

**LAPORAN AKHIR
PENDANAAN INTERNAL**

**PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN RAYA
BANDUNG – LEMBANG DENGAN STA. 0+000 -
STA.0+915,43 KABUPATEN BANDUNG BARAT
PROVINSI JAWA BARAT**



Ketua Peneliti:
Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc.

Anggota Peneliti:
Ivan Imanuel, S.T., M.T.

Anggota Peneliti Mahasiswa:
Yonathan Adi Saputra NRP : 2121016

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN REKAYASA CERDAS
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG
2023**

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
DAFTAR ISI	2
DAFTAR GAMBAR	4
DAFTAR TABEL	5
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Tujuan Penelitian	7
1.3 Manfaat Penelitian	7
1.4 Ruang Lingkup	8
1.5 Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Perencanaan Trase	9
2.2 Klasifikasi Jalan	10
2.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan	10
2.2.2. Klasifikasi Berdasarkan Kelas Jalan	10
2.2.3. Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan	11
2.2.4. Klasifikasi Berdasarkan Wewenang Pembinaan Jalan	11
2.3 Kriteria Perencanaan Geometrik Jalan	11
2.3.1. Kendaraan Rencana	11
2.3.2. Kecepatan Rencana	12
2.3.3. Volume Lalu Lintas Harian Rencana	12
2.4 Bagian Bagian Jalan	13
2.4.1. Ruang Manfaat Jalan	13
2.4.2. Ruang Milik Jalan	14
2.4.3. Ruang Pengawasan Jalan	14
2.5 Penampang Melintang Jalan	14
2.5.2. Jalur Lalu Lintas dan Bahu Jalan	15
2.5.3. Lajur Lalu Lintas	15
2.6 Alinemen Horizontal	16
2.6.1. Panjang Bagian Lurus	16
2.6.2. Kemiringan Melintang Normal	16
2.6.3. Superelevasi	16
2.6.4. Jari-jari Tikungan	16
2.6.5. Lengkung Peralihan	17
2.6.6. Jenis-jenis Lengkung Horizontal	18
2.7 Alinemen Vertikal	21
2.7.1. Kelandaian Minimum	21
2.7.2. Kelandaian Maksimum	21
2.7.3. Panjang Landai Kritis	21
2.7.4. Lengkung Vertikal	22
BAB III METODOLOGI	24
3.1 Diagram Alir	24
3.2 Persiapan	25
3.3 Pengumpulan Data Sekunder	25

3.4	Analisa Perencanaan	26
3.4.1.	Perencanaan Geometrik Jalan	26
3.4.2.	Perencanaan Saluran Drainase	27
3.4.3.	Perencanaan Biaya	27
BAB IV PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN		29
4.1	Dasar Perencanaan Geometrik Jalan	29
4.2	Perhitungan Alinyemen Horizontal	29
1.2.1.	Kemiringan Medan	29
1.2.2.	Perhitungan Sudut Tikungan	30
1.2.3.	Jari-jari Tikungan	31
1.2.4.	Panjang Lengkung Peralihan	32
1.2.5.	Parameter Lengkung S-C-S	35
1.2.6.	Parameter Lengkung F-C	37
4.3	Perhitungan Akinyemen Vertikal	38
4.4	Superelevasi	44
4.5	Galian dan Timbunan	46
4.6	Potongan Melintang	46
4.7	Rambu Jalan	47
4.8	Perencanaan Marka Jalan	47
4.9	Perkerasan Jalan	48
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Simpulan	49
DAFTAR PUSTAKA		50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian Jalan	13
Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan.....	14
Gambar 2.3 Parameter Tikungan Full Circle	19
Gambar 2.4 Parameter Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i>	19
Gambar 2.5 Parameter Tikungan <i>Spiral- Spiral</i>	20
Gambar 2.6 Lengkung Vertikal Cembung $S < L$	22
Gambar 2.7 Lengkung Vertikal Cekung $S < L$	23
Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cekung $S > L$	23
Gambar 2.9 Diagram Alir Keseluruhan	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Alinemen Horizontal	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan Alinemen Vertikal	27
Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Saluran Drainase	27
Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan RAB	28
Gambar 4.1 Dasar Perhitungan Sudut Azimuth	30
Gambar 4.2 Panjang Lengkung Vertikal Cembung	39
Gambar 4. 3 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung.....	41
Gambar 4.4 Diagram Supereleva	45
Gambar 4.5 Potongan Melintang Jalan	47
Gambar 4.6 Marka Jalan	48
Gambar 4.7 Struktur Lapis Perkerasan	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan	11
Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan	11
Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana	12
Tabel 2.4 Kecepatan Rencana, Sesuai Klasifikasi Fungsi Jalan	12
Tabel 2.5 Penentuan Faktor K dan faktor F berdasarkan Volume	13
Tabel 2.6 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan	15
Tabel 2.7 Lebar Lajur Jalan Ideal	15
Tabel 2.8 Panjang Bagian Lurus Maksimum	16
Tabel 2.9 Jari-jari lengkung minimum	17
Tabel 2.10 Kelandaian Maksimum	21
Tabel 2.11 Panjang Kritis	22
Tabel 4.1 Kemiringan Medan Jalan	29
Tabel 4.2 Koordinat Titik	30
Tabel 4.3 Perhitungan Sudut Tikungan	31
Tabel 4.4 <i>Maximum Relative Gradient</i>	32
Tabel 4.5 Faktor Penyesuaian untuk Jalan yang Diputar	33
Tabel 4.6 <i>Superelevasi Runoof</i>	34
Tabel 4.7 Data Stasioning Dan Elevasi	38
Tabel 4.8 Galian dan Timbunan	46
Tabel 4.9 Rambu Lalulintas	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan terus meningkatnya perkembangan sektor pariwisata di wilayah Jawa Barat, khususnya di Kota Bandung dan Lembang, jumlah kunjungan wisatawan ke kedua wilayah tersebut terus mengalami peningkatan. Bandung dan Lembang merupakan destinasi unggulan yang terkenal dengan keindahan alam, udara sejuk, dan berbagai daya tarik wisata lainnya. Hal ini berdampak pada tingginya mobilitas kendaraan, baik yang membawa barang, jasa, maupun wisatawan.

Namun, kondisi jalur transportasi yang ada, terutama di Kecamatan Ngamprah, Kabupaten Bandung, yang menjadi salah satu penghubung utama Bandung dan Lembang, sering kali mengalami permasalahan seperti kemacetan. Jalan ini merupakan jalur vital karena menghubungkan pusat Kota Bandung dengan kawasan wisata di Lembang. Kemacetan kerap terjadi akibat tingginya volume kendaraan, terutama pada akhir pekan dan musim liburan. Tidak hanya itu, jalur ini juga sering dilalui oleh kendaraan berat seperti bus pariwisata yang menambah beban lalu lintas.

Di sisi lain, karakteristik jalur Bandung-Lembang yang memiliki banyak tanjakan dan tikungan tajam menjadi tantangan tersendiri bagi kendaraan berat maupun kendaraan pribadi. Terkadang, kendaraan berat yang mengalami kendala teknis seperti mogok di tanjakan dapat memicu kemacetan panjang. Selain itu, kondisi geometrik jalan yang kurang optimal, seperti lebar jalan yang terbatas dan tidak adanya jalur alternatif yang memadai, turut memperburuk situasi ini.

Permasalahan lainnya adalah tingginya aktivitas perbaikan jalan di jalur ini akibat beban kendaraan berat yang sering kali melebihi kapasitas maksimal. Kondisi ini mempercepat kerusakan jalan, seperti munculnya lubang atau keretakan pada perkerasan, yang berdampak pada terganggunya kelancaran arus lalu lintas. Perbaikan jalan yang dilakukan secara berkala membutuhkan waktu yang tidak singkat, sehingga menambah beban lalu lintas yang sudah padat.

Dilatarbelakangi oleh permasalahan-permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merencanakan geometrik jalan raya Bandung-Lembang dengan mempertimbangkan aspek keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi transportasi. Perencanaan ini diharapkan mampu menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan transportasi, mendukung pertumbuhan sektor pariwisata, serta meningkatkan kualitas infrastruktur jalan yang lebih baik di Provinsi Jawa Barat.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui geometrik jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalan pada Jalan Raya Bandung – Lembang di Kecamatan Ngamprah, Kabupaten Bandung.
2. Merencanakan tebal perkerasan lentur yang dibutuhkan sesuai dengan umur rencana 20 tahun untuk Jalan Raya Bandung – Lembang.
3. Menentukan desain dimensi saluran tepi jalan yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan drainase di Jalan Raya Bandung – Lembang.
4. Menghitung volume pekerjaan galian dan timbunan yang diperlukan dalam perencanaan Jalan Raya Bandung – Lembang.
5. Menyusun estimasi anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Jalan Raya Bandung – Lembang di Kecamatan Ngamprah, Kabupaten Bandung.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan Laporan ini adalah \diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembaca, khususnya praktisi dan akademisi, dalam merencanakan geometrik dan perkerasan jalan sesuai standar yang berlaku. Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan mengenai perencanaan jalan yang aman, nyaman, dan efisien untuk mendukung kelancaran lalu lintas, terutama di wilayah pariwisata seperti Jalan Raya Bandung – Lembang. Hasil penelitian ini juga dapat membantu dalam menentukan tebal perkerasan lentur, desain saluran tepi, serta estimasi biaya pembangunan jalan yang tepat, sehingga mendukung pengembangan infrastruktur transportasi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan geometrik jalan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.
2. Perencanaan tebal perkerasan lentur berdasarkan umur rencana dan kebutuhan lalu lintas.
3. Perencanaan sistem drainase jalan untuk mengelola aliran air secara efektif.
4. Analisis volume galian dan timbunan (cut and fill) yang diperlukan dalam proses konstruksi.
5. Lokasi penelitian pada Jalan Raya Bandung – Lembang di Kecamatan Ngamprah, Kabupaten Bandung.
6. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CIVIL 3D 2024.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan penelitian ini sebagai berikut :

Bab I, Pendahuluan, berisi penjelasan mengenai latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, serta sistematika penulisan laporan.

Bab II, Landasan Teori, membahas teori-teori yang mendasari penelitian, termasuk konsep perencanaan trase jalan, klasifikasi jalan, kriteria perencanaan geometrik, serta komponen penampang jalan, alinemen horizontal dan vertikal.

Bab III, Metodologi, menjelaskan tahapan penelitian yang meliputi diagram alir kerja, tahap persiapan, pengumpulan data sekunder, serta metode analisis perencanaan yang digunakan dalam penelitian.

Bab IV, Perencanaan Geometrik Jalan, memuat hasil perencanaan teknis berupa perhitungan alinemen horizontal dan vertikal, superelevasi, galian dan timbunan, potongan melintang, perencanaan marka dan rambu jalan, serta perkerasan jalan.

Bab V, Simpulan dan Saran, berisi simpulan dari hasil analisis dan perencanaan, serta saran yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan geometrik jalan atau penelitian lanjutan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perencanaan Trase

Trase jalan, yang kerap disebut sebagai sumbu jalan, merupakan rangkaian garis yang saling terhubung dan tergambar pada peta topografi suatu permukaan tanah sebagai dasar perencanaan jalan baru (Sasongko, 2018). Umumnya, dibuat beberapa alternatif trase, kemudian dipilih satu yang paling memenuhi kriteria teknis dan ekonomis dalam perencanaan jalan. Trase ini menjadi acuan utama dalam pembentukan lengkung jalan hingga ke tahap perkerasan. Penentuan trase jalan harus mempertimbangkan beberapa aspek penting berikut:

1. Meminimalkan panjang jalur trase, prinsip utama dalam perencanaan jalan adalah efisiensi dan keekonomisan. Jalan yang ekonomis ialah jalan yang dapat dibangun dengan mutu baik namun tetap dengan biaya yang terjangkau (Noviyanti & Putra, 2023). Oleh karena itu, trase yang relatif pendek akan mengurangi biaya pembangunan secara keseluruhan.
2. Menghindari kemiringan yang terlalu curam, jalan dengan kemiringan berlebihan akan menurunkan kenyamanan pengguna karena menambah beban kendaraan akibat gaya sentrifugal (Aisyiyah, 2016). Maka, kemiringan trase harus direncanakan secara hati-hati agar tetap nyaman dan aman dilalui.
3. Sudut tikungan luar tidak terlalu besar, tikungan dengan sudut luar yang terlalu tajam, terutama yang melebihi 90 derajat, berpotensi membahayakan pengguna jalan (Istiar & Wicaksono, 2016). Oleh sebab itu, trase perlu dirancang sedemikian rupa agar menghasilkan tikungan yang lebih landai dan aman.
4. Mengoptimalkan volume galian dan timbunan, volume galian dan timbunan sangat memengaruhi besarnya biaya konstruksi (Rumbyarso, 2024). Maka dari itu, penarikan garis trase sebaiknya mengikuti elevasi permukaan tanah yang tidak memiliki perbedaan tinggi yang ekstrem antara awal dan akhir trase, agar galian dan timbunan tidak terlalu besar.
5. Menghindari area fasilitas umum dan permukiman padat, melewati wilayah padat penduduk atau fasilitas umum akan memperumit proses pembebasan

lahan dan berpotensi menambah biaya. Oleh karena itu, trase sebaiknya dihindarkan dari kawasan tersebut.

6. Menghindari kondisi topografi yang kurang mendukung, trase perlu dijauhan dari kontur alam yang sulit, seperti lereng curam, tebing terjal, dan sungai besar, karena akan menyulitkan proses konstruksi dan meningkatkan risiko teknis.

2.2 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan pedoman dari (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021) Pedoman klasifikasi jalan Antar Kota, klasifikasi jalan dibedakan menjadi empat kategori utama, yaitu berdasarkan fungsi, kelas, medan, serta wewenang pembinaannya.

2.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan

Klasifikasi ini membagi jalan menjadi beberapa jenis sesuai dengan peran dan karakteristik pelayanannya, antara lain:

1. Jalan arteri merupakan jalan yang dirancang untuk melayani angkutan jarak jauh. Jalan ini memiliki kecepatan rata-rata tinggi dan pembatasan jalan masuk secara efisien guna menjaga kelancaran arus lalu lintas
2. Jalan kolektor berfungsi untuk menghubungkan arus lalu lintas dari jalan lokal ke jalan arteri atau sebaliknya. Jalan ini melayani perjalanan dengan jarak sedang, memiliki kecepatan rata-rata menengah, serta jumlah jalan masuk yang dibatasi.
3. Jalan lokal melayani lalu lintas setempat dengan jarak perjalanan yang relatif pendek. Kecepatan rata-rata rendah dan akses masuk ke jalan ini tidak dibatasi secara ketat.

2.2.2. Klasifikasi Berdasarkan Kelas Jalan

Penggolongan jalan menurut kelas didasarkan pada standar teknis dan peranannya terhadap jaringan jalan secara keseluruhan. Hubungan antara kelas jalan dengan fungsi jalannya disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.2.3. Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan

Pengklasifikasian medan jalan dilakukan dengan mengacu pada kondisi dominan kemiringan medan, yang diukur tegak lurus terhadap garis kontur. Informasi rinci mengenai klasifikasi ini tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	<3
2	Perbukitan	B	3 - 25
3	Pegunungan	G	>25

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.2.4. Klasifikasi Berdasarkan Wewenang Pembinaan Jalan

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 1985, klasifikasi jalan berdasarkan kewenangan pembinaannya meliputi: Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.3 Kriteria Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam merancang geometrik jalan, terdapat beberapa kriteria penting yang menjadi acuan dalam proses perencanaannya. Beberapa kriteria tersebut meliputi kendaraan rencana, kecepatan rencana, dan volume lalu lintas harian rencana.

2.3.1. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana merupakan jenis kendaraan yang radius putarnya digunakan sebagai patokan dalam perencanaan geometrik jalan. Dimensi kendaraan ini menjadi dasar dalam menentukan elemen-elemen geometrik seperti lebar lajur,

radius tikungan, dan elemen lainnya. Ukuran-ukuran kendaraan rencana dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjoloan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.3.2. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang ditetapkan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan geometrik jalan. Kecepatan ini menggambarkan kecepatan maksimum yang memungkinkan kendaraan bergerak secara aman dan nyaman dalam kondisi ideal, yaitu cuaca cerah, arus lalu lintas lancar, dan gangguan samping jalan yang minimal. Kecepatan rencana disesuaikan dengan klasifikasi fungsi dan medan jalan, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana, Sesuai Klasifikasi Fungsi Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.3.3. Volume Lalu Lintas Harian Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) merupakan proyeksi volume lalu lintas harian pada akhir tahun perencanaan, yang dinyatakan dalam satuan SMP/hari (satuan mobil penumpang per hari) (Hamdani & Anisarida, 2020). Untuk menentukan jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya, diperlukan Volume Jam Rencana (VJR), yaitu perkiraan volume lalu lintas pada jam sibuk dalam tahun rencana, dinyatakan dalam satuan SMP/jam. Nilai VJR dihitung menggunakan rumus:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \quad (2.1)$$

dimana :

K (disebut faktor K), adalah faktor jam sibuk, dan

F (disebut faktor F), adalah faktor variasi lalu lintas per 15 menit dalam satu jam.

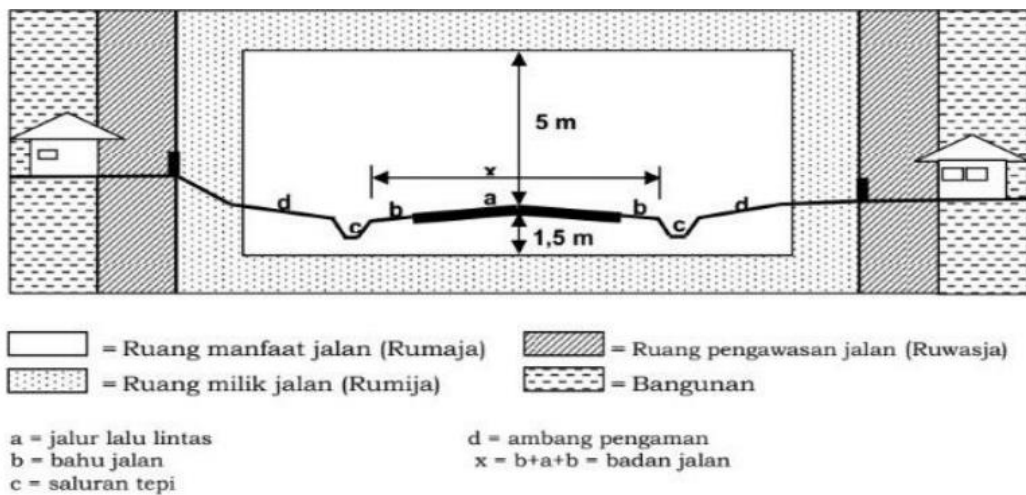
Nilai faktor K dan F ditentukan berdasarkan besarnya VLHR, dan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Penentuan Faktor K dan faktor F berdasarkan Volume

VLHR	FAKTOR-K (%)	FAKTOR-F (%)
> 50.000	4-6	0.9-1
30.000 - 50.000	6-8	0.8-1
10.000 - 30.000	6-8	0.8-1
5.000 - 10.000	8-10	0.6-0.8
1.000 - 5.000	10-12	0.6-0.8
< 1.000	12-16	< 0.6

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.4 Bagian Bagian Jalan



Gambar 2.1 Bagian-bagian Jalan

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.4.1. Ruang Manfaat Jalan

Ruang Manfaat Jalan (Rumaja) merujuk pada area sepanjang jalan yang mencakup seluruh elemen yang secara langsung mendukung fungsi lalu lintas, termasuk perlengkapan jalan. Ruang ini memiliki batasan dimensi tertentu yang

ditentukan oleh pihak berwenang atau penyelenggara jalan, mencakup aspek lebar, tinggi, dan kedalaman. Menurut (Sukwanti, 2012)., ruang ini mencakup berbagai komponen seperti median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran drainase di tepi jalan, lereng, pengaman samping, timbunan dan galian tanah, gorong-gorong, serta bangunan maupun perlengkapan jalan lainnya.

Secara umum, dimensi dari ruang manfaat jalan terdiri atas: lebar yang diukur dari batas vertikal sisi bahu jalan ke sisi seberangnya, tinggi minimum yang harus mencapai 5 meter dari permukaan jalan yang telah diperkeras, dan kedalaman minimal sebesar 1,5 meter dari permukaan jalan. Ketiga dimensi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh prasarana jalan dapat berfungsi secara optimal dan aman bagi pengguna jalan.

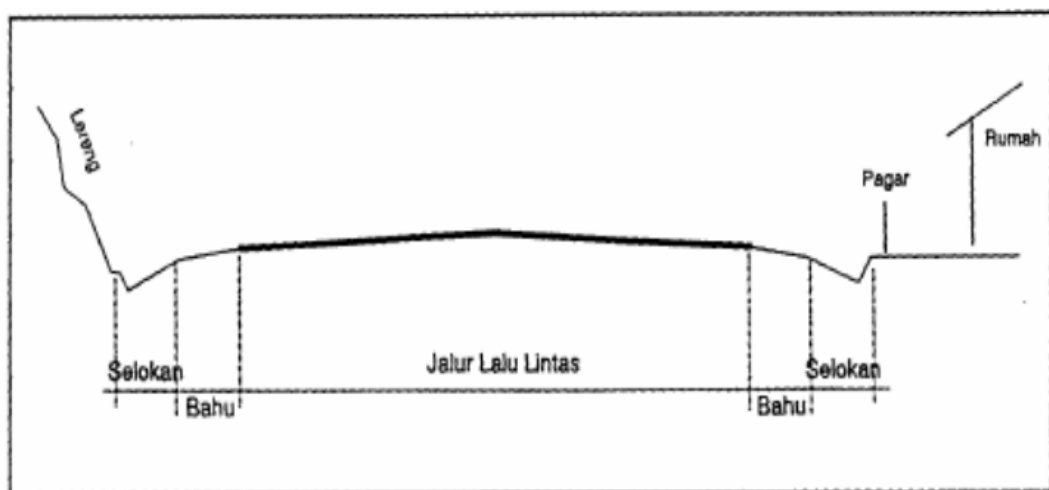
2.4.2. Ruang Milik Jalan

Ruang Milik Jalan mencakup Rumaja serta sejalur tanah tertentu di luar Rumaja yang diperuntukkan bagi pengembangan atau pelebaran jalan di masa depan (Izzaty et al., 2016).

2.4.3. Ruang Pengawasan Jalan

Ruwasja adalah ruang di luar Rumija yang digunakan untuk pengawasan keamanan dan pengendalian pemanfaatan ruang di sekitar jalan (Hardi & Ernawati, 2016).

2.5 Penampang Melintang Jalan



Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan
(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.5.2. Jalur Lalu Lintas dan Bahu Jalan

Jalur lalu lintas merupakan segmen dari jalan yang secara khusus diperuntukkan bagi pergerakan kendaraan, biasanya berupa permukaan jalan yang diperkeras dan dibatasi oleh elemen seperti median jalan, bahu jalan, trotoar, atau pemisah fisik (separator) lainnya yang mengarahkan dan mengatur alur kendaraan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Lebar jalur dan bahu ditentukan berdasarkan kelas dan fungsi jalan, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLH R (smp/ hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**))	-	-	-	-
>25.000	2n x 3,5 ^{*)}	2,5	2 x 7,0 ^{*)}	2,0	2n x 3,5 ^{*)}	2,0	**))	**))	-	-	-	-

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.5.3. Lajur Lalu Lintas

Lajur merupakan elemen dari jalur lalu lintas yang memiliki lebar memadai untuk dilalui oleh satu unit kendaraan, serta dipisahkan oleh marka lajur. Ukuran lebar lajur disesuaikan dengan kecepatan desain dan jenis kendaraan yang direncanakan melintas, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Lebar Lajur Jalan Ideal

FUNGSI	KELAS	LEBAR LAJUR IDEAL (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.6 Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang datar (horizontal) (Sumarsono, 2022). Lengkung horizontal dirancang untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan saat berbelok.

2.6.1. Panjang Bagian Lurus

Batas maksimum panjang jalan lurus ditentukan agar kendaraan tidak menempuh waktu perjalanan melebihi 2,5 menit secara terus-menerus. Nilai panjang maksimum tersebut tercantum dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.6.2. Kemiringan Melintang Normal

Kemiringan melintang (*cross slope*) diperlukan agar air hujan mengalir ke saluran. Umumnya dibuat sebesar 2–4%, bergantung pada daya serap permukaan jalan.

2.6.3. Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan tambahan pada tikungan untuk mengimbangi gaya sentrifugal.

$$e = (e + f) - f(D) \quad (2.2)$$

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) \times \frac{D}{D_{maks}} \quad (2.3)$$

$$f \text{ maks untuk } VD < 80 \text{ km/jam: } f_{maks} = -0.00065 * VD + 0.192 \quad (2.4)$$

$$f \text{ maks untuk } VD > 80 \text{ km/jam: } f_{maks} = -0.00125 * VD + 0.24 \quad (2.5)$$

$$D = \frac{1432.39}{R} \quad (2.6)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{VD^2} \quad (2.7)$$

2.6.4. Jari-jari Tikungan

Jari-jari tikungan merupakan salah satu elemen penting dalam perencanaan jalan karena sangat berpengaruh terhadap tingkat keselamatan lalu lintas. Semakin

kecil nilai jari-jari tikungan, maka semakin besar pula potensi terjadinya kecelakaan. Penelitian oleh Mohammed (2013) menunjukkan bahwa risiko kecelakaan meningkat secara signifikan pada tikungan dengan radius di bawah 1000 meter, khususnya pada radius kurang dari 200 meter. Oleh karena itu, dalam merancang alinemen horizontal, sebaiknya dihindari penggunaan radius minimum yang menghasilkan tikungan tajam, karena hal ini menyulitkan penyesuaian terhadap rencana peningkatan jalan di masa depan serta menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengemudi yang melaju di atas kecepatan rencana.

Radius minimum sebaiknya digunakan hanya sebagai acuan paling rendah dalam menentukan radius tikungan saat merancang jalan. Perhitungan nilai jari-jari tikungan minimum (R_{min}) dilakukan menggunakan rumus tertentu yang melibatkan kecepatan rencana (V), nilai superelevasi tertinggi yang diizinkan (e_{maks}), serta batas maksimum koefisien gesekan melintang (f_{maks}). Nilai R_{min} ini juga tersedia dalam bentuk tabel yang telah ditetapkan oleh Bina Marga (2021).

$$R = \frac{V^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \quad (2.8)$$

dimana :

R_{min} = nilai minimum jari-jari tikungan jalan (m)

V = kecepatan kendaraan yang direncanakan (km/jam)

e_{maks} = nilai maksimum superelevasi (%)

f_{maks} = batas atas dari koefisien gesekan melintang antara ban kendaraan dan permukaan jalan

Tabel 2.9 Jari-jari lengkung minimum

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R min (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.6.5. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan berperan penting dalam menciptakan transisi yang halus antara segmen jalan lurus dengan tikungan melingkar. Elemen ini ditempatkan sebelum dan sesudah lengkung utama untuk menghindari perubahan alinemen yang tiba-tiba. Panjang lengkung peralihan ditentukan berdasarkan tiga kriteria, yaitu:

1. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan

Waktu tempuh kendaraan di dalam lengkung peralihan yang dibatasi maksimal 2 detik agar perubahan arah tidak terasa mendadak.

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \quad (2.9)$$

2. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian tingkat perubahan kemiringan melintang (r_e), yang dihitung berdasarkan perbedaan antara kemiringan normal dengan superelevasi maksimum dan disesuaikan dengan kecepatan rencana (dengan batas r_e maksimum adalah 0,035 m/m/detik untuk kecepatan ≤ 70 km/jam, dan 0,025 m/m/detik untuk kecepatan ≥ 80 km/jam).

$$L_s = \frac{e_{maks} - e_n}{3,6 * r_e} \quad (2.10)$$

3. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal
Pertimbangan gaya sentrifugal yang timbul akibat pergerakan kendaraan di tikungan. Dari ketiga kriteria ini, nilai panjang lengkung peralihan yang diambil adalah yang paling besar.

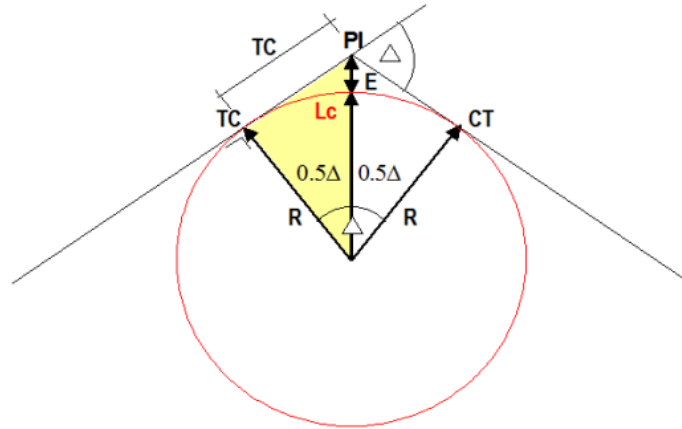
$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R C} - 2,727 \frac{V_R e}{C} \quad (2.11)$$

2.6.6. Jenis-jenis Lengkung Horizontal

Lengkung horizontal terdiri dari beberapa tipe utama, yaitu *full circle*, *spiral-circle-spiral*, dan *spiral-spiral*. Masing-masing memiliki karakteristik dan kondisi penggunaan yang berbeda.

a. Full Circle

Full circle merupakan jenis tikungan dengan bentuk lingkaran penuh dan digunakan ketika nilai superelevasi kurang dari 3%. Gambar tikungan full circle dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Parameter Tikungan Full Circle

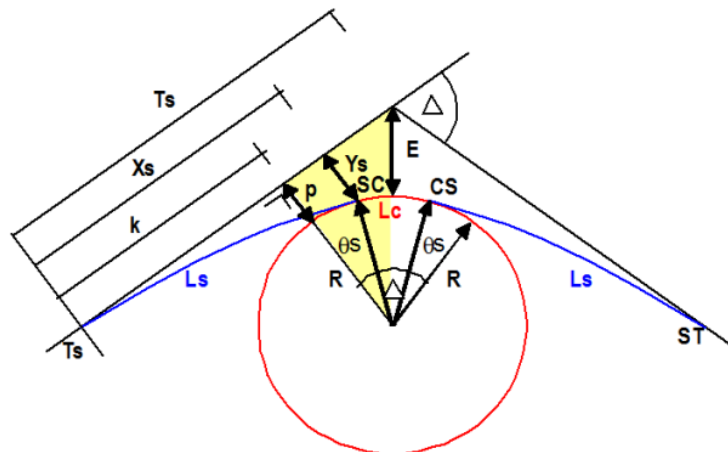
$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.12)$$

$$E = R \tan \frac{1}{2} \Delta \frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} \quad (2.13)$$

$$Lc = \frac{\Delta\pi}{180} R \quad (2.14)$$

b. Spiral-Circle-Spiral

Spiral-circle-spiral adalah kombinasi dari satu lengkung lingkaran yang diapit oleh dua lengkung spiral. Tipe ini digunakan jika superelevasi $\geq 3\%$ dan panjang busur lingkaran melebihi 25 meter.



Gambar 2.4 Parameter Tikungan Spiral-Circle-Spiral

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (2.15)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) * \pi R}{180} \quad (2.16)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.17)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \quad (2.18)$$

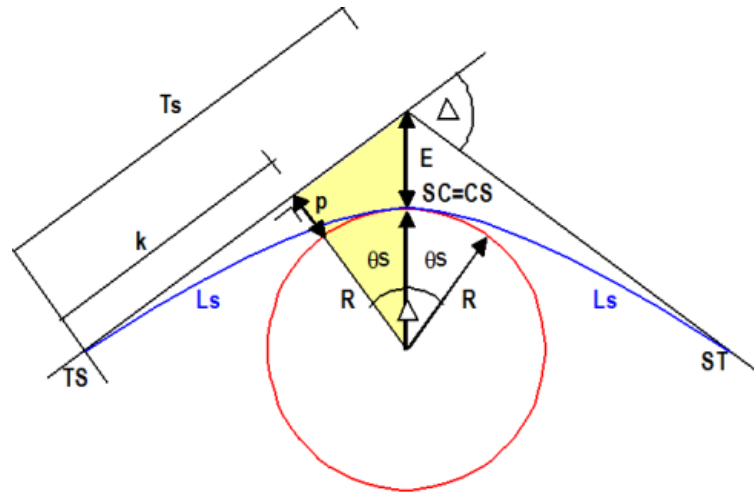
$$T_s = (R + p) * \tan \frac{1}{2} \Delta + k \quad (2.19)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \quad (2.20)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R^2} \right) \quad (2.21)$$

c. *Spiral-Spiral*

Spiral-spiral terdiri dari dua lengkung spiral tanpa busur lingkaran di tengahnya. Digunakan ketika nilai superelevasi $\geq 3\%$ dan panjang busur L_c kurang dari atau sama dengan 25 meter.



Gambar 2.5 Parameter Tikungan *Spiral- Spiral*

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.20)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.21)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \quad (2.22)$$

$$T_s = (R + p) * \tan \theta_s + k \quad (2.23)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \theta_s} - R \quad (2.24)$$

2.7 Alinemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan representasi garis tengah jalan yang ditinjau dari arah vertikal dan ditampilkan dalam bentuk gambar profil memanjang (Gusmulyani, 2019). Elemen ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu segmen lurus dan segmen melengkung. Segmen lurus bisa berupa jalan menanjak (kemiringan bernilai positif), menurun (kemiringan bernilai negatif), maupun datar (tanpa kemiringan). Sedangkan segmen melengkung dibedakan menjadi dua jenis, yaitu lengkungan cembung dan lengkungan cekung.

2.7.1. Kelandaian Minimum

Dari sudut pandang kelancaran lalu lintas, kemiringan ideal adalah kondisi datar (0%). Namun, untuk kepentingan drainase jalan, kondisi ideal justru adalah jalan yang memiliki kemiringan. Kelandaian minimum ditetapkan sebesar 0,5% untuk mendukung fungsi drainase samping, karena kemiringan melintang jalan dan kerb sudah cukup untuk mengarahkan aliran air ke sisi jalan.

2.7.2. Kelandaian Maksimum

Kemiringan maksimum jalan ditentukan guna memastikan kendaraan, khususnya truk bermuatan penuh, mampu melaju tanpa mengalami penurunan kecepatan yang drastic (Rizal, 2022). Penetapan batas kemiringan ini mempertimbangkan kemampuan kendaraan untuk tetap berjalan tanpa harus berpindah ke gigi rendah, serta menjaga agar kecepatan tidak menurun hingga di bawah setengah dari kecepatan awal. Rincian nilai kemiringan maksimum sesuai kecepatan rencana tersedia pada Tabel 2.13.

Tabel 2.10 Kelandaian Maksimum

VR (km/jam)	12 0	11 0	10 0	8 0	6 0	5 0	4 0	<4 0
Kelandaian Maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	1 0	10

(Sumber : Bina Marga, 2021)

2.7.3. Panjang Landai Kritis

Panjang landai kritis merupakan panjang maksimum kemiringan jalan yang masih memungkinkan kendaraan mempertahankan kecepatannya sehingga

penurunan kecepatan tidak melebihi 50% dari kecepatan rencana (VR). Nilai panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.11 Panjang Kritis

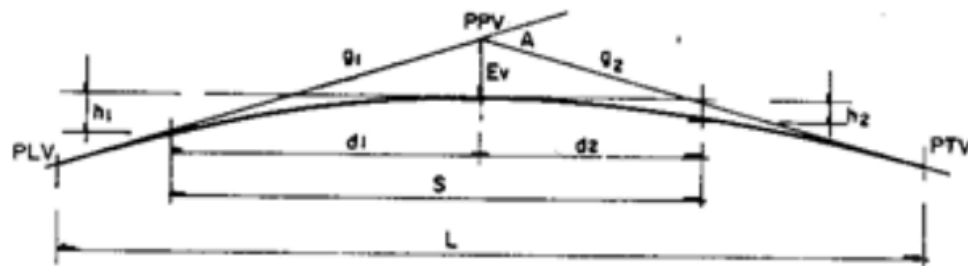
Kecepatan pada awal tanjakan km/jam	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

2.7.4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal digunakan untuk mengakomodasi transisi dari satu kemiringan ke kemiringan lain. Lengkung ini dirancang untuk menjamin keamanan berkendara, kenyamanan pengemudi, serta kelancaran sistem drainase.

1. Lengkung Vertikal Cembung

- Apabila jarak pandang henti lebih kecil daripada panjang lengkung ($S < L$).



Gambar 2.6 Lengkung Vertikal Cembung $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{658} \quad (2.25)$$

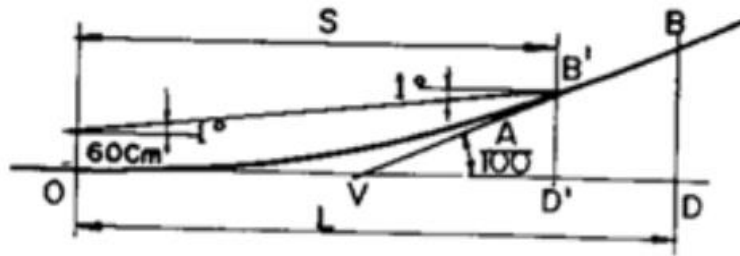
- Apabila jarak pandang henti lebih besar daripada panjang lengkung ($S > L$).

$$L = 2S - \frac{658}{A} \quad (2.26)$$

2. Lengkung Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung juga dikategorikan dalam dua kondisi, yaitu:

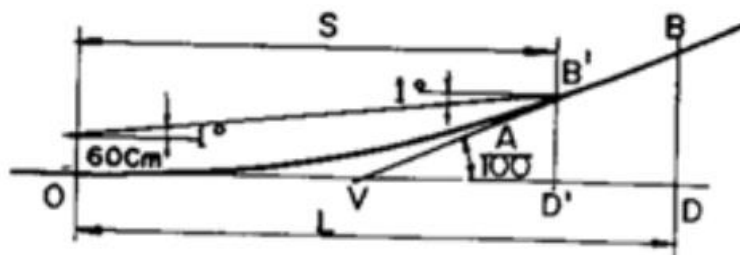
- Apabila jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung ($S < L$).



Gambar 2.7 Lengkung Vertikal Cekung $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{658} \quad (2.25)$$

- b. Apabila jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung ($S > L$).



Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cekung $S > L$

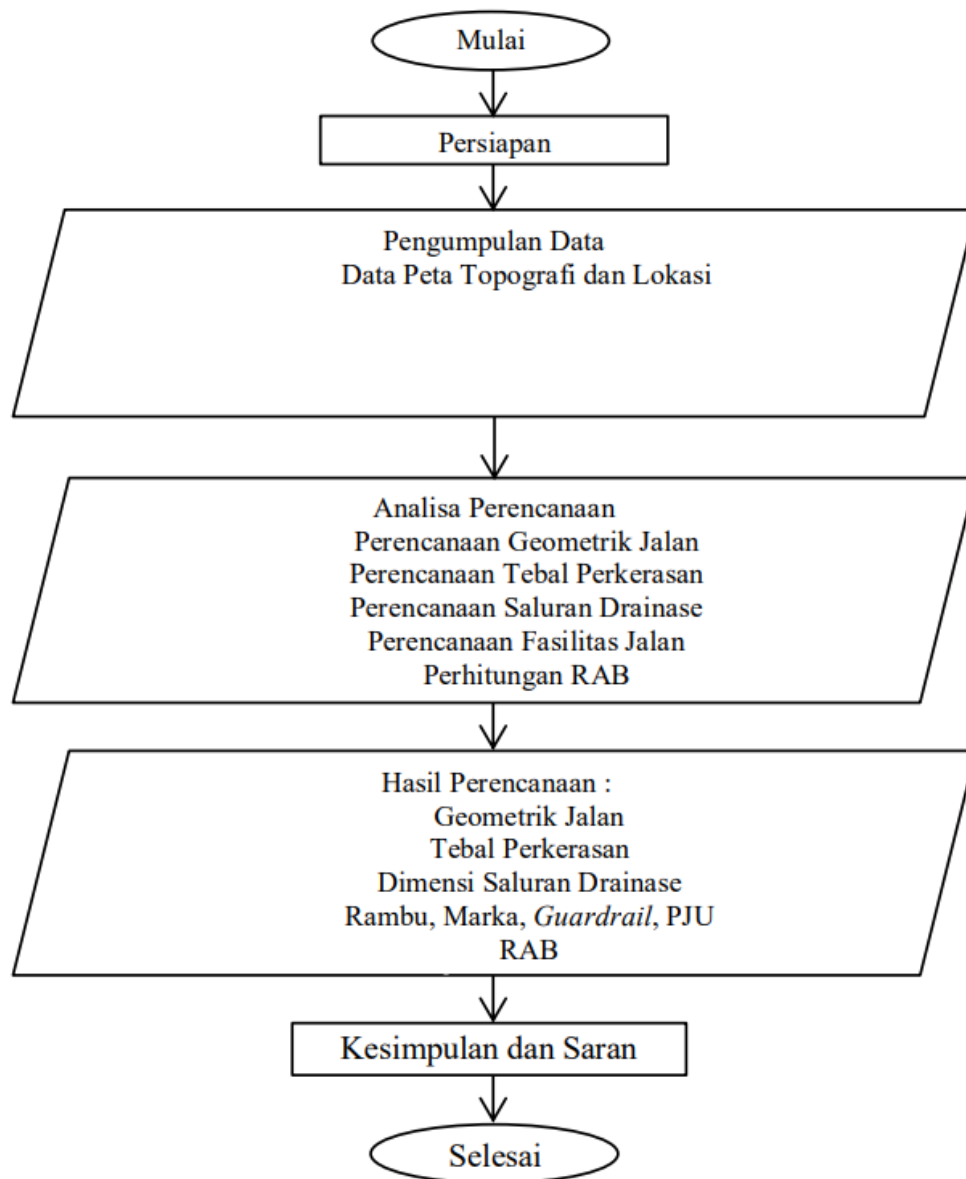
$$L = 2S - \frac{120 - 3,5S}{A} \quad (2.26)$$

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Untuk mempermudah dalam penyusunan laporan ini, maka disusun diagram alir yang menggambarkan keseluruhan tahapan kegiatan. Diagram tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 2.9 Diagram Alir Keseluruhan

3.2 Persiapan

Sebagai dasar dalam penyusunan laporan dan untuk memperdalam pemahaman terhadap materi yang dikaji, dilakukan studi literatur terkait hal-hal berikut:

- a. Studi Lalu Lintas, dimaksudkan untuk mengeksplorasi prinsip-prinsip dasar yang digunakan dalam penghitungan jumlah kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan baru, serta mendalami konsep-konsep penunjang dalam pemodelan sistem transportasi melalui pendekatan *Trip Assignment*.
- b. Desain Geometrik Jalan, bertujuan untuk menelaah konsep-konsep yang berhubungan dengan perencanaan elemen jalan seperti jarak pandang minimum, kecepatan dan jenis kendaraan rencana, volume lalu lintas, kurva transisi, tikungan horizontal, kemiringan jalan, serta komponen geometrik lainnya.
- c. Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur, memiliki tujuan untuk memahami teori-teori perancangan umur pelayanan jalan serta perhitungan dimensi tebal lapisan perkerasan lentur sesuai dengan kondisi lalu lintas dan daya dukung tanah.
- d. Perancangan Sistem Drainase Permukaan Jalan, diarahkan untuk mempelajari dasar-dasar teori dalam merancang saluran drainase tepi jalan, yang mencakup analisis curah hujan rencana, luas area tangkapan air, koefisien aliran, intensitas hujan, debit limpasan permukaan, serta penentuan ukuran saluran yang optimal.

3.3 Pengumpulan Data Sekunder

Peta Topografi diperlukan untuk mengetahui kondisi tata guna lahan dan kontur permukaan tanah guna menentukan alternatif trase jalan. Data ini diperoleh melalui aplikasi Google Earth. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Ngamprah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.4 Analisa Perencanaan

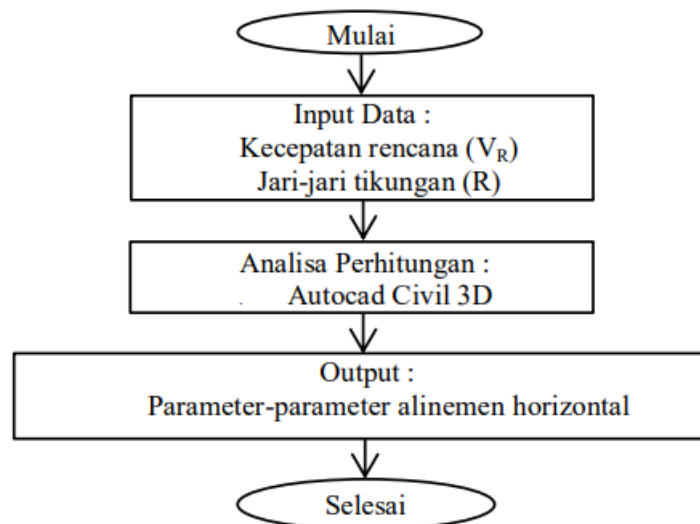
Subbab ini membahas permasalahan teknis berdasarkan teori yang telah dikaji dan data yang diperoleh. Permasalahan teknis yang dianalisis meliputi:

3.4.1. Perencanaan Geometrik Jalan

Data yang digunakan dalam perencanaan geometrik meliputi peta topografi dan kondisi eksisting lokasi. Analisis dilakukan terhadap:

a. Alinemen horizontal.

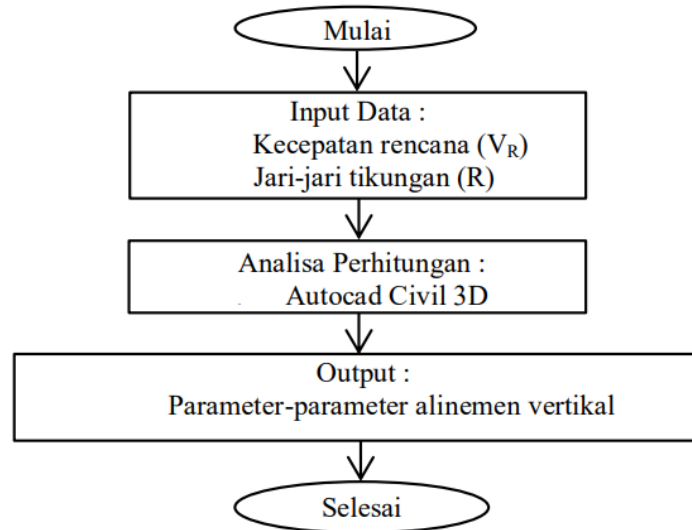
Diagram alir perhitungan alinemen horizontal dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Alinemen Horizontal

b. Alinemen vertikal

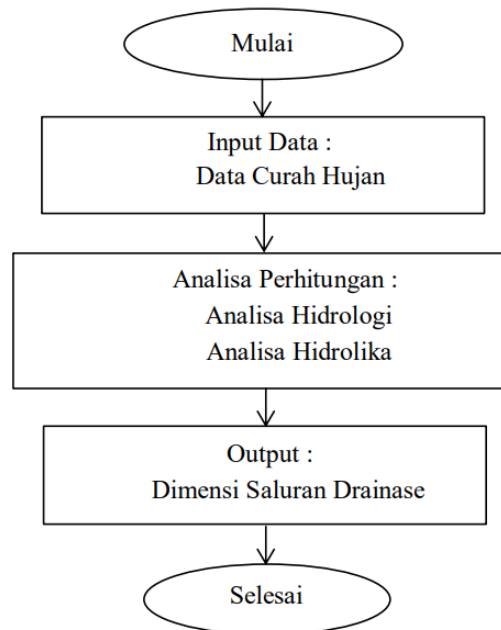
Diagram alir perhitungan alinemen vertikal ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan Alinemen Vertikal

3.4.2. Perencanaan Saluran Drainase

Data utama yang digunakan adalah data curah hujan. Tahapan perencanaan saluran drainase ditunjukkan dalam diagram berikut:

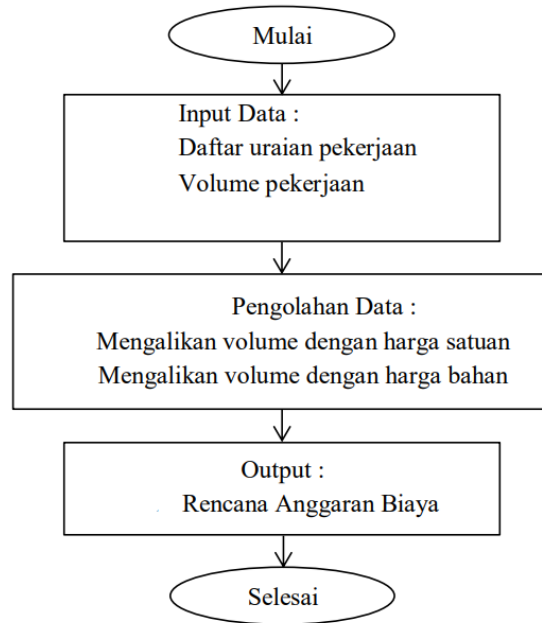


Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan Saluran Drainase

3.4.3. Perencanaan Biaya

Estimasi biaya dilakukan dengan mengacu pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK). Nilai biaya dihitung melalui pengalian antara kuantitas

pekerjaan dan satuan harga yang berlaku. Guna mempermudah proses penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB), maka disusun alur kerja dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan RAB

BAB IV

PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN

4.1 Dasar Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan dilakukan berdasarkan data teknis wilayah Jalan Raya Bandung – Lembang (Kecamatan Ngamprah), dengan rincian sebagai berikut:

Klasifikasi jalan	: Jalan Arteri
Tipe jalan	: Dua lajur, dua arah, tak terbagi (2/2 UD)
Lebar jalan	: 2 x 3,5 m
Lebar bahu	: 2 m
e_{normal}	: 2%

4.2 Perhitungan Alinyemen Horizontal

Pada perencanaan alinyemen horizontal, terdapat tiga opsi jenis tikungan, yakni *Spiral-Circle-Spiral*, *Spiral-Spiral*, dan *Full Circle*. Untuk desain jalan ini, dipilih jenis tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dan *Full Circle* pada kedua tikungan tersebut.

1.2.1. Kemiringan Medan

Kecepatan rencana ditentukan berdasarkan kemiringan tanah di sepanjang jalan. Perhitungan kemiringan dilakukan dengan cara mengukur sejauh 25 m ke kiri dan 25 m ke kanan dari sumbu tengah jalan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan kemiringan tanah berdasarkan peta kontur yang tersedia:

Tabel 4.1 Kemiringan Medan Jalan

Station	Elevasi Kiri	Elevasi Kanan	Kemiringan
0+100,00	682,323	683,563	2,48%
0+200,00	681,709	681,749	0,08%
0+300,00	688,585	682,141	12,89%
0+400,00	687,139	688,064	1,85%
0+500,00	687,624	687,028	1,19%
0+600,00	689,637	688,502	2,27%
0+700,00	688,611	688,546	0,13%

0+800,00	686,424	688,135	3,42%
0+900,00	688,791	687,187	3,21%
0+100,00	682,323	683,563	2,48%
Rata-rata			3,06%

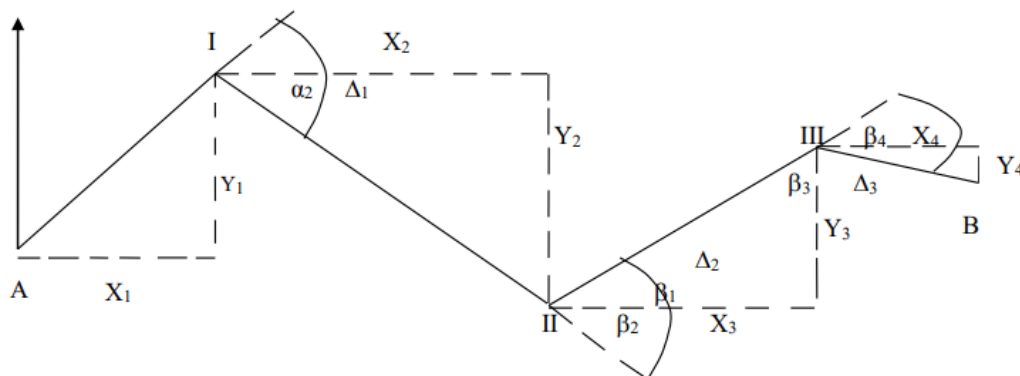
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kemiringan tanah mencapai 3,06%, yang masuk dalam kategori perbukitan. Berdasarkan pedoman Bina Marga, kecepatan rencana yang diperbolehkan di medan perbukitan adalah antara 40 – 70 km/jam. Oleh karena itu, kecepatan rencana yang diambil untuk perencanaan ini adalah 40 km/jam.

1.2.2. Perhitungan Sudut Tikungan

Tabel 4.2 Koordinat Titik

Titik	X	Y
A	798659,381	9228463,985
PI1	798418,301	9228324,816
PI2	798283,295	9227989,994
B	797996,645	9227911,306

Contoh sudut azimuth ditunjukkan pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Dasar Perhitungan Sudut Azimuth

Di bawah ini adalah perhitungan dari sudut azimuth:

$$\Psi_{A-PI1} = \arctan \left| \frac{X_{PI1} - X_A}{Y_{PI1} - Y_A} \right| = \arctan \left| \frac{798418,301 - 798659,381}{9228324,816 - 9228463,985} \right|$$

$$\Psi_{A-PI1} = 60,0^\circ \text{ (Kuadran I)}$$

$$\Psi_{PI1-PI2} = \arctan \left| \frac{X_{PI2} - X_{PI1}}{Y_{PI2} - Y_{PI1}} \right| = \arctan \left| \frac{798283,295 - 798418,301}{9227989,994 - 9228324,816} \right|$$

$$\Psi_{PI1-PI2} = 21,96^\circ \text{ (Kuadran II)}$$

$$\Psi_{PI2-B} = \arctan \left| \frac{X_B - X_{PI2}}{Y_B - Y_{PI2}} \right| = \arctan \left| \frac{797996,645 - 798283,295}{9227911,306 - 9227989,994} \right|$$

$$\Psi_{PI2-B} = 74,65^\circ \text{ (Kuadran I)}$$

$$\Delta_1 = |(\Psi_{PI1-PI2}) - (\Psi_{A-PI1})| = |60,0 - 21,96|$$

$$= 38,043^\circ \rightarrow \text{Lengkung SS (Spiral-Circle-Spiral)}$$

$$\Delta_2 = |(\Psi_{PI2-B}) - (\Psi_{PI1-PI2})| = |74,65 - 21,96|$$

$$= 52,690^\circ \rightarrow \text{Lengkung FC (Full Circle)}$$

Tabel 4.3 Perhitungan Sudut Tikungan

Nama Titik	Sudut Tikungan (°)
Δ_1	41,185
Δ_2	46,343

1.2.3. Jari-jari Tikungan

Ketika kendaraan melewati tikungan dengan superelevasi, akan terjadi gaya gesekan melintang antara ban kendaraan dan permukaan jalan. Untuk mencegah kecelakaan, dihitung jari-jari minimum yang diperlukan untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum. Perhitungan jari-jari tikungan adalah sebagai berikut:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_{\max} + f_m)} = \frac{40^2}{127 (0,008 + 0,165)} = 51,42 \text{ m}$$

Jari-jari tikungan yang direncanakan dalam perencanaan ini adalah sebesar 250 m.

1.2.4. Panjang Lengkung Peralihan

Perhitungan panjang lengkung peralihan (L_s) mempertimbangkan beberapa kondisi yang relevan. Berikut adalah contoh perhitungan panjang lengkung peralihan:

1. L_s berdasarkan *Maximum Relative Gradient* (MRG)

$$L_s = \frac{w n_1 e_d}{\Delta} \times b_w$$

Dimana :

w = Lebar jalan = 3,5 m

n_1 = banyaknya jalan yang di putar

e_d = superelevasi desain

b_w = faktor penyesuaian terhadap jalan yang diputar

Δ = Persentase maksimal untuk gradasi relatif

Tabel 4.4 Maximum Relative Gradient

Table 3-15. Maximum Relative Gradients

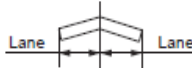
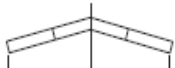
Metric			U.S. Customary		
Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope	Design Speed (mph)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope
20	0.80	1:125	15	0.78	1:128
30	0.75	1:133	20	0.74	1:135
40	0.70	1:143	25	0.70	1:143
50	0.65	1:154	30	0.66	1:152
60	0.60	1:167	35	0.62	1:161
70	0.55	1:182	40	0.58	1:172
80	0.50	1:200	45	0.54	1:185
90	0.47	1:213	50	0.50	1:200
100	0.44	1:227	55	0.47	1:213
110	0.41	1:244	60	0.45	1:222
120	0.38	1:263	65	0.43	1:233
130	0.35	1:286	70	0.40	1:250
			75	0.38	1:263
			80	0.35	1:286

$$L_s = \frac{w n_1 e_d}{\Delta} \times b_w \rightarrow \frac{3,5 \cdot 1 \cdot 4}{0,7} \times 1 = 20 \text{ m}$$

Tabel 4.5 Faktor Penyesuain untuk Jalan yang Diputar

Table 3-16. Adjustment Factor for Number of Lanes Rotated

Metric			U.S. Customary		
Number of Lanes Rotated, n_1	Adjustment Factor,* b_w	Length Increase Relative to One-Lane Rotated, $(= n_1 b_w)$	Number of Lanes Rotated, n_1	Adjustment Factor,* b_w	Length Increase Relative to One-Lane Rotated, $(= n_1 b_w)$
1	1.00	1.0	1	1.00	1.0
1.5	0.83	1.25	1.5	0.83	1.25
2	0.75	1.5	2	0.75	1.5
2.5	0.70	1.75	2.5	0.70	1.75
3	0.67	2.0	3	0.67	2.0
3.5	0.64	2.25	3.5	0.64	2.25

One Lane Rotated	Two Lanes Rotated	Three Lanes Rotated
 Normal Section	 Normal Section	 Normal Section
 Rotated Lane	 2 Lanes Rotated	 3 Lanes Rotated

2. Ls berdasarkan Tabel *Superelevasi Runoff*

Tabel 4.6 Superelevasi Runoof

Table 3-17a. Superelevation Runoff L_r (m) for Horizontal Curves

e (%)	Metric																							
	V _d = 20 km/h		V _d = 30 km/h		V _d = 40 km/h		V _d = 50 km/h		V _d = 60 km/h		V _d = 70 km/h		V _d = 80 km/h		V _d = 90 km/h		V _d = 100 km/h		V _d = 110 km/h		V _d = 120 km/h		V _d = 130 km/h	
	Number of Lanes Rotated. Note that 1 lane rotated is typical for a 2-lane highway, 2 lanes rotated is typical for a 4-lane highway, etc. (See Table 3-16.)																							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)	L _r (m)
1.5	7	10	7	11	8	12	8	13	9	14	10	15	11	16	12	17	12	18	13	20	14	21	15	23
2.0	9	14	10	14	10	15	11	17	12	18	13	20	14	22	15	23	16	25	18	26	19	28	21	31
2.2	10	15	11	16	11	17	12	18	13	20	14	22	16	24	17	25	18	27	19	29	21	31	23	34
2.4	11	16	12	17	12	19	13	20	14	22	16	24	17	26	18	28	20	29	21	32	23	34	25	37
2.6	12	18	12	19	13	20	14	22	16	23	17	26	19	28	20	30	21	32	23	34	25	37	27	40
2.8	13	19	13	20	14	22	16	23	17	25	18	27	20	30	21	32	23	34	25	37	27	40	29	43
3.0	14	20	14	22	15	23	17	25	18	27	20	29	22	32	23	34	25	37	26	40	28	43	31	46
3.2	14	22	15	23	16	25	18	27	19	29	21	31	23	35	25	37	26	39	28	42	30	45	33	49
3.4	15	23	16	24	17	26	19	28	20	31	22	33	24	37	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52
3.6	16	24	17	26	19	28	20	30	22	32	24	35	26	39	28	41	29	44	32	47	34	51	37	56
3.8	17	26	18	27	20	29	21	32	23	34	25	37	27	41	29	44	31	47	33	50	36	54	39	59
4.0	18	27	19	29	21	31	22	33	24	36	26	39	29	43	31	46	33	49	35	53	38	57	41	62
4.2	19	28	20	30	22	32	23	35	25	38	27	41	30	45	32	48	34	52	37	55	40	60	43	65
4.4	20	30	21	32	23	34	24	37	26	40	29	43	32	48	34	51	36	54	39	58	42	63	45	68
4.6	21	31	22	33	24	35	25	38	28	41	30	45	33	50	35	53	38	56	40	61	44	65	47	71
4.8	22	32	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47	35	52	37	55	39	59	42	63	45	68	49	74
5.0	23	34	24	36	26	39	28	42	30	45	33	49	36	54	38	57	41	61	44	66	47	71	51	77
5.2	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47	34	51	37	56	40	60	43	64	46	68	49	74	53	80
5.4	24	36	26	39	28	42	30	45	32	49	35	53	39	58	41	62	44	66	47	71	51	77	56	83
5.6	25	38	27	40	29	43	31	47	34	50	37	55	40	60	43	64	46	69	49	74	53	80	58	86
5.8	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52	38	57	42	63	44	67	47	71	51	76	55	82	60	89
6.0	27	41	29	43	31	46	33	50	36	54	39	59	43	65	46	69	49	74	53	79	57	85	62	93
6.2	28	42	30	45	32	48	34	52	37	56	41	61	45	67	47	71	51	76	54	82	59	88	64	96
6.4	29	43	31	46	33	49	35	53	38	58	42	63	46	69	49	74	52	79	56	84	61	91	66	99
6.6	30	45	32	48	34	51	37	55	40	59	43	65	48	71	51	76	54	81	58	87	63	94	68	102
6.8	31	46	33	49	35	52	38	56	41	61	45	67	49	73	52	78	56	83	60	90	64	97	70	105
7.0	31	47	34	50	36	54	39	58	42	63	46	69	50	76	54	80	57	86	61	92	66	99	72	108
7.2	32	49	35	52	37	56	40	60	43	65	47	71	52	78	55	83	59	88	63	95	68	102	74	111
7.4	33	50	36	53	38	57	41	61	44	67	48	73	53	80	57	85	61	91	65	97	70	105	76	114
7.6	34	51	36	55	39	59	42	63	46	68	50	75	55	82	58	87	62	93	67	100	72	108	78	117
7.8	35	53	37	56	40	60	43	65	47	70	51	77	56	84	60	90	64	96	68	103	74	111	80	120
8.0	36	54	38	58	41	62	44	66	48	72	52	79	58	86	61	92	65	98	70	105	76	114	82	123
8.2	37	55	39	59	42	63	45	68	49	74	54	81	59	89	63	94	67	101	72	108	78	117	84	127
8.4	38	57	40	60	43	65	47	70	50	76	55	82	60	91	64	97	69	103	74	111	80	119	86	130
8.6	39	58	41	62	44	66	48	71	52	77	56	84	62	93	66	99	70	106	76	113	81	122	88	133
8.8	40	59	42	63	45	68	49	73	53	79	58	86	63	95	67	101	72	108	77	116	83	125	91	136
9.0	40	61	43	65	46	69	50	75	54	81	59	88	65	97	69	103	74	110	79	119	85	128	93	139
9.2	41	62	44	66	47	71	51	76	55	83	60	90	66	99	70	106	75	113	81	121	87	131	95	142
9.4	42	63	45	68	48	73	52	78	56	85	62	92	68	102	72	108	77	115	83	124	89	134	97	145
9.6	43	65	46	69	49	74	53	80	58	86	63	94	69	104	74	110	79	118	84	126	91	136	99	148
9.8	44	66	47	71	50	76	54	81	59	88	64	96	71	106	75	113	80	120	86	129	93	139	101	151
10.0	45	68	48	72	51	77	55	83	60	90	65	98	72	108	77	115	82	123	88	132	95	142	103	154
10.2	46	69	49	73	52	79	56	85	61	92	67	100	73	110	78	117	83	125	90	134	97	145	105	157
10.4	47	70	50	75	53	80	58	86	62	94	68	102	75	112	80	119	85	128	91	137	99	148	107	160
10.6	48	72	51	76	55	82	59	88	64	95	69	104	76	114	81	122	87	130	93	140	100	151	109	164
10.8	49	73	52	78	56	83	60	90	65	97	71	106	78	117	83	124	88	133	95	142	102	153	111	167
11.0	50	74	53	79	57	85	61	91	66	99	72	108	79	119	84	126	90	135	97	145	104	156	113	170
11.2	50	76	54	81	58	86	62	93	67	101	73	110	81	121	86	129	92	137	98	148	106	159	115	173
11.4	51	77	55	82	59	88	63	95	68	103	75	112	82	123	87	131	93	140	100	150	108	162	117	176
11.6	52	78	56	84	60	89	64	96	70	104	76	114	84	125	89	133	95	142	102	153	110	165	119	179
11.8	53	80	57	85	61	91	65	98	71	106	77	116	85	127	90	136	97	145	104	155	112	168	121	182
12.0	54	81	58	86	62	93	66	100	72	108	79	118	86	130	92	138	98	147	105	158	114	171	123	185

3. Ls berdasarkan *Gradual Attainment of Lateral Acceleration* (GALA)

$$L_s = 0,021 \times \frac{V_d^2}{R C}$$

Dimana:

V_d = Kecepatan Desain = 40 km/jam

R = Jari-jari lengkung = 250m

C = perpindahan maksimum dalam percepatan lateral = ~ 1.2 m/detik

$$L_s = 0,021 \times \frac{V_d^2}{R C} \rightarrow 0,021 \times \frac{40^2}{250 \times 1,2} = 4,57 \text{ m}$$

4. Ls minimum

$$L_s = \sqrt{24 \times (P_{\min})R}$$

Dimana : $P_{\min}$ = batas minimum lateral antara tangen dan lengkung = ~ 0.2 m

$$L_{s\min} = \sqrt{24 \times (P_{\min})R} \rightarrow \sqrt{24 \times (0,2)250} = 34,64 \text{ m}$$

Dari keempat batas, Ls minimum adalah Ls paling kritis atau menentukan, yakni diambil nilai Ls terbesar, sehingga $L_s = 34,64$ m

5. Ls maksimum

$$L_s = \sqrt{24 \times (P_{\max})R}$$

Dimana : $P_{\max}$ = batas maksimum lateral antara tangen dan lengkung = ~ 1 m

$$L_{s\min} = \sqrt{24 \times (P_{\max})R} \rightarrow \sqrt{24 \times (1)250} = 77,46 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan batas batas dari Ls desain sebesar :

$$L_{s\min} = 34,64 \text{ m}$$

$$L_{s\max} = 77,46 \text{ m}$$

Sehingga nilai $L_{s\text{desain}}$ yang dipilih adalah 77 m.

1.2.5. Parameter Lengkung S-C-S

Dari hasil perhitungan superelevasi (e) sebelumnya, didapat bahwa jenis tikungan titik PI-1 adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah contoh perhitungan parameter tikungan S-C-S pada titik PI-1.

- θ_s , yaitu sudut putar dari lengkung spiral sepanjang L_s atau bisa disebut dengan sudut spiral.

$$\theta_s = \frac{90^\circ}{\pi} \times \frac{L_s}{R} = \frac{90^\circ}{\pi} \times \frac{77}{250} = 8,824^\circ$$

- b. θ_c , yaitu sudut putar dari lengkung lingkaran sepanjang L_c , atau biasa disebut dengan sudut lingkaran.

$$\theta_c = \Delta_1 - (2 \times \theta_s) = 38,043^\circ - (2 \times 8,824^\circ) = 20,396^\circ$$

- c. L_c , yaitu panjang lengkung dari SC sampai CS.

$$L_c = \frac{\theta_c \times \pi \times R}{180^\circ} = \frac{20,396^\circ \times \pi \times 250}{180^\circ} = 88,995 \text{ m} > 20 \text{ m}$$

- d. X_c , yaitu jarak antara titik TS dengan titik SC atau titik CS dengan titik ST pada arah sejajar garis *tangent*.

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} = 77 - \frac{77^3}{40 \times 250^2} = 76,817 \text{ m}$$

- e. Y_c , yaitu jarak pergeseran garis lengkung/busur lingkaran dari titik singgung TS atau ST pada arah tegak lurus garis *tangent*.

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R} = \frac{77^2}{6 \times 250} = 3,953 \text{ m}$$

- f. K , yaitu jarak pergeseran garis lengkung/busur lingkaran dari titik singgung TS atau ST pada arah sejajar terhadap garis *tangent*.

$$K = X_c - R \sin(\theta_s) = 76,817 - 250 \sin(8,824^\circ) = 38,469 \text{ m}$$

- g. P , yaitu jarak pergeseran garis lengkung/busur lingkaran dari titik singgung TS atau ST pada arah tegak lurus terhadap garis *tangent*.

$$P = Y_c - R \times (1 - \cos(\theta_s)) = 3,953 - 250 \times (1 - \cos(8,824^\circ)) = 0,994 \text{ m}$$

- h. T_s , yaitu jarak antara titik P1 dengan titik TS atau ST.

$$\begin{aligned} T_s &= (R + P) \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta_1\right) + K \\ &= (250 + 0,994) \times \tan\left(\frac{1}{2} 38,043^\circ\right) + 38,469 = 124,999 \text{ m} \end{aligned}$$

- i. E_c , yaitu jarak minimum antara titik P1 dengan garis lengkung.

$$\begin{aligned} E_c &= (R + P) \times \sec\left(\frac{1}{2} \Delta_1\right) - R \\ &= (250 + 0,994) \times \sec\left(\frac{1}{2} 38,043^\circ\right) - 250 = 15,491 \text{ m} \end{aligned}$$

- j. L_c , yaitu panjang lengkung dari SC sampai CS.

$$L_c = \frac{\theta_c}{180^\circ} \times \pi \times R = \frac{20,396^\circ}{180^\circ} \times \pi \times 250 = 20,396 \text{ m}$$

k. L, yaitu panjang lengkung total dari titik TS sampai ST.

$$L = 2 \times L_s + L_c = 2 \times 77 + 20,396 = 242,995$$

Cek *overlap* 1 antara titik A dengan PI₁

$$\begin{aligned} Ts + 2/3 L_s + 30 &\leq d_{A-PI1} \\ 124,999 + 2/3(75) + 30 &\leq 278,365 \text{ m} \\ 204,999 \text{ m} &\leq 2278,365 \text{ m (Tidak Overlap)} \end{aligned}$$

Pelebaran Bahu Jalan

$$\begin{aligned} b' &= n \left(R - \sqrt{R^2 - 37,21} \right) + (n - 1) \left(\sqrt{R^2 + 16,08} - R \right) + 0,105 \frac{V_r}{\sqrt{R}} \\ &= 2 \left(250 - \sqrt{250^2 - 37,21} \right) + (2 - 1) \left(\sqrt{250^2 + 16,08} - 250 \right) 0,105 \frac{40}{\sqrt{250}} \\ &= 0,15 \text{ m} < 0,6 \text{ m} \text{ sehingga } b' \text{ dapat diabaikan} \end{aligned}$$

Stasioning pada SCS ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{STA A} &= 0+000 \text{ m} \\ \text{STA TS} &= \text{STA.A} + d_{A-PI1} - Ts \\ &= 0+000 + 278,365 - 124,99 \\ &= 0+153,367 \text{ m} \\ \text{STA SC} &= \text{STA.TS} + L_s \\ &= 0+153,367 + 77 \\ &= 0+230,367 \text{ m} \\ \text{STA CS} &= \text{STA.SC} + L_c \\ &= 0+230,367 + 20,396 \\ &= 0+319,361 \text{ m} \\ \text{STA ST} &= \text{STA.CS} + L_s \\ &= 0+319,361 + 77 \\ &= 0+396,361 \text{ m} \end{aligned}$$

1.2.6. Parameter Lengkung F-C

Berdasarkan perhitungan superelevasi (e) yang dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa tikungan pada titik PI-1 merupakan tipe *Full Circle* (FC). Berikut adalah contoh perhitungan parameter tikungan FC untuk titik PI-2.

- a. Berdasarkan nilai tabel dengan $R = 200$ m, $L_s = 65$ m
b. T_c , yaitu titik peralihan dari tangen horizontal ke lengkung horizontal (*circle*).

$$T_c = R \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta_2\right) = 200 \times \tan\left(\frac{1}{2} 52,690^\circ\right) = 99,041 \text{ m}$$

- c. E_c , yaitu jarak minimum antara titik P1 dengan garis lengkung.

$$E_c = T_c \times \tan\left(\frac{1}{4} \Delta_2\right) = 99,041 \times \tan\left(\frac{1}{4} 52,690^\circ\right) = 23,179 \text{ m}$$

- d. L_c adalah panjang busur lingkaran, dari titik TC ke titik CT.

$$L_c = \frac{\Delta_2 \times 2\pi \times R}{360^\circ} = \frac{52,690^\circ \times 2\pi \times 200}{360^\circ} = 183,922 \text{ m}$$

Dalam perencanaan stasioning kelandaian, stasioning pada tikungan *full circle* (FC) ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{STA TC} &= \text{STA ST} + d_{\text{PI1-PI2}} - T_{s1} - T_c \\ &= (0+396,361) + 297,254 - 124,99 - 99,0412 \\ &= (0+533,336) \text{ m} \\ \text{STA CT} &= \text{STA PI}_2 - L_c \\ &= (0+533,336) - 183,922 \\ &= (0+717,258) \text{ m} \\ \text{STA B} &= \text{STA CT} + d_{\text{PI2-B}} - T_c \\ &= (0+717,258) + 297,54 - 99,041 \\ &= 0+915,471 \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal

Perencanaan alinyemen vertikal terbagi menjadi dua kategori, yaitu alinyemen vertikal berbentuk cembung dan cekung. Dalam proses perencanaan ini, perhitungan alinyemen vertikal dilakukan dengan memperhatikan jarak pandang yang diperlukan untuk penghentian kendaraan.

Tabel 4.7 Data Stasioning Dan Elevasi

Titik	Stasioning	Elevasi (m)
A	0+000	663,976
PI ₁	0+274,80	662,976
PI ₂	0+625,2	661,992
B	0+915,43	662,984

$$g_1 = \frac{\text{Elevasi PI. 1} - \text{Elevasi A}}{\text{STA PI. 1} - \text{STA A}} \times 100\% \rightarrow \frac{662,976 - 663,976}{274,80 - 0} \times 100\% = 0$$

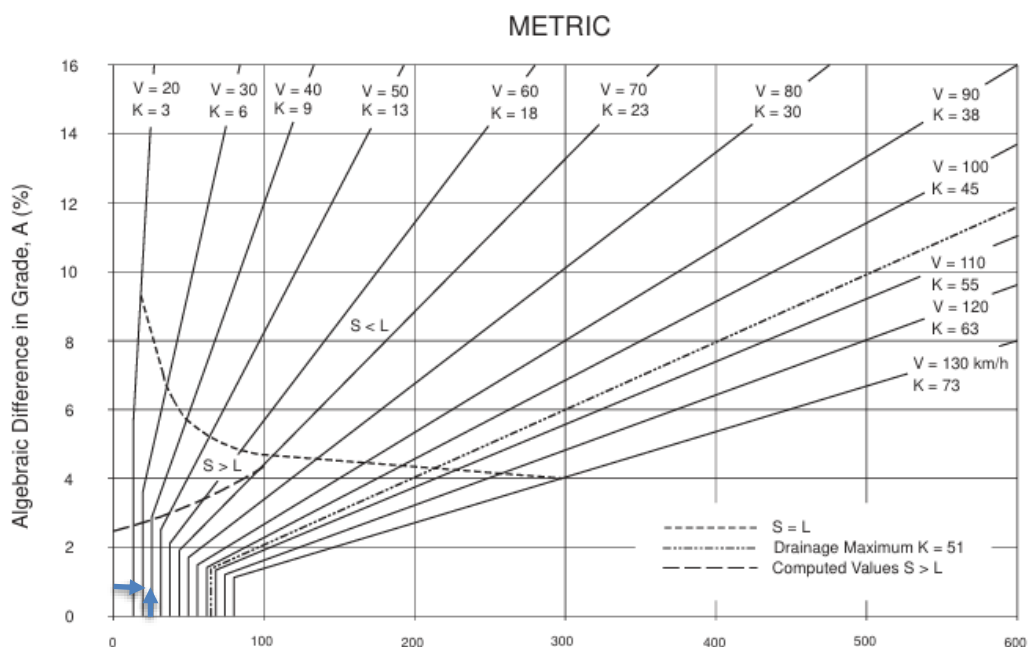
$$g_2 = \frac{\text{Elevasi PI. 2} - \text{Elevasi PI. 1}}{\text{STA PI. 2} - \text{STA PI. 1}} \times 100\% \rightarrow \frac{661,992 - 662,976}{625,2 - 274,80} \times 100\% \\ = -0,002$$

$$g_3 = \frac{\text{Elevasi B} - \text{Elevasi PI. 2}}{\text{STA B} - \text{STA PI. 2}} \times 100\% \rightarrow \frac{662,984 - 661,992}{915,43 - 625,2} \times 100\% = 0,003$$

Untuk PV_1

$$A_1 = g_1 - g_2 \\ = 0 - (-0,002) \\ = 0,002 \text{ (Cembung)}$$

Berdasarkan grafik panjang lengkung vertikal cembung menurut AASTHO *Figure 3-44 Design Controls for Sag Vertical Curves*, dengan $A_1=0,002\%$ dan $V_r = 40$ km/jam didapat lengkung vertikal minimum ± 25 m. Untuk margin keamanan, maka diambil nilai L_v rencana = 50m.



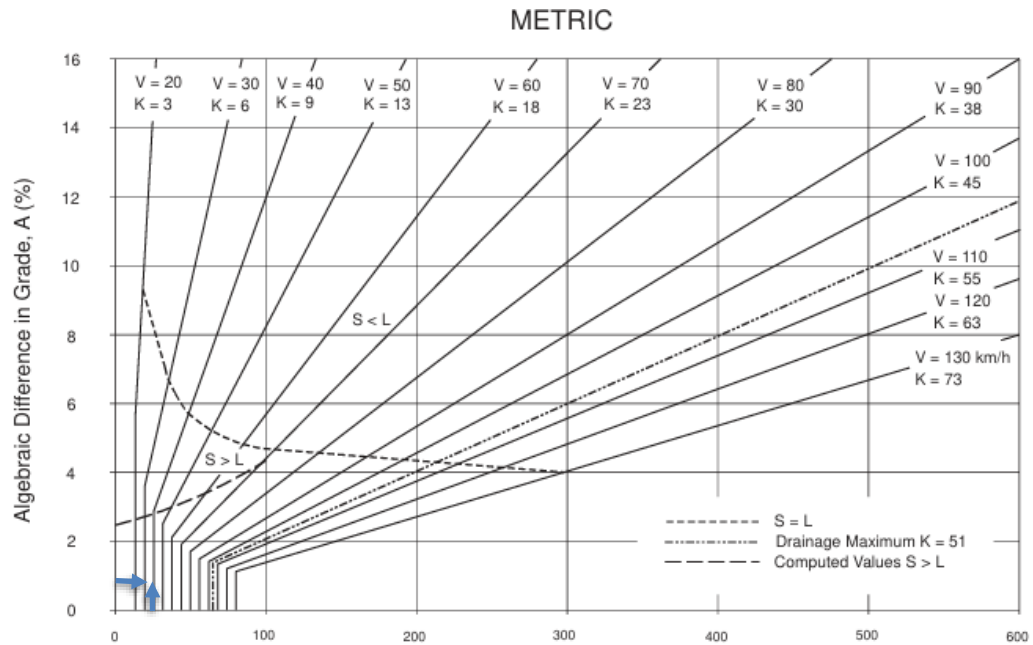
Gambar 4.2 Panjang Lengkung Vertikal Cembung

$$Ev1 = \frac{A_1 \times Lv1}{800} = \frac{0,002\% \times 50}{800} = 1,25 \cdot 10^{-6}$$

Untuk PV_2

$$\begin{aligned} A_2 &= g_2 - g_3 \\ &= -0,002 - 0,003 \\ &= -0,005 \% \text{ (Cekung)} \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik panjang lengkung vertikal cembung menurut AASTHO *Figure 3-44 Design Controls for Crest Vertical Curves*, dengan $A_2=0,005\%$ dan $V_r=40$ km/jam didapat lengkung vertikal minimum ± 35 m. Untuk margin keamanan, maka diambil nilai L_v rencana = 50m.



Gambar 4. 3 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung

$$Ev2 = \frac{A2 \times Lv2}{800} = \frac{0,005\% \times 50}{800} = 3,125 \cdot 10^{-6}$$

Penyesuaian elevasi untuk setiap stasioning perlu dihitung, dimana perhitungan tersebut dapat dilihat pada penjabaran perhitungan dibawah

Pada PV_1 (LV Cembung)

$$STA PV_1 = 0+274,80$$

$$Vr = 40 \text{ km/jam}$$

$$Lv_1 = 50 \text{ m}$$

$$STA PLPV_1 = STA PV_1 - \frac{1}{2}Lv_1$$

$$= 274,8 - \frac{1}{2} \times 50$$

$$= 0+249,8$$

$$STA PTV_1 = STA PV_1 + \frac{1}{2}Lv_1$$

$$= 274,8 + \frac{1}{2} \times 50$$

$$= 0+299,8$$

Pada PV_2 (LV Cekung)

$$STA PV_2 = 0+625,2$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$L_{v1} = 50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PLPV}_1 &= \text{STA PV}_1 - \frac{1}{2}L_{v1} \\ &= 652,2 - \frac{1}{2} \times 50 \\ &= 0+627,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV}_1 &= \text{STA PV}_1 + \frac{1}{2}L_{v1} \\ &= 652,2 + \frac{1}{2} \times 50 \\ &= 0+677,2 \end{aligned}$$

Segmen A-PV₁

$$g_1 = 0\%$$

$$\text{STA A} = 0+000$$

$$\text{Elevasi STA A} = 663,976 \text{ m}$$

$$\text{STA 0+100} = 0+100$$

$$\text{Elevasi STA 0+100} = \text{elevasi A} + (g_1 (\text{STA 0+100} - \text{STA A}))$$

$$\text{Elevasi STA 0+100} = 663,976 + (0 (100 - 0))$$

$$\text{Elevasi STA 0+100} = 663,976 \text{ m}$$

$$\text{STA 0+200} = 0+200$$

$$\text{Elevasi STA 0+200} = \text{elevasi A} + (g_1 (\text{STA 0+200} - \text{STA 100}))$$

$$\text{Elevasi STA 0+200} = 663,976 + (0 (200 - 100))$$

$$\text{Elevasi STA 0+200} = 663,976 \text{ m}$$

$$\text{STA 0+300} = 0+300$$

$$\text{Elevasi STA 0+300} = \text{elevasi A} + (g_1 (\text{STA 0+300} - \text{STA 200}))$$

$$\text{Elevasi STA 0+300} = 663,976 + (0 (300 - 200))$$

$$\text{Elevasi STA 0+300} = 663,976 \text{ m}$$

$$\text{STA } 0+400 = 0+400$$

$$\text{Elevasi STA } 0+400 = \text{elevasi A} + (g_1 (\text{STA } 0+400 - \text{STA } 300))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+400 = 663,976 + (0 (400 - 300))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+400 = 663,976 \text{ m}$$

Segmen PV_1 - PV_2

$$g_2 = -0,002\%$$

$$\text{STA } PV_1 = 0+274,8$$

$$\text{Elevasi STA } PV_1 = 662,976 \text{ m}$$

$$\text{STA } 0+500 = 0+500$$

$$\text{Elevasi STA } 0+500 = \text{elevasi } PV_1 + (g_1 (\text{STA } 0+500 - \text{STA } PV_1))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+500 = 662,976 + (-0,002 (500 - 274,8))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+500 = 652,525 \text{ m}$$

$$\text{STA } 0+600 = 0+600$$

$$\text{Elevasi STA } 0+600 = \text{elevasi } PV_1 + (g_1 (\text{STA } 0+600 - \text{STA } PV_1))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+600 = 662,976 + (-0,002 (600 - 274,8))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+600 = 662,325 \text{ m}$$

$$\text{STA } 0+700 = 0+700$$

$$\text{Elevasi STA } 0+700 = \text{elevasi } PV_1 + (g_1 (\text{STA } 0+700 - \text{STA } PV_1))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+700 = 662,976 + (-0,002 (700 - 274,8))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+700 = 662,125 \text{ m}$$

$$\text{STA } 0+800 = 0+800$$

$$\text{Elevasi STA } 0+800 = \text{elevasi } PV_1 + (g_1 (\text{STA } 0+800 - \text{STA } PV_1))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+800 = 662,976 + (-0,002 (800 - 274,8))$$

$$\text{Elevasi STA } 0+800 = 661,925 \text{ m}$$

Segmen PV_2 -B

$$g^3 = 0,003\%$$

$$\text{STA PV}_2 = 0+625,2$$

$$\text{Elevasi STA PV}_2 = 661,992 \text{ m}$$

$$\text{STA B} = 0+916,43$$

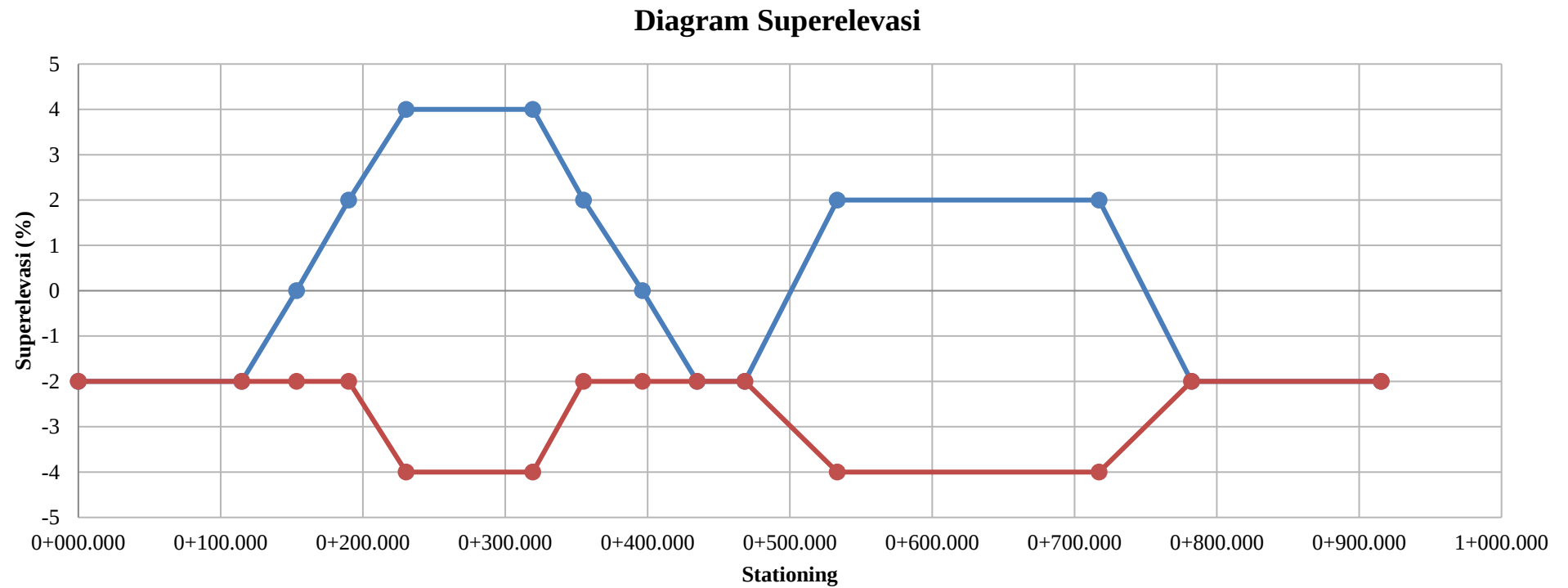
$$\text{Elevasi STA B} = 662,984 \text{ m}$$

4.4 Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan yang diterapkan pada permukaan jalan di lengkungan horizontal untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan. Tujuan utama dari penerapan superelevasi adalah untuk membantu kendaraan agar tetap stabil saat melaju di tikungan dengan memanfaatkan gaya berat kendaraan itu sendiri. Semakin besar nilai superelevasi yang diterapkan, semakin besar pula gaya berat yang bisa diterima oleh kendaraan. Namun, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi batasan maksimum dari nilai superelevasi di jalan, antara lain kondisi cuaca, dengan daerah yang sering hujan memerlukan pengaturan yang lebih hati-hati.

Faktor topografi juga memainkan peran penting, karena daerah datar biasanya membutuhkan superelevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah perbukitan. Selain itu, faktor lingkungan seperti apakah jalan tersebut berada di perkotaan atau luar kota juga mempengaruhi nilai superelevasi, di mana superelevasi maksimum sebaiknya lebih kecil di area perkotaan dibandingkan di daerah luar kota.

Nilai maksimum superelevasi (e) dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi jalan dan lingkungan sekitar. Pada jalan yang licin atau saat berkabut, batas maksimum superelevasi disarankan tidak lebih dari 8%. Di daerah perkotaan, nilai ini lebih rendah, berkisar antara 4% hingga 6%.



Gambar 4.4 Diagram Supereleva

4.5 Galian dan Timbunan

Galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) adalah dua kegiatan utama dalam pekerjaan tanah yang bertujuan untuk menyesuaikan elevasi permukaan tanah dengan desain perencanaan jalan. Galian dilakukan pada area yang lebih tinggi dari elevasi yang direncanakan dengan cara menggali untuk mencapai ketinggian yang diinginkan. Material hasil galian sering digunakan untuk menimbun area lain atau dibuang. Sebaliknya, timbunan dilakukan pada area yang lebih rendah dari desain dengan menambahkan material tanah untuk mencapai elevasi yang diinginkan.

Keseimbangan antara volume galian dan timbunan sangat penting untuk mengurangi biaya transportasi material dan meningkatkan efisiensi proyek. Kualitas material timbunan harus memenuhi standar teknis untuk memastikan stabilitas dan ketahanan jalan yang dibangun.

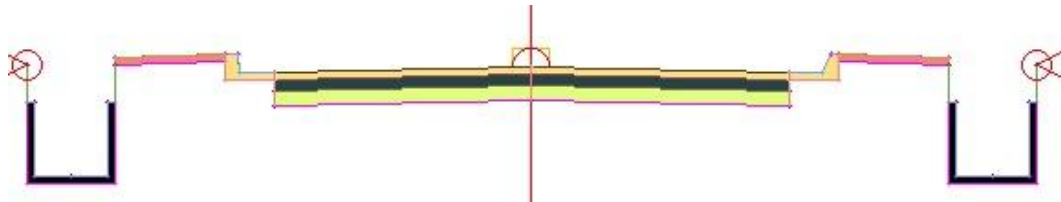
Tabel 4.8 Galian dan Timbunan

Station	Cut Area	Cut Volume	Reusable Volume	Fill Area	Fill Volume	Cum. Cut Vol.	Cum. Reusable Vol.	Cum. Fill Vol.	Cum. Net Vol.
0+000.000	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+100.000	0.73	64.96	64.96	0.28	14.21	64.96	64.96	14.21	50.75
0+200.000	0.36	54.66	54.66	0.17	22.98	119.62	119.62	37.19	82.44
0+300.000	0.14	24.90	24.90	1.87	102.16	144.52	144.52	139.35	5.17
0+400.000	2.05	108.93	108.93	0.07	96.74	253.45	253.45	236.08	17.37
0+500.000	0.00	102.46	102.46	0.71	38.84	355.92	355.92	274.92	80.99
0+600.000	0.09	4.76	4.76	1.43	107.07	360.68	360.68	381.99	-21.31
0+700.000	5.28	267.81	267.81	0.00	71.25	628.49	628.49	453.23	175.26
0+800.000	5.02	514.41	514.41	0.00	0.00	1142.89	1142.89	453.23	689.66
0+900.000	3.81	441.54	441.54	0.00	0.00	1584.43	1584.43	453.23	1131.20
0+915.428	5.58	72.49	72.49	0.00	0.00	1656.92	1656.92	453.23	1203.69

4.6 Potongan Melintang

Rencana potongan melintang jalan untuk jenis jalan arteri, yang menghubungkan berbagai area penting, akan menggunakan desain penampang jalan 2/2 UD dengan lebar 3,5 meter per lajur. Trotoar adalah area jalan yang berfungsi untuk pejalan kaki dan terletak di samping jalur kendaraan. Kereb berfungsi sebagai pembatas antara jalur lalu lintas dan trotoar yang mempengaruhi kapasitas dan kecepatan lalu lintas. Jalan dua arah dengan lebih dari empat lajur memerlukan median. Lebar median minimal terdiri dari jalur tepian 0,25-0,50

meter dan pemisah jalur. Drainase permukaan berfungsi untuk mengalirkan air hujan yang berlebih dari jalan ke saluran alami atau buatan manusia. Di daerah perkotaan, drainase bisa menggunakan sistem tertutup atau terbuka, tergantung pada kondisi dan kebutuhan wilayah



Gambar 4.5 Potongan Melintang Jalan

4.7 Rambu Jalan

Di beberapa kota, banyak ditemukan rambu lalu lintas yang tidak efektif, terutama ikon-ikon yang tidak sesuai dengan ukuran atau penempatannya. Hal ini menyebabkan kebingungan bagi pengendara jalan, sehingga respon mereka terhadap informasi rambu menjadi terlambat. Jenis-jenis rambu yang sering dibutuhkan antara lain:

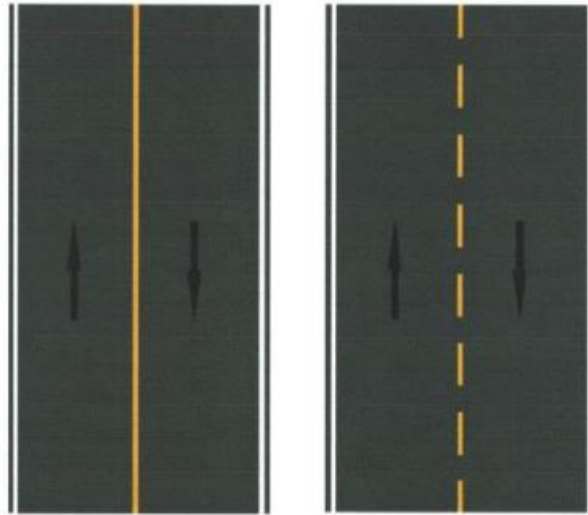
Tabel 4.9 Rambu Lalulintas

No	Rambu	Jumlah
1	Petunjuk Jurusan	1
2	Fasilitas Penyebrangan Jalan Kaki	1
3	Lokasi SPBU	1
4	Peringatan Tikungan Kiri	1
5	Peringatan Tikungan Kanan	1
6	Larangan kecepatan > 40 km/jam	1

4.8 Perencanaan Marka Jalan

Dalam perencanaan jalan ini, terdapat dua jenis marka yang diterapkan, yaitu: pertama, marka memanjang berupa garis putus-putus yang berfungsi untuk membatasi lajur jalan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan RI No. 34 Tahun 2014, setiap segmen marka memiliki panjang 3 meter dengan jarak antar

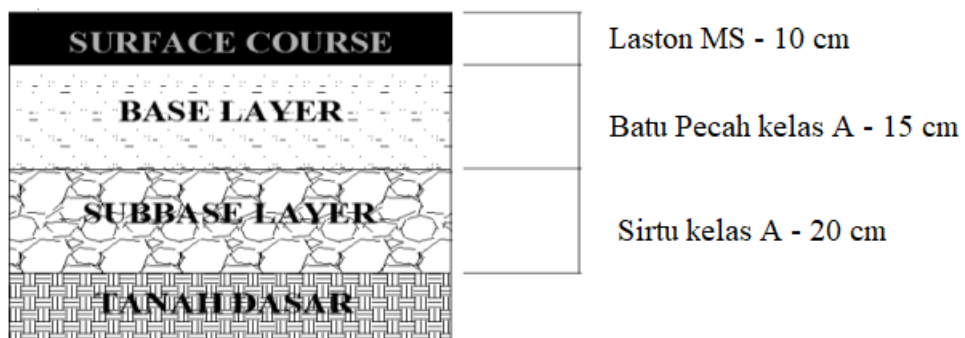
marka sekitar 5 meter, khusus untuk jalan dengan kecepatan di bawah 60 km/jam. Kedua, marka memanjang berupa garis kontinu yang umumnya diterapkan pada tikungan jalan, bertujuan untuk mencegah kendaraan berpindah jalur. Berdasarkan peraturan yang sama, lebar garis marka ini berkisar antara 10 hingga 12 cm.



Gambar 4.6 Marka Jalan

4.9 Perkerasan Jalan

Tebal perkerasan lentur menggunakan aspal dengan lapisan pondasi berbutir direncanakan untuk umur jalan 20 tahun, dengan struktur perkerasan jenis FFF4. Setiap lapisan memiliki ketebalan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan standar teknis yang berlaku.



Gambar 4.7 Struktur Lapis Perkerasan

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis pada Laporan ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tikungan pada PI-1 menggunakan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), Jari-jari lengkung rencana yang diterapkan adalah 250 meter, yang dirancang untuk menangani Ls sebesar 77 m.
2. Tikungan pada PI-2 menggunakan tipe *Full Circle* (FC), yang memiliki bentuk melingkar sempurna tanpa transisi kelandaian tambahan seperti pada tipe SCS. Dengan jari-jari lengkung rencana 200 meter dan Ls 60 m.
3. Dengan data teknis perencanaan tipe jalan 2/2UD, lebar jalur 3,5 m, lebar trotoar 1,5 m dan dengan kecepatan rencana 40 km/jam.
4. Dari hasil perhitungan didapatkan tebal masing-masing lapisan perkerasan lentur Laton MS tebal 10 cm, batu pecah kelas A tebal 15 cm dan sirtu kelas A dengan tebal 20 cm.
5. Mengenai rambu jalan menggunakan 5 jenis rambu sebagai petunjuk dan larangan yang dipasang disepanjang jalan, digunakan juga marka jalan dan lampu penerangan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyiyah, N. (2016). *Pemodelan Sistem Suspensi Kendaraan Dengan Menggunakan Software Solidwork. Institut Teknologi Sepuluh November, 1.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pedoman Disain Geometrik Jalan (20/SE/Db/2021). In Pedoman Desain Geometrik Jalan (20/SE/Db/2021) (Vol. 59, Issue December).*
- Gusmulyani. (2019). *Evaluasi Alinemen Vertikal Jalan Luar Kota (Studi Kasus Ruas Jalan Proklamasi Teluk Kuantan-Pekanbaru). Jps, 1(2).*
- Hamdani, D., & Anisarida, A. A. (2020). IDENTIFIKASI KAPASITAS RUAS JALAN LETJEN IBRAHIM ADJIE STA. 3 +100 DI PERLINTASAN SEBIDANG KERETA API KOTA TASIKMALAYA. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC), 1(1).*
<https://doi.org/10.51988/vol1no1bulanjulitahun2020.v1i1.7>
- Hardi, D., & Ernawati, E. (2016). *Pengawasan Pemanfaatan Dan Penggunaan Bagian - Bagian Jalan Oleh Dinas Bina Marga Kota Pekanbaru. Doctoral Dissertation, Riau University, 3(1).*
- Istiar, & Wicaksono, M. B. (2016). *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur. JURNAL TEKNIK ITS, 5(2).*
- Izzaty, R. E., Astuti, B., & Cholimah, N. (2016). *Kajian Geometrik Jalan Raya Pada Bundaran Arteri Baru Porong Sidoarjo. Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*
- Noviyanti, N., & Putra, I. M. (2023). DAMPAK PERBAIKAN JALAN TERHADAP KONDISI SOCIAL EKONOMI MASYARAKAT DESA KLUMPANG KEBUN KECAMATAN HAMPARAN PERAK KABUPATEN DELI SERDANG. *Jurnal Darma Agung, 31(3).*
<https://doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3418>
- Pemerintah Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006. Peraturan Pemerintah No. 34.*
- Rumbyarso, Y. P. A. (2024). *PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PERALATAN BERAT PADA PROYEK JALAN TOL SEMARANG –*

DEMAK SEKSI 1C KM 35+400 SAMPAI DENGAN 36+400.
Mechonversio: Mechanical Engineering Journal, 6(2).
<https://doi.org/10.51804/mmej.v6i2.16427>

Sasongko, R. (2018). Survey Rekayasa Konstruksi. In *Google Books*.

Sukwanti, T. K. (2012). Kajian Dampak Perubahan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Akibat Pengalihan Arus Lalu Lintas dari Ruas jalan Cadas Pangeran ke Jalur Alternatif. *Journal of Regional and City Planning*, 23(1). <https://doi.org/10.5614/jpwk.2012.23.1.1>

Sumarsono, A. M. (2022). ANALISIS ALINYEMEN HORIZONTAL DAN ALINYEMEN VERTIKAL BERDASARKAN BINA MARGA TAHUN 2021. (Jl. Wahid Hasyim KM 01 s/d KM 02, Desa Bapangan, Kabupaten Jepara). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, 10(2). <https://doi.org/10.33603/jki.v10i2.7411>