

PEMODELAN WAKTU TEMPUH UNTUK MITIGASI BENCANA COVID-19 DI WILAYAH DENGAN KONDISI GEOGRAFIS YANG SULIT

Frederika Rambun Ngana

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto-Penfui, Kupang, 85148, Indonesia

E-mail: frederika.rambunngana@staf.undana.ac.id

Abstrak

Covid-19 merupakan bencana non-alam yang membutuhkan penanggulangan bencana (mitigasi) dengan segera. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan waktu tempuh di Indonesia Timur untuk mitigasi bencana Covid-19. Penginderaan jauh telah di gunakan untuk memodelkan waktu tempuh berdasarkan analisis raster ke fasilitas Kesehatan di daerah yang memiliki kondisi geografis yang sulit. RSUD Naibonat di Kabupaten Kupang yang merupakan rumah sakit rujukan Covid-19 digunakan sebagai studi kasus pada penelitian ini. Untuk skenario mitigasi bencana Covid-19 digunakan tambahan empat Puskesmas rujukan Covid-19. Data citra satelit Landsat 8, Digital Elevasi Model (DEM) untuk daerah aliran sungai (DAS), dan data jaringan jalan digunakan untuk layer tutupan lahan. Metode accumulative cost surface di software Saga GIS digunakan untuk menghitung waktu tempuh. berdasarkan besarnya kecepatan perjalanan melalui setiap pixel tutupan lahan. Hasil pemodelan waktu tempuh menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di kabupaten Kupang menjangkau RSUD Naibonat $\geq 2,5$ jam perjalanan. Skenario penambahan empat Puskesmas rujukan Covid-19 akan menurunkan jumlah kecamatan yang dapat mengakses rujukan Covid-19 $\geq 2,5$ jam. Pemodelan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 ini dapat digunakan oleh pemerintah daerah untuk mitigasi bencana Covid-19 dengan meningkatkan akses ke rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit.

Kata kunci: pemetaan, penginderaan jauh, accumulative cost surface

Abstract

[Travel time modeling for disaster mitigation of Covid-19 in region with difficult geographic conditions]. Covid-19 is a non-natural disaster that requires immediate disaster response (mitigation). This study aims to model travel time in Eastern Indonesia for the disaster mitigation of Covid-19. Remote sensing has been used to model travel time based on raster analysis to health facilities in areas that have difficult geographic conditions. Naibonat Hospital (RSU Naibonat), a Covid-19 referral hospital in the Kupang district, was used as a case study. Four health centers (Puskesmas) were used for the Covid-19 disaster mitigation scenario. Satellite imagery data: Landsat 8, Digital Elevation Model (DEM) for watersheds, and road network were used for the land cover layer. Accumulated cost surface in Saga GIS was used to calculate travel time based on the travel speed on each land cover pixel. The travel time models show that most areas in the Kupang district reach the Naibonat Hospital ≥ 2.5 hours travel. The scenario of the addition of the four Covid-19 referral Puskesmas will decrease the number of sub-districts that can reach the Covid-19 referrals hospital and Puskesmas ≥ 2.5 hours travel. Local governments can use the travel time modeling for the Covid-19 disaster mitigation by improving access to Covid-19 referral hospitals in regions with difficult geographic conditions.

Keywords: mapping, remote sensing, accumulative cost surface

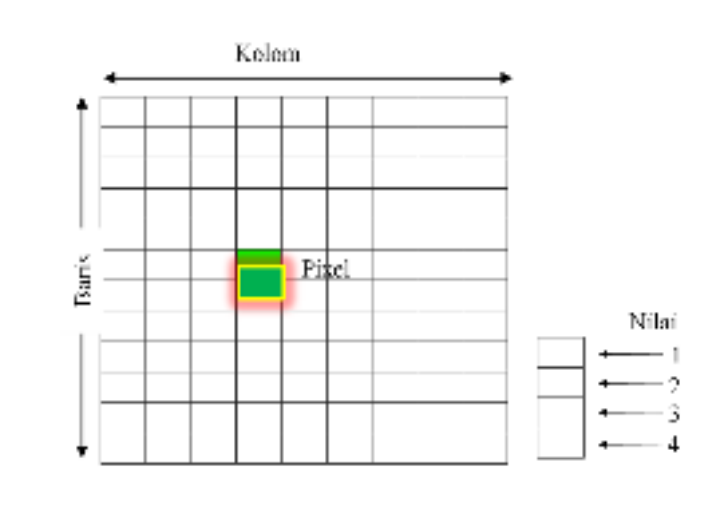
PENDAHULUAN

Covid-19 (*corona virus disease 2019*) merupakan pandemi yang melanda seluruh dunia. Demikian pula Covid-19 telah melanda Indonesia sejak awal tahun 2020. Berdasarkan Keputusan (Keppres) Republik Indonesia nomor 12 tahun 2020, penyebaran bencana non alam Covid-19 ditetapkan sebagai bencana nasional [1]. Mitigasi bencana sangat diperlukan untuk mengatasi masalah pandemi Covid-19. Mitigasi bencana merupakan upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun

penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana saat terjadi [2]. Kegiatan mitigasi mampu memperkecil tingkat resiko bencana baik korban jiwa maupun materi. Salah satu upaya mitigasi yang telah dilakukan berupa pemetaan bencana. Pemetaan daerah-daerah dengan tingkat resiko bencana tertentu, akan menunjukkan daerah dengan tingkat resiko besar sehingga perlu dilakukan tindakan mitigasi bencana sedini mungkin. Pemetaan dalam bidang mitigasi bencana sangat diperlukan agar dapat meminimalisir resiko bencana. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menggunakan metode pemetaan dalam upaya mengetahui lokasi rawan bencana[3]. Penginderaan jauh (bantuan satelit bumi) dan sistem informasi geografis (GIS), dapat memberikan informasi yang dibutuhkan dalam pembuatan peta.

Salah satu upaya untuk mitigasi bencana adalah dengan menyajikan informasi mengenai aksesibilitas ke lokasi Rumah sakit rujukan Covid-19. Aksesibilitas dapat di modelkan dalam bentuk waktu tempuh. Waktu tempuh telah digunakan untuk memodelkan aksesibilitas ke fasilitas Kesehatan di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit [5]. Terutama di daerah terpencil, dimana infrastruktur sangat minim. Waktu tempuh merupakan ukuran yang kritis dari akses geografis karena di pengaruhi oleh kondisi topografi suatu wilayah seperti gunung dan sungai [4]. Dimana waktu respon terhadap bencana akan lebih lama di daerah yang geografisnya sulit, terutama pada waktu hujan di dibandingkan pada waktu musim kemarau.

Penginderaan jauh sudah di gunakan untuk menganalisa waktu tempuh ke fasilitas Kesehatan di Indonesia. Misalkan waktu tempuh di modelkan dengan menggunakan citra Landsat yang di gabungkan dengan data jaringan jalan dan daerah aliran sungai (DAS) [5, 6]. Pemodelan waktu tempuh dapat dilakukan dengan software SAGA GIS [6]. Dimana waktu tempuh dihitung berdasarkan akumulasi biaya pergerakan di atas permukaan raster (*accumulative cost surface*). *Accumulative cost surface* sangat cocok di gunakan untuk memodelkan waktu tempuh di wilayah dengan kondisi lanskap yang tidak beraturan. *Accumulative cost surface* dapat di gunakan untuk mengidentifikasi lanskap “terpencil” yang sulit dikunjungi oleh manusia [7].



Gambar 1. Raster

Analisis raster (Gambar 1) di gunakan untuk memodelkan waktu tempuh. Analisis raster sangat cocok di gunakan untuk memodelkan waktu tempuh di wilayah dengan kondisi lanskap yang tidak beraturan. Karena waktu tempuh tidak bergantung hanya pada perpindahan pada lintasan jalan tapi juga pada kondisi permukaan tanah. Model waktu tempuh berbasis raster memungkinkan pergerakan melintasi area di luar jaringan jalan yang tidak mungkin dilakukan dengan model waktu tempuh berbasis vektor [8]. Sebagai contoh, Google Maps merupakan model waktu tempuh berbasis vektor pada jaringan jalan. Google Maps menggunakan vektor analisis berdasarkan pergerakan melalui lintasan jalan (*network*)[8]. Pemodelan waktu tempuh ke fasilitas Kesehatan belum di gunakan untuk mitigasi bencana Covid-19 di Indonesia Timur. Covid-19 merupakan bencana non alam yang harus segera di tangani. Mitigasi bencana dapat dilakukan dengan pemodelan waktu tempuh untuk aksesibilitas ke rumah sakit rujukan Covid-19. Waktu tempuh untuk sampai ke fasilitas Kesehatan menentukan keselamatan nyawa manusia. Pemetaan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 di Pulau Jawa telah di lakukan oleh Ardiansyah dari Universitas Indonesia melalui portal <https://sicovid19-geography-ui.hub.arcgis.com/>. Pemetaan waktu tempuh ini di buat dengan menggunakan ArcGIS online.

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kupang, provinsi Nusa Tenggara Timur. Ada 2736 kasus Covid-19 dan 73 orang meninggal per September 2021 di Kabupaten Kupang. Kabupaten Kupang memiliki lanskap yang berbukit-bukit dan kepulauan. Luas wilayah Kabupaten Kupang adalah 5298.13 Km². Jumlah penduduk di Kabupaten Kupang sebanyak 366.383 orang. Pada musim hujan, beberapa kecamatan di Kabupaten Kupang mengalami banjir. Pada bulan April 2021, kabupaten Kupang dilanda badai Seroja. Banyak infrastruktur yang rusak akibat badai Seroja. Sebanyak 4 kecamatan di Amfoang terisolir akibat rusaknya jembatan Termanu [9]. Gambar 2 menunjukkan jembatan Termanu sebelum badai Seroja. Dengan kondisi geografis yang sulit (Gambar 3), kabupaten Kupang hanya memiliki satu rumah sakit rujukan Covid-19 yaitu Rumah Sakit Umum Naibonat (Gambar 4). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 dengan penginderaan jauh untuk mitigasi bencana Covid-19. Pada penelitian ini, dua model waktu tempuh dibuat untuk skenario waktu tempuh ke satu rumah sakit rujukan saat ini yaitu Rumah Sakit Umum Naibonat dan skenario waktu tempuh untuk rencana penambahan empat Puskesmas (Pusat Kesehatan Masyarakat) rujukan Covid-19.



Gambar 2. Jembatan Termanu



Gambar 3. Kondisi infrastruktur di wilayah terpencil di Kabupaten Kupang



Gambar 4. Rumah Sakit Umum Naibonat sebagai rumah sakit rujukan Covid-19

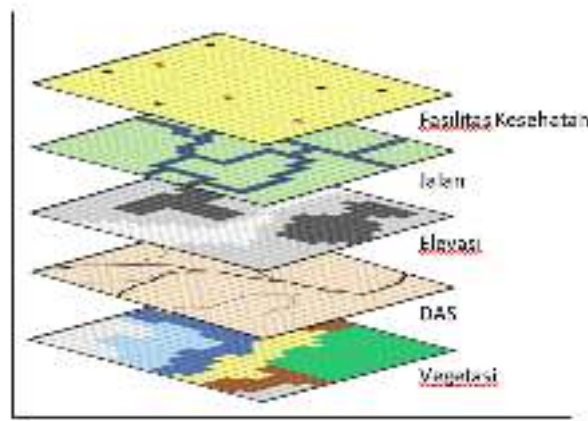
WAKTU TEMPUH BERDASARKAN RASTER ANALISIS

Waktu tempuh pada keseluruhan permukaan raster di hitung sebagai akumulasi biaya (cost) perpindahan di atas permukaan raster disebut *accumulated cost surface*. Dimana biaya pergerakan untuk waktu tempuh di tentukan oleh kecepatan pergerakan melalui permukaan raster yang berbeda-beda. Misalkan obyek berpindah dari titik A dengan pixel value 0 sebagai titik awal perpindahan, menuju titik B. Maka total waktu tempuh menuju titik B dari titik A di hitung menjadi 8,4862 seconds. Nilai ini di peroleh dengan perhitungan berdasarkan nilai *accumulative cost* ke 8 cell dari sekitarnya (Gambar 5).

B	8.4852	6.2426	4	5.8284	5.6568
	8.2426	4.2426	2	2.8284	5.8284
	7	3	0 A	2	4
	8.2426	4.2426	2	2.8284	5.8284
	9.8994	6	3.5	4.1213	4.9497

Gambar 5. Accumulative cost surface

Waktu tempuh di tentukan berdasarkan besar nya akumulasi biaya permukaan (*accumulated cost surface*) dari kecepatan perpindahan melalui permukaan berbagai tipe tutupan lahan. Tutupan lahan dapat berupa lokasi fasilitas Kesehatan, jalan, elevasi, daerah aliran sungai (DAS) dan vegetasi (Gambar 6).



Gambar 6. Tutupan lahan

Waktu tempuh melalui setiap pixel pada citra tutupan lahan, dapat di hitung dengan persamaan waktu tempuh berikut ini (1).

$$TT = \frac{\text{resolusi citra}}{(\text{Travel speed} \times 1000/3600)} \quad (1)$$

Dimana:

TT: waktu tempuh (seconds).

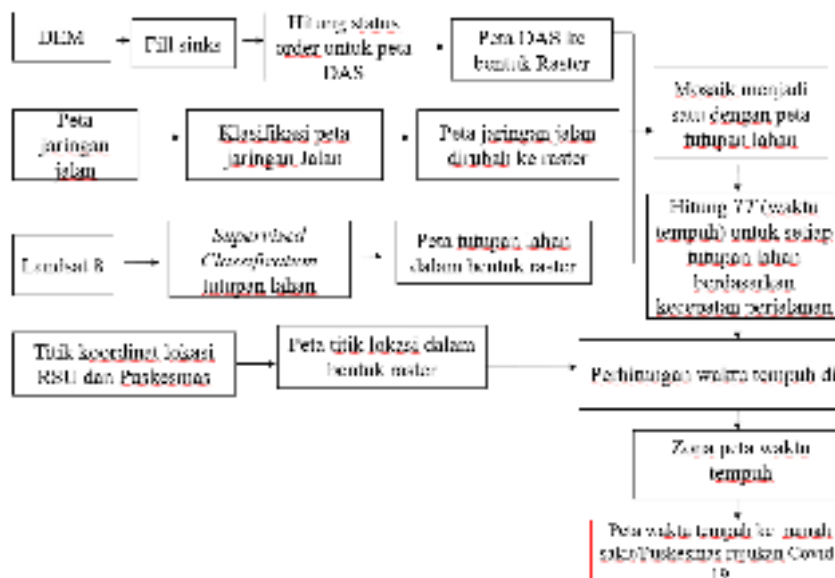
Travel speed atau kecepatan rata-rata: km/hour.

1 km =1000 meter.

1 jam =3600 seconds.

Pada penelitian ini digunakan resolusi citra (meter) untuk Landsat 8 adalah 30 meter.

Accumulative cost surface telah di gunakan di beberapa free software sistem informasi geografis (SIG) untuk memodelkan raster waktu tempuh ke fasilitas kesehatan. Misalkan software AccessMod [10, 11] dan Saga GIS [5, 6].



Gambar 7. Proses pemodelan waktu tempuh

METODE

Kabupaten Kupang di gunakan sebagai lokasi penelitian. Waktu tempuh ke RSUD Naibonat sebagai rumah sakit rujukan Covid-19 di modelkan. Kabupaten Kupang terletak antara -9015' 11,78" - -10022 14,25" Lintang Selatan dan antara 123016' 10,66" - 124013' 42,15" Bujur Timur [12]. Kabupaten Kupang memiliki kondisi wilayah berbukit-bukit dan bergunung-gunung serta kepulauan [12].

Pada penelitian ini, pemodelan waktu tempuh dilakukan menggunakan perhitungan raster dari analisis jarak-biaya (*cost-distance analysis*) berdasarkan *accumulative cost surface*. Analisis ini di lakukan pada software Saga GIS 8.01. Proses pemodelan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 di tunjukkan pada diagram alir Gambar 7.



Gambar 8. Sungai di Amfoang

Pemodelan waktu tempuh dilakukan dengan menggunakan software Saga GIS dalam 2 tahap, yaitu:

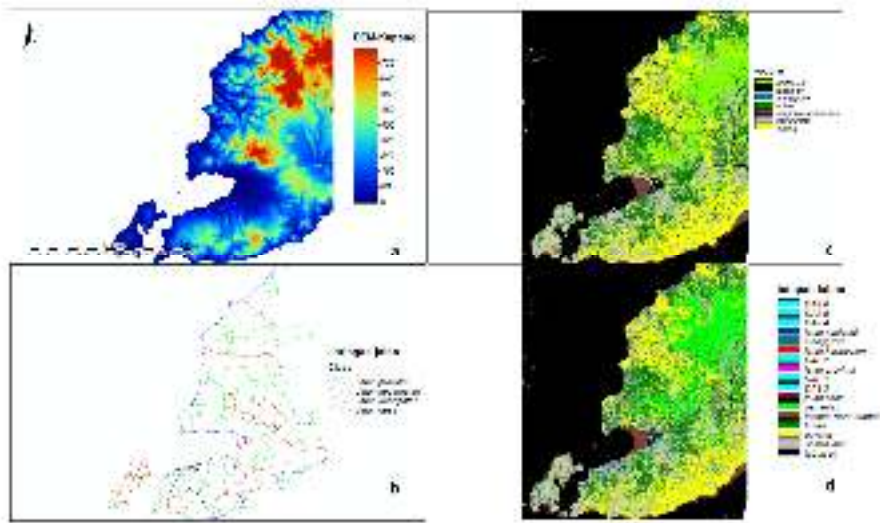
1. Pembuatan peta raster tutupan lahan

Peta raster tutupan lahan di buat dengan menggunakan tool *Landcover scenario offset*. Peta tutupan lahan berbentuk grid merupakan gabungan atau mosaik dari empat peta raster. Yaitu, peta daerah aliran sungai (DAS), peta jaringan jalan, peta lokasi rumah sakit dan peta vegetasi. Peta DAS sendiri di peroleh dari data DEM (digital elevasi model). Data DEM di download dari <http://dwtkns.com/srtm/>. Peta jaringan jalan di peroleh dari Bappeda kabupaten Kupang dalam bentuk file *.shp dan juga image *.JPEG yang kemudian digitasi dengan menggunakan software QGIS. Peta vegetasi di buat dari klasifikasi citra Landsat 8 path/row 111/67 perekaman tanggal 5 Oktober 2021. Citra Landsat 8 di download dari USGS. Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan metode *supervised classification* (klasifikasi terbimbing). *Training site* untuk klasifikasi citra di ambil dengan GPS eTrex30 berupa tutupan lahan, pertanian, tubuh air, mangrove, hutan, lumpur-rawa-tambak, savana dan pemukiman (Gambar 8 dan 9). Semua data peta di proyeksikan dalam koordinat WGS 84 UTM zone 51 S dengan resolusi 30 meter. Data sebagian di ambil dari data penelitian terdahulu dari Penulis. Hasil mosaik tiga peta raster ditunjukkan pada Gambar 10d sebagai peta tutupan lahan. Peta tutupan lahan ini yang akan di gabungkan dengan peta titik GPS lokasi rumah sakit untuk perhitungan waktu tempuh.

2. Perhitungan waktu tempuh

Setelah peta raster tutupan lahan di peroleh, kemudian di lakukan perhitungan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19. Perhitungan waktu tempuh, menggunakan tool Travel time calculation. Input data berupa peta tutupan lahan, lokasi rumah sakit rujukan Covid-19 yaitu RSUD Naibonat, tabel LC Speed (tabel 1) yang merupakan tabel waktu tempuh untuk setiap tipe tutupan lahan dan tabel TT Zone (tabel 2) yang digunakan untuk membuat zona waktu tempuh.

Waktu tempuh dari setiap tipe tutupan lahan di hitung dengan persamaan (1). Kecepatan perjalanan melalui setiap cell (pixel) dari tutupan lahan yang berbeda-beda tipe di ambil untuk skenario kecepatan pada waktu musim hujan. Karena pada musim hujan beberapa wilayah di Kabupaten Kupang mengalami banjir bahkan beberapa kecamatan terisolasi. Kecepatan di ukur menggunakan GPS dan juga di gunakan kamera point of view (POV) untuk merekam perjalanan (Gambar 12).

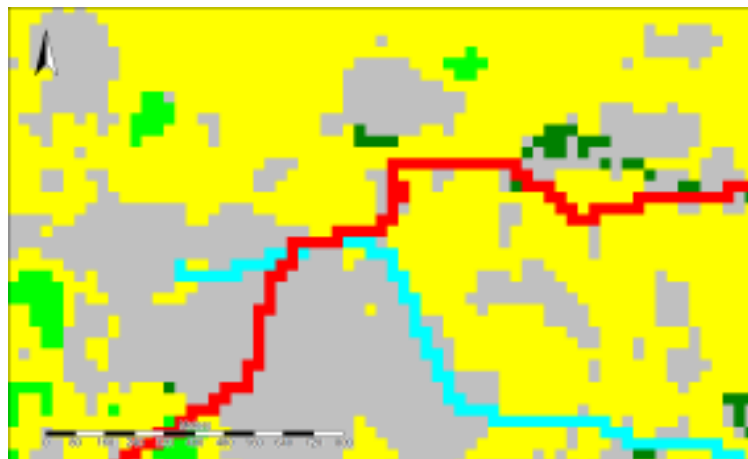


Gambar 9. (a) Peta DEM, (b) peta jaringan jalan, (c) peta tutupan lahan vegetasi dan (d) peta mosaik tutupan lahan, DEM dan vegetasi



Gambar 10. Tutupan lahan

Gambar 11 menunjukkan pixel dari tutupan lahan dari jalan, sungai, pemukiman, savana, pertanian dan hutan.



Gambar 11. Raster tutupan lahan



Gambar 12. (a) GPS, (b) Kamera: Point of view camera (POV)

Untuk mitigasi bencana Covid-19, pemerintah Kabupaten Kupang melalui Dinas Kesehatan Kabupaten Kupang merencanakan untuk penambahan empat (4) Puskesmas yang akan di jadikan rujukan Covid-19 di Kabupaten Kupang. Pemodelan waktu tempuh ke dua di lakukan untuk skenario rencana penambahan empat Puskesmas sebagai lokasi rujukan Covid-19. Yaitu Puskesmas Tarus, Puskesmas Oesao, Puskesmas Oekabiti dan Puskesmas Pakubaun.

Validasi data di lakukan melalui 2 cara, yaitu validasi tutupan lahan dan validasi waktu tempuh ke lokasi rumah sakit dan Puskesmas rujukan.

Tabel 1. LC Speed, land cover speed

No.	ID	Cover Class	Km/h	TT
1.	106	DAS 6	0	99999
2.	6	Tubuh air	0	99999
3.	4	Hutan	1	180
4.	1	Savanna	2	90
5.	2	Pemukiman	3	60
6.	7	Pertanian	0.75	240
7.	105	DAS 5	0	99999
8.	101	DAS 1	2	90
9.	102	DAS 2	2	90
10.	103	DAS 3	2	90
11.	104	DAS 4	0	99999
12.	201	Jalan desa	5	24
13.	202	Jalan kabupaten	15	12
14.	203	Jalan provinsi	30	6
15.	204	Jalan nasional	60	3
16.	3	Lumpur-rawa-tambak	0.5	216
17.	5	Mangrove	0.5	216

Tabel 2. TT Zone, zona waktu tempuh

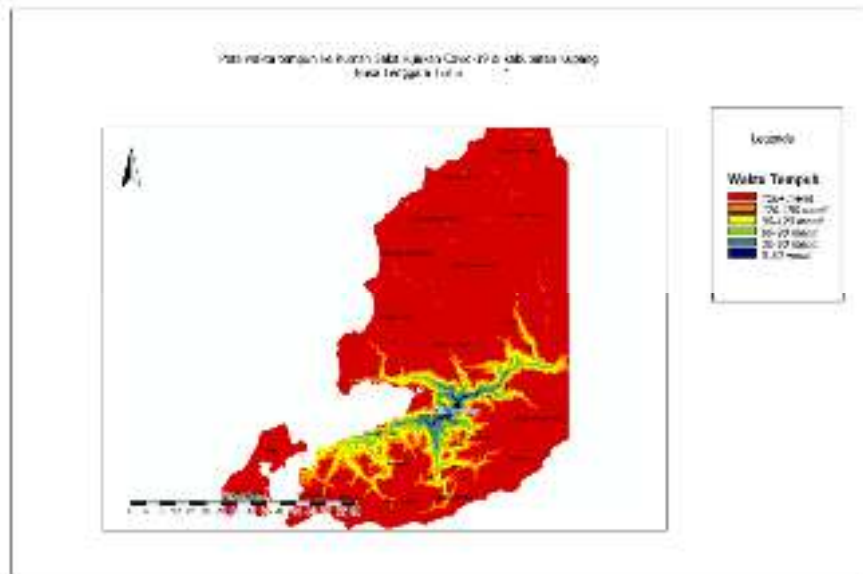
No.	Color	Name	Description	Minimum	Maximum
1	8388608	1	0-30	0	30
2	8421440	2	30-60	30	60
3	2280084	3	60-90	60	90
4	65535	4	90-120	90	120
5	33023	5	120-150	120	150
6	213	6	150+min	150	1200

HASIL DAN PEMBAHASAN

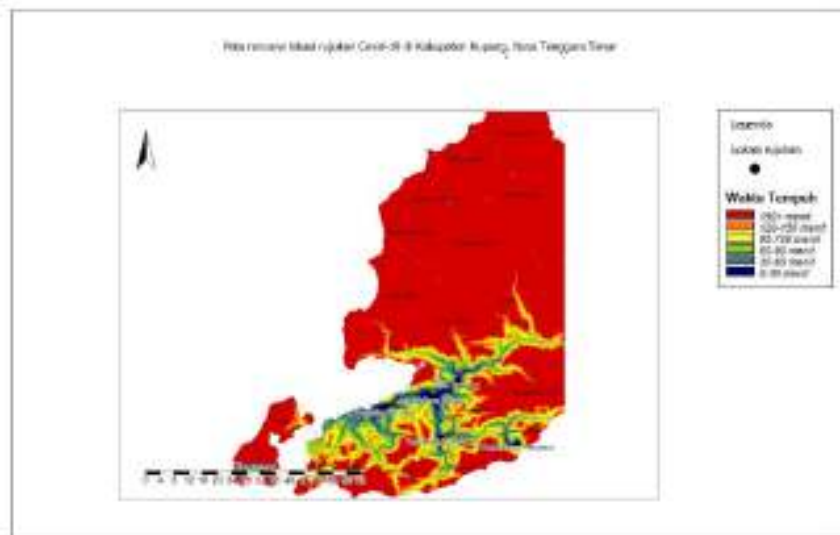
Hasil pemodelan waktu tempuh untuk skenario lokasi rujukan Covid-19 (Gambar 13) saat ini, menunjukkan sebagian besar kecamatan yaitu 16 kecamatan di Kabupaten Kupang, menjangkau RSU

Naibonat lebih dari 2,5 jam perjalanan pada musim hujan. Skenario penambahan empat Puskesmas sebagai rujukan Covid -19 dapat meningkatkan jumlah kecamatan yang dapat menjangkau rumah sakit rujukan Covid-19 kurang dari 2,5 jam (Gambar 14). Aksesibilitas perlu di tingkatkan di Kabupaten Kupang bukan hanya dengan penambahan lokasi fasilitas Kesehatan rujukan Covid-19 tetapi juga dengan peningkatan infrastruktur.

Meskipun di setiap kecamatan memiliki Puskesmas, tetapi Puskesmas belum dapat melayani pasien Covid-19 dengan gejala berat. Pasien Covid-19 dengan gejala berat harus segera di bawa ke rumah sakit rujukan Covid-19. Menurut Dr. dr. Erlina Burhan, MSc, SpP(K) dalam FKUI (13), pasien Covid-19 harus segera di rujuk ke rumah sakit rujukan Covid-19 jika memiliki gejala seperti demam tinggi, batuk terus menerus, badan lemas dan sesak napas.



Gambar 13. Model waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19



Gambar 14. Model waktu tempuh ke rencana Puskesmas rujukan Covid-19

Dengan menggunakan model waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 ini, pemerintah kabupaten Kupang dapat melihat persoalan aksesibilitas ke rumah sakit rujukan Covid-19. Waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 di kabupaten Kupang lebih lama di bandingkan dengan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 di pulau Jawa. Berdasarkan pemetaan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 pada dashboard SICOVID-19 (<https://sicovid19-geography-ui.hub.arcgis.com/>), waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 di Pulau Jawa adalah 15-30 menit. Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu citra Landsat 8 yang di ambil bukan pada waktu curah hujan tertinggi, karena curah hujan tertinggi di

Kabupaten Kupang terjadi pada bulan Desember yaitu 287 mm[14]. Tetapi pada bulan April 2021, telah terjadi badai siklon Seroja di Kabupaten Kupang yang menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Oleh karena itu, citra Landsat 8 untuk penelitian ini di ambil pada bulan Oktober setelah badai Seroja. Dimana citra Landsat 8 pada bulan Oktober 2021 memiliki awan paling sedikit dibandingkan citra Landsat bulan sebelumnya. Penelitian ini juga tidak menggunakan elevasi untuk analisa pengaruh kemiringan terhadap waktu tempuh.

SIMPULAN DAN SARAN

Mitigasi bencana Covid-19 di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit dapat di analisa dengan pemodelan waktu tempuh ke rumah sakit rujukan Covid-19 menggunakan penginderaan jauh. Waktu tempuh di pengaruhi oleh jumlah waktu untuk melintasi suatu grid/pixel dari permukaan lahan yang berbeda-beda. Pemodelan waktu tempuh rujukan Covid-19, menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan di Kabupaten Kupang menjangkau Rumah Sakit rujukan Covid-19 di Kabupaten Kupang $\geq 2,5$ jam. Rencana penambahan empat lokasi Puskesmas untuk rujukan Covid-19 dapat menurunkan jumlah wilayah kecamatan yang dapat menjangkau rumah sakit dan Puskesmas rujukan Covid-19 $\geq 2,5$ jam. Akses ke rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit perlu di tingkatkan bukan hanya dengan penambahan lokasi rujukan Covid-19 tetapi juga melalui perbaikan infrastruktur.

Untuk penelitian selanjutnya, pemodelan waktu tempuh dapat di tambahkan parameter elevasi dimana kemiringan mempengaruhi kecepatan perjalanan. Serta pengambilan citra Landsat 8 pada waktu musim hujan tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. BNPB.2020. Presiden Tetapkan COVID-19 Sebagai Bencana Nasional. Available from: <https://bnpb.go.id/berita/presiden-tetapkan-covid19-sebagai-bencana-nasional>.
2. BPBD NTB. 2021 .Penanganan bencana. Available from: bpbdtbprov.go.id/pages/penanganan-bencana.
3. BNPB.2020.Peraturan Kepala badan bencana nasional penanggulangan bencana. Nomor 02 Tahun 2012. Tentang pedoman umum pengkajian risiko bencana. Available from: <https://www.bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/30.pdf>.
4. Okwaraji Y, Cousens S, Berhane Y, Mulholland K, Edmond K.2012. Effect of Geographical Access to Health Facilities on Child Mortality in Rural Ethiopia: A Community Based Cross Sectional Study. PLoS One. 7(3). doi: 10.1371/journal.pone.0033564.
5. Fisher R, Lassa J.2017. Interactive, open source, travel time scenario modelling: Tools to facilitate participation in health service access analysis. International Journal Health Geografi.16(1):13-. doi: 10.1186/s12942-017-0086-8.
6. Sula N, Tosepu R,2018. Mandaya I. Geo-spatial modelling of travel time to medical facilities in Muna Barat Dsistrict, Southeast Sulawesi Province, Indonesia. Public Health of Indonesia. 4(1):6 %J Public Health of Indonesia. Epub 2018-03-25. doi: 10.36685/phi.v4i1.167.
7. Fisher R. 2016. Tutorial Saga GIS. Available from: <https://sagagisindonesia.wordpress.com/2016/11/23/travel-time/>.
8. Nelson AD, Weiss D, van Etten J, Cattaneo A, McMenemy T, Koo J.2019. A suite of global accessibility indicators. Sci Data. 6(1):1-9. doi: 10.1038/s41597-019-0265-5.
9. Bana M. 2021. 4 Kecamatan di Wilayah Amfoang Terisolir, Rakyat Butuh Bantuan. Available from: <https://timexkupang.com/2021/04/10/4-kecamatan-di-wilayah-amfoang-terisolir-rakyat-butuh-bantuan/>
10. Macharia PM, Odera PA, Snow RW, Noor AM. 2017. Spatial models for the rational allocation of routinely distributed bed nets to public health facilities in Western Kenya. Malaria Journal.16(1):367-. doi: 10.1186/s12936-017-2009-3.
11. Fankhauser K, Nagel CL, Barstow CK, Kirby M, Thomas EA. 2019. Geospatial-temporal, demographic, and programmatic adoption characteristics of a large-scale water filter and improved cookstove intervention in Western Province, Rwanda. Cogent environmental science.5(1):1625481. doi: 10.1080/23311843.2019.1625481.
12. BPS kabupaten Kupang. 2020. Kabupaten Kupang dalam Angka.