



## Evaluasi Geometrik Jalan Pada Perencanaan Ruas Jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan STA 3+200 – STA 6+200

Scivo N. Sumampouw<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>scivonicholas37@gmail.com, <sup>b</sup>theosendow@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>meckymanoppo@yahoo.com

---

### Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk berdampak langsung pada intensitas lalu lintas, sehingga dibutuhkan infrastruktur jalan yang memenuhi standar teknis guna menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi desain geometrik jalan pada ruas Tanggari – Makawembeng – Papakelan (STA 3+200 – 6+400), yang sebelumnya telah direncanakan oleh Dinas PUPR Provinsi Sulawesi Utara. Evaluasi dilakukan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) No. 20/SE/Db/2021 dengan mempertimbangkan kondisi topografi berbukit pada ruas tersebut. Metodologi yang digunakan meliputi pengumpulan data perencanaan, redesain alinyemen horizontal dan vertikal, serta perhitungan volume galian dan timbunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain oleh PUPR Provinsi Sulawesi Utara memiliki 70 lengkung horizontal dan 47 lengkung vertikal dengan kecepatan rencana 60 km/jam, namun belum sepenuhnya memenuhi standar PDGJ 2021. Redesain menghasilkan 10 lengkung horizontal dan 7 lengkung vertikal dengan dua kecepatan rencana yaitu 40 km/jam dan 60 km/jam, dengan radius dan panjang lengkung sesuai standar. Volume pekerjaan tanah hasil redesain menunjukkan galian sebesar 1,543,431.70 m<sup>3</sup> dan timbunan sebesar 1,597,803.14 m<sup>3</sup>, dengan selisih 54,371.44 m<sup>3</sup>. Meskipun volume pekerjaan tanah meningkat, hasil desain baru dinilai lebih aman, efisien, dan sesuai dengan standar teknis, serta dapat memberikan manfaat jangka panjang dari segi keselamatan dan keberlanjutan operasional jalan.

*Kata kunci:* evaluasi geometrik jalan, alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, volume galian timbunan, PDGJ 2021

---

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk yang signifikan di Indonesia berdampak pada meningkatnya volume lalu lintas, yang menuntut perencanaan infrastruktur jalan yang lebih baik dan memenuhi standar teknis untuk mendukung kelancaran dan keselamatan. Desain geometrik jalan yang memenuhi standar ini sangat penting untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, serta mengurangi risiko kecelakaan. Namun, dalam perencanaan geometrik jalan di Indonesia, terdapat berbagai tantangan yang dihadapi, terutama terkait dengan kondisi topografi, medan, dan keterbatasan sumber daya yang ada. Faktor-faktor ini sangat mempengaruhi elemen-elemen desain jalan seperti kelengkungan, kemiringan, dan berbagai elemen lainnya yang terkait dengan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Misalnya, pada Jalan Kertawangunan-Kadugede, penentuan kelengkungan horizontal dan transisi sangat krusial untuk memastikan radius minimum dan panjang transisi yang sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kelengkungan jalan yang tidak konsisten dapat meningkatkan risiko kecelakaan, terutama di daerah-daerah yang tidak dikenal oleh pengemudi (Rizqi et al., 2022; Intini et al., 2019; Banjara & Gautam, 2023). Oleh karena itu, desain geometrik yang mempertimbangkan konsistensi sangat diperlukan untuk meminimalkan risiko tersebut (Suraji & Mulyono, 2022).

Salah satu ruas jalan yang menjadi perhatian adalah Jalan Papakelan – Tanggari – Tonsealama yang terletak di Sulawesi Utara. Jalan ini memiliki medan berbukit, bergelombang, dan kontur tanah yang tidak rata, yang tentunya mempengaruhi desain geometrik jalan, terutama dalam penentuan kelengkungan, kemiringan, serta elemen lainnya yang berhubungan dengan keamanan dan kenyamanan berkendara. Ruas jalan Papakelan – Tanggari – Tonsealama ini berfungsi sebagai jalan kolektor primer, yang memiliki peran penting dalam menghubungkan jalan arteri dengan jalan lokal, serta menjadi penghubung utama antar wilayah dan kawasan. Fungsi utama jalan ini adalah untuk mendukung kelancaran lalu lintas sekaligus berperan dalam meningkatkan aksesibilitas yang berpengaruh langsung terhadap perekonomian daerah.

Jalan ini menghubungkan tiga desa di Kabupaten Minahasa dan Minahasa Utara, yaitu Desa Papakelan, Tanggari, dan Tonsealama. Mengingat pentingnya peran jalan ini dalam mendukung perekonomian dan mobilitas penduduk, serta tantangan yang ada dalam perencanaan geometrik jalan di wilayah berbukit, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kembali desain geometrik yang telah ada. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi perencanaan jalan yang lebih aman dan efisien, yang sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021, sehingga dapat mengurangi potensi kecelakaan dan meningkatkan kenyamanan serta kelancaran lalu lintas sebelum tahap konstruksi dilaksanakan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut.

1. Apakah kondisi dari Perencanaan Geometrik Ruas Jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan oleh PUPRD Provinsi Sulawesi Utara sudah memenuhi standar sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021 berdasarkan Gambar Perencanaan Desain Jalan?.
2. Bagaimanakah hasil perencanaan geometrik ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan oleh dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara.
3. Berapakah volume galian dan timbunan untuk perencanaan geometrik jalan yang baru.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Menyajikan data kondisi perencanaan geometrik ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan dari Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara.
2. Mendesain kembali geometrik ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021.
3. Menghitung besarnya volume galian dan timbunan untuk perencanaan geometrik jalan yang baru.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan ada beberapa manfaat yang didapatkan yaitu :

1. Untuk mendapatkan hasil perencanaan geometrik jalan yang sesuai dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No.20/SE/Db/2021.
2. Hasil perencanaan tersebut diharapkan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan kepada pengguna jalan.
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan agar dapat menjadi referensi dan masukan untuk pihak pemerintah terutama pemerintah Daerah Provinsi Sulawesi Utara.

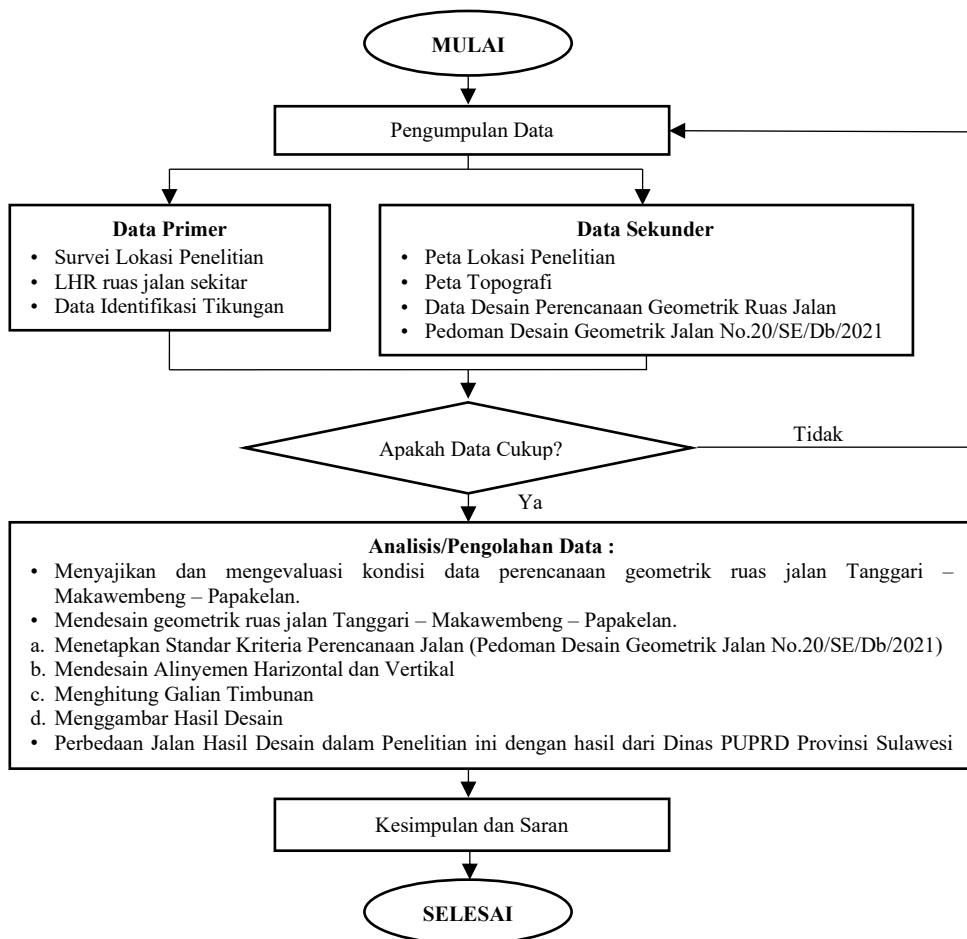
### 1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian yang akan di lakukan pada perencanaan ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan sepanjang, STA 3 + 200 – 6 + 400, sepanjang 3,2 km.
2. Penelitian hanya di laksanakan sampai pada desain alinyemen meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.
3. Perencanaan geometrik jalan yang di rencanakan mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021.

## 2. Metode Penelitian

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan bagan alir menjelaskan cara menyelesaikan penelitian ini.



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

### 3.2 Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 1. diatas dapat dijelaskan bahwa akan dilakukan beberapa tahap analisa data dalam penulisan skripsi ini, yaitu meliputi.

#### A. Survei Lokasi Penelitian

Survei lokasi penelitian sebelum penelitian dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran visual mengenai situasi dan kondisi jalan dan lingkungan sekitar perencanaan jalan.

- Lalulintas dan lingkungan
- Kondisi geometrik jalan, dan tempat pengambilan data lapangan yang akan dijadikan tempat penempatan surveyor untuk data LHR

Survei di lokasi penelitian juga untuk memastikan Stasion atau STA yang akan dijadikan objek penelitian sepanjang 3,2 km, dengan koordinat Titik A( $1^{\circ}20'1.57''N$ ,  $124^{\circ}57'16.52''E$ ) dan Titik B( $1^{\circ}19'35.61''N$ ,  $124^{\circ}56'0.850''E$ ).

#### B. Pengumpulan Data

- Data Primer
- Data Sekunder

#### C. Menentukan lokasi awal dan akhir perencanaan

Ditetapkan bagian/segmen dari perencanaan ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan yang akan dijadikan sebagai lokasi Penelitian, di ambil perencanaan ruas jalan sepanjang 3,2 km dari STA 3 + 200 – 6 + 400.

#### D. Penetapan Kriteria Perencanaan

Penetapan kriteria perencanaan berdasarkan pada ketentuan perencanaan geometrik jalan raya yang telah ditetapkan oleh Bina Marga (Pedoman Desain Geometrik Jalan 20/SE/Db/2021).



**Gambar 2.** Lokasi Penelitian

### 3.3 Standar Kriteria Perencanaan Jalan

**Tabel 1.** Kriteria dan Standar Desain

No	Deskripsi	Standar Design		
1	Fungsi jalan	Kolektor Primer		
2	Kelas jalan	Kelas III		
3	Spesifikasi penyediaan prasarana jalan (SPPJ)	Jalan lalu lintas rendah (JLR)		
4	Wewenang pembinaan jalan	Jalan provinsi		
5	Tipe jalan	Dua lajur tak terbagi (2/2 TT)		
6	Klasifikasi medan jalan	Bukit (24,76%)		
7	Kecepatan rencana	15-40	60	km/jam
8	Superelevasi maksimum	8	8	%
9	Kemiringan melintang jalan ( $e_n$ )	3	3	%
10	Kemiringan melintang bahu jalan	4	4	%
11	Kelandaian maksimum	8	8	%
12	Lebar lajur	3,5	3,5	m
13	Lebar bahu jalan	2	2	m
14	Jarak pandang henti	44-60	44-60	m
15	Jarak pandang mendahului	270	410	m
16	Panjang Kelandaian kritis	250	250	m
17	Jari jari minimum (R min)	50	125	m
18	Panjang minimum lengkung peralihan, Ls min	22	22	m

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Penyajian dan Analisis Data Sekunder berupa hasil Desain dari Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

#### A. Data Kriteria Dan Standar Desain oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

**Tabel 2.** Standar dan Manual Perencanaan oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

No	Standar dan Manual
1	Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan, Tahun 1992
2	Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, Tahun 1992
3	Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Tahun 1997
4	Standar Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004
5	Petunjuk Teknis Tatacara Perencanaan Geometrik Persimpangan Sebidang, Pt T02-2002-B
6	Pedoman Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang, No. 03/BM/2005 Tahun 2005

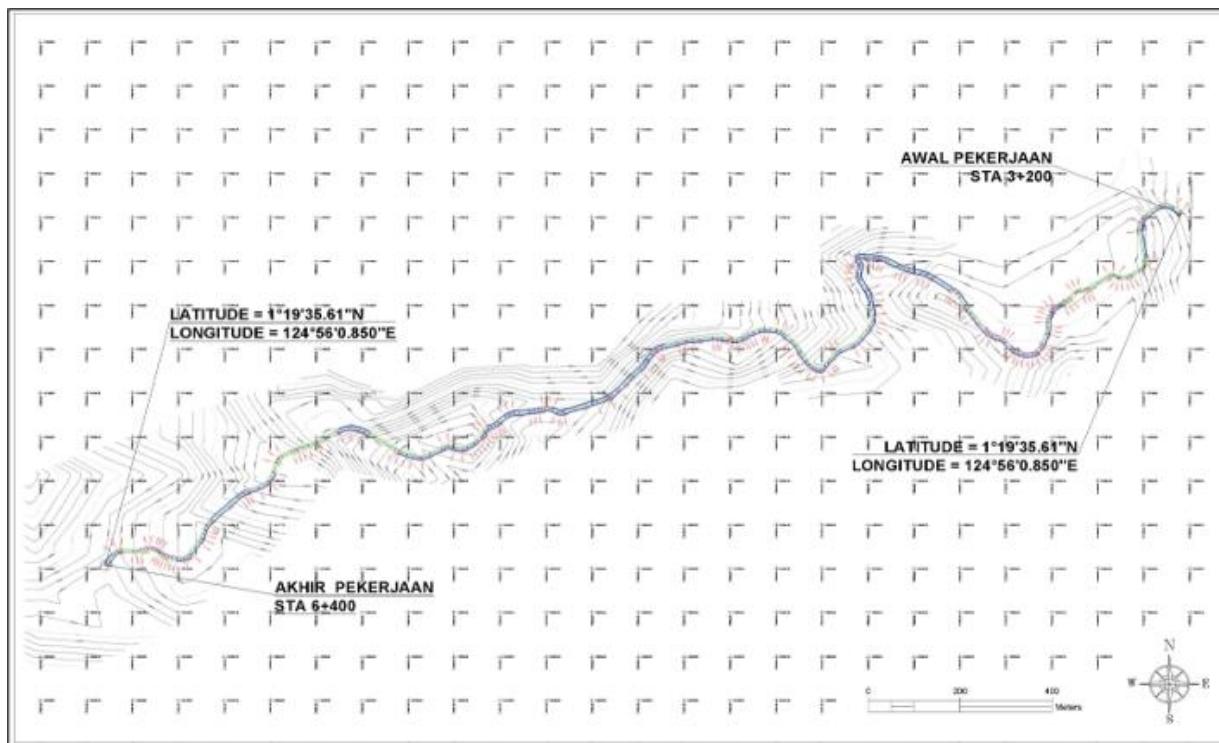
**Tabel 3.** Kriteria Desain Geometrik oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

No	Deskripsi	Standar Design
1	Kecepatan rencana	60 km/jam
2	Lebar Lajur lalu lintas	4,5 m
3	Lebar bahu minimum	2 x 1,0 m
4	Kemiringan melintang jalan	3 %
5	Kemiringan melintang bahu jalan	5 %
6	Superelevasi maksimum	10 %
7	Kelandaian maksimum	10 %
8	Lengkung vertikal minimum	70 m
9	Jari-jari lengkung minimum	150 m
10	Jari-jari lengkung minimum tanpa superelevasi	2000 m
11	Jari-jari lengkung minimum tanpa lengkung peralihan	600 m
12	panjang lengkung peralihan	50 m
13	Panjang minimum lengkung	100 m
14	kemiringan relatif	1/175 m
15	Jarak pandangan siap	75 m
16	kemiringan vertikal maksimum	5 %
17	Jari-jari lengkung minimum Cembung	1400 m
18	Jari-jari lengkung minimum Cekung	1000 m
19	Panjang minimum lengkung	50 m

#### B. Data Alinyemen Harizontal dan Vertikal Perencanaan Ruas Jalan oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

Diketahui bahwa jumlah lengkung pada ruas jalan hasil perencanaan oleh PUPRD Sulawesi Utara adalah sebanyak 70 lengkung, untuk kecepatan rencana 60 km/jam, radius lengkung minimum untuk standar kecepatan rencana ini adalah 150 m. Melalui gambar perencanaan alinyemen horizontal oleh PUPRD Sulawesi Utara diketahui terdapat 39 tikungan ke kanan dan 31 tikungan ke kiri yaitu pada STA 3+200 sampai STA 6+400.

Jumlah lengkung vertikal pada ruas jalan hasil perencanaan adalah sebanyak 47 lengkung vertikal, untuk kecepatan rencana 60 km/jam, dengan panjang lengkung vertikal minimum untuk standar kecepatan rencana ini adalah 70 meter, dan untuk gradien maksimum adalah 10%. Dari gambar perencanaan alinyemen vertikal diketahui bahwa pada STA 3+200 sampai STA 6+400 terdapat 22 lengkung vertikal cekung dan 25 lengkung vertikal cembung. Sementara itu, diketahui bahwa pada lokasi penelitian ruas jalan yang telah dibangun adalah sepanjang 1.835 meter dari STA 4+565 sampai STA 6+400.



**Gambar 3.** Perencanaan alinyemen horizontal oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

#### C. Data Perhitungan Galian Timbunan Perencanaan Ruas Jalan oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

Berdasarkan data perencanaan dari Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara tahun 2022 untuk ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan, total volume pekerjaan galian dan timbunan direncanakan mencapai 132,828.90 m<sup>3</sup>. Angka ini merupakan jumlah total dari volume galian dan timbunan yang terdapat pada segmen-segmen STA 3+200 hingga STA 5+900, seperti yang tertulis dalam tabel. Volume tersebut mencakup seluruh pekerjaan tanah, baik yang berkaitan dengan pemotongan (galian) maupun pengisian (timbunan), yang merupakan elemen krusial dalam proses pembangunan badan jalan sesuai dengan desain teknis yang berlaku.

#### D. Evaluasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Perencanaan Ruas Jalan oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

Hasil pengamatan terhadap perencanaan alinyemen horizontal oleh Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara menunjukkan bahwa sebagian besar tikungan tidak memenuhi ketentuan jari-jari minimum sesuai Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021, berisiko menurunkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi. 37 dari 70 tikungan juga tidak memenuhi jarak minimum antar tikungan, yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan.

Pada alinyemen vertikal, 17 segmen lengkung vertikal melebihi gradien maksimum 10% dan 38 lengkung belum memenuhi panjang minimum 36 meter. Ini meningkatkan risiko kecelakaan, terutama bagi kendaraan berat, karena dapat mengurangi visibilitas dan membuat perubahan gradien tajam.

#### 3.2. *Hasil Analisis/Perencanaan Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal dan Galian Timbunan*

##### A. Tahap Analisa Data

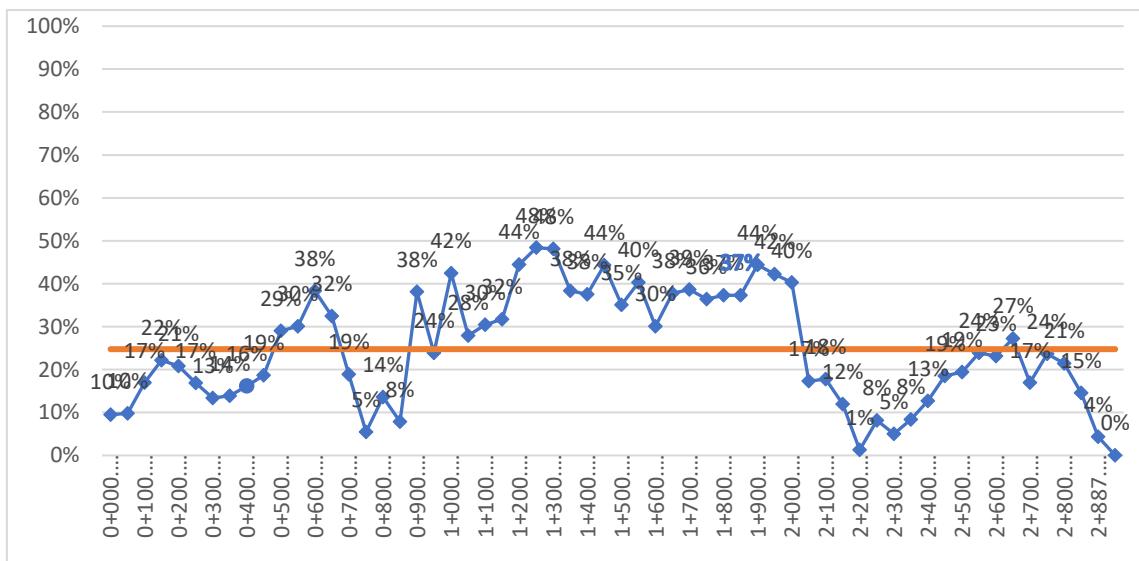
Tahap analisa data adalah langkah awal dalam perencanaan geometrik jalan, di mana peneliti mengumpulkan dan menganalisis data geometrik serta kondisi eksisting jalan, termasuk fungsi jalan, kelas jalan, kecepatan rencana, dan topografi. Pada tahap ini, peneliti juga menentukan standar kriteria perencanaan yang menjadi acuan agar hasil perencanaan sesuai dengan kondisi lapangan dan memenuhi ketentuan teknis.

Kriteria yang digunakan mencakup klasifikasi jalan, kecepatan rencana, kelandaian maksimum, lebar lajur, dan jarak pandang henti, yang semuanya mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021. Dengan landasan ini, perencanaan dilakukan secara

sistematis dan sesuai standar teknis.

### B. Tahap Penentuan Kecepatan Rencana

Hal penting dalam perencanaan alinyemen horizontal adalah penetapan kecepatan rencana, yang berkisar antara 15–40 km/jam dan 60 km/jam. Kecepatan 15–40 km/jam dipilih untuk medan bukit dengan gradien 24,76%, berdasarkan analisis trase jalan. Kecepatan 60 km/jam dipilih untuk memastikan relevansi perencanaan jika terjadi perubahan status jalan atau peningkatan volume lalu lintas. Penggunaan dua rentang kecepatan ini mempertimbangkan kondisi medan yang sulit dan harus sesuai dengan pedoman desain jalan. Kecepatan ini juga mempengaruhi aspek teknis, keselamatan, dan ekonomi. Untuk kecepatan 60 km/jam, diperlukan radius tikungan yang lebih besar, jarak pandang lebih panjang, dan lengkung vertikal lebih landai. Perubahan kecepatan yang sering dapat meningkatkan risiko kecelakaan, sehingga perlu ada rambu yang jelas. Dari sisi biaya, kecepatan 60 km/jam memerlukan lebih banyak galian dan timbunan, serta pembebasan lahan lebih besar, sementara 40 km/jam lebih hemat biaya.



Gambar 4. Gradien vs STA

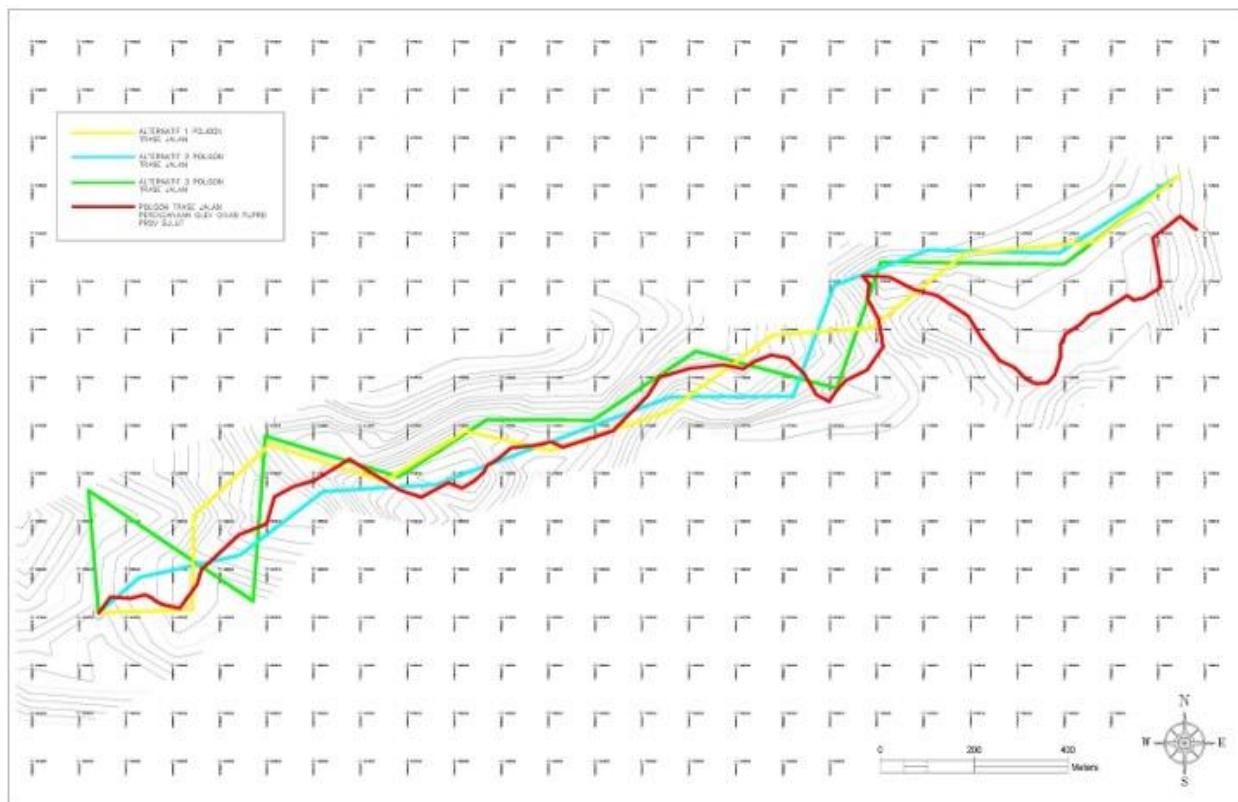
### C. Tahap Perencanaan

Berikut disajikan tiga alternatif desain poligon berupa kombinasi poligon, radius tikungan dan elevasi jalan rencana. Ketiga desain ini dirancang dengan menggunakan variasi kecepatan rencana 40 km/jam dan 60 km/jam, dengan jari-jari minimum (Rmin) sebesar 50 m untuk kecepatan rencana 40 km/jam dan 125 m untuk kecepatan rencana 60 km/jam sesuai dengan standar Bina Marga (Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021).

Penyusunan lebih dari satu alternatif trase dilakukan untuk mengevaluasi dan membandingkan konfigurasi trase yang paling efisien, khususnya dalam hal volume galian dan timbunan yang diperlukan pada masing-masing desain. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memperoleh alternatif perencanaan dengan kebutuhan pekerjaan tanah yang paling minimal, sehingga dapat mengoptimalkan efisiensi biaya konstruksi.

Setelah dilakukan perancangan terhadap tiga alternatif trase jalan rencana, hanya satu alternatif poligon trase yang akan dipilih untuk digunakan dalam perencanaan akhir. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan efisiensi volume pekerjaan tanah, yaitu total volume galian dan timbunan, dengan tujuan untuk memperoleh solusi yang paling ekonomis dalam proses konstruksi.

Perhitungan volume pekerjaan tanah di hitung sesuai dengan hasil perencanaan Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal di desain menggunakan perangkat lunak *AutoCAD Civil 3D*, dengan hasil di jelaskan pada Tabel 4.

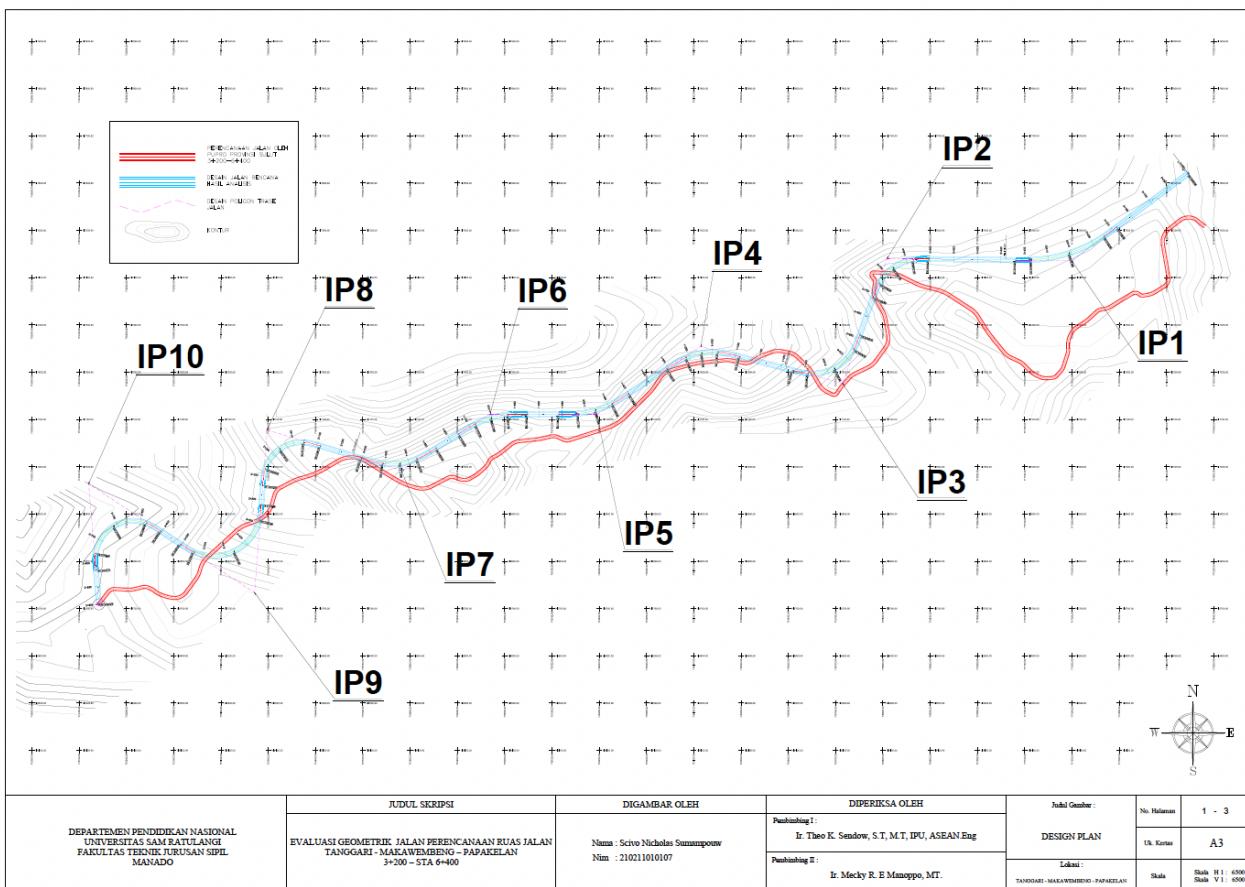


**Gambar 5.** Desain Alternatif Poligon Trase Jalan

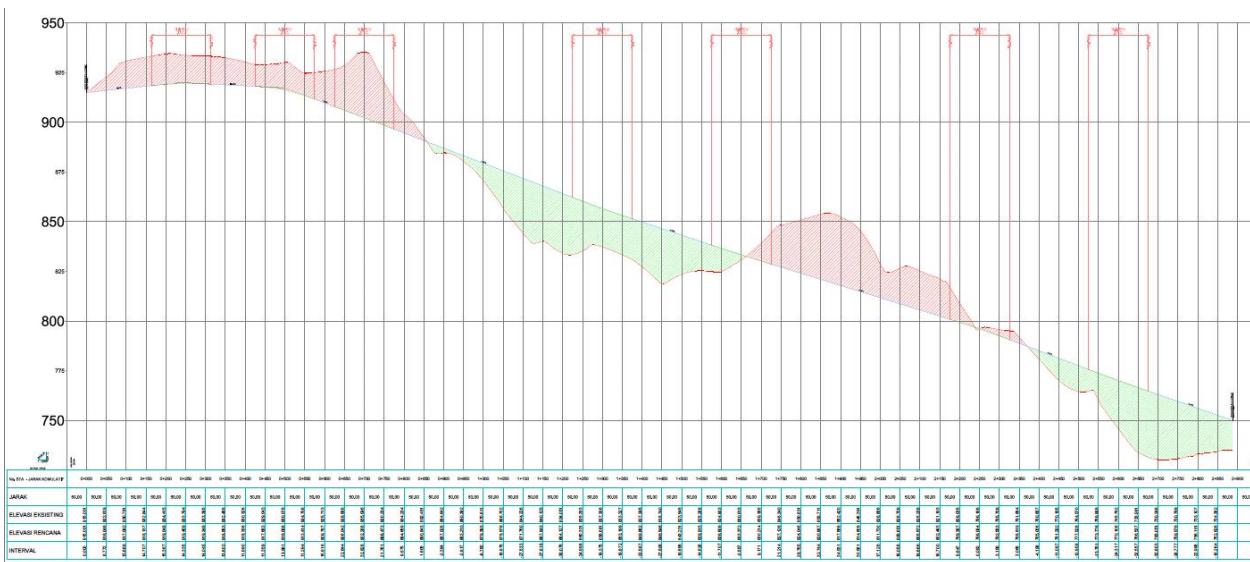
**Tabel 4.** Galian dan Timbunan Alternatif Poligon Trase Jalan

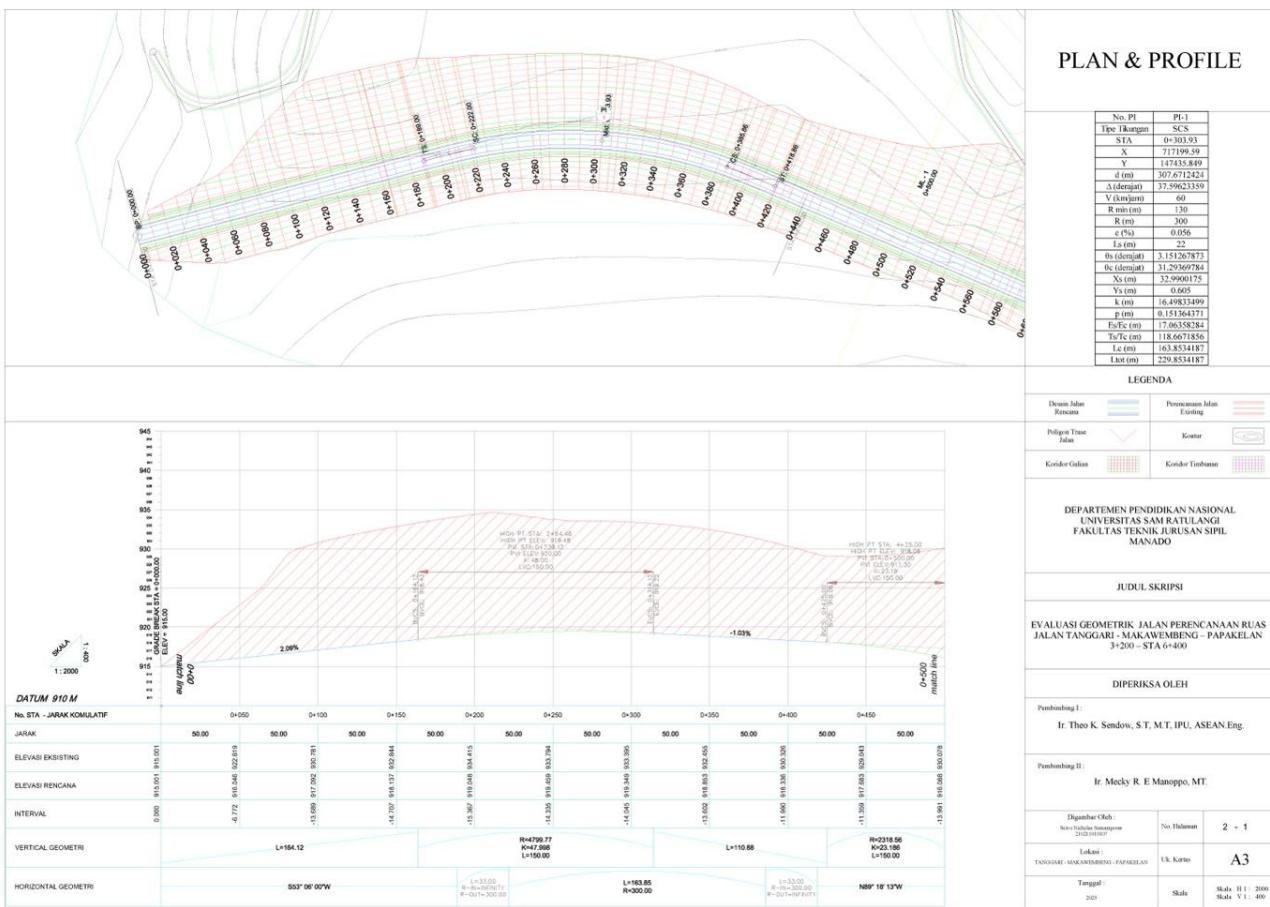
Alternatif	Galian	Timbunan	Total	Selisih
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
1	1,537,459.50	1,473,839.88	3,011,299.38	223,573.07
2	2,026,588.56	1,208,853.69	3,235.442	817,734.87
3	1,597,803.14	1,543,431.70	3,141,234.84	54,371.44

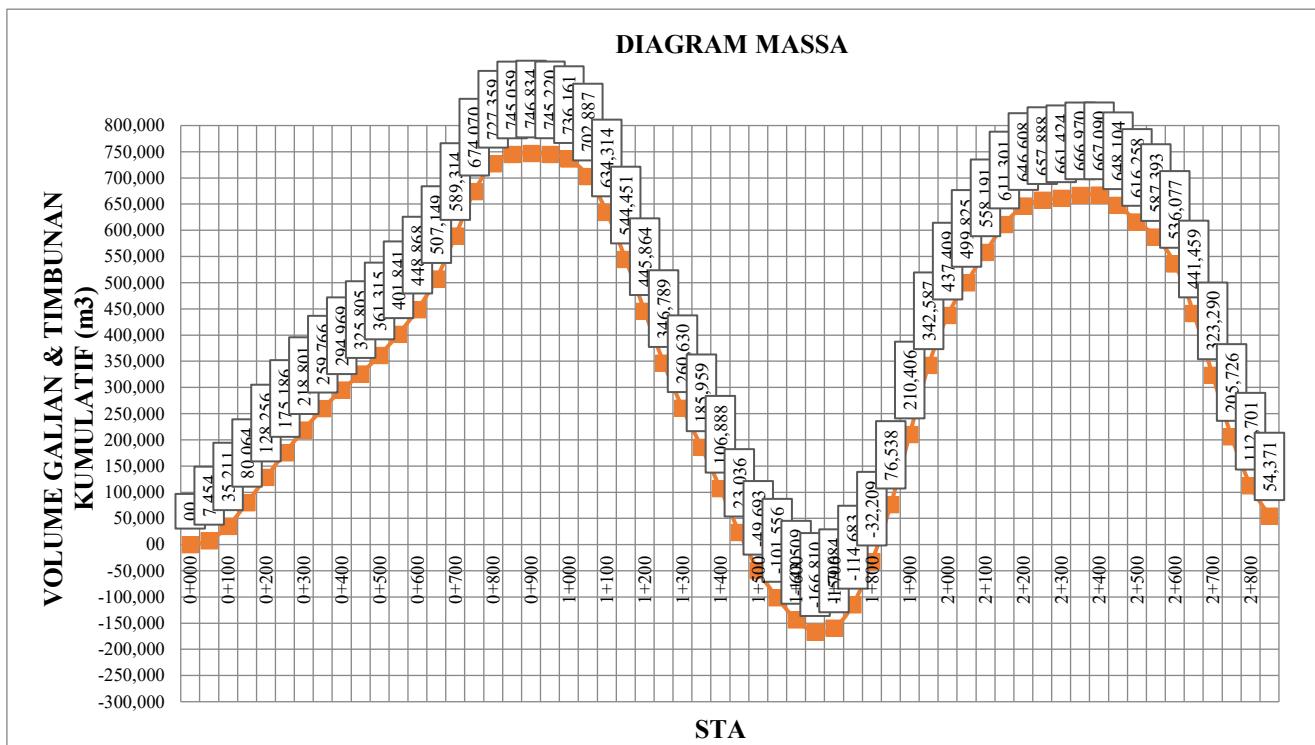
Dari data di atas, di ambil trase alternatif dengan selisih volume pekerjaan tanah terkecil yaitu Trase Alternatif 3, sehingga pemilihan Trase ini memungkinkan untuk meminimalisir tanah buangan atau pengambilan tanah dari luar serta memiliki keseimbangan antara selisih volume galian dan timbunan. Walaupun Trase Alternatif 3 memiliki total volume lebih banyak dari Trase alternatif 1 namun idealnya galian dan timbunan yang cenderung seimbang merupakan hal yang ideal, Dengan demikian, Trase Alternatif 3 dipilih sebagai trase jalan rencana yang digunakan dalam perencanaan ini karena paling efisien dari segi volume pekerjaan tanah, dalam hal teknis, Trase Alternatif 3 juga dirancang untuk dapat mengikuti kontur dengan halus dan menghindari kontur yang rapat yang menunjukkan elevasi terjal. Sehingga Trase Alternatif 3 dinilai layak, ekonomis, dan aman untuk dilaksanakan.



Gambar 6. Hasil Desain Alinyemen Harizontal Alternatif 1







Gambar 10. Diagram massa Alternatif 1

3.3. Perbedaan Hasil Desain dalam Penelitian ini dengan hasil dari Dinas PUPRD Provinsi Sulawesi Utara

Tabel 5. Resume Perbandingan Desain Geometrik Jalan

No	Elemen	Perencanaan Hasil Analisis	Dinas PUPR Prov. Sulut
1	Kecepatan Rencana	40 km/jam (15-40 km/jam, sesuai PDGJ 2021 untuk medan bukit fungsi jalan kolektor primer)	60 km/jam
2	Alinyemen Horizontal	Radius minimum : 50 m (13 Jenis Lengkung memenuhi untuk Rmin, jari-jari terkecil 50 m, dan jari terbesar 400 m) Superelevasi maksimum: 8% (13 Jenis Lengkung memenuhi untuk e min < 8%) Jarak antar tikungan $\geq$ 20 m	Radius minimum : 150 m (57 dari 59 lengkung horizontal tidak memenuhi Rmin = 125 m, hasil evaluasi sesuai PDGJ 2021 untuk Vr = 60 km/jam) Superelevasi maksimum : 10% Jarak antar lengkung $\geq$ 20 m (28 dari 59 kurang dari jarak antar lengkung $\geq$ 20 m)
3	Alinyemen Vertikal	Gradien maksimum : 8% (seluruh segmen memenuhi) Panjang lengkung minimum: 24 m (6 jenis lengkung vertikal memenuhi) JPH (Jarak Pandang Henti) & JPM (Jarak Pandang Mendahului) diperhitungkan	Gradien maksimum : 10% (16 segmen melebihi gradien maksimum) Panjang lengkung minimum: 70 m (38 dari 43 lengkung vertikal tidak memenuhi untuk Lmin = 36 m, hasil evaluasi sesuai PDGJ 2021 untuk Vr = 60 km/jam)
4	Volume Galian & Timbunan	287.283,32 m <sup>3</sup> (hasil perhitungan desain hasil analisis)	113.832,97 m <sup>3</sup> (berdasarkan data PUPRD Prov. Sulut)

#### 4. Kesimpulan

Perencanaan ruas jalan Tanggari – Makawembeng – Papakelan, yang merupakan jalan provinsi dengan status jalan kolektor primer dan tipe 2/2 TT, sehingga dapat disimpulkan:

1. Alinyemen Horizontal: Terdapat 70 lengkung pada ruas jalan dengan kecepatan rencana 60 km/jam. Radius lengkung minimum yang diperlukan adalah 150 m. Dari STA 3+200 hingga STA 6+400, terdapat 39 tikungan ke kanan dan 31 tikungan ke kiri.
2. Alinyemen Vertikal: Terdapat 47 lengkung vertikal dengan kecepatan rencana 60 km/jam. Panjang lengkung vertikal minimum yang diperlukan adalah 70 m. Pada STA 0+000 hingga STA 3+200, terdapat 22 lengkung vertikal cekung dan 25 lengkung vertikal cembung.
3. Desain Geometrik: Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20 SE/Db/2021, trase jalan yang dihasilkan lebih pendek, yaitu 2.887,69 meter dibandingkan dengan kondisi eksisting 3.200 meter. Terdapat 10 lengkung horizontal dengan tipe SCS dan dua kecepatan rencana (40 km/jam dan 60 km/jam). Jarak antar lengkung terpendek adalah 40,29 m.
4. Superelevasi: Nilai superelevasi pada 8 lengkung rencana bervariasi antara 5,5% hingga 7,9%, sesuai dengan standar.
5. Alinyemen Vertikal: Terdapat 8 lengkung vertikal dengan kelandaian sesuai standar (<8%). Desain ini menghasilkan 4 lengkung vertikal cembung dan 3 lengkung vertikal cekung, masing-masing dengan panjang 150 m.
6. Volume Pekerjaan Galian dan Timbunan\*\*: Total galian adalah 1,597,803.14 m<sup>3</sup> dan timbunan 1,543,431.70 m<sup>3</sup>, dengan selisih 54,371.44 m<sup>3</sup>, menunjukkan adanya tanah buangan dalam perencanaan.

Keseluruhan perencanaan ini mengoptimalkan desain geometrik dan alinyemen vertikal untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara sesuai dengan pedoman yang berlaku.

#### Referensi

- Pribadi, Dwijayanto, M. J. Paransa, T. K. Sendow, L. J. Undap. 2020. "Tinjauan Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Airmadidi-Tondano Menggunakan Alat Bantu GPS." *Jurnal Sipil Statik* 17(74):59–67.
- Sinaga, Lerinsah, Theo K. Sendow, and Joice E. Waani. 2019. "EVALUASI GEOMETRIK JALAN BERDASARKAN STANDAR PERENCANAAN BINA MARGA." *Jurnal Sipil Statik* 7(7):819–26.
- Rambitan, David W., Lucia G. J. Lalamentik, and Theo K. Sendow. 2022. "Analisis Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Tondano-Suluan STA 0+000-STA 3+000." *Tekno* 20(81):375–84.
- Gultom, Hermi R. A., Mecky R. E. Manoppo, and Theo K. Sendow. 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–.
- Kawulur, Cindy Irene, T. K. Sendow, E. Lintong, and A. L. E. Rumayar. 2013. "ANALISA KECEPATAN YANG DIINGINKAN OLEH PENGEMUDI (STUDI KASUS RUAS JALAN MANADO-BITUNG)." *Jurnal Sipil Statik* 1(4):289–97.
- Anjali Putri Lisu Langi, Joice E. Waani, Lintong Elisabeth. 2019. "EVALUASI GEOMETRIK PADA RUAS JALAN MANADO – TOMOHON Km 8 – Km 10." *Jurnal Sipil Statik* 7(ISSN : 2337-6732):359.
- Badrujaman, Aceng. 2016. "Perencanaan Geometrik Jalan Dan Anggaran Biaya Ruas Jalan Cempaka – Wanaraja Kecamatan Garut Kota." *Jurnal Konstruksi* 14(1):25–34. doi: 10.33364/konstruksi/v.14-1.384.
- Ginta, Adi Moko, Ferry Juniardi, and Sutarto Yosomulyono. 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, Fitriyanti, Lucia G. J. Lalamentik, and Mecky R. E. Manoppo. 2020. "Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo Di Desa Botumoputi Sepanjang 3 Km." *Jurnal Sipil Statik* 8(3):353–60.
- Kairupan, Januar E., Mecky R. E. Manoppo, and Joice E. Waani. 2022. "Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Matali-Torosik Di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Sepanjang 3 Km." *Jurnal Sipil Statik* 10(1):57–62.
- Robby, Desi Riani, and Rachmatdani Widiyatmiko. 2017. "Analisis Geometrik Jalan Raya Pada Daerah Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Ruas Jalan Kasongan-Pundu Km 86,000-Km 87,200)." *Jurnal Teknika* 1(1):51–59.
- Syifaurrahman, Dzaky, Muhammad Fauzan, and Tri Sudibyo. 2019. "Evaluasi Geometri Dan Perlengkapan Jalan Lingkar Leuwiliang Bogor." *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan* 4(2):149–68. doi: 10.29244/jsil.4.2.149-168.

- Wahab, Abdul. 2009. "Dampak Peningkatan Kualitas Jalan Lingkar Barat Enrekang Terhadap Pengembangan Kawasan Pertanian Tesis." 1–166.
2021. "Surat Edaran Nomor: 20/SE/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan"
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997. September 1997
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No. 036/T/BM/1997.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan". Maret 1992
- European Research Area. 2008. "The European Research Area Partnership 2008 Initiatives". European Commission. Directorate-General for Research.
- Hendarsin S.L. 2000. "Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya". Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. 2000
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan
- RSNI Standar Nasional Indonesia. 2004, "Geometri Jalan Perkotaan". RSNI T- 14 - 2004
- Sukirman. S. 1999 "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan". Penerbit Nova
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan