan Kering*, kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Todd, D. K., 1980. *Groundwater Hydrology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Walton, 1962. *Selected Analytical Methods for well and Aquifer evaluation*, s.l.: Illinois State Water Survey, buletin No.49.

## KARAKTERISTIK DAN PERFORMA BERKENDARA PENGEMUDI SEPEDA MOTOR DI KOTA KUPANG BERBASIS BIG FIVE INVENTORY

### *Analysis of characteristics and driving performance of motorcycle drivers in kupang city based on big five inventory*

Margareth Evelyn Bolla<sup>1)</sup>, Ludfi Djakfar<sup>2)</sup>, Achmad Wicaksono<sup>3)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup> Jurusan Teknik Sipil

Universitas Brawijaya

Malang, Jawa Timur 65145

<sup>1)</sup>e-mail: [margiebolla@gmail.com](mailto:margiebolla@gmail.com)

#### ABSTRAK

Persoalan kecelakaan lalu lintas sepeda motor merupakan salah satu fokus utama penelitian-penelitian keselamatan jalan. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan faktor kepribadian pengemudi mempengaruhi perilakunya di jalan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat bagaimana trait kepribadian seseorang akan mempengaruhi performanya saat berkendara. Kuisisioner Big Five Inventory (BFI) dan alat simulator Honda Riding Trainer (HRT) digunakan sebagai alat ukur, sedangkan analisis yang dilakukan adalah analisis regresi linier berganda. Hasil analisis deskriptif responden menunjukkan bahwa persentase terbanyak (34%) adalah pada umur 20 tahun. Mayoritas responden (66%) telah mengendarai sepeda motor sebelum umur 17 tahun, dan hanya terdapat 22% responden saja yang belum pernah terlibat kecelakaan. Mayoritas pengendara memiliki karakter neuroticism (34%), sedangkan tipe karakter yang paling sedikit adalah openness (6%). Performa pengendara terbanyak berada pada kategori B (44%), sedangkan persentase pengendara yang tidak terlibat kecelakaan adalah sebesar 54%. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa variabel openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, riwayat lakalantas dan umur mulai berkendara, tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa pengemudi kendaraan roda dua. Hasil analisis regresi ini dapat disebabkan oleh belum terbiasanya pengendara menggunakan alat simulator HRT, jumlah dan karakteristik sampel yang terbatas, variabel yang kurang representatif, serta alat analisis yang tidak sesuai.

**Kata Kunci:** Performa, Simulator, Sepeda Motor, BFI, Kecelakaan.

#### ABSTRACT

*The problem of motorcycle traffic accidents is one of the main focuses of road safety research. Several previous studies have shown that drivers' behavioral factors influence their behavior on the road. This study was conducted to see how a person's traits will affect his performance while driving. The Big Five Inventory (BFI) questionnaire and the Honda Riding Trainer (HRT) simulator were used as measuring tools, while the analysis performed was multiple linear regression analysis. The results of descriptive analysis of motorcycle drivers showed that the highest percentage (34%) was at the age of 20 years. The majority of respondents, as many as 66% have ridden a motorcycle before the age of 17 years, and there are only 22% of respondents who have never been involved in an accident. The majority of motorists have neuroticism (34%), while the least type of character is openness (6%). The highest driver performance was in scale B (44%), while the percentage of drivers who were not involved in an accident was 54%. The results of linear regression analysis showed that the variables of openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, history of traffic accidents and age of starting to drive did not have a significant effect on the performance of two-wheeled vehicle drivers. The results of this regression analysis can be caused by the driver's unfamiliarity with using the HRT simulator, the limited number and characteristics of the sample, unrepresentative variables, and inappropriate analysis tools.*

**Keywords:** performance, simulator, motorcycle, BFI, accident.

## PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang terjadi sejak awal tahun 2020 di Indonesia telah menyebabkan penurunan volume kendaraan di jalan. Kondisi ini menyebabkan terjadi juga penurunan pada angka kecelakaan lalu lintas, namun mengutip pernyataan Kasidukdikmas Ditkamsel Korlantas Polri AKBP Danang Sarifudin, (itworks.id) penurunan tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan penurunan volume kendaraan. Hal ini berarti bahwa hingga saat ini kecelakaan lalu lintas jalan tetap menjadi persoalan pelik dalam profil keselamatan Indonesia. Sepeda motor, sebagai proporsi terbesar jenis kendaraan yang beredar di Indonesia, merupakan jenis kendaraan yang berkontribusi terbanyak terhadap angka kecelakaan lalu lintas.

Sejalan dengan kondisi Indonesia secara umum, kota Kupang sebagai ibukota propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) juga menghadapi persoalan yang sama. Untuk tahun 2020, mengutip pernyataan Kasat Lantas Polres Kupang Kota Andry Aryansah, angka kecelakaan jika dibandingkan sebelum pandemi covid dan selama pandemi ini maka tidak terlihat perubahan yang signifikan, yaitu tetap tinggi (kupang.tribunnews.com). Data dari Polresta Kupang menunjukkan bahwa total kerugian materi sepanjang tahun 2019 adalah sebesar 834.3 juta rupiah, sedangkan hingga Oktober 2020 ini jumlah kerugian materi adalah sebesar 438.05 juta rupiah.

Penelitian-penelitian terdahulu telah menyatakan bahwa faktor manusia merupakan factor yang berkontribusi terbesar sebagai penyebab kecelakaan. Pakgohar (2011) dalam penelitiannya di Iran, mendapatkan hasil bahwa kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh gabungan beberapa faktor, dimana faktor manusia berkontribusi sebanyak 97.5% dalam total kecelakaan.

Perilaku manusia, dalam hal ini pengguna jalan, dipengaruhi oleh factor fisiologis dan psikologis. Banyak teori-teori kepribadian yang telah dikembangkan untuk mengenal dan mempelajari kekompleksan manusia, salah satunya adalah teori Big Five Personality.

Penelitian-penelitian terdahulu (Cellar, et.al 2000; Ulleberg, 2003; Sumer, 2005) menemukan bahwa aspek tertentu dari dimensi-dimensi Big Five seperti altruism yang merepresentasikan agreeableness, anxiety merepresentasikan neuroticism, dan sensation seeking yang merepresentasikan extraversion, mampu memprediksi baik variabel mediasi maupun variabel hasil. Hal ini menunjukkan bahwa trait kepribadian memiliki pengaruh terhadap perilaku mengemudi yang berisiko lewat efeknya pada sikap-sikap yang menentukan dari perilaku pengemudi tersebut..

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini Big Five Inventory (BFI) digunakan sebagai alat ukur kepribadian, sedangkan Honda Riding Trainer (HRT) merupakan alat simulasi yang digunakan untuk mengukur performa pengendara sepeda motor. Skala BFI memiliki 5 dimensi trait untuk menjelaskan

kepribadian manusia yaitu trait Neuroticism (4 item), Extraversion (5 item), Openness (6 item), Agreeableness (7 item), dan Conscientiousness (6 item). Total item dari alat ukur ini adalah 27 item. Alat ukur ini sebelumnya telah diadaptasi kedalam Bahasa Indonesia serta dilakukan uji validitas dan reliabilitasnya oleh Ramdhani (2012).

Simulator HRT adalah alat yang dipilih untuk merepresentasikan keadaan sesungguhnya di jalan raya. HRT merupakan alat yang didesain untuk mengajarkan psikomotor dan skill kognitif pada pengendara motor dan dapat digunakan sebagai alat evaluasi kemampuan berkendara. Kinerja perilaku berkendara dinilai dengan skala empat tingkat (Di Stasi, 2009), yang disesuaikan dengan hasil dari alat simulator HRT yaitu:

A = 3, yang berarti perilaku aman (tidak ada kecelakaan, bahaya yang dihindari tanpa mengerem keras atau mendekati kendaraan lain, mengikuti batas kecepatan).

B = 2, yang berarti perilaku berjaga-jaga (tidak mengikuti batas kecepatan, mengerem keras, mendekati kendaraan lain).

C = 1, yang berarti perilaku berbahaya (melanggar keras di dekat kendaraan lain).

D = 0, yang berarti mengalami kecelakaan.

Simulator sepeda motor ini berbentuk seperti mainan game komputer, terdiri dari sebuah komputer dengan software, stang sepeda motor, pedal transmisi, tempat duduk, dan video monitor (Gambar 1). Pada penelitian ini, karena alat HRT yang tersedia di dealer Honda Kupang hanya dapat difungsikan untuk pilihan motor transmisi manual maka seluruh responden dipilih yang berjenis kelamin laki-laki sebagai pengguna motor transmisi manual.



**Gambar 1.** Alat Honda Riding Trainer (HRT)

Pada penelitian ini nilai BFI dihitung dengan penskalaan dan skoring (Lubis 2015), dimana nilai terkecil menunjukkan karakter paling dominan dari responden. Nilai masing-masing karakter Big Five responden selanjutnya digunakan sebagai variabel penjelas dalam pembentukan model,

yaitu Extraversion (X1), Agreeableness (X2), Conscientiousness (X3), Neuroticism (X4), Openness (X5). Umur mulai mengendarai sepeda motor (X6) dan data riwayat kecelakaan responden (X7) pada penelitian ini ditempatkan bersama sebagai variabel penjelas, sedangkan yang menjadi variabel respon (Y) adalah nilai total evaluasi performa pengendara pada saat mengendarai alat simulator HRT. Nilai Y ditetapkan berdasarkan kategori A hingga kategori D.

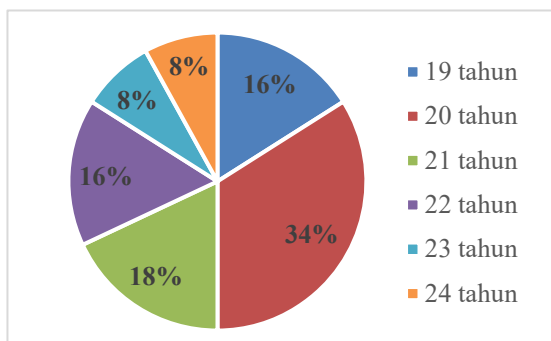
Pembentukan model selanjutnya dilakukan dengan analisis regresi linear berganda, dengan melakukan pengujian asumsi klasik, analisis univariat dan analisis multivariat, dengan alat bantu analisis adalah program statistik SPSS. Tingkat signifikansi 95% merupakan kriteria dalam estimasi parameter model.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

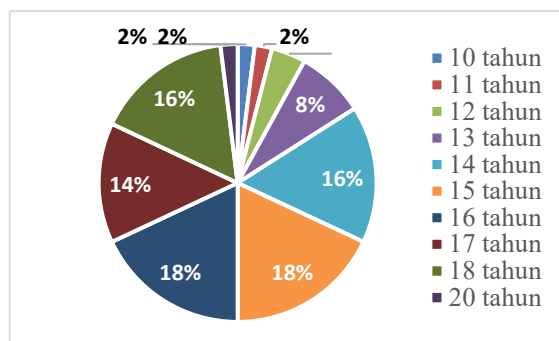
### Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa S1 Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana Kupang NTT sebanyak 50 orang. Pemilihan kelompok dan jumlah responden ini didasarkan pada alasan yaitu karena kondisi pandemik sehingga tidak memungkinkan untuk mengumpulkan responden masyarakat umum dalam jumlah yang besar, dan karena berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya di kota Kupang (Bolla, 2017, 2018), kelompok umur pengendara muda adalah kelompok umur yang paling dominan terlibat kecelakaan lalulintas (lakalantas).

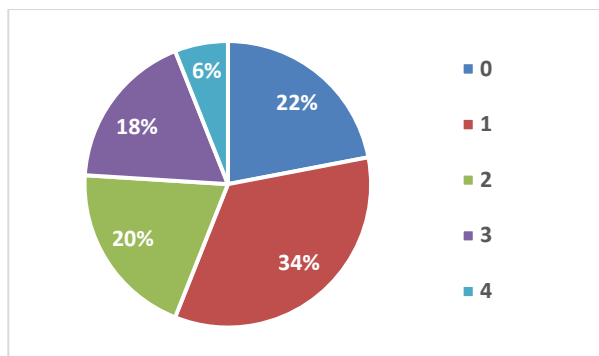
Pada Gambar 2 tersaji rentang umur pengendara yaitu dari 19 hingga 24 tahun, dimana persentase terbanyak (34%) adalah pada umur 20 tahun. Mayoritas responden, yaitu sebanyak 66% telah mengendarai sepeda motor sebelum umur 17 tahun, umur minimum syarat kepemilikan SIM (Gambar 3). Data riwayat kecelakaan dapat dilihat pada Gambar 4, dimana berdasarkan kuisioner diketahui bahwa dari 50 orang responden hanya terdapat 11 orang (22%) saja yang belum pernah terlibat kecelakaan, sedangkan jumlah maksimum kecelakaan yang dialami oleh responden adalah sebanyak 4 (empat) kali yaitu dialami oleh 3 (tiga) orang responden.



Gambar 2. Umur Pengendara

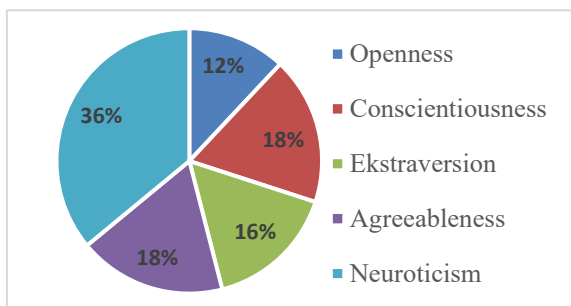


Gambar 3. Umur Mulai Berkendara

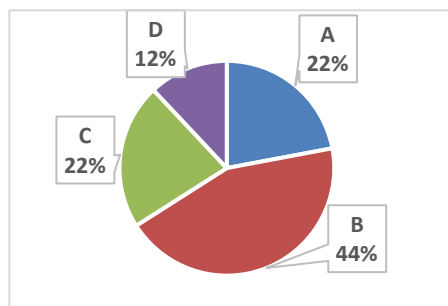


Gambar 4. Riwayat Kecelakaan (Jumlah)

Hasil kompilasi data karakter pengendara berdasarkan Big Five Inventory didapatkan bahwa mayoritas pengendara memiliki karakter neuroticism, sedangkan tipe karakter yang paling sedikit adalah openness (Gambar 5). Hasil simulasi berkendara dengan menggunakan Honda Riding Trainer (HRT) disajikan berdasarkan kategori performa pengendara (Gambar 6). Gambar 6 menunjukkan bahwa mayoritas performa pengendara berada pada kategori B yang berarti perilaku berjaga-jaga (tidak mengikuti batas kecepatan, mengerem keras, mendekati kendaraan lain).



Gambar 5. Karakter Pengendara



Gambar 6. Performa Pengendara

### Pemodelan Karakter Pengemudi Sepeda Motor

#### A. Pengujian Asumsi Klasik

##### a. Asumsi Multikolinieritas

Tabel 1. Hasil Uji Asumsi Multikolinieritas

Variabel Bebas	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
Openness	0.828	1.208
Conscientiousness	0.589	1.696
Extraversion	0.709	1.410
Agreeableness	0.729	1.371
Neuroticism	0.824	1.214
Riwayat Lakalantas	0.974	1.026
Umur mulai berkendara	0.925	1.081

Berdasarkan hasil pada tabel 1, diketahui bahwa variabel bebas menghasilkan nilai VIF lebih kecil dari 10 dan nilai tolerance lebih besar dari 0.1. Dengan demikian variabel bebas pada penelitian ini dinyatakan tidak terjadi gejala multikolinier.

b. Asumsi Normalitas

**Tabel 2.** Hasil Uji Asumsi Normalitas

	<b>Performa Pengemudi</b>
Kolmogorov-Smirnov Z	0.090
Probabilitas	0.200

Pengujian asumsi normalitas pengaruh variabel bebas terhadap performa pengemudi menghasilkan statistik uji Kolmogorov Smirnov sebesar 0.090 dengan probabilitas 0.200. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa probabilitas > level of significant ( $\alpha=5\%$ ). Dengan demikian residual dinyatakan berdistribusi normal.

c. Asumsi Heteroskedastisitas

**Tabel 3.** Hasil Uji Asumsi Heteroskedastisitas

<b>Variabel Bebas</b>	<b>T Statistics</b>	<b>Probabilitas</b>
<i>Openness</i>	1.570	0.124
<i>Conscientiousness</i>	-0.106	0.916
<i>Extraversion</i>	0.975	0.335
<i>Agreeableness</i>	0.029	0.977
<i>Neuroticism</i>	-1.723	0.092
Riwayat Lakalantas	1.385	0.173
Umur mulai berkendara	-1.712	0.094

Pengujian asumsi heteroskedastisitas pengaruh variabel bebas terhadap performa pengemudi menghasilkan probabilitas yang lebih besar dari level of significant ( $\alpha=5\%$ ). Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa residual dinyatakan memiliki ragam yang homogen.

**B. Hasil Estimasi Pengaruh Variabel Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism, Riwayat Lakalantas, dan Umur terhadap Variabel Performa Pengemudi**

a. Pengujian Koefisien Determinasi



Koefisien determinasi (R square) yang dihasilkan oleh model regresi pengaruh openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, riwayat lakalantas, dan umur terhadap performa pengemudi adalah sebesar 0.065. Hal ini berarti keragaman Y mampu direpresentasikan oleh variabel bebas sebesar 6.5%, sedangkan sisanya sebesar 93.5% merupakan kontribusi dari faktor lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini.

**b. Uji Hipotesis Simultan**

Pengujian hipotesis secara simultan pengaruh openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, riwayat lakalantas, dan umur terhadap performa pengemudi menghasilkan statistik uji F sebesar 0.414 dengan probabilitas sebesar 0.888. Hal ini berarti terdapat pengaruh yang tidak signifikan secara simultan (bersama-sama) openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, riwayat lakalantas, dan umur terhadap performa pengemudi.

**c. Uji Hipotesis Parsial**

**Tabel 4.** Hasil Uji Hipotesis Parsial

Variabel Bebas	Variabel Terikat	T Statistics	Probabilitas
Konstanta	Performa Pengemudi	2.010	0.051
<i>Openness</i>		-0.660	0.513
<i>Conscientiousness</i>		-0.436	0.665
<i>Extraversion</i>		-0.775	0.443
<i>Agreeableness</i>		0.328	0.744
<i>Neuroticism</i>		0.370	0.713
Riwayat Lakalantas		-0.001	0.999
Umur mulai berkendara		0.391	0.698

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis secara parsial pada Tabel 4, terlihat bahwa baik konstanta maupun seluruh variabel bebas memiliki nilai probabilitas > level of significance ( $\alpha = 5\%$ ). Hal ini berarti terdapat pengaruh yang tidak signifikan secara parsial (individu) variabel openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, riwayat lakalantas, dan umur mulai berkendara terhadap performa pengemudi.

**d. Model Empirik Regresi Linier Berganda**

Berdasarkan hasil analisis regresi linier seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, maka model empirik regresi linier adalah sebagai berikut:

$$Y = 3.373 - 0.311 X1 - 0.165 X2 - 0.261 X3 + 0.109 X4 + 0.109 X5 - 0.001 X6 + 0.028 X7$$

**Tabel 5.** Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

<b>Bebas</b>	<b>Terikat</b>	<b>Coefficients</b>
Konstanta	Performa Pengemudi	3.373
<i>Openness</i>		-0.311
<i>Conscientiousness</i>		-0.165
<i>Extraversion</i>		-0.261
<i>Agreeableness</i>		0.109
<i>Neuroticism</i>		0.109
Riwayat Lakalantas		0.001
Umur mulai berkendara		0.028

Persamaan model matematis ini menunjukkan hal-hal sebagai berikut:

- Konstanta sebesar 3.373 mengindikasikan bahwa apabila karakter pengemudi *openness*, *conscientiousness*, *extraversion*, *agreeableness*, *neuroticism*, riwayat lakalantas, dan umur mulai berkendara bernilai konstan (tidak berubah) maka besar pengukuran performa pengemudi adalah sebesar 3.373.
- Koefisien karakter pengemudi: *openness* sebesar -0.311 mengindikasikan bahwa karakter pengemudi: *openness* berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin kuat karakter pengemudi: *openness* maka cenderung dapat menurunkan performa pengemudi, meskipun penurunan tersebut tidak signifikan.
- Koefisien karakter pengemudi: *conscientiousness* sebesar -0.165 mengindikasikan bahwa karakter pengemudi: *conscientiousness* berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin kuat karakter pengemudi: *conscientiousness* maka cenderung dapat menurunkan performa pengemudi, meskipun penurunan tersebut tidak signifikan.
- Koefisien karakter pengemudi: *extraversion* sebesar -0.261 mengindikasikan bahwa karakter pengemudi: *extraversion* berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin kuat karakter pengemudi: *extraversion* maka cenderung dapat menurunkan performa pengemudi, meskipun penurunan tersebut tidak signifikan.
- Koefisien karakter pengemudi: *agreeableness* sebesar 0.109 mengindikasikan bahwa karakter pengemudi: *agreeableness* berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin kuat karakter pengemudi:

agreeableness maka cenderung dapat meningkatkan performa pengemudi, meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan.

- Koefisien karakter pengemudi: neuroticism sebesar 0.109 mengindikasikan bahwa karakter pengemudi: neuroticism berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin kuat karakter pengemudi: neuroticism maka cenderung dapat meningkatkan performa pengemudi, meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan.
- Koefisien riwayat lakalantas sebesar 0.001 mengindikasikan bahwa riwayat lakalantas berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin bertambahnya pengalaman kecelakaan (riwayat lakalantas) maka cenderung dapat menurunkan performa pengemudi, meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan.
- Koefisien umur sebesar 0.028 mengindikasikan bahwa umur berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap performa pengemudi. Hal ini berarti terjadinya semakin bertambah umur pengemudi maka cenderung dapat meningkatkan performa pengemudi, meskipun peningkatan tersebut tidak signifikan.

e. Pengaruh Dominan

**Tabel 6.** Hasil Uji Pengaruh Dominan

Bebas	Terikat	<i>Standardized Coefficients</i>
<i>Openness</i>	Performa Pengemudi	-0.108
<i>Conscientiousness</i>		-0.085
<i>Extraversion</i>		-0.137
<i>Agreeableness</i>		0.057
<i>Neuroticism</i>		0.061
Riwayat Lakalantas		0.001
Umur		0.061

Berdasarkan hasil estimasi yang tertera pada tabel 6 diketahui bahwa variabel bebas yang memiliki standardized coefficient paling besar terhadap performa pengemudi adalah extraversion sebesar 0.137. Dengan demikian extraversion merupakan variabel yang paling berpengaruh atau memiliki pengaruh yang paling dominan terhadap performa pengemudi.

Hasil analisis regresi yang menunjukkan bahwa semua variabel bebas yang ditinjau memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap performa pengemudi dapat disebabkan oleh belum terbiasanya pengendara menggunakan alat simulator HRT, jumlah dan karakteristik sampel yang terbatas, variabel yang kurang representatif, serta alat analisis yang tidak sesuai. Untuk itu perlu

pengembangan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih menggambarkan hubungan antara kepribadian pengendara sepeda motor terhadap performa berkendara.

### KESIMPULAN

Hasil analisis deskriptif responden pengendara sepeda motor di Kota Kupang menunjukkan bahwa persentase terbanyak (34%) adalah pada umur 20 tahun. Mayoritas responden, yaitu sebanyak 66% telah mengendarai sepeda motor sebelum umur 17 tahun, dan hanya terdapat 22% responden saja yang belum pernah terlibat kecelakaan. Mayoritas pengendara memiliki karakter neuroticism (34%), sedangkan tipe karakter yang paling sedikit adalah openness (6%). Performa pengendara terbanyak berada pada kategori B (44%), sedangkan persentase pengendara yang tidak terlibat kecelakaan adalah sebesar 54%.

Analisis regresi linier trait kepribadian berdasarkan menunjukkan bahwa variabel BFI yaitu openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness, neuroticism, serta variabel kovariat riwayat lakalantas dan umur mulai berkendara, tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa pengemudi kendaraan roda dua, yang ditinjau berdasarkan hasil simulasi dengan alat Honda Riding Trainer (HRT).

### DAFTAR PUSTAKA

Bolla, M. E. and B. S. Djahi. 2018. *The Development of Road Databases and Analysis of Traffic Accident-Prone Section (Blacksite) Based on Geographic Information System (GIS)*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Vol. 403. (1) 012062.

<http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/403/1/012062>

Bolla, M. E., T. M. Sir, and P. D. K. Djahamouw. 2019. *Motorcycle Accident Modelling for the Formulation of Motorist Safety Action Programs in Kupang City*. MATEC Web of Conferences Vol. 270, 03017. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201927003017>

Cellar, D. F., Nelson, Z. C., York, C. M. 2000. *The Five-Factor Model and Driving Behaviour: Personality and Involvement in Vehicular Accidents*. Psychological Reports, 86, 454-456. <https://doi.org/10.2466/pr0.2000.86.2.454>

Di Stasi, L. L., Álvarez-Valbuena, V., Cañas, J. J., Maldonado, A., Catena, A., Antolí, A., & Candido, A. (2009). *Risk Behaviour and mental workload: Multimodal assessment techniques applied to motorbike riding simulation*. Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 12, 361-370. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2009.02.004>

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Lubis, Sulastri Muktiawarni. 2015. *Hubungan Kepribadian Big Five, Motivasi dan Organizational Citizenship Behavior (Ocb) Pada Karyawan Rumah Sakit X Bandung*. Universitas Pendidikan Indonesia. repository.upi.edu. perpustakaan.upi.edu.

Pakgohar, A. et al. 2011. *The Role of Human Factor in Incidence and Severity of Road Crashes Based on The CART and LR Regression: A Data Mining Approach*. Procedia Computer Science 3 (2011) 764-769. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.126>

Ramdhani, N. 2012. *Adaptasi Bahasa dan Inventory Big Five*. Jurnal Psikologi Volume 39 No. 2, Desember 2012:189-207. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sumer Nebi, Timo Lajunen, Turker Ozkan. 2005. *Big Five Personality Traits as the Distal Predictors of Road Accident Involvement*. Traffic and Transport Psychology. Elsevier Ltd. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-008044379-9/50173-4>

Ulleberg, U., Rundmo, T. 2003. *Personality, Attitudes, and Risk Perception as Predictors of Risky Driving Behavior among Young Driver*. Safety Science, 41, 427-443. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00077-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00077-7)

<https://www.itworks.id/38431/riset-adira-insurance-petakan-profil-keselamatan-jalan-di-indonesia.html>. Diakses tanggal 01 Oktober 2021.

<https://kupang.tribunnews.com/2020/06/20/andry-aryansyah-tingkat-kecelakaan-lalu-lintas-di-kota-kupang-masih-tinggi>. Diakses tanggal 01 Oktober 2021.

**SIMULASI PENGARUH BUKAAN PADA RUANG KELAS DI WILAYAH BERIKLIM  
KERING DI MAUMERE, NUSA TENGGARA TIMUR**

***Simulation of the Effect of Openings in Classrooms in a Dry Climate Area in  
Maumere, East Nusa Tenggara***

**Maria Carolina Tandafatu,ST.,MT<sup>1</sup>, Yohanes Pieter Pedor Parera, ST.,M.Ars<sup>2</sup>, Cornelia Hildegardis,  
ST.,MT<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Nusa Nipa  
Jln. Kesehatan No.03, Maumere, Nusa Tenggara Timur

<sup>1</sup>e-mail: [jo.darius1206@gmail.com](mailto:jo.darius1206@gmail.com)

**ABSTRAK**

Berada pada wilayah beriklim tropis kering tentunya akan memberikan sensasi termal yang berbeda bila dibandingkan dengan iklim lainnya. Contoh yang dapat diambil adalah pada ruang kelas. Dimana dalam penelitian ini lebih ditekankan pada dampak terhadap sirkulasi udara ke dalam ruang kelas berdasarkan level lantai, orientasi bukaan, dan kondisi bukaan. Analisa menggunakan perangkat lunak Ecotect Analysis 2010. Disimpulkan bahwa orientasi bukaan merupakan hal utama yang perlu diperhatikan dalam mengoptimalkan aliran udara ke ruang kelas. Selain itu perlu diperhatikan pula tipe bukaan yang digunakan sehingga dapat mengatur kecepatan maupun persebaran udara yang masuk ke dalam ruang kelas.

**Kata Kunci:** kenyamanan thermal, ruang kelas, bukaan, ecotect dan iklim kering.

**ABSTRACT**

*Being in a dry tropical climate, of course will provide a different thermal sensation when compared to other climates. An example that can be taken is in the classroom. Where in this study more emphasis is placed on the impact on air circulation into the classroom based on floor level, the orientation of opening, and opening conditions. The analysis uses Ecotect Analysis 2010 software. It is concluded that the orientation of the openings is the main thing that needs to be considered in optimizing airflow to the classroom. In addition, it is necessary to pay attention to the type of opening used so that it can regulate the speed and distribution of air entering the classroom*

**Keywords:** thermal comfort, classrooms, openings, ecotect and dry climates.

**PENDAHULUAN**

Kenyamanan yang dapat diberikan dari sebuah bangunan, tidak terlepas dari keberadaan bangunan itu sendiri dalam konteks lingkungan yang dibatasi pertimbangan faktor alam. Dalam sejarah perkembangannya, bangunan dipengaruhi oleh iklim, kondisi tanah, dan ketersediaan sumber daya alam dalam hal ini bahan bangunan. Sejalan dengan pemanfaatan faktor alam, terdapat berbagai upaya untuk menjamin agar sumber daya alam tersebut dapat berkelanjutan. Arsitektur saat ini mewajibkan pertimbangan penggunaan energy dalam desain bangunan, dan diterapkan hampir di semua negara di dunia, termasuk Indonesia.

Dalam upaya mencapai kenyamanan pada bangunan di daerah yang beriklim tropis seperti Indonesia khususnya bangunan di daerah Maumere, Nusa Tenggara Timur, dengan karakteristik

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

curah hujan, kelembaban dan suhu udara yang relatif tinggi serta radiasi panas matahari dapat mencapai tingkatan di luar zona nyaman manusia. Dengan mempertimbangkan orientasi bukaan dan kondisi bukaan pada desain bangunan dapat memanfaatkan faktor alam yaitu kecepatan angin untuk mengoptimalkan aliran udara ke dalam ruang kelas.

Berdasarkan klasifikasi iklim Koppen dan telah mengalami beberapa kali perubahan, diketahui bahwa Indonesia terbagi atas tiga wilayah iklim tropis yakni hutan hujan tropis, monsoon tropis, dan savana/kering (Kottek et al.2006). pada wilayah beriklim kering umumnya terdapat pada wilayah Timur Indonesia, seperti Nusa Tenggara Timur (Febrianti 2008, Hermawan and Sri 2017). Maumere merupakan ibukota kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur dan merupakan wilayah beriklim kering. Berdasarkan pengukuran lapangan yang dilakukan pada tahun 2019, kota ini memiliki cuaca yang panas dengan suhu tertinggi dapat mencapai 34°C dan memiliki curah hujan yang rendah.

Diketahui dengan iklim tropis kering ini, maka akan dapat mempengaruhi kenyamanan termal pada sebuah bangunan atau ruang. Menurut (Sugini, 2004), kenyamanan secara termal yang baik pada sebuah ruang berpengaruh terhadap kinerja manusia yang berada didalamnya dengan optimal.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006 yang mensyaratkan beberapa kriteria kenyamanan pada suatu gedung atau ruang, antara lain kenyamanan termal, dan factor suhu menjadi salah satu indicator kenyamanan termal.

Ruang yang baik, umumnya memberikan dampak yang baik terhadap performa dari orang-orang yang berada di dalamnya diman sekurnag-kurangnya 80% penghuninya merasa nyaman (Kwok 1997). Bangunan/ruang yang dapat memberikan kenyamanan termal yang baik tentunya dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain dari material (Prakoso, Lamahal dan Santanu, 2014, Purnama, Nugroho dan Soebandono, 2016), orientasi bangunan (Amelia 2013, Nydia et al.2014, Telis et al 2017) dan bukaan (Toisi dan Kussoy 2012, Wahyudi 2018, Latifah et al.2013). salah satunya adalah ruang kelas. Ruang kelas yang baik dapat memberikan pengaruh positif pada kesehatan seklaigus konsentrasi dan konerja belajar (Gunawan and Ananda 2017).

Penelitian yang dilakukan Baharuddin, Beddu dan Yahya (2012) pada ruang kelas di Universitas Hasanuddin menemukan bahwa tidak adanya aliran udara yang masuk ke dalam ruang kelas, dapat mempengaruhi tinggi suhu udara sehingga tidak dapat memenuhi standar kenyamanan termal. Penelitian lainnya yang dilakukan pada ruang kelas di Banjarmasin Timur menemukan pada pagi hari lebih memberikan rasa nyaman terhadap penghuni, bila dibandingkan dengan siang hari (Kurnia, Effendy, dan Tursilowati 2010). Hal serupa dikatakan Latif, Rahim dan Hamzah (2016), yang menemukan bahwa, walaupun nilai temperature berada diluar batas kenyamanan termal, namun keadaan ini telah dapat diterima karena factor kebiasaan (adaptasi).

Berdasarkan temuan-temuan tersebut diatas, dan kondisi eksisting di lapangan, maka dilakukannya penelitian pada ruang kelas di Universitas Nusa Nipa Maumere, untuk menganalisis pengaruh bukaan terhadap sebaran/aliran udara yang terjadi di dalam kelas agar dapat memenuhi kriteria untuk mendapatkan kenyamanan termal yang optimal khususnya di wilayah beriklim kering.

## **RUMUSAN MASALAH**

Perumusan masalah yang menjadi pokok pembahasan dalam penelitian ini yaitu

Bagaimana cara mengoptimalkan aliran udara di dalam ruang kelas di wilayah beriklim kering yang menunjang kenyamanan thermal ditinjau dari level lantai, orientasi bukaan dan kondisi bukaan?

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Tujuan penelitian untuk mengetahui dan memahami bagaimana pengaruh dari desain ruang dengan level lantai, orientasi bukaan dan kondisi bukaan, yang mempengaruhi pergerakan dan kecepatan angin di dalam ruang kelas di wilayah beriklim kering.

Berdasarkan rumusan permasalahan diatas, maka manfaat yang akan didapat yaitu :

1. Mengetahui dan memahami sejauh mana ruang kelas bangunan kampus Universitas Nusa Nipa Maumere khususnya dan wilayah beriklim kering umumnya yang sudah memenuhi kenyamanan thermal;
2. Mengetahui dan memahami sejauh mana pengaruh orientasi bukaan udara terhadap kenyamanan termal di ruang kelas ;
3. Mengetahui dan memahami sejauh mana pengaruh kondisi bukaan udara terhadap kenyamanan termal di ruang kelas ;

## **RUANG LINGKUP PENELITIAN**

Sesuai tujuan dan manfaat di atas, maka ruang lingkup dalam penelitian ini adalah: pengaruh level lantai, orientasi bukaan dan kondisi bukaan pada ruang kelas di wilayah beriklim kering terhadap kenyamanan termal, dengan menggunakan perangkat lunak Ecotect Analysis 2010.

## **METODE PENELITIAN**

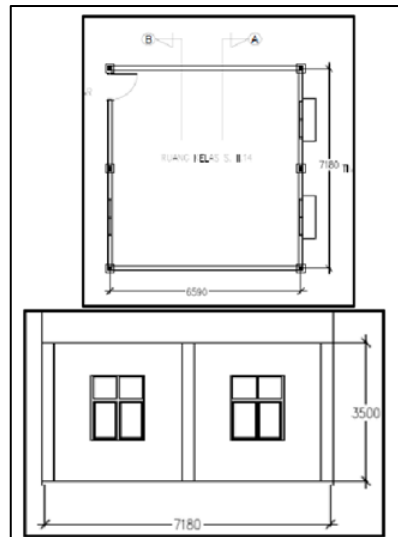
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni menggunakan perbandingan yang dihasilkan dari pengukuran di lapangan dan simulasi Ecotect. Pengukuran dilakukan pada bulan Juni pukul 07.00-17.00 (mengikuti jadwal perkuliahan yang biasanya dilakukan). Pengukuran dilakukan di dalam maupun di luar ruang kelas tanpa melibatkan penghuni di dalam bangunan.



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Penelitian dilakukan pada 2 (dua) buah ruang kelas yang berada di dalam lingkungan kampus Universitas Nusa Nipa Maumere. Kedua ruangan memiliki dimensi dan jenis bukaan yang sama, namun memiliki perbedaan pada level lantai.



Gambar 1. Denah ruang kelas (atas) dan tipe bukaan (bawah)  
Sumber : Dokumentasi pribadi (2020)

Terdapat 4 (empat) variabel yang diukur untuk melihat kenyamanan termal antara lain : suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan suhu radiasi. Alat ukur yang digunakan antara lain : Thermohyrometer (suhu dan kelembaban udara), Anemometer (kecepatan angin), dan WBGT Heat Stress (suhu radiasi).



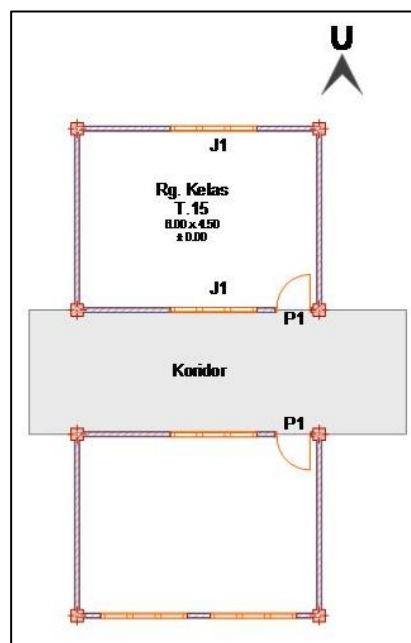
Gambar 2. Alat-alat ukur yang digunakan dalam penelitian  
Sumber : Dokumentasi pribadi (2020)

Analisis simulasi menggunakan Ecotect Analysis 2010 (WinAir CFD) untuk mengetahui aliran udara yang terjadi dari luar ke dalam bangunan. Berdasarkan penelitian Roberts and Marsh (2001), diketahui bahwa Ecotect dianggap lebih berguna karena kecepatan dan kemudahan dalam penggunaannya disbanding simulasi lainnya. Pengaturan iklim pada Ecotect disesuaikan dengan pengukuran di lapangan yang telah dilakukan di Maumere, sebelum penelitian ini dilakukan. Analisis yang akan dilakukan tidak menggunakan analisis material, dimana material yang dicantumkan disesuaikan dengan kondisi eksisting.

Simulasi diawali dengan simulasi eksisting untuk mengetahui aliran udara yang masuk ke dalam bangunan sehingga dapat dijadikan perbandingan pada saat mengajukan rekomendasi/alternative desain.

Ruang kelas yang menjadi obyek penelitian pertama yaitu ruang kelas T 15, yang berada pada lantai 1 dalam gedung Fakultas Teknik, dengan orientasi ruang kelas berada pada arah Timur-Barat, dengan kondisi pengamatan yang ada di lapangan antara lain :

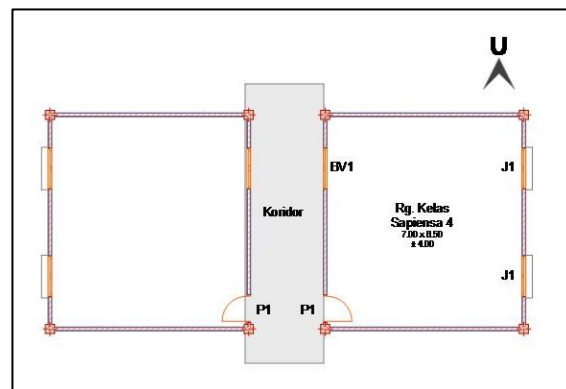
- Posisi bukaan berupa jendela dan pintu berada pada sisi Utara dan Selatan.
- Sisi Utara dari ruang kelas adalah ruang terbuka ;
- Sedangkan sisi Selatan adalah koridor yang memisahkan ruang T15 dengan ruang Tata Usaha;
- Sedangkan sisi Timur dan Barat berbatasan dengan ruang kelas lainnya;
- Model jendelanya adalah panel dengan engsel pada bagian atas. Jumlahnya 2 (dua) terletak pada sisi Utara dan Selatan.



Gambar 3. Denah ruang kelas T15  
Sumber : Dokumentasi pribadi (2020)

Sedangkan obyek penelitian kedua yaitu ruang kelas Sapiensa 4, yang berada pada gedung Sapiensa, lantai 2, dengan orientasi ruang kelas kearah Utara dan Selatan, dengan kondisi yang ada antara lain :

- Posisi bukaan berupa jendela dan pintu berada pada sisi Timur dan Barat;
- Sedangkan sisi Utara dan Selatan berbatasan dengan ruang kelas lainnya;
- Sisi Timur adalah ruang terbuka;
- Sedangkan sisi Barat adalah koridor yang memisahkan ruang kelas Sapiensa 4 dengan ruang kelas Sapiensa 3;
- Model jendelanya adalah panel dengan engsel pada bagian atas. Jumlahnya 2 (dua) terletak pada sisi Timur, dan 1 (satu) buah bukaan dan 1 (satu) buah pintu berada pada sisi Barat.



Gambar 4. Denah ruang kelas T15  
Sumber : Dokumentasi pribadi (2020)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengukuran kondisi termal di lapangan



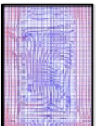

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, pada ruang dalam dari kedua kelas, suhu udara mengalami peningkatan dari 27°C (pada pukul 07.00) hingga 31,2°C (pada pukul 12.00-14.00) dengan kelembababn udara semakin menurun, dengan kecepatan udara di bawah 0,1 m/s. pada ruang kelas hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu mengalami peningkatan hingga 33,6°C dengan kecepatan angin maksimal mencapai 3 m/s.

### Analisis hasil Ecotect

Pada simulasi ini, kecepatan angin diatur pada kecepatan maksimal 3 m/s disesuaikan dengan kondisi disaat pengukuran dilapangan.

Dari simulasi yang dilakukan, dibedakan berdasarakan orientasi dan kondisi bukaan. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

**Tabel. 1.** Hasil Analisa Pada Ruang Kelas T.15 dan Sapiensa 4, dengan Menggunakan Ecotect WinAir.

Nama Ruang	Arah bukaan	Kondisi bukaan	
		Terbuka	Tertutup
T15	Selatan-utara 	Aliran udara dapat menyebar ke dalam ruang kelas	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas
	Barat-Timur 	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas
Sapiensa 4	Selatan-utara 	Aliran udara dapat menyebar ke dalam ruang kelas	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas
	Barat-Timur 	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas	Aliran tidak dapat mengalir ke dalam kelas

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa :

➤ Ruang T15

Berdasarkan kondisi di lapangan, diketahui bahwa orientasi bukaan menghadap ke Timur dan Barat. Hasil yang diperoleh berdasarkan simulasi diketahui bahwa dengan orientasi bukaan tersebut (kondisi bukaan tertutup dan terbuka) maka aliran udara tidak dapat masuk ke dalam ruangan. Hasil ini sesuai dengan pengukuran di lapangan dimana kecepataan udara yang masuk lebih rendah dari 0,1 m/s. sedangkan apabila orientasi bukaan dihadapka kea rah Utara dan Selatan (bukaan terbuka) maka udara dapat masuk ke dalam ruangan dan dapat menyebar ke seluruh bagian ruangan.

➤ Sapiensa 4

Berdasarkan kondisi di lapangan, ruang Sapiensa 4 merupakan ruang dengan bukaan yang menghadap kearah Timur-Barat. Kondisi ini disimulasikan dan diketahui bahwa kondisi ruang tidak memungkinkan adanya aliran udara yang masuk (kondisi jenddela dalam keadaan terbuka dan tertutup). Hal ini berbeda apabila bukaan diarahkan pada sisi Utara-Selatan (tabel 1).

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa arah/orientasi bukaan dapat mempengaruhi aliran udara maupun kecepataan angina untuk masuk ke dalam bangunan. Selain itu elemen bukaan menjadi salah satu factor yang perlu diperhatikan untuk mengatur laju/kecepataan udara yang

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

masuk ke dalam ruangan. Apabila diperhatikan pada gambar (di tabel 1 ), aliran udara yang berdekatan dengan bukaan (tanpa kaca) terlihat lebih kencang dibandingkan yang berjauhan dengan bukaan. Menurut (Dewi 2012) kecepatan dan arah aliran udara yang masuk ke dalam ruangan dipengaruhi oleh arah dan sudut bukaan sehingga dapat mempengaruhi kondisi udara di dalam ruangan. Selain itu diketahui pula bahwa jumlah dan ukuran bukaan dapat menjadi salah satu factor yang dapat mempengaruhi laju aliran udara ke dalam bangunan (Hardiman, Arifah, Adhitama, dan Nugroho 2017, Febrina, Hamzah, dan Mulyadi 2018).

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang ditinjau dari orientasi bukaan dan kondisi bukaan, yang mempengaruhi kenyamanan termal, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Dari kedua ruang kelas yang menjadi obyek penelitian, ruang kelas T15 secara umum sudah memenuhi aspek kenyamanan termal, sedangkan ruang Sapiensa 4 belum memenuhi;
- Ditinjau dari desain bangunan secara umum, ruang kelas sudah cukup baik menunjang kenyamanan termal;
- Ditinjau dari orientasi bukaan, ruang kelas ada yang sudah memenuhi, dan ada yang belum. Ruang kelas T15, dari segi orientasi bukaan, sudah cukup optimal untuk aliran udara yang masuk ke dalam ruang kelas, namun perlu diperbaiki yaitu peletakan bukaan pada kedua sisi tidak saling berhadapan (agar tercipta cross ventilation), sehingga udara yang masuk dapat mengalir secara merata. Sedangkan ruang kelas Sapiensa 4, secara orientasi bukaan tidak memenuhi, namun karena posisi ruangnya berada pada lantai 2, tanpa hambatan jalur angin, sehingga orientasi bukaan pada sisi luar cukup optimal untuk mengalirkan udara yang masuk ke dalam ruang kelas. Aliran udara yang masuk tidak terbagi secara merata, karena pada sisi Barat hanya terdapat sebuah ventilasi yang berukuran kecil dan sebuah pintu.
- Ditinjau dari kondisi bukaan udara, secara umum ruang kelas sudah cukup baik dalam menunjang kenyamanan termal. Namun dari aspek dimensi dan pengarah bukaan dirasakan kurang baik karena tidak terjadi peningkatan kecepatan udara yang menghasilkan aliran udara optimal.
- Dari hasil analisis diatas, perlu diperhatikan beberapa alternative desain yang diajukan untuk menciptakan kenyamanan termal di dalam ruang kelas antara lain :
  - a) Menambah bukaan;
  - b) Merubah ukuran bukaan dan orientasi bukaan.

### DAFTAR PUSTAKA

Amelia, Kiki. 2013. "Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal Pada Perumahan Di Bandung." *Jurnal dari Universitas Katolik Parahyangan*.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Arifah, Anisa Budiani, Muhammad Satya Adhitama, and Agung Murti Nugroho. 2017. "Pengaruh Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Apartemen Surabaya." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur* 5 (4).
- Baharuddin, Muhammad Taufik Ishak, Syarif Beddu, and M Yahya. "Kenyamanan Termal Gedung Kuliah Bersama Kampus Baru Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin."
- Dewi, Francisca Gayuh Utami. 2012. "Pengaruh Kecepatan Dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan Pada Sistem Ventilasi Alami." *Rekayasa Mesin* 3 (2):299-304.
- Febrianti, Nur. 2008. "Perubahan Zona Iklim di Indonesia dengan Menggunakan Sistem Klasifikasi Koppen."
- Febrina, Dian, Baharuddin Hamzah, and Rosady Mulyadi. 2018. "Pengaruh Elemen Fasad Terhadap Laju Pergerakan Aliran Udara Di Ruang Kelas." *PURWARUPA Jurnal Arsitektur* 1 (2):19-28.
- Gunawan, Gunawan, and Faisal Ananda. 2017. "Aspek kenyamanan termal ruang belajar gedung sekolah menengah umum di wilayah Kec. Mandau." *Inovtek Polbeng* 7 (2):98-103.
- Hardiman, Gagoek. "Pengaruh Luas Bukaannya Terhadap Kebutuhan Pertukaran Udara Bersih Dalam Rumah Tinggal." *Modul* 14 (2):79-86.
- Hermawan, Prasetyo Yuri, and Astuti Sri. 2017. "Ekspresi Bentuk Klimatik Tropis Arsitektur Tradisional Nusantara Dalam Regionalisme." *Permukiman* 12 (2):80-93.
- Kottek, Markus Grieser, JÜRGEN, Christoph BECK, Bruno Rudolf, and Franz Rubel. 2006. "World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated." *Meteorologische Zeitschrift* 15 (3):259-263.
- Kurnia, Rendy, Sobri Effendy, and Laras Tursilowati. 2010. "Identifikasi Kenyamanan Termal Bangunan (Studi Kasus: Ruang Kuliah Kampus Ipb Baranangsiang Dan Darmaga Bogor) identification of Building Thermal Comfort (Case Study: Classrooms in Ipb Banangsiang and Darmaga Campuses)." *Agromet* 24 (1):14-22.
- Kwok, Alison G. 1997. "Thermal comfort in naturally-ventilated and air-conditioned classrooms in the tropics."
- Latif, Sahabuddin, Ramli Rahim, and Baharuddin Hamzah. 2016. "Analisis Kenyamanan Termal Siswa di Dalam Ruang Kelas (Studi Kasus SD Inpres Tamalanrea IV Makassar)."
- Latifah, Nur Laela, Harry Perdana, Agung Prasetya, and Oswald PM Siahaan. 2013. "Kajian Kenyamanan Termal pada Bangunan Student Center Itenas Bandung." *REKA KARSASIA* 1 (1).
- Nydia, Erisa Weri, Rachmat Kurnia, Arief Firmansyah, and Ricky Pratama. 2014. "Bentuk dan Tata Massa Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal Cihampelas Walk Dalam Konteks Sustainable Design." *Reka Karsa* 2 (2).

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

- Prakoso, Naga Artha, Alexius Kapitan Lamahala, and Gea Sentanu. 2014. "Kajian Penerapan Material pada Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual." *Reka Karsa 2* (2).
- Purnama, Damalia Enesty , Agung Murti Nugroho, and Bambang Yatnawijaya Soebandono. 2016. "Identifikasi Pengaruh Material Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal (Studi kasus bangunan dengan material bambu dan bata merah di Mojokerto)." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Brawijaya 4* (1).
- Roberts, Andrew, and Andrew Marsh. 2001. "ECOTECT: environmental prediction in architectural education."
- Sugini. 2004. "Pemaknaan Istilah- Istilah Kualitas Kenyamanan Thermal Ruang Dalam Kaitan Dengan Variabel Iklim Ruang." *LOGIKA 1* (2).
- Telis, Citra Fila Telis Citra Fila, Citra Fila Telis, Maria Immaculata Winandari Winandari, and Sri Tundono. 2017. "Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Suhu Termal Di Unit Rusunawa Tambora." Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan.
- Toisi, Novan H. , and John W. Kussoy. 2012. "Pengaruh Luas Bukaannya Ventilasi Terhadap Penghawaan Alami Dan Kenyamanan Thermal Pada Rumah Tinggal Hasil Modifikasi Dari Rumah Tradisional Minahasa." *Jurnal Arsitektur DASENG UNSRAT Manado 1* (1):8.
- Wahyudi, Eko. 2018. "Pengaruh Bentuk Bukaannya Atap Bangunan Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Pada Rumah Panjang Suku Dayak Brusu, Kecamatan Sekatak, Kalimantan Utara." *Borneo Engineering 2* (2):94-104.

**PERENCANAAN UNIT *CRUSHING PLANT* BATU GAMPING UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI 9 JUTA TON/TAHUN PADA PABRIK PENGOLAHAN SEMEN PT X, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR, PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

***THE PLANNING OF LIMESTONE CRUSHING PLANT UNIT TO ACHIEVING 9 MILLION TONS / YEAR PRODUCTION TARGET IN CEMENT PROCESSING FACTORY OF PT X, EAST MANGGARAI, EAST NUSA TENGGARA***

**Maria Fatima Bajo, Yusuf Rumbino**

Prodi Teknik Pertambangan, FST Universitas Nusa Cendana  
Jln. Adisucipto Penfui, PO BOX 104, Kupang 85001, NTT, Telp. (0380) 881580-881586  
Email: [maria.tatima35@gmail.com](mailto:maria.tatima35@gmail.com) ; [yusufrumbino70@gmail.com](mailto:yusufrumbino70@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pemilihan dan perencanaan unit *crushing plant* yang tepat merupakan salah satu kunci untuk mencapai target produksi dengan ukuran produk yang sesuai secara efektif dan efisien. Target produksi 9 juta ton/tahun pada unit *crushing plant* disesuaikan dari rencana target produksi yang ditetapkan oleh PT.X pada *quarry* di tahap II produksi dengan ukuran umpan  $\leq 800$  mm dan ukuran produk  $\leq 45$  mm. Pemilihan dan perencanaan dilakukan terhadap komponen yang ada pada unit *crushing plant* yakni *crusher* dan *screen* ; mulai dari jenis, *setting*, kapasitas teoritis, dan kebutuhan energi pada *crusher*, ukuran *screen* serta alur material yang terjadi dalam proses peremukan dengan turut mempertimbangkan saran perusahaan untuk menggunakan satu tahap proses peremukan saja. Penelitian dengan metode kuantitatif menunjukkan bahwa *crusher* yang tepat digunakan adalah *hammer crusher* dengan kapasitas desain 3000 ton/jam dan kapasitas teoritis 2.250 ton/jam Hongxing PCZ2225, *setting* ukuran pada *grate bar* 3 cm dimana energi yang dibutuhkan dalam peremukan sebesar 1098,22183 kw.

**Kata Kunci** : Perencanaan, *Crushing plant*, *hammer crusher*, *screen*, *grate bar*.

**ABSTRACT**

*A proper selection and planning of crushing plant unit is one of the keys to efficiently and effectively achieving production targets in accordance with the appropriate production size. The production target of 9 million tons / year at the crushing plant unit is adapted to the production target plan determined by PT X for the quarry in phase II production with a feed size of  $\leq 800$  mm and a product size of  $\leq 45$  mm. The selection and planning were implemented towards the components of the crushing plant unit ranging from the theoretical capacity, type, setting, and energy requirements of the crusher, belt design and screen size as well as the material flow that occurred in the crushing process by taking into account the company's suggestion to use a single crushing process. This research, employing quantitative methods, indicated that the proper crusher to use is a hammer crusher with a design capacity of 3000 tons / hour and 2.250 ton/hour theoretical capacity, grate bar setting with the size of 3 cm where the energy required for crushing is 1098.22183 kW.*

**Keywords**: *Planning, Crushing plant, hammer crusher, screen, grate bar.*



## **PENDAHULUAN**

PT. X merencanakan dua 2 tahap penambangan yang dilaksanakan bersarkan kapasitas dan kesediaan pabrik pengolahan semennya. Pada tahap I penambangan di lima tahun pertama, target produksi direncanakan sebesar 4,5 juta ton/tahun dan 9 juta ton/tahun pada tahap II di tahun ke enam dan seterusnya. Sistem penambangan rencananya akan dilakukan dengan peledakan dan kemudian akan diangkut menuju ke pabrik pengolahan semen yang berjarak 2,5 km menggunakan alat angkut *dump truck*. Bersama dengan bahan baku lainnya yang dipasok dari luar perusahaan, gamping hasil penambangan akan diolah menjadi semen *Portland* tipe I karena berdasarkan hasil pengujian kualitas batu gamping yang ada pada daerah eksplorasi memiliki rata rata kadar CaO sebesar 53,28%, kadar MgO sebesar 0,38%, kadar  $K_2O + Na_2O$  sebesar 0,08%, kadar  $SO_3$  sebesar 0,12% dan kadar  $SiO_2$  sebesar 1,45%, sehingga secara kualitas batu gamping ini dapat digunakan sebagai bahan baku Semen *Portland* tipe I.

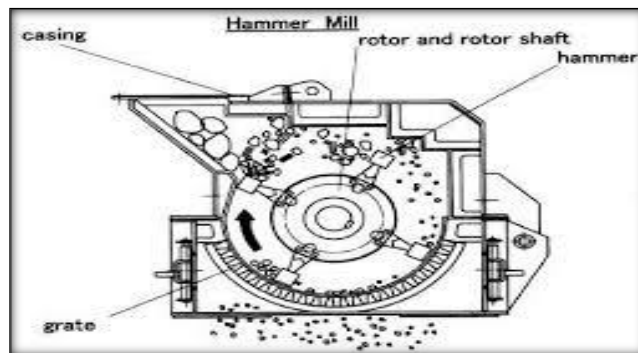
Pembuatan semen terdiri dari empat komponen penyusun, yaitu batu gamping dengan persen komposisi 70%, pasir besi dengan persen komposisi 10%, silika dengan persen komposisi 10% dan *clay* (tanah liat) dengan komposisi 10% (Prasticia Chandra Dewi,2011). Batu gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa kalsium oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa silika oksida ( $SiO_2$ ), aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ), besi oksida ( $Fe_2O_3$ ) dan magnesium oksida (MgO).

Gamping hasil penambangan dari quarry kemudian akan direduksi ukurannya dengan menggunakan alat peremuk (*crusher*) dari unit *crushing plant* yang berada pada kompleks pabrik seluas 188,6 Ha dari ukuran  $\leq 800$  mm menjadi produk dengan ukuran  $\leq 45$  mm sebelum akhirnya diolah lebih lanjut menjadi semen portland tipe 1 bersama bahan baku lainnya. Penentuan terhadap jenis *crusher* yang akan digunakan untuk mereduksi ukuran batu gamping melalui beberapa pertimbangan seperti ukuran umpan yang dapat diterima oleh mesin tersebut, kekerasan material umpan yang akan direduksi, kapasitas yang dapat diterima oleh alat dalam mereduksi material, serta keseragaman produk yang dihasilkan.

*Hammer crusher* merupakan alat peremuk atau pemecah yang berbentuk palu, dimana palu – palu tersebut terekat pada rotor/piringan/silinder yang dapat berputar dengan cepat (Diajeng Arumsari, 2017). *Hammer crusher* biasanya digunakan untuk batu kapur berkualitas tinggi, dengan kadar abrasif kurang dari 5%, menghasilkan jumlah besar

material halus. *Crusher* jenis ini biasanya dipilih karena beberapa faktor dan salah satu faktor utamanya adalah karena mampu memproduksi dengan kapasitas yang sangat besar. *Plate* atau palu-palu yang pada *hammer crusher* ini mampu mereduksi material berukuran besar (1200mm) menjadi material yang lebih kecil ( 50mm) dengan mudah ataupun cukup dalam satu tahap peremukan (Miller,1935). Aisyah (2019) menuliskan bahwa secara teoritis *hammer crusher* didesain untuk mampu mereduksi batuan dalam satu tahap peremukan seperti dari batuan yang berukuran 800 mm menjadi produk yang berukuran 5 mm. Menurut A.Gupta, *hammer crusher* didesain agar minim terjadi penyumbatan material di sisi *opening crusher* yang dipengaruhi oleh cara kerja palu dalam mesin, palu – palu yang berputar dan turun akan memukul material tersebut hingga cukup halus untuk melewati *opening* dan lolos ke *outlet crusher* (Aisyah,2019).

Secara umum *hammer crusher* memiliki beberapa bagian utama dengan fungsi sebagai berikut :



Sumber : Indonesian.alibaba.com

Gambar 1. Bagian – bagian *hammer crusher*

- *Casing* merupakan pelindung komponen *hammer crusher* yang ada di dalam dari debu, air, panas matahari dan benda lainnya.
- *Rotor* merupakan poros berbentuk silinder yang dapat berputar dengan kecepatan tinggi.
- *Hammer* merupakan pemukul berbentuk palu. Ada beberapa palu yang tersusun dalam beberapa baris pada rotor dan berfungsi untuk menghantam dan menghancurkan bahan galian seiring dengan berputarnya rotor.
- *Grate* merupakan bagian dari *hammer crusher* berbentuk setengah lingkaran terletak pada bagian bawah yang berfungsi sebagai penyaring (*screen*) yang meloloskan material *undersize* dan menahan material *oversize* dan memegang peranan penting sebagai penentu ukuran produk hasil peremukan dengan *hammer crusher*.

Penentuan *hammer crusher* berdasarkan pada kapasitas teoritis, Nilai RR, dan kebutuhan *power hammer crusher*. Kapasitas *crusher* sendiri dibedakan atas 2 macam yakni kapasitas desain dan kapasitas nyata. Kapasitas desain adalah kemampuan produksi yang seharusnya dapat dicapai oleh *crusher* dan diketahui dari spesifikasi yang dibuat pabrik sedangkan kapasitas nyata merupakan kemampuan produksi *crusher* yang sesungguhnya terjadi. Penentuan kapasitas *hammer crusher* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Currie (1974) yaitu:  $TA = T \times Kc \times Km \times Kf$

Dimana:

TA = Kapasitas teoritis *crusher* (ton/jam)

T = Kapasitas desain pada katalog (ton/jam)

Kc = Faktor kekerasan batuan gamping: 1,00

Km = Faktor kandungan air material: kering: 1,00; basah: 0,1 – 0,75

Kf = Faktor pengumpanan material: Continue: 1,00 ; Intermitent: 0,75 – 0,85

Wills B.A (2006) menerangkan bahwa ukuran umpan dan ukuran produk sangat mempengaruhi nilai *Reduction ratio* yang merupakan hasil perbandingan antara ukuran terbesar umpan dengan ukuran terbesar produk pada unit peremuk. Nilai ini menunjukkan tingkat keberhasilan suatu proses peremukan, karena nilai RR Menentukan kemampuan alat peremuk untuk mengecilkan ukuran material yang akan diremuk. Dimana semakin besar nilai RR maka akan semakin lama waktu yang diperlukan oleh alat peremuk untuk mereduksi suatu material begitupun sebaliknya semakin kecil nilai RR maka akan lebih cepat waktu yang diperlukan oleh alat peremuk untuk mereduksi suatu material, dan kemudian akan mempengaruhi jumlah hasil produksi per waktu pada alat tersebut. Nilai RR yang ada akan membantu menentukan jenis *crusher* dan berapa tahapan *crushing* yang tepat digunakan, nilai RR dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :  $RR = \frac{t_f}{t_p}$

Dimana:

RR = *Reduction ratio*

$t_f$  = Ukuran *feed* maksimum(mm)

$t_p$  = Ukuran produk maksimum(mm)

Setiap *crusher* memiliki nilai *setting*, kapasitas peremukan, dan prinsip peremukan yang berbeda. Hal ini menyebabkan terdapat variasi nilai *reduction ratio* tiap *crusher*. Menurut Taggart (1964) nilai RR yang baik untuk *primary crushing* adalah 4 – 7, untuk *secondary crushing* adalah 14 – 20, dan 50 – 100 untuk *tertiary crushing*.

Berikut ini merupakan beberapa nilai RR dari beberapa jenis *crusher*, diantaranya:

Tabel 1. *Reduction Ratio* Beberapa Jenis *Crusher*

Tipe <i>Crusher</i>	Nilai RR	
	Model Kecil	Model Besar
<i>Jaw Crusher</i>	3 – 20	3 – 10
<i>Gyratory Crusher</i>	2 ½ – 14	6 – 10 ½
<i>Cone Crusher</i>	3 ¼ - 16	5 – 16
<i>Twin Roll Crusher</i>	3 ½ - 10	2 ½ - 8
<i>Hammer Mill</i>	1 ¼ - 24	4 - 80

Sumber L.D. Michaud, 2016

Sebagian besar energi yang dibutuhkan pada mesin peremuk atau mesin penggiling adalah untuk menggerakkan mesin itu sendiri, dan hanya sebagian kecil saja yang digunakan untuk menghancurkan material (Aldi Pratama,2017). Energi yang diperlukan untuk memperkecil ukuran partikel akan sebanding dengan perubahan ukurannya dan berbanding terbalik dengan ukurannya pangkat “ n”. Terdapat tiga teori mengenai energi kominusi yang masing-masing dikemukakan oleh Rittinger, Kick, dan Bond. Dari ketiga teori yang ada,yang paling sering digunakan adalah teori milik Bond's Law. Perhitungan terhadap daya total yang diperlukan untuk pengecilan material (P) dari ukuran ≤ 800 mm menjadi produk dengan ukuran ≤ 45 mm dilakukan dengan menggunakan Bond's Law.

$$P = 10 w_i m \left( \frac{1}{\sqrt{d_2}} \right) - \left( \frac{1}{\sqrt{d_1}} \right)$$

Dimana:

P = Daya total yang diperlukan untuk pengecilan(kw)

w<sub>i</sub> = *work index* (kwh/ton)

m = Laju pengumpanan dalam ton/jam

d<sub>2</sub> = Ukuran akhir (µm)

d<sub>1</sub> = Ukuran awal (µm)

## **METODE**

Adapun data – data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian dan dikumpulkan secara tidak langsung tersebut adalah data target produksi, data jadwal kerja yang ada, jumlah unit *crusher* yang ditetapkan perusahaan dan ukuran material umpan dan ukuran produk yang diharapkan perusahaan dari hasil peremukan pada unit *crushing plant*, ukuran material umpan dan ukuran produk yang diharapkan perusahaan dari hasil peremukan pada unit *crushing plant* dan data-data mengenai profil perusahaan seperti lokasi dan kesampaian daerah IUP, kondisi geologi, kondisi iklim serta peta – peta pendukung.

Penentuan jenis peremuk yang dipakai dalam perencanaan ini menggunakan beberapa poin pertimbangan diantaranya :

- Perusahaan menginginkan satu kali tahap peremukan (*single stage crushing*) sehingga jenis peremuk yang dipilih harus memiliki spesifikasi untuk menghasilkan ukuran produk yang diinginkan dalam satu kali tahap peremukan.
- Peremuk yang dipilih harus memenuhi spesifikasi untuk melakukan peremukan terhadap material dengan jenis gamping. Hal ini dikarenakan jenis gaya yang bekerja pada tiap – tiap jenis alat peremuk memiliki spesifikasi terhadap material tertentu.
- Peremuk yang dipilih harus mampu menerima umpan dengan ukuran yang ditentukan dalam perencanaan yaitu sebesar  $\leq 800$  mm dan mampu menghasilkan produk hingga  $\leq 45$  mm.

Tahapan pengolahan dan analisis data dapat dituliskan sebagai berikut :

1. Menganalisa target produksi yang ingin dicapai pada unit *crushing plant* batu gamping di PT Istindo Mitra Manggarai.
2. Menentukan jenis, spesifikasi, dan jumlah *crusher* yang akan dipakai serta merencanakan *setting* terhadap *crusher* berdasarkan ukuran umpan dan ukuran produk material gamping yang diinginkan PT Istindo Mitra Manggarai.
3. Merencanakan ukuran *screen* berdasarkan produk *output* dari *limestone crusher* dan produk akhir yang diinginkan perusahaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan kapasitas alat, nilai RR dan daya yang dibutuhkan maka dipilih 3 merek alat tipe *hammer crusher* yang ada di pasaran seperti yang tertera pada Tabel 2 dengan spesifikasi berbeda.

Tabel 2. Merek *Hammer Crusher* yang ada di pasaran

Jenis <i>Crusher</i>	Merek <i>Crusher</i>	Kapasitas (tph)	<i>Feed size</i> (mm)	<i>Min. Product size</i> (mm)	Power (kw)
<i>Heavy Hammer Crusher</i>	Zhengzhou BZPC 2328	1400 – 2000	≤ 1300	≤ 10	1800
	ALDM Q2026	1200-1600	≤ 1000	≤ 10	1000
	Hongxing PCZ2225	1500 - 3000	≤ 1200	≤ 10	1250

Dari ketiga spesifikasi merek *hammer crusher* yang berbeda ini kemudian akan dilakukan perhitungan nilai *Reduction Ratio* dan kapasitas teoritis yang mampu dihasilkan tiap-tiap tipe. Hasil perhitungan kemudian akan dibandingkan dengan nilai RR, kapasitas dan kebutuhan energi kominusi yang dibutuhkan oleh PT. X sehingga dapat ditentukan tipe *hammer crusher* yang paling tepat digunakan dalam perencanaan ini. Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas teoritis, nilai RR dan kebutuhan power yang dibutuhkan oleh tiap–tiap tipe *hammer crusher* berdasarkan spek alat dapat dilihat dalam Table 3.

Tabel 3. Nilai RR, kapasitas teoritis, dan kebutuhan power *hammer crusher*

Merek <i>hammer crusher</i>	Kapasitas teoritis	Nilai RR	Kebutuhan Power (kw)
Zhengzhou BZPC 2328	1.500	130	1800
ALDM Q2026	1.200	100	1000
Hongxing PCZ2225	2250	120	1250

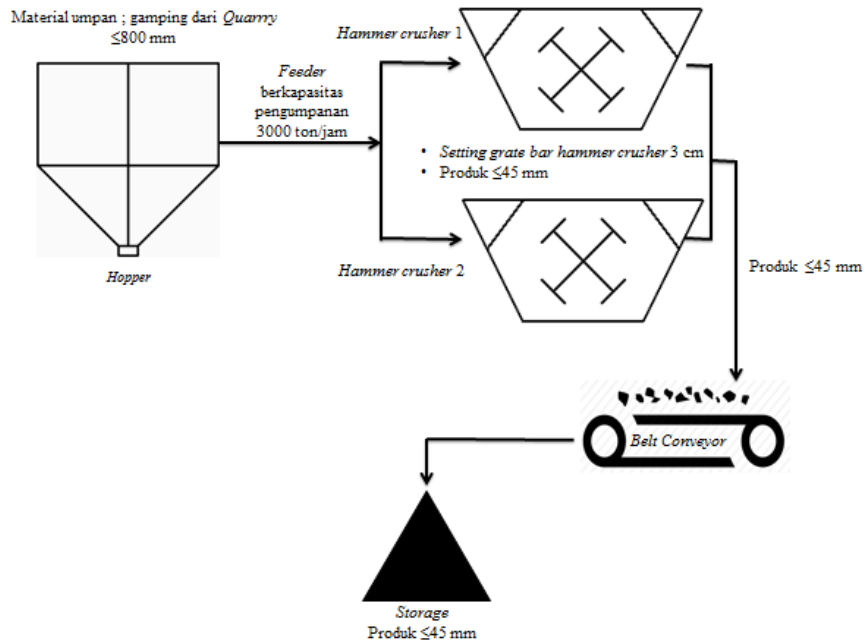
Dari Tabel 3 terlihat *hammer crusher* Zhengzhou BZPC 2328 dapat menerima umpan hingga ≤ 1300 mm dan menghasilkan produk hingga ukuran ≤ 10 dengan nilai RR 130, kapasitas teoritis untuk satu unit Zhengzhou BZPC 2328 adalah sebesar 1.500 ton/jam sehingga penggunaan 2 unit Zhengzhou BZPC 2328 dapat menghasilkan kapasitas sebesar 3.000 ton/jam dengan kebutuhan power 1.800 kw tiap unitnya. Merek ALDM Q2026 dapat menerima umpan hingga ≤ 1.000 mm dan menghasilkan produk

hingga ukuran  $\leq 10$  dengan nilai RR 100, kapasitas teoritis untuk satu unit ALDM Q2026 adalah sebesar 1.200 ton/jam sehingga penggunaan 2 unit ALDM Q2026 dapat menghasilkan kapasitas sebesar 2.400 ton/jam dengan kebutuhan power 1.000 kw tiap unitnya. Merek Hongxing PCZ2225 dapat menerima umpan hingga  $\leq 1.200$  mm dan menghasilkan produk hingga ukuran  $\leq 10$  dengan nilai RR 120, kapasitas teoritis untuk satu unit Hongxing PCZ2225 adalah sebesar 2.250 ton/jam sehingga penggunaan 2 unit Hongxing PCZ2225 dapat menghasilkan kapasitas sebesar 4.500 ton/jam dengan kebutuhan power 1.250 kw tiap unitnya.

Hasil perhitungan di atas kemudian akan dibandingkan dengan target produksi, nilai RR, dan kebutuhan energi kominusi yang ada pada PT. X sehingga dapat ditentukan *hammer crusher* yang paling tepat digunakan dalam perencanaan ini dengan ketentuan kapasitas hammer yang dipilih  $\geq 3000$  ton/jam, Nilai RR  $\geq 17,8$ , Power  $\geq 1098,22183$  kw. hammer crusher Zhengzhou BZPC 2328 dan Hongxing PCZ2225 memenuhi syarat dari segi kapasitas, nilai RR dan power sedangkan hammer crusher ALDM Q2026 hanya memenuhi syarat dari segi nilai RR saja sehingga tidak dapat digunakan. Namun jika ditinjau lebih lanjut kemampuan peremukannya terhadap nilai kuat tekan material khususnya material gamping PT. IMM yang mempunyai rata – rata kuat tekan 177,7 MPa maka *hammer crusher* merek Zhengzhou BZPC 2328 tidak dapat digunakan karena hanya memenuhi spesifikasi untuk material dengan kuat tekan  $\leq 150$  MPa sedangkan hammer crusher Hongxing PCZ2225 memiliki spesifikasi untuk meremukan material yang memiliki kuat tekan hingga  $\leq 200$  MPa . Maka dari itu berdasarkan syarat dari segi kapasitas, nilai RR, power dan kemampuan peremukan terhadap nilai kuat tekan material, tipe *hammer crusher* yang dapat digunakan dalam perencana unit *crushing plant* PT. X ini adalah *hammer crusher* dengan spesifikasi Hongxing PCZ2225.

Penentuan ukuran produk hasil peremukan *hammer crusher* terletak pada pengaturan ukuran *grate bar* atau *screen hammer crusher*. Berdasarkan hasil pengumpulan data, PT. X menginginkan produk gamping hasil *crushing* sebesar  $\leq 4,5$  cm dari ukuran awal umpan sebesar  $\leq 80$  cm sehingga jarak antar *grate bar* pada *hammer crusher* akan ditentukan Dari perhitungan di atas didapatkan hasil bahwa untuk mendapatkan panjang maksimal produk sebesar 4,5 cm dari hasil peremukan dengan *hammer crusher* maka jarak antar bar pada *grate bar hammer crusher* yang diperlukan adalah sebesar 3 cm. Dengan ukuran *grate bar* 3 cm, material hasil peremukan berukuran maksimal 4,5 cm akan lolos sebagai material *undersize* dan diteruskan ke *storage* sedangkan material yang lebih besar dari 4,5 cm akan kembali diremukan oleh *hammer crusher* hingga ukuran yang sesuai.

Diagram alir material peremukan dapat dijelaskan pada Gambar :



Rencana alur peremukan gamping pada unit *crushing plant* PT. IMM dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ; material umpan hasil peledakan dari quarry berukuran  $\leq 800$  mm akan diumpankan ke dalam hopper dan diteruskan dengan menggunakan feeder dengan kapasitas pengumpanan hingga 3000 ton/jam menuju 2 unit *hammer crusher* Hongxing PCZ2225 berkapasitas teoritis hingga 2.250 ton/jam tiap unitnya. Penggunaan dua unit *hammer crusher* dilakukan dengan pertimbangan penggunaan satu unit *hammer crusher* saja untuk mencapai target produksi akan memberatkan alat peremuk juga sebagai upaya antisipasi apabila terjadi kerusakan pada salah satu *hammer crusher* maka *hammer crusher* yang lain masih dapat dioperasikan sehingga pasokan gamping untuk proses pembuatan semen tidak terhenti.

## KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan terhadap rencana target produksi menunjukkan hasil target produksi harian sebesar 3000 ton/jam. Jenis *crusher* yang dapat digunakan dalam perencanaan ini adalah *hammer crusher* dengan kapasitas desain 3000 ton/jam dan kapasitas teoritis 2.250 ton/jam model Hongxing PCZ2225. *Crusher* ini tergolong *heavy hammer crusher* yang mampu menerima umpan hingga ukuran 1200 mm dan menghasilkan produk hingga  $\leq 10$  mm. Untuk mendapatkan panjang maksimal



produk sebesar 4,5 cm, jarak antar bar pada *grate bar hammer crusher* yang diperlukan adalah sebesar 3 cm.

2. Perhitungan dengan rumus Bond's Law terhadap daya total (P) yang diperlukan dalam reduksi material *limestone* (kominusi) oleh *hammer crusher* menunjukkan hasil bahwa jumlah daya total yang diperlukan untuk menghancurkan material dengan pengumpanan sebesar 3000 ton/jam adalah sebesar 1098,22183 kw. Jumlah daya ini tidak melampaui nilai kebutuhan power dari *hammer crusher* Hongxing PCZ2225 yang adalah sebesar 1250 kw pada spesifikasi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Aisyah.2019."Optimalisasi Kinerja Alat Peremuk Pada PT Indocement Tunggal Prakarsa Untuk Pencapaian Target Pruksi Semen".Skripsi.Fakultas Sains Dan Teknologi.Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah : Jakarta.

Amheka Adrianus.,Nonce Farida Tuati,Yusuf Rumbino.2019.Kajian Lingkungan Potensi dan Manfaat Batu Karang Pulau Timor Provinsi Nusa Tenggara Timur,13(1) : 56 – 59.

Anonim.2020. Kecamatan Lamba Leda Dalam Angka 2020,Manggarai Timur : BPS Manggarai Timur.

Taggart,A.F.(1953).Handbook Of Mineral Dressing,London : John Wiley & Sons.

Wijaya, Agung dan Ansosry.2016.Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Crusher Lsc VI Dalam Upaya Memenuhi Kebutuhan Batugamping Pada Storage Indarung VI PT.Semen Padang.3(4) : 1556 – 1563.

Widiyanti Atik.2016. "Kajian Produktivitas Crushing Plant Batu Andesit Di PT Tarabatuh Manunggal Tbk Kampung Joglo Desa Cipinang Kecamatan Rumpin Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat".Skripsi.Fakultas Teknik.Universitas Islam Bandung : Bandung.

**POTENSI TALAS BENTUL (*Colocasia esculenta* (L) Schott) ASAL SUMBA BARAT  
DAYA SEBAGAI PENGHASIL BAKTERIOSIN**

**THE POTENTIAL OF BENTUL TARO FROM SOUTHWEST SUMBA AS A PRODUCER  
OF BACTERIOCINS**

**MARTINI ANA AMBU<sup>1)</sup>**

FKIP PENDIDIKAN BIOLOGI UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA KUPANG

Jln. Adisucipto, Oesapa, Kupang-NTT. Po.Box 147

e-mail: martinirambu@gmail.com

**ABSTRAK**

Talas bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang tersebar luas di kepulauan Indonesia. Talas bentul dapat diolah menjadi berbagai macam produk seperti keripik, kolak, tepung, dan tape. Tape talas bentul merupakan salah satu upaya pengembangan produk pangan. Tape talas bentul diduga memiliki potensi untuk menghasilkan bakteriosin. Bakteriosin merupakan senyawa protein yang berasal dari bakteri dan menunjukkan aktivitas bakterisidal terhadap mikroorganisme lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi talas bentul asal Sumba Barat Daya sebagai penghasil bakteriosin. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Data karakteristik morfologi secara makroskopis pada medium MRSA dan mikroskopik (pewarnaan gram dan uji katalase) kemudian dianalisis secara kualitatif sedangkan data uji aktifitas antikapang dari jamur *Aspergillus flavus* dengan mengukur diameter pertumbuhan koloni jamur hingga hari ke tiga dianalisis secara kuantitatif. Berdasarkan data penelitian ditemukan bahwa tape talas bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) asal Sumba Barat Daya menghasilkan 4 isolat bakteri asam laktat dengan kode C1, C2, C3 dan C4 dari hasil isolasi. Dari hasil uji pewarnaan gram dan uji katalase isolat C1 bersifat gram positif dengan katalase negatif, isolat C2 bersifat gram negatif dengan katalase positif, isolat C3 bersifat gram positif dengan katalase negatif, dan isolat C4 bersifat gram positif dengan katalase negatif. Pembentukan aktivitas antikapang diujikan pada kode isolat C3 dengan hasil pertumbuhan jamur sangat lambat, dengan diameter koloni selama inkubasi 72 jam adalah 10 mm, dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa talas bentul memiliki potensi sebagai penghasil bakteriosin karena dapat menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus*.

**Kata Kunci:** (*Colocasia esculenta* (L) Schott), bakteriosin, Jamur *Aspergillus flavus*.

**ABSTRACT**

Taro bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) is a type of tuber that is widely distributed in the Indonesian archipelago. Taro bentul can be processed into various products such as chips, compote, flour, and tape. Bentul taro tape is one of the efforts to develop food products. Shaped taro tape is thought to have the potential to produce bacteriocins. Bacteriocins are protein compounds derived from bacteria and exhibit bactericidal activity against other microorganisms. This study aims to determine the potential of bentul taro from southwest Sumba as a producer of bacteriocins. The method used is experimental. Macroscopic morphological characteristics data on MRSA medium and microscopically (gram staining and catalase test) were then analyzed qualitatively, while the antifungal activity test data of the fungus *Aspergillus flavus* by measuring the diameter of fungal colony growth up to the third day were analyzed quantitatively. Based on research data, it was found that the benthic taro tape (*Colocasia esculenta* (L) Schott) from southwest Sumba produced 4 isolates of lactic acid bacteria with codes C1, C2, C3 and C4 from the isolation results. From the results of the gram staining test and catalase test, isolate C1 was gram positive with catalase negative, isolate C2 was gram negative with catalase positive, isolate C3 was gram positive with catalase negative, and isolate C4 was gram positive with negative catalase. The formation of

anti-fungal activity was tested on isolate code C3 with very slow fungal growth, with a colony diameter of 10 mm during 72 hours incubation, from the results of research that has been carried out it can be concluded that bentul taro has potential as a producer of bacteriocin because it can inhibit the growth of the fungus *Aspergillus flavus*.

**Keywords:** (*Colocasia esculenta* (L) Schott), bacteriocin, *Aspergillus flavus* fungus.

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara dengan sebagian besar kehidupan masyarakat ditopang oleh hasil-hasil pertanian. Hasil pertanian ini diantaranya adalah talas bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott).

Salah satu daerah di Indonesia yang membudidayakan tanaman talas bentul adalah di daerah Nusa Tenggara Timur terlebih khususnya di Kabupaten Sumba Barat Daya. Tanaman talas bentul dapat dikonsumsi umbinya sedangkan batang dan daun talas bentul biasanya dijadikan pakan ternak. Talas bentul dapat diolah menjadi berbagai macam produk seperti keripik, kolak, tepung. Salah satu bentuk pengembangan olahan produk dari talas yaitu tape.

Talas merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pangan alternatif karena mengandung sumber mineral penting bagi tubuh seperti kalsium, magnesium, besi, seng, dan mineral lainnya. Talas juga sangat kaya akan kandungan karbohidrat, protein, vitamin C, thiamin, riboflavin dan niasin. Salah satu kendala dalam pemanfaatan talas sebagai bahan pangan yaitu adanya rasa gatal yang disebabkan kandungan senyawa oksalat, selain itu konsumsi makanan yang mengandung oksalat tinggi dapat menyebabkan penurunan absorpsi kalsium dan dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal (Maulina, Dkk., 2012).

Tape memiliki rasa manis dan mengandung alkohol, tape memiliki aroma yang menyenangkan, bertekstur lunak dan berair. Sebagai makanan, tape cepat rusak karena adanya fermentasi lanjut setelah kondisi optimum fermentasi tercapai, sehingga harus segera dikonsumsi.

Mikroba yang berperan dalam pembuatan tape yaitu jenis kapang, khamir serta bakteri seperti *Pediococcus sp.*; dan *Bacillus sp.*; ketiga kelompok mikroorganisme tersebut bekerja sama dalam menghasilkan tape. Mikroba jenis khamir, kapang serta bakteri akan merubah sebagian gula-gula sederhana menjadi alkohol. Inilah yang menyebabkan aroma alkoholis pada tape. Semakin lama tape tersebut dibuat, maka aroma alkoholnya semakin kuat. Proses pembuatan tape harus dilakukan dengan baik untuk menghasilkan kualitas warna, rasa, tekstur serta aroma khas tape yang baik.

Bakteri asam laktat adalah bakteri yang memiliki kontribusi yang besar dalam dunia pangan. Bakteri asam laktat selain biasanya digunakan sebagai pangan fungsional juga sering digunakan sebagai pengawet alami dari suatu produk pangan fermentasi.

Bakteri Asam Laktat (BAL) mampu menghasilkan antibakteri berupa bakteriosin, karbondioksida, hidrogen peroksida, metabolit primer, asam organik, dimana asam laktat merupakan hasil metabolit utama. Sujaya *et al* (2008) menjelaskan bahwa BAL menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya. Menurut Dalie *et al* (2010) dalam hidayatulloh *dkk.*, (2019) penurunan pH dapat menghambat mikroorganisme lain. Bentuk asam yang tidak terdisosiasi dan lebih hidrofobik berdifusi di atas membran sel dan berdisosiasi di dalam sel, melepaskan ion H<sup>+</sup> yang mengasamkan sitoplasma dan menghentikan aktivitas metabolisme dari sel kapang. Asam organik yang dihasilkan BAL diantaranya asam laktat, asam asetat, asam propionat dan asam fenilaktat (PLA) (Koriasih *et al.*,2019).

Bakteriosin merupakan senyawa protein yang berasal dari bakteri dan menunjukkan aktivitas bakterisidal terhadap spesies yang berhubungan dekat dengan spesies penghasil bakteriosin dan atau bakteri lain yang sejenis Susanto (2020). Bakteriosin umumnya dihasilkan oleh BAL (Galvez *et al.*,2007) dalam Susanto (2020) Bakteriosin sangat potensial untuk dikembangkan sebagai zat pengawet makanan karena sifat yang tidak berbahaya bagi kesehatan manusia, dan dapat membunuh bakteri pembusuk serta patogen terhadap bahan pangan.

Bakteriosin sangat efektif mencegah beberapa bakteri Gram positif, bakteri penghasil spora (*spore forming bacteria*) dan *food borne pathogens*, seperti *L. monocytogenes*. Selain itu, bakteriosin juga mampu menghambat beberapa mikroorganisme lain seperti *Bacillus cereus*, *B. Stearothermophilus*, *B. subtilis*, *Micrococcus luteus*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. faecalis*, *S.pyogenes*, *Listeria denitrificans*, dan *Escherichia coli* (Ogunbanwo *et al.*,2003 : Mahapetra *et al.*, 2005) dikutip dalam Susanto (2020).

Pangan dapat menjadi beracun karena telah terkontaminasi oleh mikroba patogen. Kontaminasi pangan oleh bakteri, kapang dan khamir dapat mengubah karakter organoleptik, mengakibatkan perubahan nutrisi, bahkan berbahaya jika mikroba tersebut dapat menghasilkan toksin. Contohnya yaitu *Aspergillus flavus* yang dapat menghasilkan aflatoksin (BPOM, 2008). *Aspergillus flavus* adalah jamur pantogen yang sering ditemui pada bahan-bahan pakan seperti pada komoditas kacang-kacangan, buah-buahan dan sayur-sayuran. Berbagai teknik telah diterapkan untuk menghambat pertumbuhan kapang seperti penggunaan pengawet kimia: sorbates, propionate dan natamisin. Penggunaan bahan kimia menimbulkan efek negatif pada rasa, aroma dan kesehatan. Oleh karena itu, lebih baik untuk mengembangkan bahan pengawet alami untuk mengganti pengawet kimia (Cheong *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang **“Potensi Talas Bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) Asal Sumba Barat Daya Sebagai Penghasil Bakteriosin“**

## **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah talas bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) asal sumba barat daya memiliki potensi untuk menghasilkan bakteriosin?

## **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi talas bentul (*Colocasia esculenta* (L) Schott) asal sumba barat daya memiliki potensi untuk menghasilkan bakteriosin

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri (pirex), tabung reaksi (pirex), pipet tetes, batang L, spatula, jarum ose, bunsen, inkubator (memert), autoklaf (hirayama), *Hot plate*, mikropipet (socorex), mikropipet tip, timbangan analitik (ohaus), mikroskop, gelas obyek, jangka sorong (vernier caliper), kapas, kamera, stopwatch, baskom plastik dengan tutupannya, sendok, panci, kompor, pisau, daun pisang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain umbi talas bentul asal Sumba Barat Daya, ragi tape NKL, *Aspergillus flavus*, MRS(*de Man Rogosse Sharp*)-Agar, CaCO<sub>3</sub>, Aquades, PDA (Potato Dextrose Agar), PCA (*Plate Count Agar*) NaOH, kristal violet, lugol, aseton, safranin , H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%.

### **Prosedur Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan melakukan isolasi bakteri asam laktat dari tape talas bentul (*Colocasia esculenta* L.) asal Sumba Barat Daya sebagai penghasil bakteriosin. Metode deskriptif kualitatif berupa isolasi dan identifikasi bakteri secara morfologi meliputi bentuk bakteri, warna bakteri, diameter bakteri. Metode deskriptif kuantitatif berupa hasil uji antikapang dengan mengukur diameter pertumbuhan koloni jamur hingga hari ke 3.

### **Analisis Data**

Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif kualitatif. Deskriptif kualitatif berupa isolasi, identifikasi bakteri secara morfologi meliputi bentuk bakteri, warna bakteri, dan mengukur diameter diameter tumbuh koloni jamur *Aspergillus flavus*. (Handayani, 2015)

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### Bakteri Asam Laktat Dari Tape Talas Bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

Sampel talas bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) asal Sumba Barat Daya akan diolah menjadi tape dan akan digunakan untuk memperoleh isolat bakteri asam laktat. Menurut hasil penelitian dari Nuraida.,*dkk.* (2006) Ekstrak talas dapat mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat, namun pertumbuhan *Bifidobacteria* lebih baik. Hal ini berkaitan dengan kemampuan *Bifidobacteriasp.* yang mampu menggunakan karbohidrat kompleks dengan lebih baik dibanding golongan *Lactobacillus*sp. Ekstrak ini mengandung oligosakarida. Keberadaan gula sederhana seperti sukrosa dan maltosa di dalam ekstrak talas mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat.

Pemilihan umbi talas bentul dengan usia panen 6-7 bulan sebanyak 500 gram yang akan diolah menjadi tape dengan metode Fermentasi (Sanjaya.,2018).



**Gambar 4.1** (a.) Foto umbi talas bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), (b.) tape talas bentul. **Sumber:** dokumentasi peneliti, (2021)

Talas bentul yang diperoleh di kupas kulitnya lalu dicuci sampai bersih tujuannya agar lendirnya berkurang, lalu dipotong balok kecil kemudian direndam dalam larutan garam dalam waktu 60 menit tujuannya agar mengurangi rasa gatal pada talas. Talas dikukus dengan waktu pengukusan selama 20 menit diangkat untuk didinginkan, Talas yang telah dingin ditempatkan dalam sebuah wadah yang dilapisi daun pisang yang sudah dibersihkan, Setelah itu, ragi merk NKL (Na Kok Liong) ditaburi secara merata dengan jumlah takaran yang sama yaitu 0,5 gram untuk 100 gram talas kemudian wadah ditutup rapat dengan waktu 48jam untuk memaksimalkan proses fermentasi. Pada ragi merk NKL terdapat spesies mikroorganisme yang bersifat amilolitik. Jenis mikroorganisme yang terdapat dalam ragi merk NKL yaitu *Amylomyces* sp, *Aspergillus* sp, *Mucor* sp, *saccharomyces* sp, *Candida* sp (Winarni, 1998 dalam Kuswanto, 1994).

Setelah 48 jam fermentasi tape akan diambil isolatnya dengan cara pengenceran bertingkat dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-6}$  lalu di spread kedalam media MRSA (*de Man Rogosse Sharp*)-Agar kemudian dibiarkan selama 2 hari sehingga terdapat pertumbuhan bakteri pada media tersebut. Setelah 2 hari, bakteri tumbuh dengan ciri-ciri terlihat seperti bintik-bintik putih pada media.

Koloni yang tumbuh pada media MRSA merupakan bakteri asam laktat karena media MRSA didesain untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat termasuk genus *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan *Leuconostoc*. Bakteri asam laktat dapat tumbuh pada media MRSA karena mengandung beberapa komponen yang dapat menunjang pertumbuhan bakteri

tersebut. Media MRSA mengandung dekstrosa, ekstrak daging, ekstrak ragi, ammonium sitrat, magnesium sulfat, pepton, natrium asetat, dikalium fosfat, tween 80 dan mangan sulfat. Kandungan ammonium sitrat pada pH rendah menunjang pertumbuhan bakteri asam laktat. Dikalium fosfat dan natrium asetat merupakan dapar untuk menjaga pH tetap rendah, sementara tween 80 adalah pelarut zat-zat lain. Mangan dan magnesium sulfat merupakan sumber dari ion dan sulfat. Sedangkan pepton, daging dan ragi adalah sumber nutrisi untuk pertumbuhan karena mengandung nitrogen, vitamin, mineral dan asam amino. Dekstrosa adalah karbohidrat fermentasi yang berfungsi sebagai karbon dan sumber energi (De Man *et al.*, (1960) dalam sari *dkk.*, 2016)

Purifikasi dilakukan dengan dikarakterisasi berdasarkan pengamatan morfologi meliputi bentuk, permukaan, warna, dan tepian (Hadioetomo dalam Ismail *dkk.*, 2017), karakteristik mikroskopik meliputi pewarnaan gram dan uji katalase.

Purifikasi dilakukan dengan mengambil 1 ose dari masing-masing koloni bakteri untuk dimurnikan sampai dengan mendapatkan isolat tunggal yaitu 1 koloni bakteri dalam 1 media pertumbuhan. Purifikasi dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan koloni bakteri berdasarkan karakter morfologinya agar didapatkan isolat tunggal bakteri.

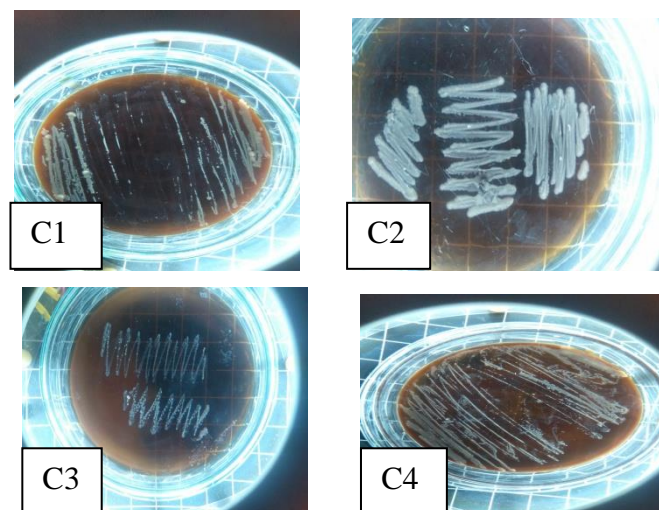
**Tabel 4.1** Karakteristik morfologi isolat bakteri asam laktat

Kode Isolat	Karakteristik Morfologi Secara Makroskopis			
	Bentuk	Warna	Permukaan koloni	Tepi
C1	Tidak beraturan	Putih	Halus dan rata	Rata
C2	Tidak beraturan	Putih	Halus dan rata	Rata
C3	Bulat	Putih	Cembung	Rata
C4	Bulat	Putih	Cembung	Rata

Sumber: data olahan penulis

Data tabel 4.1 menunjukkan karakterisasi isolat bakteri asam laktat secara makroskopik pada tape talas bentul. Berdasarkan bentuk, warna, permukaan koloni, dan tepi diperoleh total 4 isolat dengan kode koloni (C) C1, C2, C3, C4. Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri secara makroskopis pada tabel 4.1 tampak dua koloni berbentuk bulat dan dua koloni berbentuk tidak beraturan, semua koloni berwarna putih, permukaan koloni C1 dan C2 berbentuk halus dan rata sedangkan C3 dan C4 berbentuk cembung, tepi koloni semua berbentuk rata, diduga C3 dan C4 adalah ciri-ciri morfologi bakteri asam laktat karena hasil penelitian ini sama dengan Pawe (2015) yang memperoleh satu isolat BAL dengan bentuk koloni bulat, tepian koloni rata, permukaan koloni cembung. Nurhasanah (2017) yang mengisolasi BAL dari susu kambing juga memperoleh BAL dengan karakteristik morfologi koloni berbentuk bulat, tepian rata atau bergerigi, elevasi

cembung dan warna putih susu atau krem. Berikut gambar 4.1 hasil isolasi bakteri dari tape talas bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).



**Gambar 4.2** Foto hasil isolasi dari tape talas bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott).

**Sumber:** dokumentasi peneliti, (2021)

**Uji Mikroskopik dengan Pengecetan Gram**

Hasil uji pewarnaan Gram menunjukkan bahwa isolat merupakan bakteri gram negatif yang ditandai warna merah dan gram positif yang ditandai warna ungu pada sel bakteri yang diamati secara mikroskopik menggunakan mikroskop Hal ini disebabkan karena Bakteri Gram positif mengalami denaturasi protein pada dinding selnya oleh pencucian dengan alkohol 96%. Protein tersebut mengakibatkan pori-pori mengecil sehingga kompleks kristal violet terbentuk dan sel bakteri tetap berwarna ungu. Bakteri Gram positif juga memiliki peptidoglikan yang tebal dan permeabilitas yang rendah sehingga kompleks kristal violet dan iodium tetap tertahan pada sel dan tidak dapat keluar. Pengamatan secara mikroskopik juga dapat menentukan bentuk sel bakteri (Ningsih.,dkk.2018 ).

**Tabel 4.2** uji mikroskopik dengan pengecetan gram

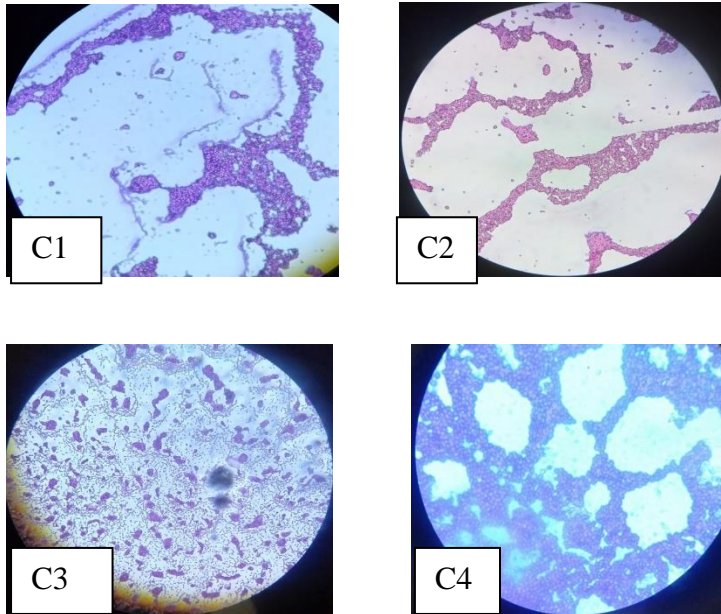
Kode Isolat	Pengamatan		
	Warna	Bentuk	Keterangan
C1	Ungu	Coccus (bulat)	Gram positif
C2	Merah muda	Coccus (bulat)	Gram negatif
C3	Ungu	Bacilli (batang)	Gram positif
C4	Ungu	Coccus (bulat)	Gram positif

Sumber: data olahan penulis

Data tabel 4.2 menunjukkan karakterisasi isolat bakteri asam laktat secara mikroskopik dengan pewarnaan gram. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan ditemukan bahwa isolat C2 termasuk dalam gram negatif ditandai dengan warna merah muda pada isolat dan berbentuk bulat,



sedangkan isolat C1 dan C4 termasuk dalam gram positif ditandai dengan warna ungu pada isolat dan berbentuk bulat, isolat C3 termasuk gram positif berbentuk batang yang diamati dibawah mikroskop dengan isolat berbentuk batang. Menurut Surono (2004) menyatakan bahwa variasi karakteristik BAL normal terjadi, namun yang mutlak dari BAL adalah sifatnya sebagai bakteri Gram positif.



**Gambar 4.2** gambar pewarnaan gram bakteri asam laktat dari tape talas bentul. **Sumber:** dokumentasi peneliti, (2021)

### Uji Katalase

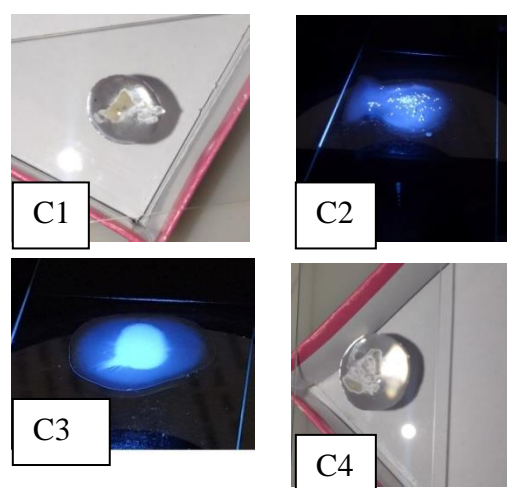
Uji katalase dilakukan untuk mengetahui aktivitas enzim katalase pada bakteri yang diuji Enzim katalase atau peroksidase sangat berperan dalam kelangsungan hidup mikroba (Karimela *et al.* 2017). Uji katalase ini mendeteksi enzim katalase pada beberapa bakteri yang bersifat anaerobic fakultatif dan bakteri aerobik yang mengandung sitokrom kecuali bakteri yang tergolong pada *Streptococcus* and *Enterococcus* (Services 2015). Uji katalase berguna dalam identifikasi kelompok bakteri tertentu. Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya gelembung–gelembung gas (O<sub>2</sub>) setelah dilakukan penambahan beberapa tetes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% dan reaksi negatif tidak menghasilkan gelembung–gelembung H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang diberikan tidak dipecah oleh bakteri gram negatif sehingga tidak menghasilkan oksigen. Hasil uji katalase Bakteri Asam Laktat (BAL) pada tape talas bentul tertera pada tabel 4.3

**Tabel 4.3 uji katalase**

Kode Isolat	Uji katalase
C1	Negatif
C2	Positif
C3	Negatif
C4	Negatif

Sumber: data olahan penulis

Berdasarkan uji katalase pada tabel 4.3 maka dapat diketahui kode isolat C2 mempunyai hasil positif sedangkan kode isolat C1, C3 dan C4 mempunyai hasil negatif berarti isolat bersifat anaerobik fakultatif. Kode isolat C1 dan C4 diduga bakteri *streptococcus sp.* Hasil penelitian ini sama dengan yang dihasilkan oleh Toelle dan Lenda (2014) bahwa bakteri *streptococcus sp.* mempunyai hasil uji katalase negatif. Sedangkan kode isolat C3 diduga adalah bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus*, hal ini sesuai dengan pernyataan Ernawati (2012) bahwa bakteri *Lactobacillus* merupakan bakteri asam laktat bersifat fakultatif anaerob. Menurut Dwidjoseputro (1978) BAL dari genus *Lactobacillus* merupakan kelompok bakteri yang tidak memiliki enzim katalase, tetapi memiliki enzim peroksidase untuk mengubah  $H_2O_2$  yang bersifat toksik menjadi  $H_2O$ . Enzim peroksidase membutuhkan reduktan seperti NADH untuk mengkatalis  $H_2O_2$  menjadi  $H_2O$ . Hal ini sesuai dengan penelitian Stamer (1979) yang mengatakan bahwa bakteri asam laktat termasuk bakteri dengan katalase negatif. Yousef (2003) mengatakan bahwa telah umum diketahui bahwa bakteri asam laktat memiliki sifat anaerob tetapi mampu mentoleransi adanya oksigen dan memetabolisme karbohidrat melalui jalur fermentasi.

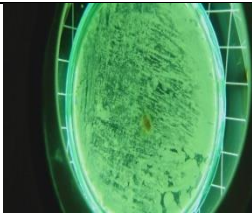
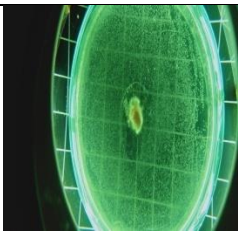
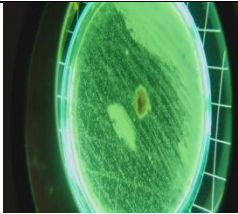


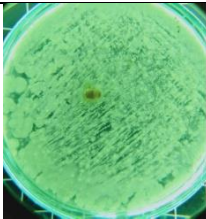
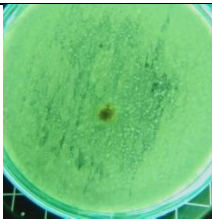
**Gambar 4.2** gambar uji katalase bakteri asam laktat dari tape talas bentul. **Sumber:** dokumentasi peneliti, (2021)

**Uji aktivitas antikapang**

Pada uji aktivitas antikapang menggunakan 1 isolat dan 3 kali pengulangan dengan kode isolat C3. dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil uji aktivitas antikapang yang dapat dilihat pada tabel 4.4

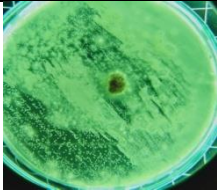
**Tabel 4.4 tabel pengamatan uji aktivitas antikapang**

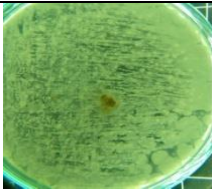
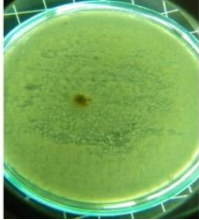
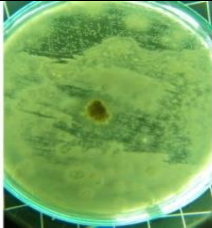
Kode isolat	Hari ke-1	Gambar
C3U1	8 mm	
C3U2	8 mm	
C3U3	10 mm	
<b>Rata-Rata</b>	<b>8,6 mm</b>	

Kode isolat	Hari ke-2	Gambar
C3U1	9 mm	
C3U2	8 mm	

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

<b>C3U3</b>	11 mm	
<b>Rata-Rata</b>	9.3 mm	

<b>Kode isolat</b>	<b>Hari ke-3</b>	<b>Gambar</b>
<b>C3U1</b>	9 mm	
<b>C3U2</b>	9 mm	
<b>C3U3</b>	12 mm	
<b>Rata-Rata</b>	10 mm	

Pengujian dilakukan dengan mengambil 1 ose isolat BAL diencerkan dalam 9 ml aquades steril setelah itu homogenkan menggunakan vortex lalu spread kedalam media PCA dan ratakan menggunakan batang L, setelah itu di ambil 1 ose jamur *A. flavus* dengan membuat cetakan menggunakan pangkal *blue tip* steril. *A. flavus* ditanamkan pada media PCA yang sudah berisi BAL, setelah itu diinkubasi pada suhu ruang selama 72 jam.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan sebanyak 3 kali pengamatan. Isolat BAL dari tape talas bentul menunjukkan adanya kemampuan untuk menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* dengan hasil yang bervariasi. Pengamatan pertumbuhan koloni jamur *Aspergillus flavus* hari ke-1, ke-2, ke-3 berturut-turut 8.9 mm, 9.3 mm dan 10 mm. pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada hari pertama sampai hari kedua perbedaan diameter tumbuh 0,7 mm, sedangkan dari hari ke 2 sampai hari ke 3 selisih tumbuh 0,7 mm. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Koriasih, dkk., (2019) mengatakan bahwa hasil uji menunjukkan BAL memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *A. flavus*. Penghambatan pada BAL terjadi karena adanya asam organik dan senyawa

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

metabolit yang diduga adalah bakteriosin yang dihasilkan oleh BAL yang memiliki kemampuan antikapang jamur *A. flavus*.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa talas bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) memiliki potensi penghasil bakteriosin. Hasil isolat dari tape talas bentul telah digunakan sebagai bakteri uji untuk menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus*. Pembentukan aktivitas antikapang diujikan pada kode isolat C3 dengan hasil pertumbuhan jamur sangat lambat, dengan diameter koloni selama inkubasi 72 jam adalah 10 mm.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu dosen pembimbing yang telah membantu dalam penyelesaian dan laboratorium universitas kristen artha wacana kupang karena telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dalie, D.K.D., A.M. Deschamps, and F. Richarrd-Forget. 2010. Lactic acid bacteria: potential for control of mould growth and mycotoxins: a review. *Food Control*.
- Ernawati, Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Pada Susu Kambing Segar, Universitas Islam Negeri Malang.
- Kusmiati & Malik, A. 2002. *Aktivitas bakteriosin dari bakteri Leuconostoc mesenteroides Pbac1 pada berbagai media*. Makara Kesehatan
- Koriasih,P., Siti N. Jannah, dan Budi Raharjo. 2019. Isolasi bakteri asam laktat dari tape ketan dan potensinya sebagai agen antikapang terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* *NICHE Journal of Tropical Biology*
- Maulina, F. D. A., Lestari, I. M., and Retnowati, D. S. (2012). Pengurangan Kadar Kalsium Oksalat pada Umbi Talas Menggunakan NaHCO<sub>3</sub>: Sebagai Bahan Dasar Tepung. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*
- Nuraida, L., Palupi. N.S., Putri D.E., Widayanti N.W.Y., Potensi Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott) Dan Suku (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) Untuk Mendukung Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Probiotik
- Nurhasanah. 2007. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat (BAL) Kandidat Probiotik dari Susu Kambing Peranakan Etawa di Pekanbaru [skripsi]. Riau. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Santosa, Agus.2010 *Karakteristik Tape Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi Yang Berbeda*. Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Widya Dharma Klaten. Klaten. Jurnal

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Sujaya, et al. (2008). Isolasi dan karakteristik bakteri asam laktat dari susu kuda Sumbawa. *J. Vet.* 9 (2)

Surono, L.S., 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*, Jakarta: Tri Cipta Karya.

## PERANCANGAN SISTEM PENDATAAN PEREKRUTAN KARYAWAN PADA PT XYZ

### DESIGN OF EMPLOYEE RECRUITMENT DATA COLLECTION SYSTEM AT PT XYZ

Mathilda Hana Haryu Setyaningrum<sup>1)</sup>, Theresia Liris Windyaningrum<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya Kampus Kota Madiun  
Jl. Manggis No. 15-17 Madiun, Jawa Timur 63131

<sup>1)</sup>e-mail: [mathildahana02@gmail.com](mailto:mathildahana02@gmail.com)

#### ABSTRAK

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi peralatan rumah tangga berbahan keramik. Sistem pengelolaan rekrutmen karyawan dan berkas lamaran pekerjaan ditangani oleh Bagian Personalia. Saat ini proses pencatatan data rekrutmen karyawan masih dilakukan dengan cara menuliskan pada buku yang disebut dengan buku kerja. Penggunaan komputer telah dilakukan dalam proses input data namun data masih diinputkan pada *database* yang berbeda-beda. Hal ini menyebabkan proses pencatatan data menjadi kurang efisien dan menyebabkan pula terjadinya kesalahan serta pengulangan proses input data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alternatif sistem pendataan karyawan berbasis perangkat lunak *database* untuk meminimalkan pencatatan data berkas lamaran hasil proses rekrutmen karyawan secara berulang. Pengumpulan data terkait sistem maupun proses rekrutmen karyawan dan pencatatan berkas lamaran pekerjaan dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Dari hasil penelitian didapatkan rancangan alternatif sistem pendataan berbasis *Microsoft Excel* dan *Microsoft Word* yang dilengkapi dengan fungsi-fungsi yang terintegrasi secara sistematis untuk menyajikan informasi data pelamar dan data karyawan. Dengan adanya rancangan ini, tahapan proses pendataan menjadi lebih ringkas dan tidak diperlukan pencatatan secara manual dengan buku kerja.

**Kata Kunci:** sistem pendataan karyawan, sistem perekrutan, rekrutmen sumber daya manusia, MSDM

#### ABSTRACT

*PT XYZ is a manufacturing company that produces ceramic household appliances. The employee recruitment management system and job application files are handled by the Human Resource Management. Currently, the process of recording employee recruitment data is still done by writing on a book. The use of computers has been carried out in the data input process but data is still inputted in different databases. This causes the data recording process to be less efficient and also causes errors and repetition of the data input process. This study aims to design an alternative employee data collection system to minimize the repetition of data recording of application. Data collection related to the system and the employee recruitment process and the recording of job application files were carried out using qualitative descriptive methods. Results of the study obtained an alternative design of data collection systems based on Microsoft Excel and Microsoft Word that are equipped with functions that are systematically integrated to present applicant data information. With this design, the stages of the data collection process become more concise and there is no need for manual recording with a workbook.*

**Keywords:** *employee data collection system, recruitment system, recruitment of human resources, HRM*

#### PENDAHULUAN

Operasional suatu organisasi baik jasa maupun manufaktur dipengaruhi oleh sumber daya

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

manusia yang dimiliki organisasi. Pengelolaan sumber daya manusia organisasi dengan baik tentu akan membawa organisasi pada tingkat produktivitas yang tinggi serta pencapaian tujuan organisasi. Hal ini dipengaruhi oleh potensi dan kinerja sumber daya manusia yang menunjang organisasi dalam mencapai tujuan (Saridawati, 2018). Kondisi ini tentu tidak terlepas dari peran manajemen sumber daya manusia dalam organisasi.

Manajemen sumber daya manusia merupakan upaya yang dilakukan oleh perusahaan terkait dengan pengelolaan karyawan. Syamsurizal (2016) menyatakan bahwa manajemen sumber daya manusia memiliki tiga fungsi diantaranya fungsi manajerial, fungsi operasional, serta fungsi pengelolaan untuk mencapai tujuan organisasi. Dengan ketiga fungsi ini diharapkan manajemen sumber daya manusia dapat meningkatkan peran serta aktif sumber daya manusia terhadap organisasi.

Pengelolaan sumber daya manusia mencakup banyak aspek, mulai dari proses awal seleksi dan penerimaan karyawan hingga pada pelatihan dan pengembangan pengetahuan maupun keterampilan karyawan (Iskandar, 2018). Pengelolaan ini tidak hanya berkaitan dengan proses maupun materi pengembangan sumber daya manusia organisasi, namun perlu didukung pula dengan sistem pencatatan, pendataan, maupun administrasi agar proses penilaian dan pengukuran kinerja sumber daya manusia (karyawan) organisasi dapat teridentifikasi dengan efektif, cepat, dan akurat (Saepurrahman dkk, 2019).

Proses administrasi dan pencatatan tampaknya menjadi hal yang biasa dan tidak memiliki pengaruh langsung dalam pencapaian tujuan organisasi namun masih terdapat organisasi yang melakukan proses administrasi terkait dengan sumber daya manusia (karyawan) yang dikerjakan secara konvensional dengan menuliskan pada buku kerja. Hal ini memiliki keterbatasan dalam hal keakuratan, efektivitas dan efisiensi proses pencatatan (Raharjo dkk, 2015).

Perekrutan karyawan merupakan salah satu aspek pengelolaan sumber daya manusia yang terkait dengan proses mencari dan menemukan sejumlah orang dari luar organisasi sebagai calon tenaga kerja sesuai dengan spesifikasi dan kualifikasi yang dibutuhkan organisasi (Setiani, 2013). Hasil dari proses rekrutmen akan dapat digunakan secara lebih jauh oleh organisasi untuk penempatan serta analisis kinerja karyawan (Badriyah, 2015). Maka dari itu dibutuhkan sistem pencatatan dan pendataan yang dapat menyajikan data secara lengkap dan cepat yang berarti hal ini tidak terlepas dari peran teknologi (Putri, 2019).

PT XYZ merupakan industri penghasil perlengkapan rumah tangga berbahan keramik. Dalam proses pencatatan data rekrutmen karyawan masih dilakukan dengan cara menuliskan pada buku konvensional yang disebut dengan buku kerja. Pencatatan data karyawan dengan menggunakan buku kerja ini terbatas pada data yang dimasukkan dan terbatas pula pada media buku kerja yang digunakan. Sebagai dampaknya proses pencatatan dilakukan secara berulang sesuai dengan data yang diperlukan dan kurang dapat dijadikan sebagai alat analisis pengukuran dan penilaian kinerja



# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

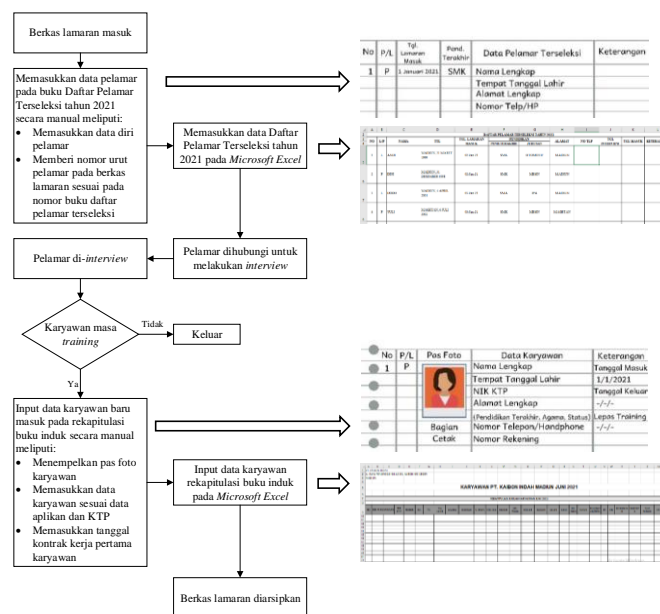
karyawan khususnya karyawan kontrak. Perusahaan membutuhkan sistem pencatatan terkomputerisasi yang juga masih dapat dikerjakan oleh operator bagian personalia yang memiliki kemampuan terbatas dalam komputerisasi. Maka penelitian ini berupaya untuk merancang sistem pendataan perekrutan karyawan untuk daftar pelamar terseleksi dan data karyawan yang telah dinyatakan diterima. Sesuai dengan kebutuhan perusahaan, maka aplikasi yang dirancang dalam penelitian diupayakan mudah dan sederhana dalam pengoperasiannya sehingga operator dapat dengan mudah menginput data karyawan tanpa perlu lagi menuliskan pada buku kerja.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yang menggali kondisi di lapangan secara langsung dalam perusahaan. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara dengan bagian personalia terkait dengan sistem perekrutan, seleksi, penempatan karyawan kontrak hingga pada keputusan pengangkatan menjadi karyawan tetap maupun tidak lagi bergabung dalam perusahaan. Data juga diperoleh dengan cara observasi terkait dengan pelaksanaan proses rekrutmen dan penempatan karyawan agar mendapatkan gambaran nyata proses pengelolaan karyawan khususnya pada karyawan kontrak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan sistem input data rekrutmen karyawan pada PT XYZ dapat dilihat pada gambar 1.

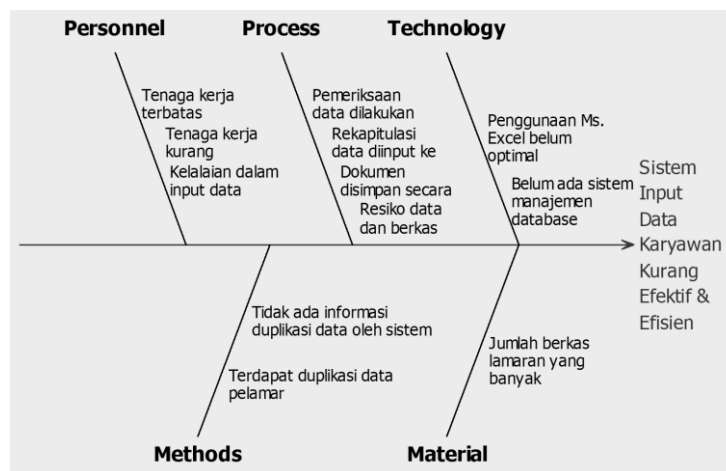


Gambar 1. Mekanisme Input Data Karyawan Saat ini

Dari berkas lamaran yang diterima Bagian Personalia PT XYZ kemudian dicatat secara konvensional pada dua buku kerja, yaitu Buku Daftar Pelamar Tereleksi yang berisi informasi berkas lamaran kerja dan Buku Rekapitulasi Karyawan Baru berisi data karyawan yang diterima.

Proses dilanjutkan dengan input data pelamar dan data karyawan dari buku kerja ke *Microsoft Excel* pada dua *file* yang berbeda, yaitu *file database* Daftar Pelamar Terseleksi dan *file database* Rekapitulasi Jumlah Karyawan. Terdapat beberapa informasi yang sama yang diinput kedalam dua macam *file* ini sehingga menyebabkan proses input data dilakukan secara berulang, selain itu kedua *file* tidak saling terhubung. Dari adanya kondisi ini maka proses pencatatan data rekrutmen karyawan pada PT XYZ kurang efisien dan efektif.

Permasalahan yang terjadi pada sistem pencatatan rekrutmen ini dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan, tersaji dalam gambar 2 berikut.



Gambar 2. Identifikasi Penyebab Permasalahan Sistem Input Data Rekrutmen

Berdasarkan pada analisis yang dilakukan, maka penelitian ini hendak memberikan usulan sistem pencatatan data rekrutmen karyawan yang lebih terintegrasi. Rancangan sistem berbasis *Microsoft Excel* sesuai dengan kebutuhan PT XYZ.

Sebagai langkah awal pembuatan sistem pencatatan rekrutmen karyawan, dilakukan identifikasi data karyawan yang dibutuhkan untuk kepentingan analisis perusahaan, sekaligus juga dari hasil wawancara dan observasi penelitian ini memberikan usulan tambahan data yang nantinya dibutuhkan dalam sistem (tabel 1).

**Tabel 1.** Identifikasi Kebutuhan Data Sistem Pencatatan Rekrutmen Karyawan

Data Saat Ini	Data Usulan
Data Daftar Pelamar Terseleksi terdiri dari: jenis kelamin, nama lengkap, tanggal lahir, tanggal masuk lamaran, pendidikan terakhir, jurusan, alamat, nomor telepon/handphone, tanggal <i>interview</i> , tanggal masuk, dan keterangan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NIK KTP, diinput pada <i>database</i> Daftar Pelamar Terseleksi yang akan digunakan untuk tabel lookup agar memudahkan mencari nama pelamar berdasarkan nomor identitas pelamar</li> <li>2. Usia, diinput pada <i>database</i> Daftar Pelamar Terseleksi agar mudah dalam mengetahui informasi usia dari pelamar dan dapat memberikan gambaran mengenai usia terendah, usia tertinggi serta rata-rata usia pekerja</li> </ol>
Data Karyawan terdiri dari:	Lama bekerja, diinput pada <i>database</i> Data Karyawan dan digunakan untuk mengetahui

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

NIK perusahaan, NIK KTP, bagian penempatan, nomor rekening, agama, status, tanggal masuk, tanggal lepas training, dan tanggal keluar	informasi tentang karyawan yang menjalani masa training, masih bekerja maupun karyawan yang sudah keluar, dan berguna untuk mengetahui berapa lama pekerja tersebut bekerja
--	---

Rancangan sistem pendataan rekrutmen karyawan yang diusulkan dalam penelitian ini tidak lagi menggunakan dua file yang berbeda tetapi menggunakan satu file *Microsoft Excel* yang dalam penelitian ini dinamakan *Database Karyawan*, terdiri dari dua sheet database, yaitu *Seleksi* dan *Data Karyawan*. Sumber data pengisian *Database Karyawan* adalah berkas lamaran dan *form data applicant* yang diisi pada saat pelamar melakukan proses *interview*. Informasi pada berkas lamaran digunakan sebagai sumber data *sheet Seleksi*, sedangkan informasi pada *form data applicant* akan diinputkan pada *sheet Data Karyawan*. Kedua data ini akan saling terhubung sehingga tidak perlu dilakukan pengulangan penginputan data.

## Input Data Seleksi

Sistem input data Daftar Pelamar Terseleksi pada *sheet Seleksi* terdiri dari isian data tanggal masuk lamaran, NIK KTP, jenis kelamin, nama pelamar, tanggal lahir, usia, pendidikan, jurusan, alamat, nomor ponsel, dan tanggal *interview*. Hasil input data *Seleksi* ditunjukkan pada gambar 3.

Tgl Masuk Lamaran	NIK KTP	PIL	Nama	Tgl Lahir	Usia	Pendidikan	Jurusan	Alamat	RT	RW	Desa	Kecamatan	Kota/Kabupaten	HP 1	HP 2	Tgl Interview	Keterangan
12 Januari 2021	0101010101010101	P	Putra	05 September 1995	26 tahun 1 bulan	S1	Teknik Industri	Jl. Merapi Gg. Lodran	1	2	Pangongangan	Manguharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	01 Januari 2021	-
13 Januari 2021	0202020202020202	P	Putri	02 Mei 2000	21 tahun 5 bulan	SMA	IPA	Jl. Tunjoojo	2	3	Nambangan Kidul	Manguharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	02 Januari 2021	-
14 Januari 2021	0303030303030303	L	Dino	03 Januari 1999	22 tahun 8 bulan	S1	Teknik Mesin	Jl. Meyjen Sungkoro	3	4	Nambangan Kidul	Manguharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	03 Januari 2021	-
15 Januari 2021	0404040404040404	P	Dina	06 Juli 2001	20 tahun 3 bulan	SMK	Akuntansi	Jl. Selak	4	5	Taman	Taman	Kota Madian	088888888888	088899999999	04 Januari 2021	-
16 Januari 2021	0505050505050505	L	Edo	02 Februari 1997	24 tahun 8 bulan	SMK	Mesin	Jl. Semarang	5	6	Taman	Taman	Kota Madian	088888888888	088899999999	05 Januari 2021	-
17 Januari 2021	0606060606060606	P	Dewi	01 September 1997	24 tahun 1 bulan	SMK	Perkantoran	Jl. Pahlawan	6	7	Manguharjo	Manguharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	06 Januari 2021	-
18 Januari 2021	0707070707070707	L	Dewa	29 Mei 2000	21 tahun 4 bulan	SMK	Mesin	Jl. Mulara	7	8	Kartoharjo	Kartoharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	07 Januari 2021	-
19 Januari 2021	0808080808080808	P	Putri	02 Mei 2000	21 tahun 5 bulan	SMA	IPA	Jl. Tunjoojo	2	3	Nambangan Kidul	Manguharjo	Kota Madian	088888888888	088899999999	08 Januari 2021	-
20 Januari 2021	0909090909090909	L	Luke	05 Agustus 1998	23 tahun 2 bulan	SMK	Kendaraan Ringan	Jl. Gemintang	9	10	Taman	Taman	Kota Madian	088888888888	088899999999	09 Januari 2021	-
21 Januari 2021	0909090909090909	P	Phety	14 Februari 1993	28 tahun 8 bulan	SMK	Akuntansi	Jl. Gamelan	10	11	Taman	Taman	Kota Madian	088888888888	088899999999	10 Januari 2021	-
22 Januari 2021	1010101010101010	L	Hansen	20 September 1992	29 tahun 1 bulan	S1	Teknik Informatika	Jl. Jeruk	11	12	Taman	Taman	Kota Madian	088888888888	088899999999	11 Januari 2021	-

Gambar 3. Usulan Input Data Daftar Pelamar Terseleksi

Proses input data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan berkas lamaran pekerjaan sesuai tanggal masuk lamaran
2. Input tanggal masuk lamaran
3. Input NIK KTP dari berkas lamaran
4. Input jenis kelamin berdasarkan *list data validation* jenis kelamin
5. Input nama pelamar
6. Input tanggal lahir pelamar

7. Untuk kolom usia, dengan rumus sebagai berikut:

$$=IF(F6="";"";DATEDIF(F6;TODAY();"Y")&" tahun "&DATEDIF(F6;TODAY();"YM")&" bulan")$$

8. Input pendidikan pelamar berdasarkan *list data validation* jenis pendidikan

9. Input jurusan pendidikan

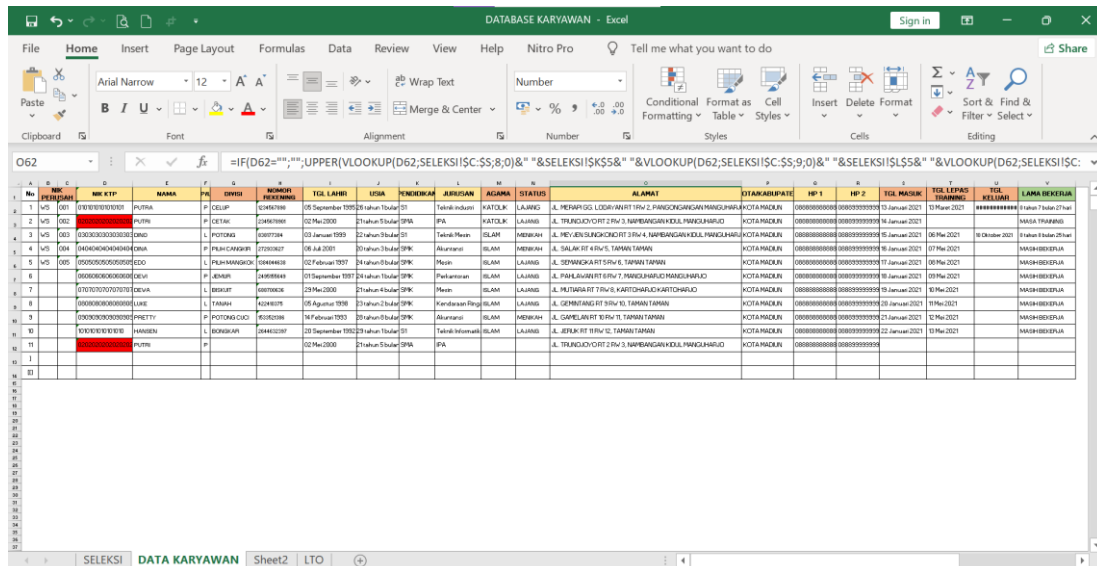
10. Input alamat

11. Input nomor ponsel

12. Input tanggal *interview*

**Input DATA KARYAWAN**

DATA KARYAWAN berisi informasi tenaga kerja PT XYZ secara keseluruhan. Informasi pada *sheet DATA KARYAWAN* terdiri dari data karyawan tetap dan data pelamar yang telah dinyatakan diterima menjadi karyawan training. Gambar 4 menunjukkan hasil input data pada *sheet DATA KARYAWAN*.



Gambar 4. Usulan Input Data Karyawan

Mekanisme pengisian data pada *sheet DATA KARYAWAN* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Input data NIK KTP diambil dari *sheet SELEKSI*. Dengan mengisi data NIK KTP maka data pada kolom nama, jenis kelamin, tanggal lahir, usia, pendidikan, jurusan, alamat, nomor ponsel akan terisi secara otomatis.

Pada kolom **nama** diletakkan rumus:

$$=IF(D2="";"";UPPER(VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;3;0)))$$

Pada kolom **jenis kelamin** diletakkan rumus:

$$=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;2;0))$$

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Pada kolom **tanggal lahir** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;4;0))
```

Pada kolom **usia** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;5;0))
```

Pada kolom **pendidikan** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;6;0))
```

Pada kolom **jurusan** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;7;0))
```

Pada kolom **alamat** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";UPPER(VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;8;0)&" "&SELEKSI!$K$5&" "&VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;9;0)&" "&SELEKSI!$L$5&" "&VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;10;0)&" "&VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;11;0)&" "&VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;12;0)))
```

Pada kolom **nomor ponsel** diletakkan rumus:

```
=IF(D2="";"";VLOOKUP(D2;SELEKSI!$C:$S;14;0))
```

2. Input data divisi penempatan karyawan berdasarkan *list data validation* divisi
3. Input nomor rekening
4. Input data agama berdasarkan *list data validation* agama
5. Input data status perkawinan berdasarkan *list data validation* status perkawinan
6. Input tanggal masuk kerja
7. Input tanggal lepas training
8. Input tanggal keluar
9. Input data lama bekerja terisi secara otomatis setelah input tanggal masuk kerja, tanggal lepas training, dan tanggal keluar dengan menempatkan rumus:

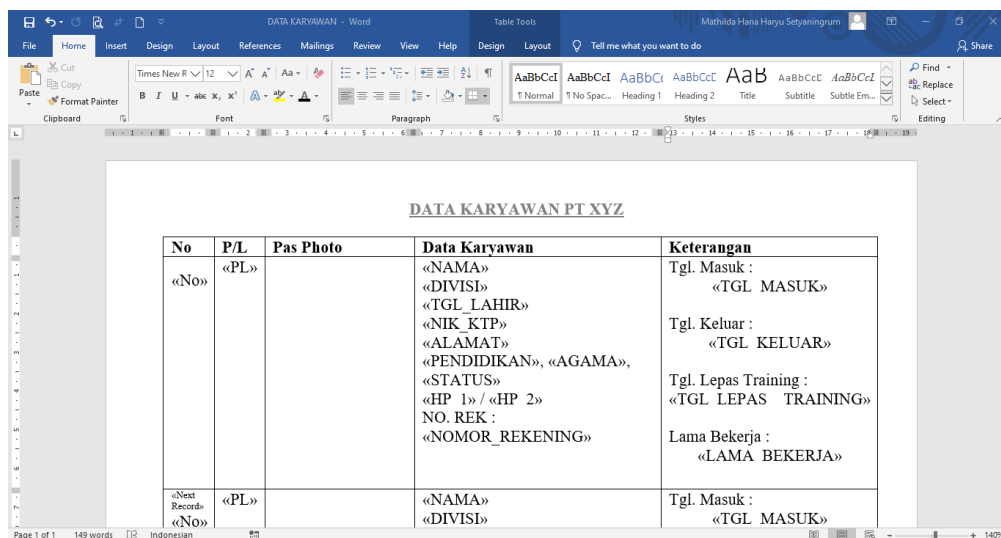
```
=IF(AND(T2="";U2="");"MASA TRAINING";IF(AND(S2<>"";U2="");"MASIH BEKERJA";IF(AND(U2<>"";U2<>"");DATEDIF(S2;U2;"Y")&" tahun "&DATEDIF(S2;U2;"YM")&" bulan "&DATEDIF(S2;U2;"MD")&" hari")))
```

Hasil isian pada kolom lama bekerja akan terdefinisi kedalam tiga kategori yaitu durasi lama bekerja, status "MASIH BEKERJA", atau status dalam "MASA TRAINING".

### **Pendokumentasian Data Karyawan Baru kedalam *Microsoft Word***

Berdasarkan pada proses pendataan data pelamar pada file *Microsoft Excel*, Bagian Personalia juga dapat mendokumentasikan informasi yang diperoleh kedalam bentuk laporan yang dicetak melalui file *Microsoft Word*. Proses memasukkan data karyawan baru dilakukan dengan mengintegrasikan *database sheet DATA KARYAWAN* pada *Microsoft Excel* kedalam *Microsoft Word* sebagai berikut.

1. Membuat tabel berdasarkan informasi yang dibutuhkan



The screenshot shows a Microsoft Word document titled "DATA KARYAWAN - Word" with a mail merge table. The table has five columns: No, P/L, Pas Photo, Data Karyawan, and Keterangan. The rows contain merge fields for employee information.

No	P/L	Pas Photo	Data Karyawan	Keterangan
«No»	«PL»		«NAMA» «DIVISI» «TGL_LAHIR» «NIK_KTP» «ALAMAT» «PENDIDIKAN», «AGAMA», «STATUS» «HP 1» / «HP 2» NO. REK : «NOMOR_REKENING»	Tgl. Masuk : «TGL_MASUK»  Tgl. Keluar : «TGL_KELUAR»  Tgl. Lepas Training : «TGL_LEPAS_TRAINING»  Lama Bekerja : «LAMA_BEKERJA»
«Next Record» «No»	«PL»		«NAMA» «DIVISI»	Tgl. Masuk : «TGL_MASUK»

Gambar 5. Template Tabel Dokumen Data Karyawan

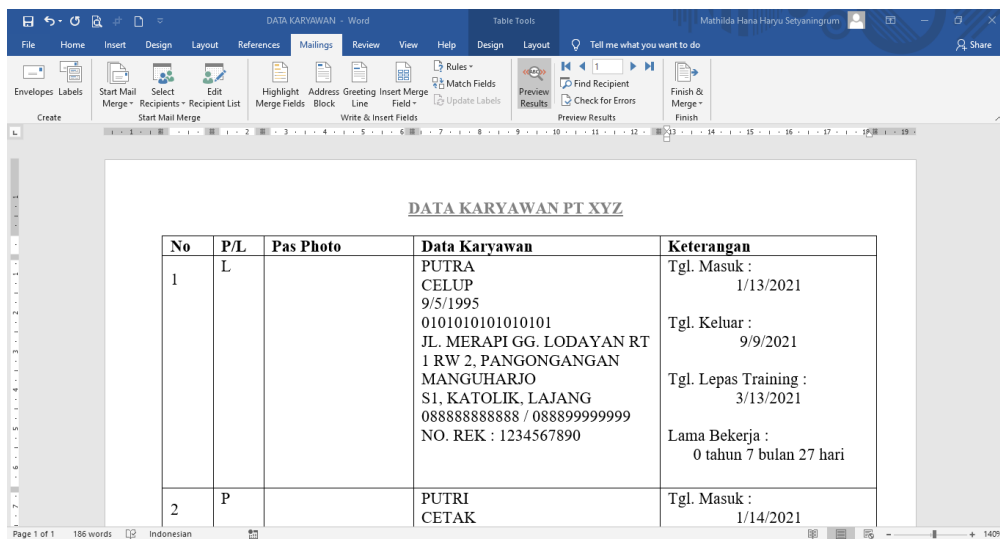
Gambar 5 menunjukkan tampilan template tabel dokumen data karyawan. Tabel mencakup informasi nomor, jenis kelamin, pas foto, data karyawan, dan keterangan. Isian pada tabel merupakan hasil menghubungkan dokumen *Microsoft Word* dan *database sheet DATA KARYAWAN* pada *Microsoft Excel* menggunakan *Mail Merge* dengan langkah-langkah sebagai berikut (Niko, 2015):

- Buka menu *Mailings*, pada grup *Start Mail Merge* klik *Select Recipient*, pilih *Use Existing List*
- Pilih dokumen *database Microsoft Excel* yang berisi sumber data
- Jika muncul kotak dialog *Select Table*, pilih lembar kerja yang berisi data untuk *mail merge* yaitu 'DATA KARYAWA\$' dan memberi tanda centang pada *First row of data contains column headers*. Lalu, klik OK
- Kedua *file* telah terhubung

Setelah kedua *file* terhubung, maka selanjutnya masing-masing informasi data diletakkan pada tabel yang telah dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut (Niko, 2015):

- Letakkan kursor di bagian yang ingin diberikan informasi data. Buka menu *Mailings*, pada grup *Write & Insert Fields* klik *Insert Merge Field*, lalu klik opsi data yang dibutuhkan
- Lakukan hal tersebut untuk posisi data lainnya

2. Hasil integrasi informasi data



Gambar 6. Tampilan Tabel Dokumentasi Data Karyawan

Untuk melihat hasil dari menghubungkan file Microsoft Word dan database sheet Data Karyawan pada Microsoft Excel (gambar 6) adalah sebagai berikut (Niko, 2015):

- Buka menu *Mailings*, pada grup *Preview Results* klik *Preview Results* lalu gunakan *Index Number* untuk melihat hasil dari data lainnya. Selesai

3. Menyimpan dan mencetak dokumen

Jika ingin mencetak dokumen atau menyimpan dalam bentuk dokumen baru, maka dapat dilakukan menggunakan *Finish & Merge* pada menu *Mailings* di grup *Finish* dengan beberapa pilihan sebagai berikut:

- *Edit Individual Document*, jika ingin menyimpan dalam bentuk file baru
- *Print Documents*, jika ingin mencetak secara langsung dokumen. Selesai

Berdasarkan pembahasan mengenai sistem input data karyawan pada Bagian Personalia PT XYZ, terdapat perbedaan sistem input data saat ini dan sistem input data usulan sebagai berikut ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Tahapan Sistem Input Data

Tahapan Sistem Input Data Karyawan Saat Ini	Tahapan Sistem Input Data Karyawan Usulan
1. Mengumpulkan berkas lamaran yang masuk	1. Mengumpulkan berkas lamaran yang masuk
2. Input data pelamar dari berkas lamaran ke Buku Daftar Pelamar Terseleksi	2. Input data pelamar dari berkas lamaran ke <i>Microsoft Excel Karyawan sheet SELEKSI</i>
3. Input data pelamar dari Buku Daftar Pelamar Terseleksi ke <i>database Microsoft Excel Seleksi</i>	3. Input data karyawan baru dari berkas lamaran dan data form aplikasi ke <i>Microsoft Excel Karyawan sheet DATA KARYAWAN</i>
4. Input data karyawan baru dari berkas lamaran ke Buku Induk Karyawan	4. Mengintegrasikan <i>Microsoft Excel Karyawan sheet DATA KARYAWAN</i> ke <i>Microsoft Word</i>

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

5. Input data karyawan baru dari Buku Induk Karyawan ke <i>database Microsoft Excel Induk</i>	5. Berkas lamaran diarsipkan
6. Berkas lamaran diarsipkan	

Dari hasil pengolahan data di atas dapat dilihat bahwa usulan tahapan sistem input data lebih ringkas dibandingkan dengan tahapan sistem input data yang dilakukan Bagian Personalia PT XYZ saat ini. Sistem input data usulan dapat membantu mempermudah kinerja Bagian Personalia secara efektif dan efisien khususnya dalam input data pelamar dan karyawan.

## KESIMPULAN

Pada Bagian Personalia diidentifikasi permasalahan sistem input data pelamar dan karyawan dilakukan secara konvensional berupa pencatatan pada dua buku kerja dan input data pada dua *database Microsoft Excel*. Hasil penelitian memberikan mekanisme untuk memudahkan sistem input data pelamar dan karyawan sehingga pekerjaan sistem input data pelamar dan karyawan menjadi lebih efektif dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayundia, L. 2021. "Cara Menulis Nomor KTP dan HP di Microsoft Excel Mudah". <https://guruakuntansi.co.id/cara-mudah-menulis-nomor-ktp-dan-hp-di-microsoft-excel/>. Diakses 20 September 2021.
- Badriyah, N. 2015. Analisis Sistem Rekrutmen Terhadap Kinerja Karyawan Outsourcing. Jurnal EKBIS Vol. XIII No. 1: 622-628.
- Iskandar, D. 2018. Strategi Peningkatan Kinerja Perusahaan Melalui Pengelolaan Sumber Daya Manusia dan Kepuasan Kerja dan Dampaknya terhadap Produktivitas Karyawan. Jurnal Ilmiah Bisnis dan Ekonomi Asia Vol. 12 No. 1: 23-31.
- Niko. 2015. "Cara Membuat Mail Merge di Word Menggunakan Sumber Data Dari Excel". <https://www.pintarkomputer.com/cara-membuat-mail-merge-di-word-menggunakan-sumber-data-dari-excel-lebih-praktis/>. Diakses 21 September 2021.
- Putri, N. D. 2019. Implementasi Sistem Informasi Sumber Daya Manusia dalam Kegiatan Rekrutmen Karyawan. Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi Vol. 1 No. 1: 70-78.
- Raharjo, S.M., Nurhayati, O.D., Martono, K.T. 2015. Sistem Informasi Pencatatan Data Warga Kelurahan Berbasis Mobile. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer Vol. 3 No. 3: 399-404.
- Saepurrahman, Setiawan, A., Handriani, I. 2019. Sistem Pencatatan dan Pendataan Manajemen Sumber Daya Manusia dengan Model Scrum (Studi Kasus PT Bintang Trans Khatulistiwa). JSAI, Vol. 2 No. 1: 105-115.
- Saridawati. 2018. Pengelolaan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pada PT Atmoni Shamasta Prezki. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, Vol. 3 No. 9: 107-122.
- Setiani, B. 2013. Kajian Sumber Daya Manusia dalam proses Rekrutmen Tenaga Kerja di Perusahaan. Jurnal Ilmiah WIDYA Vol. 1 No.1:38-44.



## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Syamsurizal. 2016. Peran Manajemen Sumber Daya Manusia dalam Organisasi. Jurnal Warta Edisi 49, ISSN: 1829-7463.

**PEMROGRAMAN LINIER BILANGAN BULAT DALAM MENENTUKAN BANYAKNYA PERAWAT YANG BEKERJA DI RUMAH SAKIT**

***Integer Linear Programming to Determine the Number of Nurses which Works in the Hospital***

**Maya Widyastiti<sup>1)</sup>, Amar Sumarsa<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2)</sup>Program Studi Matematika, Universitas Pakuan  
Jalan Pakuan, Tegallega, Bogor, Jawa Barat 16143

<sup>1)</sup>e-mail: [maya.widyastiti@unpak.ac.id](mailto:maya.widyastiti@unpak.ac.id)

**ABSTRAK**

Penjadwalan perawat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di rumah sakit. Penjadwalan perawat biasanya disusun secara manual oleh kepala perawat di rumah sakit. Penjadwalan perawat yang tepat dibutuhkan untuk menghindari kelelahan yang dapat menurunkan kinerja perawat. Pada penelitian ini, masalah penjadwalan perawat akan diformulasikan dalam bentuk pemrograman linier bilangan bulat. Ada tiga simulasi yang ditelaah. Pada simulasi pertama, banyak perawat minimum setiap shift di setiap harinya sebanyak 2 perawat. Pada simulasi kedua, banyaknya perawat yang dibutuhkan untuk setiap shift setidaknya 3 perawat, sedangkan pada simulasi ketiga, perawat yang dibutuhkan sebanyak 4 orang di setiap shiftnya. Tujuan penelitian ini adalah menentukan banyaknya perawat yang akan ditugaskan di rumah sakit selama satu periode penjadwalan (30 hari). Hasil penjadwalan yang diperoleh memenuhi semua aturan rumah sakit. Pada simulasi pertama, dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang dalam satu periode penjadwalan, pada simulasi kedua dibutuhkan 14 orang dalam satu periode penjadwalan, sedangkan untuk simulasi ketiga dibutuhkan perawat sebanyak 18 orang dalam satu periode penjadwalan.

**Kata Kunci:** pemrograman linier bilangan bulat, penjadwalan, jumlah perawat.

**ABSTRACT**

*Nurses scheduling is one of problems that frequently occurs in hospital management. Nurses scheduling is commonly designed by the head of nurse without the aid of an operation research model. A proper schedule is needed in order to avoid fatigue, which subsequently may deteriorate their performance. In this research, nurses scheduling problem is formulated in the form of integer linear programming. There are three problems of nurses scheduling that have been analyzed. In the first problem, the minimum number of nurses for each shift each day is 2 nurses. In the second problem, the number of nurses is required for each shift is at least 3 nurses. In the third problem, it takes 4 nurses each shift each day. The objective of the model is to determine the number of nurses which works for one scheduling period (30 days). All schedules fulfill all of the government and hospital's rules. In the first problem, the number of nurses which works for 30 days is 10 nurses. In second problem, 14 nurses are required for 30 days. In third problem, 18 nurses work for 30 days.*

**Keywords:** *integer linear programming, scheduling, the number of nurses*

**PENDAHULUAN**

Masalah klasik yang umumnya terjadi di berbagai instansi adalah masalah penjadwalan. Penjadwalan merupakan suatu proses dalam pengalokasian tenaga kerja untuk melakukan aktivitas tertentu selama periode tertentu. Salah satu instansi yang umum menggunakan penjadwalan adalah rumah sakit. Masalah penjadwalan perawat merupakan permasalahan yang sering terjadi di rumah

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

sakit. Pada umumnya, penjadwalan dilakukan secara manual oleh kepala perawat. Cara ini dianggap tidak tepat karena tidak semua aturan penjadwalan dapat terpenuhi. Pembuatan penjadwalan ini memiliki tujuan agar perawat tidak mengalami kelelahan secara fisik dan psikis sehingga pelayanan dapat diberikan secara optimal. Penjadwalan perawat telah dilakukan sebelumnya, antara lain Widyastiti (2016) mengembangkan penjadwalan perawat dengan mempertimbangkan keahlian menggunakan Integer Linear Programming, El Adoly *et al* (2018) mengembangkan penjadwalan perawat untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan oleh rumah sakit. Masalah penjadwalan di rumah sakit menggunakan simulated annealing yang dikombinasikan dengan metode Probabilistic Cooling Scheme telah dikembangkan oleh Chahyadi *et al* (2018). Selain itu, model 0-1 Goal Programming juga telah dikembangkan oleh Agyei (2015) dalam penjadwalan perawat rumah sakit di Ghana.

Di masa pandemi Coronavirus Disease (Covid-19) ini, penjadwalan sangat dibutuhkan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Bogor per tanggal 10 Juni 2021, sebanyak 16.513 orang terkonfirmasi positif atau bertambah 53 kasus dari hari sebelumnya. Pada tanggal 11 Juni 2021, mengalami kenaikan sebanyak 97 kasus. Kasus positif di Bogor mengalami kenaikan pada bulan Juli 2021. Per tanggal 7 Juli 2021, perkembangan covid-19 di kota Bogor bertambah sebanyak 23.582 orang terkonfirmasi positif atau mengalami kenaikan sebanyak 497 kasus dari hari sebelumnya. Untuk hari berikutnya, penambahan kasus sebesar 524 kasus di Bogor. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan tenaga kesehatan, dalam hal ini perawat, sangat dibutuhkan untuk tetap meminimalisir tingkat penyebaran virus akibat kelelahan dan penurunan sistem imunitas tubuh.

Penjadwalan perawat ini akan dibuat dengan pada bulan Oktober 2021 (30 hari dalam satu periode penjadwalan) menggunakan *Integer Linear Programming*. Dalam penentuan solusi optimalnya akan menggunakan perangkat lunak LINGO 11.0. Tujuannya adalah menentukan banyaknya perawat yang ditugaskan dalam satu periode penjadwalan. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena masih banyak kasus Covid-19 yang terjadi di Kota Bogor sedangkan jumlah perawat yang menangani kasus ini terbatas dan kemungkinan resiko terpapar pun tinggi apabila perawat mengalami kelelahan. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan perawat dalam penanganan Covid-19 ini agar rumah sakit rujukan dapat memberikan pelayanan optimal kepada pasien Covid-19 yang dirawat rumah sakit.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, masalah penentuan banyaknya perawat dimodelkan dalam bentuk pemrograman linier bilangan bulat. Aturan yang digunakan merupakan aturan yang ditetapkan oleh

rumah sakit maupun pemerintah. Adapun aturan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Setiap perawat yang ditugaskan hanya mendapatkan 1 shift setiap harinya
2. Kepala ruangan akan bertugas di shift pagi dan mendapat shift libur di hari minggu
3. Kebutuhan perawat terpenuhi setiap harinya  
Kebutuhan perawat dalam setiap shift ditentukan berdasarkan banyaknya tempat tidur yang tersedia. Terdapat 2 ruangan yang ditelaah. Untuk ruangan pertama, rasio banyaknya perawat dan tempat tidur adalah 1:3, sedangkan untuk ruangan kedua rasionya adalah 1:4. Artinya untuk ruangan pertama, apabila terdapat maksimal 3 tempat tidur maka minimal perawat yang bertugas sebanyak 1 orang, sedangkan untuk ruangan kedua, 1 orang perawat maksimal bertugas untuk 4 tempat tidur. Dalam penentuan banyaknya perawat tiap shift diberlakukan sistem pembulatan. Misalnya, di ruangan pertama terdapat 5 tempat tidur, maka banyaknya perawat yang bertugas di setiap shiftnya sebanyak 2 orang. Contoh lain, di ruangan kedua terdapat 9 tempat tidur, maka banyaknya perawat yang bertugas di setiap shift sebanyak 3 orang.
4. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift lepas setelah maksimal 3 hari mendapatkan shift malam, dan dilanjutkan dengan mendapatkan waktu libur  
Waktu lepas merupakan hari dimana perawat dibebastugaskan dari shift kerja yang diberikan kepada perawat setelah mendapatkan shift malam pada hari sebelumnya. Waktu libur merupakan hari dimana perawat dibebastugaskan dari shift kerja selama 24 jam penuh.
5. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi dan shift sore setelah bertugas di shift malam
6. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi setelah bertugas shift sore
7. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan waktu lepas setelah bertugas di shift pagi, shift sore, ataupun waktu libur
8. Setiap perawat yang ditugaskan tidak mendapatkan waktu libur setelah bertugas di shift malam, tetapi akan mendapatkan waktu lepas
9. Setiap perawat yang ditugaskan setidaknya akan mendapatkan waktu libur sebanyak 1 hari setelah bertugas maksimal 6 hari
10. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift libur-masuk-libur
11. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan waktu kerja sebesar 170-176 jam setiap bulannya
12. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift pagi, shift sore, dan shift malam sebanyak 5-10 hari dalam satu bulan untuk setiap shiftnya

13. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift yang sama maksimal 3 kali beturut-turut

Aturan tersebut diformulasikan ke dalam bentuk formulasi matematik, kemudian ditentukan solusi masalah penentuan banyaknya perawat menggunakan bantuan software LINGO 11.0.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Masalah penentuan banyaknya perawat yang ditugaskan dapat diformulasikan sebagai berikut.

### **Himpunan**

$A = \{1, 2, \dots, a\}$  = himpunan perawat

$B = \{1, 2, \dots, b\}$  = himpunan hari dalam satu periode penjadwalan

### **Indeks**

$i$  = indeks perawat

$j$  = indeks hari

### **Parameter**

$butuhP_j$  = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift pagi pada hari ke  $- j$

$butuhS_j$  = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift sore pada hari ke  $- j$

$butuhM_j$  = banyaknya perawat yang dibutuhkan pada shift malam pada hari ke  $- j$

$bigM$  = konstanta positif yang nilainya relatif besar

$TT$  = banyaknya tempat tidur yang tersedia

$ratio$  = besarnya perbandingan antara banyaknya perawat dan tempat tidur

### **Variabel Keputusan**

$P_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift pagi pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$S_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift sore pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$M_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat shift malam pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$LE_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat waktu lepas pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$

$$LI_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ mendapat waktu libur pada hari } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{jika perawat } i \text{ ditugaskan} \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

**Fungsi Objektif**

Fungsi objektif dari masalah penentuan banyaknya perawat ini adalah meminimumkan banyaknya perawat yang bekerja selama satu periode penjadwalan. Formulasi dari fungsi objektif adalah sebagai berikut.

$$\min \sum_{i=1}^{20} y_i$$

**Kendala**

Kendala yang digunakan merupakan aturan yang berlaku yang telah ditetapkan oleh rumah sakit yang bersangkutan ataupun aturan pemerintah. Adapun kendala yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

1. Setiap perawat yang ditugaskan hanya mendapatkan 1 shift setiap harinya

$$\forall i, i = 2,3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$(P_{i,j} + S_{i,j} + M_{i,j} + LE_{i,j} + LI_{i,j}) = 1 - bigM(1 - y_i)$$

2. Kepala ruangan akan bertugas di shift pagi dan mendapat shift libur di hari minggu

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$\forall j \neq 5, j \neq 12, j \neq 19, j \neq 26$$

$$P_{1,j} = 1$$

$$\forall j = 5, j = 12, j = 19, j = 26$$

$$LI_{1,j} = 1$$

3. Kebutuhan perawat terpenuhi untuk setiap shift setiap harinya

$$\forall j, j = 1,2, \dots, 30$$

$$\text{butuh}P_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$\text{butuh}S_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$\text{butuh}M_j = \left\lceil \frac{TT_j}{ratio} \right\rceil$$

$$\sum_{i=1}^{20} P_{i,j} \geq \text{butuh}P_j - bigM(1 - y_i)$$

$$\sum_{i=1}^{20} S_{i,j} \geq \text{butuh}S_j - \text{big}M(1 - y_i)$$

$$\sum_{i=1}^{20} M_{i,j} \geq \text{butuh}M_j - \text{big}M(1 - y_i)$$

4. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift lepas setelah maksimal 3 hari mendapatkan shift malam

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 27$$

$$M_{i,j} + M_{i,j+1} + M_{i,j+2} - LE_{i,j+1} - LE_{i,j+2} - LE_{i,j+3} \leq 2 + \text{big}M(1 - y_i)$$

5. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi dan shift sore setelah bertugas di shift malam

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 29$$

$$M_{i,j} + P_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$M_{i,j} + S_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

6. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift pagi setelah bertugas shift sore

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 29$$

$$S_{i,j} + P_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

7. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan waktu lepas setelah bertugas di shift pagi, shift sore, ataupun waktu libur

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 29$$

$$P_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$S_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

$$LI_{i,j} + LE_{i,j+1} \leq 1 + \text{big}M(1 - y_i)$$

8. Setiap perawat yang ditugaskan tidak mendapatkan waktu libur setelah bertugas di shift malam, tetapi akan mendapatkan waktu lepas

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 29$$

$$M_{i,j} + LI_{i,j+1} \leq 1 + bigM(1 - y_i)$$

$$LE_{i,j} - LI_{i,j+1} \leq 0 + bigM(1 - y_i)$$

9. Setiap perawat yang ditugaskan setidaknya akan mendapatkan waktu libur sebanyak 1 hari setelah bertugas maksimal 6 hari

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 24$$

$$LI_{i,j} + LI_{i,j+2} + LI_{i,j+3} + LI_{i,j+4} + LI_{i,j+5} + LI_{i,j+6} \geq 1 - bigM(1 - y_i)$$

10. Setiap perawat yang ditugaskan tidak akan mendapatkan shift libur-masuk-libur

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 28$$

$$LI_{i,j} + P_{i,j+1} + S_{i,j+1} + M_{i,j+1} + LI_{i,j+2} \leq 2 + bigM(1 - y_i)$$

11. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan waktu kerja sebesar 170-176 jam setiap bulannya

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$170 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} 7P_{i,j} + 7S_{i,j} + 10M_{i,j} \leq 176 + bigM(1 - y_i)$$

12. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift pagi, shift sore, dan shift malam sebanyak 5-10 hari dalam satu bulan untuk setiap shiftnya

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} P_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} S_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$

$$5 - bigM(1 - y_i) \leq \sum_{j=1}^{30} M_{i,j} \leq 10 + bigM(1 - y_i)$$



13. Setiap perawat yang ditugaskan akan mendapatkan shift yang sama maksimal 3 kali beturut-turut

$$\forall i, i = 2, 3, \dots, 20$$

$$\forall j, j = 1, 2, \dots, 27$$

$$P_{i,j} + P_{i,j+1} + P_{i,j+2} + P_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

$$S_{i,j} + S_{i,j+1} + S_{i,j+2} + S_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

$$M_{i,j} + M_{i,j+1} + M_{i,j+2} + M_{i,j+3} \leq 3 + bigM(1 - y_i)$$

14. Variabel  $P_{i,j}$ ,  $S_{i,j}$ ,  $M_{i,j}$ ,  $LE_{i,j}$ ,  $LI_{i,j}$ , dan  $y_i$  merupakan variabel keputusan yang bernilai 0 atau 1

$$P_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$S_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$M_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$LE_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$LI_{i,j} \in \{0,1\}$$

$$y_i \in \{0,1\}$$

Setelah dilakukan proses pencarian solusi dengan menggunakan software LINGO 11.0, diperoleh banyaknya perawat yang bertugas di ruang pertama, dengan rasio perawat dan tempat tidur sebanyak 1:3 dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang untuk tempat tidur sebanyak 4-6 tempat tidur, sebanyak 14 perawat dibutuhkan untuk 7-9 tempat tidur, dan untuk 10-12 tempat tidur dibutuhkan perawat sebanyak 18 orang. Di ruangan kedua, dengan perbandingan perawat dan tempat tidur sebesar 1:4, dibutuhkan perawat sebanyak 10 orang untuk tempat tidur sebanyak 6-8 tempat tidur, untuk 9-12 tempat tidur dibutuhkan 14 perawat, dan 18 perawat dibutuhkan untuk tempat tidur sebanyak 13-16 tempat tidur. Adapun hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk rumah sakit akan mengalami kekurangan perawat apabila ketersediaan tempat tidur di ruang pertama melebihi 9 tempat tidur dan melebihi 12 tempat tidur untuk di ruang kedua. Oleh karena itu, dibutuhkan perawat tambahan yang bekerja di ruang tersebut sehingga perawat tidak mengalami kelelahan dan dapat melayani pasien yang terkonfirmasi positif dengan baik.

**Tabel 1.** Hasil banyaknya perawat yang dibutuhkan

Ruang	Tempat Tidur	Ratio Perawat : Tempat Tidur	Banyaknya Perawat Tiap Shift	Total Perawat	Perawat yang Tersedia	Keterangan
1	4	1:3	2	10	15	Mencukupi
	5	1:3	2	10	15	Mencukupi

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

	6	1:3	2	10	15	Mencukupi
	7	1:3	3	14	15	Mencukupi
	8	1:3	3	14	15	Mencukupi
	9	1:3	3	14	15	Mencukupi
	10	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	11	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	12	1:3	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
2	6	1:4	2	10	15	Mencukupi
	7	1:4	2	10	15	Mencukupi
	8	1:4	2	10	15	Mencukupi
	9	1:4	3	14	15	Mencukupi
	10	1:4	3	14	15	Mencukupi
	11	1:4	3	14	15	Mencukupi
	12	1:4	3	14	15	Mencukupi
	13	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	14	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	15	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat
	16	1:4	4	18	15	Kekurangan 3 perawat

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa untuk ruang pertama, dengan rasio perawat dan tempat tidur sebesar 1:3, dibutuhkan perawat sebanyak 10 perawat untuk tempat tidur sebanyak 4-6, 14 perawat untuk tempat tidur sebanyak 7-9, dan 18 perawat untuk tempat tidur sebanyak 10-12. Untuk ruang kedua, dengan rasio perawat sebesar 1:4, dibutuhkan 10 perawat untuk tempat tidur sebanyak 6-8, 14 perawat untuk 9-12 tempat tidur, dan 18 perawat untuk 13-16 tempat tidur. Untuk kebutuhan perawat sebanyak 18 orang selama satu periode penjadwalan, baik di ruang pertama maupun kedua, mengalami kekurangan sebesar 3 perawat. Oleh karena itu, apabila ketersediaan tempat tidur melebihi 9 tempat tidur untuk di ruang pertama dan 12 tempat tidur untuk di ruang kedua, dibutuhkan perawat tambahan yang bekerja di ruang tersebut sehingga perawat tidak mengalami kelelahan dan dapat melayani pasien dengan baik.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh dana Yayasan Pakuan Siliwangi dengan perjanjian/ Kontrak Nomor 89/LPPM-UP/VI/KPDP/2021. Ucapan terima kasih ini juga disampaikan kepada semua pihak terkait sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Agyei W, Denteh WO, Andaam EA. 2015. Modeling nurse scheduling problem using 0-1 goal programming: A case study of Tafo Government Hospital, Kumasi-Ghana. *International Journal*

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

*of Scientific & Technology Research.* **4**: 5-10.

Chahyadi, F., Azhari, Kurniawan, H. 2018. Hospital Nurse Scheduling Optimization Using Simulated Annealing and Probabilistic Cooling Scheme. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems.* **12 (1)**: 21–32.

Dinas Kesehatan Kota Bogor. 2021. Data Rekap Kasus Covid-19 Di Kota Bogor Update Terakhir 7 Juli 2021. Bogor: Dinkes Kota Bogor.

Dinas Kesehatan Kota Bogor. 2021. Data Rekap Kasus Covid-19 Di Kota Bogor Update Terakhir 8 Juli 2021. Bogor: Dinkes Kota Bogor.

El Adoly, A. A., Gheith, M., Fors, M. N. 2018. A New Formulation and Solution for the Nurse Scheduling Problem: A Case Study in Egypt. *Alexandria Engineering Journal.* **57(4)**: 2289-2298.

Widyastiti, M., Aman, A., Bakhtiar, T. 2016. Nurses Scheduling by Considering the Qualification using Integer Linear Programming. *TELKOMNIKA.* **14 (3)**: 933-940.

## Histopatologi Paru-Paru Tikus Putih (*Rattus norvegicus L*) yang Terpapar Asap obat Nyamuk Bakar dan Induksi Beras Merah (*Oryza Opuntata*)

### *Histopathology of the Lungs of Rattus norvegicus L White Rats Exposed to Mosquito Burning Smoke and Induction of Oryza opuntata Brown Rice Extract*

Mila Adentika Bere<sup>1)</sup>, Ermelinda D. Meye<sup>2)</sup>, Alfred O. M. Dima<sup>3)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jalan Adisucipto Penfui Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: mila.adentika@gmail.com

#### ABSTRAK

Abstrak Penelitian ini telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*) pada histopatologi paru-paru tikus putih (*Rattusnorvegicus L.*) yang terpapar asap obat nyamuk bakar. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan yaitu P0 (Kontrol negatif), P1 (diberi ekstrak 160 mg/200 g-bb/hari), P2 (diberi ekstrak 210 mg/200 g-bb/hari) P3 (diberi ekstrak 260 mg/200 g- bb/hari) dan P4 (kontrol positif). Data dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of variance*) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian ekstrak beras merah terhadap perlakuan dan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Randomized Test* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak beras merah berpengaruh terhadap histopatologis paru-paru tikus putih yang terpapar asap obat nyamuk bakar. Ekstrak beras merah yang efektif memperbaiki histopatologi paru-paru tikus putih yang terpapar asap obat nyamuk bakar adalah dosis 210 mg/200g-bb/ hari.

**Kata Kunci:** beras merah, histopatologi paru-paru

#### ABSTRACT

*This study (Oryza opuntata) on the histopathology of the lungs of white rats (Rattusnorvegicus L.) exposed to mosquito coil smoke. This study used a completely randomized design with 5 treatments, namely P0 (negative control), P1 (given extract 160 mg/200 g-bb/day), P2 (given extract 210 mg/200 g-bb/day) P3 (given y was carried out with the aim of knowing the effect of brown rice extract extract 260 mg/day). mg/200 g-bw/day) and P4 (positive control). The data were analyzed by ANOVA (Analysis of variance) to determine whether there was an effect of giving red rice extract on the treatment and followed by Duncan's Multiple Randomized Test to determine whether there was a difference between treatments. Based on the results of the study, it was shown that the administration of brown rice extract had an effect on the histopathology of the lungs of white rats exposed to mosquito coil smoke. Brown rice extract which was effective in improving the lung histopathology of white rats exposed to mosquito coil smoke was a dose of 210 mg/200g-bb/day.*

**Keywords:** brown rice, histopatologi paru-paru

#### PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu propinsi yang mempunyai kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) yang tinggi. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah maupun masyarakat untuk memberantas vektor utama penyakit DBD yaitu nyamuk *Aedes aegypti* seperti

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

penggunaan bubuk abate dan pestisida. Salah satu cara yang masih banyak dilakukan masyarakat untuk membasmi nyamuk adalah dengan menggunakan obat nyamuk elektrik dan bakar.

Penggunaan obat nyamuk bakar akan menghasilkan asap yang mengandung bahan aktif berbahaya bagi tubuh khususnya pada saluran pernapasan. Bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam obat nyamuk bakar antara lain *transfultrin* yang dapat menurunkan kadar eritrosit. Zat aktif berbahaya lain yang terkandung dalam obat nyamuk bakar antara lain *Dichlorovynil dimethyl phospat* (DDVP), *Propoxur* (*Karbamat*) dan *Diethyltoluamide* yang merupakan insektida pembunuh serangga. Selain itu, umumnya obat nyamuk bakar juga memiliki zat tambahan tertentu berupa pewarna, pengawet serta pewangi (Chen and Cheng, 2011; Okine *et al.*, 2006).

Kerusakan saluran pernapasan akibat asap obat nyamuk bakar dapat memicu kerusakan sistemik fungsional yang dapat berupa kerusakan yang permanen (*irreversible*) atau temporer (*reversible*). Pengaruh asap obat nyamuk bakar yang masuk ke dalam tubuh dapat timbul segera setelah masuknya gas toksik dan juga dapat memberikan dampak yang timbul secara perlahan atau akumulatif (Andrews, 2012; Triana *et al.*, 2012).

Dampak secara umum yang ditimbulkan akibat paparan dari asap obat nyamuk bakar adalah perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Sel mukosa membesar (*hypertropy*) dan kelenjar mucus bertambah banyak (*hyperplasia*) pada saluran pernapasan sehingga terjadi penyempitan saluran napas. Dampak asap obat nyamuk bakar pada saluran pernapasan yang menimbulkan dampak secara perlahan dapat dilihat secara mikroskopik dengan mengamati gambaran struktur histopatologis yang terjadi pada saluran pernapasan tersebut (Andrews 2012).

Penggunaan asap obat nyamuk bakar dalam jangka waktu yang lama, dapat memicu terganggunya sistem pernapasan sehingga memicu timbulnya penyakit. Beberapa penyakit yang mulai banyak timbul di masyarakat yaitu faringitis, asbestosis, sars, asfiksi dan beberapa penyakit saluran pernapasan lainnya yang dapat diobati dengan obat sintetis. Namun, obat-obat sintetis harganya mahal dan jika dikonsumsi terlalu lama akan mengakibatkan efek samping yang merugikan kesehatan. Oleh karena itu dapat dicari alternatif penggunaan bahan alami seperti beras merah, karena mudah diperoleh, biayanya murah dan efek sampingnya kecil (Anonim, 2019).

Padi beras merah merupakan salah satu jenis padi di Indonesia yang mengandung gizi yang tinggi. Padi Beras merah adalah beras yang hanya mengalami pengelupasan lapisan paling luar dan tidak melalui proses penggilingan. Beras memiliki beberapa lapisan kulit; jika semua lapisan ini dikelupas, maka didapatkan beras putih. Lapisan kulit inilah yang mengandung banyak serat, mineral, dan vitamin. Proses pengelupasan seluruh lapisan beras yang mengubah beras merah menjadi beras putih menyebabkan kehilangan vitamin B3, B1, B6, mangan, fosfat, zat besi, serat, dan asam

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

lemak. Penelitian di Cina menunjukkan bahwa ekstrak larutan beras merah mengandung protein, asam lemak tidak jenuh, beta-sterol, camsterol, stigmasterol, isoflavones, saponin, Zn dan Se, lovastatin dan mevinolin-HMG- CoA. Unsur terakhir adalah reduktase inhibitor yang dapat mengurangi sintesis kolesterol di hati (Anonim, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sello (2017) menyatakan bahwa dosis yang paling efektif untuk menurunkan kadar SGPT dan juga profil darah pada tikus putih yang terpapar allethrin adalah 210 mg/200 g-bb/hari, sedangkan belum banyak informasi tentang pengaruh ekstrak beras merah pada struktur histopatologis terutama paru- paru, oleh karena itu telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*) pada histopatologi paru-paru tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) yang terpapar asap obat nyamuk bakar.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September sampai Desember 2019 di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknik, Laboratorium BIO-SCIENCE Universitas Nusa Cendana Kupang dan Laboratorium Patologi Anatomi RSUD Prof. Dr. W Z Johannes Kupang

### Alat dan Bahan

Kandang, timbangan analitik, jarum lambung, blender, *Rotary evaporator*, gelas ukur, gelas beker (100 mL), alat tulis, kamera, papan bedah, pinset, tangkai dan daun pisau bedah, gunting bedah, paku bedah bertangkai, jarum bedah bertangkai, timbangan, embedding cassette, cangkir logam, oven, pan, refrigerator, pisau hangat, blok kayu, mikrotom, incubator dan mikroskop. Beras merah (*Oryzae sativa*L.), 20 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus* L) umur 1 bulan, pakan hewan uji berupa pakan ayam pedaging berbentuk pellet jenis CP-510, obat nyamuk merek baygon dan sekam padi.

### Prosedur Penelitian

#### 1. Pembuatan ekstrak beras merah

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Serbuk halus beras merah ditimbang sebanyak 200 g, direndam dalam 200 mL etanol dan diaduk secara periodik, setelah 24 jam disaring. Filtratnya ditampung dan residunya diremaserasi dengan etanol. Perlakuan tersebut dilakukan berulang-ulang sampai filtratnya bening. Filtrat yang dihasilkan dievaporasi menggunakan *Rotary evaporator* pada suhu 40°C Hasil ekstrak ditimbang untuk memperoleh berat akhir.

#### 2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 kali pengulangan yaitu P0 (kontrol negatif), P1( 160 mg/200 g-bb/hari), P2 (210

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

mg/200 g-bb/hari), P3 (260 mg/200 g-bb/ hari dan P5 (kontrol positif)

### 3. Perlakuan pada hewan uji

Tikus putih sejumlah 20 ekor ditimbang berat badannya dan dikelompokkan secara acak menjadi 5 perlakuan. Tikus diaklimasi selama 1 minggu. Obat nyamuk bakar dalam keadaan dibakar, kemudian dipaparkan kepada 4 perlakuan dengan lama waktu 8 jam/hari selama 30 hari pada pukul 09:00 WITA. Sebelum pemberian ekstrak beras merah, berat badan tikus ditimbang. Ekstrak beras merah diberikan secara oral kepada setiap tikus dengan menggunakan jarum sonde lambung sekali dalam sehari selama 14 hari. Selama perlakuan tikus diberi makan dan minum secara terkontrol.

### 4. Pengambilan Darah

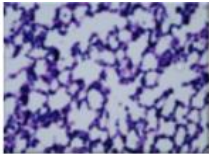
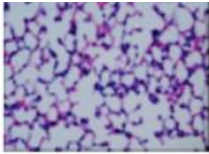
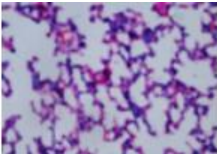
Pengambilan darah dilakukan pada hari ke-31 dan ke-46 melalui sinus orbitalis menggunakan mikrohematokrit. Darah yang terambil ditampung dalam tabung eppendorf yang telah diberi antikoagulan EDTA (25 mg/1,5 mL darah) (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988).

### 5. Pembedahan Dan Pembuatan Preparat Histologis Paru-Paru

Tikus dibedah untuk mengambil organ paru kemudian dibuat preparat histologis paru melalui beberapa tahap yaitu tahap fiksasi, dehidrasi, *embedding*, *cutting*, *staining* dan *mounting* (Ali, 2007) Selanjutnya diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 100 dan 400 kali. Sayatan yang nampak difoto, diamati kerusakan alveolus dan dihitung skor kerusakannya.

Tabel 1. Skor derajat kerusakan jaringan paru-paru tikus putih (*Rattus norvegicus*L.) yang terpapar asap obat nyamuk dan induksi ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*).

Gambaran histologi	Skor		
	1	2	3
<b>Membran alveolus</b>	Membrane alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel	Membrane alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel	Membran alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium <25%

	endothelium >75%	endothelium 25- 75%	
<b>Lumen alveolus</b>	Membulat ukuran proporsional >75%	Membulat ukuran proporsional 25- 75%	Membulat ukuran proporsional <25%
<b>Hubungan antar alveolus</b>	Rapat >75%	Rapat 25-75%	Rapat <25%
			

**Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis regresi dan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh asap obat nyamuk bakar terhadap kerusakan alveolus. Data gambaran histologis pulmo tikus putih dianalisis menggunakan Kruskal Wallis (anova non parametrik). Jika hasil yang diperoleh terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikan 5% (Fatir, 2010)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengaruh perlakuan pemaparan asap obat nyamuk bakar dan induksi ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*) terhadap tingkat kerusakan paru-paru tikus putih (*Rattus novergicus*L).**

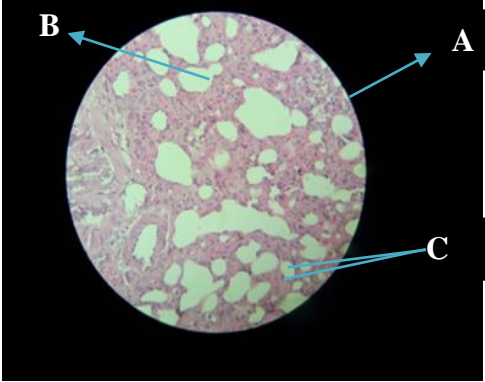
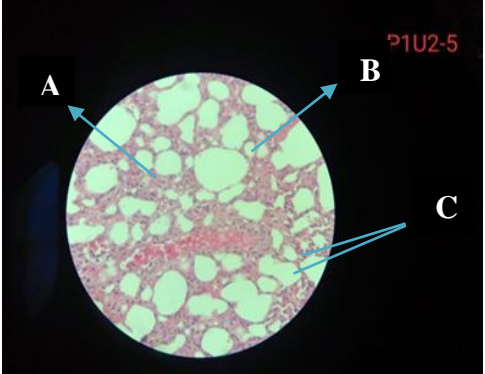
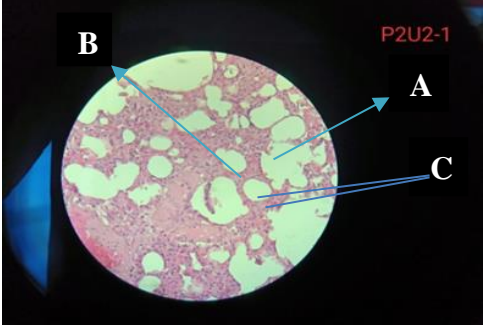
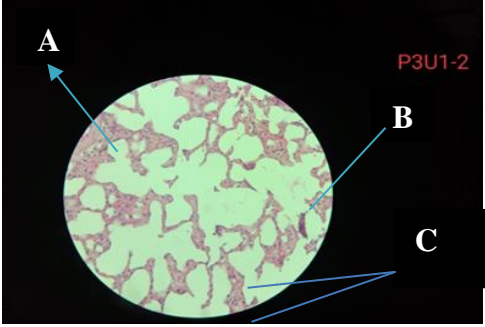
Penilaian terhadap tingkat kerusakan paru-paru tikus putih secara mikroskopis menggunakan skor kerusakan paru-paru. Hasil penilaian mikroskopis dapat dilihat pada tabel 2.

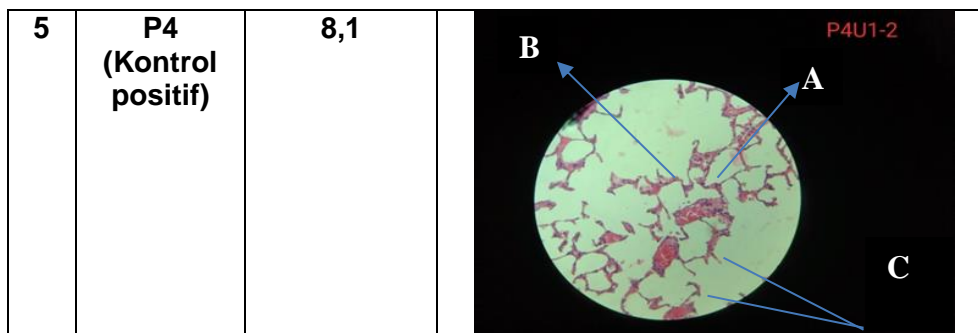


**SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Tabel 2. Skor dan gambar kerusakan paru-paru tikus putih (*Rattus novergiccus L*) yang terpapar asap obat nyamuk dan diinduksi ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*).

No	Perlakuan	Skorrata-rata	Gambar
1	P0 (Kontrol negatif)	3,4	
2	P1 (Dosis 160 mg/200 g-bb/hari)	4,5	
3	P2 (Dosis 210 mg/200 g-bb/hari)	3,7	
4	P3 (Dosis 260 mg/200 g-bb/hari)	7,5	



Keterangan gambar: (A) Membran alveolus, (B) Lumen alveolus, dan (C) Hubungan antar alveolus

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa, pada kelompok tikus kontrol negatif (P0) yang tidak dipaparkan asap obat nyamuk bakar dan tidak diberi ekstrak beras merah memiliki rata-rata skor 3,4 tidak jauh berbeda dengan perlakuan (P2) yang dipaparkan asap obat nyamuk bakar dan diinduksi ekstrak beras merah dengan dosis 210 mg/200 g-bb/hari yaitu dengan skor 3,7. P0 dan P2 memiliki derajat kerusakan yang sama yaitu, membran alveolus utuh berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium >75%, lumen alveolus membulat ukuran proporsional >75%, dan hubungan antar alveolus rapat >75%.

Kelompok tikus perlakuan (P1) yang dipaparkan asap obat nyamuk bakar dan diberi ekstrak beras merah dengan dosis 160 mg/200 g-bb/hari memiliki rata-rata skor sebesar 4,5. Pada gambaran mikroskopis terjadi kerusakan yang lebih besar dibanding P0 dan P2. Skoring menggunakan derajat kerusakan yaitu membran alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium 25-75%, lumen alveolus membulat ukuran proposional 25-75%, dan hubungan antar alveolus rapat 25-75%.

Kelompok tikus perlakuan (P3) yang dipaparkan asap obat nyamuk bakar dan diberi ekstrak beras merah dengan dosis 260 mg/200 g-bb/hari memiliki rata-rata skor 7,5 tidak jauh berbeda dengan kontrol positif (P4) yang dipaparkan asap obat nyamuk bakar tetapi tidak diberi ekstrak beras merah yaitu dengan skor 8,1. P3 dan P4 memiliki derajat kerusakan yang sama yaitu, membran alveolus utuh berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium >75%, lumen alveolus membulat ukuran proporsional >75%, dan hubungan antar alveolus rapat >75%.

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menyatakan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dengan taraf signifikan  $P < 0,05$  terhadap struktur histopatologi paru-paru. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak beras merah berpengaruh terhadap histopatologi paru-paru tikus. Oleh karena itu dilanjutkan uji Duncan untuk melihat ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Hasil uji Duncan dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3** Hasil Uji Duncan skor kerusakan paru-paru tikus putih (*Rattus novergicus L*) setelah dipaparkan asap obat nyamuk dan induksi ekstrak beras merah (*Oryza opuntata*).

No	Perlakuan (mg/200 g- bb/hari)	Skor kerusakan paru-paru (Ulangan)		Rata-rata
		1	2	
1	P0 (Kontrol negatif)	3,2	3,6	3,4 <sup>(a)</sup>
2	P1 (160)	4,4	4,6	4,5 <sup>(b)</sup>
3	P2 (210)	3,4	3,6	3,7 <sup>(a)</sup>
4	P3 (260)	7,4	7,6	7,5 <sup>(c)</sup>
5	P4 (Kontrol Positif)	8,2	8	8,1 <sup>(d)</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti superskrip yang sama tidak berbeda nyata

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan P1, P3 dan P4, tetapi tidak berbeda nyata dengan P2. Perlakuan P1 berbeda tidak nyata dengan semua perlakuan, sedangkan P2 berbeda nyata dengan P1, P3 dan P4 tetapi tidak berbeda nyata dengan P0. P4 dan P5 berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Kelompok P0 tidak berbeda nyata dengan P2 atau derajat kerusakannya hampir sama. Hal ini karena P0 walaupun kontrol negatif dalam keadaan normal, kerusakan alveolus masih tetap ada. Adanya kerusakan tersebut dapat ditimbulkan karena respon normal proses biokimia internal maupun eksternal dari dalam tubuh dapat menghasilkan suatu radikal bebas endogen yang pada akhirnya dapat menimbulkan suatu inflamasi. Pada kondisi normal, sudah di temukan kerusakan pada septa alveoli paru sesuai dengan skor pada kondisi normal dan sesuai dengan peneliti terdahulu dan berdasarkan literatur telah dijelaskan bahwa secara normal, Alletrhin sudah terdapat di dalam tubuh. Alletrhin jenis ini disebut endogenous free radical. Secara alami, tubuh juga telah mempunyai antioksidan sebagai inhibitor yang bekerja menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan alletrhin reaktif membentuk alletrhin yang relatif stabil. Akan tetapi, bila terjadi paparan alletrhin yang terlalu banyak, antioksidan alami tersebut tidak mampu untuk mengatasinya, dalam keadaan seperti ini tubuh memerlukan suplai antioksidan dari luar tubuh (Adrianti, 2009; Sekhon, 2011; Sofia, 2005).

P2 tidak berbeda nyata dengan P0, diduga setelah diberi ekstrak beras merah dengan kadar 210 mg/200 g-bb/hari terjadi pembentukan alveolus yang baru untuk menggantikan alveolus yang rusak akibat pemaparan asap obat nyamuk. Hal ini diduga karena di dalam ekstrak beras merah mengandung antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan yang berperan penting bagi kesehatan hewan dan manusia. Mekanisme kerja antioksidan dalam tubuh yaitu Antioksidan berfungsi melindungi tubuh dari radikal bebas, sehingga dapat mencegah proses oksidasi. Pada jaringan sel yang sehat radikal bebas memasuki sebuah sel jaringan melalui membran sel. Ada banyak elemen di dalam tubuh yang terdiri dari molekul-molekul. Sebuah elektron dari ikatan kulit terluar dari satu

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

elemen, terhubung dengan elektron pada ikatan terluar dari elemen kedua, membentuk ikatan kimiawi. Saat oksidasi, sebuah elektron dapat terlepas dari ikatan kimiawi, menghasilkan sebuah radikal bebas yang sangat reaktif, karena kehilangan sebuah elektron. Penyebab oksidasi terjadi karena luka yang beresiko menimbulkan penyakit. Radikal bebas dapat menangkap sebuah elektron dari molekul normal yang sehat, dan menciptakan radikal bebas lainnya yang dapat merusak molekul yang sehat, misalnya molekul-molekul yang terdapat pada DNA.

Sel-sel yang rusak dapat melepaskan radikal bebas dan menularkan stress oksidatif kepada sel-sel di sekitarnya, Tubuh membutuhkan asupan molekul antioksidan untuk mencegah atau mengembalikan proses yang sangat destruktif ini. Antioksidan penting untuk menanggulangi radikal bebas. Molekul antioksidan dapat menetralkan radikal bebas. Antioksidan berjalan melalui pembuluh darah untuk mencapai sel-sel yang rusak. Antioksidan akan membagikan kepada radikal bebas sebuah elektron untuk memperbaiki dan menstabilkan ikatan kimiawinya. Walaupun membagikan elektron-elektronnya, molekul antioksidan sendiri tidak berubah menjadi radikal bebas. Dosis utin yang sehat dari berbagai antioksidan akan mengimbangi proses oksidasi yang destruktif. (Hendra dkk 2011)

Kelompok P1 berbeda nyata dengan P2 dan P0, dikarenakan pada P1 setelah pemaparan asap obat nyamuk diberi ekstrak beras merah dengan dosis 160 mg/200 g-bb/hari belum efektif untuk pembentukan alveolus yang baru karena antioksidannya lebih sedikit dibandingkan dengan P2.

Kelompok P3 berbeda nyata dengan semua perlakuan termasuk P0. Walaupun dengan dosis yang paling tinggi yaitu 260 mg/200 g-bb/hari, dosis ini tidak efektif untuk pembentukan alveolus yang baru diduga karena penggunaan antioksidan yang berlebihan akan mengakibatkan efek samping bagi tubuh. Tanaman herbal tidak bisa dikonsumsi sembarangan dan dosisnya harus tepat. Jika dosisnya tidak tepat maka akan mengakibatkan efek samping. dimana molekul yang tadinya melawan radikal bebas akan berubah menjadi molekul yang mendukung radikal bebas (Beckett, 2017)

Kelompok P4 adalah kelompok yang dipaparkan asap obat nyamuk tetapi tidak diberi ekstrak beras merah mempunyai tingkat kerusakan paru-paru yang paling tinggi dengan skor 8,1. Hal ini diduga disebabkan karena pemaparan asap obat nyamuk dapat meningkatkan alletrhin dalam suatu sistem biologi tubuh serta memicu pembentukan alletrhin oleh sel fagosit yang teraktivasi pada proses peradangan, sedangkan tubuh tidak mampu mengkompensasi alletrhin akibat akumulasi yang berlebihan yang terkandung dalam asap obat nyamuk. Apabila alletrhin dalam asap obat nyamuk menyerang membran sel akan mengakibatkan peroksidasi lipid sehingga terjadi kerusakan sehingga terjadi reaksi peradangan.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Paru-paru memiliki proteinase inhibitor yang berfungsi memberi efek protektif terhadap paru dari proteinase yang dihasilkan oleh fagositosis dan respon inflamasi untuk melawan partikel asing yang masuk ke dalam paru-paru. Proteinase yang dimiliki paru sebagai sistem pertahanan antara lain  $\alpha$ 1-Antitripsin,  $\alpha$ 2-Makroglobulin,  $\alpha$ 1-Antikhemotripsin, inter- $\alpha$ -tripsin inhibitor, dan secretory leukocyte protease inhibitor. Apabila bahan biologis atau kimiawi yang berlaku sebagai radikal bebas terinhalasi ke dalam alveolus maka akan menimbulkan respon inflamasi. Komponen komplemen akan meningkatkan permeabilitas vaskular dan menambah keterlibatan sel-sel inflamasi. Makrofag menjadi aktif dan mensekresi sitokin proinflamasi sehingga akan terjadi kerusakan matriks ekstraselular dan serabut elastin sehingga akan terjadi perubahan histopatologis. (Kirana 2009)

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak beras merah berpengaruh terhadap histopatologi paru-paru tikus putih yang terpapar obat nyamuk bakar. Dosis pemberian ekstrak beras merah yang efektif untuk memperbaiki kerusakan paru-paru tikus yang terpapar asap obat nyamuk bakar adalah dosis 210 mg/200g-bb/ hari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adyani, K., Anwar, A.D., dan Rohmawaty, E. 2018. Peningkatan Kadar Hemoglobin dengan Pemberian Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (Weight) Walp) pada Tikus Modl Anemia Defisiensi Besi. Program Studi D-3 Kebidanan, Fakultas Kedokteran Universitas Sultan Agung Semarang, Departemen Obstetri dan Ginekologi Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran/Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung, dan Departemen Farmakologi dan Terapi Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran Bandung.
- Aiba, S., dkk.2016.Gambaran nilai hematologi tikus putih betina dara pada pemberian tombong kelapa. Fakultas Kedokteran Hewan Insitut Pertanian Bogor..
- Almahdy, A. Dachriyanus, Maryorie.R., 2014.Uji Efek Teratoge Anti Nyamuk BakarYang Mengandung TransfluthrinTerhadap Fetus Mencit Putih. ScientiaVol.2 No.2.hal.46-50.
- Amelia,Yustini Alioes, Sofina Rusdan.,2015.Hubungan Lama Penggunaan Obat AntiNyamuk Bakar dengan KadarKolinesterase Darah pada MasyarakatKelurahan Jati Rumah Gadang Padang.Jurnal Kesehatan Andalas.Vol.4(2).hal.577-581.
- Andijayanti, A. E., 2007, Pengaruh AsapPelelehan Lilin Batik (Malam) TerhadapStruktur Histologis Trakea dan AlveoliPulmo, Jumlah Eritrosit Serta KadarHemoglobin Mencit (mus musculus),Universitas Sebelas Maret, Hal. 30.
- Asmarani, M. 2017.Analisis Adaptasi Padi Sawah Beras Merah yang digogokan. Fakultas Pertanian Universitas Lampung

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Christijanti, W., Utami, N.R., dan Iswara, A.,2010. Efek Pemberian Antioksidan Vitamin C Dan E Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Putih Terpapar Allethrin. Biosantifika No 2 Vol 01.Hal18-19
- Chotimah, H.H. 2015. Laporan Proyek Anatomi dan fisiologi hewan (B1-2102) system respirasi mencit (*Mus musculus*) ikan komet (*Carassius auratus*), dan Kecoa (*Periplaneta americana*). Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung.
- Daeli, E., Ardiaria, M., Candra, A. 2018. Pengaruh pemberian nasi beras merah (*Oryza nivara*) dan nasi beras hitam (*Oryza sativa L. indicca*) terhadap perubahan kadar gula darah dan trigliserida tikus wistar (*Rattus novergicus*) diabetes mellitus tipe 2. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Dahniar.A.R.,2011. Pengaruh Asap Obat Nyamuk Terhadap Kesehatan dan Struktur Histologi Sistem Pernafasan. Jurnal Kedokteran Syiah Kuala. Vol.11.No.1.hal.52-58.
- Darmawan, A. & Makiyah, S.N.N. 2012. Pengaruh paparan akut asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam nitrat ( $HNO_3$ ) terhadap penebalan septum interalveolaris tikus. Jurnal Kedokteran Brawijaya, 27(2): 66-70.
- Dellman, H. D., & Brown, E. M. (1992). Histologi Veteriner. Jakarta: Universitas Indonesia Press. Indriastuti, R. 2010. Uji Toksisitas Akut Monocrotophos Dosis Bertingkat Per Oral Dilihat dari Gambaran Histopatologis Paru-paru Mencit Balb/c. Skripsi.. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Herdiani, N., Putri, E.B.P. 2018. Gambaran Histopatologi Paru Tikus Wistar Setelah Diberi Paparan Asap Rokok. Fakultas Kesehatan Universitas Ulama Surabaya. Surabaya.
- Herlina, D.N., dkk. 2017. Pengaruh pemberian beras merah terhadap kadar gula darah tikus wistar. Fakultas Kedokteran Universitas di Ponegoro.
- Hermawan, E., Meylani, V. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah, Dan Beras Hitam (*Oryza sativa L.*, *Oryza nivara* dan *Oryza sativa L. indica*). Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada. Vol.15.No.1.
- Iswara, A., Maret 2009, Pengaruh Pemberian Antioksidan Vitamin C Dan E Terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus Putih Terpapar Allethrin, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Khasanah, U., Nindya, T.S. 2018. Hubungan antara kadar hemoglobin dan status gizi dengan produktivitas pekerja wanita di bagian percetakan dan pengemasan di UD X Sidoarjo. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga. Surabaya.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Kristian, N. 2011. Perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan setelah pemberian tablet besi (Fe) pada santri pputri di pondok pesantren Al-Hidayah kabupaten Grobogan. Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.
- Kirana, R. 2009. Pengaruh Pemberian The Hijau (*Cammelia sinensis*) Terhadap Kerusakan Struktur Histologis Alveolus Paru Mencit Yang Dipapar Asap Rokok. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Kurniasih, P.N. 2016. Perancangan Sistem Akuisisi Data Berbasis Arduino Untuk Pengenalan Ciri Sinyal Suara Paru dan Jantung.Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga
- Larasati, S. A., 2010, Pengaruh Pemberian JusPepaya (*Carica papaya*) TerhadapKerusakan Histologis Alveolus ParuMencit Yang Dipapar Asap Rokok,Fakultas Kedokteran Sebelas Maret.Surakarata.
- Lauretta, M., Muhartono, Wahyuni, A. 2013. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Mahkota Dewa Terhadap Gambaran Histopatologi Paru Tikus Putih yang Diinduksi 7,12-Dimethylbenz( $\alpha$ )anthracene (DMBA). *Medical Journal of Lampung University*. 3(3): 114-123.
- Marianti, Aditya. 2009. Aktifitas Antioksidan Jus Tomat pada Pencegahan Kerusakan Jaringan Paru-Paru Mencit yang Dipapar Asap Rokok.*Jurnal Biosaintifika* 1:1-10
- Muchtadi, D, Palupi, N. S., dan Astawan, M..1992. Metoda Kimia Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi Pangan Olahan.Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.
- Novera, H., dan Endah, B.P.P. 2018. Gambaran Histopatologi Paru Tikus Wistar Setelah diberi Paparan Asap Rokok.Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Surabaya
- Nuraeni, R., dkk. 2019. Peningkatan kadar hemoglobin melalui pemeeriksaan dan pemberian tablet Fe terhadap remaja yang mengalami anemia melalui “gerakan jumat pintar”. Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran.
- Nurliani, A., Susanto, H.B., Rusmiati. 2012. Efek antioksidan ekstrak bulbus bawang dayak (*Eleutherine palmifolia*) pada gambaran histopatologis paru-paru tikus yang dipapar asap rokok”. *Jurnal Biocientiae*. 9(1): 60-69.
- Putriani, S., Soma, I.G., Ardana, I.B.K. 2012. Nilai hematocrit, kadar hemoglobin, dan total eritrosit ayam pedaging yang diinjeksi kombinasi *Tylosin* dengan *Gentamicin*. Laboratorium Patologi Klinik, Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana. Surabaya..

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Prihati, D.R., Nugraheni, I. 2015. Pengaruh paparan obat nyamuk terhadap kadar hemoglobin tikus betina usia pubertas. Kementerian Kesehatan Politeknik Kesehatan Jurusan Kebidanan.
- Retno, Y., dan Nugroho T, 2009, Pemeriksaan Mikroba dan Patologi Organ Paru-Paru Sapi yang Mengalami Pneumonia Di Kota Gorontalo, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Negeri Gorontalo, Hal.5.
- Riant, D.D.E., 2017. Mekanisme Paparan Obat Anti Nyamuk Elektrik dan Obat Anti Nyamuk Bakar terhadap Gambaran Paru Tikus. Jurnal Inovasi Vol.XIX.No.2.hal 58-68
- Sello, M.L.W., 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak Beras Merah (*Oryza sativa* L.) Terhadap kadar SGPT hepar dan Profil Darah Tikus Putih (*Rattus novogicus*) Yang Terpapar Allethrin. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
- Setiadi. 2007. Anatomi dan Fisiologi Manusia. Graha ilmi, Yogyakarta
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1996. Analisis Bahan Makanan dan Pertanian. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Suheli, S.M., Kaligis, S.H.M., Tiho, M. 2017. Gambaran kadar hemoglobin pada mahasiswa dengan indeks massa tubuh (IMT)  $\geq 23$  kg/m<sup>2</sup> di fakultas kedokteran universitas sam ratulangi. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi.
- TB, I.N.S. 2018. Analisis arsen pada beras dan hasil tanakannya secara spektrofometri serapan atom. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara. Medan
- Triana, N., Ilyas, S., Hutahaean. 2015. Gambaran Histologi Pulmo Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) Setelah Dipapari Asap Rokok Elektrik. Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Utami, C., Harjana, T., Sukiya. 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Terhadap Gambaran Histologi Trakea Dan Paru-Paru Mencit (*Mus musculus*) Yang Terpapar Asap Rokok. Jurnal Prodi Biologi. Vol.6.No.2. hal 18- 25
- Winarno, F.G.. 1984. Padi dan Beras. Diktat Tidak Dipublikasikan. Riset Pengembangan Teknologi Pangan. IPB. Bogor. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Wijaya, Hendra., dan Lukman Junaidi. 2011. Antioksidan : mekanisme kerja dan fungsi dalam tubuh manusia. Balai Besar Industri Agro (BBIA). Bogor



## EKSTRAK BAHAN ALAM SEBAGAI INHIBITOR HIJAU PADA KOROSI BAJA

### *Natural Products as a Green Inhibitor of Corrosion on Steel*

Muhamad Akrom<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro  
Semarang, Indonesia

<sup>1)</sup>e-mail: m.akrom@dsn.dinus.ac.id

#### ABSTRAK

Baja merupakan salah satu material yang memiliki ketahanan lemah terhadap korosi apabila berada pada lingkungan korosif. Penggunaan inhibitor bahan alam mampu memberikan performa yang baik dalam menghambat korosi pada baja dengan efisiensi inhibisi yang tinggi. Ekstrak tanaman yang efisien digunakan sebagai inhibitor korosi adalah senyawa yang dalam strukturnya mengandung gugus heteroatom (seperti O, N, S, P) dan cincin aromatik yang dapat memfasilitasi terbentuknya lapisan teradsorpsi untuk melindungi baja dari serangan korosi. Tinjauan makalah ini memberikan literatur komparatif penting bagi pengembangan dan pemanfaatan green inhibitor dari berbagai ekstrak tanaman untuk baja dalam media asam. Investigasi lebih lanjut secara teoritis pada level atomik sangat penting sehingga dapat memastikan struktur senyawa ekstrak tanaman untuk memperoleh pemahaman tentang mekanisme penghambatan korosi secara jelas.

**Kata Kunci:** baja, inhibitor korosi, ekstrak bahan alam.

#### ABSTRACT

*Steel is one of the materials that has weak resistance to corrosion when in a corrosive environment. The use of natural inhibitors is able to provide good performance in inhibiting corrosion of steel with high inhibition efficiency. Plant extracts that are efficiently used as corrosion inhibitors are compounds that in their structure contain heteroatom groups (such as O, N, S, P) and aromatic rings that can facilitate the formation of an adsorbed layer to protect steel from corrosion attack. This review paper provides important comparative literature for the development and utilization of green inhibitors from various plant extracts for steel in acidic media. Further investigation theoretically at the atomic level is very important so as to ascertain the structure of plant extract compounds to gain a clear understanding of the corrosion inhibition mechanism.*

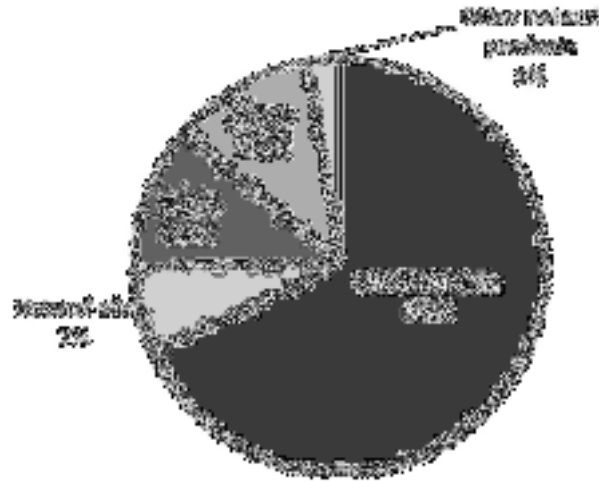
**Keywords:** steel, corrosion inhibitor, natural product.

#### PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu material yang memiliki karakteristik mekanik yang menarik, ketersediaannya yang tinggi, fabrikasi yang mudah dan biaya yang rendah, sehingga secara luas banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk beragam aplikasi, seperti industri dan manufaktur (Njoku et al., 2018; Hsissou et al., 2020). Akan tetapi, baja memiliki ketahanan yang lemah terhadap korosi apabila berada pada lingkungan korosif (Gutiérrez et al., 2016; Ichchou et al., 2019). Korosi pada baja menjadi perhatian yang sangat penting bagi dunia industri dan

akademik, sebab korosi mengakibatkan kerugian yang sangat besar. Kerugian akibat korosi tidak hanya masalah ekonomi, tetapi juga masalah lain seperti kerusakan lingkungan, sosial, industri, keamanan, keselamatan, dan lain-lain (Pidaparti et al., 2008; Verma et al., 2018; Sedik et al., 2020; Chen et al., 2021). Sekitar US\$ 2,5 triliun per tahun atau hampir 3,4% dari PDB global dikonsumsi untuk mencegah kerusakan akibat korosi (Koch et al., 2016; Groenenboom et al., 2017). Biaya ini terus meningkat selama dekade terakhir (Mohammadi et al., 2018). Indonesia sebagai negara maritim memiliki iklim tropis dan curah hujan serta kadar kandungan klorida yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa ancaman dari masalah korosi juga besar. Lingkungan air laut merupakan salah satu kondisi lingkungan yang menyebabkan terjadinya korosi karena mengandung berbagai macam garam (Gusti, 2008; Haryono et al., 2010). Diperkirakan kerugian Indonesia akibat korosi mencapai angka triliun rupiah setiap tahunnya.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menjelaskan korosi pada baja dan cara mengatasinya. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghambat laju korosi adalah penggunaan bahan anti korosi (inhibitor). Dengan penerapan teknologi inhibitor korosi, dapat dihemat biaya sampai 35% atau sekitar 875 miliar dolar per tahun (Marzorati et al., 2019). Inhibitor korosi adalah senyawa kimia yang dalam jumlah kecil apabila ditambahkan pada lingkungan korosif (elektrolit) akan dapat menghambat proses korosi (Roberge, 2000). Inhibitor disebut juga sebagai katalis penghambat. Lapisan inhibitor yang terbentuk sangat tipis, akan tetapi dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas. Dewasa ini, penggunaan inhibitor korosi masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi. Inhibitor korosi banyak digunakan karena mudah diaplikasikan, efektivitas biayanya tinggi, dan mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi. Peranan dari penambahan inhibitor utamanya adalah untuk membatasi aktivitas korosi pada logam, sehingga dapat meningkatkan usia manfaat suatu material, meningkatkan tahanan listrik pada permukaan logam akibat pembentukan lapisan pelindung, menghindari kontaminasi suatu produk material, meningkatkan keamanan dari kecelakaan akibat materia yang terkorosi, meningkatkan daya produksi suatu material, dan lain sebagainya.



Gambar 1. Distribusi bahan alam sebagai inhibitor korosi (Fayomi et al., 2019)

Penelitian tentang inhibitor korosi baik organik ataupun anorganik terus dikembangkan dan menjadi kajian yang sangat penting. Akan tetapi, inhibitor anorganik bersifat beracun, tidak ramah lingkungan, dan mahal, sehingga pengembangan inhibitor korosi diarahkan pada pencarian inhibitor organik bahan alam (Vorobyova et al., 2020). Ekstrak bahan alam muncul sebagai inhibitor ramah lingkungan (green inhibitor) karena bersifat biodegradable, renewable, tidak menimbulkan racun dan polutan, mudah diproduksi, murah, dan memiliki efisiensi anti korosi yang tinggi (Popoola, 2019). Ekstrak bahan alam yang paling efisien digunakan sebagai inhibitor adalah senyawa yang dalam strukturnya mengandung gugus heteroatom (seperti O, N, S, P) dan cincin aromatik. Tinjauan ini memberikan ikhtisar karya terbaru tentang penggunaan inhibitor berbagai ekstrak tumbuhan terutama untuk baja dalam media asam sehingga memberikan literatur komparatif penting bagi pengembangan dan pemanfaatan green inhibitor.

### EKSTRAK BAHAN ALAM SEBAGAI GREEN INHIBITOR PADA BAJA

Studi terbaru oleh berbagai penulis tentang penggunaan inhibitor ekstrak tumbuhan pada baja dalam medium HCl ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ekstrak tanaman sebagai inhibitor korosi pada baja

Green Inhibitor	Konsentrasi Inhibitor	Konsentrasi Medium	Efisiensi Inhibisi (%)
Ananas comosus	1000 ppm	1 M HCl	97.6
Pineapple stem	1000 ppm	1 M HCl	96.7

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Poinciana pulcherrima	1000 ppm	1 M HCl	96
Primula vulgaris flower	1000 ppm	1 M HCl	95.5
Plantago	1000 ppm	1 M HCl	94.4
Juglans regia	1000 ppm	1 M HCl	94.2
Plantago ovata	1000 ppm	1 M HCl	93.54
Cassia occidentalis	1000 ppm	1 M HCl	93
Mangifera indica leaves	1000 ppm	1 M HCl	92
Papaia	1000 ppm	1 M HCl	92
Chinese gooseberry fruit	1000 ppm	1 M HCl	91.9
Datura stramonium	1000 ppm	1 M HCl	91
Cryptocarya nigra	1000 ppm	1 M HCl	91
Calotropis procera	1000 ppm	1 M HCl	89
Luffa cylindrica	1000 ppm	1 M HCl	88
Xantan gum	1000 ppm	1 M HCl	82.31
Tinospora crispa	1000 ppm	1 M HCl	80

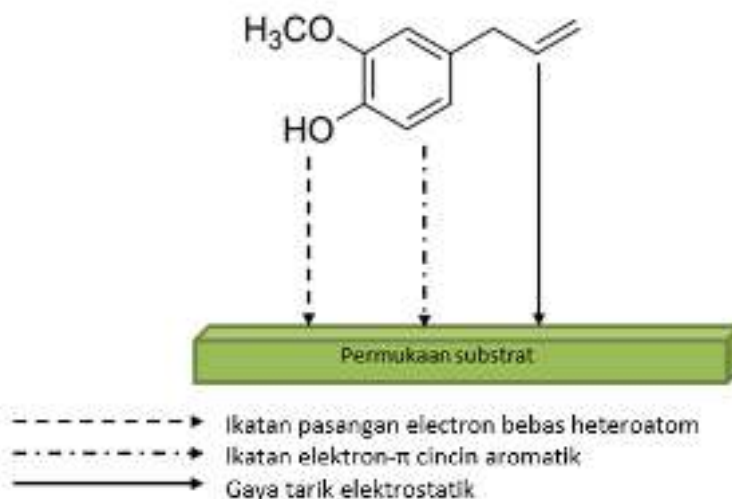
Dapat diamati dari ringkasan berdasarkan tinjauan literatur bahwa penelitian tentang penerapan ekstrak tumbuhan sebagai green inhibitor korosi untuk baja terus aktif. Efisiensi inhibisi atau efisiensi penghambatan (EI) adalah parameter tingkat penurunan aktivitas korosi untuk mengukur kemampuan inhibitor dalam melindungi permukaan logam (Pramudita et al., 2018). Secara umum, metode yang digunakan dalam mengukur efisiensi inhibisi diantaranya kehilangan berat (weight loss), analisis gravimetri, polarisasi potensiodinamik, dan spektroskopi impedansi elektrokimia. Berdasarkan Tabel 1, ekstrak bahan alam memiliki performa yang sangat baik sebagai green inhibitor untuk baja dalam lingkungan asam klorida dengan efisiensi inhibisi yang tinggi. Ekstrak ananas comosus (nanas) menjadi inhibitor pada baja dalam medium asam klorida yang memiliki efisiensi inhibisi tertinggi.

### MEKANISME INHIBISI KOROSI

Mekanisme penghambatan (inhibisi) korosi dapat melibatkan proses adsorpsi kimia dan/atau adsorpsi fisika untuk membentuk orbital atom (lapisan teradsorpsi, lapisan pelindung, senyawa kompleks) antara molekul inhibitor dan permukaan logam. Adsorpsi molekul inhibitor pada antarmuka dengan logam memungkinkan terjadinya 4 mekanisme adsorpsi, yaitu: (a) interaksi elektrostatik antara molekul dan logam, (b) interaksi antara pasangan elektron dengan logam, (c) interaksi antara elektron- $\pi$  dengan logam, dan (d) kombinasi antar ketiga mekanisme tersebut. Adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan logam sebagian besar juga ditentukan oleh planaritas

molekul dan pasangan elektron bebas yang terdapat dalam gugus heteroatom (Kumar et al., 2020). Keefektifan senyawa ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi bergantung pada kemampuannya membentuk senyawa kompleks (lapisan pelindung) pada permukaan logam yang dapat menghalangi terjadinya transfer muatan dan massa, sehingga melindungi dan memisahkan logam dari lingkungan korosif (Etre et al., 2006; Affifah et al., 2019; Kumar et al., 2020). Pembentukan lapisan teradsorpsi bergantung pada kemampuan donor-akseptor pasangan elektron bebas dari gugus heteroatom molekul inhibitor dengan orbital-d kosong atom permukaan besi dan/atau interaksi antara elektron- $\pi$  cincin aromatik molekul inhibitor dengan orbital-d kosong atom permukaan besi, dua hal tersebut memfasilitasi terbentuknya lapisan teradsorpsi secara ikatan kovalen koordinasi.

Gugus aktif atau gugus fungsional (seperti heteroatom) pada molekul inhibitor akan mendonorkan elektron bebas pada d-orbital kosong permukaan logam, sementara orbital- $\pi$  pada cincin aromatik molekul inhibitor akan menerima elektron- $\pi$  dari orbital-d kosong logam (Udhayakala, 2014; Elmi et al., 2019; Hadisaputra et al., 2019; Stiadi et al., 2019). Secara umum, gugus heteroatom bertindak sebagai pusat adsorpsi yang berinteraksi dengan permukaan logam, sebab inhibitor tidak mungkin teradsorpsi secara keseluruhan menutupi permukaan logam, tetapi dapat menempati pusat aktif (pusat adsorpsi) untuk menghambat reaksi oksidasi atau reduksi, sehingga proses korosi akan menurun karena situs aktif tertutupi oleh inhibitor yang teradsorpsi (Etre, 2006; Arthur et al., 2019).



Gambar 2. Mekanisme adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan logam

## KESIMPULAN

Berbagai ekstrak bahan alam memiliki kemampuan untuk menghambat korosi baja dengan efisiensi penghambatan korosi (efisiensi inhibisi) yang tinggi. Ekstrak bahan alam yang efisien digunakan sebagai inhibitor korosi adalah senyawa yang dalam strukturnya mengandung gugus heteroatom (seperti O, N, S, P) dan cincin aromatik yang dapat memfasilitasi terbentuknya lapisan teradsorpsi. Inhibitor ekstrak bahan alam biasanya membentuk lapisan teradsorpsi secara ikatan kovalen koordinasi untuk melindungi baja dari serangan korosi dalam lingkungan korosif. Banyak metodologi eksperimental seperti metode kehilangan berat (weight loss), analisis gravimetri, polarisasi potensi dinamik, dan spektroskopi impedansi elektrokimia yang digunakan untuk menginvestigasi performa penghambatan korosi berdasarkan nilai efisiensi inhibisi. Potensial kajian yang masih belum terungkap seperti studi teoritis pada tingkat atomik dari komponen utama bahan alam yang diekstraksi sebagai inhibitor korosi dapat mengarah pada penemuan mekanisme terperinci untuk menjelaskan proses penghambatan korosi pada baja. Investigasi lebih lanjut dibutuhkan di masa mendatang sehingga dapat memastikan struktur senyawa ekstrak bahan alam agar diperoleh pemahaman tentang mekanisme penghambatan korosi secara jelas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affifah et al., 2019. Effect of addition of talas and leaf extract inhibitors of 40°C and 70°C immersion temperature on corrosion rate in API 5L steel in 3% NaCl solution. *Analytical and Environmental Chemistry*, 4 (2).
- Arthur et al., 2019. Corrosion inhibition studies of mild steel using *Acalypha chamaedrifolia* leaves extract in hydrochloric acid medium. *SN Applied Sciences*, 1 (1089).
- Ekanem et al., 2010. Inhibition of mild steel corrosion in HCl using pineapple leaves (*Ananas comosus* L.) extract. *J Mater Sci* (2010) 45:5558–5566.
- Elmi et al., 2019. Computational evaluation of corrosion inhibition of four quinoline derivatives on carbon steel in aqueous phase. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*, 38 (1).
- Etre et al., 2006. Khillah extract as inhibitor for acid corrosion of SX 316 steel. *Applied Surface Science*, 252.
- Chen et al., 2021. Molecular dynamics simulation and DFT calculation of “green” scale and corrosion inhibitor, *Computational Materials Science*, 188 : 110229.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Fayomi et al., 2019. An Overview of Corrosion Inhibition using Green and Drug Inhibitors. *Journal of Physics: Conference Series* 1378 (2019) 022022.
- Fouda et al., 2020. Juglans Regia Extract (JRE) as Eco-Friendly Inhibitor for Aluminum Metal in Hydrochloric Acid Medium. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 10 : 6398-6416.
- Groenenboom et al., 2017. Doped amorphous Ti oxides to deoptimize oxygen reduction reaction catalysis, *The Journal of Physical Chemistry C*, 121 : 16825–16830.
- Gutiérrez et al., 2016. Development of a predictive model for corrosion inhibition of carbon steel by imidazole and benzimidazole derivatives. *Corros. Sci.* 108 : 23-35.
- Gusti et al., 2008. The effect of addition succinic acid on inhibition of stainless steel corrosion in sulfuric acid solution. *Chem. Prog.* 1 (1).
- Hadisaputra et al., 2019. Ab initioMP2 and DFT studies of ethyl-p methoxycinnamate and its derivatives as corrosion inhibitors of iron in acidic medium. *Journal of Physics: Conference Series* 1402, 055046.
- Haryono et al., 2010. Extract of natural materials as corrosion inhibitors. *Prosiding SNTKK*, ISSN 1693 – 4393.
- Hsissou et al., 2020. Evaluation of corrosion inhibition performance of phosphorus polymer for carbon steel in [1 M] HCl: Computational studies (DFT, MC and MD simulations). *J. Matter Res Technol.*
- Ichchou et al., 2019. Electrochemical evaluation and DFT calculations of aromatic sulfonohydrazides as corrosion inhibitors for XC38 carbon steel in acidic media. *Journal of Molecular Structure*, 1198 : 126898.
- Koch et al., 2016. International measures of prevention, application, and economics of corrosion technologies study, *NACE Int.*, 1–216.
- Kumar et al., 2020. Protection of mild steel corrosion by three new quinazoline derivatives: experimental and dft studies. *Surfaces and Interfaces*, 18:100446.
- Majd et al., 2019. Green method of carbon steel effective corrosion mitigation in 1 M HCl medium protected by *Primula vulgaris* flower aqueous extract via experimental, atomic-level MC/MD simulation and electronic-level DFT theoretical elucidation. *Journal of Molecular Liquids*, 284:658-674.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Marzorati et al., 2019. Green Corrosion Inhibitors from Natural Sources and Biomass Wastes. *Molecules*, 24 (48).
- Mobin et al., 2017. Polysaccharide from *Plantago* as a green corrosion inhibitor for carbon steel in 1 M HCl solution. *Carbohydrate Polymers*, 160 : 172-183.
- A. Mobin et al., 2019. Pineapple stem extract (Bromelain) as an environmental friendly novel corrosion inhibitor for low carbon steel in 1 M HCl. *Measurement*, 134 : 595-605.
- Mohammadi et al., 2018. Atomistic simulation of initial stages of iron corrosion in pure water using reactive molecular dynamics, *Computational Materials Science*, 145 (2018) 126–133.
- Njoku et al., 2018. Dispersive adsorption of *Xylopi* constituents on carbon steel in acid-chloride medium: A combined experimental and theoretical approach. *J. Mol. Liq.* 249 : 371–388.
- Pidaparti et al., 2008. Computational simulation of multi-pit corrosion process in materials, *Computational Materials Science*, 41 : 255–265.
- Popoola, 2019. Organic green corrosion inhibitors (OGCIs): a critical review. *Corros Rev.*, 2 (37).
- Pramudita et al., 2018. Rice Husk Extracts Ability to Reduce the Corrosion Rate of Mild Steel. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 9 (4).
- Roberge, 2000. *Handbook of Corrosion Engineering*, New York: McGraw Hill, 833-837.
- Sedik et al., 2020. Dardagan fruit extract as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl: Electrochemical and surface morphological studies, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 22 : 48.
- Stiadi et al., 2019. Corrosion inhibition of mild steel using natural materials in chloride acid medium: a review. *Jurnal Riset Kimia*, 10 (1).
- Udhayakala, 2014. Density functional theory calculations on corrosion inhibitory action of five azlactones on mild steel. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6 (7).



## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

B. Veedu et al., 2019. Anticorrosive Performance of *Mangifera indica* L. Leaf Extract-Based Hybrid Coating on Steel. *ACS Omega*, 4 : 10176–10184.

Verma et al., 2018. A green and sustainable approach for mild steel acidic corrosion inhibition using leaves extract: experimental and DFT studies, *Journal of Bio and Tribo-Corrosion* 4 : 33.

Vorobyova et al., 2020. Apricot pomace extract as a natural corrosion inhibitor of mild steel corrosion in 0.5 m nacl solution: a combined experimental and theoretical approach. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 1 (55).

Zucchi et al., 1985. Plant extracts as corrosion inhibitors of mild steel in HCl solutions. *Surface Technology*, 24 : 391-399.

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN MUSICOOL-22 SEBAGAI PENGGANTI R-22  
TERHADAP ENERGY EFFICIENCY RATIO PENGKONDISIAN UDARA TIPE SPLIT**

***The Comparison of using Musicool-22 as a Substitute of R-22 to the Energy  
Efficiency Ratio of Split Air Conditioner***

**Nikcon Jeremia Malau<sup>\*</sup>, Matheus M. Dwinanto, Defmit B. N Riwu**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui - Lasiana, Kota Kupang, 85001 NTT

<sup>\*</sup>e-mail: Jeremiamalau123@gmail.com

**ABSTRAK**

*Air conditioning (AC)* adalah mesin refrigerasi yang memiliki fungsi mengkondisikan udara suatu ruangan melalui pengaturan temperatur, kelembaban, aliran dan kebersihannya sehingga diperoleh kondisi udara yang diinginkan. Sejak AC *split* diluncurkan, refrigeran R-22 sangat populer digunakan di Indonesia karena memiliki properti termal dan fisik yang baik sebagai refrigeran karena tidak mudah terbakar dan tidak beracun. Namun, efek pada lingkungan diantaranya dapat merusak lapisan ozon (ODP=0,055), pemanasan global (GWP=1,810) dan tidak hemat energi. Implementasi dari peraturan menteri tentang pelarangan penggunaan HCFC yaitu dengan mengganti refrigeran R-22 ke jenis yang lebih ramah lingkungan seperti R-290 (Musicool-22) dimana telah diidentifikasi bahwa Musicool-22 dapat dipakai sebagai alternatif pengganti R-22 untuk sistem AC tanpa mengganti komponen sistem. Penelitian ini menganalisis dan membandingkan kinerja AC *split* 2 PK terhadap efisiensi energi menggunakan refrigeran R-22 sebagai *baseline* dan selanjutnya melakukan proses pergantian (*retrofitting*) menggunakan refrigeran Musicool-22 dengan memvariasikan massa pengisian yaitu 457 dan 490 gram. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa sistem yang menggunakan Musicool-22 memperoleh penghematan konsumsi daya listrik sebesar 10% dengan nilai EER pada variasi massa pengisian 457 gram sebesar 12,85 dan 490 gram sebesar 12,68.

**Kata Kunci :** *Energy efficiency ratio, Musicool-22, pengkondisian udara.*

**ABSTRACT**

*Air conditioning (AC) is a refrigeration machine that has the function of conditioning the air of a room by setting the temperature, humidity, flow, and cleanliness so that the desired air condition is obtained. Since split AC was launched, refrigerant R-22 is very popular in Indonesia. After all, it has good thermal and physical properties as a refrigerant because it is non-flammable and non-toxic. However, the effects on the environment include damaging the ozone layer (ODP = 0.055), global warming (GWP = 1.810), and not saving energy. The implementation of the ministerial regulation regarding the prohibition of the use of HCFCs is by replacing the R-22 refrigerant with a more environmentally friendly type such as R-290 (Musicool-22) where it has been identified that Musicool-22 can be used as an alternative to R-22 for AC without replacing system components. This study analyzes and compares the performance of 2 PK split air conditioners on energy efficiency using refrigerant R-22 as a baseline and then doing the replacement process (retrofitting) using refrigerant Musicool-22 by varying the filling mass, namely 457 grams and 490 grams. From the results of the study, the system using Musicool-22 obtained a savings of 10% in electric power consumption with the EER value for variations in the charging mass of 457 grams of 12.85 and 490 grams of 12.68.*

**Keywords:** *Energy Efficiency Ratio, Musicool-22, air conditioning.*

**PENDAHULUAN**

Proses refrigerasi dan pengkondisian udara hakekatnya merupakan pemindahan kalor yang terkandung dalam sebuah material atau ruangan. Kalor merupakan energi sehingga sesuai hukum kekekalan energi maka energi tersebut tidak dapat dihilangkan energi tetapi hanya dapat dipindahkan dari satu substansi ke substansi lainnya. Pemindahan kalor ruangan membutuhkan fluida kerja sistem yang disebut refrigeran. Dalam sistem pengkondisian udara dengan siklus kompresi uap, refrigeran akan bersirkulasi terus menerus melewati kompresor, kondensor, alat ekspansi, dan evaporator. Salah satu pengkondisian udara yang bekerja berdasarkan siklus tersebut adalah AC *split* dengan refrigeran yang sangat populer sampai dengan tahun 2012 yaitu R-22 yaitu dari golongan HCFC atau hidroklorofluorokarbon (Dwinanto, dkk. 2021).

Perkembangan kebijakan global di bidang lingkungan (Protokol Montreal dan Kyoto) mewajibkan penghapusan penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO) secara bertahap sampai batas waktu tertentu, maka Kementerian Perindustrian mengeluarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor: 41/M-IND/PER/5/2014 tentang Larangan Penggunaan HCFC di Bidang Perindustrian, yang diundangkan pada tanggal 4 Juni 2014 (Dwinanto, dkk., 2021; Radjah, dkk., 2019). Oleh karena itu, refrigeran yang lebih ramah lingkungan dari golongan hidrokarbon (HC) seperti Musicool-22 (MC-22) saat ini telah digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti R-22 baik itu untuk AC *split*, *water dispenser*, *AC packaged-duct*, AC sentral, dan pabrik es jenis kontainer. MC-22 merupakan produksi Pertamina dimana refrigeran tersebut sama dengan R-290 yang diproduksi oleh pabrik lain. Tabel 1 menyajikan efek terhadap lingkungan dari R-22, dan MC-22 (Maulana, 2017).

Tabel 1. Efek terhadap lingkungan dari R22 dan MC-22

Refrigeran	Tipe	Ozon <i>Depleting Potential</i> (ODP)	Global <i>Warming Potential</i> (GWP)	Indeks ALT
R22	HCFC	0,055	2600	15
MC-22	HC	0	< 3	< 1

Sumber : Maulana, 2017.

Kinerja AC *split* sangat dipengaruhi oleh refrigeran yang digunakan sebagai fluida kerja karena terdapat beda temperatur yang terbatas antara sistem dan lingkungannya, dimana ini merupakan sumber utama ireversibilitas sistem (Dwinanto, dkk. 2017). Hal ini yang mendorong dilakukan penelitian ini untuk membandingkan konsumsi daya listrik dan EER dari AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22. Beberapa peneliti telah mengkaji tentang penggunaan refrigeran hidrokarbon tersebut di pengkondisian udara dan refrigerasi diantaranya Sabatiana (2016) menganalisis sistem pengkondisian udara dengan *pre-cooling* melaporkan bahwa sistem refrigerasi dengan performansi yang paling baik mengkonsumsi energi paling sedikit adalah MC-22 dengan

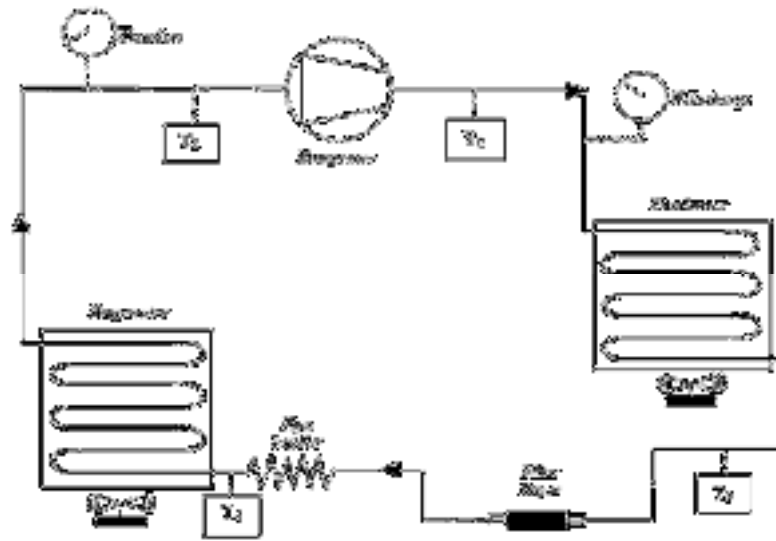
menggunakan atau tanpa *pre-cooling*. Meskipun sistem pengkondisian udara yang menggunakan R-22 memiliki kinerja sistem yang paling tinggi (COP = 4,788) akan tetapi sistem tersebut dapat dikatakan tidak hemat energi dan tidak ramah lingkungan berdasarkan dari studi eksperimen dan analisa yang telah dilakukan.

Penelitian tentang laju aliran massa refrigeran juga telah dilakukan dimana R290 lebih rendah 50% dibandingkan dengan R-22 dengan koefisien kinerja R290 sangat cocok dengan refrigeran R-22. R290 dapat menjadi pengganti yang lebih baik dari R-22 dalam aplikasi nyata karena lebih ramah lingkungan hemat energi (Choudhari, *dkk.* 2017). Studi pengaruh variasi massa pengisian R-290 sebagai pengganti R-22 terhadap kinerja freezer juga telah dilakukan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa kinerja freezer akan optimal untuk massa pengisian sebanyak 95%. Pada pengisian sebesar ini, nilai COP freezer adalah 2,8 sedangkan untuk pengisian 100% dan 105% nilai COP freezer adalah 2,5 dan 2,2. Kapasitas pendinginan terbesar juga dicapai oleh massa pengisian 95%. Massa pengisian 105% justru akan menurunkan kapasitas pendinginan dan COP freezer (Pramudantoro dan Sumeru, 2017).

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan AC *split* merk Panasonic kapasitas 18100 Btu/h (2 PK) yang awalnya menggunakan R-22 dengan pengisian 980 gram. Besar arus listrik yang mengalir selama pengujian diukur menggunakan amperemeter dan tegangan diukur menggunakan multimeter. Pengujian pertama menggunakan R-22 sebagai refrigeran standar sebanyak 980 gram (massa acuan) selama 60 menit dengan interval waktu pengambilan data 5 menit. Kemudian pengujian dilanjutkan dengan menggunakan MC-22. Sebelum proses *retrofitting* refrigeran dilakukan terlebih dahulu dilakukan pemvakuman sistem untuk menghilangkan uap air dan zat lain yang ada pada komponen-komponen, pipa, dan sambungan.

MC-22 diisi dengan variasi massa pengisian 46,6% dan 50% disesuaikan dengan volume pengisian yang sama dengan R-22. Oleh karena massa jenis R-22 lebih besar dari MC-22 sehingga untuk volume yang sama, maka massa pengisian MC-22 sama dengan 46,6% berat pengisian refrigeran R-22, nilai tersebut didapat dari hasil massa jenis MC-22 dibagi massa jenis R-22 dikali 100%. Pada saat kondisi uap, massa jenis R22 : 44,232 kg/m<sup>3</sup> dan MC-22 : 20,618 kg/m<sup>3</sup>. Massa pengisian R-22 adalah 980 gram maka massa pengisian MC-22 teoritis adalah  $980 \times 46,6\% = 457$  gram. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan 2 variasi massa pengisian, yaitu 46,6% dan 50% atau setara dengan 457 gram dan 490 gram. Parameter kinerja sistem yang akan dianalisis dengan memvariasikan massa pengisian MC-22 adalah konsumsi energi listrik dan *energy efficiency ratio* (EER). Nilai EER merupakan perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan dari mesin pada beban pendinginan yang ada dalam satuan Btu/h dengan konsumsi listrik yang diperlukan oleh kompresor dalam satuan watt (Setiyo, *dkk.* 2018).



Gambar 1. Skematik titik pengukuran untuk pengambilan data

Semakin tinggi EER sistem refrigerasi dan pengkondisian udara maka semakin baik kinerja sistem tersebut. Untuk mengetahui kinerja dan besarnya konsumsi listrik dapat dilakukan dengan menguji sistem tersebut untuk mencapai temperatur yang diinginkan pada kondisi yang diinginkan dalam ruangan yang sama. Hal ini ditandai dengan semakin besar beban pendinginan yang ada maka semakin lama udara ruangan terkondisikan, dengan demikian semakin besar konsumsi energi listrik yang dibutuhkan. Persamaan untuk menentukan masukan daya sistem dan EER adalah dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) berikut :

$$\text{Masukan Daya Sistem } (W_{in}) = V \times I \cos \phi \quad (1)$$

$$\text{Energy Efficiency Ratio (EER)} = \frac{q_L}{W_{in}} \quad (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

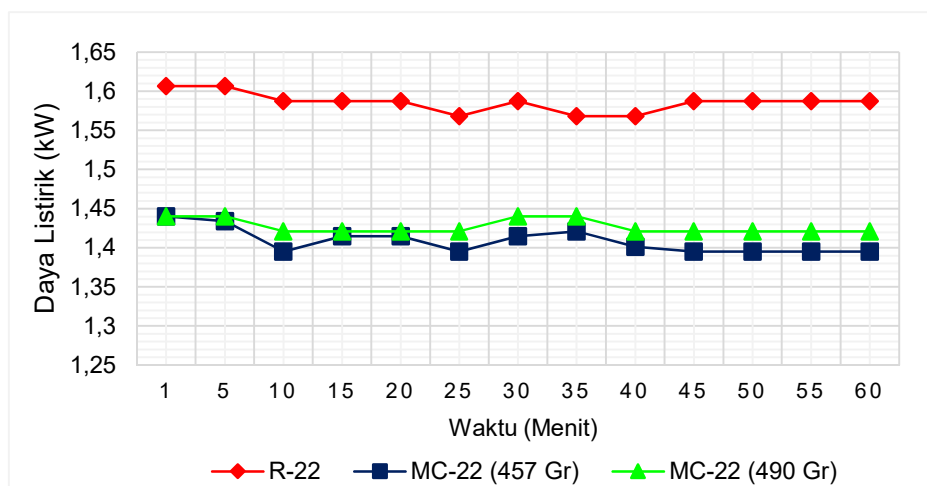
Hasil analisis perbandingan R-22 dan MC-22 terhadap efisiensi energi AC *split* dapat dilihat pada Tabel 2. sedangkan Gambar 2 menunjukkan masukan daya selama dengan interval waktu pengujian. Pada gambar terlihat bahwa konsumsi daya listrik sistem yang menggunakan refrigeran R-22 lebih tinggi daripada sistem yang menggunakan MC-22. Masukan daya input tertinggi untuk sistem yang menggunakan R-22 berada pada menit 1 sampai ke 5 (awal pengoperasian) yaitu 1,606 kW dan terendah yaitu 1,568 kW setelah keadaan stedi tercapai dan memiliki nilai rata-rata 1,585 kW. Untuk sistem yang menggunakan MC-22 variasi massa pengisian 490 gram terlihat lebih tinggi yaitu rata-rata 1,426 kW dibandingkan MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram yang memiliki nilai rata-rata 1,408 kW.

Berdasarkan hasil yang terlihat pada Gambar 2, refrigeran yang memakai daya listrik paling efisien adalah refrigeran MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram. Perbedaan masukan daya antara R-22 dan MC-22 disebabkan oleh rasio tekanan yang dimiliki MC-22 lebih kecil dari

pada rasio tekanan R-22. Hal ini mengakibatkan lebih kecil daya kompresor yang diperlukan sehingga menghemat energi dimana persentasi penurunan masukan daya AC *split* adalah sebesar 11,17% antara refrigeran R-22 dan MC-22 dengan massa 457 Gram.

Tabel 2. Hasil perhitungan refrigeran R-22 dan MC-22 dengan variasi massa pengisian 457 gram dan 490 gram

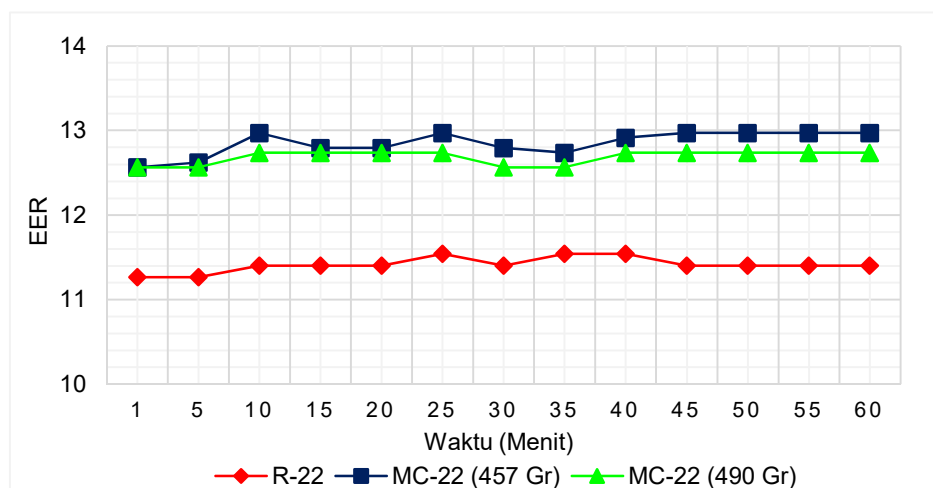
No	Waktu (Menit)	R-22		MC-22 457 Gr		MC-22 490 Gr	
		$W_{in}$	EER	$W_{in}$	EER	$W_{in}$	EER
		kW		kW		kW	
1	1	1,606	11,26	1,441	12,56	1,44	12,56
2	5	1,606	11,26	1,434	12,62	1,44	12,56
3	10	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
4	15	1,587	11,40	1,414	12,79	1,42	12,73
5	20	1,587	11,40	1,414	12,79	1,42	12,73
6	25	1,568	11,54	1,395	12,97	1,42	12,73
7	30	1,587	11,40	1,414	12,79	1,44	12,56
8	35	1,568	11,54	1,421	12,73	1,44	12,56
9	40	1,568	11,54	1,401	12,91	1,42	12,73
10	45	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
11	50	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
12	55	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
13	60	1,587	11,40	1,395	12,97	1,42	12,73
<b>Rata-rata</b>		<b>1,585</b>	<b>11,41</b>	<b>1,408</b>	<b>12,85</b>	<b>1,426</b>	<b>12,68</b>



Gambar 2. Masukan daya AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 gram)

Gambar 3 menunjukkan nilai EER selama interval waktu pengujian antara sistem yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 Gram). EER yang dimaksud adalah nilai perbandingan antara kemampuan kapasitas pendinginan AC *split* terhadap beban pendinginan yang ada (Btu/h) dengan konsumsi energi listrik yang diperlukan kompresor (kW). Semakin tinggi EER maka semakin

tinggi kinerja AC *split* tersebut. Pada gambar terlihat bahwa AC *split* yang menggunakan MC-22 dengan massa pengisian 457 gram memiliki nilai EER yang tertinggi yaitu rata-rata 12,85 sedangkan penggunaan massa 490 gram memiliki nilai rata-rata EER 12,68. Perbedaan nilai EER antara penggunaan R-22 dan MC-22 juga cukup signifikan dengan rata-rata nilai EER R-22 yaitu 11,41. Nilai EER dipengaruhi oleh masukan daya listrik sehingga efisiensi energi yang dihasilkan oleh AC *split* yang menggunakan MC-22 lebih baik dibandingkan dengan penggunaan R-22.



Gambar 3. EER AC *split* yang menggunakan R-22 dan MC-22 (457 dan 490 gram)

## KESIMPULAN

Perbandingan penggunaan MC-22 sebagai pengganti R-22 terhadap *energy efficiency ratio* (EER) AC *split* telah dilakukan. Variasi massa pengisian pada penelitian ini adalah 46,6% dan 50% (457 gram dan 490 gram) dengan acuan perbandingan massa jenis MC-22 terhadap R-22. Berdasarkan hasil pengujian maka disimpulkan bahwa AC *split* yang menggunakan MC-22 memiliki nilai EER rata-rata 12,85 untuk massa 457 gram, dan 12,68 untuk massa pengisian 490 gram. Nilai EER ini lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan R-22 yang memiliki nilai rata-rata EER adalah 11,41. Salah satu keuntungan penggunaan MC-22 adalah rasio tekanan kompresor yang lebih kecil sehingga dapat menghemat konsumsi daya listrik, dan umur pakai kompresor juga akan menjadi lebih lama.

## REFERENSI

- Choudhari, C.S. and Sapali, S.N. 2017. Performance investigation of natural refrigerant R-290 as a substitute to R-22 in refrigeration systems. *Energy Procedia*, 109, pp. 346 – 352.
- Dwinanto, M. M., Suhanan, Prajitno. 2017. Exergy Analysis of a Dual-Evaporator Refrigeration Systems. *AIP Conference Proceedings*, 1788: 030011:1–8.
- Dwinanto, M. M., Bunganaen, W., dan Syaifullah, I. H. 2021. Studi Kinerja Teoritis Dan Konsumsi Energi Pengkondisian Udara Menggunakan R22 Dan R290. *LONTAR (Jurnal Teknik Mesin Undana)*, 8(1): 91 – 98.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Maulana, A., 2017, Refrigeran Hidrokarbon Musicool, <https://docplayer.info/57629725-Refrigeran-hidrokarbon-musicool-mc.html>; diakses 27 Oktober 2021.
- Pramudantoro, T. P., dan Sumeru. 2017. Pengaruh Variasi Massa Pengisian R290 Sebagai Refrigeran Pengganti R22 Pada Kinerja Freezer. *Prosiding Seminar Nasional XII, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*: 505 – 510.
- Radjah, Y. I., Dwinanto, M. M., dan Nurhayati. 2019. Analisis Teoritis Perbandingan Kinerja Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran R22 dan R32, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik FST Undana (Sainstek-IV)*: 265 – 272.
- Sabatiana, A. C. 2016. *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Perubahan Refrigeran22 dengan Musicool-22 pada Sistem Pengkondisian Udara dengan Pre-cooling*. Tugas Akhir Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.



**ANALISIS KINERJA KERJA CRUSHING PLANT UNTUK  
MENINGKATKAN PRODUKSI PADA INDUSTRI BATU PECAH DI  
PT. DANANG MANDIRI, KECAMATAN TAKARI,  
KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN  
NUSA TENGGARA TIMUR**

***Crushing Plant Performance Analysis For Increasing Production In The Broken  
Stone Industry at PT. Danang Mandiri, Takari District, Kupang Regency, Nusa  
Tenggara Timur***

**Norbert Moat Willyams Manoh<sup>1)</sup>, Yusuf Rumbino<sup>1)</sup>,**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, FST, Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: [Boma301197@gmail.com](mailto:Boma301197@gmail.com) , [yusufumbino70@gmail.com](mailto:yusufumbino70@gmail.com)

**ABSTRAK**

PT. Danang Mandiri adalah perusahaan bergerak dalam bidang pabrik batu pecah, yang berlokasi di Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Target produksi batu pecah adalah 5500 ton/bulan, namun sering tidak mencapai target produksi, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja dari alat alat yang digunakan. Pada setiap peremuk yang ada dilakukan perhitungan berdasarkan spesifikasi dan umpan yang masuk pada proses crushing plant dapat disimpulkan sebagai berikut. Hasil perhitungan dari kapasitas nyata pada alat peremuk jaw crusher 1 dengan tipe PE 400 x 600 adalah sebesar 26,4 ton/jam, jaw crusher 2 dengan tipe PE 250 x 1200 adalah sebesar 22 ton/jam, Belt Conveyor – 01: 4,32 m<sup>3</sup>/jam, Belt Conveyor–02: 2,79 m<sup>3</sup>/jam, Belt Conveyor–03: 4,11 m<sup>3</sup>/jam, Belt Conveyor–04: 2,22 m<sup>3</sup>/jam, Belt Conveyor–05: 1,31m<sup>3</sup>/jam. Berdasarkan hasil perhitungan dan evaluasi terhadap unit yang digunakan diperoleh total hasil produksinya 5.323,17 ton/bulan dengan total pengumpanan 5.385,6 ton/bulan. Dengan demikian produksi tidak mencapai target yaitu 5500 ton/bulan. Setelah dilakukan simulasi upaya peningkatan hasil produksi dengan menekan atau mengurangi waktu hambatan kerja maka diperoleh peningkatan produksi menjadi 5.695,87 ton/bulan dengan total pengumpanan sebesar 5.908,8 ton/bulan

**Kata Kunci:** Crushing Plant, Efisiensi, Produktifitas.

**ABSTRACT**

*PT. Danang Mandiri is a company engaged in the field of crushing plant, which is located in Takari District, Kupang Regency, East Nusa Tenggara. The production target of crushed stone is 5500 tons/month often does not reach the production target, so it is necessary to evaluate the performance of the tools used. For each existing crusher, calculations are carried out based on specifications and the feed that enters the crushing plant process can be concluded as follows. The calculation results of the real capacity of the crusher jaw crusher 1 with PE 400 x 600 type is 26.4 tons/hour, jaw crusher 2 with PE 250 x 1200 type is 22 tons/hour, Belt Conveyor – 01: 4.32 m<sup>3</sup>/hour, Belt Conveyor –02: 2.79 m<sup>3</sup>/hour, Belt Conveyor – 03: 4.11 m<sup>3</sup>/hour, Belt Conveyor – 04: 2.22 m<sup>3</sup>/hour, Belt Conveyor – 05: 1.31m<sup>3</sup>/hour. Based on the results of the calculation and evaluation of the units used, the total production yield is 5,323.17 tons/month with a total feed of 5,385.6 tons/month. Thus the production did not reach the target of 5500 tons/month. After simulating efforts to increase production by suppressing or reducing work delays, an increase in production is obtained to 5,695.87 tons/month with a total feed of 5,908.8 tons/month.*

**Keywords:** Crushing Plant, Efficiency, Productivity.

**PENDAHULUAN**

ANALISIS KINERJA KERJA CRUSHING PLANT UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI PADA INDUSTRI BATU PECAH DI PT. DANANG MANDIRI, KECAMATAN TAKARI, KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN NUSA TENGGARA TIMUR (Norbert Moat Willyams Manoh, dkk.)

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Proses penambangan oleh PT. Danang Mandiri dilakukan di Sungai Noelmina dengan menggunakan metode tambang terbuka (quarry). Penggalian dilakukan dengan menggali endapan endapan batuan pada dasar sungai menggunakan *excavator* PC 200 sehingga sangat produktif untuk metode tambang terbuka. Proses penggalian bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peralatan Penambangan yang dimiliki PT Danang Mandiri

Material yang telah digali oleh *excavator* diangkut menggunakan *Dumptruck* UD Quesster CWE 280 menuju tempat penyimpanan sementara atau *stockpile* bahan galian yang akan diolah pada *Crushing Plant*. *Wheelloader* digunakan untuk mengangkat material yang berada pada *stockpile* untuk dimasukkan pada *Dumptruck* Canter Mitsubishi Colt Diesel 125 PS dengan kapasitas  $8\text{m}^3$  untuk mengangkat batuan dari *stockpile* ke unit peremuk batuan, yang kemudian diumpun menuju *hopper* berbentuk *trapezium* terpancung yang terisi penuh dengan 1 kali pengumpanan. Peremuk primer menggunakan unit alat peremuk rahang *Jaw Crusher* I tipe PE 400 x 600 dengan kapasitas desain alat 15 – 60 ton/jam dengan bukaan pengumpan sebesar 40 – 100 mm. Pada peremuk sekunder menggunakan unit alat peremuk rahang *Jaw crusher* tipe PE 250 x 1200 dengan kapasitas desain mencapai 20 – 50 ton/jam dan dengan ukuran *setting* pengumpan sebesar 25 - 60 mm dilanjutkan dengan membawa batuan menuju *vibrating screen* dengan menggunakan *Belt conveyor* 1. Sesampainya di *vibrating screen* batuan akan dipisahkan menjadi 5 produk yaitu  $3/5$ ,  $2/3$ ,  $1/2$ , 0,5 cm dan Abu batu dibawa oleh *belt conveyor* ke tempat masing –masing produk (Gambar 2).



Gambar 2. Unit Peremuk Batu (Crushing Plant) PT. Danang Mandiri.

Produk yang dihasilkan pada PT. Danang Mandiri adalah batu pecah dengan variasi ukuran antara lain 35 mm, 23 mm, dan 12 mm, juga produk lain selain batu pecah yaitu abu batu dan pasir. Produksi harian yang dihasilkan PT. Danang Mandiri adalah berkisar  $166 \text{ m}^3 - 228 \text{ m}^3$  per harinya. Berdasarkan latar belakang diatas maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut: 1. Berapa kapasitas nyata unit peremuk batuan di PT. Danang Mandiri. 2. Berapa efektifitas dan efisiensi kerja peralatan peremuk yang ada di PT. Danang Mandiri. 3. Berapa nilai ketersediaan alat di PT. Danang Mandiri. Adapun tujuan dari penelitian ini, adalah: 1. Menghitung kapasitas nyata unit peremuk batuan di PT. Danang Mandiri, 2. Menghitung efektifitas dan efisiensi kerja unit peremuk di PT. Danang Mandiri, 3. Menghitung nilai ketersediaan alat di PT. Danang Mandiri. Untuk menghitung kapasitas jaw crusher (Currie, 1973) menggunakan rumus sebagai berikut

$TR = Ta \times Kc \times Km \times Kf$  dimana

TR= ton perjam batuan yang diremuk pada kondisi Kc, Km dan Kf

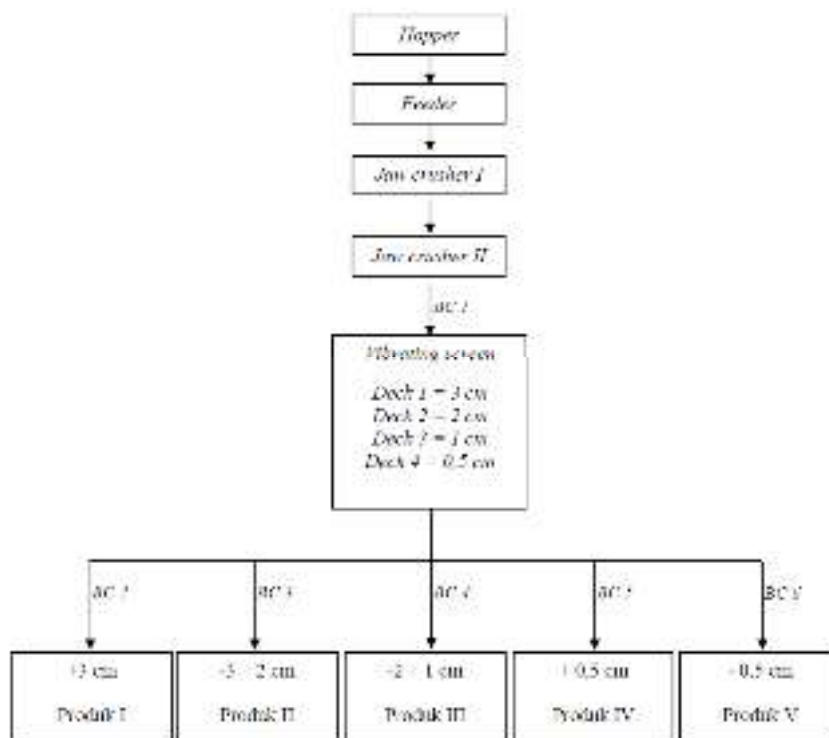
Ta = kapasitas Peremuk (crusher (ton/jam) )

Km = faktor kandungan air, Km=1

Kf = faktor pengumpan material secara berlanjut = 0,75 – 0,85, intermitten = 0,25 – 0,50

Kc = faktor kekerasan batuan

Efektivitas peralatan sebagai acuan tingkat penggunaan kapasitas nyata dari suatu peralatan dibandingkan kapasitas teoritis. Untuk menghitung nilai efektivitas suatu alat digunakan persamaan sebagai berikut : Efektifitas Crusher = (kapasitas Nyata/ Kapasitas Desain) x 100%. Dimana kapasitas nyata adalah kapasitas alat berdasarkan hasil produksi dan kapasitas desain adalah kapasitas alat berdasarkan spesifikasi alat.. Adapun diagram alir material dimulai dari pengumpanan sampai menghasilkan produk ukuran batu pecah ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir material

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah stopwatch untuk mengukur kecepatan aliran material. ember untuk menampung batupecah, timbangan digital untuk menghitung berat. Selain itu diperlukan pula satu unit ayakan getar, alat uji kuat tekan untuk mengetahui kekerasan batuan dan alat- alat lain yang ada di laboratorium milik perusahaan.

### Prosedur Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, penulis menggabungkan antara teori dengan data- data di lapangan, sehingga dari keduanya akan didapatkan penyelesaian masalah. Adapun urutan pekerjaan penelitian

- Studi Literatur, dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang yang diperoleh dari Instansi yang terkait, Perpustakaan Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Nusa Cendana, Jurnal-jurnal ilmiah.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Pelaksanaan penelitian di lapangan ini akan dilakukan beberapa tahap, yaitu Orientasi lapangan dengan melakukan penelitian dengan lingkup kajian sistem/metode dan rencana produksi, serta peralatan (jenis jumlah dan kapasitas). Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi Data kapasitas dari Alat Peremuk, data jumlah produk yang dihasilkan pada alat peremukan dan data ketersediaan alat pada unit Crushing Plant. data yang diambil pada *jaw crusher* adalah data spesifikasi dari unit kerja Crusher yang digunakan meliputi kapasitas *crusher*, besar bukaan *setting* dari *crusher* dan besar *gape* pada *crusher*. Data sekunder meliputi data produksi alat peremuk per bulan, data spesifikasi alat dan kapasitas alat yang digunakan
- Pengolahan data dilakukan dengan cara melakukan beberapa perhitungan dan selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel (nilai efisiensi waktu kerja dan nilai ketersediaan alat Analisa pengolahan data dapat menggunakan data statistik atau dengan rumus yang ada, dilakukan untuk memperoleh kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara ini akan diperoleh lebih lanjut dalam kegiatan pembahasan evaluasi teknis yang dilakukan terhadap kerja alat untuk dapat mengetahui sejauh mana efektifitasnya alat.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit peremuk pertama yang digunakan PT. Danang Mandiri pada *crushing plant* adalah *jaw crusher* tipe PE 400 x 600 memiliki kapasitas desain alat 15 – 60 ton/jam dengan bukaan pengumpan sebesar 40 – 100 mm. Selanjutnya unit peremuk kedua yang digunakan adalah *Jaw crusher* tipe PE 250 x 1200 dengan kapasitas desain mencapai 20 – 50 ton/jam dan dengan ukuran *setting* pengumpan sebesar 25 - 60 mm.

Efektifitas *Jaw crusher* I sebesar 44% dan *jaw crusher* II sebesar 44%. Nilai ketersediaan alat menunjukkan keadaan dari alat yang digunakan pada unit *crushing plant*, misalnya keadaan alat yang meliputi kesediaan fisik dan efektivitas penggunaannya yang menyatakan apakah jam kerja alat tercapai sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Kesediaan alat ini dihitung dengan melihat jam kerja nyata dilapangan dari unit kerja pada *crushing plant* yang juga meliputi waktu repair pada Gambar 4 dan jumlah jam kerja produktif. Ketersediaan alat pada unit *crushing plant* selama 25 hari dengan rata – rata waktu jam kerja 6,3 jam per hari. Untuk jumlah jam kerja produktif dapat dilihat pada Tabel I.

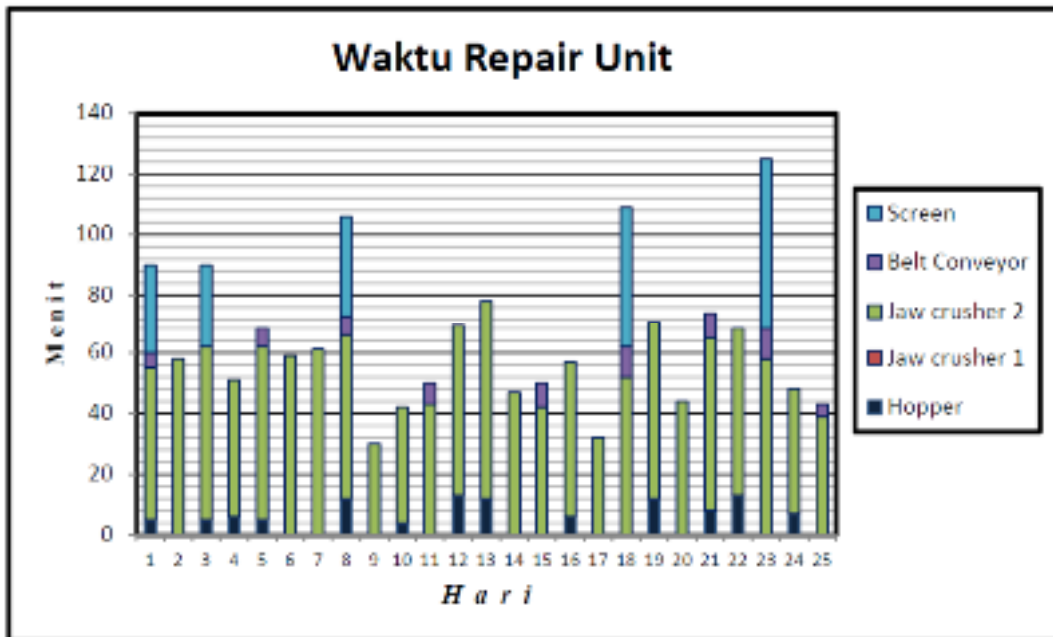
Tabel 1. Waktu kerja Produktif

Jam Kerja (W)	Waktu perbaikan (R )	Waktu standby (S)	Waktu kerja efektif (We)
163	27	24,1	112

Nilai efisiensi adalah presentase dari waktu efektif operasi rata – rata pada unit *crushing plant* dengan memperhatikan kehilangan waktu yang disebabkan oleh berbagai factor, dari hasil perhitungan sebesar 68 %. Nilai beban produksi menunjukkan besarnya jumlah produksi yang harus

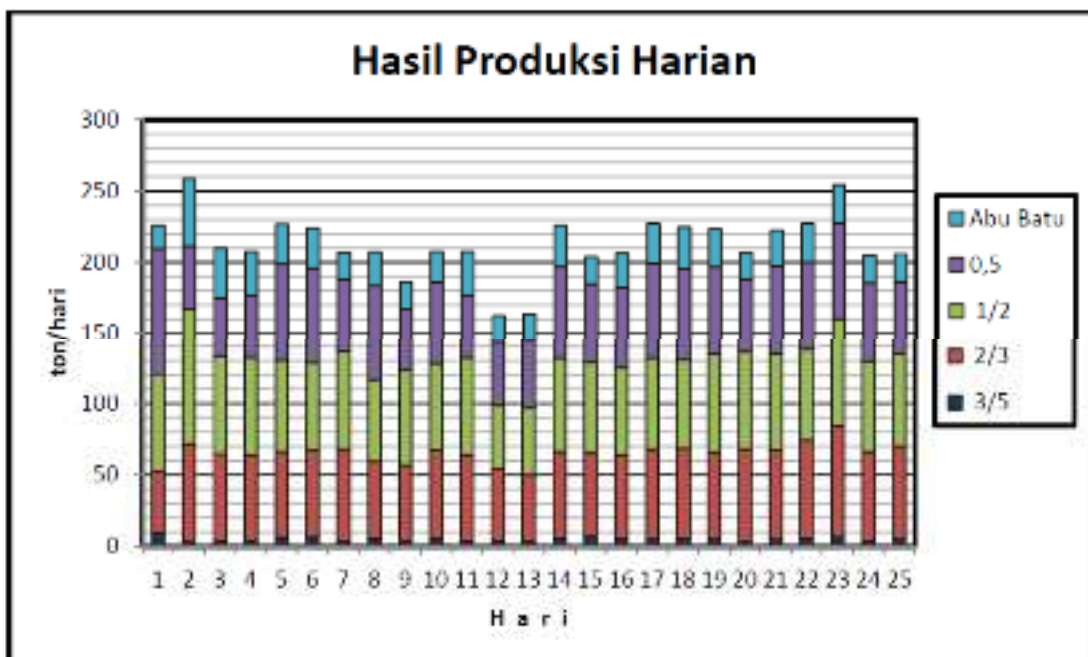


dicapai tiap jam, dengan melihat waktu kerja efektif dan rata – rata kesediaan alat. Nilai Beban Produksi sebesar 70%.



Gambar 4. Data waktu Repair (perbaikan)

Hasil produksi dalam unit *crushing plant* pada PT. Danang Mandiri selama 25 hari dengan rata – rata jam kerja 6,3 per harinya adalah 5.115.32 ton/bulan dengan jumlah pengumpanan tiap harinya selama satu bulan adalah 5.385,6 ton/bulan. Hasil produksi masing – masing produk selama 25 hari tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Produksi PT. Danang Mandiri selama 25 hari

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

PT. Danang Mandiri dapat memaksimalkan angka produksi harian dengan melakukan peningkatan produksi harian sehingga dapat menjangkau target produksi sebesar 5500 ton/bulan dengan rata-rata jam kerja 7 jam per harinya). Untuk menentukan nilai efisiensi pada unit kerja crushing plant perlu dilakukan waktu kerja efektif yang merupakan waktu kerja yang digunakan untuk operasi alat tanpa adanya gangguan yang meliputi gangguan mekanis dan non –mekanis yang berpotensi dapat mengganggu waktu kerja pada kegiatan crushing plant tersebut.

### **KESIMPULAN**

Hambatan kerja yang terjadi pada unit kerja crushing plant adalah hilangnya waktu kerja yang mengakibatkan berkurangnya waktu kerja efektif dari masing – masing unit kerja pada crushing plant. Untuk mengatasi kehilangan waktu pada unit kerja crushing plant dapat dilakukan dengan menekan kehilangan waktu pada hambatan yang dapat dihindari, antara lain waktu istirahat yang lebih lama, waktu masuk kerja karyawan yang terlambat dan waktu pulang kerja yang lebih awal, sedangkan kehilangan waktu akibat perbaikan alat tidak dapat ditekan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Widiyanti, A. (2016). Kajian Produktivitas Crushing Plant Batu Andesit Di PT. Tarabatuh Manunggal. Tbk, Kampung. Joglo, Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.
- Yulia, F. E., Kopa, R., & Anaperta, Y. M. (2018). Evaluasi Kinerja Crushing Plant Dan Belt Conveyor Dalam Pengolahan Dan Pengiriman Limestone Ke Storage Indarung di PT. Semen Padang. Bina Tambang, 3(2), 736-743.
- Firmansyah, Rd. Pirlan, 2016, "Analisis Kinerja Crushing Plant A Dan Hubungannya Dengan Production Rate Index Di Pt Lotus Sg Lestari Kampung Pabuaran Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat ". Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung.
- Tobing, Ir. H. S. L., 2005. " Prinsip Dasar Pengolahan Bahan Galian ", Bandung
- Currie, John M, 1973, "Operation Unit in Mineral Processing", CSM Press, Columbia.

## ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) VIDEO ON DEMAND (VOD) PADA JARINGAN WIRELESS

### VIDEO ON DEMAND (VOD) QOS ANALYSIS ON WIRELESS NETWORKS

*Rolling Firmansyah Manafe<sup>1)</sup>, Amin Ajaib Maggang<sup>2)</sup>, Samy Y. Doo<sup>3)</sup>*

*1,2,3Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang  
Jalan Adisucipto Penfui Kupang-NTT, Telp (0308)881557  
Email : usr.rollingmanafe@gmail.com*

#### ABSTRAK

*Video On Demand (VOD) adalah salah satu jenis dari video streaming, VOD menampilkan video yang sudah terlebih dahulu direkam (pre-encoded) atau disimpan dalam server. Sistem VOD dibangun menggunakan sistem konsep client-server, dimana server video telah menyimpan file video yang telah dikompres atau diperkecil ukuran filenya untuk kemudian dikirim kepada client yang meminta layanan tersebut. Quality of Service (QoS) dapat diketahui pada user mengakses aplikasi layanan Video on Demand yang bekerja berdasarkan Internet Protokol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui QoS Video on Demand dari VLC Media Player pada jaringan wireless. Parameter QoS yang diukur adalah throughput, delay, packet loss, dan jitter. Aplikasi yang digunakan adalah network analyzer wireshark dan pengukuran dilakukan pada video dengan kualitas resolusi 360p, 480p, 720p, 1080p. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk parameter throughput, didapati semakin besar resolusi video yang digunakan maka semakin besar nilai rata-rata throughput yang diperoleh. Selain itu parameter delay, packet loss dan jitter pada resolusi video 360p berturut-turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Sedangkan untuk resolusi 480p hasil yang diperoleh berturut-turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Selanjutnya, untuk resolusi video 720p hasil yang diperoleh dengan berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus. Yang terakhir untuk resolusi video 1080p hasil yang diperoleh berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.*

**Kata Kunci :** Video On Demand, Quality Of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter

Video on Demand (VoD) is one type of video streaming; VoD displays video that has been previously recorded (pre-encoded) or stored on a server. The VoD system is built using a client-server concept system, where the video server has stored video files that have been compressed or reduced in its size before transmitting to the client requesting the service. Quality of Service (quality of service) can be found when the user accesses the VoD service application that works based on the Internet Protocol. This study aims to determine the quality of VoD from VLC Media Player on a wireless network. The quality of service was categorized into excellent, good, not good, bad. The measured rate of service parameters is throughput, delay, packet loss, and jitter. The application used is a Wireshark network analyzer, and measurements are made on video with a resolution quality of 360p, 480p, 720p, 1080p. The measurement results showed that the greater the video resolution used, the greater the average throughput value obtained. In addition, the parameters of delay, packet loss and jitter at 360p video resolution were excellent, excellent and good. As for the 480p resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good. Furthermore, for 720p video resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good. The last for 1080p video resolution, the results obtained in a row were: excellent, excellent and good.

**Keywords :** Video On Demand, Quality Of Service, Throughput, Packet Loss, Delay, Jitter



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan terhadap kebutuhan informasi semakin meningkat, dimana tidak hanya informasi berupa text dan gambar saja tetapi juga melibatkan semua aspek multimedia yang ada. Salah satu teknologi yang dimaksud adalah teknologi *video streaming*. *Video Streaming* adalah proses penyampaian video dan audio klip di atas protokol (IP) jaringan internet, termasuk nirkabel. Terdapat dua jenis *video streaming*, antara lain *Live Streaming*, dimana tayangan yang ditampilkan merupakan siaran langsung, dan *Video on Demand* (VoD), dimana program yang ditampilkan sudah terlebih dahulu direkam atau disimpan dalam server (Austerberry, 2005).

*Video on Demand* saat ini menjadi sangat diminati karena memungkinkan kita untuk menikmati, mengunduh, dan memilih konten yang kita inginkan kapanpun dan dimanapun. Industri hiburan seperti *broadcasting*, *advertising* dan juga *commerce* menggunakan teknologi *video on demand*. Seiring perkembangan teknologi video dan juga jaringan yang kian pesat, maka teknologi tersebut juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam bidang pendidikan. *Video on demand* dapat digunakan sebagai media alternatif dalam pembelajaran karena teknologi video adalah suatu hal yang cukup ideal untuk mewujudkan pembelajaran multimedia.

*Video on demand* memiliki kelemahan dimana alokasi *bandwidth* yang digunakan akan lebih besar dibandingkan dengan *streaming* suara (Austerberry, 2005). Hal tersebut dapat didukung dengan kecepatan internet yang dibutuhkan untuk mengakses video yang ada di *server*. Dengan melihat kondisi tersebut maka diperlukannya suatu media yang mendukung kecepatan internet dalam mengakses video tersebut, salah satunya aringan *wireless*.

Kinerja jaringan pada saat pengaksesan aplikasi layanan *video on demand* yang berjalan di atas protokol-protokol internet dapat diketahui berupa parameter kerja jaringan atau biasa disebut QoS (*Quality of Service*). *Quality of service* (QoS) atau kualitas pelayanan tersebut dapat diukur dengan parameter *throughput*, *delay*, *packet loss*, *jitter* menggunakan *network analyzer wireshark* dengan memanfaatkan video dengan kualitas resolusi 360p, 480p, 720p, 1080p. Oleh karena itu kami ingin melakukan pengukuran parameter QoS dengan resolusi video yang berbeda pada VoD VLC *media player* yang menggunakan Jaringan Wireless.

## METODOLOGI PENELITIAN

**A. Quality of Service (QoS)**

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis

Parameter *Quality of Service* terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur *Quality of Service* dalam suatu jaringan yaitu :

1. *Throughput*

*Throughput* merupakan rata-rata jumlah data yang diterima dalam keadaan benar setelah melalui kanal komunikasi seperti kanal fisik, kanal logik atau telah melalui beberapa *network node*. *Throughput* juga dapat diartikan sebagai kecepatan maksimal jaringan saat tidak ada data yang hilang pada saat proses transmisi. Nilai *throughput* diukur dengan satuan *kilo bit per second* (Kbps).

2. *Packet loss*

*Packet loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan (Wulandari, 2016). Kategori *packet loss* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada Tabel 2 :

Tabel 2 Kategori Packet loss (ETSI, 1999)

Kategori Degradasi	Packet loss ( % )
Sangat Bagus	0
Bagus	3
Sedang	15
Jelek	25

3. *Delay*

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Tidak semua paket data di dalam layanan multimedia jaringan komputer yang menggunakan internet mentolerir adanya *delay*, contohnya seperti *file audio* dan *video digital*. Hal tersebut memberikan dampak pada tingkat kepuasan pelanggan saat melakukan *streaming audio* maupun *video* karena akan sangat mengganggu data yang akan diterima oleh pelanggan (Su'ud, 2019, pp. 18–19). Kategori dari *delay* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada Tabel 3 :

Tabel 1 Kategori Delay (ETSI, 1999)

Kategori Latency	Delay ( ms )
Sangat Bagus	< 150
Bagus	150 s/d 300
Sedang	300 s/d 450
Jelek	> 450

4. *Jitter*

*Jitter* merupakan variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan berbasis IP. *Jitter* dapat menyebabkan sampling di sisi penerima menjadi tidak tepat sasaran, sehingga informasi menjadi rusak. Kategori kinerja jaringan berbasis IP dalam *jitter* versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) seperti terlihat pada tabel 4 :

Tabel 2 Kategori Jitter (ETSI, 1999)

Kategori Degradasi	Peak <i>Jitter</i> ( ms )
Sangat Bagus	0
Bagus	0 s/d 75
Sedang	75 s/d 125
Jelek	125 s/d 225

**Instrumen Penelitian**

Hardware :

1. *Server* menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - a. Processor : AMD A9
  - b. RAM : 4 GB
  - c. Sistem Operasi : *Windows*
  - d. Fungsi : untuk membuat konfigurasi layanan *Video On Demand*
2. *Client* menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - a. Sistem Operasi : *Windows*
  - b. Fungsi : sebagai pengguna yang menggunakan layanan *video on demand* dan memonitoring aliran data QOS

Software :

1. *VLC Media Player*

2. Wireshark

**Diagram Alir Penelitian**

Penelitian yang digunakan adalah pengukuran kualitas layanan *video on demand* dengan menggunakan aplikasi wireshark. Diagram alir tahapan penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Uraian diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :

**1. Studi Literatur**

Melakukan pengumpulan referensi terkait dengan kualitas layanan *video on demand* jaringan *wireless* dari buku, jurnal, hasil penelitian dan sumber-sumber lain dari internet.

**2. Membuat Server dan Client Video On Demand**

*Server* dan *client video on demand* dibuat menggunakan aplikasi *VLC media player*. *Server* tersebut bertujuan untuk memasukan video yang nantinya diakses oleh *client*

### 3. Melakukan Streaming Video On Demand

Untuk melakukan *streaming video on demand*, laptop server dan *client* harus saling terhubung pada koneksi jaringan *wireless* yang sama. Kemudian *client* mengakses video yang telah di-*upload* oleh server menggunakan aplikasi *VLC media player*

### 4. Pengambilan Data Kualitas Layanan Video On Demand

Pengambilan data menggunakan aplikasi *wireshark* pada saat video sedang diputar, parameter QoS yang dianalisis adalah *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter*. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan 4 video pada resolusi yang berbeda, dengan waktu *capturing* data setiap video selama 60 detik. Skenario *capturing* data dilakukan terhadap 5 *client* (*client* A - E) yang memutar video secara bersamaan sehingga pada tiap-tiap parameter diperoleh 20 hasil pengamatan

### Pengolahan Data

Data hasil pengambilan data oleh *software* *wireshark* disimpan dengan ekstensi media library (\**pcapng*), selanjutnya data tersebut dianalisis dan diolah menggunakan *software* *wireshark* agar dapat ditampilkan hasil perhitungan parameter-parameter *quality of service*. Hasil pengamatan untuk masing-masing resolusi video (360p, 480p, 720p dan 1080p) dijadikan dalam satu tabel dan dihitung nilai rata-ratanya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini ditampilkan nilai dari masing-masing parameter (*throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*) berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *software* *wireshark*.

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	5198	5198 (100.0%)	—
Time span, s	65.491	65.491	—
Average pps	79.4	79.4	—
Average packet size, B	505	505	—
Bytes	2624393	2624393 (100.0%)	0
Average bytes/s	40 k	40 k	—
Average bits/s	320 k	320 k	—

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000000
2	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000001
3	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000002
4	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000003
5	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000004
6	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000005
7	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000006
8	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000007
9	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000008
10	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000009
11	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000010
12	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000011
13	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000012
14	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000013
15	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000014
16	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000015
17	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000016
18	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000017
19	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000018
20	0.000000	192.168.1.10	192.168.1.10	ICMP	8	8 (0.0%) Echo (ping) to 192.168.1.10: seq=1000000019

Gambar 2. Capture Data

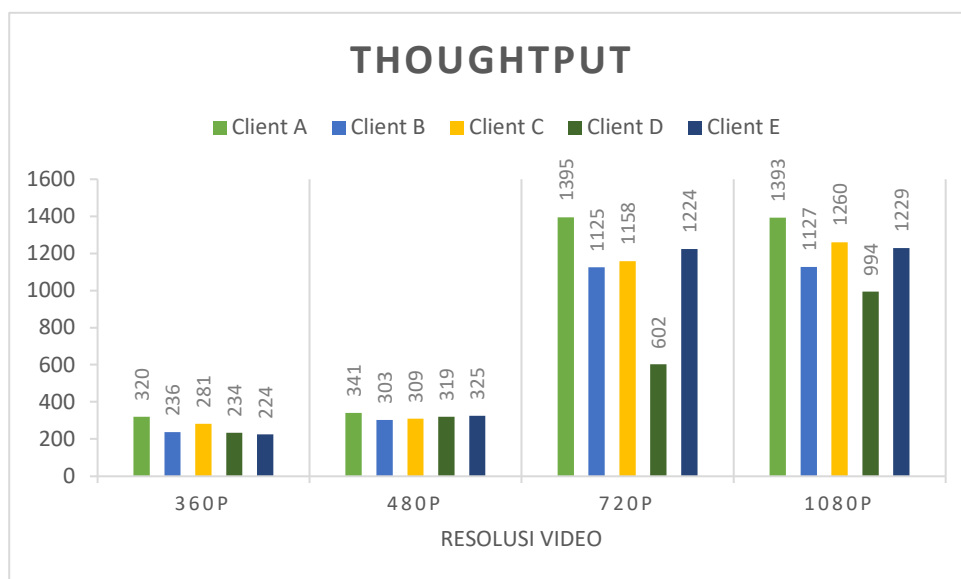
### Throughput

*Throughput* menunjukkan kecepatan penerima paket data dalam keadaan benar yang diterima pengguna. Tabel 5 merupakan hasil *capturing* nilai *throughput* menggunakan *software wireshark* dari laptop *client* dengan menggunakan *streaming video on demand*.

Tabel 5. Nilai *Throughput*

Client	Throughput (Kbps)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	320	341	1395	1393
2	236	303	1125	1127
3	281	309	1158	1260
4	234	319	602	994
5	224	325	1224	1229

Data yang tertera pada Tabel 5 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *throughput* yang diterima.



Gambar 3. Grafik nilai *Throughput*

- Analisis nilai *throughput* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa pada resolusi 360p didapatkan nilai *throughput* dari masing-masing *client* sebagai berikut : 320, 236, 281, 234, 224 Kbps. Pada resolusi 480p didapatkan nilai : 341, 303, 309, 319, 325 Kbps. Pada resolusi 720p didapatkan nilai : 1395, 1125, 1158, 602, 1224 Kbps. Pada resolusi 1080p

didapatkan nilai : 1393, 1127, 1260, 994, 1229 Kbps. Dari nilai yang didapat tersebut dapat dilihat bahwa besarnya resolusi video berpengaruh terhadap nilai *throughput*. Semakin besar resolusi maka semakin besar pula nilai *throughput* pada masing-masing *client*. Hal ini dikarenakan saat semakin besar resolusi video maka akan semakin banyak jumlah bit yang dikirimkan tiap detik sehingga nilai *throughput* yang dihasilkan semakin besar.

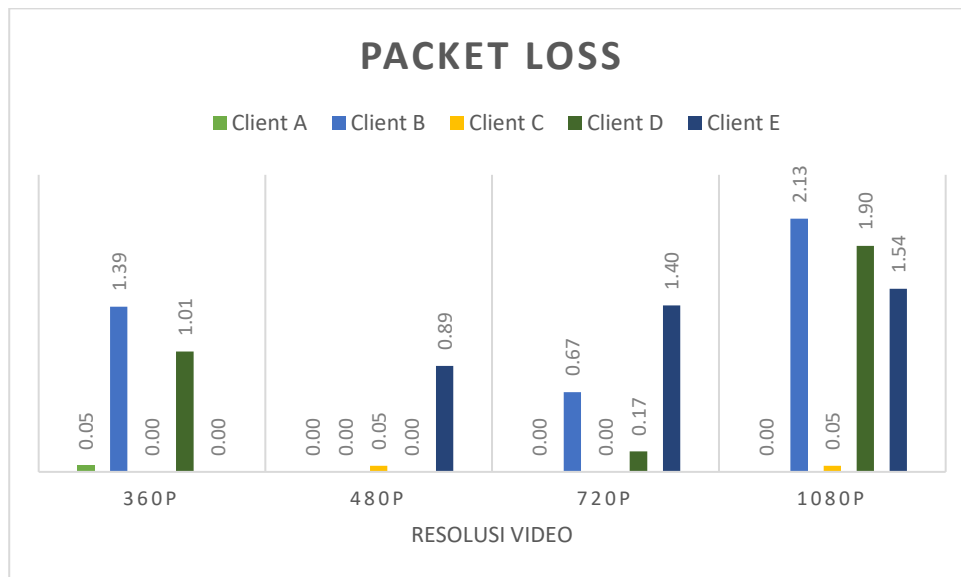
### Packet Loss

*Packet Loss* merupakan parameter yang menunjukkan rasio beberapa persen dari paket data yang hilang saat ditransmisikan. Tabel 6 menunjukkan nilai *packet loss* dari hasil pengamatan.

Tabel 6. Nilai *Packet Loss*

Client	Packet Loss (%)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	0,05	0	0	0
2	1,39	0	0,67	2,13
3	0	0,05	0	0,05
4	1,01	0	0,17	1,90
5	0	0,89	1,40	1,54

Data yang tertera pada Tabel 6 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *packet loss*



Gambar 4. Grafik nilai *Packet Loss*

- Analisis nilai *packet loss* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai *packet loss* pada resolusi 360p untuk masing-masing client adalah sebagai berikut; 0.05, 1.39, 0, 1.01, 0 %. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 0, 0, 0.05, 0, 0.89 %. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 0, 0.67, 0, 0.17, 1.40 %. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 0, 2.13, 0.05, 1.90, 1.54 %. Nilai *packet loss* terjadi peningkatan seiring dengan besarnya resolusi video yang digunakan. Namun hasil pengamatan pada beberapa *client* nilai *packet loss* terjadi peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena besarnya antrian paket data berlebihan saat dilakukannya transmisi paket data sehingga beberapa paket harus hilang.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client A – client E* menunjukkan bahwa nilai *packet loss* masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 3 %

### Delay

*Delay* menunjukan besarnya waktu tunda mulai dari saat *server* mengirimkan video hingga saat pengguna mengakses *video streaming*. Hasil pengamatan terhadap *delay VoD* diuraikan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Nilai *Delay*

Client	Delay (ms)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p

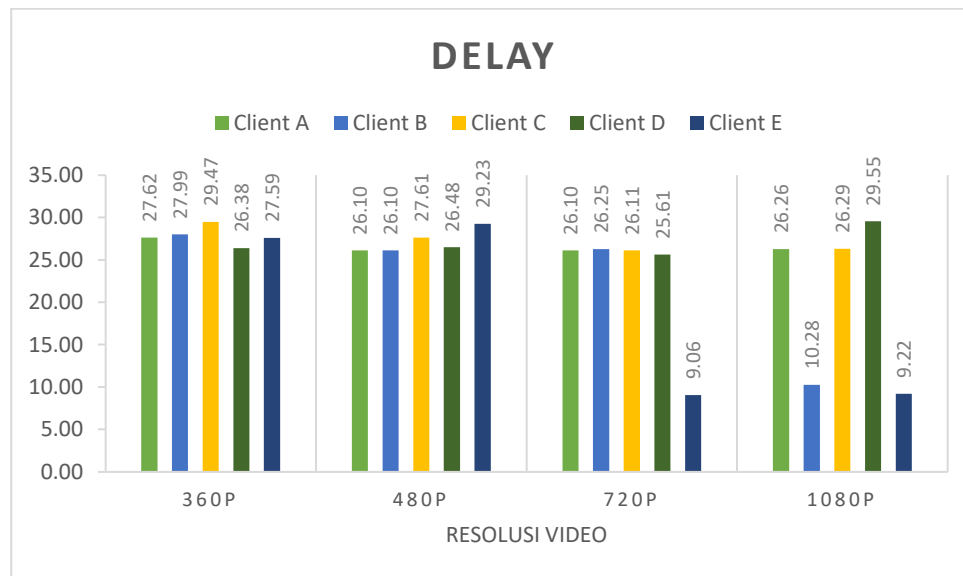


## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

1	27,62	26,10	26,10	26,26
2	27,99	26,10	26,25	10,28
3	29,47	27,61	26,11	26,29
4	26,38	26,48	25,61	29,55
5	27,59	29,23	9,06	9,22

Data yang tertera pada Tabel 7 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *delay* yang diperoleh :



Gambar 5. Grafik nilai *Delay*

- Analisis nilai *delay* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, diketahui bahwa nilai *delay* pada resolusi 360p untuk masing-masing *client* adalah sebagai berikut; 27.62, 27.99, 29.47, 26.38, 27.59 ms. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 26.10, 26.10, 27.61, 26.48, 19.23 ms. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 26.10, 26.25, 26.11, 25.61, 9.06 ms. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 26.26, 10.28, 26.29, 29.55, 9.22 ms. Dari data pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa besar resolusi video berbanding terbalik dengan nilai *delay*. Hal ini disebabkan oleh besarnya nilai *throughput* yang ditransmisikan

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client* A – *client* E menunjukkan bahwa nilai *delay* masih dalam kategori sangat bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 150 ms.

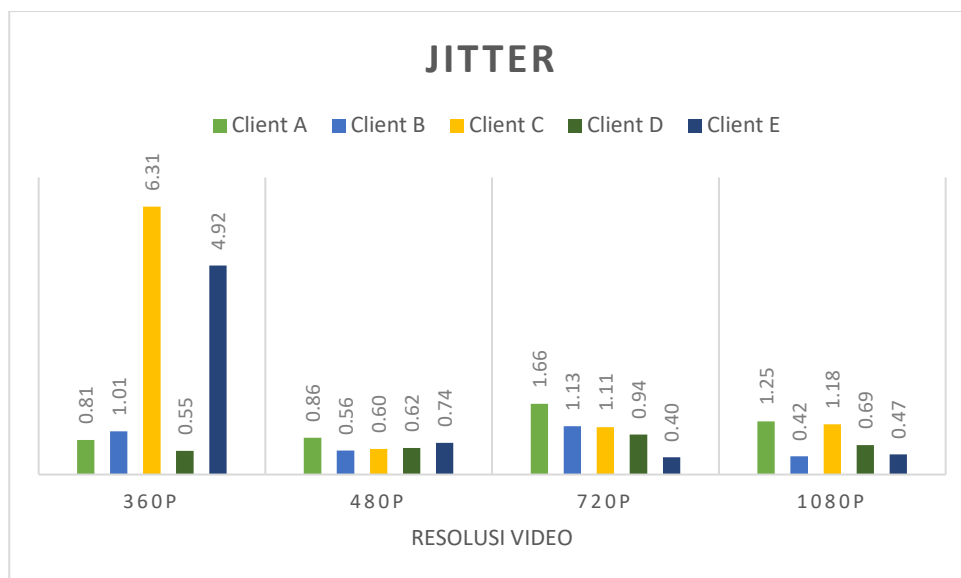
### Jitter

*Jitter* menunjukkan nilai variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan. Tabel 8 merupakan hasil capturing nilai *jitter* menggunakan *software wireshark* dari laptop *client* dengan menggunakan *streaming VoD*.

Tabel 8. Nilai *Jitter*

Client	Jitter (ms)			
	Resolusi 360p	Resolusi 480p	Resolusi 720p	Resolusi 1080p
1	0,81	0,86	1,66	1,25
2	1,01	0,56	1,13	0,42
3	6,31	0,60	1,11	1,18
4	0,55	0,62	0,94	0,69
5	4,92	0,74	0,40	0,47

Data yang tertera pada Tabel 8 direpresentasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara resolusi video dengan *jitter* yang diperoleh :



Gambar 6. Grafik nilai *Jitter*

- Analisis nilai *jitter* :

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai *jitter* pada resolusi 360p untuk masing-masing *client* adalah sebagai berikut; 0.81, 1.01, 6.31, 0.55, 4.92 ms. Pada resolusi 480p didapatkan nilai; 0.86, 0.56, 0.60, 0.62, 0.74 ms. Pada resolusi 720p didapatkan nilai; 1.66, 1.13, 1.11, 0.94, 0.40 ms. Pada resolusi 1080p didapatkan nilai; 1.25, 0.42, 1.18, 0.69, 0.47 ms. Dari hasil tersebut diketahui bahwa terjadi perubahan nilai *jitter* yang signifikan pada dua titik yaitu pada resolusi video 360p di-*client* 3 dan *client* 5 dibandingkan pada *client* atau resolusi video lainnya. Hal ini bisa disebabkan oleh lintasan tempuh dari paket yang berbeda-beda atau disebabkan juga karena *collision* pada jaringan.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran yang didapatkan pada *client A – client E* menunjukkan bahwa nilai *jitter* masih dalam kategori bagus berdasarkan standar THIPON yaitu dibawah 75 ms

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas *Video On Demand* dengan parameter; *throughput*, *delay*, *packet loss* dan *jitter* dapat diambil kesimpulan bahwa :
  - 1) Pada parameter *throughput*, semakin besar resolusi video yang digunakan maka semakin besar nilai rata-rata *throughput* yang diperoleh.
  - 2) Pada parameter *packet loss*, diketahui bahwa nilai persentase *packet loss* terjadi peningkatan seiring dengan besarnya resolusi video yang digunakan.
  - 3) Pada parameter *delay*, semakin tinggi resolusi video yang digunakan berpengaruh pada semakin besarnya nilai *throughput* yang ditransmisikan yang mengakibatkan nilai *delay* mengalami penurunan karena *bitrate video* yang digunakan semakin besar.
  - 4) Pada parameter *jitter*, didapatkan perubahan nilai yang signifikan khususnya pada dua titik yaitu pada resolusi video 360p di-*client 3* dan *client 5* dibandingkan pada *client* atau resolusi video lainnya. Hal ini bisa disebabkan oleh lintasan tempuh dari paket yang berbeda-beda atau disebabkan juga karena *collision* pada jaringan.
2. Berdasarkan standar hasil pengukuran kualitas *Video On Demand* dengan tingakat resolusi video 360p, 480p, 720p, dan 1080p diperoleh sebagai berikut:
  1. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 360p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
  2. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 480p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
  3. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 720p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.
  4. Kualitas *Video On Demand* berdasarkan resolusi 1080p dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *jitter* berturut turut ialah: sangat bagus, sangat bagus dan bagus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apostolopoulos, J. G., Tan, W. T., & Wee, S. J. (2002). *Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems*.
- Austerberry, D. (2005). *The Technologi of Video & Audio Streaming* (Vol. 2nd).

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- ETSI. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS). *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, 1–37.
- Forouzan, B. A. (2007). *Data Communications and Networking*.
- Muhammad, N. (2018). *ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) LAYANAN VIDEO ON DEMAND (VOD) PADA JARINGAN TESTBED WIMAX STANDAR IEEE 802.16d*. Universitas Brawijaya.
- Salomon, D., & Motta, G. (2010). *Handbook of Data Compression*.
- Su'ud, A. E.-G. (2019). *Performansi Video On Demand ( VOD ) Pada Jaringan Fiber To The Home ( FTTH ) Testbed di Laboratorium Telekomunikasi Universitas Barwijaya*. Universitas Brawijaya.
- Wang, Y., Jorn, O., & Ya-Qin, Z. (2002). *Video Processing and Communications*.
- Wulandari, R. (2016). Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI). *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2).

## EVALUASI FASILITAS PEJALAN KAKI DI JALAN RAJA CENTIS KOTA MAUMERE

### EVALUATION OF PEDESTRIAN FACILITIES ON RAJA CENTIS STREET OF

### MAUMERE

Selestinus Kia Keraf<sup>1)</sup>, Anastasia Merdekawati Noralita Soludale<sup>2)</sup>, Yono Putra<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Nipa Maumere  
Jl.Kesehatan No.3, Maumere, 86111, Indonesia

<sup>1)</sup>e-mail: [soludalenora@gmail.com](mailto:soludalenora@gmail.com)

#### ABSTRAK

Jalan Raja Centis merupakan salah satu jalan penunjang kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat Maumere yang ditandai dengan mobilitas dan aktifitas yang cukup tinggi. Kegiatan ini ditandai dengan munculnya aktifitas–aktifitas perdagangan serta parkir yang ada disepanjang Jalan Raja Centis. di tengah aktivitas yang padat, penulis mengamati bahwa tidak adanya fasilitas pejalan kaki di ruas jalan tersebut dan penataan parkir kendaraan bermotor maupun selasar pada toko-toko juga kurang efisien. Hal ini menyebabkan pejalan kaki di ruas Jalan Raja Centis memilih untuk menggunakan badan jalan dalam melakukan aktifitas berjalan. Resiko terhadap tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pejalan kaki menjadi tinggi, bahkan bisa menyebabkan kecelakaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan fasilitas pejalan kaki terhadap tingkat kenyamanan pejalan kaki dan merencanakan fasilitas pejalan kaki untuk keamanan maupun kenyamanan pejalan kaki di Jalan Raja Centis Kota Maumere.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan observasi lapangan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan pada saat analisa. Analisis yang dilakukan adalah analisis tingkat pelayanan pejalan kaki untuk mengetahui lebar trotoar yang dibutuhkan pejalan kaki dan perencanaan fasilitas bagi pejalan kaki di Jalan Raja Centis Kota Maumere. Standart yang digunakan adalah Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemanfaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan 2014, Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Pd 03-2017-B, dan Petunjuk Perencanaan Trotoar No.007/T/BNKT/1990.

Dalam penelitian ini diperoleh volume rata-rata pejalan kaki pada jam puncak sebanyak 8,53 org/menit dan lebar efektif trotoar yang direncanakan adalah 1,5 meter. Tingkat pelayanan trotoar yang diperoleh dengan nilai  $v = 0,379$  orang/meter/menit adalah tingkat pelayanan trotoar (*Level of Service*) A.

**Kata Kunci:** Fasilitas Pejalan Kaki, Tingkat Pelayanan Trotoar, Volume, Arus, Lebar efektif trotoar.

#### ABSTRACT

*Raja Centis street is one of the supporting roads for the social and economic life of the Maumere community, which is characterized by high mobility and activity. This activity was marked by the emergence of trading activities and parking lots along Raja Centis Street. In the midst of busy activities, the authors observe that there are no pedestrian facilities on the road and the arrangement of motorized vehicle parking and hallways in shops is also less efficient. This causes pedestrians on Raja Centis Street to choose to use the road for walking activities. The risk to the level of safety and comfort for pedestrians is high, it can even cause accidents. The purpose of this study was to determine the feasibility of pedestrian facilities to the level of pedestrian comfort and to plan pedestrian facilities for pedestrian safety and comfort on Raja Centis Street, Maumere City.*

*The method used in this research is the survey method and field observation to obtain the data needed at the time of analysis. The analysis carried out is an analysis of the level of pedestrian*

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

*service to determine the width of the sidewalk needed by pedestrians and the planning of facilities for pedestrians on Raja Centis Street, Maumere City. The standards used are Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemanfaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan 2014, Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Pd 03-2017-B, and Petunjuk Perencanaan Trotoar No.007/T/BNKT/1990.*

*In this study, the average volume of pedestrians at peak hours was 8.53 people/minute and the planned effective width of the sidewalk was 1.5 meters. The level of sidewalk service obtained with a value of  $v = 0.379$  people/meter/minute is the level of service of the sidewalk (Level of Service) A.*

**Keywords:** *Pedestrian Facilities, Level of Service, Volume, Flow, Effective sidewalk width*

### **PENDAHULUAN** (Arial 11, Bold, spasi 1,5, spacing before 12 pt, after 6 pt)

Permasalahan secara umum jalur pejalan kaki yang terjadi di negara berkembang seperti di Indonesia adalah kurangnya sarana dan prasarana yang memfasilitasi aktivitas pejalan kaki sebagai pengguna utamanya. Fenomena yang banyak dijumpai pada jalur pedestrian di Indonesia adalah penyalahgunaan fungsi jalur pejalan kaki atau *pedestrian* oleh pedagang kaki lima, pengaturan parkir kendaraan maupun penataguna pemanfaatan lahan.

Jalan Raja Centis merupakan salah satu jalan penunjang kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat Maumere yang ditandai dengan mobilitas dan aktivitas yang cukup tinggi. Hal ini dapat dilihat dengan adanya bermacam-macam aktivitas atau kegiatan yang ada di Jalan Raja Centis mulai dari perkantoran, perdagangan dan jasa, wisata serta sosial budaya. Peningkatan aktivitas ini ditandai dengan munculnya aktivitas-aktivitas perdagangan serta parkir yang ada disepanjang Jalan Raja Centis. Perlu kita ketahui bahwa ruas Jalan Raja Centis merupakan salah satu *Central Bisnis Distrik (CBD)*, yang dapat melibatkan banyak aktivitas pejalan kaki dari suatu tempat pembelanjaan ke tempat pembelanjaan yang lain.

Namun di tengah aktivitas yang padat, penulis mengamati bahwa tidak adanya fasilitas pejalan kaki di ruas jalan tersebut dan penataan parkir kendaraan bermotor maupun selasar pada toko-toko juga kurang efisien. Hal ini menyebabkan pejalan kaki di ruas Jalan Raja Centis memilih untuk menggunakan badan jalan dalam melakukan aktivitas berjalan. Resiko terhadap tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pejalan kaki menjadi tinggi, bahkan bisa menyebabkan kecelakaan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M2014, pejalan kaki adalah setiap orang yang berjalan di ruang lalu lintas jalan. Jalur pejalan kaki adalah ruas pejalan kaki, baik yang terintegrasi maupun terpisah dengan jalan, yang diperuntukkan untuk prasarana dan sarana pejalan kaki serta menghubungkan pusat-pusat kegiatan dan/atau fasilitas pergantian moda. Menurut Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Jalan, setiap jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum wajib dilengkapi dengan perlengkapan jalan, salah satunya adalah fasilitas pejalan kaki. Fasilitas pada ruang milik jalan yang disediakan untuk pejalan kaki, antara lain dapat berupa trotoar, penyeberangan jalan di atas jalan (jembatan), pada permukaan

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

jalan, dan di bawah jalan/terowongan (Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, Pd 03-2017-B). Berdasarkan Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, Pd 03-2017-B, terdapat fasilitas utama dan pendukung pejalan kaki. Fasilitas utama pejalan kaki terdiri atas komponen :

1. Jalur pejalan kaki (trotoar)
2. Penyeberangan, yang terdiri dari :
  - a. Penyeberangan sebidang
  - b. Penyeberangan tidak sebidang berupa *overpass* (jembatan) dan *underpass* (terowongan).

Fasilitas pendukung pejalan kaki terdiri atas rambu dan marka, pengendalian kecepatan, lapak tunggu, lampu penerangan fasilitas pejalan kaki, pagar pengaman, pelindung/peneduh, jalur hijau, tempat duduk, tempat sampah, halte/tempat pemberhentian bus, drainase, dan bolar. Lebar efektif lajur pejalan kaki berdasarkan kebutuhan satu orang adalah 60 cm dengan lebar ruang gerak tambahan 15 cm untuk bergerak tanpa membawa barang, sehingga kebutuhan total lajur untuk dua orang pejalan kaki bergandengan atau dua orang pejalan kaki berpapasan tanpa terjadi persinggungan sekurang-kurangnya 150 cm. Perhitungan lebar trotoar minimal menggunakan persamaan (1).

$$W = \frac{V}{35} + N \dots \dots \dots (1)$$

Di mana :

W : lebar efektif minimum trotoar (m)

V : volume pejalan kaki rencana/dua arah (orang/meter/menit)

N : Lebar tambahan sesuai dengan keadaan setempat (meter)

Tabel 1. Nilai N

N (meter)	Keadaan
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi*
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang**
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah***

Sumber : *Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki*

Keterangan :

\* Arus pejalan kaki > 33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar atau terminal

\*\* Arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah perbelanjaan bukan pasar

\*\*\* Arus pejalan kaki < 16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya.

Bila pada trotoar akan dipasang fasilitas tambahan, maka dimensi trotoar yang selayaknya disediakan dapat dilihat pada Tabel 2.

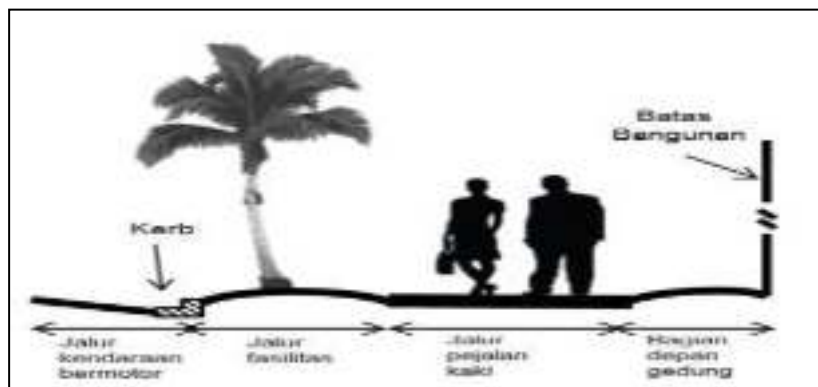
Tabel 2. Penentuan dimensi trotoar berdasarkan lokasi dan arus pejalan kaki maksimum

Lokasi		Arus Pejalan Kaki Maksimum	Zona				Dimensi Total (Pembulatan) (m)
			Kerb (m)	Jalur Fasilitas (m)	Lebar Efektif (m)	Bagian Depan Gedung (m)	
Jalan Arteri	Pusat kota (CBD)	80 pejalan kaki/menit	0,15	1,2	2,75-3,75	0,75	5-6
	Sepanjang taman, sekolah, serta pusat pembangkit pejalan kaki utama lainnya						
Jalan Kolektor	Pusat kota (CBD)	80 pejalan kaki/menit	0,15	0,9	2 – 2,75	0,35	3,5 – 4
	Sepanjang taman, sekolah, serta pusat pembangkit pejalan kaki utama lainnya						
Jalan Lokal		80 pejalan kaki/menit	0,15	0,75	1,9	0,15	3
Jalan lokal dan lingkungan (wilayah perumahan)		35 pejalan kaki/menit	0,15	0,6	1,5	0,15	2,5

Sumber : Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Keterangan:

Bila kondisi lahan eksisting memiliki keterbatasan ruang dengan arus pejalan kaki maksimum pada jam puncak <50 pejalan kaki/menit, lebar dapat disesuaikan dengan *justifikasi* yang memadai dengan memperhatikan kebutuhan lebar lajur minimum pejalan kaki.



Gambar 1. Pembagian Zona Pada Trotoar

Kebutuhan minimum jalur pejalan kaki di kawasan perkotaan berdasarkan tata guna lahan, fungsi dan tipe jalan dapat dilihat pada Tabel 3.



# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Tabel 3. Kebutuhan minimum jalur pejalan kaki di kawasan perkotaan

Fungsi jalan	Sistem jalan	Batas kecepatan operasional lalu lintas (km/jam)	Tipe jalan	Jenis jalur pejalan kaki	Jenis Penyeberangan
Arteri & kolektor	Primer	≤40	2/2 TT	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus	sebidang dengan APILL ( <i>pelican crossing</i> ) atau tak sebidang
		≤40	4/2 TT	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
		≤60	4/2 T	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus (berbeda dengan 6/2)	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
		≤80	6/2 T	Trotoar berpagar dengan akses pada penyeberangan dan halte bus (berbeda dengan 4/2)	tidak sebidang (jembatan atau terowongan) atau sebidang pada persimpangan dengan APILL
Lokal		≤30	2/2 TT	trotoar	Sebidang ( <i>zebra cross, pedestrian platform</i> )
Arteri & kolektor	Sekunder	≤30	2/2 TT	trotoar atau bahu diperkeras	Sebidang ( <i>zebra cross, pedestrian platform</i> )
		≤30	4/2 TT	trotoar	sebidang dengan APILL ( <i>pelican crossing</i> ), sebidang dengan petugas pengatur penyeberangan atau tak sebidang
		≤30	4/2 T	trotoar	sebidang dengan APILL ( <i>pelican crossing</i> ) dengan lapak tunggu atau tak sebidang
Lokal		≤30	2/2 TT	trotoar	sebidang ( <i>zebra cross, pedestrian platform</i> )

Sumber : *Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki*

Keterangan: Jalan merupakan jalan dengan sistem jalan sekunder atau primer yang melintasi kawasan perkotaan.

Kriteria kemiringan memanjang dan melintang trotoar sebagai berikut :

1. Kemiringan memanjang trotoar idealnya 8 % dan disediakan landasan datar setiap jarak 9,00 m dengan panjang minimal 1,20 m

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

2. Kemiringan melintang trotoar harus memiliki kemiringan permukaan 2 % s/d 4 % untuk kepentingan penyaluran air permukaan

Pelandaian diletakkan pada jalan jalan masuk, persimpangan, dan tempat penyeberangan pejalan kaki. Fungsi pelandaian untuk memfasilitasi pejalan kaki yang menggunakan kursi roda.

Persyaratan khusus untuk pelandaian adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kelandaian maksimum 12 % (1:8) dan disarankan 8 % (1:12);
2. Area landai harus memiliki penerangan yang cukup.

Dalam menentukan tingkat pelayanan trotoar, dapat digunakan tingkat arus rata-rata (ped/mnt/m) pejalan kaki.

$$V = \frac{V_p}{15 W_e} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana:

V = Tingkat arus rata-rata (ped/mnt/m)

Vp = Volume puncak pejalan kaki (ped/15 mnt)

We = Lebar efektif trotoar (m)

Tabel 4. Tingkat Pelayanan Trotoar

LOS	Ruang (m <sup>2</sup> /ped)	Laju Arus (ped/mnt/m)	Kecepatan Rata-Rata (m/dtk)	V/C Ratio
A	> 5, 6	< 16	> 1,30	≤ 0,21
B	3,7 – 5,6	16 – 23	1,27 – 1,3	0,21 – 0,31
C	2,2 – 3, 7	23 – 33	1,22 – 1,27	0,31 – 0,44
D	0,7 – 1,4	49 – 75	0,76 – 1,14	0,65 – 1,00
E	0,7 – 1,4	49 – 75	0,76 – 1,14	0,65 – 1,00
F	< 0, 7	Beragam	< 0,76	Beragam

Sumber : HCM, (2000)

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Jalan Raja Centis, Kelurahan Kota Baru, Kecamatan Alok Timur, Kabupaten Sikka.



Gambar 2a. Lokasi Penelitian Jalan Raja Centis Bagian Selatan



Gambar 2b. Lokasi Penelitian Jalan Raja Centis Bagian Utara

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey di Jalan Raja Centis, kota Maumere. Data yang diambil pada saat survey, yaitu geometrik jalan dan data volume pejalan kaki di Jalan Raja Centis, Kota Maumere. Penelitian dilakukan pada saat jam sibuk, selama 12 jam dimulai pukul : 06.00-18.00 Wita selama 2 hari. Jarak setiap titik pengamatan sebesar 25 meter. Analisa data yang dilakukan :

1. Analisis tingkat pelayanan pejalan kaki dilakukan untuk mengetahui lebar trotoar yang dibutuhkan pejalan kaki dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2.
2. Perencanaan Fasilitas Bagi Pejalan Kaki Di Jalan Raja Centis Kota Maumere  
Konsep pengembangan fasilitas bagi pejalan kaki atau trotoar di ruas jalan Raja Centis Kota Maumere mengacu pada standar :
  - a. Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemanfaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No : 03/PRT/M/2014 Tgl : 26 Februari 2014)
  - b. Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Pd 03-2017-B, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
  - c. Petunjuk Perencanaan Trotoar No.007/T/BNKT/1990, Direktorat Pembinaan Jalan Kota, Direktorat Jendral Bina Marga.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Analisa Volume Pejalan Kaki**

Dari penelitian diperoleh data geometrik jalan Raja Centis sebagai berikut :

1. Lebar badan jalan 7,5 m
2. lebar bahu jalan 1,7 m
3. lebar drainase 0,80 m

Pengamatan dilakukan pada tiga titik dengan masing-masing titik pengamatan sepanjang 50 meter. Hasil volume dari orang/menit dibagi dengan panjang titik pengamatan (50 m) untuk mendapatkan volume dalam satuan orang/meter/menit. volume pejalan kaki pada jam puncak dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Perhitungan volume pejalan kaki

Hari	Waktu	Titik Pengamat		Jumlah Pejalan Kaki (Org/15mnt)	Volume Org/mnt	Volume Org/m/ mnt
Selasa	09.30-09.45	1	Kiri	63	4,2	0,084
			Kanan	65	4,3	0,086
<b>Total</b>					<b>8,5</b>	<b>0,17</b>

**B. Penentuan Lebar Trotoar**

Dari hasil perhitungan volume pejalan kaki, lebar efektif trotoar dapat dihitung dengan persamaan 1 untuk masing-masing sisi pada 2 titik pengamatan selama 2 hari di STA 0+000 – 0+100 dan STA 0+100 – 0+200. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Perhitungan Lebar Trotoar Pada Jam Puncak

Hari	Volume (orang/menit/meter)		Lebar Rencana Trotoar (We) (m)	
	Sisi Kiri	Sisi Kanan	Sisi Kiri	Sisi Kanan
Selasa	0,084	0,086	1,5	1,5

**C. Analisa Tingkat Pelayanan**

Analisa tingkat pelayanan pejalan kaki di ruas jalan Raja Centis Kota Maumere berdasarkan *Highway Capacity Manual* (2000). Total volume puncak pejalan kaki,  $V_p = 8,53$  orang/menit dan  $We = 1.5$  meter (lebar efektif trotoar hasil perhitungan). Laju arus pejalan kaki dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

Volume puncak Pejalan kaki = 8.53 orang/menit, lebar efektif trotoar = 1.5 meter. Sehingga laju arus dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{V15}{15.We} \\
 &= \frac{8.53}{15 \times 1.5} \\
 &= \mathbf{0.379 \text{ orang/meter/menit}}
 \end{aligned}$$

Sesuai tabel 3, nilai  $v < 16$  orang/meter/menit, jadi ruas Jalan Raja Centis Kota Maumere termasuk pada tingkat pelayanan Standar A, yaitu Jalur pejalan kaki seluas  $>5,6 \text{ m}^2/\text{pedestrian}$ , besar arus pejalan kaki  $<16$  orang/menit/meter. Pada ruang pejalan kaki dengan LOS A orang dapat berjalan dengan bebas, para pejalan kaki dapat menentukan arah berjalan dengan bebas, dengan kecepatan yang relatif cepat tanpa menimbulkan gangguan antar sesama pejalan kaki.

**D. Konsep Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki**

**1. Penentuan Penempatan Trotoar**

Perencanaan fasilitas pejalan kaki di ruas jalan Raja Centis Kota Maumere mengacu pada standar Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemanfaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No :

03/PRT/M/2014). Trotoar yang akan direncanakan umumnya sejajar dengan jalan dan lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pejalan kaki. Trotoar direncanakan untuk kedua sisi jalan dan diberi fasilitas tambahan berupa tanaman hijau. Perencanaan trotoar mengikuti kondisi eksisting serta memanfaatkan area lahan yang ada.

Trotoar pada sisi kanan ruas jalan Raja Centis direncanakan ditempatkan di atas saluran drainase dengan struktur fisik memenuhi standar sesuai spesifikasi mutu beton K-50 MPa untuk pekerjaan saluran, serta plat beton yang struktur fisiknya memenuhi standar mutu beton K-175 Mpa. Perencanaan trotoar dapat diuraikan dengan data sebagai berikut:

a. Titik 1

Data eksisting ruas jalan Raja Centis di titik 1 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Eksisting Titik 1

No.	Keterangan	Ukuran (m)
1	Lebar badan jalan	7,5
2	Lebar bahu jalan	1,7
3	Lebar saluran drainase	1,2
4	Lebar rata-rata ke gedung bagian barat	6,5
5	Lebar drainase ke pagar bagian timur	0,2

Dari data survey lapangan di ruas jalan Raja Centis Kota Maumere, maka direncanakan fasilitas pejalan kaki sebagai berikut:

Tabel 8. Data Rencana Titik 1

No.	Keterangan	Ukuran (m)
1	Lebar badan jalan	7,5
2	Lebar trotoar kedua sisi	1,5
3	Jarak trotoar ke gedung bagian barat	0,75
4	Jarak trotoar ke fasilitas tambahan	0,6

Bagian yang lebih di kedua sisi digunakan untuk area parkir kendaraan bermotor.

b. Titik 2

Data eksisting ruas jalan Raja Centis di titik 2 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Data Eksisting Titik 2

No.	Keterangan	Ukuran (m)
1	Lebar badan jalan	7,5
2	Lebar bahu jalan bagian timur	1,3
3	Lebar saluran drainase bagian timur	1,2
4	Lebar rata-rata ke gedung bagian timur	2,5
5	Lebar rata-rata ke gedung bagian barat	6,5

Dari data survey lapangan di ruas jalan Raja Centis Kota Maumere, maka direncanakan fasilitas pejalan kaki sebagai berikut:

Tabel 10. Data Rencana Titik 2

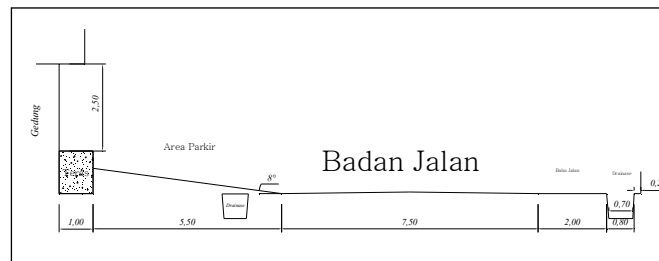
No.	Keterangan	Ukuran (m)
1	Lebar badan jalan	7,5
2	Lebar trotoar kedua sisi	1,5
3	Jarak trotoar ke gedung bagian barat	0,75
4	Jarak trotoar ke faasilitas tambahan	0,6

Bagian yang lebih di kedua sisi digunakan untuk area parkir kendaraan bermotor.

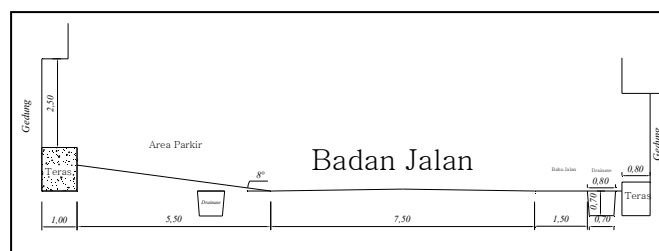
**2. Konstruksi Trotoar**

- a. Untuk memberikan pelayanan yang optimal kepada pejalan kaki, trotoar harus diperkeras dan diberi batasan fisik berupa kerb;
- b. Bahan perkerasan trotoar dapat berupa aspal, paving blok dan beton;
- c. Kerb yang digunakan pada trotoar adalah kerb penghalang untuk mencegah kendaraan keluar dari jalur lalu lintas;
- d. Tinggi trotoar maksimum 25 cm dan sesuai dengan keadaan setempat tinggi trotoar bisa lebih dari 25 cm.

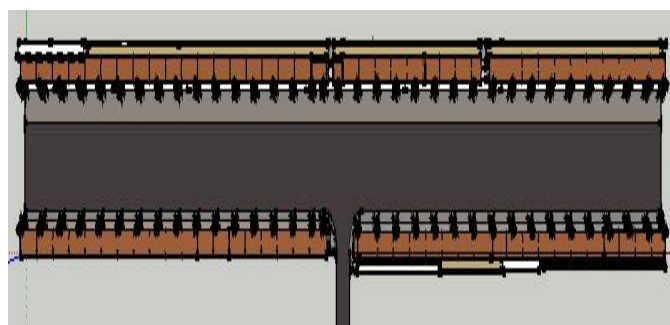
**3. Layout**



Gambar 3. Kondisi eksisting pada titik 1



Gambar 4. Kondisi eksisting pada titik 2



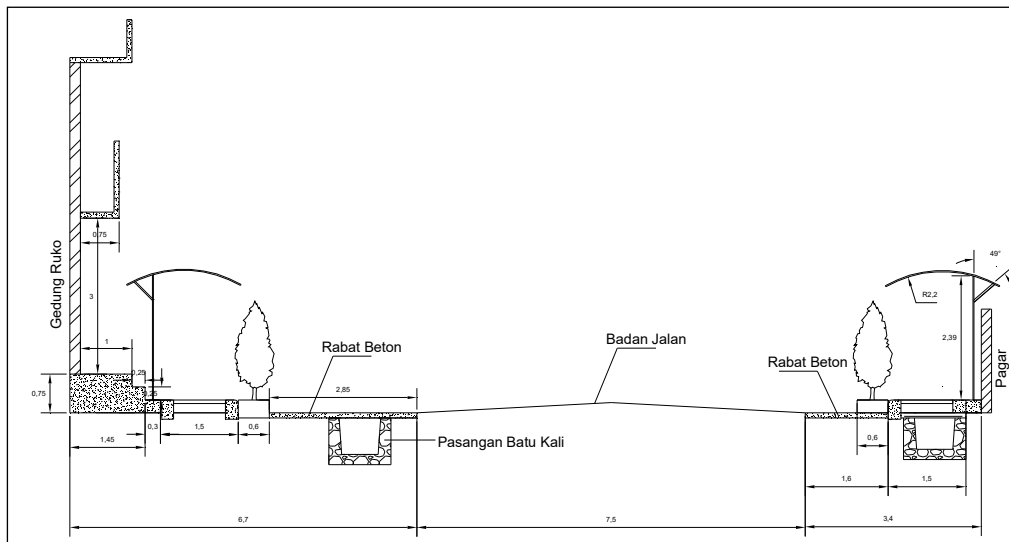
Gambar 5. Perspektif Perencanaan Trotoar Tampak atas



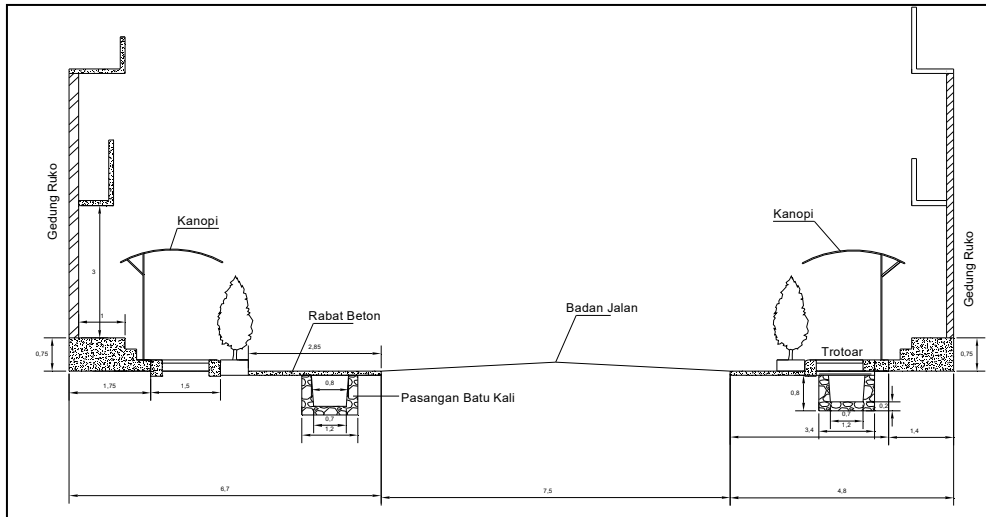
Gambar 6. Perspektif Perencanaan Trotoar Titik 1



Gambar 7. Perspektif Perencanaan Trotoar Titik 2



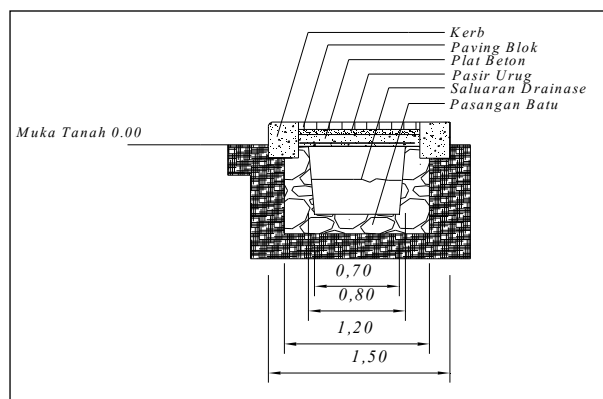
Gambar 8. Tipikal Perencanaan Trotoar Pada Sta 0+000-0+100



Gambar 9. Tipikal Perencanaan Trotoar Pada Sta 0+100-0+200

#### 4. Penempatan Trotoar

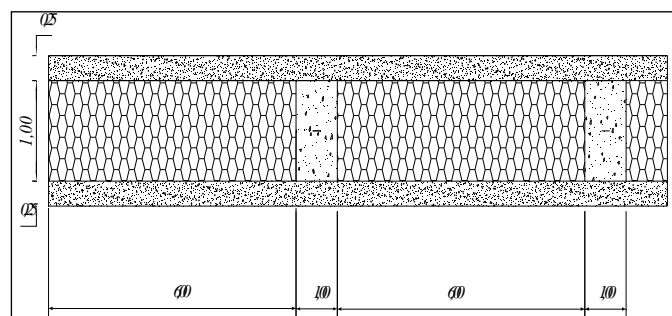
Penempatan trotoar yang sesuai dengan perencanaan berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 10. Penempatan Trotoar dan Detail Drainase

#### 5. Trotoar Dengan Bukaannya

Trotoar yang direncanakan pada ruas jalan Raja Centis Kota Maumere direncanakan dengan bukaan selebar 1 meter dengan jarak antar bukaan sebesar 6 meter. Bukaan ini dimaksudkan untuk efektifitas pada saat pembersihan saluran drainase.

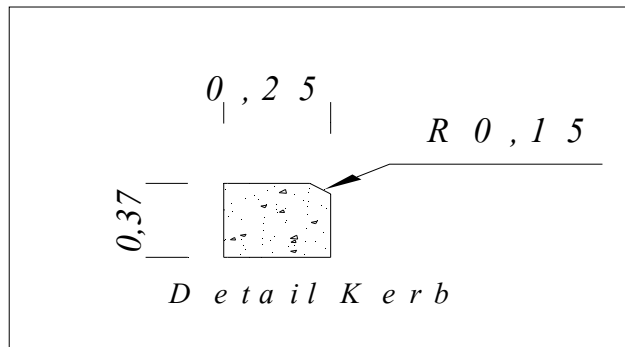


Gambar 11 Tampak Atas Trotoar Dengan Bukaannya



**6. Kerb**

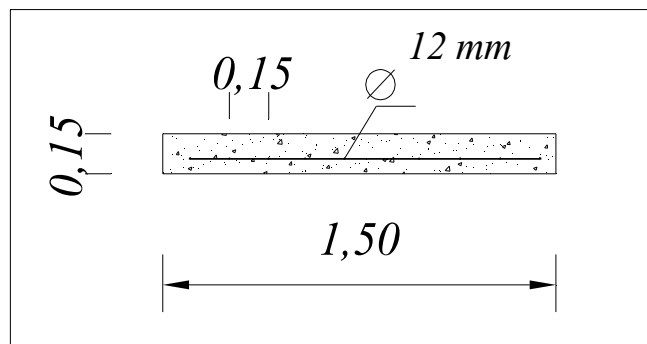
Untuk keseragaman bentuk kerb dipilih hanya satu jenis/bentuk kerb yaitu kerb penghalang (*Barrier Curb*) dengan bentuk serta dimensi tertentu. Pembuatan kerb dapat berupa cor di tempat ataupun pabrikasi dalam bentuk-bentuk standar dengan standar mutu beton K-250 MPa.



Gambar 12. Detail Kerb

**7. Plat Beton**

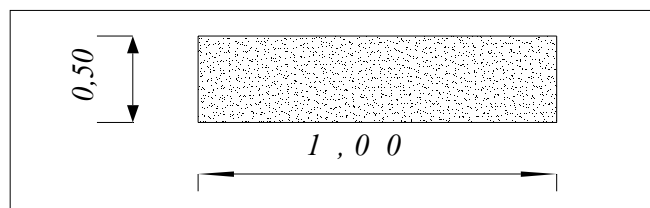
Plat beton yang digunakan dalam perencanaan ini berfungsi sebagai penahan atau pemikul beban dari struktur trotoar lainnya. dengan demikian struktur ini dibuat dengan spesifikasi sesuai standar mutu beton K-175 MPa. Berdasarkan beban dari masing-masing struktur, plat beton direncanakan menggunakan tulangan  $\varnothing 12$  dengan jarak tiap tulangan 15 cm.



Gambar 13. Detail Plat Beton

**8. Urugan Pasir**

Pasir yang digunakan untuk urugan di atas plat beton bertulang dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 14. Detail Urugan Pasir

## KESIMPULAN

Lebar efektif trotoar bagi pejalan kaki yang diperoleh berdasarkan volume puncak per 15 menit adalah 1.5 meter tanpa penambahan elemen pendukung jalur pejalan kaki. Sedangkan apabila ditambahkan elemen pejalan kaki seperti tanaman peneduh, lampu jalan, tempat sampah, bangku, kanopi dan lain-lain maka lebar efektif trotoar harus ditambah dengan lebar efektif masing-masing elemen pendukung pada tabel 2. Tingkat pelayanan trotoar yang diperoleh dengan nilai  $v = 0,379$  orang/meter/menit adalah tingkat pelayanan trotoar (*Level of Service*) A.

Lebar trotoar yang efektif dapat membuat pejalan kaki akan merasa aman, nyaman berjalan di atas trotoar. Sementara itu sepanjang ruas jalan Raja Centis Kota Maumere saat ini tidak memiliki trotoar sehingga perlu dilakukan perencanaan jalur pedestrian oleh pemerintah daerah setempat. Perlunya penertiban parkir di sepanjang ruas jalan Raja Centis Kota Maumere untuk semua jenis kendaraan. Kesadaran dari pihak pemerintah setempat maupun pihak kepemilikan lahan juga diperlukan dalam memanfaatkan tataguna lahan yang ada. Kegiatan bongkar muat barang bagi pemilik Toko maupun bagi konsumen, disarankan pada saat jam tutup toko.

Dalam hal ini diperlukan kerjasama yang baik dari beberapa pihak seperti, pihak Kepolisian, Dinas Perhubungan, serta Pemerintahan setempat untuk menelakukan penertiban terhadap parkir kendaraan di ruas jalan Raja Centis, serta mensosialisasikan pentingnya fasilitas pejalan kaki dalam penataan tata ruang kota untuk menjadikan suatu kawasan Kota Maumere yang aman dan indah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga Pembinaan Jalan Kota, 1990, No.007/T/BNKT/1990, Petunjuk Perencanaan Trotoar, Jakarta
- Ditjen Binamarga, 1991, Pedoman Teknis Perencanaan Spesifikasi Trotoar, Jakarta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2018, No.02/SE/M/2018 Tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, Jakarta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2014, No.03/PRT/M/2014 Tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemanfaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan, Jakarta.
- Salim, H.A.A., "*Manajemen Transportasi*", PT.Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2008.
- Transportation Research Board-National Research Council, 2000, *Highway Capacity Manual; Special report 209*, Washington DC.
- Undang-Undang Republik Indonesia, No 22 Tahun 2009, "tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan", Jakarta

**Tingkah Laku Prehensi, Mastikasi dan Defekasi Kuda Sandelwood (*Equus Caballus*) di Padang Laiwila desa Kaliuda Kecamatan Pahunga Lodu Kabupaten Sumba Timur**

***Behavior of Prehence, Mastication and Defecation of Sandelwood Horse (*Equus caballus*) in Padang Laiwila Kaliuda Village Pahunga Lodu District East Sumba Regency***

**Serlin Rambu D. Wini<sup>1)</sup>, Alfred O. M. Dima<sup>2)</sup>, Ermelinda D. Meye<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3</sup>)Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jalan Adisucipto Penfui Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: [chelinrambu@email.com](mailto:chelinrambu@email.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkah laku prehensi, mastikasi dan defekasi kuda Sandelwood (*Equus caballus*) di Padang Laiwila Desa Kaliuda Kecamatan Pahunga Lodu Kabupaten Sumba Timur. Penelitian ini menggunakan 10 ekor kuda Sandelwood yang terdiri dari 5 ekor jantan dan 5 ekor betina. Penelitian ini menggunakan *encounter method and all occurrences recording*. Data tingkah laku prehensi dan mastikasi dianalisis menggunakan uji t-test independent dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkah laku prehensi kuda Sandelwood yaitu diawali dengan kuda berjalan menghampiri pakan lalu memanjangkan leher dan mengambil pakan tersebut menggunakan bibir bagian atas serta gigi untuk memotong pakan. Frekuensi prehensi tertinggi terjadi pada pagi hari. Tingkah laku mastikasi kuda Sandelwood dapat dilihat dari pergerakan rahang atas dan rahang bawah kuda untuk memperkecil partikel pakan. Frekuensi mastikasi tertinggi terjadi pada pagi hari. Tingkah laku defekasi kuda ditandai dengan perilaku mencium tempat kotoran lamanya, mengangkat ekor, mengeluarkan feses melalui anus, mencium kembali tempat pembuangan feses lalu meninggalkan tempat tersebut. Bentuk feses kuda Sandelwood yaitu lonjong, bulat dan tidak beraturan dengan warna feses hijau kecoklatan.

**Kata kunci:** *Kuda Sandelwood, Prehensi, Mastikasi, Defekasi.*

**ABSTRACT**

The objective of this study was to determine feeding behavior include the frequency prehention, mastication, and defecation of Sandelwood horse (*Equus caballus*) in Padang Laiwila Kaliuda Village Pahunga Lodu District East Sumba Regency. This study used 10 Sandelwood horses consisting of 5 males and 5 females. Thus, encounter method and all occurrences recording method was used for this study. Data behaviors and frequency of prehention and mastication was analyzed using analysis of independent t-test with a 95% confidence level. The results showed that prehention behaviors sequentially include the horse walking toward the feed, lengthening the neck, taking the feed using the upper lip and teeth to cut feed with the highest frequency at the time of morning day. Mastication behavior was characterized by movement of the upper and lower jaw to reduce feed particles with frequency morning day highest compared to the other feeding administrations. Mastication behavior sequence involves kissing the site of the old dirt and then lifting his tail and removing the stool through the anus. Finally, they kissed again where the stool threw away and left the place. Morphological faeces namely oval, round and irregular with a brownish green color.

**Key words:** *Sandelwood horse, Prehention, Mastication, Defecation.*

**PENDAHULUAN** (Arial 11, Bold, spasi 1,5, spacing before 12 pt, after 6 pt)

Kabupaten Sumba Timur merupakan salah satu wilayah di Nusa Tenggara Timur (NTT) yang memiliki populasi kuda terbanyak di Indonesia (Anonim, 2014) dan dijuluki pulau seribu satu kuda (Sandelwood) karena didukung oleh tersedianya lahan penggembalaan seluas 700,50 Ha. Kuda Sandelwood merupakan sumber daya genetik rumpun kuda lokal yang dikembangkan di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) (Anonim, 2014). Peranan kuda bagi masyarakat Sumba yaitu sebagai sumber pangan, alat transportasi yang cukup penting dan biasa diadakan pacuan kuda minimal setahun sekali sebagai ajang olah raga dan budaya masyarakat. Kabupaten Sumba Timur terdiri dari 22 kecamatan 16 kelurahan dan 140 desa. Desa Kaliuda merupakan desa yang berada di Kecamatan Pahunga Lodu yang memiliki populasi ternak kuda sandelwood paling banyak di Sumba Timur dan didukung oleh tersedianya lahan penggembalaan seluas 34,980 Ha.

Pada umumnya Kabupaten Sumba Timur beriklim kering dengan curah hujan yang relatif rendah 1.162, 80 mm/tahun, curah hujan rata-rata pertahun berlangsung 3-4 bulan dengan suhu rata-rata minimum 25,4<sup>0</sup>C – 28,5<sup>0</sup>C (Anonim, 2014). Menurut Randu, dkk., (2017) pengembangan kuda Sandelwood tidak terlepas dari ketersediaan pakan yang dikonsumsi berupa hijauan yang bersumber dari lahan pertanian maupun padang penggembalaan dengan ketersediaan yang tidak kontinu. Padang penggembalaan adalah suatu daerah padang yang ditumbuhi oleh hijauan yang merupakan tanaman pakan ternak yang dapat direnggutnya menurut kebutuhannya dalam waktu singkat. Ketersediaan pakan di padang penggembalaan akan memengaruhi aktivitas makan pada ternak kuda sehingga kuda dilepas begitu saja untuk mencari makanan sendiri sesuai dengan keinginannya. Ketersediaan pakan juga tergantung pada musim, jika musim hujan maka jenis hijauan di padang penggembalaan sangat melimpah sehingga ternak kuda mendapatkan nutrisi yang cukup sedangkan pada musim kemarau hijauan semakin berkurang dan ternak kuda mengalami kekurangan nutrisi. Parakkasi, (1988) menyatakan performa yang dihasilkan oleh kuda seiring dengan kualitas hijauan, dimana hijauan yang mempunyai kualitas baik akan menghasilkan performa kuda yang baik pula. Hijauan yang bagus tentunya tidak hanya sebagai sumber energi tetapi juga sebagai sumber protein, vitamin, mineral dan nutrisi lainnya.

Ketersediaan dan terpenuhinya kebutuhan pakan ternak kuda, baik di kandang maupun di padang penggembalaan sangat tergantung pada tingkah laku makan. Adirahman, dkk., (2017) menyatakan bahwa frekuensi prehensi dan mastikasi berkaitan dengan jenis pakan dan bagaimana cara pemberian pakan tersebut kepada kuda. Prehensi kuda pada pakan hijauan lebih tinggi dibandingkan dengan pakan konsentrat karena hijauan memiliki serat kasar yang lebih tinggi, menyebabkan hijauan lebih alot dan lebih sukar diambil jika dibandingkan dengan konsentrat.

Penelitian tentang tingkah laku prehensi, mastikasi dan defekasi kuda Sandelwood di padang penggembalaan khususnya di Sumba Timur masih sangat jarang dilakukan dan sumber

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

data yang terbatas, sehingga telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui tingkah laku prehensi, mastikasi dan defekasi kuda Sandelwood di padang Laiwila Desa Kaliuda Kecamatan Pahunga Lodu Kabupaten Sumba Timur.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada Agustus sampai dengan Oktober 2020 di Padang Laiwila Desa Kaliuda Kecamatan Pahunga Lodu Kabupaten Sumba Timur.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teropong/teleskop, stopwatch, hand counter, alat tulis, kuda Sandelwood sebanyak 10 ekor (5 ekor jantan dan 5 ekor betina).

### Desain Penelitian

Penelitian ini didahului dengan habituasi agar kuda Sandelwood beradaptasi terhadap kehadiran peneliti. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah *Encounter method* dan *continous recording/all occurrences recording*. *Encounter method* diartikan sebagai metode penjumpaan langsung dan *continous recording/all occurrences recording* adalah metode pencatatan yang dilakukan secara kontinu dalam sesi pengamatan. Dengan metode ini peneliti dapat menjelajahi suatu area atau habitat untuk mencari satwa secara sistematis dalam kisaran waktu yang ditentukan dan mencatat perilaku apa saja yang dilakukan obyek penelitian (Engelhardt, dkk., 2004).

### Prosedur Penelitian

Disiapkan alat dan bahan yang digunakan, observasi dan habituasi/pembiasaan dilakukan agar peneliti dapat mengenal objek penelitian selama kurang lebih 2 minggu sebelum penelitian yang sebenarnya. Kuda Sandelwood yang diamati sebanyak 10 ekor terdiri 5 ekor jantan dan 5 ekor betina dengan diberi tanda dan no 1-5 pada masing-masing kuda menggunakan tali yang warnanya berbeda dan papan nama yang terbuat dari kertas karton. Selanjutnya diamati tingkah laku prehensi dan mastikasi yang ditandai dengan kuda menghampiri pakan lalu memasukan ke dalam mulut yang melibatkan organ seperti gigi, lidah dan bibir serta mengunyah yang terlihat dari pergerakan rahang atas dan rahang bawah kuda. Data yang diperoleh ditabulasi dalam bentuk tabel.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji t-test independent.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tingkah Laku Prehensi Kuda Sandelwood**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prehensi kuda Sandelwood dimulai dari kuda berjalan menghampiri pakan, kemudian kuda memanjangkan leher dan mengambil pakan tersebut lalu memasukkan dalam mulutnya. Pengambilan pakan kuda Sandelwood rata-rata menggunakan bibir bagian atas untuk menarik makanan lalu dilanjutkan dengan gigi untuk memotong pakan.

Tabel 1. Frekuensi Prehensi Kuda Sandelwood

Kuda	Frekuensi Prehensi			Nilai P	Ket
	Pagi ( $\bar{X} \pm SD$ )	Siang ( $\bar{X} \pm SD$ )	Sore ( $\bar{X} \pm SD$ )		
	2278,28	±	1926,56	±	
Jantan	197,416	1060, 04 ± 17,46	342,309	0.030	N
	3223,24	± 1356,44	± 2436,56	±	
Betina	203,30	104,192	148,591		

Hasil analisis pada tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari rata-rata frekuensi prehensi antara kuda jantan dan betina dengan nilai tertinggi sebesar 3223,24 ± 203,30 kali pada kuda betina dan terendah sebesar 1060, 04 ± 17,46 kali pada kuda jantan. Frekuensi prehensi paling tinggi terjadi pada pagi hari dan terendah pada siang hari. Tingginya frekuensi prehensi pada pagi hari diduga karena kuda berada dalam keadaan atau kondisi lapar fisiologis karena proses metabolisme yang berlangsung secara kontinu dan pengosongan lambung sepanjang malam setelah beberapa waktu sejak mengkonsumsi pakan yang terakhir dengan durasi waktu selama ± 10 jam. Tingkat konsumsi pakan yang dikategorikan sedang yaitu pada sore hari, hal itu diduga karena pada sore hari suhu lingkungan sudah mulai berkurang sehingga kuda Sandelwood melakukan aktivitas makan dengan tingkat yang sedang. Selain itu, suhu lingkungan pada pagi dan sore hari di padang Laiwila lebih rendah mencapai 26°C sehingga kuda Sandelwood lebih banyak melakukan aktivitas makan pada pagi dan sore hari dibandingkan pada siang hari dengan suhu lingkungan mencapai 28-31°C sehingga kuda Sandelwood lebih banyak bersitirahat meskipun melakukan aktivitas makan dengan frekuensi yang rendah. Hal ini diduga karena apabila kuda berada dalam cekaman suhu yang tinggi atau panas maka pola tingkah laku makan kuda Sandelwood berubah menjadi kegiatan istirahat dan minum air dari sumber air (kali) yang berada di sekitar padang tersebut untuk menghindari kondisi yang tidak menyenangkan. Jika dibandingkan dengan kuda yang dikandangan lebih mendapatkan perhatian dari pemilik sehingga pola makan dan jenis pakan serta air yang dikonsumsi selalu disediakan.

McDowell (1972) menyatakan meningkatnya suhu tubuh ternak yang disebabkan oleh suhu lingkungan yang tinggi sehingga mengakibatkan ternak melakukan usaha yang efektif agar suhu

tubuh tetap normal melalui evaporasi dan respirasi yang cepat, tubuh akan mengalami kekurangan air. Hal ini didukung oleh pendapat Devendra dkk., (1994) pada suhu lingkungan yang tinggi ternak akan meminum air dalam jumlah yang banyak melebihi kebutuhan metabolik karena air diperlukan untuk proses pendinginan tubuh ternak dan juga faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya konsumsi pakan salah satunya adalah suhu lingkungan. Semakin tinggi suhu lingkungan, maka tubuh ternak akan mengalami kelebihan panas sehingga kebutuhan terhadap pakan menurun dan sebaliknya.



Gambar: Kuda Sandelwood di lokasi penelitian.

### Tingkah Laku Mastikasi Kuda Sandelwood

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mastikasi kuda Sandelwood jantan dan betina dapat dilihat dari pergerakan rahang atas dan rahang bawah kuda. Pakan seolah digerus antara geraham atas dan geraham bawah menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga memudahkan kuda Sandelwood dalam menelan pakan. Gerakan geraham kuda ditentukan oleh jumlah pakan dan kondisi pakan yang dikonsumsi.

Tabel 2. Frekuensi mastikasi Kuda Sandelwood

Kuda	Frekuensi Prehensi			Nilai P	Ket
	Pagi ( $\bar{X} \pm SD$ )	Siang ( $\bar{X} \pm SD$ )	Sore ( $\bar{X} \pm SD$ )		
	4263,76	± 2125,28	± 3727,52	±	
Jantan	261,32	51,765	386,892	0.015	N
	6173,96	± 2786,12	± 4656,48	±	
Betina	278,31	223,972	224,606		

Hasil analisis pada tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari rata-rata frekuensi mastikasi antara kuda jantan dan betina dengan nilai tertinggi sebesar 6173,96

$\pm 278,31$  kali pada kuda betina dan terendah sebesar  $2125,28 \pm 51,765$  kali pada kuda jantan. Frekuensi mastikasi tertinggi terjadi pada pagi hari dan terendah terjadi pada siang hari. Hal ini terjadi karena pengambilan pakan pada pagi hari yang terlihat dari frekuensi prehensi lebih tinggi dibandingkan pada siang dan sore hari. Tingginya frekuensi prehensi juga memungkinkan tingginya frekuensi mastikasi pada kuda Sandelwood.

### Tingkah Laku Defekasi Kuda Sandelwood

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ciri-ciri yang ditunjukkan kuda Sandelwood pertamanya kuda berjalan mencium tempat kotoran lama, menghentakkan kaki, lalu mengangkat ekor sambil membuka kedua kaki belakang kemudian mengeluarkan feses melalui anus sambil mengeluarkan suara, selanjutnya mencium kembali tempat feses lalu meninggalkan tempat tersebut dan waktu defekasi terjadi pada sore hari. Selanjutnya kuda Sandelwood kembali melakukan aktivitas makan. Pernyataan ini didukung oleh Hart (1985) bahwa kuda pada saat membuang kotoran (defekasi) mencium tempat, ekor diangkat kemudian membuang kotoran dan membelakangi tempat tersebut. Bentuk feses dari kuda Sandelwood beranekaragam, ada yang berbentuk lonjong, bulat dan menggumpal tidak beraturan. Bentuk feses kuda dipengaruhi oleh pakan (rumput kering) yang dikonsumsi kuda di padang penggembalaan sehingga menyebabkan daya cerna rendah. Hal ini sejalan dengan pendapat dari Wheeler dan Zajackowski (2001), menyatakan bahwa bentuk feses kuda yang baru dikeluarkan dari anus berbentuk lonjong, bulat dan tidak beraturan dan rendahnya daya cerna bahan kering (rumput kering) pada ternak yang hanya mengkonsumsi rumput lapangan saja ini diakibatkan karena tingginya kandungan serat kasar (lignin, selulosa dan hemiselulosa). Tillman, dkk., (1984) dan Bamualim (1988) menyatakan bahwa bahan pakan yang kandungan serat kasarnya tinggi akan sukar dicerna sehingga kecepatan alirannya juga rendah dan daya cerna bahan kering rumput lapangan dapat menurun dari 65% selama awal pertumbuhan sampai dengan 40% setelah tanaman menjadi tua. Warna feses yang terlihat adalah hijau kecoklatan serta mengkilap dikarenakan feses tersebut merupakan feses yang baru saja dikeluarkan kuda tersebut, sedangkan tekstur dari feses adalah agak kasar dan berserat dikarenakan kuda Sandelwood hanya mengkonsumsi rumput belulang dengan kondisi yang kering di padang penggembalaan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkah laku prehensi kuda Sandelwood diawali dengan kuda berjalan mendekati pakan lalu memanjangkan leher dan mengambil pakan menggunakan bibir bagian atas serta gigi untuk memotong pakan. Frekuensi prehensi tertinggi terjadi pada pagi hari dengan nilai rata-rata sebesar  $3223,24 \pm 203,30$  kali pada kuda betina.



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

2. Tingkah laku mastikasi kuda Sandelwood ditandai dengan gerakan rahang atas dan rahang bawah kuda untuk memperkecil partikel pakan. Frekuensi mastikasi tertinggi terjadi pada pagi hari dengan nilai rata-rata sebesar  $6173,96 \pm 278,31$  kali pada kuda betina.
3. Tingkah laku defekasi kuda Sandelwood ditandai dengan perilaku mencium tempat kotoran lamanya lalu mengangkat ekor, mengeluarkan feses melalui anus, mencium kembali tempat pembuangan feses lalu meninggalkan tempat tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, L., E. Hernawan., K A. Kamil., A. Mushawwir. 2010. *Fisiologi Ternak*. Widya Padjadjaran. Bandung.
- Anonim. 2017. Nusa Tenggara Timur dalam Angka. Katalog BPS: 1102001.53.
- Anonim. 2014. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 426/Kpts/SR.120/3/2014. *Tentang Penetapan Rumpun Kuda Sandel*. <http://bibit.ditjen.pertanian.go.id/sites/default/files/Kuda%20Sandel.pdf>. Diakses tanggal 22 Oktober 2015.
- Bamualim, A. 1988. *Prinsip-prinsip dalam pemberian makanan ternak sapi*. Kupang: Kumpulan materi kursus prinsip produksi dan metode penelitian peternakan. Sub Balai Penelitian Ternak-Lili.
- Blakey, J and H. B. David. 1991. *Ilmu Peternakan. Edisi Keempat*. UGM. Yogyakarta.
- Church, D. C. and W. G. Pond. 1998. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 3rd Edition. Jhon Wiley and Sons. New York.
- Detha, A., M. Sudarwanto., H. Latif., dan F. U. Datta. 2013. *Identifikasi Kandungan Protein dan Potensi Pemanfaatan Susu Kuda Sumba* di Pulau Sumba. *Jurnal Flobamora Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur* 8(4): 250-259.
- Dorta, Simamora. 2000. *Kajian Morfologi, Perilaku, Habitat dan Analisis Proksimat Anjing Tanah dari Balige Sumatera Utara*. Program Pasca Sarjana. Institut Teknologi Bandung. Bogor.
- Engelhardt, A., Pfeifer J.B., Heistermann M, Niemitz C, Van Holf JARAM, Hodges JK. 2004. *Assessment of Female reproductive Status by Male Long-tailed Macaques (Macaca fascicularis), Under Natural Conditions*. *Anim Behav* 67(5) : 915-24
- Jacob, t. N., 1994. *Budidaya Ternak Kuda*. Cetakan 1. Kanisius. Yogyakarta.
- Parakkasi, A. 1988. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Monogastrik* Vol IB. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdikbud, Jakarta.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Radiopetra. 1997. *Zoologi*. Penerbit.Erlangga, Jakarta.

Rahmadi, Didiek., Sunarso., Achmad., Joelal., Pangestu., Eko. 2003. *Nutrisi dan Makanan Ternak*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Rahmawati, putri. 2011. *Pengaruh Pakan Terhadap Performa Reproduksi Kuda Betina di Kuda "Tombo Ati Stable" Salatiga*. Universitas Gajah Mada.

Randu, M. D. S. 2017a. *Strategi Pengembangan Ternak Kuda (Equus caballus) Sebagai Sumber Daya Lokal yang Bernilai Budaya di Kabupaten Sumba Barat Daya (Studi Kasus Kecamatan Kodi, Kodi Bangedo, dan Kodi Balaghar)*. Disertasi. Program Pascasarjana. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Rasyid, Ilhami. N. I. 2008. *Tingkah Laku Ternak*. Fakultas Peternakan Jendral Sudirman. Purwokerto.

Tillman, A. D., H. S. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1984. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Wheeler, E & J. S. Zajackowski.2001. Horse Table Manure Management.  
<http://panutrientmgmt.cas.psu.edu/pdf/G97.pdf> [23 November 2020].

**ANALISIS *NON PRODUCT OUTPUT* PADA PROSES PRODUKSI DI PABRIK GULA X MADIUN**

***Analysis Of Non Product Output On The Production Process In X Sugar Factory Madiun***

**Shanas Galih Delva<sup>1)</sup>, Petrus Setya Murdapa<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Manggis 15-17 Kota Madiun

<sup>2)</sup>Staf Pengajar Program Studi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Manggis 15-17 Kota Madiun

<sup>1)</sup>e-mail: shanasgalih@gmail.com

**ABSTRAK**

Pabrik Gula X adalah industri yang bergerak dalam bidang agrobisnis yang memproduksi produk gula. Pada Pabrik Gula X khususnya di bagian teknik atau dapat disebut di bagian proses produksi masih terdapat *Non Product Output* (NPO) yaitu blotong dan abu yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal, sehingga proses produksi di PG X belum mencapai produksi bersih. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persentase NPO dibagian proses produksi di PG X, kemudian memberikan usulan terkait pengolahan produk NPO. Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan metode NPO. Pengambilan data NPO di bagian proses produksi diambil selama satu bulan dengan cara pengamatan langsung di setiap bagian proses produksi. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase NPO masih cukup tinggi yaitu 9,4% produk yang terbuang. Beberapa usulan diberikan untuk meningkatkan kemanfaatan dari beberapa NPO tersebut.

**Kata Kunci:** Proses Produksi, Keluaran bukan produk, Produksi Bersih.

**ABSTRACT**

*PG X Madiun is a sugar factory, an industry engaged in agribusiness that produces sugar products. At PG X, especially in the engineering section or it can be called in the production process section, there are still Non Product Output (NPO) namely blotong and ash that cannot be utilized optimally, so that the production process at PG X has not reached clean production. This research aims to determine the percentage of NPO in the production process section at PG X, then provide suggestions related to the processing of NPO products. The analytical technique used is the NPO method. NPO data collection in the production process is taken for one month by direct observation in each part of the production process. The results of this study indicate that the percentage of NPO is still quite high, namely 9.4% of wasted product. Several proposals were given to increase the benefits of those NPOs.*

**Keywords:** Production process, Non-Product Output, clean production

**PENDAHULUAN**

Efisiensi merupakan hal yang sangat penting dan menjadi target pencapaian sebuah perusahaan. Dengan menekan jumlah *non product output* (NPO) maka efisiensi dapat naik. NPO merupakan material, energi, dan air yang terlibat dalam proses namun tidak terkandung ke dalam produk utama. Ini dapat mencakup bahan baku yang tidak dapat dipakai, produk rusak, limbah, energi yang terbuang, emisi, dan lain-lain. NPO tidak hanya berwujud material, dapat pula berupa energi, dan air (BPPT, 2012). Analisis NPO dapat diterapkan untuk menciptakan akuntabilitas

manajemen sehingga melindungi lingkungan (Doorasamy, 2014) dan menaikkan nilai perusahaan (Effendi, 2021).

Beberapa NPO mungkin mungkin masih dapat dipakai ulang, diminimasi atau dilakukan pengolahan sehingga dapat memberikan manfaat ekonomi, atau akan mendorong tercapainya produksi bersih (Widodo, 2017) yang dapat mengurangi dampak buruk kepada lingkungan (Zulmi, Meldayanoor, & Lestari, 2018). Dari sini selanjutnya akan dapat terbentuk industri yang sustainable (Ulya & Hidayat, 2018). Pengelola industri harus mampu mengidentifikasi semua NPO yang ada tanpa ada yang terlewat. Identifikasi NPO salah satunya dapat dilakukan dengan menggambarkan diagram alur proses bahan dalam proses produksi secara cermat. Untuk keperluan ini diagram alur tersebut harus mudah dipahami oleh pihak produksi atau pihak – pihak lain yang bersangkutan.

PG X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri agribisnis yang memproduksi gula. Proses produksi gula di PG X dilakukan pada masa giling yang biasanya dilakukan setahun sekali selama kurang lebih empat bulan. Proses produksi PG X menciptakan beberapa produk, terutama ialah gula. Produk sampingnya ialah tetes (*molase*). Kemudian ada beberapa *non product output* (NPO) berupa blotong, ampas tebu dan abu. Di PG X, khususnya pada departemen teknik, dijumpai permasalahan belum dapat memanfaatkan hasil proses produksi NPO pada setiap stasiun.

Berikut ini beberapa contoh *NPO* yang belum dapat dimanfaatkan, yang mengakibatkan *efisiensi* PG X belum maksimal.

1. Limbah blotong yang setiap harinya dapat menghasilkan sekitar 13 truck atau sekitar 51.000 kg/hari. Blotong ini dibawa ke tempat penampungan dimana belum ada pengolahan secara khusus.
2. Limbah abu hasil keluaran dari Stasiun Ketel yang setiap harinya dapat menghasilkan 17 truck atau sekitar 64.040 kg/hari. Abu ini juga dibawa ke tempat penampungan dimana tidak ada pengolahan secara khusus.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah NPO yang terbuang pada masa giling di PG X, kemudian memberikan usulan terkait pemanfaatan limbah yang terbuang untuk meningkatkan *efisiensi* proses produksi di PG X. Caranya, dapat menggunakan teknik *recovery*, *reuse dan recycle*, serta perbaikan ataupun peningkatan sistem operasi dan prosedur kerja.

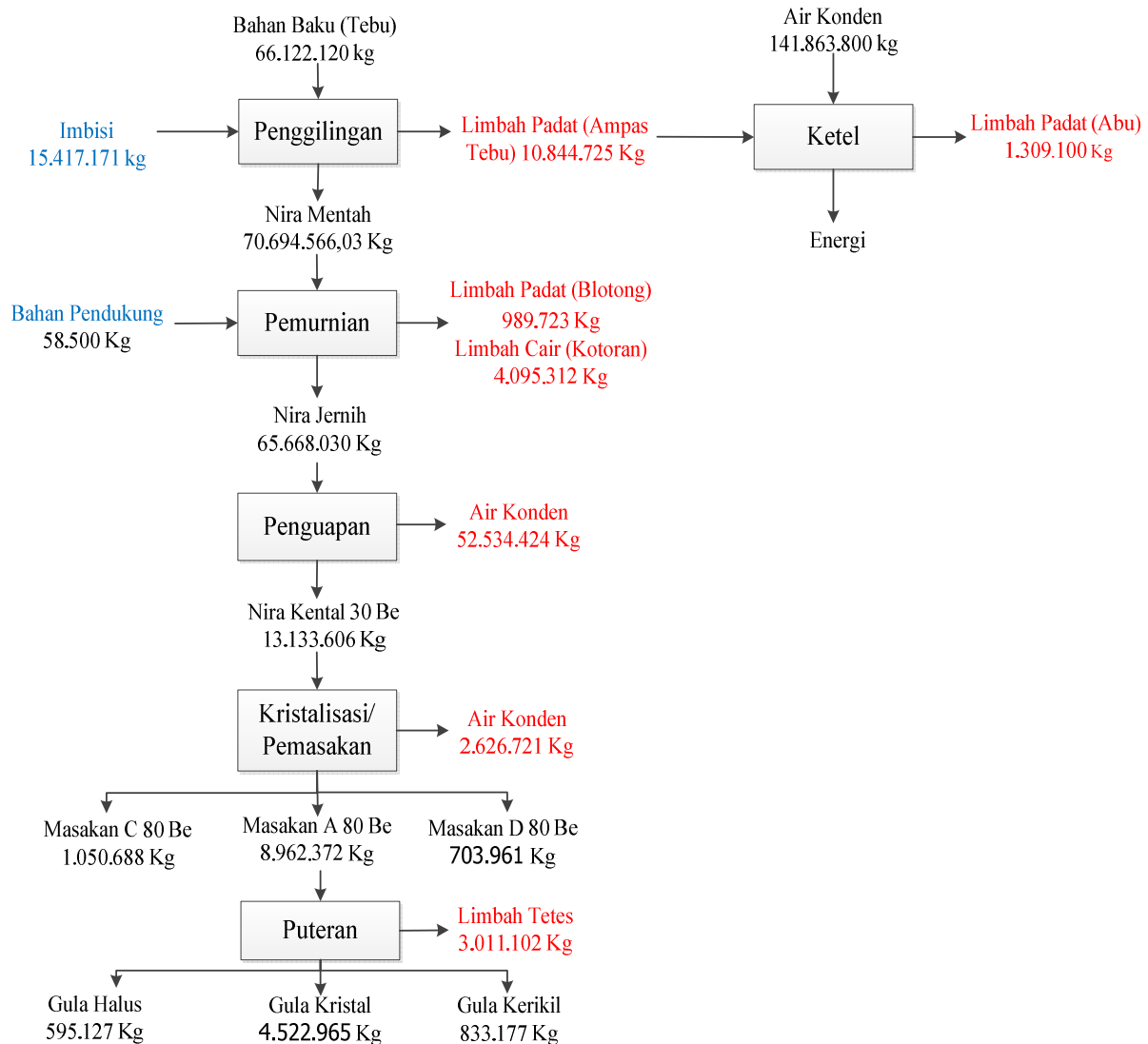
### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Pabrik Gula X Madiun, dilakukan selama satu bulan. Penelitian dimulai dari studi pendahuluan, studi lapangan dan studi pustaka, diikuti dengan perumusan permasalahan dan tujuan penelitian. Berdasarkan konsep neraca massa yang disusun dengan

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

melibatkan para teknisi di pabrik dapatlah disusun suatu diagram alur yang sesuai (Gambar 1). Beberapa data primer terkait kuantitas material dalam diagram alur dapat diidentifikasi dan dikumpulkan. Diantaranya ialah jumlah blotong, abu, air dan lain-lain. Beberapa data sekunder berupa data pendukung informasi terkait pengolahan produk limbah pabrik gula dapat pula diperoleh.



Gambar 1. Model Diagram Alur NPO PG X (Sumber : Hasil Pengamatan)

Analisis NPO pada penelitian ini disederhanakan dengan memfokuskan pada identifikasi aliran bahan yang masuk dan keluar dalam setiap prosesnya, tidak meliputi emisi/biaya energi yang dipakai di setiap proses produksi terutama dimana terdapat produk yang terbuang.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu pertimbangan bagi PG X untuk dapat memanfaatkan produk yang terbuang atau dapat disebut *Non Product Output* (NPO) untuk dijadikan produk baru yang lebih ekonomis sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses produksi

di PG X.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Efisiensi adalah suatu hubungan atau perbandingan antara keluaran (*output*) atau hasil barang yang dihasilkan dengan masukan (*input*) yang dalam melakukan sesuatu tidak membuang-buang waktu, tenaga dan biaya. Pabrik Gula X pada pengelolaan limbah belum *efisien* karena masih terdapat adanya limbah industri yang terbuang. Hal ini menunjukkan akan terdapat pengeluaran biaya untuk limbah yang terbuang tersebut. Limbah industri adalah hasil proses produksi dalam suatu industri, biasanya limbah di hasilkan lebih banyak dari industri manufaktur. Jenis limbah sangat beragam khususnya pada pabrik gula X terdapat tiga jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri, yaitu limbah industri proses produksi, limbah industri domestik dan limbah industri air kondensat (kondensat).

PG X untuk limbah industri domestik dan limbah air kondensat sudah dapat dimanfaatkan secara *efisien* yang mana limbah domestik sudah cukup baik dalam pengelolaannya, air yang keluar terbuang ke sungai sudah cukup jernih. kemudian limbah air kondensat sudah dimanfaatkan sebagai bahan baku proses di stasiun ketel. Kemudian limbah industri proses produksi dari hasil pengamatan, baru sebagian yang sudah dimanfaatkan, untuk hasil *non product output* seperti blotong dan abu masih belum dapat dimanfaatkan secara *efektif* dan *efisien*. Hasil limbah blotong dan abu dibuang ke tempat penampungan pabrik, lamban laun akan hilang karena menyatu dengan tanah, sedangkan untuk abu akan hilang terbawa angin. Maka dari itu perlu dilakukan analisis NPO.

NPO adalah keluaran yang bukan merupakan produk dan dapat dikategorikan jenis limbah yang masih dapat dipakai ulang, diminimasi atau dilakukan pengolahan (Riadi, 2011). Industri harus mampu mengidentifikasi semua NPO yang ada (tidak ada yang terlewat). Identifikasi NPO dilakukan dengan menggambarkan diagram alur proses bahan dalam proses produksi. Diagram alur harus mudah dipahami oleh pihak produksi atau pihak-pihak lain yang bersangkutan. Dalam analisis NPO pada laporan ini hanya fokus mengidentifikasi aliran bahan yang masuk dan keluar dalam setiap prosesnya, tidak meliputi emisi/biaya energi yang dipakai di setiap proses produksi.

Langkah pertama untuk mengetahui NPO adalah membuat diagram alur setiap proses produksinya (Gambar 1). Setelah diagram alur NPO tersusun, maka langkah selanjutnya adalah menghitung berapa presentase NPO yang terbuang. Tabel 1 menampilkan neraca perhitungan NPO pada PG X . Sedangkan, Tabel 2 menampilkan neraca pada stasiun Ketel. Persentase NPO dapat direkap pada Tabel 3. Terlihat bahwa persentase NPO masih cukup tinggi yaitu sekitar 9,4%.

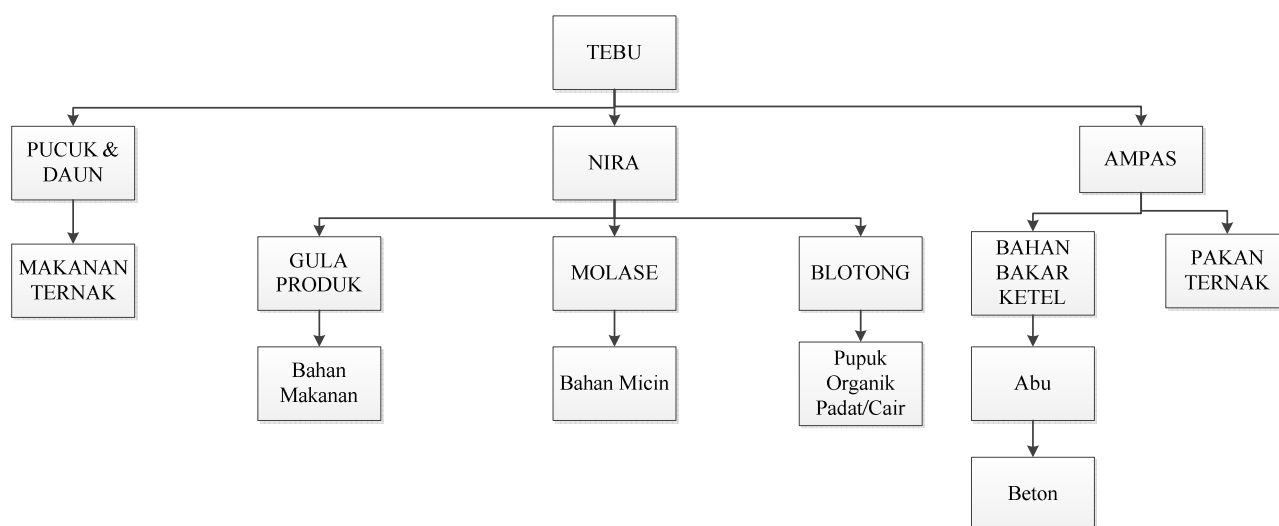


Tabel 3. Hasil Rekapitan Persentase NPO (%).

Produk NPO	Total NPO (%)
Blotong	1,4%
Air Limbah	6%
Abu	2%
Total keseluruhan	9,4%

(Sumber : Data hasil yang diolah)

Non produk yang keluar dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk mendukung efisiensi proses produksi di PG X ataupun dapat dikonversi menjadi produk tambahan yang bernilai ekonomi yang lebih tinggi sehingga tercipta eko-efisiensi (Susilo, 2016; Rifa'atussa'adah & Prabawani, 2017). Gambar 2 memberikan skema pemanfaatan limbah proses pembuatan gula (Sudradjat, 2010). Terlihat bahwa limbah blotong dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik padat/cair. Sedangkan untuk limbah abu dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan produk beton.



Gambar 2. Pengolahan Produk Turunan Industri Gula (Sumber : Sudrajat, 2010)

Jika akan dilakukan pengolahan secara internal terkait non produk blotong dan abu menjadi produk baru, untuk mencapai efisiensi produksi di PG X seperti pada gambar pengolahan produk turunan industri gula, maka bagian yang dapat memegang pengolahan non produk blotong dan abu tersebut adalah bagian teknik. Bagian teknik tersebut bertugas merencanakan, mengkoordinasi, mengendalikan dan mengoptimalkan kegiatan kelancaran proses produksi di PG X. Sehingga, PG X diharapkan dapat memunculkan proses produksi yang optimal tanpa adanya non produk yang terbuang dan menjadi industri tanpa limbah dalam proses produksinya (produksi bersih atau *cleaner production* seperti dimaksud pada Puspita, 2008; Armas, Yanto, & Fadilah, 2020).



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

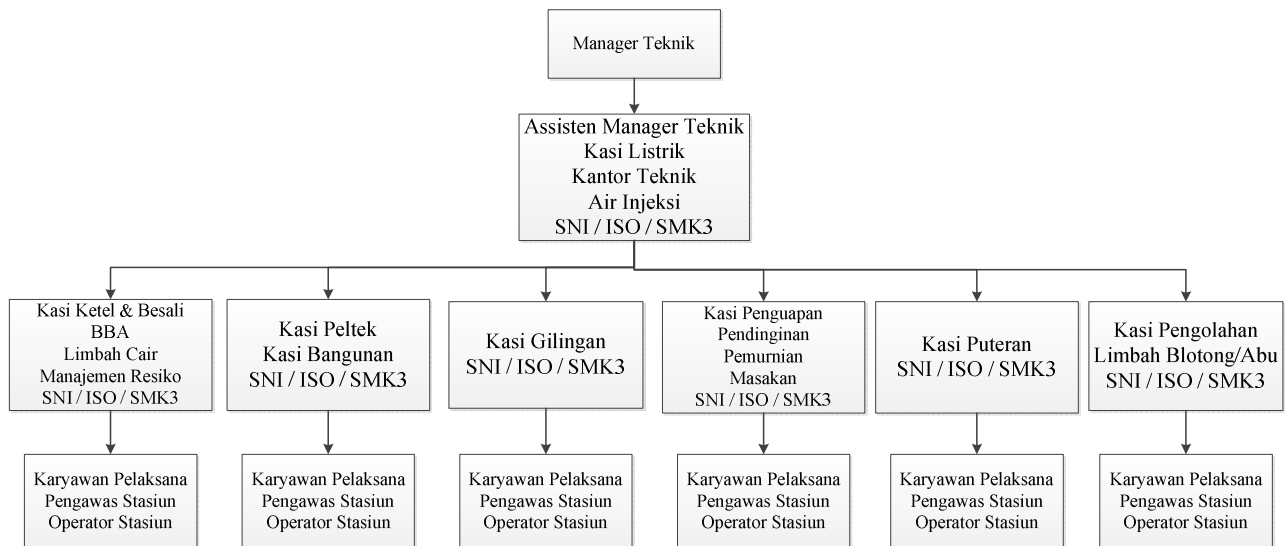
Pertama, teknis pengolahan limbah blotong menjadi pupuk organik ialah sebagai berikut (Almasshabur, 2018):

1. Mengambil blotong kering yang berada di tempat penampungan lalu dicacah hingga kecil - kecil.
2. Tumpuklah 600 kg serasah, 300 kg blotong, dan 100 kg abu ketel ke dalam sebuah cetakan berbentuk kotak dengan ukuran bagian bawah 1,5 x 1,5 m ukuran atas 1 x 1m dan tinggi 1,25m.
3. Tambahkan 5 kg *Triple Superphosphate* (TSP) dan 10 kg urea kedalam cetakan, setelah itu campurkan juga kotoran ayam dan sapi sebanyak 10 kg.
4. Campurkan juga mikroorganisme selulitik sebanyak 5 kg, bakteri dan aktinomisetes masing-masing sebanyak 2,5 kg.
5. Setelah semua tercampur dan tercetak, beri lubang aerasi pada masing-masing sisi dan bagian atas tumpukan menggunakan sebatang bambu yang ditusukkan.
6. Lakukan pembalikan kompos setiap 2 minggu sekali untuk melancarkan sirkulasi udara sehingga mempercepat pertumbuhan mikroorganisme selulitik.
7. Pupuk siap digunakan jika warnanya sudah hitam dan teksturnya menyerupai pasir.
8. Setelah jadi, ayaklah menggunakan ayakan pasir untuk memisahkan pupuk yang menggumpal.
9. Masukkan ke dalam wadah berupa plastik ataupun botol bekas untuk mempermudah penyimpanan.
10. Simpanlah di tempat yang kering dan tidak terkena sinar matahari langsung

Berikutnya, selain blotong yang dapat dimanfaatkan, ada juga abu ketel yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan produk beton. Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut (Sulaiman, 2019):

1. Siapkan material yang akan digunakan seperti semen, pasir, batu kerikil, abu ampas tebu, air dan lateks (perekat).
2. Campurkan bahan pasir 3,248 kg dan batu kerikil 8,148 kg hingga homogen ke dalam molen.
3. Tambahkan semen dan abu ampas tebu ke dalam molen campur hingga bahan menjadi homogen.
4. Tambahkan air secukupnya secara perlahan dan lateks alam (perekat) aduk dalam molen kurang lebih 5 menit.
5. Pasta beton dicetak didalam casting silinder berukuran 15 cm x 30 cm.

Kemudian untuk dapat melaksanakan pengolahan produk tersebut diperlukan penambahan pekerja yang secara khusus menangani pengolahan produk blotong dan abu dibagian teknik, sehingga dibutuhkan penambahan divisi baru di bagian teknik yaitu divisi pengolahan limbah blotong/abu. Jadi struktur organisasi di bagian teknik diusulkan menjadi seperti Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Struktur Organisasi Bagian Teknik Penambahan Kasi Pengolahan Blotong/Abu (Sumber : Hasil Pengolahan)

Pada divisi baru yaitu Kasi Pengolahan Limbah Blotong/Abu secara khusus bertugas untuk mengolah produk blotong atau abu di tempat penampungan limbah blotong dan abu. Hasil kerja pengolahan pada divisi ini berupa pupuk organik atau beton. Pada bagian teknik dengan adanya usulan penambahan pekerja atau divisi baru (Kasi Pengolahan Limbah Blotong/Abu) yang bertugas khusus mengolah limbah blotong dan abu, diharapkan dapat mengoptimalkan biaya proses produksi di PG X agar menjadi lebih efektif dan efisien. Hal ini dapat menjadi terobosan baru untuk lebih hemat biaya pembelian pupuk organik yang dipakai untuk tanaman tebu..

Non produk abu dapat dijual ke UMKM atau perusahaan lain yang memproduksi beton atau batako disekitar PG X atau bahkan dapat diolah secara internal seperti cara membuat beton di atas. Pada usulan ini hanya membahas tentang sistem teknis pengolahannya saja, tidak meliputi biaya yang dikeluarkan dengan adanya penambahan divisi baru, biaya pekerja maupun biaya operasional lainnya.

## KESIMPULAN

Efisiensi menjadi hal penting dalam sebuah proses produksi. Produk yang terbuang atau dapat disebut NPO (*non product output*) harus dilakukan pengelolaan lebih lanjut, agar dapat menambah efisiensi perusahaan. Setelah dilakukan analisis NPO didapatkan persentase produk

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

yang terbuang masih cukup tinggi yaitu sekitar 9,4%. NPO ini harus segera dapat dimanfaatkan atau diatasi, khususnya NPO pada limbah blotong dan abu ketel, karena kedua non produk ini cukup banyak terbuang setiap harinya. Limbah blotong setiap hari dapat menghasilkan sekitar 13 truck atau sekitar 51.000 kg/hari dan limbah abu hasil penggilingan berupa ampas tebu yang diolah pada ketel uap setiap hari dapat menghasilkan 17 truck atau sekitar 64.040 kg/hari.

Kedua NPO tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan produk baru yaitu Limbah blotong dapat dibuat pupuk organik dan abu dapat di buat beton. Kemudian pada bagian teknik diharapkan dapat membentuk divisi baru yaitu Kasi Pengolahan Blotong/Abu yang bertugas khusus untuk mengolah limbah blotong dan abu menjadi produk baru, agar menjadi produk yang lebih ekonomis untuk tercapainya produksi bersih atau dapat disebut *cleaner production* dalam proses produksi di PG X.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prodi Rekayasa Industri UKWMS Kampus Kota Madiun yang telah memberikan dukungan atas penelitian ini, kepada pihak PG X yang telah menyediakan data dan berbagai informasi terkait dengan penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Almasshabur. (2018, September 17). *Cara Membuat Pupuk Organik dari Blotong (Limbah Pabrik Gula)*. Diambil kembali dari IlmuBudidaya.Com: <https://ilmubudidaya.com/cara-membuat-pupuk-organik-dari-blotong-limbah-pabrik-gula>
- Armas, M., Yanto, S., & Fadilah, R. (2020). Penerapan konsep cleaner production pada industri kecil terasi: studi kasus UD Passiana. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* , 6 (2), 211-218.
- BPPT. (2012). *Penerapan produksi bersih di industri tahu*. Dipetik Oktober 27, 2021, dari <https://enviro.bppt.go.id/Bidang3/ProduksiBersihTahu.htm>
- Doorasamy, M. (2014). The Effectiveness Of Material Flow Cost Accounting (Mfca) In Identifying Non-Product Output Costs And Its Impact On Environmental Performance In Paper Manufacturing Companies: A Case Study In Kwa-Zulu Natal. *Journal of Accounting and Management* , 4 (3), 51-69.
- Effendi, B. (2021). Pengaruh penerapan akuntansi manajemen lingkungan terhadap nilai perusahaan di Indonesia. *Owner Riset & Jurnal Akuntansi* , 5 (1), 72-82.
- Puspita, Y. (2008). *Kajian Penerapan Produksi Bersih Di Stasiun Gilingan Pada Proses Produksi Gula*. Bogor: 2010.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Riadi, L. (2011). Analisis non product output dalam rangka penerapan produksi bersih di berbagai industri. *Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Ke-17*, (hal. 33-77). Yogyakarta.
- Rifa'atussa'adah, & Prabawani, B. (2017). Analisis eko efisiensi pada usaha kecil dan menengah (UKM) Batik Tulis Bakaran: studi kasus pada Batik Tjokro. *Diponegoro Journal of Social and Politic* , 1-6.
- Sudradjat, H. (2010). *Model Pengembangan Industri Gula Berkelanjutan Berbasis Produk Bersih dan Partisipasi Masyarakat*. Bogor: 2012.
- Sudrajat, H. (2010). *Model Pengembangan Industri Gula Berkelanjutan Berbasis Produk Bersih dan Partisipasi Masyarakat*. Bogor: 2012.
- Sulaiman, F. (2019). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dan Polimer Alam Lateks sebagai Bahan. *Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. V No. 2* , 8.
- Susilo, J. (2016). Identifikasi jenis dan persentase biaya non product output (NPO), efisiensi produksi melalui penerapan eko efisiensi pada produksi tahu tradisional di Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman. *Jurnal Teknologi Kesehatan* , 12 (2), 133-140.
- Ulya, M., & Hidayat, K. (2018). Pemilihan Alternatif Terbaik Cleaner Production Pada Industri Keripik Singkong Dalam Mendukung Sustainable Manufacturing. *Jurnal Ilmiah Rekayasa* , 11 (2), 110-117.
- Widodo, L. (2017). Potensi Penerapan Konsep Produksi Bersih pada Industri Keramik di Probolinggo. *Jurnal Teknologi Lingkungan* , 18 (2), 192-199.
- Zulmi, A., Meldayanoor, & Lestari, E. (2018). Analisis Kelayakan Penerapan Produksi Bersih pada Industri Tahu UD. Sugih Waras Desa Atu-atu Kecamatan Pelaihari. *Jurnal Teknologi Agro-Industri* , 5 (1).

## IDENTIFIKASI RADIUS SENSOR NODE -GATEWAY PADA SISTEM IOT BERBASIS PROTOKOL MQTT

### *THE IDENTIFICATION OF SENSOR NODES-GATEWAY RADIUS IN IOT SYSTEM BASED ON MQTT PROTOCOL*

Stephanie I Pella<sup>1)</sup>, Hendro FJ Lami<sup>2)</sup>  
1, 2) Prodi Teknik Elektro Universitas Nusa Cendana  
Jl. A. Sucipto Penfui Kupang  
1) e-mail: [s.i.pella@gmail.com](mailto:s.i.pella@gmail.com)

#### ABSTRAK

Radius antara sensor node dan gateway dalam suatu sistem komunikasi WSN ditentukan melalui parameter received signal strength indicator (RSSI). Fluktuasi nilai RSSI terjadi karena adanya perubahan posisi sensor node terhadap gateway. Penelitian ini akan menggunakan RSSI sebagai parameter dalam mendesain suatu sistem identifikasi radius esp8266 yang berfungsi sebagai sensor node. Sistem dibangun menggunakan Node-RED dengan protokol MQTT sebagai protokol komunikasi antar sensor node dan gateway pada frekuensi 2.4GHz. Pengukuran jarak referensi LOS antara sensor node dan gateway pada jarak 1m memiliki nilai rssi sebesar -35dBm. Nilai tersebut menjadi inputan fungsi pada Node-Red yang berjalan pada gateway. Gateway memiliki sebuah database untuk melakukan proses estimasi radius sensor node. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai error rata-rata yang terjadi pada saat identifikasi radius memiliki nilai sebesar 1.85%.

**Kata Kunci:** RSSI, WSN, MQTT, LOS

#### ABSTRACT

*The radius between the sensor node and the gateway in a WSN communication system is determined through the received signal strength indicator (RSSI) parameter. The fluctuation of the RSSI value occurs due to the distance between sensor nodes and gateway. This study will use RSSI as a parameter in designing an esp8266 radius identification system that functions as a sensor node. The system is built using Node-RED with the MQTT protocol as a communication protocol between sensor nodes and gateways at a frequency of 2.4GHz. Measurement of the LOS reference distance between the sensor node and the gateway at a distance of 1m has an RSSI value of -35dBm. This value becomes the input function on Node-Red running on the gateway. Gateway has a database to perform the process of estimating the radius of the sensor node. The test results show that the average of the radius identification has a value of 1.85%.*

**Keywords:** RSSI, WSN, MQTT, LOS

#### **PENDAHULUAN** (Arial 11, Bold, spasi 1,5, spacing before 12 pt, after 6 pt)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan parameter dalam sistem wireless sensor network (wsn) yang menentukan kualitas sinyal penerimaan terhadap perubahan posisi antara suatu sensor node dan gateway. Lingkungan propagasi line of sight (LoS) maupun no line of sight (NLoS) ikut mempengaruhi fluktuasi nilai rssi tersebut [Chuku, et al, 2021; Johndale, et al, 2020]. Selain itu terdapat beberapa faktor yang ikut mempengaruhi yaitu daya pancar gateway dan sensor node, gain antenna gateway maupun sensor node, serta frekuensi kerja dari sistem tersebut.

Perangkat mikrokontroler saat ini menyediakan fasilitas-fasilitas untuk mendukung pengembangan integrasi wsn dan Internet of Things(IoT)[Kurniawan, 2019]. Salah satu perangkat yang menyediakan fasilitas tersebut adalah esp8266. Esp8266 memiliki kemampuan terkoneksi dengan jaringan nirkabel pada frekuensi 2.4GHz[ESP8266EX Datasheet , 2021]. Perangkat ini memiliki antena internal dengan tiga kondisi daya pancar yaitu -20dBm untuk mode 802.11b, -17dBm untuk mode 802.11g dan -14dBm untuk mode 802.11n. Melalui tiga mode komunikasi tersebut esp8266 mampu berfungsi sebagai pemancar maupun penerima dan dapat berkomunikasi pada 14 channel frekuensi untuk mode akses point.

Proses penentuan mode kerja dari esp8266 sebagai pemancar ataupun penerima dapat menggunakan bahasa pemrograman tertentu misalnya bahasa c, c++, java, maupun python[Vasilev, D. 2020]. Selain bahasa-bahasa pemrograman tersebut terdapat tool programming untuk memudahkan komunikasi antar sensor node. Node-Red merupakan flow-based platform yang memudahkan pengembang aplikasi IoT dimana melalui tool tersebut sensor node dapat berkomunikasi menggunakan beberapa protokol misalnya http dan mqtt[Node-Red, 2021; sicari, et all, 2019].

Berdasarkan pertimbangan kemampuan esp8266 yang memiliki modul komunikasi nirkabel maka penelitian ini akan memodelkan penentuan radius sensor node melalui level rssi menggunakan protokol komunikasi mqtt menggunakan node-red.

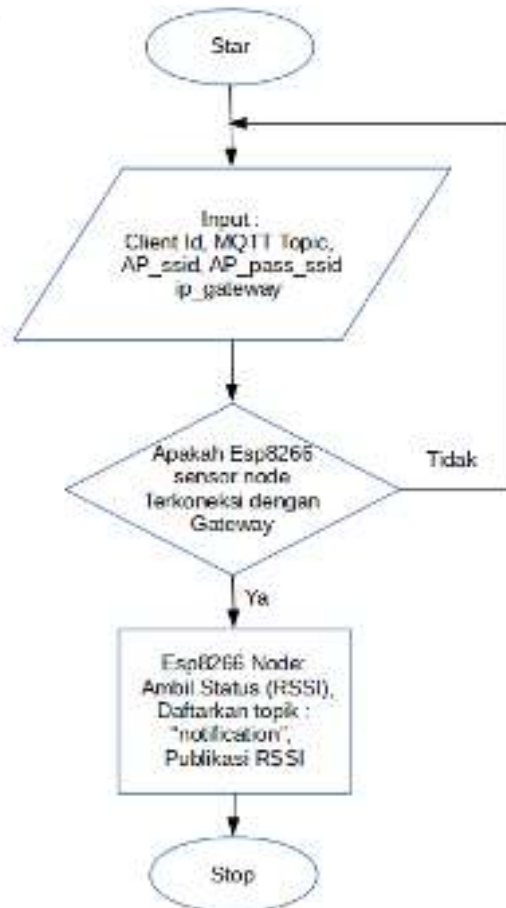
## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini terdiri atas dua bagian utama yaitu pengembangan pada sisi sensor node dan pengembangan pada sistem komunikasi mqtt untuk pengiriman data hasil pengukuran rssi sensor node. Gambar 1 memberikan informasi konfigurasi server mqtt pada gateway sedangkan gambar 2 memperlihatkan algoritma sensor node esp8266 mendapatkan status rssi dan publikasi ke gateway.

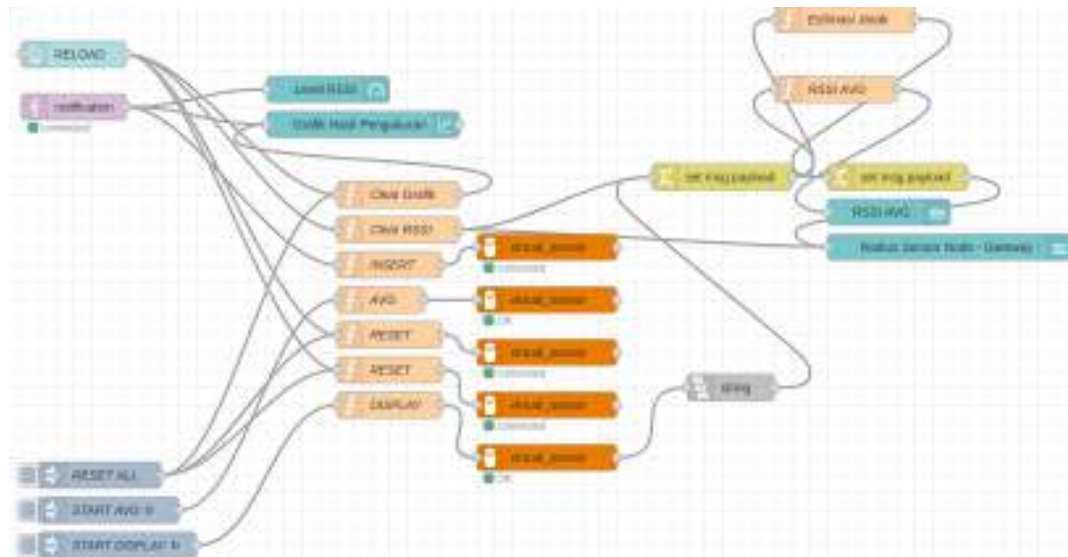
Terlihat pada gambar 2 inialisasi pengambilan data rssi pada sensor node esp8266 diawali dengan input data client, mqtt topic, ssid dan password akses point, serta ip gateway. Selanjutnya sensor node esp8266 akan melakukan pengecekan apakah sudah terkoneksi dengan akses point. Jika sensor node terkoneksi maka langkah selanjutnya adalah mendaftarkan topik publikasi sesuai



*Gambar 1. Konfigurasi MQTT Server pada Gateway*



Gambar 2. Algoritma Pengambilan Status RSSI dan Publikasi Ke Gateway



Gambar 3 RSSI Flow pada Gateway

Gambar 3 menjelaskan proses mendapatkan data publikasi rssi dari sensor node yang kemudian data tersebut tersimpan dalam databae mysql-server. Database virtual sensor pada gateway yang terlihat pada gambar 4 memiliki duah buah tabel yaitu data\_ukur dan ratarata. Tabel data\_ukur terlihat pada gambar 4 bertugas menyimpan data rssi hasil publikasi sensor node esp8266. Sementara itu tabel ratarata pada gambar 5 bertugas menyimpan proses perhitungan nilai mean rssi terukur.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT
2	sinyal	int(5)			No	None		

Gambar 4. Struktur Tabel data\_ukur

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT
2	rerata	int(11)			No	None		

Gambar 5. Struktur Tabel ratarata

Selain database terdapat tiga fungsi utama untuk melakukan pemrosesan data rssi pada sisi gateway yaitu fungsi "INSERT", fungsigi "AVG" dan fungsi "Estimasi Jarak". Fungsi "INSERT" pada gambar 6 bertugas untuk menginput data hasil publikasi sensor node si sisi gateway kedalam tabel data\_ukur. Sedangkan fungsi "AVG" pada gambar 7 bertujuan untuk mendapatkan



nilai mean rssi terukur tersebut. Fungsi "Estimasi Jarak" pada gambar 8 melakukan proses perhitungan estimasi jarak berdasarkan nilai mean rssi.

```
1 msg.topic = "INSERT INTO data_ukur(id, sinyal) VALUES ('+0+', '"+msg.payload+"');  
2 return msg;
```

Gambar 6. Fungsi "INSERT" pada RSSI Flow

```
1 msg.topic="INSERT INTO ratarata (rerata) SELECT AVG(sinyal) FROM data_ukur";  
2 return msg;
```

Gambar 8: Fungsi "AVG" pada RSSI Flow

```
1 msg.payload = Math.pow(10, (-35-msg.payload)/(10*2));  
2 return msg;
```

Gambar 7. Fungsi "Estimasi Jarak" pada RSSI Flow

Pengujian pada penelitian ini menggunakan dua buah perangkat IoT esp8266 dalam lingkungan propagasi LoS dimana salah satu berfungsi sebagai akses point dan lainnya berfungsi sebagai sensor node. Pada sisi sensor node kode programnya terlihat pada gambar 9 sedangkan akses point terlihat pada gambar 10.

```
import esp
esp.osdebug(None)
import time
from umqttsimple import MQTTClient
import machine
import micropython
import network
import ubinascii

client_id = ubinascii.hexlify(machine.unique_id())
topic_pub = b'notification'
ssid = 'esp'
password = '123456789'
mqtt_server = '192.168.4.2'
sta_if = network.WLAN(network.STA_IF) # Fungsi client
sta_if.active(True)
sta_if.connect('esp', '123456789')

akhir = 0
interval = 20
hitung = 0

client = MQTTClient(client_id, mqtt_server, user=b'root', password=b'esp')
client.connect()

while True:
    try:
        client.check_msg()
        if (time.time() - akhir) > interval:
            while sta_if.isconnected():
                pin = machine.Pin(2, machine.Pin.OUT)
                pin.value(0)
                time.sleep(0.5)
                pin.value(1)
                time.sleep(2)
                encrypted = str(sta_if.status('rssi'))
                print('signal_quality', sta_if.status('rssi'), 'dBm')
                msg = encrypted
                client.publish(topic_pub, msg)
                akhir = time.time()
                hitung += 1
            except OSError as e:
                restart_and_reconnect()
```

Gambar 9: Kode Program Sensor Node

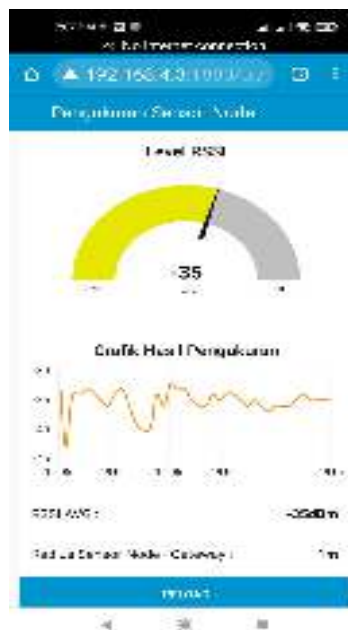
```
import network
import esp
esp.osdebug(None)
import gc
gc.collect()
ssid = 'esp'
password = '123456789'
ap = network.WLAN(network.AP_IF)
ap.active(True)
ap.config(essid=ssid, password=password)
print('Connection successful')
print(ap.ifconfig())
```

Gambar 10: Kode Program AP

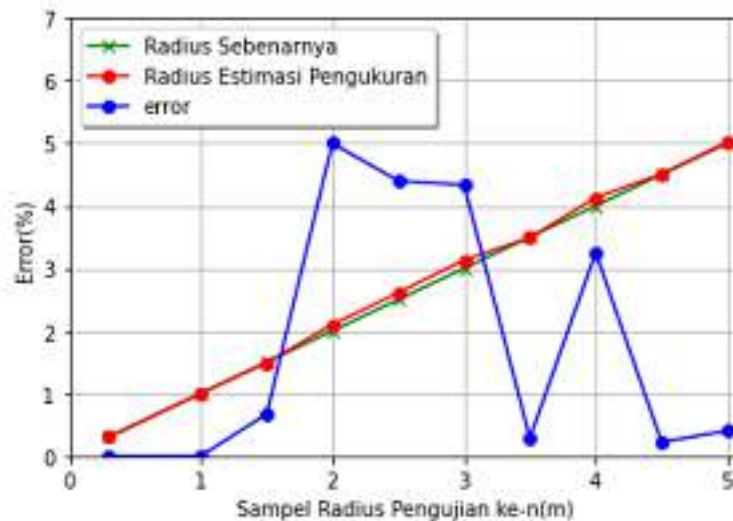
## HASIL DAN PEMBAHASAN

RSSI flow pada gambar 3 menghasilkan tampilan graphical user interface (GUI) yang terlihat pada Gambar 11. Gambar tersebut merupakan tampilan GUI yang dapat diakses oleh user dengan memasukkan alamat ip dari gateway disertai dengan memasukkan port 1880. seperti terlihat pada gambar 11 pengukuran radius untuk 1m memiliki nilai -35dBm.

Berdasarkan referensi nilai RSSI sebesar -35dBm pada jarak 1m tersebut maka hasil pengujian skala lab pada jarak antara 0.3m dan 5m dapat dilihat pada gambar 12. Terlihat pada gambar tersebut terdapat 100 sampel pengujian dengan error tertinggi pada jarak 2m sebesar 5% hingga 3m sebesar 4.4% dengan rata-rata error sebesar 1.85%



*Gambar 11 . GUI dari  
RSSI Flow*



Gambar 12. Hasil Pengujian dan Error

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mendapatkan estimasi radius sensor node terhadap gateway dalam kondisi LoS. Pengguna dapat melihat hasil pengujian melalui sebuah GUI ymelalui sebuah browser dengan memasukkan alamat ip dari gateway disertai port komunikasi 1880. Hasil pengukuran pada kondisi LoS untuk jarak antara 0.3m hingga 5m memiliki rata-rata error sebesar 1.85%

## DAFTAR PUSTAKA

Chuku, N., & Nasipuri, A. (2021). RSSI-Based localization schemes for wireless sensor networks using outlier detection. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 10(1), 10.

ESP8266EX Datasheet Espressif.com, 2021." [Online]. Available: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf). [Accessed: 12 October 2021].

Jondhale, S. R., Sharma, M., Maheswar, R., Shubair, R., & Shelke, A. (2020). comparison of neural network training functions for rssi based indoor localization problem in WSN. In *Handbook of Wireless Sensor Networks: Issues and Challenges in Current Scenario's* (pp. 112-133). Springer, Cham.

Kurniawan, A. (2019). *Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32*. Packt Publishing Ltd.

Node-RED. (2021). Retrieved 23 October 2021, from <https://nodered.org/>

Sicari, S., Rizzardi, A., & Coen-Porisini, A. (2019). Smart transport and logistics: A Node-RED

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

implementation. *Internet Technology Letters*,2(2), e88.

Vasilev, D. (2020, September). Python programming training with the robot Finch. In *2020 XXIX International Scientific Conference Electronics (ET)* (pp. 1-4). IEEE.

## KLUSTERISASI GENDER MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS GENDER CLUSTERING WITH K-MEANS ALGORITHM

Wenefrida Tulit Ina<sup>1)</sup>, Molina O.Odja<sup>2)</sup>, Stephanie Pella<sup>3)</sup>, Frans Likadja<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Prodi Teknik Elektro Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui Kupang, NTT

<sup>2,3,4)</sup>Prodi Teknik Elektro Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto Penfui Kupang NTT

<sup>1)</sup>e-mail: [wenefrida\\_ina@staf.undana.ac.id](mailto:wenefrida_ina@staf.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian di bidang Data Mining sangat penting bagi pengembangan pengetahuan bidang machine learning, dimana salah satu bagiannya adalah pengelompokan/klusterisasi terhadap suatu data set untuk memperoleh informasi penting dari data set tersebut.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan pola pengelompokan/kluster dari data set gender berdasarkan data set nama-nama manusia yang diambil dari data set pada UCI\_ML (UCI Machine Learning) tahun 2020 yang berjumlah 147.268 data. Data set ini akan dikelompokkan menjadi 2 kluster gender yaitu Male dan Female menggunakan algoritma K-Means.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari keseluruhan data yang digunakan, terdapat 61% (89840) Female dan 39% (57428) Male.

Kata Kunci : Klusterisasi, Gender, Algoritma K Means

### ABSTRACT

*Research in the field of Data Mining is very important for the knowledge development in the field of machine learning, where one of the parts is clustering a data set to obtain important information from a data set.*

*This study aims to produce a pattern of clusters from the gender data set based on the data set of human names taken from the data set in UCI\_ML (UCI Machine Learning) in 2020 which amounted to 147,268 data. This data set is grouped into 2 gender clusters, namely Male and Female using the K-Means algorithm.*

*The results of this study indicate that from the overall data used, there are 61% (89840) Female and 39% (57428) Male.*

*Keywords: Clustering, Gender, K Means Algorithm*

### PENDAHULUAN

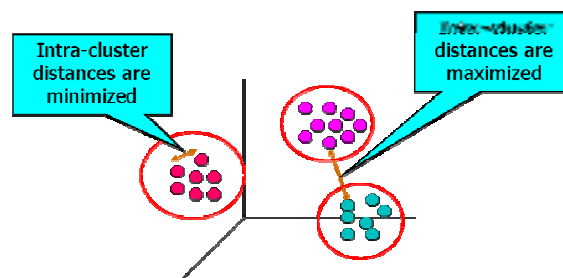
Data mining merupakan suatu bidang ilmu yang berhubungan dengan pengolahan data, analisa data, dan machine learning dengan tujuan menemukan suatu informasi baru dari sekumpulan data yang sangat banyak, dimana data-data tersebut lebih banyak merupakan data buangan atau pun data yang dianggap tak berguna. Data-data tersebut dapat dikelompokan/dikluster berdasarkan ciri-ciri tertentu sehingga dapat membentuk suatu pola yang mana pola tersebut akan menjadi pola prediksi untuk data-data yang baru.

Pada penelitian ini, data yang akan dikluster/dikelompokkan adalah data nama-nama manusia yang tersimpan dalam data set gender pada UCI\_ML tahun 2020. Dari data nama-nama ini akan diklusterisasi berdasarkan gender yaitu Female (Wanita) dan Male (Pria). Data set gender dari UCI-ML tahun 2020 berjumlah 147.268 data nama manusia, akan diolah menggunakan algoritma k-means untuk mendapatkan pengelompokan seperti yang sudah dijabarkan.

Tujuan penelitian ini yakni mendapatkan kluster gender Female dan Male dari data set nama manusia yang digunakan. Untuk mencapai tujuan ini, penulis menggunakan algoritma K-Means pada aplikasi data mining WEKA dalam mengolah data ini.

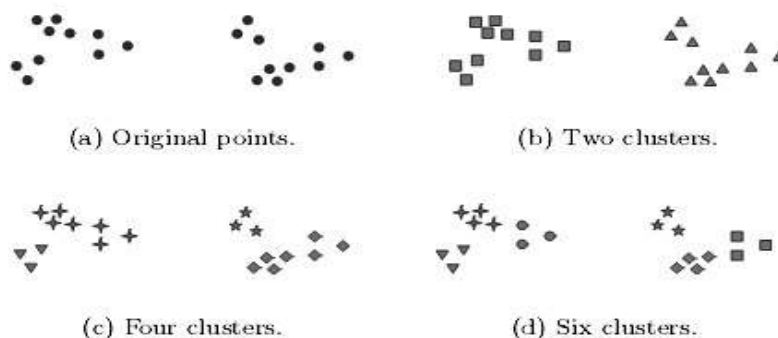
### KLUSTERISASI

Klusterisasi (*clustering*) merupakan pengelompokan obyek-obyek data hanya berdasarkan pada informasi yang terdapat pada data tersebut, dan menjelaskan obyek dan relasinya (Tan, 2006). Tujuan analisis *cluster* agar obyek-obyek di dalam kelompok adalah mirip (memiliki karakteristik yang sama) satu dengan lainnya, dan berbeda (atau tidak berhubungan) dengan obyek dalam kelompok lainnya. Semakin besar tingkat kemiripan/homogenitas di dalam satu kelompok dan semakin besar tingkat perbedaan diantara kelompok, maka semakin baik (atau lebih berbeda) kluster tersebut. Gambar 1. merupakan ilustrasi prinsip *clustering*.



Gambar 1. Prinsip *Clustering*

Gambar 2. menunjukkan dua puluh titik dengan tiga cara membagi titik-titik tersebut dalam *cluster*, yang merupakan ilustrasi bagaimana definisi *cluster* tidak presisi dan definisi terbaik tergantung dari kondisi data serta hasil yang diinginkan.



Gambar 2. Beberapa cara menentukan Kluster dalam kelompok data.

## **Algoritma K-Means**

K-Means merupakan metode analisis kelompok (klusterisasi) yang mengarah pada partisi dari N obyek pengamatan ke dalam K kelompok (kluster), dimana setiap obyek pengamatan dimiliki oleh sebuah kelompok dengan rata-rata (Mean) terdekat. Algoritma k-means mempartisi data ke dalam kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik sama dimasukkan ke dalam satu kelompok yang sama, dan data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain.

Proses algoritma k-means sebagai berikut: (Prasetyo, 2012)

1. Tentukan jumlah kluster/kelompok yang diinginkan sesuai jenis data
2. Alokasikan data ke dalam kelompok secara acak
3. Hitung pusat kelompok (sentroid/rata-rata) dari data yang ada di masing-masing kelompok
4. Alokasikan masing-masing data ke sentroid/rata-rata terdekat.
5. Apabila ada data yang berpindah kelompok, atau apabila ada perubahan nilai sentroid di atas nilai ambang yang telah ditentukan, atau apabila perubahan nilai pada fungsi obyektif yang digunakan masih di atas nilai ambang yang ditentukan maka kembali ke langkah no.3.

Lokasi sentroid setiap kelompok yang diambil dari rata-rata (Mean) semua nilai data pada setiap fiturnya harus dihitung kembali.

Untuk menghitung sentroid fitur ke-i digunakan persamaan :

$$C_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M X_j$$

Dimana : C : Sentroid

M : Jumlah data dalam sebuah kelompok

Untuk menghitung jarak data ke pusat data (sentroid) digunakan persamaan Euclidean Distance, sebagai berikut :

$$D(X_2, X_1) = \|X_2 - X_1\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p |X_{2j} - X_{1j}|^2}$$

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Prosedur Penelitian**

Adapun tahapan penelitian yang dilaksanakan sbb:

1. Pengumpulan Data



Pengumpulan data merupakan tahap awal penelitian. Data data yang dibutuhkan adalah dataset gender yang ada pada UCI\_ML tahun 2020 berjumlah 147.268

2. Praprocessing Data

Pada tahap ini dilakukan praprocessing data dimana data-data dari dataset UCI\_ML di transformasikan ke dalam format data sesuai yang dibutuhkan dalam proses klusterisasi.

3. Pengolahan Data menggunakan Aplikasi WEKA dengan algoritma K-Means.

Proses utama terjadi pada tahapan ini, yakni data-data gender yang sudah ditransformasi, diolah dengan algoritma k-means pada WEKA untuk mendapatkan klusterisasi gender yang diinginkan.

4. Pengujian Pola dengan Data Uji

Pada tahapan ini, pola gender yang dihasilkan diuji menggunakan data uji.

5. Evaluasi Hasil Pengujian

Proses terakhir adalah mengevaluasi hasil pengujian, apakah pola yg dihasilkan pada tahap 3 sesuai dengan hasil pengujian menggunakan data uji.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

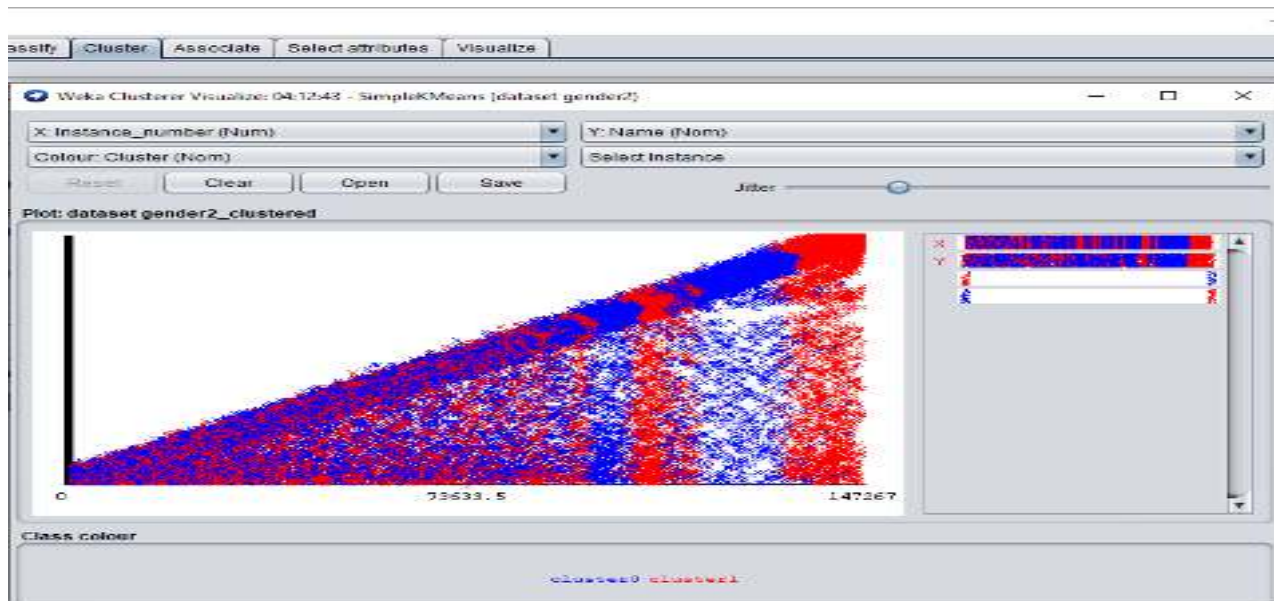
Data nama manusia yang digunakan dalam penelitian berjumlah 147.268 yang diambil dari Data set UCI-ML tahun 2020.

Pada praprosesing data, diketahui bahwa ada sejumlah data *missing* yaitu sebanyak 254 data, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



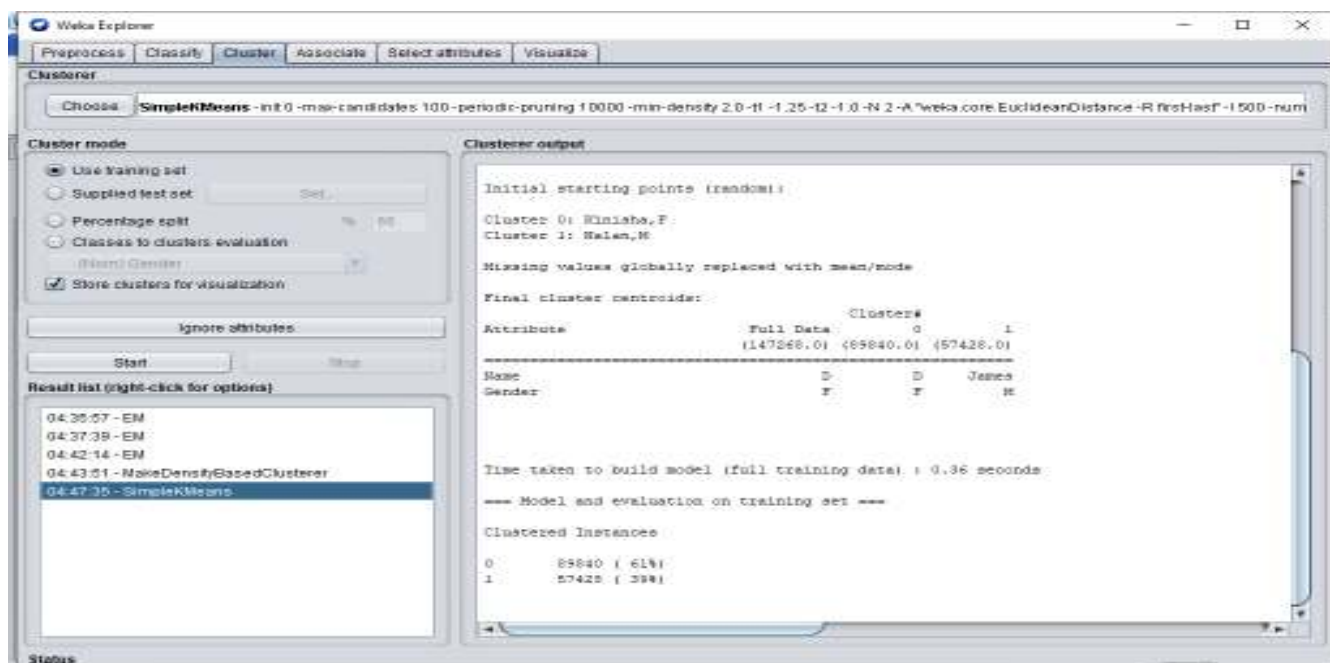
Gambar 3. Praproses data dengan WEKA

Kondisi keseluruhan data sebelum dilakukan klusterisasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kondisi persebaran data sebelum diproses.

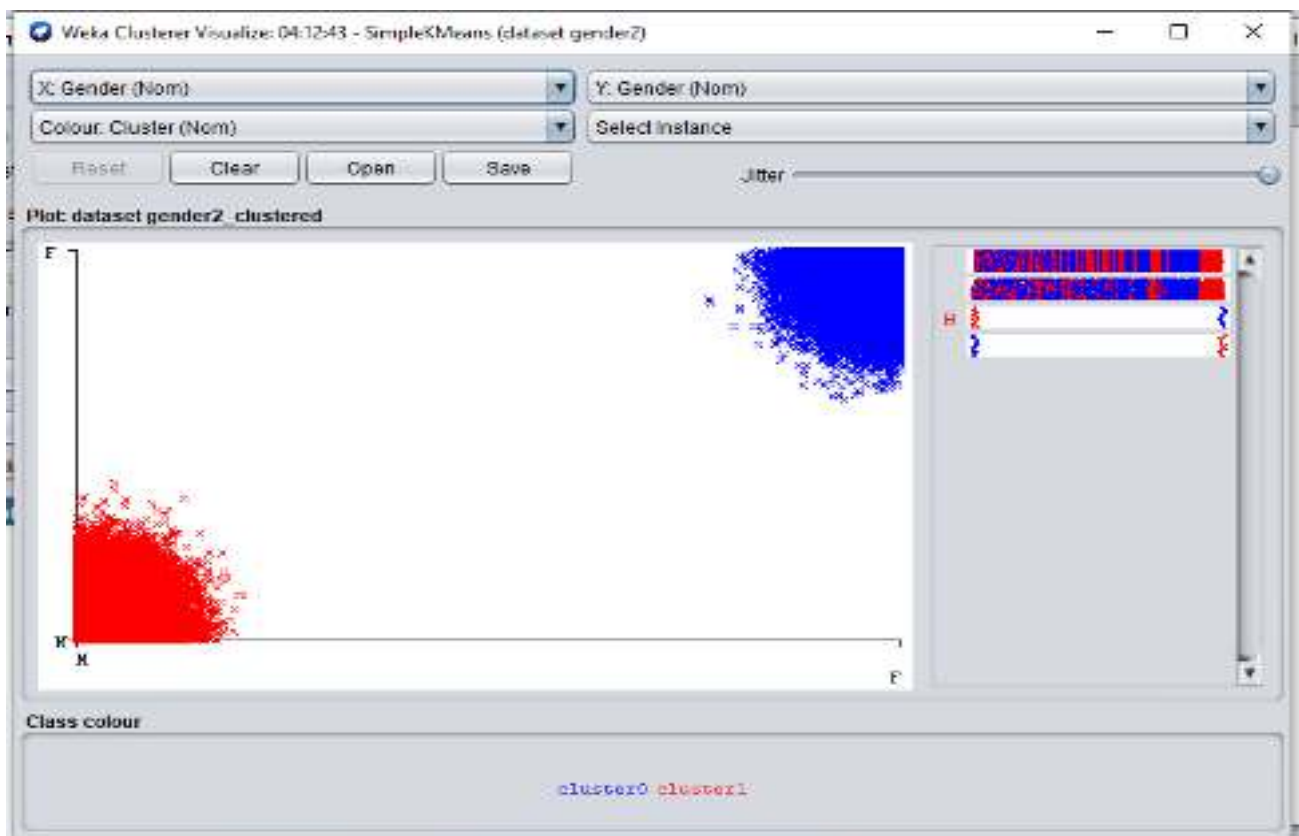
Setelah praproses ini, maka kembali dilakukan pengecekan data, kemudian dilanjutkan pada proses pengolahan data yaitu menggunakan Algoritma K-Means yang ada pada WEKA, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Hasil Klusterisasi menggunakan Algoritma K-Means pada WEKA.

Dari hasil ini, diketahui bahwa kluster 0 menunjukkan kelompok Female, titik sentroidnya pada "Kinisha" dengan jumlah anggota kelompok Female sebanyak 89.840 (61%) sedangkan kluster 1 menunjukkan kelompok Male, titik sentroidnya pada "Nalan", dengan jumlah anggota kelompok Male sebanyak 57.428 (39%).

Klusterisasi data secara keseluruhan diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Bentuk kluster yang dihasilkan Algoritma K-Means pada WEKA.

Warna merah menunjukkan kluster 1 (Male), sedangkan warna biru menunjukkan kelompok kluster 0 (Female).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan oleh penulis, maka diambil kesimpulan bahwa algoritma K-Means dapat menghasilkan klusterisasi gender dengan baik sesuai dengan karakteristik data gender yang digunakan oleh penulis..

## DAFTAR PUSTAKA

Anita F. Febrianti, Antonito H. Cabral, Gangga Anuraga. 2018. *K-Means Clustering dengan Metode Elbow Untuk Pengelompokan Kabupaten dan Kota di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Kemiskinan*. SNHRP-1/2018.

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Asroni, Ronald Adrian. 2015. *Penerapan Metode K-Means Untuk Clustering Mahasiswa Berdasarkan Nilai Akademik dengan WEKA (Studi Kasus pada Jurusan Teknik Informatika UMM Malang)*. Jurnal Ilmiah SEMESTA TEKNIKA. Vol. 18. No.1. 76-82.

Baginda Harahap. 2018. *Penerapan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Bahan Bangunan Laris (Studi Kasus pada UD.Toko Bangunan YD Indarung)*. Ready Star-2. ISSN (Cetak): 2620-6048. ISSN (online) :2686-6641

Budi Santosa, 2007. *Data Mining Terapan dengan MATLAB*. Penerbit Graha Ilmu

Eko Prasetyo, 2012. *Data Mining Konsep dan Aplikasi MATLAB*. Penerbit Andi

Muhammad Bakri. 2017. *Penerapan Data Mining Untuk Clustering Kualitas Batu Bara Dalam Proses Pembakaran di PLTU Sebalang Menggunakan Metode K-Means*. Jurnal TEKNOINFO Vol.11 No.1.2017. 1-4

Tan, P. et al. 2006. *Introduction to data Mining*. Boston: Pearson Education

**APLIKASI IJIN USAHA TERPADU DI DESA NEKBAUN DENGAN KOLABORASI SMS GATEWAY DAN FRAMEWORK CODEIGNITIER**

***Integrated business license application in nekbaun village with collaboration of sms gateway and codeignitier framework***

**Yermias J.I. Leuhoe<sup>1)</sup>, Vera S.Adoe,<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2)</sup>Jurusan Teknik Informatika Komputer (STIKOM) Artha Buana

Jln.Sam Ratulangi 3 No. 1 Walikota Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: siqma01@yahoo.com

**ABSTRAK**

Desa Nekbaun merupakan salah satu instansi yang memberikan surat izin usaha kepada masyarakat yang ada di wilayah tersebut. Namun pemerintah desa Nekbaun masih memiliki kendala dalam pelayanan surat izin usaha. Dalam pembuatan aplikasi ijin usaha terpadu dengan kolaborasi SMS Gateway dan framework codeignitier di desa Nekbaun di latarbelakangi oleh proses administrasi surat izin usaha yang masih menggunakan cara manual baik proses pengajuan dan pengecekan kelengkapan dokumen ulasan surat izin usaha. Tujuan dari adanya sistem ini adalah untuk membantu proses pelaksanaan pengajuan dan verifikasi kelengkapan dokumen surat izin usaha dapat tepat waktu ketika diterbitkan.

Yang menjadi masalah adalah sulitnya bagi masyarakat menunggu waktu yang cukup panjang untuk pembuatan surat izin usaha. Dikarenakan era saat ini adalah era teknologi maka peneliti berniat untuk membuat sebuah aplikasi ijin usaha terpadu di desa nekbaun dengan kolaborasi SMS gateway dan framework codeignitier. Model pengembangan system yang peneliti gunakan untuk pengumpulan data hingga perancangan system yaitu model pengembangan system Development Life Cycle (SDLC). Dengan adanya aplikasi yang di kembangkan maka besar harapan peneliti aplikasi tersebut dapat bermanfaat bagi pengguna dalam pembuatan surat izin usaha di desa Nekbaun.

**Kata kunci :** Surat Izin, SMS Gateway, Desa Nekbaun

**ABSTRACT**

*Nekbaun Village is one of the agencies that issue business permits to the people in the area. However, the Nekbaun village government still has problems in providing business licenses. In making an integrated business license application with the collaboration of SMS Gateway and the codeignitier framework in Nekbaun village, the background of the business license administration process is still using the manual method, both the submission process and checking the completeness of the letter review document. The purpose of this system is to assist the process of submitting the application and the completeness of the business license documents can be timely when issued.*

*The problem is that it is difficult for people to wait long enough for a business license to be issued. Because the current era is the era of technology, the researchers intend to create an integrated business license application in the village of nekbaun with the collaboration of an SMS gateway and a codeignitier framework. The system development model used for data collection to system design is the Development Life Cycle (SDLC) system development model. With the application being developed, it is hoped that the application researcher can be useful for users in making business permits in Nekbaun village.*

**Keywords:** Permit, SMS Gateway, Nekbaun Village

## PENDAHULUAN

Pelayanan yang baik di kantor desa atau kantor lurah adalah layanan *online* yang memberikan layanan setiap hari, efisiensi dan adanya penghematan biaya serta peningkatan pelayanan yang terbaru (Bisri & Winarmo,2015). Pelayanan surat izin merupakan salah satu tugas dalam sebuah instansi-instansi pemerintah seperti desa, terlebih di era digital sekarang ini,dituntut untuk memberikan informasi yang akurat secara *real time*. Untuk memperoleh data dan informasi secara *real time*, aparat desa atau kelurahan dalam pelayanannya terhadap masyarakat harus lebih baik untuk itu pelayanan masyarakat harus dilakukan secara terkomputerisasi dalam sebuah sistem informasi.

Desa Nekbaun merupakan salah satu Instansi pemerintahan yang memberikan Surat Izin Usaha kepada masyarakat yang ada diwilayah Kabupaten Kupang yang selama ini belum berjalan sebagaimana harapan masyarakat.Tuntutan masyarakat terhadap layanan publik semakin meningkat seiring tingginya kebutuhan akan layanan tersebut. Maka instansi harus berbenah dengan meningkatkan kuantitas dan kualitas layanannya. Selama ini kendala yang dihadapi berhubungan dengan pelayanan surat ijin usaha di desa nekbaun adalah sering terjadi kehilangan data izin usaha, pendataan izin usaha yang masih dilakukan secara manual, pencarian data izin dan data pemohon yang ingin melakukan perpanjangan izin masih dilakukan juga secara manual sehingga sering terjadi kekeliruan dalam pengurusan perpanjangan izin. Kendala lainnya adalah mengenai kepastian waktu proses dari perizinan yang sedang diajukan. Masyarakat sebagai pemohonatau investor sering kali bertanya-tanya kapan perizinan yang diajukanya selesai,berapa hari harus menunggu dan apakah benar-benar tepat waktu. Akibatnya pemohon merasa kebingungan dan dirugikan karena harus bolak balik ke kantor desa hanya untuk menanyakan apakah sudah jadi izinya atau belum.

Oleh karena itu,perlu dibuat sebuah aplikasi perizinan yang berfungsi untuk melakukan monitoring perjalanan proses perizinan yang telah diajukan. Sehingga masyarakat yang sedang mengurus permohonan izin memiliki gambaran posisi dimana dokumen perizinanya berada

Untuk menjawab masalah-masalah yang dipaparkan di atas, maka penulis membuat aplikasi izin usaha terpadu dengan kolaborasi SMS Gateway dan *Framework Codeignitier*, dimana yang telah kita ketahui bahwa *Short Message Service* (SMS) adalah salah fitur yang terdapat pada ponsel, fitur inilah yang nantinya akan digunakan sebagai media penyampaian informasi proses izin. Melalui penggunaan sms gateway pemohon akan mendapatkan notifikasi via sms yang secara otomatis dikirim oleh system yang telah diimplementasikan dalam *codeignitier*. *Codeigniter* merupakan sebuah web *application network* yang bersifat *open source* yang digunakan untuk membangun aplikasi php dinamis. *Codeigniter* menjadi sebuah *framework* PHP dengan model MVC (Model, View, Controller) untuk membangun website dinamis dengan menggunakan PHP yang dapat mempercepat pengembang untuk membuat sebuah aplikasi web.

Pembuatan aplikasi izin usaha terpadu dengan kolaborasi SMS Gateway dan Framework Codeignitier bertujuan untuk membuat sistem backup secara otomatis untuk mengurangi kehilangan data, merancang database agar mempermudah dalam penyimpanan dan mempercepat pencarian data, sehingga dapat memberikan manfaat bagi pegawai di kantor desa nekbaun dalam pendataan izin dan bagi masyarakat agar pelaksanaan pendataan maupun perijinan dapat dilakukan dengan waktu yang cepat.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dengan penjelasan sebagai berikut :

#### 1. Software

Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan adalah :

- a. Sistem operasi : Windows 10 64 bit
- b. Program aplikasi : Sublime Text, XAMPP, Browser, Microsoft Visio, Pencil
- c. Bahasa Pemrograman : PHP, HTML, CSS.

#### 2. Hardware

Adapun kebutuhan perangkat keras yang digunakan adalah 1 unit laptop Asuz VivoBook Max dengan spesifikasi :

- a. Processor : Intel Celeron N3350
- b. Memory : 4 GB RAM
- c. Hardisk : 500 GB
- d. Monitor : 34" inchi
- e. Keyboard : standar
- f. Mouse : standar

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari :

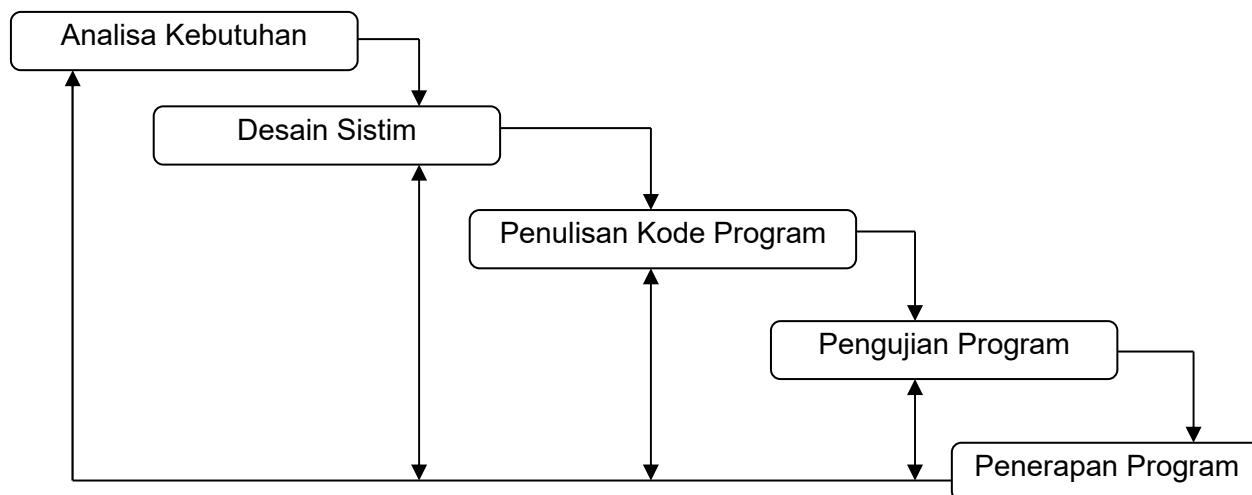
- a. Hasil wawancara dengan Staf Desa Nekbaun.
- b. Mengumpulkan data surat izin usaha.
- c. Mengumpulkan referensi-referensi dari berbagai media seperti media cetak, internet dan lain sebagainya.

## Prosedur Penelitian

Pada prosedur penelitian ini, penulis akan membahas tentang metode pengembangan sistem, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, sistem yang diusulkan, diagram konteks dan data flow diagram.

### 1. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem dalam penelitian ini adalah model sekuensial linier atau *waterfall*. Menurut Pressman (2015) model air terjun (*waterfall*) adalah model klasik yang bersifat sistematis berurutan dalam membangun perangkat lunak yang dimulai dari analisa kebutuhan, desain sistem, penulisan kode program, pengujian program dan penerapan program. Adapun metode *waterfall* menurut Pressman dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Metode Pengembangan Sistem *Waterfall***

Dari gambar 1 metode pengembangan sistem *waterfall* dapat dijelaskan bahwa :

a. Analisa Kebutuhan

Pada tahap analisa kebutuhan penulis melakukan analisa perangkat lunak dan perangkat keras yang akan digunakan dalam pembuatan aplikasi selain itu juga penulis melakukan analisa terhadap data-data yang diperoleh dari kantor desa nekbaun yang akan dijadikan ajuhan dalam pembuatan *database*

b. Desain Sistem

Pada tahap ini, penulis melakukan perancangan sistem terstruktur berupa diagram konteks, Data Flow Diagram (DFD), *Entity Relationship Diagram* (ERD), Kamus Data Arus Data, Kamus Data Tabel, Perancangan *Input Dan Output*



### c. Penulisan Kode Program

Dalam penulisan kode program, penulis menggunakan editor *subline* text untuk kode dan text yang dapat berjalan diberbagai *platform operating system* dan *database* yang digunakan adalah MySQL.

### d. Pengujian Program

Pengujian yang dilakukan oleh penulis adalah pengujian fungsional dan pengujian pengguna. Pengujian fungsional dengan cara melakukan pengujian dari sistim atau aplikasi yang dibuat dengan pengujian *black box*, sedangkan pengujian pengguna dilakukan dengan cara pembagian kuesioner ke pengguna. Sebelum mengisi kuesioner, pengguna diberi kesempatan untuk mencoba aplikasi terlebih dahulu.

### e. Penerapan Program

Pada tahap ini, aplikasi siap di gunakan di kantor desa Nekbaun.

## 2. Populasi Dan Sampel

Populasi menurut sugiyono (2011) adalah objek secara keseluruhan yang akan diteliti dan mempunyai kualitas serta karakteristik yang berbeda yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan akan ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian yang dijadikan populasi adalah semua masyarakat yang berada di desa Nekbaun kecamatan Amarasi Barat.

Sampel adalah sebagian jumlah yang dimiliki oleh populasi yang akan diteliti (Sugiyono,2011). Yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah masyarakat desa nekbaun yang akan melalukan pengurusan ijin usaha atau perpanjang ijin usaha.

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### a. Wawancara

Wawancara adalah percakapan antara pewawancara yang akan mengajukan pertanyaan dan terwawancara (Nugroho, 2019). Dalam teknik wawancara ini, peneliti melakukan wawancara dengan pegawai kantor desa nekbaun yang mengurus surat ijin usaha.

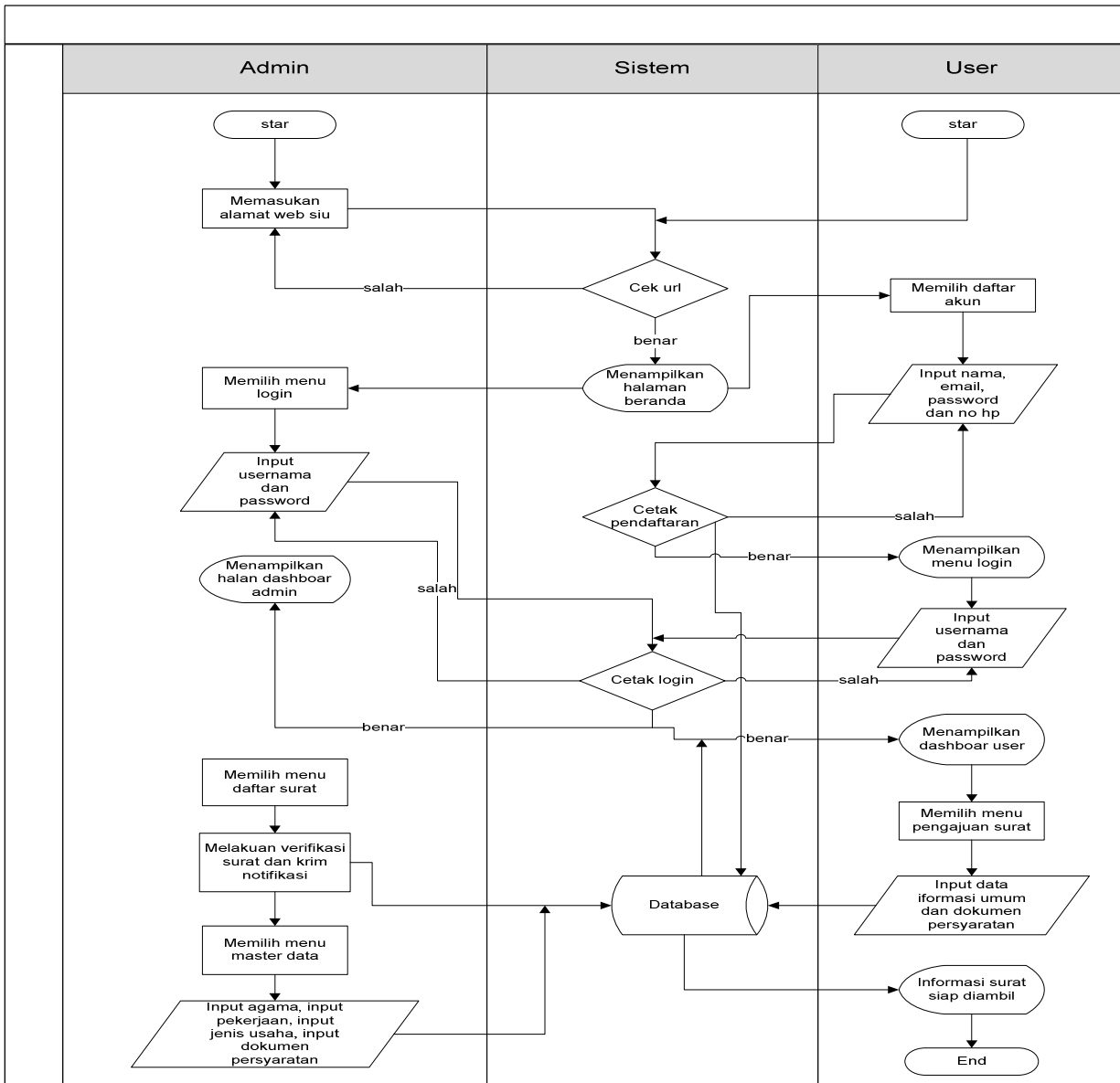
### b. Observasi

Menurut sari Dan Marheni (2015) observasi adalah pengamatan yang dilakukan oleh peneliti secara langsung di objek penelitian. Pengamatan yang dilakukan dengan cara mencatat dan mempelajari sistim yang sedang berjalan. Dalam teknik observasi ini, peneliti melakukan observasi langsung cara pengurusan ijin usaha dan perpanjang ijin usaha di desa nekbaun.

c. Studi Pustaka

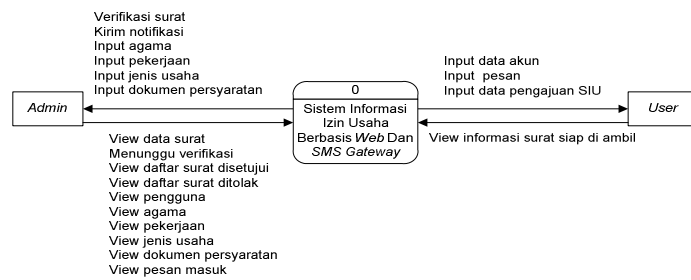
Pada tekni pengumpulan studi pustaka ini, penulis mencari dan membaca jurnal-jurnal dan buku yang memuat teori-teori yang berkaitan dengan topik yang penulis teliti.

4. Sistim Yang Diusulkan



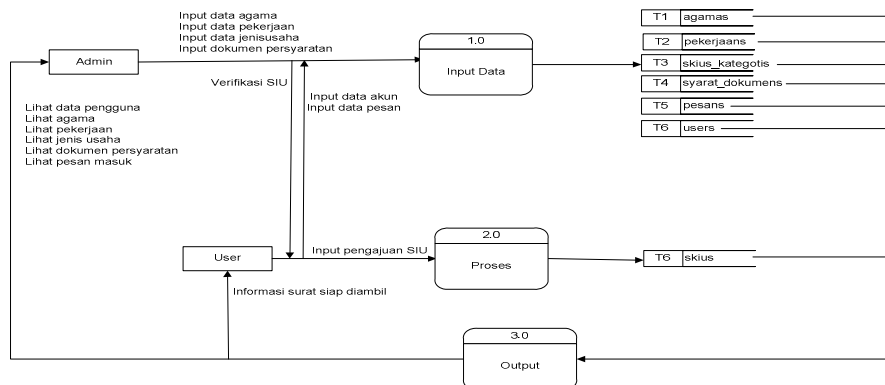
**Gambar 2. Sistim Yang Diusulkan**

**5. Diagram Konteks**



**Gambar 3. Diagram Konteks**

**6. Data Flow Diagram Level**



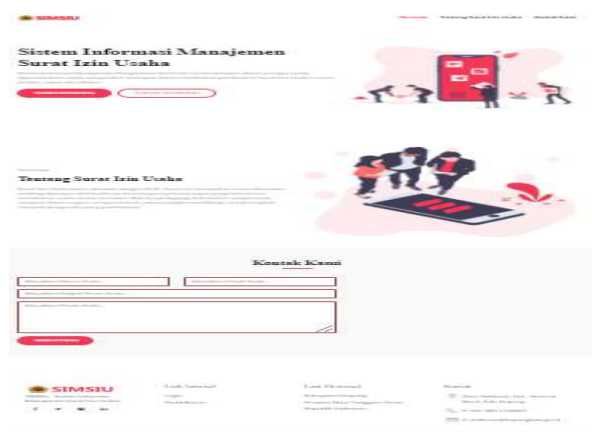
**Gambar 4. Data Flow Diagram Level 0**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Tahapan implementasi merupakan tahap kelanjutan dari kegiatan perancangan sistem. Hasil dari implementasi ini nantinya adalah sebuah sistim yang siap untuk diuji dan digunakan.

**1. Halaman Home**



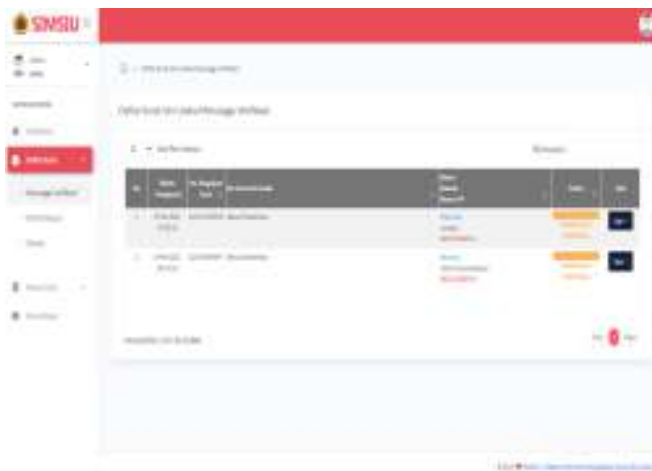
**Gambar 5. Halaman Home**

2. Halaman Dashboard Admin



**Gambar 6. Halaman Dashboard Admin**

3. Halaman Daftar Surat Ijin Usaha Menunggu Verifikasi



**Gambar 7. Halaman Daftar Surat Ijin Usaha Menunggu Verifikasi**

4. Halaman Daftar Pesan Masuk Dari Segi Admin



**Gambar 8. Halaman Daftar Pesan Masuk Dari Segi Admin**

5. Halaman Daftar Surat Ijin Usaha Yang Telah Disetujui



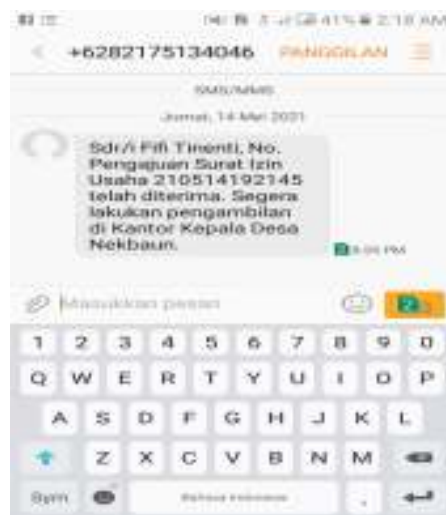
**Gambar 9. Halaman Daftar Surat Ijin Usaha Yang Telah Disetujui**

6. Halaman Pengajuan Surat



**Gambar 10. Halaman Pengajuan Surat**

7. Halaman Pemberitahuan Pesan Masuk



**Gambar 11. Halaman Pemberitahuan Pesan Masuk**

**Pembahasan**

Pengujian sistem merupakan bagian penting dalam siklus pembuatan atau pengembangan perangkat lunak. Pengujian dilakukan dengan menguji apakah kualitas sistem yang dibuat sesuai dengan apa yang tertuang dalam spesifikasi fungsional dan pengujian pengguna dengan cara pembagian kuesioner kepada para pengguna. Sebelum mengisi kuesioner, para pengguna diberi kesempatan untuk mencoba sistem yang dibuat. Pengujian fungsional dapat dilihat pada table 1 dan pengujian pengguna dapat dilihat di tabel 2 dan tabel 3.

Kelas Uji	Skenario	Hasil Yang Ditampilkan	Kesimpulan
Halaman Home	Memilih <i>button click-to-action</i>	Menampilkan halaman Sistem Informasi Manajemen Surat Izin Usaha	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button login sekarang</i>	Menampilkan informasi tentang <i>website login</i> akun,	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button daftar sekarang</i>	Menampilkan informasi tentang <i>website pendaftaran</i> akun	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
Halaman login sekarang	Memilih <i>button Login</i> akun sebagai <i>admin</i>	Menampilkan <i>username/email, password, login</i> dan daftar disini bagi yang belum punya akun	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
Halaman login admin	Memilih <i>button login admin</i>	Menampilkan halaman <i>dahsboard admin</i> , daftar surat, <i>master data</i> dan pesan masuk	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button dahsboard admin</i>	Menampilkan halaman total pengajuan surat berdasarkan hari dan bulan	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button daftar surat</i>	Menampilkan menunggu <i>verifikasi</i> , telah disetujui dan ditolak	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button verifikasi</i>	Menampilkan halaman daftar surat izin usaha menunggu <i>verifikasi</i>	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button telah disetujui</i>	Menampilkan halaman daftar surat izin usaha telah disetujui	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button ditolak</i>	Menampilkan halaman daftar surat izin usaha ditolak	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button daftar pengguna</i>	Menampilkan halaman daftar pengguna	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button agama</i>	Menampilkan halaman daftar agama	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button pekerjaan</i>	Menampilkan halaman daftar pekerjaan (Yermias, J.I. Leuhoe, dkk.)	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
Memilih	Menampilkan halaman daftar	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil	

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

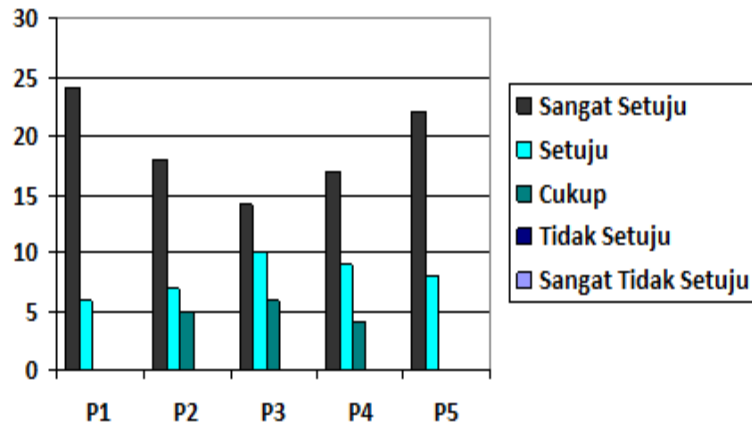
Kupang, 02 November 2021

	Memilih <i>button pekerjaan</i>	Menampilkan halaman daftar pekerjaan	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button jenis izin usaha</i>	Menampilkan halaman daftar jenis izin usaha	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button dokumen persyaratan</i>	Menampilkan halaman daftar dokumen persyaratan	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button pesan masuk</i>	Menampilkan halaman daftar pesan masuk	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
Halaman <i>login user</i>	Memilih <i>button login user</i>	Menampilkan halaman <i>dashboar user</i>	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button pengajuan surat</i>	Menampilkan halaman daftar pengajuan surat	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil
	Memilih <i>button tambah pengajuan surat</i>	Menampilkan halaman daftar tambah pengajuan surat	[ <input checked="" type="checkbox"/> ] Berhasil [ <input type="checkbox"/> ] Tidak Berhasil

**Tabel 2. Daftar Pertanyaan Dari Segi Aplikasi**

No.	Pertanyaan	SS	S	C	TS	STS
1.	Aplikasi ini sudah tepat sasaran untuk mendukung kegiatan izin usaha.	24	6			
2.	Aplikasi ini sesuai dengan harapan saya.	18	7	5		
3.	Aplikasi ini mudah untuk dipelajari cara penggunaannya.	14	10	6		
4.	Menu-menu dalam aplikasi ini mudah digunakan.	17	9	4		
5.	Aplikasi ini efektif dapat menyelesaikan masalah surat izin uaha anda.	25	5			

Dari hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden dengan skor jawaban yang telah ditentukan maka diperoleh hasil seperti pada gambar 11.



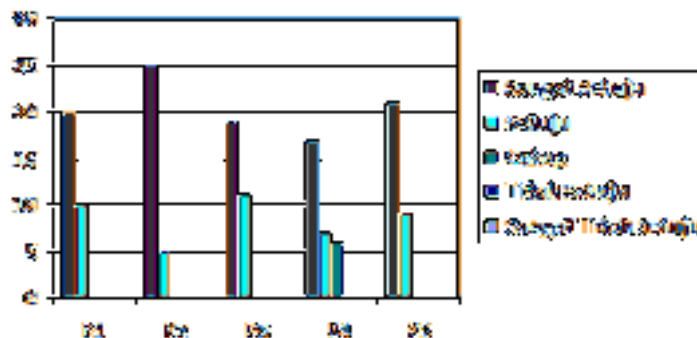
Gambar 11. Tampilan Grafik Kuesioner Dari Segi Aplikasi

Dari gambar 11 Grafik hasil kuesioner dari segi aplikasi, terlihat bahwa rata-rata pada pengguna dari segi aplikasi ini terlihat cukup baik. Terbukti dengan penilaian yang menunjukkan pada masing-masing pertanyaan masih banyak yang menilai sangat setuju, setuju dan cukup/netral. Untuk komponen penilaian dapat dilihat berdasarkan warna yang ada pada bagian bawah dari grafik.

Tabel 3. Daftar Pertanyaan Dari Segi Interaksi Manusia Dan Komputer

No.	Pertanyaan	SS	S	C	TS	STS
1.	Tanggapan anda tentang tampilan dari segi <i>interface</i> pada aplikasi ini.	20	10			
2.	Dari segi pewarnaan apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan.	25	5			
3.	Penggunaan sistem informasi seperti ini sangat efisien bagi masyarakat yang ingin mencari informasi izin usaha.	19	11			
4.	kelengkapan data yang disediakan aplikasi ini apakah sudah sesuai.	17	7	6		
5.	Aplikasi ini sesuai dengan harapan saya.	21	9			

Dari hasil kuesioner yang telah diisi oleh responden dengan skor jawaban yang telah ditentukan maka diperoleh hasil seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Grafik Hasil Kuesioner Dari Segi Interaksi Manusia Dan Komputer



Dari gambar 12. Grafik hasil kuesioner dari segi IMK, terlihat bahwa rata-rata pada pengguna dari segi Interaksi Manusia dan Komputer aplikasi ini terlihat cukup baik. Terbukti dengan penilaian yang menunjukkan pada masing-masing pertanyaan masih banyak yang menilai sangat setuju, setuju dan cukup/netral. Untuk komponen penilaian dapat dilihat berdasarkan warna yang ada pada bagain bawah dari grafik.

### KESIMPULAN

Melalui penelitian yang telah dilakukan, berhasil dirancang bangun aplikasi Ijin usaha terpadu di desa Nekbaun dengan kolaborasi SMS *Gateway* dan *Framework Codeignitier*. Dari hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan dan semua fungsi dapat dioperasikan dengan benar, sedangkan dari pengujian pengguna menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat menarik dari segi Interaksi Manusia Dan Komputer.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bisri & Winarmo. 2015. Perancangan Aplikasi Perizinan Menggunakan SMS *Gateway* Untuk Tracker Proses Izin Di Kabupaten Blora. *Senasteknomedia Online*
- Nugroho.2019. Pengaruh Layanan Mediasi Terhadap Perilaku Bullyng Pada Siswa Kelas IX Smp Negeri 2 Gondangrejo. *Jurnal Media Kons.* Vol 5. No. 2 Oktober 2019.ISSN: 2528-424-X.
- Sari dan Marhaeni. 2015. Pengaruh Modal Kerja, Jumlah Tujuan Negara, Jumlah Tenaga Kerja Dan Kurs Dollar Amerika Terhadap Nilai Ekspor Kerajinan Bali Di Pasar Internasional. *E-Jurnal EP Unud*, 4[8]: 998-1017. ISSN: 2303-0178.
- Pressman. 2015. *Rekayasa Perangkat Lunak. Pendekatan Praktisi Buku I.* Yogyakarta. Andi.

**PENGARUH JARAK LUBANG SAMBUNGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN  
TARIK KOMPOSIT POLYESTER SERAT WIDURI PENDAHULUAN**

***The Effect OF The Distance Of The Mechanical Connection Holes On The Tensile  
Strenght Of The Polyester Widuri Fiber Composites***

**Alfarian Yosafat U. Lele<sup>1</sup>, Yeremias M. Pell<sup>2</sup>, Jefri S. Bale<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jln. Adisucipto-Penfui Kupang NTT, 85222

e-mail: [yeremiaspell@gmail.com](mailto:yeremiaspell@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak lubang sambungan mekanik terhadap kekuatan tarik komposit polyester serat widuri. Panjang serat 0,5 cm, fraksi volume serat 30% dan orientasi serat secara acak. Lubang baut berdiameter 4 mm dibuat dengan cara dibor. Jumlah lubang sebanyak 4 buah terdiri dari 2 baris dan 2 kolom. Jarak antar lubang bervariasi yaitu 8 mm, 10 mm dan 12 mm. Tipe sambungan yang digunakan adalah tipe *single lap joint*. Pembuatan spesimen dan pengujian mengacu pada standard ASTM D5961 dan ASTM D3039. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen dengan jarak lubang 12 mm memiliki kekuatan tarik tertinggi dan diikuti dengan jarak lubang 10 mm dan 8 mm, berturut-turut yaitu 9.0 MPa, 7,5 MPa dan 6,35 MPa. Demikian juga nilai kekakuannya, dari jarak lubang 12 mm, 10 mm dan 8 mm, mempunyai nilai berturut-turut sebesar 8,5 GPa, 8,26 GPa dan 4,49 GPa. Pengamatan gambar pada daerah sekitar lubang, menunjukkan jenis kerusakan sambungan yaitu *net-tension failure* dan *bearing failure*. Sedangkan jenis patahannya merupakan patah getas dan tergolong dalam model patahan banyak. Hasil-hasil ini membuktikan bahwa komposit polimer yang diperkuat serat widuri sudah bisa diaplikasikan dalam struktur sambungan mekanik dengan jenis pembebanan tarik khususnya untuk pembebanan ringan.

**Kata Kunci :** Serat Widuri, Komposit, Jarak Lubang, Sambungan Mekanik, Kekuatan Tarik.

**ABSTRACT**

*This study aims to determine the effect of holes distance mechanical connection on the tensile strength of the polyester widuri composite. The fiber length is 0.5 cm, the fiber fraction volume is 30%, and the fiber orientation is random. Bolt holes with a diameter of 4 mm were drilled. The holes number is four pieces consisting of 2 rows and columns. The distance between the holes varies, namely 8 mm, 10 mm, and 12 mm. The type of connection used is the single lap joint type. Specimen making and testing refer to ASTM D5961 and ASTM D3039 standards. The test results show that the specimen with a hole spacing of 12 mm has the highest tensile strength followed by a hole spacing of 10 mm and 8 mm, were 9.0 MPa, 7.5 MPa, and 6.35 MPa, respectively. Similarly, the stiffness values of the hole spacing of 12 mm, 10 mm, and 8 mm have values were 8.5 GPa, 8.26 GPa, and 4.49 GPa, respectively. Observation of the image in the area around the hole shows the type of connection damage, namely net stress failure and bearing failure. Whereas the type of fracture was a brittle fracture and include in the splitting multiple areas. These results prove that polymer composites reinforced with widuri fiber can be applied to mechanical connection structures with tensile loading types, especially for light loads.*

**Keywords:** *Widuri Fiber, Composite, Hole Distance, Mechanical Connection, Tensile Strength.*

## **PENDAHULUAN**

Material komposit adalah dua atau lebih material yang digabungkan dalam sebuah unit struktur dan mempunyai sifat-sifat yang tidak sama ketika material-material tersebut masih berdiri sendiri atau sebelum digabungkan.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan tingkat keanekaragaman hayati terbesar di dunia. Banyak sekali potensi kekayaan alam Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung ketersediaan sumber daya sebagai salah satu elemen pendorong peningkatan daya saing industri. Salah satunya adalah pemanfaatan sumber daya alam Indonesia untuk mensubsitisi bahan baku di industri TPT yang selama ini harus dipenuhi melalui jalur impor. Hal inilah yang dijadikan dasar perbandingan penulis untuk meneliti potensi pemanfaatan tanaman Widuri yang tumbuh liar di Indonesia untuk bahan baku serat alam sebagai penguat material komposit.

Tanaman Widuri merupakan salah satu jenis belukar/tanaman perdu yang dapat tumbuh mencapai setinggi 3 meter. Serat dapat diperoleh dari kulit batang dan biji buahnya. Getah warna putih menyerupai susu yang keluar dari batang tanaman diketahui bermanfaat untuk kesehatan, diantaranya sebagai obat herbal penyakit pusing, asma, bronkitis, dispepsia, lepra, tumor, dan berbagai penyakit gangguan pencernaan.

Kekuatan sambungan mekanik sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu faktor geometri spesimen, faktor material spesimen dan faktor cara pembuatan lubang. Hampir semua komponen, baik logam maupun non logam, mengalami proses penyambungan (*joining*) dengan komponen lain. Komponen logam dapat disambung dengan las, dibaut, dan dikeling. Namun khusus bahan non metal seperti komposit dan penyambungannya tidak dapat dilakukan pengelasan. Salah satu jenis sambungan yang cocok untuk bahan komposit adalah sambungan baut dan keling.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan digital dipakai untuk mengukur berat serat.
2. Amplas untuk meratakan spesimen uji.
3. Cetakan komposit dari kayu untuk pencetakan spesimen.
4. Pisau dan *cutter* digunakan untuk memisahkan serat .
5. Gunting digunakan untuk memotong serat.
6. Jangka sorong.

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

7. Kuas
8. Mesin pemotong (*Gerinda*)
9. Alat-alat pendukung lainnya.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari :

1. Serat kulit batang widuri
2. Wax atau *Mirrorglass*
3. Resin *polyester* dan Katalis

### Prosedur Penelitian

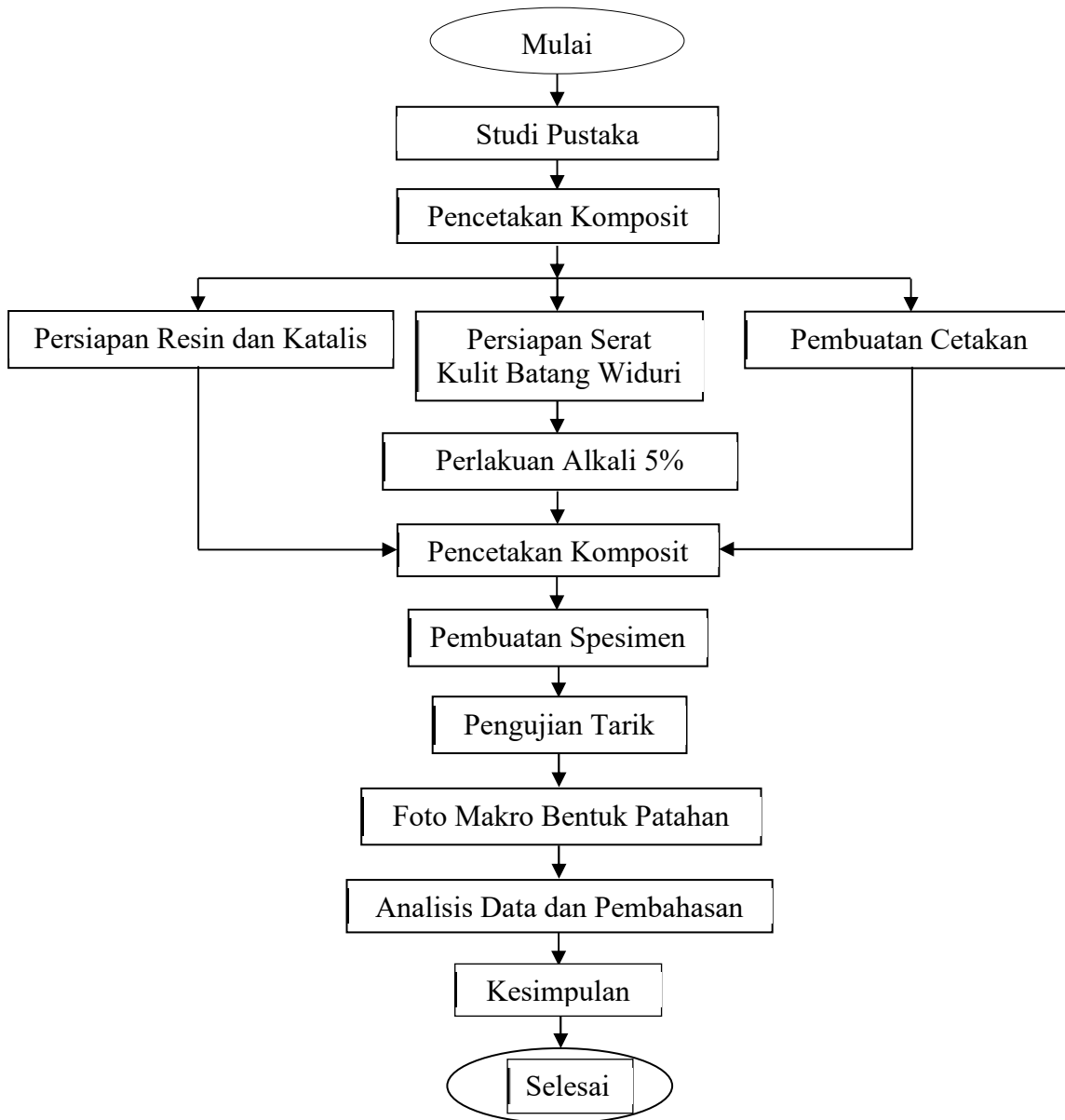
Prosedur penelitian ini meliputi : (1) Proses Pengambilan dan Perlakuan Serat Widuri; (2) Proses Pencetakan Komposit; (3) Prosedur Pembuatan Spesimen Uji.

### Prosedur Pengujian Tarik

Langkah-langkah pengujian tarik dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Ukur penampang spesimen sebelum diuji.
2. Siapkan mesin uji tarik yang digunakan.
3. Masukkan dan *setting* spesimen uji.
4. Pasang spesimen tarik dan pastikan terjepit dengan benar.
5. Jalankan mesin uji tarik dan catat pertambahan panjang dan pembebanan yang diberikan oleh mesin. Setelah putus, hentikan proses penarikan secepatnya.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Proses Pembuatan Spesimen**

Tahap 1.

Pada tahap awal, terlebih dahulu ambil kulit batang widuri yang sudah dikeringkan didalam suhu ruangan, kemudian kulit batang luarnya dikeluarkan menggunakan pisau dan ambil seratnya lalu direndam kedalam air yang sudah dicampur dengan NaOH.

Tahap 2.

Selanjutnya serat yang sudah di cuci dengan air bersih dan dikeringkan selama 1 hari dalam temperatur ruangan.

Tahap 3.

Selanjutnya serat yang sudah dikeringkan dipotong-potong menjadi 5 mm kemudian serat yang sudah dipotong siap dicetak.

Tahap 4.

Selanjutnya melakukan pengukuran matrik pada gelas ukur yang disediakan dan dan serat yang sudah dipotong-potong pada timbangan yang telah disediakan.

Tahap 5.

Kemudian pada tahapan pembuatan spesimen bahan-bahan yang sudah tersedia selanjutnya dilakukan proses pencetakan spesimen. Oleskan mirror pada permukaan cetakan hingga merata, selanjutnya tuangkan matrik pada permukaan cetakan hingga merata. Kemudian tempelkan serat pada permukaan cetakan sesuai dengan ukurannya dan dilanjutkan dengan menutup cetakannya dan menekan atau dipress cetakannya hingga betul betul rapat dan kemudian diamkan selama 24 jam sampai betul-betul mengering.

Tahap 6.

Pada tahap terakhir, spesimen yang sudah selesai dicetak terlebih dahulu diukur lalu dipotong sesuai dengan ukuran standard spesimen dengan menggunakan mesin potong atau *gerinda*.

### **Proses Pembuatan Fabrikasi Lubang.**

Tahap 1.

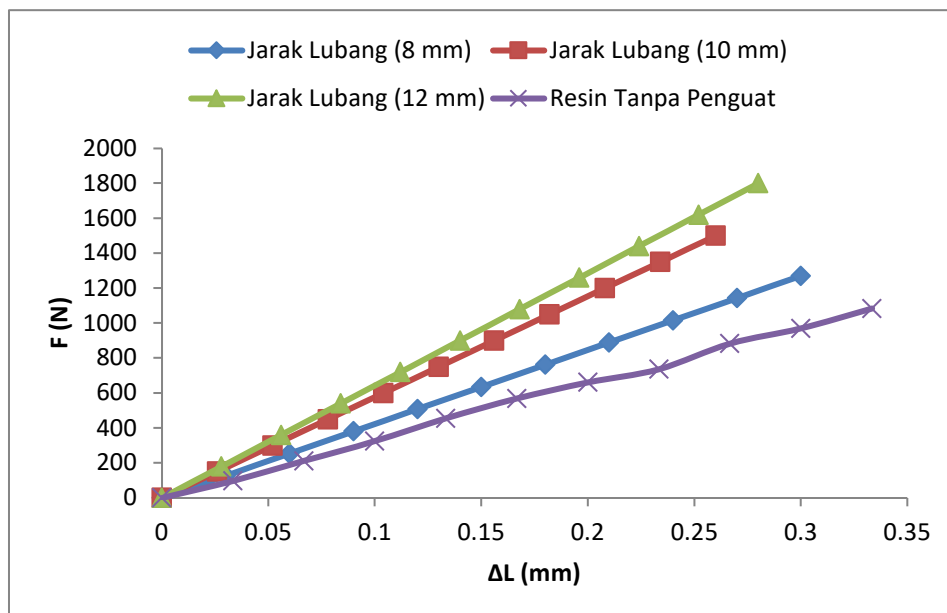
Pada tahap awal, persiapkan spesimen yang akan dilubangkan dan alat untuk melakukan pelubangan atau bor. Proses ini dimulai dengan melakukan pengukuran pada setiap spesimen sesuai dengan standard pengujian tarik.

**Tahap 2**

Setelah semua spesimen diberi pelubangan, kemudian spesimen disambungkan. Proses ini menggunakan metode *single lap*. Setelah itu, spesimen yang sudah disambung diberi baut dan mur dengan ukuran sesuai standard pengujian tarik.

**Perbandingan Panjang Serat Terhadap Tipe Jarak Lubang .**

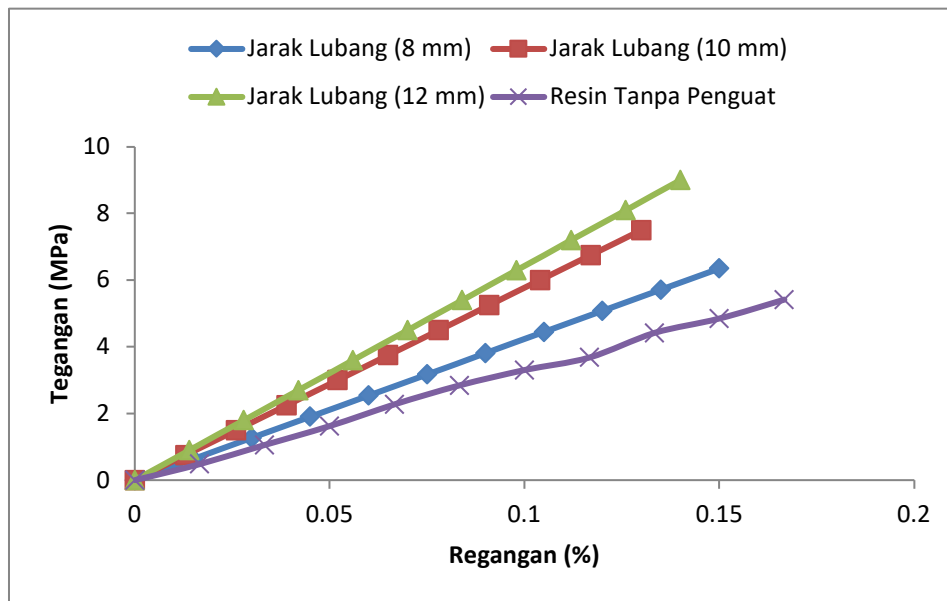
Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas didapatkan kekuatan beban dan pertambahan Panjang dari komposit material yang digunakan, ditampilkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.9 Grafik Beban Dan Pertambahan Panjang

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pertambahan panjang yang terjadi akibat pembebanan yang diberikan pada spesimen. Dimana pertambahan panjang terbesar terjadi pada spesimen dengan tipe jarak lubang 12 mm mempunyai kekuatan beban tertinggi sebesar 1800 N dengan pertambahan panjang sebesar 0,28 mm dan untuk pertambahan panjang dengan kekuatan beban terendah terjadi pada spesimen dengan tipe jarak lubang 8 mm mempunyai kekuatan beban terendah sebesar 1270 N dengan pertambahan panjang sebesar 0,3 mm. Dari data pengujian tarik diatas kemudian dianalisis lebih lanjut agar dapat mengetahui pengaruh jarak lubang terhadap sambungan mekanik.

**Pengaruh Tipe Jarak Lubang Terhadap Tegangan Dan Regangan Tarik.**



Gambar 4.10 Perbandingan Tegangan Dan Regangan Spesimen Komposit

Grafik diatas menunjukkan perbandingan kekuatan tarik yang dimiliki dari setiap tipe jarak lubang yang digunakan pada komposit. Dapat dilihat bahwa komposit dengan tipe jarak lubang 12 mm mempunyai kekuatan tegangan tarik tertinggi sebesar 9,0 MPa dan nilai regangan tarik sebesar 0,14%, komposit dengan jarak lubang 10 mm memiliki kekuatan tegangan tarik maksimum sebesar 7,5 MPa dan nilai kekuatan regangan tarik sebesar 0,13%, komposit dengan tipe jarak lubang 8 mm memiliki kekuatan tegangan tarik maksimum sebesar 6,35 MPa an nilai regangan tarik sebesar 0,15%, sedangkan komposit dengan resin kosong memiliki kekuatan tegangan tarik sebesar 5,41 MPa dan nilai regangan tarik sebesar 0,16%. Jika dilihat dari persentasi nilai tegangan-regangan pada jarak lubang 8 mm, 10 mm, dan 12 mm, dimana semakin besar nilai tegangan maka nilai regangan semakin kecil begitupun semakin besar nilai regangan maka nilai tegangan semakin kecil.

Berdasarkan hasil kekuatan tarik spesimen komposit peningkatan kekuatan tarik dapat terjadi karena pengaruh jarak lubang komposit. Hal itu dapat dilihat dari jumlah beban yang diterima oleh spesimen dengan jarak lubang 12 mm memiliki daya tahan terhadap beban yang diberikan, sedangkan spesimen dengan jarak lubang 8 mm memiliki daya tahan yang lebih rendah dari spesimen dengan jarak lubang 12 mm. Akibat perbandingan tersebut kita dapat melihat bahwa kondisi spesimen dengan jarak lubang 12 mm lebih memiliki kekuatan yang optimal dari pada spesimen dengan jarak lubang 8 mm. Hal yang mempengaruhi salah satunya proses *fabrikasi*, lubang di sekitar ujung retak akan mengakibatkan interaksi tegangan yang melibatkan tegangan di ujung retak dan sisi lubang tersebut. Pada jarak yang terlalu dekat, pemusatan tegangan bercampur



antara ujung retak dan sisi lubang sehingga menyebabkan kekuatan tariknya rendah. Sedangkan apabila jarak lubang terlalu jauh, interaksi antara tegangan di ujung retak dan lubang berkurang sehingga adanya lubang tidak mempengaruhi kekuatan tarik maksimum spesimen (Heryanto B. Soemardi, dkk.,2013)

Hal kedua yang dapat mempengaruhi lemahnya kekuatan komposit serat kulit batang widuri dengan variasi jarak lubang 8 mm, 10 mm, dan 12 mm adalah proses perlakuan *alkali treatment*. Perendaman alkali dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, sehingga mampu meningkatkan ikatan *interface* antara serat dan matrik agar distribusi tegangan dari matrik ke serat menjadi lebih baik, karena menurut Maryanti, dkk, komposit yang diperkuat dengan serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang lapisan yang menyerupai lilin dipermukaan serat (Maryanti Budha, dkk., 2011). Permukaan kulit jagung memiliki kandungan lignin yang tinggi sehingga proses perlakuan awal menggunakan alkali treatment membuat kadar lignin yang ada pada permukaan serat widuri tidak bersih secara merata. Kadar lignin yang tinggi mempengaruhi kekuatan ikatan antara serat dan matriks sehingga resin dan serat tidak terikat secara baik. Oleh karena itu kekuatan tarik yang dimiliki oleh komposit serat kulit batang widuri dengan jarak lubang 8 mm lebih rendah dari komposit dengan jarak lubang 12 mm.

Hasil perbandingan Modulus Elastisitas komposit dengan tipe jarak lubang 8 mm, 10 mm, dan 12 mm dapat dilihat pada gambar IV.11 berikut ini.



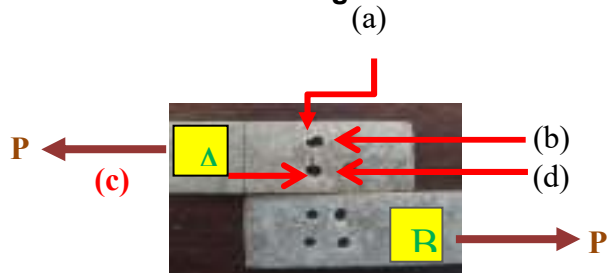
Gambar 4.11 Perbandingan Modulus Elastisitas Spesimen Komposit

Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis, semakin besar modulus elastisitas maka spesimen komposit akan semakin kaku. Pada grafik

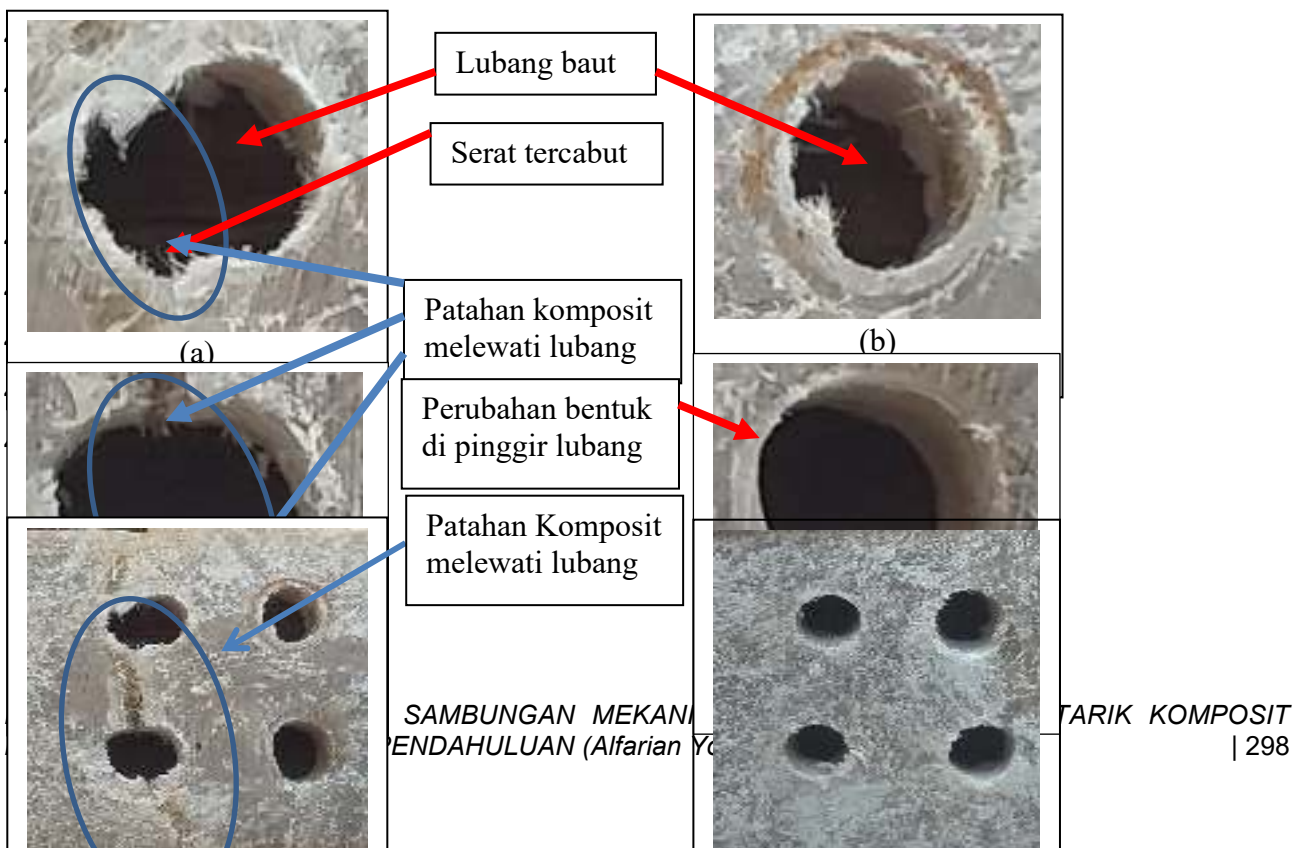
diatas menunjukkan bahwa modulus elastisitas tertinggi yang dimiliki oleh komposit dengan tipe jarak lubang 12 mm dengan modulus elastisitas rata-rata 8,505 GPa, sedangkan modulus elastisitas terendah dimiliki oleh komposit dengan tipe jarak lubang 8 mm sebesar 4,483 GPa.

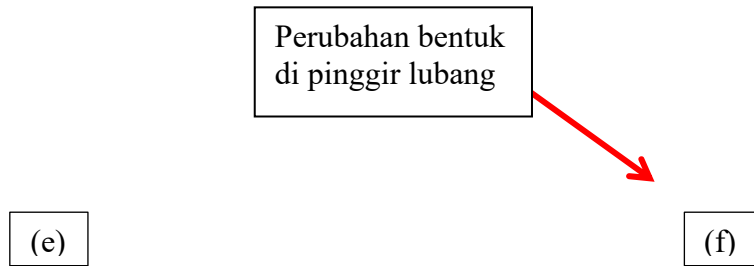
Hal ini disebabkan karena komposit dengan tipe jarak lubang 12 mm menghasilkan kekuatan tegangan yang besar dan regangan yang tergolong kecil dan tidak jauh berbeda dengan komposit tipe jarak lubang 8 mm dan jarak lubang 10 mm, sehingga menghasilkan modulus elastisitas yang lebih baik. Modulus elastisitas yang dimiliki komposit dengan tipe jarak lubang 10 mm lebih baik dibandingkan dengan komposit dengan tipe jarak lubang 8 mm. Hal ini dikarenakan regangan yang dimiliki oleh komposit tipe jarak lubang 10 mm lebih rendah dan tidak berbeda jauh dengan komposit tipe jarak lubang 8 mm. Hal tersebut dapat dibuktikan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bale dkk., (2017) dimana semakin kecil regangan maka akan menghasilkan kemampuan yang lebih rendah sehingga spesimen semakin kaku untuk mempertahankan beban yang diberikan sehingga elastisitas spesimen semakin besar. Sebaliknya semakin besar regangan maka spesimen semakin ulet sehingga elastisitas spesimen semakin kecil.

**Hasil dan Pembahasan Pengamatan Daerah Lubang Baut**



Gambar 1. Daerah lubang baut yang mengalami kerusakan akibat pembebanan tarik (P).





Gambar 4.12 Foto Makro Patahan Spesimen

Pengamatan pada gambar 1 yaitu daerah lubang baut yang mengalami kerusakan akibat pembebanan tarik. Spesimen dilepas dari sambungannya dan disusun sebelah menyebelah untuk memperjelas tampilan lubang bautnya. Gambar (a), (c) dan (e), menunjukkan daerah patahan yang terjadi akibat pembebanan tarik. Menurut ASTM D5961 jenis kerusakan sambungan ini adalah *net-tension failure*. Sedangkan jenis kerusakan pada gambar (b), (d) dan (f) merupakan jenis kerusakan *bearing failure*, yaitu timbulnya kelonggaran pada lubang baut sehingga terjadi perubahan bentuk secara permanen dari lingkaran menjadi elips.

Pada bagian pinggir permukaan lubang (gambar (a), (b), dan (c)), menunjukkan adanya fenomena tercabutnya serat dari matriksnya (*fiber pull-out*). Selain itu juga pada gambar (a) dan (c), dapat dilihat bahwa Sedangkan jenis patahannya merupakan patah getas dan tergolong dalam model patahan banyak.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan bentuk jarak lubang komposit serat kulit batang widuri berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Dimana nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada tipe jarak lubang 12 mm sebesar 9 MPa, sedangkan nilai tegangan terendah terdapat pada tipe jarak lubang 8 mm sebesar 6.35 MPa, sedangkan nilai untuk regangan tertinggi adalah tipe jarak lubang 8 mm sebesar 0.15 % dan nilai regangan terendah terdapat pada tipe jarak lubang 10 mm sebesar 0.13 %. Selanjutnya untuk nilai modulus elastisitas tipe jarak lubang 12 mm memiliki memiliki nilai modulus elatisitas tertinggi sebesar 8.505 Gpa, sedangkan modulus elastisitas terendah adalah tipe jarak lubang 8 mm sebesar 4.483 Gpa.
2. Sifat getas dari material komposit serat kulit batang widuri sangat berpengaruh oleh arah serat yang acak dan matriks sebagai pengikat. Adanya lubang pada material komposit serat widuri dapat meningkatkan konsentrasi tegangan dan mengakibatkan terjadinya penurunan

tegangan yang berpengaruh selama pengujian tarik dimana kerusakan awal dimulai dari tepi lubang dan menyebar disepanjang luas daerah yang mana konsentrasi tegangan terjadi. Awal kerusakan terjadi dalam bentuk retakan pada sekitar lubang. Tingkat akhir dari penyebaran kerusakan spesimen saat mencapai pada titik kritis, maka area kerusakan yang akan sampai pada sisi dalam dari spesimen yang mengalami kegagalan, sehingga terjadi kerusakan secara menyeluruh seperti ditunjukkan pada kondisi spesimen yang mengalami kerusakan atau putus akibat pembebanan. Hal ini terjadi akibat ikatan antar muka pada matrik dan serat widuri kurang maksimal sehingga mengakibatkan serat tercabut ketika komposit diberi beban tarik.

### Saran

Adapun beberapa saran yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Pada proses pencetakan harus lebih teliti lagi dalam melakukan penimbangan serat dan resin harus sesuai dengan fraksi volume serat dan resin karena sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit.
2. Dalam proses penuangan resin dan penyusunan serat dalam cetakan harus merata dan cepat agar serat benar-benar padat dan resin tidak cepat kering ketika proses pencetakan.
3. Pada saat proses pelubangan harus diperhatikan jarak lubangnya agar konstruksi jaraknya betul-betul efisiensi.
4. Pada beberapa jenis sambungan harus diperhatikan tebal spesimen dalam proses penyambungan agar konstruksi sambungan betul-betul efisiensi.
5. Pada proses keling harus diperhatikan besar lubang dan besar keling yang digunakan agar pada saat penekanan tidak terjadi keretakan daerah sekitar lubang.
6. Kekurangan-kekurangan dalam penelitian ini bisa diperbaiki jika dilakukan penelitian lebih lanjut tentang komposit serat kulit batang widuri.

### DAFTAR PUSTAKA

Bale dkk, 2017. *Bending Strenght Analysis on Composite Reinforced with Discontinuous Dewalg Leaf (Coryphe Utan Lam)*. Prosiding SNTTM XVI, Oktober 2017, hal 46-50.

Heryanto B. Soemardi, dkk, 2018. "Pengaruh Penambahan *Stophole* Pada Bahan Komposit Epoxy Serat Kaca". Jurnal Teknik Mesin, Tahun 13, No 2, Mei 2018.

Maryanti, Budha; Soenif A. As'ad; dan Wahyudi, Slamet. 2011. "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-*Polyester* Terhadap Kekuatan Tarik". Vol. 2, No. 2, pp. 123-129

**PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*)  
TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH  
DOMESTIK**

***Utilisation of Phosphoric Acid Activated Walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) Shell  
Charcoal as Phosphate Adsorbent in Domestic Waste***

**Titus Lapailaka<sup>1)</sup>, Imanuel Gauru<sup>2)</sup>, Odi Theofilus Edison Selan<sup>3)</sup>**

<sup>1, 2, 3)</sup> Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan teknik, Univeristas Nusa Cendana  
Jalan Adisucipto Penfui Kupang

<sup>1)</sup>e-mail: t\_lapailaka@staf.undana.ac.id

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan arang tempurung kenari teraktivasi  $H_3PO_4$  sebagai adsorben senyawa fosfat pada limbah domestik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari arang aktif tempurung kenari dan pengaruh konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  dan lama aktivasi pada arang tempurung kenari dalam mengadsorpsi fosfat pada limbah domestik. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi  $H_3PO_4$  1, 2 3 M dengan masing-masing waktu aktivasi 1 dan 2 jam. Hasil penelitian Arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) memperoleh nilai karakterisasi hampir mendekati standar mutu SNI 06-3730-1995 antara lain kadar air tertinggi pada konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  1 M selama 1 jam sebesar 6,6 % dan terendah pada konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  3 M selama 2 jam sebesar 4 %. Kadar abu tertinggi pada konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  1 M selama 1 jam sebesar 7,5 % dan terendah pada konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  3 M selama 2 jam sebesar 4,3 % serta luas permukaan tertinggi pada konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  3 M selama 2 jam sebesar 27,12  $m^2/g$  dan Semakin tinggi konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  dan waktu aktivasi maka semakin tinggi pula daya adsorpsi arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang ditunjukkan dengan nilai daya adsorpsi dan persentase yang diperoleh pada konsentrasi 3 M selama 2 jam yaitu 33,982 mg/L dan 94,6%.

**Kata Kunci:** *Tempurung Kenari, Arang aktif, dan Ion Fosfat*

**ABSTRACT**

*Research on the utilisation of walnut shell charcoal activated by using  $H_3PO_4$  as an adsorbent of phosphate compounds in domestic waste has been conducted. The objective of this research is to find out the optimum concentration of  $H_3PO_4$  and the optimum activation time in the production of walnut shell charcoal. This research also aims to characterize the corresponding walnut shell charcoal ability to adsorb phosphate in domestic waste. This research used several  $H_3PO_4$  concentration including; 1, 2, and 3 M with the activation time of 1 and 2 hours. The results indicated that the characteristics of the activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) shell charcoal meet the SNI 06-3730-1995 quality standard. The results showed that the activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) shell charcoal with the highest water content of 6,6% could be produced using a 1 M  $H_3PO_4$  activator for 1 hour activation time while the ones with the lowest water content of 4% was generated using 3 M  $H_3PO_4$  as the activator for 2 hours. The activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) shell charcoal with the highest ash content (7,5%) was obtained when using a 1 M  $H_3PO_4$  for 1 hour while the lowest ash content (4,3%) was generated using 3 M  $H_3PO_4$  for 2 hours activation time. The highest surface area of the activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) shell charcoal was 27,12  $m^2/g$  obtained when using 3 M  $H_3PO_4$ . It was found that the higher the  $H_3PO_4$  activator concentration*

*and the activation time the higher adsorption capacity of the activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) shell charcoal. The respective values of 33,982 mg/L and 94,6% were obtained for the adsorption capacity value and the percentage of phosphate adsorption of the activated walnut (*Canarium Vulgare Leenh*) when using 3 M  $H_3PO_4$  concentration for 2 hours at.*

**Keywords:** content, formatting, article.

### PENDAHULUAN

Limbah cair domestik merupakan salah satu bahan sisa dari aktivitas manusia yang dihasilkan sepanjang waktu. Bahan sisa yang berasal dari rumah tangga tersebut berupa air yang telah digunakan yaitu meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak. Pada awalnya bahan sisa tersebut tidak menimbulkan masalah karena dapat dibuang ke lingkungan dengan aman. Hal tersebut dimungkinkan karena volume dan jenis kandungan limbah cair rumah tangga masih relatif kecil, sehingga lingkungan masih mampu menetralkannya secara alami. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk menyebabkan volume dan jenis kandungan limbah cair yang dihasilkan semakin besar dan menyebabkan kemampuan lingkungan untuk menetralkan semakin menurun, sehingga limbah cair domestik menimbulkan berbagai masalah, baik terhadap manusia maupun lingkungan itu sendiri, diantaranya dapat mencemari tanah, merusak ekosistem air, berpengaruh pada sumber air masyarakat dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap.

Komposisi limbah cair domestik rata-rata mengandung bahan organik, dan anorganik yang berasal dari sisa makanan, urin, dan sabun. Sebagian limbah rumah tangga berbentuk suspensi lainnya dalam bentuk bahan larut (Artiyani, 2016). Salah satu kandungan limbah berbahaya yang banyak mencemari lingkungan adalah fosfat ( $PO_4$ )<sup>3-</sup>. Keberadaan ion fosfat yang melimpah dapat menyebabkan eutrofikasi yang dapat memicu pertumbuhan alga dan mikroorganisme sehingga keadaan perairan menjadi berwarna hijau, keruh, berbau dan menurunkan kadar oksigen. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan limbah domestik sebelum dibuang ke badan air, sehingga konsentrasi fosfat ( $PO_4$ )<sup>3-</sup> bisa berkurang dan masih aman atau sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan, yaitu tidak boleh melebihi 0,1 mg/L  $PO_4$  (El Hanandeh, 2017).

Pengolahan limbah cair domestik dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satu metode yang murah adalah menggunakan adsorben arang aktif. Arang aktif merupakan arang yang dihasilkan dari proses aktivasi untuk meningkatkan daya serap terhadap zat tertentu sebagai target. Arang aktif dapat dibuat dari limbah bagian tumbuhan yang tidak digunakan oleh manusia seperti sabut kelapa, tempurung kelapa, tempurung kemiri, tongkol jagung, sabut lontar dan lain-lain.

Salah satu sumber adsorben yang menarik adalah penggunaan arang aktif dari tempurung kenari. Hal ini disebabkan karena tempurung kenari tahan terhadap pelapukan dan mempunyai kandungan karbon yang sangat tinggi. Tempurung kenari merupakan salah satu limbah padat

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

pertanian yang saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Tempurung kenari mempunyai struktur fisik yang keras sehingga dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Tempurung kenari yang dihasilkan setiap tahun mencapai 86 ton. Dimana, umumnya hanya digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga

Majid (2017) telah melakukan penelitian tentang karbon aktif, dimana penambahan karbon aktif 3 g efektif dalam menurunkan kadar fosfat hingga 65,86% untuk pengulangan pertama dan (62,04%) untuk pengulangan kedua

Besituba (2015) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan tempurung kenari sebagai adsorben pada minyak jelantah. Berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa jumlah optimum arang aktif tempurung kenari yang di interaksikan dengan minyak jelantah pada proses pemurnian minyak sebesar 0,5 gram, efektif menurunkan bilangan asam (83,28%), bilangan peroksida (65,55%), kadar air (82,5%), dan kadar asam lemak bebas (77,95 %), serta meningkatkan bilangan penyabunan (73,48%) dan menjernihkan minyak

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu untuk melakukan penelitian tentang Pemanfaatan Arang Tempurung Kenari (*Canarium Vulgare Leenh*) Teraktifasi Asam Fosfat Sebagai Adsorben Fosfat Pada Limbah Domestik

### METODE PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kertas saring, Corong pisah, Spektrofotometer, Neraca analitik, Erlenmeyer 125 mL, Labu ukur 100 mL, 250 mL dan 1000 mL, Gelas ukur 25 mL dan 50 mL, Pipet ukur 10 mL, Pipet volumetrik 2 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL dan 25 mL, Gelas beaker 1000 mL dan Pipet tetes

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif dari tempurung kenari, limbah domestik diambil dari perumahan Liliba, kertas saring, NaOH, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1 M, 2 M dan 3 M, Metilen Biru, Aquades, Ammonium Molibdat, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Asam Askorbat, Kalium Antimol Tartrat dan Asam Sulfat 2,5 M.

#### Prosedur Kerja

##### Preparasi Arang Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*)

Tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) dibersihkan dari kotoran sampai benar-benar bersih, kemudian dibakar dalam tungku pengarangan. Selanjutnya dilakukan proses karbonisasi pada tanur dengan suhu 500°C selama 2 jam. Kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 60 mesh

### **Aktivitas Arang Aktif dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**

Adsorben yang dihasilkan, direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1, 2 dan 3.0 M dengan variasi waktu kontak masing-masing 1 dan 2 jam dan dicuci dengan aquades lalu dikeringkan kembali didalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam

#### **Karakteristik Arang Aktif**

##### **a. Penentuan Kadar Air**

Sebanyak 2,0-gram arang aktif dipanaskan pada suhu 110°C selama 2 jam, didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan (Widhianti, 2010).

##### **b. Penentuan Kadar Abu**

Sebanyak 2,0-gram arang aktif dikeringkan pada suhu 110°C selama 2 jam, selanjutnya diabukan dalam tanur dengan suhu 600°C selama 1 jam. Abu yang telah dingin selanjutnya ditimbang sampai diperoleh berat konstan (Widhianti, 2010).

#### **Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif**

Untuk menentukan luas permukaan arang aktif, dilakukan dengan mengukur panjang gelombang 500-700 nm. Kemudian dibuat kurva standar metilen biru dengan variasi konsentrasi 1, 3 dan 5 ppm pada panjang gelombang maksimum. Sebanyak 0.1 gram arang aktif dicampur dengan 15 ml larutan metilen biru 50 ppm dan dilakukan pengadukan dengan variasi waktu (30, 30, 40 dan 60 menit). Campuran disaring kemudian diukur absorbansinya. Konsentrasi metilen teradsorpsi yang digunakan untuk menghitung luas permukaan arang aktif,

#### **Uji Kemampuan Arang Aktif sebagai Adsorben fosfat pada Limbah domestik**

##### **a. Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif**

Sebanyak 0,4-gram arang aktif ditimbang kemudian dicampurkan dalam 15 mL limbah domestik dan diaduk dengan variasi 20, 30, 40 dan 60 menit. Campuran kemudian disaring dan filtratnya diuji secara kimia dengan menganalisis Fosfat

##### **b. Penentuan Massa Optimum Arang Aktif**

Arang aktif ditimbang dengan variasi massa 0,5 ; 2,0 ; 2,5 ; 3,0 dan 3,5 gram, dicampur dalam 15 mL limbah domestik , diaduk dan diamkan selama waktu kontak optimum. Campuran disaring dan filtratnya diuji secara kimia dengan menganalisis Fosfat

#### **prosedur analisis fosfat**

##### **Pembuatan Pereaksi**

###### **a. Larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 5N**

Dimasukkan dengan hati-hati 70 mL asam sulfat pekat ke dalam gelas piala yang berisi 300 mL air suling dan diletakkan pada penangas es. Encerkan larutan dengan air suling sampai 500 mL dan dihomogenkan.

###### **b. Larutan kalium antimonil tartrat (K(SbO)C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.½ H<sub>2</sub>O)**

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Dilarutkan 1,3715 g kalium antimonil tartrat dengan 400 mL air suling dalam labu ukur 500 mL. Kemudian tambahkan air suling hingga tepat tanda tera dan dihomogenkan.

c. Larutan ammonium molibdat ( $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )

Dilarutkan 20 g ammonium molibdat dalam 500 ml air suling dan dihomogenkan.

d. Larutan asam askorbat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) 0,1 M

Dilarutkan 1,76 g asam askorbat dalam 100 mL air suling dan dihomogenkan. Larutan ini stabil selama 1 minggu pada suhu 4°C

e. Larutan Campuran

Dicampurkan secara berturut-turut 50 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N, 5 mL larutan kalium antimonil tartrat, 15 mL larutan ammonium molibdat dan 30 mL larutan asam askorbat.

Catatan :

1. Bila terbentuk warna biru, larutan campuran tidak dapat digunakan.
2. Apabila terjadi kekeruhan pada larutan campuran, kocok dan biarkan beberapa menit hingga hilang kekeruhannya sebelum digunakan.
3. Larutan campuran ini stabil selama 4 jam.

f. Kalium dihidrogen fosfat anhidrat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )

Dilarutkan 1,08 g kalium dihidrogen fosfat anhidrat dalam 500 mL air suling kemudian dihomogenkan.

### **Pembuatan larutan induk fosfat 500 mg/L**

Dilarutkan 2,195 g kalium dihidrogen fosfat anhidrat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan 100 mL air suling dalam labu ukur 1000 mL. Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

Catatan : Larutan induk fosfat yang digunakan dapat diperoleh dari larutan induk fosfat siap pakai yang diperdagangkan.

### **Pembuatan larutan baku fosfat 10 mg/L**

Dipipet 2 mL larutan induk fosfat 500 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan

### **Pembuatan larutan kerja fosfat**

a. 0,0 mg/L

Dipipet 0 mL larutan baku fosfat 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

b. 0,2 mg/L

Dipipet 5 mL larutan baku fosfat 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

c. 0,4 mg/L

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Dipipet 10 mL larutan baku fosfat 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

d. 0,8 mg/L

Dipipet 20 mL larutan baku fosfat 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

e. 1,0 mg/L

Dipipet 25 mL larutan baku fosfat 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan air suling sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

### Pembuatan kurva kalibrasi

- Optimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar fosfat
- Pipet 50 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer
- Tambahkan 1 tetes indikator phenolphthalein. Jika terbentuk warna merah muda, tambahkan tetes demi tetes  $H_2SO_4$  5N sampai warna hilang
- Tambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan
- Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit
- Buat kurva kalibrasi dari data di atas atau tentukan persamaan garis lurusnya.

### Prosedur Penelitian

- Pipet 15 mL limbah domestik dan masukkan masing-masing ke dalam Erlenmeyer
- Tambahkan arang aktif sesuai penentuan waktu optimum dan berat optimum
- Tambahkan 1 tetes indikator phenolphthalein. Jika terbentuk warna merah muda, tambahkan tetes demi tetes  $H_2SO_4$  5N sampai warna hilang
- Tambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan
- Masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi Arang Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*)

Tempurung kenari dicuci hingga bersih untuk menghilangkan pengotor. Kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 2 hari untuk mengurangi kandungan air. Lalu tempurung kenari tersebut disangrai dalam tungku pengarangan yang bertujuan untuk menurunkan kandungan minyak dan memperoleh arang yang berwarna hitam. Selanjutnya dilakukan proses karbonisasi pada tanur dengan suhu 500 °C selama 2 jam yang bertujuan untuk menghilangkan zat-zat organik yang masih tersisa pada saat proses pembakaran. Arang yang diperoleh dari proses karbonisasi

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

tersebut digerus dengan tujuan untuk memperkecil ukuran partikel arang dan memperoleh luas permukaan yang besar, kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh dengan tujuan untuk memperoleh ukuran luas permukaan yang sama dan menghomogenkan ukuran serbuk arang.

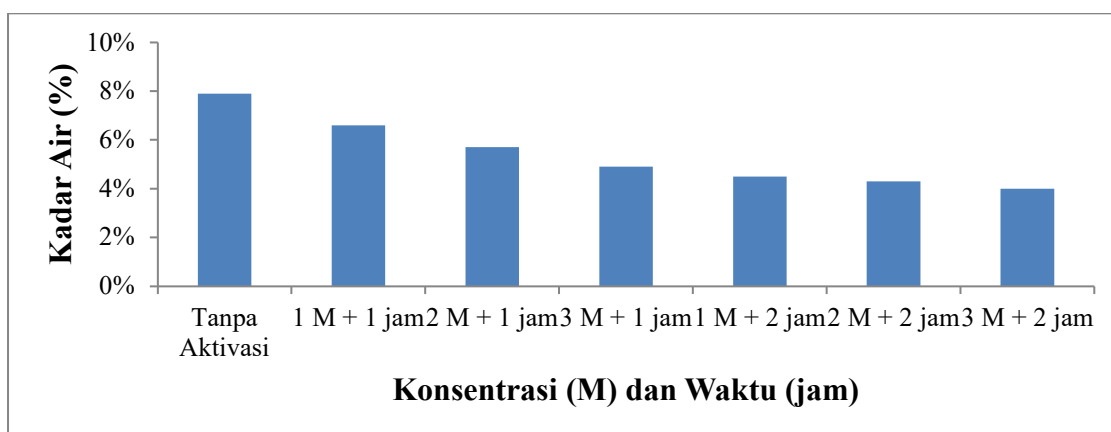
### **Aktivasi Arang Tempurung Kenari dengan $H_3PO_4$**

Tujuan penggunaan aktivator asam untuk melarutkan pengotor-pengotor dalam pori-pori karbon, sehingga permukaan karbon lebih terbuka dan daya serap arang semakin besar. Arang tempurung kenari diaktivasi menggunakan larutan  $H_3PO_4$  dengan variasi 1 M, 2 M dan 3 M selama 1 jam dan 2 jam. Adanya variasi konsentrasi  $H_3PO_4$  dan waktu perendaman untuk mendapatkan activator terbaik (Prabarini dan Okayadnya, 2013).

### **Karakteristik Arang Aktif Tempurung Kenari**

#### **a. Kadar Air**

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air dalam suatu bahan. Penentuan kadar air ini bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Sifat higroskopis ini menyebabkan arang aktif pada kondisi dan kelembaban tertentu akan mencapai keseimbangan kadar air (Tsoumis, 1991). Berikut ini adalah grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dengan kadar air.



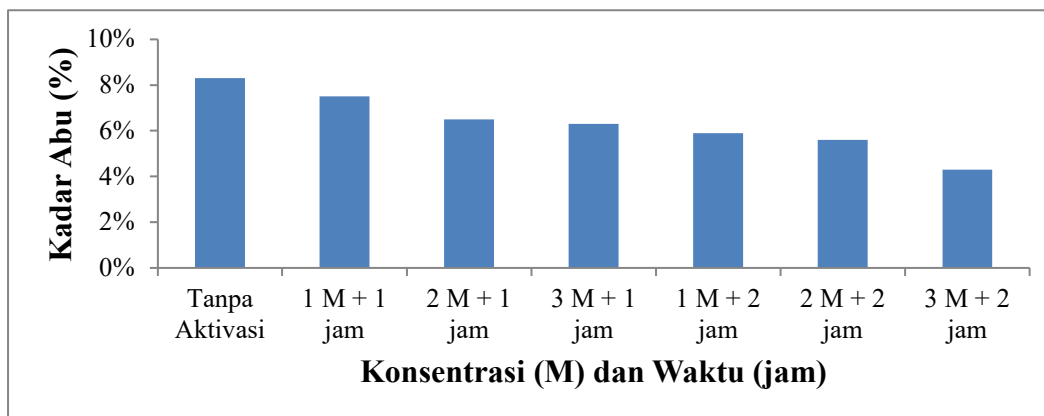
Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan kadar air

Kadar air arang yang sudah diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi. Kadar air arang yang tidak diaktivasi yaitu sebesar 7,9 % sedangkan kadar air arang teraktivasi  $H_3PO_4$  selama 1 jam pada konsentrasi 1 M, 2 M dan 3 M berturut-turut sebesar 6,6 %, 5,7 % dan 4,9 % dan kadar air arang teraktivasi  $H_3PO_4$  selama 2 jam pada konsentrasi 1 M, 2 M dan 3 M berturut-turut sebesar 4,5 %, 4,3 % dan 4,0 %. Kadar air arang aktif yang besar dapat menurunkan kualitas dari daya adsorpsi. Kadar air yang tinggi akan mengurangi daya serap arang terhadap gas maupun cairan gas (Pari, 1996). Jika Kadar air semakin besar maka kemampuan arang aktif untuk adsorpsi akan semakin kecil karena molekul-molekul air masih menutupi pori-pori arang.

#### **b. Kadar Abu**

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

Arang aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, namun juga mengandung beberapa mineral. Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan (Herlandien, 2013). Berikut ini adalah grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dengan kadar abu.



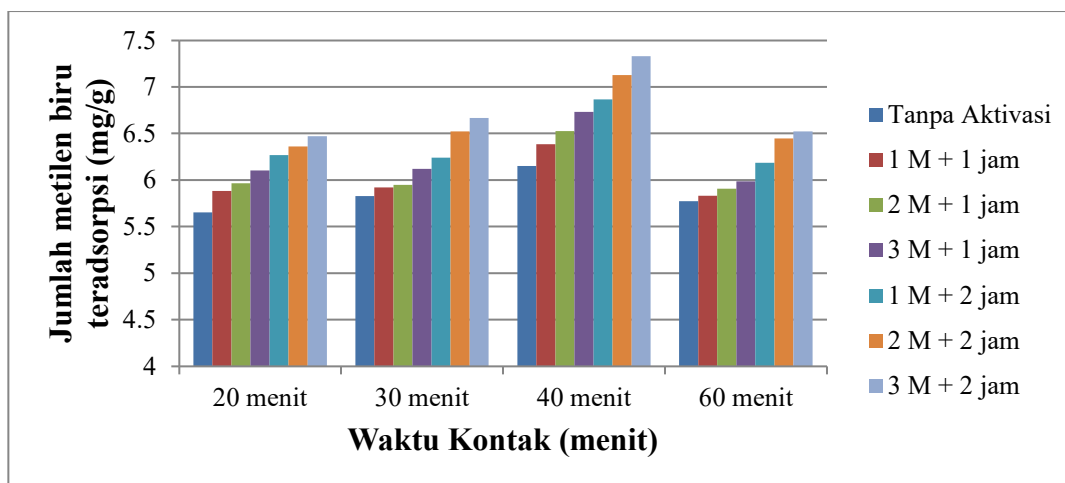
Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif kadar abu

Arang aktif pada penelitian ini memiliki kadar abu yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu yang tidak diaktivasi yaitu 8,3%. Kadar abu arang teraktivasi  $H_3PO_4$  selama 1 jam pada konsentrasi 1 M, 2 M dan 3 M berturut-turut sebesar 7,5 %, 6,5 % dan 6,3 % dan kadar abu arang teraktivasi  $H_3PO_4$  selama 2 jam pada konsentrasi 1 M, 2 M dan 3 M berturut-turut sebesar 5,9 %, 5,6 % dan 4,3 %.. Kualitas suatu adsorben sangat bergantung pada kadar abu dari arang aktif tersebut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar abu maka kualitas arang aktif sebagai adsorben semakin rendah.

### **Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif**

#### **a. Waktu Kontak Optimum**

Penentuan waktu kontak optimum bertujuan untuk mengetahui waktu kontak dimana adsorben dapat mengadsorpsi metilen biru dengan konsentrasi maksimum. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak jumlah adsorbat yang teradsorpsi pada permukaan adsorben sampai mencapai titik kesetimbangan.

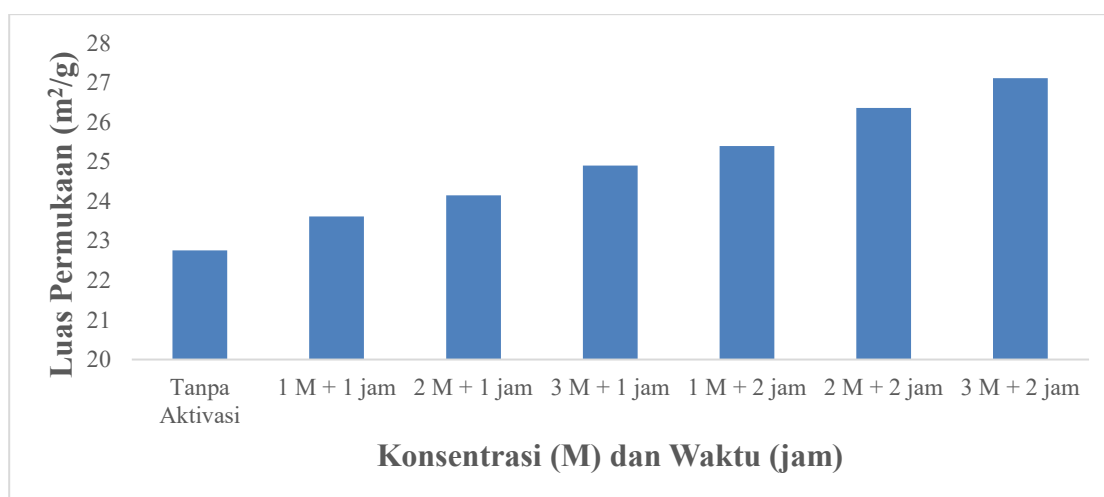


Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah metilen biru yang teradsorpsi

Berdasarkan grafik yang diperoleh bahwa adsorben mengadsorpsi metilen biru secara optimum pada waktu kontak 40 menit dengan waktu aktivasi arang aktif 2 jam pada konsentrasi 3 M yaitu sebesar 7,3279 mg/g

**b. Luas Permukaan**

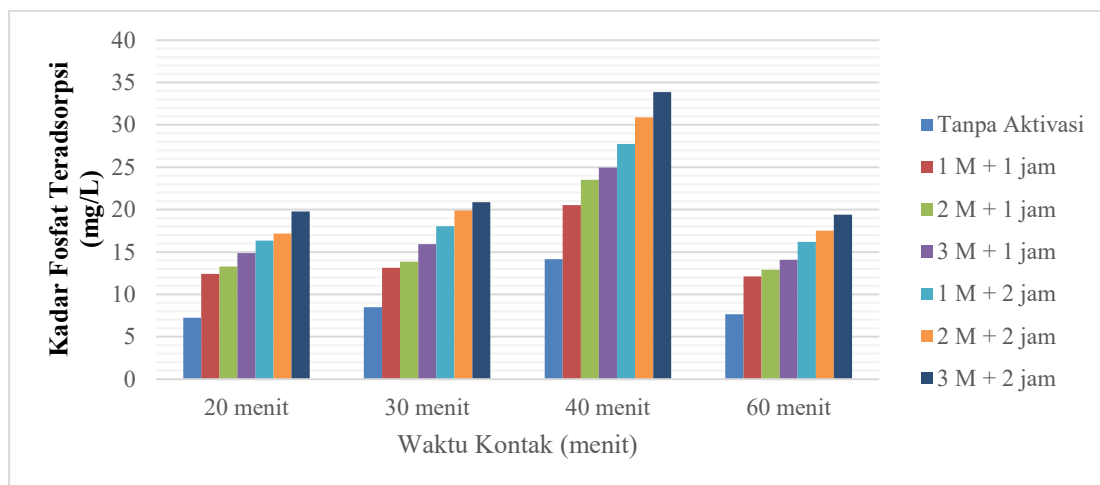
Nilai luas permukaan tertinggi pada konsentrasi arang teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 3 M selama 2 jam sebesar 27,12 m<sup>2</sup>/g sedangkan luas permukaan terendah pada konsentrasi arang teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1 M selama 1 jam sebesar 23,62 m<sup>2</sup>/g. Daya serap metilen biru dapat digunakan untuk menentukan luas permukaan dari suatu karbon aktif. Daya serap yang semakin besar menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif juga semakin besar. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa daya serap terhadap metilen biru sebanding dengan luas permukaan adsorben



Gambar 4. Luas permukaan arang aktif

## Penentuan Kadar Ion Fosfat

### a. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Fosfat ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup> dalam Limbah Domestik



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu kontak optimum dan ion fosfat yang teradsorpsi

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa waktu kontak optimum adsorpsi fosfat ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup> oleh adsorben adalah 40 menit pada waktu aktivasi 3 jam dengan komnsentrasi 3 M yaitu sebesar 33,86 mg/L.

### b. Hasil Analisis Adsorpsi Fosfat ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup> dalam Limbah Domestik

Sumber fosfat ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup> didalam air dapat berbentuk anorganik dan organik. Fosfat anorganik adalah hasil buangan deterjen, alat pembersih rumah tangga atau industri. Sedangkan fosfat organik berasal dari makanan dan buangan rumah tangga/rumah sakit. Fosfat sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dan merupakan parameter untuk mendeteksi pencemaran air. Analisis fosfat dalam air limbah domestik bertujuan untuk menurunkan kadar fosfat sehingga tidak menyebabkan pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dalam air.

Dalam penurunan kadar fosfat ini menggunakan metode amonium molibdat. Ortofosfat dalam suasana asam akan bereaksi dengan amonium molibdat kalium antimol tartrat membentuk senyawa asam fosfomolibdat. Keberadaan asam askorbat akan mereduksi bentuk asam ini menjadi senyawa kompleks molibden biru. (Nurhasanah, 2020). Terdapat dua tahap reaksi kimia yang terjadi sebelum sebelum terbentuknya molibden biru, yaitu pembentukan senyawa kompleks amonium molibdat yang berwarna kuning yang terjadi menurut reaksi berikut:



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadinya penurunan kadar fosfat pada air limbah domestik yang dipengaruhi oleh arang aktif. Penurunan kadar fosfat pada air limbah domestik ini menunjukkan bahwa terjadinya proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Arang aktif dengan kualitas terbaik berdasarkan karakterisasi yang dilakukan kemudian diaplikasikan pada adsorpsi ion fosfat ( $\text{PO}_4$ )<sup>3-</sup>. Efisiensi adsorpsi ion fosfat paling besar terjadi pada konsentrasi arang teraktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  3 M selama 2 jam yaitu sebesar 94,6%. Arang tanpa aktivasi menunjukkan konsentrasi optimum adsorpsi fosfat yaitu sebesar 41 %. Dalam penelitian ini konsentrasi adsorben berbanding lurus dengan efisiensi adsorpsi. Dimana penggunaan variasi konsentrasi arang teraktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang semakin besar maka persentase penurunan kadar fosfat semakin besar juga.

### Kesimpulan

1. Semakin tinggi konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan waktu aktivasi maka semakin tinggi pula daya adsorpsi arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang ditunjukkan dengan nilai daya adsorpsi dan persentase yang diperoleh pada konsentrasi 3 M selama 2 jam yaitu 33,982 mg/L dan 94,6%.
2. Arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) memperoleh nilai karakterisasi hampir mendekati standar mutu SNI 06-3730-1995 antara lain kadar air tertinggi pada konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1 M selama 1 jam sebesar 6,6 % dan terendah pada konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  3 M selama 2 jam sebesar 4 %. Kadar abu tertinggi pada konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1 M selama 1 jam sebesar 7,5 % dan terendah pada konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  3 M selama 2 jam sebesar 4,3 % serta luas permukaan tertinggi pada konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  3 M selama 2 jam sebesar **27,12** m<sup>2</sup>/g

### DAFTAR PUSTAKA

- Acmad, A. 2011. Pembuatan, Perincian, dan Uji Daya Adsorpsi Arang Aktif dari Kayu Meranti Merah (*Shorea Sp*). Skripsi. Bogor: FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Alfiany H., Bahri S. dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam, *Jurnal Natural Science*, 2(3): 75-86.
- Aprianti, Kartika. 2015. Karakterisasi Zeolit Mangan Komersial dan Aplikasinya Dalam Mengadsorpsi Ion Fosfat. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb. Skripsi. Jakarta: FMIPA Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)



## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Artiyani S. 2016. Kemampuan filtrasi upflow dengan media pasir zeolite dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik. Prodi Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Arung, Sitti, 2015. Pengaruh konsentrasi aktivator asam klorida (HCl) terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao. L*) pada zat warna *Methanil Yellow*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Samata-Gowa
- Azamia, M. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Skripsi. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Besituba, Novita R. 2015. Pemanfaatan arang aktif tempurung kenari (*canarium vulgare leenh*) sebagai adsorben pada minyak jelantah. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Boimau, Apris B.S. 2020. Penurunan Kandungan Ion Fosfat ( $PO_4$ )<sup>3-</sup> dalam Limbah Domestik Menggunakan Sistem *Constructed Wetland* dengan Media Batu Karang, Zeolit dan Pasir. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Deodarma, Didimus F. 2018. Pemanfaatan Arang Aktif Teraktivasi NaOH dari Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Ion Logam Ca (II) Dan Mg (II). Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Didu, Elton Edy Jatas Lango. 2018. Pemanfaatan Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*) Teraktivasi HCl dalam Mengadsorpsi Ion Ca (II) dan Mg (II). Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana. Kupang
- Djangu, Fiyoliyandi. 2017. Analisis Pembuatan Briket Bioarang Limbah Tempurung Kenari (*Canarium indicum*) dengan Bahan Perikat Tepung Tapioka. Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- El Hanandeh, A., Mamoun G., Ammar A. A., 2017. *Phosphorus removal efficiency from wastewater under different loading conditions using sand biofilters augmented with biochar*. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*
- Herlandien, Y.L 2013. Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Istria. 2015. Analisis Luas Permukaan Arang Aktif dengan Menggunakan Metode BET (SAA). Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Khopkar, S.M. 2003. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: UIPress.

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

- Kriswiyanti, E.A dan Danarto, Y.C., 2007, Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr Dengan Rumput Laut, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, UNS, *Ekulibrium*, 6 (2) :47-52
- Lasindrang, M. 2014. Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit oleh Kitosan yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa. Fakultas Pertanian, Universitas Gorontalo, Sulawesi Utara. Vol 3. No. 2
- Majid, Makhrajani, 2017. Efektivitas penggunaan karbon aktif pada penurunan kadar fosfat limbah cair usaha *laundry* di kota Parepare Sulawesi Selatan. Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Parepare. Sulawesi Selatan
- Mara, D.2004. Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. USA. Earthscan
- Megawati, N.M.S., 2013, Pemanfaatan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiacal*) Untuk Menurunkan Kesadahan Air, *Jurnal Kimia*, Vol 7.
- Muathmainnah. 2012. Pembuatan Arang Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah. Skripsi. Palu: FKIP Universitas Tadulako.
- Nurhasni, F. Firdiyono, dan Qosim Sya'ban. 2012. Penyerapan Ion Alumunium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal valensi*. 4: 516-525
- Nurhasanah, D. 2020. Penentuan Kadar Fosfat dalam Air Sawah Menggunakan Elektroda Kobalt-Karbon (Co-C). Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Jember.
- Nurida, L. Neneng., Rachman A dan Sotono, S. 2015. *Biochar* Pembena Tanah yang Potensial. *Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press*.
- Pari G, Hendra D. 2006. Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kayu Acacia mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol 24(1): 33-46.
- Sahara, E., Sulihingtyas, W.D., Mahardika, I.P.A.S. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. *Jurnal Kimia* (11) 1: 1-9
- Sembiring, M dan Sinaga, T. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sirait SM, Sisilia L. 2008. Kualitas arang aktif tempurung nipah (*Nypa fruticans Wurmb*) dengan bahan pengaktif NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan penggunaannya sebagai pemurni minyak goreng. *Jurnal Penelitian Universitas Tanjungpura* Vol 10(2): 58-69.
- Suhendra, D dan E.R. Gunawan. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerap Ion Tembaga (II). *MAKARA, SAINS*, 14(1): 22-26.
- Widayanti, Isa I., Aman, L.O. 2012. Studi Daya Aktivasi Arang Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cd. *Jurnal Sainstek*, 6(5): 488-494

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

**SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Widjonarko, D. M, 2003, Pengaruh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaOH Terhadap Luas Permukaan Dan Keasaman Alován, *Alchemy*, 2 (2): 11-18

PEMANFAATAN ARANG TEMPURUNG KENARI (*Canarium Vulgare Leenh*) TERAKTIFASI ASAM FOSFAT SEBAGAI ADSORBEN FOSFAT PAA LIMBAH DOMESTIK (*Titus Lapailaka, Imanuel Gauru, Odi Theofilus Edison Selan*)

**PENERAPAN MODEL EKSPONENSIAL DAN MODEL LOGISTIK UNTUK PROYEKSI  
PENDUDUK TAHUN 2024 (STUDI KASUS BPS KABUPATEN ALOR) KABUPATEN ALOR)**

**APPLICATION OF THE EXPONENTIAL MODEL AND LOGISTIC MODEL FOR  
POPULATION PROJECTION IN 2024 (CASE STUDY OF BPS ALOR DISTRICT)**

**Puling Tang<sup>1)</sup>, Eka Tay<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2)</sup> Program Studi Matematika dan Universitas Tribuana Kalabahi

Jln. Soekarno Tang-Eng Batunirwala, Kota Kalabahi

<sup>1)</sup> [melkipulingtang@gmail.com](mailto:melkipulingtang@gmail.com)

**ABSTRAK**

Jumlah laju pertumbuhan penduduk kabupaten Alor setiap tahun terus meningkat. Untuk memperkirakan jumlah penduduk tahun berikutnya biasa digunakan estimasi kependudukan, dipergunakan sebagai dasar perencanaan ekonomi dan sosial untuk mengetahui kebutuhan pada masa mendatang. Model pertumbuhan penduduk dengan model eksponensial dan logistik terkenal dalam menentukan pertumbuhan populasi. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus jumlah penduduk di Kabupaten Alor. Data dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Alor dari tahun 2015-2019. Data yang sudah diperoleh diolah dengan menggunakan metode Eksponensial dan Logistik untuk mendapatkan data ramalan atau proyeksi jumlah penduduk Kabupaten Alor pada tahun 2020 Alor. Berdasarkan hasil dari pembahasan diatas model ekponensial dan logistik dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk kabupaten Aor pada tahun 2024. Prediksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024. berdasarkan hasil model eksponensial 2 adalah 212.921 jiwa. Pada model logistik, prediksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024 sebesar 277.062 jiwa.

**Kata Kunci:** model eksponensial, model logistik.

**ABSTRACT**

*The population growth rate of Alor district continues to increase every year. To estimate the population for the following year, population estimates are usually used, which are used as the basis for economic and social planning to determine future needs. Population growth models with exponential and logistic models are well known in determining population growth. The research method used is a case study of the population in Alor Regency. The data in this study is population data obtained from the Central Statistics Agency (BPS) Alor from 2015-2019. The data that has been obtained is processed using Exponential and Logistics methods to obtain forecast data or projections of the population of Alor Regency in 2020 Alor. Based on the results of the discussion above, exponential and logistic models can be used to predict the population of Aor Regency in 2024. Prediction of the population of Alor Regency in 2024. Based on the results of exponential model 2 is 212,921 people. In the logistic model, the predicted population of Alor district in 2024 is 277,062 people.*

**Keywords:** exponential model, logistic model

## A. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk kini semakin tidak dapat dikendalikan. Akibatnya setiap tahun jumlah penduduk di Kabupaten Alor terus meningkat. Dampak ledakan jumlah penduduk dikarenakan semakin tingginya angka pengangguran, kriminalitas, dan memburuknya kondisi sosial lainnya. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya ledakan penduduk yaitu tingkat kematian yang semakin menurun dan tingkat kelahiran yang semakin tinggi.

Data yang diambil merupakan data berkala, dikumpulkan menurut waktu dari tahun 2015-2019, untuk menggambarkan pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Alor setiap tahun. Data berkala tersebut digunakan untuk meramalkan atau mengestimasi jumlah penduduk Kabupaten Alor pada tahun 2024. Selanjutnya data hasil ramalan tersebut dapat berguna untuk dasar pembuatan perencanaan pemerataan penduduk, baik jangka pendek, menengah, atau pun jangka panjang.

## B. METODOLOGI PENELITIAN

**Prosedur Penelitian** :(1) rancangan penelitian; mengambil data BPS Alor dalam angka tahun 2016, 2017, 2018, dan 2019; (2) sasaran penelitian yaitu proyeksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024; (3) teknik pengumpulan data Pada tahapan pengumpulan data langkah-langkah yang digunakan, mengumpulkan data tentang jumlah kelahiran dan kematian berdasarkan data BPS kabupaten Alor melalui internet, selanjutnya menganalisis data dan terakhir menarik kesimpulan.; (4) dan teknik analisis data yaitu penerapan model eksponensial dan model logistik untuk proyeksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Model Populasi Eksponensial

Hukum Maltus atau hukum pertumbuhan eksponensial berbunyi: Laju pertumbuhan suatu populasi (mikroba, bakteri, serangga, manusia, binatang) sebanding dengan populasi saat itu. Jika  $y$  menyatakan jumlah populasi setiap saat, maka Hukum Maltus dinyatakan dengan:

$$\frac{dy}{dt} = ky$$

Dengan menyelesaikan  $\frac{dy}{dt} = ky$  dengan syarat bahwa  $y = y_0$  ketika  $t = 0$  dengan memisahkan variabel- variabel dan mengintegrasikan, kita memperoleh

$$\frac{dy}{dt} = ky$$

$$\frac{dy}{y} = kdt$$

$$\int \frac{dy}{y} = \int kdt$$

$$\ln y = kt + C$$

syarat  $y = y_0$  pada  $t = 0$  memberikan  $C = \ln y_0$  sehingga

$$\ln y - \ln y_0 = kt$$

$$\ln \frac{y}{y_0} = kt$$

Sehingga diperoleh

$$y = y_0 e^{kt}$$

Keterangan

$y$  = jumlah penduduk tahun  $t$

$y_0$  = jumlah penduduk tahun dasar

$t$  = waktu

Ketika  $k > 0$ , tipe pertumbuhan ini disebut pertumbuhan eksponensial, dan ketika  $k < 0$  disebut peluruhan eksponensial.

## 2. Model Populasi Logistik

Model populasi logistik adalah model pertumbuhan yang memperhitungkan faktor logistik. Model ini mengasumsikan bahwa pada waktu tertentu jumlah populasi akan mendekati titik keseimbangan, pada titik ini jumlah kelahiran dan kematian dianggap sama. Suatu model logistik diawali dengan model pertumbuhan eksponensial dan menciptakan suatu ekspresi yang mengurangi nilai  $a$  ketika  $P$  meningkat. Jika ukuran populasi maksimum

Yang dapat dipertahankan  $\frac{a}{b}$ , maka  $\frac{a}{b} - P$  akan memberikan petunjuk berapa banyak individu tambahan yang dapat ditampung oleh lingkungan tersebut, dan  $\frac{\frac{a}{b} - P}{\frac{a}{b}} = \frac{a - bP}{a}$  memberikan petunjuk berupa  $\frac{a}{b}$  yang masih tersedia untuk pertumbuhan populasi. Persamaan yang telah dimodifikasi menggunakan syarat baru adalah :

$$\frac{dP}{dt} = aP \left( \frac{a - bP}{a} \right) = \frac{a^2 P - abP^2}{a} = aP - bP^2$$

$$\frac{dP}{dt} = aP - bP^2$$

Model ini merupakan persamaan differensial nonlinear yang mempunyai solusi :

$$\frac{dP}{aP-bP^2} = dt$$

$$\int \frac{1}{a} \left( \frac{1}{P} + \frac{b}{a-bP} \right) dP = \int dt$$

$$\frac{1}{a} \left( \int \frac{1}{P} dP + \int \frac{b}{a-bP} dP \right) = t + c$$

$$\frac{1}{a} (\ln P - \ln (a - bP)) = t + c$$

Dengan mensubstitusi nilai c, persamaan diatas menjadi :

$$\ln \frac{P(a-bP_0)}{P_0(a-bP)} = at$$

Dengan melakukan pengekspensial pada kedua ruas, diperoleh :

$$\frac{P(a-bP_0)}{P_0(a-bP)} = e^{at}$$

$$P_0(a - bP)e^{at} = P(a - bP_0)$$

$$aP_0e^{at} - bPP_0e^{at} = c$$

$$aP_0e^{at} = P(a - bP_0) + P(bP_0e^{at})$$

$$P = \frac{aP_0e^{at}}{(a-bP_0+bP_0e^{at})} \quad \text{bagi dengan } bP_0e^{at}$$

$$P = \frac{\frac{a}{b}}{1+\left(\frac{a-bP_0}{bP_0}\right)\frac{1}{e^{at}}} \quad \text{bagi dengan } bP_0e^{at}$$

$$P = \frac{\frac{a}{b}}{1+\left(\frac{a}{bP_0}-1\right)\frac{1}{e^{at}}}$$

$$P(t) = \frac{\frac{a}{b}}{1+\left(\frac{a}{bP_0}-1\right)e^{-at}}$$

Substitusikan nilai  $K = \frac{a}{b}$  ke dalam persamaaan diatas

$$P(t) = \frac{K}{1+\left(\frac{K}{P_0}-1\right)e^{-at}}$$

$$P(t) = \frac{K}{1+\left(\frac{K-P_0}{P_0}\right)e^{-at}}$$

Substitusikan nilai  $A = \left(\frac{K-P_0}{P_0}\right)$  ke dalam persamaaan diatas

$$P(t) = \frac{K}{1+Ae^{-at}}$$

Persamaan di atas dikenal sebagai Model populasi logistik.

Tabel 1. Data Penduduk Kabupaten Alor tahun 2016 sampai 2019

Nomor	Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	Laju pertumbuhan(%)
1	2015	199.915	0,80
2	2016	201.515	0,68
3	2017	202.890	0,73
4	2018	204.380	0,60
5	2019	205.599	

Sumber :Kbupaten Alor dalm angka (<https://alorkab.bps.go.id/publication//kabupaten-alor-dalam-angka>)

Langkah selanjutnya data tersebut disajikan sebagai dasar acuan untuk meramalkan jumlah penduduk Kabupaten Alor pada tahun 2024.

### Model Eksponensial 1

Mencari nilai K dengan data 2015 ke 2016, artinya  $t = 1$  maka diperoleh

$$y = y_0 e^{kt}$$

$$201.515 = 199.915 e^k$$

$$K = \ln \left( \frac{201.515}{199.915} \right)$$

$$K \approx 0,007971544$$

Dasar acuan tahun yang digunakan yaitu tahun 2015 yakni dengan jumlah penduduk 199.915 jiwa, dengan  $y_0 = 199.915$  sehingga diperoleh rumus untuk model eksponensial 1 yaitu

$$y = 199.915 e^{0,007971544t}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka diperoleh data proyeksi sebagai berikut:

$$t = 0 , \text{ maka } y = 199.915$$

$$t = 1 , \text{ maka } y = 201.515$$

$$t = 2 , \text{ maka } y = 203.128$$

$$t = 3 , \text{ maka } y = 204.754$$



$$t = 4, \text{ maka } y = 206.392$$

### **Model Eksponensial 2**

Dengan menggunakan pertumbuhan rata-rata penduduk pada tahun 2015 sampai tahun 2019 sehingga diperoleh :

$$0,80 + 0,68 + 0,73 + 0,60 = 2,81$$

$$\Leftrightarrow \frac{2,81}{4} = 0,703$$

Jadi diperoleh pertumbuhan penduduk 0,703 % , kemudian mencari nilai y sebagai berikut :

$$0,703 = \left( \frac{y - y_0}{y_0} \right) 100$$

$$\frac{y_0(0,703)}{100} y - y_0$$

$$y = \frac{y_0(0,703)}{100} + y_0 \quad (1)$$

Diketahui  $y_0 = 199.915$  disubstituisikan ke persamaan (1)

$$y = \frac{199.915(0,703)}{100} + 199.915$$

$$y \approx 201.320$$

Kemudian cari nilai k ketika  $t = 1$  sehingga diperoleh

$$y = y_0 e^{kt}$$

$$201.320 = 199.915 e^k$$

$$K = \ln \left( \frac{201.320}{199.915} \right)$$

$$K \approx 0.00700341$$

Jadi diperoleh rumus untuk model exponential 2 yaitu :

$$y = 199.915 e^{0.00700341t}$$

Sedemikian sehingga diperoleh perhitungan prediksi , ketika :

$$t = 0, \text{ maka } y = \mathbf{199.915}$$

$$t = 1, \text{ maka } y = \mathbf{201.320}$$

$$t = 2, \text{ maka } y = \mathbf{202.735}$$

$$t = 3, \text{ maka } y = \mathbf{204.160}$$

$t = 4$  , maka  $y = 205.599$

### **Model Eksponensial 3**

Mencari nilai K dengan data 2016 ke 2019, artinya  $t = 4$  maka diperoleh

$$y = y_0 e^{kt}$$

$$205.599 = 199.915 e^{4k}$$

$$4K = \frac{\ln\left(\frac{205.599}{199.915}\right)}{4}$$

$$K \approx 0.00700885$$

Jadi diperoleh rumus untuk model exponential 3 yaitu :

$$y = 199.915 e^{0.00700885t}$$

Sedemikian sehingga diperoleh perhitungan proyeksi , ketika :

$t = 0$  , maka  $y = \mathbf{199.915}$

$t = 1$  , maka  $y = 202.932$

$t = 2$  , maka  $y = 202.737$

$t = 3$  , maka  $y = 204.163$

$t = 4$  , maka  $y = 205.599$

### **Model Logistik**

$$P_{max} = \lim_{t \rightarrow \infty} P = \frac{a}{b} = \frac{P_1(P_0P_1 - 2P_0P_2 + P_1P_2)}{P_1^2 - P_1P_2}$$

$$P_0 = 199.915$$

$$P_1 = 201.515$$

$$P_2 = 202.890$$

maka

$$P = K \approx 277.083$$

Kemudian mencari nilai A sedemikian sehingga diperoleh

# SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

$$\text{nilai } A = \left( \frac{K-P_0}{P_0} \right) = \left( \frac{277.083 - 199.915}{199.915} \right) \approx 0.38600405$$

Maka berdasarkan rumus

$$P(t) = \frac{K}{1+Ae^{-at}}$$

Ketika  $t = 1$ ,

$$P = \frac{K}{1+Ae^{-a}}$$

$$-a = \ln \left( \frac{\frac{K}{P} - 1}{A} \right) = \ln \left( \frac{\frac{K}{P} - 1}{\frac{K-P_0}{P_0}} \right)$$

$$-a = \ln \left( \frac{P_0 \left( \frac{K}{P} - 1 \right)}{K-P_0} \right)$$

$$-a = -0.951904$$

$$P(t) = \frac{K}{1+Ae^{-at}}$$

$$P(t) = \frac{277.083}{1+0.38600405e^{-0.951904t}}$$

Sedemikian sehingga diperoleh perhitungan proyeksi, ketika :

$t = 0$ , maka  $y = 199.915$

$t = 1$ , maka  $y = 241.151$

$t = 2$ , maka  $y = 262.013$

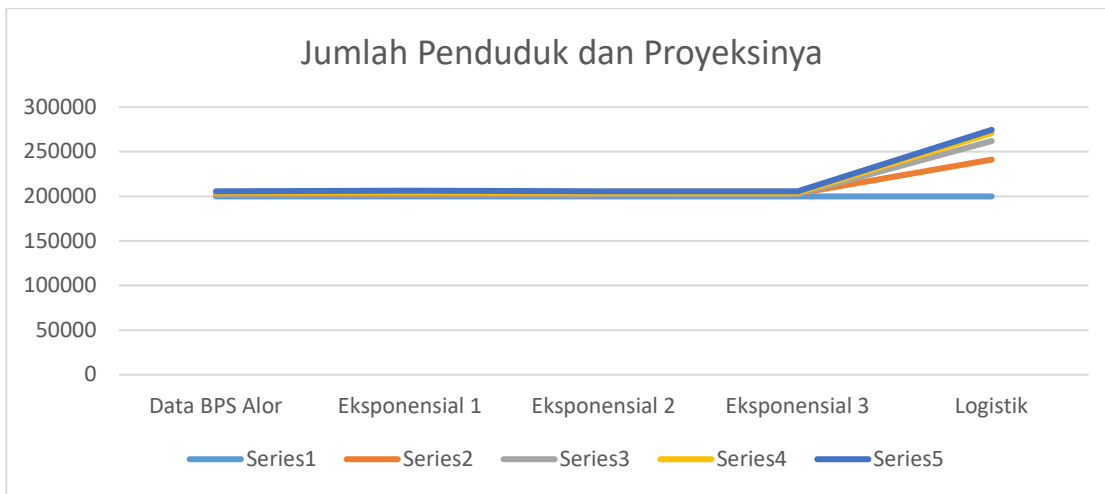
$t = 3$ , maka  $y = 271.065$

$t = 4$ , maka  $y = 274.728$

Tabel 2

tahun	Jumlah Penduduk berdasarkan				
	BPS Alor	Exponensial 1	Exponensial 2	Exponensial 3	Logistik
2015	199.915	199.915	199.915	199.915	199.915
2016	201.515	201.515	201.320	202.932	241.151
2017	202.890	203.128	<b>202.735</b>	202.737	262.013
2018	204.380	204.754	204.160	204.163	271.065
2019	205.599	206.392	205.595	205.599	274.728

Tabel 2 di atas dapat terlihat pada gambar berikut



gambar 1 jumlah penduduk dan proyeksinya

**D. Kutipan dan Acuan**

$r$  adalah laju pertumbuhan intrinsik atau laju pertumbuhan perkapita jika ukuran populasi kecil dari sumber yang terbatas. Laju pertumbuhan intrinsik merupakan laju di mana suatu populasi kelahiran dan atau populasi kematian bertambah besar jika tidak ada gaya yang bergantung pada kepadatan yang mengatur populasi (Kerry dkk, 2017). Jika  $\left(\frac{dN}{dt}\right)$  adalah laju kenaikan populasi,  $N$  ukuran populasi kelahiran atau populasi kematian, dan  $r$  adalah tingkat peningkatan intrinsik maka berlaku hubungan:

$$\frac{1}{n} \frac{dN}{dt} = r$$

Modifikasi persamaan logistik mempunyai bentuk  $\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right)$  dengan  $K = \frac{a}{b}r$  adalah laju pertumbuhan dan  $K$  adalah batas pertumbuhan populasi,

$$N(t) \max = \lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = \frac{a}{b} = \frac{N_1(2N_0N_2 - N_2N_1 - N_0N_1)}{N_0N_2 - N_1^2} \tag{2}$$

(Castillo-Chavez,2000)

Penyimpangan terhadap data-data populasi sangatlah kecil dengan kata lain memiliki kemiripan dengan data yang sebenarnya. Pada posisi tersebut jumlah kematian dan kelahiran dianggap sama

sehingga pada grafik mengarah mendekati konstan. Bentuk sederhana pada laju pertumbuhan yang mengakomodasi asumsi tersebut adalah:

$$\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = k \left( 1 - \frac{N}{K} \right) \quad (3)$$

Persamaan (6) jika dikalikan  $N$  maka akan diperoleh model persamaan diferensial logistik

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( 1 - \frac{N}{K} \right) \quad (4)$$

$r$  laju pertumbuhan dan  $N$  merupakan daya tampung populasi (ukuran populasi) dimana pertumbuhan populasi dibatasi saat  $t \rightarrow \infty$ . (Anggreini, 2020)

Menurut (Anggreini, 2020) menyatakan bahwa dari persamaan (4), jika  $N$  jauh lebih kecil dari pada  $K$ , maka  $\frac{N}{K} \rightarrow 0$  dan  $\frac{dN}{dt} \approx rN$ . Pada saat  $N \rightarrow K$  (populasi semakin mengarah pada kapasitas tampung), sehingga  $\frac{N}{K} \rightarrow 1$ , maka  $\frac{dN}{dt} \rightarrow 0$ . Pada saat populasi  $N$  berada diantara  $0$  dan  $K$  maka ruas kanan bernilai dengan catatan  $r$  positif, akibatnya  $\frac{dN}{dt} \rightarrow 1$ . Populasi menjadi naik. Apabila populasi melebihi beban tampung ( $N > K$ ) untuk populasi kelahiran maka populasi penduduk bertambah. Untuk  $N > K$  pada kasus populasi kematian maka populasi tidak melebihi beban tampung, dengan kata lain ( $N < K$ ) artinya bernilai negatif mengakibatkan  $\frac{dN}{dt} < 0$  sehingga populasi akan semakin berkurang. Diasumsikan bahwa  $\frac{dN}{dt} < 0$  pada kasus populasi kelahiran dan atau  $\frac{dN}{dt} > 0$  pada kasus populasi kematian. Solusi persamaan logistik yaitu,

$$N = \frac{Ke^{rt+c}}{1 + e^{rt+c}} \quad (5)$$

## E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan diatas model ekponensial dan logistik dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk kabupaten Aor pada tahun 2024. Prediksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024. berdasarkan hasil model eksponensial 2 adalah 212.921 jiwa. Pada model logistik, prediksi jumlah penduduk kabupaten Alor tahun 2024 sebesar 277.062 jiwa.

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

### **F. SARAN**

Jumlah penduduk setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, oleh sebab itu Pemerintah Kabupaten Alor diharapkan dapat mengambil tindakan perihal penentuan pembangunan dan peningkatan sumber daya manusia untuk kesejahteraan masyarakat Kabupaten Alor.

### **G. UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada seluruh civitas UNTRIB Kalabahi, keluarga, sahabat, dan pembaca atas segala saran dan kritikan demi penyempurnaan penulisan ini.

### **H. DAFTAR PUSTAKA**

- Degeng, W.I. (2007). Kalkulus Lanjut Persamaan Diferensial dan aplikasinya. Jakarta: Graha Ilmu
- Hariato, W. (2017). Jurnal Aplikasi Persamaan Diferensial Model Populasi Kontinu Pada Pertumbuhan Penduduk Kediri. Artikel Skripsi. [Online]. Tersedia
- Varberg, dkk. (2008). Kalkulus Edisi Kesembilan, Jilid 1. Jakarta: Erlangga

**PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN RISIKO PADA INSTALASI GAS MEDIS DI RUMAH SAKIT X**

**DESIGN OF RISK MANAGEMENT SYSTEM ON MEDICAL GAS INSTALLATION IN HOSPITAL X**

**Prasetyo Kurniawan<sup>1)</sup>, Chatarina Dian Indrawati<sup>2)</sup>, Th. Liris Windyaningrum<sup>2)</sup>, Petrus Setya Murdapa<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Rekaya Industri, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (Kampus Kota Madiun)

Jl. Manggis No.15-17, Kejuron, Kec. Taman, Jawa Timur 63131, Kota Madiun, 63131, Indonesia

<sup>2,3,4)</sup>Staff Pengajar, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (Kampus Kota Madiun)

Jl. Manggis No.15-17, Kejuron, Kec. Taman, Jawa Timur 63131, Kota Madiun, 63131, Indonesia

<sup>1)</sup>e-mail: [sayawaw4n29@email.com](mailto:sayawaw4n29@email.com)

**ABSTRAK**

Keberlangsungan kegiatan operasional rumah sakit merupakan suatu hal yang penting. Perlu adanya instrumen penting seperti instalasi gas medis. Instalasi gas medis terdiri dari banyak fasilitas yang ada didalamnya. Diantaranya adalah tabung gas medis, pipa, outlet, alarm, box valve, dan masih banyak fasilitas yang lain. Fasilitas gas medis berkaitan satu dengan yang lainnya sehingga membentuk suatu sistem gas medis. Seiring berjalannya waktu mulai muncul berbagai permasalahan. Permasalahan yang terjadi terdapat pada fasilitas selang pu, *outlet shield*, alarm serta pipa. Permasalahan ini berbentuk seperti kebocoran pada pipa atau selang. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang terjadi dan merancang sistem antisipasi pada instalasi gas medis. Penelitian ini menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) sebagai panduan untuk mengolah data. Metode FMEA digunakan untuk mengetahui seberapa berhasilnya pengelolaan yang dilakukan dengan melihat nilai RPN (*Risk Priority Number*). RPN sebelum dan RPN sesudah akan menampilkan bagaimana pengelolaan risiko yang akan terjadi. Apabila RPN sesudah lebih kecil, maka pengelolaan risiko dapat dikatakan berhasil.

**Kata Kunci:** FMEA, Gas medis, RPN

**ABSTRACT**

*Sustainability of hospital operational activities is an important thing. It is necessary to have important instruments such as medical gas installations. The medical gas installation consists of many facilities in it. Among them are medical gas cylinders, pipes, outlets, alarms, box valves, and many other facilities. Medical gas facilities are linked to each other to form a medical gas system. Over time, various problems began to emerge. The problems that occur are in the PU hose facilities, outlet shields, alarms and pipes. This problem takes the form of a leak in a pipe or hose. This research was conducted to identify the root cause of the problem and to design an anticipation system for medical gas installations. This study uses the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method as a guide for processing data. The FMEA method is used to find out how successful the management is by looking at the RPN (Risk Priority Number) value. RPN before and RPN after will show how risk management will occur. If the RPN is smaller, then the risk management can be said to be successful.*

**Keywords:** FMEA, Medical Gas, RPN.

PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN RISIKO PADA INSTALASI GAS MEDIS  
DI RUMAH SAKIT X (Prasetyo Kurniawan, Chatarina Dian Indrawati, Th. Liris  
Windyaningrum, Petrus Setya Murdapa)

## **PENDAHULUAN**

Rumah Sakit Dungus Madiun dulu dikenal dengan Rumah Sakit Paru. Rumah Sakit Paru merupakan rumah sakit khusus menangani permasalahan pernafasan seperti penyakit pada paru-paru. Dalam menangani permasalahan tersebut, pihak rumah sakit memerlukan gas oksigen sebagai komponen utama dalam kegiatan operasional. Seiring berjalannya waktu, Rumah Sakit Paru kemudian beralih menjadi Rumah Sakit Dungus Madiun atau rumah sakit umum. Berubahnya status rumah sakit tidak merubah kebutuhan gas oksigen sebagai komponen utama. Perubahan tersebut juga menyebabkan kebutuhan oksigen semakin banyak.

Dengan kondisi tersebut, pihak Rumah Sakit Dungus Madiun bekerja sama dengan pihak PT. Samator sebagai perusahaan yang menyediakan gas oksigen. Mulai tahun 2018, pihak rumah sakit menggunakan instalasi gas medis. Fasilitas gas medis terdiri dari tabung gas sentral, pipa, alarm, box valve, kompresor, dan lain-lain. Fasilitas-fasilitas gas medis perlu dikelola dengan baik. Dampak yang disebabkan oleh fasilitas tersebut akan berpengaruh dalam kegiatan operasional rumah sakit. Dampaknya dapat berupa kendala dalam penanganan pasien dan berpotensi kerugian bagi rumah sakit.

Dengan berjalannya waktu, fasilitas gas medis tersebut mengalami permasalahan yang beragam. Fasilitas yang mempunyai risiko terbesar yaitu selang pu, *outlet shield*, alarm, dan pipa. Selang pu mempunyai potensi risiko terjadinya kebocoran pada selang akibat tekanan gas yang cukup besar. *Outlet shield* mempunyai potensi risiko kebocoran akibat *shield* yang berlubang. Alarm mempunyai potensi risiko kegagalan sistem seperti konslet akibat kurangnya perhatian terhadap kebersihan. Serta pipa mempunyai potensi risiko kebocoran akibat adanya benturan yang cukup keras. Adanya potensi risiko menyebabkan pihak rumah sakit akan mengalami kerugian finansial yang cukup besar. Pengelolaan risiko sangat diperlukan agar dapat mengantisipasi risiko tidak terulang kembali atau dapat mengurangi potensi terjadinya kegagalan.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Akar permasalahan apa saja yang terjadi pada instalasi gas medis?
2. Bagaimana cara mengantisipasi risiko pada fasilitas gas medis yang mempunyai potensi risiko yang dapat terjadi?

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

**PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN RISIKO PADA INSTALASI GAS MEDIS DI RUMAH SAKIT X** (Prasetyo Kurniawan, Chatarina Dian Indrawati, Th. Liris Windyaningrum, Petrus Setya Murdapa)



## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

1. Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada instalasi gas medis
2. Merancang sistem pengelolaan risiko pada fasilitas yang berpotensi terjadinya risiko

Penelitian ini menggunakan kajian manajemen risiko. Pengelolaan sistem akan menemukan permasalahan berupa risiko yang bisa terjadi kapan saja dan di dalam sub-sub sistem tersebut. Sama seperti pengelolaan fasilitas gas medis, risiko yang akan terjadi dapat diantisipasi dengan pengelolaan yang baik supaya tidak berdampak besar bagi instalasi gas medis. Manajemen risiko bertujuan risiko perlu dikelola sehingga barangkali mengoptimalkan risiko. Risiko dalam penelitian ini berfokus pada risiko fasilitas. Risiko fasilitas merupakan risiko yang terjadi pada fasilitas seperti fasilitas gas medis. Risiko yang dimaksud dapat berupa kebocoran pipa, terjadinya konslet pada alarm.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit X. Penelitian bertujuan merancang sistem pengelolaan risiko fasilitas agar dapat menurunkan potensi terjadinya risiko di masa mendatang. Metode FMEA sangat berperan penting dalam penyelesaian pengelolaan gas medis. Di dalam metode tersebut terdapat identifikasi, penentuan peringkat tingkat kegawatan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*), yang kemudian akan dihitung nilai RPN sehingga memunculkan nilai tertinggi sebagai nilai yang harus diprioritaskan dalam pengelolaan risiko. Berikut merupakan alur penelitian dalam bentuk *flow chart* dapat dilihat pada gambar 1:

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Risiko merupakan kemungkinan terjadinya kerugian, kerusakan, dan kehilangan. Risiko dalam fasilitas gas medis terjadi dalam beberapa fasilitas diantaranya adalah selang pu, outlet shield, alarm, serta pipa. Berikut ini merupakan data risiko fasilitas yang terjadi pada Rumah Sakit X menurut hasil wawancara dengan narasumber RS X dan PT. Y:

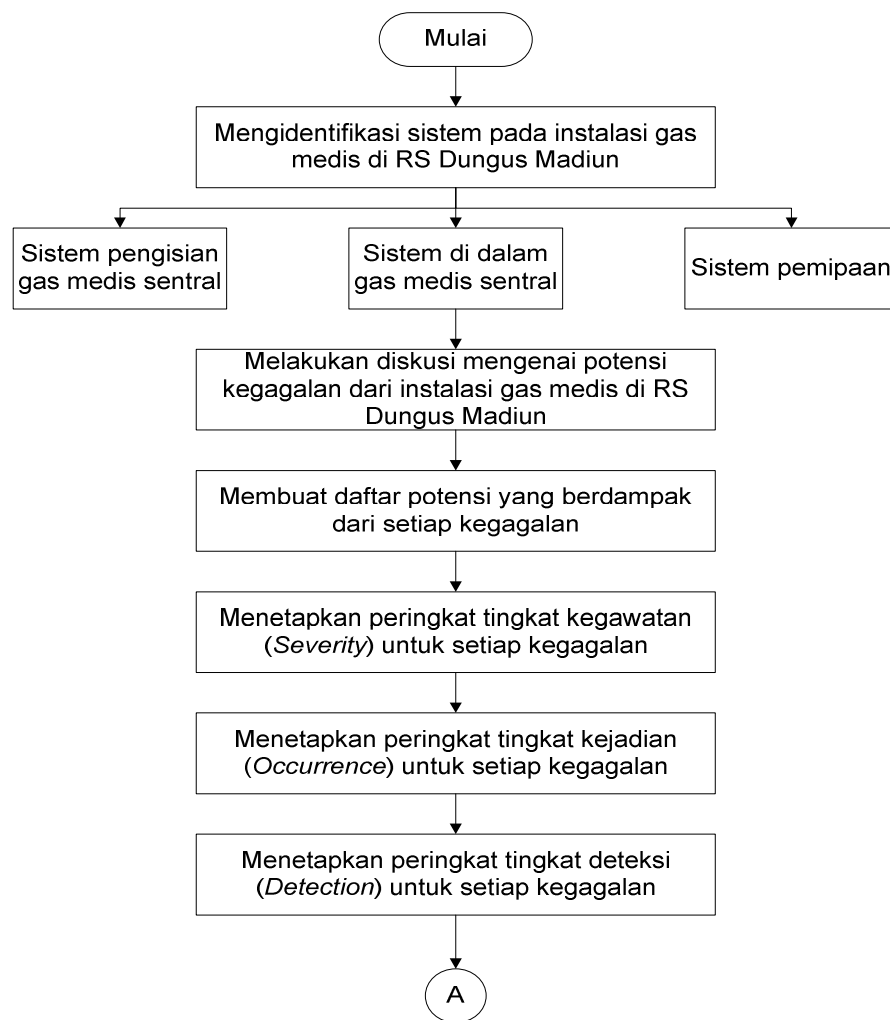
**Tabel 1. Bahaya Pada Fasilitas Gas Medis**

No	Komponen	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan
1	Selang PU	Terjadi kebocoran di tabung gas sentral	Kurang adanya pemantauan
2	<i>Outlet shield</i>	Terjadi kebocoran di ruangan	Kurang adanya pemantauan
3	Alarm	Terjadi kebocoran di ruangan	<i>Human error</i>
4	Pipa	Terjadi kebocoran oksigen	Rusak akibat renovasi ruangan

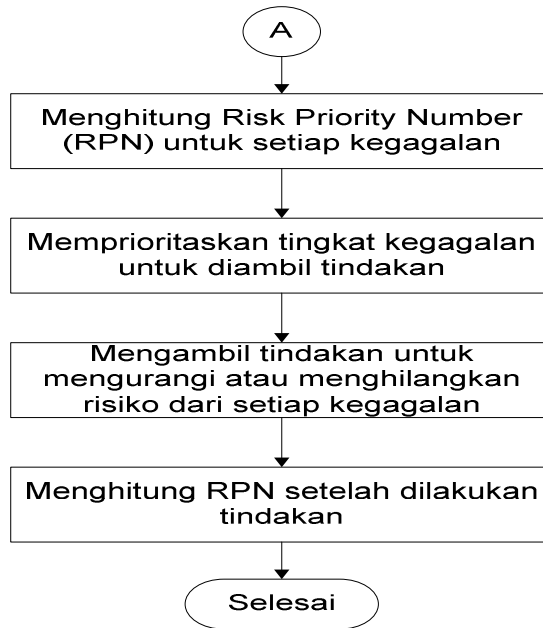
Sumber : Data Hasil Wawancara

Data tersebut diperoleh dari hasil *brainstorming* dengan ke dua narasumber.

Berikut merupakan penjelasan hasil **Tabel 1**:



**Gambar 1.** Alur FMEA (Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Lanjutan Gambar 1. Alur FMEA (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 2. Penjelasan Penyebab Terjadinya Kegagalan

Fasilitas Gas Medis			
Selang pu	Outlet shield	Alarm	Pipa
Hancur	Berlubang	Tidak dapat beroperasi	Hancur
Tekanan besar	Usia pelindung	Hewan kecil	Benturan keras
Kurang adanya pemantauan	Kurang adanya pemantauan	Human error	Tidak melihat jaringan pemipaan

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Setelah mengetahui akar permasalahan, langkah selanjutnya yaitu menetapkan peringkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Peringkat tersebut untuk memudahkan dalam melakukan pengolahan data. Berikut data peringkat dari (Putra, 2018):

**Tabel 3.** Peringkat *Severity*

<i>Rangking</i>	<i>Severity</i>	<b>Deskripsi</b>
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output
5	Rendah	Mengalami penurunan kerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Sumber : (Putra, 2018)

Data peringkat *severity* merupakan estimasi seberapa parah apabila terjadi kesalahan. Adanya data tersebut dapat menggambarkan pengaruh terhadap kerusakan yang ditimbulkan.

**Tabel 4.** Peringkat *Occurrence*

<i>Rangking</i>	<i>Occurrence</i>	<b>Deskripsi</b>
10-9	Sangat tinggi	Sering gagal
8-7	Tinggi	Kegagalan yang berulang
6-4	Sedang	Jarang terjadi kegagalan
3-2	Rendah	Sangat kecil terjadi kegagalan
1	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

Sumber : (Putra, 2018)

Data peringkat *occurrence* merupakan estimasi seberapa sering terjadinya kesalahan yang mungkin terjadi. Data tersebut memberikan gambaran tentang seberapa sering kegagalan dapat muncul.

**Tabel 5.** Peringkat *Detection*

Rangking	Detection	Deskripsi
10	Tidak pasti	Pengecekan akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat kecil	Pengecekan memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab
8	Kecil	Pengecekan memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab
7	Sangat rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
5	Sedang	Pengecekan memiliki kemampuan “ <i>moderate</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
4	Menengah ke atas	Pengecekan memiliki kemampuan “ <i>moderately high</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Pengecekan akan selalu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan

Sumber : (Putra, 2018)

Data peringkat *detection* merupakan estimasi kemungkinan potensi dapat dideteksi oleh pemantauan. Data tersebut memberikan gambaran pemantauan yang dilakukan dapat mendeteksi potensi terjadinya risiko.

Setelah mengetahui data-data peringkat, kemudian dimasukkan ke dalam tabel FMEA untuk mengetahui nilai RPN mana yang harus diprioritaskan terlebih dulu. Namun perlu adanya wawancara dengan petugas dari RS X untuk memperoleh nilai RPN awal. Berikut hasil pengolahan data FMEA awal:

**Tabel 6.** FMEA Awal

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Fasilitas	Mode Kegagalan Potensial	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Selang PU	Rusak	9	1	5	45
<i>Outlet shield</i>	Berlubang	7	1	5	35
Alarm	Mati	8	3	10	240
Pipa	Hancur atau rusak	10	2	5	100

Sumber : Data Pengolahan Data

RPN atau Risk Priority Number didapatkan dari hasil  $Severity * Occurrence * Detection$ . Hasil dari tabel diatas menunjukkan alarm mempunyai RPN yang paling tinggi yang artinya fasilitas alarm harus diprioritaskan terlebih dahulu sesuai dengan nilai RPN yang paling tinggi. Maka perlu adanya tindakan yang dilakukan untuk menurunkan RPN tersebut. Penurunan tersebut dilakukan dengan menggunakan alterantif baru sebagai pengganti cara lama yang dilakukan pihak RS X dalam mengelola risiko. Berikut alternatif yang diberikan oleh peneliti untuk menurunkan risiko fasilitas adalah 1) Alarm dengan membuat dan memasang logo K3 sebagai symbol untuk memperhatikan kondisi alarm, memberikan pengarahan kepada petugas dan perawat yang bertugas untuk melakukan pemeriksaan secara berkala, serta memberikan edukasi tentang fasilitas alarm. 2) Pipa dengan melakukan pemeriksaan secara berkala, melakukan pengelasan saat pipa rusak atau hancur, serta menggunakan jaringan pemipaan saat merenovasi ruangan. 3) Selang pu dengan melakukan pemeriksaan berkala dan memberikan perhatian khusus terhadap ketebalan selang. 4) *Outlet Shield* dengan melakukan pemeriksaan berkala, memberikan perhatian terhadap kondisi pelindung, serta melakukan pembongkaran sebagai antisipasi terjadi kebocoran pada outlet.

Kemudian dihitung kembali dengan langkah yang sama seperti menghitung RPN awal. Berikut hasil perbandingan FMEA awan dan FMEA akhir :

**Tabel 7.** Perbandingan RPN

## SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Komponen	Sev	Occur	Detc	RPN	Sev	Occur	Detc	RPN
Selang PU	9	1	5	45	9	1	3	27
Outlet shield	7	1	5	35	7	1	2	14
Alarm	8	3	10	240	8	2	1	16
Pipa	10	2	5	100	10	1	1	10

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Data tersebut didapatkan berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber. Dapat dilihat bahwa nilai severity tetap sama dari FMEA awal dan sampai FMEA akhir. Hal tersebut menunjukkan kegawatan yang dihasilkan akibat risiko yang terjadi tetap sama tau tidak berubah. Namun risiko dapat diperkecil dengan mengurangi tingkat kejadian dan tingkat deteksi. Terjadi perubahan dari fasilitas alarm yang mempunyai peringkat kejadian 3 menjadi 2 dan peringkat deteksi 10 menjadi 1, dari fasilitas pipa mempunyai peringkat kejadian 2 menjadi 1 dan peringkat deteksi 5 menjadi 1, dari fasilitas selang pu mempunyai peringkat deteksi 5 menjadi 3, dan dari fasilitas *outlet shield* mempunyai peringkat 5 menjadi 2.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Akar permasalahan pada fasilitas gas medis terjadi dalam fasilitas selang pu, *outlet shield*, alarm, dan pipa.
2. Analisis yang dilakukan guna mengantisipasi risiko dapat diatasi dengan alternatif yang telah dibuat.
3. Perbandingan RPN awal dan RPN akhir menunjukkan nilai RPN akhir lebih kecil dari RPN awal yang berarti pengelolaan risiko pada fasilitas gas medis dapat berjalan dengan baik.

### Daftar Pustaka

- Directorate, D. E. (2006). *Medical Gas Pipeline System - Part A Design, Installation, Validation and Verification*. London: The Stationery Office.
- Hart, J. R. (2015). *Medical Gas and Vacuum Systems Installation Handbook*. Quincy: National Fire Protection Association.
- Indonesia, K. K. (2012). *Pedoman Teknis Prasarana Rumah Sakit Sistem Instalasi Gas Medik Dan Vakum Medik*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

**PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN RISIKO PADA INSTALASI GAS MEDIS DI RUMAH SAKIT X** (Prasetyo Kurniawan, Chatarina Dian Indrawati, Th. Liris Windyaningrum, Petrus Setya Murdapa)

## **SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)**

Kupang, 02 November 2021

Indonesia, M. K. (2016). *Penggunaan Gas Medik Dan Vakum Medik Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2008). *The Basic of FMEA* (2 ed.). New York: CRC Press.

Putra, B. A. (2018). Risk Assessment Alat Produksi Gula Cane Knife Pada Stasiun Gilingan di PT. X. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7, 3.

Stamatis, D. H. (2003). *FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee, Wisconsin, United State of America: ASQ Quality Press.

Supriyanto, A. (2011). Unit Pemisahan Udara PT. Samator Gas.