

ACCUMULATED COST SURFACE UNTUK PEMODELAN WAKTU TEMPUH KE LOKASI PONED DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT

Eufrasia Serjiana Semidi, Frederika Rambu Ngana, Hadi Imam Sutaji dan Ali Warsito

*Program studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto-Penfui,
Kupang, 85001, Indonesia*

**E-mail: frederika.rabungana@staf.undana.ac.id*

Abstrak

Salah satu indikator yang mempengaruhi terjadinya kasus kematian ibu di kabupaten Manggarai Barat adalah aksesibilitas ke lokasi Puskesmas Pelayanan Obstetri Neonatal Emergensi Dasar (PONED). Tujuan penelitian ini adalah memodelkan waktu tempuh ke Puskesmas Lembor dan Puskesmas Labuan Bajo yang merupakan Puskesmas yang memiliki fasilitas PONED di Kabupaten Manggarai Barat menggunakan accumulated cost surface. Accumulated cost surface adalah perhitungan raster dari cost (biaya) perpindahan suatu objek pada permukaan tutupan lahan. Pada penelitian ini, peta tutupan lahan dibuat dengan software Saga GIS. Peta tutupan lahan merupakan overlay dari tiga layer peta yaitu (1) peta vegetasi dengan sumber data citra Landsat 8, (2) peta jaringan Sungai dibuat menggunakan digital elevasi model (DEM) dan (3) peta jaringan jalan. Kemudian, proses pemodelan waktu tempuh dilakukan dengan menggunakan accumulated cost-surface pada tool travel time calculation di SAGA GIS. Untuk validasi hasil model waktu tempuh, digunakan Google Maps. Hasil pemodelan waktu tempuh menunjukkan bahwa jumlah desa dan kelurahan di kabupaten Manggarai Barat yang menjangkau Puskesmas PONED < 1 jam pada musim hujan lebih sedikit daripada musim kemarau. Pemodelan waktu tempuh digunakan untuk menganalisa keterjangkauan puskesmas PONED terhadap pemukiman masyarakat terutama di daerah terpencil dengan kondisi aksesibilitas yang buruk.

Kata kunci: *maternal; aksesibilitas; penginderaan jauh*

Abstract

[Title: Accumulated Cost-Surface for Travel Time Modelling to Basic Emergency Neonatal Obstetric Services (PONED) in Manggarai Barat District] One of the indicators that influence the occurrence of maternal deaths in the Manggarai Barat district is accessibility to the location of the Basic Emergency Neonatal Obstetric Services (PONED). This research uses accumulated cost surface to model travel time to Lembor Community Health Center and Labuan Bajo Community Health Center, which are PONED facilities in Manggarai Barat district. Accumulated cost-surface is a raster calculation of the cost of moving an object on the land cover surface. In this research, land cover map was created using Saga GIS software. The landcover map was made from overlying of three maps layers, those are (1) a vegetation map created using Landsat 8 image data, (2) a river network map created using a digital elevation model (DEM), and (3) a road network map. The travel time modeling process was carried out using the accumulated cost surface on the travel time calculation tool in SAGA GIS. We used Google Maps to validate the travel time model results. The results of travel time modeling show that the number of villages and sub-districts in Manggarai Barat district that reach the PONED < 1 hour is less during the rainy season than during the dry season. This result shows that travel time modeling can be used to analyze the accessibility to PONED in remote areas.

Keywords: *maternal; accessibility; remote sensing*

PENDAHULUAN

Kematian ibu merupakan masalah kesehatan utama yang masih tinggi di negara ASEAN. Kematian ibu adalah terjadinya kematian seorang wanita yang disebabkan karena gangguan kehamilan dimulai dari masa hamil, bersalin, hingga 42 hari sejak dilahirkan

tidak termasuk kecelakaan dan terjatuh [1]. Berdasarkan ASEAN Statistical Report On Millenium Development Goals[2], di tahun 2015 Indonesia mendapat peringkat tertingggi kedua dengan jumlah angka kematian ibu 305/100.000 kelahiran hidup [2]. Tingginya angka kematian ibu di Indonesia

menggambarkan tingkat kepedulian dan pelayanan kesehatan di Indonesia, baik dari kualitas pelayanan maupun dari segi aksesibilitasnya.

Pendahuluan memuat tentang latar Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melakukan berbagai upaya guna menurunkan angka kematian ibu. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mendirikan puskesmas Pelayanan Obstetri Neonatal Emergency Dasar (PONED) pada tiap kabupaten[3]. Puskesmas PONED merupakan puskesmas yang memiliki fasilitas dan kemampuan untuk menanggulangi kasus-kasus kegawatdaruratan obstetri dan neonatal[4]. Agar tujuan dari pendirian puskesmas PONED mampu memberikan pengaruh terhadap keberhasilan menurunnya angka kematian ibu, maka salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah kedekatan lokasi puskesmas PONED terhadap permukiman masyarakat. Berdasarkan pedoman pendirian puskesmas mampu PONED, menyatakan lokasi puskesmas PONED harus dapat ditempuh dalam waktu paling lama 1 jam perjalanan dengan menggunakan transportasi umum [5]. Namun, upaya tersebut belum maksimal, sebagaimana menurut Belton, et al. [6] salah satu penyebab terjadinya kematian ibu disebabkan karena keterlambatan mencapai lokasi puskesmas PONED.

Kondisi geografis di Indonesia merupakan salah satu penyebab dari terlambatnya ibu hamil mencapai lokasi puskesmas PONED. Kondisi geografis yang buruk, Seperti di Provinsi NTT, menyebabkan masih adanya daerah terpencil yang memiliki kondisi infrastruktur jalan yang buruk dan keterbatasan ketersediaan jaringan jalan. Kondisi ini memberi pengaruh terhadap sulitnya aksesibilitas ke lokasi layanan kesehatan, yang menjadi sebuah permasalahan yang terjadi di Indonesia [7]. Aksesibilitas yang sulit memberikan pengaruh terhadap semakin lamanya waktu yang dibutuhkan ibu hamil untuk mencapai lokasi puskesmas PONED.

Untuk menganalisa aksesibilitas ke lokasi puskesmas PONED dapat dilakukan dengan memodelkan waktu tempuh. Pemodelan waktu tempuh dilakukan ke puskesmas PONED yang berada di Kabupaten Manggarai Barat Provinsi NTT. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kabupaten Manggarai Barat, selama tahun 2017 - 2021 kasus kematian ibu masih

tinggi. Di tahun 2017 tercatat 14 kasus kematian ibu, kemudian menurun pada tahun 2018 menjadi 7 kasus kematian ibu dan kembali mengalami penurunan di tahun 2019 hingga menjadi 5 kasus kematian ibu. Namun, di dua tahun terakhir tahun 2020 dan tahun 2021 kasus kematian ibu meningkat menjadi 7 kasus kematian ibu. Tingginya kasus kematian ibu di Kabupaten Manggarai Barat, salah satunya disebabkan karena keterlambatannya ibu hamil mencapai lokasi layanan kesehatan akibat dari aksesibilitas yang buruk [8].

Aksesibilitas yang buruk ke lokasi layanan Kesehatan di Kabupaten Manggarai Barat masih buruk dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur jalan yang buruk serta keterbatasan ketersediaan jaringan jalan (Gambar 1). Kondisi ini, memberi pengaruh terhadap terbatasnya penggunaan mode transportasi yang dapat digunakan oleh masyarakat, sehingga mengharuskan masyarakat melakukan perpindahan antar pulau maupun antar desa dengan menggunakan kapal (Gambar 2). Akibatnya waktu yang dibutuhkan ibu hamil ke lokasi puskesmas PONED semakin lama.



Gambar 1. Kondisi infrastruktur jalan di Kabupaten Manggarai Barat.



Gambar 2. Penggunaan mode transportasi kapal

Untuk memodelkan waktu tempuh di wilayah dengan kondisi geografis yang buruk dapat dilakukan dengan menggunakan penginderaan jauh. Penginderaan jauh telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya dimanfaatkan dalam menganalisa waktu tempuh ke lokasi puskesmas PONED. Dimana waktu tempuh dimodelkan melalui citra satelit landsat 8 yang digabungkan dengan daerah aliran sungai (DAS) dan data jaringan jalan[9]. Penggabungan ketiga data tersebut menghasilkan data raster tutupan lahan [10]. Raster tutupan lahan merupakan layer tutupan lahan yang menampilkan seluruh kenampakan objek geografis di permukaan bumi, yang meliputi daerah vegetasi, daerah aliran sungai dan jaringan jalan yang diinterpretasikan dalam pixel. Tiap pixel menampilkan tipe tutupan lahan yang berbeda-beda. Di wilayah dengan kondisi geografis yang buruk, untuk melakukan perpindahan ke lokasi puskesmas PONED tidak hanya terjadi pada lintasan jaringan jalan saja, tetapi juga dipengaruhi oleh perpindahan yang terjadi di luar lintasan jaringan jalan. Maka dari itu, raster tutupan lahan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan waktu tempuh, yang sangat cocok dimodelkan di wilayah yang memungkinkan terjadinya perpindahan di luar lintasan jaringan jalan[11].

Besarnya biaya perpindahan pada tiap pixel pada raster tutupan lahan diukur dengan menggunakan persamaan waktu tempuh, yang besarnya dipengaruhi oleh kecepatan perjalanan melewati tiap tipe tutupan lahan (Persamaan 1), misalnya kecepatan perjalanan melewati daerah aliran sungai tentunya berbeda dengan kecepatan perjalanan melewati daerah hutan, akibatnya hal ini memberi berpengaruh terhadap perbedaan besarnya waktu tempuh tiap pixel [10]. Besarnya waktu tempuh yang diperoleh ke lokasi puskesmas PONED merupakan akumulasi biaya perpindahan dari beberapa pixel, yang proses akumulasinya dilakukan melalui tool *travel time calculation* di Saga. Metode ini dinamakan dengan *accumulative cost surface*.

Pemanfaatan penginderaan jauh untuk menganalisa aksesibilitas ke lokasi puskesmas PONED terutama di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit telah banyak dilakukan oleh para peneliti, seperti Rambu Ngana and Eka Karyawati [12] mengembangkan alat pemodelan skenario yang

digunakan untuk meningkatkan akses ke puskesmas PONED di Indonesia bagian timur dengan menggunakan software Saga GIS dan Netlogo, Sula, et al. [13] memodelkan geospasial waktu tempuh ke fasilitas kesehatan dengan menggunakan software Saga GIS di Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara dan Chen, et al. [14] memodelkan akses geografis ke perawatan obstetrik dan neonatal darurat dengan menggunakan AccessMod di wilayah Kigoma, Tanzania. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa aksesibilitas ke lokasi puskesmas PONED dengan menggunakan parameter waktu tempuh. Dimana daerah dengan waktu tempuh > 1 jam perjalanan dapat dilakukan peningkatan aksesibilitas dengan melakukan penambahan lokasi puskesmas PONED maupun perbaikan infrastruktur jaringan jalan.

METODE

Data yang digunakan adalah citra satelit landsat 8 OLI dengan perekaman yang terjadi pada 29 April 2022 dan data DEM yang diunduh melalui website United States Geological Survey (USGS), peta jaringan jalan diperoleh melalui instansi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Manggarai Barat, data titik koordinat dari tiap tipe tutupan lahan dan data titik koordinat lokasi puskesmas PONED diperoleh melalui alat ukur Global Positioning System (GPS), data kecepatan perjalanan melewati berbagai tipe tutupan lahan diukur melalui aplikasi speedometer yang terinstal di Handphone. Prosesing data dilakukan dengan menggunakan laptop yang diolah dengan software Saga GIS dan QGIS.

Pemodelan waktu tempuh ke puskesmas PONED di lakukan di Kabupaten Manggarai Barat, yang terletak diantara 080 14' – 090 00' Lintang Selatan dan 1190 21' – 1200 20' Bujur Timur. Kabupaten Manggarai Barat memiliki luas daratan sebesar 2.9470 km² yang terdiri dari daratan Flores dan beberapa pulau besar, seperti pulau Komodo, Pulau Rinca dan Pulau Longos serta pulau-pulau kecil lainnya. Wilayah administrasi Kabupaten Manggarai Barat terdiri dari 12 kecamatan, yaitu kecamatan Komodo, kecamatan Ndosu, kecamatan Mbeliling, kecamatan Pacar, kecamatan Macang Pacar, kecamatan Bolong, kecamatan Lembor, kecamatan Lembor Selatan, kecamatan Kuwus, kecamatan Kuwus

Barat, kecamatan Sano Nggoang, dan kecamatan Welak. Kabupaten Manggarai Barat memiliki 2 puskesmas PONED, yaitu Puskesmas Labuan Bajo, yang terletak di Kecamatan Komodo (Gambar 3) dan Puskesmas Wae Nakeng (Gambar 4) yang terletak di Kecamatan Lembor. Berdasarkan kondisi geografisnya, Kabupaten Manggarai Barat memiliki kondisi geografis yang berbukit hingga pegunungan [15].



Gambar 3. Puskesmas Labuan Bajo



Gambar 4. Puskesmas Wae Nakeng

Pemodelan waktu tempuh dilakukan melalui dua tahap yaitu pembuatan peta land cover dan perhitungan waktu tempuh.

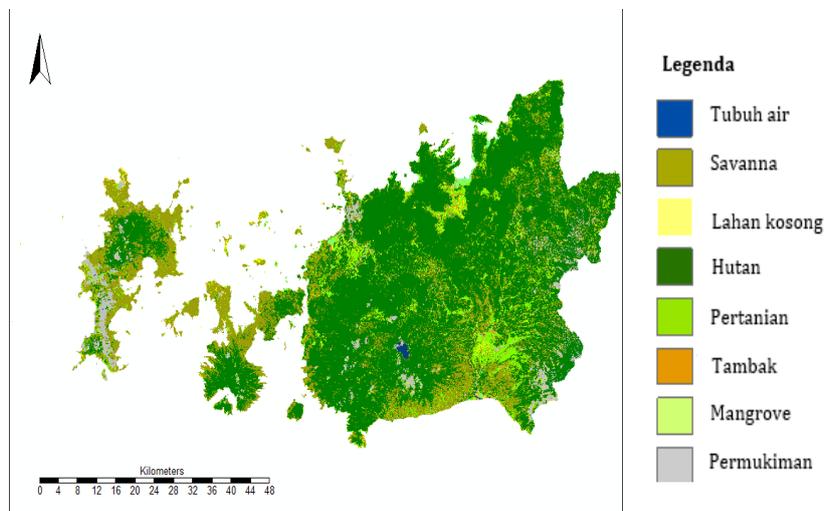
Peta land cover

Peta land cover diperoleh dari gabungan peta vegetasi, peta daerah aliran sungai (DAS)

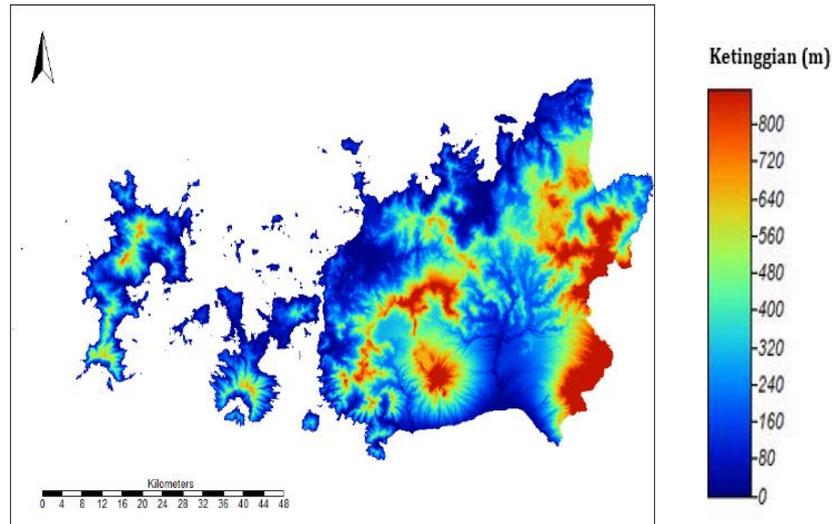
dan peta jaringan jalan, melalui tool *Landcover scenario offset* di Saga. Pertama, peta vegetasi. Peta vegetasi dibuat menggunakan data citra satelit landsat 8. Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan metode *supervised classification* (klasifikasi terbimbing). Salah satu data input yang digunakan dalam klasifikasi terbimbing adalah *training site* dari tiap tipe tutupan lahan. *Training site* adalah pengambilan beberapa pixel dari tiap tipe tutupan lahan, untuk selanjutnya digunakan oleh komputer untuk memperoleh penciri kelas dari tiap tipe tutupan lahan, sehingga daerah dengan karakteristik yang sama dikelompokkan dalam tipe kelas lahan yang sama. *Training site* diambil dengan menggunakan titik koordinat dari tiap tipe tutupan lahan yang diperoleh melalui GPS. Tipe tutupan lahan di Kabupaten Manggarai Barat meliputi daerah permukiman, hutan, pertanian, savanna, lahan terbuka, mangrove, tambak dan tubuh air (Gambar 6). Tool *Supervised classification for grids* digunakan untuk membuat peta vegetasi dengan menginput data citra satelit landsat 8 dan *training site*. Peta vegetasi ditampilkan pada (Gambar 7). Kedua membuat daerah aliran sungai. Peta daerah aliran sungai dibuat dengan menggunakan data digital elevation model (DEM), yang diunduh melalui <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Potong data DEM berdasarkan batas administrasi lokasi penelitian. Peta DEM ditampilkan pada (Gambar 8). Ketiga membuat peta jaringan jalan. Peta jaringan jalan diperoleh dari gabungan data jalan desa yang diunduh melalui *Open street maps* di QGIS dan peta jaringan jalan jalan yang diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Manggarai Barat. Klasifikasi tipe jaringan jalan dilakukan berdasarkan status jalan. Peta jaringan jalan ditampilkan pada (Gambar 9). Gabungan peta vegetasi, peta DEM dan peta jaringan jalan menghasilkan peta tutupan lahan (Gambar 10).



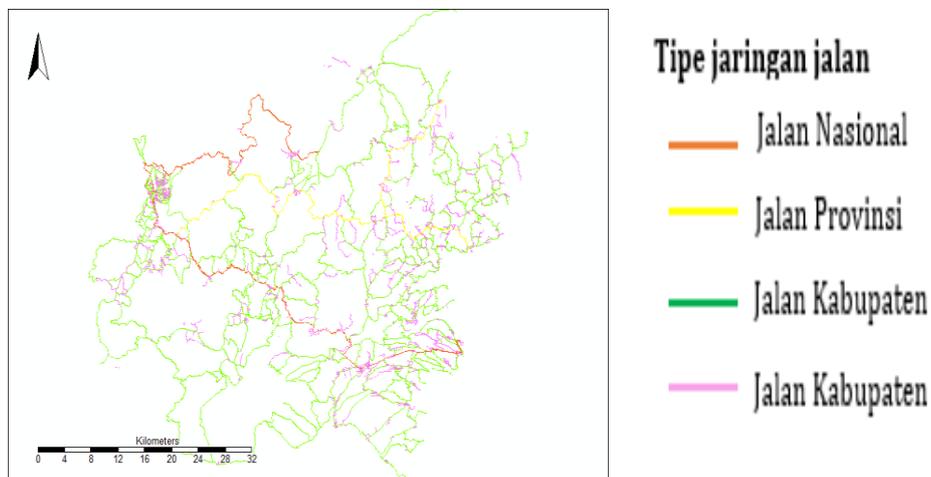
Gambar 6. Tipe tutupan lahan



Gambar 7. Peta Vegetasi



Gambar 8. Peta DEM



Gambar 9. Peta Jaringan Jalan

Peta Waktu Tempuh

Peta waktu tempuh diperoleh dengan menggabungkan peta tutupan lahan, titik koordinat lokasi puskesmas PONED, tabel kecepatan perjalanan dan tabel zona waktu tempuh melalui tool *travel time calculation* di Saga. Tabel kecepatan waktu tempuh (Tabel 1) menampilkan besarnya waktu tempuh melewati tiap tipe tutupan lahan yang dihitung menggunakan persamaan waktu tempuh. Besarnya nilai waktu tempuh tiap pixel dipengaruhi oleh kecepatan perjalanan melewati tiap tipe tutupan lahan. Besarnya biaya perpindahan pada tiap pixel, dihitung menggunakan persamaan (1) [12].

Travel time

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

Keterangan:

Travel Time = Waktu tempuh (second)

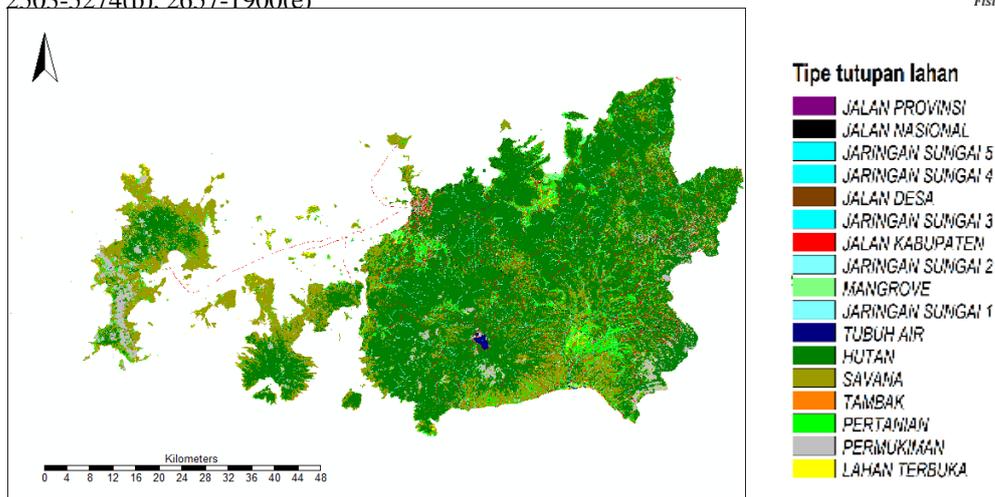
Travel speed = Kecepatan perjalanan (km/jam)

Resolusi citra = 30 meter

1 km = 1000 m

Tabel zona waktu tempuh (Tabel 2) menampilkan range waktu tempuh ke lokasi puskesmas PONED. Tujuan dari tabel zona waktu tempuh yaitu untuk membuat zona di daerah Kabupaten Manggarai Barat berdasarkan range waktu tempuhnya yang dibutuhkan ke puskesmas PONED.

Gabungkan peta tutupan lahan, titik lokasi puskesmas PONED, tabel kecepatan perjalanan dan tabel zona waktu tempuh, melalui tool *travel time calculation* untuk memperoleh peta waktu tempuh (Gambar 12).



Gambar 10 Peta tutupan lahan

Tabel 1 Kecepatan perjalanan

ID	Cover Class	Km/h	TT
1	Tubuh Air	0	9999
4	Hutan	1.5	72
2	Savanna	2	54
8	Permukiman	5.5	19.6
5	Pertanian	1.3	83.07
3	Lahan kosong	3	36
6	Tambak	0.5	216
7	Mangrove	0.5	216
105	Sungai	0.8	135
101	Sungai	0	9999
102	Sungai	0	9999
103	Sungai	1.2	90
104	Sungai	0	9999
201	Jalan Nasional	50	2.16
202	Jalan provinsi	45	2.4
203	Jalan Kabupaten	43	2.5
204	Jalan Desa	12.07	8.9

Tabel 2 Zona waktu tempuh

Color	Name	Description	Min	Max
8388608	1	0-30 min	0	30
8421440	2	30-60 min	30	60
22800084	3	60 -90 min	60	90
65535	4	90 -120 min	90	120
333023	5	120-150	120	150
213	6	150+	150	10000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan waktu tempuh ke puskesmas PONED di Kabupaten Manggarai Barat (Gambar 11), dilakukan pada musim hujan. Hasil yang diperoleh menunjukkan

bahwa hanya sebagian dari desa yang berada kecamatan Komodo, kecamatan Lembor, kecamatan Lembor Selatan, kecamatan Mbeliling, kecamatan Welak dan kecamatan Sano Nggoang yang menjangkau puskesmas PONED dalam < 1 jam perjalanan sedangkan kecamatan lainnya yaitu kecamatan Kuwus, kecamatan Kuwus Barat, kecamatan Pacar, kecamatan Macang Pacar, kecamatan Bolong dan kecamatan Ndosso membutuhkan waktu tempuh > 1 jam perjalanan. Desa di kecamatan Komodo yang menjangkau puskesmas PONED dalam waktu < 1 jam perjalanan, yaitu desa Watu Nggelek, desa Pantar, desa Nggorang, desa Gorontalo, desa Golo Bilas, desa Compang Longgo, desa Batu Cermin dan kelurahan Labuan Bajo. Di Kecamatan Lembor, yaitu desa Daleng, desa Liang Sola, desa Ndeweng, desa Poco rutang, desa Pong Majok, desa Wae Kanta, desa Ngancar, desa Pondo dan kelurahan Tangge. Di kecamatan Lembor Selatan yaitu desa Kakor, desa Munting, desa Wae Mose dan desa Surunumbeng. Di kecamatan Welak yaitu desa Galang, desa Dunta, desa Golo Ndari, desa

Gurung, desa Lale, desa Orong, desa Pong Welak, desa Racang Welak, desa Semang dan desa Wewa. Di kecamatan Sano Nggoang, yaitu desa Nampar Macing dan desa Poco Golo Kempo. Di Kecamatan Mbeliling yaitu desa Golo Damu, desa Golo Derat, desa Golo Ndoal, dan desa Kempo. Total terdapat 35 desa dan 2 kelurahan atau 22,1% dari total jumlah desa dan kelurahan yang ada di Kabupaten Manggarai

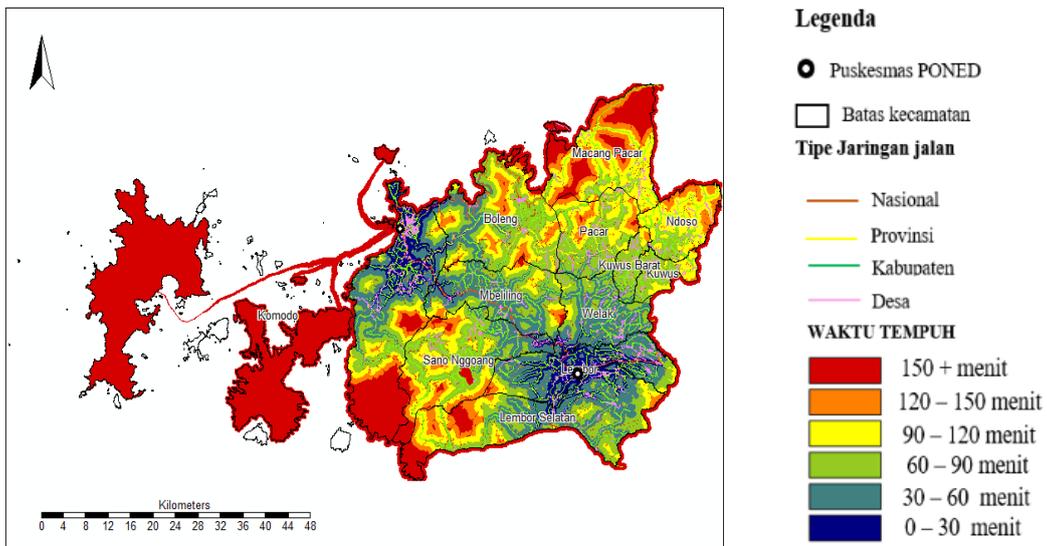
Barat yang menjangkau puskesmas PONED dalam waktu < 1 jam perjalanan pada musim hujan.

Banyaknya daerah di Kabupaten Manggarai Barat yang membutuhkan waktu tempuh > 1 jam perjalanan menuju puskesmas PONED tidak sesuai dengan pedoman pendirian puskesmas mampu PONED, yang menyatakan lokasi puskesmas PONED harus dapat ditempuh dalam waktu < 1 jam perjalanan dengan menggunakan transportasi umum. Namun, akibat dari aksesibilitas yang buruk menjadi salah satu penyebab masih banyaknya daerah di Kabupaten Manggarai Barat yang membutuhkan waktu tempuh < 1 jam perjalanan.

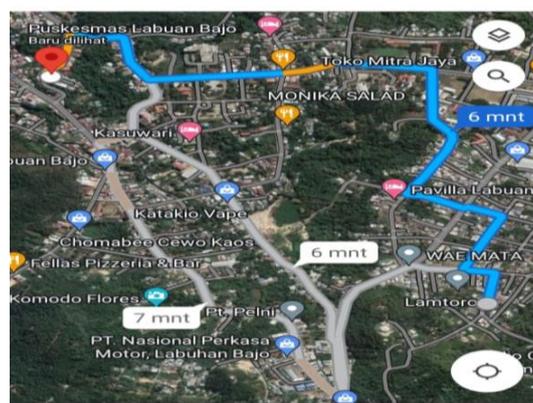
Pemodelan waktu tempuh yang telah diperoleh kemudian dilakukan validasi dengan pengukuran Google Maps. Validasi dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu tempuh

antara hasil pemodelan waktu tempuh dengan pengukuran Google Maps. Titik sampel yang digunakan adalah titik lokasi sebuah rumah, yang terletak di 8°30'21.8" Lintang Selatan dan 119°53'27.1" Bujur Timur, yang dijadikan sebagai titik awal pengukuran dan lokasi puskesmas PONED, yaitu puskesmas Labuan Bajo dan puskesmas Wae Nakeng sebagai titik akhir pengukuran. Hasil pengukurannya, memberikan waktu tempuh yang sama.

Validasi waktu tempuh dari rumah ke puskesmas Labuan Bajo, menggunakan Google Maps (Gambar 12), diperoleh waktu tempuh sekitar 6 menit dengan menggunakan mode transportasi bermotor, kemudian berdasarkan pengukuran melalui pemodelan waktu tempuh (Gambar 15) diperoleh bahwa titik sampel berada pada zona waktu tempuh berkisar 0 – 30 menit untuk mencapai ke puskesmas Labuan Bajo.

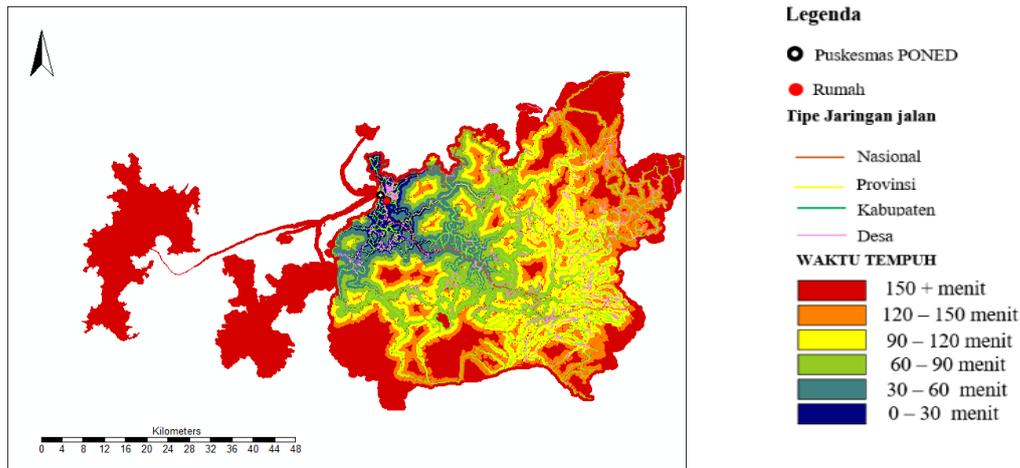


Gambar 11. Model waktu tempuh ke puskesmas PONED



6 mnt (2,6 km)

Gambar 12. Pengukuran Google Maps dari rumah ke puskesmas Labuan Bajo



Gambar 13. Model waktu tempuh dari rumah ke puskesmas Labuan Bajo.

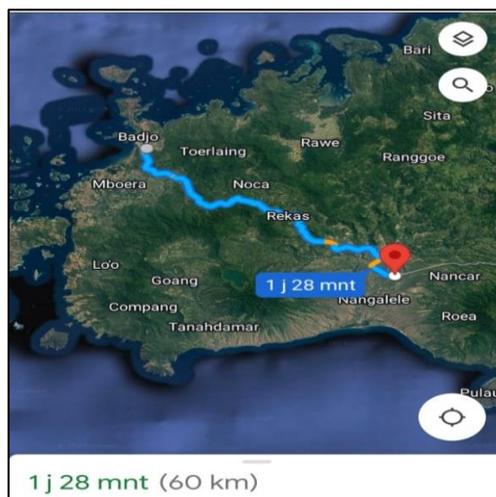
Validasi waktu tempuh dari rumah ke puskesmas Wae Nakeng. Berdasarkan pengukuran melalui Google Maps (Gambar 14) diperoleh waktu tempuh sekitar 88 menit (1 jam 28 menit) dengan menggunakan transportasi bermotor untuk mencapai ke puskesmas Wae Nakeng. Kemudian berdasarkan pada pemodelan waktu tempuh (Gambar 15), titik sampel yang dijadikan sebagai titik awal pengukuran berada pada zona waktu tempuh berkisar 60 - 90 menit untuk mencapai ke puskesmas Wae Nakeng.

Berikut ini, tabel perbandingan waktu tempuh melalui pengukuran Google Maps,

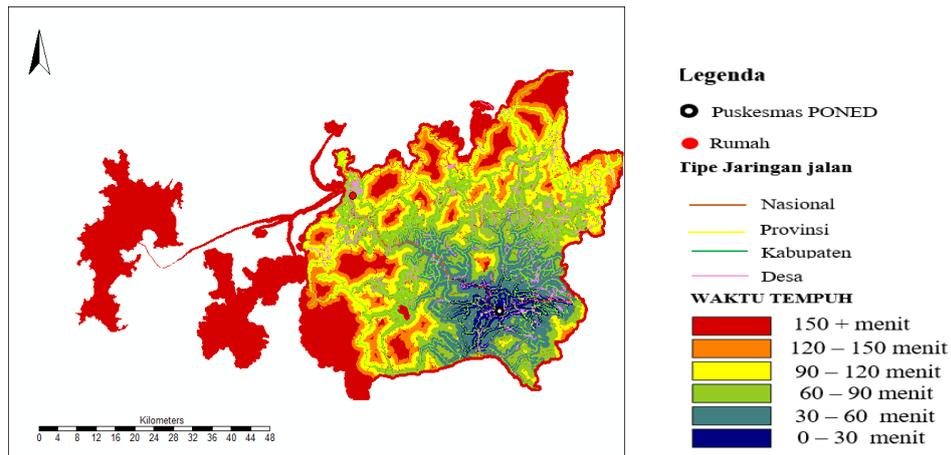
pemodelan waktu tempuh dan pengukuran secara langsung yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan waktu tempuh

Lokasi Tujuan	Google Maps	Pemodelan Waktu Tempuh
Puskesmas Labuan Bajo	6 menit	0 - 30 menit
Puskesmas Wae Nakeng	88 menit	60 - 90 menit



Gambar 14 Pengukuran Google Maps ke puskesmas Wae Nakeng



Gambar 15. Model waktu tempuh dari rumah ke puskesmas Wae Nakeng

Tabel 3 menampilkan lamanya waktu tempuh yang dibutuhkan ke puskesmas PONED baik melalui pengukuran Google Maps dan pemodelan waktu tempuh. Hasil pengukuran waktu tempuh diperoleh hasil yang sama. Pengukuran waktu melalui Google Maps, dilakukan menggunakan analisis vektor, dimana waktu tempuh yang diperoleh hanya berdasarkan pada perpindahan di lintasan jaringan saja, sehingga Google Maps tidak dapat diukur pada daerah yang memiliki keterbatasan ketersediaan jaringan jalan, sedangkan pengukuran melalui pemodelan waktu tempuh, dilakukan berdasarkan analisis raster, dimana waktu tempuh yang diperoleh merupakan akumulasi biaya perpindahan yang terjadi pada lintasan jaringan jalan dan di luar lintasan jaringan seperti melewati daerah alirang sungai, daerah hutan dan lain sebagainya. Maka dari itu, pemodelan waktu tempuh dijadikan sebagai salah satu cara efektif

yang cocok dimodelkan pada daerah terpencil. Pemodelan waktu tempuh yang telah diperoleh, dapat membantu pemerintah setempat dalam melihat persoalan aksesibilitas di Kabupaten Manggarai Barat. Dimana daerah dengan waktu tempuh > 1 jam, dapat dilakukan tindakan lanjutan, seperti peningkatan infrastruktur jaringan jalan dan penambahan lokasi PONED.

SIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan waktu tempuh ke puskesmas PONED di Kabupaten Manggarai Barat, yang memiliki kondisi geografis yang buruk dilakukan dengan menggunakan analisis raster yang diperoleh melalui sistem penginderaan jauh. Metode yang digunakan adalah

accumulated cost surface, yang besarnya dipengaruhi oleh akumulasi jumlah waktu tempuh pada tiap pixel. Pemodelan waktu tempuh ke puskesmas PONED menunjukkan 22,1% dari jumlah desa dan kelurahan di Kabupaten Manggarai Barat yang menjangkau puskesmas PONED < 1 jam perjalanan pada musim hujan. Pengukuran Google Maps dan pemodelan waktu tempuh memberikan waktu tempuh yang sama.

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan waktu tempuh untuk perjalanan melalui air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. T. Chalid, "Upaya menurunkan Angka Kematian Ibu: peran petugas kesehatan," *PT. Gakken Heal. Educ. Indonesia*, pp. 1-8, 2016.
- [2] A. Secretariat, "ASEAN Statistical Report on Millennium Development Goals 2017," *Jakarta (ID) ASEAN Secretariat*, 2017.
- [3] N. Puspitasari, C. P. Kismoyo, and I. R. Astuti, "Pengetahuan dengan sikap ibu hamil tentang pelayanan osbetric neonatal emergency dasar (PONED)," *Jurnal Ilmu Kebidanan (Journal of Midwifery Science)*, vol. 2, no. 1, pp. 41-46, 2014.
- [4] W. Novita, D. Aulia, and J. Juanita, "The Relationship between Geography Access and Utilization of Basic Emergency Neonatal Obstetric Services (PONED) in Hampan Perak Health Center, Deli Serdang Regency in 2018," *Budapest International*

- Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, vol. 3, no. 1, pp. 674-681, 2020.
- [5] R. Kemenkes, "Pedoman penyelenggaraan puskesmas mampu PONED," *Jakarta: Kemenkes RI*, 2013.
- [6] S. Belton, B. Myers, and F. R. Ngana, "Maternal deaths in eastern Indonesia: 20 years and still walking: an ethnographic study," *BMC pregnancy and childbirth*, vol. 14, no. 1, pp. 1-10, 2014.
- [7] A. D. Laksono, R. Mubasyiroh, R. Laksmiarti, E. Suharmiati, and N. Sukoco, "Aksesibilitas Pelayanan Kesehatan di Indonesia," *Yogyakarta: PT Kanisius*, 2016.
- [8] R. W. Willa and M. Mading, "Determinan Kesehatan Ibu dan Anak di Kabupaten Manggarai Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur.(Maternal and Child Health Determinants in West Manggarai District East Nusa Tenggara Province)," *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, vol. 17, p. 3, 2014.
- [9] R. Fisher and J. Lassa, "Interactive, open source, travel time scenario modelling: tools to facilitate participation in health service access analysis," *International journal of health geographics*, vol. 16, pp. 1-15, 2017.
- [10] F. R. Ngana, "Pemodelan waktu tempuh untuk mitigasi bencana Covid-19 di wilayah dengan kondisi geografis yang sulit," in *Seminar Nasional Ilmu Fisika dan Terapannya*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 1-10.
- [11] A. Nelson, D. Weiss, J. van Etten, A. Cattaneo, T. McMenomy, and J. Koo, "A suite of global accessibility indicators. Scientific Data, 6 (1)," ed, 2019.
- [12] F. Rambu Ngana and A. Eka Karyawati, "Scenario modelling as planning evidence to improve access to emergency obstetric care in eastern Indonesia," *Plos one*, vol. 16, no. 6, p. e0251869, 2021.
- [13] N. Sula, R. Tosepu, and I. Mandaya, "Geo-Spatial Modeling of Travel Time to Medical Facilities in Muna Barat District, Southeast Sulawesi Province, Indonesia," in *International Symposium on Geoinformatics (ISyG)*, 2017.
- [14] Y. N. Chen, M. M. Schmitz, F. Serbanescu, M. M. Dynes, G. Maro, and M. R. Kramer, "Geographic access modeling of emergency obstetric and neonatal care in Kigoma Region, Tanzania: transportation schemes and programmatic implications," *Global Health: Science and Practice*, vol. 5, no. 3, pp. 430-445, 2017.
- [15] *Kabupaten Manggarai Barat dalam Angka 2021. Badan Pusat Statistik Kabupaten Manggarai Barat.*