



## Desain Geometrik Pada Ruas Jalan Girian-Likupang STA 0+000 - STA 3+125

Yeremia G. G. Wibowo<sup>#a</sup>, Theo K. Sendow<sup>#b</sup> Mecky R. E. Manoppo<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>gerrygibran05@gmail.com, <sup>b</sup>theosendow@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>meckymanoppo@yahoo.com

### Abstrak

Ruas Jalan Girian–Likupang di Provinsi Sulawesi Utara merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kota Bitung sebagai pusat industri dan pelabuhan dengan kawasan Likupang yang termasuk Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN). Kerusakan akibat longsor pada salah satu segmen mendorong pembangunan ruas jalan baru sepanjang 3,125 km. Penelitian ini bertujuan merancang alternatif desain geometrik jalan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021 serta membandingkannya dengan desain PT Meares Soputan Mining (MSM). Perencanaan dilakukan dengan mengevaluasi elemen alinyemen horizontal dan vertikal meliputi radius tikungan, lengkung peralihan, superelevasi, kelandaian, lengkung vertikal, dan jarak pandang henti pada Sta 0+000–Sta 3+125. Setiap alternatif dibandingkan berdasarkan kesesuaian standar dan volume galian–timbunan. Hasil analisis menunjukkan kecepatan rencana diseragamkan menjadi 60 km/jam. Jumlah lengkung horizontal berkurang dari 13 menjadi 7 dengan radius tikungan hingga 800 m dan penerapan lengkung peralihan sesuai standar. Pada alinyemen vertikal, jumlah lengkung berkurang dari 13 menjadi 7 dengan gradien dioptimalkan hingga di bawah 7% dan panjang lengkung vertikal minimum 0,6 Vd. Desain awal memiliki volume 962.106,14 m<sup>3</sup>, sedangkan desain ulang menghasilkan galian 611.976,63 m<sup>3</sup> dan timbunan 1.307.322,01 m<sup>3</sup>. Penelitian ini memberikan alternatif desain yang lebih sesuai standar pada kondisi topografi kompleks.

*Kata kunci: desain geometrik jalan, alinyemen horizontal, alinyemen vertikal*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Ruas Jalan Girian–Likupang di Sulawesi Utara menghubungkan Kota Bitung sebagai pusat industri dan Likupang sebagai Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN). Salah satu segmen jalan eksisting mengalami kerusakan berat akibat longsor, sehingga jalur tersebut tidak layak dilalui. Sebagai solusi, Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara bersama PT Meares Soputan Mining (MSM) merencanakan pembangunan jalan baru sepanjang 3,125 km untuk menghindari titik rawan longsor dan memulihkan konektivitas. Kondisi medan perbukitan dan keterbatasan trase menimbulkan tantangan dalam perencanaan desain geometrik jalan. Evaluasi dan optimalisasi desain diperlukan untuk memastikan aspek keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi lalu lintas, sekaligus mendukung keberlanjutan fungsi jalan di wilayah tersebut.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah perencanaan geometrik pada ruas jalan Girian-Likupang telah memenuhi standar dari Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021?
2. Bagaimana hasil evaluasi dan rekomendasi desain geometrik pada ruas jalan tersebut?

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Apakah perencanaan geometrik pada ruas jalan Girian-Likupang telah memenuhi standar dari Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021?
2. Bagaimana hasil evaluasi dan rekomendasi desain geometrik pada ruas jalan tersebut?

#### 1.4. Manfaat Penelitian

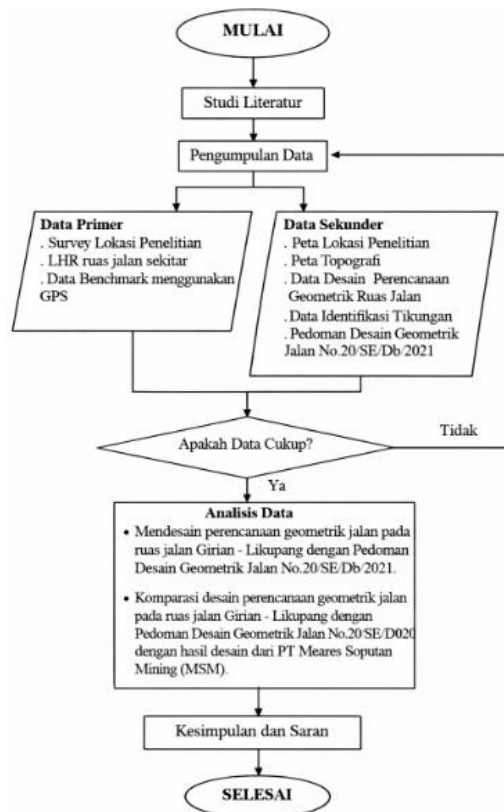
1. Memberikan hasil perencanaan geometrik jalan yang sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021.
2. Meningkatkan Kenyamanan dan tingkat keselamatan berkendara pada ruas jalan Girian-Likupang.
3. Menjadi referensi bagi pemerintah atau pihak terkait untuk meningkatkan aspek kenyamanan dan keselamatan berkendara melalui evaluasi geometrik jalan.

#### 1.5. Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian dibatasi pada ruas jalan Girian-Likupang (Sta 0+000 – Sta 3+125).
2. Data yang dianalisis bersumber dari (PT Meares Soputan Mining), dan tidak mencakup aspek struktural seperti perkerasan, drainase, maupun analisis tanah dan geoteknik.
3. Ruang lingkup penelitian hanya mencakup analisis geometrik horizontal dan vertikal, meliputi: elemen tikungan, kelandaian, jarak pandang henti (JPH), dan jarak pandang menyialip (JPM).
4. Acuan yang digunakan sebagai standar perencanaan geometrik adalah Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

### 2.2. Alur Penelitian

Tahapan analisis data pada penelitian ruas Jalan Girian–Likupang (STA 0+000–3+125) meliputi:

1. **Survei lokasi:** dilakukan untuk memperoleh gambaran visual kondisi jalan dan lingkungan, termasuk lalu lintas, geometrik jalan, serta lokasi pengambilan data LHR. Koordinat Titik A ( $1^{\circ}33'8.53''N$ ,  $125^{\circ}7'2.19''E$ ) dan Titik B ( $1^{\circ}34'17''N$ ,  $125^{\circ}7'8.94''E$ ) dijadikan batas

- penelitian.
2. **Pengumpulan data:**
    - o *Primer*: Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan benchmark menggunakan GPS.
    - o *Sekunder*: Peta lokasi (Google Earth Pro 2026), Pedoman Desain Geometrik Jalan 20/SE/Db/2021, serta data desain geometrik dari PT Meares Sopotan Mining (MSM) meliputi peta topografi, identifikasi tikungan, dan gambar desain.
  3. **Penentuan lokasi awal dan akhir:** segmen 3,125 km dari STA 0+000–3+125 dijadikan lokasi penelitian.
  4. **Penetapan kriteria perencanaan:** mencakup klasifikasi jalan, tipe jalan, kecepatan rencana, kemiringan melintang, lebar jalur, jarak pandang, gradien, radius lengkung, dan panjang lengkung minimum, sesuai pedoman Bina Marga 2021.



**Gambar 2.** Lokasi Penelitian

### 2.3. Standar Kriteria Perencanaan Jalan

**Tabel 1.** Kriteria dan Standar Desain

No	Deskripsi	Standar Desain	
1	Fungsi jalan	Arteri Primer	
2	Kelas jalan	Kelas I	
3	Spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ)	Jalan Raya	
4	Wewenang pembinaan jalan	Jalan Nasional	
5	Tipe jalan	Dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 TT)	
6	Klasifikasi medan jalan	Bukit	
7	Kecepatan rencana	30-60	km/jam
8	Superelevasi maksimum	10	%
9	Kemiringan melintang jalan ( $e_n$ )	3	%
10	Kemiringan melintang bahu jalan	5	%
11	Kelandaian maksimum	10	%
12	Lebar lajur	3,5	m
13	Lebar bahu jalan	2	m
14	Jarak pandang henti	91	m
15	Jarak pandang mendahului	317	m

No	Deskripsi	Standar Desain	
16	Panjang kritis	140	m
17	Jari jari minimum (R min)	150	m
18	Panjang minimum lengkung peralihan, Ls min	40	m

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Penyajian Data Geometrik Jalan Menurut Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)

##### A. Kriteria dan Standar Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)

**Tabel 2.** Kriteria dan Standar Desain Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)

No	Deskripsi	Standar Design	
1	Kecepatan rencana	30-60	km/jam
2	Lebar Lajur lalu lintas	3,5	m
3	Lebar bahu minimum	2 x 2,0	m
4	Kemiringan melintang jalan	3	%
5	Kemiringan melintang bahu jalan	5	%
6	Maksimum superelevation	10	%
7	Kelandaian maksimum	10	%
8	Lengkung vertikal minimum	36	m
9	Jari-jari lengkung minimum	150	m

##### B. Perencanaan Alinyemen Horizontal Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)



**Gambar 3.** Desain Trase PT MSM

Hasil evaluasi alinyemen horizontal PT Meares Sopotan Mining (MSM) menunjukkan bahwa seluruh lengkung horizontal yang berjumlah 13 direncanakan menggunakan tipe Full Circle (FC) dan belum memenuhi radius minimum untuk kecepatan rencana. Hal ini disebabkan karena perencanaan menggunakan tipe lengkung Full Circle (FC) dengan superelevasi maksimum 3%, sehingga nilai radius minimum yang dipersyaratkan menjadi lebih besar, sehingga perlu perhatian terhadap aspek keselamatan dan kenyamanan berkendara. Namun, jarak antar lengkung telah memenuhi ketentuan minimum 25 m sehingga transisi tikungan tetap aman serta mendukung kelancaran dan stabilitas lalu lintas pada ruas Jalan Girian–Likupang.

##### C. Perencanaan Alinyemen Vertikal Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)

Berdasarkan hasil analisis, perencanaan alinyemen vertikal ruas Jalan Girian–Likupang terdiri dari 13 lengkung vertikal dengan kecepatan rencana 30–60 km/jam, meliputi 6 lengkung cembung dan 7 lengkung cekung, dengan panjang minimum 0,6 Vd dan gradien maksimum

10%. Evaluasi dilakukan terhadap kesesuaian gradien, panjang lengkung vertikal, serta aspek keselamatan berupa jarak pandang henti (JPH) dan jarak pandang menyiap (JPM). Meskipun tidak terdapat ketentuan khusus mengenai jarak antar lengkung vertikal, peninjauan tetap dilakukan untuk menghindari terjadinya *overlapping* antar lengkung. Lengkung vertikal yang tidak memenuhi panjang minimum berpotensi menimbulkan perubahan gradien yang tajam, mengurangi kenyamanan berkendara, serta menurunkan jarak pandang, sehingga dapat meningkatkan risiko kecelakaan..

D. Perhitungan Galian dan Timbunan Hasil Desain PT Meares Sopotan Mining (MSM)

Berdasarkan data perencanaan ruas Jalan Girian–Likupang yang diperoleh dari dokumen Feasibility Study (FS) dan Detail Engineering Design (DED), diketahui bahwa total akumulasi volume pekerjaan galian dan timbunan yang direncanakan mencapai sebesar 807,696,9m<sup>3</sup>. Nilai tersebut merupakan hasil perhitungan kumulatif dari seluruh segmen jalan pada STA 0+000 hingga STA 3+125.

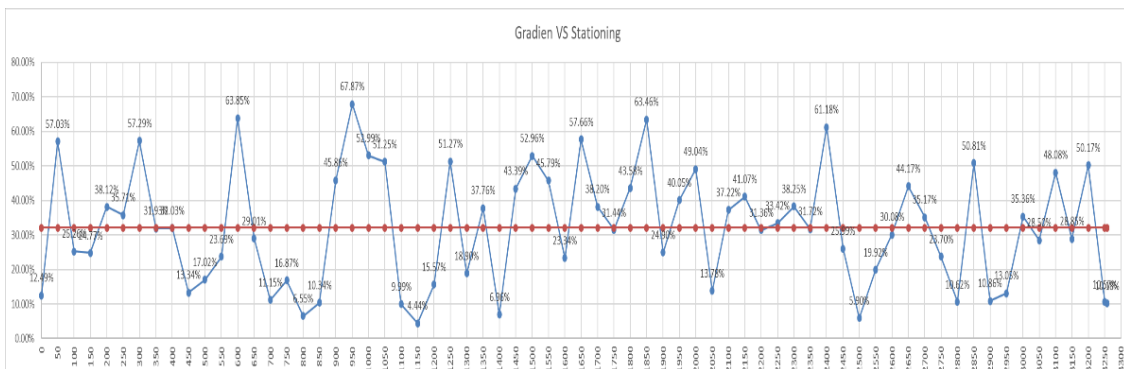
3.2. Hasil Analisis/Perencanaan Alinyemen Horizontal

A. Tahap Analisis Data

Tahap analisis data merupakan tahapan awal yang memiliki peranan penting dalam proses perencanaan geometrik jalan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengkajian data geometrik serta kondisi perencanaan jalan yang meliputi fungsi jalan, kelas jalan, kecepatan rencana, kondisi topografi, serta karakteristik lingkungan di sepanjang trase jalan

B. Tahap Penentuan kecepatan Rencana

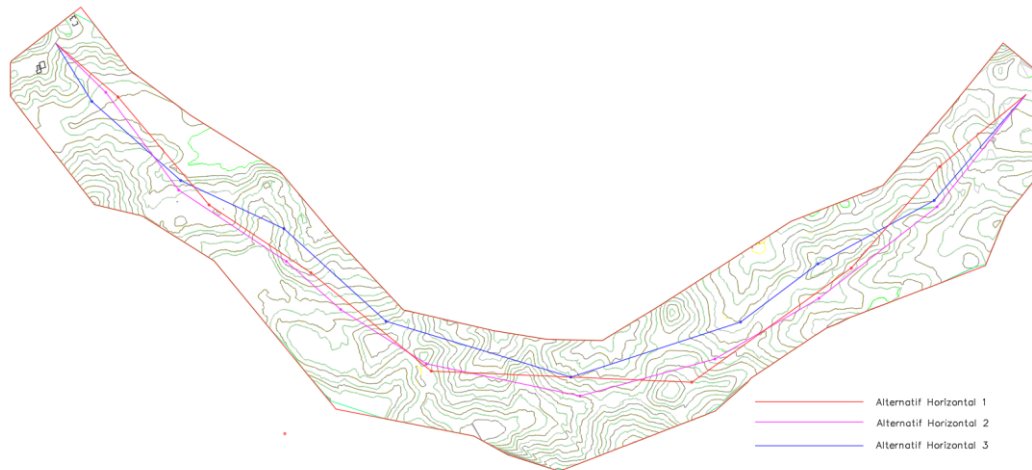
Salah satu aspek utama perencanaan alinyemen horizontal adalah penetapan kecepatan rencana. Pada ruas Jalan Girian–Likupang, kecepatan rencana ditetapkan sebesar 60 km/jam, mengikuti peningkatan fungsi jalan dari kolektor primer menjadi arteri primer tipe 2/2-TT sesuai Standar Jalan Jalan (SJJ) dan pedoman perencanaan jalan. Penetapan ini mempertimbangkan klasifikasi medan berdasarkan analisis poligon trase, dengan gradien rata-rata 32,14% sehingga tergolong medan bukit. Nilai gradien rata-rata ini digunakan sebagai acuan penentuan klasifikasi topografi dan mendukung kecepatan rencana sesuai pedoman yang berlaku, sekaligus menjadi dasar dalam perencanaan elemen geometrik horizontal.



Gambar 4. Grafik Gradien vs. Stationing

C. Tahap Perencanaan (Desain Poligon dan Radius Jalan Rencana)

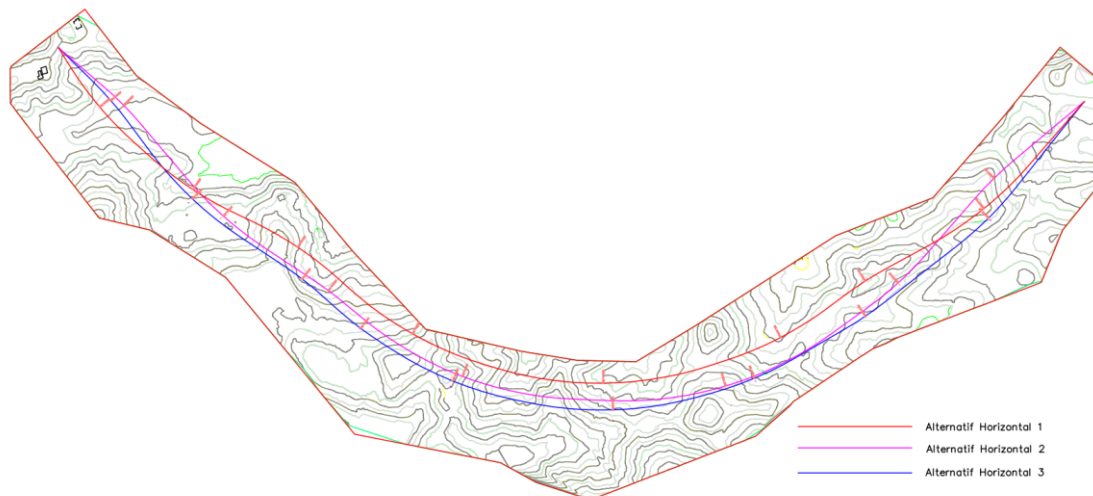
Pada tahap ini disajikan tiga alternatif desain poligon (1, 2, 3) yang merupakan kombinasi susunan poligon dan jari-jari tikungan pada trase jalan rencana. Ketiga alternatif dirancang berdasarkan kecepatan rencana 60 km/jam dan jari-jari minimum sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021. Tujuan penyusunan beberapa alternatif adalah untuk mengevaluasi efisiensi trase, terutama volume galian dan timbunan, sehingga diperoleh desain yang paling efisien.



**Gambar 5.** Hasil Desain Poligon Alternatif 1, 2, dan 3

### 3.3. Tahap Perhitungan Alinyemen Horizontal

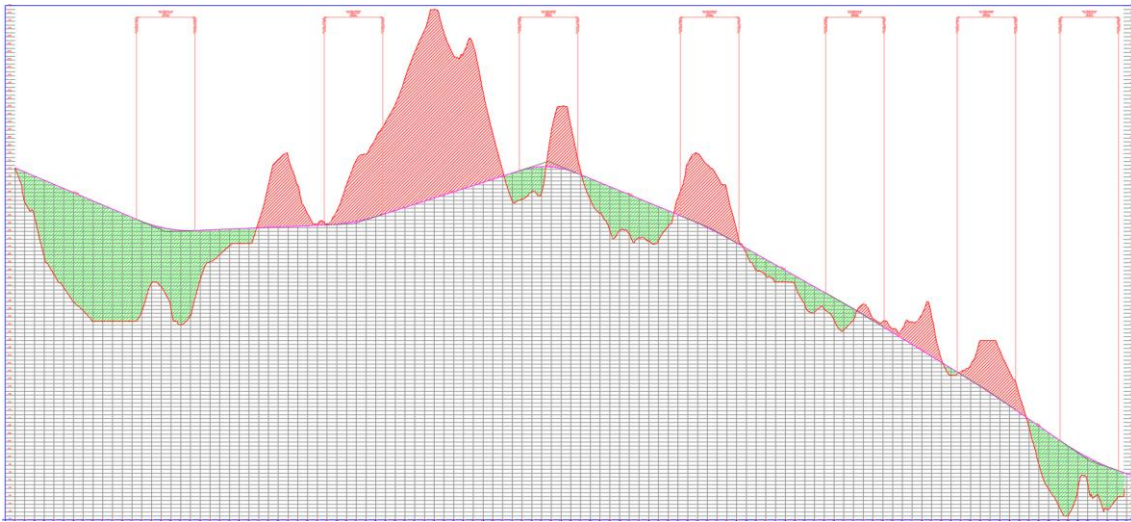
Tahap perhitungan alinyemen horizontal meliputi perhitungan jarak, azimuth, sudut tikungan, perencanaan lengkung, serta kontrol overlapping dan stationing. Berdasarkan hasil perencanaan, diperoleh 7 lengkung horizontal dengan tipe Full Circle (FC), Nilai radius tikungan yang digunakan 800, dengan seluruh parameter geometrik telah disesuaikan dengan kecepatan rencana 60 km/jam dan memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan. Hasil perencanaan trase tersebut divisualisasikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hasil Desain Alinyemen Horizontal Alternatif 1, 2, dan 3

### 3.4. Hasil Analisis/Perencanaan Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perencanaan elevasi sumbu jalan dalam bentuk profil memanjang. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa jumlah lengkung vertikal yaitu 7 lengkung yang meliputi 4 lengkung cembung dan 3 lengkung cekung, dengan panjang lengkung 150m dan gradien maksimum tidak melebihi 10% sesuai ketentuan. Berdasarkan evaluasi, jarak antar lengkung vertikal menunjukkan adanya segmen lurus sehingga tidak terjadi *overlapping*. Jarak pandang henti (JPH) telah memenuhi persyaratan, namun jarak pandang menyiap (JPM) belum memenuhi ketentuan sehingga pada segmen tertentu perlu diterapkan marka garis utuh sebagai larangan mendahului guna menjaga keselamatan lalu lintas. Berikut merupakan hasil desain potongan memanjang untuk alternatif vertikal 1.



**Gambar 7.** Potongan Memanjang Alternatif Vertikal1

### 3.5. Menghitung Galian dan Timbunan dan Menggambar Hasil Desain

Analisis perhitungan galian dan timbunan dilakukan untuk mengetahui volume tanah yang diperlukan sesuai desain alinyemen jalan. Pada gambar penampang melintang, arsiran horizontal menunjukkan timbunan, sedangkan arsiran vertikal menunjukkan galian. Tinggi galian atau timbunan diperoleh dari selisih antara elevasi tanah asli dan tanah rencana. Perhitungan volume dilakukan menggunakan AutoCAD Civil 3D dengan metode rata-rata luas penampang, dengan jarak antar penampang 50 m pada jalan lurus dan 25 m pada tikungan. Hasil perhitungan diolah sesuai alinyemen horizontal yang direncanakan dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

**Tabel 3.** Perhitungan Galian dan Timbunan Kombinasi Alternatif Poligon Trase Jalan

Kombinasi Alternatif	Timbunan	Galian	Total	Selisih
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Horizontal 1 - Vertikal 1	611.976,63	1.307.322,01	1.919.298,64	695.345,38
Horizontal 2 - Vertikal 2	528.525,34	1.234.449,72	1.762.975,06	705.924,38
Horizontal 3 - Vertikal 3	523.541,91	2.719765,27	3.243.307,18	2.196.223,36

Berdasarkan analisis, kombinasi Alternatif Horizontal 1 – Vertikal 1 menghasilkan selisih volume galian dan timbunan paling sedikit, sehingga paling efisien dari sisi total pekerjaan tanah dan distribusi material. Alternatif ini ditetapkan sebagai trase jalan rencana karena mengoptimalkan kebutuhan galian-timbunan dan menekan biaya konstruksi. Alternatif desain trase lainnya tetap dianalisis dan disajikan dalam lampiran sebagai bahan perbandingan dan dokumentasi seluruh opsi perencanaan yang telah dievaluasi.



### 3.6. Perbedaan Hasil Desain Penelitian dan Desain PT Meares Soputan Mining (MSM)

**Tabel 4.** Resume Perbandingan Desain Geometrik Jalan

No.	Elemen	Perencanaan Hasil Analisis	PT Meares Soputan Mining (MSM)
1	Fungsi Jalan	Arteri Primer	Kolektor Primer
2	Kecepatan Rencana	60 km/jam	30-60 km/jam
3	Alinyemen Horizontal	Jenis lengkung: <i>Full Circle (FC)</i> Radius minimum : 800 m Jumlah lengkung: 7 Superelevasi maksimum: 3% Jari-jari terkecil: 800 m Jari-jari terbesar: 800 m Jarak antar tikungan $\geq 25$ m	Jenis lengkung: <i>Full Circle (FC)</i> Radius minimum : bervariasi Jumlah lengkung: 13 Superelevasi maksimum : $>3\%$ Jari-jari terkecil: 25 m Jari-jari terbesar: 139.699 m Jarak antar lengkung $\geq 25$ m
4	Alinyemen Vertikal	Gradien maksimum : 10% Panjang lengkung minimum: 0,6 Vd JPH (Jarak Pandang Henti) & JPM (Jarak Pandang Mendahului) diperhitungkan	Gradien maksimum : 10% Panjang lengkung minimum: 0,6 Vd
5	Volume Galian & Timbunan	1.919.298,64m <sup>3</sup> (hasil perhitungan desain hasil analisis)	807.696,9m <sup>3</sup> (berdasarkan data PT MSM)

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perencanaan ulang geometrik ruas Jalan Girian–Likupang STA 0+000–3+125, diperoleh desain trase yang lebih efisien dan sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021. Trase hasil desain memiliki panjang 2.843 m, lebih pendek dari desain awal PT MSM dengan panjang 3.125 m, dengan 7 lengkung horizontal tipe Full Circle, radius minimum 800 m, superelevasi maksimum 3%, dan jarak antar lengkung minimum 25 m. Alinyemen vertikal terdiri dari 7 lengkung (4 cembung dan 3 cekung) dengan panjang lengkung 150 m dan kelandaian di bawah 8%. Jarak pandang henti (JPH) telah terpenuhi, sedangkan jarak pandang menyiap (JPM) belum sepenuhnya memenuhi sehingga diperlukan pengaturan lalu lintas berupa marka garis utuh pada segmen tertentu.. Hasil perencanaan menunjukkan peningkatan kualitas geometrik dibandingkan kondisi sebelumnya, yang ditandai dengan trase yang lebih aman, nyaman, dan efisien.

## 5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memasukkan analisis tambahan, seperti aspek keselamatan lalu lintas, dampak lingkungan, serta umur layanan perkerasan, sehingga hasil perencanaan tidak hanya berfokus pada aspek geometrik, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan dan kenyamanan pengguna jalan. Selain itu, penggunaan data topografi dengan variasi lain, seperti hasil survei LiDAR atau fotogrametri drone, direkomendasikan agar hasil perencanaan geometrik lebih akurat dan mendekati kondisi lapangan sebenarnya.

## Referensi

- Surat Edaran Nomor 20/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan. (2021). Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No. 036/T/BM/1997. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1992). Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hendarsin, S. L. (2000). Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan. (2006). Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- RSNI T-14-2004. (2004). Geometri Jalan Perkotaan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sukirman, S. (1999). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. (2004). Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.

- Langi, A. P. L., Waani, J. E., & Elisabeth, L. (2019). Evaluasi geometrik pada ruas jalan Manado–Tomohon Km 8–Km 10. *Jurnal Sipil Statik*, 7, 359–368.
- Badrujaman, A. (2016). Perencanaan geometrik jalan dan anggaran biaya ruas jalan Cempaka–Wanaraja Kecamatan Garut Kota. *Jurnal Konstruksi*, 14(1), 25–34.
- Ginta, A. M., Juniardi, F., & Yosomulyono, S. (1997). Evaluasi geometrik jalan pada ruas jalan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang–Sambas, Kalimantan Barat. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6(3), 1–8.
- Kaharu, F., Lalamentik, L. G. J., & Manoppo, M. R. E. (2020). Evaluasi geometrik jalan pada ruas jalan Trans Sulawesi Manado–Gorontalo di Desa Botumoputi sepanjang 3 km. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 353–360.
- Kairupan, J. E., Manoppo, M. R. E., & Waani, J. E. (2022). Evaluasi geometrik jalan pada ruas jalan Matali–Torosik di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sepanjang 3 km. *Jurnal Sipil Statik*, 10(1), 57–62.
- Pribadi, D., Paransa, M. J., Sendow, T. K., & Undap, L. J. (2020). Tinjauan geometrik jalan pada ruas jalan Airmadidi–Tondano menggunakan alat bantu GPS. *Jurnal Sipil Statik*, 17(74), 59–67.
- Rambitan, D. W., Lalamentik, L. G. J., & Sendow, T. K. (2022). Analisis geometrik jalan pada ruas jalan Tondano–Suluan STA 0+000–STA 3+000. *Tekno*, 20(81), 375–384.
- Robby, D. R., & Widiyatmiko, R. (2017). Analisis geometrik jalan raya pada daerah rawan kecelakaan (Studi kasus ruas jalan Kasongan–Pundu Km 86,000–Km 87,200). *Jurnal Teknik*, 1(1), 51–59.
- Syifaurrahman, D., Fauzan, M., & Sudiby, T. (2019). Evaluasi geometri dan perlengkapan jalan lingkaran Leuwiliang Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(2), 149–168.
- Wahab, A. (2009). Dampak peningkatan kualitas jalan Lingkaran Barat Enrekang terhadap pengembangan kawasan pertanian (Tesis). Makassar: Program Pascasarjana.
- Gultom, H. R. A., Manoppo, M. R. E., & Sendow, T. K. (2022). Evaluasi geometrik pada ruas jalan batas Kota Manado–Kota Tomohon nomor ruas 006 untuk segmen STA 17+000–STA 21+000. *Tekno*, 20(81), 323–332.
- Kawulur, C. I., Sendow, T. K., Lintong, E., & Rumayar, A. L. E. (2013). Analisa kecepatan yang diinginkan oleh pengemudi (Studi kasus ruas jalan Manado–Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, 1(4), 289–297.
- Sinaga, L., Sendow, T. K., & Waani, J. E. (2019). Evaluasi geometrik jalan berdasarkan standar perencanaan Bina Marga. *Jurnal Sipil Statik*, 7(7), 819–826.
- Wowor, S. F., Sendow, T. K., & Waani, J. E. (2025). Analisis geometrik jalan perencanaan ruas jalan Tanggari–Makawembeng–Papakelan STA 0+000–STA 3+200.