



TUGAS AKHIR-RC 18-4803

**PERENCANAAN *DOUBLE TRACK* JALUR
KERETA API LINTAS MOJOKERTO-JOMBANG**

HABIBIL IMAN M
NRP 031117 45 000 028

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Dosen Pembimbing II
Budi Rahardjo, ST., MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TUGAS AKHIR-RC 18-4803

**PERENCANAAN *DOUBLE TRACK* JALUR
KERETA API LINTAS MOJOKERTO-JOMBANG**

HABIBIL IMAN M
NRP 031117 45 000 028

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Dosen Pembimbing II
Budi Rahardjo, ST., MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



FINAL PROJECT-RC 18-4803

**PLANNING OF MOJOKERTO-JOMBANG
DOUBLE TRACK RAILWAY**

HABIBIL IMAN M
NRP 031117 45 000 028

Supervisor I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Supervisor II
Budi Rahardjo, ST., MT

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2020

**PERENCANAAN *DOUBLE TRACK* JALUR
KERETA API LINTAS MOJOKERTO-JOMBANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

pada

**Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**HABIBIL IMAN M
NRP. 031117 45 000028**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT

2. Budi Rahardjo, ST., MT

**SURABAYA
JANUARI, 2020**



Form AK/TA 04
rev.01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. WAHYU HIRIYANTO, MT
NAMA MAHASISWA	: HABIBUL IMAW M
NRP	: 05111215000028
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN DOUBLE TRACK JALUR KERETA API LINTAS MOJOKERTO - JOMBANG
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	25/05/19	Gambar kontur jalur bevela api lintas Mojokerto - Jombang dg Global Mapper.	- lengkapi gambar kontur - lanjut membuat trace plan.	
	7/07/19	- menumpulkan hasil perhitungan sudut azimuth dan menumpulkan trace jalan yg blank. Jkwal. - menumpulkan hasil perhitungan alinyemen horizontal - menumpulkan hasil perhitungan alinyemen vertikal	- cek lagi untuk kontur. - menumpulkan hasil volume cut and fill - menumpulkan gambar pot. melintang	
	14/07/19	- menumpulkan hasil cek kontur (ok). - menumpulkan hasil volume cut and fill - menumpulkan gambar pot melintang.	- cek lagi untuk gambar pot melintang (lengkapi). - perhitungan vol. cut and fill dicek lagi	



Form AK/TA 04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil II.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: BUDI RAHARDJO. ET., MT
NAMA MAHASISWA	: HABIBIL IMAN MAERUHARDONO
NIRP	: 08111745000028
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN DOUBLE TRACK JALUR KERETA API LINTAS MOJOKERTO - JOMBANG
TANGGAL PROPOSAL	: 1 FEBRUARI 2019
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
		<ul style="list-style-type: none"> - Menempatkan hasil analisis penentuan jalur ganda. - cek lagi untuk R susutray tikungan - menempatkan hasil layout emplesmen. 	<ul style="list-style-type: none"> - cek lagi untuk hasil layout emplesmen 	
		<ul style="list-style-type: none"> - menempatkan hasil R susutray - menempatkan hasil revisi layout emplesmen 	<ul style="list-style-type: none"> - mengerjakan laykbrug vertikal - mengerjakan wesel 	
		<ul style="list-style-type: none"> - menempatkan hasil laykbrug vertikal - menempatkan hasil perhitungan wesel. 	<ul style="list-style-type: none"> - mengerjakan volume galian dan timbunan - cek lagi untuk perhitungan wesel 	



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: BUDI RAHARDJO, ET., MT
NAMA MAHASISWA	: HABIBIL IMAN MAERUHARDONO
NRP	: 05111745000028
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN DOUBLE TRACK JALUR KERETA API LINTAS MOJOKERTO - JOMBANG
TANGGAL PROPOSAL	: 7 FEBRUARI 2019
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
		<ul style="list-style-type: none"> - Menumpulkan hasil perhitungan wetel - Menumpulkan hasil perhitungan volume galian dan hiburan - Menumpulkan gambar plan and profile. - Menumpulkan gambar cross section - Menumpulkan hasil revisi gambar plan and profile. - Menumpulkan hasil revisi gambar cross section - Menumpulkan hasil pengisian form TA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisi gambar plan and profile - Revisi gambar cross section. - Benih keternagan kotak plan and profile. - cek lagi untuk gambar cross section - Menumpulkan data TA 	<p><i>[Signature]</i></p> <p><i>[Signature]</i></p> <p><i>[Signature]</i></p>

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN
 SEMINAR DAN LISAN
 TUGAS AKHIR**

Pada hari ini Senin tanggal 20 Januari 2020 jam 08:00 WIB telah diselenggarakan UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSPK-ITS bagi mahasiswa:

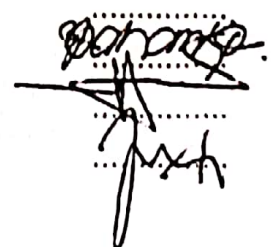
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111745000028	Habibil Iman Masruhardono	Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang

1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :
- ⊙ review gbr vertikal ; ⊙ pengetikan rumus dll ; ⊙ perhitungan wesel ? ; ⊙ tabel penulisan .
 - ⊙ check galian himbunan . ⊙ perbaiki penulisan → studi pustaka . metodologi
 - ⊙ kesimpulan belum sesuai permasalahan ,

2. Rentang nilai dari hasil diskusi Tim Penguji Tugas Akhir adalah : A / AB / B / BC / C / D / E

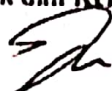
3. Dengan hasil ujian (wajib dibacakan oleh Ketua Sidang di depan Peserta Ujian dan Penguji) :

- Lulus Tanpa Perbaikan Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
- Lulus Dengan Perbaikan Mengulang Ujian Lisan

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Ir. Wahyu Herijunto, MT (Pembimbing 1) Budi Rahardjo, ST. MT (Pembimbing 2) Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD Anak Agung Gde K., ST. MSc	

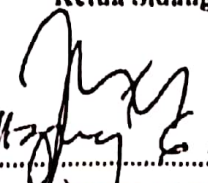
Surabaya, 20 Januari 2020

Mengetahui,
 Sekretaris Departemen
 Bidang Akademik dan Kemahasiswaan



Datu Imanata, ST, MT PhD
 NIP 19800430 200501 1 002

Ketua Sidang


 (A. Hidayat Gde K.)
 Nama Terang

PERENCANAAN *DOUBLE TRACK* JALUR KERETA API LINTAS MOJOKERTO-JOMBANG

Nama Mahasiswa : Habibil Iman M
NRP : 03111745000028
Departemen : Teknik Sipil FTSPK-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Wahyu Herijanto, MT
Dosen Pembimbing II : Budi Rahardjo, ST., MT

ABSTRAK

Kondisi eksisting jalur rel kereta api lintas Stasiun Mojokerto sampai dengan Stasiun Jombang saat ini masih beroperasi dengan jalur tunggal. Kota Surabaya Dalam Angka 2018 mencatat jumlah penumpang kereta api pada tahun 2016 yakni 4.260.429 juta jiwa dan 2017 yakni 5.046.416 juta jiwa, berdasarkan data tersebut semakin meningkatnya jumlah penumpang kereta api dan bertambahnya volume kendaraan lalu lintas yang kemudian bisa menyebabkan terjadinya kemacetan, pemerintah berupaya untuk mengembangkan sistem perkeretaapian dimana sistem transportasi kereta api dapat diharapkan sebagai salah satu alternatif yang dapat mengantisipasi permasalahan – permasalahan yang ada. Hal ini sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No.2 Tahun 2006 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur bagian keenam mengenai arahan pengembangan sistem prasarana wilayah, arahan pengembangan prasarana transportasi perkeretaapian, Pasal 42 ayat 3, menyatakan bahwa pengembangan jalur perkeretaapian ganda ditujukan pada jalur-jalur sebagai berikut: Surabaya – Mojokerto – Jombang – Kertosono – Nganjuk – Madiun – Sragen.

Pada penulisan Tugas Akhir ini, jalur ganda (double track) yang direncanakan mengacu pada jalur eksisting kereta api lintas Mojokerto-Jombang. Dalam menentukan posisi jalur ganda terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan antara lain bagaimana kondisi hambatan yang ada pada lahan eksisting

jalur kereta api lintas Mojokerto – Jombang, ketersediaan lahan PT. KAI, dan rencana emplasmen yang baru. Analisa perhitungan yang akan dilakukan pada penulisan ini antara lain desain geometrik, dan struktur jalan rel. Analisa perhitungan di atas mengacu pada PM No. 60 tahun 2012 dan peraturan perencanaan lainnya yang berkaitan dengan perencanaan pembangunan jalan kereta api.

Dari hasil Analisis perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh panjang jalur 25,300 km. Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto-Jombang menggunakan lebar gauge 1067 mm dengan kecepatan rencana 120 km/jam dan tipe rel R54. Berdasarkan hasil analisa geometrik untuk lengkung horisontal menggunakan R_{min} 780 m dan di desain untuk jenis lengkung S-C-S dengan jumlah 3 buah dan R_{min} 2370 untuk jenis lengkung full circle dengan jumlah 11 buah. Untuk analisa formasi badan jalan rel termasuk dalam kategori kelas jalan I dengan tebal lapisan balas 51 cm dan lapisan sub balas 50 cm. Jalur double track ini melewati 5 Stasiun, 2 Stasiun besar dan 3 Stasiun kecil. Dari hasil analisa layout emplasmen, Stasiun yang mengalami perubahan yaitu Stasiun Mojokerto, Stasiun Curahmalang, Stasiun Sumobito, dan Stasiun Peterongan. Sedangkan yang tidak mengalami perubahan layout emplasmen yaitu Stasiun Jombang karena sudah memenuhi pola operasi jalur ganda.

Kata Kunci: *Double Track Lintas Mojokerto-Jombang, Geometrik Jalan Rel, Struktur Jalan Rel, Emplasmen*

PLANNING OF MOJOKERTO-JOMBANG DOUBLE TRACK RAILWAY

Nama Mahasiswa : Habibil Iman M
NRP : 0311174500028
Departemen : Teknik Sipil FTSPK-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Wahyu Herijanto, MT
Dosen Pembimbing II : Budi Rahardjo, ST., MT

ABSTRACT

The existing condition of railroad crossed Mojokerto station to Jombang station is still currently operating with a single track. Surabaya city in number of 2018 recorded the number of train passengers in 2016 is 4,260,429 million people and 2017 is 5.046.416 million people, based on the data .By increasing the number of train passengers and the volume of traffic vehicles which can cause congestion, the government is trying to develop a railway system where the railway transportation system can be expected as an alternative that can anticipate the existing problems. This is by following the Regional Regulation of the East Java Province Number 2 of 2006 concerning Spatial Planning for the East Java Province in the sixth part which is about the direction of developing the regional infrastructure system and the railway transportation infrastructure. Article 42 paragraph 3, states that the development of the double railway line is shown in the following paths: Surabaya-Mojokerto-Jombang-Kertosono-Nganjuk-Madiun-Sragen.

At the time of writing this final project, the double track that will be planned refers to the existing railway line Mojokerto-Jombang. Calculation analysis that will be carried out at this writing includes geometric design, railway structure, and emplacement planning. The calculation analysis above refers to PM Number 60 of 2012 and other planning regulations relating to the railway development planning.

In this final task. The planned of double tracked refers to the existing railroad crossed between Mojokerto – Jombang. In determining the position of the double track, there are some consideration that need to be considered, such as the condition of the existing obstacles in the existing land of Mojokerto – Jombang railroad, the availability of PT. KAI land, and a new emplacement plan. The calculation analysis above, refers to PM No. 60 of 2012 and the other planning regulation relating to the railroad development planning.

From the calculation analysis results, the path length is 25,298. Planning of Double Track Railway Crossed on Mojokerto-Jombang Railway Line uses a gauge width of 1067 mm with a planned speed of 120 km/h and a rail type R54. Based on the results of geometric analysis for horizontal curvature using R_{min} 780 m and designed for S-C-S curves with a total of 3 pieces and R_{min} 2370 m and designed for FC curves with a total of 11 pieces. For the formation analysis of the railway body included in the category of class I road with 51 cm ballast layer thickness and 50 cm sub-ballast layer thickness. This double track passes 5 stations, 2 large and 3 small stations. From the analysis of emplacement layout, the stations that have changed are Mojokerto Station Curahmalang Station, Sumobito Station, and Peterongan Station. While the stations that have not changed the emplacement layout is Jombang Station because meets the double track operation pattern.

Keywords: Double Track crossed on Mojokerto – Jombang, railway track geometry, railway structure, emplacement

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT Karena Dengan Rahmat, Hidayah, Serta Karunia-Nya Penulis Dapat Menyelesaikan Tugas Akhir Ini Dengan Judul Perencanaan *Double Track* Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto-Jombang dengan baik dan tepat waktu.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis tidak mengerjakan sendirian. Atas seluruh dukungan dan bimbingan dalam penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini, maka penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan penuh dan tidak pernah lelah dalam memberi nasihat kepada penulis.
2. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT dan bapak Budi Rahardjo, ST., MT sebagai dosen pembimbing yang telah memberi masukan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen dan Teknik Sipil ITS yang secara tidak langsung memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
4. Seluruh teman-teman ITS khususnya kelas Lintas Jalur 2017 jurusan Teknik Sipil ITS.

Dengan segenap kerendahan hati, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kebaikan untuk kedepannya. Semoga Tugas Akhir ini bias memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Lokasi Studi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Moda Transportasi Kereta Api.....	7
2.2. Kecepatan dan Beban Gandar	7
2.2.1. Kecepatan.....	7
2.2.2. Beban Gandar.....	8
2.3. Standar Jalan Rel	8
2.3.1. Klasifikasi Jalan Rel.....	8
2.4. Analisis Penentuan Letak Jalur Ganda	9
2.4.1. Kondisi Lahan Eksisting	9
2.4.2. Ketersediaan Lahan PT.KAI	10
2.4.3. Rencana Emplasmen Baru	10

2.5. Pengalokasian Ruang Operasi.....	10
2.5.1. Ruang Bebas.....	10
2.5.2. Ruang Bangun.....	12
2.6. Geometrik Jalan Rel.....	12
2.6.1. Lebar Sepur.....	12
2.6.2. Kelandaian Medan.....	12
2.6.3. Lengkung Horizontal.....	13
2.6.4. Lengkung Vertikal.....	18
2.6.5. Pelebaran Sepur.....	21
2.6.6. Peninggian Rel.....	23
2.7. Konstruksi Jalan Rel.....	24
2.7.1. Komponen Konstruksi Rel.....	24
2.7.2. Bantalan Rel.....	28
2.7.3. Komponen Penambat Rel.....	30
2.7.4. Lebar Formasi Badan Jalan Rel.....	31
2.7.5. Balas dan Sub Balas.....	32
2.7.6. Wesel.....	34
2.7.7 Emplasmen Stasiun.....	35
2.7. Galian dan Timbunan.....	38
BAB III METODOLOGI.....	39
3.1. Umum.....	39
3.2. Tahap Persiapan.....	39
3.3. Pengumpulan Data.....	39
3.3.1. Data Sekunder.....	39
3.3.2. Data Primer.....	40
3.4. Penentuan Letak/Posisi Jalur Ganda.....	40

3.5. Tahap Analisa Data.....	40
3.5.1. Perencanaan Geometrik.....	40
3.5.2. Perhitungan <i>Cut and Fill</i>	41
3.6. Perencanaan <i>Double Track</i>	41
3.7. Perencanaan Emplasemen	41
3.7. Diagram Alir Metodologi.....	42
BAB IV PEMBAHASAN.....	43
4.1. Kondisi Jalan Rel Eksisting.....	43
4.1.1. Lokasi.....	43
4.2.1. Kelas Jalan	43
4.2. Analisis Penentuan Letak Jalur Ganda	44
4.3. Pengalokasian Ruang Operasi.....	61
4.3.1. Ruang Bebas.....	61
4.3.2. Ruang Bangun.....	62
4.4. Perencanaan Geometrik	63
4.4.1. Pembuatan Peta Topografi	63
4.4.2. Perhitungan Sudut Azimuth (α)	63
4.4.3. Perhitungan Sudut Tikungan (Δ).....	65
4.4.4. Perhitungan Lengkung Horizontal	68
4.4.5. Perhitungan Lengkung Vertikal	74
4.5. Perencanaan Struktur Jalan Rel.....	80
4.5.1. Dimensi Rel.....	80
4.5.2. Perencanaan Bantalan	83
4.5.3. Komponen Alat Penambat	89
4.5.4. Perencanaan Balas dan Sub Balas	89
4.6. Perencanaan Emplasemen.....	93

4.6.1. Emplasmen Stasiun Mojokerto	93
4.6.2. Emplasmen Stasiun Curahmalang.....	94
4.6.2. Emplasmen Stasiun Sumobito.....	96
4.6.2. Emplasmen Stasiun Peterongan	97
4.6.2. Emplasmen Stasiun Jombang.....	98
4.7. Perencanaan Peron	99
4.7.1. Tinggi Peron	99
4.7.2. Panjang Peron	99
4.7.3. Lebar Peron	100
4.8. Perencanaan Wesel	100
4.8.1. Nomor Wesel	101
4.8.2. Panjang Jarum Wesel	101
4.8.3. Panjang Lidah Wesel.....	102
4.8.4 Jari-Jari Wesel	103
4.9. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	104
BAB V KESIMPULAN	117
DAFTAR PUSTAKA.....	121
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Jalan Rel 1067 mm	8
Tabel 2.2	Klasifikasi Jalan Rel 1067 mm (Lanjutan)	9
Tabel 2.3	Landai Penentu Maksimum	13
Tabel 2.4	Jari-Jari Minimum Yang Diijinkan	14
Tabel 2.5	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal.....	18
Tabel 2.6	Pelebaran Sepur	22
Tabel 2.7	Karakteristik Penampang Rel.....	24
Tabel 2.8	Karakteristik Penampang Rel.....	25
Tabel 2.9	Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia.....	25
Tabel 2.10	Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia (Lanjutan).....	26
Tabel 2.11	Penampang Melintang Jalan Rel.....	31
Tabel 2.12	Koefisien Balas yang dipengaruhi Kondisi Balas....	34
Tabel 4.1	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda.....	53
Tabel 4.2	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	54
Tabel 4.3	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	55
Tabel 4.4	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	56
Tabel 4.5	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	57
Tabel 4.6	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	58
Tabel 4.7	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	59
Tabel 4.8	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	60
Tabel 4.9	Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan).....	61
Tabel 4.10	Perhitungan Sudut Tikungan dan Jarak Antar PI....	66
Tabel 4.11	Perhitungan Sudut Tikungan dan Jarak Antar PI (Lanjutan).....	67

Tabel 4.12	Perhitungan Alinyemen Horisontal S-C-S	71
Tabel 4.13	Perhitungan Alinyemen Horisontal S-C-S (Lanjutan).....	72
Tabel 4.14	Perhitungan Alinyemen Horisontal FC.....	72
Tabel 4.15	Perhitungan Alinyemen Horisontal FC (Lanjutan).....	73
Tabel 4.16	Perhitungan Alinyemen Vertikal	76
Tabel 4.17	Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan).....	77
Tabel 4.18	Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan).....	78
Tabel 4.19	Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan).....	79
Tabel 4.20	Spesifikasi Bantalan Beton PT. Wika Tipe N-67 ...	84
Tabel 4.21	Perhitungan Fungsi Trigonometri dari Momen di Bawah Rel dan Tengah Bantalan	87
Tabel 4.22	Penggunaan Alat Penambat Elastis sesuai Kelas Jalan	89
Tabel 4.23	Penampang Melintang Jalan Rel Kelas Jalan I	89
Tabel 4.24	Perhitungan Fungsi Trigonometri dari Tekanan di Bawah Rel.....	91
Tabel 4.25	Hasil Analisa Penampang Melintang Jalan Rel Kelas Jalan I.....	93
Tabel 4.26	Pola Operasi Stasiun Mojokerto	94
Tabel 4.27	Pola Operasi Stasiun Curahmalang.....	95
Tabel 4.28	Pola Operasi Stasiun Sumobito.....	96
Tabel 4.29	Pola Operasi Stasiun Peterongan	97
Tabel 4.30	Pola Operasi Stasiun Peterongan	98
Tabel 4.31	Pola Operasi Stasiun Peterongan	99
Tabel 4.32	Volume Galian dan Timbunan.....	106
Tabel 4.33	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	107
Tabel 4.34	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	108
Tabel 4.35	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	109
Tabel 4.36	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	110
Tabel 4.37	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	111
Tabel 4.38	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	112
Tabel 4.39	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	113
Tabel 4.40	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	114
Tabel 4.41	Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Studi.....	5
Gambar 2.1	Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Jalur Lurus Untuk Jalur Ganda.....	11
Gambar 2.2	Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Lengkungan Untuk Jalur Ganda.....	11
Gambar 2.3	Lebar Jalan Rel 1067 mm.....	12
Gambar 2.4	Bentuk Lengkung S.....	15
Gambar 2.5	Trase Jalur Ganda Titik A, P1, P2.....	15
Gambar 2.6	Rumus Kuadran Azimuth.....	16
Gambar 2.7	Lengkung Horisontal dengan Lengkung Peralihan.....	16
Gambar 2.8.	Lengkung Vertikal.....	19
Gambar 2.9.	Lengkung Vertikal Cekung.....	20
Gambar 2.10.	Lengkung Vertikal Cembung.....	20
Gambar 2.11	Bagian Mendatar Diantara Lengkung Vertikal	21
Gambar 2.12	Ukuran Gandar Teguh Yang Digunakan di Indonesia.....	22
Gambar 2.13	Diagram Peninggian Rel.....	23
Gambar 2.14	Dimensi Penampang Rel.....	25
Gambar 2.15	Bagan Alir Perencanaan Dimensi Rel.....	28
Gambar 2.16	Bantalan Beton Blok Tunggal.....	29
Gambar 2.17	Dimensi Bantalan & Posisi Beban (Q).....	30
Gambar 2.18	Contoh Penambat Tipe Pandrol Elastik.....	31
Gambar 2.19	Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus (Rel 1067 mm).....	32
Gambar 2.20	Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lengkungan (Rel 1067 mm).....	32
Gambar 2.21	Detail Komponen Wesel.....	35
Gambar 2.22	Emplasmen Stasiun Kecil.....	36
Gambar 2.23	Emplasmen Stasiun Sedang.....	36
Gambar 2.24	Emplasmen Stasiun Besar.....	37
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi.....	42
Gambar 4.1	STA 57+500.....	45
Gambar 4.2	STA 58+000.....	45

Gambar 4.3	STA 58+600	46
Gambar 4.4	STA 63+200	47
Gambar 4.5	STA 65+000	48
Gambar 4.6	Stasiun Curahmalang.....	49
Gambar 4.7	Koordinat STA 66+300 (Google Maps).....	50
Gambar 4.8	Pengukuran Koordinat STA 66+300 Sisi Kanan (Google Earth).....	50
Gambar 4.9	Pengukuran Koordinat STA 66+300 Sisi Kiri (Google Earth).....	51
Gambar 4.10	Tampak STA 63+300	51
Gambar 4.11	Stasiun Sumobito.....	52
Gambar 4.12	Stasiun Peterongan	53
Gambar 4.13	Ruang Bebas Jalur Ganda	62
Gambar 4.14	Ruang Bangun Jalur Ganda.....	62
Gambar 4.15	Trase Jalur Ganda Titik A, P1, P2.....	63
Gambar 4.16	Detail Ukuran Penampang Rel R54	80
Gambar 4.17	Bantalan Beton PT. Wijaya Karya Tipe N-67	83
Gambar 4.18	Potongan A-A.....	83
Gambar 4.19	Potongan B-B	83
Gambar 4.20	Momen Inersia A dari AutoCad	85
Gambar 4.21	Momen Inersia B dari AutoCad	85
Gambar 4.22	Dimensi Bantalan dan Posisi Beban (Q)	86
Gambar 4.23	Detail Potongan Melintang Jalan Rel Ganda	93
Gambar 4.24	Emplasmen Lama Stasiun Mojokerto	93
Gambar 4.25	Emplasmen Baru Stasiun Mojokerto.....	94
Gambar 4.26	Emplasmen Lama Stasiun Curahmalang.....	95
Gambar 4.27	Emplasmen Baru Stasiun Curahmalang	95
Gambar 4.28	Emplasmen Lama Stasiun Sumobito.....	96
Gambar 4.29	Emplasmen Baru Stasiun Sumobito	96
Gambar 4.30	Emplasmen Lama Stasiun Peterongan	97
Gambar 4.31	Emplasmen Baru Stasiun Peterongan (Lanjutan).97	
Gambar 4.32	Emplasmen Lama Stasiun Jombang.....	98
Gambar 4.33	Emplasmen Baru Stasiun Jombang	98

Gambar 4.34	Gambar Tipe Rel 54	101
Gambar 4.35	Panjang Jarum Wesel	101
Gambar 4.36	Panjang Lidah Wesel.....	102
Gambar 4.37	Jari-Jari Wesel	103

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi mempunyai peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, pengembangan wilayah dan mempersatu wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dalam rangka mewujudkan Wawasan Nusantara, serta memperkuat ketahanan nasional dalam usaha mencapai tujuan nasional berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi dalam sistem transportasi nasional yang mempunyai karakteristik pengangkutan secara massal dan keunggulan tersendiri, yang tidak dapat dipisahkan dari moda transportasi lain, perlu dikembangkan potensinya dan ditingkatkan peranannya sebagai penghubung wilayah, baik nasional maupun internasional, untuk menunjang, mendorong, dan menggerakkan pembangunan nasional guna meningkatkan kesejahteraan rakyat. (Peraturan Pemerintah 23, 2007).

Kota Surabaya Dalam Angka 2018 mencatat jumlah penumpang kereta api pada tahun 2016 yakni 4.260.429 juta jiwa dan 2017 yakni 5.046.416 juta jiwa, data tersebut diambil dari beberapa Stasiun yang ada di Surabaya antara lain yaitu Stasiun kota, Stasiun Pasar turi, Stasiun Gubeng, Stasiun Wonokromo .Berdasarkan data tersebut perlu diketahui bahwa naiknya jumlah permintaan terhadap transportasi kereta api harus diimbangi dengan penyediaan jasa kereta api, sehingga dapat di harapkan memenuhi kebutuhan konsumen dan memberikan kemudahan serta kenyamanan dalam transportasi kereta api. Dengan semakin bertambahnya jumlah permintaan terhadap transportasi kereta api, sesuai dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No.2 Tahun 2006 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur Bagian keenam arahan pengembangan sistem prasarana wilayah, arahan pengembangan prasarana transportasi perkeretaapian, Pasal 42 ayat 3,

menyatakan bahwa pengembangan jalur perkeretaapian ganda ditunjukkan pada jalur-jalur sebagai berikut: Surabaya – Mojokerto – Jombang – Kertosono – Nganjuk – Madiun – Sragen.

Jalur rel kereta api *double track* yang direncanakan adalah jalur kereta api Stasiun Mojokerto sampai dengan Stasiun Jombang, dimana jalur ini mempunyai peranan penting dalam menghubungkan antara dua kota besar yakni Mojokerto dan Jombang yakni terjadi kegiatan perdagangan, bisnis, pariwisata dll. Semakin meningkatnya volume lalu lintas pada jalan raya Mojokerto – Jombang dapat juga menimbulkan terjadinya kemacetan, sehingga upaya pemerintah megembangkan sistem perkeretaapian pada jalur Mojokerto – Jombang diharapkan mampu mengatasi jumlah peningkatan penumpang kereta api sekaligus mengatasi masalah kemacetan.

Kondisi eksisting jalur rel kereta api lintas Stasiun Mojokerto sampai dengan Stasiun Jombang saat ini masih beroperasi dengan jalur tunggal, dengan bantalan beton. Didalam merencanakan desain geometrik kereta api lintas Mojokerto-Jombang perlu dilakukan dengan teliti agar tidak menimbulkan terjadinya kecelakaan.

Tugas Akhir ini membahas mengenai perencanaan jalur ganda (*double track*), meliputi desain geometrik dan perhitungan struktur jalan rel dan peraturan perencanaan lainnya yang berkaitan dengan perencanaan pembangunan jalan kereta api. Penentuan Perencanaan rute *double track* yang baru dilakukan dengan mempertimbangkan rute jalur eksistng yang ada dan berbagai macam aspek berdasarkan peraturan perencanaan konstruksi jalan rel.

Selain itu pada Tugas Akhir ini akan merencanakan *layout emplasemen* dengan pola *double track*. Sehingga penyusunan Tugas Akhir ini mampu diharapkan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan *double track* baru kereta api lintas Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan pada proyek ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana kondisi hambatan pada sisi kanan maupun kiri jalan rel eksisting dan kontur tanah dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang ?
- b) Bagaimana menentukan posisi jalur *double track* dengan rel eksisting sebagai acuan ?
- c) Bagaimana desain geometrik jalur rel kereta api dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang ?
- d) Merencanakan konstruksi jalan rel (bantalan rel, penambat rel, balas, subbalas, dan wesel) pada *double track* dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.
- e) Bagaimana perencanaan layout emplasemen yang disebabkan adanya pola *double track* ?
- f) Bagaimana perhitungan *cut and fill* jalur rel kereta api dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Rute pembangunan *double track* yang akan direncanakan dimulai dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.
- b) Tidak membahas perencanaan jalur eksisting dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang
- c) Menggunakan struktur jalan rel dengan ukuran lebar sepur yaitu 1067 mm dan rel tipe R54.
- d) Tidak membahas tentang persinyalan, jembatan, maupun infrastruktur kereta api lainnya.
- e) Tidak menghitung kekuatan timbunan tanah badan jalan rel yang direncanakan.
- f) Tidak menghitung sistem drainase

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Dapat mengetahui kondisi hambatan pada sisi kanan maupun kiri jalan rel eksisting dan kontur tanah dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang..
- b) Dapat menentukan posisi jalur *double track* dengan rel eksisting sebagai acuan.
- c) Dapat merencanakan desain geometric jalur rel kereta api dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.
- d) Dapat merencanakan konstruksi jalan rel (bantalan rel, penambat rel, balas, subbalas, dan wesel) dan desain geometrik jalan rel *double track* yang baik.
- e) Dapat merencanakan layout emplasemen jalur rel kereta api yang disesuaikan dengan pola *double track* dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.
- f) Dapat menghitung *cut and fill* jalur rel kereta api dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang ?

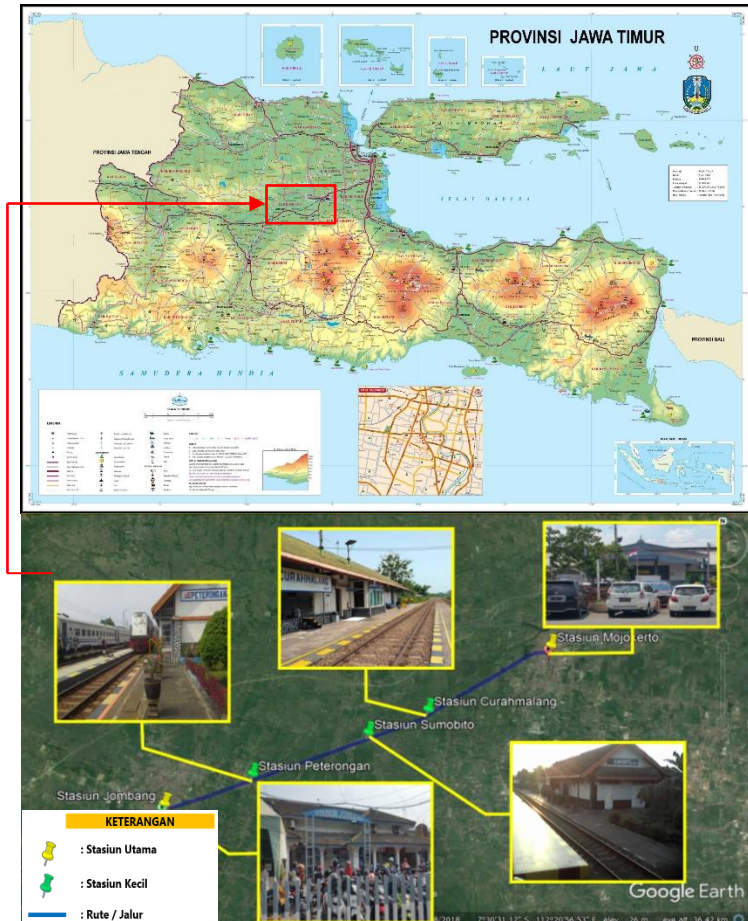
1.5. Manfaat Penelitian

Adapun pembuatan Tugas Akhir ini diharapkan membawa manfaat sebagai berikut:

- a) Mengetahui kondisi hambatan yang ada pada kondisi eksisting dan mengetahui proses membuat peta kontur dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* dan *Civil 3D*.
- b) Mengetahui posisi jalur *double track* dengan rel eksisting sebagai acuan.
- c) Mengetahui bagaimana perhitungan perencanaan geometrik dan konstruksi jalan rel yang mengacu pada peraturan tentang perkeretaapian.
- d) Mengetahui perencanaan *layout emplasemen* jalur rel kereta api yang disesuaikan dengan pola *double track* dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.
- e) Mengetahui perhitungan *cut and fill* jalur kereta api dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang.

1.6. Lokasi Studi

Lokasi yang ditinjau dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah kondisi eksisting jalur tunggal yaitu sepanjang Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang, Adapun lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Peta Lokasi Studi
 Sumber: *Google Earth*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Moda Transportasi Kereta Api

Kereta api adalah sarana perkeretapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkai dengan sarana perkeretapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (Peraturan Menteri 11, 2012).

2.2. Kecepatan dan Beban Gandar

2.2.1. Kecepatan

A. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel. Adapun beberapa bentuk kecepatan rencana digunakan untuk:

- a) Untuk perencanaan struktur jalan rel.

$$V_{\text{renc}} = 1.25 \times V_{\text{maks}} \quad 2.1$$

- b) Untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan lengkung peralihan

$$V_{\text{renc}} = V_{\text{maks}} \quad 2.2$$

- c) Untuk perencanaan peninggian rel

$$V_{\text{renc}} = C \times \frac{\sum Ni \times Vi}{\sum Ni} \quad 2.3$$

Keterangan:

$$C = 1,25$$

Ni = Jumlah Kereta api yang lewat

Vi = Kecepatan Operasi

B. Kecepatan Maksimum

Kecepatan maksimum adalah kecepatan tertinggi yang diijinkan untuk operasi suatu rangkaian kereta pada lintas tertentu. Ketentuan pembagian kecepatan maksimum dalam perencanaan geometrik dapat dilihat pada Tabel Klasifikasi jalan rel 1067 mm

C. Kecepatan Operasi

Kecepatan operasi adalah kecepatan rata-rata kereta api pada petak jalan tertentu.

D. Kecepatan Komersial

Kecepatan komersial adalah kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh.

2.2.2. Beban Gandar

Beban gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar. Beban gandar maksimum untuk lebar jalan rel 1067 mm pada semua kelas jalur adalah sebesar 18 ton. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton.

2.3. Standar Jalan Rel

2.3.1. Klasifikasi Jalan Rel

Jalan rel diklasifikasikan berdasarkan daya angkut lintas (ton/tahun), seperti pada Tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Rel 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton — 60	Elastis Ganda	30	60

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Rel 1067 mm (Lanjutan)

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
II	10.106-20.106	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 60	Elastis Ganda	30	50
III	5.106 -10.106	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda	30	40
IV	2,5.10 ⁶ -5.10 ⁶	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
V	< 2.5.10 ⁶	80	18	R.42	Kayu/Baja 60	Elastis Tunggal	25	35

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

2.4. Analisis Penentuan Letak Jalur Ganda

Penentuan letak jalur ganda dilakukan dengan mengacu pada posisi jalan rel lama, oleh karena itu pengukuran jarak ruang bebas diambil dari as rel lama tetapi dalam pengukuran jarak ruang bangun harus diambil dari as rel baru. Terdapat beberapa pertimbangan dalam melakukan analisis penentuan letak jalur ganda antara lain yaitu:

2.4.1. Kondisi Lahan Eksisting

Dalam penentuan trase dibuat agar seminimal mungkin melintasi daerah pemukiman yang ada. Karena selain biaya yang dikeluarkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan pembebasan lahan kosong, juga menghindari adanya konflik sosial yang muncul akibat pembangunan jalan tersebut.

2.4.2. Ketersediaan Lahan PT.KAI

Mengetahui ketersediaan lahan PT. KAI berfungsi sebagai megantisipasi kesulitan pada saat dibangunnya jalur baru. Apabila terdapat bangunan yang menjadi hambatan dan lahan tersebut masih bagian dari lahan PT. KAI, maka pembebasan lahan dapat lebih mudah dilakukan.

2.4.3. Rencana Emplasmen Baru

Selain dua pertimbangan diatas, rencana emplasmen yang baru juga perlu diperhatikan dalam penentuan letak jalur ganda. Di dalam perencanaan emplasmen baru posisi bangunan Stasiun perlu juga di pertimbangkan.

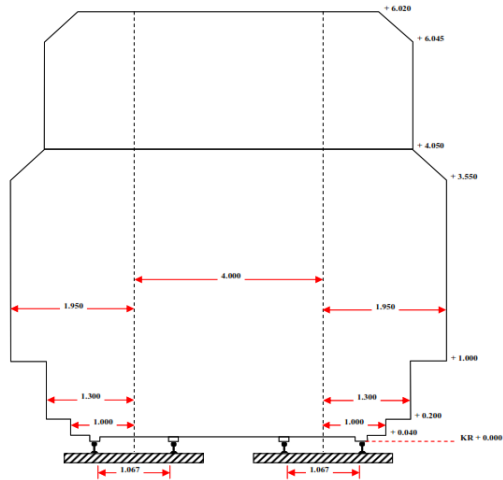
2.5. Pengalokasian Ruang Operasi

Untuk kepentingan operasi suatu jalur kereta api harus memiliki pengaturan yang terdiri dari:

- 1) Ruang Bebas
- 2) Ruang Bangun

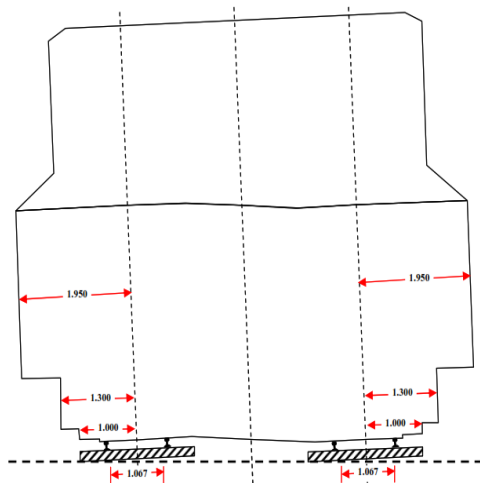
2.5.1. Ruang Bebas

Ruang bebas adalah ruang ruang di atas jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Ukuran ruang bebas untuk jalur ganda saat kondisi lurus, dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan untuk jalur ganda saat kondisi berbelok dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Jalur Lurus Untuk Jalur Ganda

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012



Gambar 2.2 Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Lengkungan Untuk Jalur Ganda

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

2.5.2. Ruang Bangun

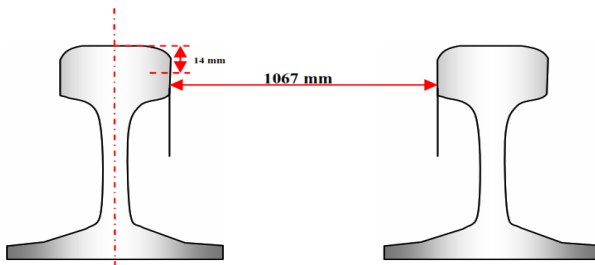
Berdasarkan Utomo Tahun 2009, Ruang bangun adalah ruang disisi sepur yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap antara lain: tiang listrik, pagar, tiang rambu dsb. Untuk menentukan dimensi dari batas ruang bangun, yaitu dengan cara mengukur jarak dari sumbu jalan rel pada tinggi 1 m sampai 3,55 m. Jarak horizontal ruang bangun adalah sebagai berikut:

- Pada lintas bebas ialah 2,35 m sampai 2,53 m di kiri dan kanan sumbu sepur.
- Pada emplasemen ialah 1,95 m sampai 2,35 m di kiri dan kanan sumbu sepur.
- Pada jembatan ialah 2,15 m di kiri dan kanan sumbu sepur.

2.6. Geometrik Jalan Rel

2.6.1. Lebar Sepur

Untuk kelas jalan rel lebar sepur adalah 1067 mm yang merupakan jarak terkecil antara kedua sisi kepala rel, diukur pada daerah 0-14 mm di bawah permukaan teratas kepala rel, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Lebar Jalan Rel 1067 mm

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

2.6.2. Kelandaian Medan

Persyaratan kelandaian yang harus dipenuhi meliputi persyaratan landai penentu, persyaratan landai curam dan persyaratan landai emplasemen

A. Pengelompokan Lintas

Berdasarkan pada kelandaian dari sumbu jalan rel dapat dibedakan menjadi 4 kelompok yaitu:

- a) Emplasemen = 0 ‰ sampai 1,5 ‰
- b) Lintas Datar = 0 ‰ sampai 10 ‰
- c) Lintas Pegunungan = 10 ‰ sampai 40 ‰
- d) Lintas dengan rel gigi = 40 ‰ sampai 80 ‰

B. Landai Penentu

Landai penentu adalah suatu kelandaian (Pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Besar landai penentu terutama berpengaruh pada kombinasi daya tarik lokomotif dan rangkaian yang dioperasikan.

Dalam menentukan landai penentu maksimum untuk masing – masing kelas jalan rel, besarnya landai penentu nilainya akan disajikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Landai Penentu Maksimum

Kelas Jalan Rel	Landai Penentu Maksimum
1	10 ‰
2	10 ‰
3	20 ‰
4	25 ‰
5	25 ‰

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

2.6.3. Lengkung Horizontal

Dua bagian lurus, yang perpanjangnya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung-lengkung peralihan. Untuk menentukan besarnya kecepatan rencana, besarnya jari-jari minimum dengan lengkung peralihan (S-C-S) atau tanpa lengkung peralihan (SS dan Full Circle) yang diijinkan, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Jari-Jari Minimum Yang Diijinkan

Kecepatan Rencana (Km/ jam)	Jari – jari minimum lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	Jari – jari minimum lengkung lingkaran 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

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

A. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (S-C-S) 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. Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan persamaan 2.4:

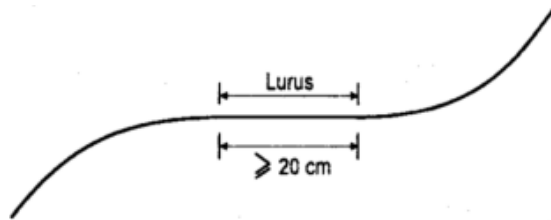
$$L_h = 0,01 \times h \times V \quad 2.4$$

Keterangan:

- L_h = Panjang minimal lengkung peralihan.
- H = Peninggian relative antara dua bagian yang dihubungkan (mm)
- V = Kecepatan rencana untuk lengkungan peralihan (km/jam)

B. Lengkung S

Terjadi apabila 2 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 m di luar lengkung peralihan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.4:

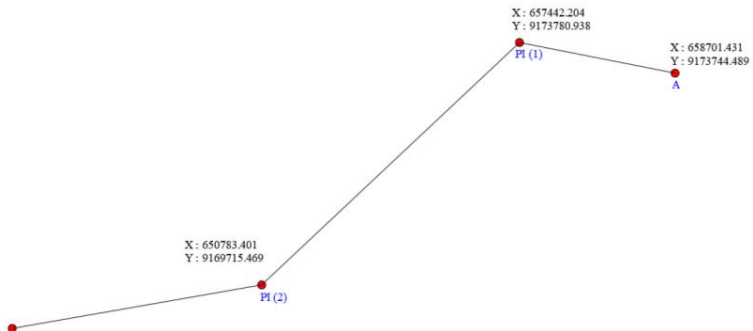


Gambar 2.4 Bentuk Lengkung S

Sumber: Utomo, 2009

C. Alur Perhitungan Lengkung Horizontal

Adapun tahapan menghitung lengkung horizontal adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Trase Jalur Ganda Titik A, P1, P2

a) Menghitung nilai Koordinat ΔX dan ΔY

Adapun rumus – rumus untuk menghitung koordinat ΔX dan ΔY sebagai berikut:

Koordinat ΔX PI(1)	=	$X_{PI(1)} - X(A)$	2.5
Koordinat ΔY PI(1)	=	$Y_{PI(1)} - Y(A)$	2.6
Koordinat ΔX PI(2)	=	$X_{PI(2)} - X(1)$	2.7
Koordinat ΔY PI(2)	=	$Y_{PI(2)} - Y(1)$	2.8

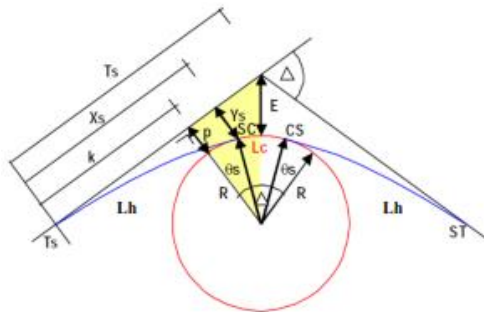
b) Menghitung Sudut Azimuth

$\alpha = 360 - \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)}$	$\alpha = \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)}$
Kuadran IV	Kuadran I
$\alpha = 180 + \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)}$	$\alpha = 180 - \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)}$
Kuadran III	Kuadran II

Gambar 2.6 Rumus Kuadran Azimuth

c) Menghitung Lengkung Horisontal

Untuk merencanakan suatu lengkung pada jalan rel dimana akan diperhitungkan bagian-bagian lengkung seperti yang terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Lengkung Horisontal dengan Lengkung Peralihan
Sumber: Modul 5. Geometrik Jalan Raya dan Rel

Dari Gambar 2.7, maka langkah-langkah untuk menghitung nilai alinyemen horizontal akan dijelaskan dengan persamaan 2.9-2.18.

$$h = 5,95 x \frac{V^2}{R} \quad 2.9$$

$$Lh = 0,01 x h x H \quad 2.10$$

$$\theta_s = \frac{90 x Lh}{\pi x R} \quad 2.11$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) x \pi x R}{180} \quad 2.12$$

$$P = \frac{Lh^2}{6 x R} - R x (1 - \cos \theta_s) \quad 2.13$$

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40 x R^2} - (R x \sin \theta_s) \quad 2.14$$

$$T_s = (R + p) x \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad 2.15$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad 2.16$$

$$X_s = Lh x \left(1 - \frac{Lh^2}{6 x R^2} \right) \quad 2.17$$

$$Y_s = \frac{Lh^2}{6 x R} \quad 2.18$$

Keterangan:

- H = Peninggian rel (mm)
 Lh /Ls = Panjang lengkung peralihan (m)
 Θ s = Sudut lengkung peralihan (m)
 Lc = Panjang lengkung lingkaran (m)
 P = Jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap sudut tangen (m)
 K = Jarak dari titik Ts ke titik P (m)
 Ts = Jarak dari titik TS ke titik PI (m)
 E = Jarak eksternal total dari PI ke tengah Lc (m)
 Xs = Jarak dari titik TS ke titik proyeksi pusat Ys (m)
 Ys = Jarak dari titik SC ke garis proyeksi TS (m)
 R = Jari-jari rencana (m)
 Δ = Sudut tikungan rencana ($^{\circ}$)
 E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)
 V = Kecepatan rencana (Km/jam)

2.6.4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal merupakan proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut. Besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal tergantung pada besarnya kecepatan rencana seperti yang tercantum dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari – Jari Minimum Lengkung Vertikal (m)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Keterangan:

- X_m = Jarak titik pusat sumbu tekuk ke elevasi PLV / PTV (m)
 Y_m = Jarak titik pusat sumbu tekuk ke elevasi PLV / PTV (m)
 Δi = Sudut alinyemen vertikal ($^\circ$)
 R = Jari-jari lengkung vertikal (m)
 θ = $(G1 - G2)$ perbedaan landai (%)
 $G1$ = Prosentase kemiringan (%)
 $G2$ = Prosentase kemiringan (%)
 L = Panjang total lengkung vertikal (m)
 PPV = Elevasi rencana pada alinyemen vertikal (m)

Adapun didalam lengkung vertikal terdapat 2 macam lengkung yaitu dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan 2.10.

- a) Lengkung vertikal cekung (-)



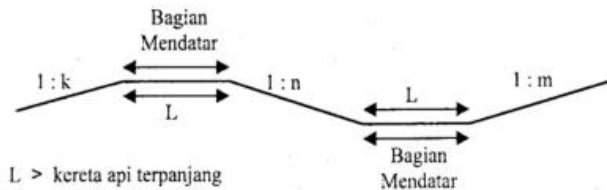
Gambar 2.9. Lengkung Vertikal Cekung
Sumber: Utomo, 2009

- b) Lengkung vertikal cembung (+)



Gambar 2.10. Lengkung Vertikal Cembung
Sumber: Utomo, 2009

Berdasarkan Subarkah Tahun 1981, Apabila suatu tanjakan diikuti oleh turunan atau sebaliknya yaitu turunan diikuti tanjakan, maka di antara lengkung vertikal yang merupakan lengkung transisi harus dibuat “bagian mendatar” yang panjangnya tidak boleh kurang dari kereta api terpanjang yang melalui jalan rel tersebut.



Gambar 2.11 Bagian Mendatar Diantara Lengkung Vertikal
Sumber: Utomo, 2009

2.6.5. Pelebaran Sepur

Ketika kereta/gerbong melewati suatu tikungan, maka roda gerbong pada bagian sisi teluar akan menekan rel, dikarenakan gerbong menggunakan dua gandar maka disebut Gandar Teguh (*Rigid Wheel Base*). Sumbu gandar belakang akan selalu tegak lurus dengan gandar depan. Untuk mengurangi gaya tekan akibat terjepitnya roda kereta, maka perlu diadakan pelebaran rel agar rel dan roda tidak cepat aus. Adapun faktor – faktor berpengaruh terhadap besarnya pelebaran sepur, yaitu:

- Jari-jari lengkung (R).
- Ukuran atau jarak gandar muka-belakang yang kokoh/rigid wheel base (d)
- Kondisi keausan roda dan rel.

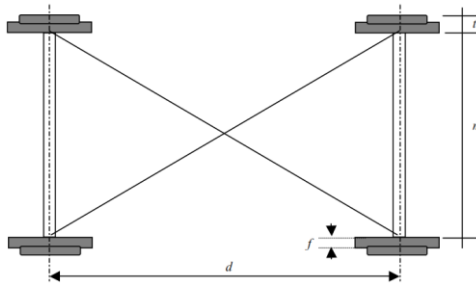
Perlebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Perlebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam, besar perlebaran sepur untuk berbagai jari-jari tikungan adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Pelebaran Sepur

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

Sumber: Peraturan Dinas 10, 1986

Ukuran atau jarak gandar muka – belakang yang kokoh (*rigid wheel base*) dengan menggunakan sistem pendekatan Indonesia seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Ukuran Gandar Teguh Yang Digunakan di Indonesia

Sumber: Rosyidi, 2015

Keterangan:

$d = 3,00 \text{ m}, 4,00 \text{ m}$

$m = 1000 \text{ mm}$

$f = 30 \text{ mm}$

$t = 130 \text{ mm}$

2.6.6. Peninggian Rel

Peninggian rel diperlukan untuk mengimbangi timbulnya gaya sentrifugal pada kereta saat memasuki suatu lengkung horisontal. Gaya sentrifugal tersebut mengakibatkan kereta api cenderung terlempar ke luar dari lengkung. Peninggian dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

$$h_{\min} = 8,8 \times \frac{V^2}{R} - 53,5 \quad 2.25$$

$$h_{\text{normal}} = 5,95 \times \frac{V^2}{R} \quad 2.26$$

$$h_{\max} = 110 \text{ mm} \quad 2.27$$

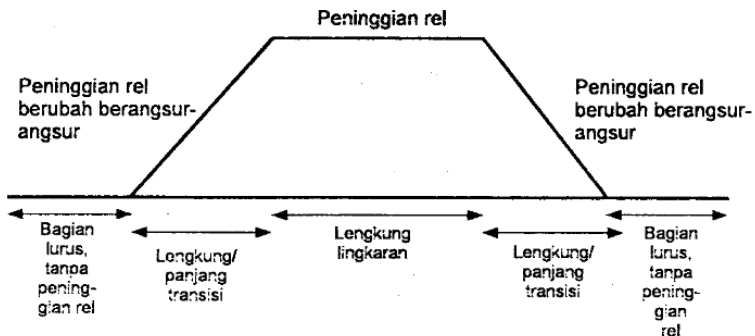
Keterangan:

h = Peninggian rel (mm)

V = Kecepatan rencana (Km/jam)

R = Jari – jari rencana (m)

Untuk detail skema peninggian rel kereta api dapat dilihat pada gambar 2.13:



Gambar 2.13 Diagram Peninggian Rel

Sumber: Utomo, 2009

2.7. Konstruksi Jalan Rel

2.7.1. Komponen Konstruksi Rel

Rel merupakan struktur balok menerus yang diletakkan di atas tumpuan bantalan yang berfungsi sebagai penuntun atau mengarahkan pergerakan roda kereta api. Dalam pemilihan tipe rel, harus di sesuaikan dengan rencana kelas jalan yang dipilih.

A. Dimensi Rel

Rel dianggap sebagai suatu balok tidak berhingga panjangnya dengan pembebanan terpusat dan ditumpu oleh struktur dengan modulus elastisitas jalan rel (track stiffness) k . Penentuan dimensi rel didasarkan pada tegangan ijin rel. Tegangan ini tidak boleh melebihi nilai tegangan ijin yang telah ditetapkan sesuai dengan kelas jalannya. Jika suatu dimensi rel dengan beban roda tertetu menghasilkan $\sigma < \sigma$ ijin, maka dimensi rencana dianggap cukup.

a) Karakteristik Penampang Rel

Karakteristik penampang rel harus memenuhi syarat dan ketentuan dimensi rel seperti yang tertera pada Tabel 2.7-2.8 dan Gambar 2.14.

Tabel 2.7 Karakteristik Penampang Rel

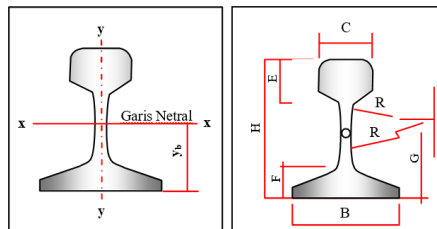
Besaran Geometri Rel	Tipe Rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
C (mm)	68,50	65,00	70,00	74,30
D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	76,00	74,79	80,95
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm ²)	54,26	64,20	69,34	76,86
W (kg/m)	42,59	50,40	54,43	60,34

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Tabel 2.8 Karakteristik Penampang Rel

Besaran Geometri Rel	Tipe Rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
I_x (cm ⁴)	1369	1960	2346	3055
Yb (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95
A = luas penampang				
W = berat rel per m				
I_x = momen inersia terhadap sumbu x				
Yb = jarak tepi bawah rel ke garis netral				

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012



Gambar 2.14 Dimensi Penampang Rel

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

b) Tegangan Ijin (σ)

Tegangan ijin tergantung pada mutu rel yang digunakan. Untuk perencanaan dimensi rel yang akan digunakan. Nilai tegangan ijin dapat dilihat pada Tabel 2.9 dan 2.10.

Tabel 2.9 Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (juta ton/thn)	Kecepatan Rencana (kph)	Beban Gandar (ton)	Beban Roda Dinamis (kg)	Jenis Rel	Tegangan Dasar Rel (kg/cm ²)	Tegangan Ijin (kg/cm ²)
I	> 20	150	18	19940	R - 60	1042,3	1325
					R - 54	1176,8	
II	10-20	140	18	16241	R - 54	1128,2	1325
					R - 50	1231,8	
III	5-10	125	18	15542	R - 54	1097,7	1663
					R - 50	1178,8	
					R - 42	1476,3	

Tabel 2. 10 Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia (Lanjutan)

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (juta ton/thn)	Kecepatan Rencana (kpi)	Beban Gandar (ton)	Beban Roda Dinamis (kg)	Jenis Rel	Tegangan Dasar Rel (kg/cm ²)	Tegangan Ijin (kg/cm ²)
IV	2,5-5	115	18	14843	R – 54	1031	1843
					R – 50	1125,8	
					R – 42	1410	
V	> 2,5	100	18	14144	R – 42	1343,5	2000

Sumber: Rosyidi, 2015

c) Perhitungan Tegangan Ijin Rel

Alur perhitungan tegangan ijin yang terjadi pada rel akan dijelaskan dengan rumus sebagai berikut:

Beban dinamis roda (Pd)

$$P_s = \frac{\text{Beban Gandar}}{2} \quad 2.28$$

$$P_d = P_s + 0,01 \times P_s \times \left(\frac{V}{1,609} - 5 \right) \quad 2.29$$

Keterangan:

Pd = Beban dinamis roda (kg)

Ps = Beban statis roda (kg)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

Dumping faktor (λ)

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \quad 2.30$$

Keterangan:

λ = Dumping factor (cm)

K = Modulus elastisitas jalan rel = 180 kg/cm-1

E = Modulus elastisitas struktur rel = 2,1x10⁶ kg/cm²

I_x = Momen inersia rel terhadap sumbu x-x (cm⁴)

Momen maksimm (Ma)

$$M_o = \frac{Pd}{4 \times \lambda} \quad 2.31$$

$$M_a = 0,85 \times M_o \quad 2.32$$

Keterangan:

M_o = Momen akibat superposisi beban gandar (kg.cm)

Pd = Beban dinamis roda (kg)

λ = Dumping factor (cm^{-1})

M_a = Momen maksimum (kg.cm)

Tegangan ijin kelas jalan rel (σ)

$$\sigma = \frac{(M_a \times Y_b)}{I_x} \quad 2.33$$

Keterangan:

M_a = Momen maksimum (kg.cm)

Y_b = Jarak tepi bawah rel ke garis netral (cm)

I_x = Momen inersia rel terhadap sumbu x-x (cm^4)

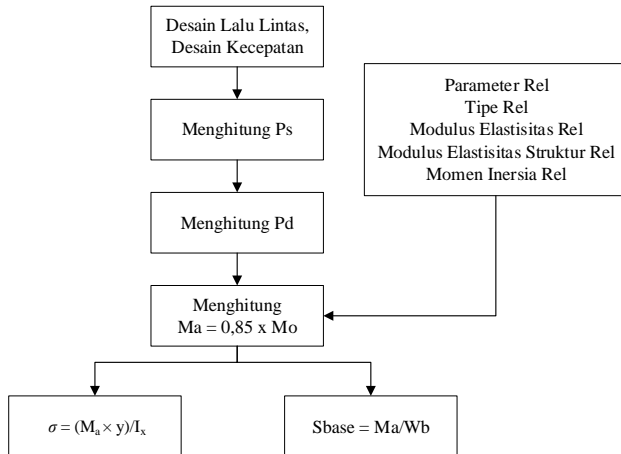
Tegangan yang terjadi pada dasar rel (S_{base})

$$S_{base} = \frac{M_a}{W_b} \quad 2.34$$

Keterangan:

M_a = Momen maksimum (kg.cm)

W_b = Tahanan momen dasar / Z_x (cm^4)



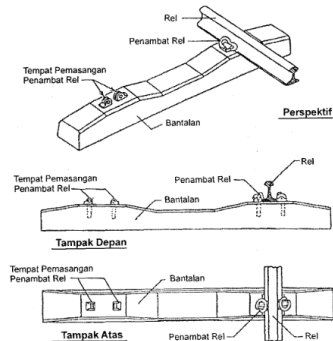
Gambar 2.15 Bagan Alir Perencanaan Dimensi Rel
Sumber: Rosyidi, 2015

2.7.2. Bantalan Rel

Bantalan rel adalah landasan tempat rel bertumpu dan diikat dengan penambat rel, oleh karena itu harus cukup kuat untuk menahan beban kereta api yang berjalan di atas rel, mengacu pada PM No. 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api bahwa bantalan rel kereta api harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Untuk lebar jalan rei 1067 mm dengan kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 500 kg/cm , dan mutu baja prategang dengan tegangan putus (tensile strength) minimum sebesar 16.876 kg/cm (1.655 MPa). Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sebesar +1500 kg m pada bagian dudukan rei dan -930 kg m pada bagian tengah bantalan.
- b) Dimensi bantalan beton:
 - Panjang = 2 mm
 - Lebar maksimum = 260 mm
 - Tinggi maksimum = 220 mm

Untuk detail potongan bantalan beton akan ditampilkan pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Bantalan Beton Blok Tunggal
Sumber: Utomo, 2009

Adapun untuk prosedur perhitungan dimensi bantalan beton blok tunggal akan dijelaskan sebagai berikut:

- a) Perhitungan Modulus Elastisitas berdasarkan nilai f_{cu}

$$E = 6400 \times \sqrt{f_{cu}} \quad 2.35$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas (kg/cm^2)

f_{cu} = Mutu beton

- b) Perhitungan λ bantalan beton pada bagian di bawah rel dan tengah bantalan

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4 \times E \times I_x}} \quad 2.36$$

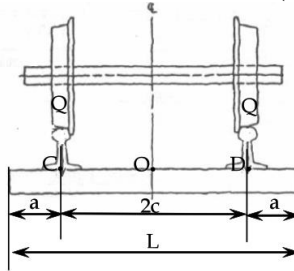
Keterangan:

K = Modulus elastisitas rel = $180 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$

E = Modulus elastisitas (kg/cm^2)

I_x = Momen inersia bantalan beton (cm^4)

- c) Perhitungan momen di titik C dan D (kg.cm)



Gambar 2.17 Dimensi Bantalan & Posisi Beban (Q)

Sumber: Rosyidi, 2015

$M_{C/D}$	$= \frac{Q}{4\lambda} \times \frac{1}{(\sin \lambda \times L)}$ $+ (\sin \lambda \times L) \times [(2 \times \cosh^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c$ $+ \cosh \lambda L) - (2 \times \cos^2 \lambda a) \times (\cos^2 2\lambda c$ $+ \cosh \lambda L) - (\sinh 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L)$ $- (\sin 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L)]$	2.37
-----------	--	------

Keterangan:

$$Q = 60\% \times Pd \quad 2.38$$

- d) Perhitungan momen di titik O, Tengah Bantalan (kg.cm)

$$M_O = \frac{Q}{2\lambda} \times \frac{1}{(\sin \lambda \times L)}$$

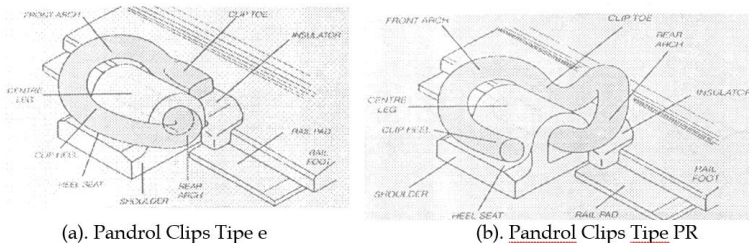
$$+ (\sinh \lambda \times L) \times [\sinh \lambda c (\sin \lambda c + \sin \lambda (L - c)) + \sin \lambda c (\sinh \lambda c + \sinh \lambda (L - c)) + \cosh \lambda c \cos \lambda (L - c) - \cos \lambda c \cosh \lambda (L - c)] \quad 2.39$$

Keterangan:

$$Q = 60\% \times Pd \quad 2.40$$

2.7.3. Komponen Penambat Rel

Penambat rel adalah bagian komponen yang menambat struktur rel pada bantalan sedemikian sehingga kedudukan rel menjadi tetap kokoh dan tidak bergeser pada bantalannya.



(a). Pandrol Clips Tipe e

(b). Pandrol Clips Tipe PR

Gambar 2.18 Contoh Penambat Tipe Pandrol Elastik

Sumber: Rosyidi, 2015

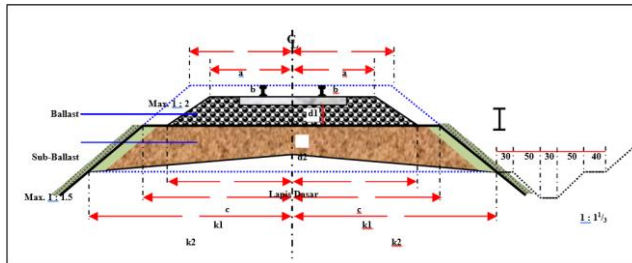
2.7.4. Lebar Formasi Badan Jalan Rel

Lebar formasi badan jalan (tidak termasuk parit tepi) adalah jarak dari sumbu jalan rel ke tepi terluar formasi badan jalan. Khusus untuk rel ganda jarak antar AS bantalan adalah minimal 4 m. Untuk dimensi dan keterangan penampang melintang jalan rel dapat dilihat pada Tabel 2.11 dan Gambar 2.19-2.20.

Tabel 2.11 Penampang Melintang Jalan Rel

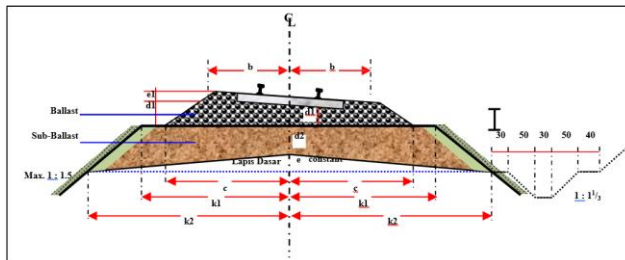
Kelas Jalan	V Maks (km/jam)	d1 (cm)	b (cm)	c (cm)	k1 (cm)	d2 (cm)	e (cm)	k2 (cm)
I	120	30	150	235	265	15-50	25	375
II	110	30	150	235	265	15-50	25	375
III	100	30	140	225	240	15-50	22	325
IV	90	25	140	215	240	15-35	20	300
V	80	25	135	210	240	15-35	20	300

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012



Gambar 2.19 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus (Rel 1067 mm)

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012



Gambar 2.20 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lengkungan (Rel 1067 mm)

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

2.7.5. Balas dan Sub Balas

Berdasarkan PM No.60 Tahun 2012, lapisan balas dan sub balas pada dasarnya adalah terusan dari lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan yang terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel. Adapun fungsi utama balas dan sub balas adalah sebagai berikut:

- 1) Meneruskan dan meyebarakan beban bantalan ke tanah dasar
- 2) Mengkokohkan kedudukan bantalan
- 3) Meluruskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan rel.

A. Balas

Tebal lapisan balas atas adalah seperti yang tercantum pada klasifikasi kelas jalan, hal ini dapat dilihat pada tabel 2.8. Jarak dari sumbu jalan rel ke tepi atas lapisan balas adalah:

$$b > \frac{1}{2} L + X \quad 2.41$$

Keterangan:

L = Panjang bantalan (cm)

X = 50 cm untuk kelas I dan II

= 40 cm untuk kelas III dan IV

= 35 untuk kelas V

B. Sub Balas

Pada tabel 2.9 terdapat *range* dalam menentukan dimensi (d2), maka dapat dihitung menggunakan persamaan 2.42:

$$d2 = d - d1 > 15 \quad 2.42$$

Keterangan:

d1 = Tebal lapisan balas dibawah bantalan (cm)

d2 = Tebal lapisan sub balas (cm)

Dimana d di hitung dengan persamaan:

$$d = \sqrt[1.35]{\frac{58 \times \sigma_1}{\sigma t}} - 10 \quad 2.43$$

Keterangan:

σ_1 = Tekanan dibawah bantalan

σt = Tekanan tanah dasar (kg/cm²)

σ_1 dihitung dengan rumus “*beam on elastic foundation*” yaitu:

$$\sigma_1 = \frac{(Pd \times \lambda) / (2 \times k) \times 1 / ((\sin \lambda \times L) + (\sin \lambda \times L)) \times [(2 \times \cosh^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) + (2 \times \cos^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) + (\sinh 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c - \sinh \lambda L) - (\sin 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c - \sinh \lambda L)]}{2.44}$$

Keterangan:

k = Modulus balas (kg/cm²)

Dimana,

$$k = b \times k_e \quad 2.45$$

Keterangan:

b = Lebar bawah bantalan (cm)

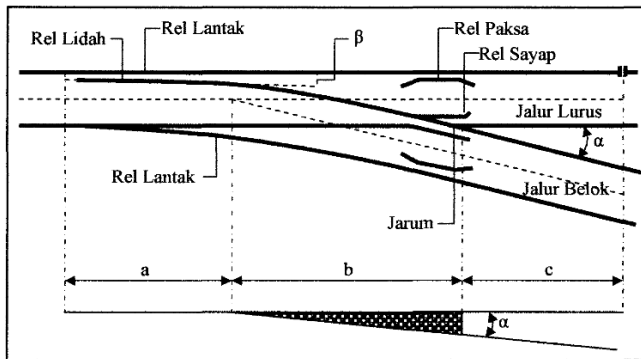
k_e = Koefisien balas (kg/cm³)

Tabel 2.12 Koefisien Balas yang dipengaruhi Kondisi Balas

Kondisi Balas	k _e (kg/cm ³)
Buruk	3
Sedang	8 – 10
Baik	12 – 15

2.7.6. Wesel

Wesel terdiri atas komponen – komponen sebagai berikut: Lidah, Jarum beserta sayap – sayapnya, Rel lantak, Rel paksa, dan Sistem penggerak. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Gambar 2.21.



Gambar 2.21 Detail Komponen Wesel

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Mengacu pada peraturan Menteri Perhubungan RI. 2012 No. 60. Dalam perencanaan wesel harus memenuhi persyaratan berikut ini:

- a) Celah antara lidah dan rel lantak harus kurang dari 3 mm
- b) Celah antara lidah wesel dan rel lantak pada posisi terbuka tidak boleh kurang dari 125 mm
- c) Celah (gap) antara rel lantak dan rel paksa pada ujung jarum 34 mm

2.7.7 Emplasmen Stasiun

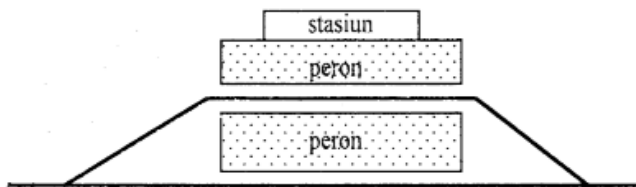
Dalam sistemnya, kereta api memerlukan ketersediaan jalan rel dan kendaraan jalan rel (lokomotif dan gerbong/kereta). Selain itu juga memerlukan juga memerlukan beberapa fasilitas yang difungsikan untuk:

- a) Memberikan fasilitas naik turunnya penumpang.
- b) Tempat muat dan bongkar barang angkutan.
- c) Menyusun lokomotif/kereta/gerbong menjadi rangkaian yang dikehendaki, dan penyimpanan kereta.
- d) Memberikan kemungkinan dan kesempatan kereta api berpapasan atau menyalip.

- e) Pemeliharaan dan perbaikan kendaraan jalan rel.
Penentuan letak emplasemen yang efektif seharusnya

A. Emplasmen Stasiun Kecil

Fungsi dari emplasmen pada Stasiun kecil ini adalah untuk kereta api bersilangan dan bersusulan dan juga kereta api tidak melakukan pemberhentian.. Untuk perencanaan denah emplasmen Stasiun kecil dapat dilihat pada Gambar 2.22:

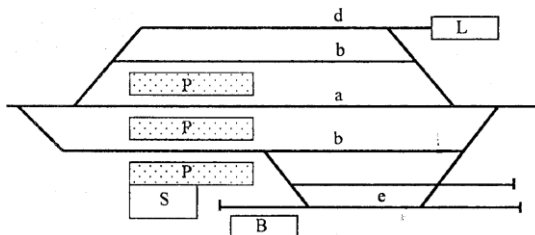


Gambar 2.22 Emplasmen Stasiun Kecil

Sumber: Utomo, 2009.

B. Emplasmen Stasiun Sedang

Letak emplasmen Stasiun sedang berada di kota kecil, jumlah jalan rel pada emplasmen ini lebih banyak dari emplasmen Stasiun kecil, dan kereta api melakukan pemberhentian. Sehingga ada kesempatan untuk melayani melayani penumpang jarak jauh. Untuk perencanaan denah emplasmen Stasiun sedang dapat dilihat pada Gambar 2.23:



Gambar 2.23 Emplasmen Stasiun Sedang

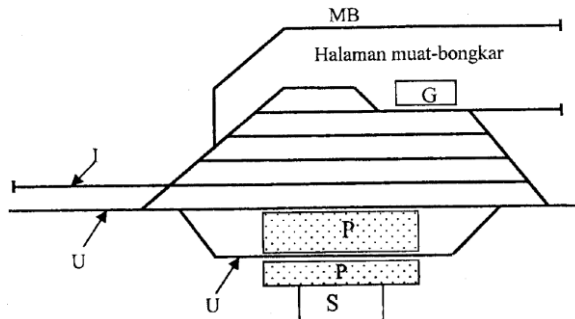
Sumber: Utomo, 2009.

Keterangan notasi gambar:

- a = Jalan rel utama
- b = Jalan rel penyimpanan
- c = Jalan rel langsir
- d = Jalan rel untuk lokomotif
- e = Jalan rel untuk kereta barang
- S = Gedung utama Stasiun
- B = Tempat bongkar – muat barang
- L = Tempat penyimpanan lokomotif
- P = Peron

C. Emplasmen Stasiun Besar

Letak emplasmen Stasiun besar letaknya berada di kota besar, semua kereta api melakukan pemberhentian di Stasiun ini dikarenakan terjadi aktivitas penurunan penumpang, pelayanan barang. Untuk perencanaan denah emplasmen Stasiun besar dapat dilihat pada Gambar 2.24:



Gambar 2.24 Emplasmen Stasiun Besar
Sumber: Utomo, 2009.

Keterangan notasi gambar:

U = Jalan rel utama

I = Jalan rel isolasi

MB = Jalan rel untuk bongkar – muat

S = Stasiun

P = Peron

G = Gudang barang

2.7. Galian dan Timbunan

Dalam setiap pekerjaan konstruksi pasti ada galian dan timbunan atau yang lebih di kenal oleh orang – orang lapangan adalah *cut and fill*. Dalam menghitung volume galian dan timbunan digunakan gambar *cross section* dan dibantu dengan *software autocad*.

BAB III METODOLOGI

3.1. Umum

Metodologi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan guna mempermudah pelaksanaan studi hingga mencapai tujuan yang telah direncanakan. Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan, seperti di bawah ini:

3.2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal sebelum memulai analisa dari rumusan masalah yang telah dibuat. Pada tahap ini lebih ditekankan mengenai cara memperoleh data yang akan dijadikan dasar untuk menjawab rumusan masalah. Proses dalam tahap persiapan adalah menentukan data-data apa saja yang diperlukan untuk perencanaan jalur kereta.

3.3. Pengumpulan Data

Untuk perencanaan *double track* yang dimulai dari Stasiun Mojokerto – Stasiun Jombang, diperlukan data primer dan data sekunder dengan tujuan agar dapat melakukan perhitungan hingga mencapai tujuan yang di rencanakan. Adapun data – data yang di perlukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

3.3.1. Data Sekunder

Data kondisi lintas eksisting jalur kereta api di Kota Mojokerto – Jombang, data tersebut didapatkan dari Kantor PT. KAI DAOP VII dan Kantor Direktorat Jendral Perkeretaapian Indonesia Peta Bakosurtanal (Peta Kontur).

3.3.2. Data Primer

Data primer bermanfaat untuk menentukan perencanaan tata letak jalan rel. Dengan cara menganalisa hasil perencanaan menurut data sekunder terhadap kondisi di lapangan. Adapun Langkah – langkah dalam pengumpulan data primer adalah:

- Meninjau kondisi eksisting jalan rel kereta api lintas Mojokerto – Jombang.
- Membuat foto dokumentasi kondisi eksisting jalur kereta api lintas Mojokerto – Jombang

3.4. Penentuan Letak/Posisi Jalur Ganda

Dimana pada tahap ini perlu dilakukan survey lapangan agar dapat mengetahui letak/posisi yang dapat dimanfaatkan sebagai jalur baru/*new track*. Dalam hal ini terdapat tiga pertimbangan yang harus diperhatikan.

1. Kondisi Lahan Eksisting
2. Ketersediaan Lahan PT.KAI
3. Rencana Emplasmen Baru

3.5. Tahap Analisa Data

Pada tahap ini akan dilakukan proses mengolah data Pengolahan data tersebut untuk mendapatkan output berupa desain geometrik, perhitungan cut and fill, perencanaan struktur jalan rel kereta api, perencanaan emplasemen jalur kereta api lintas Mojokerto-Jombang. Tahapan analisa data akan dijelaskan sebagai berikut:

3.5.1. Perencanaan Geometrik

Dalam perencanaan jalur rel kereta api ganda mulai dari Stasiun Mojokerto hingga Stasiun Jombang ini akan dilakukan berdasarkan jalur yang sudah, dengan mempertimbangkan luas lahan yang tersedia. Pada tahap ini persyaratan geometri yang wajib dipenuhi adalah sebagai berikut:

- Lebar Jalan Rel
- Kelandaian Medan
- Lengkung Horizontal
- Lengkung Vertikal
- Pelebaran Jalan Rel
- Peninggian Jalan Rel

3.5.2. Perhitungan *Cut and Fill*

Untuk menentukan perhitungan cut and fill ini nanti, akan dilakukan dengan metode cross section atau gambar potongan melintang yang sudah digambar dengan menggunakan *software* bantu *AutoCad*.

3.6. Perencanaan *Double Track*

Perencanaan *double track* ini mengacu pada Peraturan yang sudah ada, yaitu PD No. 10 tahun 1986 dan PM No. 60 tahun 2012, dan peraturan penunjang lainnya tentang peraturan perencanaan konstruksi jalan rel. Adapun pemilihan susunan jalan rel sesuai dengan peraturan perencanaan konstruksi jalan rel. Beberapa bagian rel antara lain:

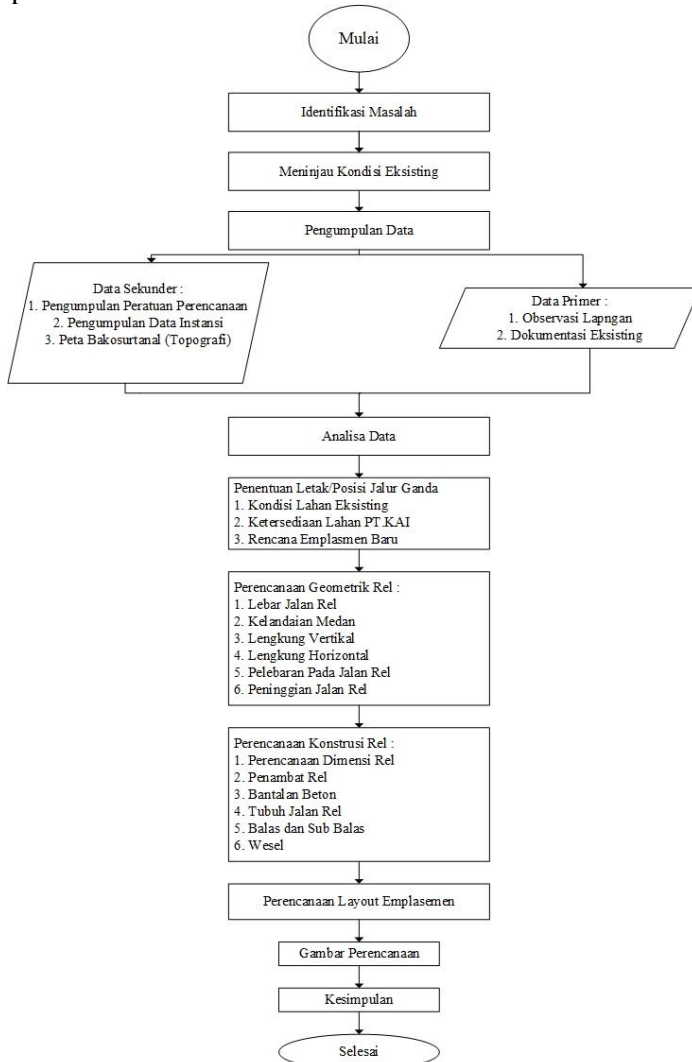
- Perencanaan Dimensi Rel
- Bantalan Beton
- Komponen Alat Penambat
- Balas dan Sub Balas
- Wesel

3.7. Perencanaan Emplasemen

Letak emplasemen yang baru akan direncanakan dengan sistem operasi pola *double track*, dimulai dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang, terdapat 5 Stasiun yang akan dianalisis layout emplasemennya, antara lain: Stasiun Mojokerto, Stasiun Curahmalang, Stasiun Sumobito, Stasiun Peterongan, dan Stasiun Jombang.

3.7. Diagram Alir Metodologi

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mengacu pada diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai kondisi eksisting jalan rel, analisis penentuan letak jalur ganda, merencanakan desain geometrik jalan rel, konstruksi jalan rel, dan perencanaan layout emplasmen dimulai dari Stasiun Kota Mojokerto sampai Stasiun Kota Jombang.

4.1. Kondisi Jalan Rel Eksisting

Di dalam meninjau kondisi jalan rel eksisting jalur Mojokerto – Jombang, akan dilakukan survey lapangan untuk menghitung jumlah ketersediaan lahan yang akan digunakan untuk membangun jalur ganda.

4.1.1. Lokasi

Lokasi yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini adalah kondisi eksisting jalur tunggal yaitu sepanjang Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang yang dimulai dari KM 56 + 900 Sampai dengan KM 82 + 200 Pada jalur ini terdapat 5 Stasiun yaitu:

1. Stasiun Mojokerto
2. Stasiun Curahmalang
3. Stasiun Sumobito
4. Stasiun Peterongan
5. Stasiun Jombang

4.2.1. Kelas Jalan

Berdasarkan Buku Informasi Perkeretaapian tahun 2014 layanan kereta api antar kota jalur ini termasuk dalam kelas jalan I.

4.2. Analisis Penentuan Letak Jalur Ganda

Dalam menentukan letak jalur ganda yang baru diperlukan beberapa data primer dan sekunder, adapun data tersebut yaitu:

1. Kondisi Lahan Eksisting
Untuk mengetahui kondisi lahan eksisting dilapangan dapat dilakukan survey, survey tersebut meliputi pengukuran jarak hambatan terdekat terhadap rel eksisting yang akan dibangun.
2. Lahan Milik PT.KAI
Untuk mengetahui kondisi lahan kepemilikan PT.KAI dapat dilakukan dengan 2 cara, yang pertama adalah data tersebut dapat diperoleh dari PT. KAI DAOP VIII, yang kedua adalah dengan dilakukan survey lapangan dan mengukur jarak patok lahan batas kepemilikan PT.KAI terhadap rel eksisting yang akan dibangun.
3. Rencana emplasmen jalur baru

Contoh perhitungan:

Analisis penentuan letak jalur ganda akan dimulai dari (STA 56+900) sampai dengan (STA 82+200), seperti yang dijelaskan sebelumnya pada tahap ini terdapat 3 syarat untuk dijadikan pertimbangan dalam menentukan letak jalur baru, yaitu diantaranya, dengan meninjau kondisi eksisting, kepemilikan lahan PT. KAI, dan rencana emplasmen jalur baru

1. STA 56+900 sampai dengan STA 57+500



Gambar 4.1 STA 57+500

Pada bagian pertama di STA 56+900 sampai dengan STA 57+500 kondisi lahan eksisting termasuk dilahan Stasiun Mojokerto.

2. STA 57+600 sampai dengan STA 58+300



Gambar 4.2 STA 58+000

Pada bagian kedua dilakukan pengukuran jarak terhadap sisi kanan dan sisi kiri rel, berdasarkan gambar diatas dapat

diketahui bahwa terdapat bangunan pemukiman di sisi kanan maupun sisi kiri rel dengan jarak masing-masing jarak 4 m dan 3 m. Dari data yang telah didapatkan bahwa batas wilayah lahan PT.KAI ialah 12 m untuk sisi kanan dan 15 m untuk sisi kiri.

Pertimbangan ketiga yaitu dengan memperhatikan posisi bangunan Stasiun dan perencanaan emplasmen jalur baru di Stasiun Mojokerto. Berdasarkan pertimbangan diatas ketika jalur baru dipilih di sisi kanan maupun sisi kiri akan tetap dilakukan pembebasan lahan, maka dengan pertimbangan ketiga yaitu dengan memperhatikan posisi bangunan di Stasiun Mojokerto dan perencanaan emplasmen jalur baru pada Stasiun tersebut. Setelah dilakukan survey, posisi bangunan Stasiun Mojokerto berada pada sisi kanan, maka dipilihlah jalur di sebelah kiri.

3. STA 58+400 sampai dengan STA 62+800



Gambar 4.3 STA 58+600

Pada bagian ketiga dilakukan pengukuran jarak terhadap sisi kanan dan sisi kiri rel, berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa di sisi kiri terdapat sawah namun hambatan terdekat pada sisi kanan rel yaitu terdapat tiang listrik, dengan jarak masing-masing jarak 10 m dan 3 m. Dari data yang telah didapatkan bahwa batas wilayah lahan PT.KAI ialah 16 m untuk sisi kanan dan 19.5 m untuk sisi kiri.

Berdasarkan pertimbangan diatas pembangunan jalur baru akan mengacu pada perencanaan sebelumnya, dikarenakan terdapat tiang listrik pada kanan rel dimana jika dibangun pada posisi ini akan membutuhkan pembongkaran sehingga berpengaruh pada waktu dan biaya saat pembangunan proyek sedangkan pada sisi kiri rel bebas hambatan.

4. STA 62+900 sampai dengan STA 64+000



Gambar 4.4 STA 63+200

Pada bagian keempat dilakukan pengukuran jarak terhadap sisi kanan dan sisi kiri rel, berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa di sisi kiri terdapat sawah namun hambatan terdekat pada sisi kanan rel yaitu terdapat tiang listrik, dengan jarak masing-masing jarak 20 m dan 4 m. Dari data yang telah didapatkan bahwa batas wilayah lahan PT.KAI ialah 19.93 m untuk sisi kanan dan 20.59 m untuk sisi kiri.

Berdasarkan pertimbangan diatas pembangunan jalur baru akan mengacu pada perencanaan sebelumnya, dikarenakan terdapat tiang listrik pada kanan rel dimana jika dibangun pada posisi ini akan membutuhkan pembongkaran sehingga berpengaruh pada waktu dan biaya saat pembangunan proyek sedangkan pada sisi kiri rel bebas hambatan.

5. STA 64+100 sampai dengan STA 65+100



Gambar 4.5 STA 65+000

Pada bagian kelima dilakukan pengukuran jarak terhadap sisi kanan dan sisi kiri rel, berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa di sisi kiri terdapat sawah namun hambatan terdekat pada sisi kanan rel yaitu terdapat tiang listrik, dengan jarak masing-masing jarak 10 m dan 4 m. Dari data yang telah didapatkan bahwa batas wilayah lahan PT.KAI ialah 7 m untuk sisi kanan dan 11 m untuk sisi kiri.

Pertimbangan ketiga yaitu dengan memperhatikan perencanaan emplasmen jalur baru di Stasiun Curahmalang, menurut Buku Informasi Perkeretaapian Tahun 2014, Stasiun Curahmalang termasuk kedalam kelas III atau Stasiun kecil dan hanya untuk kepentingan operasi (untuk memungkinkan kereta api bersilangan dan bersusulan).

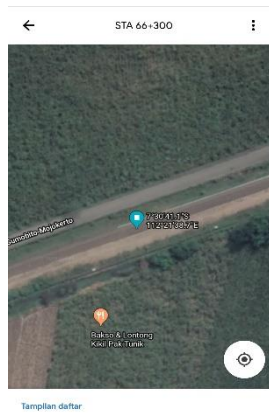


Gambar 4.6 Stasiun Curahmalang

Pada subbab perencanaan emplasmen diketahui bahwa terdapat 2 jalur pada Stasiun Curahmalang, untuk perencanaan jalur *double track* akan menggunakan jalur 1, sedangkan jalur eksisting akan menggunakan jalur 2. Dari penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa jalur 1 dan 2 digunakan sebagai sepur utama, pada jalur 1 membutuhkan sepur siding disisi kiri dan pada jalur 2 membutuhkan sepur siding disisi kanan. Dari Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa posisi bangunan Stasiun Curahmalang perlu digeser untuk kebutuhan membangun sepur siding jalur 1.

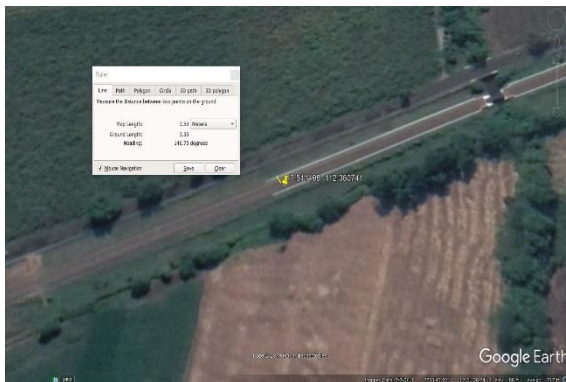
6. STA 65+200 sampai dengan STA 82+200

Pada bagian kelima terdapat perbedaan metode pengukuran terhadap hambatan pada posisi kiri maupun kanan rel eksisting. Metode pengukuran dilakukan dengan berdiri di patok kemudian menyimpan koordinat tersebut di *google maps*, seperti pada Gambar 4.7:

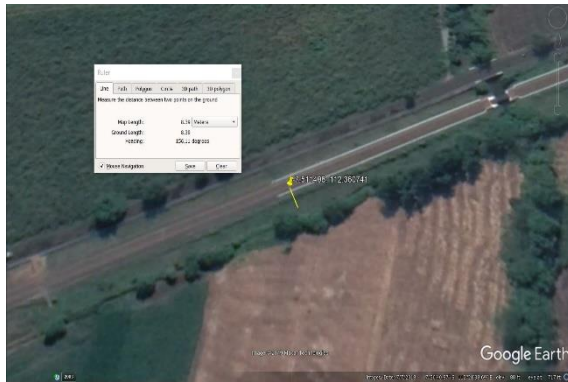


Gambar 4.7 Koordinat STA 66+300 (Google Maps)

Setelah koordinat disimpan di *google maps*, pengukuran terhadap hambatan terdekat kemudian dilakukan dengan menggunakan *software* bantu *google earth* seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengukuran Koordinat STA 66+300 Sisi Kanan (Google Earth)



Gambar 4.9 Pengukuran Koordinat STA 66+300 Sisi Kiri (Google Earth)

Dari Gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa jarak hambatan terdekat pada masing-masing sisi rel adalah sisi kanan 3.5 m dan sisi kiri 8.4 m.



Gambar 4.10 Tampak STA 63+300

Untuk mengetahui hambatan yang dimaksud kita dapat melihat gambar diatas, bahwa hambatan pada sisi kanan jalan rel adalah tiang listrik dan sisi kiri adalah sawah. Analisis yang dilakukan pada STA 65+200 sampai dengan STA 82+200 terdapat

3 Stasiun, yaitu Stasiun Sumobito dan Stasiun Peterongan sebagai Stasiun kecil dan Stasiun Jombang sebagai Stasiun besar.

Pertama yang akan dibahas pada bagian ini adalah Stasiun Sumobito, kondisi tampak Stasiun Sumobito dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Stasiun Sumobito

Pada subbab perencanaan emplasmen diketahui bahwa terdapat 3 jalur pada Stasiun Sumobito, untuk perencanaan jalur *double track* akan menggunakan jalur 2, sedangkan jalur eksisting akan menggunakan jalur 3. Dari penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa jalur 2 dan 3 digunakan sebagai sepur utama. Jalur 1 akan digunakan sebagai sepur siding, kemudian pada sisi kanan sepur 3 perlu dibangun jalur baru sebagai sepur siding. Perencanaan jalur *double track* ini tidak berdampak pada posisi bangunan Stasiun Sumobito, dikarenakan masih terdapat lahan untuk kebutuhan pembangua jalur baru sebagai sepur siding.

Kedua yang akan dibahas adalah Stasiun Peterongan, kondisi tampak Stasiun Peterongan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Stasiun Peterongan

Pada subbab perencanaan emplasmen diketahui bahwa terdapat 3 jalur pada Stasiun Peterongan, untuk perencanaan jalur *double track* akan menggunakan jalur 2, sedangkan jalur eksisting akan menggunakan jalur 3. Dari penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa jalur 2 dan 3 digunakan sebagai sepur utama. Jalur 1 akan digunakan sebagai sepur siding, kemudian pada sisi kanan sepur 3 perlu dibangun jalur baru sebagai sepur siding. Perencanaan jalur *double track* ini tidak berdampak pada posisi bangunan Stasiun Peterongan, dikarenakan masih terdapat lahan untuk kebutuhan pembanguana jalur baru sebagai sepur siding. Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis penentuan letak jalur ganda Mojokerto-Jombang:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
56	+	900	106.01	L	106.01	12.00	L	12.00	Kiri
57	+	0	115.49	L	115.49	12.00	L	12.00	Kiri
57	+	100	79.73	L	79.73	58.94	L	58.94	Kiri
57	+	200	79.73	L	79.73	58.94	L	58.94	Kiri
57	+	300	79.09	L	79.09	57.03	L	57.03	Kiri
57	+	400	78.57	L	78.57	57.03	L	57.03	Kiri

Tabel 4.2 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
57	+	500	78.74	L	78.74	56.95	L	56.95	Kiri
57	+	600	4.00	B	13.00	3.00	B	9.00	Kiri
57	+	700	4.00	B	13.00	3.00	B	9.00	Kiri
57	+	800	4.00	B	13.00	3.00	B	9.00	Kiri
57	+	900	4.00	B	13.00	3.00	B	9.00	Kiri
58	+	0	4.00	B	15.00	3.00	B	12.00	Kiri
58	+	100	4.00	B	17.50	3.00	B	13.00	Kiri
58	+	200	4.00	B	19.50	3.00	B	16.00	Kiri
58	+	300	4.00	B	19.50	3.00	B	16.00	Kiri
58	+	400	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
58	+	500	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
58	+	600	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
58	+	700	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
58	+	800	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
58	+	900	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	0	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	100	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	200	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	300	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	400	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	500	10.00	SW	19.50	3.00	TL	16.00	Kiri
59	+	600	10.00	SW	19.50	3.00	TL	15.00	Kiri
59	+	700	10.00	SW	15.00	3.00	TL	12.00	Kiri
59	+	800	10.00	SW	15.00	3.00	TL	15.04	Kiri
59	+	900	10.00	SW	18.45	3.00	TL	20.23	Kiri
60	+	0	10.00	SW	25.12	3.00	TL	25.09	Kiri
60	+	100	10.00	SW	21.50	3.00	TL	20.05	Kiri
60	+	200	10.00	SW	17.50	3.00	TL	15.01	Kiri
60	+	300	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
60	+	400	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
60	+	500	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
60	+	600	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
60	+	700	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
60	+	800	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri

Tabel 4.3 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
60	+	900	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	0	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	100	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	200	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	300	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	400	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	500	10.00	SW	17.50	3.00	TL	18.00	Kiri
61	+	600	10.00	SW	21.00	3.00	TL	18.00	Kiri
61	+	700	10.00	SW	21.00	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	800	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
61	+	900	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	0	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	100	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	200	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	300	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	400	10.00	SW	17.50	3.00	TL	13.50	Kiri
62	+	500	10.00	SW	13.00	3.00	TL	9.50	Kiri
62	+	600	10.00	SW	11.00	3.00	TL	7.00	Kiri
62	+	700	10.00	SW	11.00	3.00	TL	7.00	Kiri
62	+	800	10.00	SW	11.00	3.00	TL	7.00	Kiri
62	+	900	20.00	SW	11.00	4.00	TL	18.00	Kiri
63	+	0	20.00	SW	18.53	4.00	TL	22.64	Kiri
63	+	100	20.00	SW	24.60	4.00	TL	25.22	Kiri
63	+	200	20.00	SW	20.59	4.00	TL	19.93	Kiri
63	+	300	20.00	SW	15.79	4.00	TL	13.05	Kiri
63	+	400	20.00	SW	12.51	4.00	TL	10.40	Kiri
63	+	500	20.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
63	+	600	20.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
63	+	700	20.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
63	+	800	20.00	SW	11.50	4.00	TL	6.50	Kiri
63	+	900	20.00	SW	15.96	4.00	TL	17.76	Kiri
64	+	0	20.00	SW	25.98	4.00	TL	23.00	Kiri
64	+	100	10.00	LK	25.44	4.00	TL	23.89	Kiri
64	+	200	10.00	LK	20.02	4.00	TL	18.70	Kiri
64	+	300	10.00	LK	14.60	4.00	TL	13.66	Kiri

Tabel 4.4 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
64	+	400	10.00	LK	11.00	4.00	TL	8.55	Kiri
64	+	500	10.00	LK	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
64	+	600	10.00	LK	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
64	+	700	10.00	LK	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
64	+	800	10.00	LK	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
64	+	900	10.00	LK	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
65	+	0	10.00	LK	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
65	+	100	10.00	LK	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
65	+	200	8.40	LK	40.00	4.00	TL	7.00	Kiri
65	+	300	8.40	LK	40.00	3.50	TL	40.00	Kiri
65	+	400	8.40	LK	40.00	3.50	TL	40.00	Kiri
65	+	500	8.40	LK	40.00	3.50	TL	40.00	Kiri
65	+	600	8.40	LK	40.00	3.50	TL	7.00	Kiri
65	+	700	8.40	LK	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
65	+	800	8.40	LK	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
65	+	900	8.40	LK	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
66	+	0	8.40	LK	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
66	+	100	8.40	LK	13.00	3.50	TL	7.00	Kiri
66	+	200	8.40	SW	13.00	3.50	TL	7.00	Kiri
66	+	300	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	400	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	500	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	600	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	700	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	800	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
66	+	900	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	0	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	100	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	200	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	300	8.40	SW	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
67	+	400	8.40	SW	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
67	+	500	8.40	SW	11.00	3.50	TL	7.00	Kiri
67	+	600	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	700	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
67	+	800	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.90	Kiri

Tabel 4.5 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
67	+	900	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.50	Kiri
68	+	0	8.40	SW	17.50	3.50	TL	18.03	Kiri
68	+	100	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.50	Kiri
68	+	200	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.50	Kiri
68	+	300	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.50	Kiri
68	+	400	8.40	SW	17.50	3.50	TL	13.50	Kiri
68	+	500	8.40	SW	13.00	3.50	TL	9.00	Kiri
68	+	600	8.40	SW	13.00	3.50	TL	15.00	Kiri
68	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	15.00	Kiri
68	+	800	8.00	SW	13.00	4.00	TL	15.00	Kiri
68	+	900	8.00	SW	13.00	4.00	TL	15.00	Kiri
69	+	0	8.00	SW	25.00	4.00	TL	11.20	Kiri
69	+	100	8.00	SW	60.00	4.00	TL	11.20	Kiri
69	+	200	8.00	SW	14.25	4.00	TL	11.20	Kiri
69	+	300	8.00	SW	14.60	4.00	TL	11.80	Kiri
69	+	400	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
69	+	500	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
69	+	600	8.00	SW	13.00	4.00	TL	30.00	Kiri
69	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
69	+	800	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
69	+	900	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
70	+	0	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
70	+	100	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
70	+	200	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
70	+	300	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
70	+	400	8.00	SW	14.11	4.00	TL	10.14	Kiri
70	+	500	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
70	+	600	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
70	+	700	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
70	+	800	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
70	+	900	8.00	SW	15.00	4.00	TL	10.06	Kiri
71	+	0	8.00	SW	14.81	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	100	8.00	SW	18.83	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	200	8.00	SW	22.00	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	300	8.00	SW	17.71	4.00	TL	9.00	Kiri

Tabel 4.6 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
71	+	400	8.00	SW	13.40	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	500	8.00	SW	13.81	4.00	TL	11.33	Kiri
71	+	600	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	800	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
71	+	900	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
72	+	0	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	100	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	200	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	300	8.00	SW	20.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	400	8.00	SW	20.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	500	8.00	SW	20.00	4.00	TL	12.00	Kiri
72	+	600	8.00	SW	19.05	4.00	TL	10.90	Kiri
72	+	700	8.00	SW	14.58	4.00	TL	8.21	Kiri
72	+	800	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
72	+	900	8.00	SW	12.98	4.00	TL	7.00	Kiri
73	+	0	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	100	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	200	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	300	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	400	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	500	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	600	8.00	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
73	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
73	+	800	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
73	+	900	8.00	SW	28.00	4.00	TL	8.82	Kiri
74	+	0	8.00	SW	28.00	4.00	TL	7.00	Kiri
74	+	100	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	200	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	300	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	400	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	500	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	600	8.00	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
74	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	8.37	Kiri
74	+	800	8.00	SW	15.73	4.00	TL	7.00	Kiri

Tabel 4.7 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
74	+	900	8.00	SW	19.48	4.00	TL	7.00	Kiri
75	+	0	8.00	SW	15.62	4.00	TL	7.78	Kiri
75	+	100	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	200	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	300	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	400	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	500	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	600	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	700	8.00	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	800	8.00	SW	20.00	4.00	TL	9.00	Kiri
75	+	900	8.00	SW	40.00	4.00	TL	7.00	Kiri
76	+	0	8.00	SW	40.00	4.00	TL	40.18	Kiri
76	+	100	8.00	SW	40.00	4.00	TL	40.18	Kiri
76	+	200	8.00	SW	40.00	4.00	TL	61.11	Kiri
76	+	300	8.00	SW	40.00	4.00	TL	43.80	Kiri
76	+	400	8.00	SW	40.00	4.00	TL	8.34	Kiri
76	+	500	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
76	+	600	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
76	+	700	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
76	+	800	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
76	+	900	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	0	8.00	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	100	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	200	9.35	SW	11.91	4.00	TL	7.87	Kiri
77	+	300	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	400	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	500	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	600	9.35	SW	18.35	4.00	TL	8.46	Kiri
77	+	700	9.35	SW	18.35	4.00	TL	20.80	Kiri
77	+	800	9.35	SW	13.73	4.00	TL	7.00	Kiri
77	+	900	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	0	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	100	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	200	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	300	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri

Tabel 4.8 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
78	+	400	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	500	9.35	SW	11.00	4.00	TL	7.00	Kiri
78	+	600	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
78	+	700	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
78	+	800	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
78	+	900	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
79	+	0	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
79	+	100	9.35	SW	13.00	4.00	TL	7.00	Kiri
79	+	200	9.35	SW	13.00	4.00	TL	7.00	Kiri
79	+	300	9.35	SW	13.00	4.00	TL	7.00	Kiri
79	+	400	9.35	SW	13.00	4.00	TL	7.00	Kiri
79	+	500	9.35	SW	13.00	4.00	TL	7.00	Kiri
79	+	600	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
79	+	700	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
79	+	800	9.35	SW	13.00	4.00	TL	9.00	Kiri
79	+	900	9.35	SW	10.37	4.00	TL	6.68	Kiri
80	+	0	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	100	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	200	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	300	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	400	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	500	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	600	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	700	9.35	SW	10.00	4.00	TL	6.50	Kiri
80	+	800	9.35	SW	14.39	4.00	TL	11.50	Kiri
80	+	900	9.35	SW	15.00	4.00	TL	12.00	Kiri
81	+	0	9.35	SW	11.77	4.00	TL	8.83	Kiri
81	+	100	11.00	L	11.00	7.00	L	7.00	Kiri
81	+	200	11.00	L	11.00	7.00	L	7.00	Kiri
81	+	300	11.00	L	11.00	7.00	L	7.00	Kiri
81	+	400	11.00	L	11.00	7.00	L	7.00	Kiri
81	+	500	60.10	L	60.10	15.00	L	15.00	Kiri
81	+	600	40.00	L	40.00	15.00	L	15.00	Kiri
81	+	700	40.00	L	40.00	14.20	L	14.20	Kiri
81	+	800	40.00	L	40.00	14.20	L	14.20	Kiri

Tabel 4.9 Rekapitulasi Analisis Penentuan Jalur Ganda (Lanjutan)

STA			Sisi Kiri			Sisi Kanan			Letak Jalur Baru
			Eksisting		Lahan PT KAI (m)	Eksisting		Lahan PT KAI (m)	
			Jarak (m)	Ket		Jarak (m)	Ket		
81	+	900	10.25	L	10.25	14.20	L	14.20	Kiri
82	+	0	10.25	L	10.25	14.20	L	14.20	Kiri
82	+	100	10.25	L	10.25	14.20	L	14.20	Kiri
82	+	200	10.98	L	10.98	10.73	L	10.73	Kiri

Keterangan:

- L = Lahan PT.KAI
- B = Bangunan
- SW = Sawah
- TL = Tiang Listrik
- JL = Jalan
- LK = Lahan Kosong

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa jalur ganda akan dibangun pada sisi kiri jalur eksisting dari arah Mojokerto ke arah Jombang.

4.3. Pengalokasian Ruang Operasi

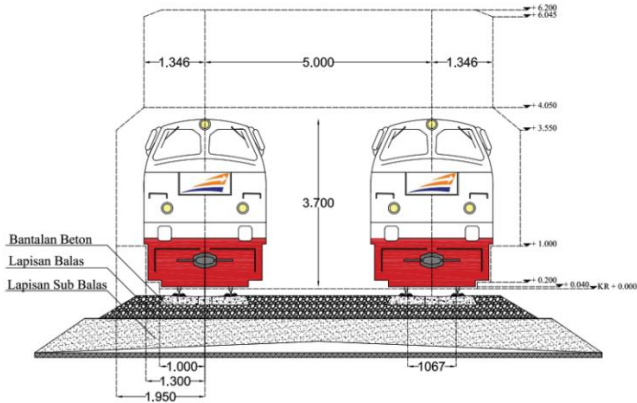
Pengalokasian ruang operasi jalur kereta api diperlukan untuk kepentingan perencanaan dan pengoperasian. Untuk kepentingan operasi, jalur kereta harus memiliki pengaturan ruang yang terdiri dari ruang bebas dan ruang bangun.

4.3.1. Ruang Bebas

Dalam menentukan dimensi ruang bangun terdapat beberapa data yang dibutuhkan yaitu:

- 1) Jenis Lokomotif = CC-206
- 2) Lebar Lokomotif = 2.642 m
- 3) Tinggi Lokomotif = 3.700 m

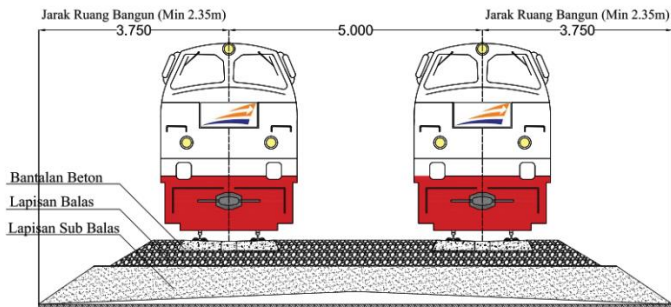
Untuk detail gambar ruang bebas dalam perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.13:



Gambar 4.13 Ruang Bebas Jalur Ganda

4.3.2. Ruang Bangun

Jarak pengukuran ruang bangun dilakukan dengan cara mengukur jarak AS jalan rel ke kanan dan kiri jalur yang ditinjau. Berdasarkan PM No.60 Tahun 2012 jarak ruang bangun dengan lebar sepur 1067 mm adalah minimal 2.35 m di kiri kanan as jalan rel, untuk detail gambar ruang bebas dalam perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.14:



Gambar 4.14 Ruang Bangun Jalur Ganda

4.4. Perencanaan Geometrik

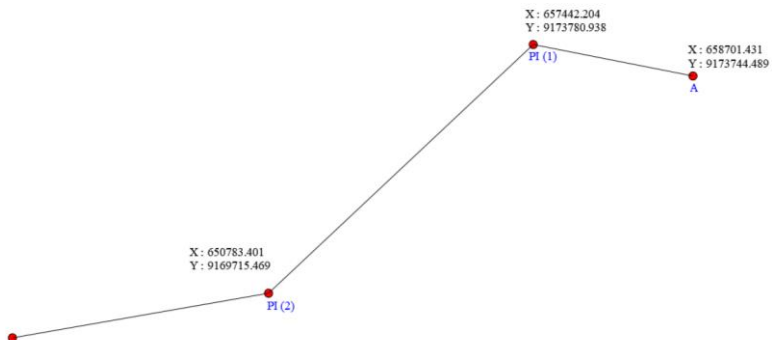
Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai perencanaan geometrik jalan rel yaitu alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Dalam lokasi studi perencanaan double track jalur kereta api lintas Mojokerto-Jombang digunakan kecepatan 120 km/jam dengan lebar sepur 1067 mm, adapun tahapan perencanaannya sebagai berikut:

4.4.1. Pembuatan Peta Topografi

Dalam pembuatan peta topografi digunakan software bantu Google Earth dan AutoCad Civil 3D 2019, data yang diperoleh dari Google Earth yaitu berupa file dengan format ENZ (East, North, Zenith), kemudian diolah menjadi data peta topografi dengan AutoCad Civil 3D 2019.

4.4.2. Perhitungan Sudut Azimuth (α)

Untuk perhitungan sudut azimuth diambil contoh pada titik, PI(1), dan PI(2), adapun perhitungannya sebagai berikut:



Gambar 4.15 Trase Jalur Ganda Titik A, P1, P2

- Menghitung nilai Koordinat ΔX dan ΔY

$$\begin{aligned}\text{Koordinat } \Delta X \text{ PI(1)} &= X_{PI(1)} - X(A) \\ &= 657442.2040 - 658701.4310 \\ &= -1259.2270\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koordinat } \Delta Y \text{ PI(1)} &= Y_{PI(1)} - Y(A) \\ &= 9173780.9380 - 9173744.4890 \\ &= 36.4490\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koordinat } \Delta X \text{ PI(2)} &= X_{PI(2)} - X_{PI(1)} \\ &= 650783.4010 - 657442.2040 \\ &= -6658.8030\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koordinat } \Delta Y \text{ PI(2)} &= Y_{PI(2)} - Y_{PI(1)} \\ &= 9169715.4690 - 9173780.9380 \\ &= -4065.4690\end{aligned}$$

- Sudut Azimuth

$$\begin{aligned}\text{Sudut PI(1), Kuadran IV} &= 360 - \left(\tan^{-1} \times \frac{\Delta X_{PI(1)}}{\Delta Y_{PI(1)}} \right) \\ &= 360 - \left(\tan^{-1} \times \frac{-1259.2270}{36.4490} \right) \\ &= 271.658^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut PI(2), Kuadran III} &= 180 + \left(\tan^{-1} \times \frac{\Delta X_{PI(1)}}{\Delta Y_{PI(1)}} \right) \\ &= 180 + \left(\tan^{-1} \times \frac{-6658.8030}{-4065.4690} \right) \\ &= 238.5942^\circ\end{aligned}$$

- Jarak Antar PI

$$\begin{aligned} \text{Titik (A) ke Titik PI(1)} &= \sqrt{\Delta XP(1)^2 + \Delta YP(1)^2} \\ &= \sqrt{(-1259.2270)^2 + (36.4490)^2} \\ &= 1259.75441 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik (1) ke Titik PI(2)} &= \sqrt{\Delta XP(1)^2 + \Delta YP(1)^2} \\ &= \sqrt{(-6658.8030)^2 + (-4065.4690)^2} \\ &= 7801.77516 \text{ m} \end{aligned}$$

4.4.3. Perhitungan Sudut Tikungan (Δ)

$$\begin{aligned} \text{Sudut Tikungan PI(1)} &= \text{Azimuth PI(2)} - \text{Azimuth PI(1)} \\ &= 238.594^\circ - 271.658^\circ \\ &= 33.064^\circ \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan di atas maka nilai sudut azimuth dan sudut tikungan disajikan dalam bentuk Tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10 Perhitungan Sudut Tikungan dan Jarak Antar PI

Tikungan	X (m)	Y (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	Kuadran ($^{\circ}$)	Azimuth ($^{\circ}$)		Jarak (m)	Δ ($^{\circ}$)
						Hitung	Autocad		Hitung
A (Awal)	658701.431	9173744.489							
			-1259.227	36.449	Kuadran IV	271.66	271.66	1259.754	
1	657442.204	9173780.938							33.064
			-6658.803	-4065.5	Kuadran III	238.59	238.59	7801.775	
2	650783.401	9169715.469							11.090
			-2395.96	-887.07	Kuadran III	249.68	249.68	2554.899	
3	648387.441	9168828.404							1.910
			-142.326	-47.362	Kuadran III	251.59	251.59	149.999	
4	648245.115	9168781.042							1.910
			-780.586	-289	Kuadran III	249.68	249.68	832.367	
5	647464.529	9168492.042							1.910
			-138.855	-56.74	Kuadran III	247.77	247.77	150.000	
6	647325.674	9168435.302							1.910
			-5394.637	-1997.3	Kuadran III	249.68	249.68	5752.497	
7	641931.037	9166438.026							0.113
			-435.076	-160.11	Kuadran III	249.80	249.80	463.601	
8	641495.961	9166277.917							1.798
			-142.329	-47.363	Kuadran III	251.59	251.59	150.003	
9	641353.632	9166230.554							1.728
			-457.404	-167.7	Kuadran III	249.87	249.87	487.177	

Tabel 4.11 Perhitungan Sudut Tikungan dan Jarak Antar PI (Lanjutan)

Tikungan	X (m)	Y (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	Kuadran (°)	Azimuth (°)		Jarak (m)	Δ (°)
						Hitung	Autocad		
10	640896.228	9166062.856							2.092
			-138.851	-56.739	Kuadran III	247.77	247.77	149.996	
11	640757.377	9166006.117							2.023
			-1827.906	-672.67	Kuadran III	249.80	249.80	1947.749	
12	638929.471	9165333.446							0.237
			-724.934	-270.18	Kuadran III	249.56	249.56	773.646	
13	638204.537	9165063.263							5.680
			-713.936	-188.1	Kuadran III	255.24	255.24	738.299	
14	637490.601	9164875.165							5.440
			-1981.305	-728.97	Kuadran III	249.80	249.80	2111.154	
B (Akhir)	635509.296	9164146.192							

4.4.4. Perhitungan Lengkung Horizontal

Perencanaan alinyemen horisontal akan digunakan tipe lengkung Spiral – Circle – Spiral (SCS) dan Full Circle. Jalan rel ini akan dilewati dengan kecepatan 120 km/jam, berdasarkan PM No 60 tahun 2012 besar peninggian maksimum yang diijinkan untuk lebar jalan rel 1067 mm adalah $h_{maks} = 110$ mm, dan nilai Lc harus lebih besar dari 20 m. Contoh perhitungan akan ditinjau pada titik PI(1), berikut adalah parameter – parameter yang dibutuhkan:

Diketahui

- $\Delta PI(1) = 33.064$
- $R_{renc} = 1400$
- $V_{renc} = 120$

- Peninggian rel (h)

$$h = 5.95 \times \frac{V^2}{R_{renc}}$$

$$= 5.95 \times \frac{120^2}{1400}$$

$$= 61.2 \text{ mm}$$

- Lengkung peralihan/spiral (Lh)

$$Lh = 0.01 \times h \times V_{renc}$$

$$= 0.01 \times 61.2 \times 120$$

$$= 73.44 \text{ m}$$

- Sudut lengkung peralihan/*spiral* (θ_s)

$$\theta_s = \frac{90 \times Lh}{\pi \times R_{renc}}$$

$$= \frac{90 \times 73.44}{\pi \times 1400}$$

$$= 1.503 \text{ m}$$

- Panjang lengkung peralihan/*circle* (Lc)

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{(\Delta - 2 \times \theta s) \times \pi \times R_{renc}}{180} \\ &= \frac{(33.064 - 2 \times 1.503) \times \pi \times 1400}{180} \\ &= 734.460 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak dari busur lingkaran terhadap sudut tangen (P)

$$\begin{aligned} P &= \frac{Lh^2}{6 \times R_{renc}} - R_{renc} \times (1 - \text{Cos } \theta s) \\ &= \frac{73.44^2}{6 \times 1400} - 1400 \times (1 - \text{Cos } 1.503) \\ &= 0.161 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak dari titik Ts ke titik P (K)

$$\begin{aligned} K &= Lh - \frac{Lh^3}{40 \times R_{renc}^2} - R_{renc} - \text{Sin } \theta s \\ &= 73.44 - \frac{73.44^3}{40 \times 1400^2} - 1400 - \text{Sin } 1.503 \\ &= 36.719 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak dari titik Ts ke titik (Ts)

$$\begin{aligned} Ts &= (R_{renc} + P) \times \text{tg } (0.5 \times \Delta) + K \\ &= (1400 + 0.161) \times \text{tg } (0.5 \times 33.064) + 36.719 \\ &= 452.31 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak eksternal total dari PI ke tengah Lc (E)

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{(R_{\text{renc}} + P)}{\text{Cos } x (0.5 \times \Delta)} - R_{\text{renc}} \\
 &= \frac{(1400 + 0.161)}{\text{Cos } x (0.5 \times 33.064)} - 1400 \\
 &= 60.537 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jarak dari titik Ts ke titik PI tengah Lc (Xs)

$$\begin{aligned}
 X_s &= Lh \times \left(1 - \frac{Lh^2}{40 \times R_{\text{renc}}^2} \right) \\
 &= 73.44 \times \left(1 - \frac{73.44^2}{40 \times 1400^2} \right) \\
 &= 73.4349 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jarak dari titik Sc ke garis proyeksi Ts (Ys)

$$\begin{aligned}
 Y_s &= \frac{Lh^2}{6 \times R_{\text{renc}}} \\
 &= \frac{73.44^2}{6 \times 1400} \\
 &= 0.642 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Pelebaran sepur

Berdasarkan Tabel 2.5, apabila $R > 600$ m maka sepur tidak mengalami pelebaran, dalam contoh perhitungan R yang dipakai adalah 1500 m maka dapat disimpulkan sepur tidak mengalami pelebaran. Untuk perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk Tabel 4.12-4.15.

Tabel 4.13 Perhitungan Alinyemen Horizontal S-C-S (Lanjutan)

Tikungan	R (m)	V (Km/Jam)	Jenis Tikungan	h (mm)	Lh (m)	θ_s ($^\circ$)	θ_c ($^\circ$)	Lc	P (m)	K (m)	Ts (m)	E (m)	Xs (m)	Ys (m)
11	2500	120	FC											
12	6000	120	FC											
13	2000	120	SCS	42.84	51.41	0.74	4.21	146.87	0.055	25.70	124.93	2.515	51.4072	0.220
14	4000	120	FC											
B (Akhir)														

Tabel 4.14 Perhitungan Alinyemen Horizontal FC

Tikungan	R (m)	V (Km/Jam)	Jenis Tikungan	Tc	Ec	Lc
A (Awal)						
1	1400	120	SCS			
2	1700	120	SCS			
3	2500	120	FC	41.68	0.347	83.352

Tabel 4.15 Perhitungan Alinyemen Horisontal FC (Lanjutan)

Tikungan	R (m)	V (Km/Jam)	Jenis Tikungan	Tc	Ec	Lc
4	2500	120	FC	41.68	0.347	83.354
5	2500	120	FC	41.67	0.347	83.339
6	2500	120	FC	41.67	0.347	83.341
7	6000	120	FC	5.89	0.003	11.782
8	2500	120	FC	39.22	0.308	78.443
9	2500	120	FC	37.71	0.284	75.420
10	2500	120	FC	45.65	0.417	91.283
11	2500	120	FC	44.14	0.390	88.263
12	6000	120	FC	12.40	0.013	24.795
13	2000	120	SCS			
14	4000	120	FC	190.03	4.511	379.769
B (Akhir)						

4.4.5. Perhitungan Lengkung Vertikal

Alinyemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994). Berikut ini adalah parameter yang harus dikerjakan dalam menentukan perhitungan alinyemen vertikal:

A. Perhitungan Lengkung Vertikal

Pada perhitungan ini diambil contoh pada STA 58+600, adapun perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui :

- R_{renc} = 8000 m
- V_{renc} = 120 km/jam
- Elevasi PPV = 17.00 m

$$\begin{aligned}
 \text{a) } X_m &= \frac{R_{renc}}{2} \times G_1 - G_2 \\
 &= \frac{8000}{2} \times 0.00\% - 0.96\% \\
 &= -38.40 \text{ m (untuk gambar rencana nilainya} \\
 &\quad \text{dibulatkan menjadi positif)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } Y_m &= \frac{R}{8} \times G_1 - G_2 \\
 &= \frac{R}{8} \times 0.00\% - 0.96\% \\
 &= 0.092 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) } L &= 2 \times X_m \\
 &= 2 \times 38.40 \text{ m} \\
 &= 76.80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Elevasi PLV} &= \text{PPV} - \frac{G1}{100\%} \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 17.00 - \frac{0.00\%}{100\%} \times \frac{1}{2} \times (-77) \\ &= 17.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Elevasi PTV} &= \text{PPV} - \frac{G2}{100\%} \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 17.00 - \frac{0.96\%}{100\%} \times \frac{1}{2} \times (-77) \\ &= 17.37 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk Tabel 4.16-4.19.

Tabel 4.16 Perhitungan Alinyemen Vertikal

No	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	Jenis Lengkung	Vrencana (Km/Jam)	R vertikal (m)	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elevasi PLV (m)	Elevasi PTV (m)
1	58+600.00	17.00	0.00%	0.96%	Cekung	120	8000	-38.40	0.092	-76.8	17.00	17.37
2	58+860.00	19.50	0.96%	0.47%	Cembung	120	8000	19.60	0.024	39.2	19.31	19.41
3	59+180.00	21.00	0.47%	-0.31%	Cembung	120	8000	31.20	0.061	62.4	20.85	21.10
4	59+500.00	20.00	-0.31%	0.36%	Cekung	120	8000	-26.80	0.045	-53.6	19.92	20.10
5	59+780.00	21.00	0.36%	-0.71%	Cembung	120	8000	42.80	0.114	85.6	20.85	21.30
6	60+060.00	19.00	-0.71%	1.00%	Cekung	120	8000	-68.40	0.292	-136.8	18.51	19.68
7	60+360.00	22.00	1.00%	0.00%	Cembung	120	8000	40.00	0.100	80	21.60	22.00
8	60+940.00	22.00	0.00%	0.56%	Cekung	120	8000	-22.40	0.031	-44.8	22.00	22.13
9	61+120.00	23.00	0.56%	-0.59%	Cembung	120	8000	46.00	0.132	92	22.74	23.27
10	61+460.00	21.00	-0.59%	0.00%	Cekung	120	8000	-23.60	0.035	-47.2	20.86	21.00
11	62+420.00	21.00	0.00%	0.94%	Cekung	120	8000	-37.60	0.088	-75.2	21.00	21.35
12	62+740.00	24.00	0.94%	0.00%	Cembung	120	8000	37.60	0.088	75.2	23.65	24.00
13	63+020.00	24.00	0.00%	-0.59%	Cembung	120	8000	23.60	0.035	47.2	24.00	24.14
14	63+360.00	22.00	-0.59%	0.36%	Cekung	120	8000	-38.00	0.090	-76	21.78	22.14
15	63+640.00	23.00	0.36%	0.63%	Cekung	120	8000	-10.80	0.007	-21.6	23.04	23.07
16	63+960.00	25.00	0.63%	0.00%	Cembung	120	8000	25.20	0.040	50.4	24.84	25.00

Tabel 4.17 Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan)

No	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	Jenis Lengkung	Vrencana (Km/Jam)	R vertikal (m)	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elevasi PLV (m)	Elevasi PTV (m)
17	64+800.00	25.00	0.00%	0.33%	Cekung	120	8000	-13.20	0.011	-26.4	25.00	25.04
18	65+100.00	26.00	0.33%	0.00%	Cembung	120	8000	13.20	0.011	26.4	25.96	26.00
19	66+150.00	26.00	0.00%	-0.86%	Cembung	120	8000	34.40	0.074	68.8	26.00	26.30
20	66+500.00	23.00	-0.86%	0.71%	Cekung	120	8000	-62.80	0.246	-125.6	22.46	23.45
21	66+920.00	26.00	0.71%	-0.36%	Cembung	120	8000	42.80	0.114	85.6	25.70	26.15
22	67+200.00	25.00	-0.36%	0.00%	Cekung	120	8000	-14.40	0.013	-28.8	24.95	25.00
23	67+860.00	25.00	0.00%	-0.29%	Cembung	120	8000	11.60	0.008	23.2	25.00	25.03
24	68+200.00	24.00	-0.29%	0.80%	Cekung	120	8000	-43.60	0.119	-87.2	23.87	24.35
25	68+450.00	26.00	0.80%	0.00%	Cembung	120	8000	32.00	0.064	64	25.74	26.00
26	69+700.00	26.00	0.00%	0.42%	Cekung	120	8000	-16.80	0.018	-33.6	26.00	26.07
27	69+940.00	27.00	0.42%	0.26%	Cembung	120	8000	6.40	0.003	12.8	26.97	26.98
28	70+320.00	28.00	0.26%	-0.20%	Cembung	120	8000	18.40	0.021	36.8	27.95	28.04
29	70+820.00	27.00	-0.20%	-0.36%	Cembung	120	8000	6.40	0.003	12.8	27.01	27.02
30	71+100.00	26.00	-0.36%	0.00%	Cekung	120	8000	-14.40	0.013	-28.8	25.95	26.00
31	71+440.00	26.00	0.00%	-0.15%	Cembung	120	8000	6.00	0.002	12	26.00	26.01
32	72+100.00	25.00	-0.15%	0.00%	Cekung	120	8000	-6.00	0.002	-12	24.99	25.00

Tabel 4.18 Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan)

No	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	Jenis Lengkung	Vrencana (Km/Jam)	R vertikal (m)	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elevasi PLV (m)	Elevasi PTV (m)
33	72+420.00	25.00	0.00%	0.71%	Cekung	120	8000	-28.40	0.050	-56.8	25.00	25.20
34	72+700.00	27.00	0.71%	0.00%	Cembung	120	8000	28.40	0.050	56.8	26.80	27.00
35	72+920.00	27.00	0.00%	-0.67%	Cembung	120	8000	26.80	0.045	53.6	27.00	27.18
36	73+220.00	25.00	-0.67%	0.00%	Cekung	120	8000	-26.80	0.045	-53.6	24.82	25.00
37	73+720.00	25.00	0.00%	0.68%	Cekung	120	8000	-27.20	0.046	-54.4	25.00	25.18
38	74+160.00	28.00	0.68%	0.56%	Cembung	120	8000	4.80	0.001	9.6	27.97	27.97
39	74+340.00	29.00	0.56%	0.45%	Cembung	120	8000	4.40	0.001	8.8	28.98	28.98
40	74+560.00	30.00	0.45%	0.00%	Cembung	120	8000	18.00	0.020	36	29.92	30.00
41	74+900.00	30.00	0.00%	-0.88%	Cembung	120	8000	35.20	0.077	70.4	30.00	30.31
42	75+240.00	27.00	-0.88%	0.00%	Cekung	120	8000	-35.20	0.077	-70.4	26.69	27.00
43	75+440.00	27.00	0.00%	0.83%	Cekung	120	8000	-33.20	0.069	-66.4	27.00	27.28
44	75+800.00	30.00	0.83%	0.00%	Cembung	120	8000	33.20	0.069	66.4	29.72	30.00
45	76+700.00	30.00	0.00%	0.83%	Cekung	120	8000	-33.20	0.069	-66.4	30.00	30.28
46	76+940.00	32.00	0.83%	0.00%	Cembung	120	8000	33.20	0.069	66.4	31.72	32.00
47	77+420.00	32.00	0.00%	0.71%	Cekung	120	8000	-28.40	0.050	-56.8	32.00	32.20
48	77+700.00	34.00	0.71%	0.00%	Cembung	120	8000	28.40	0.050	56.8	33.80	34.00

Tabel 4.19 Perhitungan Alinyemen Vertikal (Lanjutan)

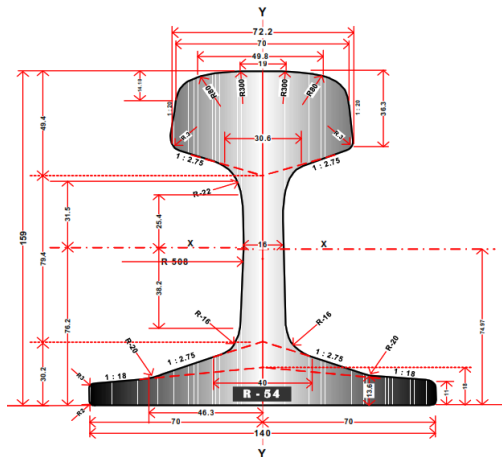
No	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	Jenis Lengkung	Vrencana (Km/Jam)	R vertikal (m)	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elevasi PLV (m)	Elevasi PTV (m)
49	78+040.00	34.00	0.00%	0.45%	Cekung	120	8000	-18.00	0.020	-36	34.00	34.08
50	78+480.00	36.00	0.45%	0.00%	Cembung	120	8000	18.00	0.020	36	35.92	36.00
51	78+800.00	36.00	0.00%	1.00%	Cekung	120	8000	-40.00	0.100	-80	36.00	36.40
52	79+200.00	40.00	1.00%	0.00%	Cembung	120	8000	40.00	0.100	80	39.60	40.00
53	80+300.00	40.00	0.00%	-1.00%	Cembung	120	8000	40.00	0.100	80	40.00	40.40
54	80+600.00	37.00	-1.00%	0.71%	Cekung	120	8000	-68.40	0.292	-136.8	36.32	37.49
55	80+880.00	39.00	0.71%	0.54%	Cembung	120	8000	6.80	0.003	13.6	38.95	38.96
56	81+250.00	41.00	0.54%	0.00%	Cembung	120	8000	21.60	0.029	43.2	40.88	41.00

4.5. Perencanaan Struktur Jalan Rel

Pada subbab ini perencanaan struktur jalan rel yang akan di jelaskan adalah, dimensi rel, penambat rel, bantalan rel, perencanaan balas dan sub balas. Untuk detail penjelasannya akan dibahas sebagai berikut:

4.5.1. Dimensi Rel

Berdasarkan buku Rosyidi Tahun 2015, Penentuan dimensi rel didasarkan kepada tegangan lentur yang terjadi pada dasar rel akibat beban dinamis roda kendaraan (S_{base}). Tegangan ini tidak boleh melebihi tegangan ijin lentur baja (S_i). Jika suatu dimensi rel dengan beban roda tertentu menghasilkan $S_{base} < S_i$, maka dimensi ini dianggap cukup. Pada bagian ini direncanakan dimensi rel tipe R54.



Gambar 4.16 Detail Ukuran Penampang Rel R54
Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Berikut adalah perhitungan tegangan ijin dimensi rel R54, dengan data – data karakteristik dibawah ini:

• Berat rel per m (W)	= 54.43	= kg/m
• Momen inersia sumbu x (Ix)	= 2346	= cm ⁴
• Modulus elastisitas E	= 2.1*10 ⁶	= kg/cm ²
• Luas penampang melintang (A)	= 69.34	= cm ²
• Jarak tepi bawah ke garis netral (Yb)	= 7.62	= cm
• Beban gandar lokomotif CC-206	= 15	= ton
• Tegangan dasar rel kelas I	= 1176.8	= kg/cm ²
• Tegangan ijin rel kelas I	= 1325	= kg/cm ²
• Tahanan momen dasar/Zx (Wbase)	= 313	= cm ³
• Modulus elastisitas jalan rel (K)	= 180	= kg/cm ²

Adapun alur perhitungannya sebagai berikut:

a) Beban dinamis roda (Pd)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{statis}} &= \frac{\text{Beban gandar CC-206}}{2} \\
 &= \frac{1500 \text{ Kg}}{2} \\
 &= 7500 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{dinamis}} &= P + 0.01 \times P \times \left(\frac{V}{1.609} - 5 \right) \\
 &= 7500 + 0.01 \times 7500 \times \left(\frac{120}{1.609} - 5 \right) \\
 &= 12718.536
 \end{aligned}$$

b) Dumping factor (λ)

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times E \times 2346}} \\
 &= 0.0098 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

c) Momen maksimum (M_a)

$$\begin{aligned}
 M_o &= \frac{P_d}{4 \times \lambda} \\
 &= \frac{12718.536}{4 \times 0.0098} \\
 &= 325245.1594 \text{ kg/cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_a &= 0.85 \times M_o \\
 &= 0.085 \times 325245.1594 \\
 &= 276458.3855 \text{ kg/cm}
 \end{aligned}$$

d) Cek terhadap tegangan ijin kelas jalan rel

$$\begin{aligned}
 S_i &= \frac{M_a \times Y_b}{I_x} \\
 &= \frac{276458.3855 \times 7.62}{2346} \\
 &= 897.9595 \text{ kg/cm}^2 < \text{Teg dasar rel kelas 1} \\
 &= 897.9595 \text{ kg/cm}^2 < 1176.8 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok)}
 \end{aligned}$$

e) Cek terhadap tegangan yang terjadi didasar rel

$$\begin{aligned}
 S_{base} &= \frac{M_a}{W_b} \\
 &= \frac{276458.385}{313} \\
 &= 883.25363 \text{ kg/cm}^2 < \text{Teg ijin rel kelas 1} \\
 &= 883.25363 \text{ kg/cm}^2 < 1325 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok)}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan

$$\begin{array}{rcl} \text{Teg. Lentur Dasar} & < & \text{Teg. Ijin Lentur Baja} \\ (\text{S}_{\text{base}}) & < & (\text{S}_i) \\ 883.25363 \text{ kg/cm}^2 & < & 897.9595 \text{ kg/cm}^2 \end{array}$$

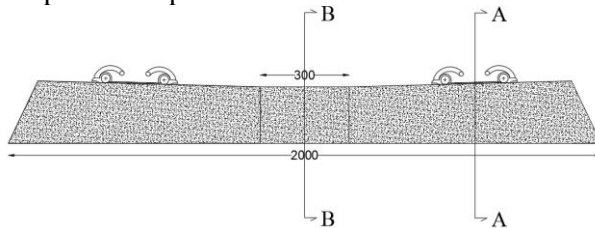
Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa tipe rel R54 yang direncanakan memenuhi syarat, dikarenakan $S_{\text{base}} < S_i$.

4.5.2. Perencanaan Bantalan

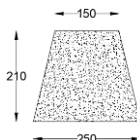
Dalam perencanaan Tugas Akhir ini jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan jenis beton yang diproduksi oleh PT. Wijaya Karya.

A. Kekuatan Struktur Bantalan Beton

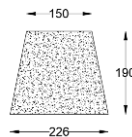
Berdasarkan PM No.60 Tahun 2012 terdapat syarat bahwa bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sebesar +1500 Kg.m pada bagian dudukan rel dan -930 Kg.m pada bagian tengah bantalan. Berikut adalah dimensi bantalan beton yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 4.17 – 4.19.



Gambar 4.17 Bantalan Beton PT. Wijaya Karya Tipe N-67



Gambar 4.18 Potongan A-A



Gambar 4.19 Potongan B-B

Spesifikasi bantalan beton PT. Wijaya Karya tipe N-67:

Tabel 4.20 Spesifikasi Bantalan Beton PT. Wika Tipe N-67

Type	Track Gauge (mm)	Design Axle Load (ton)	Train Speed (km/h)	Sleeper Weight (kg)	Design Bending Moments (kg.m)			
					Moments at Rail Seat		Moments at Centre	
					Positive (+)	Negative (-)	Positive (+)	Negative (-)
N-67	1067	18	120	190	1500	750	660	930

Mutu beton K 600

Berikut adalah perhitungan momen yang terjadi pada daerah di bawah rel (*under rail*) dan tengah rel (*middle rail*):

a) Luas penampang

- Luas A (Penampang dibawah bantalan rel)

$$\begin{aligned}
 A &= \left(\frac{a + b}{2} + t \right) \\
 &= \left(\frac{150 + 250}{2} + 210 \right) \\
 &= 42000 \text{ mm}^2 \\
 &= 420 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Luas B (Penampang ditengah bantalan rel)

$$\begin{aligned}
 B &= \left(\frac{a + b}{2} + t \right) \\
 &= \left(\frac{150 + 226}{2} + 190 \right) \\
 &= 35720 \text{ mm}^2 \\
 &= 357.2 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

b) Momen inersia bantalan

Momen inersia bantalan dapat dihitung menggunakan *AutoCad* dengan cara sebagai berikut:

- 1) Ketik *REG* lalu *ENTER*
- 2) Blok objek penampang
- 3) Ketik *MASSPROP* lalu *ENTER*

Sehingga didapatkan momen inersia penampang di bawah rel dan di tengah bantalan sebagai berikut:

```
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 151134375.0020 along [1.0000 0.0000]
```

Gambar 4.20 Momen Inersia A dari *AutoCad*

- Inersia A = $151134375.002 \text{ mm}^4$
= $15113.4375002 \text{ cm}^4$

```
Principal moments and X-Y directions about centroid:
I: 105994251.1875 along [1.0000 0.0000]
```

Gambar 4.21 Momen Inersia B dari *AutoCad*

- Inersia B = 105994251.2 mm^4
= 10599.42512 cm^4

c) Nilai modulus elastisitas (E)

$$\begin{aligned} E &= 6400 \times \sqrt{f_c'} \\ &= 6400 \times \sqrt{600} \\ &= 156767.3435 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

d) Dumping factor (λ)

Dimana nilai modulus elastisitas rel (K) = 180 kg/cm^2

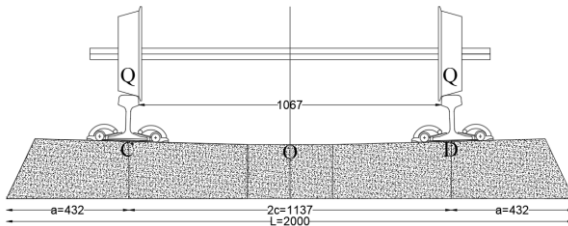
- Harga λ untuk daerah dibawah rel

$$\begin{aligned}\lambda &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times IA}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 156767.3435 \times 15113.4375002}} \\ &= 0.0117\end{aligned}$$

- Harga λ untuk daerah ditengah bantalan rel

$$\begin{aligned}\lambda &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times IB}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 156767.3435 \times 10599.42512}} \\ &= 0.0128\end{aligned}$$

- e) Momen di AS rel $M_{(C/D)}$ dan ditengah bantalan $M_{(O)}$
Berikut adalah sketsa beban yang akan diterima bantalan rel:



Gambar 4.22 Dimensi Bantalan dan Posisi Beban (Q)

Berdasarkan Gambar 4.22 dapat diketahui data sebagai berikut:

- Panjang bantalan (L) = 200 cm
- Jarak AS rel ke tepi bantalan (a) = 43.04 cm
- Jarak antar AS rel (c) = 56.96 cm
- λ under rail = 0.0117
- λ middle of sleeper = 0.0128

$$\begin{aligned}
 Q1 &= 60\% \times Pd \\
 &= 60\% \times 12718.536 \text{ kg} \\
 &= 7631.122 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai trigonometri (λ) dari momen bawah rel dan tengah rel, akan ditampilkan dalam bentuk Tabel 4.21

Tabel 4.21 Perhitungan Fungsi Trigonometri dari Momen di Bawah Rel dan Tengah Bantalan

Keterangan	Moment Calculate Under Rail	Moment Calculate Middle of Sleeper
$\sin \lambda L$	0.040967006	0.0447642
$\sinh \lambda L$	0.040989943	0.0447941
$\cosh \lambda a$	1.000038884	1.0000464
$\cosh 2 \lambda c$	1.000272421	1.0003253
$\cosh \lambda L$	1.000839735	1.0010028
$\cos \lambda a$	0.999961117	0.9999536
$\sinh 2 \lambda a$	0.017638049	0.0192741
$\sin 2 \lambda c$	0.023339219	0.0255034
$\sinh 2 \lambda c$	0.023343458	0.0255090
$\sin 2 \lambda a$	0.017636221	0.0192718
$\cos 2 \lambda c$	0.999727603	0.9996747
$\cos \lambda L$	0.999160500	0.9989976
$\sinh \lambda c$	0.011670934	0.0127535
$\sin \lambda c$	0.011670404	0.0127528
$\sin \lambda (L-c)$	0.029303609	0.0320206
$\sinh \lambda (L-c)$	0.029312000	0.0320315
$\cosh \lambda c$	1.000068103	1.0000813
$\cos \lambda (L-c)$	0.999570557	0.9994872
$\cos \lambda c$	0.999931899	0.9999319
$\cosh \lambda (L-c)$	1.000429504	1.0005129

Momen (C/D) pada daerah dibawah rel (*Under Rail*)

$$M_{(C/D)} = \frac{Q}{4\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda L) + (\sin\lambda L)} \times \begin{pmatrix} (2 \times \cosh^2\lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \\ \cosh\lambda L) - (2 \times \cosh^2\lambda a) \times \\ (\cosh 2\lambda c + \cos\lambda L) - \\ (\sinh 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \\ \sinh\lambda L) - (\sin 2\lambda a) \times \\ (\sinh 2\lambda c + \sinh\lambda L) \end{pmatrix}$$

$$= 162509.96 \times 12.20494369 \times 0.00171145$$

$$= 3394.539416 \text{ kg.cm} < 150000 \text{ kg.cm (Ok)}$$

Momen (C/D) pada daerah ditengah rel (*Middle of Sleeper*)

$$M_{(O)} = -\frac{Q}{2\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda L) + (\sin\lambda L)} \times \begin{pmatrix} (\sinh\lambda c) \times (\sin\lambda c + \\ \sinh\lambda(L-c)) - (\sin\lambda c) \times \\ (\sinh\lambda c + \sinh\lambda(L-c)) - \\ (\cosh\lambda c) \times \cos\lambda(L-c) - \\ \cos\lambda c \times (\cosh\lambda(L-c)) \end{pmatrix}$$

$$= -297433.4 \times 11.16963906 \times 0.00026603$$

$$= -883.8270969 \text{ kg.cm} < -93000 \text{ kg.cm (Ok)}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa bantalan beton PT. Wijaya Karya yang direncanakan memenuhi syarat.

B. Jarak Antar Bantalan

Mengacu pada PD No. 10 Tahun 1986, pemasangan jarak antar bantalan baik bantalan beton, baja, maupun kayu diambil sebesar 60 cm yang diukur pada rel bagian luar, sehingga jarak bantalan yang dipergunakan adalah 1667 buah tiap kilometer panjang.

4.5.3. Komponen Alat Penambat

Penambat rel merupakan suatu komponen yang mampu menjaga kedudukan rel, agar tetap kokoh dan tidak bergeser saat mendapatkan pergerakan dinamis roda kereta yang bergerak diatas rel. Dalam PD No.10 Tahun 1986, penggunaan penambat elastis dibagi menurut kelas jalan (kecepatan maksimum), yaitu:

Tabel 4.22 Penggunaan Alat Penambat Elastis sesuai Kelas Jalan

Kelas Jalan	Jenis Alat Penambat
I	Elastis Ganda
II	Elastis Ganda
III	Elastis Ganda
IV	Elastis Tunggal
V	Elastis Tunggal

Sumber: Peraturan Dinas 10, 1986

Berdasarkan Tabel 4.22 dapat kita ketahui bahwa jenis penambat yang akan di pakai dalam perencanaan adalah elastis ganda, di dalam subbab 4.4.2 poin A jenis bantalan yang akan di gunakan adalah bantalan beton, dimana penambat yang digunakan terdiri dari *shoulder/insert*, *clip*, *insulator*, dan *rail pad*.

4.5.4. Perencanaan Balas dan Sub Balas

Pada subbab 4.2.1 kelas jalan dalam Tugas Akhir ini termasuk ke dalam kelas jalan I, maka formasi badan jalan rel akan ditampilkan kedalam Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Penampang Melintang Jalan Rel Kelas Jalan I

Kelas Jalan	V Maks	d1	b	c	k1	d2	e	k2
	(km/jam)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
I	120	30	150	235	265	15-50	25	375

Sumber: Peraturan Menteri 60, 2012

Dari Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa nilai d_2 berada diantara 15 – 50 (cm), agar dapat diketahui nilai sebenarnya, maka nilai d_2 perlu dihitung. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui:

- Beban dinamis roda (Pd) = 12718.536 kg
- Tekanan tanah dasar (σ_t) = 3 kg/cm²
- Panjang bantalan beton (L) = 200 L
- Koef balas (ke) = 15 kg/cm³
= (Kondisi Baik)
- Modulus elastisitas bantalan beton (E) = 156767.34 kg/cm²
- Momen inersia dibawah bantalan beton = 15113.438 cm⁴
- Jarak AS rel ke tepi bantalan (a) = 43.04 cm
- Lebar bawah bantalan beton (b) = 25 cm
- Jarak antar AS rel (c) = 56.96 cm

Perhitungan tebal lapisan sub balas (d_2):

a) Modulus balas (k)

$$\begin{aligned} k &= b \times ke \\ &= 25 \times 15 \\ &= 375 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b) Dumping factor (λ)

$$\begin{aligned} \lambda &= \sqrt[4]{\frac{375}{4 \times E \times IA}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{375}{4 \times 156767.34 \times 15113.4375}} \\ &= 0.0141 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai trigonometri dari tekanan dibawah bantalan akan ditampilkan dalam bentuk Tabel 4.24:

Tabel 4.24 Perhitungan Fungsi Trigonometri dari Tekanan di Bawah Rel

Keterangan	Moment Calculate Under Tie
$\sin \lambda L$	0.049211887
$\sinh \lambda L$	0.049251662
$\cosh \lambda a$	1.000056124
$\cosh 2 \lambda c$	1.000393214
$\cosh \lambda L$	1.001212128
$\cos \lambda a$	0.999943877
$\sinh 2 \lambda a$	0.021190940
$\sin 2 \lambda c$	0.028038742
$\sinh 2 \lambda c$	0.028046093
$\sin 2 \lambda a$	0.021187769
$\cos 2 \lambda c$	0.999606837
$\cos \lambda L$	0.998788361
$\sinh \lambda c$	0.014021668
$\sin \lambda c$	0.014020749
$\sin \lambda (L-c)$	0.035203288
$\sinh \lambda (L-c)$	0.035217839
$\cosh \lambda c$	1.000098299
$\cos \lambda (L-c)$	0.999380172
$\cos \lambda c$	0.999901704
$\cosh \lambda (L-c)$	1.000619956

c) Tekanan dibawah bantalan (σ_1)

$$\sigma_1 = \frac{Pdx\lambda}{2xk} \times \frac{1}{(\text{Sin}\lambda L) + (\text{Sin}\lambda L)} \times \left(\begin{array}{l} (2x\text{Cosh}^2\lambda a) \times (\text{Cos}2\lambda c + \\ \text{Cosh}\lambda L) + (2x\text{Cosh}^2\lambda a) \times \\ (\text{Cosh}2\lambda c + \text{Cos}\lambda L) + \\ (\text{Sinh}2\lambda a) \times (\text{Sin}2\lambda c - \\ \text{Sinh}\lambda L) - (\text{Sin}2\lambda a) \times \\ (\text{Sinh}2\lambda c - \text{Sinh}\lambda L) \end{array} \right)$$

$$= 0.23917 \times 10.16015 \times 8.00157$$

$$= 19.44 \text{ kg.cm}$$

d) Tebal lapisan balas (d)

$$d = \sqrt[1.35]{\frac{58 \times \sigma_1}{\sigma t} - 10}$$

$$= \sqrt[1.35]{\frac{58 \times 19.44}{3} - 10}$$

$$= 79.21 \text{ cm}$$

e) Tebal lapisan balas bawah (d2)

$$d_2 = d - d_1 > 15 \text{ cm}$$

$$= 79.21 \text{ cm} - 30 \text{ cm} > 15 \text{ cm}$$

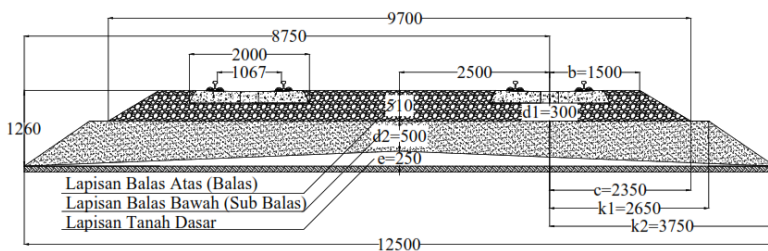
$$= 49.21 \text{ cm} > 15 \text{ cm (Ok)}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa tebal lapisan sub balas (d2) adalah 49.21 cm, dengan pertimbangan mempermudah pelaksanaan dilapangan maka d2 dibulatkan menjadi 50 cm. Berikut adalah tabel formasi badan jalan rel setelah dilakukan perhitungan tebal lapisan sub balas (d2):

Tabel 4.25 Hasil Analisa Penampang Melintang Jalan Rel Kelas Jalan I

Kelas Jalan	V Maks (km/jam)	d1 (cm)	b (cm)	c (cm)	k1 (cm)	d2 (cm)	e (cm)	k2 (cm)
I	120	30	150	235	265	50	25	375

Untuk detail gambar penampang melintang rel ganda dengan lebar jalan 1067 mm akan ditampilkan pada Gambar 4.23.



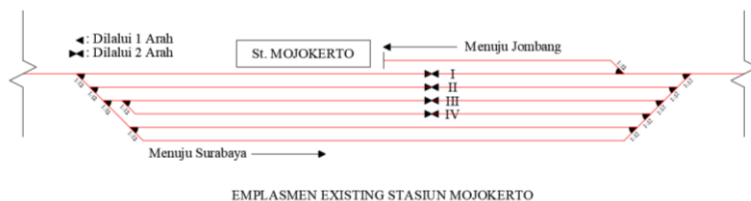
Gambar 4.23 Detail Potongan Melintang Jalan Rel Ganda

4.6. Perencanaan Emplasmen

Dengan perubahan jalur rel yang semula jalur tunggal menjadi jalur ganda maka perlu ditinjau kembali, apakah emplasmen di tiap – tiap Stasiun perlu dirubah atau tidak.

4.6.1. Emplasmen Stasiun Mojokerto

Berikut adalah kondisi awal emplasmen Stasiun Mojokerto



Gambar 4.24 Emplasmen Lama Stasiun Mojokerto

Pada Stasiun Mojokerto sudah terdapat 7 jalur, tetapi jalur sepur utama hanya pada jalur 2. Fungsi jalur 1 sebagai tempat pemberhentian di Stasiun Mojokerto dan jalur 2 sebagai jalur menuju Stasiun Jombang dan Stasiun Surabaya. Dengan adanya jalur ganda maka jalur 2 dan 3 digunakan untuk sepur utama dan jalur 1 dan 4 digunakan sebagai sepur samping. Untuk layout emplasmen Stasiun Mojokerto mengalami perubahan, karena dari hasil Analisa belum memenuhi pola operasi jalur ganda, berikut adalah layout perencanaan emplasmen baru Stasiun Mojokerto



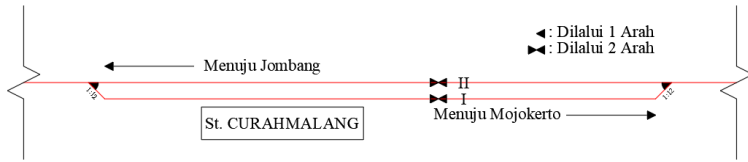
Gambar 4.25 Emplasmen Baru Stasiun Mojokerto

Tabel 4.26 Pola Operasi Stasiun Mojokerto

Jalur	Keterangan
I	Jalur untuk kereta api berhenti dan menuju Stasiun Jombang
II	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Jombang
III	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Surabaya
IV	Jalur untuk kereta api berhenti dan menuju Stasiun Surabaya
V-VII	Penyimpanan kereta api yang sedang <i>idle</i>

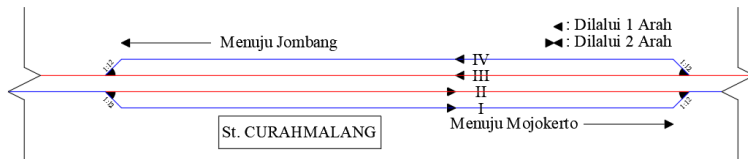
4.6.2. Emplasmen Stasiun Curahmalang

Berikut adalah kondisi awal emplasmen Stasiun Curahmalang.



Gambar 4.26 Emplasmen Lama Stasiun Curahmalang

Pada Stasiun Curahmalang kondisi emplasmen lama hanya terdiri dari dua jalur, jalur 2 sebagai sepur utama dan jalur 1 sebagai sepur samping, maka dibutuhkan layout baru agar memenuhi pola operasi jalur ganda. Dengan adanya jalur ganda, maka jalur 2 dan 3 digunakan sebagai sepur utama dan jalur 1 dan 4 digunakan sebagai sepur samping dengan jalur 1 sebagai tempat pemberhentian di Stasiun Curahmalang. Perubahan pada layout emplasmen ini berdampak pada bangunan Stasiun yang harus dimundurkan, berikut adalah layout perencanaan emplasmen baru Stasiun Curahmalang.



Gambar 4.27 Emplasmen Baru Stasiun Curahmalang

Tabel 4.27 Pola Operasi Stasiun Curahmalang

Jalur	Keterangan
I	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Mojokerto
II	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Mojokerto
III	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Jombang
IV	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Jombang

4.6.2. Emplasmen Stasiun Sumobito

Berikut adalah kondisi awal emplasmen Stasiun Sumobito



Gambar 4.28 Emplasmen Lama Stasiun Sumobito

Pada Stasiun Sumobito kondisi emplasmen lama hanya terdiri dari 3 jalur namun namun yang aktif hanya pada jalur 1 dan 2, maka dibutuhkan layout baru agar memenuhi pola operasi jalur ganda. Dengan adanya jalur ganda, maka jalur 2 dan 3 digunakan sebagai sepur utama dan jalur 4 digunakan sebagai sepur samping, begitu pula dengan jalur 1 digunakan sebagai sepur samping sekaligus tempat pemberhentian di Stasiun Sumobito. Perubahan pada layout emplasmen ini tidak berdampak pada bangunan Stasiun, berikut adalah layout perencanaan emplasmen baru Stasiun Sumobito



Gambar 4.29 Emplasmen Baru Stasiun Sumobito

Tabel 4.28 Pola Operasi Stasiun Sumobito

Jalur	Keterangan
I	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Mojokerto
II	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Mojokerto
III	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Jombang
IV	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Jombang

4.6.2. Emplasmen Stasiun Peterongan

Berikut adalah kondisi awal emplasmen Stasiun Peterongan



Gambar 4.30 Emplasmen Lama Stasiun Peterongan

Pada Stasiun Peterongan kondisi emplasmen lama hanya terdiri dari 3 jalur namun namun yang aktif hanya pada jalur 1 dan 2, maka dibutuhkan layout baru agar memenuhi pola operasi jalur ganda. Dengan adanya jalur ganda, maka jalur 2 dan 3 digunakan sebagai sepur utama dan jalur 4 digunakan sebagai sepur samping, begitu pula dengan jalur 1 digunakan sebagai sepur samping sekaligus tempat pemberhentian di Stasiun Peterongan. Perubahan pada layout emplasmen ini tidak berdampak pada bangunan Stasiun, berikut adalah layout perencanaan emplasmen baru Stasiun Peterongan



Gambar 4.31 Emplasmen Baru Stasiun Peterongan

Tabel 4.29 Pola Operasi Stasiun Peterongan

Jalur	Keterangan
I	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Mojokerto
II	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Mojokerto
III	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Jombang
IV	Jalur untuk kereta api berhenti yang menuju Stasiun Jombang

4.6.2. Emplasmen Stasiun Jombang

Berikut adalah kondisi awal emplasmen Stasiun Jombang



Gambar 4.32 Emplasmen Lama Stasiun Jombang

Pada Stasiun Jombang sudah terdapat 7 jalur, tetapi jalur sepur utama hanya pada jalur 2. Fungsi jalur 1 sebagai tempat pemberhentian di Stasiun Jombang dan jalur 2 sebagai jalur menuju Stasiun Kertosono dan Stasiun Mojokerto. Dengan adanya jalur ganda maka jalur 2 dan 3 digunakan untuk sepur utama dan jalur 1 dan 4 digunakan sebagai sepur samping. Untuk layout emplasmen Stasiun Jombang tidak mengalami perubahan, karena dari hasil Analisa sudah memenuhi pola operasi jalur ganda, berikut adalah layout perencanaan emplasmen baru Stasiun Jombang



Gambar 4.33 Emplasmen Baru Stasiun Jombang

Tabel 4.30 Pola Operasi Stasiun Peterongan

Jalur	Keterangan
I	Jalur untuk kereta api berhenti dan menuju Stasiun Kertosono
II	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Kertosono

Tabel 4.31 Pola Operasi Stasiun Peterongan (Lanjutan)

Jalur	Keterangan
III	Jalur untuk kereta api yang langsung menuju Stasiun Mojokerto
IV	Jalur untuk kereta api berhenti dan menuju Stasiun Mojokerto
V-VII	Penyimpanan kereta api yang sedang <i>idle</i>

4.7. Perencanaan Peron

Dalam perencanaan dimensi peron terdapat tinggi peron, panjang peron, dan lebar peron

4.7.1. Tinggi Peron

Berdasarkan PM No.29 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta Api terdapat tiga jenis peron yaitu:

- Peron tinggi, tinggi peron 1000 mm diukur dari kepala rel.
- Peron sedang, tinggi peron 430 mm diukur dari kepala rel.
- Peron rendah, tinggi peron 180 mm diukur dari kepala rel.

Pada Tugas Akhir ini akan di rencanakan dengan jenis peron tinggi.

4.7.2. Panjang Peron

Perencanaan panjang peron didasarkan pada rangkaian terpanjang kereta api yang beroperasi, adapun data panjang rangkaian kereta api yang melintas dari Stasiun Mojokerto sampai Stasiun Jombang adalah:

- a) Lokomotif CC – 206 = 1 (L = 15.50 m)
- b) Gerbong pambangkit = 1 (L = 20.92 m)
- c) Gerbong penumpang = 9 (L = 20.92 m)
- d) Gerbong makanan = 1 (L = 20.92 m)
- e) Penghubung = 11 (L = 0.5 m)

Berdasarkan data diatas maka dapat dihitung untuk panjang rangkaian kereta api, adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= \text{Lokomotif} + \text{Gerbong pembangkit} + \text{Gerbong} \\ &\quad \text{penumpang} + \text{Gerbong makanan} + \text{Penghubung} \\ &= 15.5 + 20.92 + (20.92 \times 9) + 20.92 + (12 \times 0.5) \\ &= 251.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Agar memudahkan saat pelaksanaan maka panjang peron dibulatkan menjadi 252 m

4.7.3. Lebar Peron

Perencanaan lebar peron dapat dihitung dengan data – data sebagai berikut:

- a) Volume rencana (V) = 450 orang
- b) *Load factor* (LF) = 80 %
- c) Panjang rangkaian kereta api (L) = 251.62 m

$$\begin{aligned} b &= \frac{0.64\text{m}^2/\text{orang} \times V \times 80}{L} \\ &= \frac{0.64\text{m}^2/\text{orang} \times 450 \times 80}{251.62 \text{ m}} \\ &= 0.916 \text{ m} \end{aligned}$$

Agar memudahkan saat pelaksanaan maka lebar peron dibulatkan menjadi 1 m

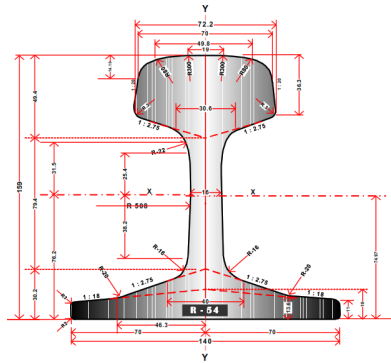
4.8. Perencanaan Wesel

Wesel merupakan penghubung antara dua jalan rel dan berfungsi untuk mengalihkan/mengantarkan kereta api dari suatu sepur ke sepur yang lain. Dalam perencanaan wesel Tugas Akhir ini akan digunakan wesel dari *China Railway Baoji Brigade Group* (CRSBG), para m untuk perhitungan wesel didapat berdasarkan detail gambar Wesel 1:12 CRSBG.

4.8.1. Nomor Wesel

- a) Nomor wesel rencana : W12
- b) Kecepatan ijin : 40 Km/Jam
- c) Sudut simpang : tg (1:12)

Untuk detail ukuran kepala rel (B) dan kaki rel (C) tipe R54 dapat dilihat pada Gambar 4.34.



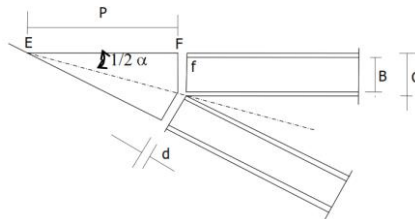
Gambar 4.34 Gambar Tipe Rel 54

Dari gambar 4.33 dapat diketahui bahwa:

- a) Lebar kepala rel R54 (B) : 72.2 mm
- b) Lebar kaki rel R54 (C) : 140 mm

4.8.2. Panjang Jarum Wesel

Panjang jarum wesel (P) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut, dan dijelaskan pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Panjang Jarum Wesel

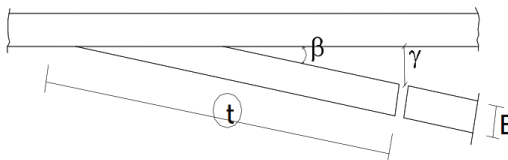
- a) Sudut simpang arah = $\text{tg}(1:12)$
 = $\tan^{-1}(1/12)$
 = 4.7636°
- b) Lebar kepala rel (B) = 72.2 mm
- c) Lebar kaki rel (C) = 140 mm
- d) Jarak siar (d) = 3 mm

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{B + C}{2 \times \text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - d \\
 &= \frac{72.2 + 140}{2 \times \text{tg}\left(\frac{4.7636}{2}\right)} - 130 \\
 &= 2547.81318 \text{ mm} \\
 &= 2.548 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi panjang jarum wesel yang dibutuhkan dalam perencanaan adalah $P = 2.548 \text{ m}$

4.8.3. Panjang Lidah Wesel

Panjang lidah wesel (t) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut, dan dijelaskan pada Gambar 4.36:



Gambar 4.36 Panjang Lidah Wesel

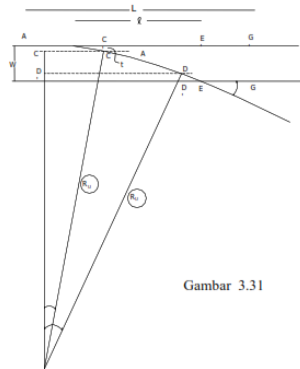
- a) Besar sudut tumpu (β) = $\text{tg}(1:35)$
 = $\tan^{-1}(1/35)$
 = 1.6366°
- b) Lebar Kepala Rel (B) = 72.2 mm
- c) Jarak akar lidah ke rel lantak (Y) = 130 mm

$$\begin{aligned}
 t &> \frac{B + Y}{\sin \beta} \\
 &> \frac{72.2 + 130}{\sin 1.6366} \\
 &> 7430.0308 \text{ mm} \\
 &= 7.430 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi panjangnya lidah wesel yang dibutuhkan dalam perencanaan adalah $t = 7.430 \text{ m}$

4.8.4 Jari-Jari Wesel

Jari-jari lengkung luar wesel (R_u) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut, dan dijelaskan pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Jari-Jari Wesel

- Vijin masuk wesel = 40 km/jam
- Lebar sepur (S) = 1.067 m
- Panjang jarum (P) = 2.548 m
- Panjang lidah (t) = 7.430 m
- Sudut simpang (α) = 4.764 °
- Sudut tumpu (β) = 1.637 °

$$\begin{aligned}
 R_{ijin} &= \frac{V^2}{7.8} \\
 &= \frac{40^2}{7.8} \\
 &= 205.128 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{ijin} &= \frac{S - (t \times \sin\beta) - (P \times \sin\alpha)}{\cos\beta - \cos\alpha} \\
 &= \frac{1.067 - (7.430 \times \sin 1.637) - (2.548 \times \sin 4.764)}{\cos(1.637) - \cos(4.764)} \\
 &= 211.144 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi panjangnya jari – jari lengkung luar wesel yang dibutuhkan dalam perencanaan ini memenuhi syarat yang ditentukan yaitu:

$$\begin{array}{rcl}
 R_u & > & R_{ijin} \\
 211.144 \text{ m} & > & 205.128 \text{ m}
 \end{array}$$

4.9. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Contoh perhitungan galian dan timbunan memakai STA 68+000-STA 68+100, hitung masing – masing luasan STA.

- Pada STA 68+000
 - a. Luas Galian = 1.98 m²
 - b. Luas Timbunan = 1.39 m²
- Pada STA 68+100
 - a. Luas Galian = 0.9 m²
 - b. Luas Timbunan = 11.89 m²

Sehingga volume galian dan timbunan pada STA 68+000 – STA 68+100 dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Galian}} &= \frac{(STA\ 68 + 000) + (STA\ 68 + 100)}{2} \times d \\
 &= \frac{(1.98) + (0.9)}{2} \times 100\ m \\
 &= 144\ m^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Timbunan}} &= \frac{(STA\ 68 + 000) + (STA\ 68 + 100)}{2} \times d \\
 &= \frac{(1.39) + (11.89)}{2} \times 100\ m \\
 &= 664\ m^3
 \end{aligned}$$

Untuk hasil rekapitulasi perhitungan volum galian dan timbunan akan di tampilkan dalam Tabel 4.32-4.41:

Tabel 4.32 Volume Galian dan Timbunan

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
56+900.000	0	0	13.66	0	0	0
57+000.000	0	0	27.51	2058.39	0	2058.39
57+100.000	0	0	61.29	4439.88	0	6498.27
57+200.000	0	0	0	3064.47	0	9562.74
57+300.000	45.03	2251.57	0	0	2251.57	9562.74
57+400.000	0	2251.57	0	0	4503.14	9562.74
57+500.000	37.04	1851.92	0	0	6355.06	9562.74
57+600.000	44	4052.01	0	0	10407.07	9562.74
57+700.000	59.51	5175.52	0	0	15582.59	9562.74
57+800.000	57.03	5828.34	0	0	21410.92	9562.74
57+900.000	23.22	4015.33	0	0	25426.26	9562.74
58+000.000	51.86	3755.82	0	0	29182.07	9562.74
58+100.000	60.61	5628.2	0	0	34810.27	9562.74
58+200.000	16.48	3857.81	0	0	38668.08	9562.74
58+300.000	75.37	4591.4	0	0	43259.49	9562.74
58+400.000	0	3767.01	8.77	436.4	47026.5	9999.13
58+500.000	37.47	1872.74	0	436.4	48899.24	10435.53
58+600.000	88.39	6293.66	0	0	55192.89	10435.53
58+700.000	45.45	6691.99	0.06	3.19	61884.88	10438.73
58+800.000	11.6	2852.43	0	3.19	64737.31	10441.92
58+900.000	0.34	596.85	9.66	482.95	65334.17	10924.87
59+000.000	0	16.93	15.9	1277.96	65351.1	12202.83
59+100.000	0	0	23.77	1983.5	65351.1	14186.33
59+200.000	0	0	15.87	1982.1	65351.1	16168.43
59+300.000	33.75	1687.26	0	793.6	67038.36	16962.04
59+400.000	15.38	2456.09	0	0	69494.45	16962.04
59+500.000	0	768.83	20.68	1033.77	70263.28	17995.8

Tabel 4.33 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
59+600.000	0.59	29.47	8.77	1472.11	70292.75	19467.91
59+700.000	20.08	1033.22	0	438.34	71325.97	19906.25
59+800.000	0	1003.75	17.94	897.13	72329.73	20803.38
59+900.000	16.57	828.59	0.1	902.27	73158.31	21705.64
60+000.000	53.1	3483.55	0	5.14	76641.86	21710.78
60+100.000	0	2654.96	35.44	1771.85	79296.82	23482.64
60+200.000	0	0	37.22	3632.85	79296.82	27115.49
60+300.000	0	0	22.71	2996.27	79296.82	30111.76
60+400.000	0	0	4.38	1354.27	79296.82	31466.03
60+500.000	0	0	8.42	640.09	79296.82	32106.12
60+600.000	0	0	9.8	911.15	79296.82	33017.27
60+700.000	0.06	2.83	17.52	1366.21	79299.66	34383.49
60+800.000	0	2.83	10.79	1415.86	79302.49	35799.35
60+900.000	72.52	3626.25	0	539.7	82928.74	36339.05
61+000.000	98.59	8555.67	0	0	91484.4	36339.05
61+100.000	10.12	5435.53	1.48	74.24	96919.94	36413.29
61+200.000	0	506.11	16.54	901.24	97426.05	37314.53
61+300.000	3.21	160.33	0.03	828.64	97586.37	38143.17
61+400.000	0	160.33	31.45	1574.2	97746.7	39717.38
61+500.000	12.86	643.24	0	1572.56	98389.93	41289.93
61+600.000	5.43	914.77	0	0	99304.7	41289.93
61+700.000	4	471.41	0	0	99776.11	41289.93
61+800.000	2.97	348.53	0.09	4.37	100124.64	41294.3
61+900.000	0	148.64	9.65	486.85	100273.28	41781.15
62+000.000	0	0	14.65	1214.78	100273.28	42995.93
62+100.000	3.82	190.76	1.16	790.39	100464.05	43786.32
62+200.000	0.26	203.61	25.61	1338.81	100667.65	45125.13

Tabel 4.34 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
62+300.000	0	12.84	27.73	2667.01	100680.49	47792.15
62+400.000	0	0	26.68	2720.48	100680.49	50512.62
62+500.000	32.43	1621.44	0	1334.18	102301.93	51846.8
62+600.000	2.16	1729.53	15.55	777.68	104031.46	52624.48
62+700.000	46.68	2442.12	0.76	815.72	106473.58	53440.2
62+800.000	138.65	9266.48	0	38.03	115740.06	53478.23
62+900.000	186.53	16259.17	0	0	131999.23	53478.23
63+000.000	184.15	18534.23	0	0	150533.46	53478.23
63+100.000	42.01	11307.96	0.83	41.47	161841.42	53519.7
63+200.000	0.18	2109.52	12.93	687.83	163950.93	54207.53
63+300.000	0	9.08	18.66	1579.41	163960.01	55786.94
63+400.000	0.03	1.63	5.08	1186.81	163961.64	56973.75
63+500.000	19.42	972.5	0	253.76	164934.14	57227.51
63+600.000	0	970.87	13.03	651.5	165905	57879.01
63+700.000	0	0	19.4	1621.64	165905	59500.65
63+800.000	0	0	26.74	2307.19	165905	61807.84
63+900.000	0	0	5.43	1608.77	165905	63416.6
64+000.000	1.48	74.23	0	271.78	165979.23	63688.38
64+100.000	0	74.23	28.53	1426.68	166053.47	65115.06
64+200.000	0.08	3.95	16.27	2240.33	166057.42	67355.39
64+300.000	0.18	13.08	8.82	1254.62	166070.5	68610
64+400.000	26.33	1325.58	0.13	447.27	167396.08	69057.27
64+500.000	0	1316.45	13.68	690.42	168712.52	69747.69
64+600.000	1.24	62.19	1.22	745.08	168774.72	70492.77
64+700.000	0.28	76.32	20.07	1064.61	168851.04	71557.38
64+800.000	0	14.12	32.47	2626.99	168865.16	74184.37
64+900.000	0.21	10.56	21.73	2709.82	168875.73	76894.18

Tabel 4.35 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
65+000.000	2.76	148.43	14.72	1822.51	169024.15	78716.69
65+100.000	0.58	166.83	21.57	1814.44	169190.98	80531.13
65+200.000	0.13	35.24	11.63	1659.94	169226.21	82191.07
65+300.000	55.03	2758.02	0	581.58	171984.23	82772.65
65+400.000	61.94	5848.7	0.14	6.89	177832.93	82779.54
65+500.000	62.4	6216.74	0	6.89	184049.67	82786.42
65+600.000	98.7	8054.84	0	0	192104.5	82786.42
65+700.000	21.61	6015.46	2.19	109.5	198119.96	82895.92
65+800.000	2.47	1204.1	6.87	452.82	199324.06	83348.74
65+900.000	0	123.98	18.75	1277.43	199448.04	84626.17
66+000.000	75.49	3770.86	0	936.02	203218.9	85562.19
66+100.000	131.43	10342.86	0	0	213561.76	85562.19
66+200.000	6.12	6877.8	4.09	204.67	220439.56	85766.86
66+300.000	0	306.2	44.24	2416.68	220745.75	88183.53
66+400.000	1.69	84.51	2.84	2353.76	220830.26	90537.3
66+500.000	44.19	2294.01	0	141.75	223124.27	90679.05
66+600.000	8.33	2625.84	0.67	33.4	225750.11	90712.45
66+700.000	0.05	418.77	5.05	285.96	226168.88	90998.4
66+800.000	0.08	6.52	20.81	1292.89	226175.4	92291.29
66+900.000	0.95	51.41	1.4	1110.52	226226.81	93401.81
67+000.000	0	47.33	8.67	503.89	226274.14	93905.7
67+100.000	0.44	21.76	3.4	603.62	226295.9	94509.32
67+200.000	0.5	46.82	4.16	378.05	226342.72	94887.37
67+300.000	0	25.06	42.09	2312.78	226367.78	97200.16
67+400.000	0.34	16.95	21.72	3190.44	226384.73	100390.6
67+500.000	0.26	29.99	17.95	1983.5	226414.73	102374.09
67+600.000	0	13.04	27.14	2254.72	226427.77	104628.82

Tabel 4.36 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
67+700.000	0.53	26.52	5.92	1652.96	226454.29	106281.78
67+800.000	4.8	266.64	0.43	317.22	226720.93	106599
67+900.000	47.39	2609.57	0	21.26	229330.5	106620.25
68+000.000	1.98	2468.5	1.39	69.69	231799	106689.94
68+100.000	0.9	143.81	11.89	663.97	231942.8	107353.92
68+200.000	0.22	55.9	48.23	3005.84	231998.71	110359.76
68+300.000	15.82	802.26	0.15	2418.98	232800.96	112778.75
68+400.000	137.64	7673.07	0	7.42	240474.04	112786.17
68+500.000	25.22	8144.43	3.06	152.63	248618.47	112938.79
68+600.000	0	1261.07	15.09	907.69	249879.53	113846.49
68+700.000	2.93	146.33	3.02	904.54	250025.86	114751.02
68+800.000	10.09	650.81	3.56	328.58	250676.67	115079.6
68+900.000	47.76	2892.27	0	177.8	253568.94	115257.4
69+000.000	6.78	2726.62	1.73	86.66	256295.56	115344.06
69+100.000	27.56	1716.86	0.11	92.14	258012.42	115436.2
69+200.000	0	1378.1	32.13	1611.84	259390.51	117048.03
69+300.000	0.09	4.45	16.17	2415.06	259394.96	119463.09
69+400.000	10.69	538.73	0	808.71	259933.68	120271.8
69+500.000	8.2	944.58	1.61	80.84	260878.26	120352.64
69+600.000	21.03	1461.29	0	80.64	262339.55	120433.28
69+700.000	20.33	2066.76	0	0	264406.31	120433.28
69+800.000	0	1016.4	29.68	1484.07	265422.72	121917.36
69+900.000	1.84	91.99	1.05	1536.82	265514.71	123454.18
70+000.000	0.03	93.53	24.59	1282.49	265608.24	124736.67
70+100.000	0.51	27.06	18.56	2157.67	265635.3	126894.34
70+200.000	0	25.52	3.47	1101.26	265660.82	127995.6
70+300.000	26.34	1316.82	0	173.34	266977.64	128168.94

Tabel 4.37 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
70+400.000	0	1316.82	16.42	820.86	268294.46	128989.8
70+500.000	0.24	12.08	12.96	1468.89	268306.53	130458.69
70+600.000	0	12.08	12.43	1269.38	268318.61	131728.07
70+700.000	8.49	424.54	0.08	625.17	268743.15	132353.24
70+800.000	0.08	428.67	8.32	419.95	269171.82	132773.19
70+900.000	0	4.13	18.91	1361.85	269175.95	134135.04
71+000.000	36.85	1842.34	0.02	946.6	271018.29	135081.64
71+100.000	98.89	6786.98	0	0.89	277805.27	135082.53
71+200.000	74.19	8653.92	0	0	286459.2	135082.53
71+300.000	0	3709.28	24.67	1233.53	290168.48	136316.07
71+400.000	0.84	41.87	15.2	1993.3	290210.35	138309.36
71+500.000	0.04	43.83	17.72	1645.74	290254.18	139955.1
71+600.000	0.52	28.04	3.57	1064.58	290282.22	141019.68
71+700.000	14.66	758.99	0.58	207.78	291041.2	141227.46
71+800.000	1.8	823.15	3.53	205.62	291864.36	141433.08
71+900.000	35.46	1863.24	0	176.45	293727.6	141609.53
72+000.000	34.22	3483.76	0	0	297211.36	141609.53
72+100.000	0	1710.77	8.37	418.55	298922.13	142028.08
72+200.000	2.59	129.51	21.34	1485.52	299051.64	143513.6
72+300.000	0.03	131.25	55.99	3866.68	299182.9	147380.28
72+400.000	3.75	189.2	0.89	2844.2	299372.1	150224.48
72+500.000	69.91	3682.82	0	44.49	303054.91	150268.98
72+600.000	17.48	4369.45	4.55	227.66	307424.36	150496.63
72+700.000	128.49	7298.45	0	227.66	314722.82	150724.29
72+800.000	30.31	7939.63	0.06	3.02	322662.44	150727.31
72+900.000	36.3	3330.06	1.6	82.84	325992.51	150810.15
73+000.000	91.77	6403.39	0	79.82	332395.9	150889.97

Tabel 4.38 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
73+100.000	0	4588.85	7.37	368.36	336984.74	151258.33
73+200.000	0.53	26.72	22.98	1517.51	337011.47	152775.84
73+300.000	19.14	983.21	0	1149.15	337994.68	153924.99
73+400.000	13.02	1607.51	1.8	89.89	339602.19	154014.89
73+500.000	29.84	2142.63	0.34	106.83	341744.81	154121.72
73+600.000	0	1491.87	6.89	361.49	343236.68	154483.2
73+700.000	0.05	2.57	37.57	2223.17	343239.25	156706.37
73+800.000	0	2.57	30.82	3419.44	343241.83	160125.81
73+900.000	0.48	24.25	10.41	2061.17	343266.08	162186.97
74+000.000	0.11	29.78	13.5	1195.11	343295.85	163382.08
74+100.000	12.56	633.54	0	674.77	343929.39	164056.85
74+200.000	0.16	635.97	2.18	109.09	344565.37	164165.94
74+300.000	13.74	694.8	0.37	127.58	345260.17	164293.53
74+400.000	39.56	2664.6	3.58	197.32	347924.77	164490.85
74+500.000	116.22	7788.82	0	178.83	355713.58	164669.68
74+600.000	62.72	8947.1	0	0	364660.68	164669.68
74+700.000	92.58	7765.29	0	0	372425.97	164669.68
74+800.000	94.92	9375.01	0	0	381800.98	164669.68
74+900.000	170.14	13252.78	0	0	395053.76	164669.68
75+000.000	8.28	8921.18	4.17	208.65	403974.94	164878.34
75+100.000	51.63	2995.51	0	208.65	406970.45	165086.99
75+200.000	19.8	3571.26	1.15	57.68	410541.7	165144.67
75+300.000	13.26	1653.05	2.4	177.93	412194.76	165322.6
75+400.000	55.62	3444.12	0.03	121.99	415638.88	165444.59
75+500.000	69.06	6234.19	0.01	2.47	421873.07	165447.06
75+600.000	50.09	5957.94	0	0.72	427831.01	165447.78
75+700.000	15.62	3285.98	1.32	65.75	431116.99	165513.53

Tabel 4.39 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
75+800.000	29.21	2241.73	0.13	72.27	433358.72	165585.81
75+900.000	0.06	1463.56	7	356	434822.27	165941.81
76+000.000	3.42	174.53	17.3	1215.14	434996.81	167156.95
76+100.000	0	171.2	49.55	3342.63	435168.01	170499.58
76+200.000	0.55	27.61	46.74	4814.78	435195.62	175314.36
76+300.000	0	27.61	25.77	3625.52	435223.22	178939.88
76+400.000	102.58	5128.89	0	1288.28	440352.12	180228.16
76+500.000	124.25	11341.97	0	0	451694.09	180228.16
76+600.000	12.66	6845.34	4.85	242.29	458539.43	180470.45
76+700.000	0.1	638.26	13.13	896.18	459177.69	181366.63
76+800.000	21.91	1100.63	2.85	799.07	460278.32	182165.7
76+900.000	10.13	1601.87	0	142.67	461880.18	182308.37
77+000.000	0	506.46	12.42	621.22	462386.65	182929.59
77+100.000	1.03	51.44	1.09	675.59	462438.09	183605.18
77+200.000	0.41	71.77	11.26	617.59	462509.86	184222.77
77+300.000	0.45	42.86	11.23	1124.67	462552.73	185347.44
77+400.000	0.34	39.68	5.59	840.84	462592.41	186188.28
77+500.000	1.08	71.21	4.45	501.81	462663.62	186690.09
77+600.000	0.07	57.71	17.67	1105.72	462721.33	187795.81
77+700.000	8.6	433.9	0	883.49	463155.24	188679.29
77+800.000	0	430.18	18.32	915.97	463585.41	189595.26
77+900.000	1.47	73.33	5.36	1183.97	463658.74	190779.23
78+000.000	0	73.33	30.37	1786.56	463732.07	192565.79
78+100.000	0.52	25.8	11.84	2110.32	463757.88	194676.1
78+200.000	0.41	46.28	15.03	1343.24	463804.16	196019.35
78+300.000	0	20.48	9.72	1237.39	463824.64	197256.74
78+400.000	13.2	659.99	0.06	489.07	464484.63	197745.81

Tabel 4.40 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
78+500.000	1.07	713.63	2.06	105.96	465198.26	197851.76
78+600.000	3.01	204.29	0.29	117.55	465402.55	197969.31
78+700.000	0.02	151.88	28.41	1435.01	465554.43	199404.32
78+800.000	0.09	5.96	32.43	3041.73	465560.39	202446.05
78+900.000	0.63	36.01	15.39	2390.95	465596.4	204837
79+000.000	0.02	32.06	3.22	930.84	465628.46	205767.84
79+100.000	44.06	2203.92	0	161.19	467832.38	205929.03
79+200.000	13.73	2889.45	3.52	175.88	470721.82	206104.92
79+300.000	12.31	1301.82	0.48	199.35	472023.64	206304.27
79+400.000	55.44	3387.29	0.04	25.74	475410.93	206330.01
79+500.000	0	2771.92	27.41	1372.23	478182.85	207702.24
79+600.000	0.26	12.75	39.99	3370.08	478195.6	211072.32
79+700.000	1.02	63.94	41.28	4063.44	478259.55	215135.77
79+800.000	0	51.19	14.49	2788.59	478310.74	217924.36
79+900.000	26.41	1320.72	1.08	778.66	479631.46	218703.01
80+000.000	79.05	5275.04	0	54.03	484906.5	218757.04
80+100.000	32.52	5580.36	1.01	50.59	490486.86	218807.63
80+200.000	15.67	2410.32	0.3	65.49	492897.18	218873.12
80+300.000	2.56	911.85	1.48	88.71	493809.02	218961.83
80+400.000	0	127.95	32.25	1686.19	493936.98	220648.02
80+500.000	37.97	1898.69	0	1612.3	495835.67	222260.32
80+600.000	35.98	3697.62	0.67	33.67	499533.29	222293.99
80+700.000	13.1	2453.81	2.85	176.42	501987.1	222470.41
80+800.000	0.4	674.66	24.64	1374.9	502661.76	223845.31
80+900.000	3.76	207.59	2.52	1358.21	502869.35	225203.53
81+000.000	14.11	893.33	2.12	232.03	503762.68	225435.56
81+100.000	11.44	1277.27	3.14	262.93	505039.95	225698.49

Tabel 4.41 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

STA	Luas Galian (m ²)	Volume Galian (m ³)	Luas Timbunan (m ²)	Volume Timbunan (m ³)	Kumulatif Volume Galian (m ³)	Kumulatif Volume Timbunan (m ³)
81+200.000	121.06	6624.62	0	156.96	511664.56	225855.44
81+300.000	16.69	6887.54	3.03	151.5	518552.1	226006.94
81+400.000	0	834.67	30.52	1677.46	519386.77	227684.4
81+500.000	59.09	2954.48	0	1525.96	522341.25	229210.37
81+600.000	123.06	9107.31	0	0	531448.57	229210.37
81+700.000	39.51	8128.16	0	0	539576.72	229210.37
81+800.000	120.04	7977.45	0	0	547554.17	229210.37
81+900.000	125.03	12253.63	0	0	559807.8	229210.37
82+000.000	0	6251.5	26.25	1312.3	566059.3	230522.67
82+100.000	0	0	8.01	1712.68	566059.3	232235.35
82+199.026	79.58	3940.12	0	396.48	569999.42	232631.82

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan perhitungan konstruksi jalan rel dan rencana anggaran biaya pada lintas Mojokerto-Jombang dengan panjang total 25,300 km, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

A. Analisa kondisi hambatan

Analisa kondisi hambatan dilakukan pada STA 56+900 sampai dengan 65+100, kondisi hambatan yang ada disepanjang STA tersebut pada sisi kiri rel eksisting adalah bangunan warga, sawah, dan lahan kosong sedangkan pada sisi kanan rel eksisting adalah bangunan warga dan tiang listrik. Kemudian pada STA 65+200 sampai dengan 82+200 pada sisi kiri rel eksisting adalah lahan kosong dan sawah sedangkan pada sisi kanan rel eksisting adalah tiang listrik.

Dengan menggunakan aplikasi Google Earth didapatkan kontur trase jalur lintas Mojokerto-Jombang, dengan pengaturan Contour interval 2,5 m, Minor contours 1 m, dan *Major contours* 5 m, yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan geometrik jalan rel.

B. Penentuan Posisi Jalur Ganda

Berdasarkan hasil analisa penentuan letak jalur ganda pada, Perencanaan *double track* jalur kereta api lintas Mojokerto – Jombang berada pada sisi kiri rel eksisting.

C. Hasil Perencanaan Geometrik

Perencanaan konstruksi jalan rel dan geometrik jalan rel kereta api yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

a) Alinyemen Horisontal

Berdasarkan perencanaan lengkung horisontal di dapat hasil kecepatan rencana 120 km/jam, dengan Jari – jari minimum 780 m untuk jenis lengkung Spiral – Circle –

Spiral dan 2370 m untuk jenis lengkung full circle. Jumlah tikungan jenis lengkung Spiral – Circle – Spiral adalah 3 dan *Full Circle* 11.

b) Alinyemen Vertikal

Berdasarkan perencanaan lengkung vertikal di dapat hasil jari – jari rencana 8000 m dan jumlah lengkung 56 lengkung

c) Konstruksi Jalan Rel

- Jenis Rel : Tipe R54
- Bantalan : PT. WIKA Tipe N-67
- Jarak Pasang Bantalan : 60 cm
- Jenis Penambat : Elastis Ganda

d) Lebar Badan Jalan Rel

Berdasarkan perhitungan lebar formasi badan jalan rel direncanakan berdasarkan pola jalur ganda dan didapatkan hasil sebagai berikut:

- Kelas Jalan : I
- V Maks : 120 Km/jam
- d1 : 30 cm
- b : 150 cm
- c : 235 cm
- k1 : 315 cm
- d2 : 50 cm
- e : 25 cm
- k2 : 375 cm

e) Wesel

Berdasarkan perhitungan wesel pada jalur ganda lintas Mojokerto – Jombang didapatkan hasil sebagai berikut:

- Nomor Wesel : W 12
- Kec. Ijin : 40 Km/jam
- Sudut Simpang : tg (1:14)
- Panjang Jarum : 2.548 m
- Panjang Lidah : 7.430 m
- Jari – Jari Rencana : 211.144 m

f) Peron

Berdasarkan perhitungan perencanaan peron pada jalur ganda lintas Mojokerto-Jombang didapatkan hasil sebagai berikut:

- Tinggi Peron : 1 m diukur dari kepala rel
- Panjang Peron : 252 m
- Lebar Peron : 1 m

D. Emplasmen

Perencanaan *double track* jalur kereta api lintas Mojokerto – Jombang ini melewati 2 Stasiun besar dan 3 Stasiun kecil diantaranya untuk Stasiun besar Stasiun Mojokerto dan Stasiun Jombang kemudian untuk Stasiun kecil yaitu Stasiun Curahmalang, Stasiun Sumobito, dan Stasiun Peterongan. Dari hasil analisis perencanaan emplasmen Stasiun Jombang tidak mengalami perubahan layout emplasmen dikarenakan telah memenuhi pola operasi jalur ganda, lalu untuk Stasiun Mojokerto, Stasiun Curahmalang, Stasiun Sumobito, dan Stasiun Peterongan mengalami perubahan layout emplasmen dikarenakan layout Stasiun lama tidak memenuhi pola operasi jalur ganda.

E. Volume *Cut and Fill*

Berdasarkan hasil analisa cut and fill yang diperoleh dari Autocad Civil3D didapatkan hasil, volume galian (*cut*) 569999.42 m³ dan volume timbunan (*fill*) 232631.82 m³

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2018. **Kota Surabaya Dalam Angka 2018**. Surabaya
- Dirjen Perkeretaapian RI. 2014. **Buku Informasi Perkeretaapian**. Jakarta.
- Endah Tri L. 2018. Tugas Akhir : **Perencanaan Jalur Kereta Api Pada Segmen 2 Stasiun Solo Balapan Baru-Bandara Adi Sumarno**. Surabaya : Teknik Sipil ITS
- Google Earth. 2018. **Peta Lokasi Mojokerto – Jombang**.
- Kereta Penumpang. **Brosur PT. INKA**. Madiun
- Menteri Perhubungan RI. 2012. **Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api**. Jakarta.
- Menteri Perhubungan RI. 2012. **Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur Kereta api**. Jakarta
- Menteri Perhubungan RI. 2011. **Peraturan Menteri Perhubungan No. 11 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta Api**. Jakarta
- Menteri Perhubungan RI. 2011. **Rencana Induk Perkeretaapian Nasional**. Jakarta
- Modul Geometrik. **Rekayasa Jalan Raya dan Rel (PS-1364)**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil ITS.

- Pemerintah Propinsi Jawa Timur. 2006. **Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No.2 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur Bagian keenam arahan pengembangan sistem prasarana wilayah, arahan pengembangan prasarana transportasi perkeretaapian, Pasal 42 ayat 3.**
- Peraturan Pemerintah. 2007. **Undang – Undang No. 23 Tentang Perkeretaapian.** Jakarta
- Rosyidi, S.A.P. 2015. **Rekayasa Jalan Kereta Api.** Yogyakarta: LP3M UMY
- Railway Concrete Product. **Brosur PT. Wijaya Karya.** Batam
- Utomo, S.H.T. 2009. **Jalan Rel.** Yogyakarta: Beta Offset.
- Yugo Ismoyo. 2017. Tugas Akhir : **Perencanaan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Bangil-Malang.** Surabaya : Teknik Sipil ITS.

LAMPIRAN

RAILWAY CP

RAILWAY CONCRETE PRODUCT



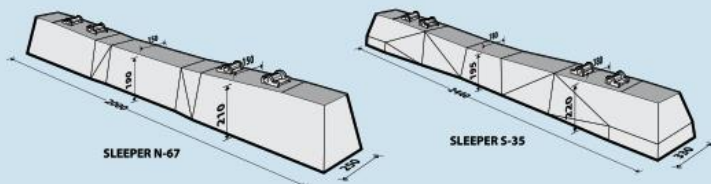
DESCRIPTION

Type of Railway Product :
 Prestressed Concrete Sleepers
 Prestressed Concrete Turnout Sleepers
 Prestressed Concrete Catenary Poles

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design	PD No.10 - Perumka	Indonesian Railways Design Reference
	AREMA Chapter 30 - 2009	American Railway Engineering Maintenance of Ways
Manufacturing	GOST 10629 - 1988	Prestressed Concrete Sleepers for Railway Wide 1520 mm
	TB/T 3080 - 2030	Technical Concrete Sleeper Railway Industry Standards
	JIS A 5309 - 1981	Prestressed Concrete Spun Poles
	WB - PRD - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC SLEEPERS



PC SLEEPERS DIMENSION

Type	Sleeper Length (mm)	Depth (mm)		Width at Rail Seat (mm)		Width at Center (mm)	
		at rail seat	at center	Upper	Bottom	Upper	Bottom
N-67	2000	210	190	150	250	150	226
S-35	2440	220	195	190	310	180	240
W-20	2700	195	145	224	300	182	250

PC SLEEPERS SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm²)

Type *1 **	Track Gauge (mm)	Design Axle Load (ton)	Train Speed (km/h)	Sleeper Weight (kg)	Design Bending Moments (kg.m)				Design Reference ***
					Moments at Rail Seat		Moments at Centre		
					positive (+)	negative (-)	positive (+)	negative (-)	
N-67	1067	18	120	190	1500	750	660	930	PERUMKA PD - 10
S-35	1435	25	200	330	2300	1500	1300	2100	AREMA
W-20	1520	23	120	275	1300	-	-	980	GOST 10629 Grade-1

Note :
 *) Type of Rail is available for R-33, R-38, R-40, R-42, R-50, R-54 & R-60
 **) Type of fastening is available for Pindad E-Clip, Pandrol E-Clip, Vossloch Clip, DE-Clip or others adjustable to customer requirement
 ***) Standard design reference is adjustable to customer requirement

13.7. Lokomotif CC-206

SPESIFIKASI : LOKOMOTIF CC-206



Lain-lain	
Rem lokomotif:	Westinghouse 26L (terdiri atas: rem dinamik, udara tekan, parkir)
Sistem keselamatan:	LOCOCOMM™, LOCOTROL® Distributed Power, Train Control/SCADA, Ultra Cab II Signaling, GE Integrated Function Display™, Graham White GW373 E-Bell, Nathan P2 horn, GE BrightStar™ Microprocessor and Computer System
Karier	
Perusahaan pemilik:	PT Kereta Api Indonesia
Julukan:	<i>Si Puongs</i>
Daerah operasi:	Pulau Jawa
Pertama digunakan	2013
Kadaan:	Semua beroperasi

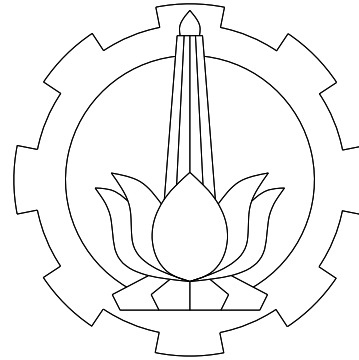
Sumber tenaga: Diesel elektrik	
Perusahaan pembuat:	GE Transportation
Model:	GE CM20EMP
Tanggal dibuat:	2012-2013
Data teknis	
Roda	
Konfigurasi:	0-6-6-0
Susunan roda AAR:	C-C
Klasifikasi UIC:	Co'Co'
Bogie:	Fabricated Bogie (PT Barata Indonesia (Persero))
Dimensi	
Lebar sepur:	1,067 mm (3 ft 6 in)
Panjang:	15,500 mm (50.9 ft)
Lebar:	2,642 mm (8.668 ft)
Tinggi (maksimum):	3,700 mm (12.1 ft)
Berat	
Berat kosong:	90 t (90,000 kg)
Bahan bakar dan kapasitas	
Jenis bahan bakar:	<i>High-speed diesel</i>
Mesin, motor traksi, dan converter	
Penggerak utama:	GE 7FDL-8
Jenis mesin:	Diesel 4 Tak
Aspirasi:	Turbocharger
Alternator:	GE 761
Generator:	GE GT601
Motor traksi:	6 buah
Silinder	
Jumlah silinder:	8
Transmisi dan kinerja	
Kecepatan maksimum:	115–140 km/h (71–87 mph)
Daya mesin:	2,250 hp (1,680 kW)



DATA TEKNIS

Kecepatan maksimum	: 120 km / jam
Lebar sepur	: 1.067 mm
Beban gandar	: 14 ton
Panjang kereta	: 20.920 mm
Lebar kereta	: 2.990 mm
Tinggi kereta	: 3.610 mm
Tinggi <i>coupler</i>	: 775 (+10/-0) mm
Bogie	: TB-1014
Sistem pengereman	: <i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	: <i>Automatic Coupler, AAR 10A</i>

**GAMBAR TUGAS AKHIR
PERENCANAAN *DOUBLE TRACK* JALUR KERETA API
LINTAS MOJOKERTO - JOMBANG**



disusun oleh :
Habibil Iman Masruhardono
NRP : 3111745000028

Dosen Pembimbing:
Ir. Wahyu Herijanto, MT
NIP : 196209061989031012

Budi Rahardjo, ST., MT
NIP : 197001152003121001

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**



PETA KONTUR DAN TRASE JALAN REL



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habilil Iman M
 0311174500028

KETERANGAN

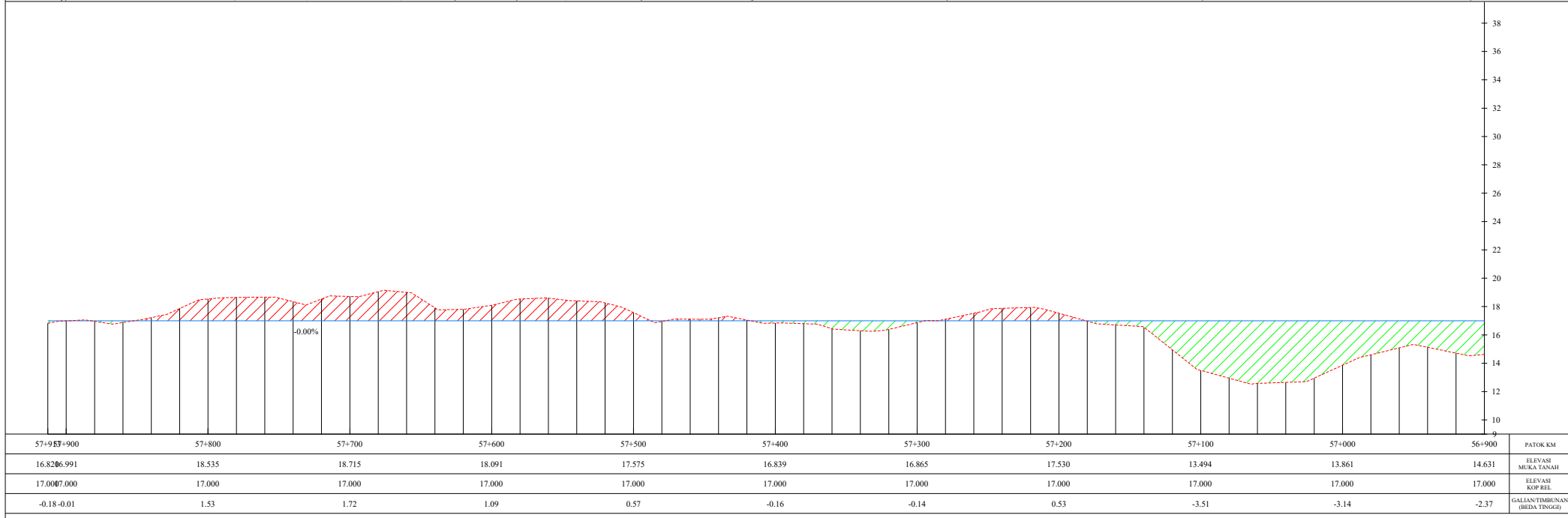
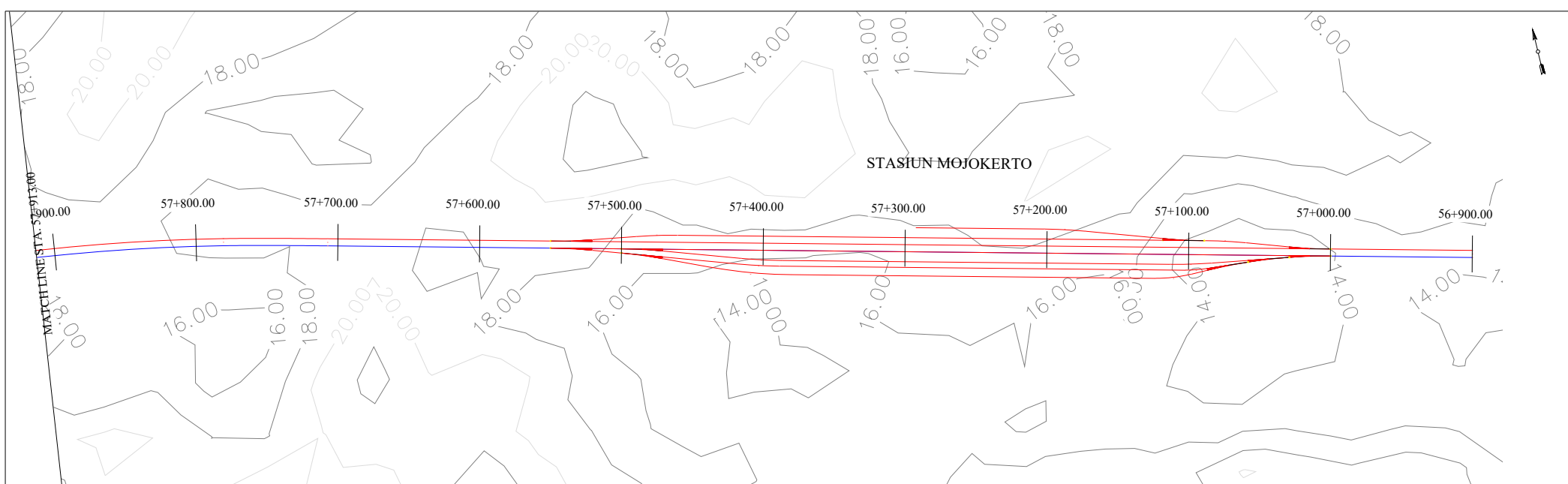
Judul Gambar:
 Peta Kontur dan Trase

NO.
 LEMBAR

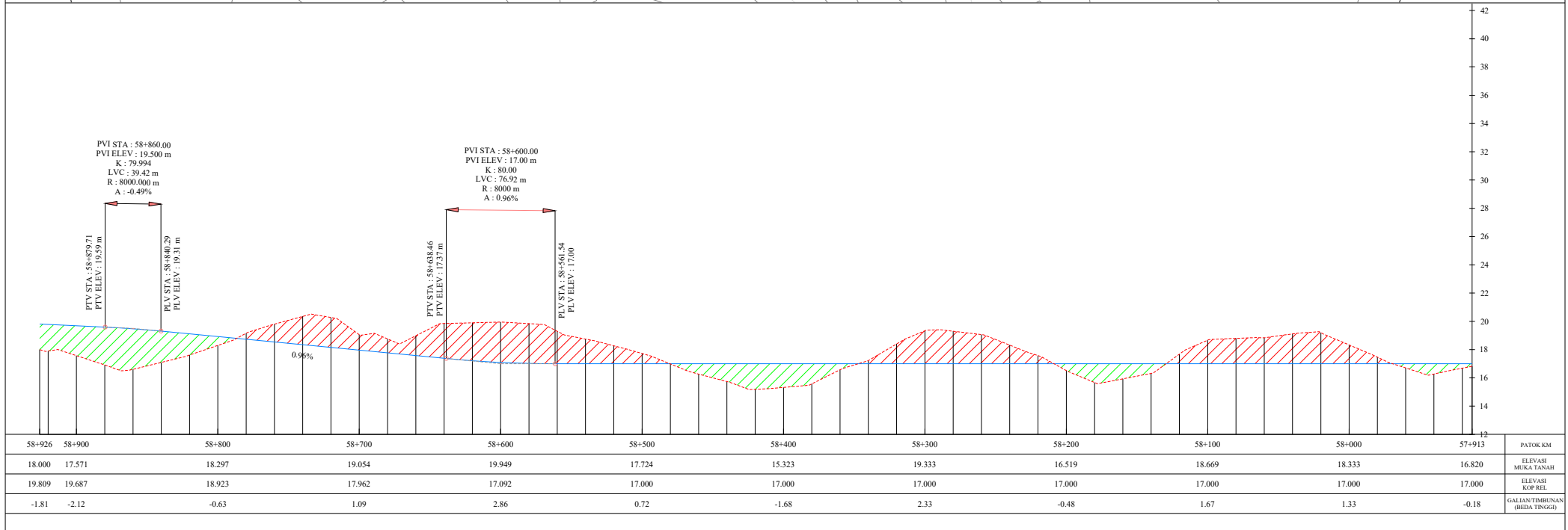
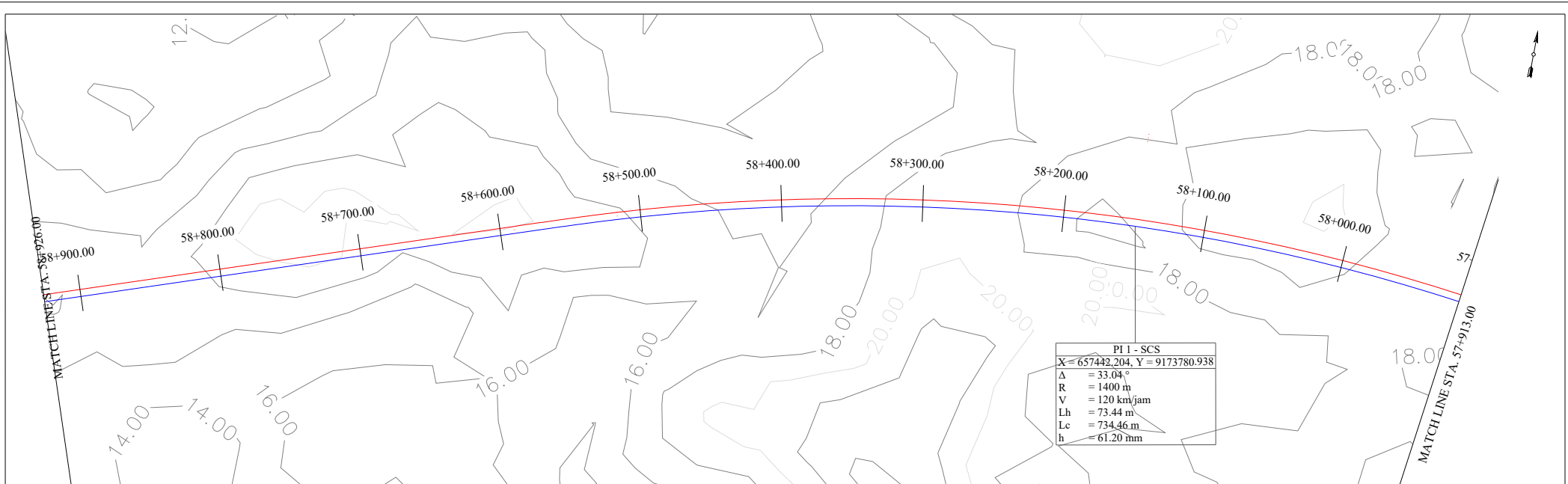
JML
 LEMBAR

LEGENDA

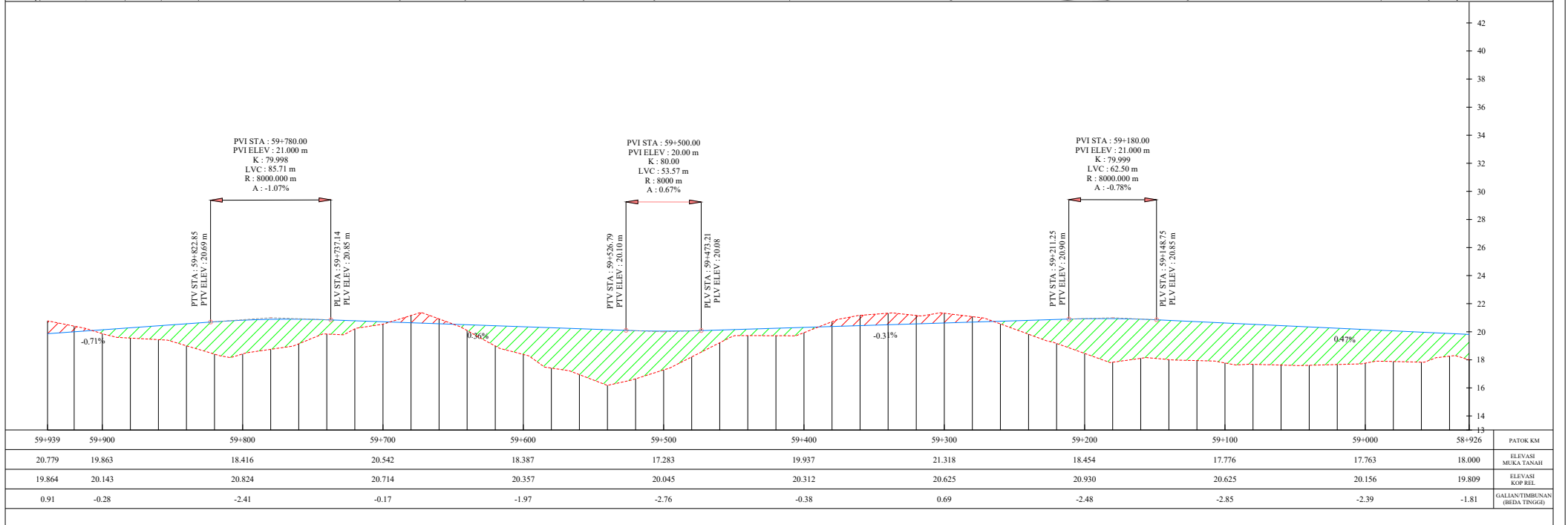
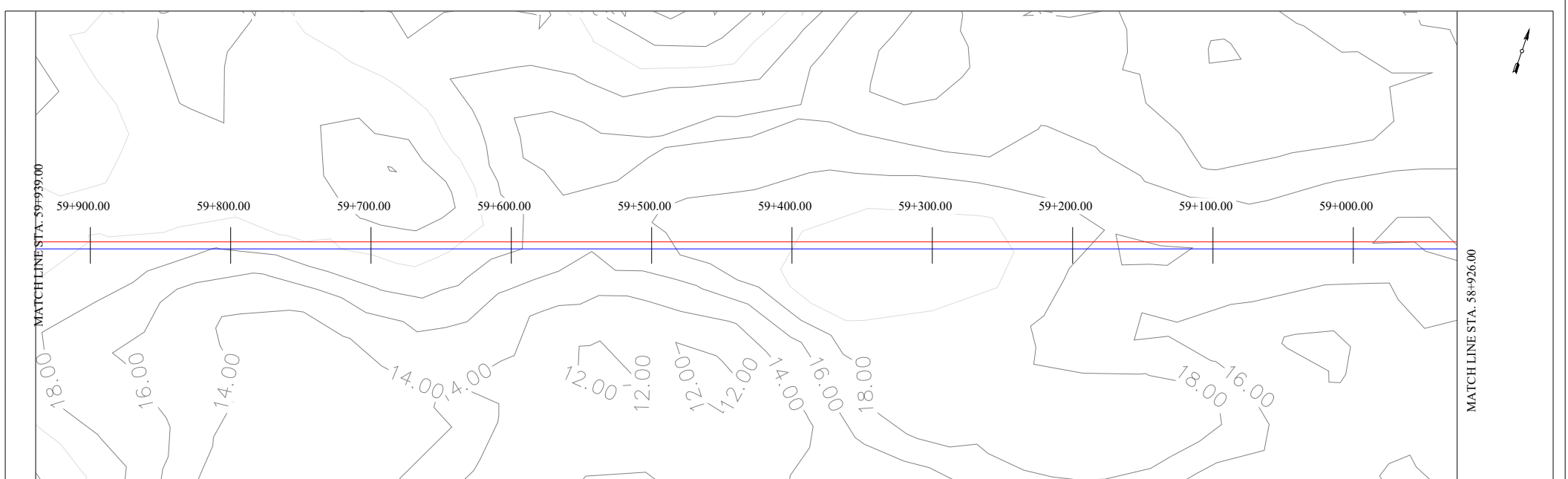
--	--



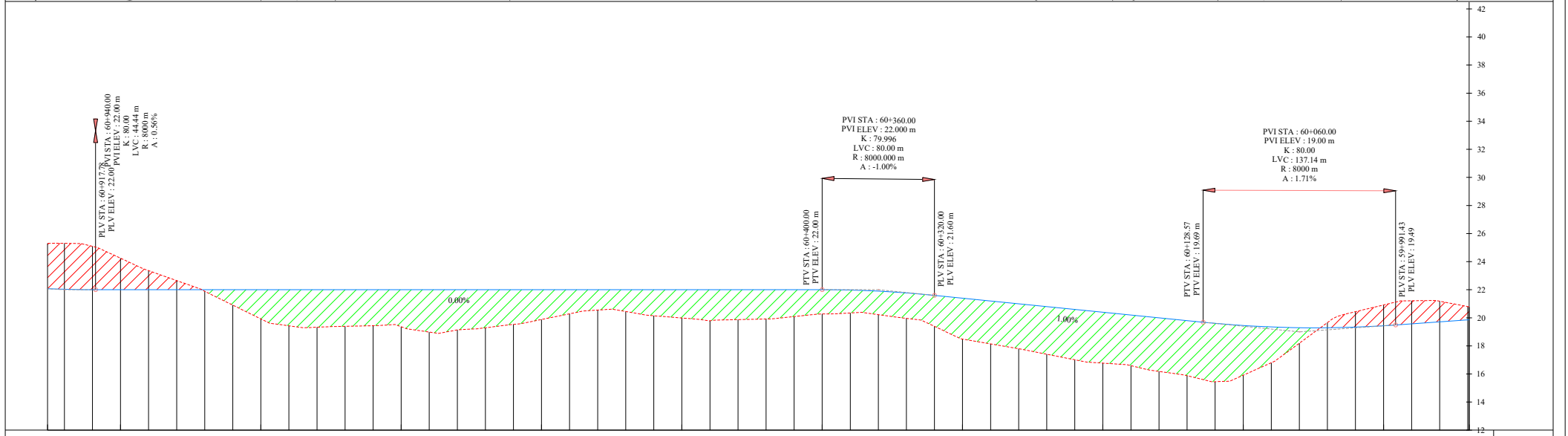
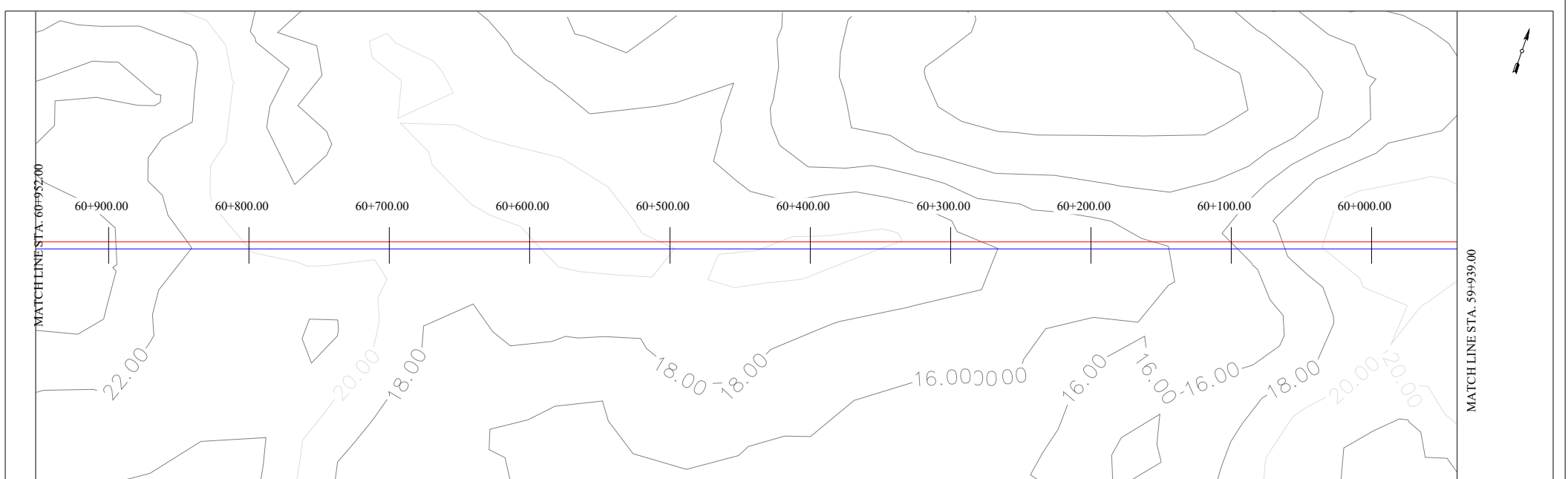
	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 1 JML LEMBAR 45	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		PLAN : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan	PROFILE : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah



	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	DOSEN PEMBIMBING Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	NAMA MAHASISWA Habibil Iman M 03111745000028	KETERANGAN Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	NO. LEMBAR 2	LEGENDA <table border="0"> <tr> <th colspan="2">PLAN</th> <th colspan="2">PROFILE</th> </tr> <tr> <td></td><td>: New Track</td> <td></td><td>: Alinyemen Vertikal</td> </tr> <tr> <td></td><td>: Eksisting Track</td> <td></td><td>: Muka Tanah</td> </tr> <tr> <td></td><td>: Galian</td> <td></td><td>: Timbunan</td> </tr> </table>	PLAN		PROFILE			: New Track		: Alinyemen Vertikal		: Eksisting Track		: Muka Tanah		: Galian		: Timbunan
						PLAN		PROFILE															
	: New Track		: Alinyemen Vertikal																				
	: Eksisting Track		: Muka Tanah																				
	: Galian		: Timbunan																				
JML LEMBAR 45																							

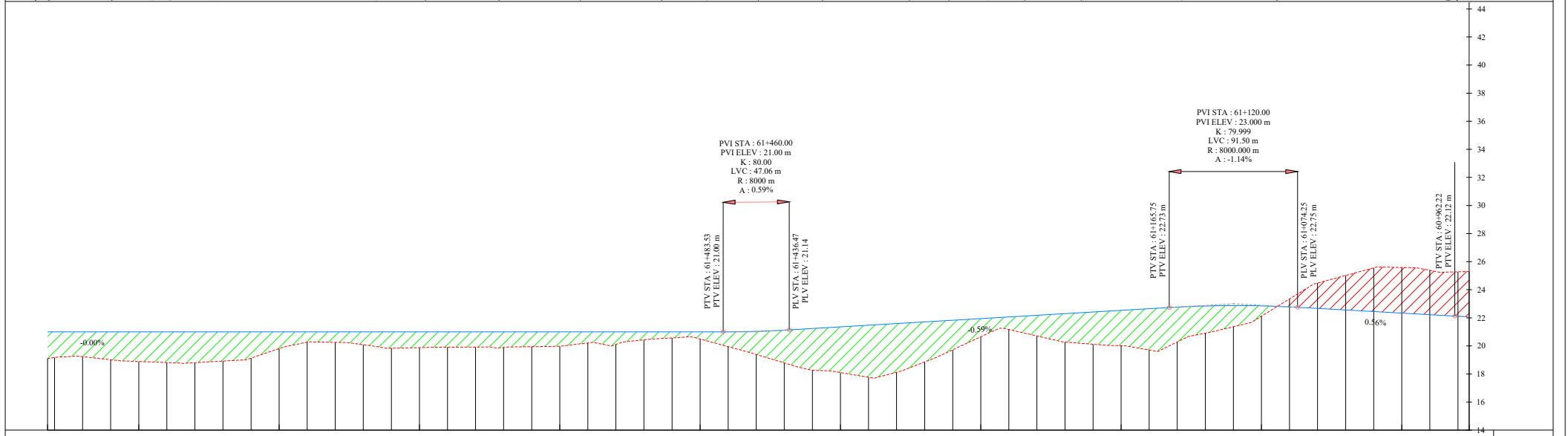


	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 3 JML LEMBAR 45	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		PLAN : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan	PROFILE : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah



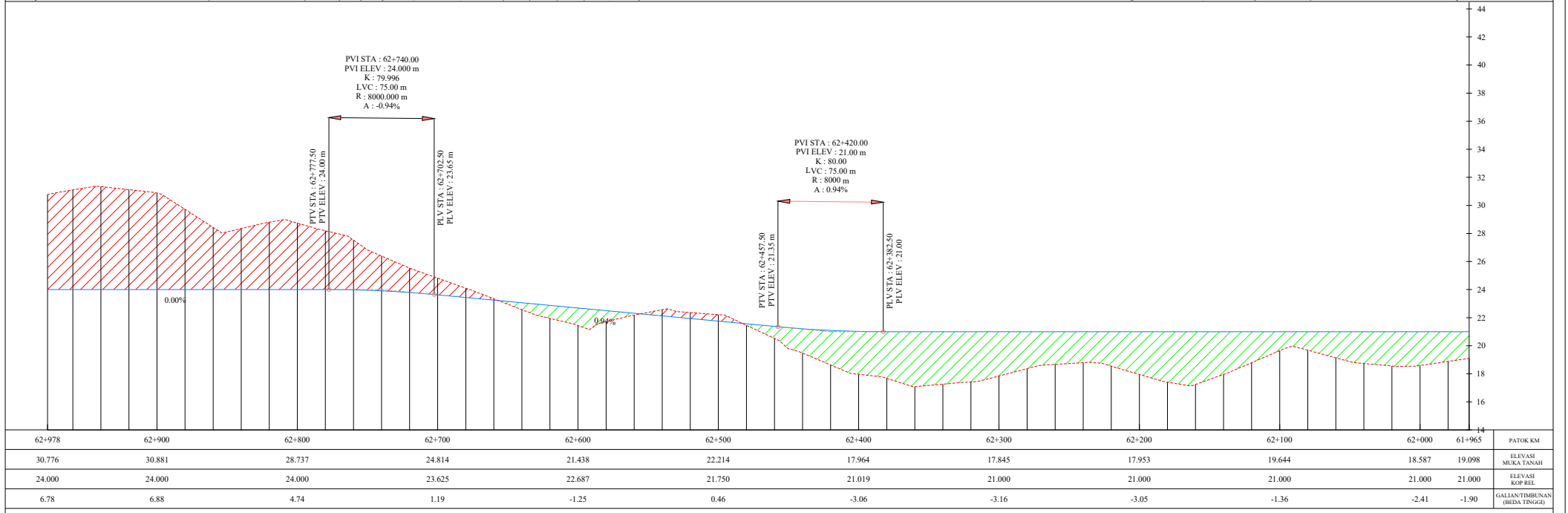
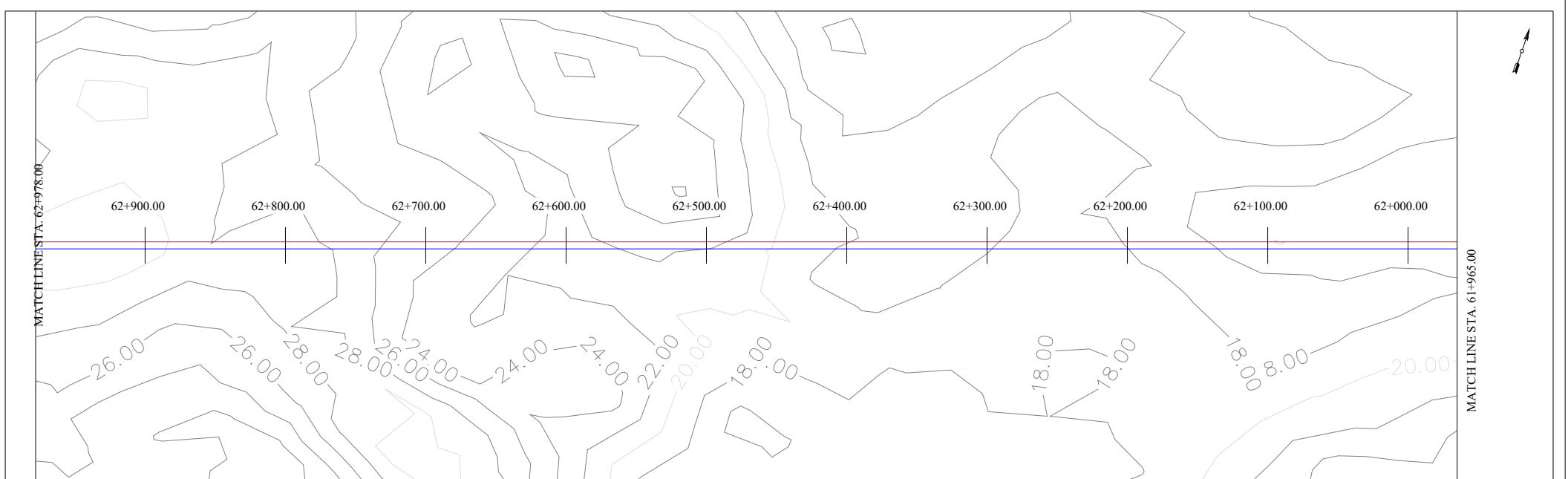
60+952	60+900	60+800	60+700	60+600	60+500	60+400	60+300	60+200	60+100	60+000	59+939	PATOK KM
25.299	24.245	19.921	19.362	19.881	19.986	20.272	18.487	16.772	15.912	20.914	20.779	ELEVASI MUKA TANAH
22.073	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	21.400	20.400	19.451	19.433	19.864	ELEVASI KOP REL
3.23	2.24	-2.08	-2.64	-2.12	-2.01	-1.73	-2.91	-3.63	-3.54	1.48	0.91	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 4	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habilil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Red Dashed Line] : Galian [Green Hatched] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah
						LEMBAR 45		

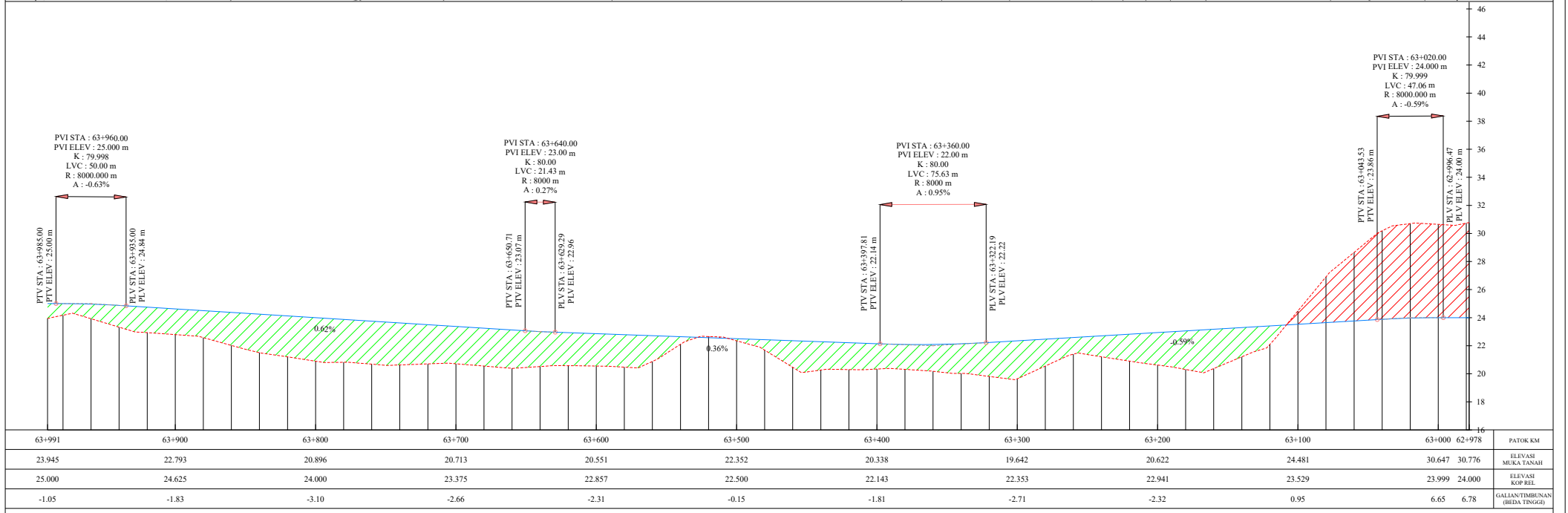
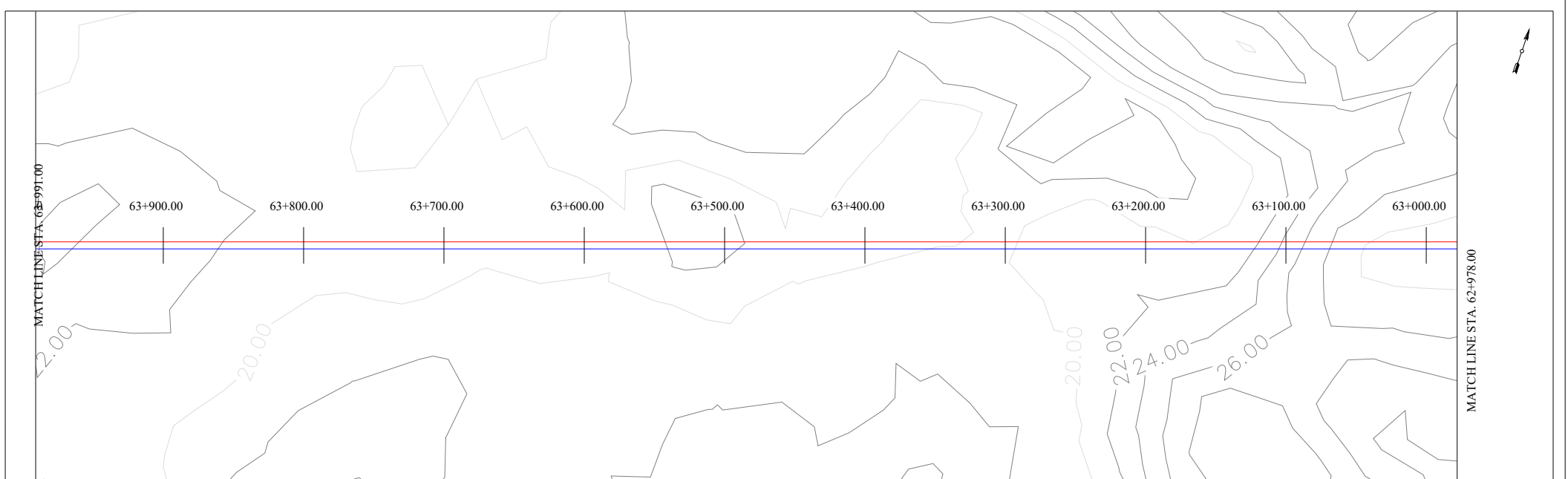


61+965	61+900	61+800	61+700	61+600	61+500	61+400	61+300	61+200	61+100	61+000	60+952	PATOK KM
19.098	18.889	19.804	19.878	19.974	20.490	18.102	20.653	20.011	22.116	25.586	25.299	ELEVASI MUKA TANAH
21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.353	21.941	22.529	22.847	22.333	22.073	ELEVASI KOP REL
-1.90	-2.11	-1.20	-1.12	-1.03	-0.51	-3.25	-1.29	-2.52	-0.73	3.25	3.23	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 5	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Red Dashed Line] : Galian [Green Dashed Line] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah
						JML LEMBAR 45		



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020		JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	6	PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Green Line] : Galian [Green Area] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah
						JML LEMBAR		

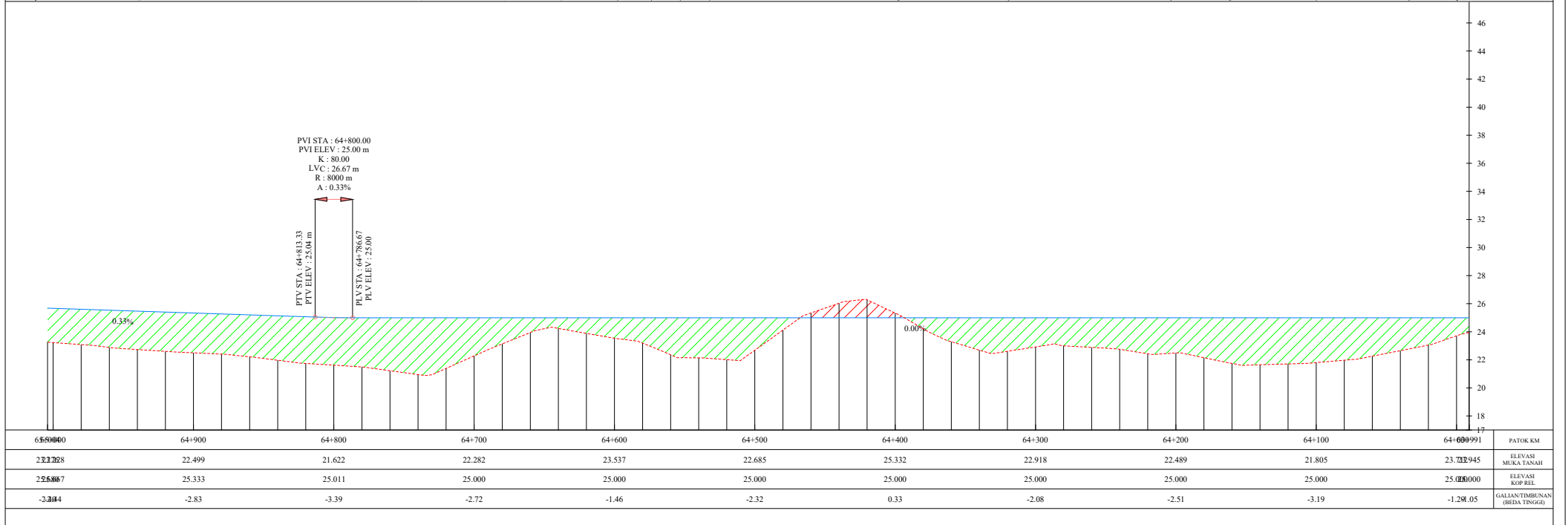
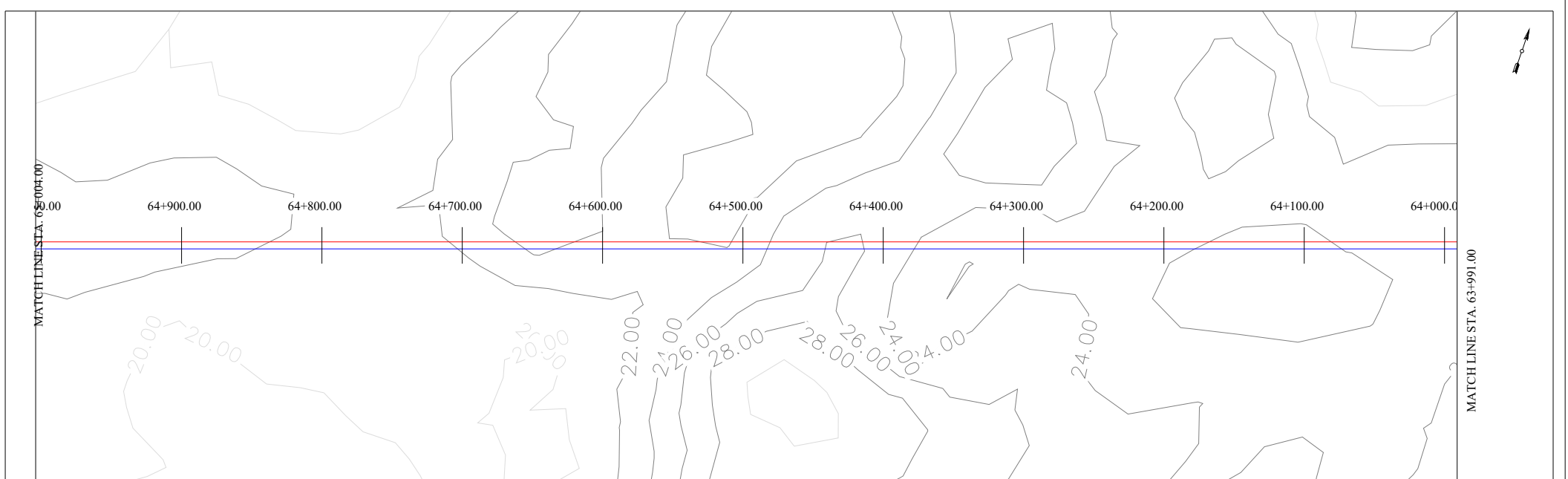


63+991	63+900	63+800	63+700	63+600	63+500	63+400	63+300	63+200	63+100	63+000	62+978	PATOK KM
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------

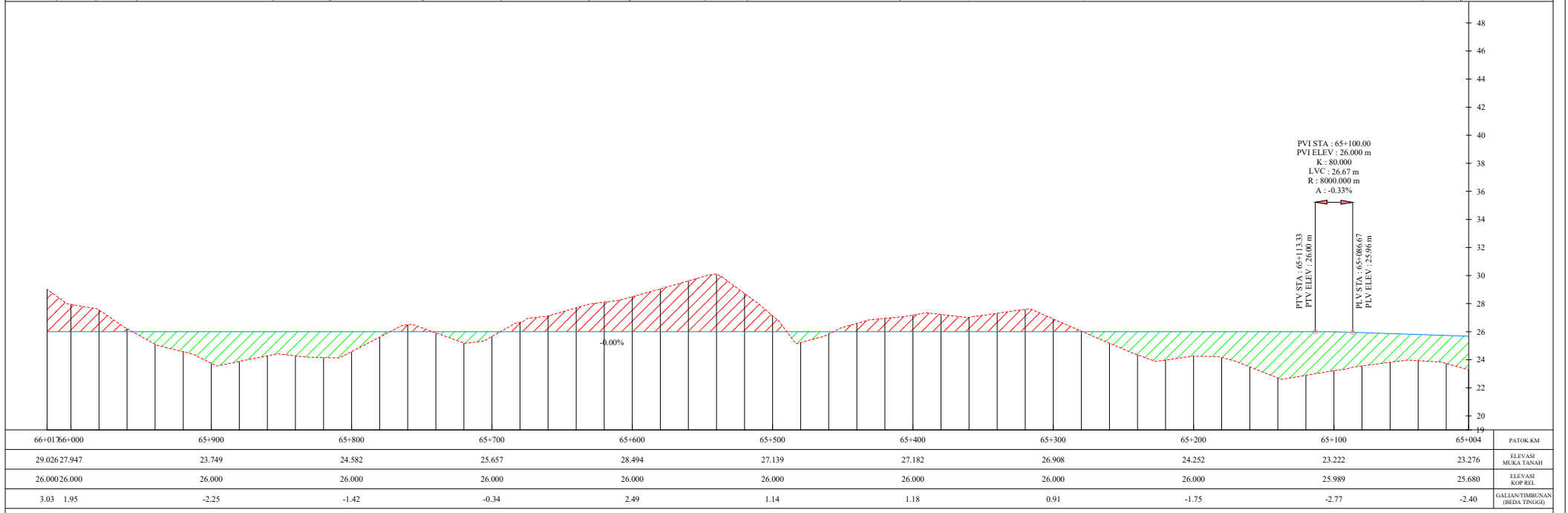
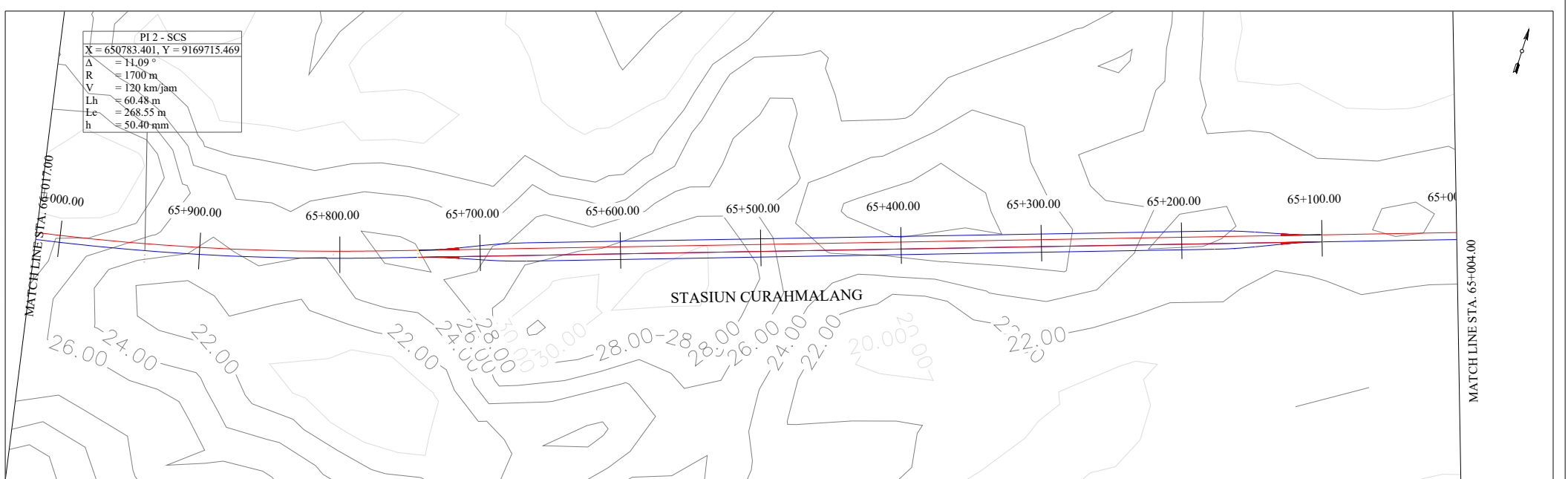
23.945	22.793	20.896	20.713	20.551	22.352	20.338	19.642	20.622	24.481	30.647	30.776	ELEVASI MUKA TANAH
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------------------


-1.05	-1.83	-3.10	-2.66	-2.31	-0.15	-1.81	-2.71	-2.32	0.95	6.65	6.78	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	-------------------------------

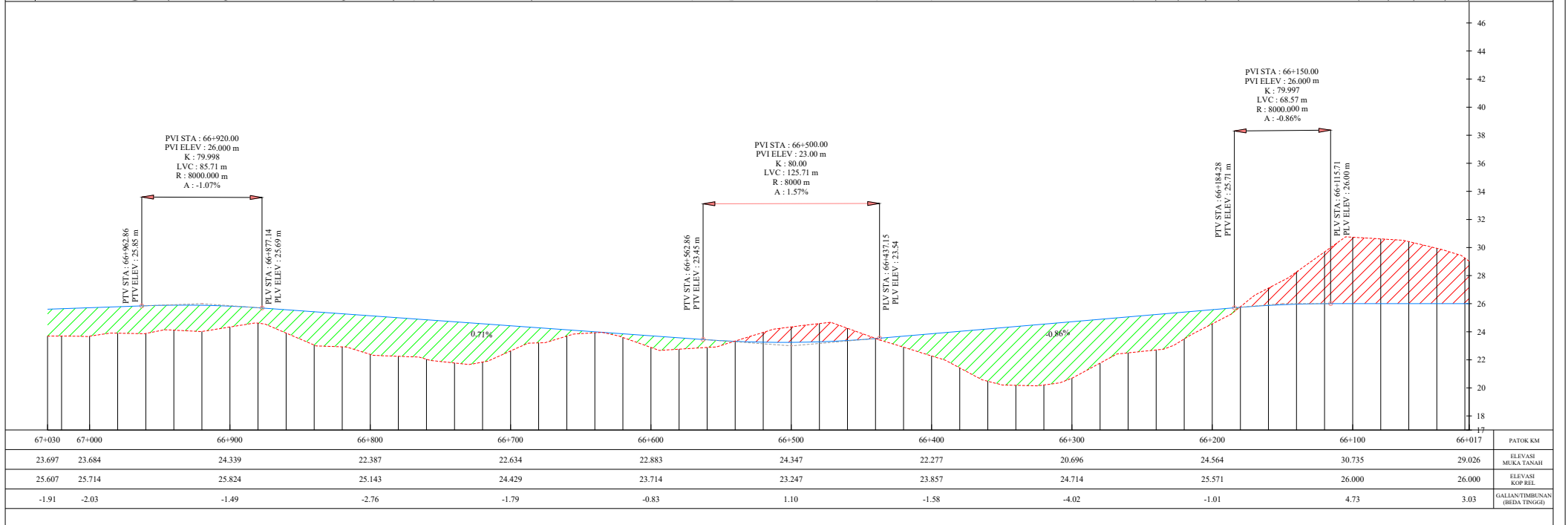
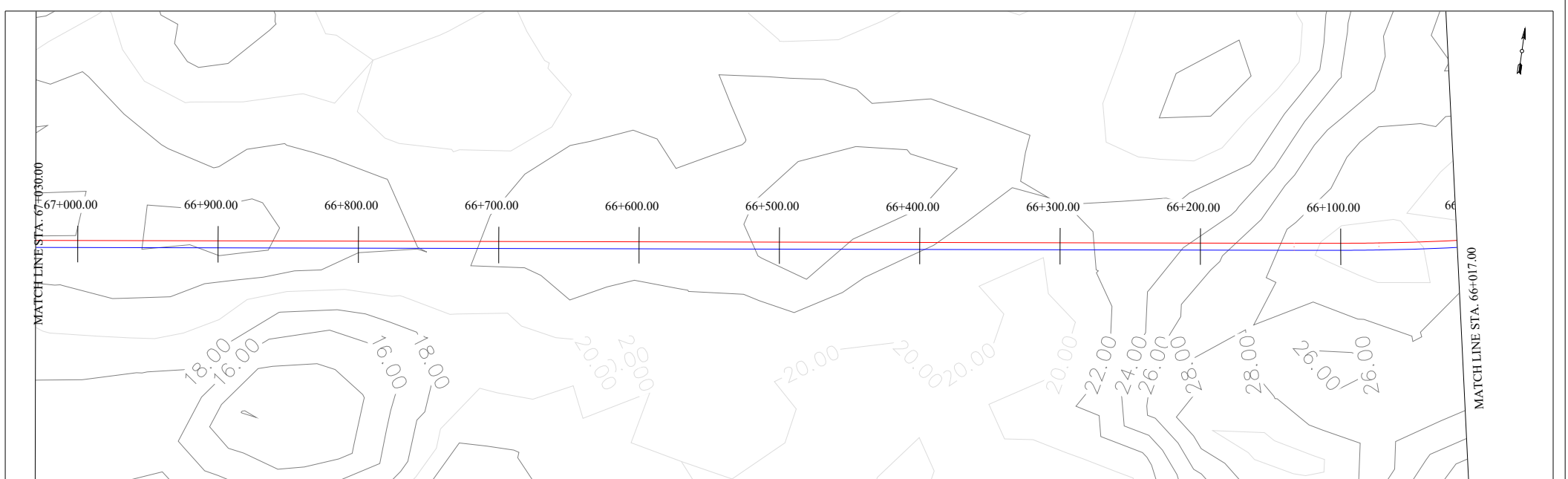
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	DOSEN PEMBIMBING Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	NAMA MAHASISWA Habibil Iman M 03111745000028	KETERANGAN Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	NO. LEMBAR 7	LEGENDA <table border="0"> <tr> <td></td> <td>: New Track</td> <td></td> <td>: Alinyemen Vertikal</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Eksisting Track</td> <td></td> <td>: Elevasi Muka Tanah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Galian</td> <td></td> <td>: Elevasi KOP REL</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Timbunan</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		: New Track		: Alinyemen Vertikal		: Eksisting Track		: Elevasi Muka Tanah		: Galian		: Elevasi KOP REL		: Timbunan		
								: New Track		: Alinyemen Vertikal													
	: Eksisting Track		: Elevasi Muka Tanah																				
	: Galian		: Elevasi KOP REL																				
	: Timbunan																						
JML LEMBAR 45																							



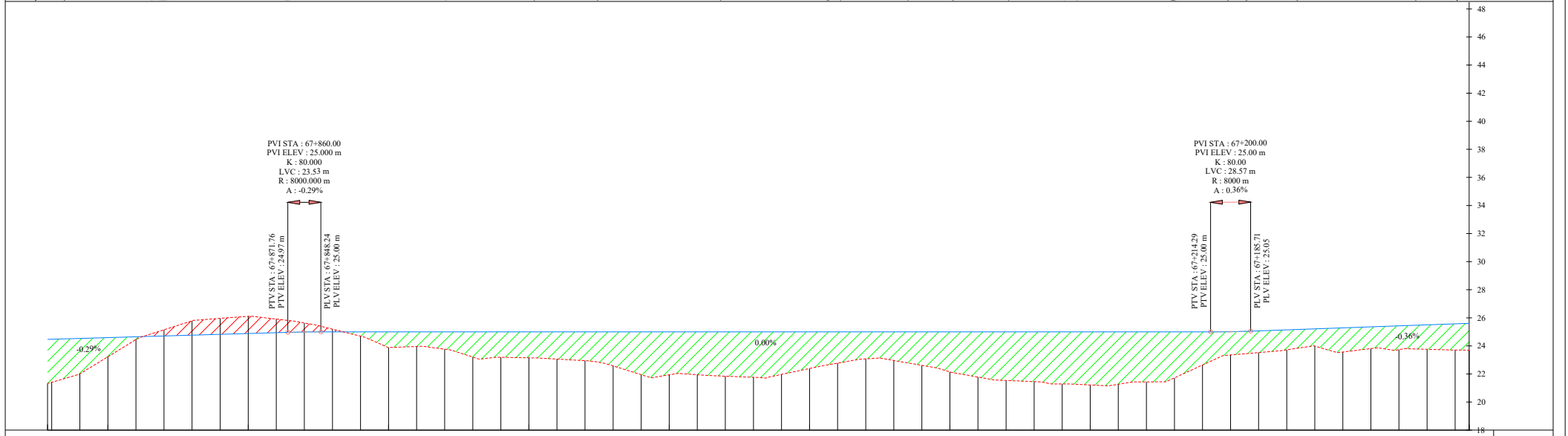
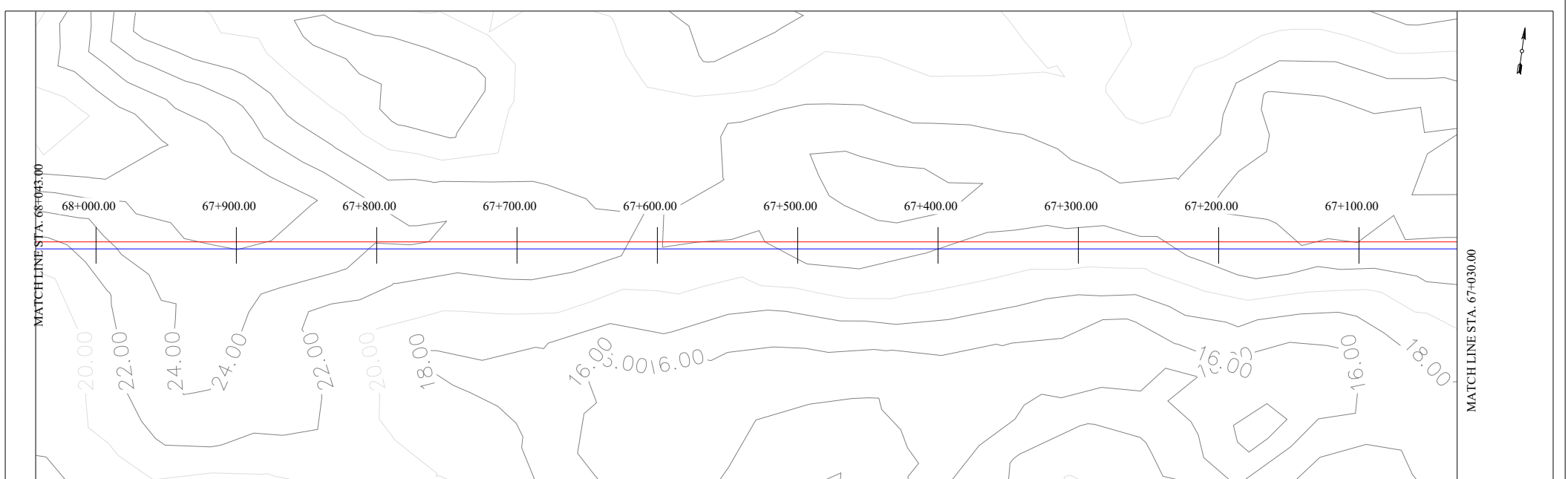
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habilil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	8 JML LEMBAR 45	PLAN : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan	PROFILE : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah



 <p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	<p>JUDUL TUGAS AKHIR</p> <p>Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>KETERANGAN</p> <p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	<p>NO. LEMBAR</p> <p>9</p>	<p>LEGENDA</p> <table border="0" style="font-size: small;"> <tr> <th colspan="2">PLAN</th> <th colspan="2">PROFILE</th> </tr> <tr> <td></td> <td>: New Track</td> <td></td> <td>: Alinyemen Vertikal</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Eksisting Track</td> <td></td> <td>: Muka Tanah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Galian</td> <td></td> <td>: Timbunan</td> </tr> </table>	PLAN		PROFILE			: New Track		: Alinyemen Vertikal		: Eksisting Track		: Muka Tanah		: Galian		: Timbunan
					PLAN		PROFILE															
	: New Track		: Alinyemen Vertikal																			
	: Eksisting Track		: Muka Tanah																			
	: Galian		: Timbunan																			
<p>JML LEMBAR</p> <p>45</p>																						

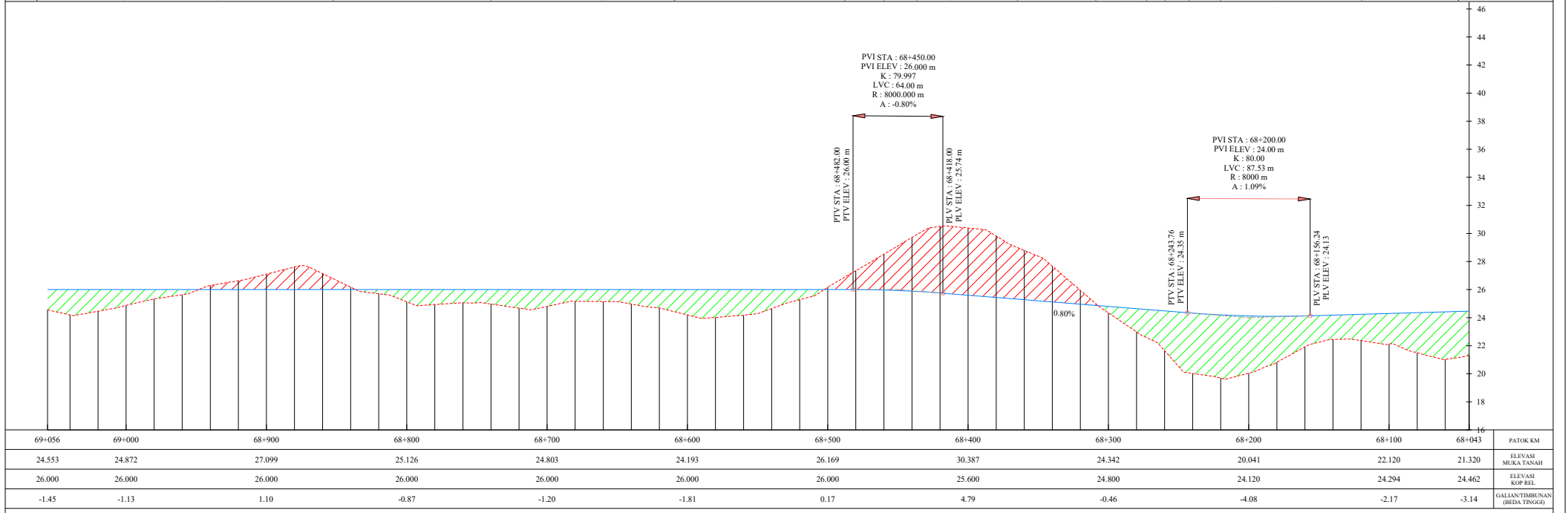
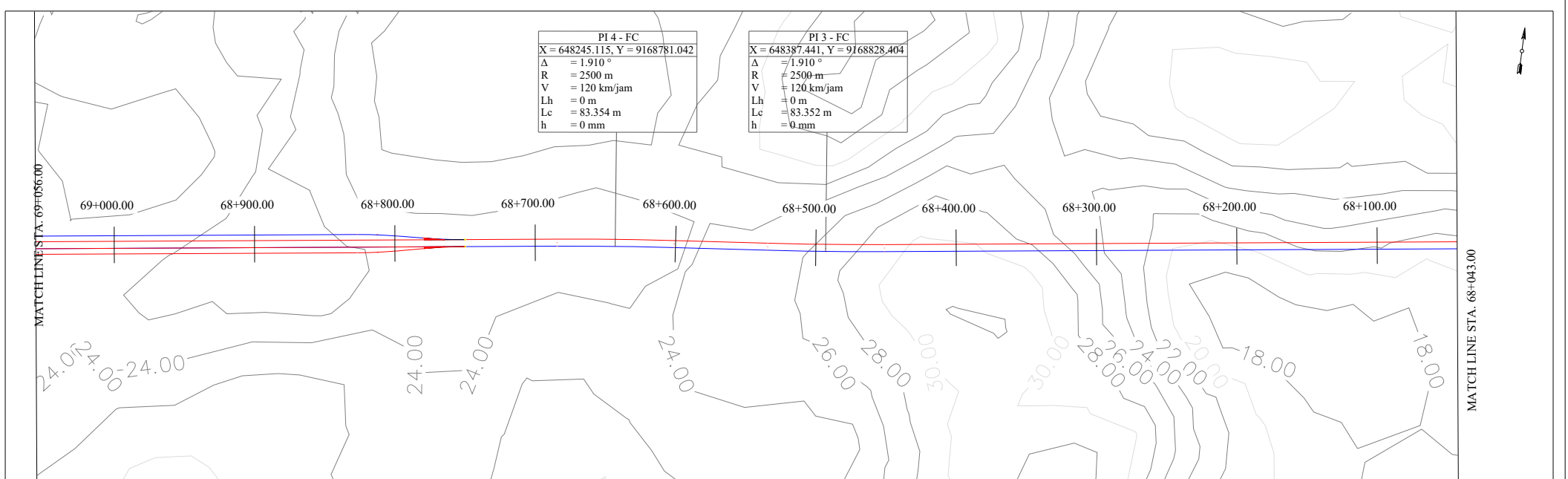


	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012</p> <p>Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	<p>10</p> <p>JML LEMBAR</p> <p>45</p>	<p>PLAN</p> <p>— : New Track</p> <p>— : Eksisting Track</p> <p>— : Galian</p> <p>— : Timbunan</p>	<p>PROFILE</p> <p>— : Alinyemen Vertikal</p> <p>— : Muka Tanah</p>

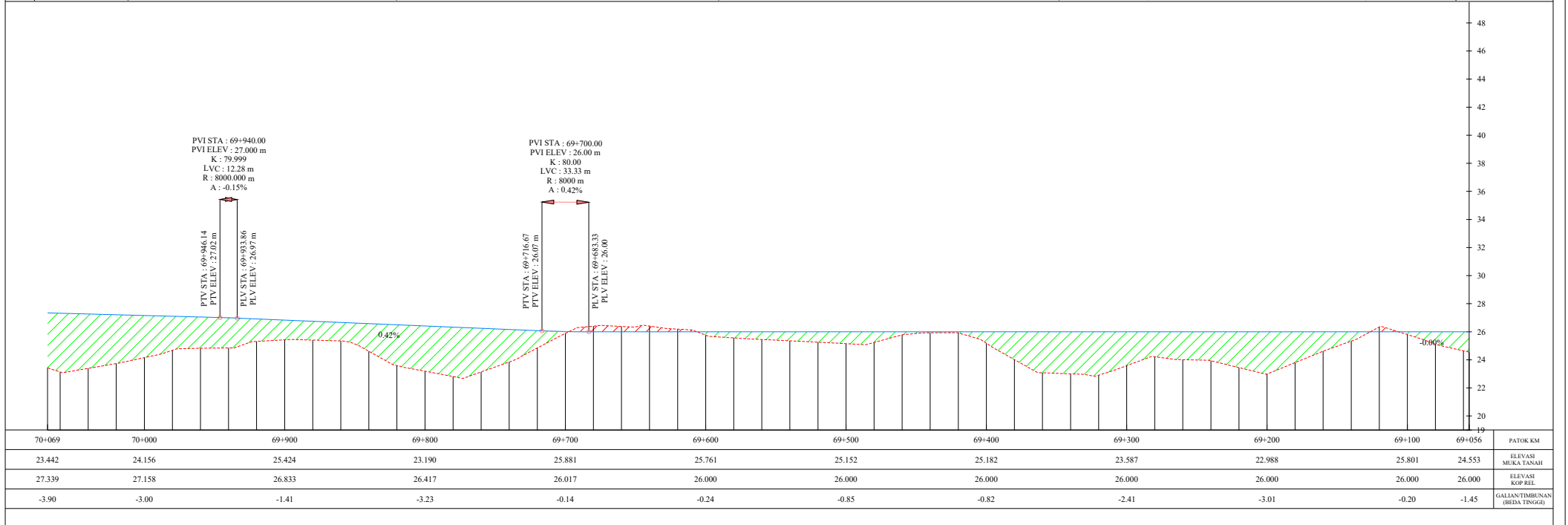
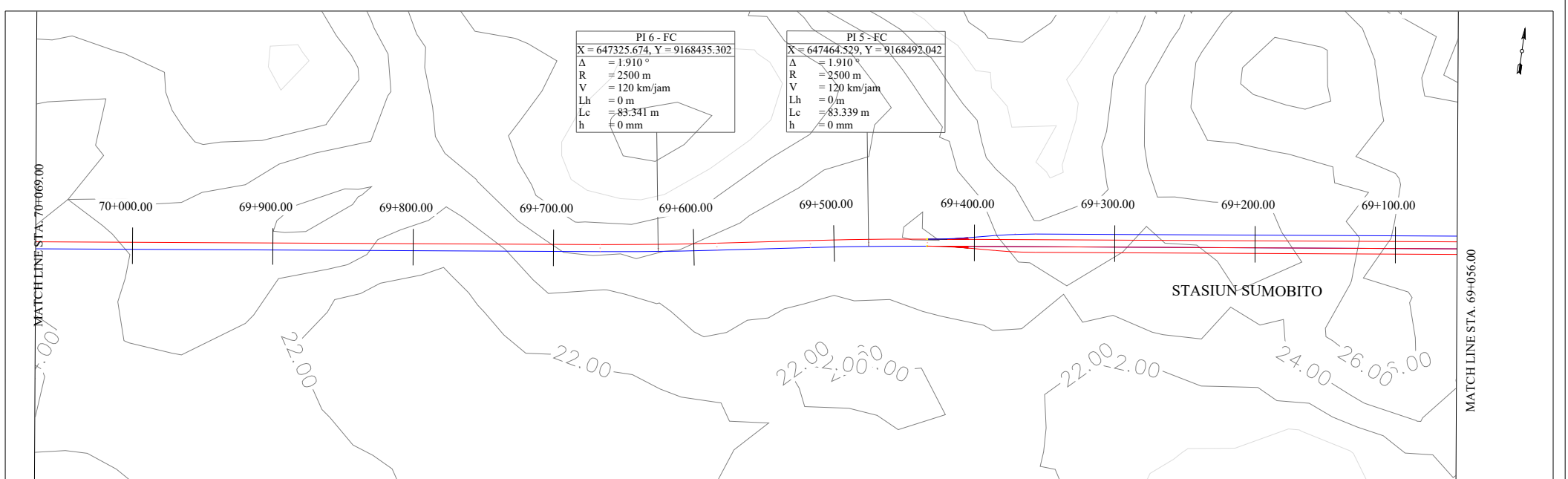


68+043	68+000	67+900	67+800	67+700	67+600	67+500	67+400	67+300	67+200	67+100	67+030	PATOK KM
21.320	23.226	26.106	23.884	23.151	21.940	22.391	22.144	21.218	23.355	23.810	23.697	ELEVASI MUKA TANAH
24.462	24.588	24.882	25.000	24.882	25.000	25.000	25.000	25.000	25.013	25.357	25.607	ELEVASI KOP REL
-3.14	-1.36	1.22	-1.12	-1.85	-3.06	-2.61	-2.86	-3.78	-1.66	-1.55	-1.91	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

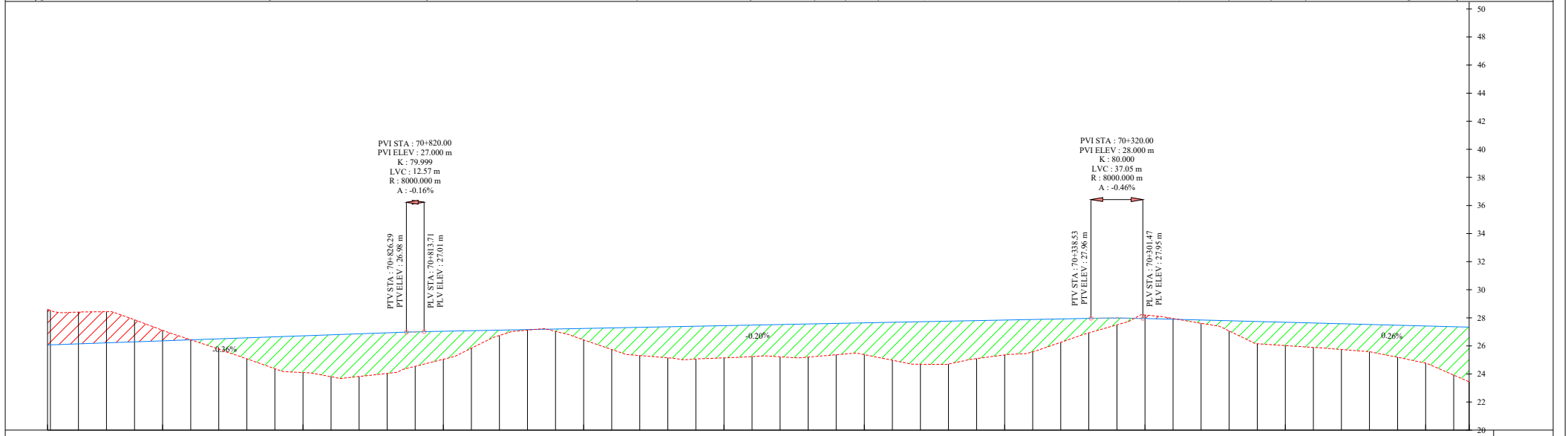
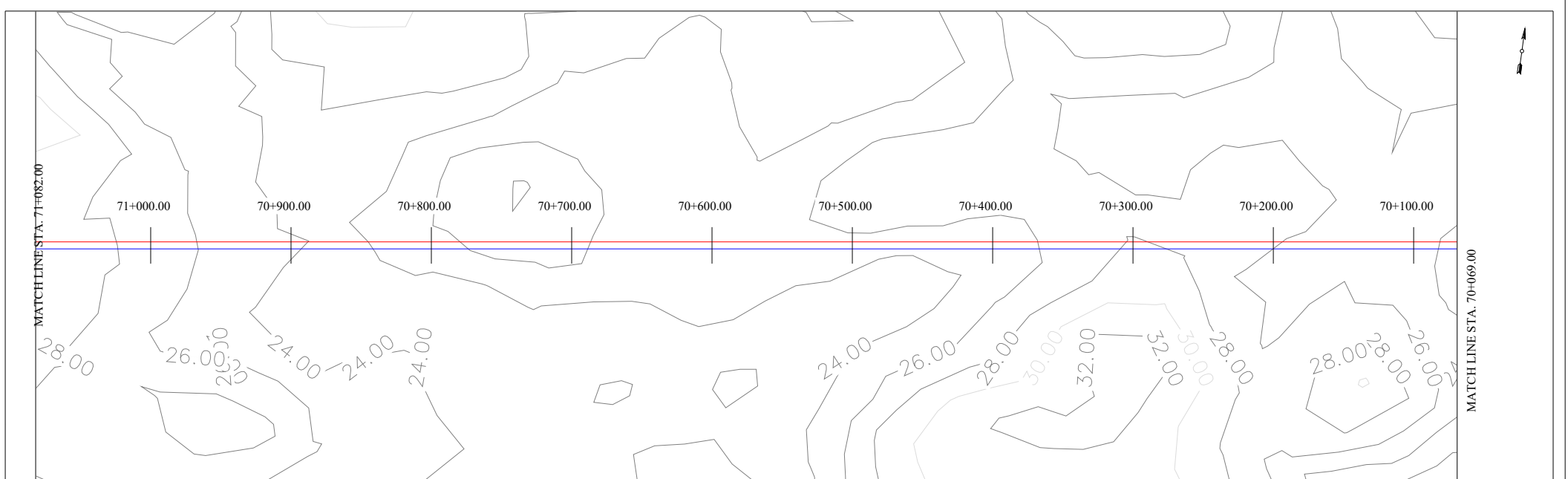
	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 11 JML LEMBAR 45	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habilil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		<p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> New Track Eksisting Track Galian Timbunan <p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> Alinyemen Vertikal Muka Tanah 	



	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR 12 JML LEMBAR 45	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400		PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Red Dashed Line] : Galian [Green Dashed Line] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah

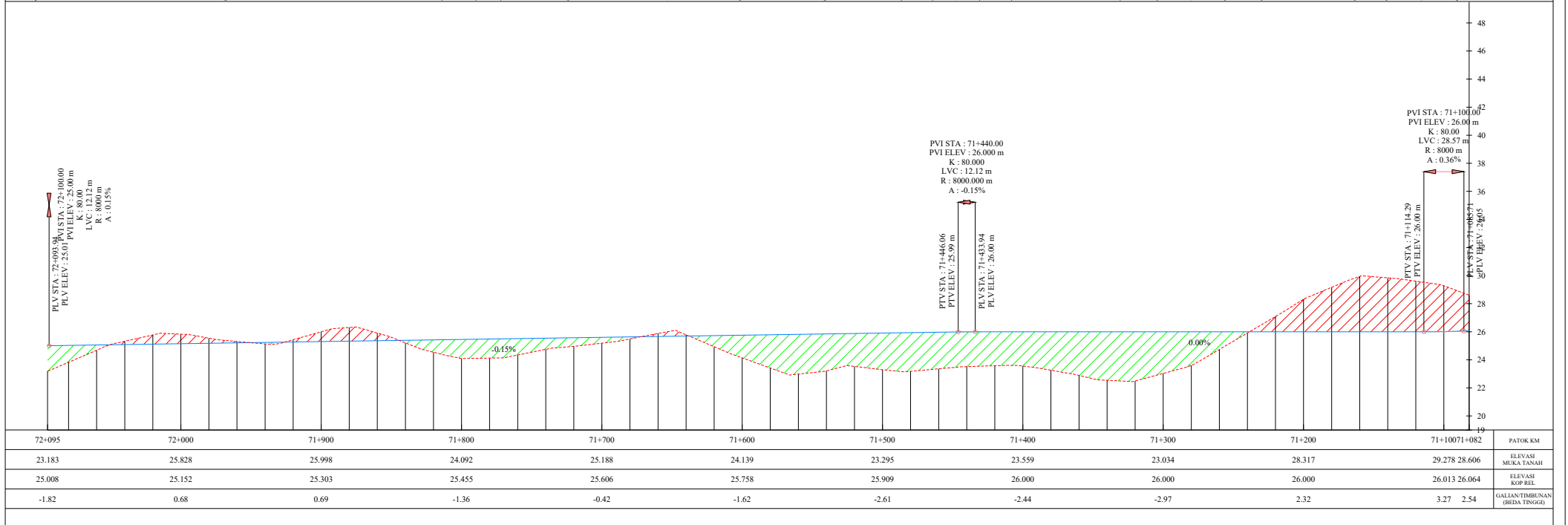
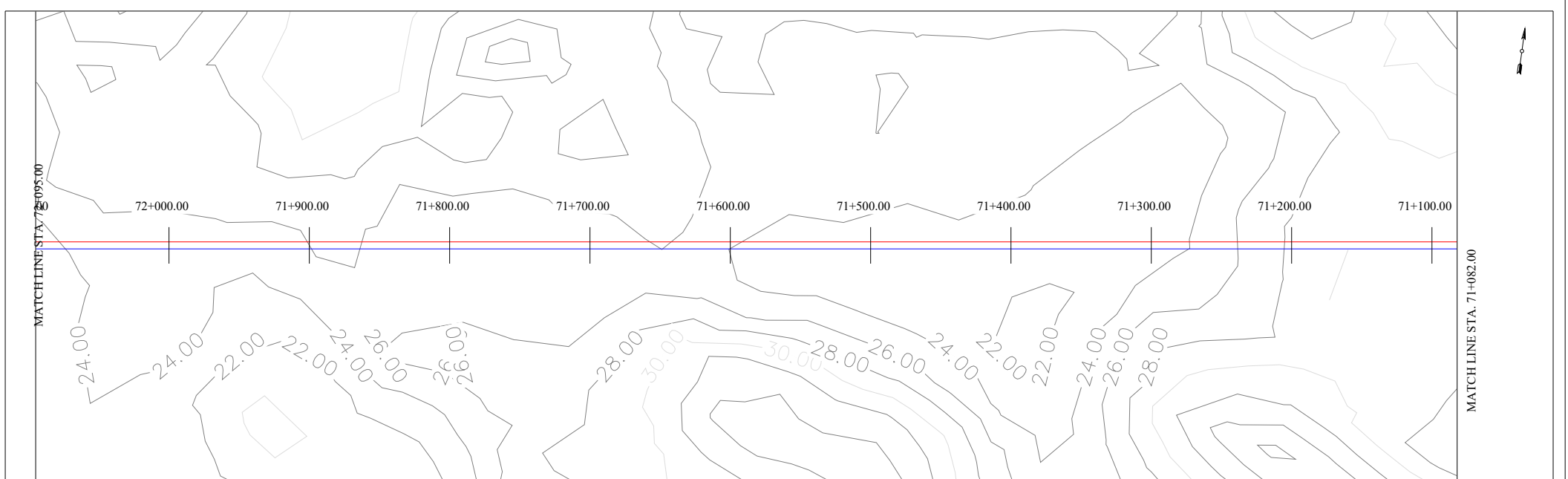


	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	13 JML LEMBAR 45	PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Green Line] : Galian [Green Area] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah

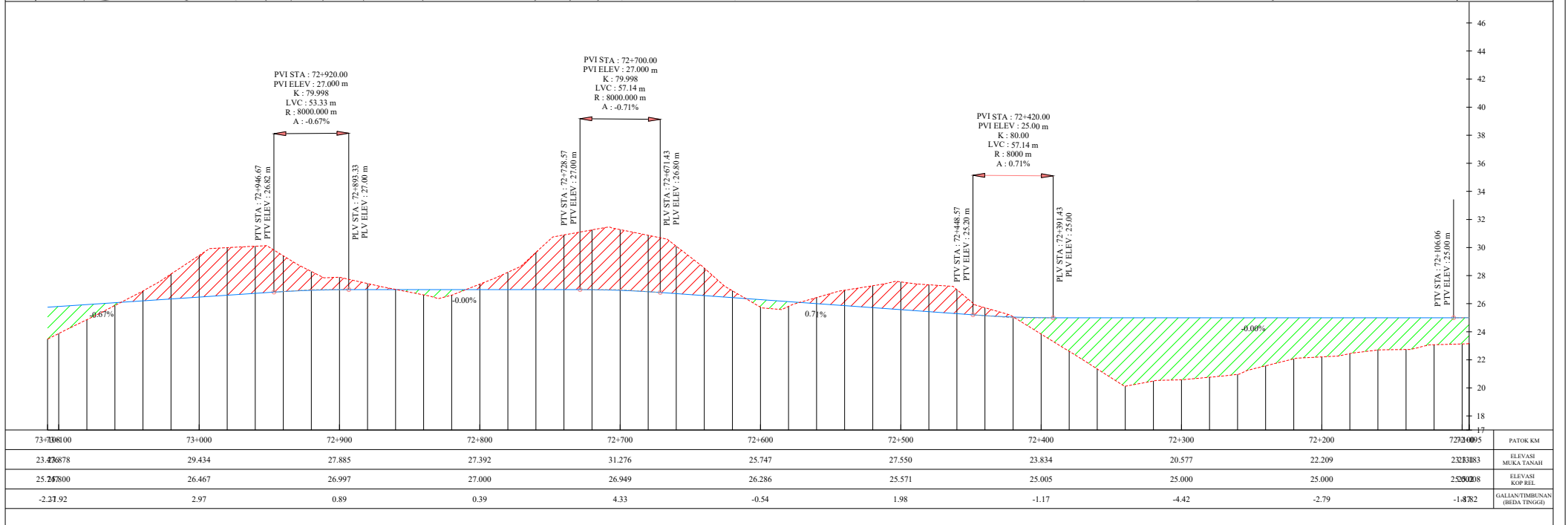
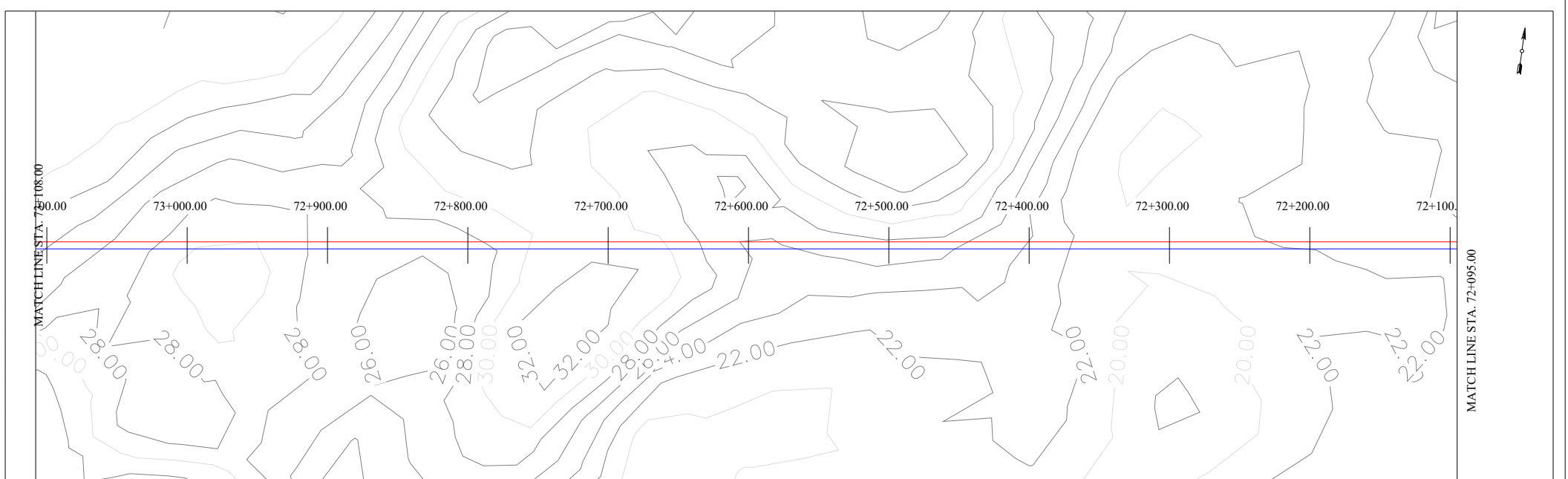


71+082	71+000	70+900	70+800	70+700	70+600	70+500	70+400	70+300	70+200	70+100	70+069	PATOK KM
28.606	27.111	24.100	25.046	26.426	25.148	25.377	25.358	28.201	26.020	24.770	23.442	ELEVASI MUKA TANAH
26.064	26.357	26.714	27.240	27.240	27.440	27.640	27.840	27.947	27.684	27.421	27.339	ELEVASI KOP REL
2.54	0.75	-2.61	-1.99	-0.81	-2.29	-2.26	-2.48	0.25	-1.66	-2.65	-3.90	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012</p> <p>Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	<p>14 JML LEMBAR 45</p>	<p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> New Track Eksisting Track Galian Timbunan 	<p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> Alinyemen Vertikal Muka Tanah

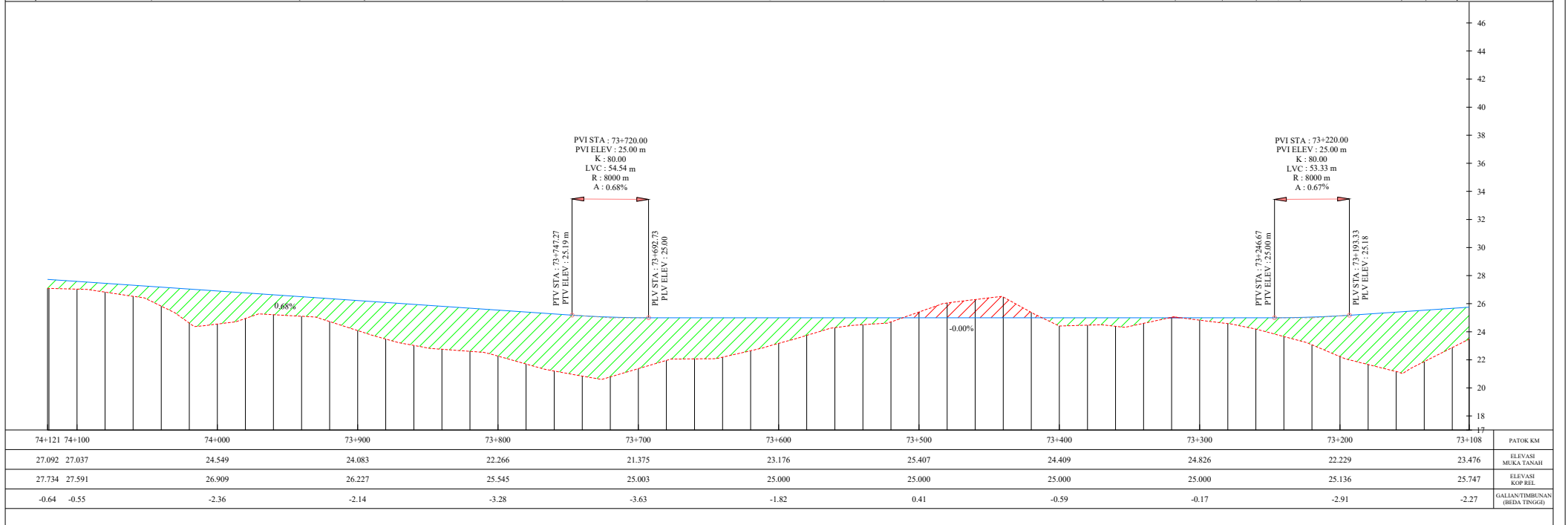


	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	15 JML LEMBAR 45	PLAN : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan	PROFILE : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah



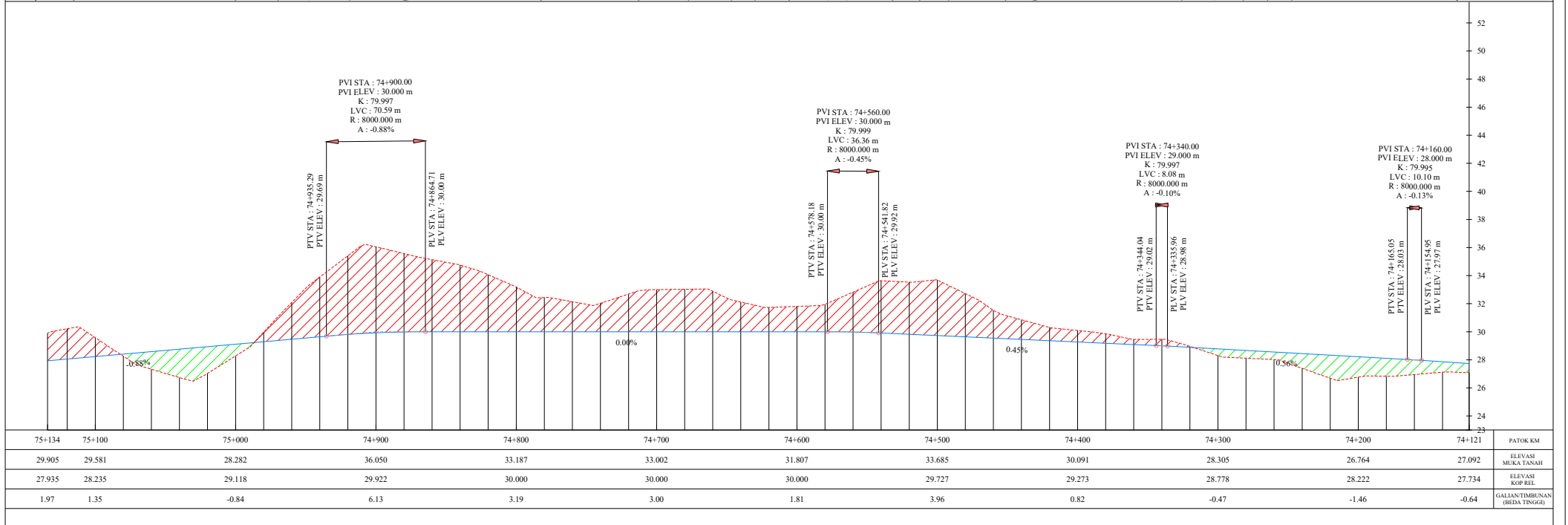
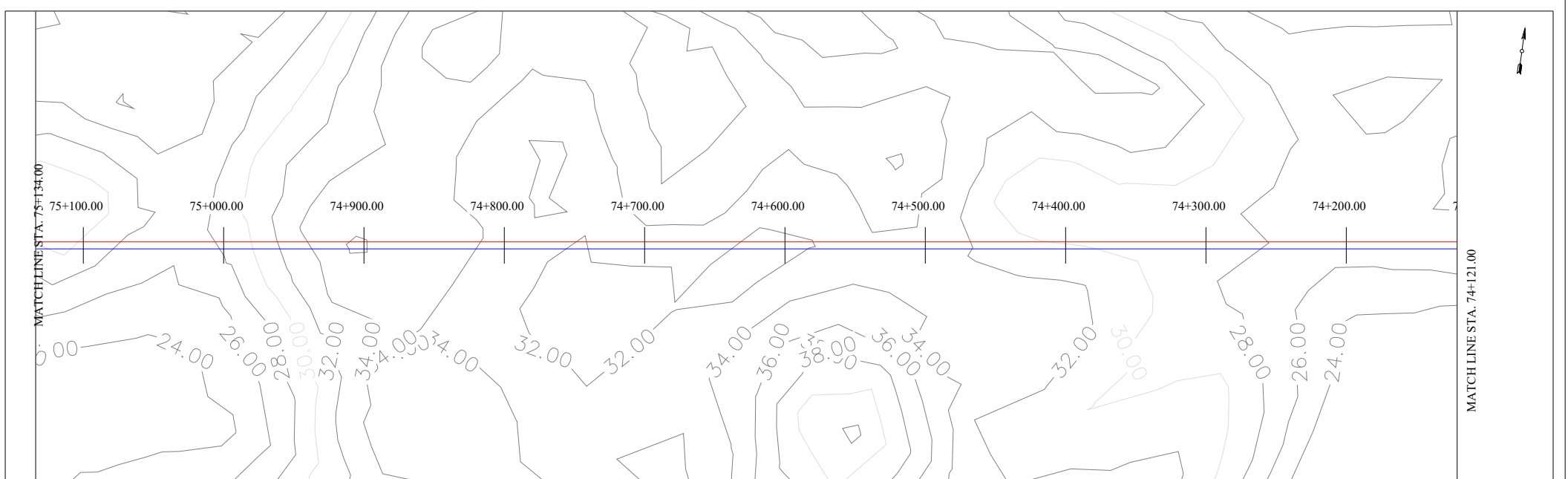
STATION	73+000	72+900	72+800	72+700	72+600	72+500	72+400	72+300	72+200	72+100	PATOK KM
ELEVASI MUKA TANAH	23.42878	29.434	27.885	27.392	31.276	25.747	27.550	23.834	20.577	22.209	23.8383
ELEVASI KOP REL	25.28700	26.467	26.997	27.000	26.949	26.286	25.571	25.005	25.000	25.000	25.00208
GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)	-2.2192	2.97	0.89	0.39	4.33	-0.54	1.98	-1.17	-4.42	-2.79	-1.872

<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	<p>JUDUL TUGAS AKHIR</p> <p>Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>Habilil Iman M 0311174500028</p>	<p>KETERANGAN</p> <p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	<p>NO. LEMBAR</p> <p>16</p>	<p>LEGENDA</p> <p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> [Blue Line] : New Track [Red Dotted Line] : Eksisting Track [Red Dashed Line] : Galian [Green Hatched Area] : Timbunan <p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah
					<p>JML LEMBAR</p> <p>45</p>	



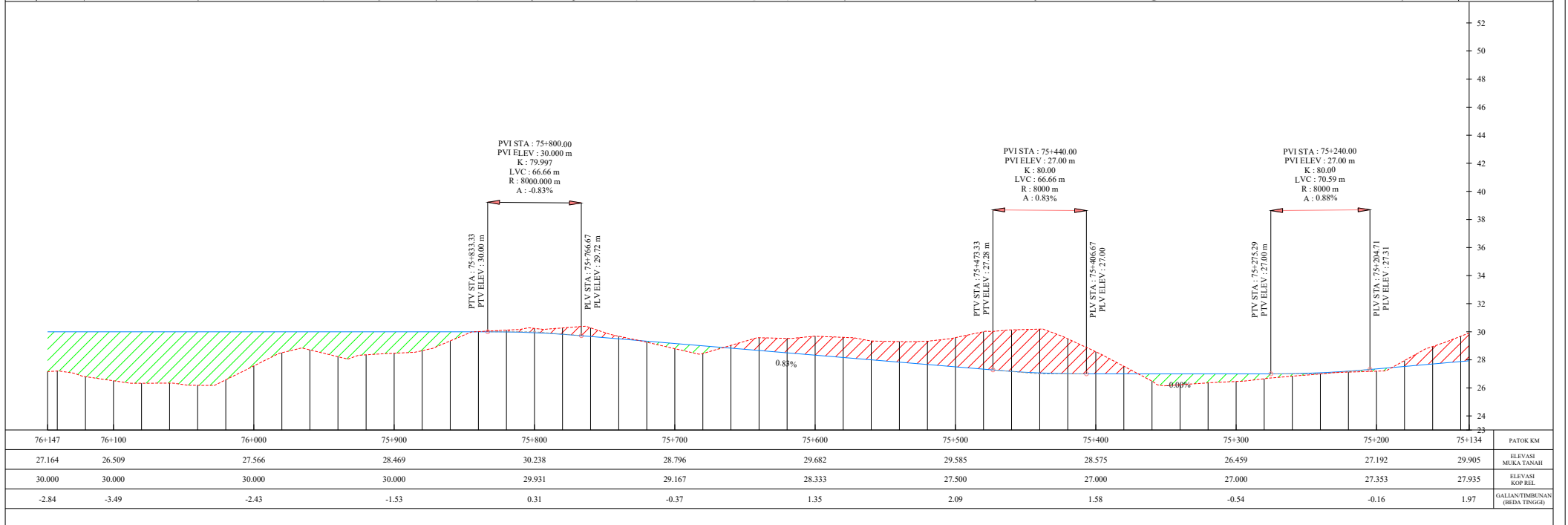
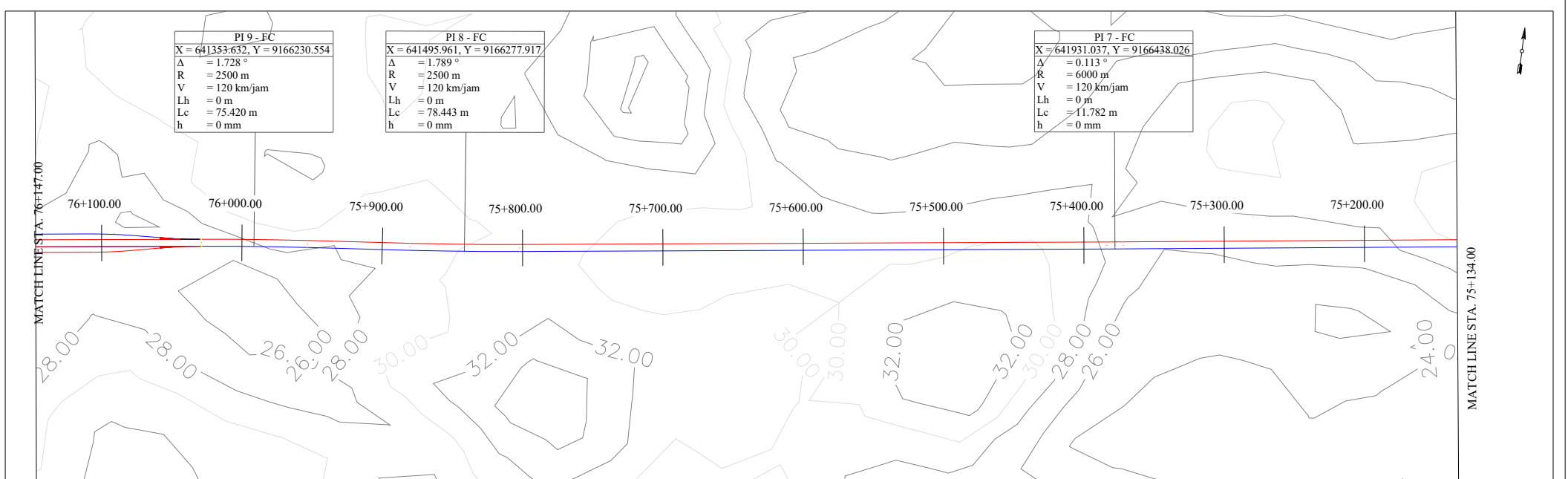
74+121	74+100	74+000	73+900	73+800	73+700	73+600	73+500	73+400	73+300	73+200	73+108	PATOK KM
27.092	27.037	24.549	24.083	22.266	21.375	23.176	25.407	24.409	24.826	22.229	23.476	ELEVASI MUKA TANAH
27.734	27.591	26.909	26.227	25.545	25.003	25.000	25.000	25.000	25.136	25.136	25.747	ELEVASI KOP REL
-0.64	-0.55	-2.36	-2.14	-3.28	-3.63	-1.82	0.41	-0.59	-0.17	-2.91	-2.27	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA														
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	17 JML LEMBAR 45	<table border="0"> <tr> <th colspan="2">PLAN</th> <th colspan="2">PROFILE</th> </tr> <tr> <td></td> <td>: New Track</td> <td></td> <td>: Alinyemen Vertikal</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Eksisting Track</td> <td></td> <td>: Muka Tanah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Galian</td> <td></td> <td>: Timbunan</td> </tr> </table>	PLAN		PROFILE			: New Track		: Alinyemen Vertikal		: Eksisting Track		: Muka Tanah		: Galian
PLAN		PROFILE																			
	: New Track		: Alinyemen Vertikal																		
	: Eksisting Track		: Muka Tanah																		
	: Galian		: Timbunan																		



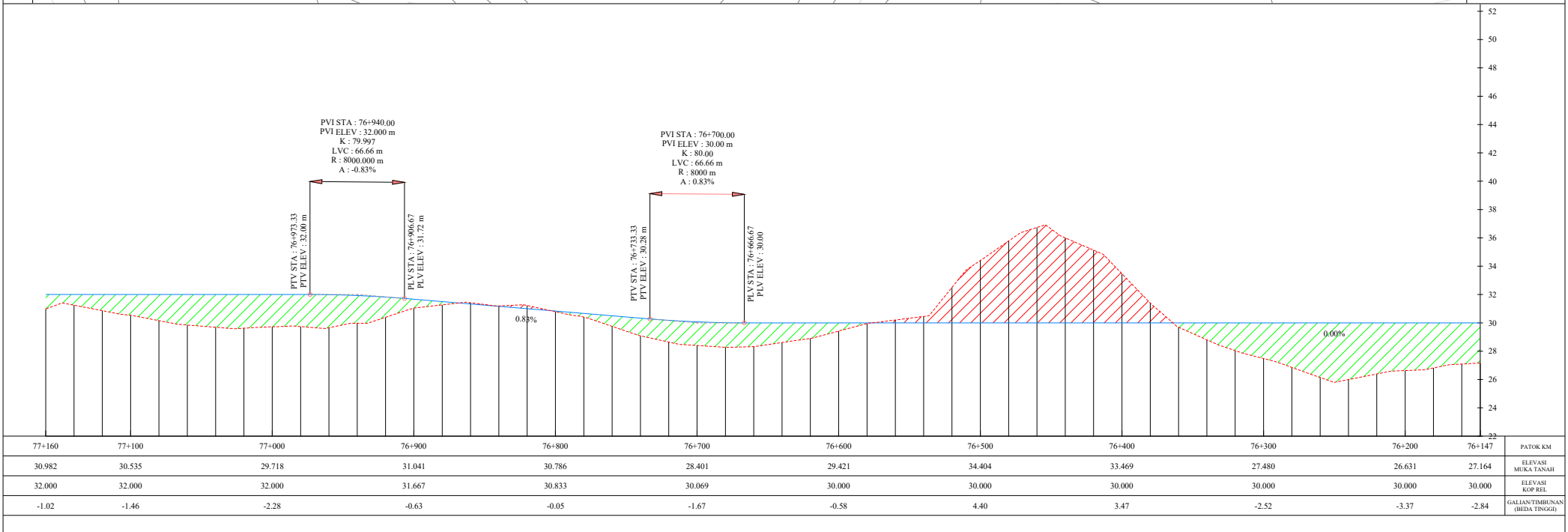
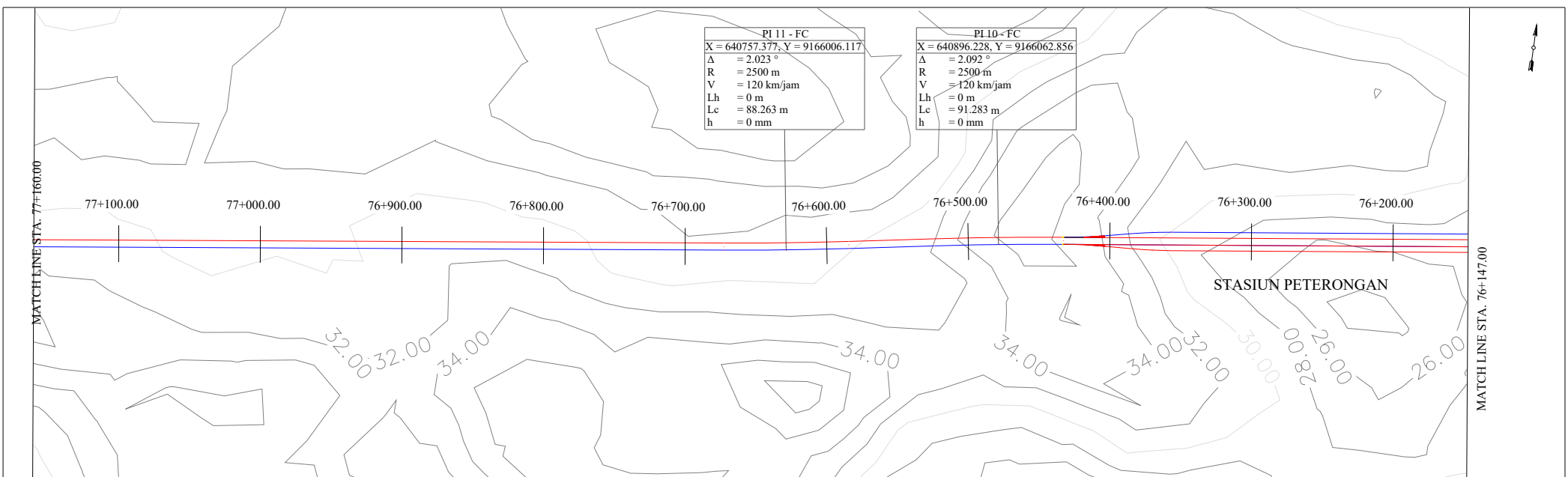
No. Lembar	JML LEMBAR	LEGENDA	
		PLAN	PROFILE
18	45	<ul style="list-style-type: none"> Blue line: New Track Red dashed line: Eksisting Track Green dashed line: Galian Green dashed line: Timbunan 	<ul style="list-style-type: none"> Blue line: Alinyemen Vertikal Red line: Muka Tanah

	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012</p> <p>Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	18

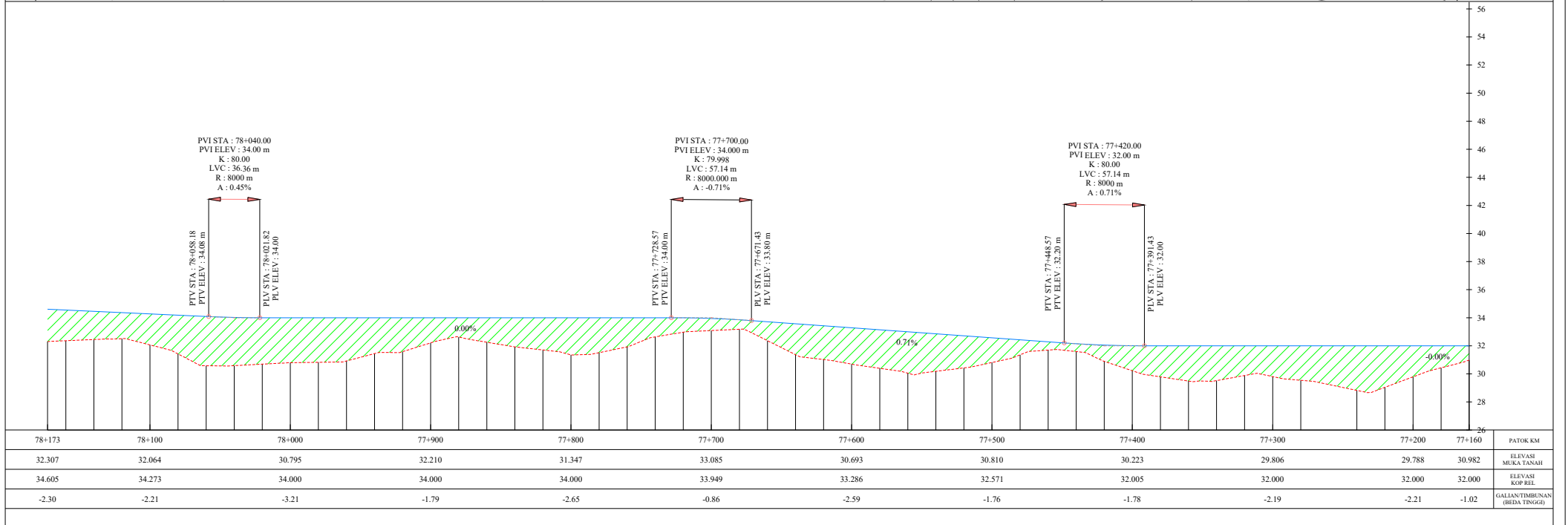
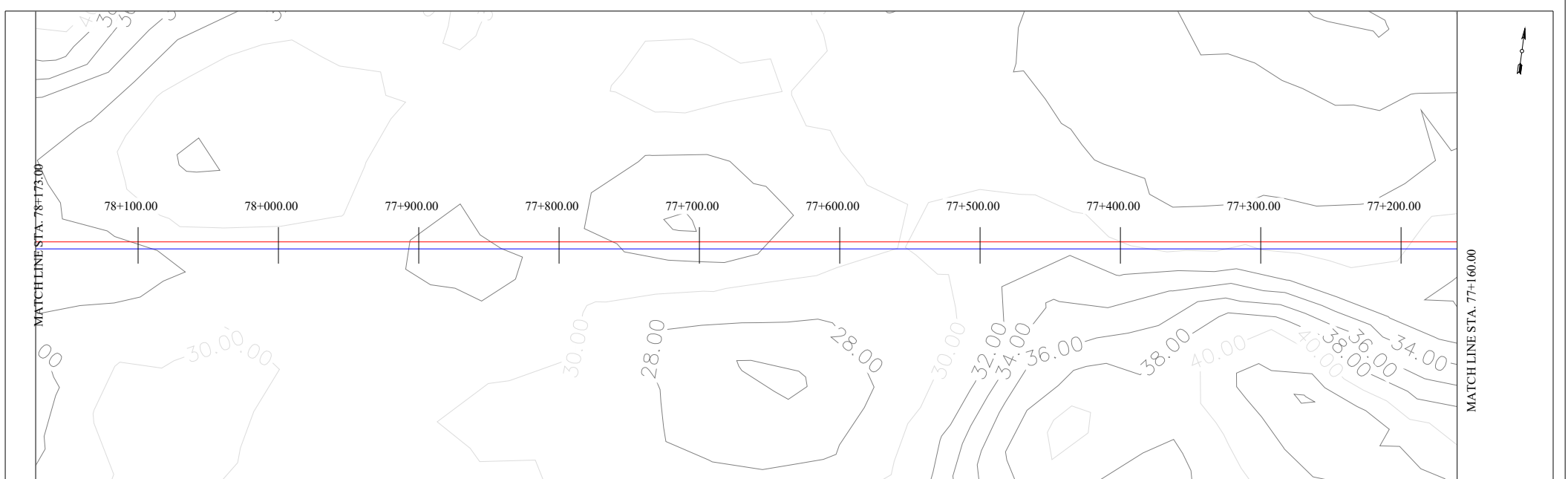


76+147	76+100	76+000	75+900	75+800	75+700	75+600	75+500	75+400	75+300	75+200	75+134	PATOK KM
27.164	26.509	27.566	28.469	30.238	28.796	29.682	29.585	28.575	26.459	27.192	29.905	ELEVASI MUKA TANAH
30.000	30.000	30.000	29.931	30.000	29.167	30.000	28.333	29.931	27.000	27.353	27.935	ELEVASI KOP REL
-2.84	-3.49	-2.43	-1.53	0.31	-0.37	1.35	2.09	1.58	-0.54	-0.16	1.97	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

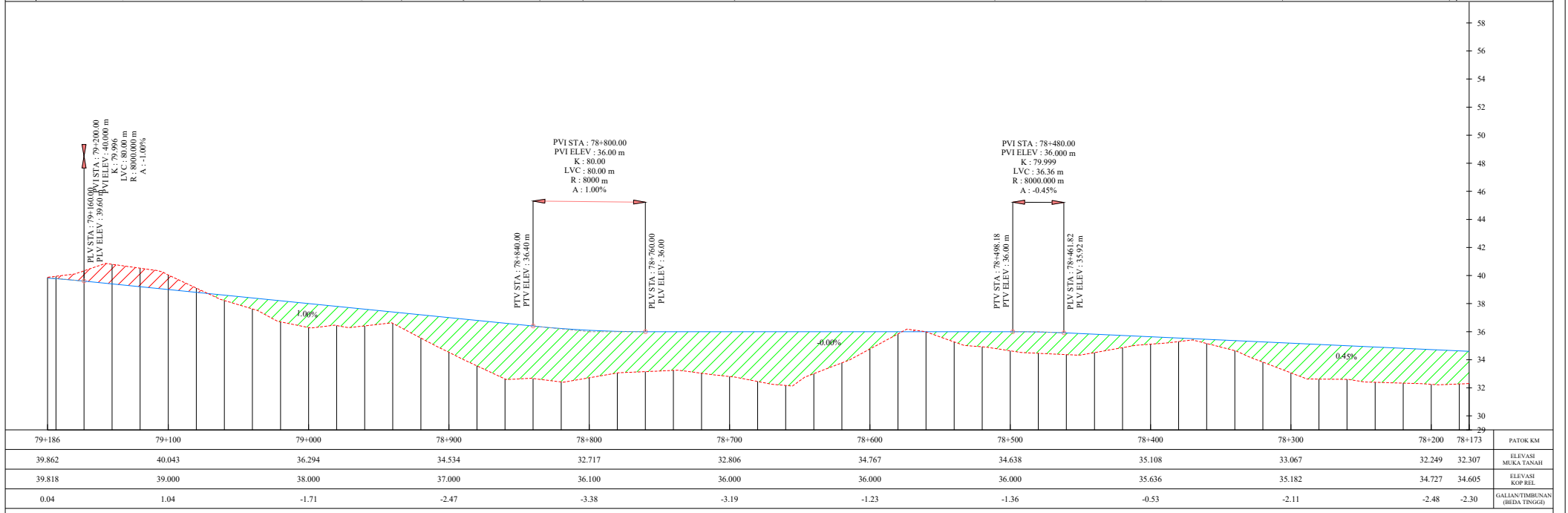
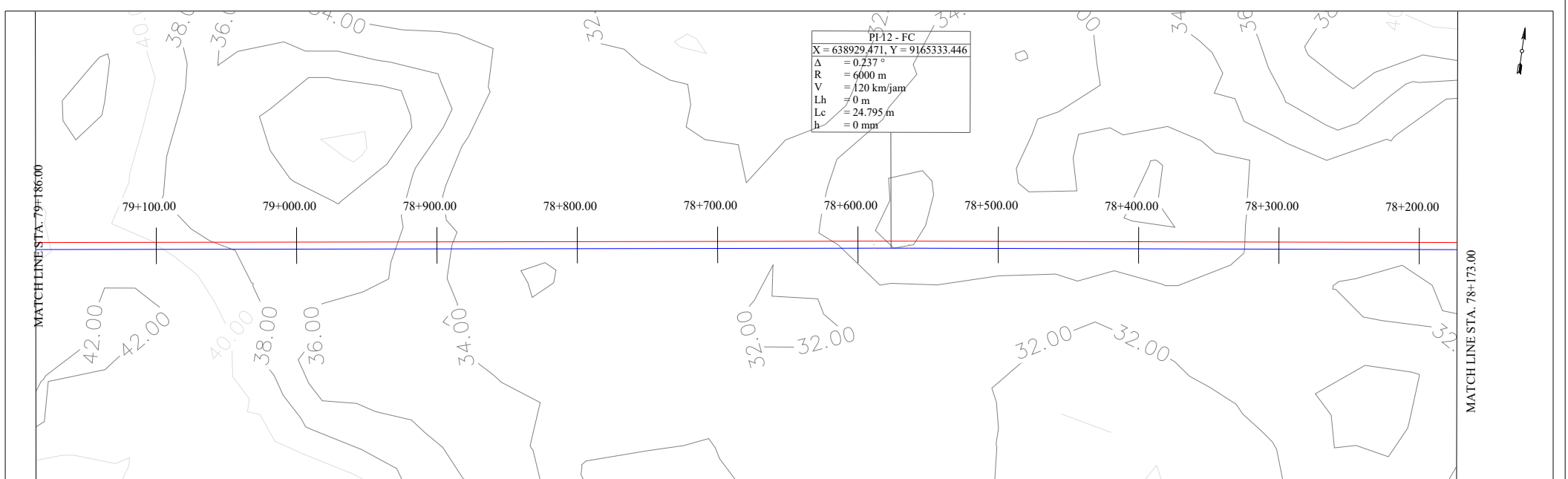
	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	<p>JUDUL TUGAS AKHIR Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA Habibil Iman M 03111745000028</p>	<p>KETERANGAN Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>	<p>NO. LEMBAR 19</p>	<p>LEGENDA</p>	
						<p>JML LEMBAR 45</p>	<p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan 	<p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah




	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	20 JML LEMBAR 45	PLAN [Blue Line] : New Track [Red Line] : Eksisting Track [Red Dashed Line] : Galian [Green Dashed Line] : Timbunan	PROFILE [Blue Line] : Alinyemen Vertikal [Red Line] : Muka Tanah



	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	<p>NO. LEMBAR 21</p> <p>JML LEMBAR 45</p>	LEGENDA	
		<p>Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang</p>	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>		<p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan 	<p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah

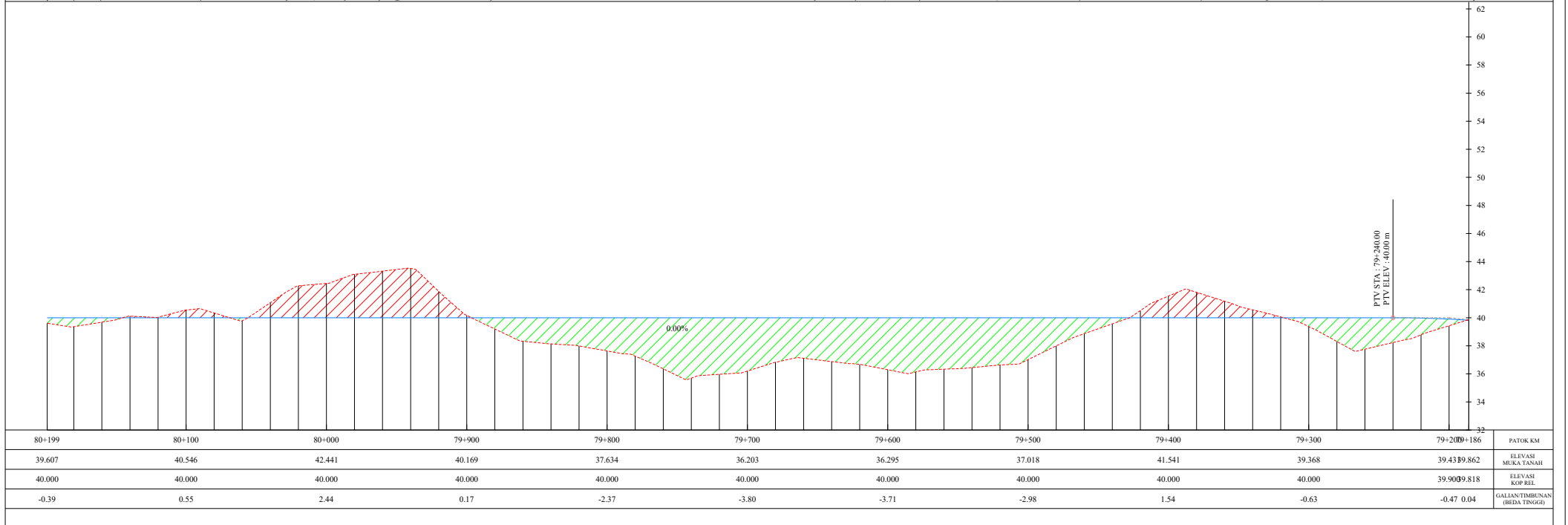


Station	79+186	79+100	79+000	78+900	78+800	78+700	78+600	78+500	78+400	78+300	78+200	78+173	PATOK KM
ELEVASI MUKA TANAH	39.862	40.043	36.294	34.534	32.717	32.806	34.767	34.638	35.108	33.067	32.249	32.307	
ELEVASI KOP REL	39.818	39.000	38.000	37.000	36.100	36.000	36.000	35.636	36.000	35.182	34.727	34.605	
GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)	0.04	1.04	-1.71	-2.47	-3.38	-3.19	-1.23	-1.36	-0.53	-2.11	-2.48	-2.30	



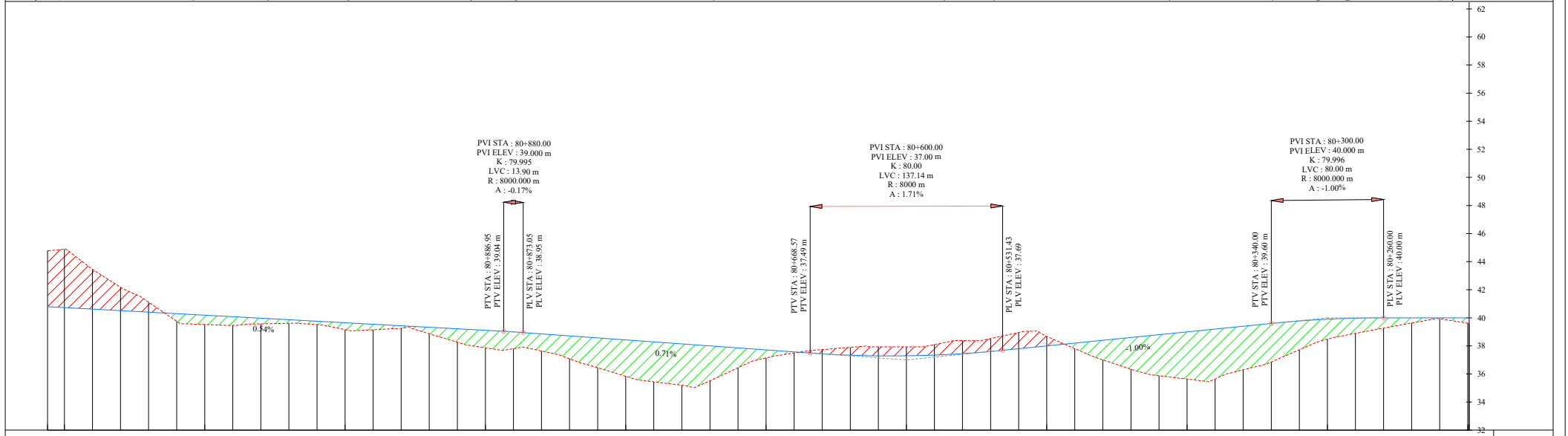
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	DOSEN PEMBIMBING Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	NAMA MAHASISWA Habibul Iman M 03111745000028	KETERANGAN Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	NO. LEMBAR 22	LEGENDA <table style="font-size: small; width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">PLAN</th> <th colspan="2">PROFILE</th> </tr> <tr> <td></td> <td>: New Track</td> <td></td> <td>: Alinyemen Vertikal</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Eksisting Track</td> <td></td> <td>: Muka Tanah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Galian</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>: Timbunan</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PLAN		PROFILE			: New Track		: Alinyemen Vertikal		: Eksisting Track		: Muka Tanah		: Galian				: Timbunan		
				PLAN		PROFILE																			
	: New Track		: Alinyemen Vertikal																						
	: Eksisting Track		: Muka Tanah																						
	: Galian																								
	: Timbunan																								
JML LEMBAR 45																									



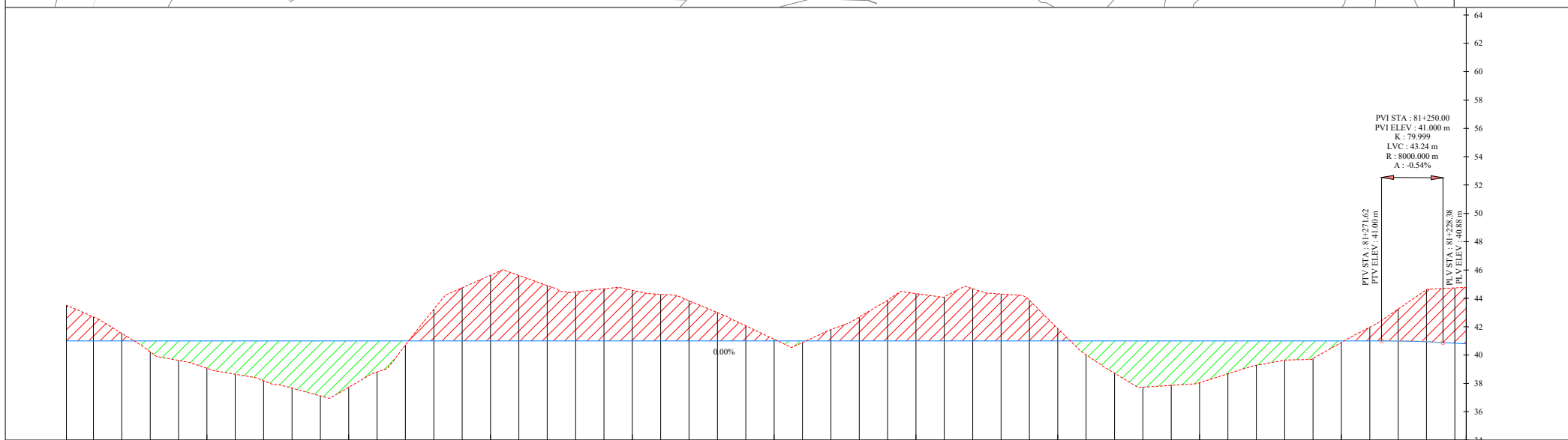
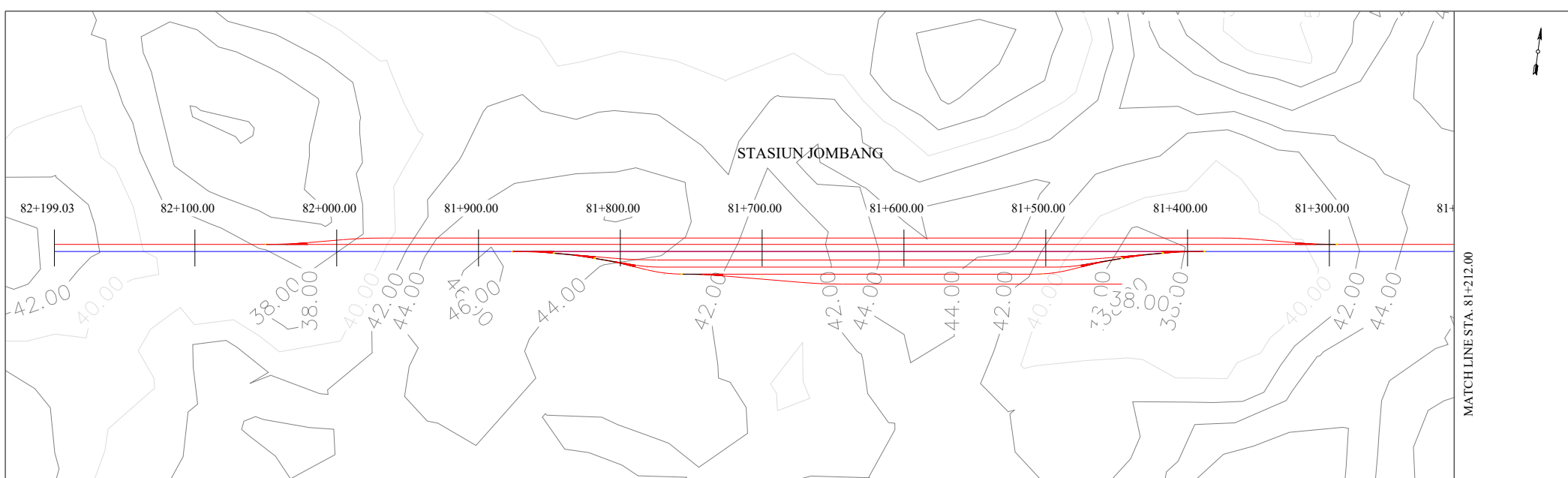
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA																																															
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habilil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	23 JML LEMBAR 45	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">PLAN</td> <td style="border: none;">PROFILE</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div></td> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">PLAN</td> <td style="border: none;">PROFILE</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div></td> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div> </td> </tr> </table>	PLAN	PROFILE	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div>																																										
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">PLAN</td> <td style="border: none;">PROFILE</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div></td> <td style="border: none;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div> </td> </tr> </table>	PLAN	PROFILE	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div>																																																		
PLAN	PROFILE																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : New Track : Eksisting Track </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Galian : Timbunan </div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah </div>																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">STATION</th> <th style="width: 10%;">ELEVASI MUKA TANAH</th> <th style="width: 10%;">ELEVASI KOP REL</th> <th style="width: 10%;">GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80+199</td> <td>39.607</td> <td>40.000</td> <td>-0.39</td> </tr> <tr> <td>80+100</td> <td>40.546</td> <td>40.000</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>80+000</td> <td>42.441</td> <td>40.000</td> <td>2.44</td> </tr> <tr> <td>79+900</td> <td>40.169</td> <td>40.000</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>79+800</td> <td>37.634</td> <td>40.000</td> <td>-2.37</td> </tr> <tr> <td>79+700</td> <td>36.203</td> <td>40.000</td> <td>-3.80</td> </tr> <tr> <td>79+600</td> <td>36.295</td> <td>40.000</td> <td>-3.71</td> </tr> <tr> <td>79+500</td> <td>37.018</td> <td>40.000</td> <td>-2.98</td> </tr> <tr> <td>79+400</td> <td>41.541</td> <td>40.000</td> <td>1.54</td> </tr> <tr> <td>79+300</td> <td>39.4389.862</td> <td>40.000</td> <td>-0.63</td> </tr> <tr> <td>79+200+186</td> <td>39.4389.862</td> <td>39.9009.818</td> <td>-0.47 0.04</td> </tr> </tbody> </table>	STATION	ELEVASI MUKA TANAH	ELEVASI KOP REL	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)	80+199	39.607	40.000	-0.39	80+100	40.546	40.000	0.55	80+000	42.441	40.000	2.44	79+900	40.169	40.000	0.17	79+800	37.634	40.000	-2.37	79+700	36.203	40.000	-3.80	79+600	36.295	40.000	-3.71	79+500	37.018	40.000	-2.98	79+400	41.541	40.000	1.54	79+300	39.4389.862	40.000	-0.63	79+200+186	39.4389.862	39.9009.818	-0.47 0.04						
STATION	ELEVASI MUKA TANAH	ELEVASI KOP REL	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)																																																			
80+199	39.607	40.000	-0.39																																																			
80+100	40.546	40.000	0.55																																																			
80+000	42.441	40.000	2.44																																																			
79+900	40.169	40.000	0.17																																																			
79+800	37.634	40.000	-2.37																																																			
79+700	36.203	40.000	-3.80																																																			
79+600	36.295	40.000	-3.71																																																			
79+500	37.018	40.000	-2.98																																																			
79+400	41.541	40.000	1.54																																																			
79+300	39.4389.862	40.000	-0.63																																																			
79+200+186	39.4389.862	39.9009.818	-0.47 0.04																																																			





81+200	81+100	81+000	80+900	80+800	80+700	80+600	80+500	80+400	80+300	80+200	PATOK KM
44.7884.889	39.521	39.161	37.863	35.836	37.143	37.931	38.675	35.636	38.479	39.627	ELEVASI MUKA TANAH
40.7980.730	40.189	39.649	39.108	38.429	37.714	37.294	39.900	39.000	39.900	40.000	ELEVASI KOP REL
3.99 4.16	-0.67	-0.49	-1.25	-2.59	-0.57	0.64	0.67	-3.36	-1.42	-0.39	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

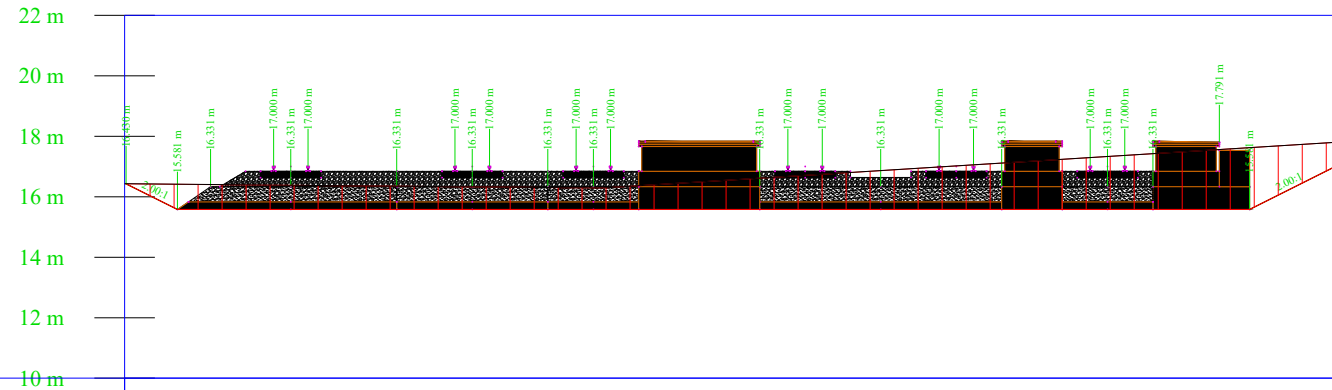
	<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	<p>NO. LEMBAR 24</p> <p>JML LEMBAR 45</p>	LEGENDA	
		<p>Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang</p>	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001</p>	<p>Habilil Iman M 03111745000028</p>	<p>Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400</p>		<p>PLAN</p> <ul style="list-style-type: none"> [Blue line] : New Track [Red line] : Eksisting Track [Green hatched] : Galian [Red hatched] : Timbunan 	<p>PROFILE</p> <ul style="list-style-type: none"> [Blue line] : Alinyemen Vertikal [Red line] : Muka Tanah



82+199	82+100	82+000	81+900	81+800	81+700	81+600	81+500	81+400	81+300	81+212	PATOK KM
43.521	39.070	37.726	45.635	44.570	41.117	44.341	41.867	38.049	40.886	44.781	ELEVASI MUKA TANAH
41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	40.795	ELEVASI KOP REL
2.52	-1.93	-3.27	4.64	3.57	0.12	3.34	0.87	-2.95	-0.11	3.99	GALIAN/TIMBUNAN (BEDA TINGGI)

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA	
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Plan Profile Skala: 1. Horizontal = 1 : 4000 2. Vertikal = 1 : 400	25 JML LEMBAR 25	PLAN : New Track : Eksisting Track : Galian : Timbunan	PROFILE : Alinyemen Vertikal : Muka Tanah

STA 57+300.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	16.43	16.39	16.34	16.30	16.55	16.86	17.18	17.49	17.80
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	16.98
OFFSET	-25.00 m	-20.00 m	-15.00 m	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m	15.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habilil Iman M
03111745000028

KETERANGAN

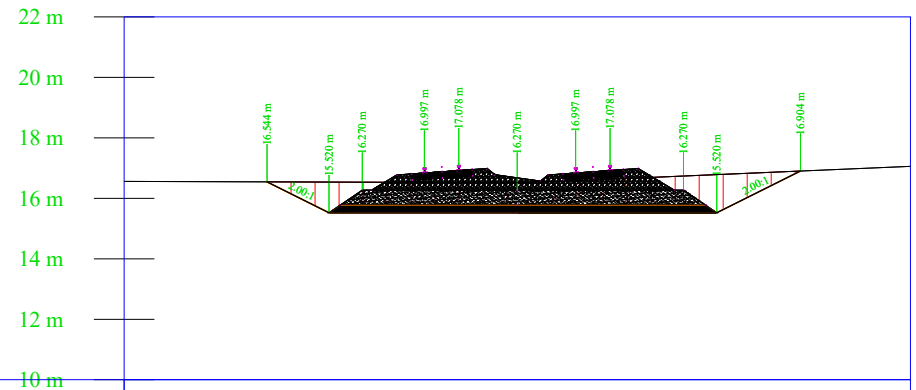
Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO. LEMBAR	JML LEMBAR
26	45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 58+200.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	16.55	16.53	16.52	16.72	16.93
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		15.52	15.52	15.52	
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
 0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
 Cross Section
 Skala:
 1. Horizontal = 1 : 200
 2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

27

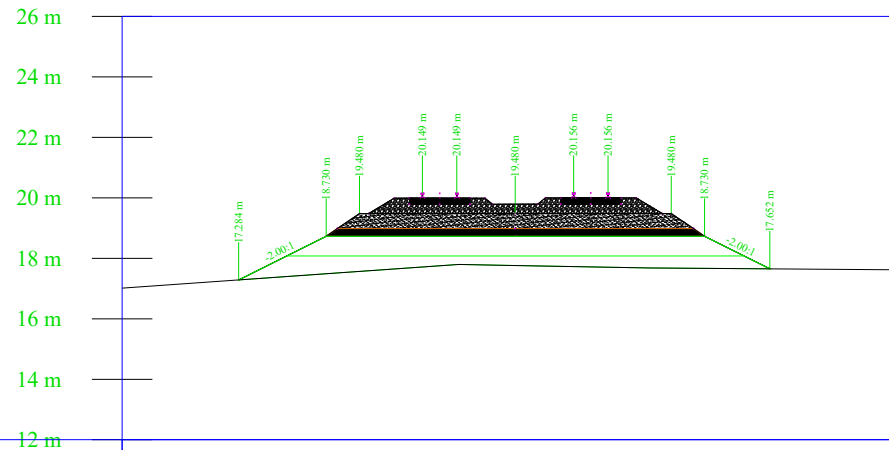
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 59+000.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	17.22	17.58	17.76	17.68	17.64
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		18.73	18.73	18.73	
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

28

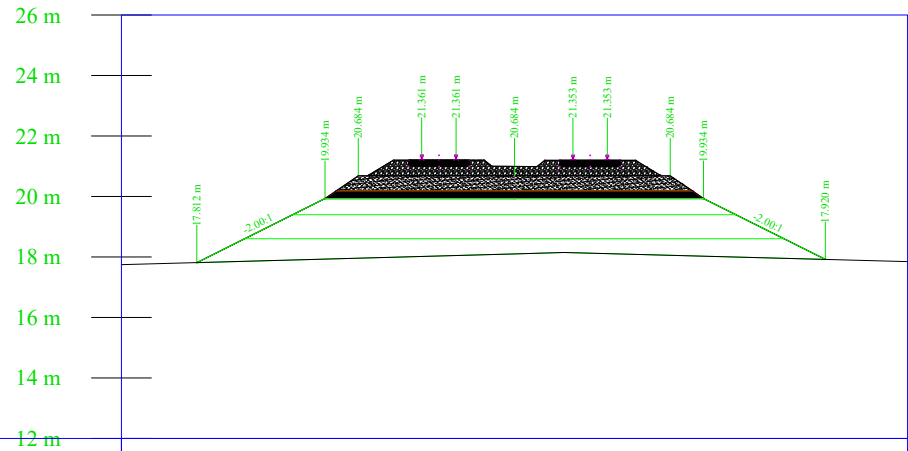
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

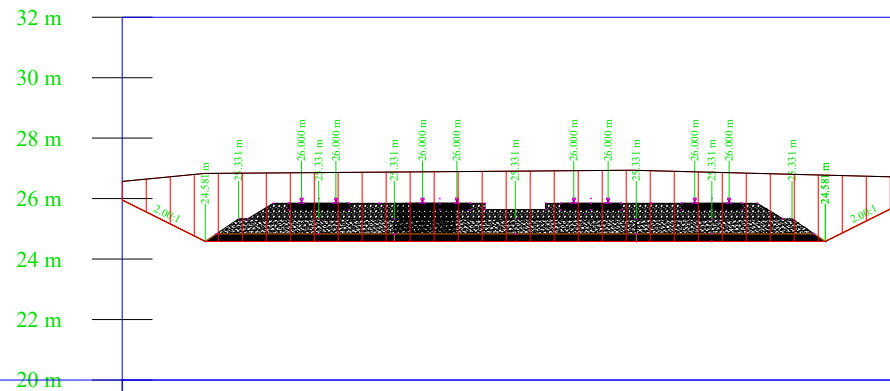
: Galian
 : Timbunan

STA 61+400.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	17.83	17.96	18.10	18.06	17.93
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	18.07	19.93	19.93	19.93	18.06
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m

STA 65+300.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	26.83	26.87	26.91	26.91	26.78
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	24.58	24.58	24.58	24.58	24.58
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

30

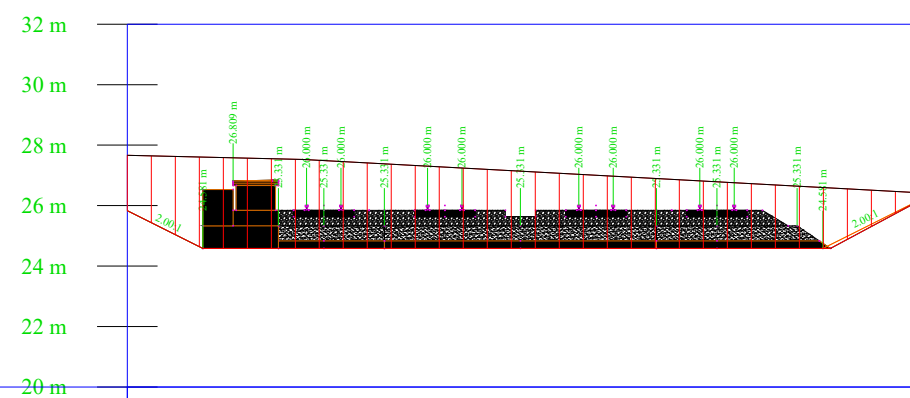
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 65+500.00



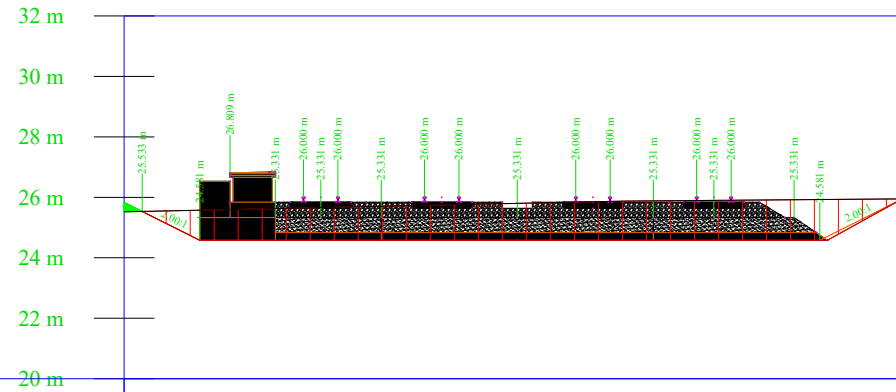
ELEVASI MUKA TANAH (m)	27.59	27.41	27.14	26.87	26.60
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	24.58	24.58	24.58	24.58	24.58
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR		LEGENDA
				JML	LEMBAR	
Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Cross Section Skala: 1. Horizontal = 1 : 200 2. Vertikal = 1 : 200	31		: Galian : Timbunan
				45		

STA 69+100.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	25.58	25.69	25.80	25.89	25.93
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	24.58	24.58	24.58	24.58	24.58
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

32

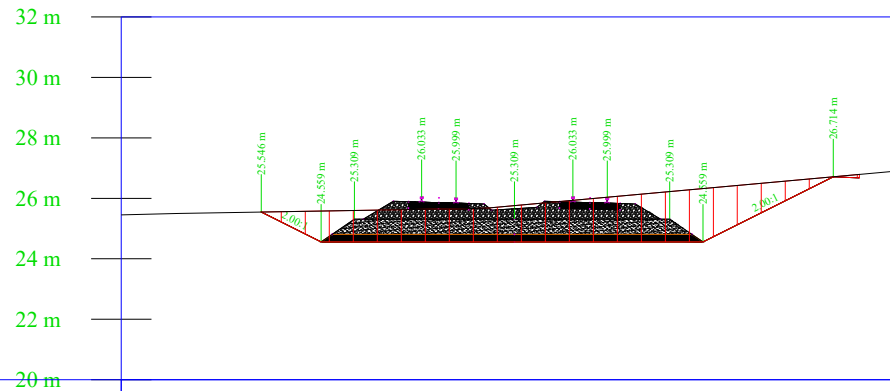
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 69+600.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	25.52	25.60	25.76	26.21	26.67
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		24.56	24.56	24.56	26.44
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

33

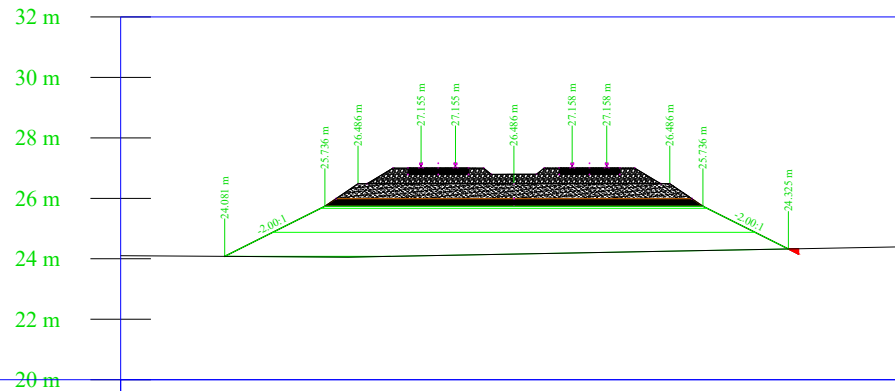
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 70+000.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	24.08	24.06	24.16	24.25	24.34
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	25.74	25.74	25.74	25.74	25.74
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
 03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
 Cross Section
 Skala:
 1. Horizontal = 1 : 200
 2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

34

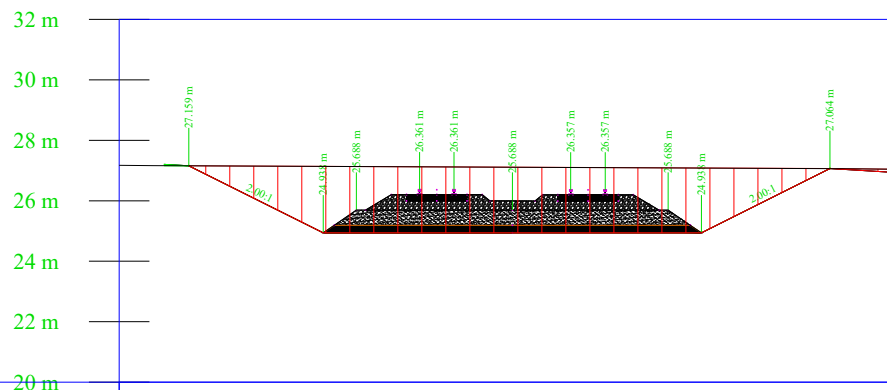
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 71+000.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	27.16	27.13	27.11	27.09	27.07
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	26.81	24.94	24.94	24.94	26.81
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

35

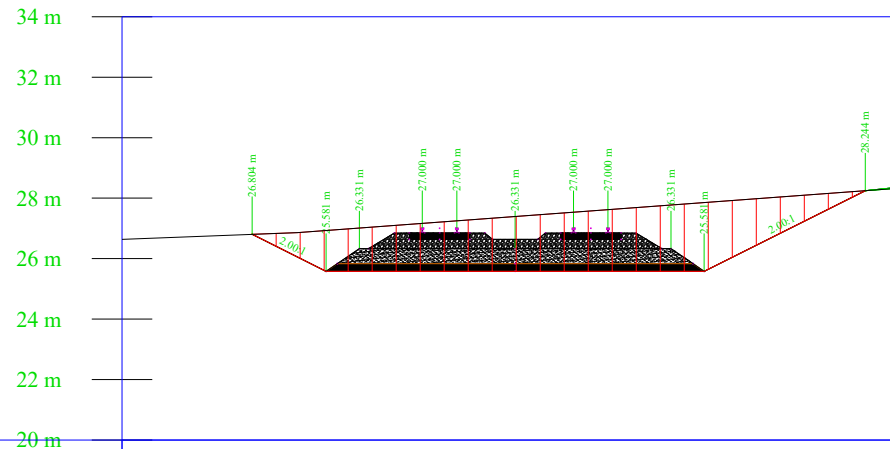
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 72+800.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	26.75	27.02	27.39	27.76	28.13
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		25.58	25.58	25.58	27.46
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

36

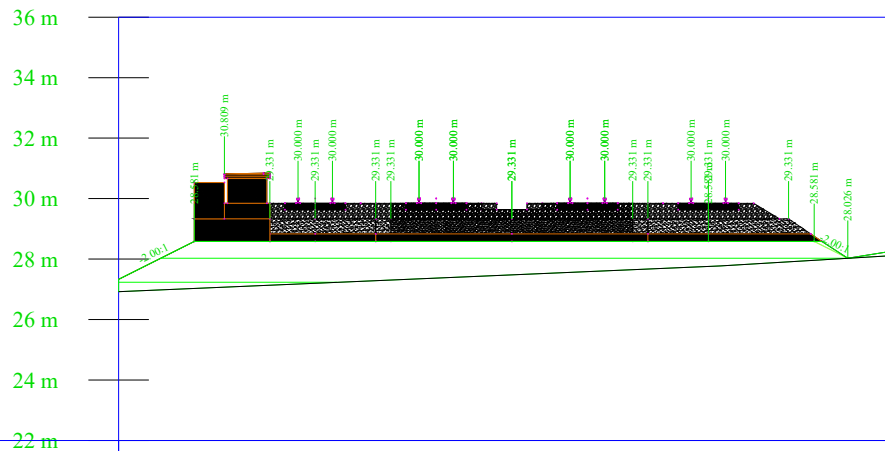
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 76+300.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	27.05	27.27	27.48	27.69	27.96
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habilil Iman M
0311174500028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

37

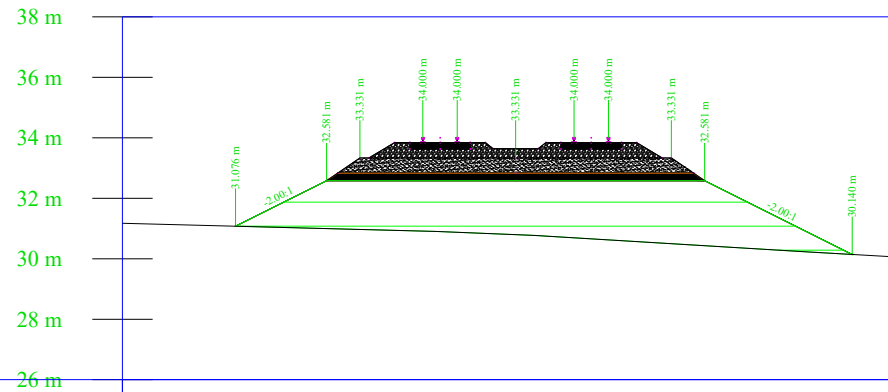
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

 : Galian
 : Timbunan

STA 78+000.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	31.10	30.97	30.79	30.51	30.20
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)		32.58	32.58	32.58	30.71
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

38

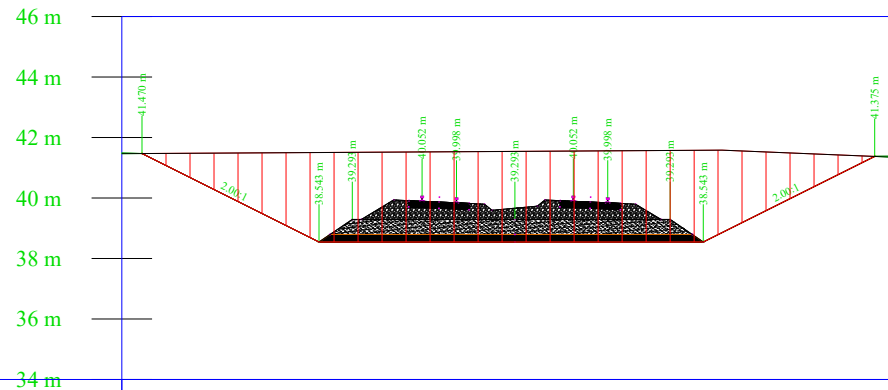
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 79+400.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	41.48	41.51	41.54	41.57	41.45
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	40.30	38.54	38.54	38.54	40.43
OFFSET	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibul Iman M
 03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
 Cross Section
 Skala:
 1. Horizontal = 1 : 200
 2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

39

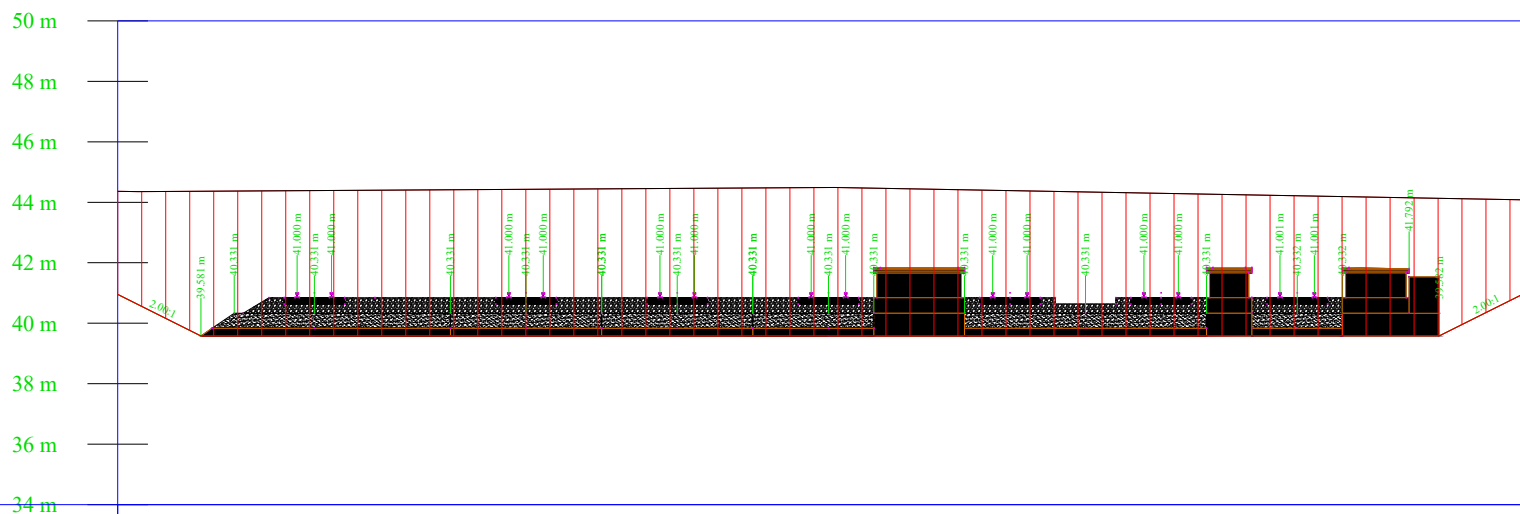
JML
LEMBAR

45

LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

STA 81+600.00



ELEVASI MUKA TANAH (m)	44.36	44.39	44.42	44.45	44.48	44.43	44.34	44.25	44.16	44.07
ELEVASI RENCANA MUKA REL (m)	39.96	39.58	39.58	39.58	39.58	39.58	39.58	39.58	39.58	41.23
OFFSET	-30.00 m	-25.00 m	-20.00 m	-15.00 m	-10.00 m	-5.00 m	0 m	5.00 m	10.00 m	15.00 m



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
Jalur Kereta Api Lintas
Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habilil Iman M
03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
Cross Section
Skala:
1. Horizontal = 1 : 200
2. Vertikal = 1 : 200

NO.
LEMBAR

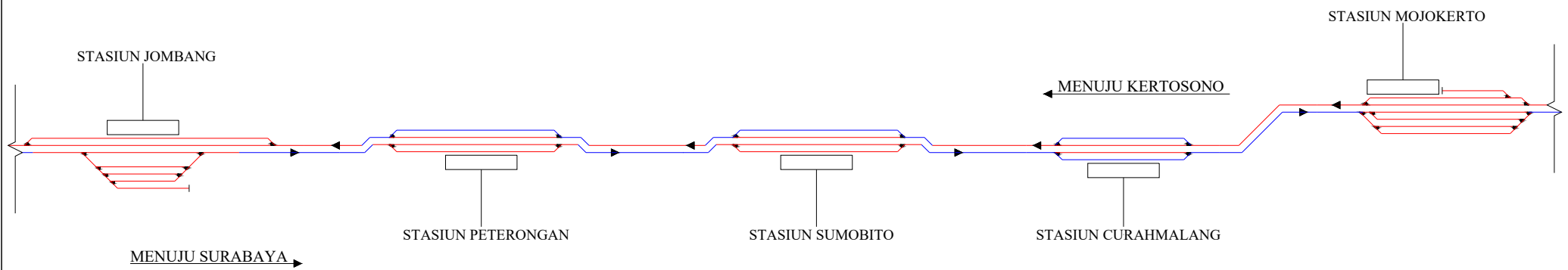
39

JML
LEMBAR

45

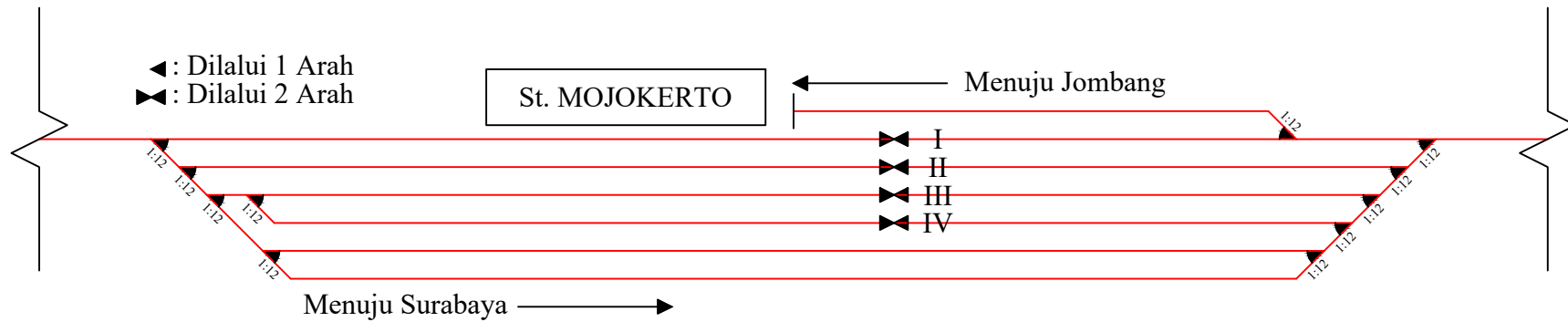
LEGENDA

: Galian
 : Timbunan

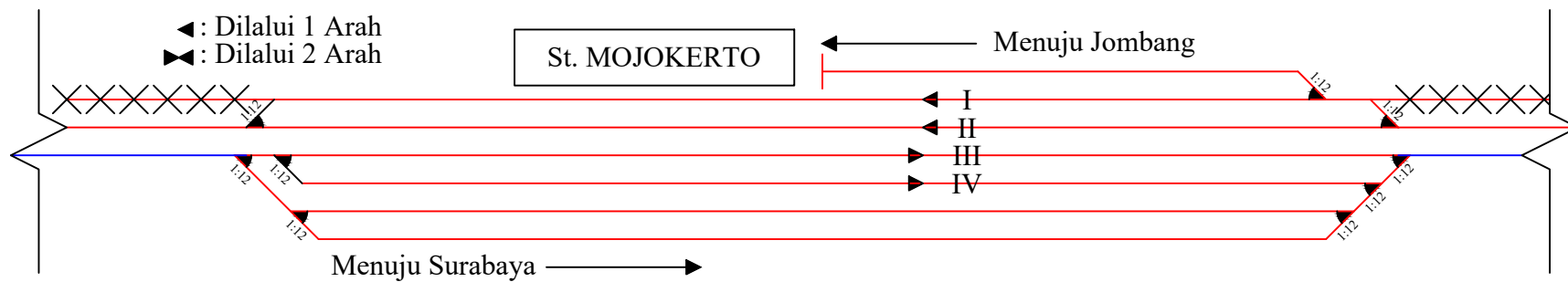


TRACK LAYOUT JALUR KERETA API LINTAS MOJOKERTO-JOMBANG

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT</u> 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT</u> 197001152003121001	<u>Habil Iman M</u> 0311174500028	Judul Gambar: Track Layout	40 JML LEMBAR 45	— : Existing Track — : New Track □ : Bangunan Stasiun



EMPLASMEN EXISTING STASIUN MOJOKERTO



EMPLASMEN NEW STASIUN MOJOKERTO



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
 03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
 Emplasmen

NO.
 LEMBAR

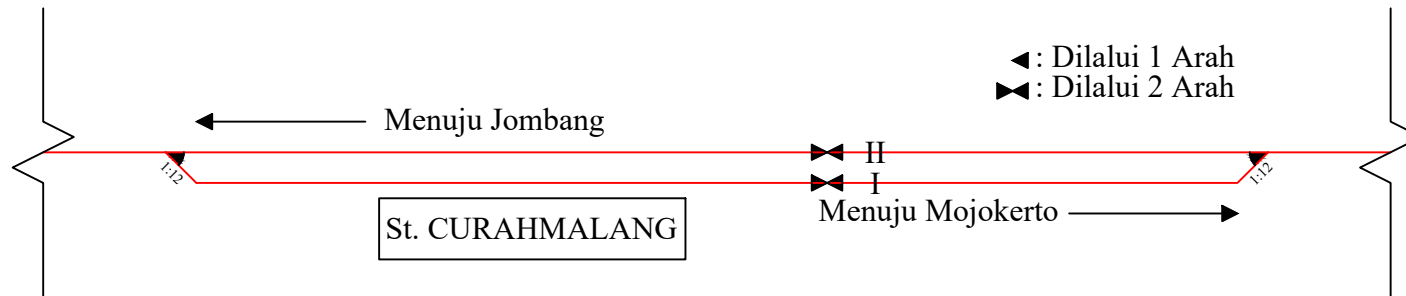
41

JML
 LEMBAR

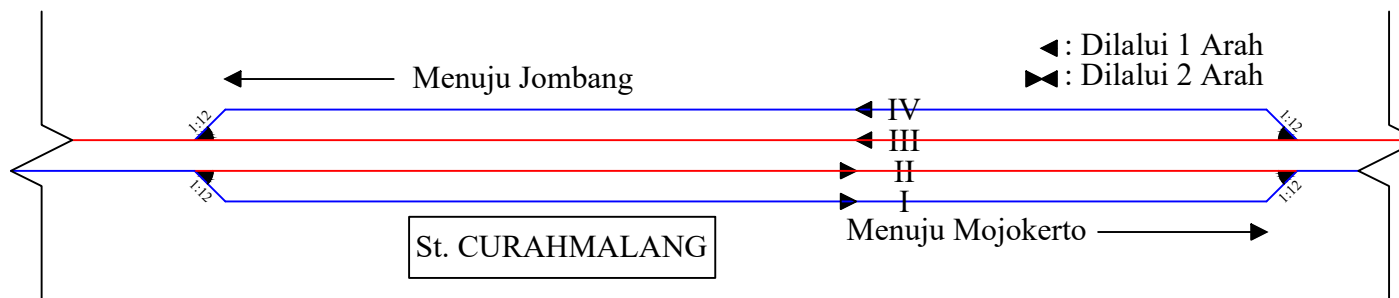
45

LEGENDA

- : Existing Track
- : New Track
- ✕✕ : Jalur Rel Dibongkar



EMPLASMEN EXISTING STASIUN CURAHMALANG



EMPLASMEN NEW STASIUN CURAHMALANG



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL TUGAS AKHIR

Perencanaan Double Track
 Jalur Kereta Api Lintas
 Mojokerto - Jombang

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT
 196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT
 197001152003121001

NAMA MAHASISWA

Habibil Iman M
 03111745000028

KETERANGAN

Judul Gambar:
 Emplasmen

NO.
 LEMBAR

42

JML
 LEMBAR

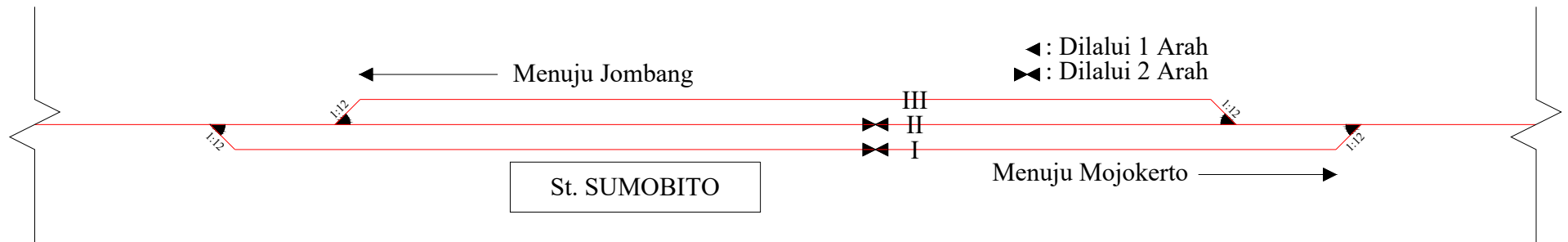
45

LEGENDA

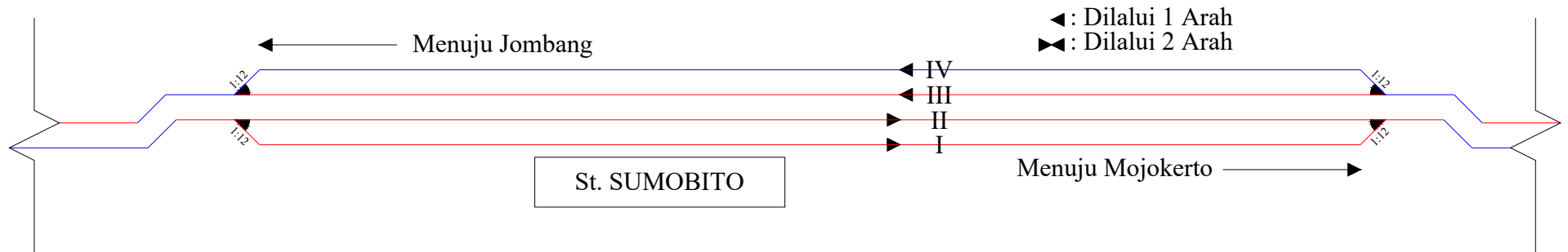
— : Existing Track

— : New Track

✕✕ : Jalur Rel Dibongkar

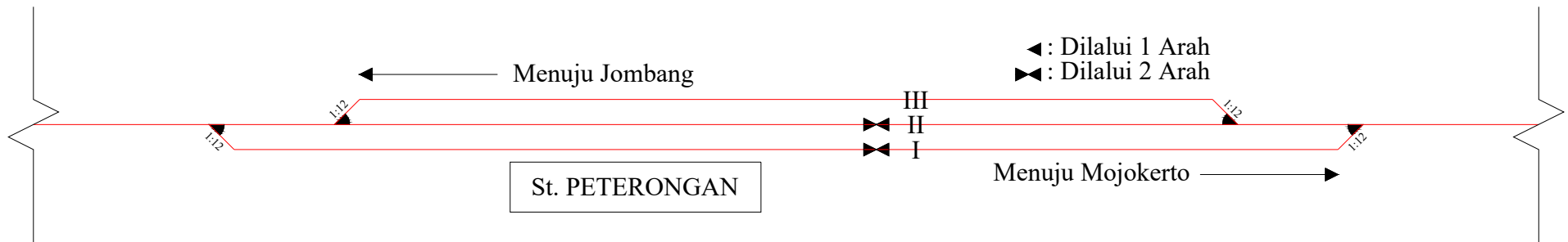


EMPLASMEN EXISTING STASIUN SUMOBITO

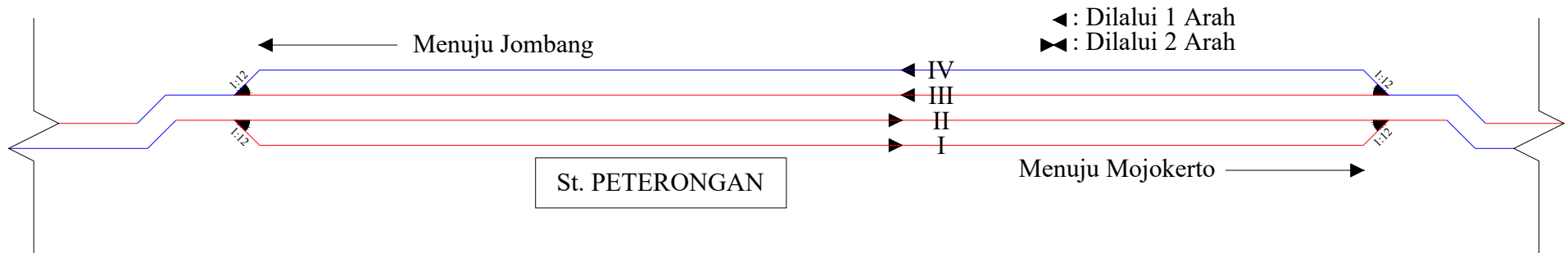


EMPLASMEN NEW STASIUN SUMOBITO

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Emplasmen	43	— : Existing Track — : New Track
						45	✕✕ : Jalur Rel Dibongkar

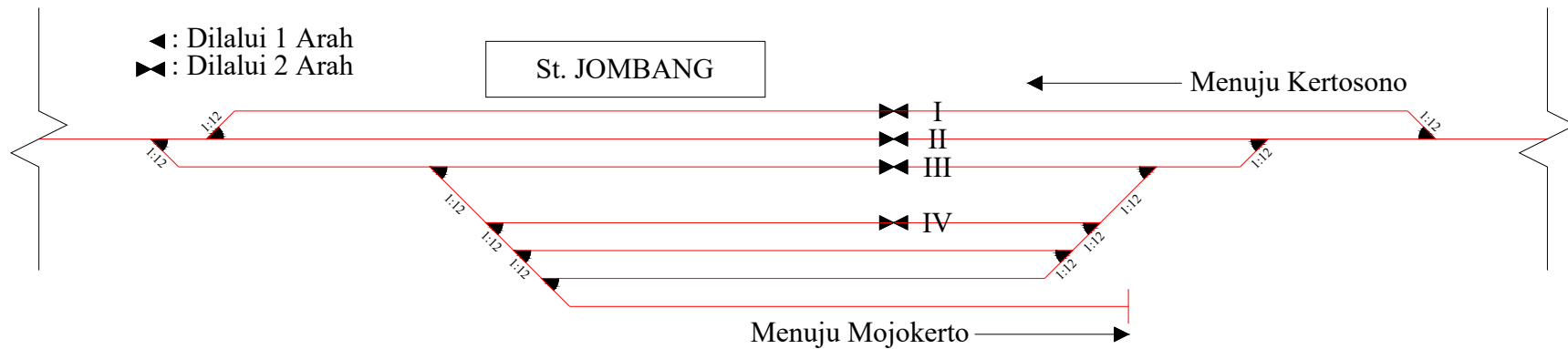


EMPLASMEN EXISTING STASIUN PETERONGAN

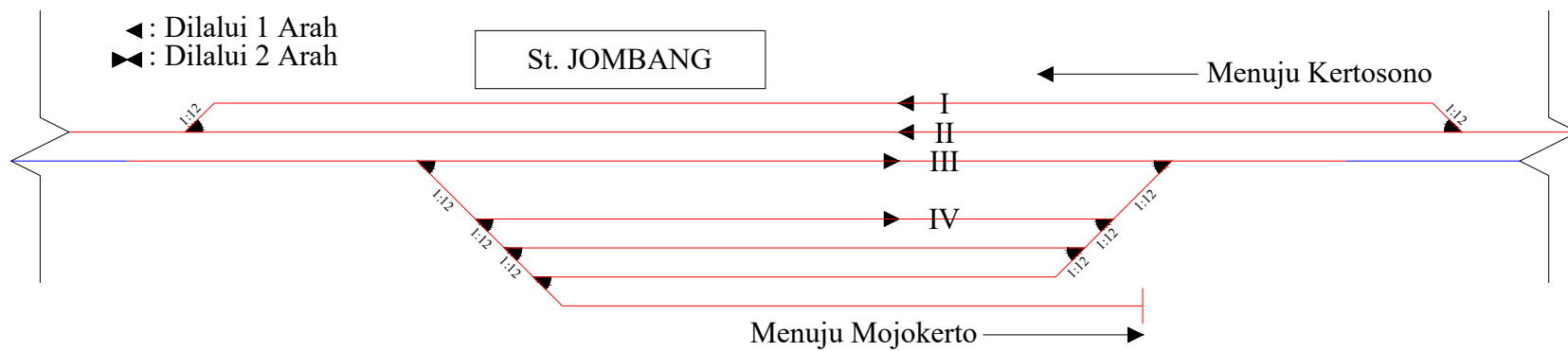


EMPLASMEN NEW STASIUN PETERONGAN

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibul Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Emplasmen	44 JML LEMBAR 45	— : Existing Track — : New Track ✕✕ : Jalur Rel Dibongkar



EMPLASMEN EXISTING STASIUN JOMBANG



EMPLASMEN NEW STASIUN JOMBANG

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NO. LEMBAR	LEGENDA
		Perencanaan Double Track Jalur Kereta Api Lintas Mojokerto - Jombang	Ir. Wahyu Herijanto, MT 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT 197001152003121001	Habibil Iman M 03111745000028	Judul Gambar: Emplasmen	45 JML LEMBAR 45	— : Existing Track — : New Track ✕✕ : Jalur Rel Dibongkar

BIODATA PENULIS



Habibil Iman M, dilahirkan di Sidoarjo, 29 Juni 1996, merupakan anak kedua dari dua bersaudara, penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Irsyad Kraksaan, SDIT Nurul Islam Krembung, MTS Unggulan Amanatul Ummah, dan MA Unggulan Amanatul Ummah. Penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa jalur Seleksi Masuk Institut Teknologi Sepuluh Nopember (SMITS) dan diterima di Jurusan D3 Teknik Sipil ITS. Penulis menempuh pendidikan di D3 Teknik Sipil ITS selama 3 tahun dan lulus pada bulan Agustus 2016. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikannya dan mengambil Program Studi S1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan terdaftar dengan NRP 03111745000028. Apabila ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat berkomunikasi via email (habibiliman80@gmail.com)