

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 ; 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 ≤ 800 mm dan ukuran produk ≤ 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 ≤ 800 mm and a product size of ≤ 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.

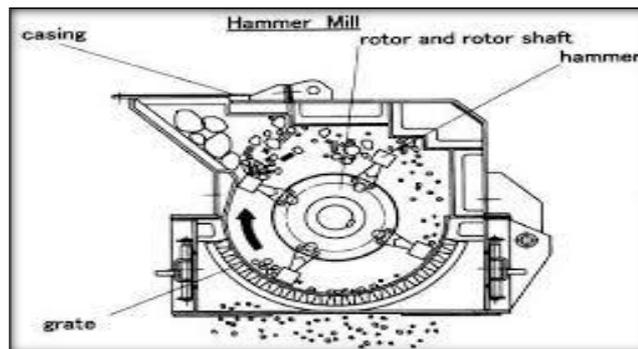
Pembuatan semen terdiri dari empat komponen penyusun, yaitu batu gamping dengan persen komposisi 70%, pasir besi dengan persen komposisi 10%, silika dengan persen komposisi 10% dan *clay* (tanah liat) dengan komposisi 10% (Prasticia Chandra Dewi,2011). Batu gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa 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 ≤ 800 mm menjadi produk dengan ukuran ≤ 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_i = *work index* (kwh/ton)

m = Laju pengumpanan dalam ton/jam

d₂ = Ukuran akhir (µm)

d₁ = 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 ≤ 800 mm dan mampu menghasilkan produk hingga ≤ 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

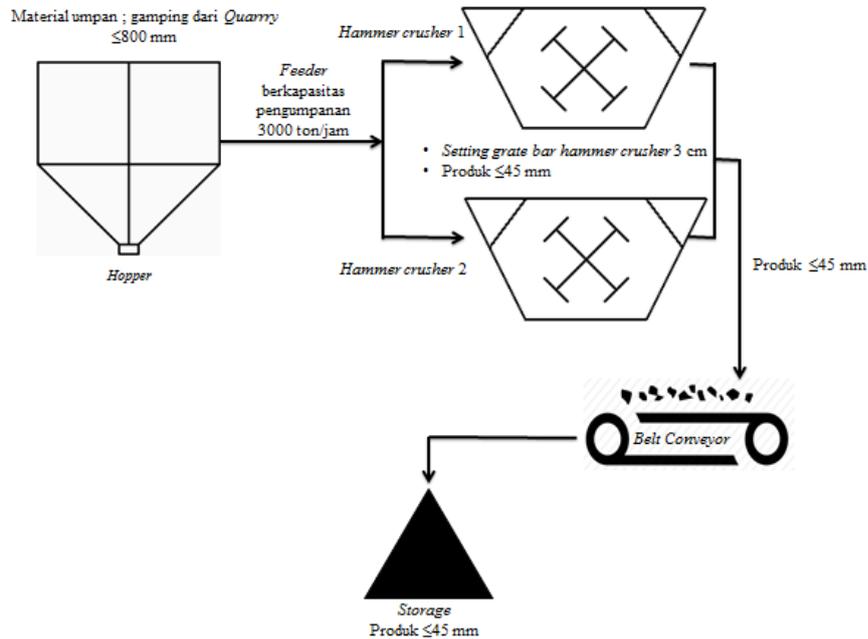
Dari Tabel 3 terlihat *hammer crusher* Zhengzhou BZPC 2328 dapat menerima umpan hingga ≤ 1300 mm dan menghasilkan produk hingga ukuran ≤ 10 dengan nilai RR 130, kapasitas teoritis untuk satu unit Zhengzhou BZPC 2328 adalah sebesar 1.500 ton/jam sehingga penggunaan 2 unit Zhengzhou BZPC 2328 dapat menghasilkan 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 ≤ 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 ≤ 1.200 mm dan menghasilkan produk hingga ukuran ≤ 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 ≥ 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 ≤ 150 MPa sedangkan hammer crusher Hongxing PCZ2225 memiliki spesifikasi untuk meremukan material yang memiliki kuat tekan hingga ≤ 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 ≤ 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 ≤ 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 ≤ 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.