

Studi Kelayakan Teknis Lokasi Perencanaan Trase Marisa-Tolinggula Provinsi Gorontalo

Lulu Rusliana Arva ¹⁾, Muhammad Yusuf Tuloli ²⁾, Anton Kaharu ³⁾

^{1),2),3)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
e-mail : lululaya185@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada aspek-aspek teknis lokasi yang dipetakan untuk memperoleh tingkat kelayakan lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula. Tujuan penelitian untuk: 1) menyelidiki kondisi lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula ditinjau dari aspek teknis lokasi yaitu penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan hidrologi; 2) menganalisa kondisi kelayakan lokasi terhadap pembangunan jalan baru rute Marisa-Tolinggula berdasarkan analisis kelayakan teknis lokasi; 3) memperoleh solusi dan rekomendasi untuk memperbaiki kelayakan lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula. Lokasi penelitian meliputi beberapa kecamatan di Kabupaten Pohuwato dan Kecamatan Tolinggula. Analisis kuantitatif menggunakan peranti sistem informasi geografis ArcGIS yang kemudian diolah dengan metode skor. Pendekatan kualitatif selanjutnya dilakukan untuk mendeskripsikan hasil analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) kondisi lahan di wilayah penelitian didominasi oleh tutupan lahan berupa hutan lahan kering sekunder (43,23%), kemiringan lereng curam (42,39%), jenis tanah podsolik merah kuning (63,35%) dengan curah hujan yang sangat tinggi (41,26%); 2) kondisi kelayakan lokasi terhadap pembangunan jalan Marisa-Tolinggula didominasi lahan dengan tingkat kelayakan kelas cukup (YC) sebesar 88,41%; 3) solusi perbaikan lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula berupa arahan rekomendasi jalan baru Marisa-Tolinggula, Trase Alternatif 2 dengan jarak tempuh sepanjang 58,84 km.

Kata Kunci: Aspek Teknis, Kelayakan Lokasi, Trase Marisa-Tolinggula, Skor SIG

Abstract

This study focuses on the technical aspects of the mapped site to obtain the feasibility level of the Marisa-Tolinggula route planning site. The objectives of the research are to 1) investigate the condition of Marisa-Tolinggula trace planning location in terms of the technical aspects of the location of land use, slope, soil type, and hydrology; 2) to analyze site feasibility condition for the construction of a new road of Marisa-Tolinggula route based on location technical feasibility analysis; 3) obtain solutions and recommendations to improve the feasibility of the Marisa-Tolinggula route planning site. The research sites include several sub-districts in Pohuwato and Tolinggula Sub-districts. Quantitative analysis uses ArcGIS geofrafis information system tools which are processed by the scoring method. Further qualitative approach were conducted to describe the results of the analysis. The results showed that: 1) the condition of land in the research area was dominated by land cover in the form of secondary dryland forest (43,23%), steep slope (42,39%), yellow podsollic soil type (63,35%) with very high rainfall (41,26%); 2) location feasibility condition on Marisa-Tolinggula road development is dominated by land with sufficient grade feasibility level (YC) equal to 88,41%; 3) Marisa-Tolinggula route planning improvement solution in the form of new recommendation from Marisa-Tolinggula, Alternative Trase 2 with mileage 58,84 km.

Keywords: Technical GIS Score Aspect, Location of Feasibility, Marisa-Tolinggula Traffic,

Diterima Oktober 2018
Disetujui November 2018
Dipublikasi Desember 2018

©2018 Lulu Rusliana Arva, Muhammad Yusuf Tuloli, Anton Kaharu
Under the license CC BY-SA 4.0

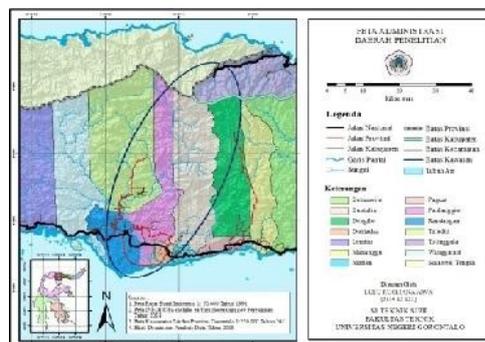
Pendahuluan

Wilayah Paguyaman – Gorontalo – Kwandang sesuai arahan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Gorontalo akan dilakukan pembangunan jalan

baru rute Marisa–Tolinggula. Sasaran pembangunan jaringan jalan tersebut yakni untuk mengurangi travel cost dan travel time perjalanan barang dan jasa yang melewati pusat Kota Gorontalo dan arus pergerakan lalu lintas disekitarnya. Selain itu, pembangunan prasarana transportasi darat diperlukan sebagai penghubung wilayah yang dapat membuka daerah-daerah terisolir serta mendorong kegiatan perekonomian pada daerah-daerah berpendapatan rendah disekitar wilayah pembangunan. Akan tetapi, wilayah Marisa–Tolinggula belum memiliki data fisik wilayah terutama menyangkut topografi, jenis tanah, maupun hidrologi yang diperlukan untuk mengetahui kelayakan lokasi pembangunan jaringan jalan.

Metode

Wilayah Penelitian Lokasi-lokasi yang terdapat dalam garis imajiner sebagai wilayah penelitian tersebar pada 2 Kabupaten terdiri dari Kabupaten Pahuwato, dan Kabupaten Gorontalo Utara. Trase jalan yang direncanakan akan melalui 2 Kabupaten tersebut, yang meliputi 8 Kecamatan yaitu; Kec. Paguat Kec. Dengilo Kec. Marisa Kec. Buntulia Kec. Duhiadaa Kec. Patilanggio Kec. Randangan Kec. Taluditi Kec. Tolinggula.

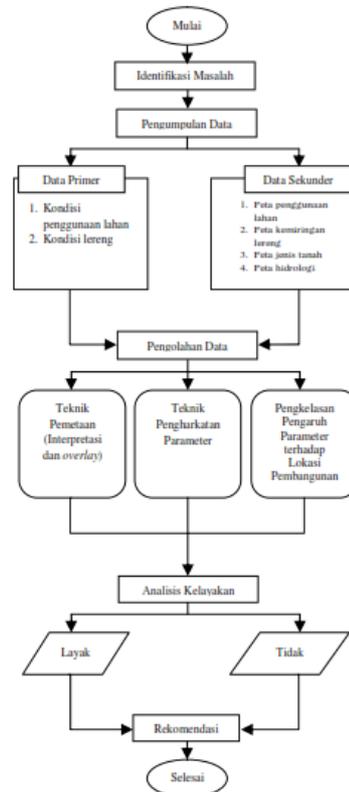


Gambar 1. Lokasi Wilayah Penelitian

Alat dan Bahan

Alat tulis menulis, Kamera digital, PC- Laptop yang dilengkapi software pendukung seperti ArcGIS 10.3, Peta Dasar Rupa Bumi Indonesia (RBI) wilayah penelitian, Peta topografi berupa peta penggunaan lahan (visualisasi Citra Quickbird 2018) kemiringan lereng dan peta jenis tanah (hasil proyeksi dari peta dasar RBI), serta peta hidrologi (RTRWP yang telah dikompilasikan pada Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Gorontalo, Tahun 2010)

Tahapan Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir

Tahap 1. Mengidentifikasi dan pengharkatan aspek teknis lokasi

Pengolahan data diawali dengan melakukan kajian teoritik mengenai karakteristikvariabel yang mempengaruhi tingkat kelayakan suatu lokasi perencanaan trase. Pengolahan data dengan teknik pemetaan yang dilakukan menggunakan metode tumpangsusun (overlay) peta. Selanjutnya dilakukan teknik pengharkatan untuk menganalisis parameter-parameter.

Tabel 1. Harkat Penggunaan Lahan

Kelas	Jenis Penggunaan Lahan	Simbol	Skor
I	Lahan terbuka atau lahan kosong	T	5
	Pertanian lahan kering	Pc	
	Perkebunan	Pk	
II	Hutan lahan kering	Hp/Hs	4
	Semak belukar	B	
III	Lahan terbangun (perdagangan)	D	3
IV	Permukiman	P	2
	Perairan	A	
V	Pertanian lahan basah (Sawah)	Sw	1

(Sumber : SNI 7645:2010 skala 1:1.000.000)

Tabel 2. Harkat Kemiringan Lereng

Kelas	Jenis Medan	Klasifikasi Medan	Simbol	Skor
I	Datar	0 - 8 %	L1	5
II	Berombak	8 - 15 %	L2	4
III	Berbukit	15 - 25 %	L3	3
IV	Curam	25 - 45 %	L4	2
V	Sangat Curam	>45 %	L5	1

(Sumber : PerMen PU No.20/PRT/M/2007)

Tabel 3. Harkat Kondisi Jenis Tanah

Kelas	Jenis Tanah	Deskripsi	Simbol	Skor
I	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat Peka	T1	5
II	Andosol, Laterit, Grumosol, Podsol, Podsolik	Peka	T2	4
III	Tanah hutan coklat, Coklat tak bergamping, Mediteran	Kurang Peka	T3	3
IV	Latosol	Agak Peka	T4	2
V	Alluvial, Gley, Planosol, Hidromorf kelabu biru, Laterit berair tanah	Tidak Peka	T5	1

(Sumber : SK Mentan No. 387/KPTSS / Um /11/1980 dan No. 638/KPt/UM /08/81 dalam Laya, 2013)

Tabel 4. Harkat Kondisi Hidrologi

Kelas	Curah Hujan (mm/Tahun)	Deskripsi	Simbol	Skor
I	1000 - 1200	Sangat rendah	H1	5
II	1200 - 1400	Rendah	H2	4
III	1400 - 1600	Sedang	H3	3
IV	1600 - 1800	Tinggi	H4	2
V	1800 - 2000	Sangat tinggi	H5	1

(Sumber : Laya, 2013)

Tahap 2. Proses overlay peta kelayakan teknis lokasi

Analisis dilakukan dengan teknik pengharkatan (Scoring) parameter kelayakan untuk jalan rute Marisa-Tolinggula. Penentuan kelas kelayakan trase jalan dilakukan dengan menjumlahkan skor masing-masing parameter yang diteliti, kemudian dibagi dalam tiap kelas kelayakan. Kriteria kelayakan diperoleh berdasarkan nilai harkat menurut persamaan $I = R/N$ (Sutrisno, 1981 dalam Laya, 2013). I = interval kelas, R = nilai tertinggi dikurangi nilai terendah, N = jumlah klasifikasi yang dikehendaki. Nilai akumulasi skor tertinggi untuk keempat parameter adalah 20 dan nilai

akumulasi skor terendah untuk empat parameter adalah 4, jumlah klasifikasi yang dikehendaki adalah 5. Sehingga interval tiap kelas yaitu:

$$I = R/N$$

$$I = (20-4)/5$$

$$I = 3.2 \text{ (dibulatkan)}$$

$$I = 4$$

Interval nilai kelayakan terbagi menjadi 5 kelas yaitu kelayakan tinggi (YT), kelayakan sedang (YS), kelayakan cukup (YC), tidak layak (TB) dan tidak layak sama sekali (TS).

Tabel 5. Klasifikasi Kelayakan Lokasi

Kelas	Interval	Kriteria	Keterangan
YT	17 - 20	Tinggi	Daya dukung lahan dan parameter lain dalam kondisi sangat baik dan sangat layak untuk <i>trase</i> jalan
YS	13 - 16	Sedang	Daya dukung lahan dan parameter lain dalam kondisi baik, perlu sedikit perbaikan dan layak untuk <i>trase</i> jalan
YC	9 - 12	Cukup	Daya dukung lahan dan parameter lain dalam kondisi cukup, cukup banyak perbaikan dan cukup layak untuk <i>trase</i> jalan
TB	5 - 8	Tidak Baik	Daya dukung lahan dan parameter lain dalam kondisi kurang baik, banyak perbaikan dan tidak layak sementara untuk <i>trase</i> jalan
TS	1 - 4	Tidak Sama Sekali	Daya dukung lahan dan parameter lain dalam kondisi tidak baik, sangat banyak perbaikan dan tidak layak selamanya untuk <i>trase</i> jalan

(Sumber : Arva, 2018)

Tahap 3. Analisis solusi peningkatan kelayakan teknis lokasi

Rekomendasi solusi pada perbaikan kelayakan teknis adalah dengan perencanaan alternatif *trase* baru berdasar pada peta kelayakan lokasi. Alternatif *trase* direncanakan secara subjektif dan didistribusikan ke wilayah-wilayah dengan tingkat kelayakan sedang (YS) sampai tingkat kelayakan cukup (YC). Skenario *trase* kemudian dianalisis melalui proses tumpang-susun (*overlay*) pada peta aspek teknis lokasi. Masing-masing skenario diproses pada peta penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah dan curah hujan. Analisis dilakukan untuk memperoleh informasi panjang jalan skenario *trase* yang melalui berbagai kondisi.

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi dan Pengharkatan Aspek

Teknis Lokasi

Pengharkatan dan pemberian skor diterapkan pada aspek-aspek teknis yang berpengaruh pada tingkat kelayakan lokasi, berupa penggunaan lahan, kemiringan lereng, kondisi jenis tanah serta kondisi tebal curah hujan di wilayah penelitian. Parameter aspek teknis lokasi yang telah ditentukan nilai skor kemudian diproyeksi pada data-data peta, untuk selanjutnya dilakukan pengecekan lapangan melalui survai.

Pemetaan scoring keseluruhan parameter aspek teknis selanjutnya dilakukan proses overlay. Hasil analisis overlay peta-peta tersebut menghasilkan peta kelayakan lokasi perencanaan trase dengan beberapa tingkatan kelayakan. Trase jalan baru direncanakan melalui area-area dengan tingkat kelayakan cukup sampai sangat tinggi.

Kondisi Penggunaan Lahan

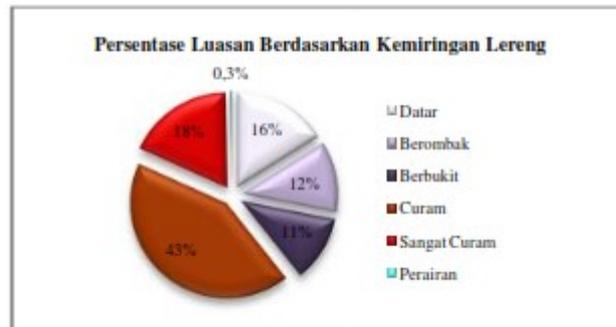


Gambar 3. Persentase Luas Penggunaan Lahan di Wilayah Penelitian

Hutan lahan kering sekunder dan hutan lahan kering primer mendominasi wilayah penelitian lebih dari 73% mengindikasikan wilayah ini berpotensi besar untuk pembukaan jalan baru Marisa-Tolinggula. Lahan perkebunan dan pertanian lahan kering sebesar 15% dari wilayah penelitian memungkinkan pembangunan jalan dengan adanya pergantian tata guna lahan yang dapat menimbulkan biaya tambahan (extra cost). Lahan permukiman meskipun hanya seluas 1% dari wilayah penelitian, sebaiknya trase jalan yang akan dirancang tidak melewati area-area permukiman untuk menghindari adanya biaya pembebasan lahan. Trase jalan baru tidak pula melewati lahan rawa, sawah, tambak, dan hutan mangrove sekunder. Sebesar 7% luasan dari wilayah penelitian dapat berdampak pada kerugian biaya

pelaksanaan. Hal ini disebabkan oleh pematangan lahan dan pengolahan tanah agar lahan siap untuk pembangunan jalan.

Kondisi Kemiringan Lereng



Gambar 4. Persentase Luas Lahan Berdasarkan Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng sangat mempengaruhi pemilihan lokasi perencanaan trase, sehingga lahan dengan persen kemiringan lereng yang rendah atau termasuk lahan datar sangat sesuai untuk pembangunan jalan. Namun, besarnya luas lahan dengan kemiringan lereng 0- 8% atau datar hanya sebesar 16.04% dari wilayah penelitian. Lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula pun sebaiknya melalui lahan-lahan dengan kemiringan lereng 0-8% tersebut untuk meningkatkan kinerja dan kemudahan dalam pelaksanaan dan mengurangi biaya timbunan dan galian.

Kondisi Jenis Tanah

Parameter dalam menentukan jenis tanah umumnya berdasarkan sifat fisik dan kimia. Parameter ini sering digunakan untuk keperluan rekayasa teknis. Berdasarkan peta tanah dari peta dasar RBI oleh Bakosurtanal skala 1:25.000, di wilayah penelitian terdapat jenis tanah Podsolik, Mediteran, Latosol dan Alluvial.



Gambar 5. Persentase Luas Lahan Berdasarkan Jenis Tanah

Kondisi Curah Hujan Intensitas curah hujan sangat mempengaruhi terjadinya erosi dan besar pengaruhnya pada stabilitas lereng. Air hujan sebagian dapat melimpas kebawah melalui lereng galian dan sebagian lainnya terinfiltrasi kedalam

lereng. Lereng menjadi jenuh air, kondisi tanah yang peka terhadap erosi dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya longsor.



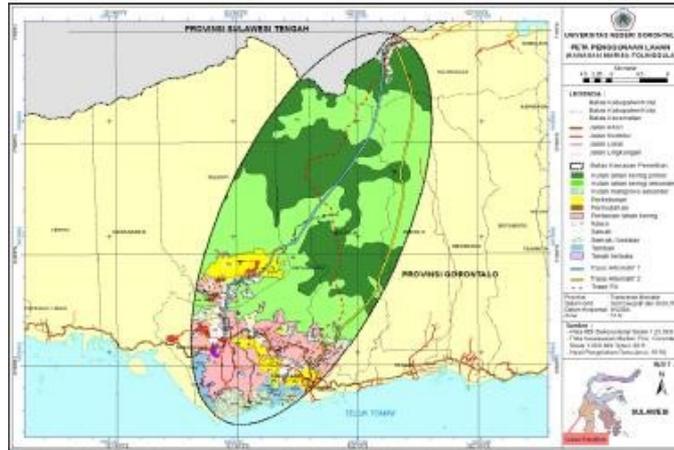
Gambar 6. Persentase Luas Lahan Berdasarkan Curah Hujan

Peningkatan Kelayakan Lokasi Kondisi penggunaan lahan lebih dahulu dioverlay terhadap skenario trase jalan. Dampak pembukaan jalan baru kiranya mempertimbangkan resiko kerusakan lingkungan dan ekosistem hutan. Resiko pembebasan lahan juga terjadi pada masing-masing skenario trase. Jalan yang melalui lahan perkebunan, permukiman, pertanian, sawah dapat menimbulkan biaya tambahan guna pembebasan lahan untuk pembukaan jalan baru.

Tabel 6. Tumpangsusun Panjang Trase dengan Kondisi Penggunaan Lahan (Km)

Penggunaan Lahan	Alternatif 1	Alternatif 2	PU
Hutan lahan kering primer	15.09	20.03	29.29
Hutan lahan kering sekunder	22.63	30.31	25.78
Perkebunan	6.67		
Permukiman	3.42	0.96	1.12
Pertanian lahan kering	5.39	2.69	3.91
Sawah	2.49		0.37
Semak / belukar	3.61	4.84	1.55
Tubuh Air	0.38	0.14	1.61
Panjang Total (Km)	59.69	58.98	63.63

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2018)



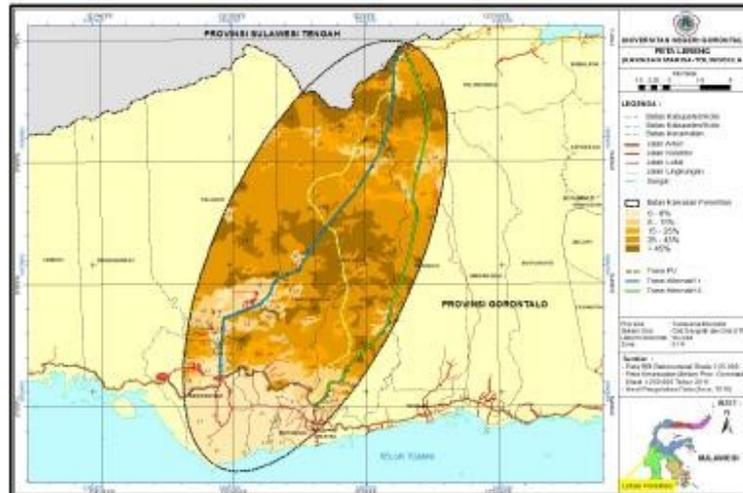
Gambar 7. Tumpangsusun Trase PU dan Trase Alternatif Terhadap Peta Penggunaan Lahan Wilayah Penelitian

Kondisi kemiringan lereng yang dilalui masing-masing skenario trase dapat diketahui pula melalui analisis overlay. Tindakan teknis selanjutnya perlu direncanakan seperti rekayasa geometrik jalan pada proses galian dan timbunan. Pembangunan dinding penahan tanah sebagai upaya peningkatan stabilitas lereng juga perlu dibangun pada lokasi- lokasi lereng sangat curam. Tindakan alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan membangun terowongan yang memotong kontur-kontur tinggi, namun hal ini memerlukan perencanaan lebih lanjut.

Tabel 7. Tumpangsusun Panjang Trase dengan Kondisi Lereng (Km)

Kemiringan Lereng	Alternatif 1	Alternatif 2	PU
0 – 8%	2.66	2.95	4.78
8 – 15%	0.03	5.18	3.73
15 – 25%	8.31	9.64	9.07
25 – 45%	48.70	41.21	46.06
> 45%	11.67	6.01	15.00
Tubuh Air	0.38		1.60
Panjang Total (Km)	59.69	58.98	63.63

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2018)



Gambar 8. Tumpangsusun Trase PU dan Trase Alternatif Terhadap Peta Kemiringan Lereng Wilayah Penelitian

Aspek teknis selanjutnya yang dioverlay dengan skenario trase adalah jenis tanah dan curah hujan. Kondisi masing-masing skenario yang melalui lokasi dengan tebal curah hujan yang sangat tinggi memerlukan perencanaan drainase yang baik untuk meminimalisir kerusakan konstruksi jalan akibat genangan air. Disamping itu, jenis tanah dengan sifat permealitas rendah seperti tanah alluvial perlu ditangani. Tindakan yang dapat dilakukan seperti peningkatan daya dukung tanah.

Tabel 8. Tumpangsusun Panjang Trase dengan Kondisi Tanah (Km)

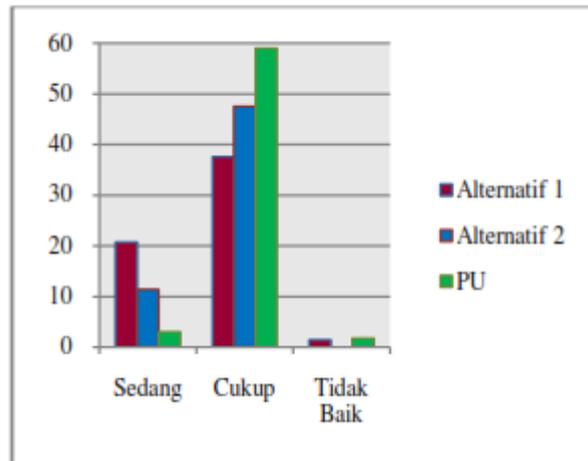
Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	PU
Aluvial	2.66	2.95	4.78
Latosol	0.03	5.18	3.73
Mediteran Merah Kuning	8.31	9.64	9.07
Podsolik Merah Kuning	48.70	41.21	46.06
Panjang Total (Km)	59.69	58.98	63.63

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2018)

Tabel 9. Tumpangsusun Panjang Trase dengan Curah Hujan (Km)

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	PU
Tinggi		4.91	8.03
Sangat Tinggi	59.69	54.07	55.60
Panjang Total (Km)	59.69	58.98	63.63

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2018)



Gambar 11. Panjang Trase Terhadap Tingkat Kelayakan Lokasi (Km)

Skenario trase PU melalui lahan-lahan dengan kelas kelayakan cukup (YC) serta di beberapa titik memotong aliran sungai. Skenario Alternatif 1 memiliki kondisi kelayakan lahan Kecamatan Randangan dan Kecamatan Taluditi yang sangat potensial untuk perencanaan jalan baru. Kondisi kelayakan lokasi sepanjang skenario Trase Alternatif 2 sama sekali tidak melalui lokasi kriteria tidak baik.

Gambar 12. Trase PU dan Trase Alternatif Terhadap Peta Tingkat Kelayakan Lokasi

Pemilihan skenario berdasarkan jarak tempuh mengakomodasi waktu tempuh perjalanan serta biaya operasional kendaraan pengguna jalan. Trase Marisa–Tolinggula oleh PU memiliki panjang total $\pm 63,629$ km. Adapun rekomendasi Trase Alternatif 1 dengan panjang jalan $\pm 59,691$ km lebih pendek 4 km dari panjang trase yang dirilis oleh PU. Rekomendasi lainnya adalah Trase Alternatif 2 dengan panjang total $\pm 58,843$ km, secara subjektif sebagai jarak tempuh paling pendek diantara ketiga skenario trase. Aspek berikutnya sebagai bahan pertimbangan pemilihan skenario trase alternatif adalah rencana tata ruang kawasan pemukiman. Skenario Alternatif 1 melalui lahan permukiman sepanjang 3,4 km, Alternatif 2 sepanjang 0,9 km, dan skenario PU sepanjang 1,1 km, yang menandakan adanya pembebasan lahan permukiman warga setempat. Pertimbangan selanjutnya berdasarkan konektivitas trase dinilai pada starting point (titik awal) masing-masing skenario. Trase Alternatif 1 direncanakan berada di Kecamatan Randangan yakni sejauh 20 km dari Kecamatan Marisa. Sehingga dapat menambah waktu perjalanan, jarak tempuh dan biaya operasional kendaraan bagi pengendara arah Marisa-Isimu-Kota Gorontalo. Disisi lain, titik awal trase skenario PU dan Alternatif 2 berlokasi di Kecamatan Marisa yang bertindak sebagai pusat perekonomian Kabupaten Pohuwato. Pemilihan skenario trase dilakukan dengan skoring, nilai skor tertinggi untuk aspek yang dinilai adalah 3 = Baik, 2 = Cukup Baik, 1 = Kurang Baik.

Tabel 11. Skor Aspek Pertimbangan Pemilihan Skenario Trase

Skenario	Jarak Tempuh	Kelayakan Lokasi	Tata Ruang Kawasan Pemukiman	Konektivitas (Titik Awal)	Jumlah Skor
Alternatif 1	2	3	1	1	7
Alternatif 2	2	2	3	3	10
PU	2	1	3	3	9

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2018)

Hasil penilaian aspek pertimbangan pemilihan skenario trase baru adalah Trase Alternatif 2 jarak tempuh 58,843 km, tidak melalui lokasi pembangunan tingkat kelayakan tidak baik, titik awal berada di pusat perekonomian Kabupaten Pohuwato. Trase diharapkan mampu meningkatkan aksesibilitas dan distribusi komoditas unggulan pada kawasan Marisa-Tolinggula

Kesimpulan

Kondisi lahan di wilayah penelitian didominasi oleh tutupan lahan berupa hutan lahan kering sekunder (43,226%), kemiringan lereng curam (42,386%), jenis tanah podsolik merah kuning (63,350%) dengan curah hujan yang sangat tinggi (41,261%). Kondisi kelayakan lokasi terhadap pembangunan jalan baru Marisa-Tolinggula didominasi lahan dengan tingkat kelayakan kelas cukup (YC) sebesar 88,412%. Solusi perbaikan lokasi perencanaan trase Marisa-Tolinggula dengan arahan rekomendasi jalan baru Marisa-Tolinggula, Trase Alternatif 2 dengan jarak tempuh 58,843 km.

Daftar Pustaka

- Alfianto, F. (2017). Analisa Kesesuaian Lahan Untuk Lokasi Pengembangan Permukiman Menggunakan Metode Scoring (Studi Kasus: Surabaya Timur). Skripsi. Progam Sarjana Institut Teknologi Sepuluh November.
- BAKOSURTANAL. (2016). Peran Informasi Geospasial Dalam Pembangunan Indonesia. Bogor:
- Badan Informasi Geospasial dan Masyarakat Penulis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (MAPIPTEK).Dep.PU. (2005).
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan tentang Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan Pd T-19- 2005-B. Bandung.Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Kaharu, A. (2014). Pengembangan Jaringan Jalan Berdasarkan Daya Dukung Wilayah di Provinsi Gorontalo. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Laya, A. (2013). Kajian Hidrogeomorfologi Banjir Di Kota Gorontalo. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

Wibawa, R. F. (2016). Analisis Spasial Penentuan Lokasi Jalan di Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Skripsi. Program Sarjana Universitas Muhammadiyah. Surakarta.