

**EVALUASI GEOMETRIK JALAN KERETA API LINTAS
LABUHAN BELAWAN**

SKRIPSI

OLEH:

JULIYADI

178110090



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/5/24

Access From (repository.uma.ac.id)28/5/24

EVALUASI GEOMETRIK JALAN KERETA API LINTAS LABUHAN BELAWAN

SKRIPSI

OLEH:

JULIYADI

178110090



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/5/24

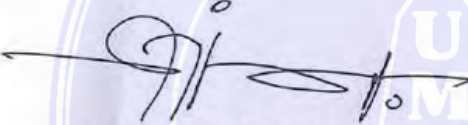
ii

Access From (repository.uma.ac.id)28/5/24

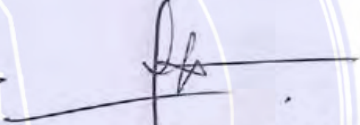
HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Geometrik Jalan Kereta Api Lintas Labuhan Belawan
Nama : Juliyadi
NPM : 178110090
Fakultas : Teknik

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing


Ir. Melloukey Ardan, M.T

Pembimbing I


Ir. Suranto, S.T., M.T

Pembimbing II


Dr. Rahmadsyah S.Kom., M.Kom

Dekan


Tika Ernita Watanidari, S.T., M.T

Ka. Program Studi

Tanggal Lulus: 9 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 9 Agustus 2023

Juliyadi
178110090


**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Juliyadi
NPM : 178110090
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Geometrik Jalan Kereta Api Lintas Labuhan Belawan. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 9 Agustus 2023
Yang menyatakan


(Juliyadi)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di medan pada tanggal 01 juli 1999 dari ayah Muhammad Amri dan ibu Aisyah. penulis merupakan putra tunggal. Tahun 2017 penulis lulus dari MAS Darul Arafah dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa fakultas Teknik universitas medan area pada tahun 2020 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di proyek Pembangunan jembatan titi payung medan marelan



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini dengan judul Evaluasi Geometrik Jalan Kereta Api Lintas Labuhan Belawan Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir. Suranto, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Meloukey Ardan, MT selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman – teman saya yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Juliyadi)



ABSTRAK

Labuhan Belawan merupakan salah satu kota yang memiliki pelabuhan di Indonesia yang berlokasi di kecamatan Medan Belawan. Penggunaan transportasi berbasis jalan rel dirasakan sangat efektif dan efisien dalam melayani tingginya tuntutan kebutuhan pergerakan dikarenakan transportasi berbasis jalan rel memiliki kapasitas dan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan transportasi berbasis jalan raya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi geometri jalan rel Medan Belawan Geometri jalan rel dievaluasi berdasarkan pada beban lintas yang merupakan turunan dari jumlah demand angkutan eksiting dan tipe kereta yang melintasinya dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan lingkungan. Parameter yang digunakan sebagai berikut .Rel :R54, Beban gandar :18 ton, Lebar spoor :1067 mm, Jarak Bantalan :60 cm, Type penambat :Pendrol, Tikungan PI 1, Type tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan yang tersedia 96 km/jam, dilakukan peninggian setinggi 110 cm, pelebaran tikungan 10 mm. Tikungan PI 2, Type tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan tersedia 100 km/jam, peninggian sebesar 110 cm, pelebaran tikungan 10 mm. Tikungan PI 3, Type tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan 105 km/jam, peninggian sebesar 110 cm, pelebaran tikungan 5 mm.

Kata kunci: Evaluasi geometrik, Jalan Kereta Api, Peninggian Rel

ABSTRACT

Medan Belawan is one of the cities that has a port in Indonesia which is located in Medan Belawan sub-district. The use of rail-based transportation is considered very effective and efficient in serving the high demands of movement needs because rail-based transportation has a higher capacity and speed than road-based transportation. This study was conducted with the aim of evaluating the geometry of the Medan Belawan rail road. Rail road geometry is evaluated based on the traffic load which is a derivative of the number of existing transportation demands and the type of train that crosses it by considering safety, comfort, economy and environmental factors. The parameters used are as follows: Rail :R54, Axle load :18 tons, Spoor width :1067 mm, Bearing Distance :60 cm, Tether type :Pendrol, Bend PI 1, Type of SCS bend using a transition curve, available speed 96 km/h, 110 cm elevation, 10 mm bend widening. Bend PI 2, Type SCS bend using a transition curve, available speed 100 km/h, elevation of 110 cm, bend widening of 10 mm. Bend PI 3, Type SCS bend using a transitional arch, speed 105 km/h, elevation of 110 cm, bend widening 5 mm.

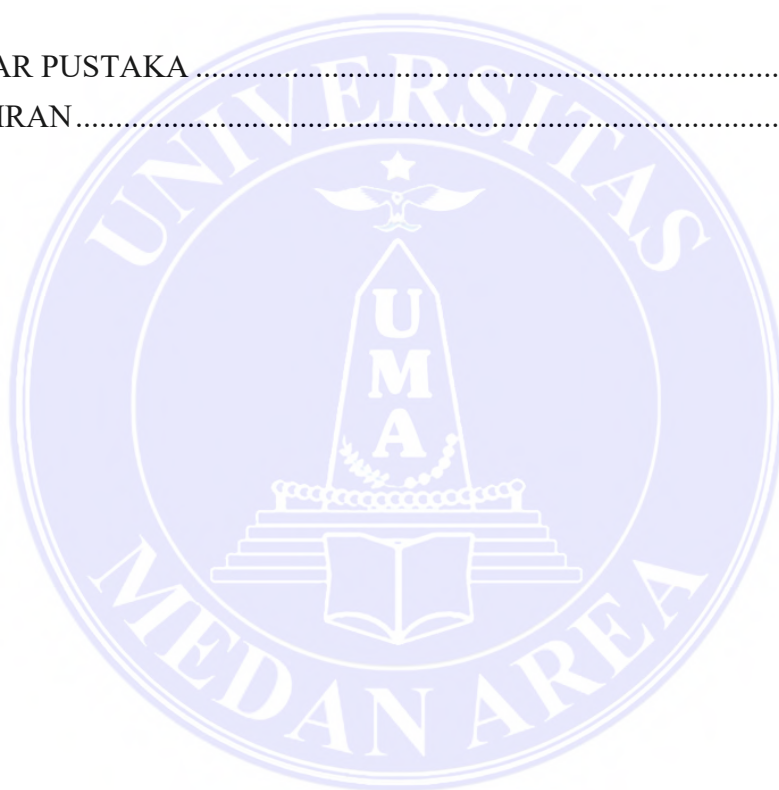
Keywords: *Geometric Evaluation, Railroad, Elevation*

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGHANTAR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Maksud.....	3
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Perencanaan kontruksi jalan rel.....	13
2.3 Geometrik jalan rel	14
2.3.1 Lebar Sepur.....	15
2.3.2 Lengkung Horizontal	15
2.3.3 Kelandaian	17
2.3.4 Landai Pada Lengkung atau Terowongan	19
2.3.5 Lengkung Vertikal	19
2.3.6 Penampang Melintang	19
2.4 Susunan Rel.....	20
2.4.1 Tipe dan Karakteristik Penampang.....	20
2.4.2 Wesel	23
2.4.3 Penambat rel	25
2.4.4 Bantalan	26

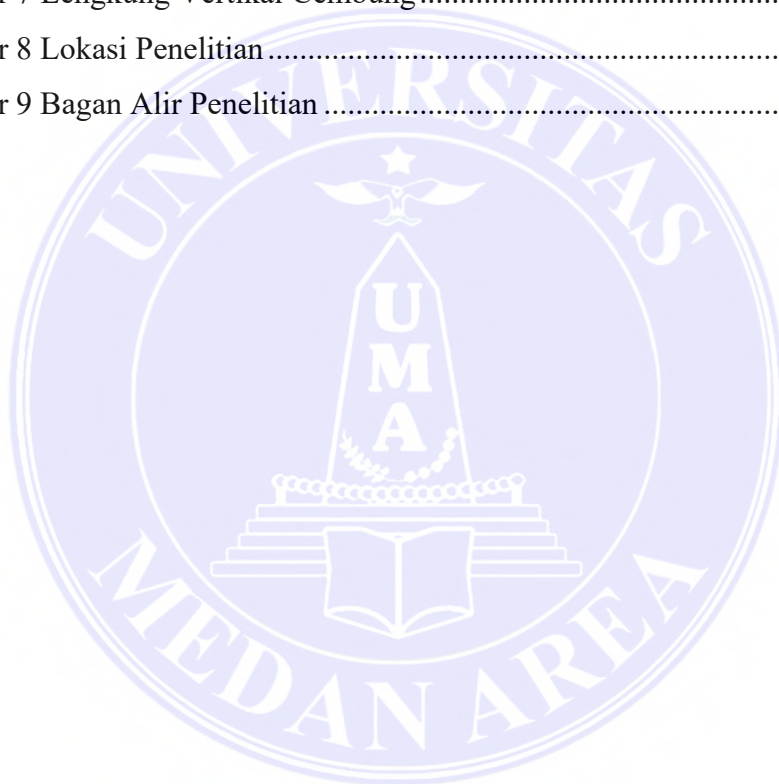
2.4.5	Balas.....	29
2.4.6	Lapisan balas atas	29
2.4.7	Lapisan balas bawah	30
2.4.8	Kepadatan	30
2.5	Parameter perencanaan.....	30
2.5.1	Data perencanaan.....	30
2.6	Kriteria desain	31
2.6.1	Kecepatan.....	31
2.6.2	Lengkung Horizontal	32
2.6.3	Lengkung vertical	35
2.6.4	Kelandaian	35
2.7	Kecepatan rencana.....	37
2.8	Alinyemen Horizontal	37
2.8.1	Tanpa lengkung peralihan.....	38
2.8.2	Dengan lengkung peralihan (spiral circle spiral).....	38
2.9	Perancangan Alinyemen Horizontal.....	40
2.10	Alinyemen Vertikal.....	40
2.10.1	Dasar perhitungan	41
2.11	Karakteristik Transportasi Kereta Api Keunggulan.....	43
2.11.1	Keunggulan	43
2.11.2	Kelemahan.....	44
2.12	Perbandingan Prasarana Jalan dan Rel Kereta Api.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....		45
3.1	Jenis penelitian	45
3.2	Tempat Penelitian.....	45
3.3	Tahapan penelitian	46
3.4	Jenis data	47
3.5	Bagann alir penelitian.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Hasil perhitungan PI.1	49
4.1.1	Data tikungan.....	49
4.1.2	Tikungan full circle.....	49
4.1.3	Tikungan Spiral Circle Spiral (Lengkung Peralihan)	50
4.1.4	Kesimpulan	52
4.1.5	Pelebaran tikungan.....	52
4.2	Hasil perhitungan PI.2.....	52
4.2.1	Data tikungan	52
4.2.2	Tikungan full circle.....	53
4.2.3	Tikungan Spiral Circle Spiral (Lengkung Peralihan)	54
4.2.4	Kesimpulan	55
4.2.5	Pelebaran tikungan.....	55
4.3	Hasil Perhitungan PI.3.....	56
4.3.1	Data tikungan.....	56
4.3.2	Tikungan full circle.....	56

4.3.3 Tikungan Spiral Circle Spiral (Lengkung Peralihan)	57
4.3.4 Kesimpulan	59
4.3.5 Pelebaran tikungan.....	59
4.4 DATA PERHITUNGAN PI.1	61
4.4.1 Data tikungan.....	61
4.4.2 Tikungan full circle.....	61
4.4.3 Kesimpulan	62
4.4.4 Pelebaran tikungan.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xvii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 penampang rel (PD PJAK No.10 Tahun 1986).....	21
Gambar 2 karakteristik penampang rel (PD PJKA No.10 Tahun 1986).....	23
Gambar 3 Lengkung horizontal tanpa lengkung peralihan	38
Gambar 4 Lengkung Horizontal dengan Lengkung Peralihan.....	38
Gambar 5 Lengkung vertikal	41
Gambar 6 Lengkung Vertikal Cekung	43
Gambar 7 Lengkung Vertikal Cembung	43
Gambar 8 Lokasi Penelitian	45
Gambar 9 Bagan Alir Penelitian	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Persyaratan Perencanaan Lengkungan (PD PJKA No.10 Tahun 1986) ..	16
Tabel 2 Pelebaran Sepur (PD PJKA No.10 Tahun 1986)	17
Tabel 3 Pengelompokan lintas berdasar pada kelandaian (PD PJKA No.10 tahun 1986)	17
Tabel 4 landai penentu maksimum (PD PJKA No.10 tahun 1986)	18
Tabel 5 jari-jari minimum lengkung vertikal (PD PJKA No.10 Tahun 1986)	19
Tabel 6 Kelaas jalan dan tipe relnya (PD PJKA No.10 Tahun 1986).....	20
Tabel 7 karakteristik penampang rel (PD PJKA No.10 Tahun 1986)	20
Tabel 8 komposisi kimia rel (PD PJKA No.10 tahun 1986).....	21
Tabel 9 Panjang minimum rel Panjang (PD PJKA No.10 Tahun 1986).....	22
Tabel 10 Klasifikasi dan Standar Jalan Rel Lebar 1067 mm (Permenhub No.60 Tahun 2012)	30
Tabel 11 Jari-Jari Minimum Yang Diiijinkan (Permenhub No.60 Tahun 2012) ...	32
Tabel 12 Pelebaran Jalan Rel Untuk 1067 mm (Permenhub No.60 Tahun 2012)	34
Tabel 13 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal (Permenhub No.60 Tahun 2012)	35
Tabel 14 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal (Permenhub No.60 Tahun 2012)	40
Tabel 15 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengerjaan Pengukuran	66
Lampiran 2. Dokumentasi Pengerjaan Pengukuran	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu bidang yang menunjang kegiatan masyarakat sehari-hari tanpa adanya transportasi kegiatan manusia akan mengalami keterhambatan dalam prosesnya. Salah satu transportasi jalan kereta api merupakan moda transportasi darat yang sangat dibutuhkan oleh pengguna jasa karena moda transportasi ini memiliki banyak keunggulan dari moda transportasi yang lain yaitu memiliki kapasitas angkutan massal, waktu tempuh yang lebih pasti serta tujuan pemberhentian yang bisa menjangkau pusat-pusat perekonomian.

Stasiun belawan merupakan stasiun kereta api yang terletak di Belawan II, Medan Kota Belawan, Kota Medan, Sumatra Utara. Stasiun ini berada di Devisi Regional 1 Sumatra Utara dan NAD. Stasiun belawan merupakan stasiun akhir dari rangkaian kereta api pengangkut barang-barang yang dibawa dari sejumlah daerah seperti Rantau Perapat, Asahan, Lubuk Pakam dan sekitarnya. Stasiun belawan sudah sempat tidak difungsikan lagi sebagai tempat untuk menaik turunkan penumpang karena semakin banyaknya angkutan yang melayani dengan moda transportasi lain.

Belawan adalah wilayah Pelabuhan dimana aktifitas yang meliputi pengangkutan barang dan penumpang dalam kapasitas besar yang terjadi dalam waktu yang berdekatan dan mengakibatkan banyaknya moda transportasi yang digunakan orang-orang untuk mengangkut barang maupun penumpang maka dari

itu peran moda transportasi kereta api sangat diperlukan untuk mengangkut barang dan penumpang dalam kapasitas besar dengan waktu tempuh yang lebih pasti dan efisien untuk menghindari kemacetan.

Keberadaan kereta api pengangkut barang dan penumpang diharapkan mampu menjadi moda yang aman, nyaman dan efisien digunakan oleh karena itu akan dilakukan perencanaan ulang geometrik jalan rel kereta api yang lama agar dapat dilalui kereta api pengangkut barang dan penumpang karena jalan rel yang digunakan untuk kereta api pengangkut barang dan penumpang harus memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan jalan rel hanya untuk kereta api pengangkut barang. Hal ini karena kereta api pengangkut barang dan penumpang biasanya memiliki lebih banyak kereta dibandingkan kereta api pengangkut barang. Maka dari itu berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan diatas penulis tertarik untuk meneliti perencanaan ulang geometrik jalan rel kereta api pengangkut barang dan penumpang ini.

1.2 Perumusan Masalah

Hal yang menjadi permasalahan dalam tugas akhir ini adalah Bagaimana merencanakan ulang geometrik jalan rel kereta api pengangkut barang untuk dapat dilalui oleh kereta api pengangkut barang dan penumpang yang memiliki kapasitas yang berbeda?

1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari penelitian tugas akhri ini adalah Mengevaluasi perencananan geometrik jalan rel kereta api lintas labuhan belawan yang dialihkan menjadi kereta api pengangkut barang dan penumpang.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhri ini adalah untuk mendapatkan hasil dari perencanaan ulang geometrik jalan rel kereta api lintas labuhan belawan dalam hal peningkatan-peningkatan yang dibutuhkan untuk kereta api pengangkut barang dan penumpang.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai masukan terhadap perkembangan pembangunan perkeretaapian di Sumatra utara
2. Sebagai sumbangan pemikiran terhadap pihak-pihak terkait dalam hal transportasi khususnya jalan rel

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Tidak membahas tentang perencanaan system drainase
2. Tidak membahas tentang rencana anggaran biaya
3. Tidak membahas tentang waktu pelaksanaan proyek
4. Tidak membahas tentang fasilitas tambahan yang akan dibangun

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah penelitian-penelitian serupa yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang sangat penting dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Berikut beberapa penelitian serupa yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya :

1. Febrianto nyoto putro (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Perencanaan Ulang Jalan Rel Kereta Api Jalur Rel Ganda Di Bojonegoro Surabaya Km 159,600 Sampai Dengan Km 161,000 M”. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan trase jalankereta api jalur ganda, agar dapat merencanakan geometrik jalan kereta api meliputi perhitungan dan plotting alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal trase jalur ganda, dan agar dapat mengontrol kestabilan tanah dari longsor dengan progam geoslope.

Metode penelitian perencanaan jalur rel ganda bojonegoro – surabaya diperlukan data primer dan sekunder dengan tujuan agar dapat menarik kesimpulan dalam menentukan standar perencanaan yang tepat, oleh karena itu perlu dilakukan inventarisasi data melalui survei instansional, interview dengan pihak yang kebijakannya mempunyai pengaruh dan hubungan terhadap kesempurnaan perencanaan, serta pengamatan langsung lapangan terhadap kondisi jalan untuk menganalisa secara visual kondisi lingkungan rencana jalur.

Berdasarkan Analisa dan perhitungan perencanaan ulang jalan kereta api jalur rel ganda Bojonegoro – Surabaya km 159+600 sampai dengan km 161+000 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Berdasarkan kecepatan rencana sebesar 100 km/jam dan kelas jalan III serta kontrol tegangan rel yang digunakan, maka rel yang dipakai di jalur ini adalah rel type R54. Bantalan yang digunakan pada jalur kereta api ini adalah bantalan beton yang dipasang dengan jarak 60 cm. Jenis penambat yang digunakan adalah penambat jenis EG (Elastis Ganda). Karena jalur rel ganda ini menyambung dengan jalur lama di Sepur 2 maka wesel yang dipakai pada jalur kereta api ini adalah jenis wesel dengan type Wesel biasa kiri dan Wesel biasa kanan. Pada kontrol stabilitas tanah didapat angka keamanan yang kurang dari faktor keamanan yang diijinkan sehingga perlu adanya perbaikan permukaan tanahnya dengan cara mengupas tanah asli sedalam 60 cm dan diganti dengan urugan sirtu sehingga setelah dikontrol ulang didapat nilai faktor keamanan sebesar $4,496 > 3,000$ dari faktor keamanan yang diijinkan

Geometri jalan rel didesain berdasarkan pada beban lintas yang merupakan turunan dari jumlah demand angkutan eksiting dan tipe kereta yang melintasinya dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan lingkungan. Pada perancangan jalan rel ini menggunakan jalan rel dengan kelas jalan I dengan double track dan lebar sepur 1435mm sepanjang 39,173 km. Jalan rel ini direncanakan dengan 7 lengkung horisontal (dengan jari-jari 1400m) yang menggunakan tipe lengkung Spiral Circle Spiral (SCS) dan 6 lengkung vertikal (dengan jari-jari minimum 15736,5 m). Struktur jalan rel ini terdiri dari rel R60, penambat elastic ganda, bantalan beton, tebal balas

30 cm dan sub balas 30 cm. Drainase samping di buat seragam dengan bentuk segi empat dengan dimensi lebar x tinggi yaitu 50 x 30 cm, tinggi jagaan 38,7 cm. Penampang gorong-gorong yang digunakan berbentuk lingkaran dengan diameter seragam sebesar 0,60m.

2. Rizqi Nugroho, Giovanny, Moga, Bambang (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Perencanaan Reaktif Jalan Rel Kereta Api Koridor Magelang – Ambarawa”. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan lalu lintas diruasjalan raya semarang – magelang (magelang – ambarawa) dan untuk menurunkan kepadatan transportasi di jalan raya.

Metode penelitian Dalam perencanaan trase, sebelum menentukan trase akhir yang akan ditetapkan untuk perencanaan reaktivasi jalan rel kereta api koridor Magelang – Ambarawa, terlebih dahulu dievaluasi trase lama atau trase eksisting. Untuk kondisi eksisting jalan rel, secara keseluruhan kondisi fisiknya sudah hilang, dan sudah beralih fungsi menjadi fasilitas umum seperti tertimbun jalan raya dan tertimbun trotoar. Adapun kondisi fisik yang masih terlihat hanya tersisa $\pm 10\%$ dari total panjang jalan rel yang saat ini sudah tidak beroperasi. Berikut adalah klasifikasi dan ranking dari pada trase untuk perencanaan reaktivasi jalan rel kereta api koridor Magelang – Ambarawa

Berdasarkan hasil indentifikasi masalah, analisis data, dan perencanaan reaktivasi jalan rel kereta api koridor Magelang – Ambarawa, ditetapkan kesimpulan sebagai berikut. Lalu lintas jalan raya pada lintas Semarang – Magelang mengalami kenaikan arus lalu lintas, derajat kejenuhan jalan raya

meningkat, waktu tempuh meningkat dan kecepatan kendaraan menurun. Pengembangan moda transportasi berbasis jalan rel sebagai alternatif moda transportasi jalan raya dengan potensi penumpang kereta api sebesar 2038 pnp/hari dan potensi angkutan barang sebesar 7,7 ton/hari. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 5, Nomor 2, Tahun 2016, Halaman 93-93. Adanya jalur e ksisting yang mendukung untuk dilakukannya reaktivasi sepanjang 21,9 km. Kondisi trase eksisting sebagian besar sudah beralih fungsi dan ada yang sudah tidak terlihat tubuh jalan relnya. Namun stasiun Ambarawa masih aktif digunakan sebagai kereta api wisata. Penetapan kelas 4 sebagai kelas jalan rel berdasarkan ketentuan dan dengan spesifikasi teknis sebagaimana tercantum dalam PM Perhubungan No. 60 tahun 2012, KM Perhubungan No. 52 tahun 2000 dan PD PJKA No.10 tahun 1986. Direncanakan pemanfaatan trase eksisting sepanjang 21,9 km dan trase baru atau realinyemen trase sepanjang 13,1 km.

3. Murniati (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Tinjauan Geometrik Jalan Rel Kereta Api Trase Puruk Cahu - Bangkuang – Batanjung (STA 212 + 000 - STA 213 + 000)”. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui apakah trase rencana pada STA 212+000 – STA 213+000 dapat digunakan untuk pembangunan jalan rel kereta api, Mendapatkan alinemen horizontal dan vertikal jalan rel yang sesuai dengan persyaratan spesifikasi, Merencanakan susunan jalan rel yang digunakan. Menghitung volume galian dan timbunan serta gambar yang diperlukan untuk perencanaan.

Metode penelitian yang digunakan ini adalah studi kasus, dalam laporan skripsi ini dibutuhkan tahapan pengerjaan yang teratur dan sistematis agar

mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan di akhir penyusunan penelitian ini.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu: 1. Trase rencana jalan rel STA 212+000 – STA 213+000 dapat digunakan karena termasuk dalam zona rawan gempa bumi rendah. Artinya kawasan ini tidak memiliki potensi terjadinya retakan tanah, pelulukan longsor dan pergeseran tanah akibat gempa bumi. Serta tidak terdapat daerah sesar yang dapat merusak konstruksi jalan rel. Perencanaan geometrik jalan rel meliputi alinemen horizontal vertikal. Dari hasil perhitungan kapasitas angkut lintas, maka kelas jalan rel termasuk kelas jalan rel kelas III dengan kecepatan rencana 125 km/jam. Berdasarkan potongan melintang jalan rel, dengan segmen per 100 m. Maka hasil perhitungan volume galian tanah dasar adalah 17230,79 m³ dan volume timbunan tanah dasar sebesar 81586 m³. Sedangkan volume timbunan balas bawah sebesar 1160 m³ dan timbunan balas atas sebesar 3053,919695 m³.

4. Nurwanda sari, Muhammad abi, ahkmad musalim (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Perencanaangeometrik Jalan Rel Trase Bakauheni – Sudimulyo”. Penelitian ini bertujuan untuk perencanaan struktur, dan perencanaan emplasemen & wesel. Geometrik jalan rel didesain berdasarkan pada beban lintas yang merupakan turunan dari jumlah demand angkutan eksiting dan tipe kereta yang melintasinya dengan mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan lingkungan.

Metode penelitian yang digunakan ini adalah studi kasus, dalam laporan skripsi ini dibutuhkan tahapan pengerjaan yang teratur dan sistematis agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan di akhir penyusunan penelitian ini.

Beberapa hal yang dapat ditarik sebagai Geometrik Jalan Rel : Alinyemen Horisontal Perancangan alinyemen horisontal membutuhkan 7 tikungan dengan menggunakan tipe lengkung SCS. Setiap tikungan mempunyai jari-jari sebesar 1400m, dengan peninggian rel 75 mm dan panjang lengkung peralihan sebesar 90 meter. Alinyemen Vertikal Perancangan lengkung vertikal menggunakan landai penentu maksimum sebesar 10 %. Perancangan lengkung vertikal ini menghasilkan 6 lengkung vertikal dengan jari-jari lengkung vertikal berturut-turut dari lengkung 1 hingga 6 yaitu 17390m, 21529m, 20979m, 185295m, 28356m, dan 15737m. Struktur dan Drainase Jalan Rel. Struktur Jalan Rel Perancangan struktur jalan rel lintas Bakauheni-Sidomulyo yang meliputi struktur atas dan struktur bawah, menghasilkan desain struktur sebagai berikut.

- Struktur bangunan atas menggunakan Rel R60, bantalan beton dengan dimensi panjang 2740 mm x 330 mm x 220 mm. Jarak antar bantalan adalah 60 cm untuk sepanjang track. Penambat menggunakan jenis elastis ganda (pandrol). - Struktur bangunan bawah menghasilkan tebal balas (d1) 30 cm, lebar balas (k1) 265 cm, tebal sub balas (d2) 30 cm. Total volume timbunan sebesar 11.999.335,36 m³ dan volume galian tanah total adalah sebesar 15.419.682,99 m³. Drainase Jalan Rel Didapatkan dari hasil perhitungan dimensi drainase samping yang berbeda-beda, sehingga untuk memudahkan pembangunan ditentukan dimensi drainase samping paling besar untuk

memenuhi semua kriteria debit yang masuk untuk masing-masing segmen yaitu untuk saluran samping kanan dan kiri dengan dimensi lebar x kedalaman $(b \times h) = 0,5 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ dan tinggi jagaan $(w) = 0,387 \text{ m}$. Penampang gorong-gorong yang digunakan berbentuk lingkaran dengan diameter seragam sebesar 0,60m.

Penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa trase rencana jalan rel STA 212+000 – STA 213+000 dapat digunakan karena kawasan ini tidak memiliki potensi terjadinya retakan tanah, pelulukan, longsoran dan pergeseran tanah akibat gempa bumi. Serta tidak terdapat daerah sesar yang dapat merusak konstruksi jalan rel. Kelas jalan rel termasuk kelas jalan rel kelas III dengan kecepatan rencana 125 km/jam. Profil rel yang digunakan adalah R.54, lebar sepur 1067 mm, dan beban gandar 18 ton. Jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan beton dengan penambat rel jenis D.E. Spring Clip. Hasil perhitungan volume galian tanah dasar adalah 17230,79 m³ dan volume timbunan tanah dasar sebesar 81586 m³. Sedangkan volume timbunan balas bawah sebesar 1160 m³ dan timbunan balas atas sebesar 3053,919695 m³.

5. Budi Raharjo, Lulu Mumtaza (2021) dalam jurnal nya yang berjudul “Perancangan Geometrik Jalan Kereta Api Penajam Paser Utara – Balikpapan Kalimantan Timur” Kalimantan Timur memiliki potensi hasil pertambangan yang melimpah, khususnya minyak bumi dan gas alam. Namun, potensi sumber daya yang melimpah ini masih belum dioptimalkan dengan infrakstruktur yang ada, termasuk sektor transportasi. Pembangunan sektor transportasi harus berorientasi pada kebutuhan manusia, bukan pada

kepentingan mobilitas kendaraan pribadi. Kereta api menjadi salah satu solusi yang tepat karena memiliki kapasitas angkut yang besar, cepat, aman, hemat energi, dan ramah lingkungan serta membutuhkan lahan yang relatif sedikit. Hal ini juga didukung oleh Kementerian Perhubungan (Kemenhub) yang berencana menyiapkan moda transportasi massal untuk menghubungkan wilayah Ibu Kota dengan wilayah penyangga, terutama dari pintu masuk Kalimantan Timur, salah satunya Kota Balikpapan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan jalur kereta api yang tepat sesuai dengan kondisi topografi dan persyaratan yang ada. Dengan memerhatikan data sekunder seperti peta topografi, data kereta api, lokomotif, dan bantalan maka dapat dilakukan penentuan trase rencana yang mengacu pada RIPNas 2030. Berdasarkan perancangan geometrik jalan rel yang berupa lengkung horizontal dan vertikal, perencanaan konstruksi jalan rel menggunakan PM No.60 Tahun 2012 dan PD No.10 PJKA Tahun 1986 didapatkan hasil perancangan geometrik jalan kereta api Penajam Paser Utara – Balikpapan dengan panjang jalur 77,215 km menggunakan kecepatan rencana 80 km/jam. Desain lengkung horizontal menggunakan jenis S-C-S untuk 43 tikungan dengan jari-jari minimum 350 m. Pada analisis konstruksi jalan rel, jalur ganda Penajam Paser Utara – Balikpapan termasuk kategori kelas jalan III yang didesain menggunakan jenis rel R54 dengan lebar sepur 1.435 mm. Bantalan yang digunakan yaitu bantalan beton dengan penambat elastis ganda tipe E-Clip dan jarak antar bantalan 60 cm serta dengan tebal lapisan balas 30 cm dan subbalas 45 cm

Metode penelitian yang digunakan ini adalah studi kasus, dalam laporan skripsi ini dibutuhkan tahapan pengerjaan yang teratur dan sistematis agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan di akhir penyusunan penelitian ini.

Dari perencanaan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

(1) Bentuk Trase (77,215 km), diantaranya : (a) Penggunaan program bantu Global Mapper V.20 (64 bit) kontur interval 10 meter, kontur major 10 meter, kontur minor 2 meter; (b) Pada perhitungan lengkung horizontal, dari total 43 lengkung terdapat satu tikungan yang menggunakan kecepatan rencana berbeda yaitu 40 km/jam pada PI 43. Hal ini dilakukan karena tikungan sudah memasuki area bandara; (c) Pada perhitungan lengkung vertikal, dari total 130 titik PVI terdapat 26 titik PVI yang kelandaiannya melebihi kelayakan penentu (20%) yaitu mencapai 38% untuk kelayakan maksimum. Hal ini masih diperbolehkan menurut PD No.10 PJKA Tahun 1986 karena masuk ke dalam kategori lintas pegunungan; (2) Bentuk Konstruksi Jalan Kereta Api, diantaranya : (a) Kecepatan rencana digunakan 80 km/jam dengan lebar sepur 1.435 mm. Berdasarkan daya angkut lintas didapatkan kelas jalan rel III; (b) Tipe rel yang digunakan R54; (c) Bantalan yang digunakan adalah bantalan beton produksi PT. WIKA Beton jenis S-35 dengan jarak antar bantalan 60 cm dan menggunakan sistem penambat elastis ganda tipe E-Clip produksi PT. Pandrol Indonesia; (d) balas didapatkan 30 cm dengan lebar bahu balas 50 cm dan tebal subbalas 45 cm dengan lebar bahu subbalas 100 cm; (e) Nomor wesel yang digunakan adalah W 12; (f) Panjang efektif emplasemen direncanakan 330 meter dengan jenis peron tinggi. Dimensi peron didapatkan 163 meter untuk

panjang dan 2,3 meter untuk lebarnya; (g) Volume galian dan timbunan tanpa menghitung akibat pembuatan jembatan dan terowongan didapatkan 6.240.619,19 m³ untuk galian dan 2.130.539,96 m³ untuk timbunan; (h) Struktur penunjang yang dibutuhkan dalam perancangan karena tidak dapat dilakukan galian atau timbunan akibat beda elevasi yang terlalu tinggi, dengan total jembatan yaitu 21 buah, total terowongan yaitu 13 buah, total box culvert 1 buah, total tunner yaitu 9 buah, total overpass yaitu 9 buah, dan pos petugas jalan lintasan yaitu 52 buah. Adapun saran dan peluang untuk perancangan selanjutnya adalah sebagai berikut : (1) Penentuan trase perlu dibuat melewati daratan yang beda elevasinya tidak signifikan untuk meminimalisir pembangunan struktur jembatan dan terowongan; (2) Penentuan emplasemen diharapkan mampu menampung jumlah penumpang yang akan menggunakan transportasi kereta api; (3) Dalam perhitungan formasi badan jalan dan bantalan diharapkan terdapat persyaratan khusus untuk lebar sepur 1.435 yang beban gandarnya mencapai 22,5 ton; (4) Perlu dilakukan kajian geologi agar lebih akurat terhadap desain yang direncanakan; (5) Program bantu yang digunakan terbatas dengan student version, sebaiknya digunakan yang sudah berlisensi profesional.

2.2 Perencanaan konstruksi jalan rel

Lintas kereta api direncanakan untuk melewati berbagai jumlah angkutan barang dan/ atau penumpang dalam suatu jangka waktu tertentu. Perencanaan konstruksi jalan rel harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara teknis dan ekonomis. Secara teknis diartikan

konstruksi jalan rel tersebut harus dapat dilalui oleh kendaraan rel dengan aman dengan tingkat kenyamanan tertentu selama umur konstruksinya. Secara ekonomis diharapkan agar pembangunan dan pemeliharaan konstruksi tersebut dapat diselenggarakan dengan biaya yang sekecil mungkin dimana masih memungkinkan terjaminnya keamanan dan tingkat kenyamanan. Perencanaan konstruksi jalan rel dipengaruhi oleh jumlah beban, kecepatan maksimum, beban gandar dan pola operasi. Atas dasar ini diadakan klasifikasi jalan rel, sehingga perencanaan dapat dibuat secara tepat guna.

2.3 Geometrik jalan rel

Geometrik jalan rel adalah bentuk dan ukuran jalan rel, baik pada arah memanjang maupun melebar yang meliputi lebar sepur, kelandaian, lengkung horizontal dan lengkung vertikal, peninggian rel pelebaran sepur. (Utomo, 2009)

Geometrik jalan rel direncanakan pada kecepatan rencana serta ukuran - ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya.

dapat ditentukan kelas jalan sesuai dengan kecepatan rencana sebesar 100 km/jam maka kelas jalan tersebut adalah Kelas III dan direncanakan menggunakan rel type R 54, dengan kecepatan 100 km/jam, Tekanan gandar 18 Ton. Kontrol tegangan yang terjadi pada komponen jalan rel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan TALBOT.

2.3.1 Lebar Sepur

Perlebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Perlebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Dalam perencanaan ini jari-jari tikungan lebih besar dari 600 m maka pelebaran sepurnya 0 mm atau tidak diperlukan pelebaran sepur.

2.3.2 Lengkung Horizontal

Pada saat kereta api berjalan melalui lengkung horizontal, timbul gaya sentrifugal ke arah luar yang berakibat :

- a. Rel luar mendapat tekanan yang lebih besar dibandingkan rel dalam
- b. Keausan rel luar akan lebih banyak dibandingkan rel dalam
- c. Bahaya tergulingnya kereta api

Untuk mencegah hal-hal itu, maka lengkung horizontal perlu diberi peninggian pada rel luar nya.

Terdapat 3 jenis lengkung horizontal yaitu :

1. Lengkung lingkaran

Dua bagian lurus yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang membentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan adalah seperti yang tercantum pada tabel.

Tabel 1 Persyaratan Perencanaan Lengkungan (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

Kecepatan rencana (km/jam)	Jari-jari minimum lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	Jari-jari minimum lengkung yang di izinkan dengan lengkung peralihan (m)
120	2370	780
110	1990	660
100	1650	550
90	1330	440
80	1050	350
70	810	270
60	600	200

2. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lururs dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Lengkung yang relatif kecil

3. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter diluar lengkung peralihan.

4. Pelebaran Sepur

Pelebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan, pelebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Dalam perencanaan ini jari-jari tikungan lebih besar dari 600 m maka pelebaran sepurnya 0 mm atau tidak diperlukan pelebaran

sepur. Besar pelebaran sepur untuk jari-jari tikungan adalah seperti yang tercantum dalam tabel

Tabel 2 Pelebaran Sepur (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

Pelebaran sepur (mm)	Jari-jari tikungan (meter)
0	$R > 600$
5	$550 < R < 600$
10	$400 < R < 550$
15	$350 < R < 400$
20	$100 < R < 350$

Pelebaran sepur maksimum yang diizinkan adalah 20 mm. Perebalan sepur dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan.

5. Peninggian Rel

Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi daripada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta. Peninggian rel dicapai dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi.

2.3.3 Kelandaian

1. Pengelompokan lintas

Berdasar pada kelandaian dari sumbu jalan rel dapat dibedakan atas 4 kelompok seperti yang tercantum dalam tabel

Tabel 3 Pengelompokan lintas berdasar pada kelandaian (PD PJKA No.10 tahun 1986)

Kelompok	Kelandaian
Emplasemen	0 sampai 1,5%
Lintas dasar	0 sampai 10%
Lintas pegunungan	10% sampai 40%
Lintas dengan rel gigi	40% sampai 80%

2. Landai Penentu

Landai penentu adalah suatu kelandaian (pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Besar landai penentu terutama pengaruh pada kombinasi daya tarik lok dan rangkaian yang dioperasikan. Untuk masing-masing kelas jalan rel, besar landai penentu adalah seperti yang tercantum dalam tabel

Tabel 4 landai penentu maksimum (PD PJKA No.10 tahun 1986)

Kelas jalan rel	Landai penentu maksimum
1	10%
2	10%
3	20%
4	25%
5	25%

3. Landai Curam

Dalam keadaan yang memaksa kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Kelandaian ini disebut landai curam, Panjang maksimum landai curam dapat ditentukan melalui rumus pendekatan sebagai berikut :

$$I = \frac{Va^2 - Vb^2}{2g(Sk - Sm)}$$

Dimana:

I = Panjang maksimum landai curam (m)

Va = Kecepatan minimum yang diizinkan dikaki landai curam (m/detik)

Vb = Kecepatan minimum di puncak landai curam

g = Gravitasi

Sk = Besar landai curam (%)

Sm = Besar landai penentu (%)

2.3.4 Landai Pada Lengkung atau Terowongan

Apabila di suatu kelandaian terdapat lengkung atau terowongan, maka kelandaian di lengkung atau terowongan, itu harus dikurangi sehingga jumlah tahanannya tetap.

2.3.5 Lengkung Vertikal

Alinemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut, alinemen vertikal terdiri dari garis lurus, dengan atau tanpa kelandaian, dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran. Besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal bergantung pada besar kecepatan rencana dan letak lengkung vertikal diusahakan tidak berimpit atau bertumpangan dengan lengkung horizontal, seperti yang tercantum dalam tabel berikut

Tabel 5 jari-jari minimum lengkung vertikal (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal (Meter)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

2.3.6 Penampang Melintang

Penampang melintang jalan rel adalah potongan pada jalan rel dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel, dimana terlihat bagian-bagian danukuran jalan rel dalam arah melintang.

2.4 Susunan Rel

2.4.1 Tipe dan Karakteristik Penampang

1. Tipe rel untuk masing-masing kelas jalan tercantum pada tabel

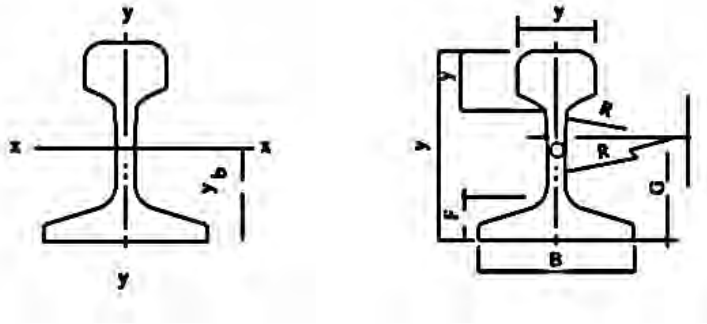
Tabel 6 Kelaas jalan dan tipe relnya (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

KELAS JALAN	TIPE REL
I	R 60 / R 54
II	R54 / R 50
III	R 54 / R 50 / R 42
IV	R 54 / R 50 / R 42
V	R 42

2. Karakteristik penampang rel tercantum pada tabel

Tabel 7 karakterteristik penampang rel (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

Besaran geometrik rel	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
C (mm)	68,50	65,00	72,20	74,30
D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	76,00	74,97	80,95
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm ²)	54,26	64,20	69,34	76,86
W (kg/m)	42,59	50,40	54,43	60,34
Y _b (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95
I _x (cm ⁴)	1,263	1,860	2,345	3,066
A	: Luas penampang			
W	: Berat rel per meter			
Y _b	: Momen inersia terhadap sumbu X			
I _x	: Jarak tepi bawah rel ke garis netral			



Gambar 1 penampang rel (PD PJAK No.10 Tahun 1986)

3. Kekuatan rel

kuat Tarik minimum rel adalah 90 kg/mm^2 dengan perpanjangan minimum 10%

4. Kekerasan rel

Kekerasan kepala rel tidak boleh kurang dari pada 240 brinell.

5. Jenis, Komposisi kimia, Kekuatan dan kekerasan

- 1) Jenis rel yang dipakai adalah rel tahan aus yang sejenis dengan rel UIC-WRA
- 2) Komposisi kimia rel tercantum pada tabel

Tabel 8 komposisi kimia rel (PD PJKA No.10 tahun 1986)

C	0,60% - 0,80%
Si	0,15% - 0,35%
Ma	0,90% - 1,10%
P	Max. 0,032%
S	Max. 0,025%

6. Jenis Rel Menurut Panjangnya

Menurut panjangnya dibedakan tiga jenis rel, yaitu :

- 1) Rel standar adalah rel yang panjang nya 25 meter.
- 2) Rel pendek adalah rel yang panjang nya maksimal 100 meter
- 3) Rel panjang adalah rel yang panjang nya minimumnya tercantum pada tabel

Tabel 9 Panjang minimum rel Panjang (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

Jenis Bantalan	Tipe rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
Bantalan kayu	325 m	375 m	400 m	450 m
Bantalan beton	200 m	225 m	250 m	275 m

7. Sambungan Rel

Sambungan rel adalah kontruksi yang mengikat dua ujung rel sedemikian rupa sehingga operasi kereta api tetap aman dan nyaman.

8. Macam-macam Sambungan

Dari kedudukan terhadap bantalan dibedakan dua macam sambungan rel yaitu :

- 1) Sambungan melayang
- 2) Sambungan menumpu

9. Penempatan sambungan sepur

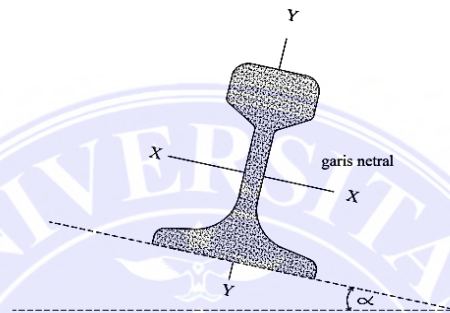
Penempatan sambungan sepur ada dua macam yaitu :

- 1) Penempatan secara siku, dimana kedua sambungan berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur.

- 2) Penempatan secara berselang-seling, dimana kedua sambungan rel tidak berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur.

10. Kedudukan Rel

Kecuali pada wesel dan di emplasemen dengan kecepatan kereta lamba, rel dipasang miring kedalam dengan kemiringan 1:40



Gambar 2 karakteristik penampang rel (PD PJKA No.10 Tahun 1986)

11. Pelat penyambung

- 1) Sepasang pelat penyambung harus sama panjang dan mempunyai ukuran yang sama.
- 2) Bidang singgung antara pelat penyambung dengan sisi bawah kepala rel dan sisi atas kaki rel harus sesuai kemiringannya, agar didapat bidang geser yang cukup.

2.4.2 Wesel

Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta darisatu sepur ke sepur yang lain.

1. Jenis wesel

A. Wesel biasa

- a. Wesel biasa
- b. Wesel dalam lengkung
- B. Wesel tiga jalan
 - a. Wesel biasa
 - b. Wesel dalam lengkung
- C. Wesel ingris
 - a. Wesel ingris lengkap
 - b. Wesel ingris tidak lengkap

2. Komponen wesel

Wesel terdiri atas komponen-komponen berikut:

A. Lidah

Lidah adalah bagian dari wesel yang dapat bergerak, pangkal lidah disebut akar. Terdapat 2 jenis lidah yaitu:

- a) Lidah berputar adalah lidah yang mempunyai engsel di akarnya
- b) Lidah berputar adalah lidah yang akarnya dijepit sehingga dapat melentur.

B. Jerum beserta sayap-sayapnya

Jerum adalah bagian wesel yang memberi kemungkinan kepada flens roda melalui perpotongan bidang-bidang jalan yang terputus antara dua rel.

C. Rel lantak

Suatu rel yang diperkuat bedannya yang berguna untuk bersandaannya lidah-lidah wesel

D. Rel paksa

Dibuat dari rel biasa yang kedua ujungnya dibengkok ke dalam. Rel paksa luar biasanya dibuat pada rel lantak dengan menempatkan blok pemisah diantaranya.

E. Sistem penggerak atau pembalik wesel

Sistem penggerak atau pembalik wesel adalah mekanisme untuk menggerakkan ujung lidah.

2.4.3 Penambat rel

Penambat rel adalah suatu komponen yang menambat rel pada bantalan sedemikian rupa sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh dan tidak bergeser.

1. Jenis penambat

Jenis penambat yang digunakan adalah penambat elastik dan penambat kaku. Penambat kaku terdiri atas tirpon, mur dan baut. Penambat elastik tunggal dan penambat elastik ganda. Penambat elastik ganda terdiri dari pelat andas, pelat atau batang jepit elastik, alas rel tirpon, mur dan baut. Pada bantalan beton, tidak diperlukan pelat andas, tetapi dalam hal ini tebal karet las (rubber pad) rel harus disesuaikan dengan kecepatan maksimum.

2. Penggunaan penambat

Penambat kaku tidak boleh dipakai untuk semua kelas jalan rel. Penambat elastik tunggal hanya boleh dipergunakan pada jalan kelas 4 dan kelas 5. Penambat elastik ganda dapat dipergunakan pada semua kelas jalan rel, tetapi tidak dianjurkan untuk jalan rel kelas 5.

2.4.4 Bantalan

Bantalan berfungsi meneruskan beban dari rel ke balas, menahan lebar sepur dan stabilitas kearah luar jalan rel. bantalan dapat terbuat dari kayu, baja ataupun beton. Pemilihan didasarkan pada kelas yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel Indonesia.

3. Bantalan kayu

Pada jalan yang lurus bantalan kayu mempunyai ukuran:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= L = 2000 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= t = 130 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= b = 220 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Bantalan baja

Pada jalan yang lurus bantalan baja mempunyai ukuran:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 2000 \text{ mm} \\ \text{Lebar atas} &= 144 \text{ mm} \\ \text{Lebar bawah} &= 232 \text{ mm} \\ \text{Tebal baja} &= \text{minimal } 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mutu baja yang dipakai untuk bantalan baja, harus memenuhi ketentuan Peraturan Bahan Jalan Rel Indonesia (PBJRI).

Bantalan baja pada bagian tengah bantalan maupun pada bagian bawah rel, harus mampu menahan momen sebesar = 650 kg-m.

Bentuk penampang melintang bantalan baja, harus mempunyai bentukan kait keluar pada ujung bawahnya.

Bentuk penampang memanjang bantalan baja harus mempunyai bentuk kait kedalam pada ujung-ujung bawah

5. Bantalan beton tunggal depan proses “pretension”

Pada jalur lurus, bantalan beton pratekan dengan proses pretension mempunyai ukuran panjang :

$$L = 1 + 2 a \emptyset$$

Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 500 kg/cm^2 , mutu baja untuk tulangan geser tidak kurang dari U-21 dan mutu baja prategang ditetapkan dengan tegangan putus minimum sebesar 17.000 kg/cm^2

6. Bantalan beton pratekan blok tunggal depan proses “postention”

Pada jalur lurus, bantalan beton prategang dengan proses postention mempunyai ukuran Panjang :

$$L = 1 + 2 \gamma$$

Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 500 kg/cm^2 , mutu baja untuk tulangan geser tidak kurang dari U-24 dan mutu baja prategang ditetapkan dengan tegangan putus minimum sebesar 17.000 kg/cm^2

7. Bantalan beton blok ganda

Pada jalur lurus satu buah bantalan beton blok ganda mempunyai ukuran sebagai berikut:

$$\text{Panjang} = 700 \text{ mm}$$

Lebar = 300 mm

Tinggi rata-rata = 200 mm

Pada bagian jalur yang lain, hanya panjang batang penghubungnya yang disesuaikan.

Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 385 kg/cm², mutu baja untuk tulang lentur tidak kurang dari U-32 dan mutu baja untuk batang-penghubung, tidak kurang dari U-32.

Panjang batang penghubung, harus dibuat sedemikian rupa .Pusat Berat Baja Prategang harus selalu terletak pada daerah galih sepanjang bantalan.

Perhitungan kehilangan tegangan pada gaya prategang cukup diambil sebesar 20 % gaya prategang awal. Kecuali jika diadakan hitungan teoritis, maka diambil lain dari 20 %.

8. Jarak Bantalan

Baik bantalan beton, baja maupun kayu, pada jalan lurus jumlah bantalan yang dipergunakan adalah 1.667 buah tiap kilometer panjang. Pada lengkungan, jarak bantalan diambil sebesar 60 cm diukur pada rel luar.

9. Pengujian

Setelah perencanaan selesai, baik bantalan beton serta bantalan baja maupun bantalan kayu harus diuji kekuatannya dengan pengujian sebagai berikut: *

- 1) Uji beban statis
- 2) Uji beban dinamis
- 3) Uji cabut

Pengelasan hasil uji dilakukan oleh pihak yang berwenang menguji. Untuk bantalan beton, harus dilakukan pengujian tekan sebelum diadakan pengecoran.

2.4.5 Balas

Balas merupakan terusan dari lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, maka material pembentuknya harus material terpilih.

Fungsi utama balas adalah untuk :

- 1) Meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ketanah dasar
- 2) Mengokohkan kedudukan bantalan
- 3) Meluruskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air disekitar bantalan rel

2.4.6 Lapisan balas atas

Tebal balas atas terdiri dari batu pecah yang keras dengan bersudut tajam. Lapisan ini juga harus dapat meneruskan air dengan baik.

Menurut *French specification* tebal balas dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Kualitas tanah dan *bearing capacity*
- 2) Jenis bantalan
- 3) Karakteristik *track* (*traffic load* dan *axle load*)
- 4) Volume pemeliharaan *track*
- 5) Kecepatan kereta
- 6) Menggunakan atau tidak *geotextile*

2.4.7 Lapisan balas bawah

Akibat penyebaran tekanan, maka lapisan balas bawah menerima tekanan yang lebih kecil daripada yang dipikul oleh lapisan balas atas. Lapisan balas bawah terdiri dari pasir kasar.

2.4.8 Kepadatan

Lapisan balas dibawah bantalan, terutama dibawah dudukan rel harus dipadatkan dengan baik. Lapisan balas bawah harus dipadatkan sampai mencapai 100 % d menurut percobaan ASTM D 698.

2.5 Parameter perencanaan

2.5.1 Data perencanaan

Dalam pekerjaan desain geometrik, data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Lebar Jalan Rel 1067 mm
2. Jalan Rel adalah Kelas 1
3. Kecepatan Maksimum dalam perencanaan adalah 120 km/jam

Tabel 10 Klasifikasi dan Standar Jalan Rel Lebar 1067 mm (Permenhub No.60 Tahun 2012)

Kelas jalan	Daya angkut lintas (ton /tahun	V Maks (km/ja m)	P Maks gand ar	Tipe rel	Jenis bantalan	Jenis penambat	Teb al bala s atas (cm)	Leb ar bahu bala s (cm)
					Jarakantar sumbu bantalan (cm)			
I	>20.1 0 ⁶	120	18	R.60/R.45	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II		110	18	R.45/R.50			30	50

	10.10^6 – 20.10^6				$\frac{\text{Beton/kayu}}{60}$	Elastis Ganda		
III	5.10^6 – 10.10^6	100	18	R.45/R.50/R .42	$\frac{\text{Beton/kayu/baj}}{60}$	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5.10^6$ – 5.10^6	90	18	R.54/R.50/R .42	$\frac{\text{Beton/kayu/baj}}{60}$	Elastis Ganda/tung gal	25	40
V	< $2,5.10^6$	80	18	R.42	$\frac{\text{Kayu/baja}}{60}$	Elastis Tunggal	25	35

2.6 Kriteria desain

Dalam proses desain geometrik jalan kereta api kriteria yang digunakan dalam adalah berpedoman pada standard-standard dan peraturan yang berlaku sebagai berikut:

2.6.1 Kecepatan

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel.

1. Untuk Perencanaan struktur jalan rel

$$V_{\text{rencana}} = 1,25 \times V_{\text{maks}}$$

2. Untuk perencanaan peninggian

$$V_{\text{rencana}} = c \times \frac{\sum N_i V_i}{\sum N_i}$$

$$c = 1,25$$

N_i = Jumlah kereta api lewat

V_i = Kecepatan oprasi

3. Untuk perencanaan jari – jari lengkung peralihan

$$V_{rencana} = V_{maks}$$

4. Pada keadaan tertentu kondisi geometrik tidak memungkinkan, maka akan dilakukan pembatasan kecepatan dalam desain agar dapat menyesuaikan dengan kondisi geometri yang tersedia.

2.6.2 Lengkung Horizontal

1. Lengkung Lingkaran

Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum yang diijinkan adalah seperti yang tercantum dalam Tabel berikut:

Tabel 11 Jari-Jari Minimum Yang Diijinkan (Permenhub No.60 Tahun 2012)

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari -jari minimum lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	Jari – jari minimum lengkung yang diijinkan dengan lengkung peralihan (m)
120	2370	780
110	1990	660
100	1650	550
90	1330	440
80	1050	350
70	810	270
60	600	200

Jari-jari lengkungan sebelum dan sesudah wesel untuk jalur utama haruslah lebih besar dari nilai-nilai yang ditetapkan berdasarkan kecepatan rencana pada wesel.

2. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Lengkung peralihan dipergunakan pada jari-jari lengkung yang relatif kecil.

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut:

$$L_h = 0.01 \cdot h \cdot V$$

Dimana:

L_h = Panjang Minimum Peralihan (m)

h = Pertinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm) V
kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)

3. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan.

4. Pelebaran Sepur

Pelebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam.

Pelebaran sepur dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan

Tabel 12 Pelebaran Jalan Rel Untuk 1067 mm (Permenhub No.60 Tahun 2012)

Jari – Jari Tikungan (m)	Pelebaran (mm)
$R > 600$	0
$550 < R \leq 600$	5
$400 < R < 550$	10
$350 < R \leq 400$	15
$100 < R \leq 350$	20

5. Peninggian Rel

Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta.

Peninggian rel dicapai dengan menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi.

Peninggian rel di tikungan dirumuskan dengan:

- Untuk rel dengan lebar sepur 1435mm

$$H \text{ normal} = 8.10 \cdot (V_{\text{rencana}}^2 / R)$$

2.6.3 Lengkung vertical

1. Besar jari-jari minimum lengkung vertikal bergantung pada kecepatan rencana, sebagaimana dinyatakan dalam Tabel berikut:

Tabel 13 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal (Permenhub No.60 Tahun 2012)

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertical (M)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

2. Dua lengkung vertikal yang berdekatan harus memiliki transisi lurus sekurang-kurangnya sepanjang 20 m.

2.6.4 Kelandaian

1. Kelandaian yang digunakan pada jalur lurus adalah sebesar landai penentu yaitu 10‰
2. Kelandaian yang digunakan pada emplasemen yaitu 0‰
3. Landai Curam

Dalam keadaan yang memaksa kelandaian (pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Kelandaian ini sebut landai curam, panjang maksimum landai curam dapat ditentukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$l = (V_a^2 - V_b^2) / 2g \cdot (S_k - S_m)$$

l = Panjang maksimum landai curam (m)

Va = kecepatan minimum yang diijinkan dari kaki landai curam (m/det)

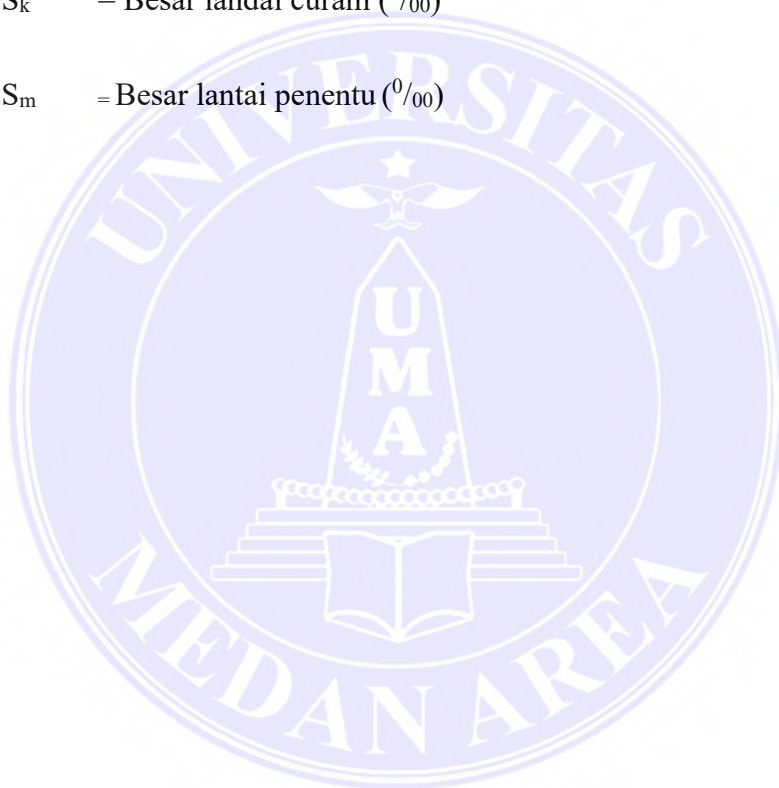
Vb = kecepatan minimum dipuncak landai curam (m/det)

$$Vb \geq \frac{1}{2} Va$$

G = Percepatan gravitasi

Sk = Besar landai curam ($^{\circ}/_{00}$)

Sm = Besar lantai penentu ($^{\circ}/_{00}$)



2.7 Kecepatan rencana

1. Untuk perencanaan struktur jalan rel

Kecepatan rencana struktur jalan rel 1067 mm pada jalur lurus

$$V_{\text{rencana}} = 1.25 \times V_{\text{maks}}$$

$$V_{\text{rencana}} = 1.25 \times 120 = 150 \text{ km/jam}$$

2. Untuk perencanaan struktur peninggian

$$V_{\text{rencana}} = c \times \frac{\sum N_i V_i}{\sum N_i}$$

$$c = 1,25$$

N_i = Jumlah kereta api lewat

V_i = Kecepatan oprasi

Kecepatan operasi adalah kecepatan rata-rata kereta api pada petak jalan tertentu dalam perencanaan ini digunakan sama pada setiap petak jalan sebesar $(0.75 \times 120) = 90 \text{ km/jam}$, sehingga

$$V_{\text{rencana}} = 1.25 \times V_i$$

$$V_{\text{rencana}} = 1.25 \times 90 = 112.5 \text{ km/jam}$$

3. Untuk perencanaan jari – jari lengkung peralihan

Permenhub No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api mengaturbahwa kecepatan rencana untuk perencanaan lengkung peralihan adalah

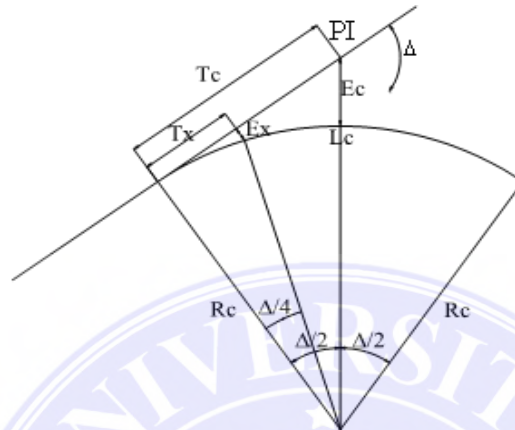
$$V_{\text{rencana}} = V_{\text{maks}} = 120 \text{ km/jam}$$

2.8 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal (horizontal alignment) adalah adalah proyeksi sumbu jalan untuk jalan tanpamedian, atau proyeksi tepi perkerasan sebelah dalam untuk jalan dengan median. Alinyemen horizontal sering disebut sebagai

"situasi jalan" atau "trase jalan", terdiri dari garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung.

2.8.1 Tanpa lengkung peralihan



Gambar 3 Lengkung horizontal tanpa lengkung peralihan

Rumus :

$$T_c = R_c \cdot \tan (\Delta C / 2)$$

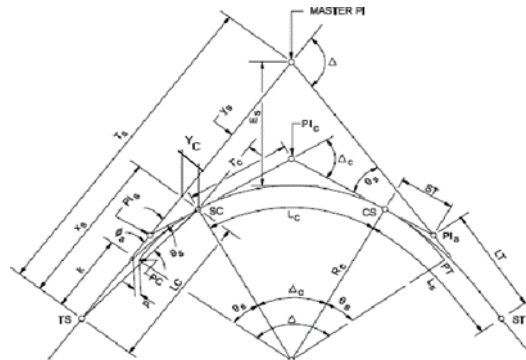
$$L_c = 2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot \Delta C / 360^\circ$$

$$E_c = R_c / \cos (\Delta C / 2) - R_c$$

$$T_x = R_c \cdot \tan (\Delta C / 4)$$

$$E_x = R_c / \cos (\Delta C / 4) - R_c$$

2.8.2 Dengan lengkung peralihan (spiral circle spiral)



Gambar 4 Lengkung Horizontal dengan Lengkung Peralihan

Rumus :

$$L_s = 0.01 \cdot v \cdot h$$

$$\theta_s = 28.648 L_s / R_c \text{ (derajat)} ; \theta = L_s / (2 \cdot R_c) \text{ rad}$$

$$X_c = L_s - (L_s^3) / 40R$$

$$Y_c = L_s^2 / 6R$$

$$X_d = \frac{3}{4} L_s - (3/4 L_s)^3 / 40R$$

$$Y_d = (3/4 L_s)^2 / 6R$$

$$P = Y_c - R_c (1 - \cos\theta)$$

$$k = X_c - R_c \sin\theta$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \Delta/2 + k$$

$$E_s = (R_c + p) \tan \Delta/2 - R_c$$

$$L_c = \Delta C / 360^\circ \cdot (2\pi R_c)$$

Dimana :

$$L_s = \text{Panjang lengkung vertikal}$$

$$T_s = \text{Jarak dari } T_s \text{ ke PI}$$

$$E_s = \text{Jarak luar}$$

$$L_c = \text{Panjang lengkung lingkaran}$$

$$\text{Sta TS} = \text{Titik awal lengkung}$$

$$\text{Sta SC} = T_s + L_s$$

$$\text{Sta CS} = T_s + L_s + L_c$$

$$\text{Sta ST} = T_s + L_s + L_c + L_s$$

2.9 Perancangan Alinyemen Horizontal

Penentuan titik PI (Point of Intersection) Dalam perencanaan alinyemen horisontal jalan rel, diperlukan penentuan titik PI (Point of Intersection) terlebih dahulu. Titik-titik PI yang telah ditentukan akan menjadi patokan dalam mendesain alinyemen horizontal dengan memperhatikan persyaratan jari-jari minimum yang dibutuhkan.

Jarak PI dan Sudut Tikungan Jarak antara PI dihitung dengan perhitungan kuadrat sederhana sebagai berikut

Klasifikasi Lintas Klasifikasi lintas didasarkan pada kelandaian dari sumbu rel. Pengukuran kriteria lintas dilakukan dengan cara melihat kemiringan penampang tegak lurus terhadap arah jalan rel. Sampel diambil tiap 100 meter dengan lebar sepanjang 40 meter (20 meter kearah kiri dan 20 meter kearah kanan jalan rel). Perhitungan kemiringan dihitung dari dua titik, elevasi ujung kiri (e1) dan ujung kanan (e2) dari garis 40 m. Dari total keseluruhan kemiringan tiap segmen diambil nilai rata-rata kemiringan sebagai penentu klasifikasi lintas jalan rel. Kemiringan diitung menggunakan persamaan berikut:

2.10 Alinyemen Vertikal

1. Besar jari-jari minimum lengkung vertikal bergantung pada kecepatan rencana, sebagaimana dinyatakan dalam Tabel berikut:

Tabel 14 Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal (Permenhub No.60 Tahun 2012)

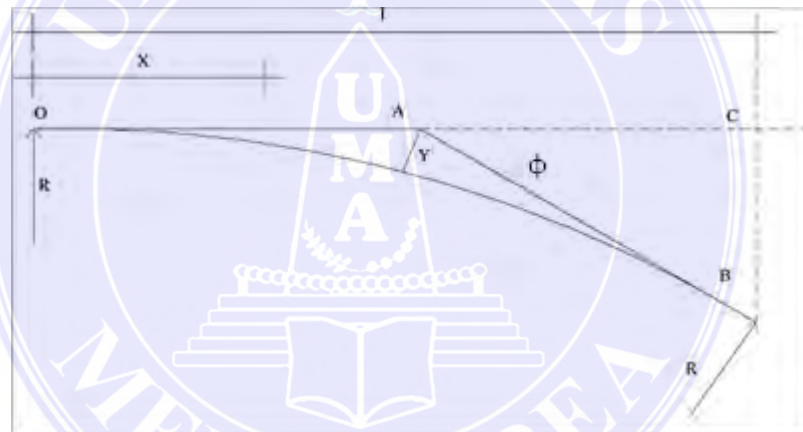
Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal (M)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

2. Dua lengkung vertikal yang berdekatan harus memiliki transisi lurus
sekurang – kurangnya sepanjang 20 m

2.10.1 Dasar perhitungan

Alinyemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut. Alinyemen vertikal terdiri dari garis lurus dengan atau tanpa kelandaian dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran.

Panjang lengkung vertikal berupa busur lingkaran yang menghubungkan dua kelandaian yang berbeda, ditentukan berdasarkan besarnya jari-jari lengkung vertikal dan perbedaankelandaianya.



Gambar 5 Lengkung vertikal

Keterangan :

Y_m = Penyimpangan dari titik potong kedua tangen kelengkung vertikal

R = Jari – jari lengkung peralihan

I = Panjang lengkung peralihan

A = Titik tekuk

Φ = Perbedaan landau

Rumus – rumus:

$$l / R = d^2y / dx^2$$

$$dy / dx = x / R + C1 ; x = 0 \text{ } dy / dx = 0, \text{ maka } C1 = 0$$

$$y = x^2 / (2R) + C2 ; x = 0 ; y = 0 , \text{ maka } C2 = 0$$

jadi $dy / dx = x / R$ dan $Y = x^2 / (2R)$ letak titik A (x_m, y_m)

$$x = l$$

- $dy / dx = l / R ; l = \varphi R$

$$x_m = OA = \frac{1}{2} l$$

$$x_m = (R/2) \varphi$$

- $y = x^2 / (2R) ; l = \varphi R$

$$y = y_m ; x = x_m = \frac{1}{2} l$$

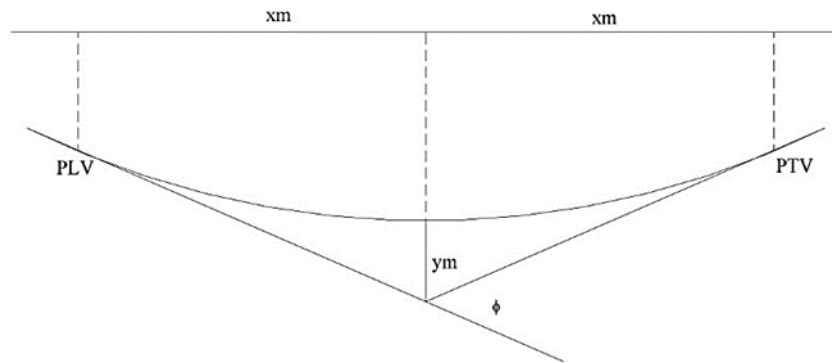
$$y = (1/4 \cdot l^2) / (2R) = (\varphi^2 \cdot R^2) / (8R)$$

$$y_m = (R/8) \varphi^2$$

Dengan rumus-rumus tersebut jika R sudah ditentukan untuk berbagai harga (perbedaan landai) yang dapat mengacu pada Tabel 5.4 dapat dihitung dimensi lengkung peralihan x_m dan y_m

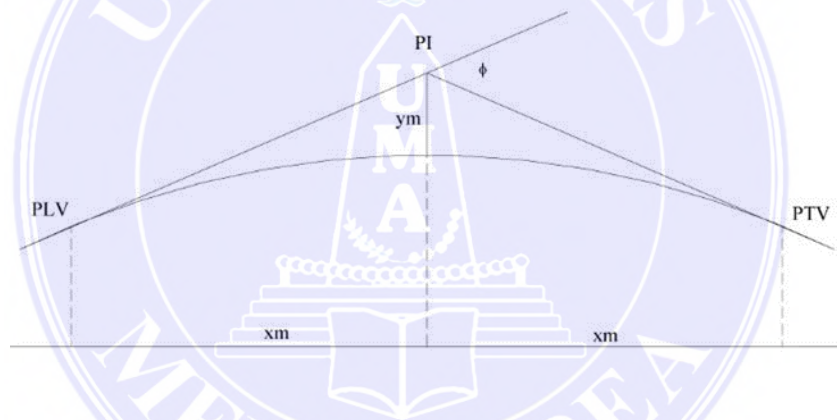
Ada dua macam lengkung vertikal yaitu:

1. Lengkung vertikal cekung:



Gambar 6 Lengkung Vertikal Cekung

2. Lengkung vertikal cembung:



Gambar 7 Lengkung Vertikal Cembung

2.11 Karakteristik Transportasi Kereta Api Keunggulan

2.11.1 keunggulan

1. Kemungkinan jangkauan pelayanan transportasi barang dan orang untuk jarak pendek, sedang, dan jauh dengan kapasitas angkut yang besar.
2. Penggunaan energi yang relatif kecil.
3. Keandalan keselamatan perjalanan yang baik.
4. Adanya ketepatan waktu.

5. Ekonomis dalam penggunaan ruang.
6. Polusi udara, getaran, dan kebisingan relatif kecil.
7. Sangat baik untuk aspek pertahanan atau keamanan.
8. Kecepatan perjalanan lebih variatif.
9. Memiliki akses yang lebih baik dibandingkan dengan transportasi air dan udara.

2.11.2 Kelemahan

1. Memerlukan sarana dan prasarana yang khusus.
2. Membutuhkan investasi awal yang mahal, biaya perawatan, oprasi dan tenaga yang cukup besar.
3. Pelayanan transportasi barang dan penumpang hanya terbatas pada jalurnya.

2.12 Perbandingan Prasarana Jalan dan Rel Kereta Api

Dari perbandingan prasarana jalan raya dengan Rel Kereta api terdapat bahan konstruksi, lalu lintasnya, tegangan, kecepatan, gesekan dan perpindahan jalur, sebagai berikut : Meliputi Bahan Jalur, Lalulintas, tegangan, kecepatan, Gesekan, Perpindahan Jalur.

BAB III

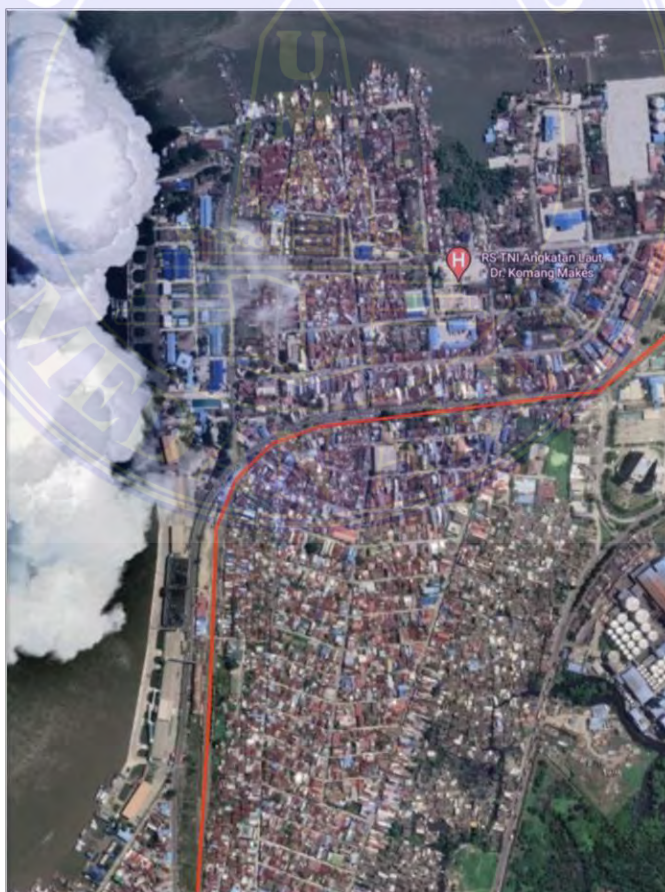
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus dengan menggunakan data-data yang didapat dari kunjungan proyek dan data-data yang sudah tersedia.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di sekitar jalur kereta api lintas labuhan belawan



Gambar 8 Lokasi Penelitian

3.3 Tahapan penelitian

Beberapa tahapan penelitian yang dianggap perlu untuk mencapai tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan pertama adalah identifikasi masalah

Dimana masalah yang akan diteliti adalah perencanaan ulang geometrik jalan rel kereta api lintas labuhan belawan untuk mengangkut barang dan penumpang

2. Tahapan kedua adalah melakukan studi literatur

Yaitu memperoleh teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan

3. Tahap ketiga adalah lokasi penelitian

Lokasi penelitian yang akan diteliti adalah jalan rel kereta api lintas labuhan belawan

4. Tahap keempat adalah pengumpulan data

Mengumpulkan data-data yang didapatkan dari mengadakan kunjungan langsung ke lokasi sehingga diperoleh data-data dari lokasi tersebut dan pengumpulan data-data sekunder yang berkaitan dengan penelitian dari pihak-pihak yang terkait

5. Tahap kelima adalah pengolahan data-data yang diperoleh dari penelitian

6. Tahap keenam adalah kesimpulan dari penelitian yang dilakukan terkait perencanaan geometrik jalan rel kereta api lintas labuhan belawan

3.4 Jenis data

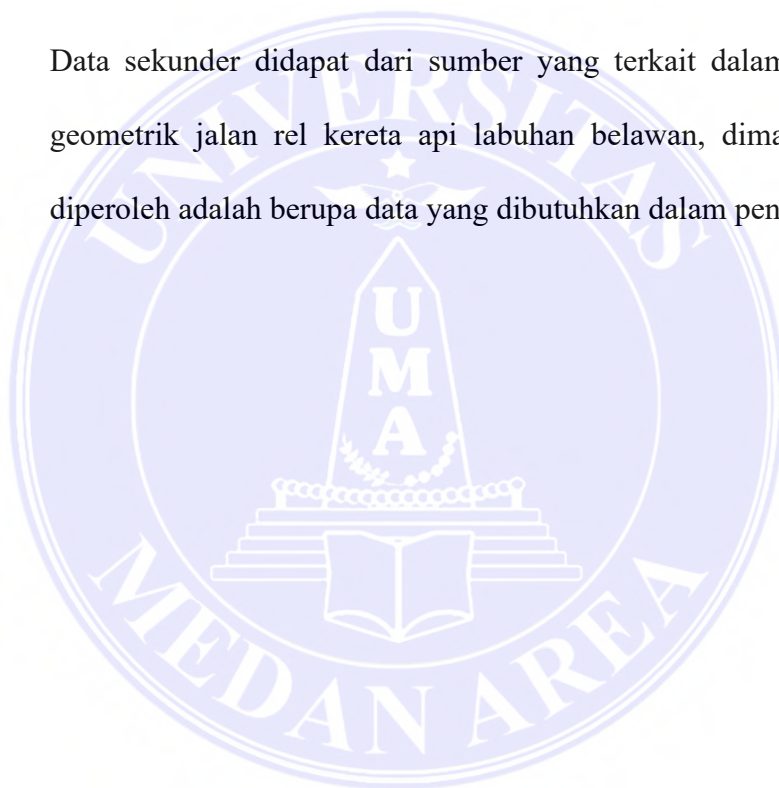
Jenis data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder, Adapun data yang digunakan sebagai berikut:

1. Data primer

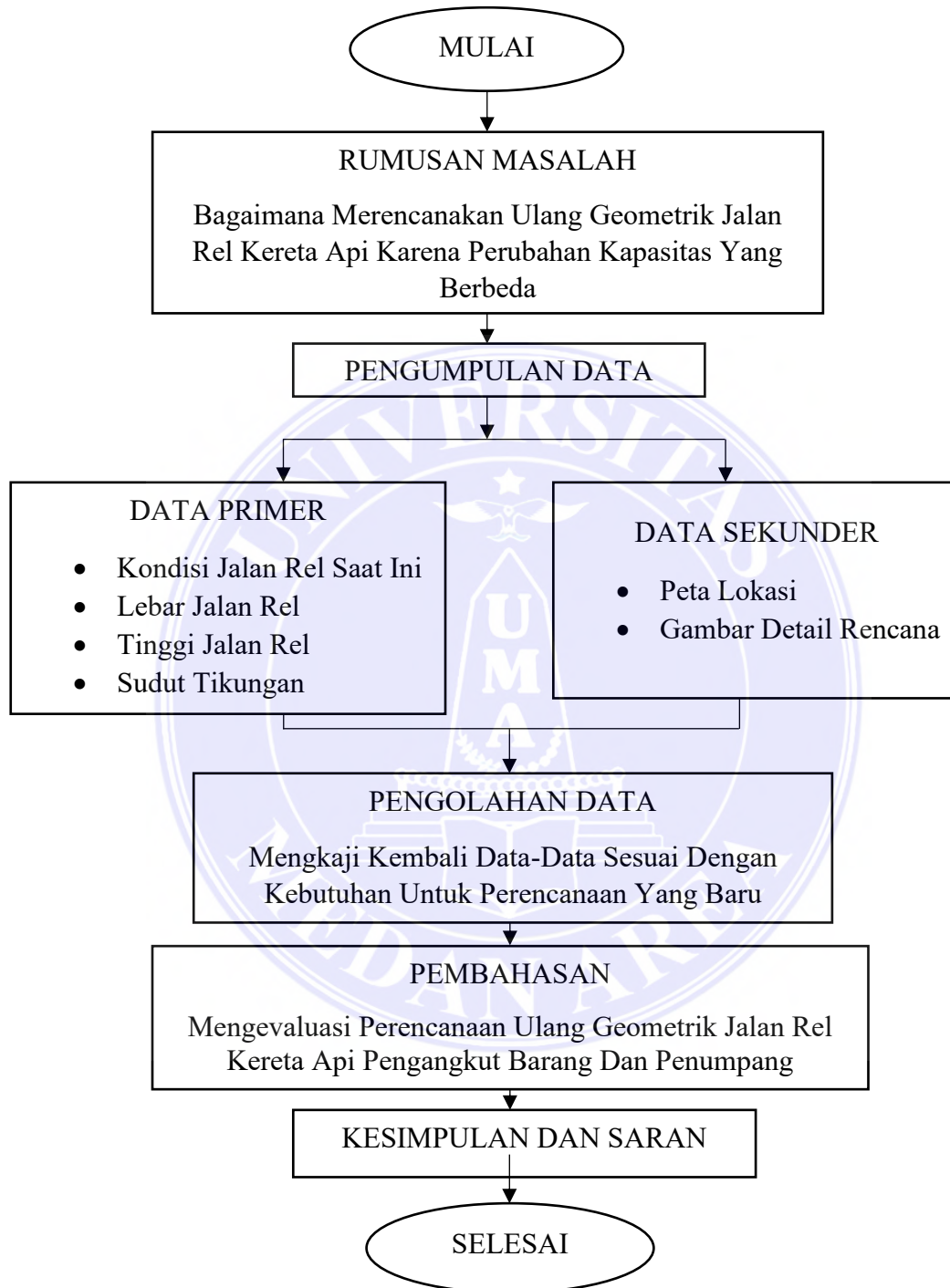
Data primer didapat dari kunjungan langsung kelapangan yang mana data tersebut didapat langsung dari sumber aslinya

2. Data sekunder

Data sekunder didapat dari sumber yang terkait dalam perencanaan geometrik jalan rel kereta api labuhan belawan, dimana data yang diperoleh adalah berupa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.



3.5 Bagann alir penelitian



Gambar 9 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi perhitungan perencanaan pergeseran jalan rel sebagaimana di jelaskan dalam bab sebelumnya dapat di rincikan sebagai berikut :

Parameter yang digunakan sebagai berikut : Rel = R54, Beban Gandar = 18 ton,

Lebar Spoor = 1067 mm, Jarak Bantalan = 60 cm, Tipe Penambat = Pendrol.

Tikungan PI 1, Tipe tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan yang tersedia 96 km/jam, dilakukan peninggian setinggi 110 cm, pelebaran

tikungan 10 mm. Tikungan PI 2, Tipe tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan tersedia 100 km/jam, peninggian sebesar 110 cm, pelebaran

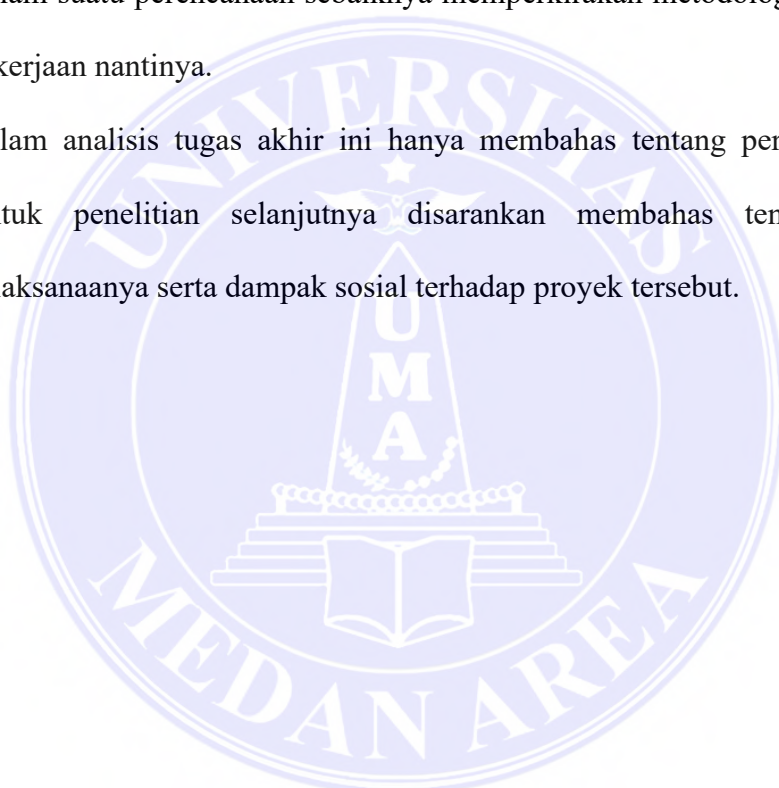
tikungan 10 mm. Tikungan PI 3, Tipe tikungan SCS menggunakan lengkung peralihan, kecepatan 105 km/jam, peninggian sebesar 110 cm, pelebaran tikungan

5 mm.

5.2 Saran

Demi kesempurnaan dari laporan tugas akhir ini, penulis memberikan beberapa saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ke depannya adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan kecepatan rencana sebaiknya di sesuaikan dengan peraturan yang berlaku, karena sangat mempengaruhi terhadap hasil perencanaan.
- b. Dalam suatu perencanaan sebaiknya memperkirakan metodologi pelaksanaan pekerjaan nantinya.
- c. Dalam analisis tugas akhir ini hanya membahas tentang pergeseran trase. Untuk penelitian selanjutnya disarankan membahas tentang metode pelaksanaannya serta dampak sosial terhadap proyek tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Nurwanda sari, Muhammad Abi Berkah Nadi, Ahkmad Musalim ridho.
2021. Perencanaan geometrik jalan rel trase bakauheni-sudimulyo.
https://www.academia.edu/67652708/Perencanaan_Geometrik_Jalan_Rel_Trase_Bakauheni_Sidomulyo
- Rizqi Nugroho, Giovanny Natasha F. P., Moga Narayudha, Bambang Pudjianto.
2016. Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Koridor Magelang-Ambarawa.
<https://www.neliti.com/publications/188221/perencanaan-reaktivasi-jalan-rel-kereta-api-koridor-magelang-ambarawa>
- Murniati, Desriantomy, Evanphilo Ibie. 2018. Tinjauan Geometrik Jalan Rel Kereta api Trase Puruk Cahu-Bangkuan-Batanjung (STA 212+000-STA 213+000).
<https://123dok.com/document/yr1k3gjq-tinjauan-geometrik-jalan-kereta-trase-puruk-bangkuang-batanjung.html>
- Rahmi Fajriati. 2020. Analisis Standar Perancancangan geometrik rel kereta Studi kasus:Jakarta-bandung.
https://www.researchgate.net/publication/343071498_Analisis_Standar_Perancangan_Geometrik_Rel_Kereta_Api_Studi_Kasus_Kereta_Api_Jakarta_-_Bandung
- Febrianto Nyoto Putro. 2014. Perencanaan Ulang Jalan Kereta Api Jalur Rel Ganda Di Bojongnegoro Surabaya Km 159,600 Sampai Dengan Km 161,000 M
<https://repository.its.ac.id/63996/1/3112040608-non%20degree>
- Perusahaan jawatan kereta api.1986. perencanaan kontruksi jalan rel kereta api peraturan dinas nomor 10
https://www.academia.edu/11227856/PD_10_Perencanaan_Konstruksi_Jalan_Rel
- Ikhwan. 2017. Modul 10 geometrik jalan rel kereta api
<https://www.slideshare.net/ikhwan215/modul-10geometrikjalanreljalanrel>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengerjaan Pengukuran



Lampiran 2. Dokumentasi Pengerjaan Pengukuran

