



TUGAS AKHIR RC-184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN  
REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA –  
YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN – STASIUN  
SOLO BALAPAN**

DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA  
NRP. 0311 1745 000019

Dosen Pembimbing  
Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP. 196209061989031012

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



TUGAS AKHIR RC-184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN  
REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA –  
YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN – STASIUN  
SOLO BALAPAN**

DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA  
NRP. 0311 1745 000019

Dosen Pembimbing  
Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP. 196209061989031012

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019





FINAL PROJECT RC-184803

**GEOMETRIC AND STRUCTURAL DESIGN OF RAILWAY  
TRACK FOR SURABAYA – YOGYAKARTA HIGH SPEED  
RAILWAY PLAN SECTION MADIUN STATION – SOLO  
BALAPAN STATION**

DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA  
NRP. 0311 1745 000019

Dosen Pembimbing  
Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP. 196209061989031012

MAJORING IN CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental, and Geo-Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN  
REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA –  
YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN – STASIUN  
SOLO BALAPAN**

**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, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA**

NRP. 03111745000019

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT



**SURABAYA**

**JULI, 2019**



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

Pada hari ini Rabu tanggal 10 Juli 2019 jam 09:00 WIB telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111745000019	Dhio Dwinofiansyah Putra	Perancangan Geometrik dan Struktur Jalan Rel untuk Rencana Kereta Cepat Surabaya - Yogyakarta Seksi Stasiun Madiun - Stasiun Solo Balapan




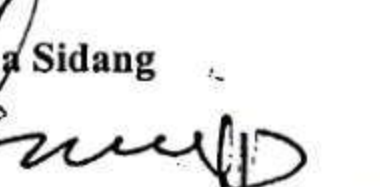
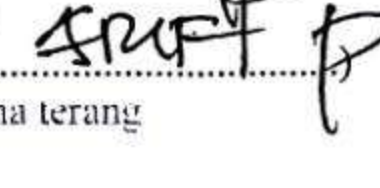
1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

- track gauge 1435 mm harus betul dan sisi dalam ke sisi dalam	- kerang di teraserng	- nilai galian tambura	47 nilai asli & nilai subbobot
- garis? disederhanakan	- identifikasi jembatan	- perhitungannya	6. untuk base 1 nilai Berapa (tanpa satuan)
- alternatif ketinggian masing-masing? opa	- benang solo dll	- jalan	- Plan arah utara
- definisi masing-masing? alternatif	- tanggul atas untuk elevated	- jembatan	
- tulisan memotong gambar	- Fase 2 Bayle galian dll harus dijelaskan	- pembesaran jalan	
- batasan masalah awal stationing	- konsep dasar fase	- lebar daerah stasiun tidak perlu	
- cross section gambar kuning jelas	- kriteria desain	- nilai 4,24 nilai kutu	
	- pemilihan fase yg pertama disertai kriteria pemilihan	- low med hi digant	
		- tabel 4.5 tidak ada lagi	

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 Herijanto, MT (Pembimbing 1)	
Budi Rahardjo, ST. MT	
Cahaya Buana, ST. MT	
Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng	
Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng	

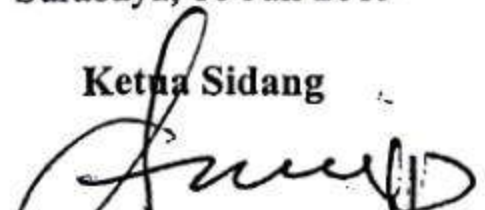
Surabaya, 10 Juli 2019

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi S1



**Dr. techn. Umboro Lasminto, ST. MSc**  
 NIP 19721202 199802 1 001

Ketua Sidang

  
 (CATUR ARIF P.)  
 Nama terang





**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 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: Ir. Wahyu Herijanto, MT
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: Dhio Dwinofiansyah Putra
<b>NRP</b>	: 03111745000019
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: Perancangan Geometrik dan Struktur Jalan Rel Untuk Rencana Kereta Cepat Surabaya - Yogyakarta Seksi Stasiun Madiun - Stasiun Solo Balapan
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 9 Januari 2019
<b>NO. SP-MMTA</b>	: /IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	5/3 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trase rencana bikin alternatif lain untuk dibandingkan dengan Metode MCA</li> <li>- Coba lewat selatan lawu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuat penilaian Trase dengan Metode MCA</li> <li>- Membuat 3 trase.</li> </ul>	
2	15/3 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menentukan Trase MCA terpilih sesuai dengan kriteria yang dihar</li> <li>- Menggunakan faktor kondisi Ewing untuk kriteria MCA</li> <li>- Untuk konstruksi Elevated diperhitungkan panjangnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trase sudah terpilih dari hasil Metode MCA.</li> </ul>	
3	22/3 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meninjau / mengerjakan perhitungan Alinyemen Horizontal &amp; Alinyemen Vertikal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alinyemen Horizontal oke</li> <li>- Alinyemen Vertikal menggunakan parabola.</li> </ul>	
4	28/3 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisi perhitungan Alinyemen Vertikal dengan menggunakan metode parabolic (<math>L &lt; 2x</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alinyemen Vertikal dibikin Rekapitulasi</li> <li>- Nilai (+) (-) gradient diperlihatkan</li> </ul>	
5	4/4 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fix kan perhitungan Alinyemen Vertikal.</li> <li>- lanjut ke langkah berikutnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alinyemen sudah OK (cara sudah benar)</li> <li>- Tapi Revisi Rencana 300 km/jam</li> </ul>	



**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



Form AK/TA-04  
rev01

<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: Ir. Wahyu Herijanto, MT
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: DHIO Dwiningsyah Ritra
<b>NRP</b>	: 03111745000019
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: Perancangan Geometri dan Struktur Jalan Rel untuk rencana kereta cepat Surabaya - Yogyakarta Seksi Stasiun Madium - Stasiun Silo Bakpan
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 9 Januari 2019
<b>NO. SP-MMTA</b>	: /It2.V1.y.1/PP-05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6	16/4 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V rencana Naikkan 300 km/jam</li> <li>- Cara perhitungan sudah benar</li> <li>- Lanjutkan dengan Vr 300 km/jam.</li> <li>- Asumsi kereta digunakan kereta Indonesia 1435 terberat./ALSTOM kereta Prancis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V rencana 300 (v)</li> <li>- Atangemen Vertikal &amp; Horizontal Fx.</li> </ul>	
7	26/4 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometri Jalan Ake</li> <li>- Lanjut Cross Section &amp; Struktur Jalan Rel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mengerjakan struktur jalan Rel 1435 mm</li> </ul>	
8	9/5 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Injeksi 200 km/jam</li> <li>- tiap setengah jam } Jumlah lintasan</li> <li>- Kereta melain-telan zeh (10 malam terakhir)</li> <li>- Tegangan 12m tebal memenuhi karena R54 terlalu kecil</li> <li>→ Acelor untuk Rel (Produksi Rel)</li> <li>→ TGV Pake VIC-60, gunakan VIC 60</li> </ul>		
9	13/5 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coba gunakan Tipe Rel diatas R-60</li> </ul>	R > 60	



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

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukotilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: Ir. Wahyu Herizanto, MT
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: Dhio Purnofiansyah Putra
<b>NRP</b>	: 0311174500019
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: Perancangan Geometri dan Struktur Jalan Rel Untuk Rencana kereta cepat Surabaya - Yogyakarta Sesi Stasiun Madun - Stasiun Solo Balapan
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 9 Januari 2019
<b>NO. SP-MMTA</b>	: IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
10	17/5 2019	Lingkup Laporan & Gambar		
11	24/5 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar elevated</li> <li>- Setelah judul Bab diberi kalimat dulu</li> <li>- untuk menunjukkan gambar geometri menong gambar</li> <li>- Boleh Mendapat far sidang.</li> </ul>		

# PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA – YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN – STASIUN SOLO BALAPAN

**Nama Mahasiswa** : Dhio Dwinofiansyah Putra  
**NRP** : 03111745000019  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSLK – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Wahyu Herijanto, Ir., MT.

## **Abstrak**

*Permasalahan transportasi adalah suatu permasalahan yang masih belum bisa ditangani dengan baik di negara Indonesia. Terutama untuk fasilitas transportasi umum antar kota khususnya dari kota Surabaya menuju Daerah Istimewa Yogyakarta, yang seharusnya lebih bisa diperbaiki dan dikembangkan. Oleh karena itu sangat diperlukan adanya fasilitas transportasi umum yang lancar, aman, nyaman, dan tentunya modern. Dalam hal ini salah satu bidang transportasi umum yang bisa dimanfaatkan dan banyak diminati masyarakat adalah kereta api. Sebagai contoh, Menurut RIPNAS 2030 ( Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030 ), perjalanan penumpang kereta api (Orang/tahun) dari kota Surabaya menuju Daerah Istimewa Yogyakarta mencapai 795.000 – 25.000.000 orang per tahunnya. Oleh karena itu diperlukan fasilitas kereta api yang baik dan modern untuk mengakomodasi angka tersebut.*

*Untuk menciptakan fasilitas kereta api yang baik dan modern, perlu dilakukan perencanaan kereta cepat Surabaya – Yogyakarta agar tercipta fasilitas transportasi umum yang baik. Pada tugas akhir ini, perencanaan yang dilaksanakan adalah pada seksi stasiun Madiun menuju stasiun Solo Balapan. Dengan adanya perencanaan rencana kereta cepat Surabaya – Yogyakarta seksi stasiun Madiun – stasiun Solo Balapan ini diharapkan dapat menjadi sebuah alternatif untuk mengatasi kemacetan akibat*

*terlalu banyaknya penggunaan kendaraan pribadi untuk perjalanan antar kota.*

*Dari hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, untuk pemilihan alternatif trase digunakan metode multi criteria analysis dan didapatkan hasil alternatif trase 1 dengan panjang trase 89,154 Km. Untuk perencanaan geometrik jalan rel direncanakan lebar track gauge 1435mm. Kereta yang digunakan adalah TGV Duplex dari negara Prancis dengan kecepatan rencana 300 Km/jam. Nilai jari-jari minimum pada alinyemen horizontal adalah 4900 m dan untuk alinyemen vertikal adalah 22500 m. Dan untuk tipe rel yang digunakan adalah rel R60. Pada daerah perkotaan kota Madiun dan kota Solo digunakan konstruksi elevated untuk menghindari perlintasan sebidang. Dan didapatkan volume galian sebesar 6,173,794 m<sup>3</sup> dan volume timbunan adalah sebesar 3,316,511 m<sup>3</sup>.*

***Kata Kunci : Geometrik Jalan Rel, Konstruksi Jalan Rel, Kereta Cepat Surabaya – Yogyakarta***



**GEOMETRIC AND STRUCTURAL DESIGN OF  
RAILWAY TRACK FOR SURABAYA – YOGYAKARTA  
HIGH SPEED RAILWAY PLAN SECTION MADIUN  
STATION – SOLO BALAPAN STATION**

**Student Name** : Dhio Dwinofiansyah Putra  
**Student Number** : 03111745000019  
**Major** : Teknik Sipil FTSLK – ITS  
**Consellor Lecturer** : Wahju Herijanto, Ir., MT.

**Abstract**

*Transportation problems are a problem that still can't be solved properly in Indonesia. Especially for intercity public transportation from the city of Surabaya to Special Region of Yogyakarta, that should be repaired and developed. Therefore it is very necessary to build a safe, comfortable and modern public transportation facilities. In this case, one of the most greatest and have a lot of demand by the people is the train. For an example, according to RIPNAS 2030 ( Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030 ), train passenger travel (person/year) from the city of Surabaya to Special Region of Yogyakarta is 795,000 – 25,000,000 people annually. Therefore a good and modern railway facility is needed to accommodate these numbers.*

*For creating a good and modern railway facilities, the plan of Surabaya – Yogyakarta high speed railway is needed in order to make a good public transportation facility. In this final project, the planning of the project is start from Madiun station to Solo Balapan Station. With the existence of the development of high speed railway from Surabaya to Yogyakarta, its expected that it can be an alternative to overcome congestion due to too many private vehicle use for intercity travel.*

*From the results of the analysis and calculations that have been done, for the selection of the optional track, a multy criteria anlysis method is used and the result is track 1 with track length*

*are 89,154 Km. For geometric planning it's planned with 1435 mm track gauge. France TGV Duplex train is chosen for the train that will be used in this high speed railway plan with a planned speed of 300 Km/hour. The minimum radius value for the horizontal alignments are 4900 m and for the vertical alignments are 22500 m. The type of the rail is using R60 from Australia. And in the urban areas of the city of Madiun and Solo, elevated construction is used to avoid the crossing. And the cumulative cut volume is 6,173,794 m<sup>3</sup> and the cumulative fill volume is 3,316,511 m<sup>3</sup>.*

***Key Word : Geometric of Railway track, Structural Design of Railway Track, Surabaya – Yogyakarta High Speed Railway.***

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Geometrik dan Struktur Jalan Rel Untuk Rencana Kereta Cepat Surabaya –Yogyakarta Seksi Stasiun Madiun – Stasiun Solo Balapan ” dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik dan penulis dapat mempresentasikan pada Sidang Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Sarjana I Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini agar mahasiswa dapat memahami serta mampu merencanakan kereta cepat dengan tepat dan benar.

Tersusunnya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT. Selaku dosen pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir ini, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Surabaya, 12 Desember 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Maksud dan Tujuan.....	4
1.5 Manfaat .....	5
1.6 Peta Lokasi .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Studi Literatur .....	7
2.2 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel Kereta Cepat .....	9
2.2.1 Persyaratan Teknis Trase Kereta Cepat .....	9
2.2.2 Kecepatan Rencana .....	9
2.2.3 Beban Gandar.....	10
2.3 Standar Jalan Rel Kereta Cepat.....	10
2.3.1 Klasifikasi Jalan Rel .....	10
2.3.2 Daya Angkut Lalu Lintas .....	10
2.3.3 Ruang Bebas dan Ruang Bangun.....	10
2.4 Geometrik Jalan Rel Kereta Cepat.....	11
2.4.1 Lebar Sepur.....	11
2.4.2 Kelandaian Jalan Rel.....	11
2.4.3 Lengkung Horizontal .....	11
2.4.4 Lengkung Vertikal .....	12
2.4.5 Pelebaran Jalan Rel .....	13
2.4.6 Peninggian Jalan Rel.....	13
2.5 Komponen Struktur Rel .....	13
2.5.1 Penentuan Dimensi Rel.....	13
2.5.2 Umur Rencana Rel.....	13
2.5.3 Stabilitas Panjang Rel .....	14

2.5.4	Sambungan Pada Rel .....	14
2.5.5	Bantalan Rel.....	14
2.5.6	Jarak Antar Bantalan.....	14
2.6	Komponen Penambat .....	15
2.7	Volume Galian dan Timbunan.....	15
2.8	Lebar Formasi Badan Jalan Rel .....	15
2.9	Balas dan Sub Balas.....	15
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>17</b>
3.1	Umum .....	17
3.2	Tahap Persiapan .....	17
3.2.1	Identifikasi Masalah.....	17
3.2.2	Studi Lapangan .....	17
3.2.3	Studi Literatur Terdahulu.....	18
3.3	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	18
3.3.1	Pengumpulan Data.....	18
3.3.2	Pengolahan Data .....	20
3.4	Kesimpulan dan Saran .....	50
3.5	Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ).....	50
<b>BAB IV</b>	<b>PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL .....</b>	<b>55</b>
4.1	Alternatif Trase Jalan Rel.....	55
4.1.1	Analisa Alternatif Trase 1.....	55
4.1.2	Analisa Alternatif Trase 2.....	56
4.1.3	Analisa Alternatif Trase 3.....	57
4.2	Penentuan Alternatif Trase Terpilih.....	57
4.2.1	Penentuan Skala Numerik.....	57
4.2.2	Matriks Pairwise Comparison.....	58
4.2.3	Menentukan Peringkat Alternatif dari Matriks Pairwise Comparison .....	59
4.2.4	Menghitung Bobot Relatif.....	61
4.2.5	Penilaian <i>Multi Criteria Analysis</i> Masing-masing Trase .....	65
4.3	Perencanaan Geometrik Jalan Rel Kereta Api Cepat.....	70
4.3.1	Lebar Sepur.....	71
4.3.2	Alinyemen Horizontal.....	71
4.3.3	Alinyemen Vertikal.....	78

4.3.4	Volume Galian dan Timbunan.....	82
BAB V	PERENCANAAN KONSTRUKSI JALAN REL	
	KERETA API CEPAT .....	85
5.1	Penentuan Klasifikasi Jalan Rel .....	85
5.2	Beban Gandar dan Beban Roda.....	85
5.3	Perencanaan Struktur Jalan Rel.....	86
5.3.1	Perencanaan Dimensi Rel .....	87
5.3.2	Perencanaan Panjang Rel.....	89
5.3.3	Perencanaan Bantalan .....	90
5.3.4	Kekuatan Struktur Bantalan Beton .....	91
5.3.5	Jarak Antar Bantalan.....	95
5.4	Komponen Alat Penambat Rel.....	95
5.4.1	Batang Jepit ( <i>Clip</i> ).....	96
5.4.2	<i>Shoulder / Insert</i> .....	96
5.4.3	Insulator .....	97
5.4.4	Alas Rel ( <i>Rail Pad</i> ).....	98
5.5	Perencanaan Lebar Formasi Badan Jalan Rel .....	99
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
6.1	Kesimpulan .....	99
6.2	Saran	100
	DAFTAR PUSTAKA.....	101
	BIODATA PENULIS.....	102
	LAMPIRAN .....	103

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1 Peta Lokasi Studi.....	5
Gambar 3. 1 Desire line Pola Perjalanan Penumpang.....	19
Gambar 3. 2 Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm Pada Lengkungan Untuk Jalur Ganda.....	24
Gambar 3. 3 Ruang Bebas Lebar Rel 1435 mm Pada Jalur Lurus Untuk Jalur Ganda.....	24
Gambar 3. 4 Lebar jalan rel 1435 mm.....	25
Gambar 3. 5 Lengkung Horisontal dengan Lengkung Peralihan	28
Gambar 3. 6 Lengkung Vertikal.....	30
Gambar 3. 7 Peninggian Elevasi Rel (h) pada lengkungan Jalur Ganda. ....	32
Gambar 3. 8 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Lengkung Jalur Ganda. ....	32
Gambar 3. 9 Dimensi Penampang Rel .....	34
Gambar 3. 10 Titik sambungan pada rel .....	40
Gambar 3. 11 Detail Bantalan Rel.....	42
Gambar 3. 12 Dimensi bantalan & posisi beban .....	43
Gambar 3. 13 Detail bagian-bagian dari alat penambat .....	46
Gambar 3. 14 Penampang Rel Tunggal dan Ganda .....	47
Gambar 3. 15 Penampang Melintang Kereta Api Cepat (1435 mm) .....	48
Gambar 3. 18 Diagram Alir.....	51
Gambar 3. 19 Diagram Alir Geometrik Jalan .....	52
Gambar 3. 20 Diagram Alir Struktur Jalan Rel.....	53
Gambar 4. 1 Alternatif Trase 1.....	56
Gambar 4. 2 Alternatif Trase 2.....	56
Gambar 4. 3 Alternatif Trase 3.....	57
Gambar 4. 4 Track Gauge 1435mm .....	71
Gambar 5. 1 Lokomotif TGV Duplex .....	85
Gambar 5. 2 Penampang Rel AS68.....	87
Gambar 5. 3 Dimensi Bantalan Beton.....	90
Gambar 5. 4 Gambar Potongan Bantalan Beton .....	91

Gambar 5. 5 Gambar Bentuk desain Padrol Clip .....	96
Gambar 5. 6 Gambar Bentuk desain Shoulder / Insert .....	97
Gambar 5. 7 Gambar Bentuk desain Insulator .....	97
Gambar 5. 8 Bentuk desain Rail Pad.....	98
Gambar 6. 1 Gambar Trase Terpilih.....	99



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Karakteristik Teknis Jalur Kereta Cepat .....	20
Tabel 3. 2 Klasifikasi Jalan Rel 1435 mm.....	22
Tabel 3. 3 Jarak Ruang Bangun.....	23
Tabel 3. 4 Landai penentu maksimum .....	26
Tabel 3. 5 Persyaratan perencanaan lengkungan.....	27
Tabel 3. 6 Jari-jari minimum lengkung vertikal.....	30
Tabel 3. 7 Tabel Profil Rel UIC .....	33
Tabel 3. 8 Karakteristik Penampang Rel.....	34
Tabel 3. 9 Nilai Tegangan Ijin Untuk Kelas Jalan Rel.....	35
Tabel 3. 10 Hubungan antara jari-jari lengkung vertikal terhadap harga K.....	38
Tabel 3. 11 Panjang Minimum untuk Rel Panjang.....	39
Tabel 3. 12 Jenis Sambungan Pada Rel.....	40
Tabel 3. 13 Lebar Badan Jalan Rel.....	47
Tabel 3. 14 Penampang Melintang Jalan Rel .....	48
Tabel 4. 1 Skala Numerik Penilaian Kriteria.....	58
Tabel 4. 2 Penilaian Tiap-tiap Kriteria .....	58
Tabel 4. 3 Bobot Kriteria Penilaian.....	60
Tabel 4. 4 Penilaian Bobot Relatif .....	61
Tabel 4. 5 Nilai Multi Criteria Analysis.....	65
Tabel 4. 6 Bobot Multi Criteria Analysis Trase 1 .....	66
Tabel 4. 7 Penilaian Alternatif Trase 1.....	67
Tabel 4. 8 Bobot Multi Criteria Analysis Trase 2 .....	68
Tabel 4. 9 Penilaian Alternatif Trase 2.....	68
Tabel 4. 10 Bobot Multi Criteria Analysis Trase 3 .....	69
Tabel 4. 11 Penilaian Alternatif Trase 3.....	69
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Azimuth.....	74
Tabel 4. 13 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal .....	78
Tabel 4. 14 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal .....	81

*( halaman ini sengaja dikosongkan )*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan transportasi adalah suatu permasalahan yang banyak terjadi di negara-negara maju dan juga negara berkembang. Seperti di negara Indonesia, khususnya untuk bidang transportasi antar kota masih belum tercipta sistem transportasi yang menjamin pergerakan manusia/barang secara lancar, aman dan nyaman yang merupakan tujuan dari sektor transportasi itu sendiri. Karena sistem transportasi yang baik merupakan salah satu kunci untuk kelangsungan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi negara tersebut. Tentunya hal tersebut tidak terlepas dari pengaruh antara sarana dan pra sarana yang saling berkaitan, apalagi jika sarana sudah mendukung namun prasarana tidak, tentunya hanya akan menimbulkan sebuah permasalahan baru.

Dalam hal ini salah satu bidang transportasi yang mempunyai peranan penting adalah transportasi umum. Salah satu moda transportasi umum tersebut adalah perkeretaapian. Dimana dalam sistem transportasi nasional kereta api memiliki karakteristik pengangkutan secara massal dan memiliki keunggulan tersendiri. Disini jelas bahwa moda transportasi umum khususnya kereta api ini perlu dikembangkan potensinya dan ditingkatkan perannya sebagai penghubung wilayah, untuk menunjang, mendorong serta menggerakkan pembangunan sebuah negara demi meningkatkan kesejahteraan rakyatnya.

Kereta api merupakan moda dengan konsumsi bahan bakar yang paling efisien ditinjau dari jumlah penumpang yang dapat diangkut maupun jarak perjalanannya serta konsumsi energinya. Hal ini dapat dilihat dalam perbandingan dengan moda darat lain, misal bus dan mobil penumpang. Kereta api memiliki konsumsi energi per kilometer per penumpang sebesar 0,002 lt, bus 0,0125 lt dan mobil pribadi sebesar 0,02 lt. (Kementerian Perhubungan Ditjen Perkeretaapian / Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS 2030), 2011).

Dewasa ini, perkembangan pembangunan jaringan kereta api di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat pesat dan sangat diperhatikan oleh pemerintah. Pasalnya pertumbuhan penduduk di Indonesia memiliki tingkat pertumbuhan yang cukup besar, sehingga mengakibatkan sejumlah permasalahan transportasi yang cukup kompleks. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam waktu dekat ini pemerintah memiliki sebuah rancangan mega proyek yang terdapat dalam Masterplan Pembangunan Kereta Cepat (*High Speed Train*) yang diharapkan dapat mengatasi kemacetan yang selama ini terjadi pada perjalanan antar kota di Indonesia.

Menurut RIPNAS 2030 (*Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030*), perjalanan penumpang kereta api (Orang/tahun) dari kota Surabaya menuju Daerah Istimewa Yogyakarta mencapai 795.000 – 25.000.000 orang per tahunnya. Angka tersebut tentunya bisa lebih di optimalkan apabila moda transportasi kereta api lebih diminati oleh masyarakat. Kereta api dapat diandalkan untuk mengatasi masalah kemacetan di jalan raya. Mengingat transportasi kereta api memiliki keunggulan dibandingkan dengan prasarana dan sarana transportasi lainnya, yakni ditinjau dari segi kemampuan jarak tempuh yang jauh (*long distance transportation mode*), kapasitas pengangkutan yang besar dibandingkan dengan kendaraan darat lainnya, dan juga dari segi biaya operasional penggunaan yang lebih murah dibandingkan dengan transportasi umum udara yakni pesawat terbang.

Kereta cepat adalah transportasi massal dengan menggunakan rel dengan kecepatan di atas 200 km/jam. Biasanya kereta cepat berjalan dengan kecepatan antara 250 km/jam sampai 300 km/jam.

([https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta\\_kecepatan\\_tinggi](https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta_kecepatan_tinggi))

Dengan adanya kereta cepat ini, yang awalnya perjalanan dari kota Surabaya menuju Daerah Istimewa Yogyakarta via kereta api ini memiliki jarak 311 km dengan waktu tempuh kurang dari 6 jam, menggunakan kereta api sancaka. Nantinya dengan adanya kereta cepat jarak tersebut bisa ditempuh dengan waktu 72 menit saja.

Untuk studi ini diambil rencana trase dari jalur stasiun Madiun ke stasiun Solo Balapan. dimana stasiun tersebut adalah bagian dari jalur yang dilewati kereta api dari kota Surabaya menuju Daerah Istimewa Yogyakarta. Jarak dari stasiun Madiun menuju stasiun Solo Balapan adalah 97,2 km dengan waktu tempuh kurang lebih 1 jam 45 menit. Dengan adanya rencana kereta cepat ini diharapkan jarak dan waktu yang ditempuh bisa lebih singkat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana trase jalan kereta api yang tepat untuk rencana kereta cepat dengan kondisi topografi di lapangan ?
2. Bagaimana bentuk alinemen jalan kereta api sesuai dengan persyaratan yang berlaku ?
3. Bagaimana konstruksi jalan rel untuk standar lebar sepur 1435 mm ?
4. Bagaimana timbunan dan galian pada pembangunan jalur kereta api ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak melakukan perencanaan geometrik selain dari stasiun Madiun sampai stasiun Solo Balapan.
2. Tidak melakukan perhitungan lain selain perhitungan alinemen horizontal, alinemen vertikal dan konstruksi jalan rel.
3. Tidak membahas persinyalan maupun infrastruktur kereta api lain (stasiun, rumah sinyal).
4. Tidak memperhitungkan kekuatan timbunan jalan kereta api.
5. Tidak dilakukan perhitungan drainase jalan kereta api.
6. Tidak memperhitungkan emplasemen jalan kereta api.

### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Merencanakan bentuk trase jalan rel untuk kereta cepat yang tepat dengan kondisi sekitar topografi di lapangan.
2. Merencanakan bentuk alinemen jalan kereta cepat sesuai dengan persyaratan yang berlaku.
3. Merencanakan struktur jalan rel untuk standar lebar sepur 1435 mm.
4. Menghitung volume galian dan timbunan pada pembangunan jalur kereta api.

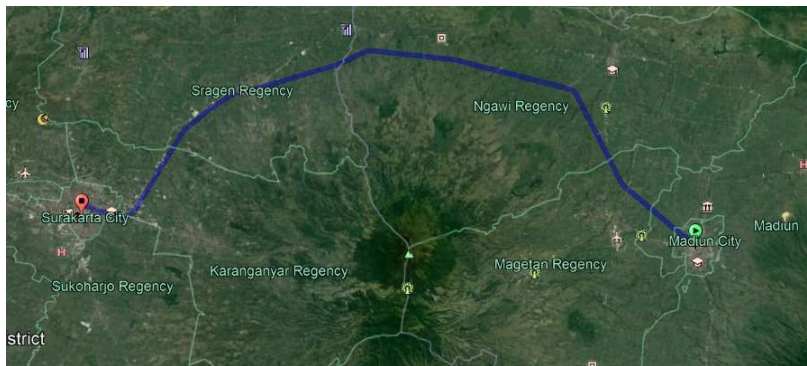
## 1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Tugas akhir ini dapat menjadi referensi pemerintah dalam mewujudkan pembangunan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030 (RIPNAS 2030).
2. Tugas Akhir ini bisa menjadi pengetahuan tambahan bagi pembaca dalam bidang teknik sipil, khususnya tentang konstruksi jalan rel untuk kereta cepat.
3. Tugas akhir ini bisa menjadi referensi lebih lanjut dalam perencanaan pembangunan jaringan perkeretaapian untuk kereta cepat.

## 1.6 Peta Lokasi

Berikut peta lokasi rencana dari jalur kereta cepat dari stasiun Madiun menuju stasiun Solo Balapan tertera pada Gambar 1.1



Jalur Kereta Eksisting : 

Gambar 1 1 Peta Lokasi Studi

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Melakukan studi literasi dari jurnal dan artikel yang telah ada merupakan upaya penulis untuk memahami lebih dalam topik yang akan diangkat, menambah sumber literasi yang telah ada, serta menghindari plagiasi.

Pada tahapan ini tercantum berbagai hasil studi terhadap penelitian terdahulu yang terkait dengan topik yang akan dibahas untuk kemudian dibuat ringkasannya. Dengan melakukan langkah tersebut, maka akan terlihat hubungan dan keterkaitannya dengan beberapa literasi berikut :

1. Tsunoda (2018) menjelaskan bahwa pembangunan kereta cepat mengalami peningkatan yang cukup pesat semenjak dibangunnya kereta cepat di Jepang yang menghubungkan kota Tokyo dan Osaka. Kemajuan tersebut bisa terjadi karena penggunaan kereta cepat memiliki keuntungan yang lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan pesawat.
2. Profillidis and Botzoris (2013) menyatakan bahwa, pada saat ini kereta cepat yang telah beroperasi di seluruh dunia memiliki kecepatan maksimum sebesar 320 km/ jam dimana kecepatan tersebut diperkirakan masih bisa meningkat menjadi 350 km/jam pada tahun 2020.
3. Vassilios A. Profillidis (2009) melalui penelitiannya terhadap beberapa kereta cepat yang telah ada di seluruh dunia. Lebar *track gauge standard* yang digunakan adalah 1.435m, karena dianggap lebih bisa mencegah kereta untuk terguling.
4. Vassilios A. Profillidis (2009) menjelaskan beberapa persyaratan teknis perencanaan trase untuk kereta cepat. Khususnya perencanaan untuk angka minimum jari-jari tikungan pada track kereta cepat, yang akan dijelaskan pada bab III, sub bab 3.3.2.

5. Vassilios A. Profillidis (2009) melalui penelitiannya terhadap beban sumbu terhadap kereta cepat, beban sumbu terhadap kereta cepat dibagi menjadi 4 jenis yang memiliki spesifikasi beban maksimum yang berbeda untuk tiap-tiap tipe nya. Beberapa jenis tersebut akan dijelaskan lebih lanjut pada bab III, sub bab 3.3.2.

## **2.2 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel Kereta Cepat**

Pembangunan kereta cepat mulai banyak dilakukan di berbagai negara di dunia semenjak beroperasinya kereta cepat Jepang yang menghubungkan kota Tokyo dan Osaka pada tahun 1964. Pembangunan kereta cepat banyak dilakukan oleh negara-negara di Eropa dan Asia, dan kebanyakan kereta cepat ini dimiliki oleh pemerintahan negara tersebut. Hal tersebut dikarenakan pembangunan kereta cepat dilaksanakan atas dasar rencana pembangunan kereta cepat oleh pemerintahan itu sendiri.

Perencanaan konstruksi jalan rel kereta cepat tentunya memiliki beberapa perbedaan dengan konstruksi jalan rel biasa. Beberapa hal yang mempengaruhi perencanaan tersebut diantaranya adalah perencanaan trase, jumlah beban, kecepatan maksimum, dan juga beban gandar. Atas dasar hal tersebut dilakukan perencanaan yang mengacu pada buku *Railway Management and Engineering*, sehingga perencanaan dapat dilakukan secara tepat guna.

### **2.2.1 Persyaratan Teknis Trase Kereta Cepat**

Persyaratan dalam merencanakan trase jalan rel untuk kereta cepat tentunya dipengaruhi beberapa faktor lainnya. Seperti faktor pengaruh dari kecepatan maksimum kereta cepat yang beroperasi (Vassilios A. Profillidis, 2009).

### **2.2.2 Kecepatan Rencana**

Saat ini kereta cepat yang telah beroperasi di seluruh dunia memiliki kecepatan maksimum sebesar 320 km/ jam dimana kecepatan tersebut diperkirakan masih bisa meningkat menjadi 350 km/jam pada tahun 2020 (Profillidis and Botzoris, 2013). Untuk kecepatan rencana pada perencanaan jalan rel kereta cepat akan direncanakan menurut pembagian kelas yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bab berikutnya, dimana nilai kecepatan rencana tersebut nantinya akan mempengaruhi nilai jari-jari tikungan minimum.

### **2.2.3 Beban Gandar**

Beban gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel kereta cepat dari satu gandar. Pada kereta cepat dengan lebar track gauge 1.435m jumlah beban maksimum yang boleh diterima juga terbagi menjadi beberapa kelas. Penjelasan pembagian kelas tersebut akan dijelaskan lebih lanjut pada bab berikutnya.

## **2.3 Standar Jalan Rel Kereta Cepat**

Jalan rel memiliki spesifikasi-spesifikasi teknis yang berbeda-beda, tergantung dengan klasifikasi kelas jalan tiap rencana jalan rel. dimana klasifikasi jalan rel tersebut di pengaruhi oleh beberapa faktor. Klasifikasi jalan rel tersebut direncanakan sesuai dengan *Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*.

### **2.3.1 Klasifikasi Jalan Rel**

Jalan rel diklasifikasikan berdasarkan daya angkut lalu lintas per tahun yang bisa ditampung oleh kereta tersebut.

### **2.3.2 Daya Angkut Lalu Lintas**

Daya angkut lalu lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintasan dalam jangka waktu satu tahun.

### **2.3.3 Ruang Bebas dan Ruang Bangun**

Ruang bebas adalah ruang yang harus dibebaskan dari segala bentuk bangunan atau halangan lain, tepatnya pada bagian atas tubuh kereta. Ruang Bangun adalah ruang yang harus dibebaskan dari segala bentuk bangunan atau halangan lain, tepatnya pada bagian sisi kiri dan kanan tubuh kereta. Aturan ruang bebas dan ruang bangun tersebut tertera pada PM No.60 tahun 2012, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bab berikutnya.

## **2.4 Geometrik Jalan Rel Kereta Cepat**

Perencanaan geometrik jalan rel dilaksanakan sesuai dengan buku *Railway Management and Engineering*, termasuk lebar *track gauge* serta perencanaan lengkungan yang harus disesuaikan dengan kecepatan kereta cepat yang relatif tinggi. Sehingga didapatkan desain jalan rel kereta cepat yang aman, nyaman dan tepat guna.

### **2.4.1 Lebar Sepur**

Kereta cepat yang telah beroperasi di seluruh dunia menggunakan lebar *track gauge standard* 1.435m, karena dianggap lebih bisa mencegah kereta untuk terguling (Vassilios A. Profillidis, 2009). Oleh karena itu untuk jalan rel kereta cepat akan digunakan lebar sepur 1.435 m yang merupakan jarak standard untuk perencanaan kereta cepat, diukur dari ujung dalam antar rel.

### **2.4.2 Kelandaian Jalan Rel**

Kelandaian jalan rel perlu direncanakan karena kelandaian ini adalah suatu persyaratan terhadap jalan pendakian maksimum yang terdapat pada suatu lintasan lurus. Besarnya nilai kelandaian ini nantinya akan sangat berpengaruh pada kombinasi daya tarik dan rangkaian kereta yang dioperasikan. Kemiringan jalan rel ini dikelompokkan sesuai kelas jalan rel pada pada tiap-tiap jalan rel.

### **2.4.3 Lengkung Horizontal**

Lengkung horizontal atau alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan rel yang terdiri dari garis lurus dan lengkungan pada tikungan di bidang horizontal dari jalan rel tersebut. Dalam lengkung horizontal ini terdapat berbagai macam jenis lengkungan. Diantaranya adalah :

a. Lengkung Lingkaran

Lengkung lingkaran adalah dua bagian garis lurus yang perpanjangannya saling membentuk sudut, dimana sudut tersebut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran dengan atau tanpa adanya lengkung peralihan.

b. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkungan dimana nilai jari-jari lingkarannya berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian-garis yang lurus dengan bagian garis lingkaran, dan juga sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda.

c. Lengkung S

Lengkung S adalah lengkungan yang terjadi apabila dua lengkung dari suatu lintasan yang berbeda arah lengkungnya terletak sambungan.

#### 2.4.4 Lengkung Vertikal

Lengkung vertical atau alinemen vertical adalah proyeksi sumbu jalan rel rpada bidang vertical yang terdapat pada sumbu jalan rel tersebut. Lengkung vertical terdiri dari garis lurus yang memiliki kelandaian dan lengkung vertical yang bisa berupa busur lingkaran. Perencanaan lengkung vertical ini akan dipengaruhi oleh kecepatan maksimum dari kereta itu sendiri. Terdapat beberapa macam jenis dari lengkung vertical, diantaranya adalah:

a. Lengkung Vertikal Cekung

Suatu garis lengkung vertical yang berbentuk cekung.

b. Lengkung vertical Cembung

Suatu garis lengkung vertical yang berbentuk cembung.

#### **2.4.5 Pelebaran Jalan Rel**

Perencanaan pelebaran jalan rel sangatlah diperlukan, terutama pada kondisi tikungan. Perencanaan ini perlu dilakukan agar roda kereta dapat melewati tikungan tanpa adanya suatu hambatan yang menghalangi.

#### **2.4.6 Peninggian Jalan Rel**

Perencanaan peninggian jalan rel perlu direncanakan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh badan kereta, sehingga kereta bisa melaju dengan aman tanpa terguling.

### **2.5 Komponen Struktur Rel**

Rel adalah struktur balok yang diletakan secara memanjang dan menerus di atas bantalan yang berfungsi sebagai tumpuannya. Dalam menentukan tipe rel yang digunakan, harus direncanakan sesuai dengan *traffic load* dan umur rencananya.

#### **2.5.1 Penentuan Dimensi Rel**

Rel adalah balok yang dianggap menerus sepanjang track dengan pembebanan terpusat dan ditumpu oleh struktur yang memiliki modulus elastisitas jalan rel (*track stiffness*). Penentuan dimensi rel harus disesuaikan dengan tegangan ijin rel itu sendiri, dan tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan ijin rel ( $\sigma < \sigma$  ijin).

#### **2.5.2 Umur Rencana Rel**

Umur rencana rel dapat ditentukan berdasarkan mutu rel yang digunakan (komposisi material baja dan bahan kimia penyusu rel yang digunakan), kondisi lingkungan di lapangan, dan juga beban yang bekerja ( daya angkut lalu lintas).

### **2.5.3 Stabilitas Panjang Rel**

Dalam perencanaan rel perlu diperhatikan panjang minimum dan stabilitasnya terhadap pengaruh tekuk oleh gaya longitudinal yang bekerja akibat kereta dan juga suhu. Oleh karena itu rel tidak boleh memuai terlalu besar dan akan dihambat oleh sambungan dan penambat pada bantalan dan balas sebagai tumpuannya.

### **2.5.4 Sambungan Pada Rel**

Sambungan rel perlu dilakukan pada titik perlemahan pada rel, sehingga saat menerima beban kejut yang cukup besar struktur rel tidak berpindah dan rusak.

### **2.5.5 Bantalan Rel**

Bantalan rel adalah komponen dari track yang terletak diantara rel dan balas. Bantalan juga berfungsi sebagai tumpuan dari rel itu sendiri, sehingga distribusi beban yang diterima oleh rel bisa terdistribusikan dengan baik dan merata ke bawah.

Saat ini bantalan kayu sudah banyak ditinggalkan dan PT. Kereta Api (Indonesia) telah menggunakan bantalan beton sebagai gantinya. Penggunaan bantalan beton ini dinilai lebih efektif, meskipun biaya untuk pengadaannya lebih mahal daripada bantalan kayu namun untuk umur dan perawatannya lebih tahan lama dibandingkan dengan bantalan kayu.

Untuk penggunaan dan pemilihan bantalan beton ini sudah banyak di produksi oleh perusahaan-perusahaan dalam negeri. Namun untuk memilihnya tetap diperlukan beberapa persyaratan agar bantalan yang digunakan bisa tepat guna.

### **2.5.6 Jarak Antar Bantalan**

Jarak antar bantalan pada jalan lurus ditentukan dengan jumlah bantalan sejumlah 1.667 buah untuk tiap 1 kilomernya. Sedangkan pada saat kondisi jalan berbelok biasanya digunakan jarak 0,6 m diukur dari rel luar. Namun jarak antar bantalan rel ini juga bisa direncanakan dengan perhitungan.



## **2.6 Komponen Penambat**

Penambat adalah bagian penting dari struktur rel. penambat ini berfungsi sebagai komponen yang menghubungkan rel dengan bantalan dibawahnya agar tidak terjadi perpindahan posisi dan tetap kuat dan kokoh. Dengan adanya penambat rel ini jarak antar kedua rel akan terkunci dan tetap. Semakin berat beban yang bekerja pada rel maka semakin kuat juga kekuatan penambat yang diperlukan.

## **2.7 Volume Galian dan Timbunan**

Tujuan dari perhitungan galian dan timbunan ini adalah untuk mengoptimalkan penggunaan volume galian dan timbunan pada tanah, sehingga pengerjaan galian dan tiimbunan pada proyek lebih efisien dan tepat guna.

## **2.8 Lebar Formasi Badan Jalan Rel**

Lebar formasi badan jalan rel adalah jarak dari sumbu jalan rel ke tepi terluar dari badan jalan. Dimana perencanaan forasi badan jalan rel tersebut disesuaikan dengan kecepatan maksimum desain dari kereta itu sendiri.

## **2.9 Balas dan Sub Balas**

Lapisan balas terdiri dari lapisan yang berupa batuan kecil dari batu pecah. Batuan pecah atau balas ini mengisi bagian antar bantalan dengan jarak tertentu yang biasa disebut dengan bahu balas. Fungsi dari balas itu sendiri adalah sebagai berikut :

- a. Mendistribusikan tekanan yang diakibatkan oleh bantalan.
- b. Meminimalisir getaran yang disebabkan oleh kereta.
- c. Mencegah terjadinya pergeseran jalur.
- d. Memfasilitasi drainase untuk mengalirkan air hujan ke saluran drainase.

Sedangkan Sub balas adalah, lapisan batuan kerikil yang terletak dibawah lapisan balas. Fungsinya adalah sebagai berikut :

- a. Melindungi lapisan atas dari timbunan (sub-grade) dari balas.
- b. Mendistribusikan tekanan yang terjadi.
- c. Mengalirkan aliran bawah tanah akibat hujan ke saluran drainase.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Umum**

Metodologi dalam penyusunan tugas akhir ini adalah tahapan kerja yang akan dilakukan dari awal perencanaan hingga didapatkan hasil yang tepat dalam merencanakan geometrik jalan rel untuk kereta cepat. Bertikut adalah tahapan-tahapan metodologi yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Tahap Persiapan.
2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.
3. Tahap perencanaan Kereta Cepat.
4. Kesimpulan.

### **3.2 Tahap Persiapan**

Tahap Persiapan adalah tahapan pengumpulan informasi awal terkait studi, pembelajaran terhadap literasi terdahulu, merumuskan permasalahan yang akan dibahas dan menentukan tujuan dari perencanaan geometrik jalan rel untuk kereta cepat secara tepat guna sesuai dengan literature dan peraturan yang ada.

#### **3.2.1 Identifikasai Masalah**

Langkah awal dalam mengidentifikasi suatu permasalahan dalam pengerjaan perencanaan jalan rel untuk kereta cepat adalah, masalah yang ingin dibahas dan diselesaikan harus dipahami dengan jelas. Sehingga perencanaan yang dikerjakan sesuai dengan apa yang diharapkan.

#### **3.2.2 Studi Lapangan**

Sebagai langkah awal dalam pelaksanaan studi lapangan di lokasi perencanaan kereta cepat Madiun-Solo, pengamatan dilakukan menggunakan aplikasi *Google Earth* dan Juga *Google Maps* untuk mengetahui berbagai kemungkinan kendala yang akan dihadapi dalam proses perencanaan. Dan untuk megetahui peta kontur lokasi perencanaan yaitu Madiun

sampai Solo dilakukan pembuatan peta kontur dengan bantuan aplikasi Autodesk Infracad. Langkah-langkah tersebut dimaksudkan agar perencana memperoleh gambaran umum tentang kondisi eksisting di lapangan.

### **3.2.3 Studi Literatur Terdahulu**

Studi literasi ini ditujukan untuk menambah pemahaman teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir ini. Studi ini juga diperlukan sebagai acuan-acuan dalam perencanaan dalam tugas akhir ini, sehingga dalam merencanakan konstruksi jalan rel kereta cepat ini perencanaan bisa tepat guna. Literatur yang digunakan adalah buku *Railway Management and Engineering*, Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, serta beberapa aturan dan literasi lain yang akan dicantumkan lebih lengkap pada bagian Daftar Pustaka.

## **3.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Dalam mengerjakan tugas akhir ini diperlukan beberapa data teknis di lapangan yang dapat diperoleh dari bantuan aplikasi *Autodesk Infracad*, data perencanaan dari Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030 yang kemudian diolah sesuai dengan tujuan dari perencanaan tugas akhir ini.

### **3.3.1 Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan dalam tugas akhir ini diperoleh dari bantuan aplikasi dan sumber sumber terkait. Data yang diperlukan antara lain :

*Data Primer*

#### **a. Peta Lokasi dan Topografi**

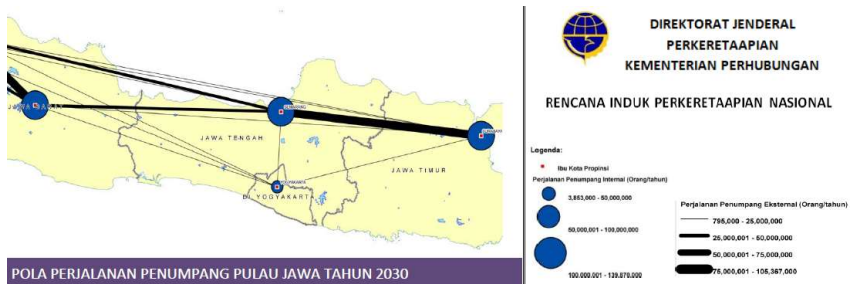
Data yang diperoleh dari peta lokasi adalah kondisi eksisting di daerah rencana sebagai penentuan titik awal perencanaan jalan rel. sedangkan data yang diperoleh dari peta topografi adalah garis kontur serta elevasi permukaan tanah pada daerah rencana. Peta lokasi

diambil dari aplikasi *Google Earth*, sedangkan untuk peta kontur diambil dari aplikasi *Global Mapper*.

### Data Sekunder

#### a. Data Perjalanan Penumpang

Data perjalanan Penumpang ini tersedia dalam pola perjalanan penumpang pulau jawa tahun 2030 yang tertera dalam Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030. Berikut adalah gambar desire line untuk data perjalanan penumpang.



Gambar 3. 1 Desire line Pola Perjalanan Penumpang

Dari data tersebut didapatkan bahwa jumlah perjalanan penumpang (Orang/tahun) dari kota Surabaya menuju kota Jogjakarta adalah sebanyak 3,853,000 – 50,000,000 Jiwa per tahunnya.

- #### b. Peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah dan literasi lainnya :
- PJKA. 1986. Peraturan Dinas No.10 tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.
  - PJKA. 1986. Peraturan Dinas No.10 tentang Penjelasan Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.

- PM. 2012. Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- Buku Railway Management and Engineering Third Edition, V.A. Profillidis 2009.

### 3.3.2 Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan berdasarkan literatur dan aturan yang digunakan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Proses pengolahan data adalah sebagai berikut :

#### 1. Perencanaan Geometrik Jalan rel

Dalam perencanaan geometrik jalan rel untuk kereta cepat, harus direncanakan trase yang sesuai dengan karakteristik kereta cepat seperti pada Tabel 3.1 berikut :

**Tabel 3. 1 Karakteristik Teknis Jalur Kereta Cepat**

Country	Japan	France	Germany	Italy	Spain	Korea
Line	Tokyo- Osaka (515 km)	Paris- Lyons (427 km)	Hannover- Wurzburg (327 km)	Rome- Florence (260 km)	Madrid- Barcelona (522 km)	Seoul- Busan (412 km)
Maximum speed V max (km/h)	260-300	300	250	250	300	350
Radius of Curvature Rmin (m)	2500	4000	7000	3000	4000	7000
Maximum longitudinal gradient	20	35	12,5	8	30	25
Traction	25 KV	25 KV	15 KV	3 KV	25 KV	25 KV
Power Supply	50 Hz, 60 Hz	50 Hz	16 2/3 Hz		50 Hz	60 Hz
Distance of axes of two tracks (m)	4,2	4,2	4,0	4,2	n.a	5,0
Super Elevation (mm)	200	180	150	160	n.a	n.a

*Sumber: Vassilios A. Profillidis, 2009*

## 2. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan dalam perencanaan geometrik jalan rel.

- Untuk perencanaan struktur jalan rel.

$$V_{rencana} = 1,25 \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.1)$$

- Untuk perencanaan peninggian.

$$V_{rencana} = c \times \frac{\sum N_i \times V_i}{\sum N_i} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

$$c = 1,25$$

$N_i$  = Jumlah Kereta api yang lewat.

$V_i$  = Kecepatan Operasi

- Untuk perencanaan jari-jari lengkung lingkaran dan lengkung peralihan.

$$V_{rencana} = V_{maks} \dots\dots\dots(3.3)$$

- Bisa digunakan kecepatan rencana dengan melihat spesifikasi kereta api cepat yang direncanakan akan melintasi jalur kereta cepat.

## 3. Beban Gandar

Beban gandar pada kereta cepat untuk lebar track 1.435m dibagi menjadi 4 kategori. Berikut 4 kategori beban jalur maksimum untuk kereta cepat (Vassilios A. Profillidis, 2009).

A : Maximum Load Per Axle 16 ton

B : Maximum Load Per Axle 18 ton

C : Maximum Load Per Axle 20 ton

D : Maximum Load Per Axle 22,5 ton

4. Klasifikasi Jalan rel

Jalan rel dibedakan menurut klasifikasinya berdasarkan daya angkut lalu lintas pertahunnya. Seperti tertera pada Tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3. 2 Kelas Jalan Rel 1435 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 <sup>6</sup>	160	22,5	R. 60	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	10.10 <sup>6</sup> – 20.10 <sup>6</sup>	140	22,5	R. 60	Beton 60	Elastis Ganda	30	50
III	5.10 <sup>6</sup> – 10.10 <sup>6</sup>	120	22,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40
IV	< 5.10 <sup>6</sup>	100	22,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

5. Daya Angkut Lintas

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun.

$$T = 360 \times S \times TE \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

TE = tonase ekivalen (ton/hari)

$$TE = Tp + (Kb \times Tb) + (Kl \times Tl) \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

Tp = Tonase penumpang dan kereta harian.

Tb = Tonase barang dan gerbong harian.

Tl = Tonase lokomotif harian.

S = 1,1 untuk lintas kereta api penumpang dengan kecepatan max 120 km/jam.

S = 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang

Kl = koefisien yang besarnya = 1,4.



$K_b$  = Koefisien yang besarnya bergantung pada beban gandar.

= 1,5 untuk beban gandar < 18 ton.

= 1,3 untuk beban gandar > 18 ton.

#### 6. Ruang Bebas dan Ruang Bangun

Ruang bebas adalah ruang diatas sepur yang harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Untuk jalur ganda, jarak antar sumbu untuk jalur lurus dan lengkung sebesar 4,00 m. Pertimbangan penentuan trase meliputi :

- Jarak terhadap pusat pemukiman.
- Sedikit mungkin melintasi pemukiman.
- Sedikit mungkin melakukan pekerjaan *cut and fill*.

Ruang bangun adalah ruang disisi sepur yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap seperti antara lain tiang semboyan, tiang listrik dan pagar. Batas ruang bangun diukur dari sumbu jalan rel pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter Seperti yang tercantum pada Tabel 3.3 berikut :

**Tabel 3. 3 Jarak Ruang Bangun**

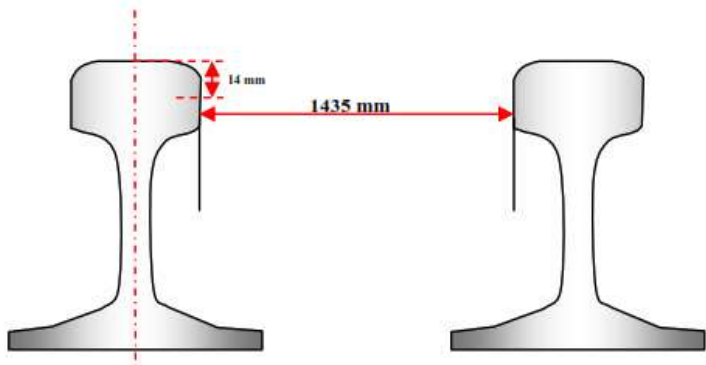
Segmen Jalur	Lebar Jalan Rel 1067 mm dan 1435 mm	
	Jalur Lurus	Jalur Lengkung R < 800
Lintas Bebas	minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel	R ≤ 300, minimal 2,55 m R > 300, minimal 2,45 m di kiri kanan as jalan rel
Emplasemen	minimal 1,95 m di kiri kanan as jalan rel	minimal 2,35 m di kiri kanan as jalan rel
Jembatan, Terowongan	2,15 m di kiri kanan as jalan rel	2,15 m di kiri kanan as jalan rel

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*



### 7. Perencanaan Lebar Sepur

Untuk seluruh kelas jalan rel lebar sepur adalah 1435 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 3.4 berikut :



Gambar 3. 4 Lebar jalan rel 1435 mm

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012  
Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

### 8. Perencanaan Kelandaian

#### a. 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 lok dan rangkaian yang dioperasikan. Untuk masing-masing kelas jalan rel, besar landai penentu adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 3.4. berikut :

**Tabel 3. 4 Landai penentu maksimum**

Kelas jalan rel	Landai Penentu Maksimum
1	10 ‰
2	10 ‰
3	20 ‰
4	25 ‰
5	25 ‰

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

b. Landai Curam

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

$$l = \frac{va^2 - vb^2}{2g Sk - Sm} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana:

- ℓ = Panjang maximum landai curam (m).
- Va = Kecepatan minimum yang diijinkan dikaki landai curam m/detik.
- Vb = Kecepatan minimum dipuncak landai curam (m/detik) vb ≥ ½ va.
- g = Percepatan gravitasi.
- Sk = Besar landai curam (‰).
- Sm = Besar landai penentu (‰).

9. Lengkung Horizotal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal, alinemen horizontal terdiri dari garis lurus dan lengkungan.

a. Lengkung Lingkaran

Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari-jari minimum dengan lengkung peralihan (*S-C-S*) atau tanpa lengkung peralihan (*SS dan Full Circle*) yang diijinkan adalah seperti yang tercantum pada Tabel 3.5 berikut :

**Tabel 3. 5 Persyaratan perencanaan lengkungan**

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 Perhubungan No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

b. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan atau yang biasa dikenal dengan Spiral-Circle-Spiral adalah lengkung yang memiliki angka 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 rumus berikut:

$$Lh = 0,01 h.v..... (3.7)$$

Dimana :

$Lh$  = Panjang minimal lengkung peralihan.

$h$  = pertinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm).

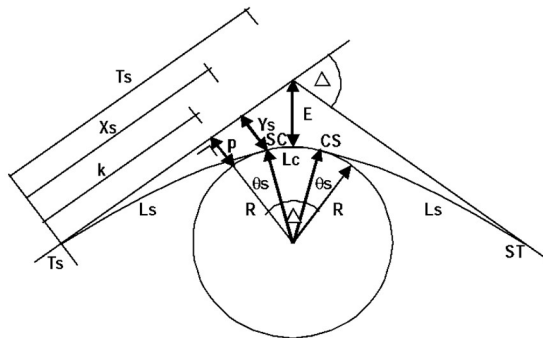
$v$  = kecepatan rencana untuk lengkungan peralihan (km/jam).

c. Lengkung S

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

d. Alur Perhitungan Lengkung Horizontal

Untuk merencanakan suatu lengkung diperhitungkan bagian-bagian lengkung seperti terlihat pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3. 5 Lengkung Horizontal dengan Lengkung Peralihan  
 Sumber : Modul 5. Geomterik Jalan Raya dan Rel.

Rumus :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) * \pi R}{180} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(3.10)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{40 R^2} - R * \sin \theta s \dots\dots\dots(3.11)$$

$$Ts = (R + p) * tg \left( \frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots(3.12)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \dots\dots\dots(3.13)$$

$$Xs = Ls \left( 1 - \frac{Ls^2}{40 * R^2} \right) \dots\dots\dots(3.14)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 * R} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana :

$\Theta s$  = Sudut lengkung peralihan ( $^{\circ}$ ).

$Ls$  = Panjang lengkung peralihan (m).

$R$  = Jari-jari rencana (m).

$\Delta$  = Sudut tikungan rencana ( $^{\circ}$ ).

$Lc$  = Panjang lengkung lingkaran (m).

$Ts$  = Jarak titik  $Ts$  dari  $PI$  (m).

$P$  = Jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap sudut tangen (m).

$K$  = Jarak dari titik  $TS$  ke titik  $P$  (m).

$E$  = Jarak dari  $PI$  ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m).

$Xs$  = Jarak dari  $TS$  ke titik proyeksi  $YS$  (m).

$Ys$  = Jarak dari  $SC$  ke garis proyeksi  $TS$  (m).

### 10. Lengkung Vertikal

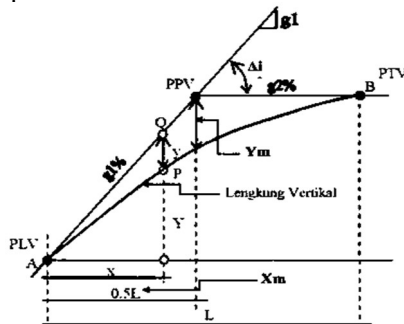
Alinyemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut. Alinyemen vertikal terdiri dari garis lurus, dengan atau tanpa kelandaian, dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran. Besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal bergantung pada besar kecepatan rencana, sebagaimana dinyatakan dalam Tabel 3.6 berikut :

**Tabel 3. 6 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 Perhubungan No. 60 Tahun 2012  
Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

Pengukuran lengkung vertikal dilakukan pada titik awal peralihan kelandaian, dua lengkung vertikal yang berdekatan harus memiliki transisi sekurang-kurangnya sepanjang 20 m. Pada saat merencanakan lengkung vertikal, harus memperhitungkan bagian-bagian lengkung seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 berikut :



Gambar 3. 6 Lengkung Vertikal

*Sumber: Modul 6. Alinyemen Vertikal*



Dari Gambar 3.6, maka untuk menghitung lengkung vertikal akan dijelaskan dengan persamaan dibawah ini:

$$X_m = \frac{R}{2} \times (g_2 - g_1) \dots \dots \dots (3.16)$$

$$Y_m = E_v = \frac{A \times L}{800} \dots \dots \dots (3.17)$$

$$L = 2 \times X_m \dots \dots \dots (3.18)$$

$$\text{Elevasi PLV} = \text{PPV} - g_1 \times \frac{1}{2} \times L \dots \dots \dots (3.19)$$

$$\text{Elevasi PTV} = \text{PPV} - g_2 \times \frac{1}{2} \times L \dots \dots \dots (3.20)$$

$$\text{Elevasi PPV} = \text{PPV} - \frac{\Delta i \times L}{800} \dots \dots \dots (3.21)$$

Keterangan:

$X_m$  = Jarak dari awal lengkung vertikal sampai titik tekuk A (m)

$Y_m$  = Jarak dari titik tekuk A ke elevasi rencana (m)

$R$  = Jari-jari lengkung vertikal (m)  
( $R_v = V^2/2$  dan  $R_v \text{ min} = V^2/4$ )

$l$  = Panjang lengkung peralihan (m)

$\phi$  = Perbedaan landai (%)

$g_1, g_2$  = Kelandaian 1 dan 2 (%)

$A$  = Titik pertemuan antara perpanjangan ke dua landai.

## 11. Peninggian Rel

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

$$h \text{ normal} = 8,1 \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (3.22)$$

Keterangan:

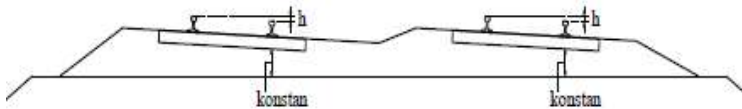
$V$  = Kecepatan rencana (m/s).

$R$  = Jari-jari lengkung (m).

$H$  = Peninggian rel (m).

$h$  maksimum = Peninggian rel maksimum adalah 150 mm (untuk lebar jalan rel 1435 mm).

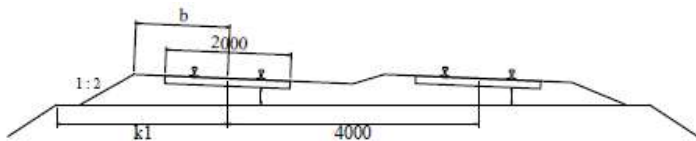
Peninggian rel dicapai dengan menepatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi, seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8



Gambar 3. 7 Peninggian Elevasi Rel ( $h$ ) pada lengkung Jalur Ganda.

Sumber: PJK. 1986. Peraturan Dinas No.10

Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.



Gambar 3. 8 Penampang Melintang Jalan Rel Pada Lengkung Jalur Ganda.

Sumber: PJK. 1986. Peraturan Dinas No.10

Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.

## 12. Penentuan Dimensi Rel

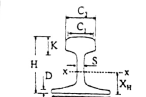
Pemilihan dimensi rel sangat tergantung dengan beban lalu lintas yang bekerja pada rel dan juga umur rencananya. Untuk track gauge 1.435 m, digunakan rail tipe R54 untuk beban lalu lintas rendah, R60 untuk beban lalu lintas

sendang dan tinggi. Ada juga tipe rel R71 namun sampai saat ini belum banyak digunakan.

a. Karakteristik Penampang Rel

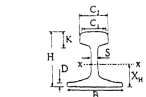
Karakteristik penampang rel harus memenuhi syarat dan ketentuan rel yang berlaku. Tabel profil rel dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 berikut:

**Tabel 3.7 Tabel Profil Rel UIC**



	Rail height	Base width	Head width		Web thickness	Head height	Base thickness	Cross-section	Weight	Neutral axis	Moment of inertia	
			Head width									
			C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)								
	H (mm)	B (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	S (mm)	K (mm)	D (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	G (kg/m)	X <sub>H</sub> (mm)	I <sub>X</sub> (cm <sup>4</sup> )	
<b>UIC sections</b>	UIC 50 (50 E4)*	152.00	125.00	70.00	72.20	15.00	49.40	10.00	6,392	50.18	76.00	1,940
	UIC 54 (54 E1)	159.00	140.00	70.00	72.20	16.00	49.40	11.00	6,934	54.43	74.97	2,127
	UIC 54E (54 E2)	161.00	125.00	67.00	69.50	16.00	51.40	12.00	6,855	53.81	69.47	2,308
	UIC 60 (60 E1)	172.00	150.00	72.00	74.30	16.50	51.00	11.50	7,687	60.34	80.90	3,055
<b>British sections</b>	BS 60 R	114.30	109.54	57.20	57.20	11.11	35.70	7.60	3,792	29.77	55.70	677
	BS 70 A	123.80	111.10	60.30	60.30	12.30	39.70	7.90	4,438	34.84	61.30	912
	BS 80 A	133.40	117.50	63.50	65.40	13.10	42.50	8.70	5,071	39.80	65.60	1,209
	BS 90 R	142.90	136.50	66.70	66.70	13.90	43.70	9.30	5,684	44.62	68.00	1,600
	BS 90 A	142.90	127.00	66.70	68.75	13.90	46.00	9.10	5,735	45.02	70.00	1,558
	BS 113 A (56 E1)	158.75	139.70	69.85	72.06	20.00	49.21	11.11	7,183	56.39	84.32	2,349
<b>German sections</b>	SMR 29	115.00	90.00	47.00	55.00	12.00	40.00	10.00	3,794	29.78	55.00	624
	SMR 32	125.00	70.00	47.00	57.58	12.00	50.00	11.00	4,109	32.25	66.40	716
	S 30	108.00	108.00	60.30	60.30	12.30	31.00	7.00	3,825	30.03	52.14	606
	S 33	134.00	105.00	58.00	58.00	11.00	39.00	9.50	4,264	33.47	67.33	1,040
	S 41, 10R	138.00	125.00	67.00	67.00	12.00	43.00	9.50	5,271	41.38	68.23	1,368
	S 41, 14R	138.00	125.00	67.00	67.00	12.00	43.00	9.50	5,216	40.95	68.23	1,368
	S49 (49 E1)	149.00	125.00	67.00	70.00	14.00	51.50	10.50	6,297	49.34	73.30	1,819
	S49b (49 E3)	146.00	125.00	67.00	70.00	14.00	48.50	10.50	6,083	47.80	70.95	1,705
	S54 (54 E3)	154.00	125.00	67.00	70.00	16.00	55.00	12.00	6,948	54.54	75.00	2,073

\* Symbols between parentheses denote codification according to European standards



	Rail height	Base width	Head width		Web thickness	Head height	Base thickness	Cross-section	Weight	Neutral axis	Moment of inertia	
			Head width									
			C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)								
	H (mm)	B (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	S (mm)	K (mm)	D (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	G (kg/m)	X <sub>H</sub> (mm)	I <sub>X</sub> (cm <sup>4</sup> )	
<b>American sections</b>	ASCE 60	107.95	107.95	60.33	60.33	12.30	30.96	6.99	3,825	30.03	52.07	606
	ASCE 75	122.20	122.20	62.70	72.20	13.50	36.10	7.30	4,727	37.11	58.40	952
	ASCE 80	127.00	127.00	63.50	63.50	13.90	38.10	7.60	5,070	39.80	61.20	1,098
	ASCE 90	142.90	130.20	61.50	65.10	14.30	37.30	9.10	5,686	44.64	64.50	1,610
	ASCE 100	152.40	136.50	65.30	69.06	15.87	42.86	11.10	7,236	56.80	75.69	2,730
	ASCE 115	168.27	139.70	69.06	69.06	16.67	44.45	11.11	7,633	65.53	81.28	3,671
	ASCE 132	180.98	152.40	74.45	76.20	16.67	44.45	11.11	8,429	66.17	81.28	3,576
	ASCE 133	179.39	152.40	71.10	76.20	17.46	49.21	11.60	8,429	66.17	81.28	3,576
	ASCE 136	185.74	152.40	72.62	74.61	17.46	49.21	11.11	8,606	67.56	85.01	3,949
	CB 122	172.21	152.40	71.14	74.68	16.51	49.02	11.43	7,743	60.78	80.77	3,080
<b>Various sections</b>	U 33	145.00	134.00	62.00	64.30	15.00	47.00	10.50	5,898	46.30	67.20	1,588
	India IRS 52	156.00	136.00	67.00	67.00	15.00	51.00	9.00	6,610	51.89	79.00	2,105
	Netherlands SA 42	80.00	80.00	70.00	72.20	40.00	46.90	25.00	5,352	42.01	38.20	1,606
	Netherlands NP 46 (46 E3)*	142.00	120.00	74.00	76.00	14.00	42.50	10.00	5,930	46.55	70.36	1,605
	Denmark Form V	141.00	126.00	69.30	71.30	13.80	43.00	8.30	5,791	45.46	68.00	1,520
	Denmark Form VII	172.00	150.00	72.00	74.30	16.50	51.00	11.50	7,687	60.34	80.90	3,055
	Switzerland SBB I	145.00	125.00	65.00	65.00	14.00	45.00	9.40	5,880	46.16	69.47	1,631
	Turkey 145/46.303	145.00	134.00	62.00	64.30	15.00	47.00	10.50	5,898	46.30	67.20	1,588
	South Africa SAR 48	150.00	127.00	68.00	68.00	14.00	43.00	11.00	6,114	48.00	72.20	1,822
	China VRC 43	140.00	114.00	70.00	70.00	14.50	42.00	11.00	5,688	44.65	68.80	1,489
	China VRC 50	152.00	132.00	70.00	70.00	15.50	42.00	10.50	6,562	51.51	70.90	2,037

\* Symbols between parentheses denote codification according to European standards

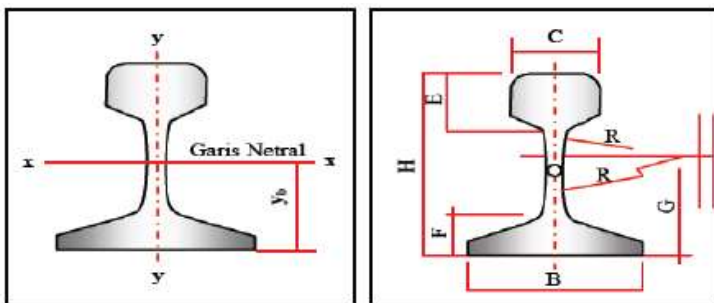
Sumber: *Railway Management and Engineering Third Edition*  
(V.A. Profilidis), 2009

**Tabel 3. 8 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	72,00	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	74,97	80,95
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm <sup>2</sup> )	54,26	64,20	69,34	76,86
W (Kg/m)	42,59	50,40	54,43	60,34
Ix (cm <sup>4</sup> )	1369	1960	2346	3055
Yb (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95

A = Luas Penampang  
 W = Berat Rel Per Meter  
 Ix = Momen Inersia Terhadap Sumbu x  
 Yb = Jarak Tepi Bawah Rel Ke Garis Netral

Sumber: *Peraturan Menteri Nomor 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*



Gambar 3. 9 Dimensi Penampang Rel

Sumber: *Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012*  
*Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

b. Tegangan Ijin ( $\sigma$ )

Tegangan ijin pada rel tergantung dengan mutu rel yang digunakan. Untuk perencanaan tegangan ijin rel bisa dilihat dari Tabel 3.9 berikut :

**Tabel 3. 9 Nilai Tegangan Ijin Untuk Kelas Jalan Rel**

Kelas Jalan	Tipe Rel	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Ijin JNR (km/m <sup>2</sup> )
I	R60	1042	1325
	R54	1195	
II	R54	1146	1325
	R50	1236	
III	R54	1097	1663
	R50	1183	
	R42	1474	
IV	R54	1048	1843
	R50	1130	
V	R43	1409	1843
	R42	1343	

*Sumber: Peraturan Dinas Nomor 10 Tentang Penjelasan Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.*

c. Perhitungan Tegangan yang Terjadi Pada Rel

Perhitungan tegangan yang terjadi pada rel dapat ditentukan dengan beberapa rumus berikut :

1) Beban Dinamis Roda (Pd)

$$P_s = \frac{\text{Beban Gandar}}{2} \dots\dots\dots (3.23)$$

$$P_d = P_s + 0,01 \times P_s \times \left( \frac{V}{1,609} - 5 \right) \dots\dots\dots (3.24)$$

Dimana :

Pd = Beban dinamis roda (Kg)

Ps = Beban Statis roda (Kg)

V = Kecepatan Rencana (Km/Jam)

2) Damping Faktor ( $\lambda$ )

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 x E X I x}} \dots\dots\dots(3.25)$$

Dimana :

$\lambda$  = Damping factor ( $\text{cm}^{-1}$ )

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

E = Modulus elastisitas struktur rel

$$= 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$I_x$  = Momen inersia rel terhadap sumbu x-x ( $\text{cm}^4$ )

3) Momen Maksimum ( $M_a$ )

$$M_o = \frac{Pd}{4 x \lambda} \dots\dots\dots(3.26)$$

$$M_a = 0,85 \times M_o \dots\dots\dots(3.27)$$

Dimana :

$M_o$  = momen akibat superposisi beban gandar  
( $\text{kg.cm}$ )

$Pd$  = Beban dinamis roda ( $\text{kg}$ )

$\lambda$  = *Dumping factor* ( $\text{cm}^{-1}$ )

$M_a$  = Momen maksimum ( $\text{kg.cm}$ )

4) Tegangan Ijin Kelas Jalan Rel ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{(M_a \times Y_b)}{I_x} \dots\dots\dots(3.28)$$

5) Tegangan Yang Terjadi Pada Dasar Rel ( $S_{base}$ )

$$S_{base} = \frac{M_a}{W_b} \dots\dots\dots(3.29)$$

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan ijin rel ( $\text{kg/cm}^2$ )

$M_a$  = Momen maksimum ( $\text{kg.cm}$ )

$Y_b$  = Jarak tepi bawah rel ke garis netral ( $\text{cm}$ )

$I_x$  = Momen inersia rel terhadap sumbu x-x ( $\text{cm}^4$ )

$W_b$  = Tahanan momen dasar /  $Z_x$  ( $\text{cm}^3$ )

### 13. Umur Rencana Rel

Dalam merencanakan umur rencana rel terdapat sebuah nilai konstanta yang perlu diperhatikan. Perhitungan nilai konstanta tersebut adalah pada kondisi jalur lurus dan pada kondisi lengkung atau tikungan. Berikut adalah cara untuk merencanakan umur rencana rel :

#### a. Perhitungan Nilai Konstanta (K)

$$K \text{ total} = \frac{k_1+k_2+k_3+\dots}{L \text{ total}} \dots\dots\dots (3.30)$$

Dimana :

$k_1$  = (Panjang jalur) x (nilai K rel 1) x (nilai K jalur lurus 1)

$k_2$  = (Panjang jalur) x (nilai K rel 2) x (nilai K jalur lengkung 2)

$k_3$  = (Panjang jalur) x (nilai K rel 3) x (nilai K jalur lengkung 3)

$k_4$  = dst tergantung banyaknya rencana jalur lengkung dan lurus

Konstanta Kondisi Rel

= Untuk jalan rel baru = 0,9538

= Untuk rel > 123RE = 0,9810

= Jika tidak ada data lain dapat digunakan harga K = 0,545

Pada saat geometrik alinyemen horizontal dapat digunakan nilai perbandingan dengan nilai K pada kondisi jalan lurus. Berikut adalah tabel perbandingannya pada Tabel 3.10 berikut:

**Tabel 3. 10 Hubungan antara jari-jari lengkung vertikal terhadap harga K**

Jari- Jari Lengkung	Perbandingan dengan umur jalan lurus	
	Taupa Pelumas	Dengan Pelumas
0-3500	1	1
3500-1165	0,87	1
1165-700	0,74	0,88
600-500	0,61	0,73
500-390	0,49	0,70
390-320	0,38	0,62
320-270	0,30	0,55
270-230	0,22	0,48
230-200	0,16	0,44
200-185	0,12	0,40
<185	0,10	0,37

*Sumber: Komponen dan Disain Rel, 2005*

b. Perhitungan Nilai Umur Rel (T)

$$T = K \times W \times D^{0,565} \dots\dots\dots(3.31)$$

Dimana :

T = Nilai umur rel (juta ton)

K = Konstanta total

W = Berat rel (Lb/yard), dimana 1 lb/yard = 0,496 kg/m

D = Daya angkut lintas (juta ton/tahun, atau million gross ton, mgt), dimana 1 mgt = 0,909 juta ton.

c. Perhitungan Umur Rel (U)

$$U = \frac{T}{D} \dots\dots\dots(3.32)$$



Dimana :

U = Umur rel (tahun)

T = Nilai umur rel (juta ton)

D = Daya angkut lintas (juta ton/tahun)

#### 14. Stabilitas Panjang Rel

Dalam merencanakan panjang rel perlu diperhitungkan panjang minimum dari rel itu sendiri agar stabilitasnya terjaga dan struktur rel dapat terhindar dari tekuk buckling maupun perubahan suhu yang terjadi. Berikut adalah beberapa tahapan dalam merencanakan stabilitas panjang rel:

##### a. Panjang Minimum Rel

Menurut PD No 10 Tahun 1986, panjang rel dibedakan menjadi tiga jenis rel, antara lain :

1. Rel standar adalah rel yang panjangnya 25 meter.
2. Rel pendek adalah rel yang panjangnya maksimal 100 m.
3. Rel panjang adalah rel yang panjang minimumnya seperti pada Tabel 3.11 berikut :

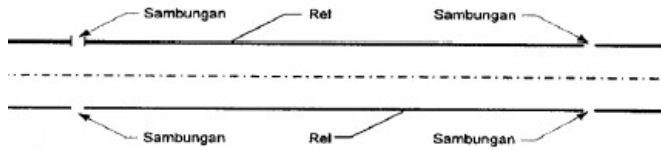
**Tabel 3. 11 Panjang Minimum untuk Rel Panjang**

Jenis Bantalan	Tipe Rel			
	R 24	R 50	R 54	R 60
Bantalan Kayu	325 m	375 m	400 m	450 m
Bantalan Beton	200 m	225 m	250 m	275 m

*Sumber: Peraturan Dinas Nomor 10 Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.*

#### 15. Sambungan Pada Rel

Sambungan rel perlu diperhatikan untuk menjaga kekokohan rel. Pada saat rel mengalami pemuaian dan mendapatkan beban kejut rel tetap kokoh dan tidak bergeser. Berikut adalah Gambar 3.10 sambungan pada rel :



Gambar 3. 10 Titik sambungan pada rel  
 Sumber: *Komponen Struktur Jalan Rel dan Pembebanannya*  
 (Fredy Jhon Philip)

Panjang rel dari produksi pabrik di Indonesia adalah sepanjang 25 m, yang kemudian akan dilas dengan “flash butt welding” untuk mendapat rel-rel pendek. Kemudian saat di lapangan akan di las dengan sambungan las “thermit welding” sehingga didapatkan panjang yang sesuai dengan panjang track rencana. Keunggulan dari menggunakan las thermit pada sambungan rel adalah seperti Tabel 3.12 berikut :

**Tabel 3. 12 Jenis Sambungan Pada Rel**

Welding Process	Place of welding			Welding Time Min	Reliability Welds	Equipment Cost	Mobility Of Equipment	
	Shop	Site aepot	On Track					
Get pressure welding	Stationary	⊙	⊙	×	15	⊙	High	×
	Portable	—	⊙	⊙	20	⊙	Medium	○
Flash welding	Stationary	⊙	×	×	5	⊙	High	×
	Portable	○	⊙	○	5	⊙	High	○
Enclosed are welding	—	○	⊙	60	⊙	Medium	⊙	
Alumino – thermic welding	—	—	⊙	40	○	Low	⊙	

Sumber : PJK. 1986. *Penjelasan Peraturan Dinas Nomor 10 Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.*  
 Bandung

Keterangan Simbol :

⊙      ○      ×      ××  
 [Baik sekali] [Baik] [Jelek] [Jelek sekali]

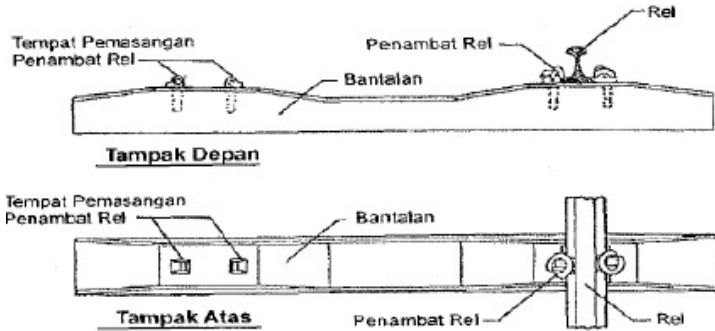
## 16. Bantalan Rel

Pada rencana kereta cepat ini jenis bantalan yang akan digunakan adalah bantalan beton. Bantalan beton dipilih karena memiliki ketahanan yang lebih kuat, serta memiliki umur yang lebih panjang dibandingkan dengan bantalan kayu. Namun untuk memilih bantalan beton yang tepat diperlukan perencanaan yang sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Berikut adalah beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam pemilihan bantalan beton :

### a. Syarat Bantalan Beton

Sesuai dengan PM 60 tahun 2012, bantalan beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Lebar jalan 1.435 m) :

- Kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 600 kg/cm<sup>2</sup>
- Mutu baja prategang dengan tegangan putus (*tensile strength*) minimum sebesar 16.876 kg/cm<sup>2</sup> (1.655 MPa).
- Harus mampu memikul momen minimum sesuai dengan desain beban gandar dan kecepatan.
- Dimensi bantalan beton :  
Panjang = 2.440 mm (untuk beban gandar sampai dengan 22,5 ton) 2.740 mm (untuk beban gandar diatas 22,5 ton)  
Lebar maksimum = 330 mm  
Tinggi maksimum = 220 mm



Gambar 3. 11 Detail Bantalan Rel  
 Sumber: Utomo, S.H.T, 2009

b. Kontrol Kekuatan Bantalan Beton

Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan kekuatan bantalan beton :

- 1) Modulus Elastisitas berdasarkan nilai  $f_{cu}$

$$E = 6400 \times \sqrt{f_{c'}} \dots\dots\dots(3.33)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisitas (Kg/cm<sup>2</sup>)

F<sub>c</sub>'= Mutu Beton

- 2) Perhitungan  $\lambda$  beton di bawah rel dan tengah bantalan

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \dots\dots\dots(3.34)$$

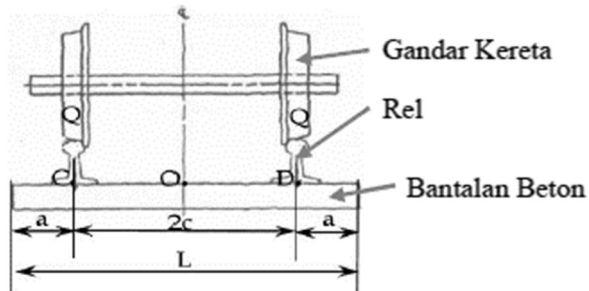
Dimana :

K = Modulus elastisitas rel = 180 (kg/cm<sup>2</sup>)

E = Modulus elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)

I<sub>x</sub> = Momen inersia bantalan beton (cm<sup>4</sup>)

- 3) Perhitungan momen di titik C dan D akan ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 3. 12 Dimensi bantalan & posisi beban  
 Sumber: Peraturan Dinas Nomor 10 Tentang Penjelasan  
 Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.

$$Q = 60\% \times Pd \dots \dots \dots (3.35)$$

Momen di titik M (c/d) =

$$\frac{Q}{4\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda L) + (\sin\lambda L)} \times [(2xc\cosh^2\lambda a)x(\cos 2\lambda c + \cosh\lambda L) - (2xc\cos^2\lambda a)x(\cosh 2\lambda c + \cos\lambda L) - (\sinh 2\lambda a)x(\sin 2\lambda c + \sinh\lambda L) - (\sin 2\lambda a)x(\sinh 2\lambda c + \sinh\lambda L)] \dots \dots \dots (3.36)$$

- 4) Perhitungan momen di titik O (tengah bantalan) →  
 M(o)

$$-\frac{Q}{2\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda L) + (\sin\lambda L)} \times [(\sinh\lambda c)x(\sin\lambda c + \sinh\lambda(L - c)) + (\sin\lambda c)x(\sinh\lambda c + \sinh\lambda(L - c)) + (\cosh\lambda c)x(\cos\lambda(L - c)) - (\cos\lambda c) \quad x(\cosh\lambda c)x(\cosh\lambda(L - c))] \dots \dots \dots (3.37)$$

Dimana :

$\lambda$  = Dumping factor

Q = Beban yang diterima bantalan (kg)

M(C/D) = Momen di as rel (kg.cm)

M(O) = Momen di as bantalan (kg.cm)

c. Jarak antar Bantalan

Jarak antar bantalan beton bisa direncanakan dengan rumus berikut :

1) Koefisien lentur rel (B)

$$B = \frac{6 \times E \times I_x}{a^3} \dots\dots\dots(3.38)$$

Dimana :

B = Koefisien lentur rel (kg)

E = Modulus elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)

I<sub>x</sub> = Momen inersia bantalan beton (cm<sup>4</sup>)

a = ½ jarak pemasangan bantalan (cm)

2) Luas bidang pikul bantalan (A)

$$A = 2 \times \text{Jarak antar bantalan} \times \frac{1}{2} L \dots\dots\dots(3.39)$$

Dimana :

A = Luas bidang pikul bantalan (cm<sup>2</sup>)

L = Panjang bantalan (m)

3) Koefisien Bantalan (D)

$$D = \frac{1}{2} \times 0,95 \times A \times C \dots\dots\dots(3.40)$$

Dimana :

D = Koefisien bantalan (cm<sup>2</sup>)

= 0,5 x 0,90 x A x C (untuk gauge 1435 mm)

= 0,5 x 0,95 x A x C (untuk gauge 1067 mm)

= 0,5 x 1,00 x A x C (untuk gauge 600 mm)

A = Luas bidang pikul bantalan (cm<sup>2</sup>)

C = Koefisien balas atas

= Untuk pasir = 3

= Untuk kerikil = 5

= Untuk kricak = 8

## 4) Koefisien Ketentuan (K)

$$K = \frac{B}{D} \dots\dots\dots(3.41)$$

Dimana :

K = Koefisien ketentuan (kg/cm<sup>2</sup>)

B = Koefisien lentur rel (kg)

D = Koefisien bantalan (cm<sup>2</sup>)

## 5) Momen Maksimum (Mmax)

$$M_{max} = \frac{(8 \times K) + 7}{(4 \times K) + 10} \times 0,25 \times P_s \times L \dots\dots\dots(3.42)$$

Dimana :

Mmax = Moment maksimum (kg.cm)

k = Koefisien ketentuan (kg/cm<sup>2</sup>)

Ps = Beban statis roda (kg)

L = Jarak antar bantalan (cm)

## 6) Tahanan Dasar (Wbase)

$$W_{base} = \frac{I_x}{y} \dots\dots\dots(3.43)$$

Dimana :

Wbase = Tahanan dasar (cm<sup>3</sup>)Ix = Momen inersia bantalan beton (cm<sup>4</sup>)

y = Beban statis roda (kg)

## 7) Syarat Pemasangan Jarak Antar Bantalan

$$\sigma_{ijin} \geq \frac{M}{W} \dots\dots\dots(3.44)$$

Dimana :

 $\sigma_{ijin}$  = Tegangan ijin rel (kg/cm<sup>2</sup>)

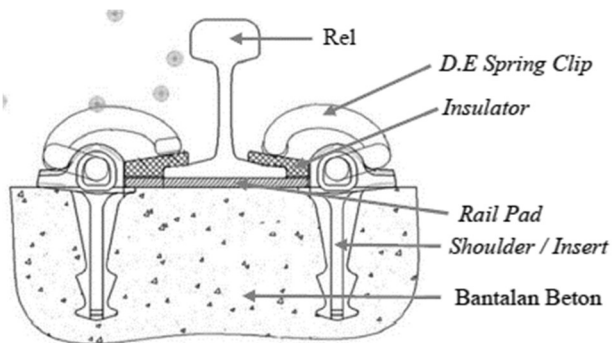
Mmax = Momen maksimum (kg.cm)

Wbase = Tahanan dasar (cm<sup>3</sup>)

### 17. Komponen Penambat Rel

Penambat merupakan komponen penting dari struktur rel. penambat ini berfungsi sebagai komponen yang menghubungkan rel dengan bantalan dibawahnya agar tidak terjadi perpindahan posisi dan tetap kuat dan kokoh. Dengan adanya penambat rel ini jarak antar kedua rel akan terkunci dan tetap. Semakin berat beban yang bekerja pada rel maka semakin kuat juga kekuatan penambat yang diperlukan.

Komponen yang harus diperhatikan pada saat pemasangan penambat pada bantalan beton anantara lain adalah seperti pada Gambar 3.13: *Spring clip, Insulator, Rail Pad dan Shoulder / Insert*.



Gambar 3. 13 Detail bagian-bagian dari alat penambat

Sumber: <URL:<https://www.pindad.com/e-clip-rail-fastening>>.

Diakses pada 5 Desember 2018, pukul 21:47

### 18. Lebar Formasi Badan Jalan Rel

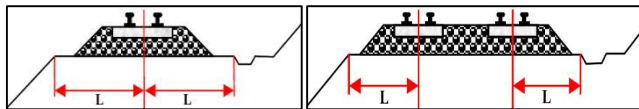
Lebar formasi badan jalan (tidak termasuk parit tepi) adalah jarak dari sumbu jalan rel ke tepi terluar formasi badan jalan. Khusus untuk rel ganda jarak antar AS bantalan adalah 4 meter. Jarak ini harus diambil lebih besar dari yang ditunjukkan pada Tabel 3.13 dan Gambar 3.14:



**Tabel 3. 13 Lebar Badan Jalan Rel**

Kecepatan Maksimum Desain (Km/jam)	L	
	Rel 1067 mm (cm)	Rel 1435 mm (cm)
120 dan 110	315 (300)	426 (396)
100	295 (285)	396 (366)
90	285 (275)	366 (336)
80	250 (240)	335 (305)

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012  
Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*



Gambar 3. 14 Penampang Rel Tunggal dan Ganda

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012  
Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.*

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. Fungsi Utama balas adalah untuk:

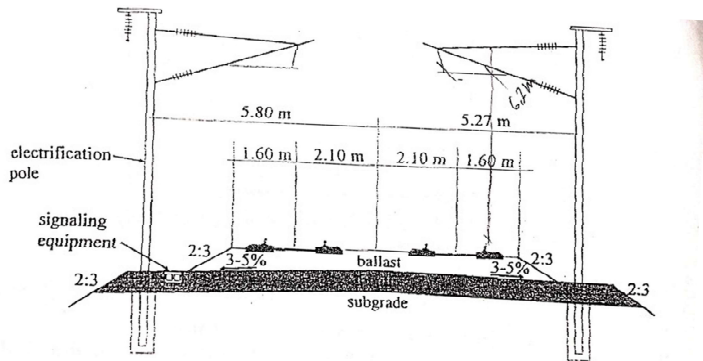
- Meneruskan & menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar
- Mengokohkan kedudukan bantalan
- Meluruskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan rel.

Untuk perencanaan dimensi badan jalan rel dapat dilihat pada Tabel 3.14 dan Gambar 3.15:

**Tabel 3. 14 Penampang Melintang Jalan Rel**

Kelas Jalan	V Maks (km/jam)	d1 (c m)	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 Perhubungan No. 60 Tahun 2012  
Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.



Gambar 3. 15 Penampang Melintang Kereta Api Cepat (1435 mm)

Sumber: Profillidis, 2006

### 19. Balas dan Sub Balas

Lapisan balas terdiri dari lapisan yang berupa batuan kecil dari batu pecah. Batuan pecah atau balas ini mengisi bagian antar bantalan dengan jarak tertentu yang biasa disebut dengan bahu balas. (Railway Management and Engineering, 2009).

Fungsi dari balas itu sendiri adalah sebagai berikut :

- a. Mendistribusikan tekanan yang diakibatkan oleh bantalan.
- b. Meminimalisir getaran yang disebabkan oleh kereta.
- c. Mencegah terjadinya pergeseran jalur.
- d. Memfasilitasi drainase untuk mengalirkan air hujan ke saluran drainase.

Sedangkan Sub balas adalah, lapisan batuan kerikil yang terletak dibawah lapisan balas. Fungsinya adalah sebagai berikut :

- a. Melindungi lapisan atas dari timbunan (sub-grade) dari balas.
- b. Mendistribusikan tekanan yang terjadi.
- c. Mengalirkan aliran bawah tanah akibat hujan ke saluran drainase.

## 20. Volume Galian dan Timbunan

Perhitungan galian dan timbunan dilakukam dengan menggunakan bantuan aplikasi Auto Cad Civil 3D. Volume galian dan timbunan yang tepat dan efisien dapat diketahui setelah perencanaan trase dilaksanakan.

Tujuan perhitungan galian dan timbunan adalah untuk meminimalkan penggunaan volume galian dan timbunan pada tanah, sehingga pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan stabilitas tanah dasar dapat dikurangi, waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat, dan biaya pembangunan dapat seefisien mungkin. Terdapat tiga metode utama yang umum digunakan, yaitu:

- a. Metode *cross section*
- b. Metode *unit area (borrow pit)* dan
- c. Metode *contour area*.

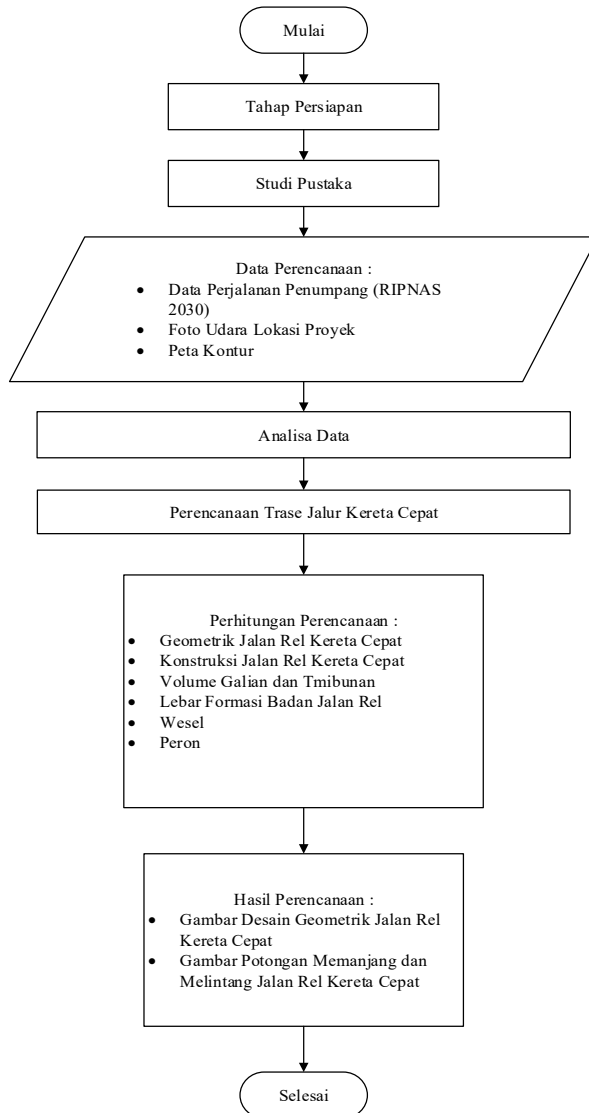
Metode *cross section* atau penampang melintang banyak digunakan untuk pekerjaan tanah yang bersifat memanjang, seperti perencanaan jalan raya, jalan kereta api, bendungan dan penggalian pipa. Untuk menentukan *cut and fill* ini, akan dilakukan dengan metode *cross section* yang dikerjakan menggunakan aplikasi pemrograman autocad civil 3D.

### **3.4 Kesimpulan dan Saran**

Setelah mengolah semua data perencanaan maka dapat ditarik suatu kesimpulan yang merupakan ringkasan akhir dari hasil perhitungan perencanaan tugas akhir ini. Setelah itu bisa diberikan saran-saran yang bersifat mendukung untuk para perencana sejenis.

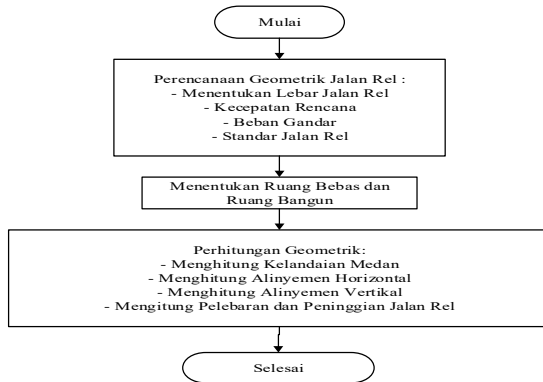
### **3.5 Diagram Alir (*Flowchart*)**

Pada bagian diagram alir ini dijelaskan bagaimana langkah-langkah pengerjaan tugas akhir ini. Berikut adalah gambaran diagram alir dari tugas akhir ini :



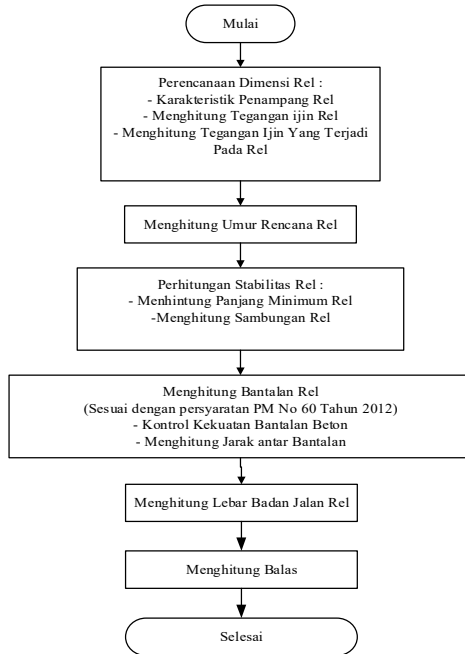
Gambar 3. 16 Diagram Alir

Berikut adalah tahapan pengerjaan pada langkah perencanaan geometrik jalan rel :



Gambar 3. 19 Diagram Alir Geometrik Jalan

Berikut adalah tahapan pengerjaan pada langkah perencanaan konstruksi jalan rel :



Gambar 3. 18 Diagram Alir Struktur Jalan Rel

*( Halaman ini sengaja dikosongkan )*



## BAB IV

### PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN REL

#### 4.1 Alternatif Trase Jalan Rel

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa rencana alternatif trase dari jalur kereta api cepat Madiun – Solo. Analisa pemilihan alternatif trase dilakukan dengan menggunakan metode *multy criteria analysis* teknik *Analytic Hierarchy Process* pada masing-masing alternatif trase yang direncanakan. Dari hasil analisa tersebut akan memudahkan pemilihan trase terpilih dengan penilaian-penilaian tertentu, sehingga didapatkan trase jalan rel kereta api cepat Madiun-Solo yang terpilih untuk kemudian dilakukan perhitungan desain geometrik jalan relnya.

Pengambilan pilihan untuk alternatif trase jalur kereta api cepat Madiun- Solo akan direncanakan 3 trase. Dalam ke-3 trase tersebut terdapat beberapa kriteria dan pertimbangan yang harus diperhatikan dalam melakukan metode *multy criteria analysis* teknik *Analytic Hierarchy Process*. Penilaian –penilaian tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- Panjang rencana trase jalur kereta api.
- Panjang konstruksi elevated yang diperlukan.
- Perlintasan dengan jalan.
- Melewati kawasan pemukiman dan lahan sawah.
- Jumlah konstruksi jembatan.

Dari kriteria penilaian diatas ditentukan pembobotan untuk dijadikan penilaian atas nilai masing-masing trase.

##### 4.1.1 Analisa Alternatif Trase 1

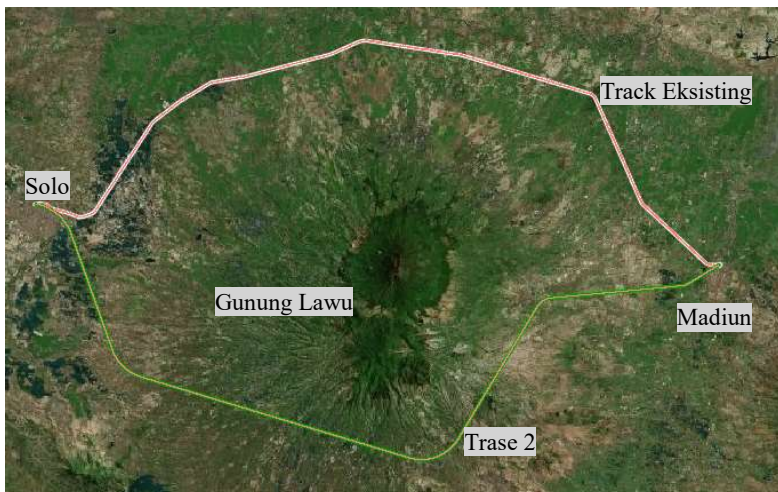
Pada alternatif trase 1 direncanakan jalur kereta api cepat dengan kriteria seperti berikut. Melintas di sisi selatan jalur kereta api eksisting dengan panjang lintasan 89,772 Km. Alternatif trase 1 memiliki 8 tikungan, dan diperkirakan terdapat konstruksi elevated sepanjang 16,4 Km. Berikut Gambar 4.1 adalah gambar dari alternatif trase 1.



Gambar 4. 1 Alternatif Trase 1

#### 4.1.2 Analisa Alternatif Trase 2

Pada alternatif trase 2 direncanakan jalur kereta api cepat dengan kriteria seperti berikut. Akan melintasi sisi selatan dari gunung Lawu sehingga didapatkan panjang lintasan 101,361 Km. Alternatif trase 2 memiliki 6 tikungan, dan diperkirakan terdapat konstruksi elevated sepanjang 66,16 Km. Berikut Gambar 4.2 adalah gambar dari alternatif trase 2.



Gambar 4. 2 Alternatif Trase 2

### 4.1.3 Analisa Alternatif Trase 3

Untuk alternatif trase 3 direncanakan jalur kereta api cepat dengan kriteria seperti berikut. Melintasi sisi selatan jalur kereta api eksisting, namun berbeda dengan alternatif trase 1 panjang lintasan untuk alternatif trase 3 adalah 88,571 Km. Alternatif trase 3 memiliki 6 tikungan, dan diperkirakan terdapat konstruksi elevated sepanjang 16,64 Km. Berikut Gambar 4.3 adalah gambar dari alternatif trase 3.



Gambar 4. 3 Alternatif Trase 3

## 4.2 Penentuan Alternatif Trase Terpilih

Dalam menggunakan metode *multi criteria analysis* teknik *Analytic Hierarchy Process*, alternatif trase dibandingkan dengan sistim penilaian tertentu dengan perhitungan matriks sederhana yang kemudian akan menghasilkan nilai atau bobot dari masing-masing alternatif trase. Selanjutnya dari nilai atau bobot dari alternatif yang terbesar akan dijadikan trase terpilih.

### 4.2.1 Penentuan Skala Numerik

Skala numerik digunakan untuk membandingkan tiap parameter penilaian sehingga didapatkan parameter dari tiap-tiap

trase yang berbeda-beda. Berikut adalah skala numerik untuk penilaian kriteria .

**Tabel 4. 1 Skala Numerik Penilaian Kriteria**

SKALA	ARTI
1	Sama Pentingnya
3	Kepentingan Sedikit Lebih
5	Penting Sekali

*Sumber: Mendoza, 1999*

#### 4.2.2 Matriks Pairwise Comparison

Dari penilaian masing-masing kriteria dengan kriteria lainnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan matriks seperti Tabel 4.2 dibawah ini.

**Tabel 4. 2 Penilaian Tiap-tiap Kriteria**

Kriteria	A	B	C	D	E	F
A	1	1	3	3	3	5
B	1	1	0,2	0,333333	0,333333	0,333333
C	0,333333	5	1	1	5	3
D	0,333333	3	1	1	3	3
E	0,333333	3	0,2	0,333333	1	0,2
F	0,2	3	0,333333	0,333333	5	1

Dimana :

KRITERIA	KODE
<b>Faktor Biaya</b>	
Panjang Lintasan	A
Konstruksi Elevated	B
Perlintasan Dengan Jalan	C
<b>Faktor Pembebasan Lahan</b>	
Pembebasan Pemukiman	D
Pembebasan Sawah	E
<b>Faktor Perlintasan Sungai</b>	
Jumlah Jembatan	F

Tabel 4.2 dapat diartikan sebagai berikut :

(A, A) bernilai 1 : Parameter kolom A yaitu PANJANG LINTASAN dibandingkan dengan baris A memiliki nilai perbandingan **“sama pentingnya”** untuk parameter kolom A dan baris A.

(A, B) bernilai 1 : Parameter kolom B yaitu KONSTRUKSI ELEVATED dibandingkan baris A yaitu PANJANG LINTASAN memiliki perbandingan **“sama pentingnya”** untuk parameter kolom B dan baris A.

(A, C) bernilai 3 : Parameter kolom A yaitu PANJANG LINTASAN dibandingkan baris C yaitu PERLINTASAN DENGAN JALAN memiliki perbandingan bahwa panjang trase **“kepentingannya sedikit lebih”** dari perlintasan dengan jalan.

(A, D) bernilai 3 : Parameter kolom A yaitu PANJANG LINTASAN dibandingkan baris D PEMBEBASAN PEMUKIMAN memiliki perbandingan bahwa panjang trase **“kepentingannya sedikit lebih”** dari pembebasan pemukiman.

(A, E) bernilai 3 : Parameter kolom A yaitu PANJANG LINTASAN dibandingkan baris E yaitu PEMBEBASAN SAWAH memiliki perbandingan bahwa panjang trase **“kepentingannya sedikit lebih”** dari pembebasan sawah.

(A, F) bernilai 5 : Parameter kolom A yaitu PANJANG LINTASAN dibandingkan baris F yaitu melewati JUMLAH JEMBATAN memiliki perbandingan bahwa panjang trase **“Penting sekali”** dari jumlah jembatan.

### 4.2.3 Menentukan Peringkat Alternatif dari Matriks Pairwise Comparison

Untuk mendapatkan bobot kriteria, berikut adalah langkah perhitungannya :

1. Menghitung *Eigen Vector* masing-masing kriteria dengan menggunakan rumus berikut :

$$Eigen\ Vector = W_i = \sqrt[n]{(W_{i1} \times W_{i2} \times W_{i3} \times \dots \times W_{ij})}$$

Dimana :

$W_i$  = Nilai *eigen vektor* setiap kriteria.

$n$  = Jumlah matriks perbandingan.

$$\text{Eigen Vector} = W_i = \sqrt[6]{(1 \times 1 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5)}$$

$$\text{Eigen Vector} = W_i = 2,265$$

2. Menghitung bobot dari hasil perhitungan eigen vector masing-masing kriteria.

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Eigen Vector}}{\Sigma \text{Eigen Vector}}$$

$$= \frac{2,265}{7,178}$$

$$= 0,316$$

Dari hasil perhitungan bobot masing-masing kriteria diurutkan dari yang memiliki nilai bobot tertinggi hingga yang paling rendah. Berikut adalah Tabel 4.3 hasil perhitungan bobot masing-masing kriteria dan urutannya.

**Tabel 4. 3 Bobot Kriteria Penilaian**

Kriteria	Eigenvector	Bobot	Rank
A	2,265	0,316	1
B	0,442	0,062	6
C	1,710	0,238	2
D	1,442	0,201	3
E	0,487	0,068	5
F	0,833	0,116	4
	<b>7,178</b>	1,000	

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan peringkat 1 untuk kriteria A yaitu panjang lintasan jalur kereta api cepat adalah kriteria yang paling berpengaruh.

#### 4.2.4 Menghitung Nilai Kriteria

Dalam menentukan bobot relatif untuk masing-masing kriteria, digunakan batasan untuk mendapatkan nilai *low*, *medium*, dan *high*. Berikut adalah Tabel 4.4 batasan untuk penilaian yang dimaksud

**Tabel 4. 4 Penilaian Nilai Kriteria**

KRITERIA	KODE	POINT		
		<i>Baik</i>	<i>Sedang</i>	<i>Jelek</i>
<b><u>Faktor Biaya</u></b>				
Panjang Lintasan	A	85-90 Km	90-95 Km	95-100 Km
Konstruksi Elevated	B	10-30 Km	30-50 Km	50-70 Km
Perlintasan Sebidang	C	< 5	5 - 10	> 10
<b><u>Faktor Pembebasan Lahan</u></b>				
Pembebasan Pemukiman	D	< 5 %	5% - 10%	> 10%
Pembebasan Sawah	E	< 75 %	75% - 90%	> 90%
<b><u>Faktor Perlintasan Sungai</u></b>				
Jumlah Jembatan	F	< 2	2	> 2

Dalam pengertiannya tabel 4.4 dapat diartikan sebagai berikut :

##### Kriteria Panjang Lintasan

- Apabila panjang lintasan antara 85-90 Km maka sesuai dengan penilaian bobot relatif diatas, alternatif tersebut masuk dalam penilaian *Baik*.
- Apabila panjang lintasan antara 90-95 Km maka sesuai dengan penilaian bobot relatif diatas, alternatif tersebut masuk dalam penilaian *Menengah*.
- Apabila panjang lintasan antara 95-100 Km maka sesuai dengan penilaian bobot relatif diatas, alternatif tersebut masuk dalam penilaian *Jelek*.

Dengan batasan penilaian seperti diatas, dapat disimpulkan bahwa apabila panjang lintasan alternatif termasuk dalam penilaian *Bagus* maka alternatif tersebut akan diberikan nilai paling besar, yaitu 3. Hal tersebut dikarenakan, semakin pendek lintasan sebuah proyek jalan maka akan semakin sedikit pula total anggaran biaya yang dibutuhkan, begitu pula sebaliknya.

### Panjang Konstruksi Elevated

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan trase untuk dibangun secara elevated, panjang konstruksi elevated tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Keperluan konstruksi elevated sepanjang 10 - 30 Km memiliki penilaian *Baik*.
- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan trase untuk dibangun secara elevated, panjang konstruksi elevated tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Konstruksi elevated sepanjang 30-50 Km memiliki penilaian *Menengah*.
- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan trase untuk dibangun secara elevated, panjang konstruksi elevated tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Keperluan konstruksi elevated sepanjang 50 - 70 Km memiliki penilaian *Jelek*.

Dengan batasan penilaian seperti diatas, dapat disimpulkan bahwa apabila panjang konstruksi elevated termasuk dalam penilaian *Baik* maka alternatif tersebut akan diberikan nilai paling besar, yaitu 3. Hal tersebut dikarenakan, semakin pendek konstruksi elevated sebuah proyek jalan maka akan semakin sedikit pula total anggaran biaya yang dibutuhkan, begitu pula sebaliknya.

### Jumlah Perlintasan Dengan Jalan

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengakibatkan adanya perlintasan sebidang antara jalur kereta dengan jalan raya, maka hal tersebut juga akan menjadi sebuah penilaian. Alternatif trase dengan jumlah perlintasan sebidang kurang dari 5 mendapatkan nilai *Baik*.
- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengakibatkan adanya perlintasan sebidang antara jalur kereta dengan jalan raya, maka hal tersebut juga



akan menjadi sebuah penilaian. Alternatif trase dengan jumlah perlintasan sebidang antara 5 sampai 10 mendapatkan nilai *Menengah*.

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengakibatkan adanya perlintasan sebidang antara jalur kereta dengan jalan raya, maka hal tersebut juga akan menjadi sebuah penilaian. Alternatif trase dengan jumlah perlintasan sebidang lebih dari 5 mendapatkan nilai *Jelek*.

Dengan batasan penilaian seperti diatas, dapat disimpulkan bahwa apabila jumlah perlintasan sebidang dalam rencana trase termasuk dalam penilaian *Baik* maka alternatif tersebut akan diberikan nilai paling besar, yaitu 3. Hal tersebut dikarenakan, semakin sedikit jumlah perlintasan sebidang maka semakin besar juga tingkat keamanan dari jalur kereta, karena kemungkinan untuk bersilangan dengan kendaraan lain semakin kecil.

#### Pembebasan Pemukiman

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan pemukiman, luas lahan pemukiman yang harus dibebaskan tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan pemukiman dengan luasan kurang dari 5% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Baik*.

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan pemukiman, luas lahan pemukiman yang harus dibebaskan tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan pemukiman dengan luasan antara 5%-10% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Menengah*.

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan pemukiman, luas lahan pemukiman yang harus dibebaskan tersebut

menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan pemukiman dengan luasan lebih dari 10% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Jelek*.

Dengan batasan penilaian seperti diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit lintasan alternatif trase melewati lahan pemukiman, maka alternatif tersebut termasuk dalam penilaian *Baik* dan diberikan penilaian yang paling tinggi yaitu 3. Hal tersebut dikarenakan semakin sedikit jumlah lahan pemukiman yang harus dibebaskan, maka semakin sedikit pula anggaran biaya proyek yang dibutuhkan untuk pembebasan lahan pemukiman.

#### Pembebasan Persawahan

- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan persawahan, luas lahan persawahan yang harus dibebaskan tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan persawahan dengan luasan kurang dari 75% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Baik*.
- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan persawahan, luas lahan persawahan yang harus dibebaskan tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan persawahan dengan luasan antara 75%-90% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Menengah*.
- Apabila rencana trase yang akan dibangun mengharuskan pembebasan lahan persawahan, luas lahan persawahan yang harus dibebaskan tersebut menjadi sebuah penilaian tersendiri. Pembebasan lahan persawahan dengan luasan lebih dari 90% dari panjang lintasan memiliki penilaian *Jelek*.

Dengan batasan penilaian seperti diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit lintasan alternatif trase melewati lahan persawahan, maka alternatif tersebut termasuk

dalam penilaian *Baik* dan diberikan penilaian yang paling tinggi yaitu 3. Hal tersebut dikarenakan semakin sedikit jumlah lahan persawahan yang harus dibebaskan, maka semakin sedikit pula anggaran biaya proyek yang dibutuhkan untuk pembebasan lahan persawahan

Dari penjelasan tiap-tiap bobot penilaian diatas, dapat dilihat nilai dari masing-masing kriteria untuk kategori *low*, *medium* dan *high* adalah seperti Tabel 4.5 berikut:

**Tabel 4. 5 Nilai *Multi Criteria Analysis***

KRITERIA	KODE	POINT		
		<i>Baik</i>	<i>Sedang</i>	<i>Jelek</i>
<b>Faktor Biaya</b>				
Panjang Lintasan	A	3	2	1
Konstruksi Elevated	B	3	2	1
Perlintasan Sebidang	C	3	2	1
<b>Faktor Pembebasan Lahan</b>				
Pembebasan Pemukiman	D	3	2	1
Pembebasan Sawah	E	3	2	1
<b>Faktor Perlintasan Sungai</b>				
Jumlah Jembatan	F	3	2	1

#### 4.2.5 Penilaian *Multi Criteria Analysis (AHP)* Masing-masing Trase

Setelah seluruh aspek-aspek penilaian sudah ditentukan dilakukan perhitungan penilaian terhadap masing-masing alternatif trase. Sehingga didapatkan perbandingan alternatif trase yang memiliki nilai multi criteria analysis yang paling besar dibandingkan dengan alternatif trase lainnya. Berikut adalah hasil perhitungan masing-masing trase.

##### a) Alternatif Trase 1

Perhitungan penilaian untuk alternatif trase 1 adalah seperti Tabel 4.6 berikut:

**Tabel 4. 6 Bobot Multi Criteria Analysis (AHP) Trase 1**

KRITERIA	KODE	KET	SAT	Nilai
<b><u>Faktor Biaya</u></b>				
Panjang Lintasan	A	89,772	Km	<b>3</b>
Konstruksi Elevated	B	16,4	Km	<b>3</b>
Perlntasan Dengan Jalan	C	14	Titik	<b>1</b>
<b><u>Faktor Pembebasan Lahan</u></b>				
Pembebasan Pemukiman	D	9,50%	%	<b>2</b>
Pembebasan Sawah	E	89%	%	<b>2</b>
<b><u>Faktor Perlintasan Sungai</u></b>				
Jumlah Jembatan	F	2	Buah	<b>2</b>

Setelah didapatkan nilai dari masing-masing kategori penilaian. Nilai tersebut dikalikan dengan hasil perhitungan bobot yang sudah dijelaskan pada subbab 4.2.3 poin ke 2. Sehingga didapatkan penilaian multi criteria analysis untuk masing-masing kriteria penilaian, kemudian dijumlahkan dan menjadi nilai multi criteria analysis dari alternatif trase 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot} &= \frac{\text{Eigen Vector}}{\Sigma \text{Eigen Vector}} \\
 &= \frac{2,265}{7,178} \\
 &= 0,316 \\
 &= 0,316 \times 100 = 31,6
 \end{aligned}$$

Bobot untuk kriteria A adalah 31,6

Kemudian bobot tersebut dikalikan dengan nilai multi criteria analysis yang didapat oleh alternatif trase satu untuk kriteria penilaian A.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai MCA} &= \text{Nilai Bobot} \times \text{Nilai Asli} \\
 \text{Nilai MCA} &= 31,6 \times 3 \\
 &= 94,6
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan penilaian multi criteria analysis untuk alternatif trase 1 adalah seperti pada Tabel 4.7 berikut:

**Tabel 4. 7 Penilaian Alternatif Trase 1**

<b>KRITERIA</b>	<b>Nilai Asli</b>	<b>Nilai Bobot</b>	<b>Nilai MCA</b>
<b><u>Faktor Biaya</u></b>			
Panjang Lintasan	3	31,6	94,657
Konstruksi Elevated	3	6,2	18,452
Perlindungan Dengan Jalan	1	23,8	23,821
<b><u>Faktor Pembebasan Lahan</u></b>			
Pembebasan Pemukiman	2	20,1	40,184
Pembebasan Sawah	2	6,8	13,567
<b><u>Faktor Perlintasan Sungai</u></b>			
Jumlah Jembatan	2	11,6	23,200
			<b>213,882</b>

Dari tabel 4.7 didapatkan bahwa hasil penilaian multi criteria analysis untuk trase 1 adalah 213,882.

b) Alternatif Trase 2

Perhitungan penilaian untuk alternatif trase 2 adalah seperti Tabel 4.8 berikut:

**Tabel 4. 8 Bobot Multi Criteria Analysis (AHP) Trase 2**

KRITERIA	KODE	KET	SAT	Nilai
<b><u>Faktor Biaya</u></b>				
Panjang Lintasan	A	<b>101,361</b>	Km	1
Konstruksi Elevated	B	<b>66,16</b>	Km	1
Perlindungan Dengan Jalan	C	<b>8</b>	Titik	2
<b><u>Faktor Pembebasan Lahan</u></b>				
Pembebasan Pemukiman	D	<b>11,00%</b>	%	1
Pembebasan Sawah	E	<b>92%</b>	%	1
<b><u>Faktor Perlindungan Sungai</u></b>				
Jumlah Jembatan	F	<b>1</b>	Buah	3

Dan hasil penilaian multi criteria analysis untuk alternatif trase 2 adalah seperti yang terdapat pada Tabel 4.9 berikut:

**Tabel 4. 9 Penilaian Alternatif Trase 2**

KRITERIA	Nilai Asli	Nilai Bobot	Nilai MCA
<b><u>Faktor Biaya</u></b>			
Panjang Lintasan	1	31,6	31,552
Konstruksi Elevated	1	6,2	6,151
Perlindungan Dengan Jalan	2	23,8	47,643
<b><u>Faktor Pembebasan Lahan</u></b>			
Pembebasan Pemukiman	1	20,1	20,092
Pembebasan Sawah	1	6,8	6,784
<b><u>Faktor Perlindungan Sungai</u></b>			
Jumlah Jembatan	3	11,6	34,800
			<b>147,021</b>

Dari tabel 4.9 didapatkan bahwa hasil penilaian multi criteria analysis untuk trase 2 adalah 147,021.

## c) Alternatif Trase 3

Perhitungan penilaian untuk alternatif trase 3 adalah seperti t\Tabel 4.10 berikut:

**Tabel 4. 10 Bobot Multi Criteria Analysis (AHP) Trase 3**

KRITERIA	KODE	KET	SAT	Nilai
<b>Faktor Biaya</b>				
Panjang Lintasan	A	88,571	Km	<b>3</b>
Konstruksi Elevated	B	16,64	Km	<b>3</b>
Perlintasan Dengan Jalan	C	13	Titik	<b>1</b>
<b>Faktor Pembebasan Lahan</b>				
Pembebasan Pemukiman	D	8,00%	%	<b>2</b>
Pembebasan Sawah	E	91%	%	<b>1</b>
<b>Faktor Perlintasan Sungai</b>				
Jumlah Jembatan	F	2	Buah	<b>2</b>

Dan hasil penilaian multi criteria analysis untuk alternatif trase 3 adalah seperti yang terdapat pada Tabel 4.11 berikut:

**Tabel 4. 11 Penilaian Alternatif Trase 3**

KRITERIA	Nilai Asli	Nilai Bobot	Nilai MCA
<b>Faktor Biaya</b>			
Panjang Lintasan	3	31,6	94,657
Konstruksi Elevated	3	6,2	18,452
Perlintasan Dengan Jalan	1	23,8	23,821
<b>Faktor Pembebasan Lahan</b>			
Pembebasan Pemukiman	2	20,1	40,184
Pembebasan Sawah	1	6,8	6,784
<b>Faktor Perlintasan Sungai</b>			
Jumlah Jembatan	2	11,6	23,200
			<b>207,098</b>

Dari tabel 4.11 didapatkan bahwa hasil penilaian multi criteria analysis untuk trase 3 adalah 207,098.

Dari hasil perhitungan penilaian *multi criteria analysis* teknik *Analytic Hierarchy Process* untuk masing-masing alternatif diatas, setiap alternatif trase sudah memiliki nilai multi criteria analysis-nya masing-masing. Sehingga dari nilai nilai tersebut dapat dibandingkan satu sama lain dan dipilih alternatif trase yang memiliki nilai yang paling besar.

- Alternatif Trase 1 = 213,882      **(TRASE TERPILIH)**
- Alternatif Trase 2 = 147,021
- Alternatif Trase 3 = 207,098

Setelah dilakukan penilain tiap trase, alternatif trase 1 terpilih sebagai trase yang direncanakan. Karena alternatif trase 1 memiliki hasil nilai MCA yang paling besar, dan dari kriteria penilaian yang ditinjau alternatif trase 1 memiliki kriteria yang paling efektif untuk dilakukan perencanaan.

### **4.3 Perencanaan Geometrik Jalan Rel Kereta Api Cepat**

Pada subbab 4.3 akan dijelaskan mengenai perencanaan perhitungan geometrik jalan rel kereta api cepat yang dimulai dari stasiun Madiun menuju stasiun Solo Balapan.

Dalam pembahasan mengenai perencanaan konstruksi jalan rel kereta cepat terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain adalah :

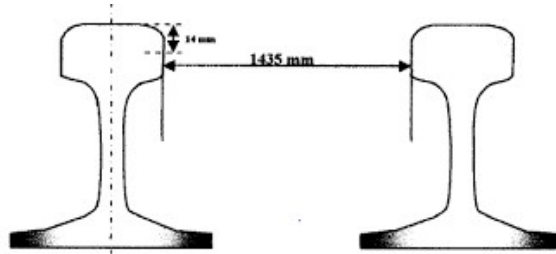
- a. Perencanaan trase jalan rel kereta api cepat, dibangun dengan menyesuaikan kondisi kontur daerah kota Madiun sampai kota Solo.
- b. Terdapat konstruksi jalan rel kereta api cepat yang harus dibangun secara elevated untuk menghindari perlintasan sebidang antara kota Madiun sampai kota Solo.



- c. Kecepatan rencana untuk perencanaan jalur kereta api cepat ini adalah 300 Km/jam.
- d. Tipe rel yang digunakan adalah UIC 60 (International Union of Railway) / R 60 dengan penambat *Spring - type elastic clip*.

#### 4.3.1 Lebar Sepur

Dalam perencanaan jalur kereta cepat ini digunakan lebar sepur 1435 dengan jarak minimum ke dua sisi kepala rel diukur pada 0-14 mm seperti terlihat pada Gambar 4.4 berikut:



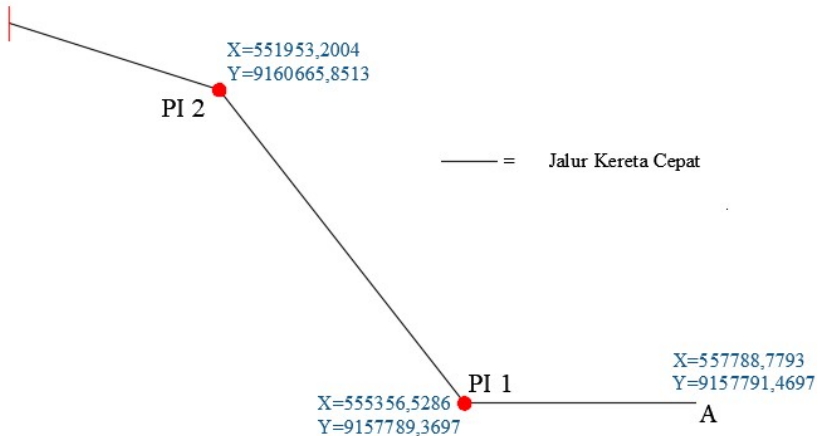
Gambar 4. 4 Track Gauge 1435mm

#### 4.3.2 Alinyemen Horizontal

Pada perencanaan alinyemen horizontal akan dilakukan perencanaan mengenai desain lengkung tikungan yang digunakan dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Dikarenakan desain alinyemen horizontal diperuntukan untuk kereta cepat dimana kecepatan rencana adalah 300 km/jam, maka direncanakan menggunakan parameter lengkung spiral-circle-spiral yang mana dapat mengakomodasi peralihan sudut kemudi dengan lebih halus.

##### 4.3.2.1 Perhitungan Sudut Azimuth ( $\alpha$ ) dan Sudut Tikungan ( $\Delta$ )

Pada perhitungan sudut azimuth dan sudut tikungan, diambil contoh tikungan pertama pada jalur rencana kereta cepat yang ditampilkan pada gambar berikut:



a) Mencari nilai  $\Delta X$  dan  $\Delta Y$

Koordinat  $\Delta X$  (PI 1)

$$\begin{aligned}
 &= X(\text{PI 1}) - X(\text{A}) \\
 &= 555356,5286 - 557788,7793 \\
 &= -2432,2507
 \end{aligned}$$

Koordinat  $\Delta Y$  (PI 1)

$$\begin{aligned}
 &= Y(\text{PI 1}) - Y(\text{A}) \\
 &= 9157789,3697 - 9157791,4697 \\
 &= -2,1
 \end{aligned}$$

Koordinat  $\Delta X$  (PI 2)

$$\begin{aligned}
 &= X(\text{PI 2}) - X(\text{PI 1}) \\
 &= 551953,2004 - 555356,5286 \\
 &= -3403,3282
 \end{aligned}$$

Koordinat  $\Delta Y$  (PI 2)

$$\begin{aligned}
 &= Y(\text{PI 2}) - Y(\text{PI 1}) \\
 &= 9160665,8513 - 9157789,3697 \\
 &= 2876,4816
 \end{aligned}$$

b) Panjang trase tiap titik (L)

$$\begin{aligned} & \text{Titik (A) ke Titik (PI 1)} \\ & = \sqrt{\Delta X (\text{PI 1})^2 + \Delta Y (\text{PI 1})^2} \\ & = \sqrt{-2432,2507 + (-2,1)^2} \\ & = 2432,251 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Titik (PI 1) ke Titik (PI 2)} \\ & = \sqrt{\Delta X (\text{PI 2})^2 + \Delta Y (\text{PI 2})^2} \\ & = \sqrt{-3403,3282 + (2876,4816)^2} \\ & = 4456,096 \text{ m} \end{aligned}$$

c) Sudut Azimuth

$$\begin{aligned} & \text{Sudut A} \\ & = 180 + \left( \tan^{-1} \times \frac{\text{Koordinat } \Delta X (\text{PI 1})}{\text{Koordinat } \Delta Y (\text{PI 1})} \right) \\ & = 180 + \left( \tan^{-1} \times \frac{-2432,2507}{-2,1} \right) \\ & = 270^\circ \text{ (Kuadran III)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Sudut PI 1} \\ & = 180 + \left( \tan^{-1} \times \frac{\text{Koordinat } \Delta X (\text{PI 2})}{\text{Koordinat } \Delta Y (\text{PI 2})} \right) \\ & = 180 + \left( \tan^{-1} \times \frac{-3403,3282}{2876,4816} \right) \\ & = 310^\circ \text{ (Kuadran IV)} \end{aligned}$$

d) Sudut Tikungan A-PI 1

$$\begin{aligned} & = \text{Sudut Azimuth PI 1} - \text{Sudut Azimuth A} \\ & = 40^\circ \text{ (Arah tikungan kanan)} \end{aligned}$$

Setelah melakukan analisa perhitungan pada sudut azimuth ( $\alpha$ ) dan sudut tikungan ( $\Delta$ ) pada jalur kereta cepat. Maka hasil rekapitulasi perhitungannya adalah seperti Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Azimuth

STA	X (m)	Y (m)	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Distance (m)	Kuadran ( $^{\circ}$ )	Azimuth ( $^{\circ}$ )	Jarak (m)	$\Delta^{\circ}$ ( $^{\circ}$ )	Arah Tikungan		Hasil Civil 3D		Cek
										Azimuth	Sudut Tikungan	Azimuth (d)	Sudut Tikungan	
0+000.00	557788,7793	9157791,47										270,0000 (d)		
2+432.25	555366,5286	9157789,37	-2432,2507	-2,1	2432,251607	Kuadran III	270	2432,252						OK
6+738.73	551933,2004	9160665,851	-3403,3282	2876,4816	4456,095739	Kuadran IV	310,20	4456,096	40,2043829	KANAN		310,2044 (d)	40,2043	OK
11+754.30	547045,8122	9161884,693	-4907,3882	1218,8418	5056,484379	Kuadran IV	283,95	5056,484				26,2561398	26,2561	OK
23+722.49	535390,6472	9161114,116	-11455,1165	-770,577	11481,0537	Kuadran III	266,15	11481,05	17,7966725	KIRI		266,1516 (d)	17,7966	OK
38+311.38	527177,3155	9174318,639	-8413,3317	13204,5225	15657,06118	Kuadran IV	327,50	15657,06	61,3449632	KANAN		327,4965 (d)	61,3449	OK
55+027.19	510078,0812	9175064,026	-17099,2343	745,3873	17115,473	Kuadran IV	272,50	17115,47	55,0004898	KIRI		272,4960 (d)	55,0004	OK
79+597.95	489722,4833	9161097,783	-20355,5979	-13966,2427	24686,15606	Kuadran III	235,55	24686,16	36,9505783	KIRI		235,5455 (d)	36,9505	OK
84+611.44	484698,1964	916332,651	-5024,2869	2234,8674	5498,917271	Kuadran IV	293,98	5498,917	58,4346425	KANAN		293,9801 (d)	58,4346	OK
89+154,24	480347,0799	9164641,824	-4351,1165	1309,1737	4543,803536	Kuadran IV	286,75	4543,804				286,7456 (d)		OK

#### 4.3.2.2 Perhitungan Lengkung Horizontal

Untuk rencana perhitungan lengkung horizontal, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya tipe lengkung yang digunakan adalah tipe lengkung *Spiral – Circle – Spiral (S – C – S)* untuk semua tikungan. Jalur kereta cepat akan dilalui kereta dengan kecepatan 300 km/jam pada jalur 1 dan jalur 2. Dengan nilai jari-jari minimum 4860 m dan digunakan nilai jari-jari rencana 4900m.

Untuk mencegah terjadinya tergulingnya gerbong kereta api pada saat menikung pada alinyemen horisontal, perlu diberi peninggian rel dibagian luar tikungan. Besar peninggian maksimum untuk kereta cepat berkecepatan diatas 200 km/jam digunakan nilai peninggian 150 mm, dan pelebaran jalan rel untuk  $R > 600$  adalah 0 m, karena nilai R sudah cukup besar sehingga tikungan jalur rel tidak terlalu menikung.

Untuk nilai lengkung peralihan ( $L_s$ ), sesuai dengan aturan yang tertera pada PM No 60 Tahun 2012, nilai ( $L_s$ ) harus lebih besar dari 20 meter. Untuk pengerjaan perhitungan lengkung S – C – S, akan diberikan contoh perhitungan untuk tikungan 1.

Parameter yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan alinyemen horisontal pada titik PI 1 ( JALUR 1 ) adalah sebagai berikut :

- $\Delta$ PI 1 = 40 °
- R Rencana = 4900 m
- V Rencana = 300 Km/jam

##### a) Peninggian Rel ( h )

$$\begin{aligned} h &= 8,1 \times \frac{(V \text{ rencana})^2}{\text{Jari-Jari}} \\ &= 8,1 \times \frac{(300)^2}{4900 \text{ m}} \\ &= 148,775 \end{aligned}$$

Digunakan nilai h maksimum 150 mm.

b) Lengkung Peralihan ( Lh )

$$\begin{aligned} Lh &= 0,01 \times h \times V \text{ rencana} \\ &= 0,01 \times 150 \text{ mm} \times 300 \text{ km/jam} \\ &= 450 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan nilai Lh rencana 450 m

c) Sudut Lengkung Peralihan (  $\Theta_s$  )

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 \times Lh}{\pi \times R} \\ &= \frac{90 \times 450}{\pi \times 4900} \\ &= 2,6309^\circ \end{aligned}$$

d) Panjang Lengkung Peralihan ( Lc )

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{(\Delta - 2 \Theta_s) \times \pi \times R}{180} \\ &= \frac{(\Delta - 2 \Theta_s) \times \pi \times R}{180} \\ &= \frac{(40,204 - 2 \times 2,6309) \times \pi \times 4900}{180} \\ &= 2986,809436 \end{aligned}$$

e) Jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap sudut tangen ( P )

$$\begin{aligned} P &= \frac{Lh^2}{6 \times R \text{ rencana}} - R \text{ rencana} \times (1 - \text{Cos } \Theta_s) \\ &= \frac{450^2}{6 \times 4900} - 4900 \times (1 - \text{Cos } 2,6309) \\ &= 1,722846387 \text{ m} \end{aligned}$$

f) Jarak dari titik Ts ke titik P ( K )

$$\begin{aligned} K &= Lh - \frac{Lh^3}{40 R^2} - R \text{ Sin } \Theta_s \\ &= 450 - \frac{450^3}{40 \times 4900^2} - R \text{ Sin } 2,6309 \\ &= 224,9841779 \text{ m} \end{aligned}$$

g) Jarak dari titik Ts ke titik P ( Ts )

$$\begin{aligned} Ts &= (R_{rencana} + p) \times \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + K \\ &= (4900 + 1,723 \text{ m}) \times \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}40,204\right) + 224,984 \\ &= 2018,972603 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} E &= \frac{(R+p)}{\operatorname{Cos}\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \\ &= \frac{(4900 + 1,723)}{\operatorname{Cos}\left(\frac{1}{2} \times 40,204\right)} - 4900 \\ &= 319,7012686 \text{ m} \end{aligned}$$

i) Jarak dari titik TS ke titik proyeksi pusat Ys (Xs)

$$\begin{aligned} Xs &= Lh \times \left(1 - \frac{Lh^2}{40 \times R^2}\right) \\ &= 450 \times \left(1 - \frac{450^2}{40 \times 4900^2}\right) \\ &= 449,905 \text{ m} \end{aligned}$$

j) Jarak dari titik SC ke titik proyeksi pusat Ts (Ys)

$$\begin{aligned} Ys &= \left(\frac{Lh^2}{6 \times R}\right) \\ &= \left(\frac{450^2}{6 \times 4900}\right) \\ &= 6,887 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah melakukan analisa perhitungan alinyemen horizontal, maka selanjutnya dilanjutkan pada tahap penggambaran lengkung horizontal. Untuk hasil perhitungan seluruh alinyemen horizontal disajikan pada Tabel 4.13 rekapitulasi perhitungan alinyemen horizontal berikut:

**Tabel 4. 13 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal**

STA	V	R		Jenis Tikungan	h	Lh(m)	Lh Pakai (m)
	Km / Jam	R min	R Pakai		(mm)		
0+000.00							
2+432.25	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
6+738.73	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
11+754.30	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
23+222.49	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
38+311.38	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
55+027.19	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
79+597.95	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
84+611.44	300	4860	4900	SCS	150,00	450,00	450,00
89+154.24							

8s (a)	p (m)	k (m)	Ts (m)	Es (m)	Δ - 28s	Lc	Jarak PI	STA TS	STA SC	STA CS	STA ST	Lurusan
							2432,3					413,2790033
2,630928651	1,722846387	224,9841779	2018,972603	319,7012686	34,94252558	2986,809436		413,3	863,28	3850,09	4300,09	
							4456,1					3087,913178
2,630928651	1,722846387	224,9841779	1368,182561	133,2682628	20,99428249	1794,544613		3087,913178	3537,91	5332,46	5782,46	
							5056,5					4064,056712
2,630928651	1,722846387	224,9841779	992,4276673	61,43692615	12,53481523	1071,448151		4064,056712	4514,06	5585,50	6035,50	
							11481,1					8348,822782
2,630928651	1,722846387	224,9841779	3132,230919	799,0324157	56,08310587	4793,859261		8348,822782	8798,82	13592,68	14042,68	
							15657,1					12880,37524
2,630928651	1,722846387	224,9841779	2776,68594	626,1260159	49,73862749	4251,547348		12880,37524	13330,38	17581,92	18031,92	
							17115,5					15252,74568
2,630928651	1,722846387	224,9841779	1862,72732	268,083732	31,68872098	2708,68145		15252,74568	15702,75	18411,43	18861,43	
							24686,2					21719,74654
2,630928651	1,722846387	224,9841779	2966,409517	716,2531775	53,17278519	4545,091516		21719,74654	22169,75	26714,84	27164,84	
							5498,9					4964,060987
2,630928651	1,722846387	224,9841779	534,8562836	11,50766921	1,972647728	168,6175441		4964,060987	5414,06	5582,68	6032,68	
							4543,8					4543,803536

### 4.3.3 Alinyemen Vertikal

Pada perencanaan alinyemen vertikal hal yang harus di perhatikan adalah kondisi kontur di lapangan. Dikarenakan rencana kereta cepat Madiun-Solo ini akan melewati daerah pegunungan Lawu, dapat dipastikan bahwa kondisi kontur



dilapangan cukup ekstrim. Oleh karena itu diperlukan perencanaan alinyemen vertikal yang tepat.

#### 4.3.3.1 Perhitungan Lengkung Vertikal

Untuk contoh perhitungan alinyemen vertikal, diambil contoh pada titik STA 1+300. Berikut adalah contoh perhitungan lengkung vertikal :

Parameter yang dibutuhkan dalam merencanakan lengkung vertikal diantaranya adalah :

- a) V rencana = 300 Km/jam
- b) R rencana = 22500 m
- c) Elevasi PPV = + 79,00 m (Elevasi rencana)

Parameter perhitungan jari-jari ( R ) rencana :

$$\text{Rumus R vertikal ( Rv )} = \frac{V^2}{2}$$

$$\text{Rumus R vertikal minimum ( Rv min )} = \frac{V^2}{4}$$

Dikarenakan kondisi lapangan jalur rencana kereta cepat dari stasiun madiun menuju stasiun solo balapan melewati daerah pegunungan lawu, maka diperlukan nilai R yang harus bisa dilewati kereta berkecepatan tinggi namun sebisa mungkin masih mengikuti kondisi eksisting kontur di lapangan, oleh karena itu digunakan nilai R minimum yang bisa dilewati kereta berkecepatan tinggi dan masih memungkinkan untuk kondisi kontur di lapangan.

$$\begin{aligned} \text{R vertikal minimum ( Rv min )} &= \frac{V^2}{4} \\ &= \frac{300^2}{4} \\ &= 22500 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan alinyemen vertikal :

$$\begin{aligned} \text{a) } X_m &= \frac{R}{2} \times (G_2 - G_1) \\ &= \frac{22500}{2} \times (-0,81\% - 0,00\%) \\ &= 91,125 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } Y_m &= \frac{A \times L}{800} \\ &= \frac{A \times L}{800} \\ &= 0,001845281 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } L &= 2 \times X_m \\ &= 2 \times 91,125 \\ &= 182,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } \text{Elevasi PLV} &= PPV - (G_1 \times 0,5 \times L) \\ &= 79 - (0,00\% \times 0,5 \times 182,25) \\ &= 79,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } \text{Elevasi PTV} &= PPV + (G_2 \times 0,5 \times L) \\ &= 79 + (-0,81\% \times 0,5 \times 182,25) \\ &= 78,26 \end{aligned}$$

Setelah melakukan analisa perhitungan lengkung vertikal dengan menggunakan rumus diatas, maka lengkung vertikal dapat digambarkan. Dan untuk rekapitulasi hasil perhitungan alinyemen vertikal akan di sajikan pada Tabel 4.14 berikut:

**Tabel 4. 14 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal**

No.	STA	Elevasi (m)	g (%)	Kelandaian (%)	A (%)	Amplitudo (A)	Amplitudo (A)	Jenis Lengkung	V Rencana (Km / jam)	R Vertikal (m)	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	PPV (m)	Elevasi PPV (m)	Elevasi PTV (m)	Elevasi PTV (m)
1	0+000.00m	79.000	G1	0.00%	A1	-0.81%	0.81%	cekung	300	22500	91.125	0.001845281	182.25	79	79.000	79.000	78.200
2	1+300.00m	71.691	G2	-0.81%	A2	-0.48%	0.48%	cekung	300	22500	54	0.000948	108.00	71.691	72.13	71.690	70.900
3	2+200.00m	63.957	G3	-1.29%	A3	1.76%	1.76%	lembung	300	22500	198	0.008712	396.000	63.957	66.51	63.99	64.890
4	2+800.01m	72.000	G4	0.47%	A4	-0.93%	0.93%	cekung	300	22500	104.625	0.002432531	209.250	72	71.51	72.000	71.52
5	4+500.00m	67.410	G5	-0.46%	A5	0.56%	0.56%	lembung	300	22500	63	0.000882	126.000	67.41	67.78	67.41	67.47
6	5+500.00m	68.455	G6	0.10%	A6	0.78%	0.78%	lembung	300	22500	87.75	0.001711125	175.500	68.455	68.37	68.45	69.23
7	6+500.00m	74.600	G7	0.88%	A7	-1.18%	1.18%	cekung	300	22500	132.75	0.003916125	265.500	74.6	73.43	74.600	74.26
8	7+200.00m	72.171	G8	-0.30%	A8	1.47%	1.47%	lembung	300	22500	165.375	0.006077531	330.750	72.171	72.67	72.16	74.11
9	8+000.00m	83.850	G9	1.17%	A9	-0.29%	0.29%	cekung	300	22500	32.625	0.000236531	65.250	83.85	83.47	83.85	84.14
10	9+000.00m	96.105	G10	0.88%	A10	-1.14%	1.14%	cekung	300	22500	128.25	0.003655125	256.500	96.105	94.98	96.10	95.77
11	10+400.02m	94.000	G11	-0.26%	A11	1.48%	1.48%	lembung	300	22500	166.5	0.0061065	333.000	94	94.43	93.99	96.03
12	11+211.31m	103.165	G12	1.22%	A12	-1.52%	1.52%	cekung	300	22500	171	0.006498	342.000	103.165	101.08	103.16	102.65
13	11+960.00m	100.000	G13	-0.30%	A13	1.36%	1.36%	lembung	300	22500	153	0.005202	306.000	100	100.46	99.99	101.62
14	13+000.00m	110.639	G14	1.06%	A14	-0.49%	0.49%	cekung	300	22500	55.125	0.000675281	110.250	110.639	110.05	110.64	110.95
15	14+000.00m	116.375	G15	0.57%	A15	-0.41%	0.41%	cekung	300	22500	46.125	0.000472781	92.250	116.375	116.11	116.37	116.45
16	15+000.00m	118.000	G16	0.16%	A16	1.74%	1.74%	lembung	300	22500	199.75	0.008515125	391.500	118	117.69	117.99	123.73
17	16+000.00m	137.000	G17	1.90%	A17	0.20%	0.20%	lembung	300	22500	22.5	0.0001125	45.000	137	136.57	137.000	137.47
18	17+000.00m	158.000	G18	2.10%	A18	-0.90%	0.90%	cekung	300	22500	101.25	0.002278125	202.500	158	155.87	158.000	159.22
19	18+000.00m	170.000	G19	1.20%	A19	0.40%	0.40%	lembung	300	22500	45	0.00045	90.000	170	169.46	170.000	170.72
20	19+000.00m	186.000	G20	1.60%	A20	-0.20%	0.20%	cekung	300	22500	22.5	0.0001125	45.000	186	185.64	186.000	186.52
21	20+000.00m	200.035	G21	1.40%	A21	1.58%	1.58%	lembung	300	22500	177.375	0.007021125	355.500	200.035	197.55	200.03	205.33
22	21+000.00m	240.000	G22	2.98%	A22	-0.77%	0.77%	cekung	300	22500	86.625	0.001667531	173.250	240	237.42	240.000	241.91
23	22+340.00m	273.133	G23	2.21%	A23	-2.08%	2.08%	cekung	300	22500	234	0.012168	468.000	273.133	267.96	273.12	273.44
24	23+840.00m	275.578	G24	0.13%	A24	-2.73%	2.73%	cekung	300	22500	307.125	0.020961281	614.250	275.578	275.18	275.56	287.59
25	25+700.00m	241.871	G25	-2.60%	A25	1.41%	1.41%	lembung	300	22500	158.625	0.005591531	317.250	241.871	246.00	241.87	239.98
26	26+998.54m	230.000	G26	-1.19%	A26	1.61%	1.61%	lembung	300	22500	181.125	0.007290281	362.250	230	232.16	229.99	230.76
27	28+000.00m	234.198	G27	0.42%	A27	-0.19%	0.19%	cekung	300	22500	21.375	0.000101531	42.750	234	234.11	234.20	234.25
28	28+999.75m	236.489	G28	0.23%	A28	0.59%	0.59%	lembung	300	22500	66.375	0.000979031	132.750	236	236.34	236.49	237.03
29	30+000.00m	244.668	G29	0.82%	A29	-1.52%	1.52%	cekung	300	22500	171	0.006498	342.000	245	243.27	244.66	243.67
30	31+000.00m	237.693	G30	-0.70%	A30	1.18%	1.18%	lembung	300	22500	132.75	0.003916125	265.500	238	238.62	237.69	238.33
31	31+999.96m	243.468	G31	0.48%	A31	-1.41%	1.41%	cekung	300	22500	158.625	0.005591531	317.250	243	242.78	243.45	241.98
32	33+200.00m	236.000	G32	-0.93%	A32	-0.06%	0.06%	cekung	300	22500	6.75	1.0125E-05	13.500	236	236.05	236.000	235.93
33	34+000.00m	222.000	G33	-0.99%	A33	-0.15%	0.15%	cekung	300	22500	16.875	6.32813E-05	33.750	222	222.17	222.000	221.81
34	35+200.00m	204.000	G34	-1.14%	A34	0.16%	0.16%	lembung	300	22500	18	7.2E-05	36.000	204	204.21	204.000	203.82
35	37+000.00m	194.218	G35	-0.98%	A35	1.16%	1.16%	lembung	300	22500	130.5	0.037845	261.000	194.218	195.50	194.21	194.45
36	37+999.21m	196.000	G36	0.18%	A36	-0.38%	0.38%	cekung	300	22500	42.75	0.00046125	85.500	196	195.92	196.000	195.91
37	39+000.00m	194.000	G37	-0.20%	A37	1.20%	1.20%	lembung	300	22500	135	0.00405	270.000	194	194.27	194.000	195.35
38	40+000.00m	204.000	G38	1.00%	A38	0.01%	0.01%	lembung	300	22500	1.125	2.8125E-07	2.250	204	203.99	204.000	204.01
39	41+000.00m	216.356	G39	1.01%	A39	-1.31%	1.31%	cekung	300	22500	147.375	0.004826531	294.750	216.356	214.87	216.35	215.91
40	42+220.00m	214.017	G40	-0.30%	A40	0.90%	0.90%	lembung	300	22500	101.25	0.002278125	202.500	214.017	214.33	214.01	214.63



Hasil output dari perhitungan volume galian dan timbunan dengan menggunakan aplikasi Auto CAD Civil 3d akan terlampir pada lampiran. Berikut adalah contoh perhitungan volume galian dan timbunan :

STA 1+300 s/d 1+350 (Contoh) :

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Timbunan} &= \frac{(\text{Area Cut STA 1+300} + \text{Area STA 1+350})}{2} \times \text{Jarak} \\
 &= \frac{(0 \text{ m}^2 + 41,23 \text{ m}^2)}{2} \times 50 \text{ m} \\
 &= 10305,75 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Presentase perbandingan antara volume galian dan timbunan :

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Cut\&Fill} &= \frac{\text{Vol. Cut Komulatif} - \text{Vol. Fill Komulatif}}{\text{Vol. Cut Komulatif}} \\
 &= \frac{6173794,00 \text{ m}^3 - 3316510,75 \text{ m}^3}{6173794,00 \text{ m}^3} \\
 &= 46,28 \%
 \end{aligned}$$

Sehingga presentase cut & fill adalah presentase galian lebih banyak 46,28% dibandingkan dengan presentase timbunan.

*( Halaman ini sengaja dikosongkan )*

## **BAB V**

### **PERENCANAAN KONSTRUKSI JALAN REL KERETA API CEPAT**

#### **5.1 Penentuan Klasifikasi Jalan Rel**

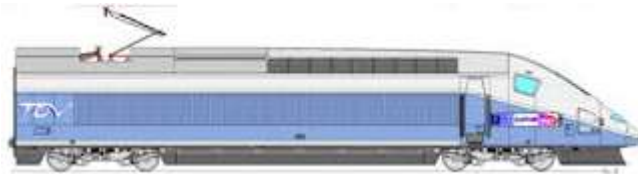
Penentuan kelas jalan rel dilakukan untuk mengetahui tonase daya angkut lalu lintas pertahun sehingga didapatkan batasan dan spesifikasi yang digunakan untuk merencanakan jalan rel dengan kelas jalan rel tersebut. Karena di Indonesia belum ada peraturan yang mengatur perencanaan jalan rel dengan menggunakan kereta cepat maka diasumsikan bahwa kereta api cepat Madiun-Solo termasuk dalam kelas jalan rel 1.

#### **5.2 Beban Gandar dan Beban Roda**

Sebelum menghitung tonase kelas jalan rel, kita harus menentukan beban komponen kendaraan yang melintas di atas jalan rel yang terdiri dari 2 bagian penyusunnya yaitu: lokomotif, dan kereta penumpang

##### **A. Beban Lokomotif**

Lokomotif TGV Duplex adalah jenis yang akan digunakan dalam menentukan perencanaan konstruksi jalan rel, seperti yang terlihat pada Gambar 5.1 dibawah ini:



Gambar 5. 1 Lokomotif TGV Duplex

Kereta cepat TGV Duplex terdiri dari 8 gerbong penumpang dan 2 gerbong lokomotif. Tiap lokomotif ditumpu oleh 2 bogie, masing-masing bogie terdiri dari 2 gandar, dan masing-masing gandar terdiri dari 2 roda, dengan berat total semua lokomotif ( $W_{\text{lokomotif}}$ ) = 424 ton, namun karena data informasi

berat tiap-tiap gerbong tidak ada. Maka diasumsikan dengan berat total lokomotif dibagi dengan jumlah gerbong, seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{➤ } W \text{ total Lokomotif} &&= 424 \text{ Ton} \\
 &\text{➤ } W \text{ lokomotif} &&= \frac{W_{\text{total lokomotif}}}{\text{Jumlah Gerbong}} = \frac{424}{10} = 42,4 \text{ Ton} \\
 &\text{➤ } \text{Beban bogie (Pb)} &&= \frac{W_{\text{lokomotif}}}{2} = \frac{42,4}{2} = 21,2 \text{ Ton} \\
 &\text{➤ } \text{Beban gandar (Pg)} &&= \frac{P_{\text{bogie}}}{2} = \frac{21,2}{2} = 10,6 \text{ Ton} \\
 &\text{➤ } \text{Beban statis (Ps)} &&= \frac{P_{\text{gandar}}}{2} = \frac{10,6}{2} = 5,3 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

### B. Beban Kereta Penumpang

Karena data berat lokomotif penumpang tidak di dapatkan. Maka diasumsikan sama dengan hasil perhitungan diatas dan data beban gandar maksimum kereta TGV Duplex yang didapatkan dari data high speed rolling stock adalah 17 ton. Digunakan asumsi beban gerbong TGV Duplex adalah 10,6 ton.

## 5.3 Perencanaan Struktur Jalan Rel

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai struktur jalan rel yang akan digunakan pada perancangan jalur kereta api cepat Surabaya – Yogyakarta pada sesi Stasiun Madiun – Stasiun Solo Balapan dengan menggunakan kriteria desain yang mengacu pada PM No. 60 Tahun 2012 dan spesifikasi rel dari *JFE Rail Product* sebagai berikut:

- Lebar rel : 1435 mm
- Jenis rel : R60/UIC60
- Kecepatan rencana : 300 km/jam
- Daya angkut lintas :  $>20 \times 10^6$  ton/tahun
- Beban gandar maksimum : 17 ton
- Beban gandar TGV Duplex : 10,6 ton
- Jarak bantalan beton : 600 mm
- Tebal balas atas : 300 mm
- Lebar bahu balas : 400 mm
- Tipe penambat : *Spring-type elastic fastening*
- Sambungan : Las di tempat





Untuk alur perhitungan rencana dimensi rel akan dijelaskan dengan rumus berikut ini:

Transformasi beban roda yang dinamis ke statis ekuivalen menggunakan persamaan TALBOT:

a) Beban dinamis roda (Pd)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{statis}} &= \frac{10600 \text{ kg}}{2} \\
 &= 5300 \text{ kg} \\
 P_{\text{dinamis}} &= P + 0,01 \times P \times \left( \frac{V}{1,609} - 5 \right) \\
 &= 5300 + 0,01 \times 5300 \times \left( \frac{300}{1,609} - 5 \right) \\
 &= 14916,91423 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b) Dumping factor ( $\lambda$ )

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \\
 &= \sqrt[4]{\frac{180 \text{ kg/cm}^2}{4 \times 2,1 \times 10^6 \times 3055}} \\
 &= 0,0092 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

c) Momen maksimum (Ma)

$$\begin{aligned}
 M_o &= \frac{P_d}{4 \times \lambda} \\
 &= \frac{14916,91423 \text{ Kg}}{4 \times 0,0092 \text{ cm}} \\
 &= 407496,1409 \text{ kg/cm} \\
 M_a &= 0,85 \times M_o \\
 &= 0,82 \times 407496,1409 \text{ kg/cm} \\
 &= 346371,7198 \text{ kg/cm}
 \end{aligned}$$

d) Cek terhadap tegangan ijin kelas jalan rel:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{ijin}} &= \left( \frac{M_a \times Y_b}{I_x} \right) \\
 &= \left( \frac{346371,7198 \text{ kg/cm} \times 8,095 \text{ cm}}{3055 \text{ cm}^4} \right) \\
 &= 917,8 \text{ kg/cm}^2 < 1325 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

e) Cek terhadap tegangan ijin yang terjadi didasar rel :

$$\begin{aligned}
 S_{\text{base}} &= \frac{Ma}{Wb} \\
 &= \frac{346371,7198 \text{ kg/cm}}{377 \text{ cm}^3} \\
 &= 918,7579 \text{ kg/cm}^2 < 1042 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas rel R60 bisa digunakan sebagai perencanaan kelas jalan I, karena tegangan yang terjadi pada rel memenuhi syarat

### 5.3.2 Perencanaan Panjang Rel

Pada perencanaan rel R60 ini dipilih jenis rel panjang. Menurut PD No 10 tahun 1986, Rel panjang dibuat dari beberapa rel pendek yang dihubungkan dengan las di lapangan. Pengelasan dilakukan dengan proses “aluminio-thermic welding”. Direncanakan R60 menumpu pada Bantalan beton dengan data sebagai berikut:

- Gaya lawan bantalan beton = 450 kg/m
- Koefisien muai panjang =  $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$
- Modulus Elastisitas Rel (E) =  $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- Luas penampang R60 (A) =  $76,86 \text{ cm}^2$
- Suhu pemasangan rel =  $20^\circ\text{C}$
- Suhu maksimum terukur =  $50^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 l &= OM = \frac{E \times A \times \alpha \times \Delta T}{r} \\
 &= \frac{2,1 \times 10^6 \times 76,86 \times 1,2 \times 10^{-5} \times (50 - 20)}{450} \\
 &= 129,124 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang minimum rel R60 yang dipersyaratkan dengan bantalan beton (L) adalah:

$$\begin{aligned}
 L &= 2 \times l \\
 &= 2 \times 129,124 \\
 &= 258,283 \text{ m} \approx 250 \text{ m}
 \end{aligned}$$

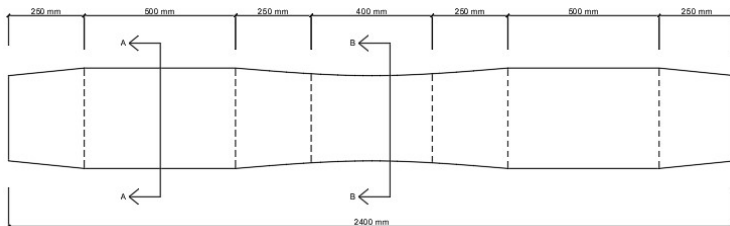
Berdasarkan perhitungan diatas, panjang minimum rel yang dibutuhkan untuk pemasangan di lapangan adalah 250 m.

### 5.3.3 Perencanaan Bantalan

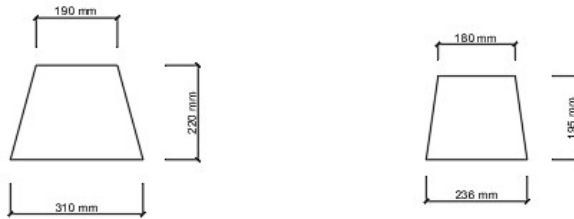
Bantalan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah bantalan beton prategang tipe S-35/20 dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Data umum
  - Lebar sepur = 1435 mm
  - Kemiringan dudukan kaki rel = 1:40
  - Mutu beton ( $f_c'$ ) = K500
  - Panjang bantalan = 2400 mm
  - Berat Bantalan = 330 kg
2. Bending moment
  - Dudukan rel (+) = 2300 kg.m
  - Dudukan rel (-) = 1500 kg.m
  - Tengah rel (+) = 1300 kg.m
  - Tengah rel (-) = 2100 kg.m

Berikut adalah gambar dimensi dan potongan bantalan beton tipe S-35/20 dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut:



Gambar 5. 3 Dimensi Bantalan Beton



Gambar 5. 4 Gambar Potongan Bantalan Beton

### 5.3.4 Kekuatan Struktur Bantalan Beton

Berikut perhitungan kekuatan bantalan beton dalam menahan beban dari kereta dan rel yang melintas di atasnya:

a) Luas penampang

- Luas A (Dibawah Rel)

$$\begin{aligned}
 A &= \left( \frac{a+b}{2} \times t \right) \\
 &= \left( \frac{310+190}{2} \times 220 \right) \\
 &= 55000 \text{ mm}^2 \\
 &= 550 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Luas B (Ditengah bantalan)

$$\begin{aligned}
 B &= \left( \frac{a+b}{2} \times t \right) \\
 &= \left( \frac{236+180}{2} \times 195 \right) \\
 &= 40560 \text{ mm}^2 \\
 &= 405,6 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

b) Momen inersia bantalan

$$\begin{aligned}
 \text{Inersia A (I}_{X_A}\text{)} &= 217574133,3333 \text{ mm}^4 \\
 &= 21757,41333333 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Inersia B (I}_{X_B}\text{)} &= 127748156,2500 \text{ mm}^4 \\
 &= 12774,81562500 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

c) Nilai modulus elastisitas (E) pada bantalan dengan mutu beton  $f_c' = 500 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned}
 E &= 6400 \times \sqrt{fc'} \\
 &= 6400 \times \sqrt{500 \text{ kg/cm}^2} \\
 &= 143108,35 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

d) Dumping Faktor ( $\lambda$ )

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

Dimana nilai modulus elastisitas rel ( $K$ ) = 180 kg/cm<sup>2</sup>

- Harga  $\lambda$  untuk daerah di bawah rel:

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{under rail}} &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times IxA}} \\
 &= \sqrt[4]{\frac{180 \text{ kg/cm}^2}{4 \times 143108,35 \times 21757,41333333}} \\
 &= 0,0110 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

- Harga  $\lambda$  untuk daerah di tengah bantalan:

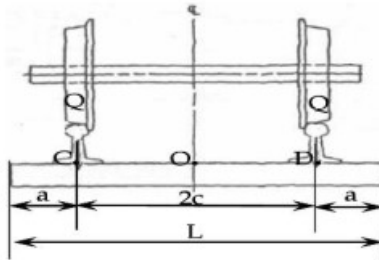
$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{middle rail}} &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times IxB}} \\
 &= \sqrt[4]{\frac{180 \text{ kg/cm}^2}{4 \times 143108,35 \times 12774,81562500}} \\
 &= 0,013 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

e) Momen di AS rel  $M_{(C/D)}$  dan tengah bantalan  $M_{(O)}$

Dari perhitungan data perencanaan, diketahui data sebagai berikut:

- Beban gandar kereta api = 10,6 ton
- Rencana kelas jalan = I
- Kecepatan rencana ( $V_{renc}$ ) = 300 km/jam
- Beban dinamis roda ( $P_d$ ) = 14916,91423 kg

Beban yang diterima bantalan akan di visualisasikan pada Gambar dibawah ini:



Dari keterangan Gambar diatas maka dapat ditentukan:

- a) Panjang Bantalan (L) = 240 cm
  - b) Jarak AS rel ke tepi bantalan (a) = 44,54 cm
  - c) Jarak antara AS rel (c) = 75,46 cm
  - d)  $\lambda$  under rail = 0,011 cm<sup>-1</sup>
  - e)  $\lambda$  middle of sleeper = 0,013 cm<sup>-1</sup>
- $Q1 = 60\% \times Pd$   
 $= 60\% \times 14916,91423 \text{ kg}$   
 $= 8950,1486 \text{ kg}$

Untuk perhitungan nilai trigonometri ( $\lambda$ ) dari momen di bawah rel dan tengah bantalan, akan di tampilkan pada Tabel dibawah ini:

Tabel Perhitungan fungsi trigonomteri dari momen di bantalan

Keterangan	Moment Calculate Under Rail	Moment Calculate middle Of Sleeper
Sin $\lambda$ L	0,0459114	0,0544274
Sinh $\lambda$ L	0,0459437	0,0544812
Cosh $\lambda$ a	1,0000363	1,0000511
Cosh 2 $\lambda$ c	1,0004171	1,0005863
Cosh $\lambda$ L	1,0010549	1,0014830
Cos $\lambda$ a	0,9999637	0,9999489
Sinh 2 $\lambda$ a	0,0170476	0,0202130

$\sin 2 \lambda c$	0,0288768	0,0342360
$\text{Sinh } 2 \lambda c$	0,0288848	0,0342494
$\text{Sin } 2 \lambda a$	0,0170460	0,0202102
$\text{Cos } 2 \lambda c$	0,9995830	0,9994138
$\text{Cos } \lambda L$	0,9989455	0,9985177
$\text{Sinh } \lambda c$	0,0144409	0,0171222
$\text{Sin } \lambda c$	0,0144399	0,0171205
$\text{Sin } \lambda (L-c)$	0,0314820	0,0373243
$\text{Sinh } \lambda (L-c)$	0,0314924	0,0373416
$\text{Cosh } \lambda c$	1,0001043	1,0001466
$\text{Cos } \lambda (L-c)$	0,9995043	0,9993032
$\text{Cos } \lambda c$	0,9998957	0,9998534
$\text{Cosh } \lambda (L-c)$	1,0004958	1,0006970

- Momen  $(C/D)$  pada daerah di bawah rel (*under rail*)

$$= \frac{Q}{4\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda \times L) + (\sin\lambda \times L)} \times \left[ \begin{array}{l} (2 \cosh^2\lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh\lambda L) - \\ (2 \times \cos^2\lambda a) \times (\cosh 2\lambda c + \cos\lambda L) - \\ (\sin 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \sinh\lambda L) - \\ (\sin 2\lambda a) \times (\sinh 2\lambda c + \sinh\lambda L) \end{array} \right]$$

$$= 203412,4682 \times 10,852 \times (4,0016 - 3,9984 - 0,0013 - 0,0013)$$

$$= 1324,4593 \text{ kg.cm} < 150000 \text{ kg.cm (OK)}$$

- Momen  $(C/D)$  pada daerah di bawah rel (*middle of sleeper*)

$$= -\frac{Q}{2\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda \times L) + (\sin\lambda \times L)} \times \left[ \begin{array}{l} (\sinh\lambda c) \times (\sin\lambda c + \sinh\lambda(L-c)) + \\ (\sin\lambda c) \times (\sinh\lambda c + \sinh\lambda(L-c)) - \\ (\cosh\lambda c) \times (\cos\lambda(L-c)) - \\ (\cos\lambda c) \times (\cosh\lambda(L-c)) \end{array} \right]$$

$$= -406824,9364 \times 10,852 \times (0,0009 + 0,0009 - 0,9994 - 1,0006)$$

$$= -2648,9185 \text{ kg.cm} < -93000 \text{ kg.cm (OK)}$$



Berdasarkan perhitungan yg sudah dijelaskan, hasil dari perhitungan momen yang terjadi memenuhi syarat. Jadi bantalan beton yang dipilih dapat digunakan dalam perencanaan, karena mampu memikul momen pada bagian bawah rel dan momen di tengah bantalan.

### 5.3.5 Jarak Antar Bantalan

Berdasarkan Profillidis, 2006 jarak antar bantalan untuk kereta cepat pada negara di Eropa adalah 600 mm, seperti yang terdapat pada Tabel dibawah ini:

**Tabel 5. 1 Tabel Jarak Antar Bantalan**

Country	Sleeper spacing (mm)	Rail type	Maximum train speed (km/h)	Minimum radius of curvature (m)	Maximum load per axle (tn)	Maximum moment developing in the sleeper $M_{max}$ (tm)	Permiss. stress in concrete (kg/cm <sup>2</sup> )	Critical permiss. moment $M_{cr}$ (tm)	Coefficient $\lambda = \frac{M_{cr}}{M_{max}}$
Australia	550+600	53/60 kg/m	160	200	24.5	1.62	23	2.38	1.5
Canada	610	132RE/136RE	130	194	29.2	2.01	33	3.06	1.5
China	550	50 kg/m	120	350	24.5	1.62	26	1.34	0.8
Germany	600+650	S54/UIC 60	250	100	22.1	1.60	30	1.84	1.2
U.K.	650, 700	BS113A	200	400	24.5	1.65	45	2.50	1.5
Italy	600	UIC 60	180	485	22.1	1.19	47	1.50	1.3
Japan	590	50.4/60.8 kg/m	210	1,200	16.4	0.96	n.a	1.73	1.8
Sweden	600, 650	SJ50	130	300	22.2	1.47	30	1.50	1.0
USA	610	65/69 kg/m	200	610	32.1	2.33	50	4.24	1.8
South Africa	700	48/47 kg/m	160	150	22.1	1.38	28	1.12	0.8
India	650	UIC 60	130	550	22.0	1.49	20	2.43	1.6
Russia	500+643	R50/R65/R70	200	350	26.5	1.95	20	1.35	0.7

### 5.4 Komponen Alat Penambat Rel

Alat penambat harus mampu menjaga kedudukan kedua rel agar tetap, kokoh, dan tidak bergeser saat berada di atas bantalan. Untuk perencanaan penambat rel, digunakan produk yang diperoleh dari spesifikasi brosur bantalan BKA. Berikut ini adalah spesifikasi komponen penyusun alat penambatnya:

#### 5.4.1 Batang Jepit (*Clip*)

Berikut spesifikasi penambat dengan material (*SpringSteel Grade 60Si2Mn–JIS G 4801/GB 1222*). Bentuk desain *padrolclip* dapat dilihat pada Gambar 5.5 dibawah ini:



Gambar 5. 5 Gambar Bentuk desain Padrol Clip

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| a) Tensile Strength             | = 110 kg/mm <sup>2</sup>     |
| b) Ultimate Tensile Stength     | = 125 kg/mm <sup>2</sup>     |
| c) Fastening Force (kuat jepit) | = 8,25 KN = 841,2658 Kgf     |
| d) Hardness                     | = 363 ~ 429 HB (38 ~ 43 HRc) |
| e) Defleksi Ujung Min           | = 10,5 mm                    |

#### 5.4.2 *Shoulder / Insert*

Berikut spesifikasi penambat dengan material *Spherodial Graphite Cast Iron (FCD 450) Grade QT 450 - 10 / JIS G 5502*. Bentuk desain *shoulder / insert* dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini:



Gambar 5. 6 Gambar Bentuk desain Shoulder / Insert

- |                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| a) Tensile Strength   | = 45 kg. f/mm <sup>2</sup> |
| b) Yield Strength     | = 30 kg. f/mm <sup>2</sup> |
| c) Hardness           | = 140 ~ 210 HB             |
| d) Elongation Minimum | = 10% Min                  |

### 5.4.3 Insulator

Berikut spesifikasi penambat dengan material Glass Reinforced Nylon (GRN). Bentuk desain *insulator* dapat dilihat pada Gambar 5.7 dibawah ini:



Gambar 5. 7 Gambar Bentuk desain Insulator

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| a) Melt Point Minimum              | = 210 °C                         |
| b) Electric Voluem Resistivity Min | = 2 x 10 <sup>12</sup> Ohm.cm    |
| c) Hardness Minimum                | = 95 HR A                        |
| d) Density                         | = 1,30 – 1,45 gr/cm <sup>3</sup> |

#### 5.4.4 Alas Rel (*Rail Pad*)

Berikut spesifikasi penambat dengan material *High Density Polyethyelne* (HDPE) DIN 534555-5-4 / SNI 11-40401996. Bentuk desain *rail pad* dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini:

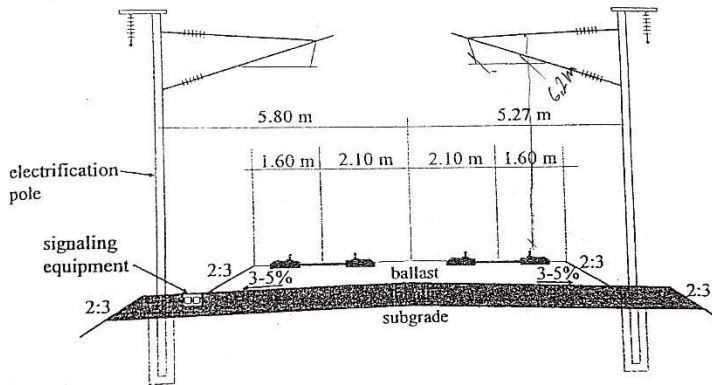


Gambar 5. 8 Bentuk desain Rail Pad

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| a) Electric Volume Density Min | = $1 \times 10^7$ Ohm.cm        |
| b) Hardness Minimum            | = 50 Shore D                    |
| c) Kekuatan Tarik Minimum      | = 0,20 – 0,40 N/mm <sup>2</sup> |
| d) Elongation Minimum          | = 250 %                         |
| e) Breaking Resistance         | = 200 kg/cm <sup>2</sup>        |

## 5.5 Perencanaan Lebar Formasi Badan Jalan Rel

Berikut adalah lebar badan jalan rel untuk kondisi kereta cepat dengan jalur ganda dan lebar *track gauge* 1435 mm. Dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut :



Gambar 5. 9 Formasi Badan Jalan Rel

## 5.6 Panjang Rangkaian Kereta Api

Berikut adalah panjang rangkaian gerbong kereta TGV Duplex :

Equipment type	Top speed		Seating capacity	Overall length		Width		Weight, empty (t)	Weight, full (t)	Power, at 25 kV (kW)	Power-to-weight ratio, empty (kW/t)	First built
	km/h	mph		m	ft	m	ft					
TGV Duplex	320	200	512	200	660	2.90	9.5	380	424	8,800	23.16	1994

	M1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	M2
Class	1st	1st	1st	1st	Bar	2nd	2nd	2nd	2nd	
Seats	69	64	64	64	-	84	84	84	96	(545 total)
Smoking	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	
Toilets	2	2	2	2	-	2	2	2	2	
Phone	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	No	
Notes	1				2		3	4	1	

- (1) baggage compartment
- (2) office
- (3) family cubicles
- (4) same as (3), baby changing station

Gambar 5. 10 Rangkaian TGV Duplex



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dalam perencanaan tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bentuk trase jalan kereta cepat Madiun-Solo direncanakan dan dianalisa dengan menggunakan metode *multi criteria analysis*. Dari hasil analisa tersebut dipilih alternatif trase 1, seperti Gambar 6.1 berikut:



Gambar 6. 1 Gambar Trase Terpilih

2. Perencanaan bentuk alinyemen horizontal dan vertikal direncanakan dengan kecepatan rencana sebesar 300 Km/jam, nilai R untuk alinyemen horizontal adalah 4900 m dan untuk alinyemen vertikal digunakan R 22500 m. Perhitungan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal dilakukan secara manual dan bantuan aplikasi Auto CAD Civil 3d, dan dari kedua hasil didapatkan hasil yang sama.
3. Perencanaan jalan rel direncanakan dengan menggunakan tipe rel R60 dan dengan menggunakan track gauge 1435 mm. Didapatkan

tegangan rel yang terjadi adalah  $917,8 \text{ kg/cm}^2 < 1325 \text{ kg/cm}^2$  Tegangan ijin kelas jalan rel dan tegangan yang terjadi didasar rel adalah  $918,7579 \text{ kg/cm}^2 < 1042 \text{ kg/cm}^2$  dari Tegangan ijin dasar rel.

4. Perhitungan galian dan timbunan dilakukan dengan bantuan aplikasi AutoCAD Civil3D dan didapatkan volume galian sebesar  $6173794 \text{ m}^3$ , dan volume timbunan sebesar  $3316510,75 \text{ m}^3$ . Sehingga didapatkan presentase galian dibandingkan dengan presentase timbunan adalah sebesar 46,28%.

## 6.2 Saran

Dari hasil pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa saran, diantaranya adalah:

1. Perlu diketahui data pembagian berat lokomotif tiap gerbong untuk kereta TGV Duplex, agar perencanaan bisa dilakukan dengan lebih akurat.
2. Dilihat dari hasil perhitungan volume galian timbunan yang menghasilkan presentase sebesar 46,28 %, perlu direncanakan dengan konstruksi jalan rel yang berbeda agar bisa mengurangi volume galian dan timbunan yang terlalu banyak.



## DAFTAR PUSTAKA

Kementerian Perhubungan Ditjen Perkeretaapian, 2011. *Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS 2030)*.

Kereta Kecepatan Tinggi, 2019.  
<[https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta\\_kecepatan\\_tinggi](https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta_kecepatan_tinggi)>.

Menteri Perhubungan RI, 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Jakarta.

**Modul Geometrik. Rekayasa Jalan Raya dan Rel (PS-1364).**  
Surabaya : Jurusan Teknik Sipil ITS

PJKA, 1986. *Penjelasan Peraturan Dinas No.10 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel*. Bandung.

PJKA. 1986. *Peraturan Dinas No.10 Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel*. Bandung.

Profillidis, V. A, 2009. **Railway Engineering and Management (Third Edition)**. Greece

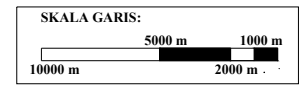
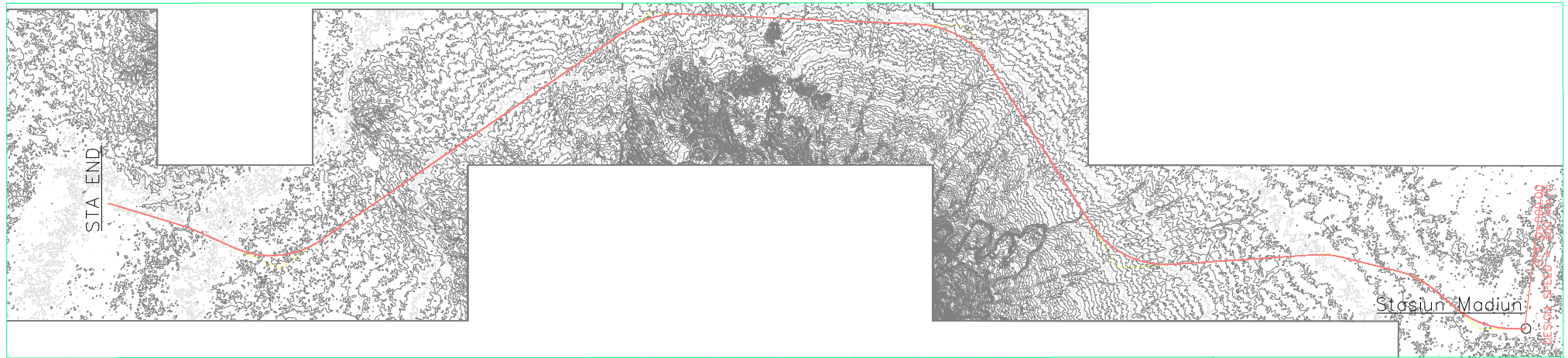
Profillidis, V. A. and Botzoris, G. N, (2013). **High-Speed Railways: Present Situation and Future Prospects**.

Tsunoda, Y, (2018) *.Transportation policy for high-speed rail competing with airlines*. Japan

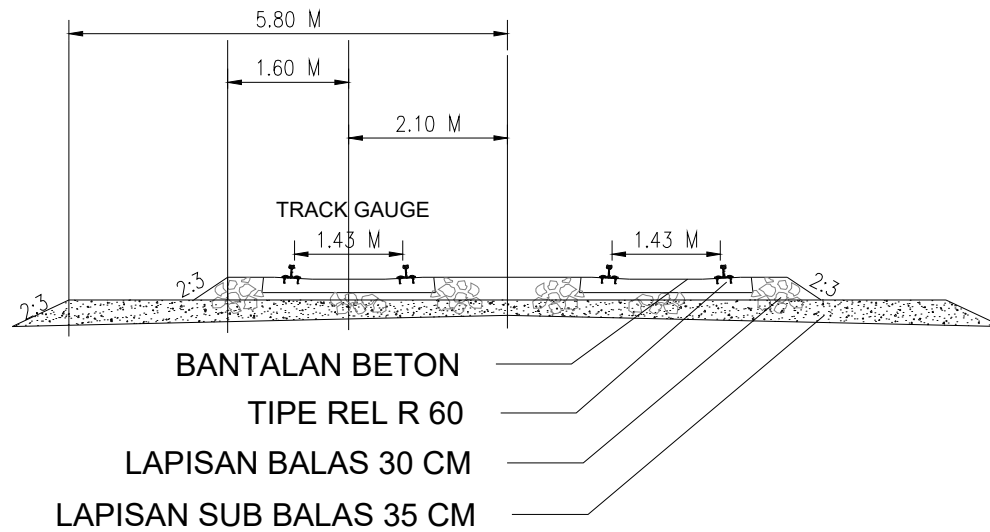
Utomo, S.H.T. 2009. **Jalan Rel**. Yogyakarta : Beta Offset.

**LAMPIRAN**





<p> <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019       </p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Kode Gambar : TP Judul Gambar :Track Layout Peta Topografi	1	1	



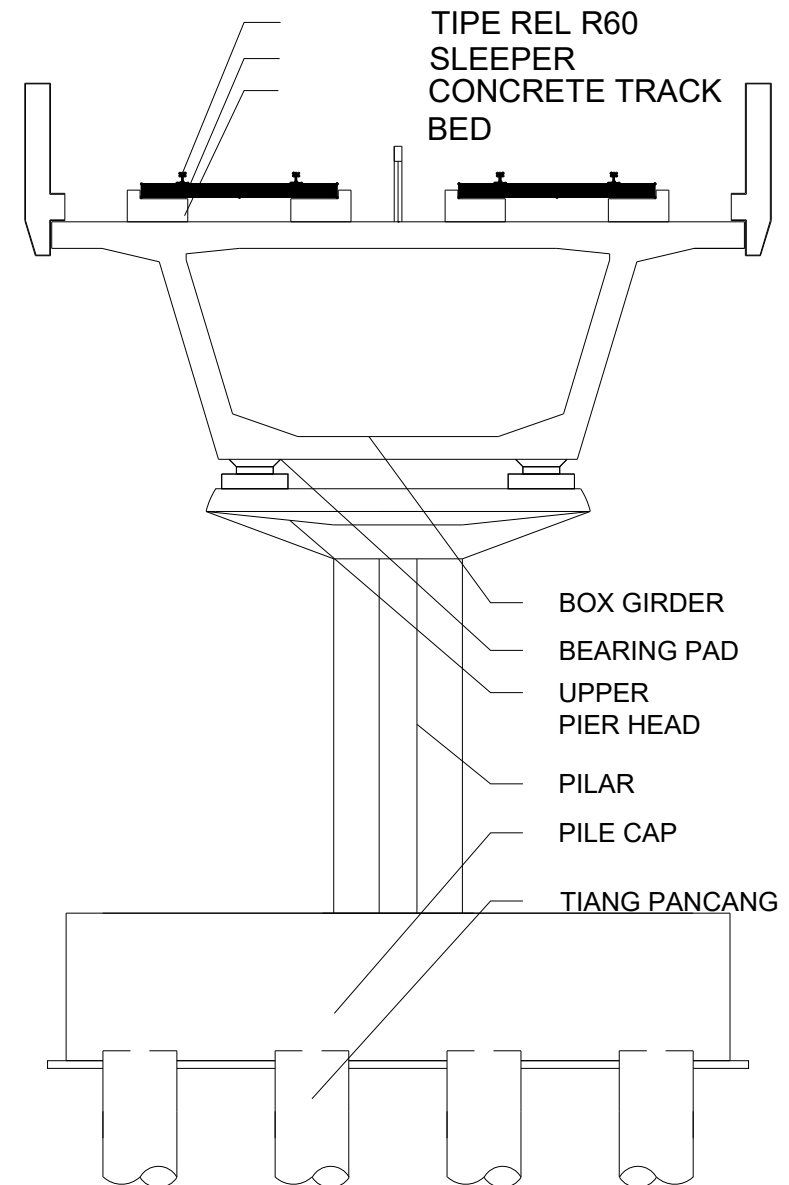
**Typical Cross Section Kondisi At grade**

**Skala 1:100**

**Typical Cross Section Kondisi At Elevated**

**Skala 1:100**

- Struktur elevated terletak pada
- STA 0+000 s/d 1+300
- STA 83+520 s/d 89+153



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
DAN KEBUMIHAN  
Program Studi Teknik Sipil  
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
NRP .0311174500019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar : TC  
Judul Gambar : Typical Cross  
Section At grade dan Elevated

NO. LMBR

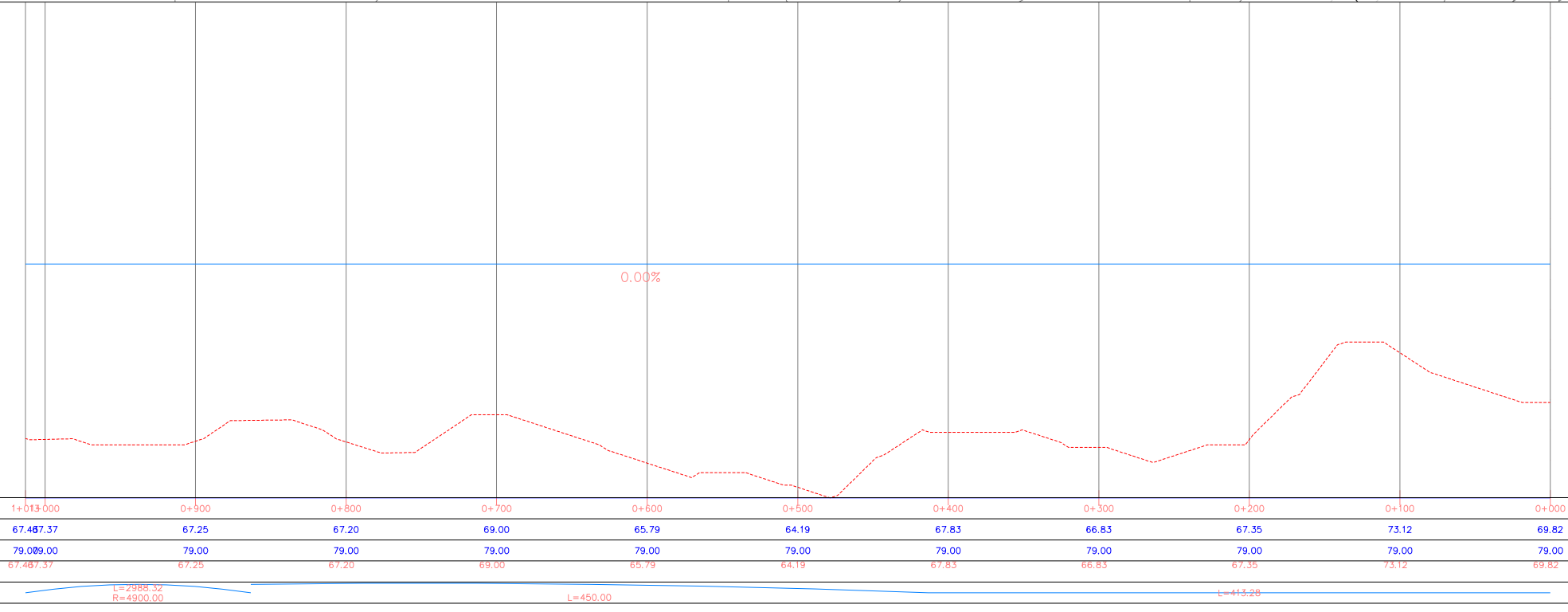
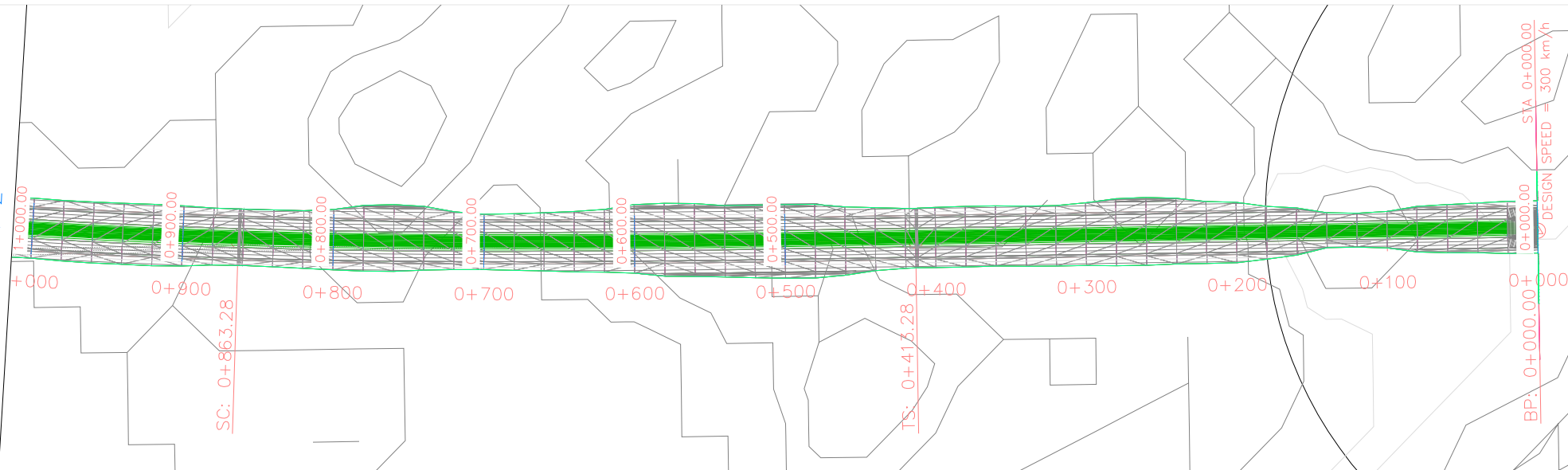
1


JML. LMBR

1

REVISI GAMBAR

NEXT SHEET NUMBER: 2

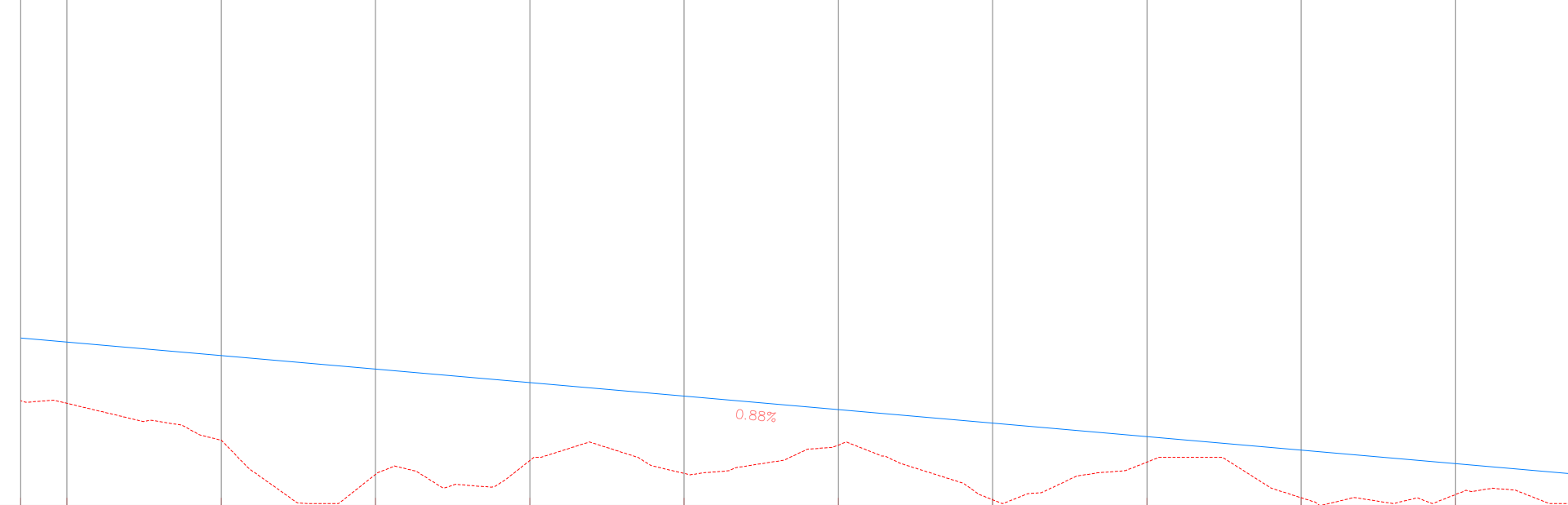
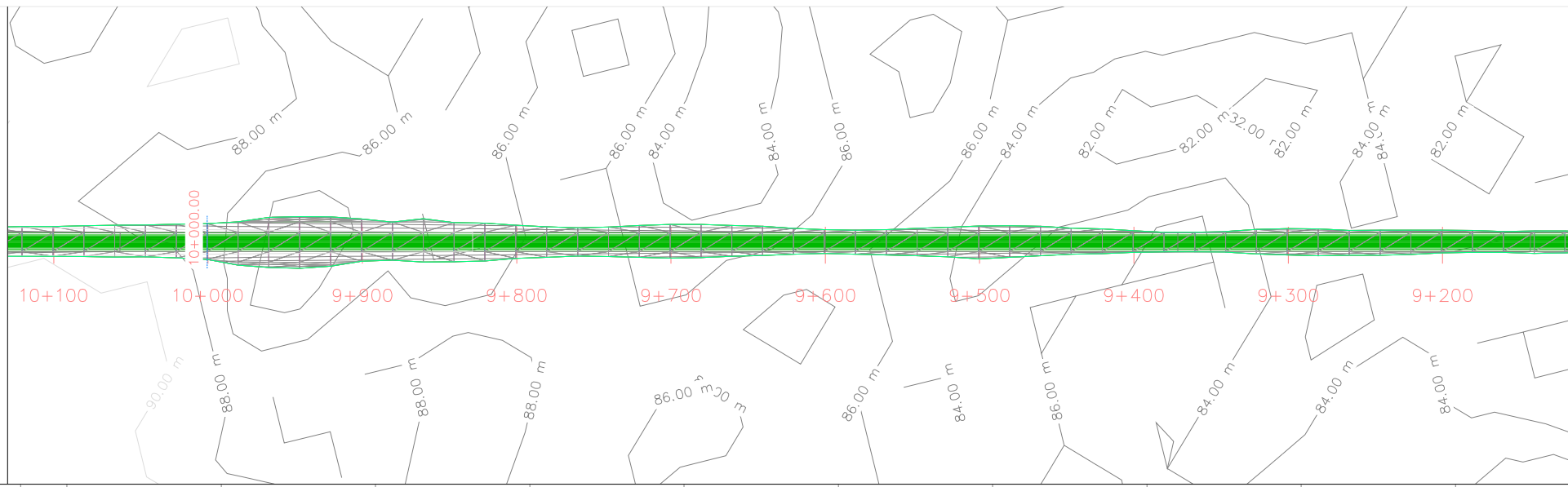


 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	1	89	



MATCH LINE - 9

NEXT SHEET NUMBER: 11



10+130	10+100	10+000	9+900	9+800	9+700	9+600	9+500	9+400	9+300	9+200	9+117	PATOK KM
89.68	89.51	87.12	84.90	85.80	84.96	86.80	83.25	85.70	83.38	83.60	83.00	ELEVASI MUKA TANAH
93.74	93.48	92.60	91.73	90.85	89.98	89.10	88.23	87.35	86.48	85.60	84.87	ELEVASI KOP REL
89.68	89.51	87.12	84.90	85.80	84.96	86.80	83.25	85.70	83.38	83.60	83.00	GALIAN/MEJUNAN (BEDA INGGI)

L=2695.87

ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
10

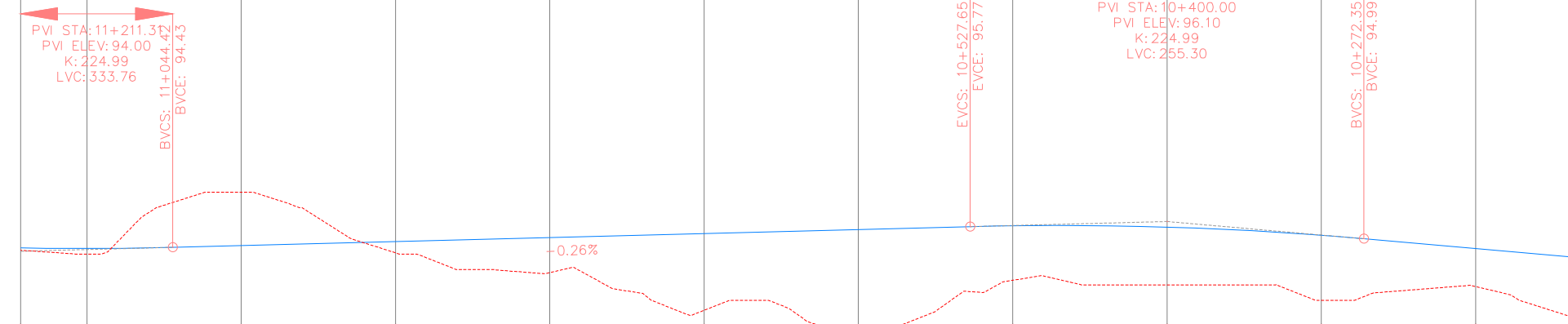
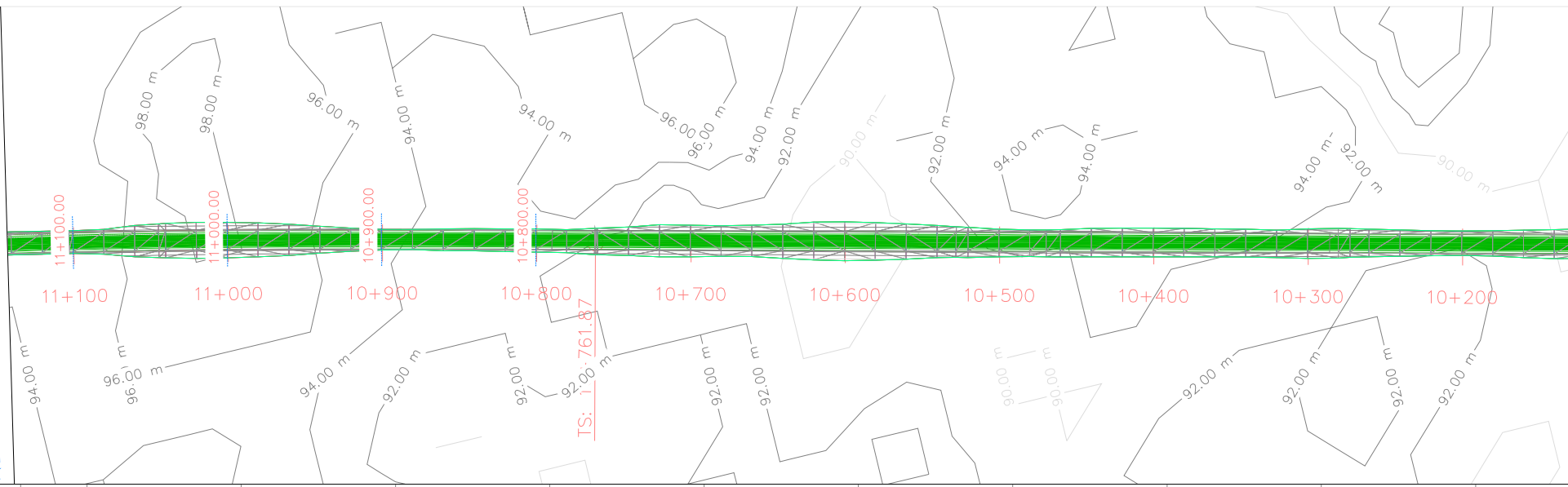
**JML. LMBR**  
89

**REVISI GAMBAR**



MATCH LINE - 10

NEXT SHEET NUMBER: 12



11+143	11+100	11+000	10+900	10+800	10+700	10+600	10+500	10+400	10+300	10+200	10+130	PATOK KM
94.24	94.00	98.00	94.08	92.79	90.35	89.00	92.30	92.00	91.00	91.89	89.68	ELEVASI MUKA TANAH
94.39	94.36	94.55	94.81	95.07	95.33	95.59	95.83	95.74	95.21	94.35	93.74	ELEVASI KOP REL
94.24	94.00	98.00	94.08	92.79	90.35	89.00	92.30	92.00	91.00	91.89	89.68	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=450.00						L=2695.87						ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

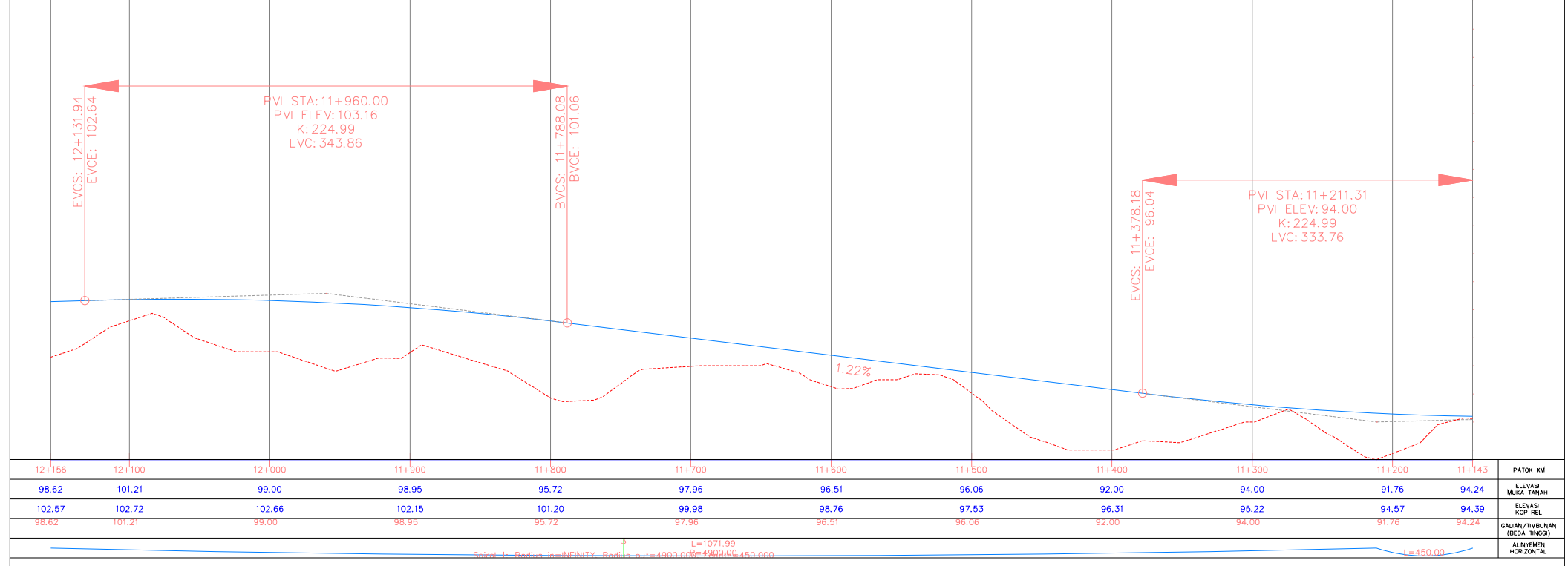
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP. 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP. 03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

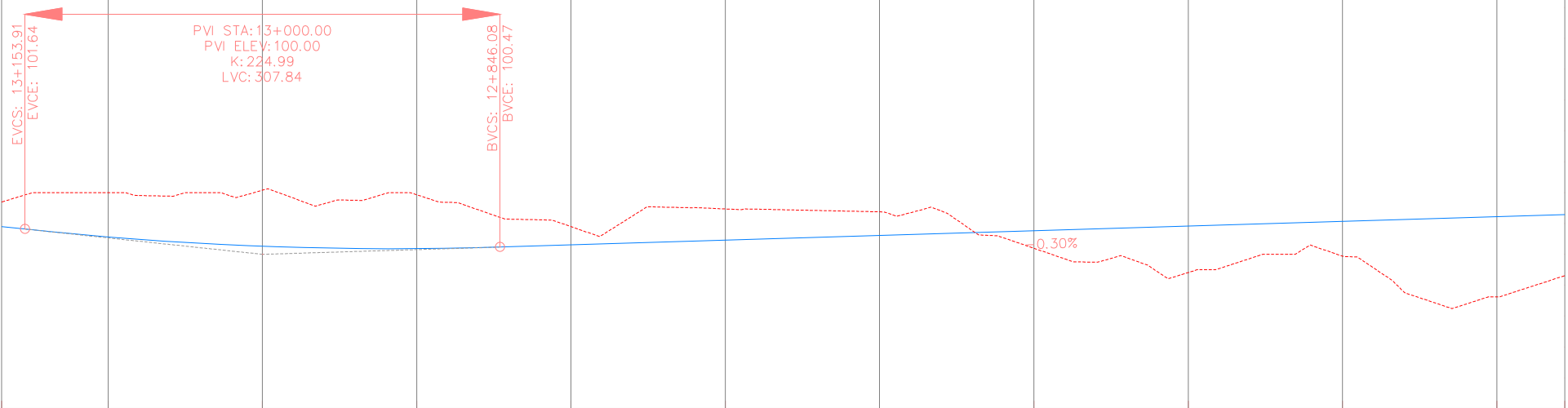
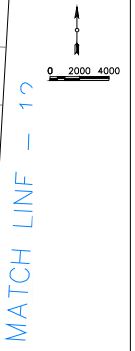
NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
11	89	





<p> <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>            Program Studi Teknik Sipil            2019         </p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b> PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	<b>DOSEN PEMBIMBING</b> Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	<b>NAMA MAHASISWA</b> Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	<b>KETERANGAN GAMBAR</b> Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	<b>NO. LMBR</b> 12	<b>JML. LMBR</b> 89	<b>REVISI GAMBAR</b> (Empty table for revisions)

NEXT SHEET NUMBER: 14



13+169	13+100	13+000	12+900	12+800	12+700	12+600	12+500	12+400	12+300	12+200	12+156	PATOK KM
103.39	104.00	104.15	103.86	101.80	102.94	102.75	100.39	98.82	99.88	97.23	98.62	ELEVASI MUKA TANAH
101.80	101.13	100.53	100.37	100.61	100.91	101.22	101.52	101.83	102.13	102.43	102.57	ELEVASI KOP REL
103.39	104.00	104.15	103.86	101.80	102.94	102.75	100.39	98.82	99.88	97.23	98.62	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=7356.46									L=1071.99 R=4900.00			ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

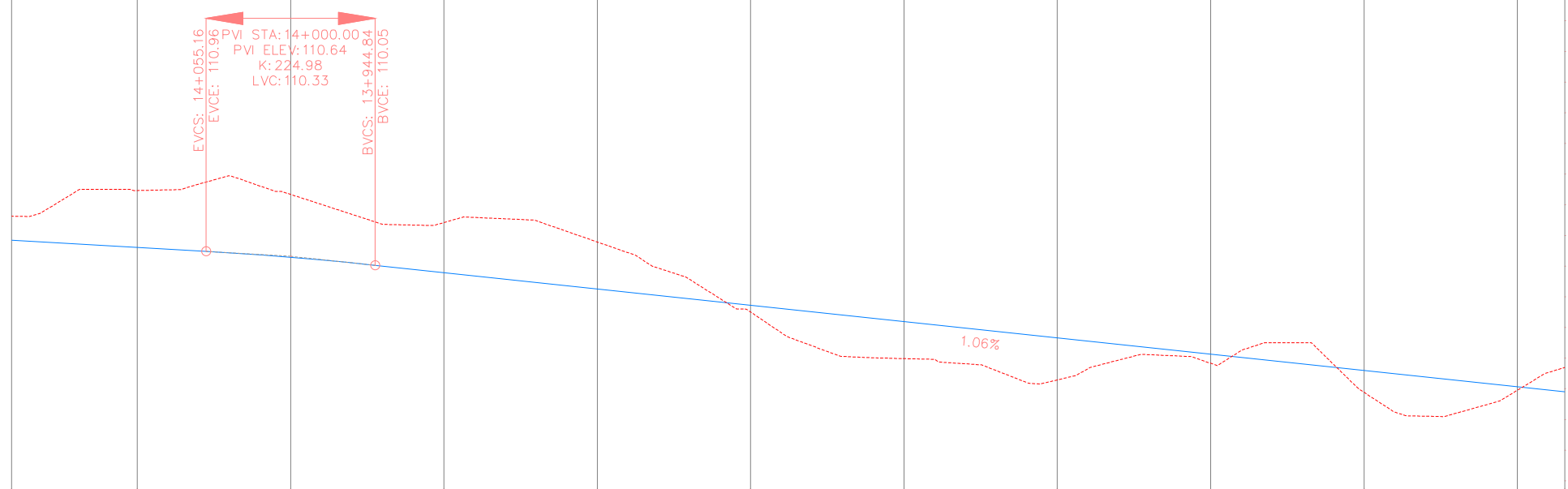
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	13	89	

NEXT SHEET NUMBER: 15

MATCH LINE - 13



EVCS: 14+056.16  
 EVCE: 110.96  
 PVI STA: 14+000.00  
 PVI ELEV: 110.64  
 K: 224.98  
 LVC: 110.33  
 BVCS: 13+944.84  
 BVCE: 110.05



14+182	14+100	14+000	13+900	13+800	13+700	13+600	13+500	13+400	13+300	13+200	13+169	PATOK KM
113.25	114.93	114.68	112.84	111.57	107.00	103.97	102.58	103.66	101.77	101.90	103.39	ELEVASI MUKA TANAH
111.68	111.21	110.57	109.58	108.51	107.45	106.38	105.32	104.26	103.19	102.13	101.80	ELEVASI KOP REL
113.25	114.93	114.68	112.84	111.57	107.00	103.97	102.58	103.66	101.77	101.90	103.39	GALIAN/MBUNAN (BEDA INGGI)
L=7356.40												ALYEMEN HORIZONTAL



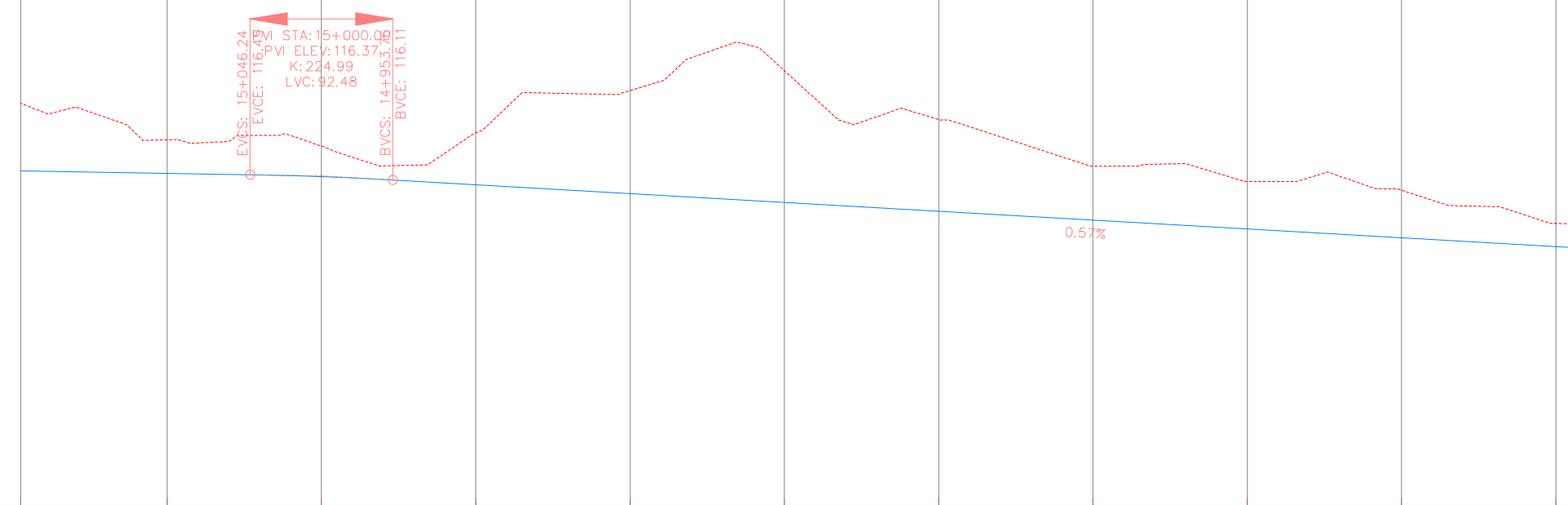
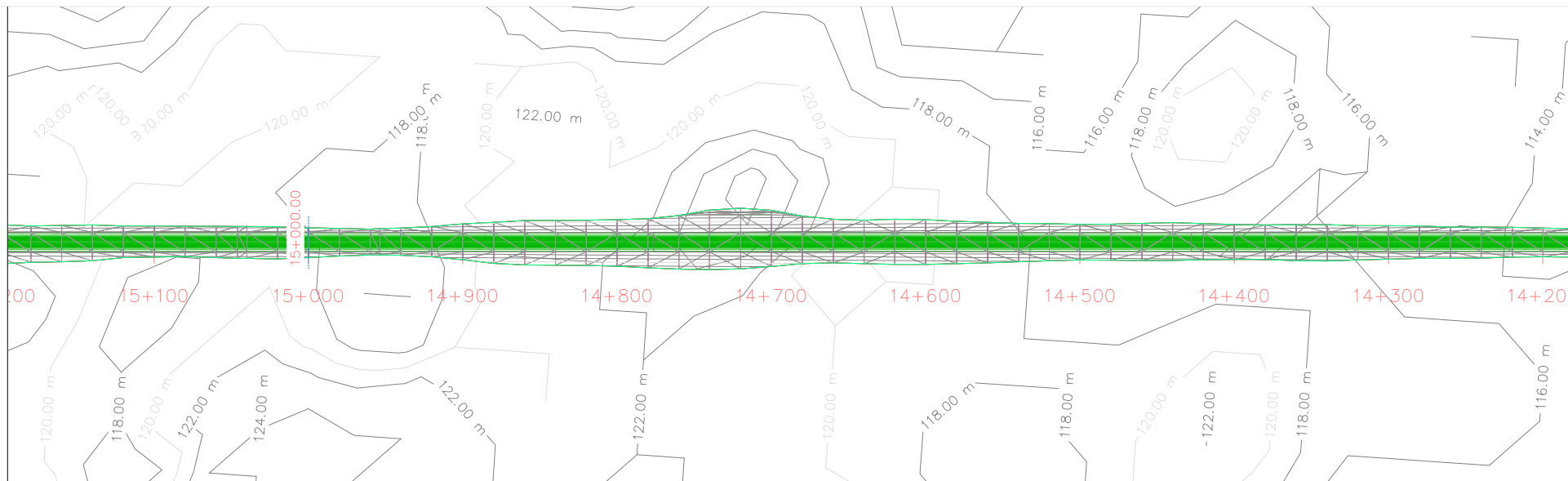
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	14	89	

NEXT SHEET NUMBER: 16



MATCH LINE - 14



15+195	15+100	15+000	14+900	14+800	14+700	14+600	14+500	14+400	14+300	14+200+182	PATOK KM
121.08	118.71	118.30	119.18	121.90	123.19	120.03	117.00	116.00	115.44	113.29/13.25	ELEVASI MUKA TANAH
116.69	116.54	116.33	115.80	115.23	114.65	114.08	113.51	112.93	112.36	111.79/11.68	ELEVASI KOP REL
121.08	118.71	118.30	119.18	121.90	123.19	120.03	117.00	116.00	115.44	113.29/13.25	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)

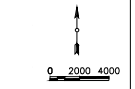
L=7356.40



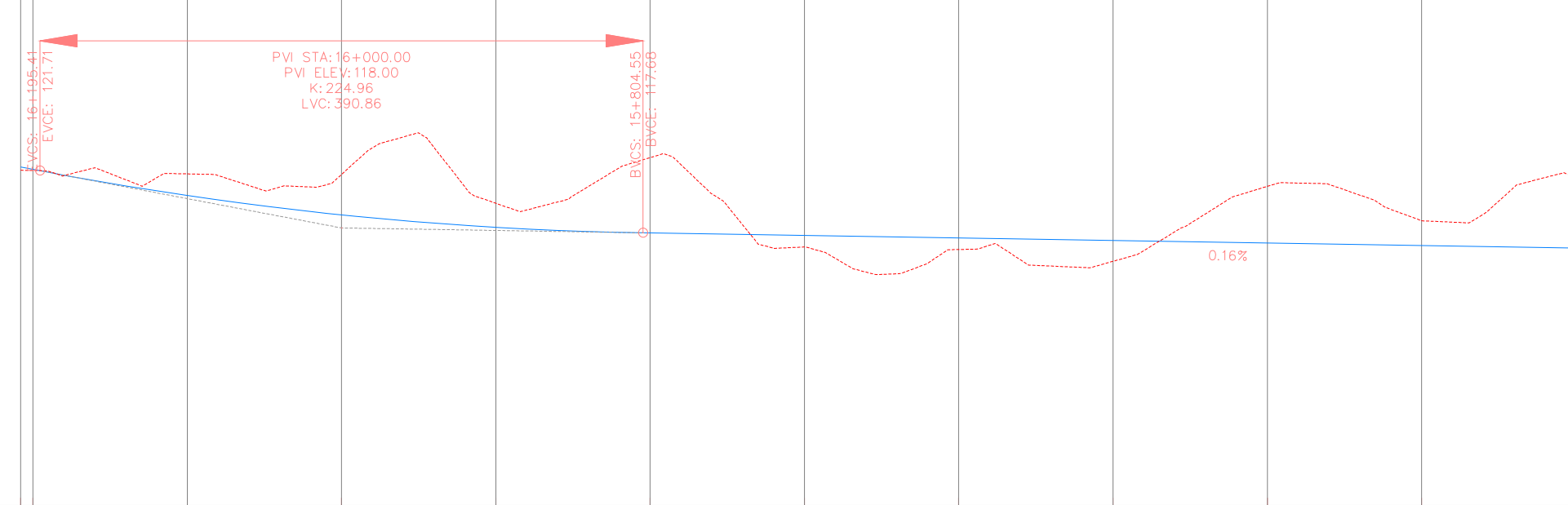
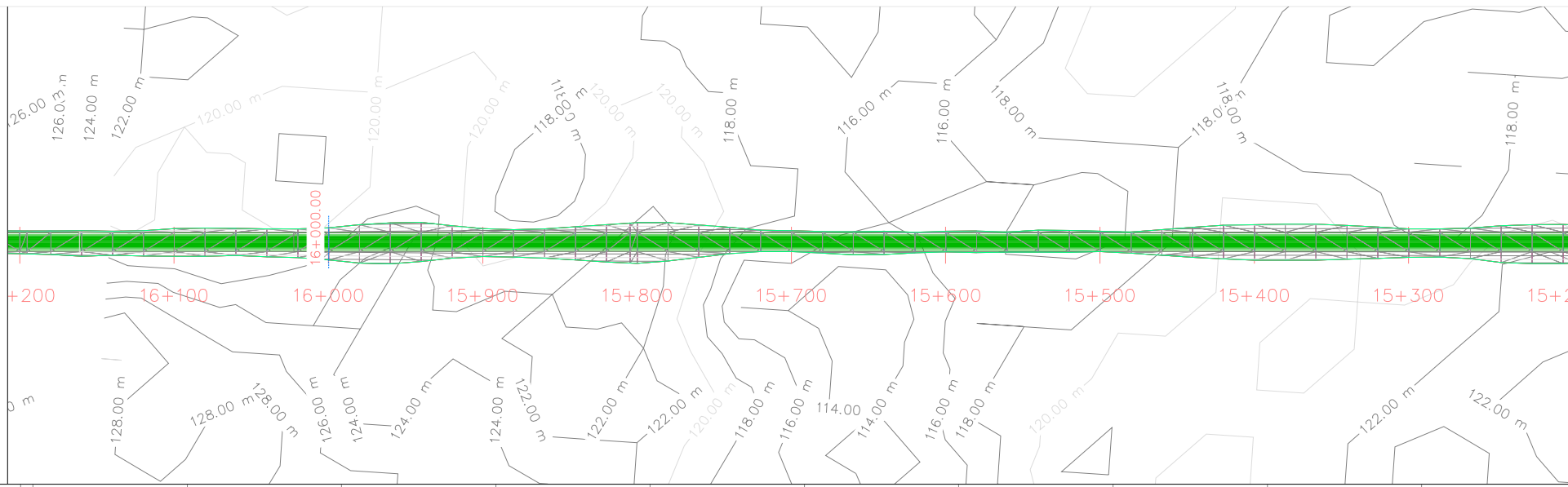
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	15	89	

NEXT SHEET NUMBER: 17



MATCH LINE - 15



16+200	16+100	16+000	15+900	15+800	15+700	15+600	15+500	15+400	15+300	15+200	PATOK KM
121.73	121.50	121.46	119.60	122.56	116.76	116.60	115.84	120.69	118.47	122.28	ELEVASI MUKA TANAH
121.9580	120.10	118.85	118.04	117.67	117.51	117.35	117.19	117.02	116.86	118.609	ELEVASI KOP REL
121.2473	121.50	121.46	119.60	122.56	116.76	116.60	115.84	120.69	118.47	122.2808	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=7356.40											ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

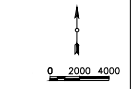
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

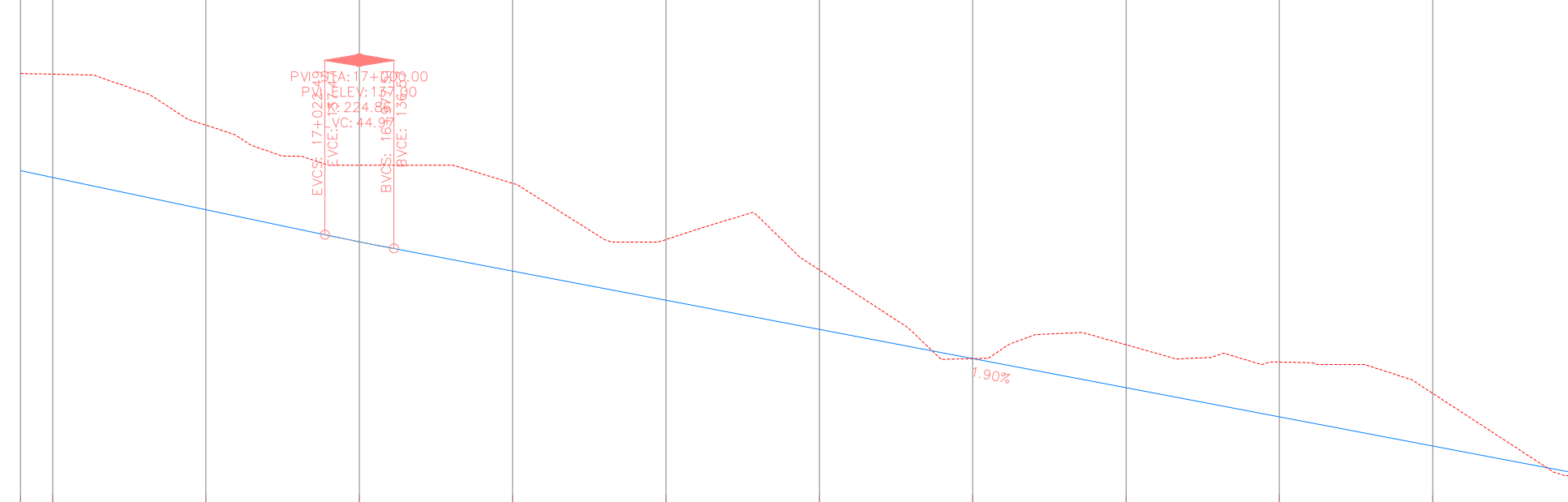
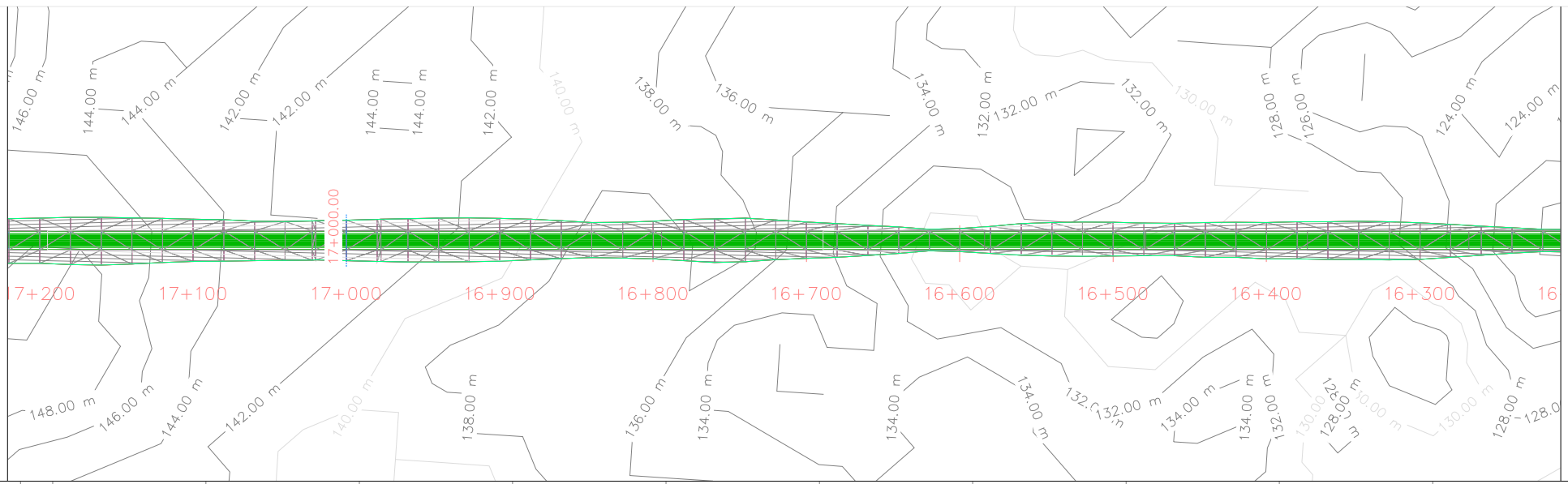
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
16	89	

NEXT SHEET NUMBER: 18



MATCH LINE - 16



17+2217+200	17+100	17+000	16+900	16+800	16+700	16+600	16+500	16+400	16+300	16+208	PATOK KM
147.99147.94	144.61	142.00	140.82	137.16	135.17	129.39	130.30	129.17	127.12	121.74	ELEVASI MUKA TANAH
141.64 141.20	139.10	137.01	135.10	133.20	131.30	129.40	127.50	125.60	123.70	121.95	ELEVASI KOP REL
147.99147.94	144.61	142.00	140.82	137.16	135.17	129.39	130.30	129.17	127.12	121.74	GALIAN/MEJANAN (BEDA TINGGI)

L=7356.40



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

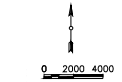
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

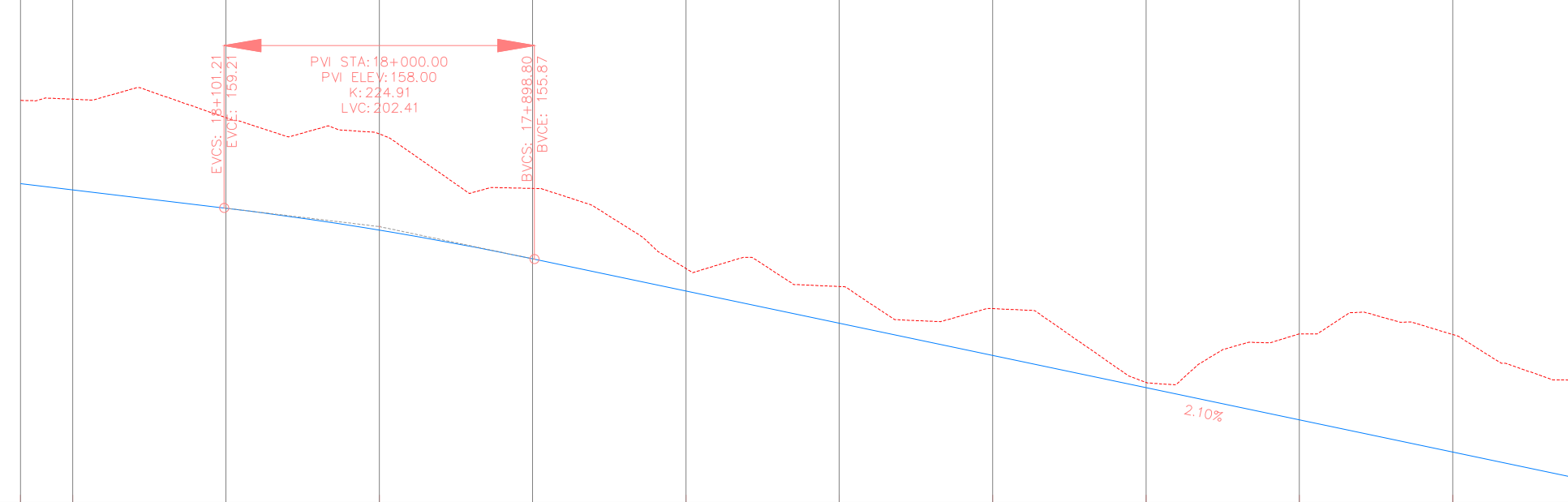
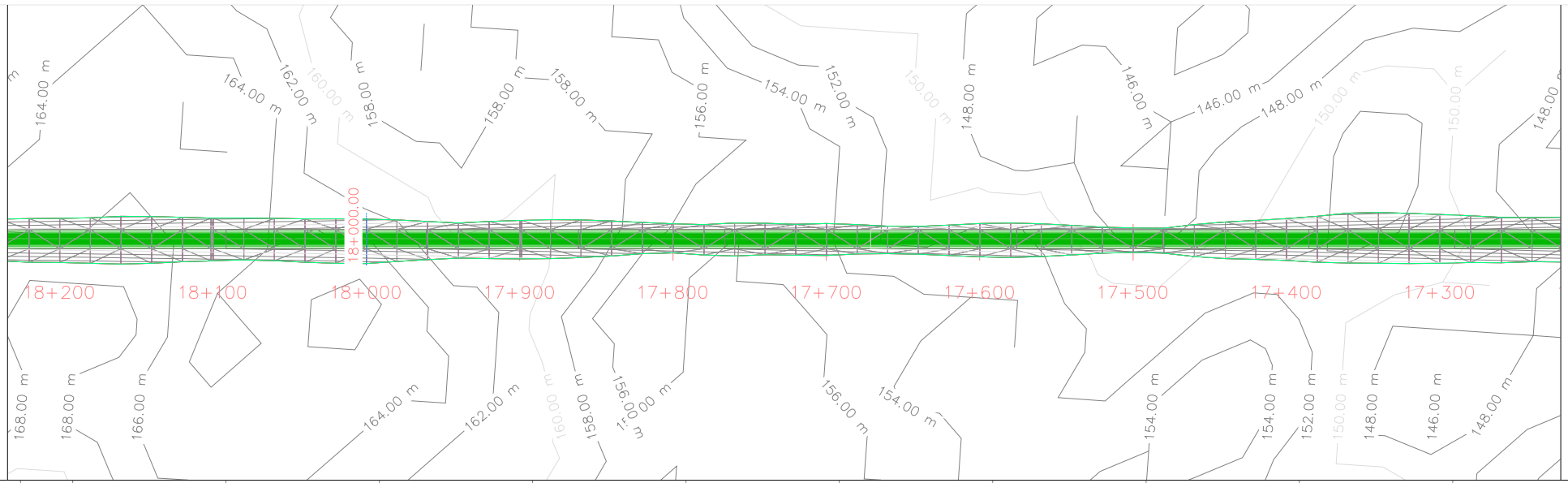
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
17	89	

NEXT SHEET NUMBER: 19



MATCH LINE -- 17



18+234	18+200	18+100	18+000	17+900	17+800	17+700	17+600	17+500	17+400	17+300	17+221	PATOK KM
166.23	166.31	165.10	164.04	160.49	155.27	154.09	152.65	147.84	151.00	150.96	147.99	ELEVASI MUKA TANAH
160.81	160.40	159.20	157.77	155.90	153.80	151.70	149.60	147.50	145.40	143.30	141.64	ELEVASI KOP REL
166.23	166.31	165.10	164.04	160.49	155.27	154.09	152.65	147.84	151.00	150.96	147.99	GALIAN/MEJUNAN (BEDA INGGI)

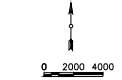
L=7356.40



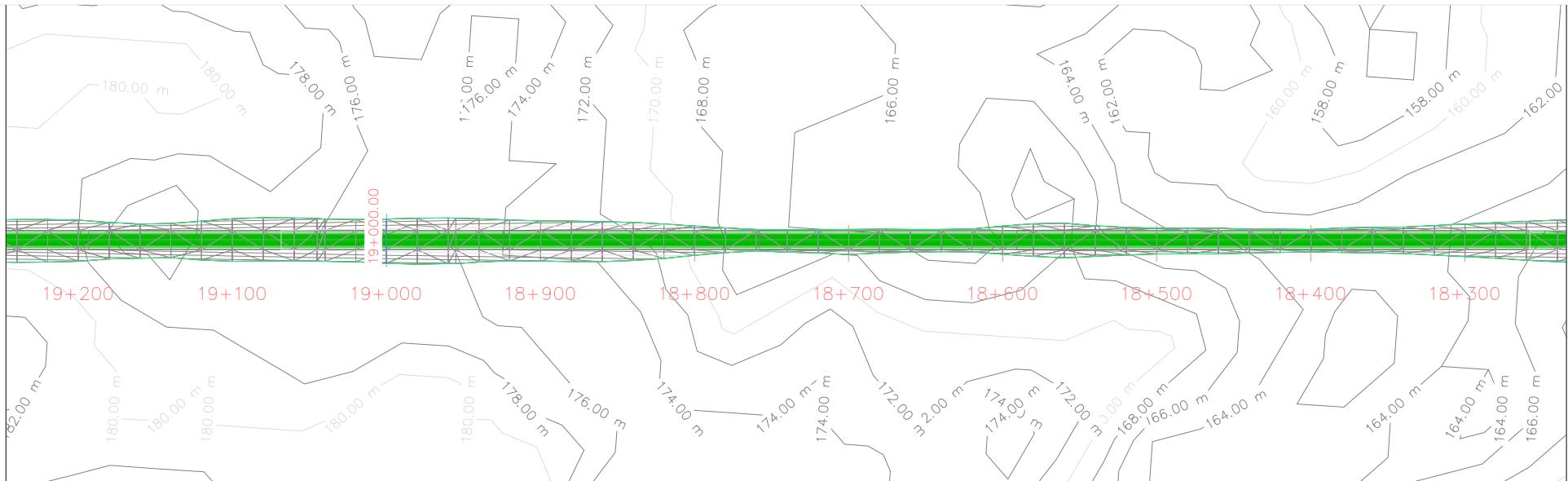
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	18	89	

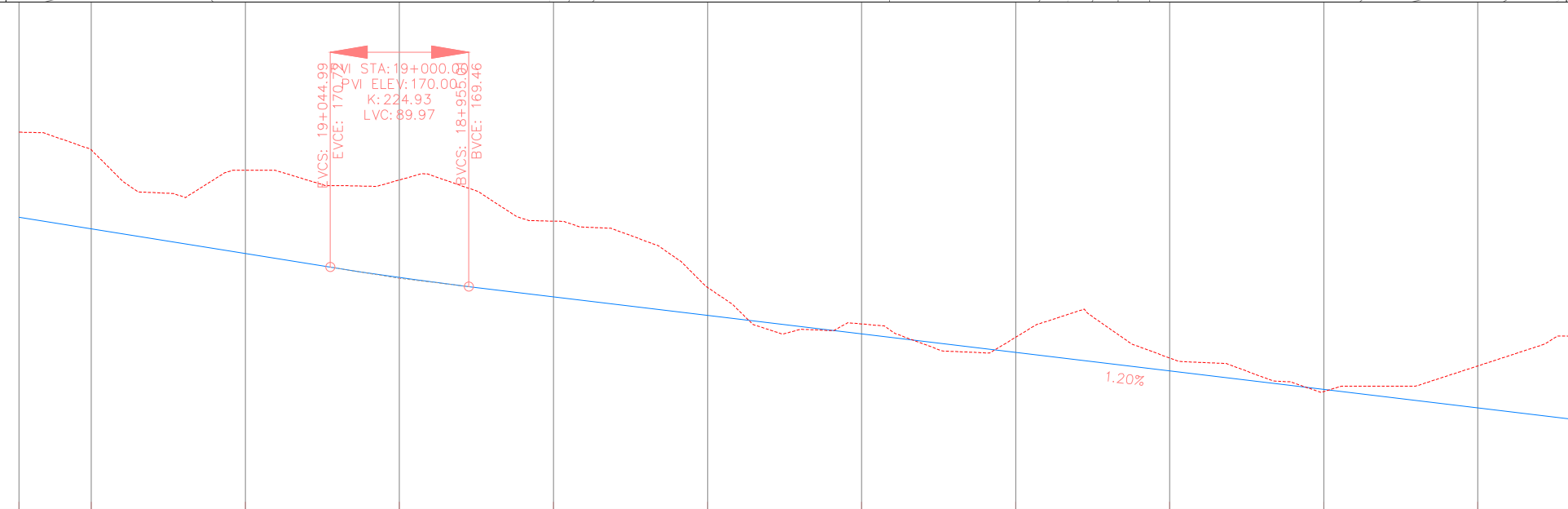
NEXT SHEET NUMBER: 20



MATCH LINE - 18



19+200 19+100 19+000 18+900 18+800 18+700 18+600 18+500 18+400 18+300



19+247	19+200	19+100	19+000	18+900	18+800	18+700	18+600	18+500	18+400	18+300	18+234	PATOK KM
179.47	178.32	177.00	176.37	173.70	169.40	167.04	166.18	164.83	162.66	164.32	166.23	ELEVASI MUKA TANAH
173.95	173.20	171.60	170.04	168.80	167.60	166.40	165.20	164.00	162.80	161.60	160.81	ELEVASI KOP REL
179.47	178.32	177.00	176.37	173.70	169.40	167.04	166.18	164.83	162.66	164.32	166.23	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)

L=7356.40

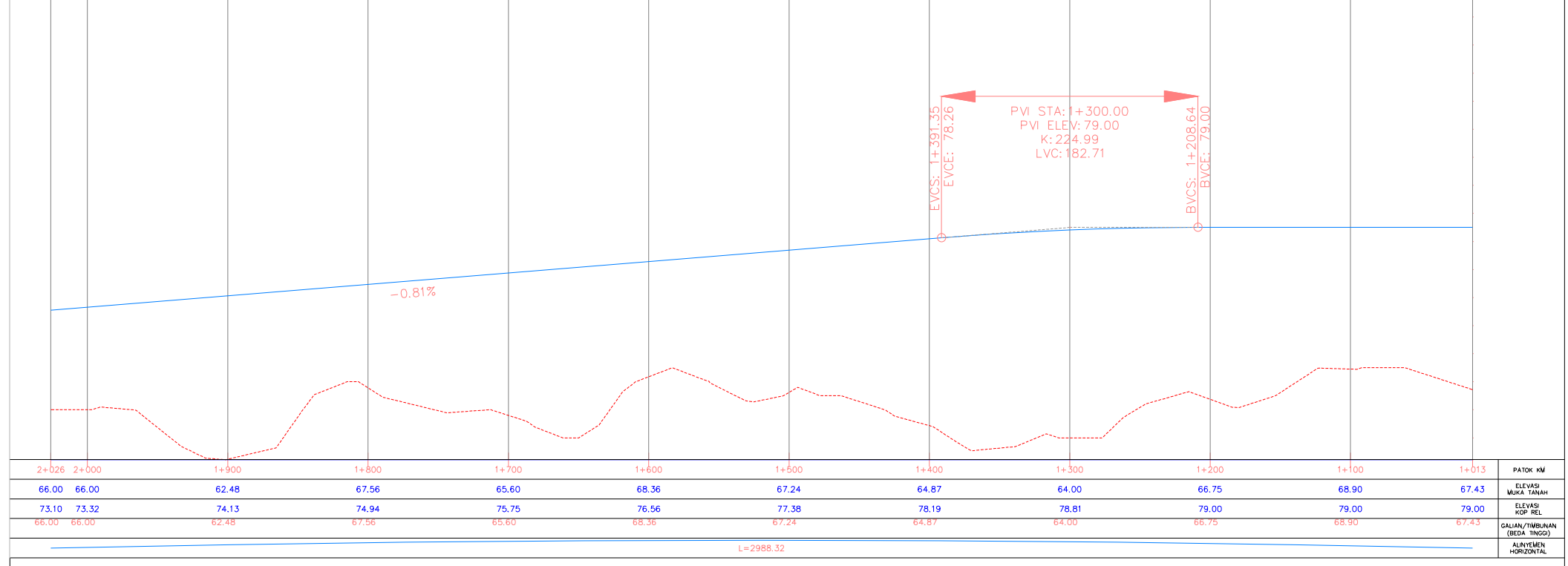
ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	19	89	





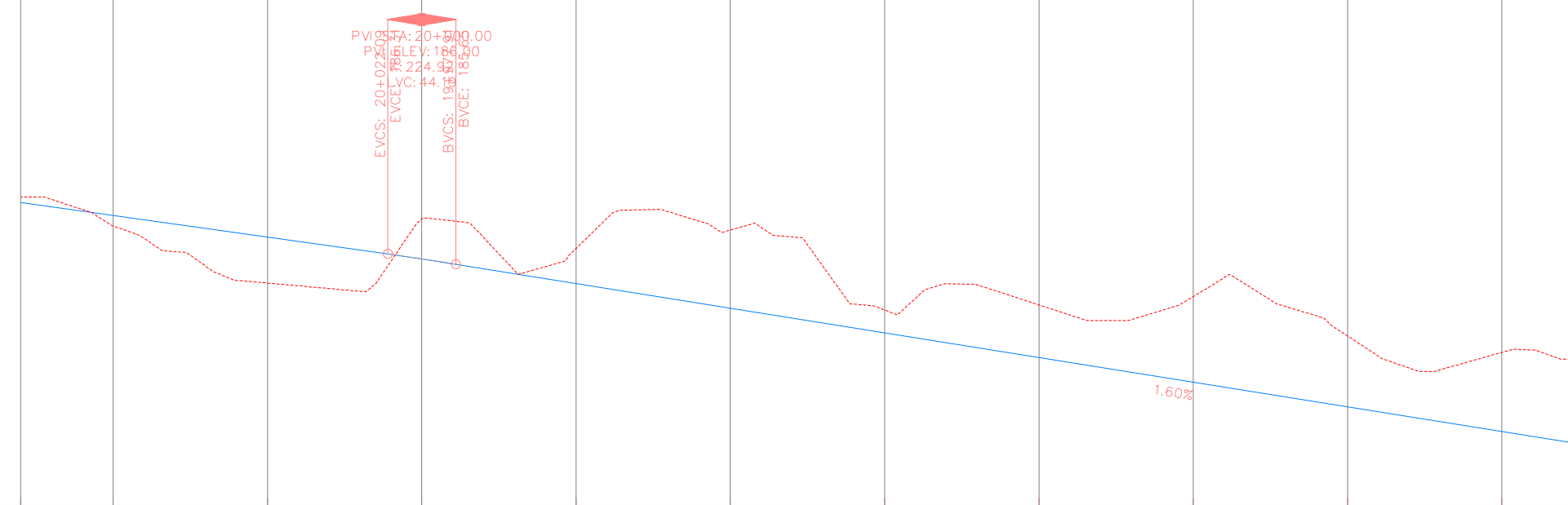
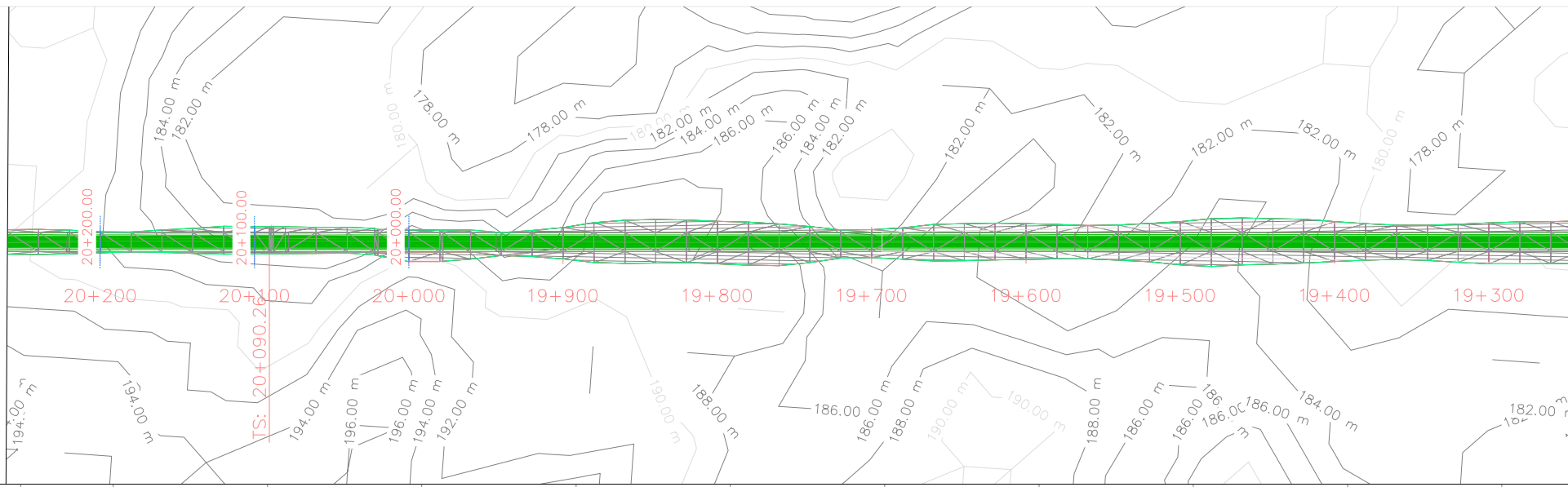
2+026	2+000	1+900	1+800	1+700	1+600	1+500	1+400	1+300	1+200	1+100	1+013	PATOK KM
66.00	66.00	62.48	67.56	65.60	68.36	67.24	64.87	64.00	66.75	68.90	67.43	ELEVASI MUKA TANAH
73.10	73.32	74.13	74.94	75.75	76.56	77.38	78.19	78.81	79.00	79.00	79.00	ELEVASI KOP REL
66.00	66.00	62.48	67.56	65.60	68.36	67.24	64.87	64.00	66.75	68.90	67.43	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=2988.32												ALYEMEN HORIZONTAL

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 400 Skala Vertikal = 1 : 400	2	89	



NEXT SHEET NUMBER: 21

MATCH LINE - 19

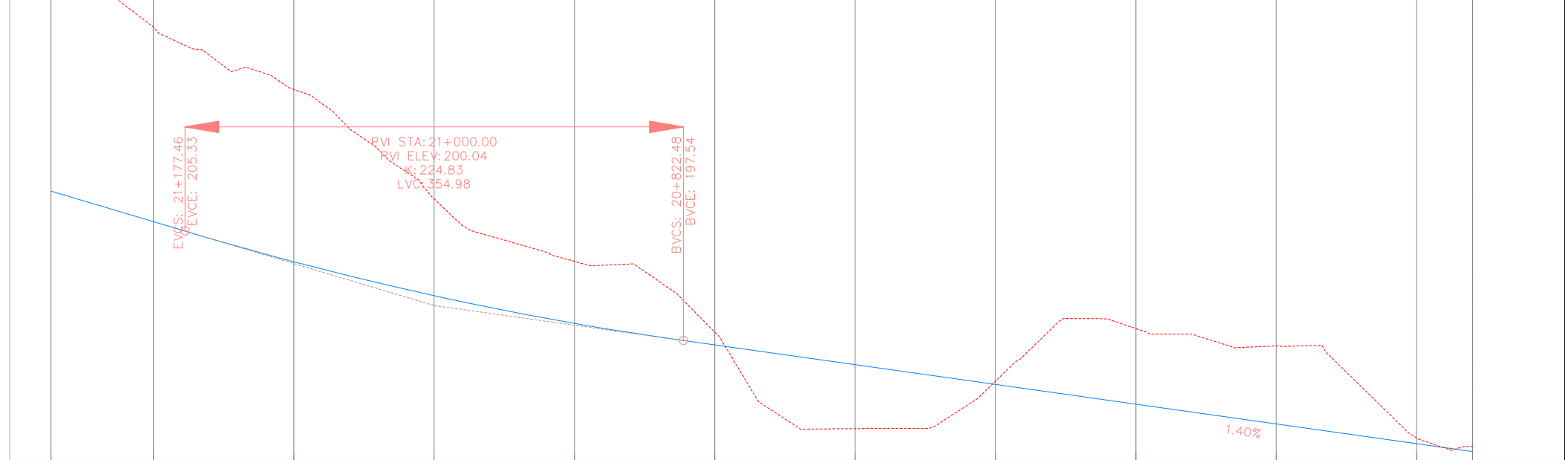
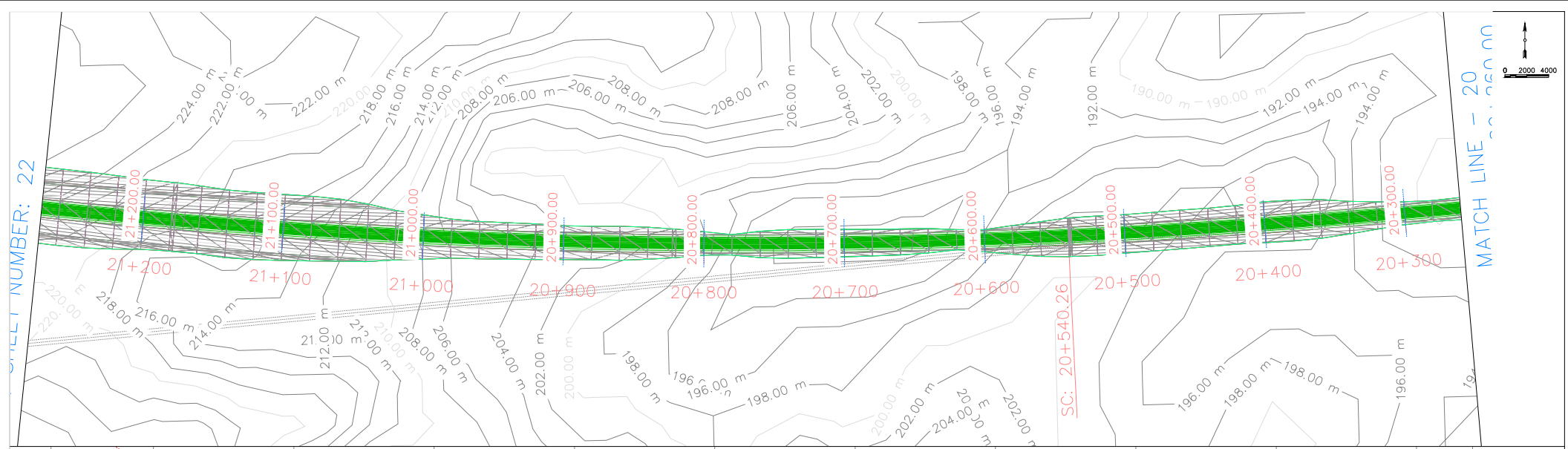


20+260	20+200	20+100	20+000	19+900	19+800	19+700	19+600	19+500	19+400	19+300	19+247	PATOK KM		
190.00	188.12	184.43	188.58	186.67	187.86	182.68	183.01	183.55	181.00	179.93	179.47	ELEVASI MUKA TANAH		
189.65	188.81	187.40	185.99	184.40	182.80	181.20	179.60	178.00	176.40	174.80	173.95	ELEVASI KOP REL		
190.00	188.12	184.43	188.58	186.67	187.86	182.68	183.01	183.55	181.00	179.93	179.47	GALIAN/INJUKAN (BEDA INGGI)		
L=450.00												L=7356.40		ALINYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	20	89	

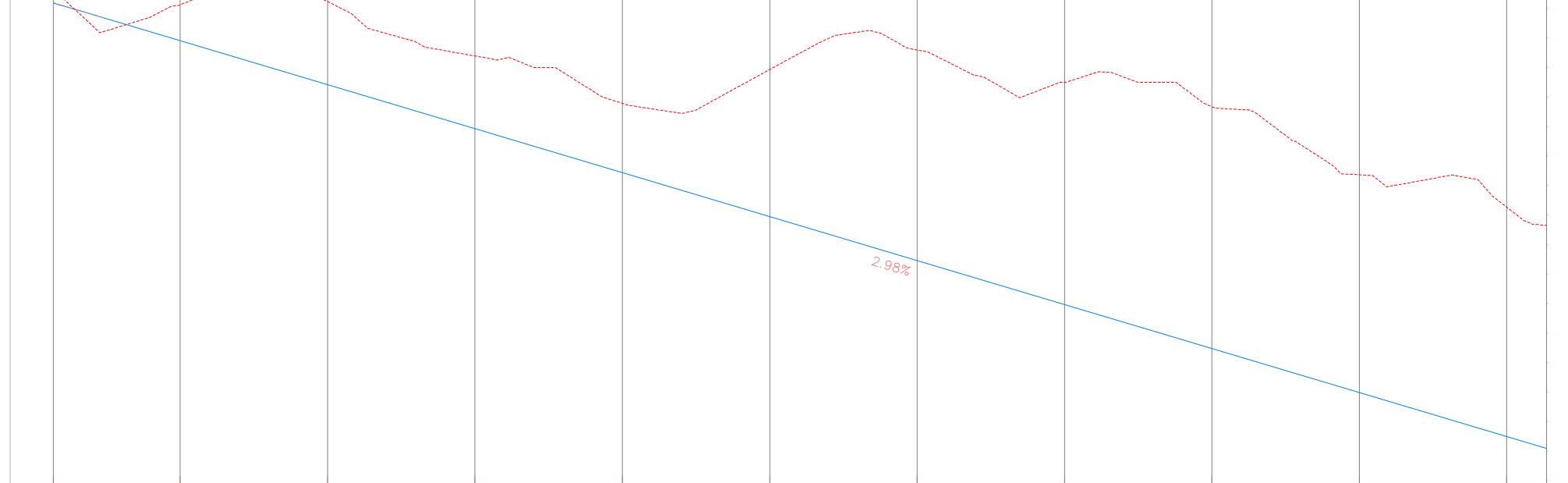
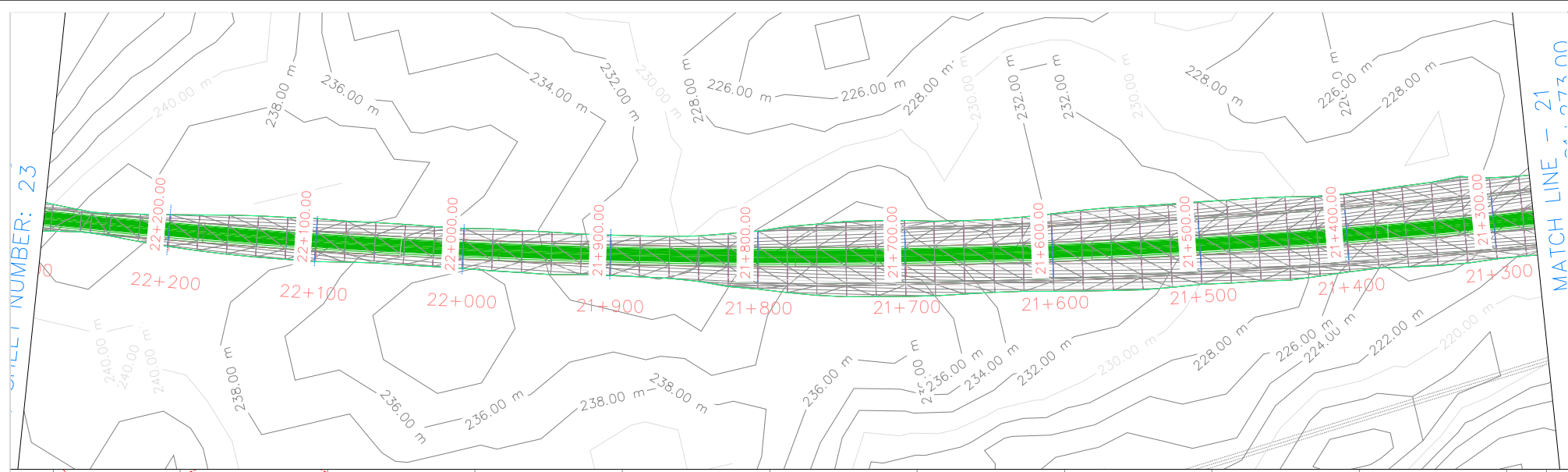


21+275	21+200	21+100	21+000	20+900	20+800	20+700	20+600	20+500	20+400	20+300	20+260	PATOK KM
223.30	219.85	215.42	207.63	203.18	198.13	191.27	194.65	198.40	197.16	190.61	190.00	ELEVASI MUKA TANAH
208.18	206.00	203.15	200.74	198.77	197.23	195.82	194.42	193.02	191.61	190.21	189.65	ELEVASI KOP REL
223.30	219.85	215.42	207.63	203.18	198.13	191.27	194.65	198.40	197.16	190.61	190.00	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=4796.29 R=4900.00											ALINYEMEN HORIZONTAL	
L=450.00												

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	21	89	

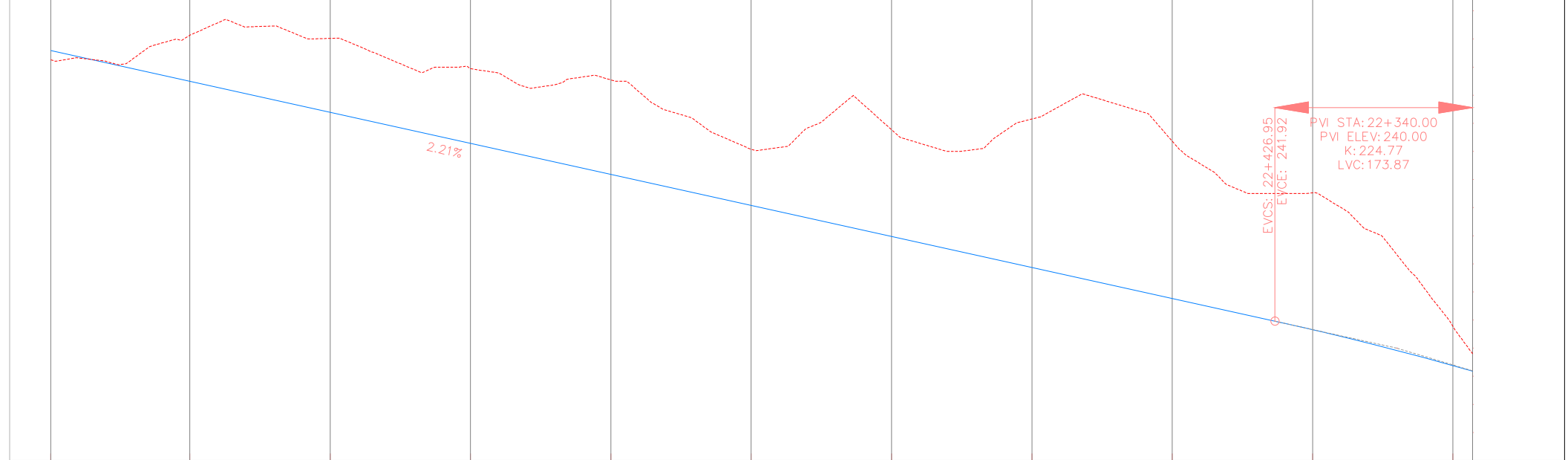
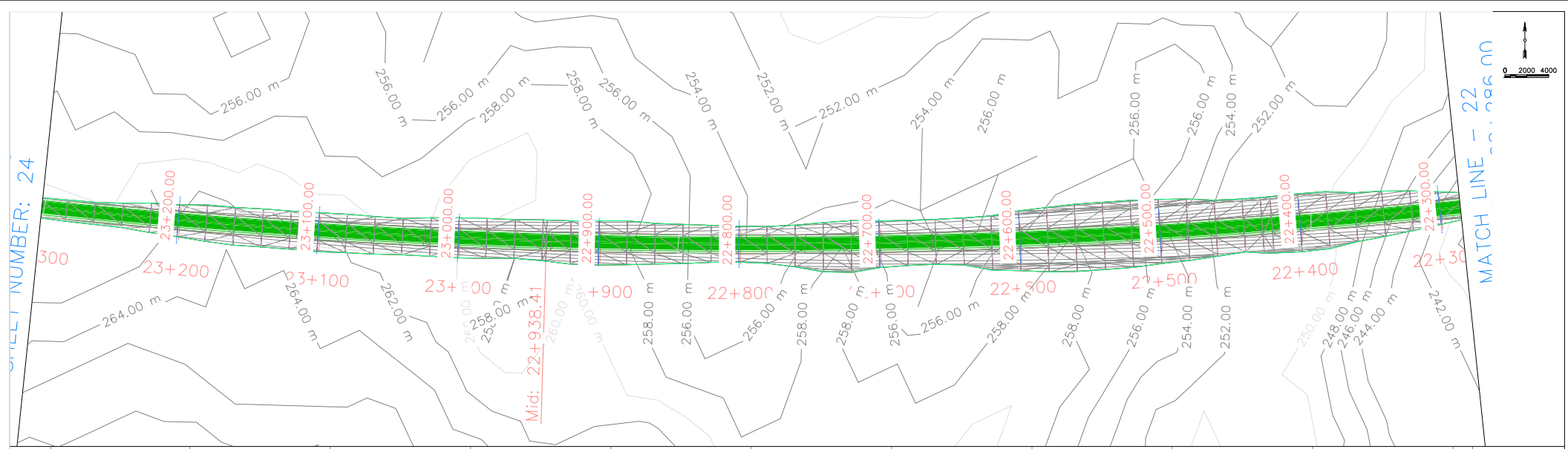
STREET NUMBER: 23

MATCH LINE - 21



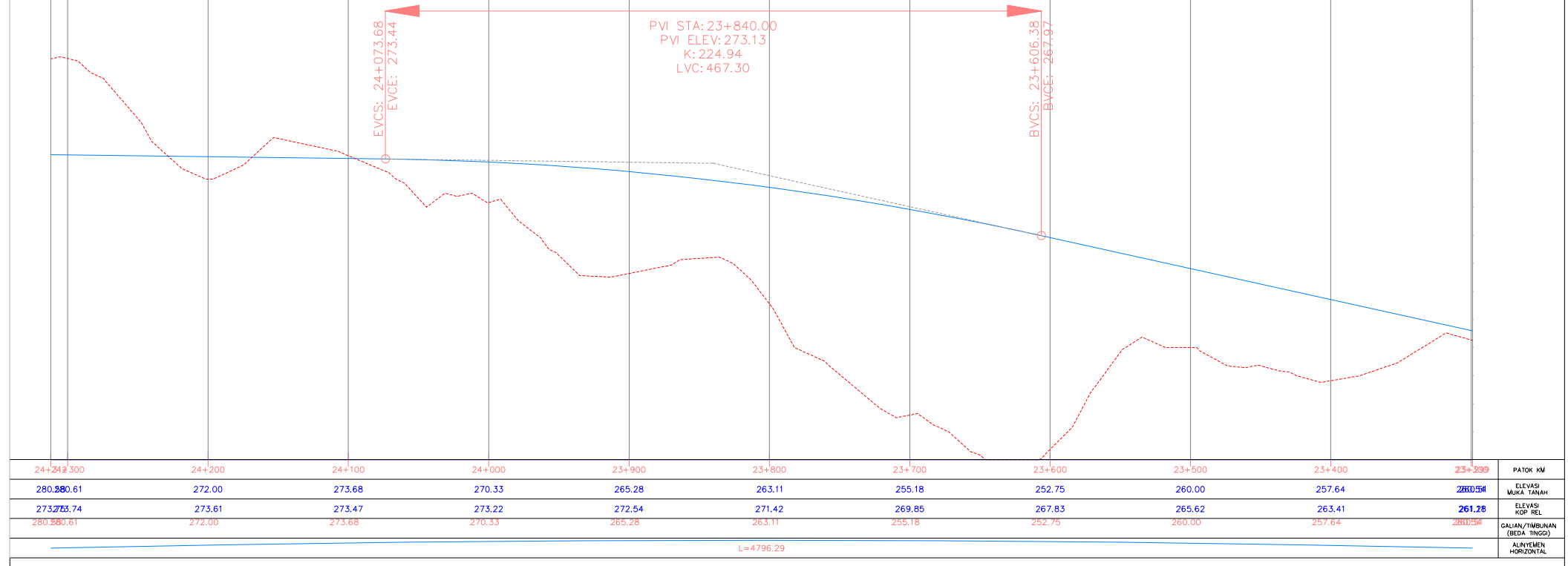
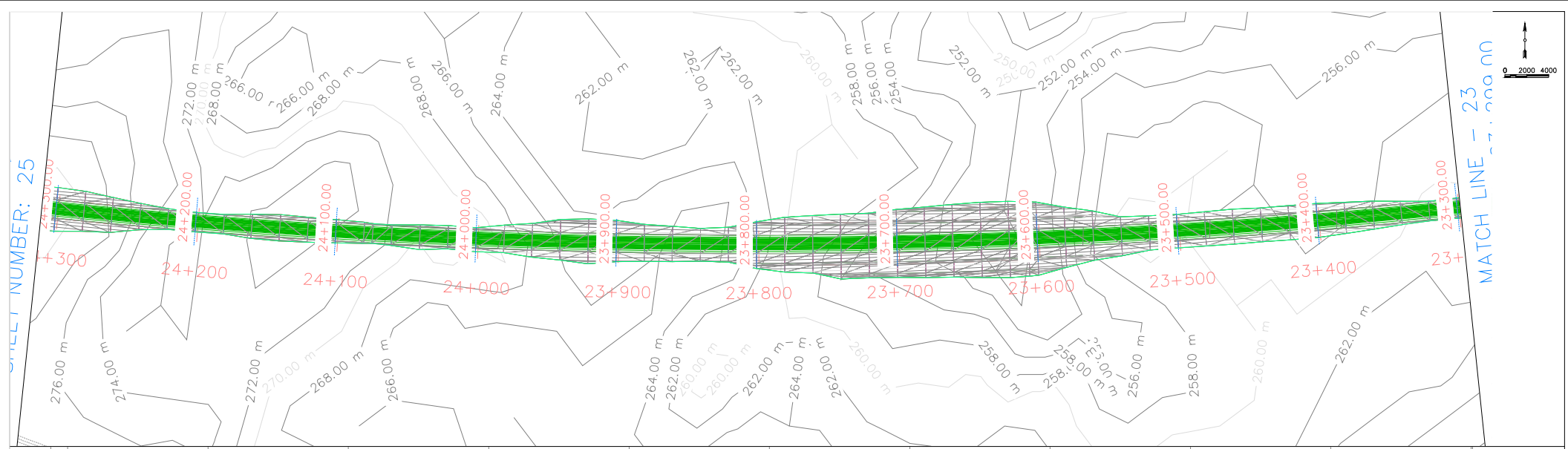
22+286	22+200	22+100	22+000	21+900	21+800	21+700	21+600	21+500	21+400	21+300	21+273	PATOK KM
239.60	238.25	238.46	234.78	231.57	233.87	235.19	233.00	231.34	226.73	224.53	223.30	ELEVASI MUKA TANAH
238.37	235.82	232.84	229.86	226.88	223.89	220.91	217.93	214.95	211.97	208.98	208.18	ELEVASI KOP REL
239.60	238.25	238.46	234.78	231.57	233.87	235.19	233.00	231.34	226.73	224.53	223.30	GALIAN/MEJUNAN (BEDA TINGGI)
L=4796.29												ALINYEMEN HORIZONTAL


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	22	89	



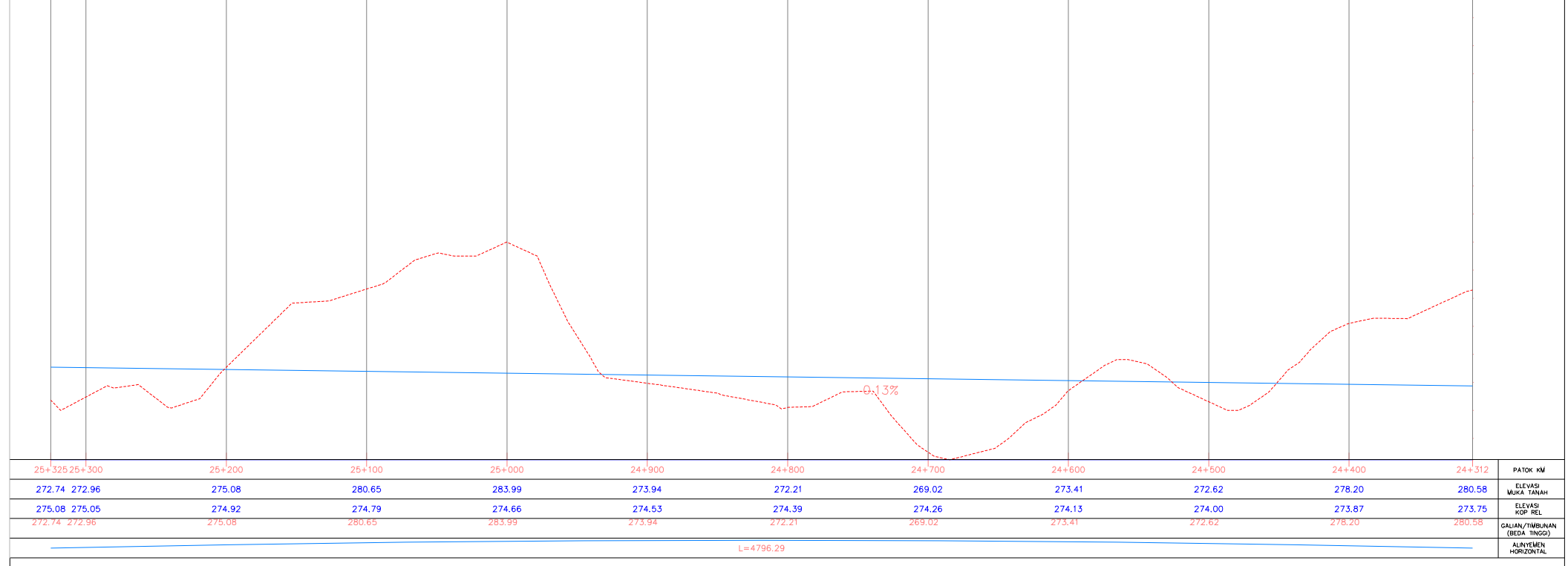
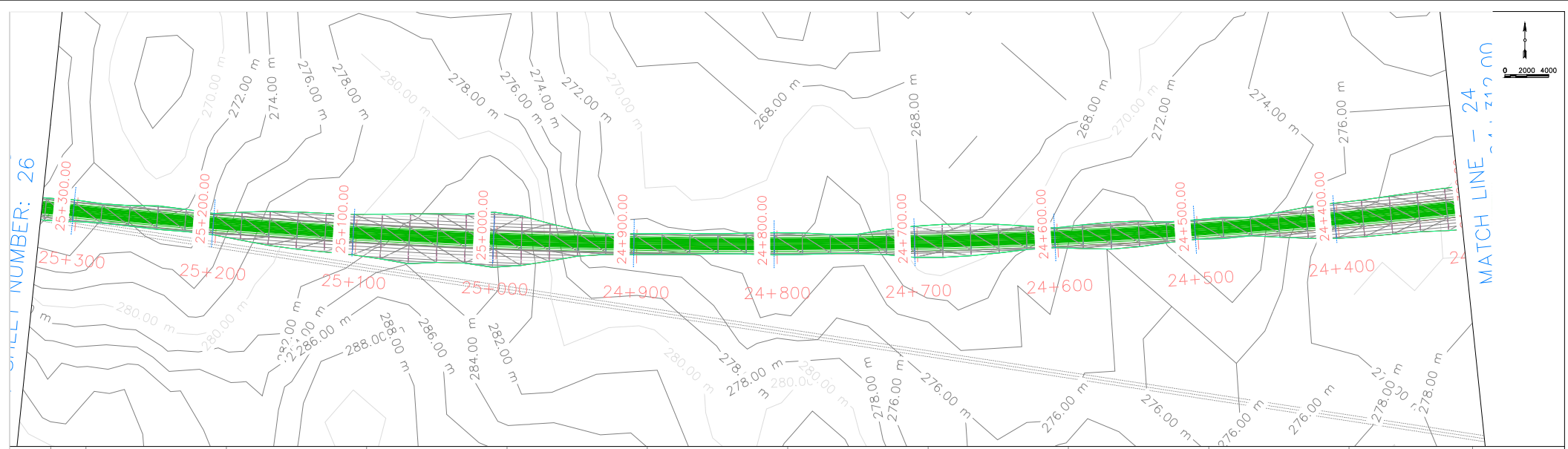
23+299	23+200	23+100	23+000	22+900	22+800	22+700	22+600	22+500	22+400	22+300-286	PATOK KM
260.51	262.26	262.04	259.88	259.09	254.15	255.54	256.31	254.73	251.06	241.539.60	ELEVASI MUKA TANAH
261.18	259.00	256.79	254.58	252.37	250.16	247.95	245.74	243.53	241.31	238.268.37	ELEVASI KOP REL
260.51	262.26	262.04	259.88	259.09	254.15	255.54	256.31	254.73	251.06	241.539.60	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
Spiral 1: Radius_in=INFINITY, Radius_out=4900.000, Length=450.000, L=4796.29											ALYEMEN HORIZONTAL

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	23	89	



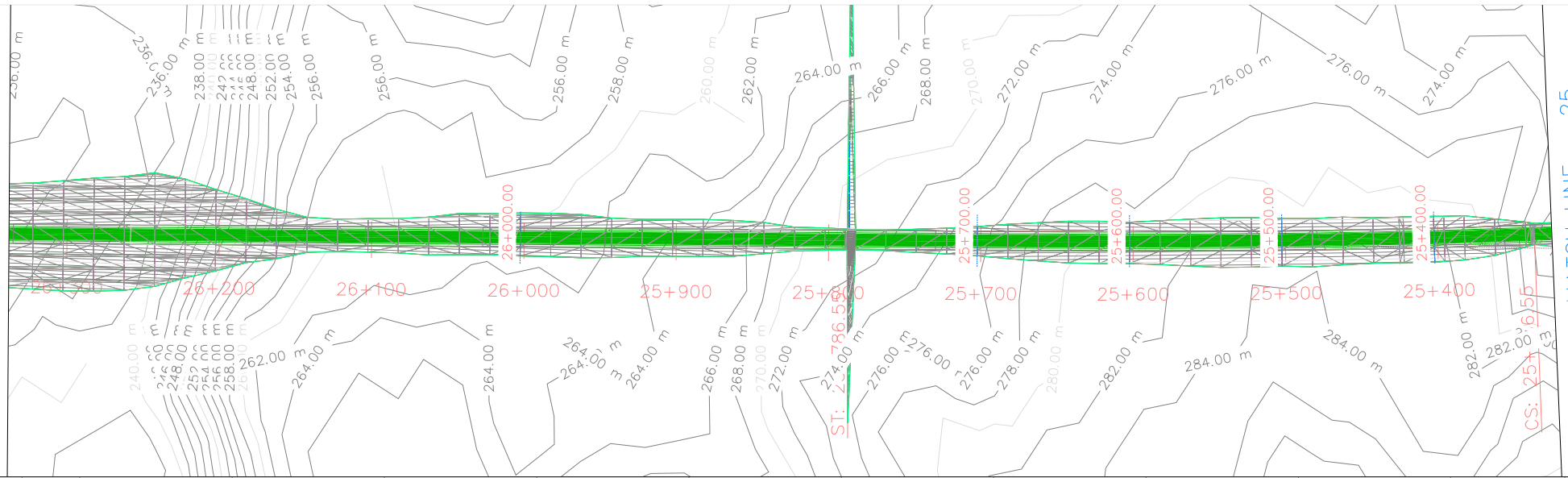
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .0311174500019	<b>Judul Gambar = Plan &amp; Profile</b> <b>Skala Horizontal = 1 : 4000</b> <b>Skala Vertikal = 1 : 400</b>	<b>24</b>	<b>89</b>	



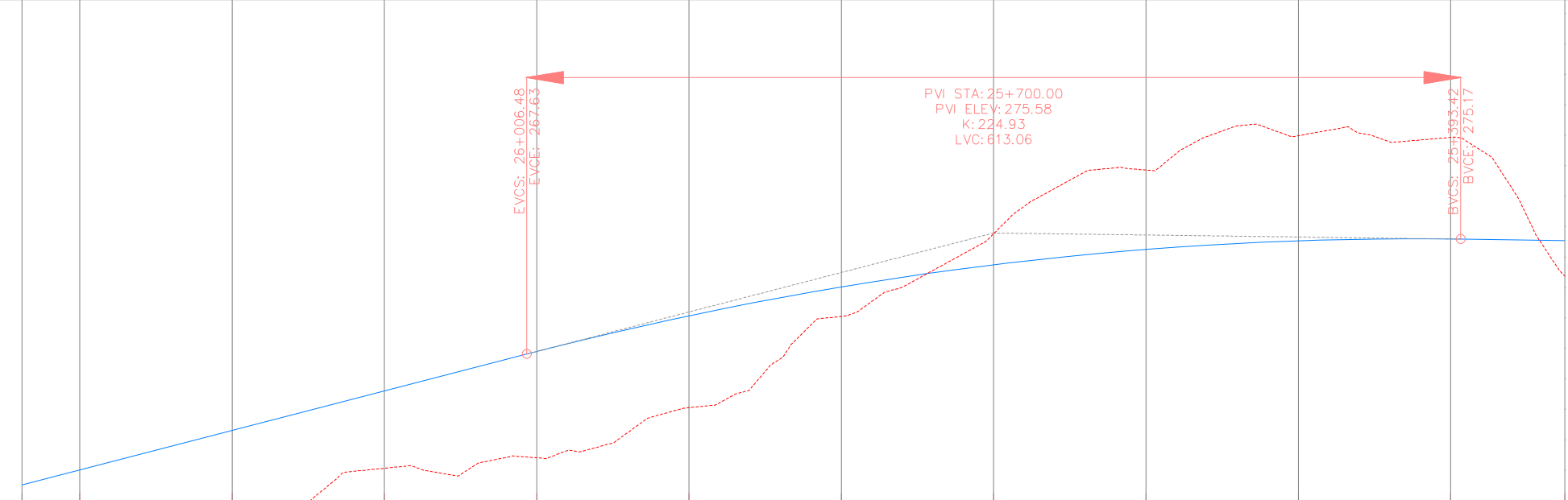


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	25	89	

NEXT SHEET NUMBER: 27



MATCH LINE - 25



26+338	26+300	26+200	26+100	26+000	25+900	25+800	25+700	25+600	25+500	25+400	25+325	PATOK KM
238.09	236.04	247.22	260.13	260.81	264.11	270.10	275.53	279.71	281.97	281.86	272.74	ELEVASI MUKA TANAH
259.03	260.01	262.61	265.20	267.79	270.14	272.04	273.49	274.50	275.06	275.18	275.08	ELEVASI KOP REL
238.09	236.04	247.22	260.13	260.81	264.11	270.10	275.53	279.71	281.97	281.86	272.74	GALIAN/INBUJUAN (BEDA INGGI)
										L=4798.29	L=450.00	ALYEMEN HORIZONTAL
										R=4900.00		



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 26

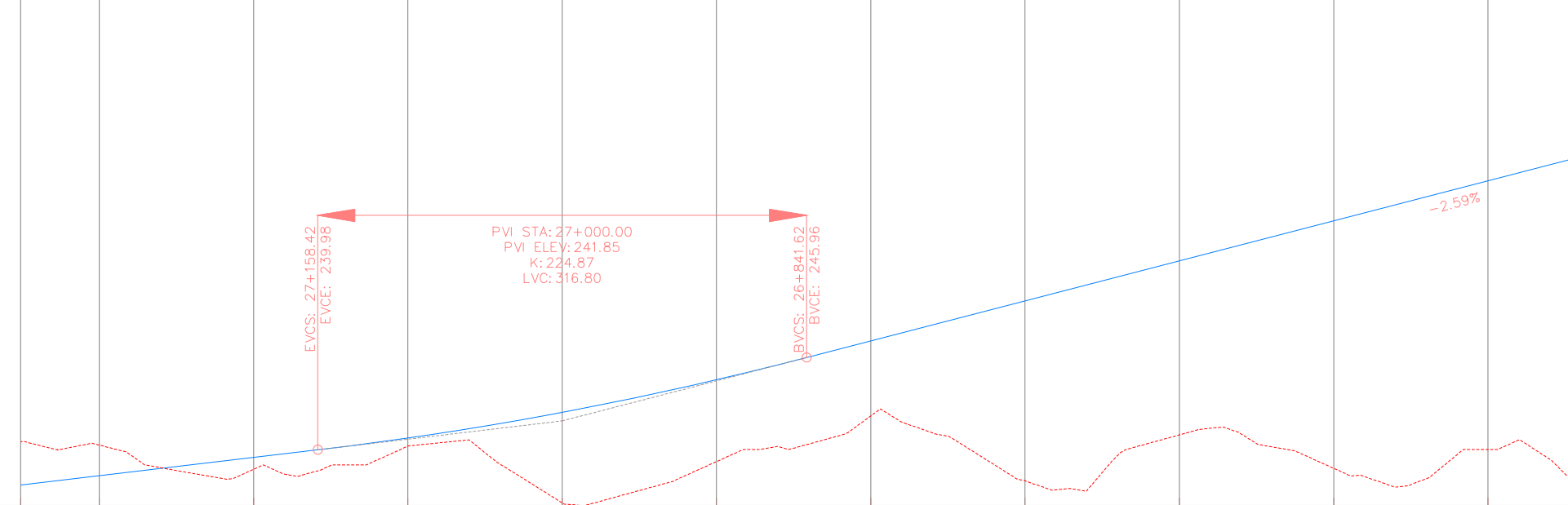
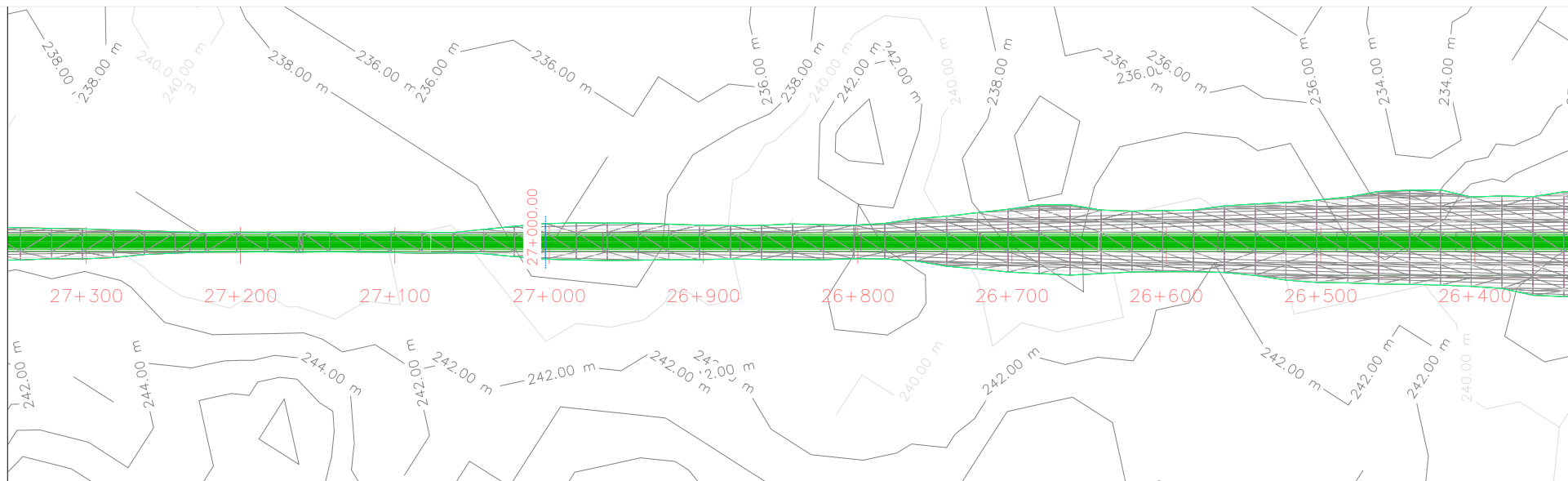
**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**



NEXT SHEET NUMBER: 28

MATCH LINE - 26



27+351	27+300	27+200	27+100	27+000	26+900	26+800	26+700	26+600	26+500	26+400	26+338	PATOK KM
240.49	240.29	238.71	240.22	236.54	239.22	242.18	237.97	240.95	238.78	240.00	238.09	ELEVASI MUKA TANAH
237.69	238.30	239.48	240.74	242.41	244.52	247.04	249.64	252.23	254.82	257.42	259.03	ELEVASI KOP REL
240.49	240.29	238.71	240.22	236.54	239.22	242.18	237.97	240.95	238.78	240.00	238.09	JALAN/TIRIBUAN (BEDA INGGI)

L=9748.15

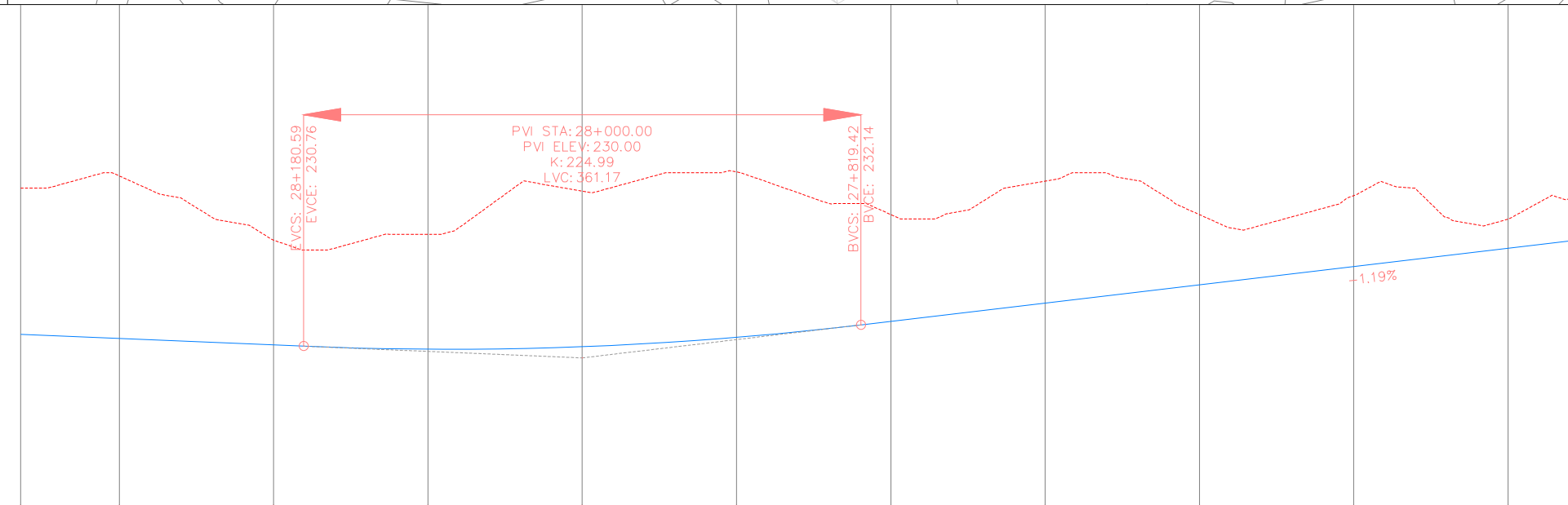
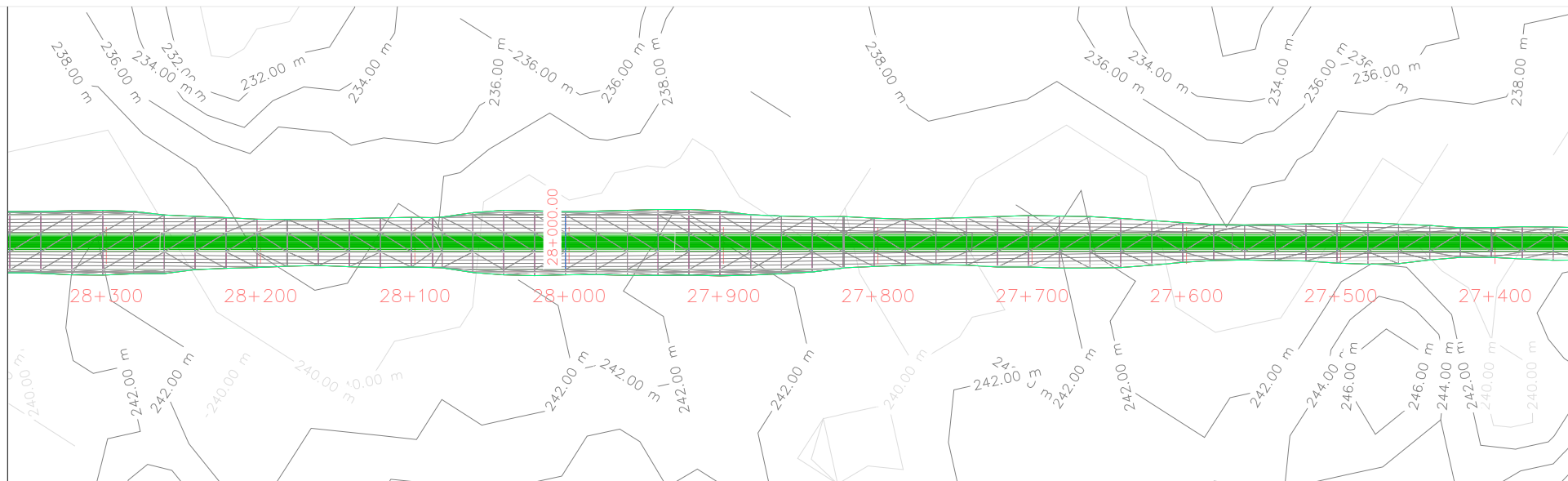


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	27	89	

NEXT SHEET NUMBER: 29

MATCH LINE - 27



28+364	28+300	28+200	28+100	28+000	27+900	27+800	27+700	27+600	27+500	27+400	27+351	PATOK KM
241.00	241.79	237.63	238.00	240.81	242.05	239.29	241.46	239.29	240.51	238.99	240.49	ELEVASI MUKA TANAH
231.53	231.26	230.84	230.56	230.72	231.33	232.37	233.56	234.74	235.93	237.11	237.69	ELEVASI KOP REL
241.00	241.79	237.63	238.00	240.81	242.05	239.29	241.46	239.29	240.51	238.99	240.49	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=9748.15												ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

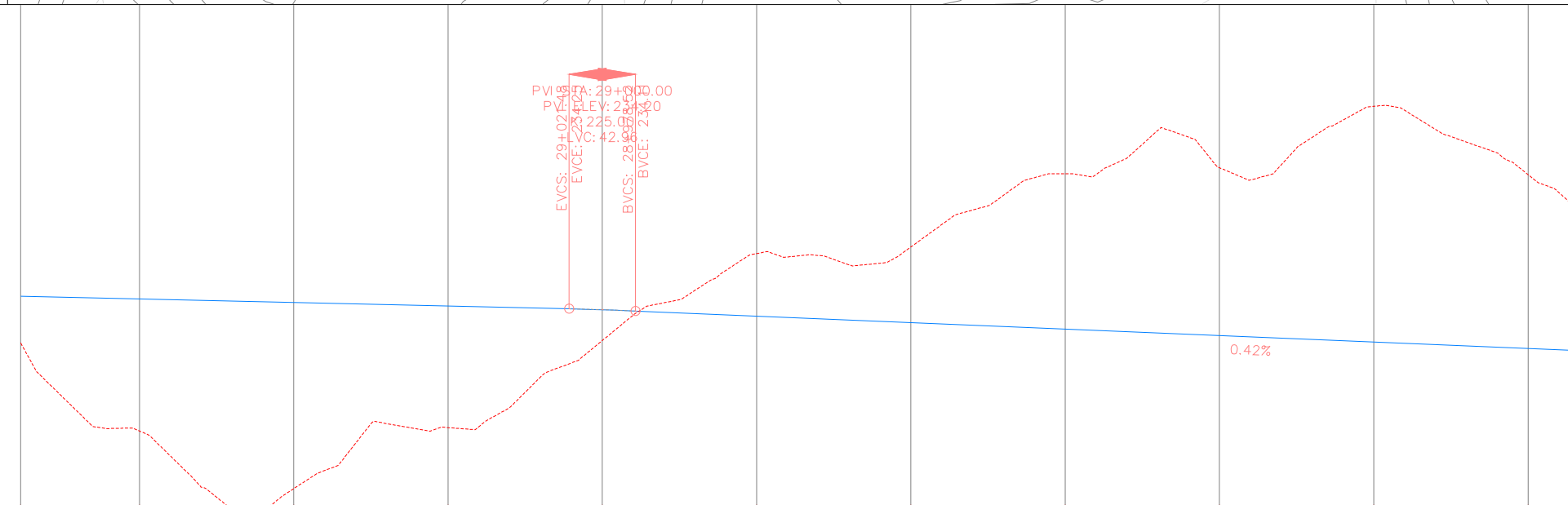
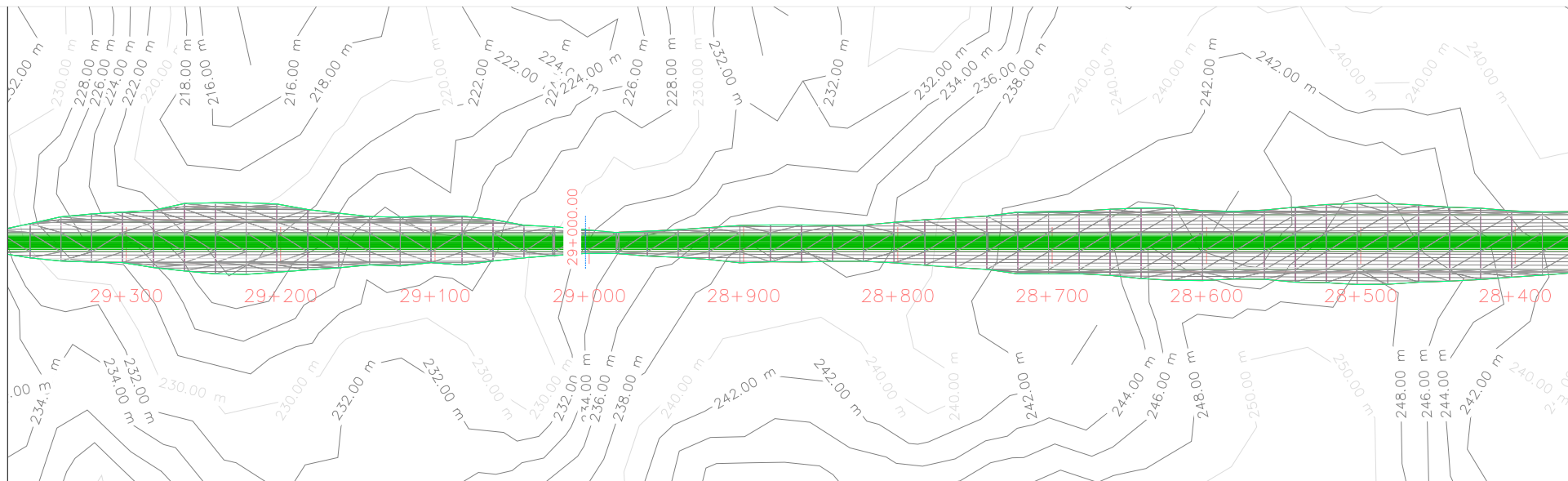
**NO. LMBR**  
 28

**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 30

MATCH LINE - 28



29+377	29+300	29+200	29+100	29+000	28+900	28+800	28+700	28+600	28+500	28+400	28+364	PATOK KM
232.05	226.33	222.59	226.55	232.20	237.83	238.26	243.00	243.40	247.37	242.95	241.00	ELEVASI MUKA TANAH
235.06	234.89	234.66	234.43	234.19	233.78	233.36	232.94	232.52	232.10	231.68	231.53	ELEVASI KOP REL
232.05	226.33	222.59	226.55	232.20	237.83	238.26	243.00	243.40	247.37	242.95	241.00	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=9748.15												ALINYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

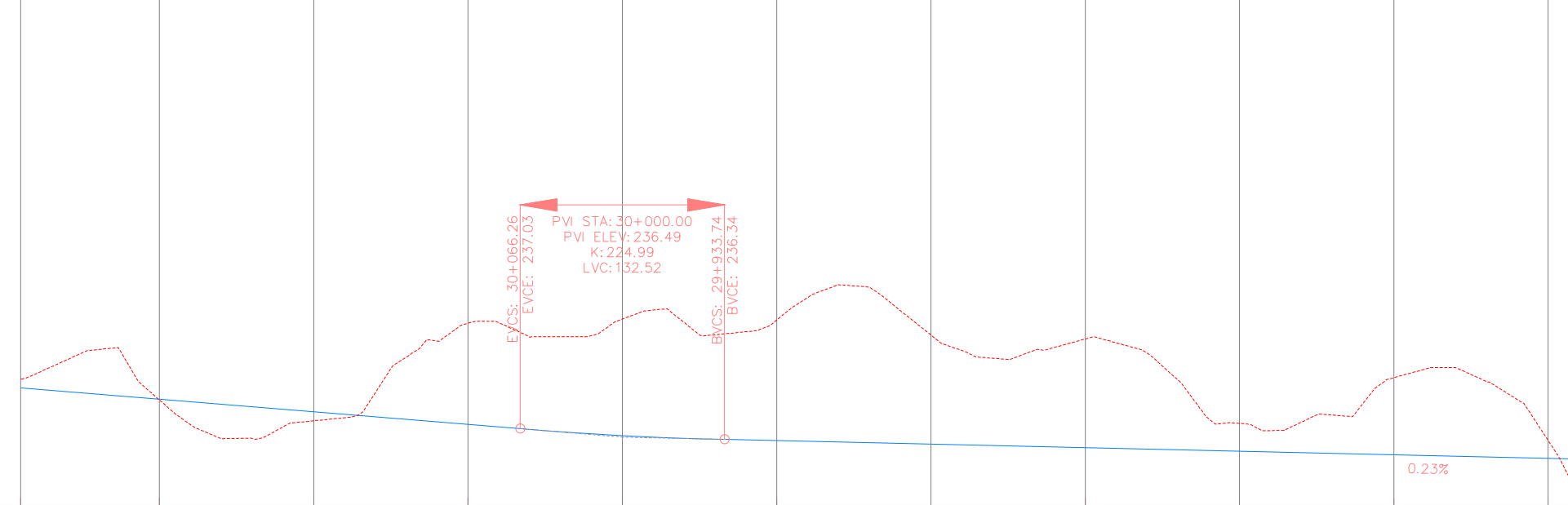
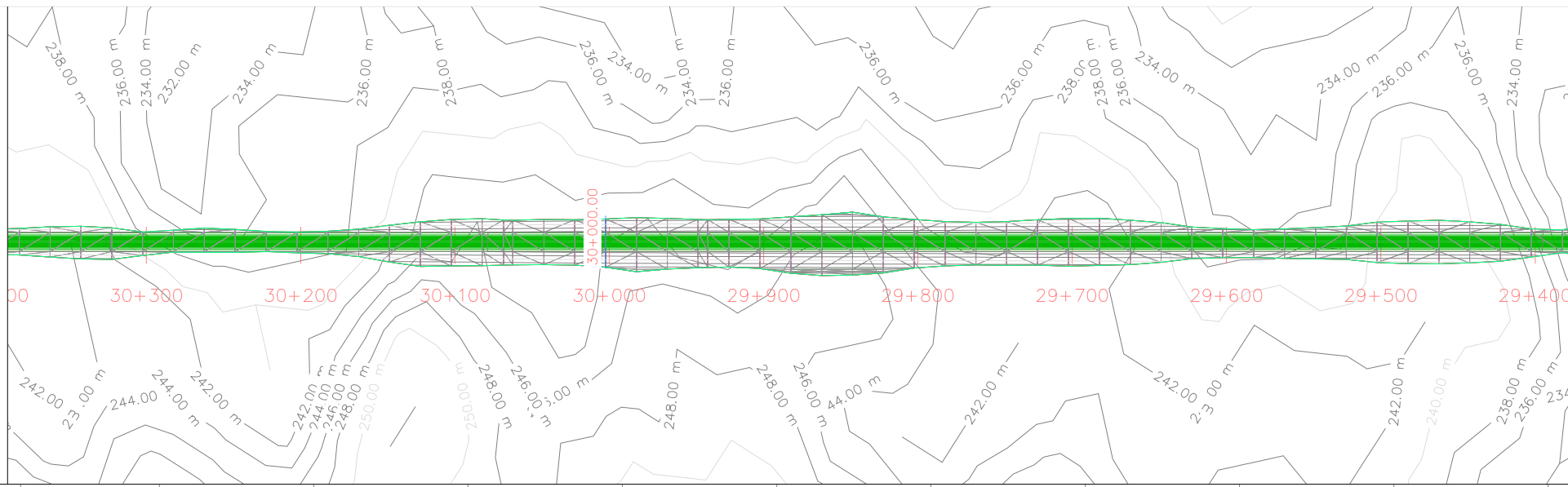
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
29	89	



NEXT SHEET NUMBER: 31

MATCH LINE - 29



30+390	30+300	30+200	30+100	30+000	29+900	29+800	29+700	29+600	29+500	29+400	29+377	PATOK KM
240.24	238.89	237.55	243.87	244.14	244.08	243.10	242.85	237.38	240.34	236.27	232.05	ELEVASI MUKA TANAH
239.68	238.94	238.12	237.31	236.59	236.26	236.03	235.80	235.57	235.34	235.11	235.06	ELEVASI KOP REL
240.24	238.89	237.55	243.87	244.14	244.08	243.10	242.85	237.38	240.34	236.27	232.05	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=9748.15												ALINYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

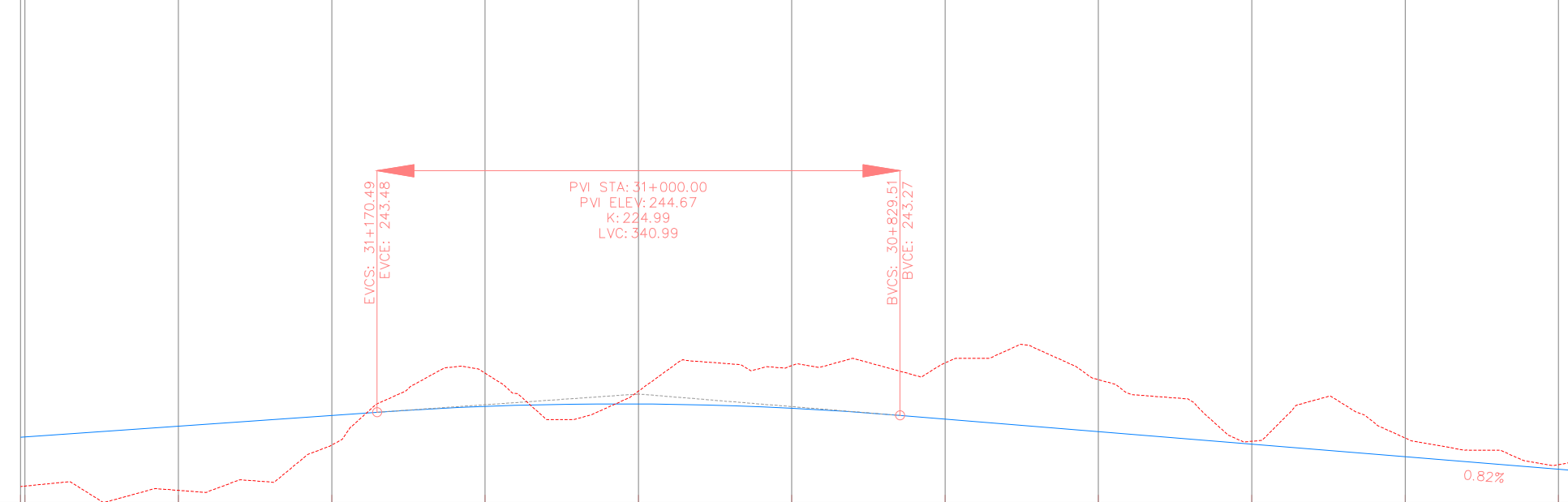
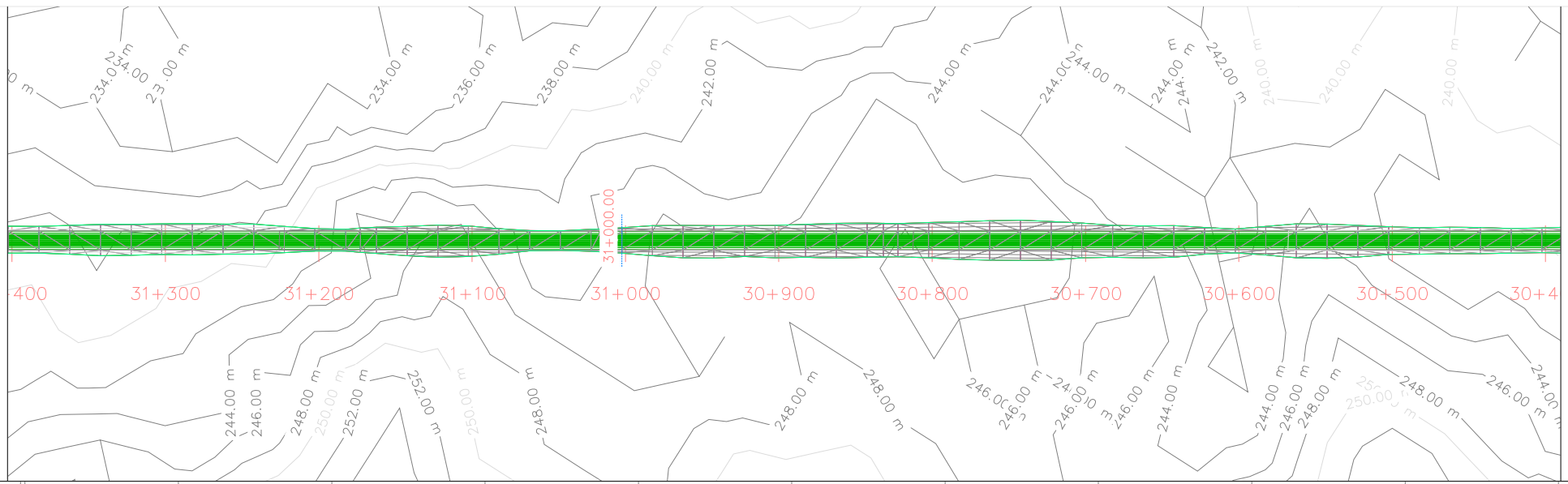
**NO. LMBR**  
 30

**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 32

MATCH LINE - 30



31+400	31+300	31+200	31+100	31+000	30+900	30+800	30+700	30+600	30+500	30+400	PATOK KM
238.687	238.39	241.34	246.02	244.86	246.52	246.70	245.60	241.59	241.80	240.24	ELEVASI MUKA TANAH
234.888	242.58	243.27	243.86	244.02	243.74	243.03	242.21	241.40	240.58	239.68	ELEVASI KOP REL
228.897	238.39	241.34	246.02	244.86	246.52	246.70	245.60	241.59	241.80	240.24	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=9748.15											ALINYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

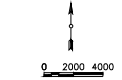
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP. 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP. 03111745000019

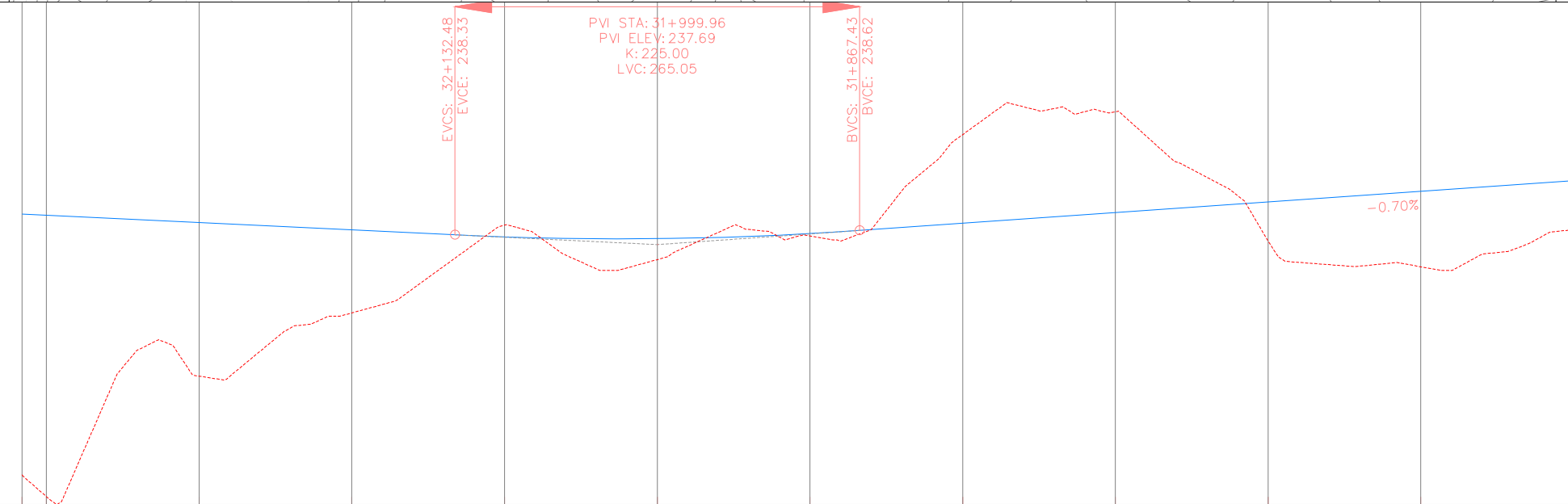
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
31	89	

NEXT SHEET NUMBER: 33



MATCH LINE - 31



EVCS: 32+132.48  
EVC: 238.33

PVI STA: 31+999.96  
PVI ELEV: 237.69  
K: 225.00  
LVC: 265.05

BVCS: 31+867.43  
BVC: 238.62

32+438+400	32+300	32+200	32+100	32+000	31+900	31+800	31+700	31+600	31+500	31+403	PATOK KM
222.6221.19	229.08	233.22	238.96	236.71	238.26	244.89	246.39	237.92	236.24	238.64	ELEVASI MUKA TANAH
239.6939.61	239.13	238.65	238.20	238.08	238.41	239.09	239.79	240.48	241.18	241.86	ELEVASI KOP REL
222.6221.19	229.08	233.22	238.96	236.71	238.26	244.89	246.39	237.92	236.24	238.64	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=9748.15											ALINYEMEN HORIZONTAL

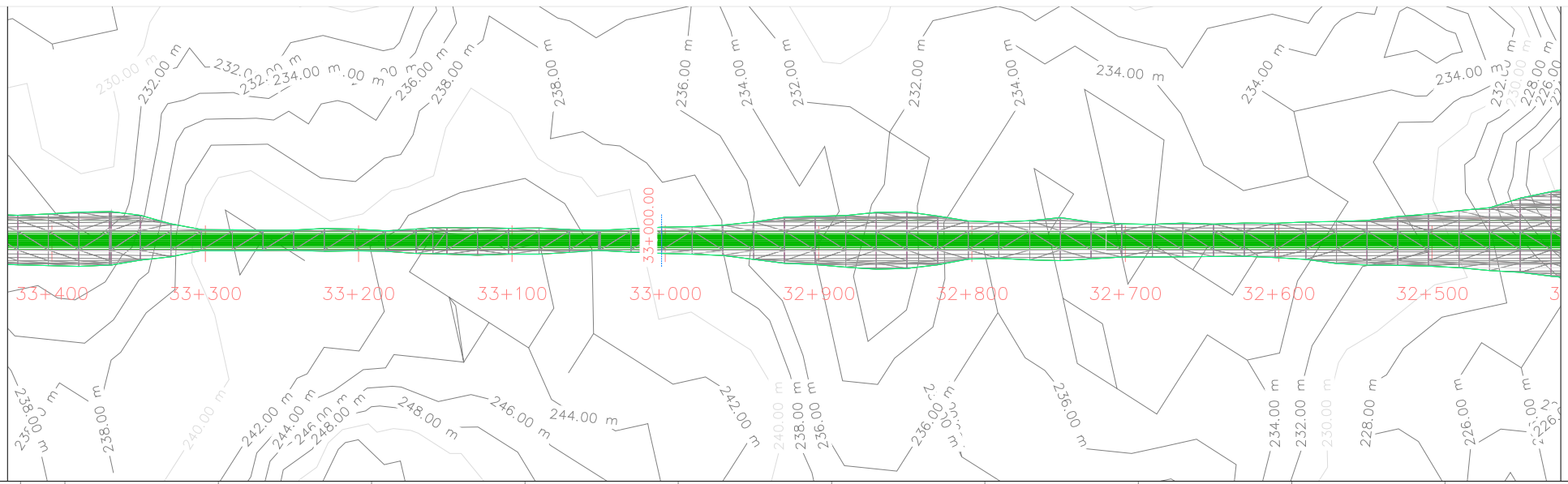


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

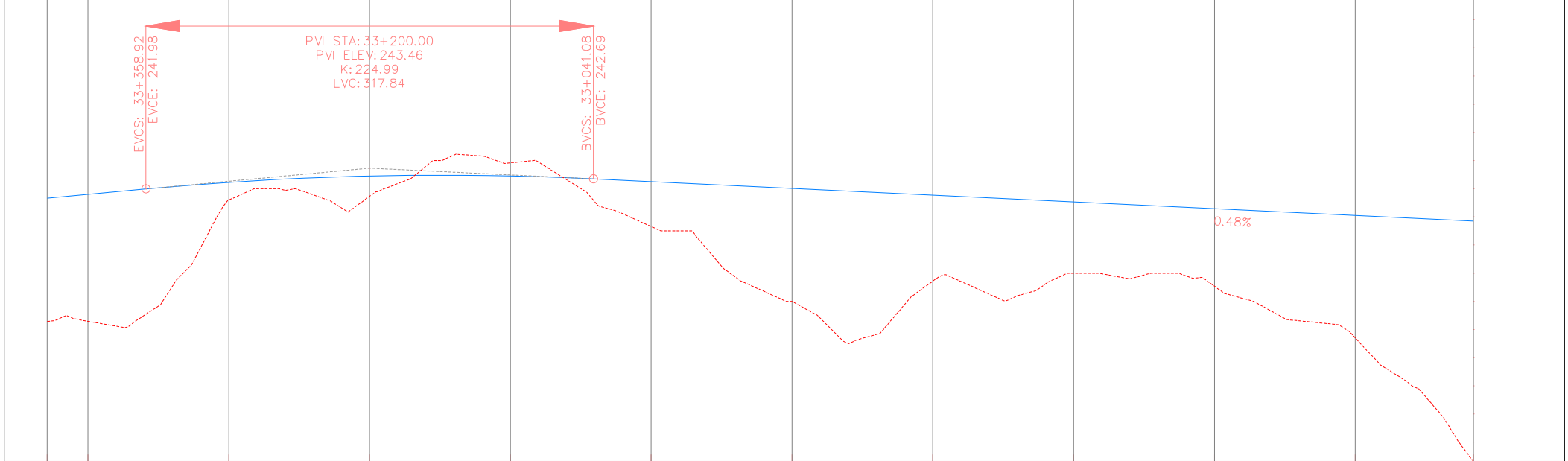
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	32	89	



NEXT SHEET NUMBER: 34



MATCH LINE -- 32



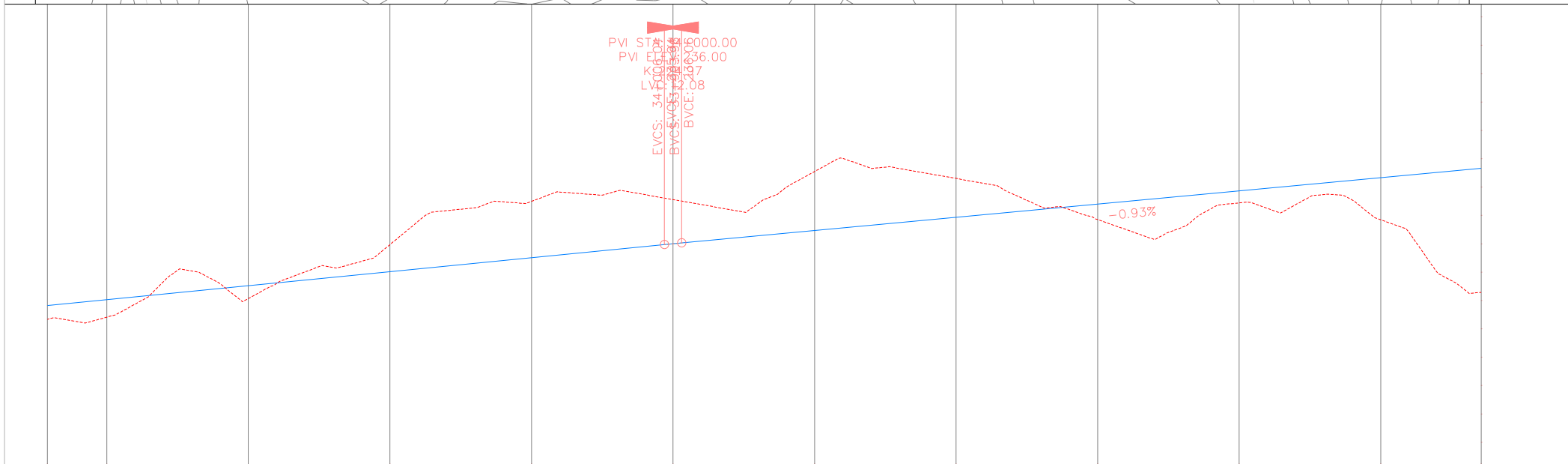
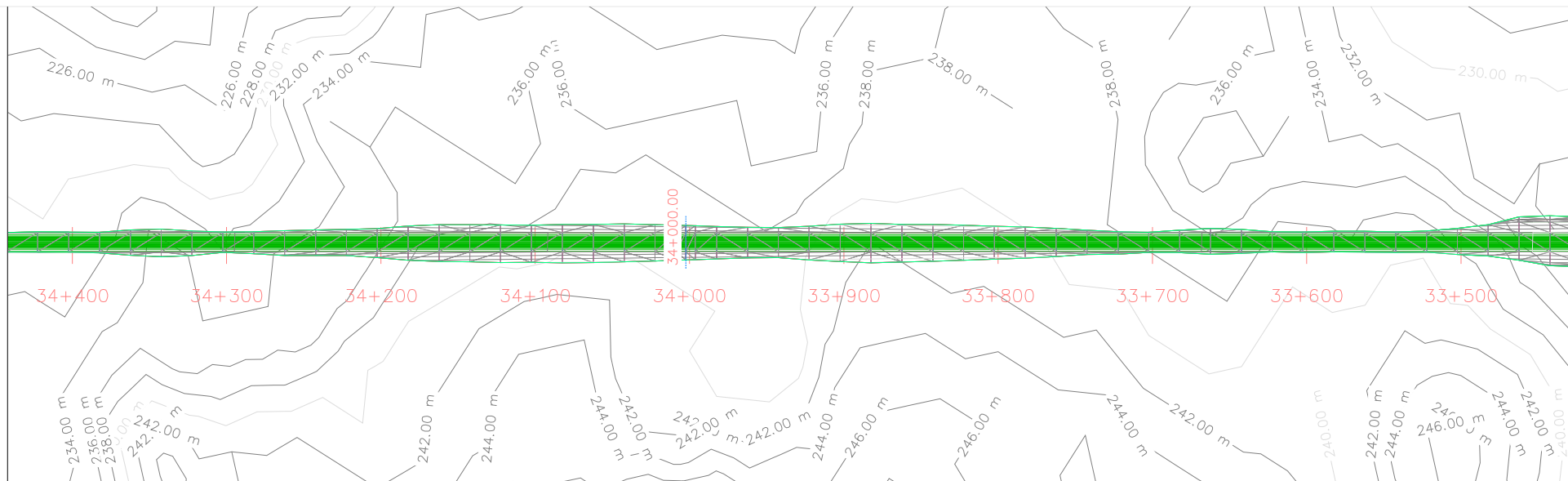
33+429	33+400	33+300	33+200	33+100	33+000	32+900	32+800	32+700	32+600	32+500	32+416	PATOK KM
232.58	232.59	241.19	241.45	243.83	239.31	234.00	235.44	236.00	235.07	231.41	222.62	ELEVASI MUKA TANAH
241.32	241.59	242.45	242.90	242.90	242.50	242.02	241.54	241.06	240.58	240.09	239.69	ELEVASI KOP REL
232.58	232.59	241.19	241.45	243.83	239.31	234.00	235.44	236.00	235.07	231.41	222.62	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=9748.15												ALYEVEMEN HORIZONTAL

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	33	89	



NEXT SHEET NUMBER: 35

MATCH LINE - 33



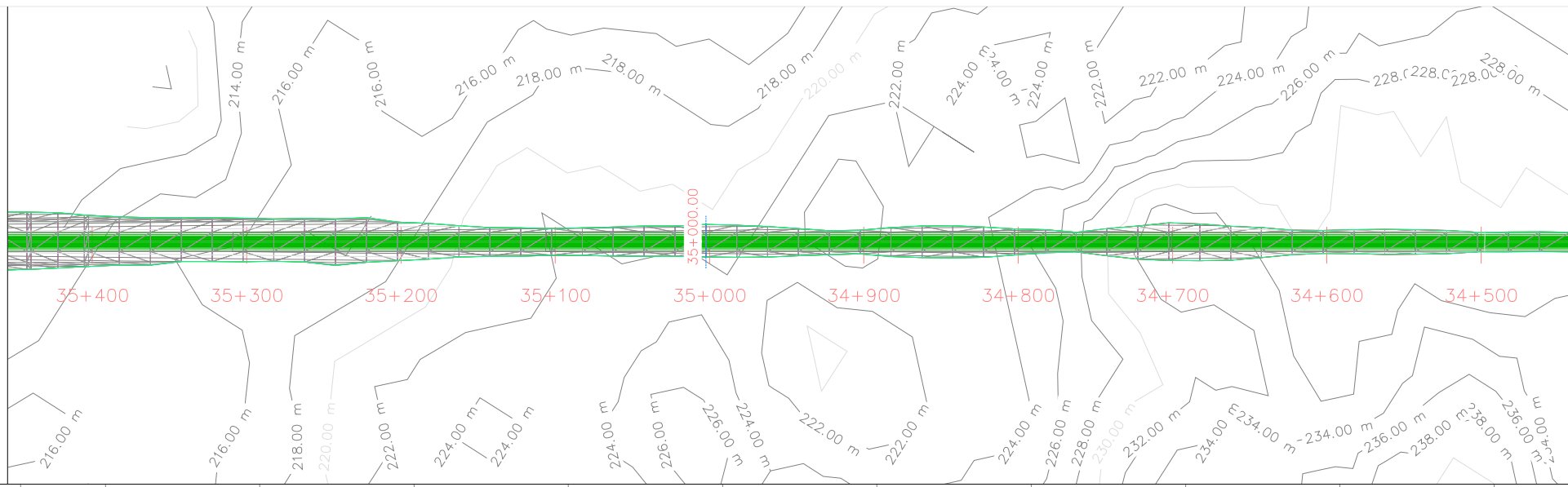
34+442	34+400	34+300	34+200	34+100	34+000	33+900	33+800	33+700	33+600	33+500	33+429	PATOK KM
230.67	230.82	232.14	235.94	238.99	239.12	241.10	240.61	237.71	238.88	237.69	232.58	ELEVASI MUKA TANAH
231.64	232.06	233.04	234.03	235.01	236.00	236.93	237.86	238.80	239.73	240.66	241.32	ELEVASI KOP REL
230.67	230.82	232.14	235.94	238.99	239.12	241.10	240.61	237.71	238.88	237.69	232.58	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=9748.15												ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

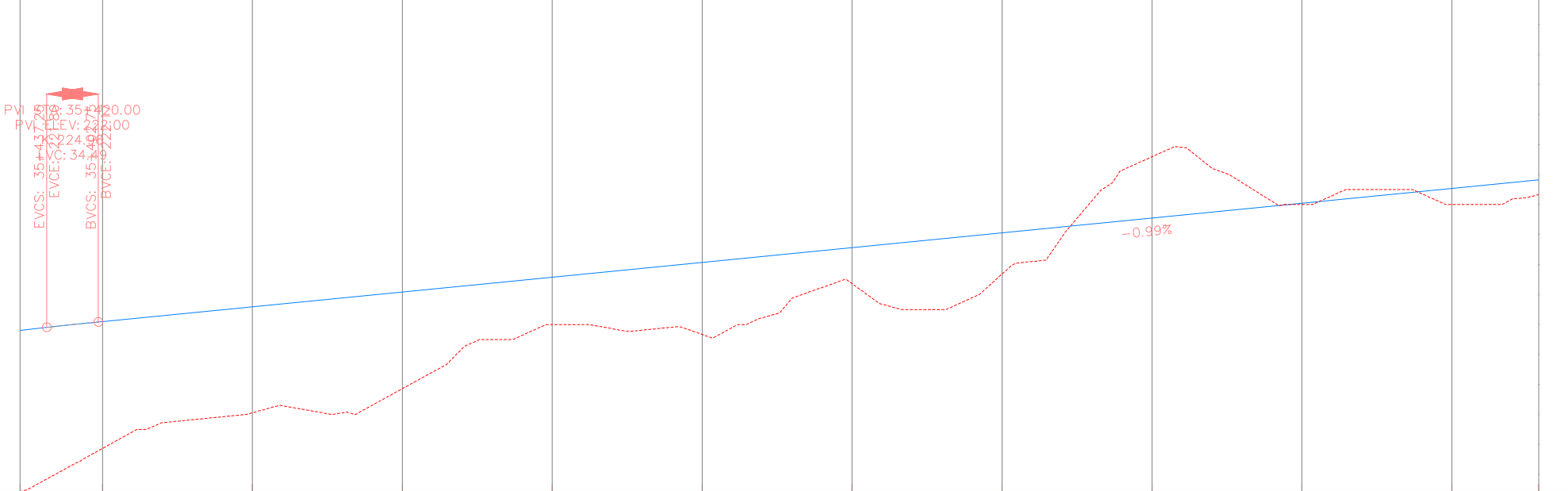
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	34	89	

NEXT SHEET NUMBER: 36



MATCH LINE - 34

PVI: 35+437.86  
 PVI: 35+420.00  
 EVC: 35+437.86  
 ELEV: 224.00  
 BVC: 35+400.00  
 ELEV: 222.00



35+465	35+400	35+300	35+200	35+100	35+000	34+900	34+800	34+700	34+600	34+500	34+442	PATOK KM
210.86	213.74	216.11	217.72	222.00	221.34	224.72	225.37	233.18	230.00	230.00	230.67	ELEVASI MUKA TANAH
221.60	222.20	223.18	224.17	225.15	226.14	227.13	228.11	229.10	230.08	231.07	231.64	ELEVASI KOP REL
210.86	213.74	216.11	217.72	222.00	221.34	224.72	225.37	233.18	230.00	230.00	230.67	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)

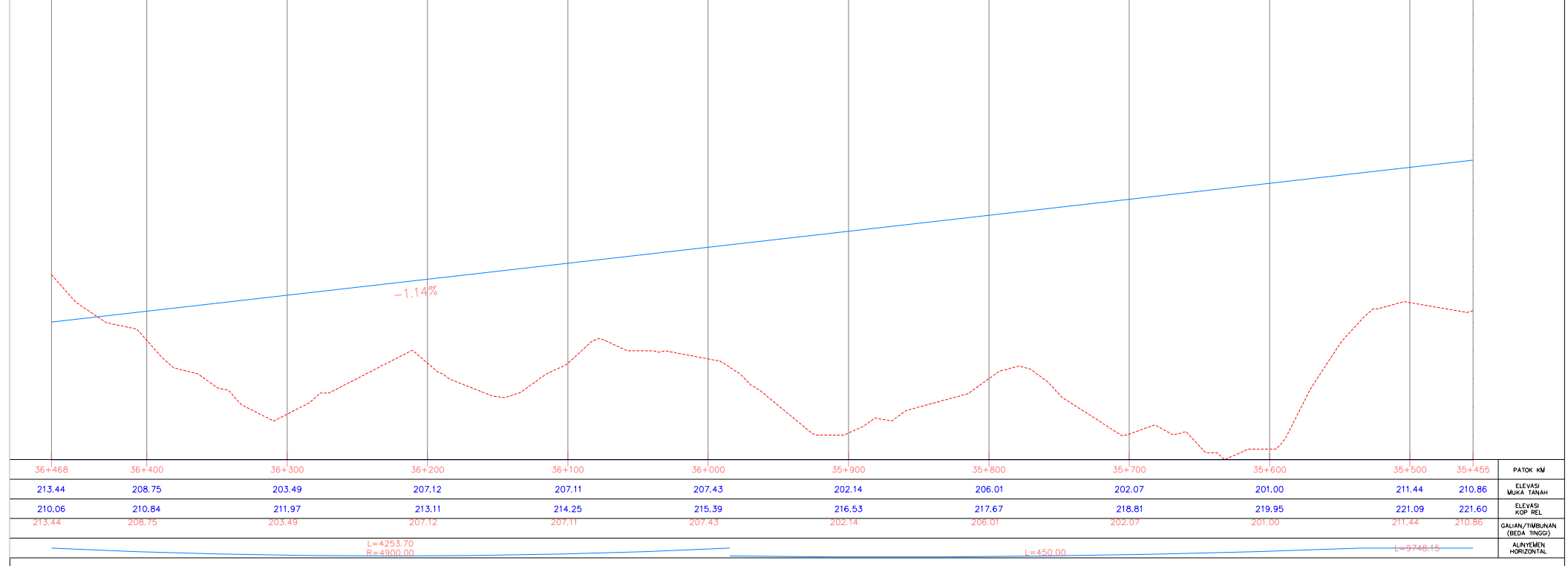
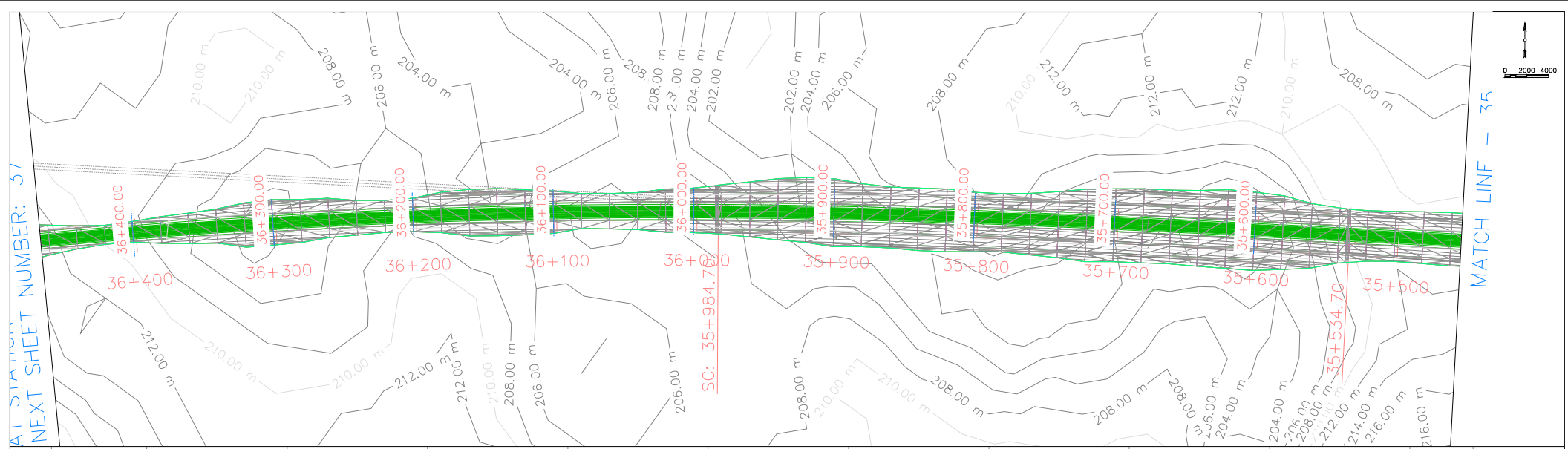
L=9748.15

ALINYEMEN HORIZONTAL
----------------------



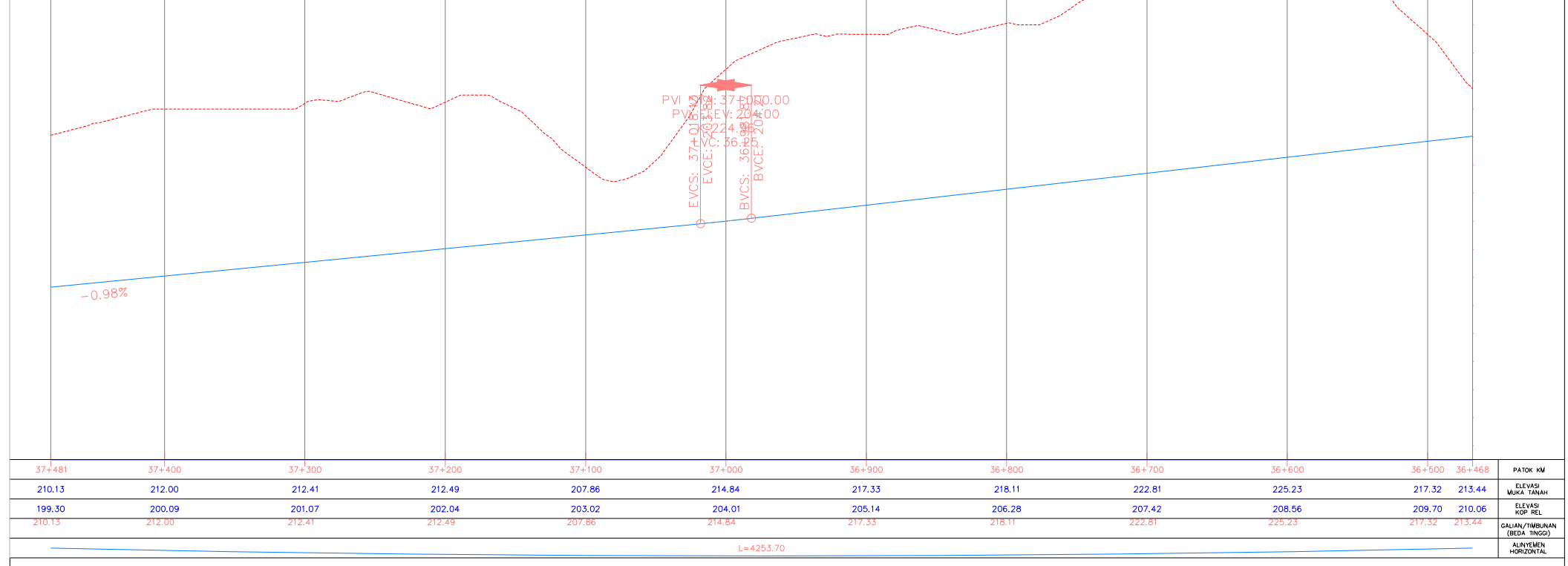
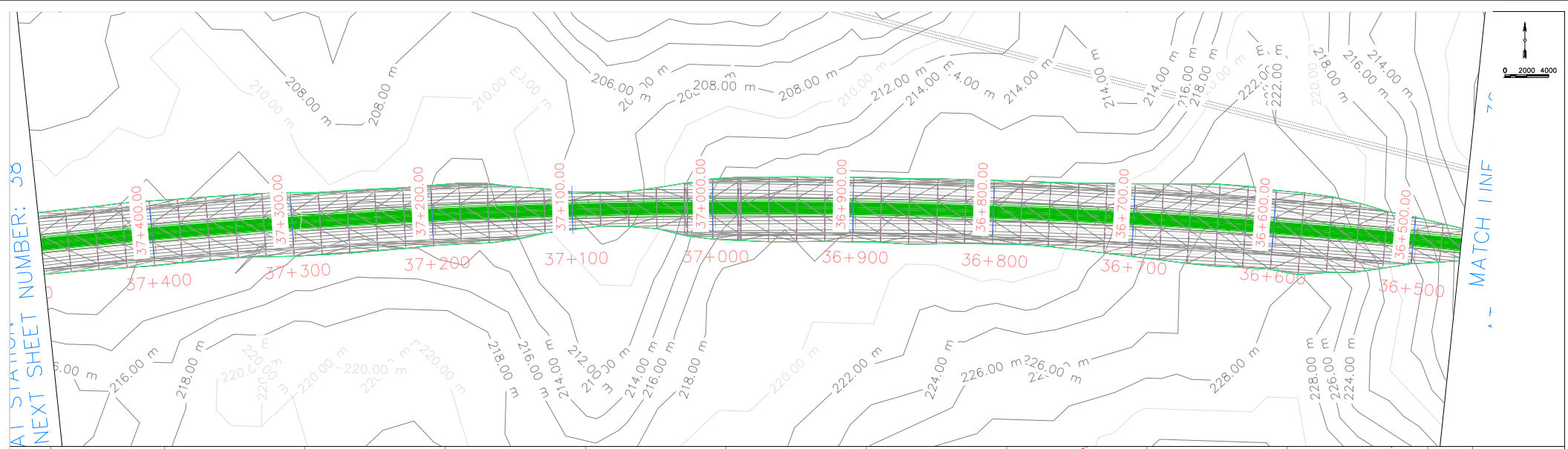
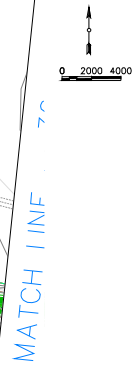
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	35	89	



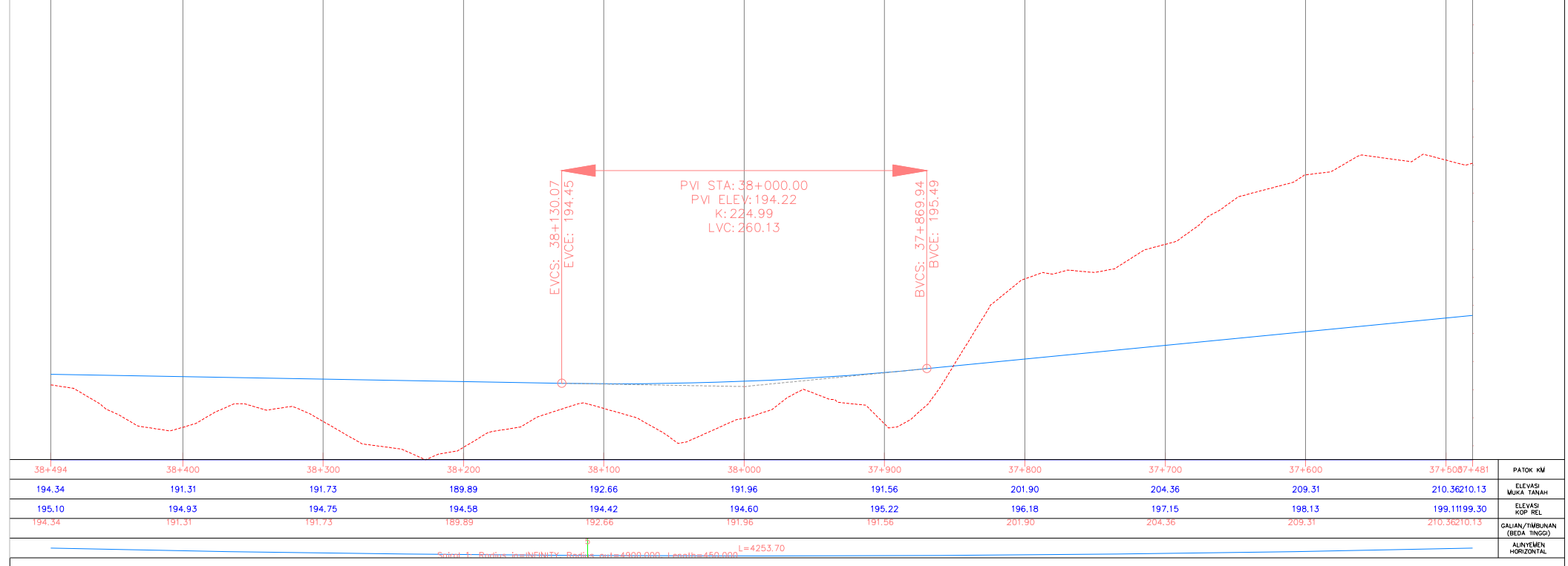
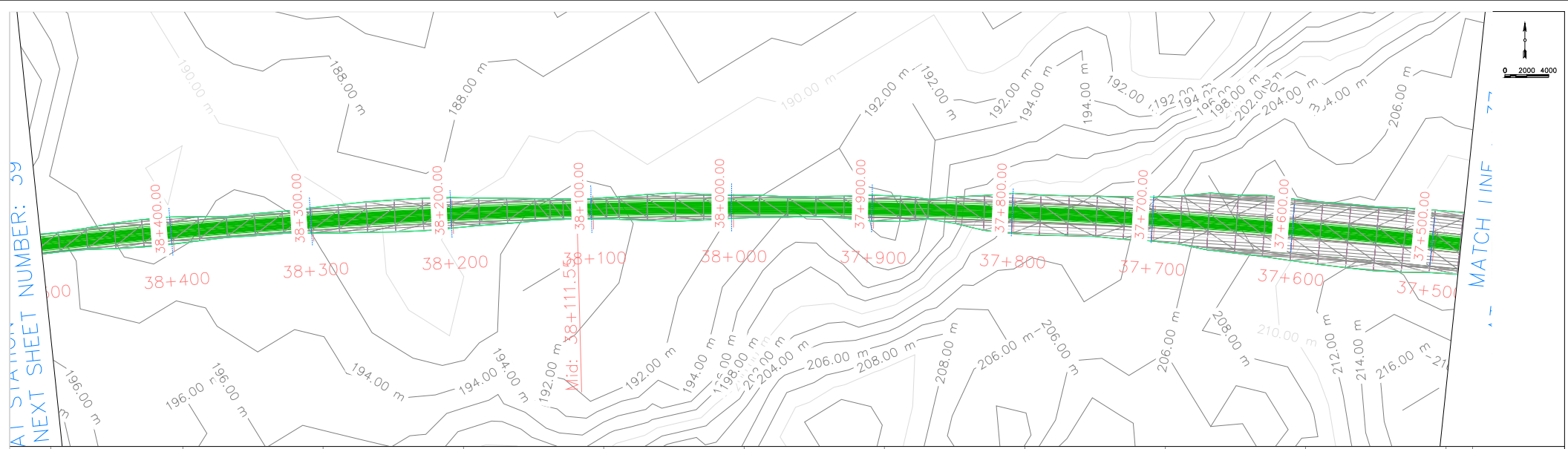
<p> <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>            Program Studi Teknik Sipil            2019         </p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b> PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	<b>DOSEN PEMBIMBING</b> Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	<b>NAMA MAHASISWA</b> Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	<b>KETERANGAN GAMBAR</b> Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	<b>NO. LMBR</b> 36	<b>JML. LMBR</b> 89	<b>REVISI GAMBAR</b>

AI STATION  
NEXT SHEET NUMBER: 38

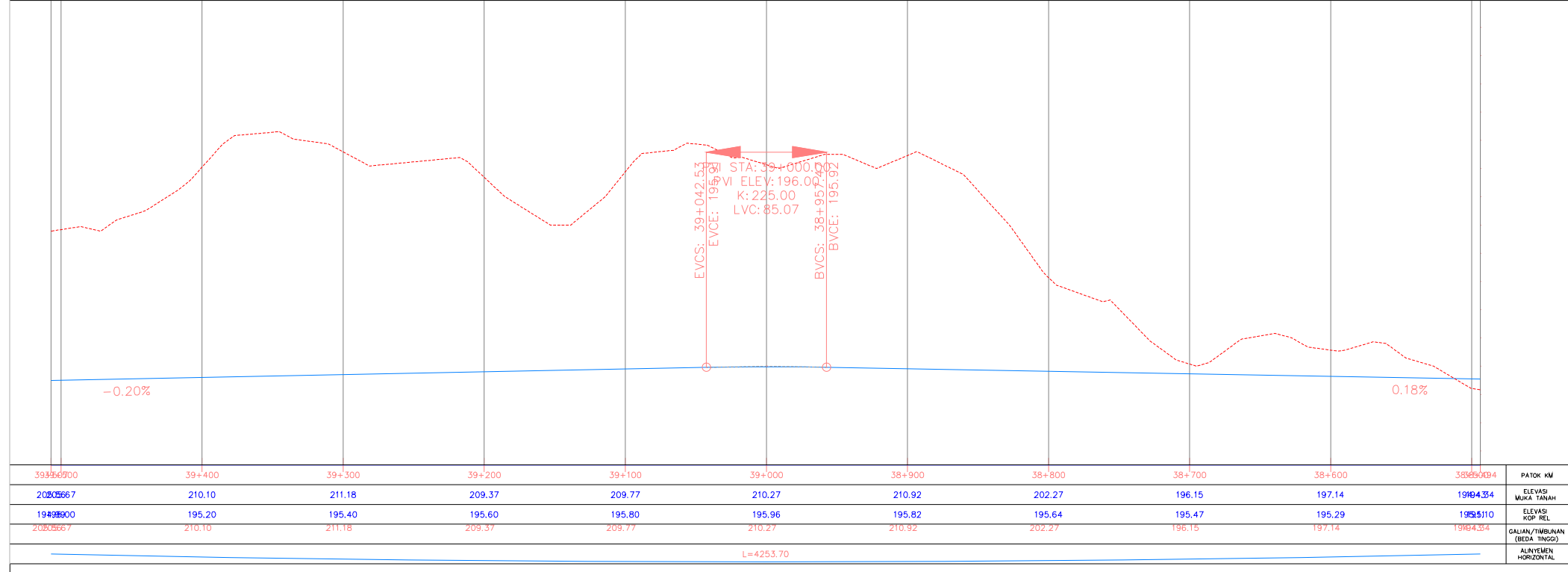
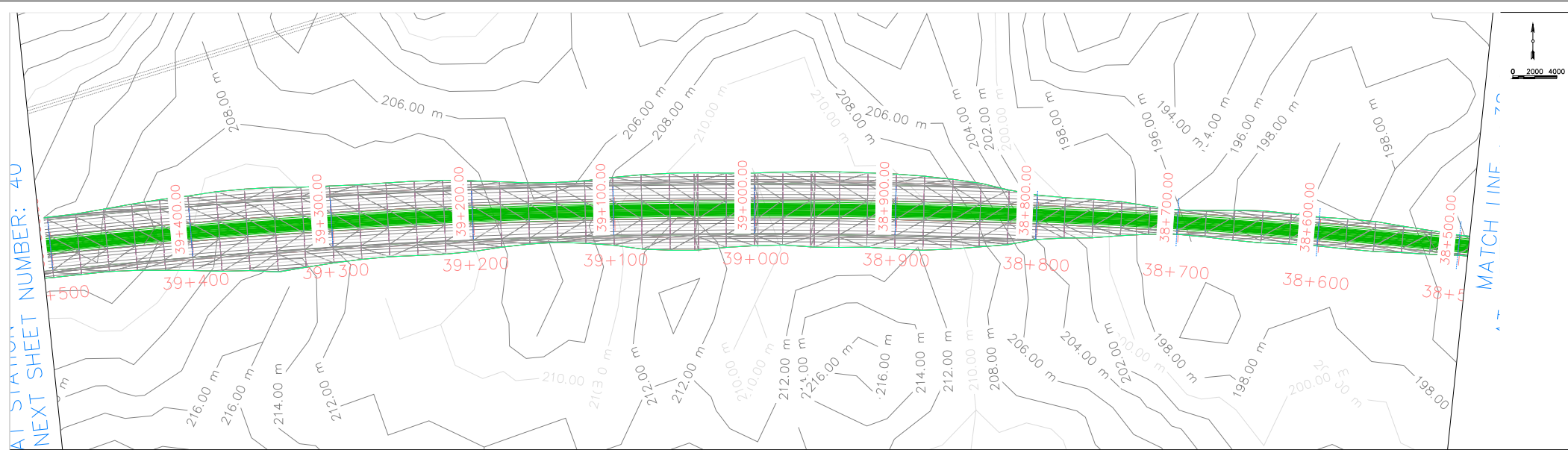


37+481	37+400	37+300	37+200	37+100	37+000	36+900	36+800	36+700	36+600	36+500	36+468	PATOK KM
210.13	212.00	212.41	212.49	207.86	214.84	217.33	218.11	222.81	225.23	217.32	213.44	ELEVASI MUKA TANAH
199.30	200.09	201.07	202.04	203.02	204.01	205.14	206.28	207.42	208.56	209.70	210.06	ELEVASI KOP REL
210.13	212.00	212.41	212.49	207.86	214.84	217.33	218.11	222.81	225.23	217.32	213.44	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=4253.70												ALYEMEN HORIZONTAL

<p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN Program Studi Teknik Sipil 2019</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	37	89	



<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	38	89	



STATION	ELEVASI MUKA TANAH	ELEVASI KOP REL	BEDA (INGG)	PATOK KM
39+500	208.567	194.900	208.567	
39+400	210.10	195.20	210.10	
39+300	211.18	195.40	211.18	
39+200	209.37	195.60	209.37	
39+100	209.77	195.80	209.77	
39+000	210.27	195.96	210.27	
38+900	210.92	195.82	210.92	
38+800	202.27	195.64	202.27	
38+700	196.15	195.47	196.15	
38+600	197.14	195.29	197.14	
38+500	198.434	195.10	198.434	

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

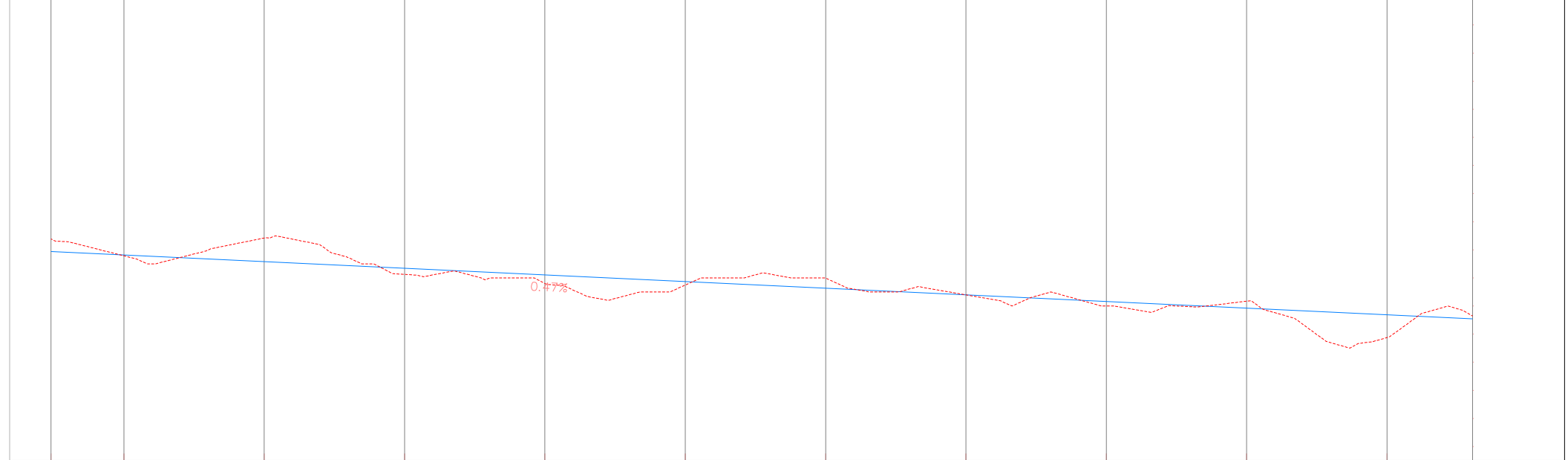
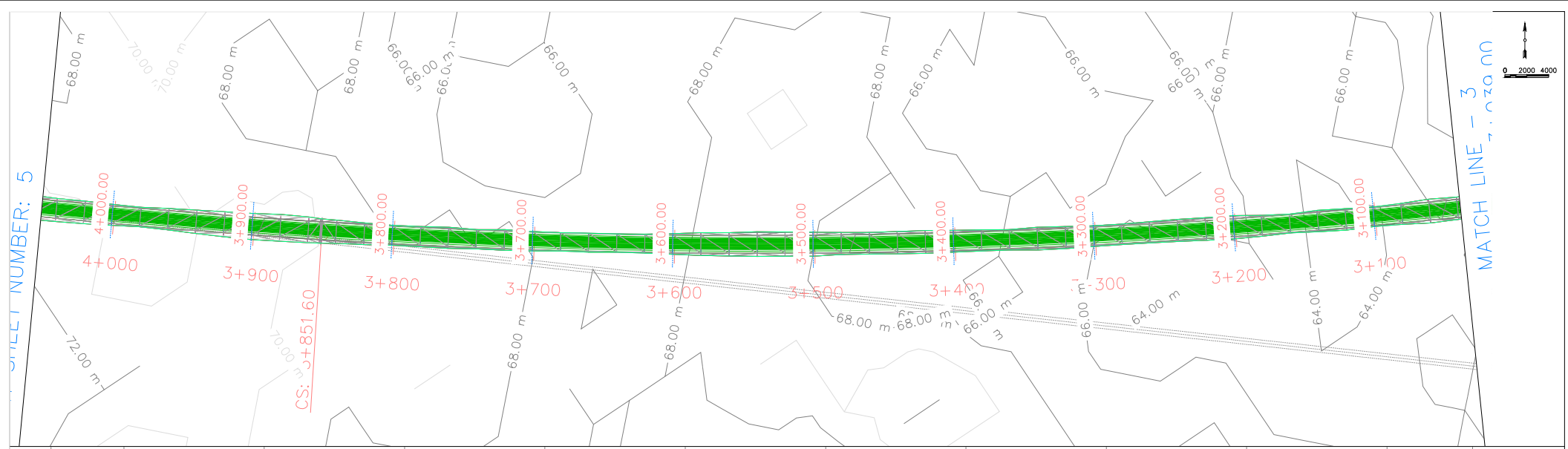
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 39

**JML. LMBR**  
 89

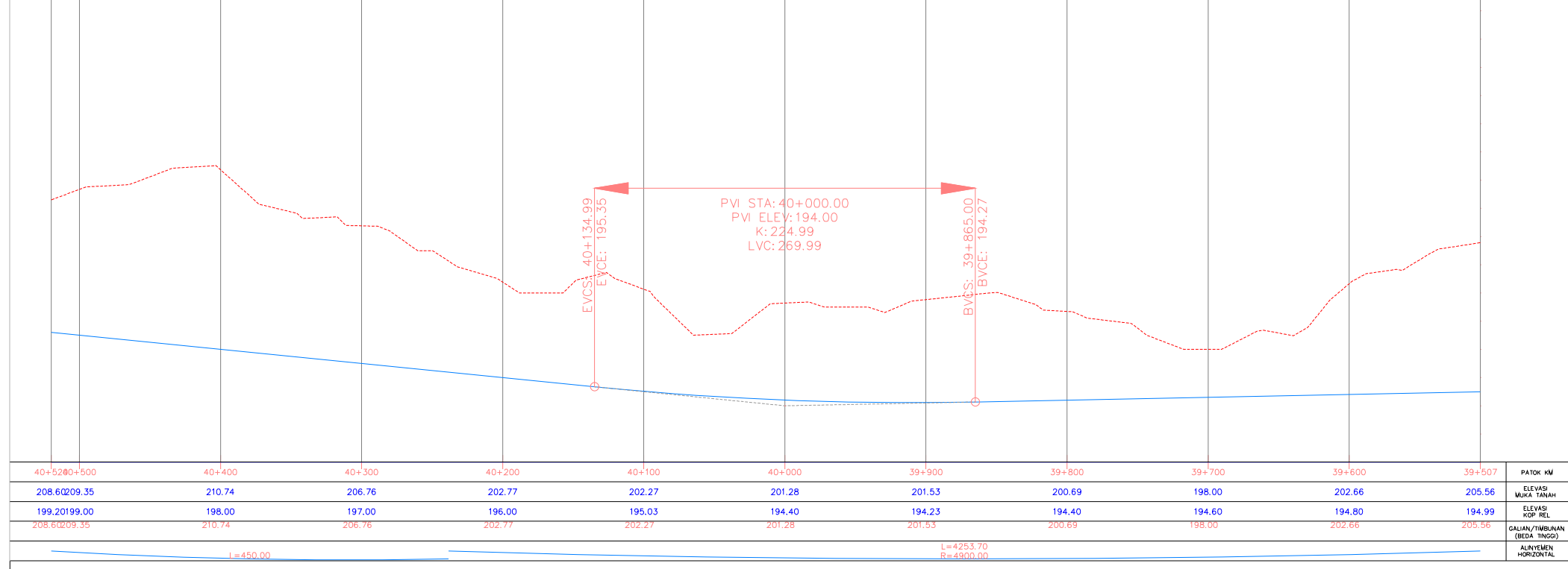
**REVISI GAMBAR**



4+052	4+000	3+900	3+800	3+700	3+600	3+500	3+400	3+300	3+200	3+100	3+039	PATOK KM
70.78	69.57	70.84	68.25	67.60	67.49	67.98	66.79	66.00	66.34	63.76	65.28	ELEVASI MUKA TANAH
69.88	69.63	69.16	68.69	68.22	67.74	67.27	66.80	66.32	65.85	65.38	65.09	ELEVASI KOP REL
70.78	69.57	70.84	68.25	67.60	67.49	67.98	66.79	66.00	66.34	63.76	65.28	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
											ALYEMEN HORIZONTAL	

<p> <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>            Program Studi Teknik Sipil            2019         </p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b> PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	<b>DOSEN PEMBIMBING</b> Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	<b>NAMA MAHASISWA</b> Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	<b>KETERANGAN GAMBAR</b> Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	<b>NO. LMBR</b> 4	<b>JML. LMBR</b> 89	<b>REVISI GAMBAR</b>



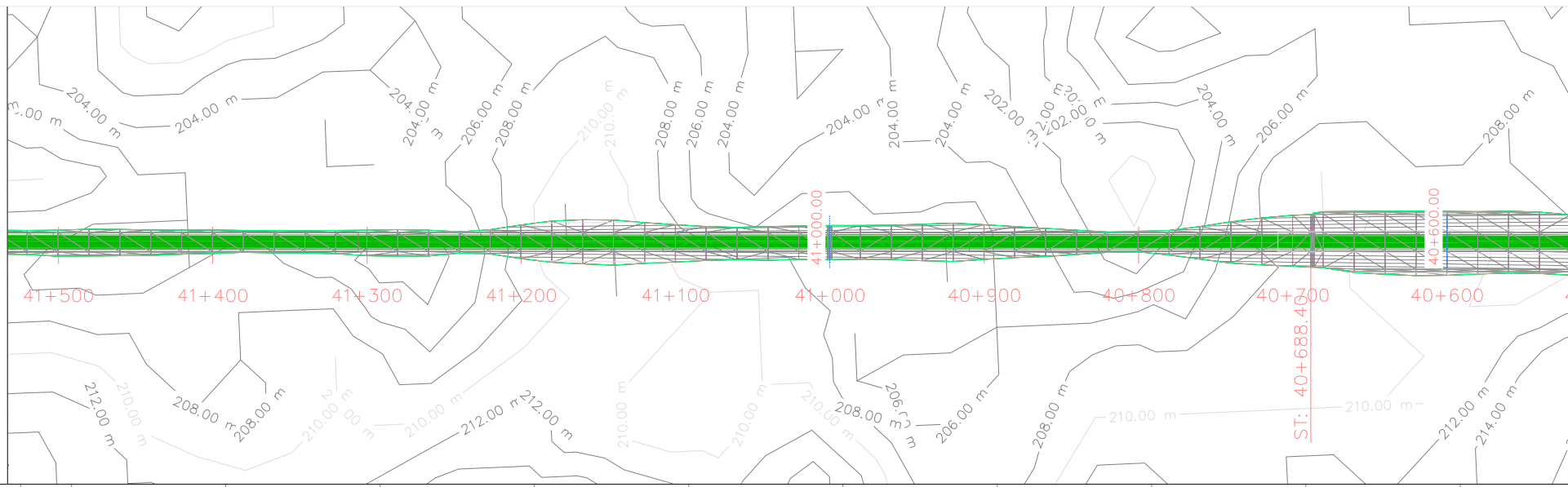


40+520	40+500	40+400	40+300	40+200	40+100	40+000	39+900	39+800	39+700	39+600	39+507	PATOK KM
208.60	209.35	210.74	206.76	202.77	202.27	201.28	201.53	200.69	198.00	202.66	205.56	ELEVASI MUKA TANAH
199.20	199.00	198.00	197.00	196.00	195.03	194.40	194.23	194.40	194.60	194.80	194.99	ELEVASI KOP REL
208.60	209.35	210.74	206.76	202.77	202.27	201.28	201.53	200.69	198.00	202.66	205.56	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=450.00											ALINYEMEN HORIZONTAL	

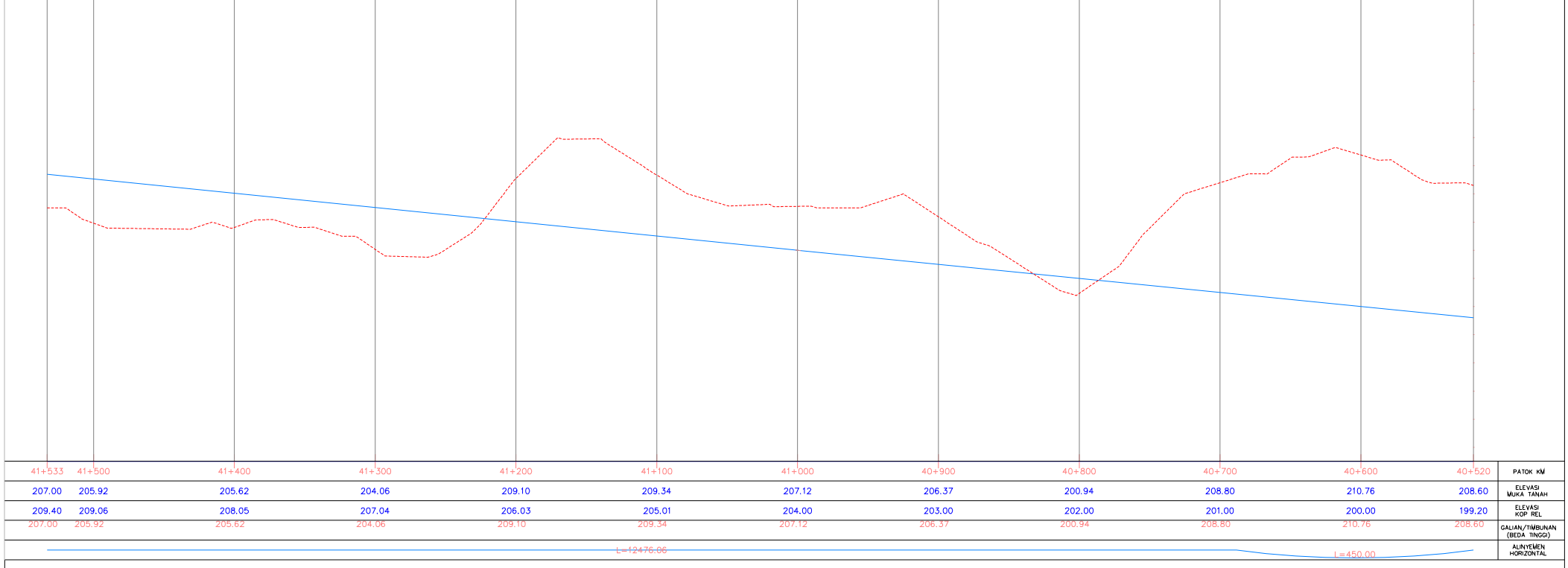
<p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN Program Studi Teknik Sipil 2019</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<p>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</p>	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012</p>	<p>Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019</p>	<p>Judul Gambar = Plan &amp; Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400</p>	40	89	



NEXT SHEET NUMBER: 42



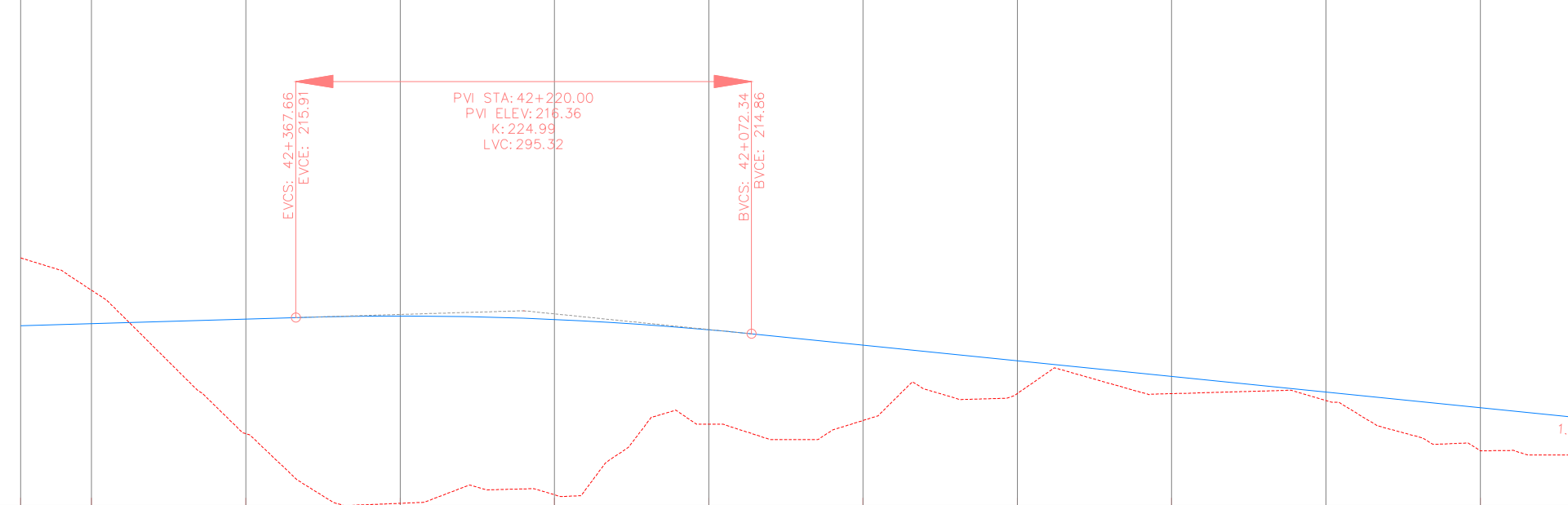
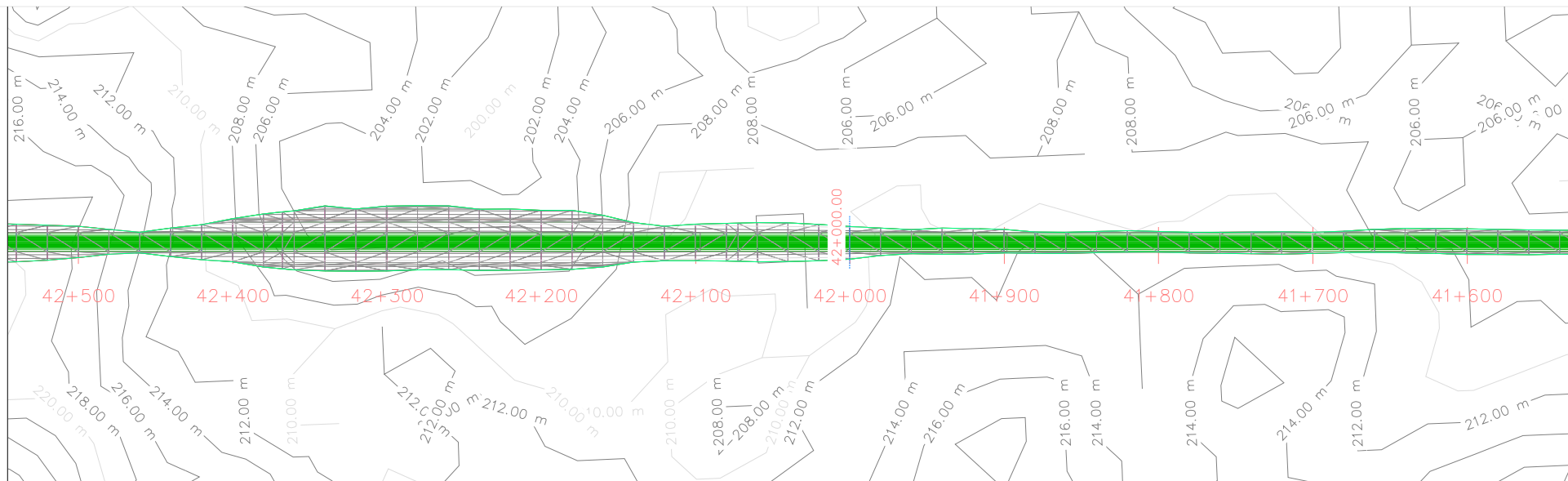
MATCH LINE - 40



<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	41	89	

NEXT SHEET NUMBER: 43

MATCH LINE - 41



42+546	42+500	42+400	42+300	42+200	42+100	42+000	41+900	41+800	41+700	41+600	41+533	PATOK KM
219.79	217.68	208.39	203.88	204.43	209.00	209.24	210.99	210.99	210.53	207.28	207.00	ELEVASI MUKA TANAH
215.38	215.52	215.82	216.01	215.79	215.12	214.13	213.12	212.10	211.09	210.08	209.40	ELEVASI KOP REL
219.79	217.68	208.39	203.88	204.43	209.00	209.24	210.99	210.99	210.53	207.28	207.00	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)

L=12476.66



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

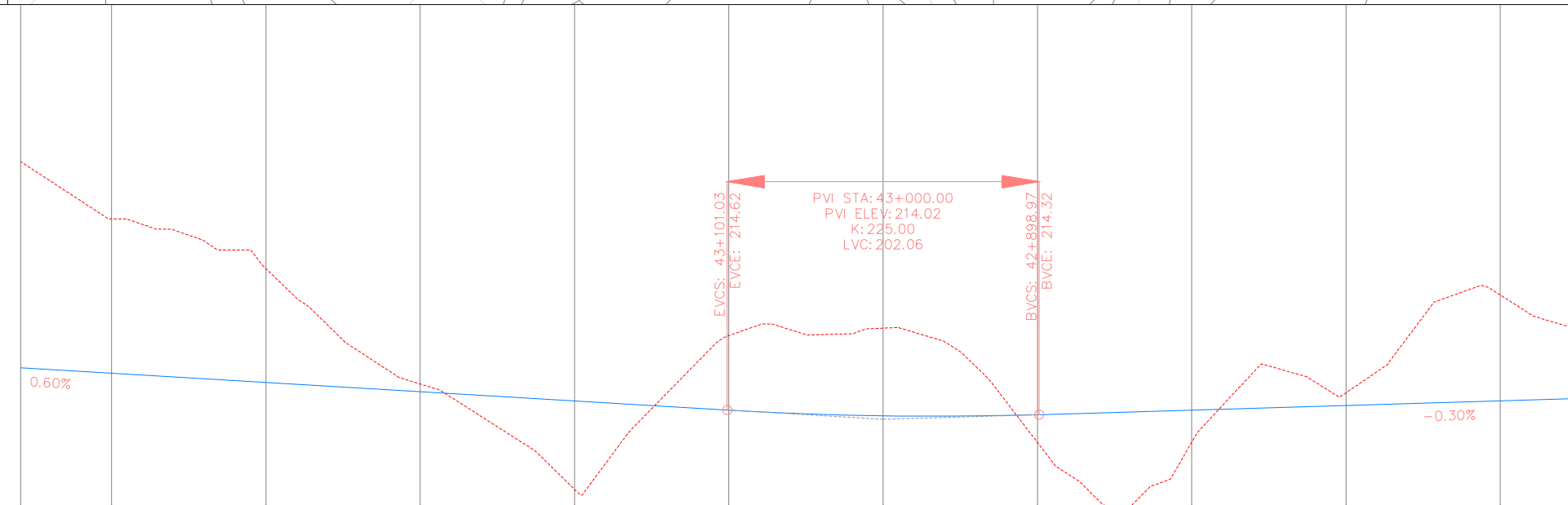
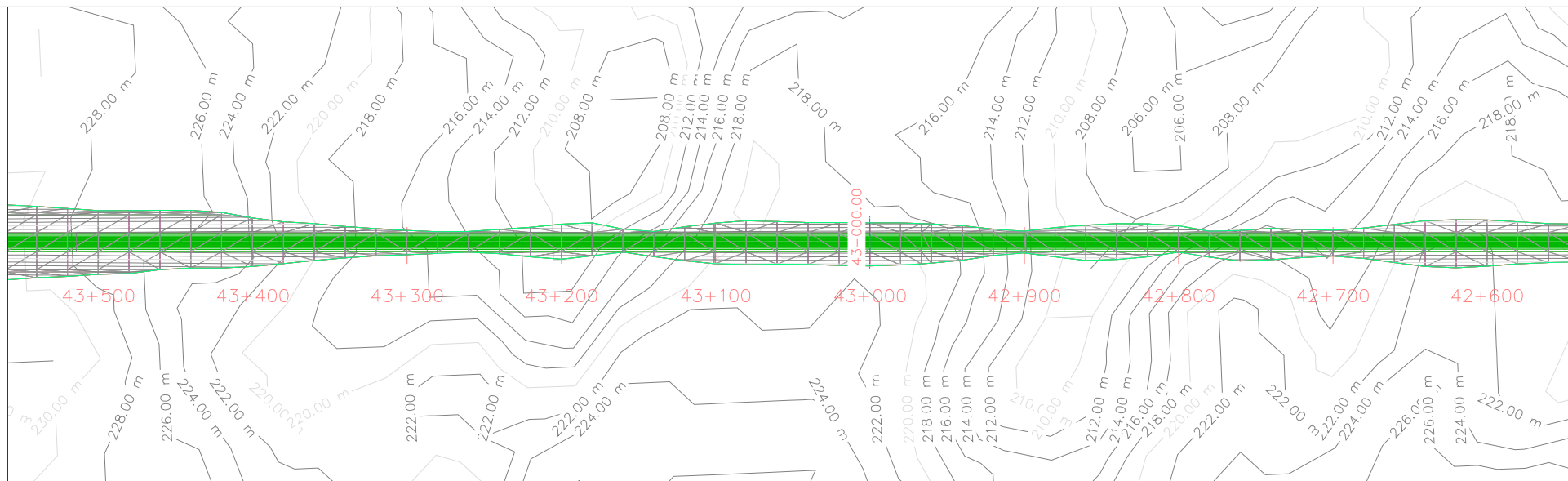
**NO. LMBR**  
 42

**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 44

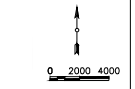
MATCH LINE - 42



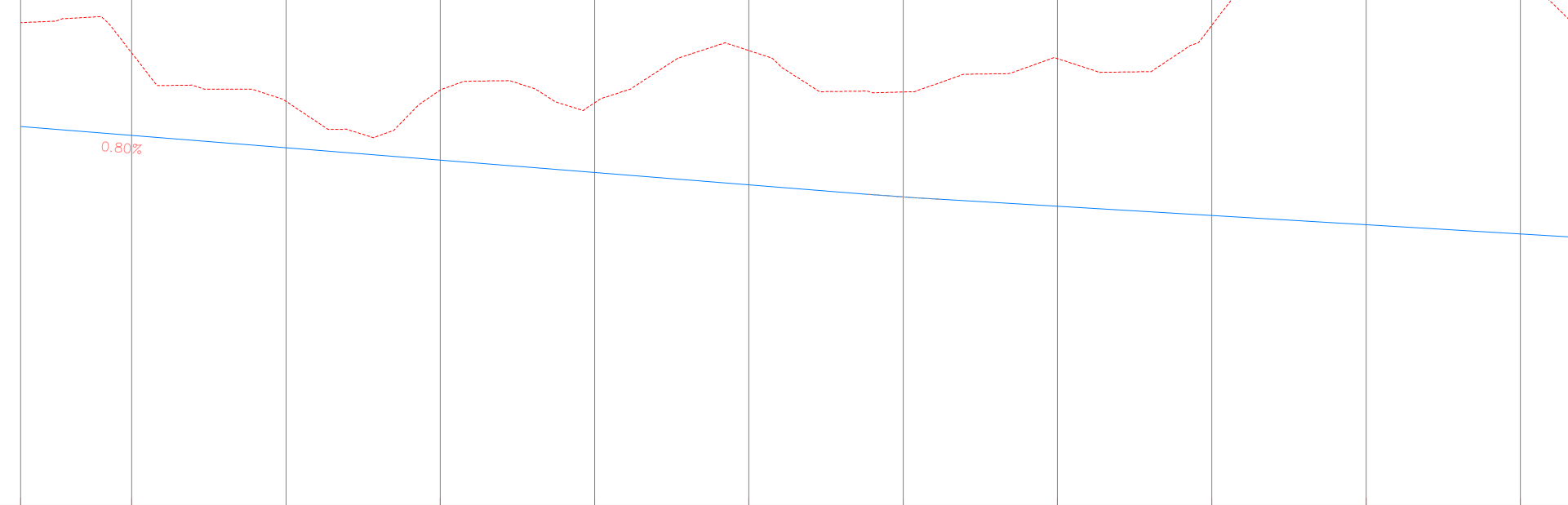
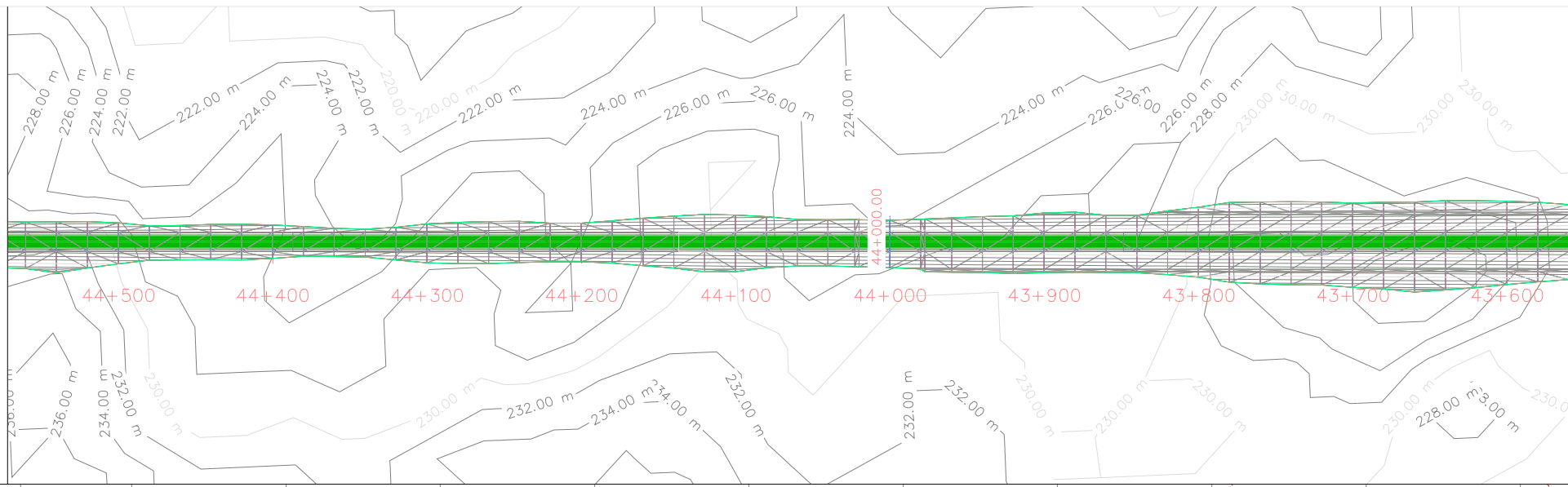
43+559	43+500	43+400	43+300	43+200	43+100	43+000	42+900	42+800	42+700	42+600	42+546	PATOK KM
230.72	227.00	223.79	216.31	209.48	219.44	219.93	212.52	212.53	215.74	222.07	219.79	ELEVASI MUKA TANAH
217.36	217.01	216.41	215.81	215.21	214.62	214.24	214.32	214.62	214.92	215.22	215.38	ELEVASI KOP REL
230.72	227.00	223.79	216.31	209.48	219.44	219.93	212.52	212.53	215.74	222.07	219.79	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	43	89	

NEXT SHEET NUMBER: 45



MATCH LINE - 43



44+572	44+500	44+400	44+300	44+200	44+100	44+000	43+900	43+800	43+700	43+600	43+559	PATOK KM
231.31	229.35	226.21	226.94	226.11	229.50	226.81	228.98	231.13	234.20	234.59	230.72	ELEVASI MUKA TANAH
224.58	224.00	223.20	222.40	221.60	220.80	220.01	219.40	218.80	218.21	217.61	217.36	ELEVASI KOP REL
231.31	229.35	226.21	226.94	226.11	229.50	226.81	228.98	231.13	234.20	234.59	230.72	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)

L=12476.66



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

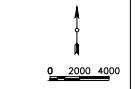
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

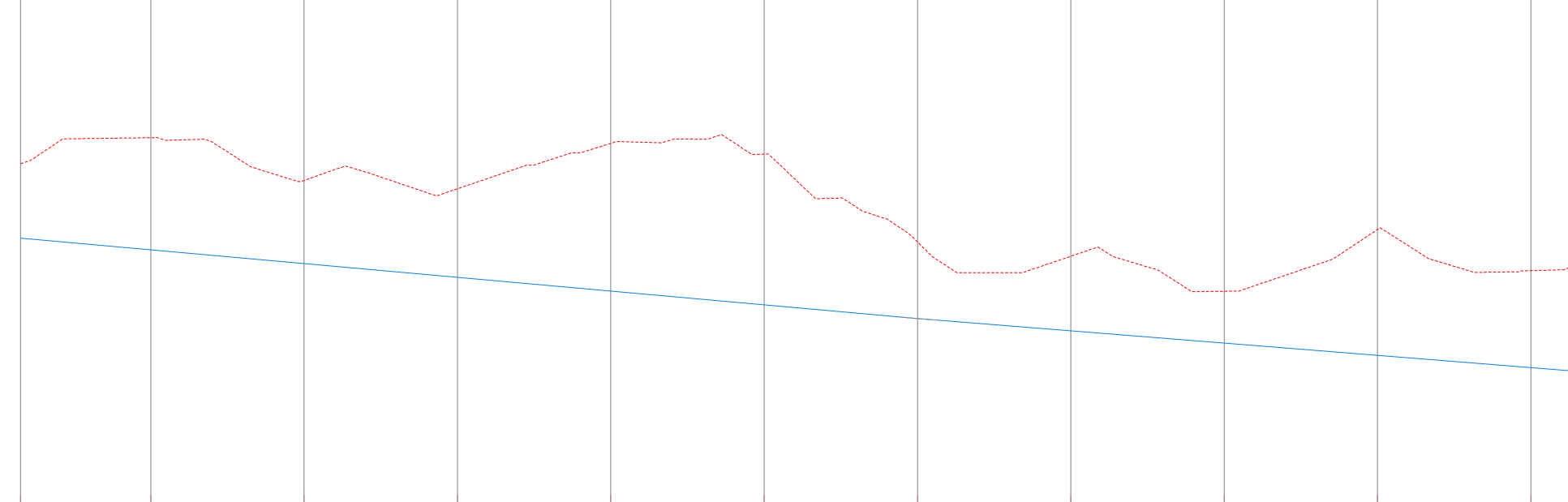
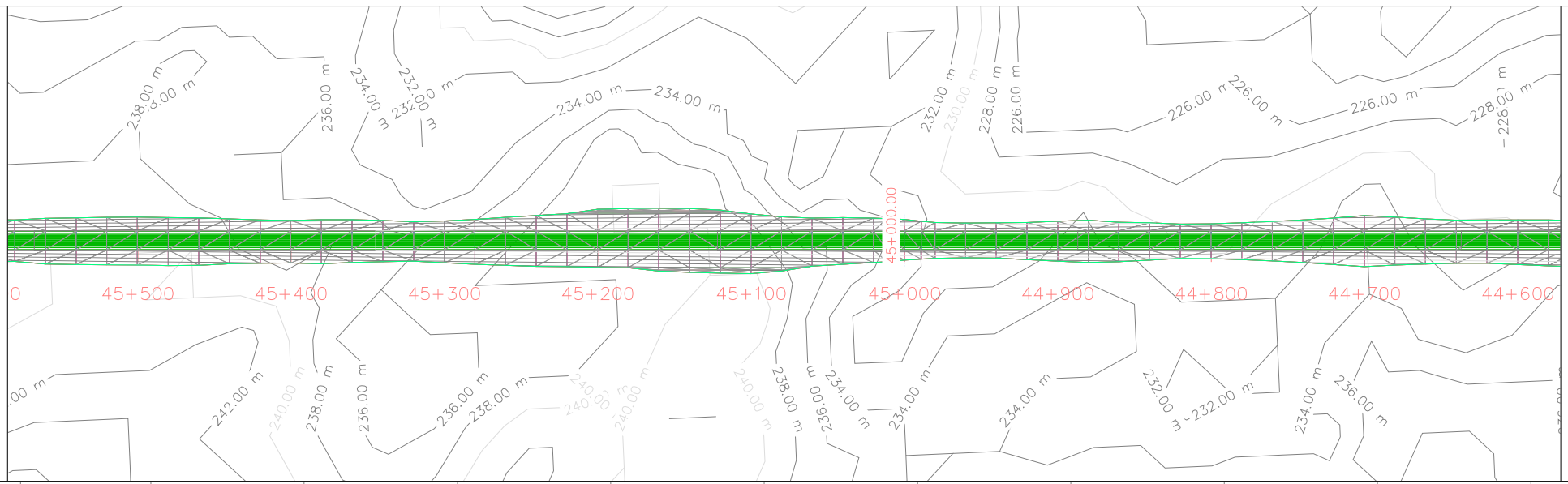
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
44	89	

NEXT SHEET NUMBER: 46



MATCH LINE - 44



45+585	45+500	45+400	45+300	45+200	45+100	45+000	44+900	44+800	44+700	44+600	44+572	PATOK KM
238.10	239.80	237.01	236.47	239.43	238.72	233.00	232.07	229.78	233.81	231.13	231.31	ELEVASI MUKA TANAH
233.25	232.49	231.59	230.69	229.80	228.90	228.00	227.20	226.40	225.60	224.80	224.58	ELEVASI KOP REL
238.10	239.80	237.01	236.47	239.43	238.72	233.00	232.07	229.78	233.81	231.13	231.31	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=12476.66												ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

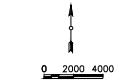
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

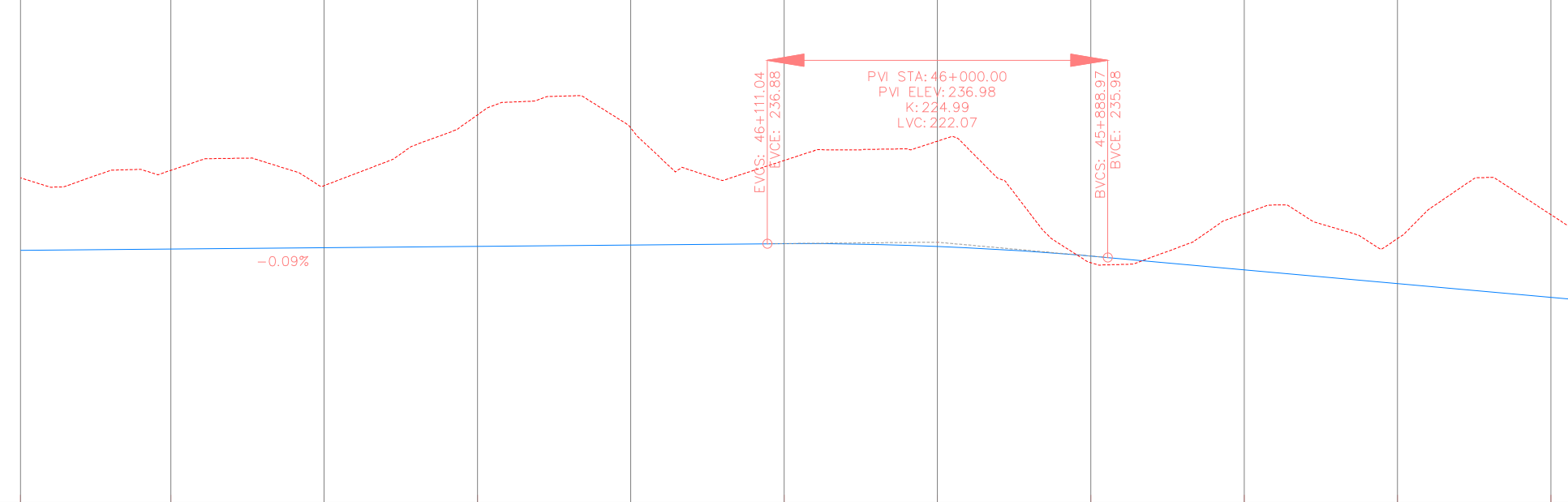
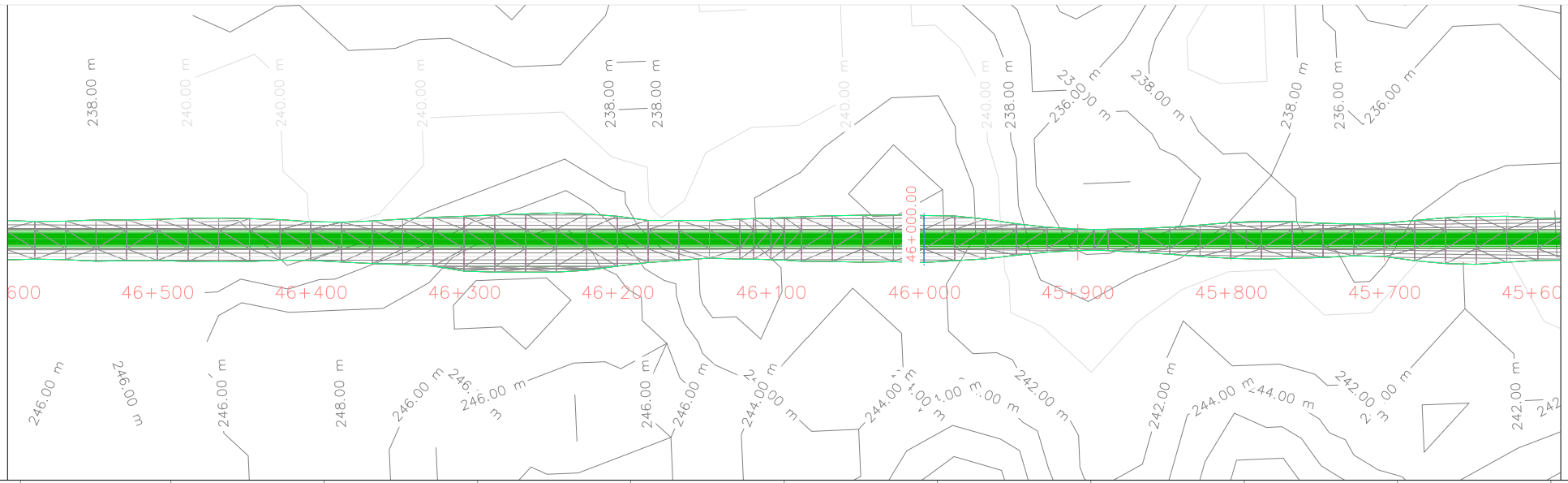
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
45	89	

NEXT SHEET NUMBER: 47



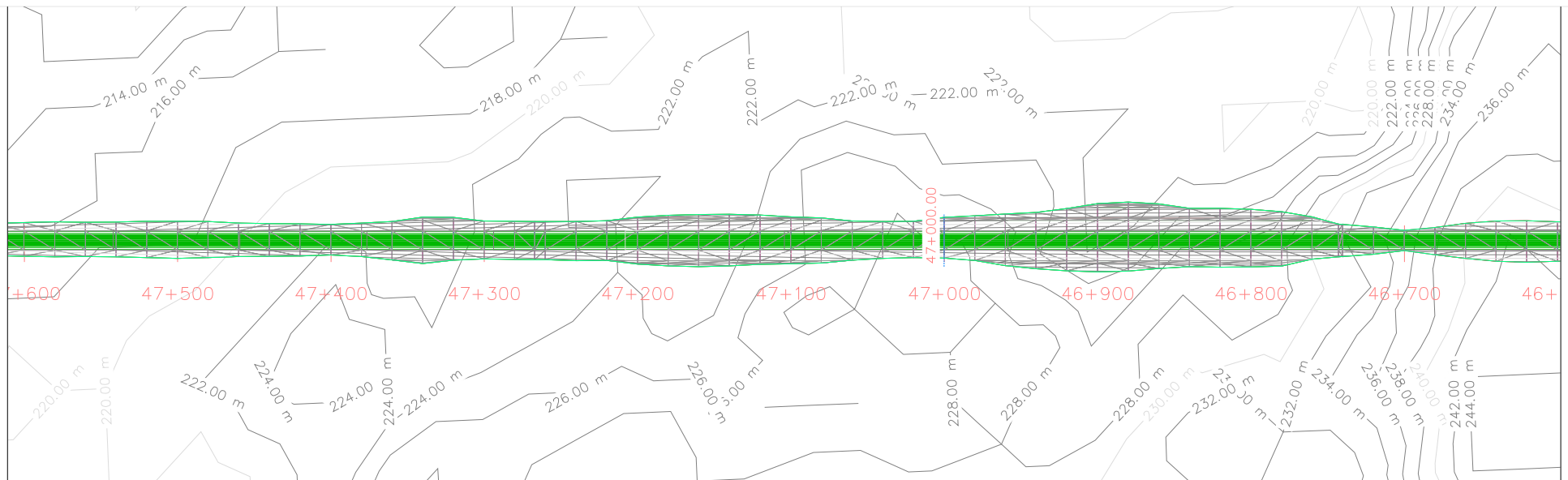
MATCH LINE - 45



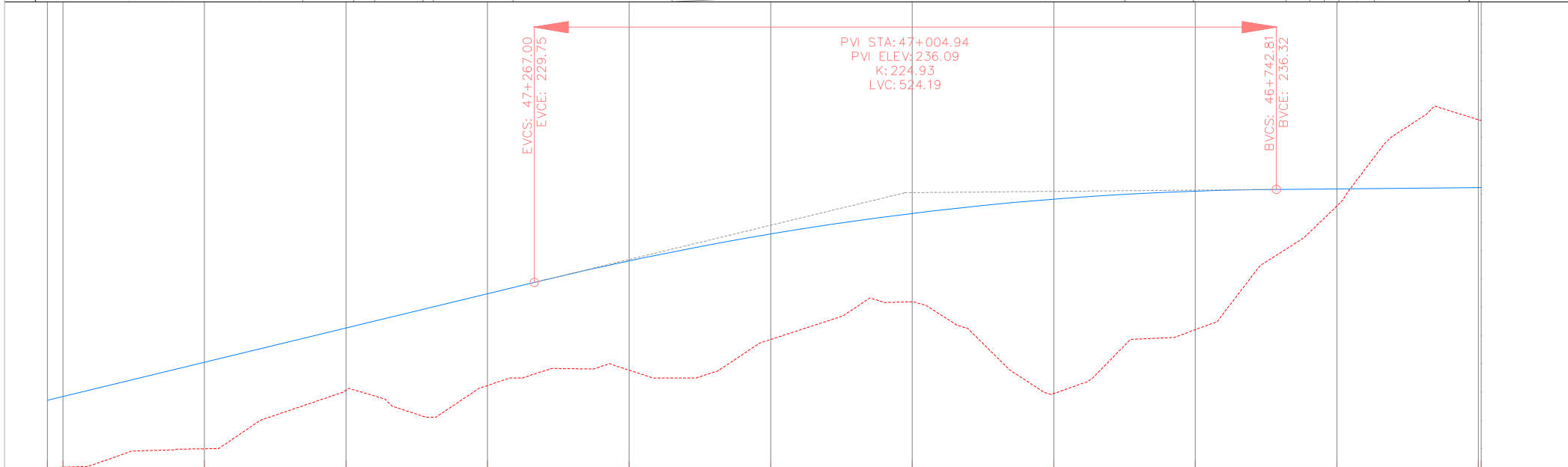
46+598	46+500	46+400	46+300	46+200	46+100	46+000	45+900	45+800	45+700	45+600	45+585	PATOK KM
241.18	241.67	240.67	245.28	244.43	242.31	243.57	235.64	238.84	237.22	238.288.10	238.288.10	ELEVASI MUKA TANAH
236.45	236.54	236.62	236.71	236.80	236.89	236.71	236.08	235.18	234.29	233.393.25	233.393.25	ELEVASI KOP REL
241.18	241.67	240.67	245.28	244.43	242.31	243.57	235.64	238.84	237.22	238.288.10	238.288.10	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=12476.06												ALINYEMEN HORIZONTAL

<p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN Program Studi Teknik Sipil 2019</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<p>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</p>	<p>Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012</p>	<p>Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019</p>	<p>Judul Gambar = Plan &amp; Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400</p>	46	89	


NEXT SHEET NUMBER: 48



MATCH LINE - 46



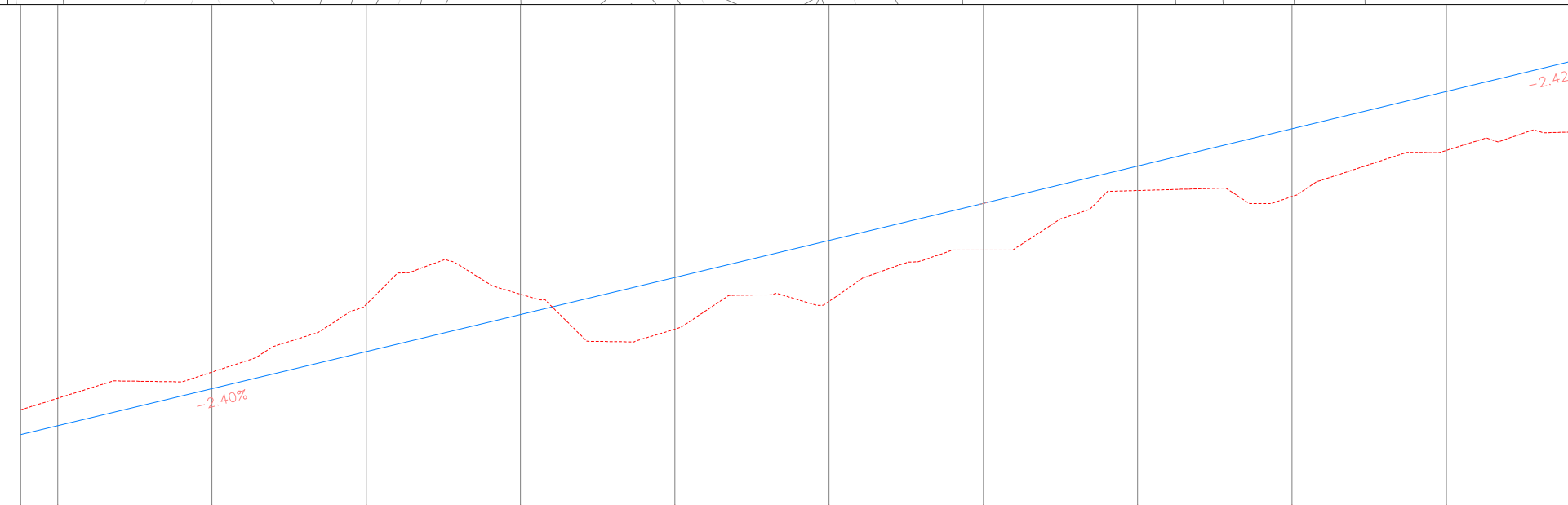
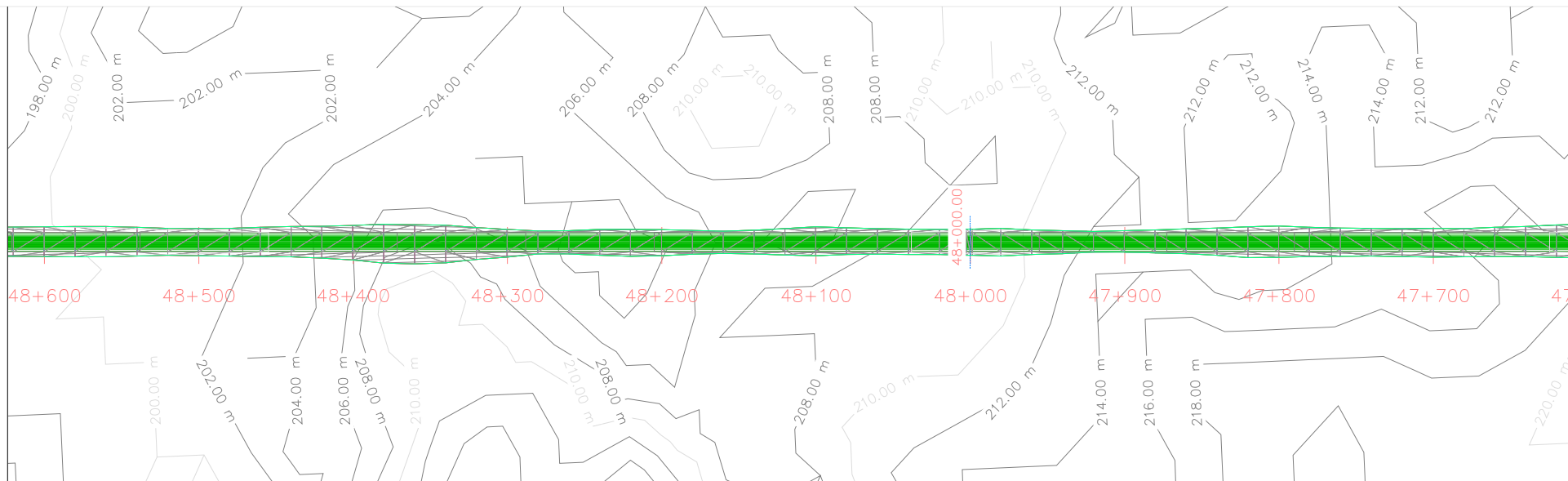
Station	47+600	47+500	47+400	47+300	47+200	47+100	47+000	46+900	46+800	46+700	46+600	PATOK KM
ELEVASI MUKA TANAH	216.296.69	217.99	222.13	222.46	223.55	225.71	228.38	221.90	226.41	235.14	234.296	2341296
ELEVASI KOP REL	221.296.69	224.11	226.53	228.95	231.27	233.17	234.62	235.63	236.20	236.36	236.405	2366405
GALIAN/MEJUAN (BEDA INGGI)	216.296.69	217.99	222.13	222.46	223.55	225.71	228.38	221.90	226.41	235.14	234.296	2341296
ALINYEMEN HORIZONTAL	L=12476.66											

 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> <b>Program Studi Teknik Sipil</b> <b>2019</b>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> <b>NIP 196209061989031012</b>	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> <b>NRP .03111745000019</b>	<b>Judul Gambar = Plan &amp; Profile</b> <b>Skala Horizontal = 1 : 4000</b> <b>Skala Vertikal = 1 : 400</b>	<b>47</b>	<b>89</b>	

NEXT SHEET NUMBER: 49



MATCH LINE - 47



48+62448+600	48+500	48+400	48+300	48+200	48+100	48+000	47+900	47+800	47+700	47+611	PATOK KM
198.63 199.38	201.08	205.46	206.13	203.86	205.66	209.00	212.85	212.46	215.45	216.66	ELEVASI MUKA TANAH
197.03 197.60	200.01	202.41	204.81	207.21	209.61	212.01	214.43	216.85	219.27	221.42	ELEVASI KOP REL
198.63 199.38	201.08	205.46	206.13	203.86	205.66	209.00	212.85	212.46	215.45	216.66	GALIAN/MEJURAN (BEDA TINGGI)
L=12476.96											ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

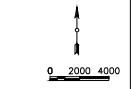
**NO. LMBR**  
 48

**JML. LMBR**  
 89

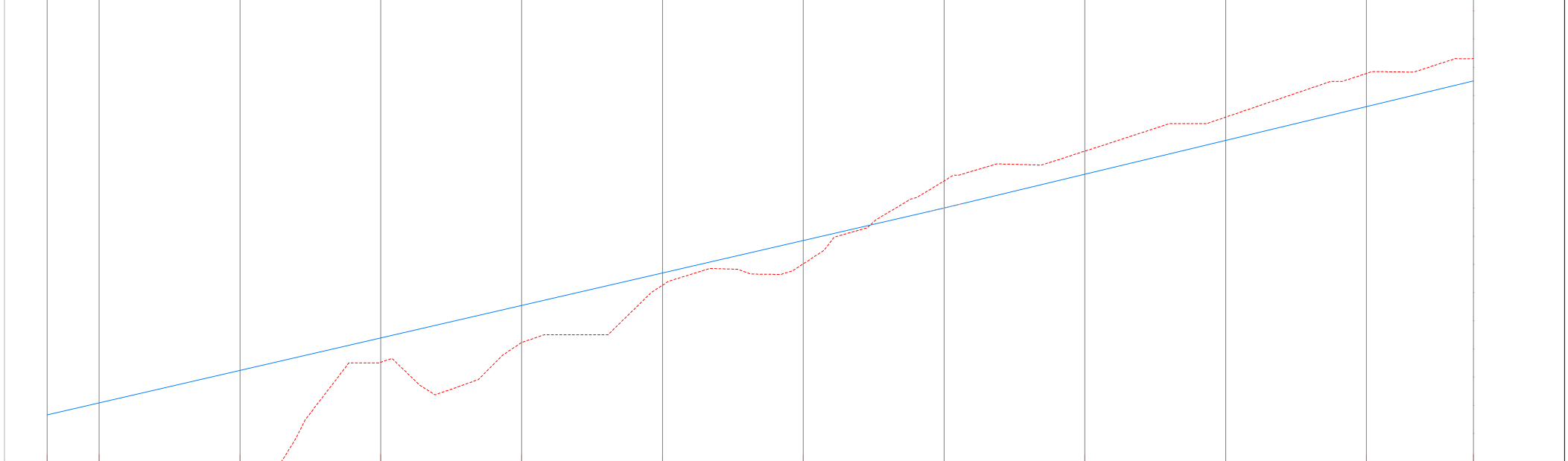
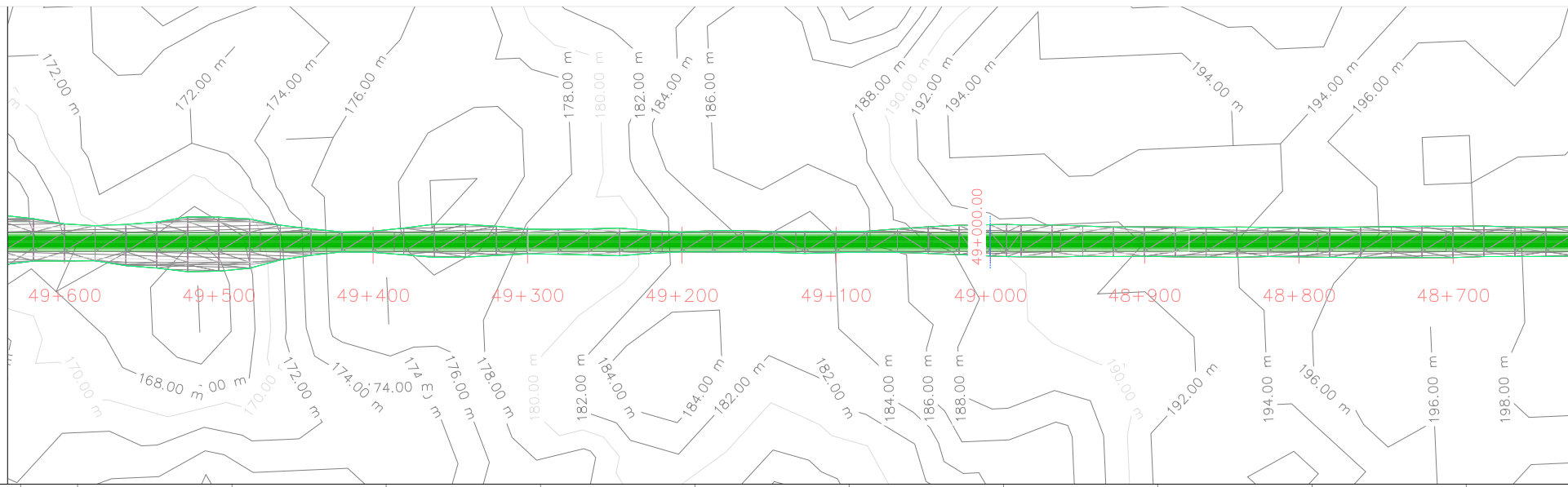
**REVISI GAMBAR**



NEXT SHEET NUMBER: 50



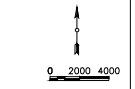
MATCH LINE - 48



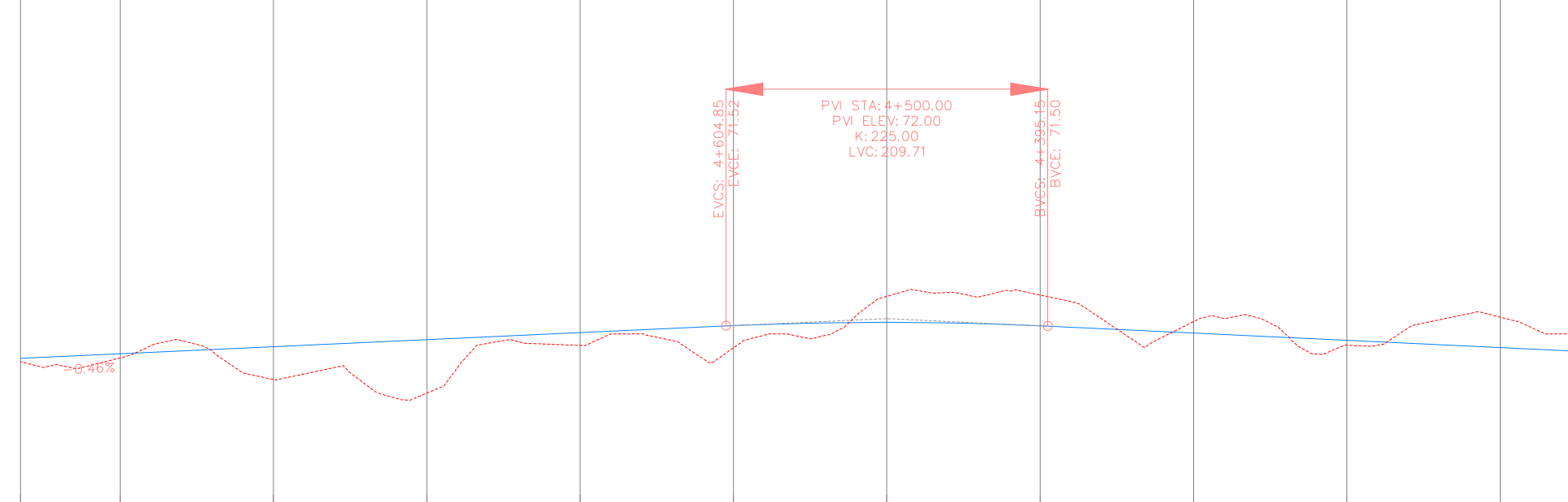
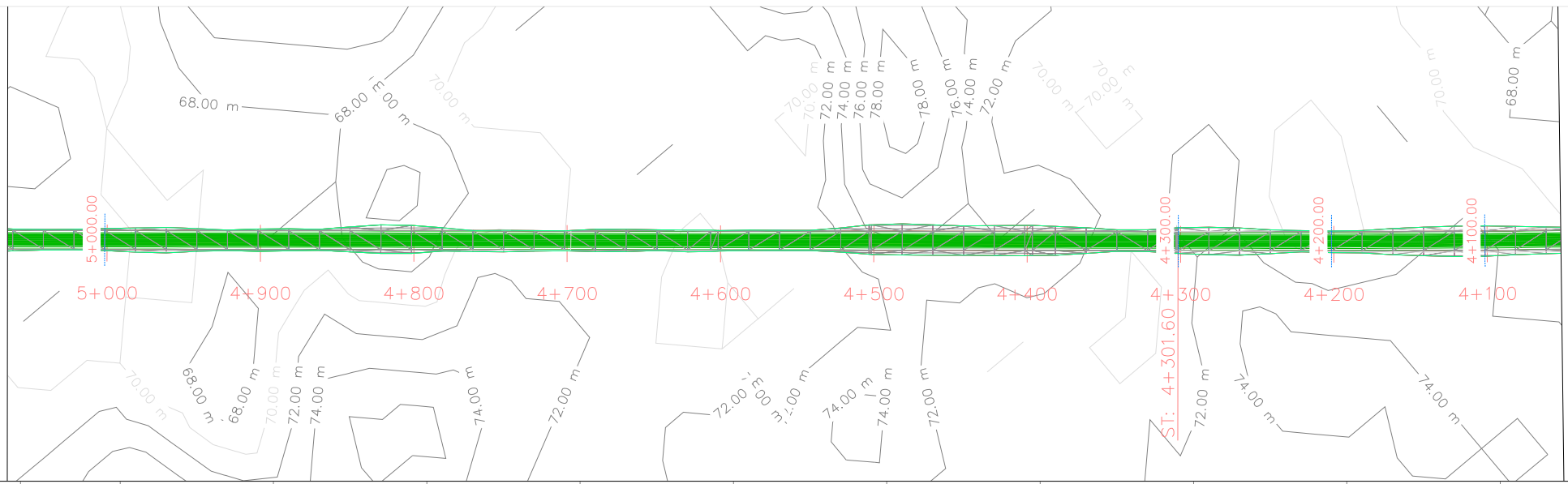
49+637	49+600	49+500	49+400	49+300	49+200	49+100	49+000	48+900	48+800	48+700	48+624	PATOK KM
164.07	167.48	166.62	177.06	178.46	182.52	184.04	189.93	192.04	194.46	197.56	198.63	ELEVASI MUKA TANAH
173.31	174.17	176.47	178.78	181.08	183.39	185.69	188.00	190.40	192.80	195.20	197.03	ELEVASI KOP REL
164.07	167.48	166.62	177.06	178.46	182.52	184.04	189.93	192.04	194.46	197.56	198.63	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=12476.66												ALYNYEMEN HORIZONTAL

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	49	89	

NEXT SHEET NUMBER: 6



MATCH LINE - 4



5+065	5+000	4+900	4+800	4+700	4+600	4+500	4+400	4+300	4+200	4+100	4+052	PATOK KM
69.19	69.44	68.03	67.14	70.25	70.10	73.45	73.53	71.80	70.27	72.10	70.78	ELEVASI MUKA TANAH
69.41	69.71	70.16	70.62	71.08	71.54	71.76	71.53	71.05	70.58	70.11	69.88	ELEVASI KOP REL
69.19	69.44	68.03	67.14	70.25	70.10	73.45	73.53	71.80	70.27	72.10	70.78	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=1668.94											L=450.00	ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

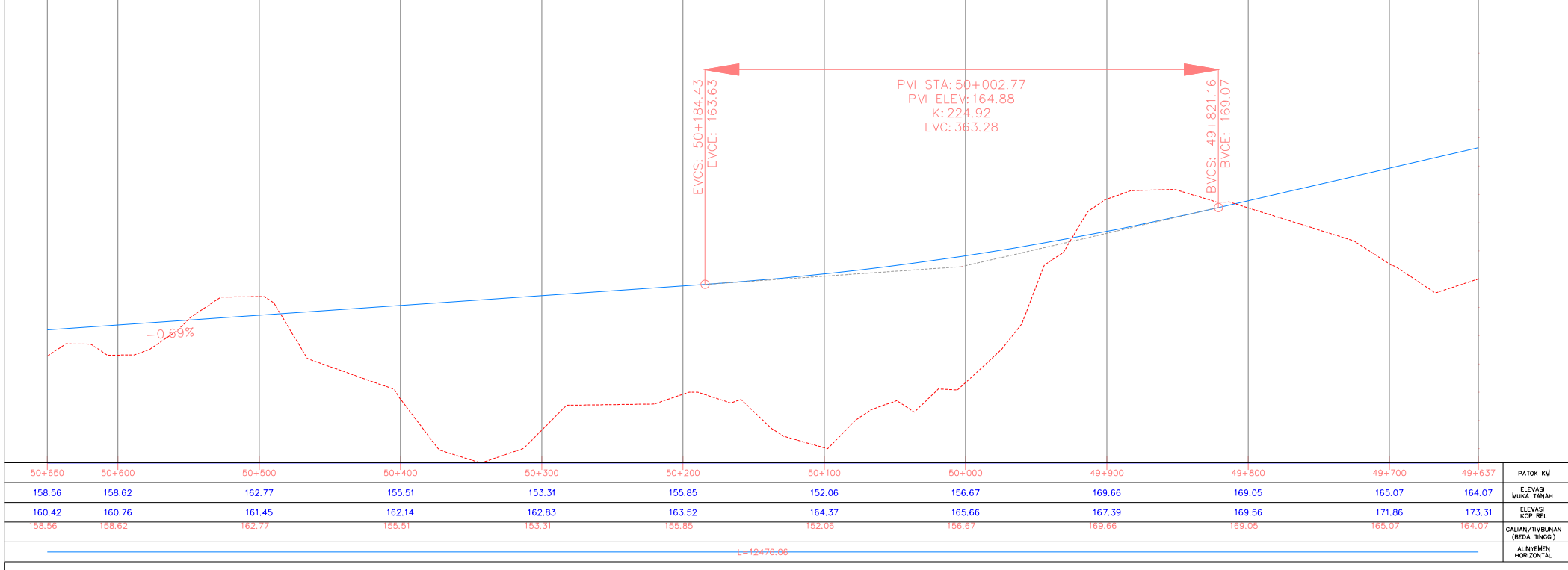
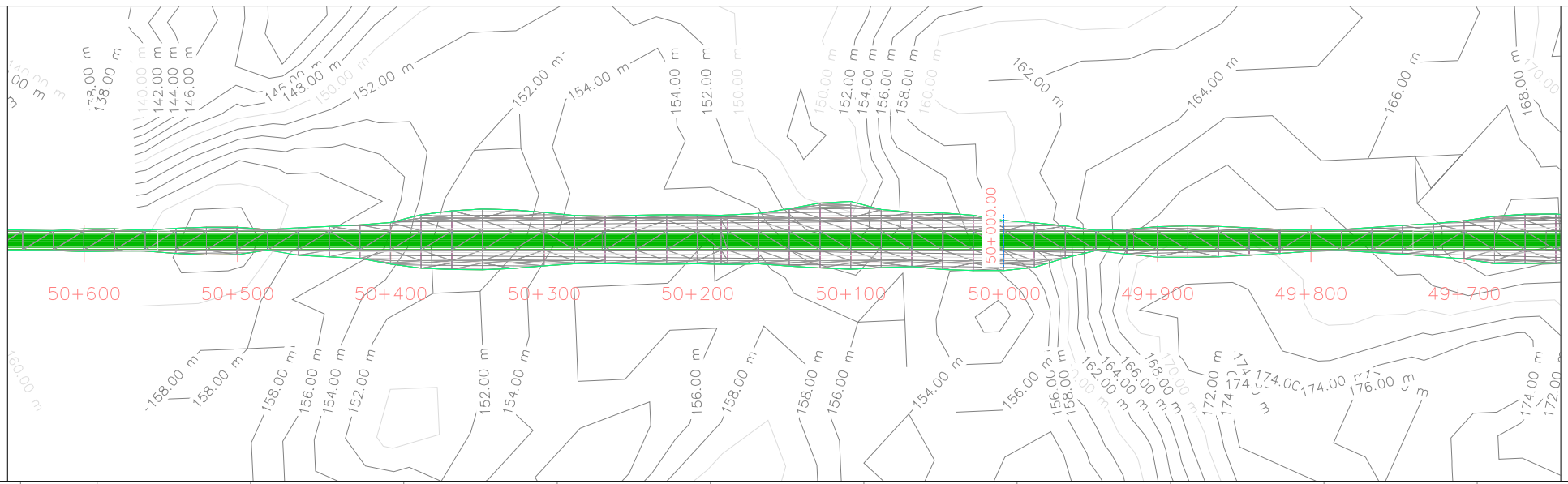
**NO. LMBR**  
 5

**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 51

MATCH LINE -- 49



Station	50+650	50+600	50+500	50+400	50+300	50+200	50+100	50+000	49+900	49+800	49+700	49+637	PATOK KM
ELEVASI MUKA TANAH	158.56	158.62	162.77	155.51	153.31	155.85	152.06	156.67	169.66	169.05	165.07	164.07	
ELEVASI KOP REL	160.42	160.76	161.45	162.14	162.83	163.52	164.37	165.66	167.39	169.56	171.86	173.31	
GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)	158.56	158.62	162.77	155.51	153.31	155.85	152.06	156.67	169.66	169.05	165.07	164.07	
ALYEMEN HORIZONTAL	L=12476.66												



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

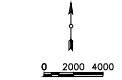
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 50

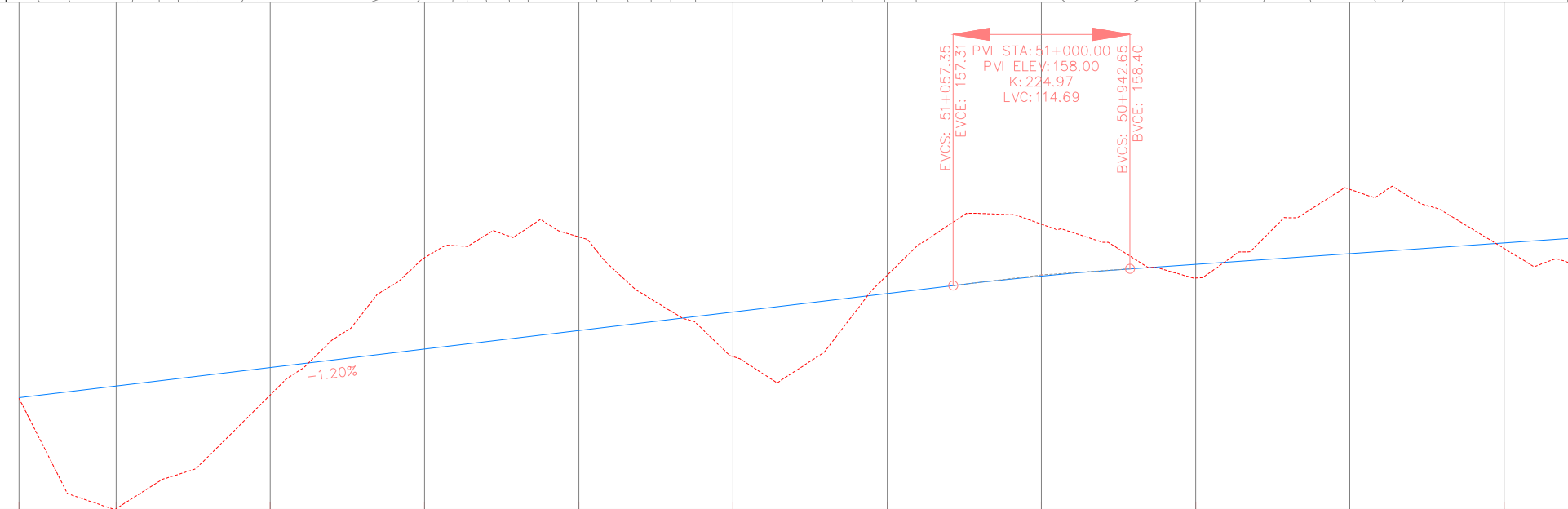
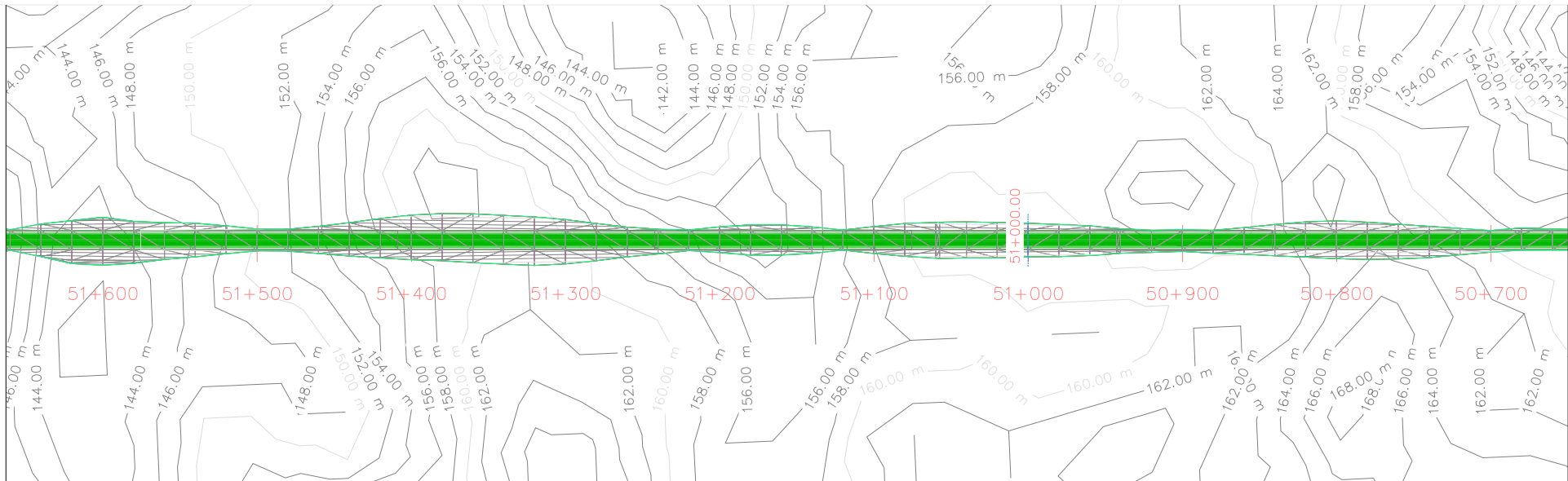
**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 52



MATCH LINE -- 50



51+663	51+600	51+500	51+400	51+300	51+200	51+100	51+000	50+900	50+800	50+700	50+650	PATOK KM
150.02	142.84	150.22	159.11	160.47	152.71	157.98	161.29	157.81	163.55	159.72	158.56	ELEVASI MUKA TANAH
150.04	150.80	152.00	153.20	154.40	155.60	156.80	157.93	158.69	159.38	160.07	160.42	ELEVASI KOP REL
150.02	142.84	150.22	159.11	160.47	152.71	157.98	161.29	157.81	163.55	159.72	158.56	GALIAN/MBUNAN (BEDA INGGI)

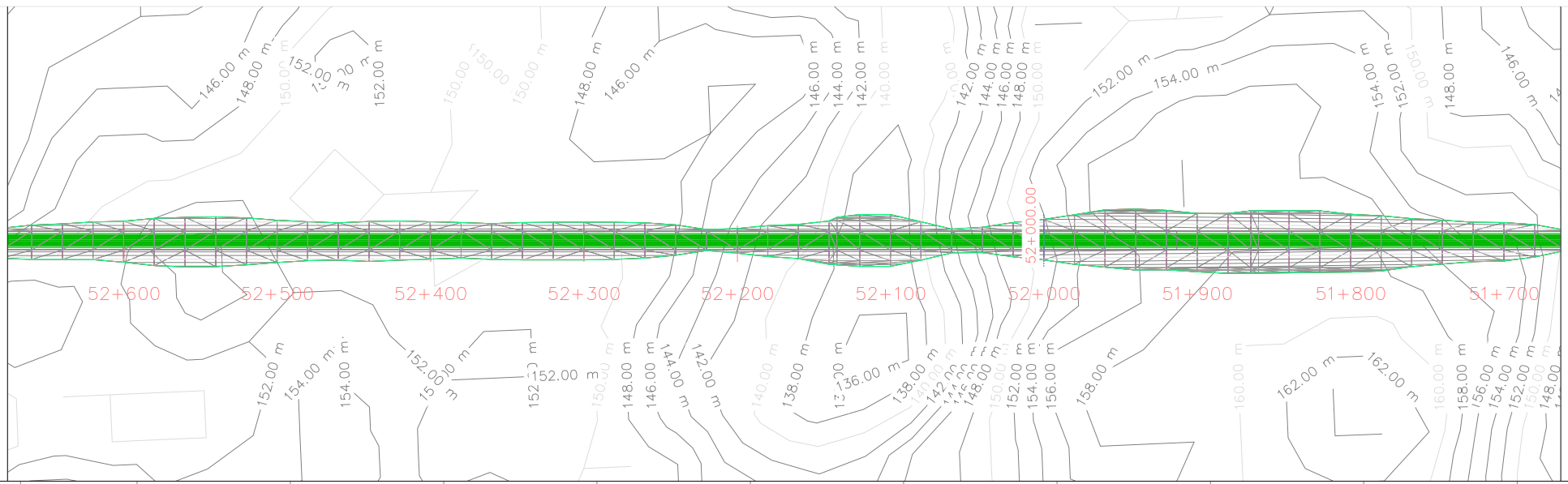
L=12476.66



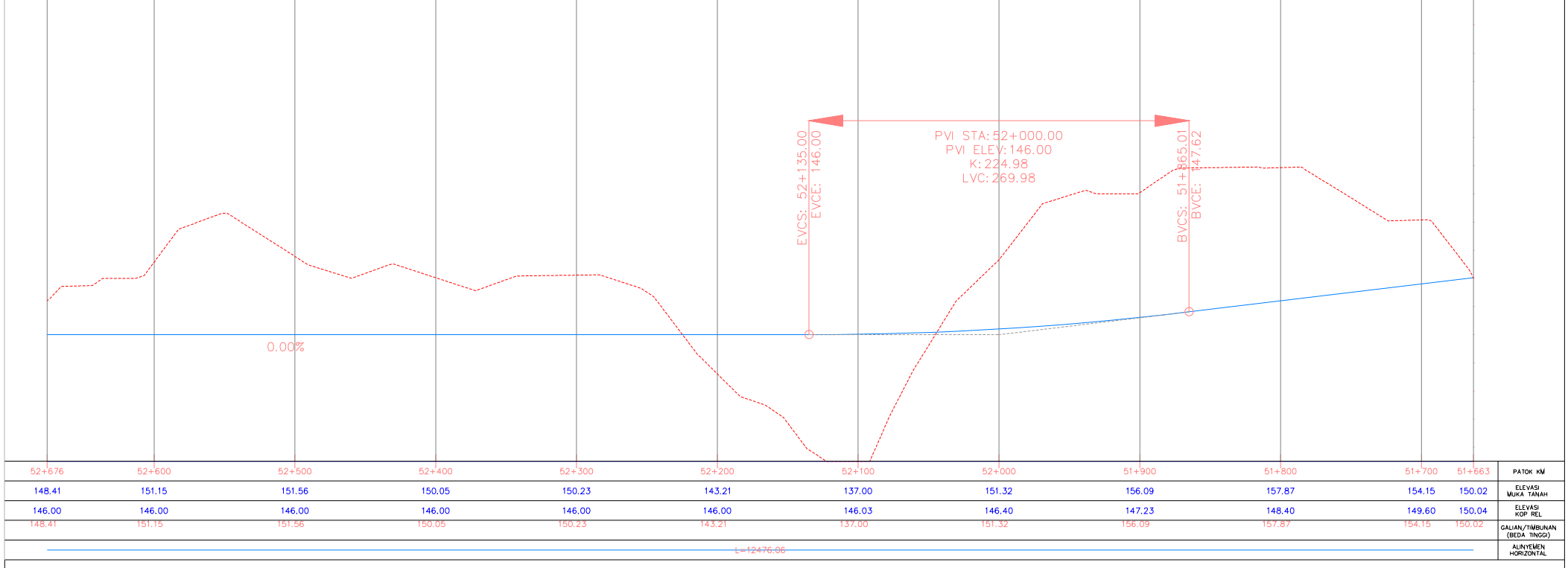
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019


JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	51	89	

NEXT SHEET NUMBER: 53



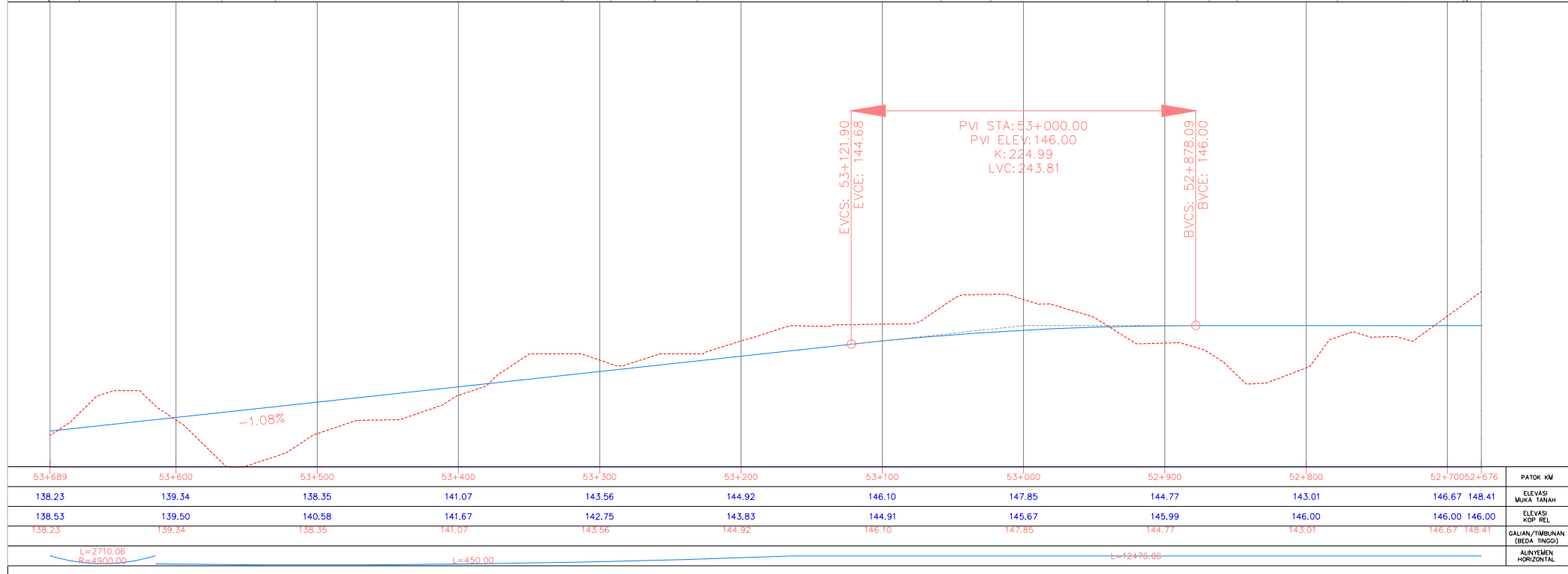
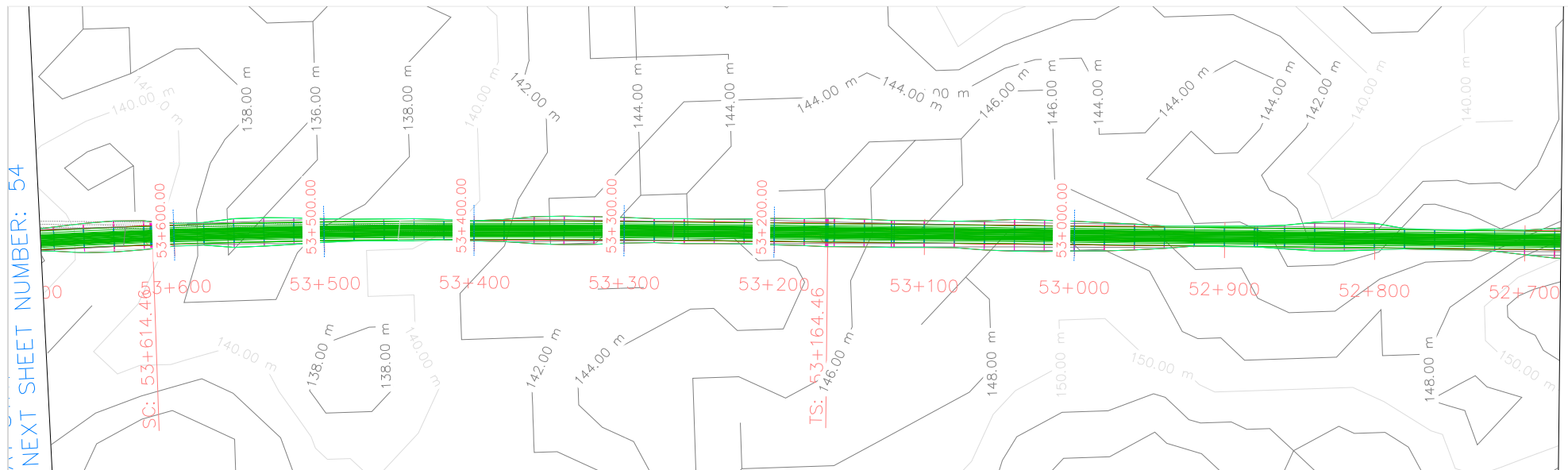
MATCH LINE - 51



 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	52	89	

NEXT SHEET NUMBER: 54

MATCH LINE - 52



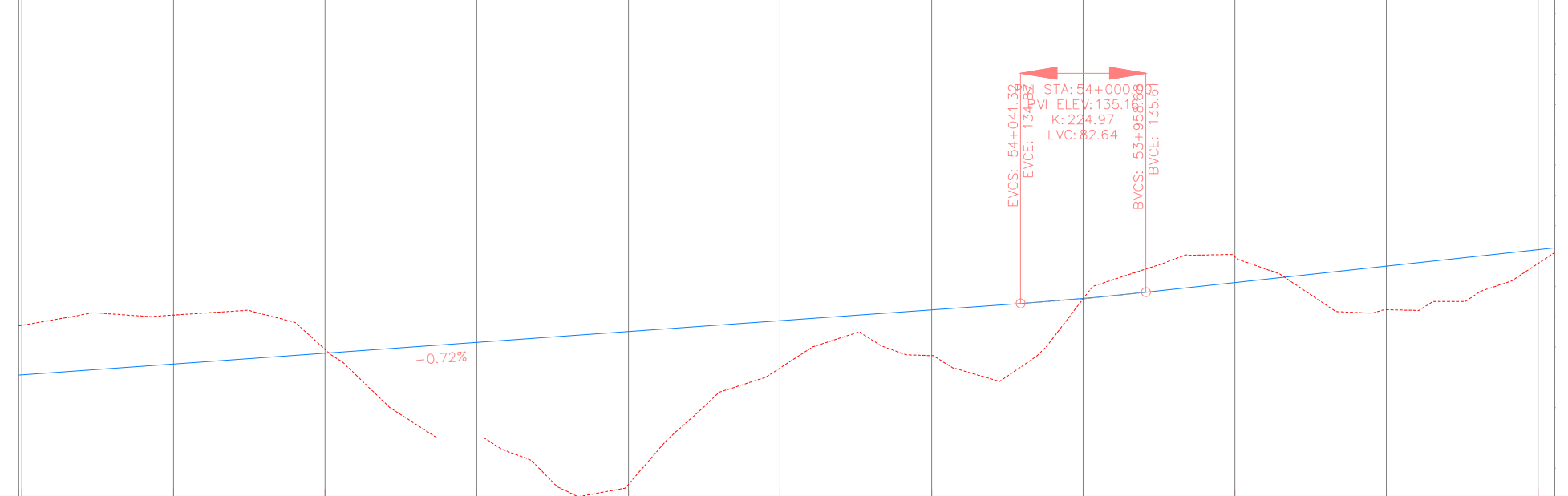
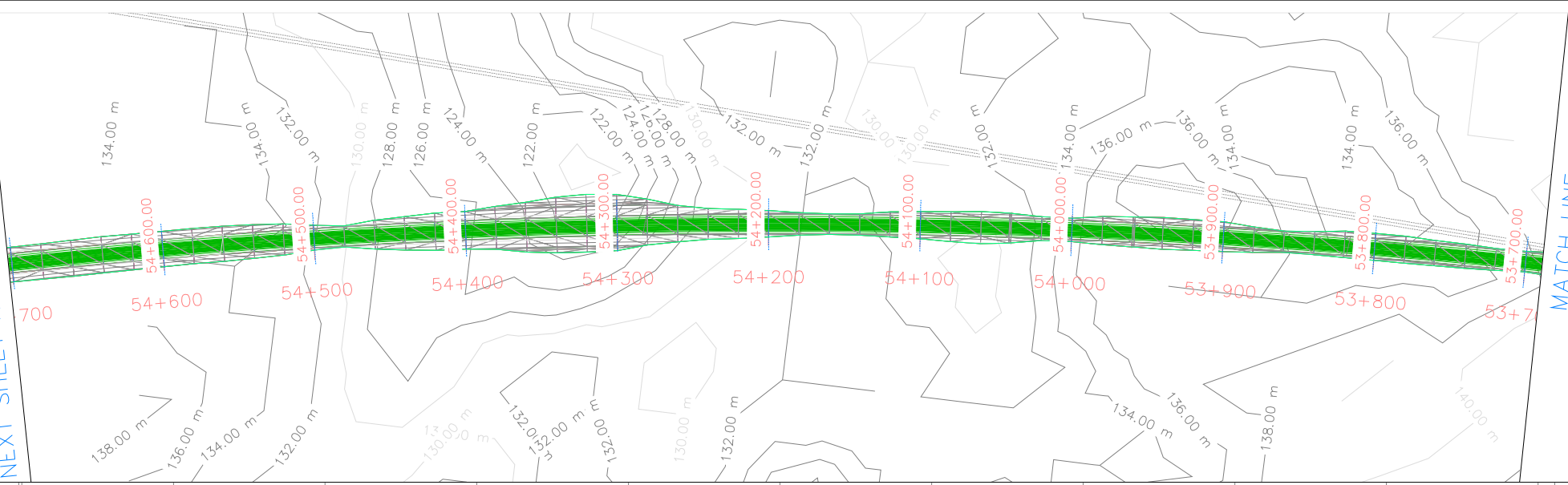
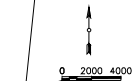
53+689	53+600	53+500	53+400	53+300	53+200	53+100	53+000	52+900	52+800	52+70052+676	PATOK KM
138.23	139.34	138.35	141.07	143.56	144.92	146.10	147.85	144.77	143.01	146.67 148.41	ELEVASI MUKA TANAH
138.53	139.50	140.58	141.67	142.75	143.83	144.91	145.67	145.99	146.00	146.00 146.00	ELEVASI KOP REL
138.23	139.34	138.35	141.07	143.56	144.92	146.10	147.85	144.77	143.01	146.67 148.41	GALIAN/MEJUKAN (BEDA INGGI)
<p>L=2710.06 R=4900.00</p> <p>L=450.00</p> <p>L=12476.66</p>											ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	53	89	

AI STATION NEXT SHEET NUMBER: 50



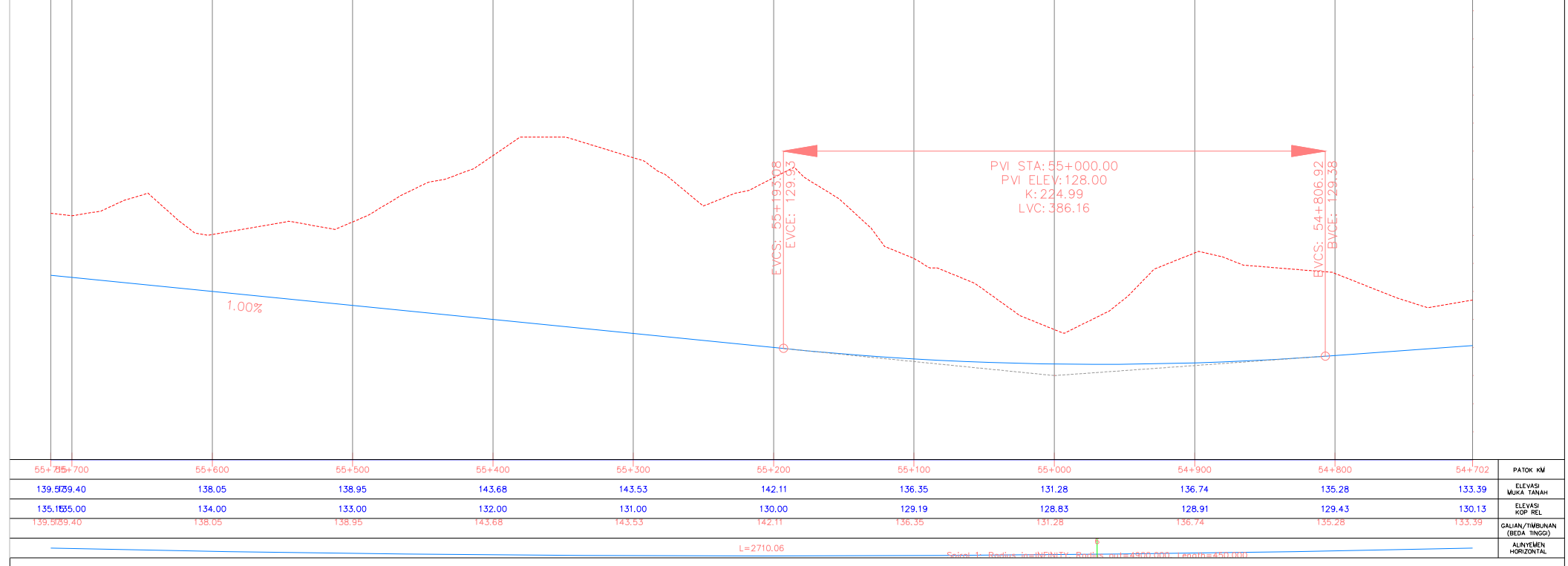
54+700	54+600	54+500	54+400	54+300	54+200	54+100	54+000	53+900	53+800	53+700	PATOK KM
1333.382	134.10	131.84	126.00	122.93	130.61	131.42	135.18	137.96	134.46	137158.23	ELEVASI MUKA TANAH
1330.105	130.87	131.58	132.30	133.01	133.73	134.45	135.20	136.25	137.33	138148.53	ELEVASI KOP REL
1333.382	134.10	131.84	126.00	122.93	130.61	131.42	135.18	137.96	134.46	137158.23	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=2710.06											ALINYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	54	89	





Station	54+700	54+800	54+900	55+000	55+100	55+200	55+300	55+400	55+500	55+600	55+700
PATOK KM											
ELEVASI MUKA TANAH	133.39	135.28	136.74	131.28	136.35	142.11	143.53	143.68	138.95	138.05	139.57
ELEVASI KOP REL	130.13	129.43	128.91	128.83	129.19	130.00	131.00	132.00	133.00	134.00	135.00
ELEVASI MUKA TANAH (BEDA INGGI)	133.39	135.28	136.74	131.28	136.35	142.11	143.53	143.68	138.95	138.05	139.57
ALYNYEMEN HORIZONTAL	L=2710.06										



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

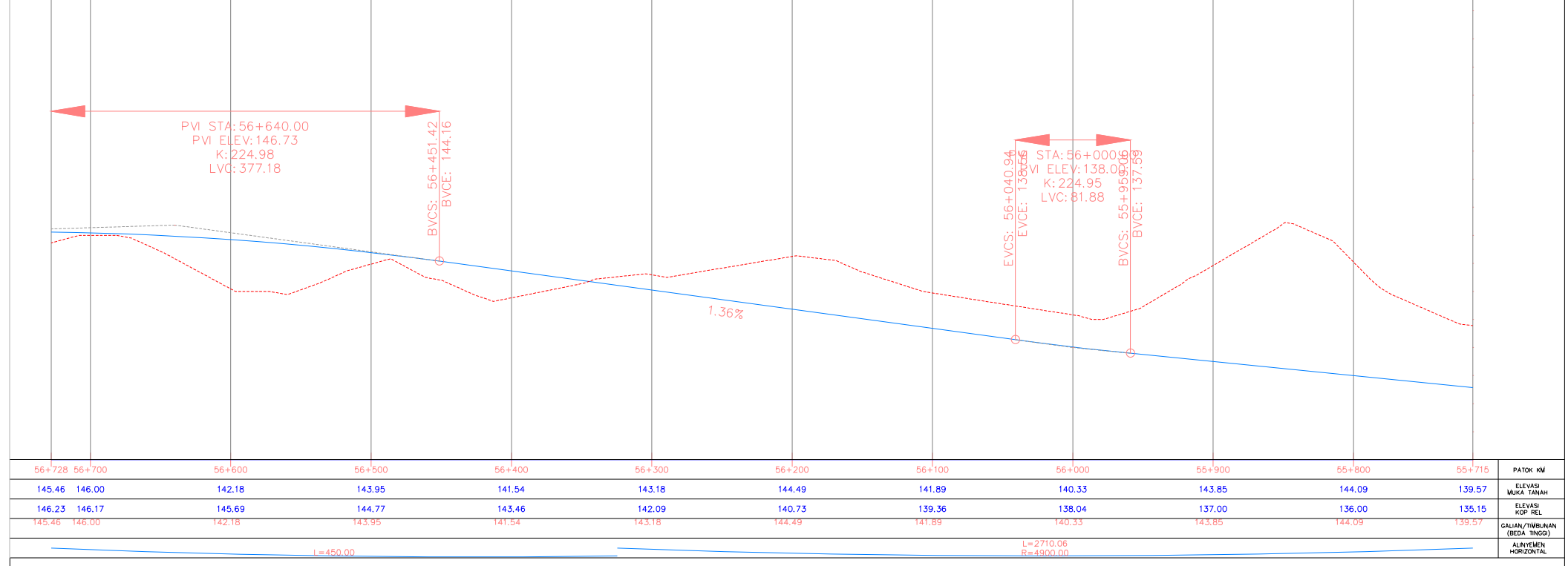
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
55	89	

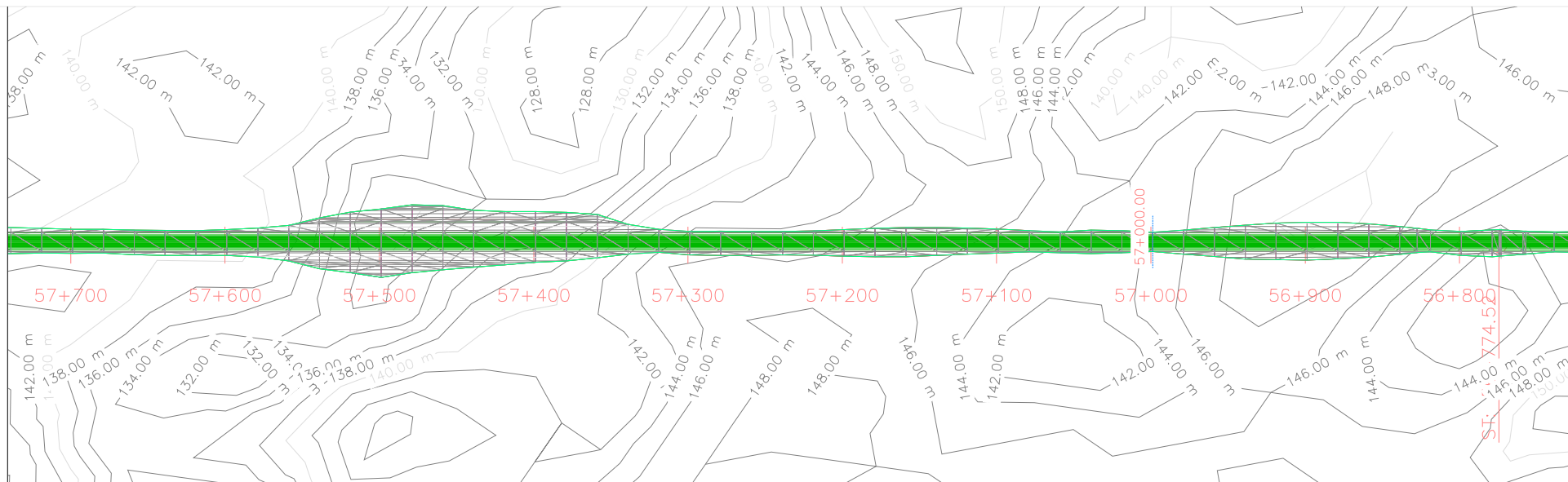




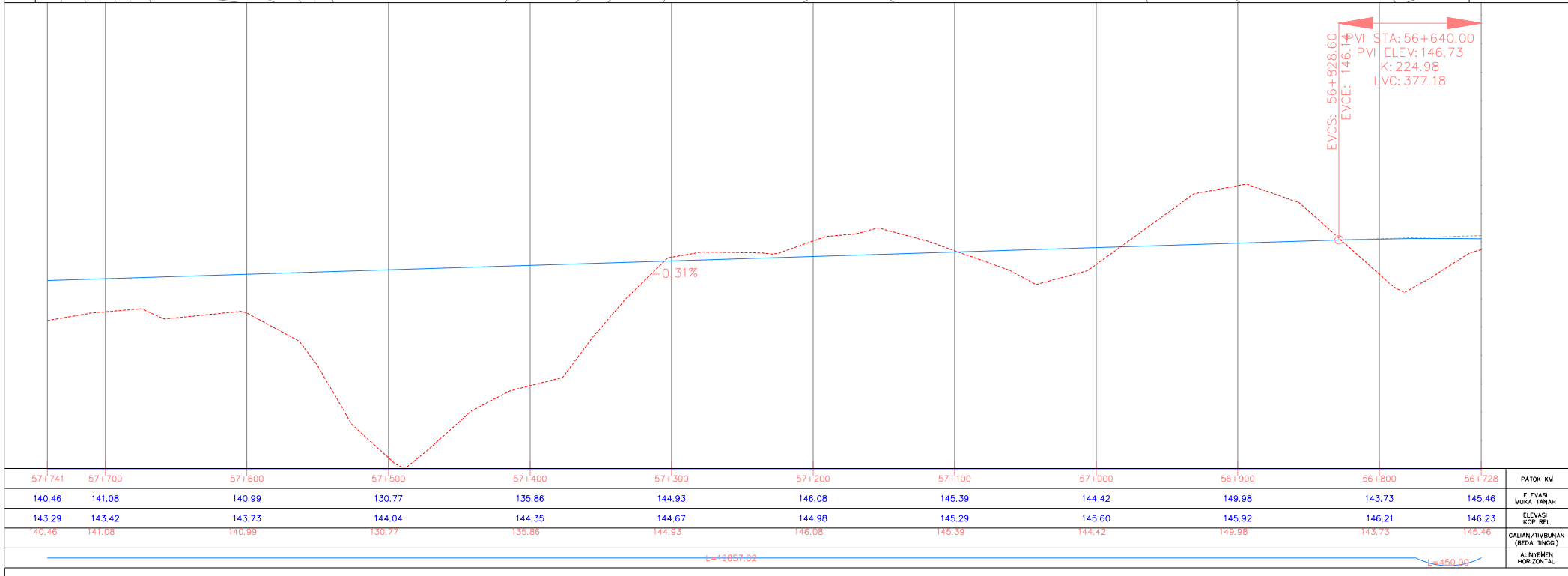
Station	56+728	56+700	56+600	56+500	56+400	56+300	56+200	56+100	56+000	55+900	55+800	55+715	PATOK KM
ELEVASI MUKA TANAH	145.46	146.00	142.18	143.95	141.54	143.18	144.49	141.89	140.33	143.85	144.09	139.57	
ELEVASI KOP REL	146.23	146.17	145.69	144.77	143.46	142.09	140.73	139.36	138.04	137.00	136.00	135.15	
GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)	145.46	146.00	142.18	143.95	141.54	143.18	144.49	141.89	140.33	143.85	144.09	139.57	
ALYEMEN HORIZONTAL	L=450.00												
	L=2710.06												
	R=4900.00												

<p> <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>            Program Studi Teknik Sipil            2019         </p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b> PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	<b>DOSEN PEMBIMBING</b> Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	<b>NAMA MAHASISWA</b> Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	<b>KETERANGAN GAMBAR</b> Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	<b>NO. LMBR</b> 56	<b>JML. LMBR</b> 89	<b>REVISI GAMBAR</b>

NEXT SHEET NUMBER: 58



MATCH LINE - 56



57+741	57+700	57+600	57+500	57+400	57+300	57+200	57+100	57+000	56+900	56+800	56+728	PATOK KM
140.46	141.08	140.99	130.77	135.86	144.93	146.08	145.39	144.42	149.98	143.73	145.46	ELEVASI MUKA TANAH
143.29	143.42	143.73	144.04	144.35	144.67	144.98	145.29	145.60	145.92	146.21	146.23	ELEVASI KOP REL
140.46	141.08	140.99	130.77	135.86	144.93	146.08	145.39	144.42	149.98	143.73	145.46	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)
L=19857.02											ALINYEMEN HORIZONTAL	



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

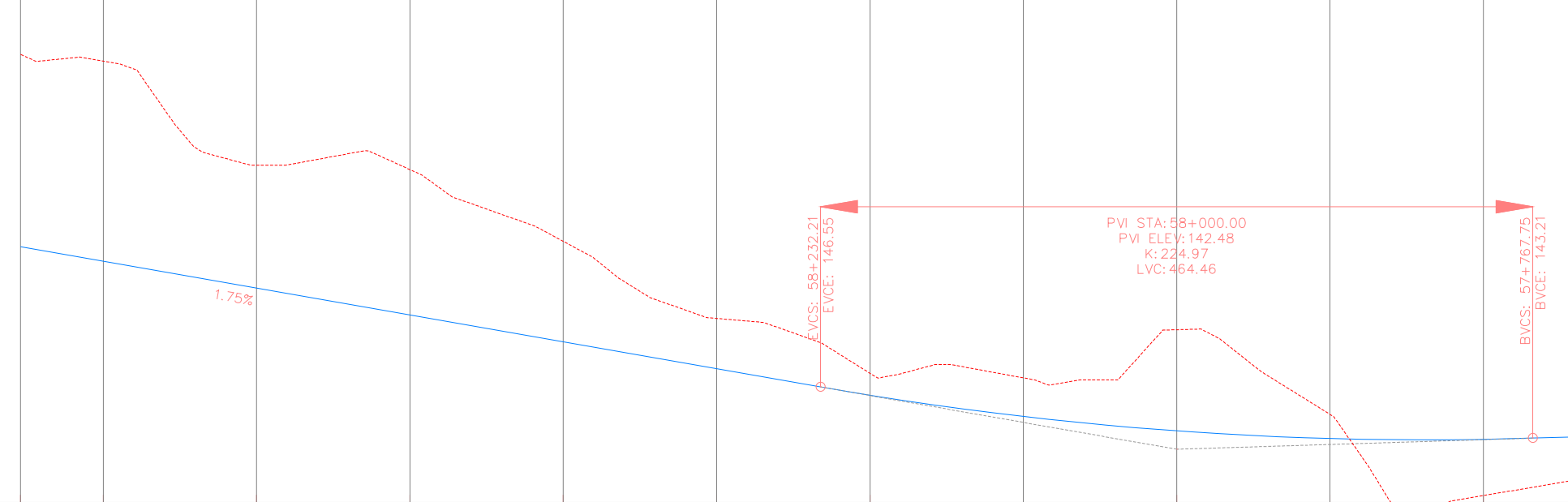
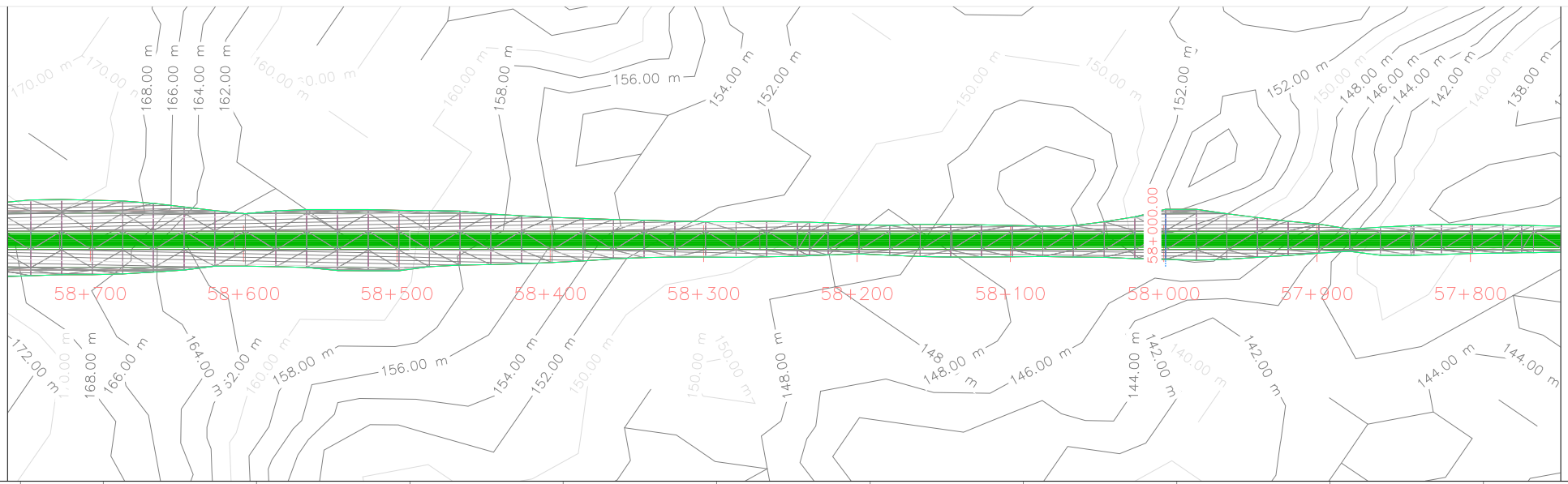
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
57	89	

NEXT SHEET NUMBER: 59

MATCH LINE -- 57

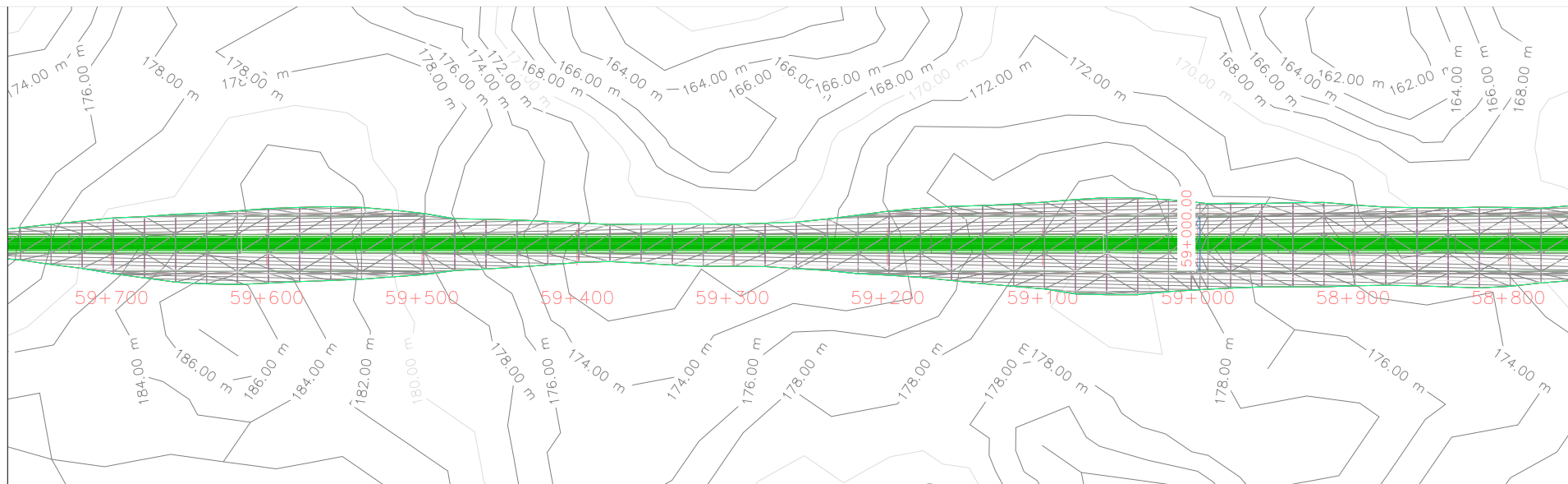


58+754	58+700	58+600	58+500	58+400	58+300	58+200	58+100	58+000	57+900	57+800	57+741	PATOK KM
168.23	167.79	161.00	160.72	156.04	151.01	147.44	147.14	150.27	144.75	139.46	140.46	ELEVASI MUKA TANAH
155.69	154.74	152.99	151.24	149.49	147.74	146.01	144.62	143.68	143.18	143.13	143.29	ELEVASI KOP REL
168.23	167.79	161.00	160.72	156.04	151.01	147.44	147.14	150.27	144.75	139.46	140.46	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)

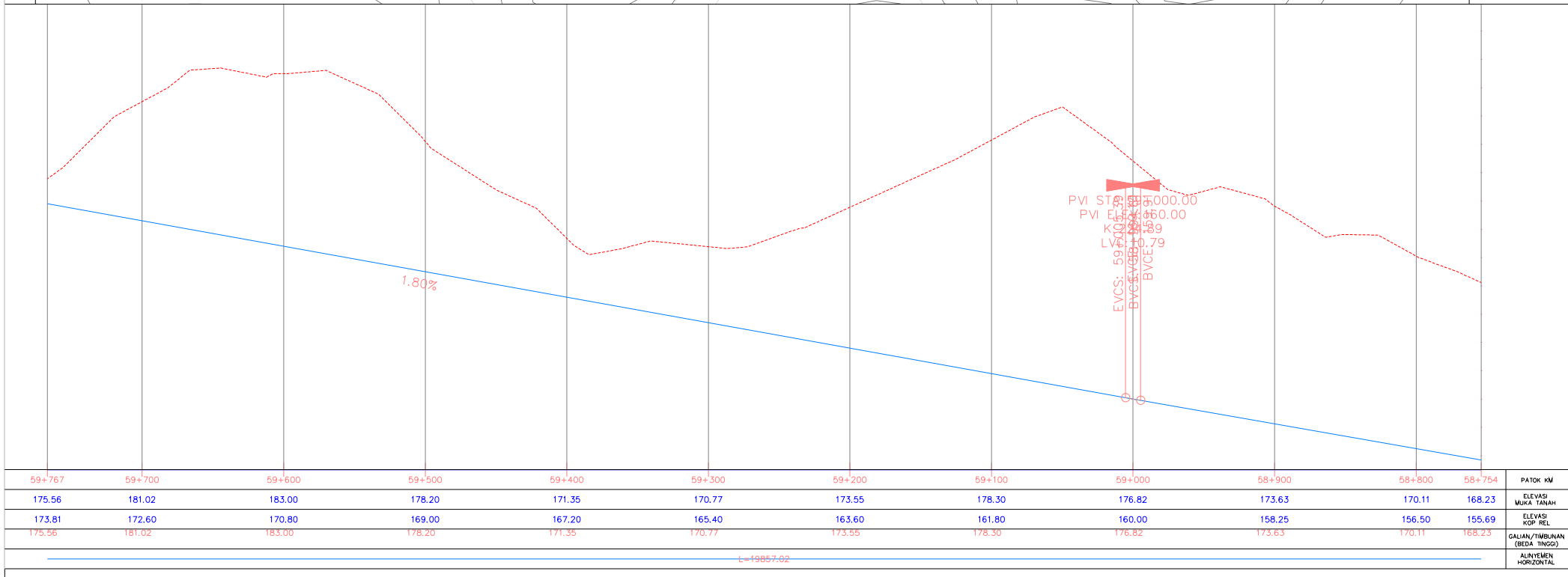
L=19857.02


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	58	89	

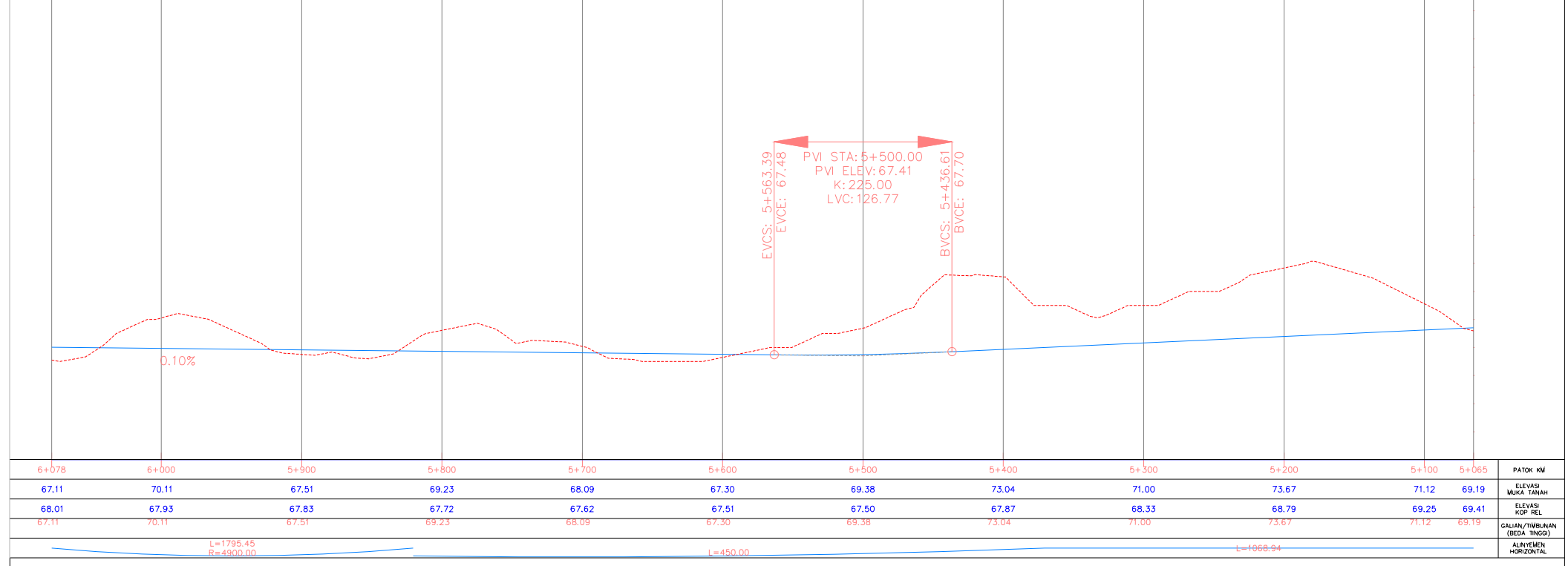
NEXT SHEET NUMBER: 60



MATCH LINE -- 58

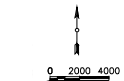


 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 400 Skala Vertikal = 1 : 400	59	89	

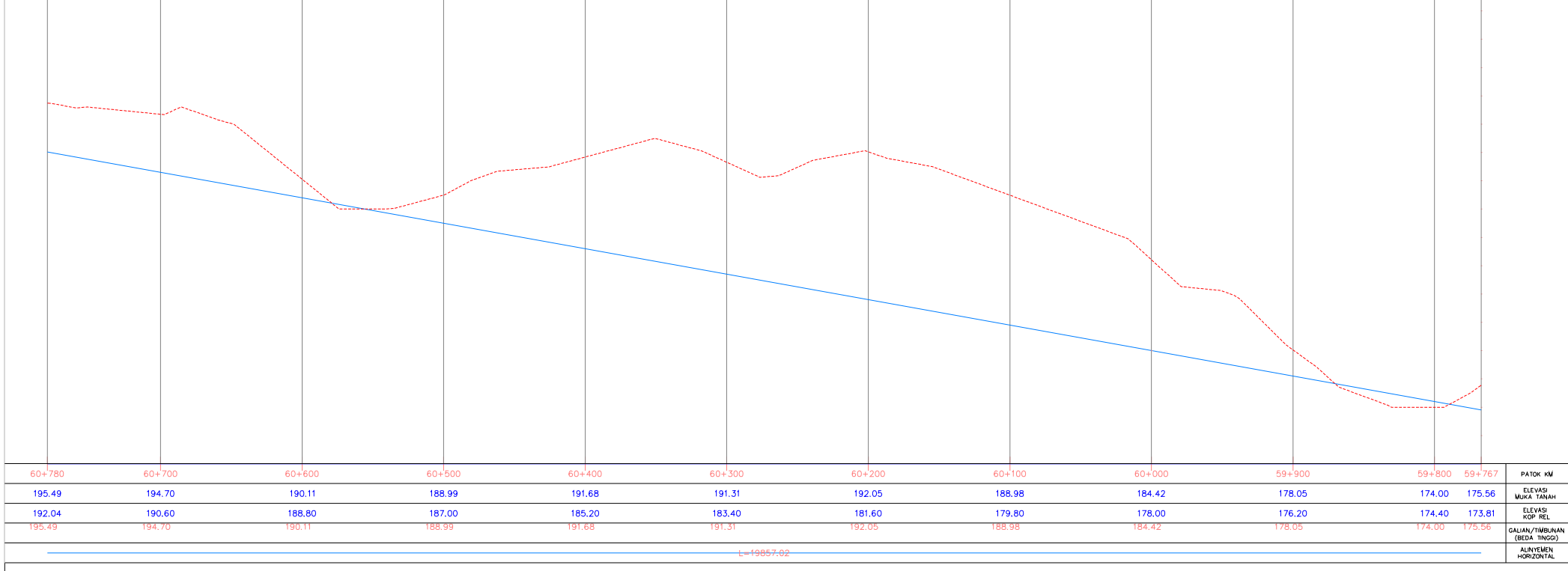
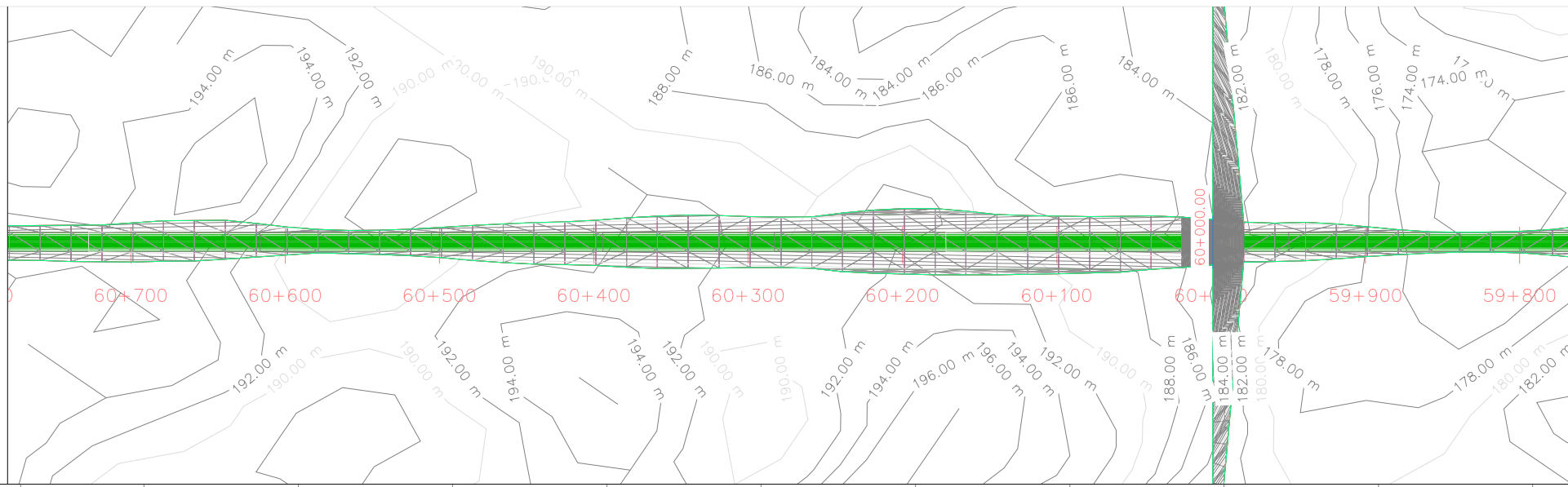


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	6	89	

NEXT SHEET NUMBER: 61

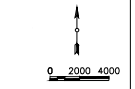


MATCH LINE - 59

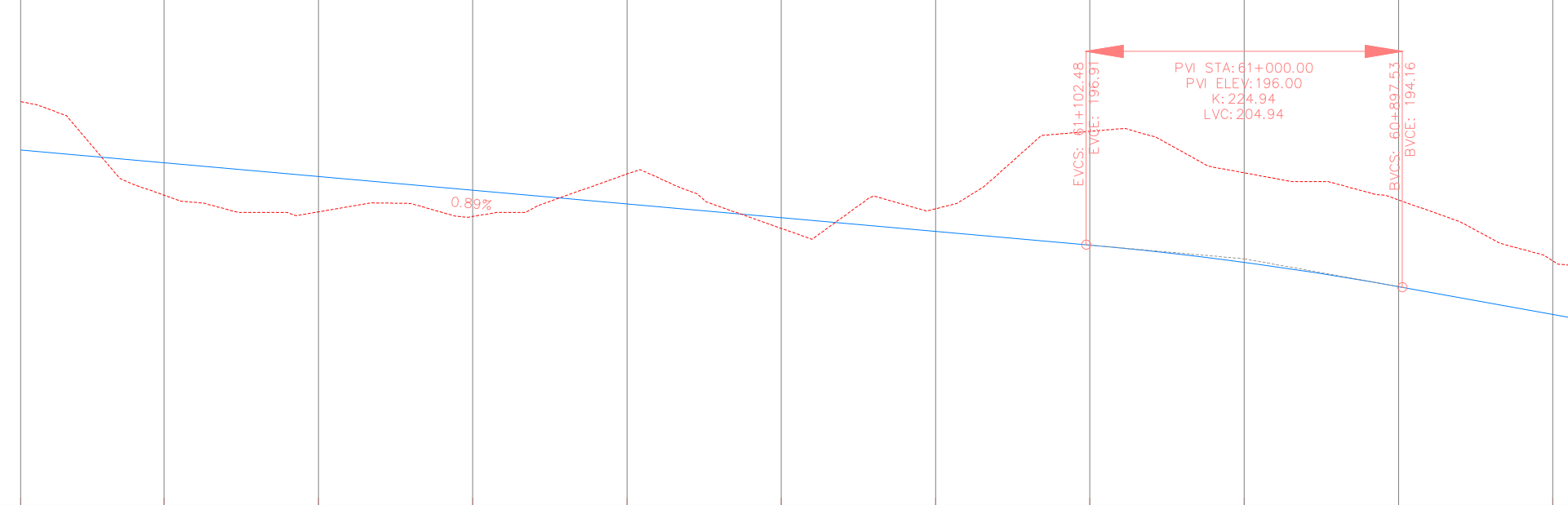
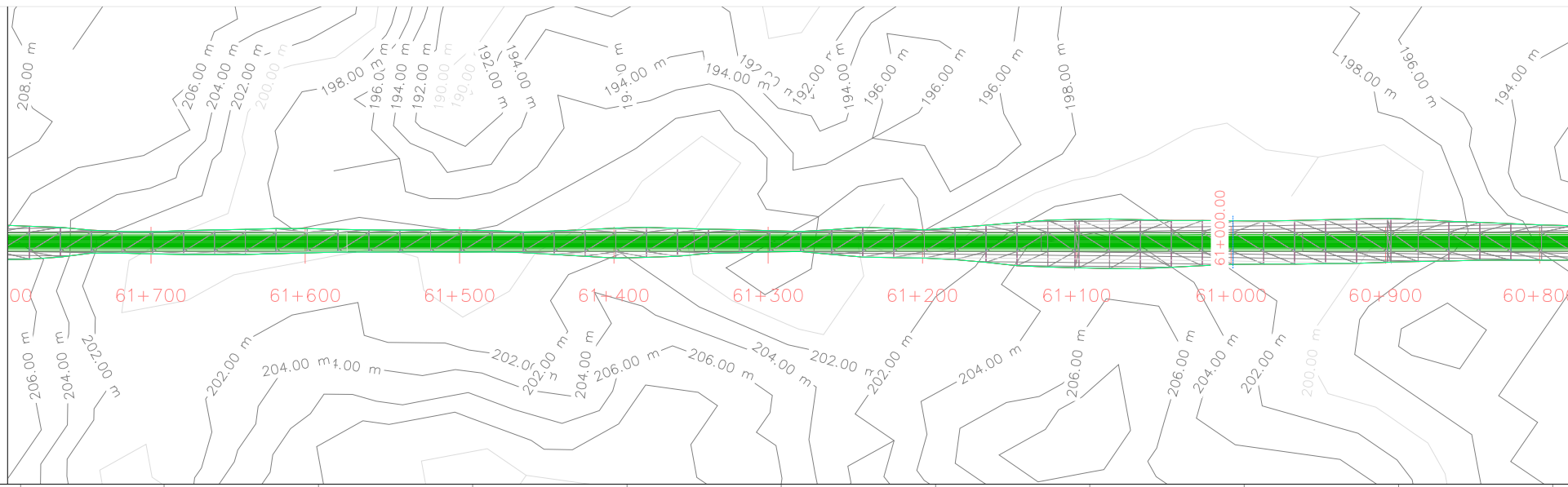


 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	60	89	

NEXT SHEET NUMBER: 62



MATCH LINE -- 60



61+793	61+700	61+600	61+500	61+400	61+300	61+200	61+100	61+000	60+900	60+8060+780	PATOK KM
206.19	200.12	199.05	198.74	201.49	197.97	199.24	204.26	201.57	199.82	195.86195.49	ELEVASI MUKA TANAH
203.05	202.22	201.33	200.44	199.56	198.67	197.78	196.89	195.77	194.20	192.40192.04	ELEVASI KOP REL
206.19	200.12	199.05	198.74	201.49	197.97	199.24	204.26	201.57	199.82	195.86195.49	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=19857.02											ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

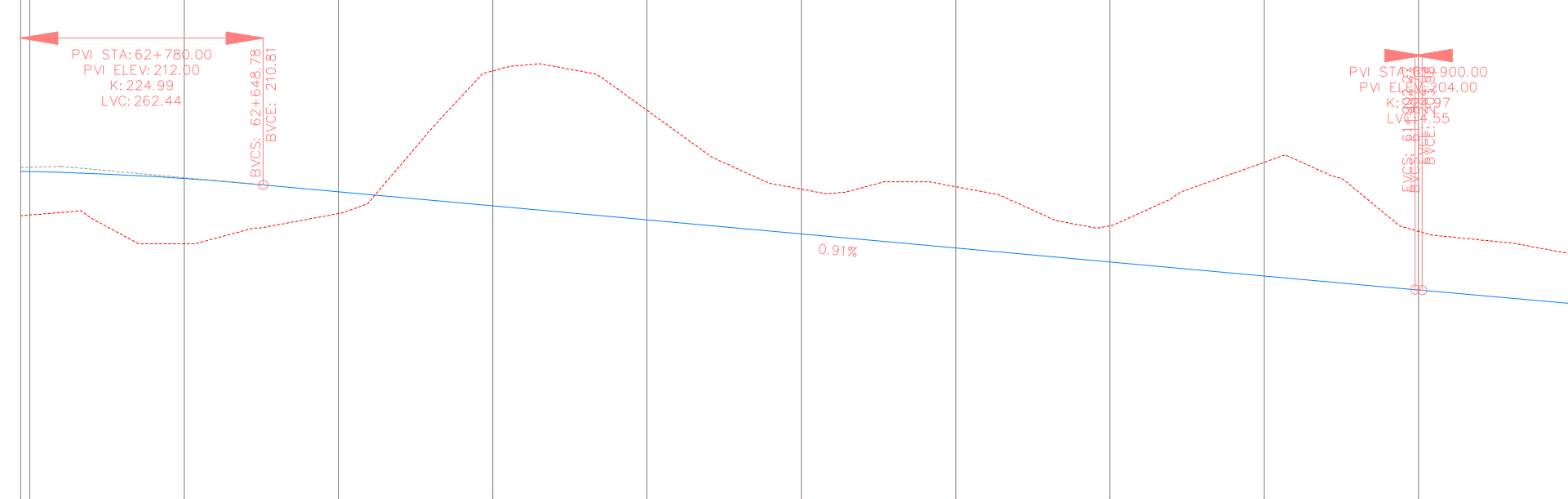
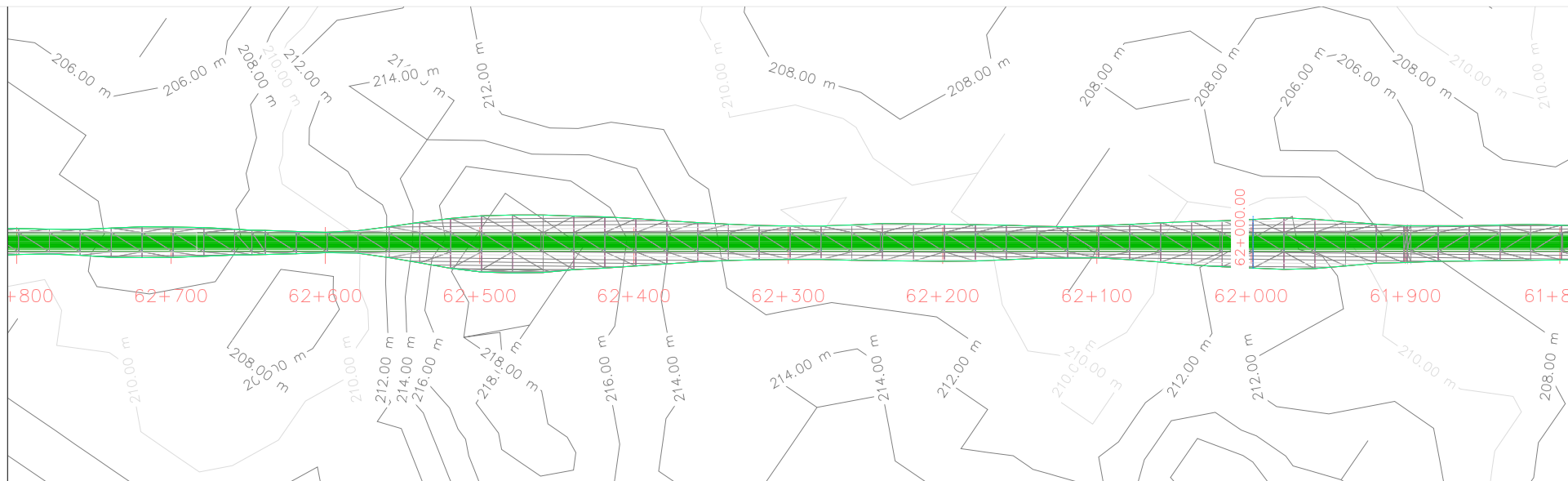
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
61	89	



NEXT SHEET NUMBER: 63

MATCH LINE - 61



62+800	62+700	62+600	62+500	62+400	62+300	62+200	62+100	62+000	61+900	61+800	PATOK KM
208.85	207.00	208.94	218.18	215.63	210.53	210.69	208.16	212.26	207.80	208.219	ELEVASI MUKA TANAH
212.857	211.21	210.36	209.45	208.55	207.64	206.73	205.82	204.91	204.00	208.8105	ELEVASI KOP REL
208.805	207.00	208.94	218.18	215.63	210.53	210.69	208.16	212.26	207.80	208.219	GALIAN/MEJANAN (BEDA TINGGI)
L=19857.02											ALYEMEN HORIZONTAL

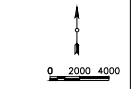


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

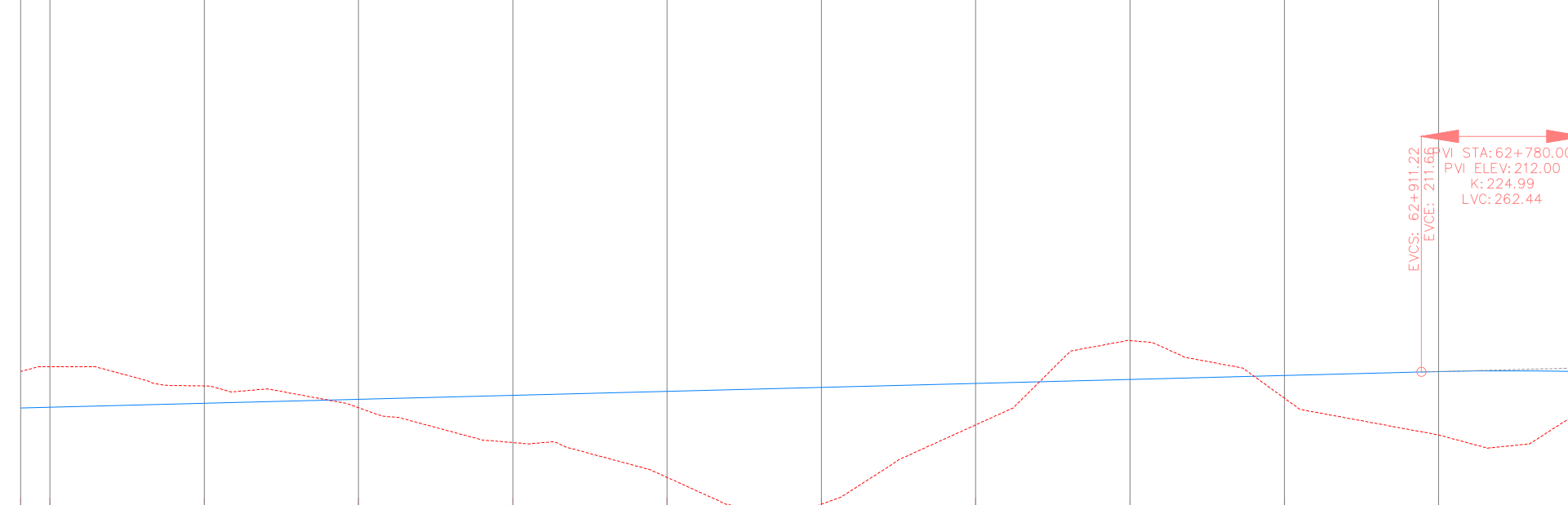
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	62	89	



NEXT SHEET NUMBER: 64



MATCH LINE - 62



63+800	63+700	63+600	63+500	63+400	63+300	63+200	63+100	63+000	62+900	62+806	PATOK KM
211.69212.00	210.76	209.35	207.09	204.83	203.09	208.24	213.69	209.97	207.58	208.80	ELEVASI MUKA TANAH
209.3309.38	209.63	209.89	210.15	210.40	210.66	210.92	211.18	211.43	211.69	211.69	ELEVASI KOP REL
211.69212.00	210.76	209.35	207.09	204.83	203.09	208.24	213.69	209.97	207.58	208.80	GALIAN/MEJUAN (BEDA INGGI)
L=19857.02											ALYEMEN HORIZONTAL

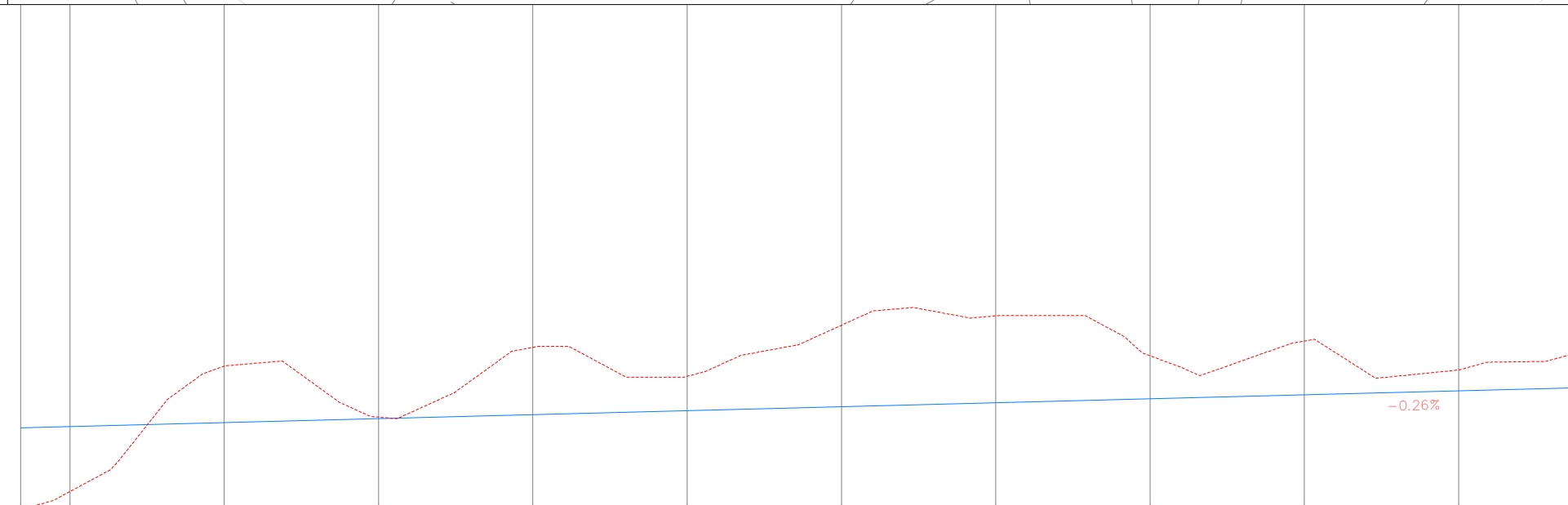
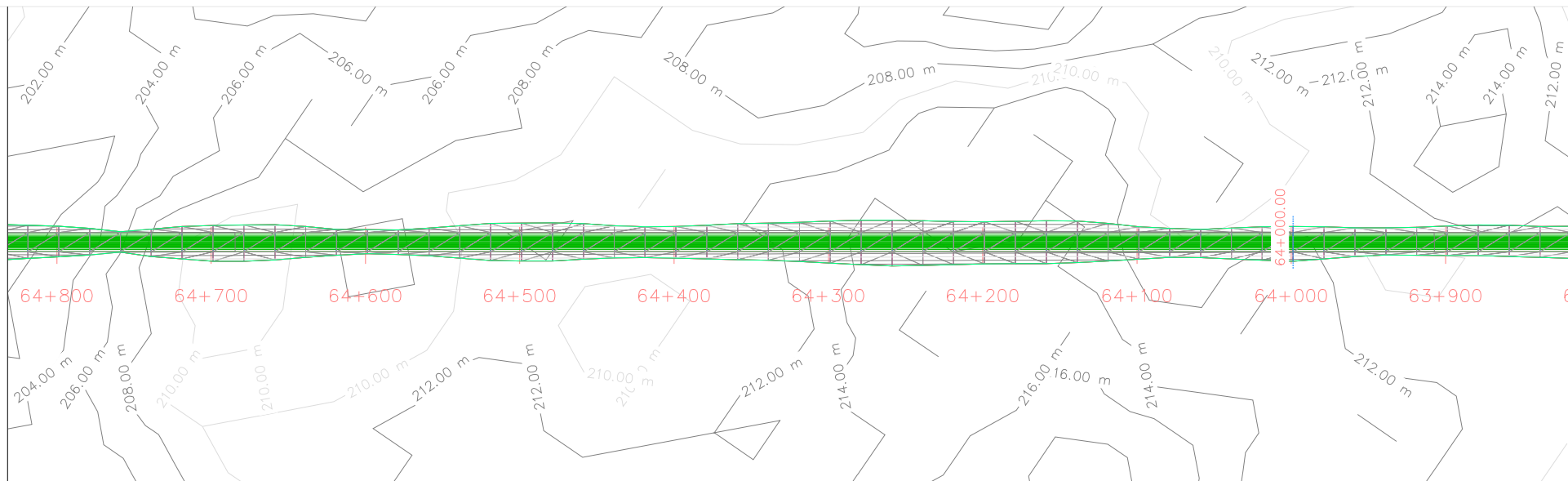


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	63	89	

NEXT SHEET NUMBER: 65

MATCH LINE - 63



64+832	64+800	64+700	64+600	64+500	64+400	64+300	64+200	64+100	64+000	63+900	63+819	PATOK KM
201.26	202.60	210.73	207.41	211.94	210.06	213.37	213.98	211.39	212.35	210.47	211.69	ELEVASI MUKA TANAH
206.72	206.80	207.06	207.32	207.57	207.83	208.09	208.35	208.60	208.86	209.12	209.33	ELEVASI KOP REL
201.26	202.60	210.73	207.41	211.94	210.06	213.37	213.98	211.39	212.35	210.47	211.69	GALIAN/IRIBUAN (BEDA INGGI)

L=19857.02

ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dho Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

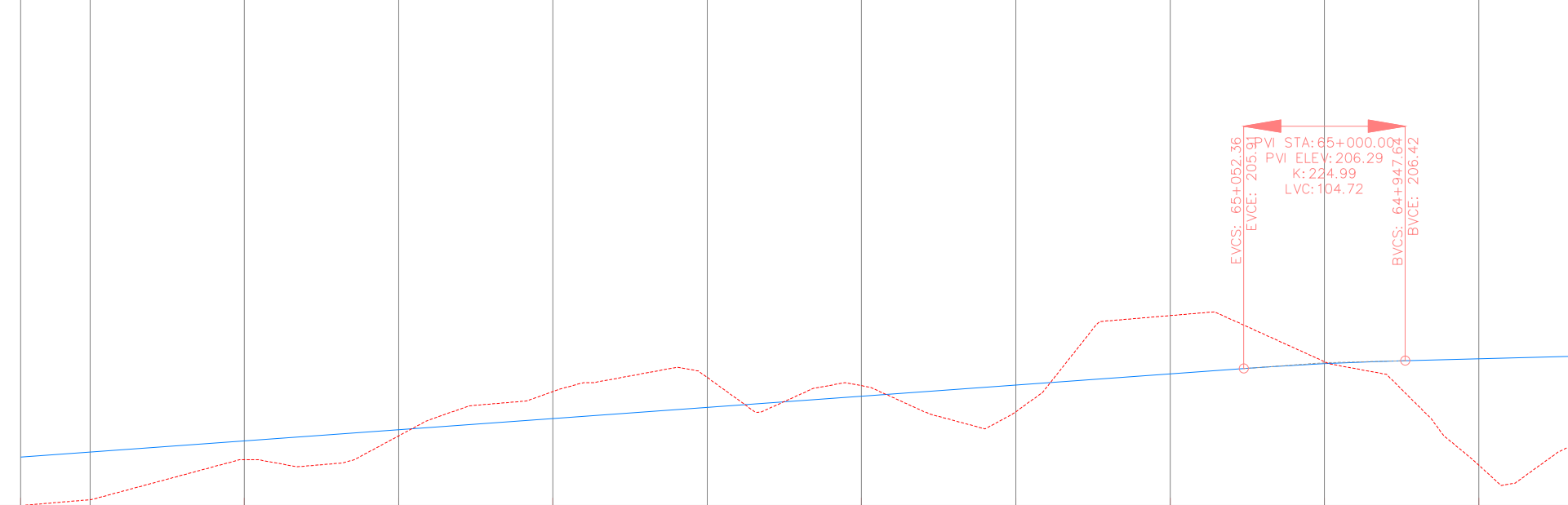
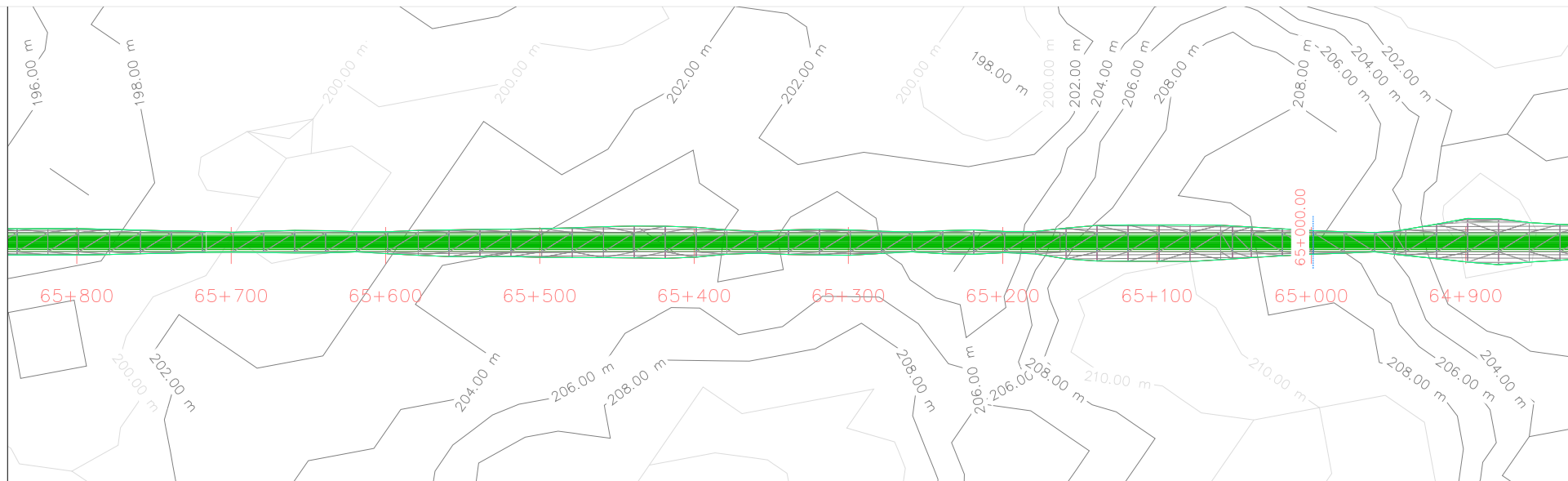
**NO. LMBR**  
 64

**JML. LMBR**  
 89

**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 66

MATCH LINE - 64



65+845	65+800	65+700	65+600	65+500	65+400	65+300	65+200	65+100	65+000	64+900	64+832	PATOK KM
197.03	197.41	200.00	201.55	204.42	205.34	204.80	203.11	209.34	206.36	199.65	201.26	ELEVASI MUKA TANAH
200.18	200.50	201.23	201.95	202.67	203.40	204.12	204.84	205.56	206.23	206.54	206.72	ELEVASI KOP REL
197.03	197.41	200.00	201.55	204.42	205.34	204.80	203.11	209.34	206.36	199.65	201.26	GALIAN/MEJUAN (BEDA INGGI)

L=19857.02



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

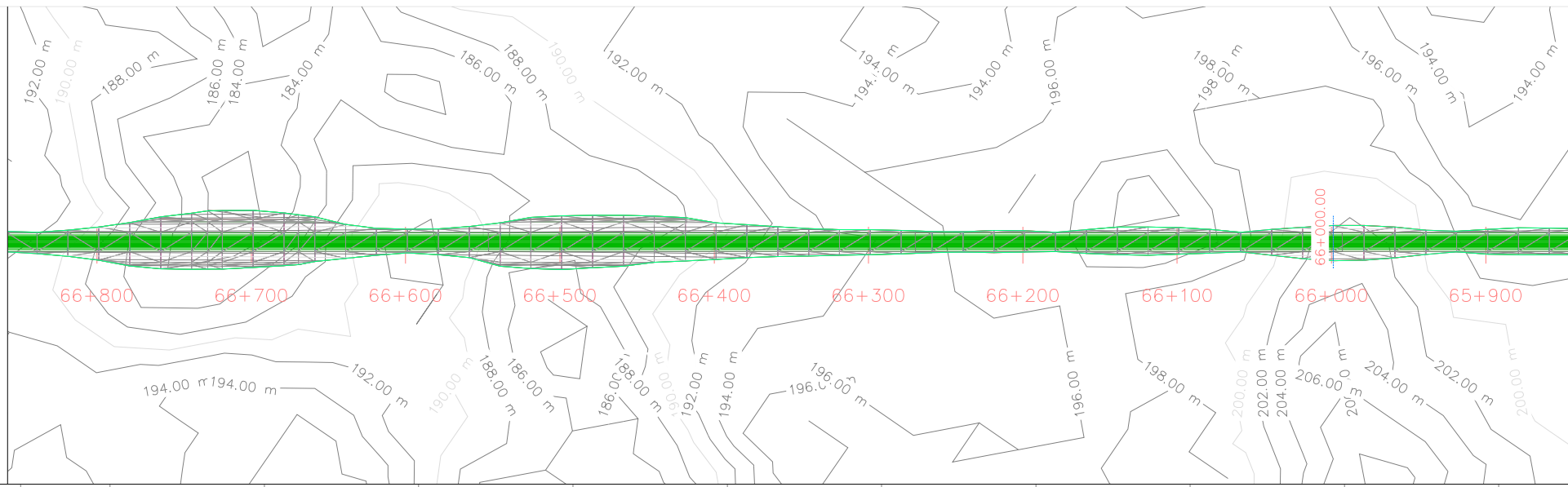
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 65

**JML. LMBR**  
 89

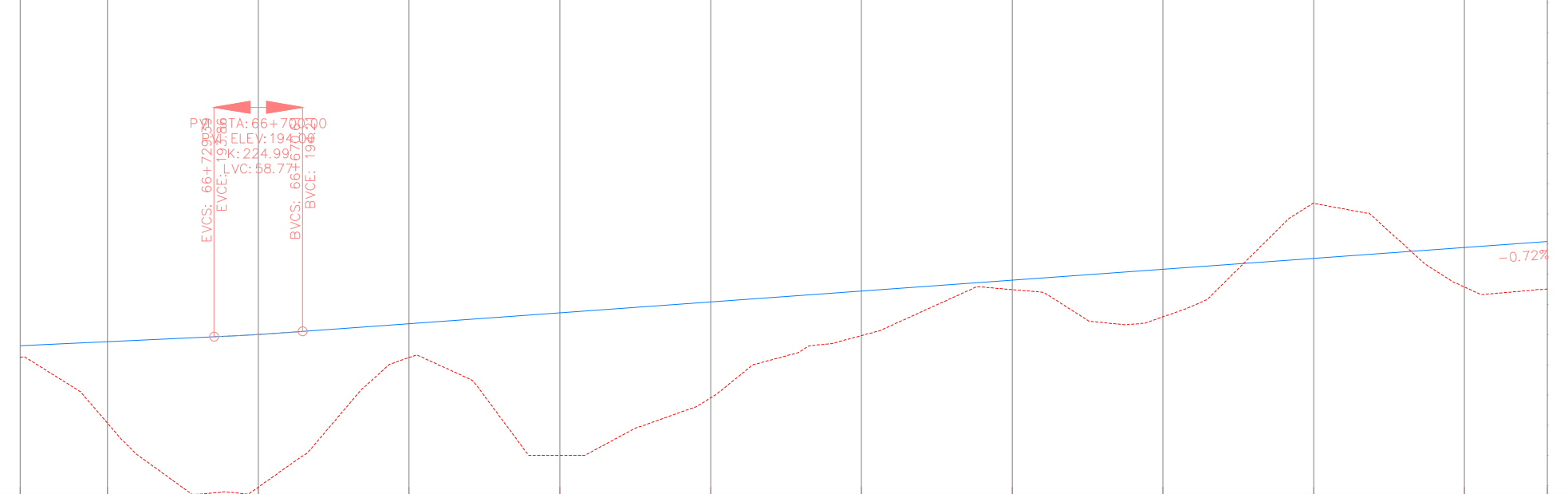
**REVISI GAMBAR**

NEXT SHEET NUMBER: 67



MATCH LINE - 65

PVI: 66+700  
 STA: 66+700  
 ELEV: 194.00  
 K: 224.99  
 VC: 58.77  
 EVCS: 66+729.09  
 EYCE: 193.86  
 BVCS: 66+670.91  
 BYCE: 196.14



66+858	66+800	66+700	66+600	66+500	66+400	66+300	66+200	66+100	66+000	65+900	65+845	PATOK KM
192.49	188.13	183.90	192.49	186.00	189.81	193.94	196.99	195.18	202.70	197.16	197.03	ELEVASI MUKA TANAH
193.27	193.54	194.02	194.72	195.45	196.17	196.89	197.61	198.34	199.06	199.78	200.18	ELEVASI KOP REL
192.49	188.13	183.90	192.49	186.00	189.81	193.94	196.99	195.18	202.70	197.16	197.03	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)

L=19857.02



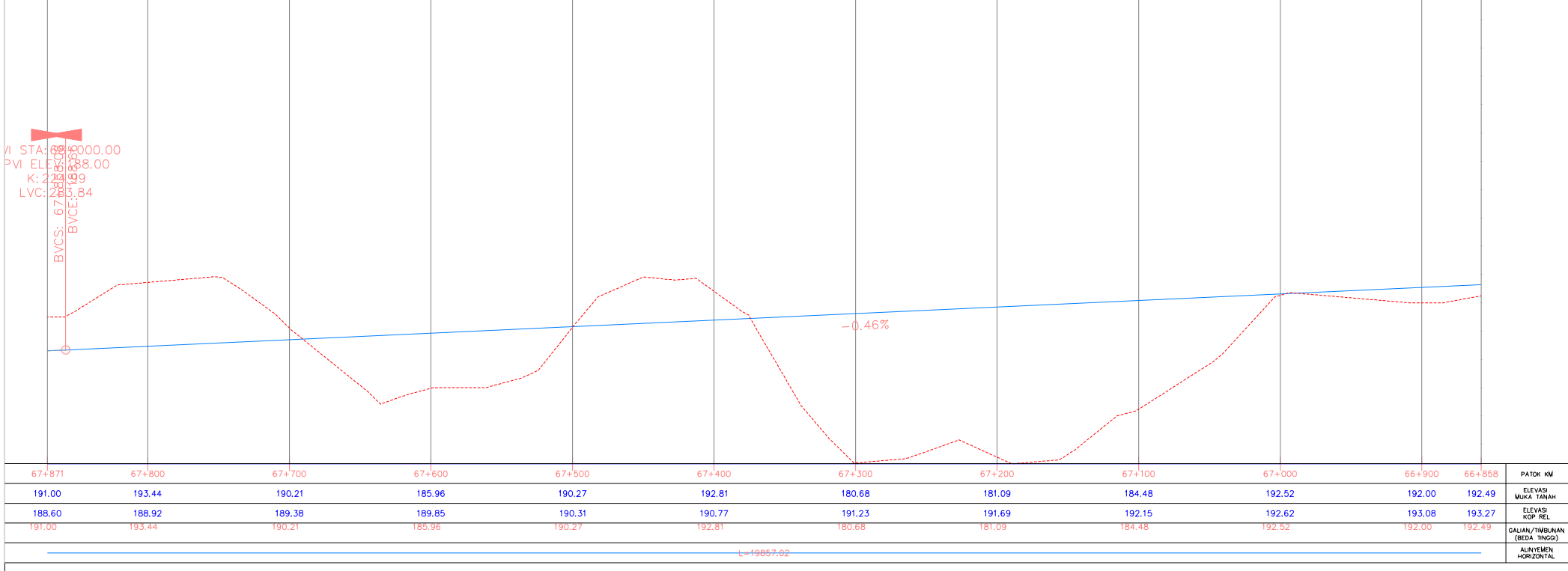
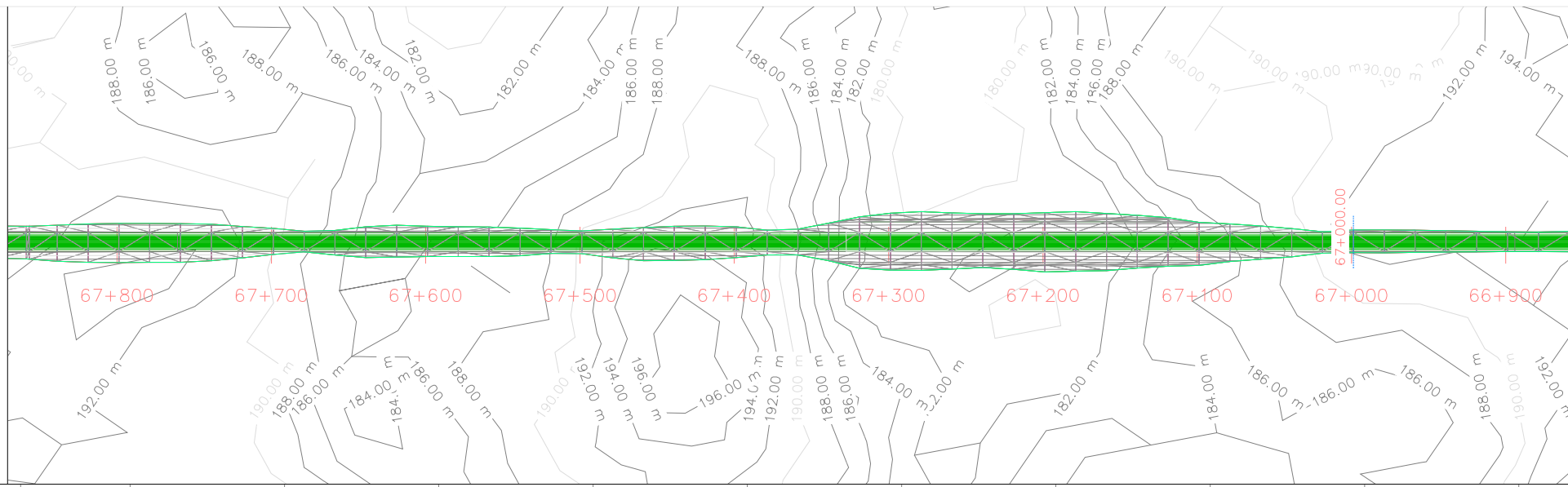
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	66	89	

NEXT SHEET NUMBER: 68



MATCH LINE - 66

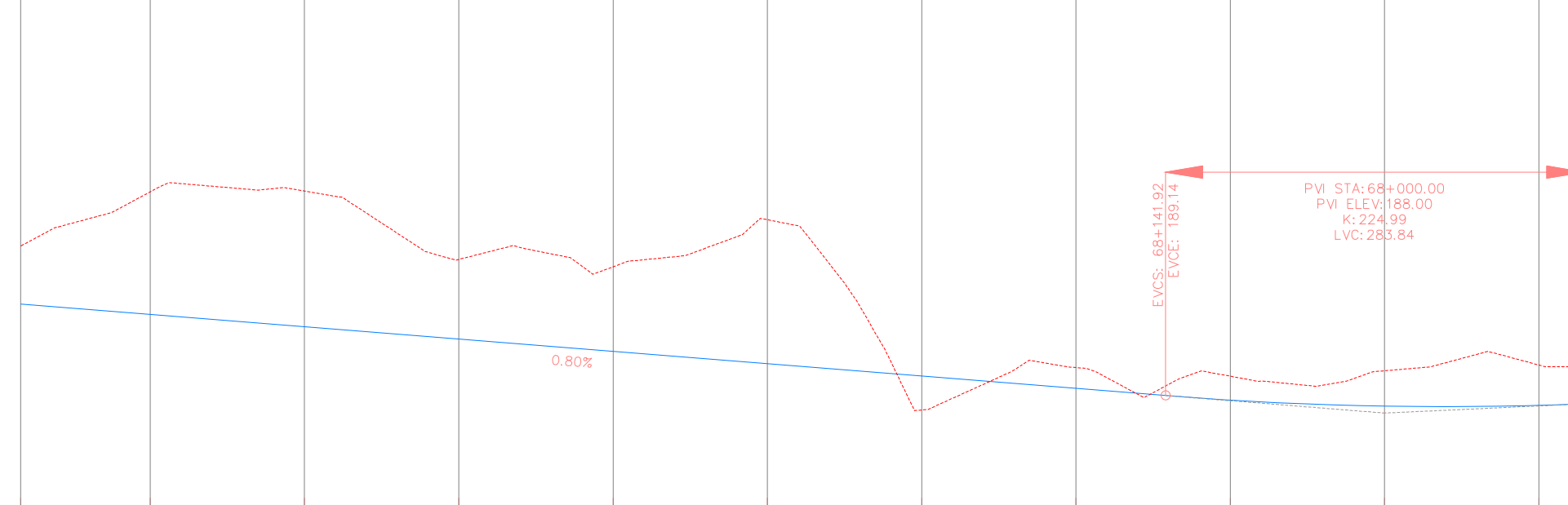
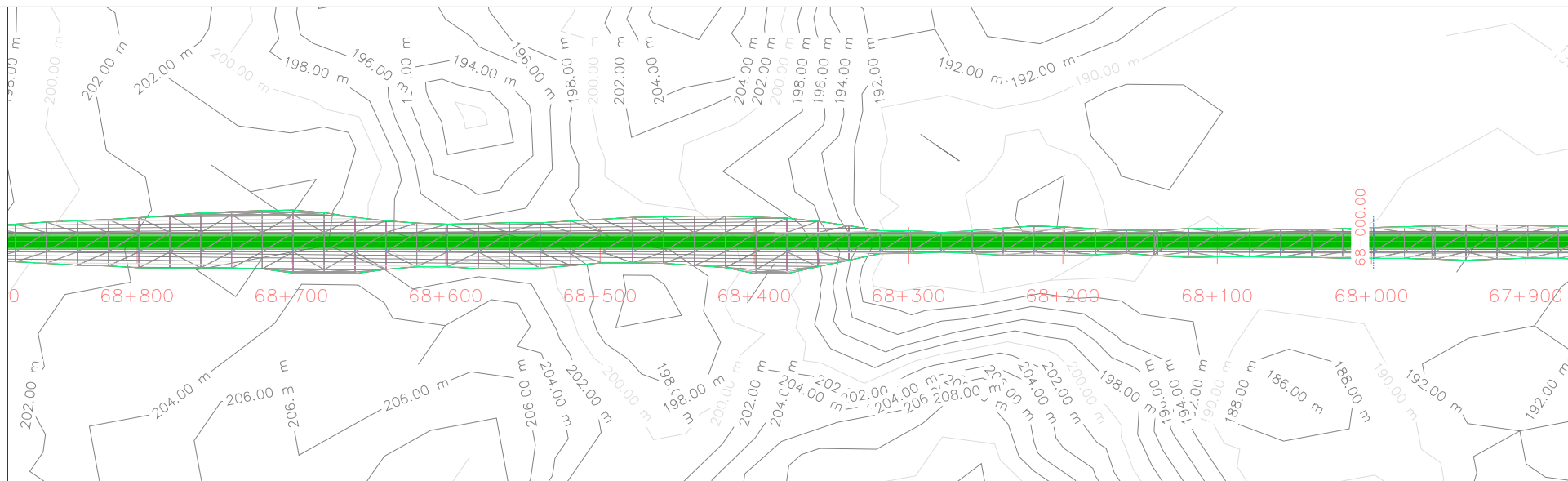


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	67	89	

NEXT SHEET NUMBER: 69

MATCH LINE -- 67



68+884	68+800	68+700	68+600	68+500	68+400	68+300	68+200	68+100	68+000	67+900	67+871	PATOK KM
198.82	202.34	202.39	197.96	197.48	200.53	188.20	190.95	190.39	190.74	191.11	191.00	ELEVASI MUKA TANAH
195.07	194.40	193.60	192.80	192.00	191.20	190.40	189.60	188.84	188.45	188.50	188.60	ELEVASI KOP REL
198.82	202.34	202.39	197.96	197.48	200.53	188.20	190.95	190.39	190.74	191.11	191.00	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYNYEMEN HORIZONTAL

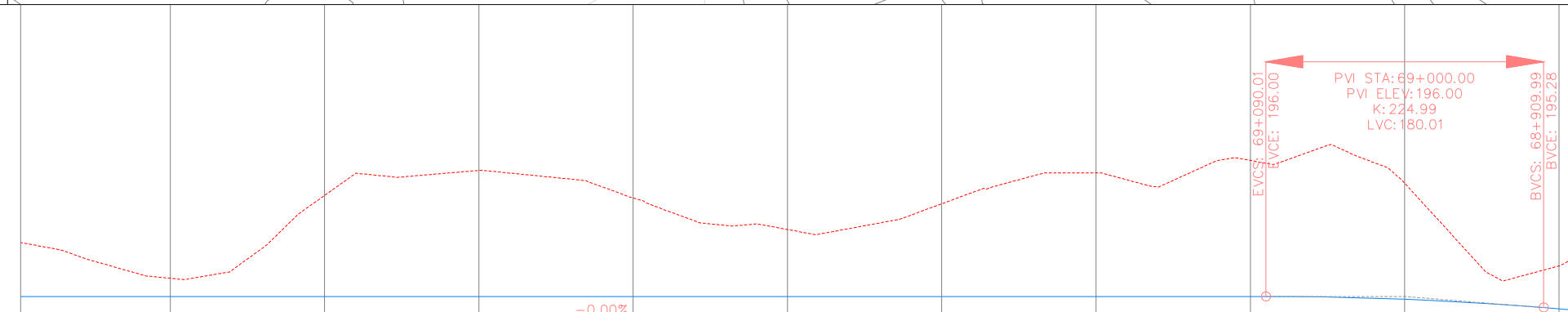
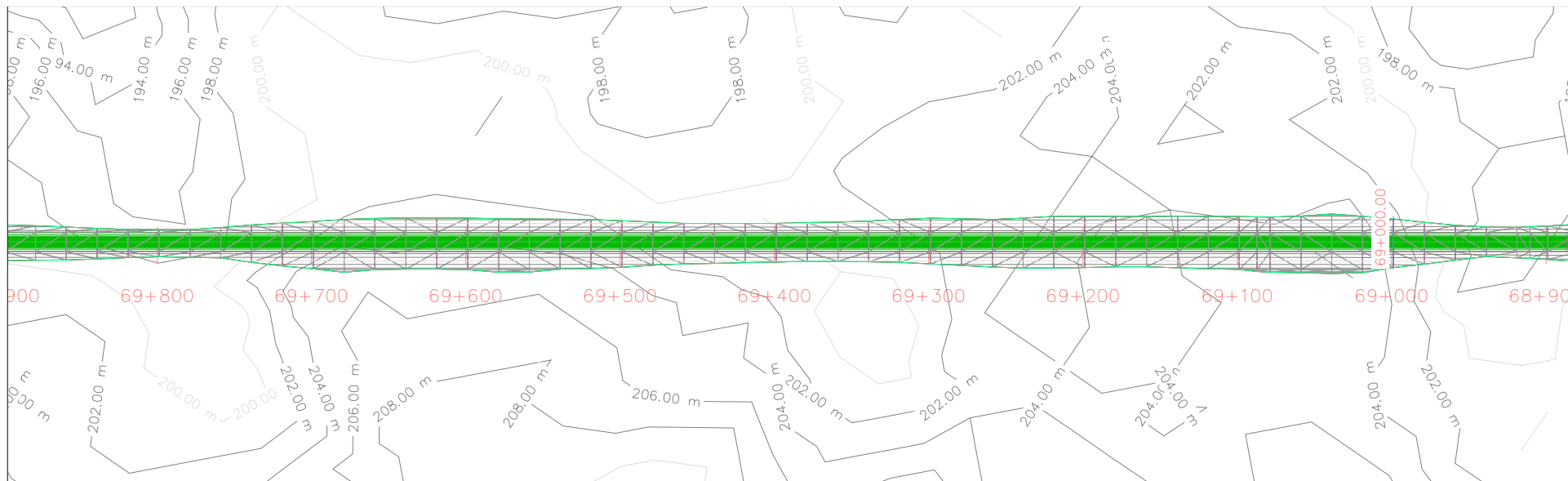


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	68	89	

NEXT SHEET NUMBER: 70

MATCH LINE -- 68



-0.00%

69+897	69+800	69+700	69+600	69+500	69+400	69+300	69+200	69+100	69+000	68+900+884	PATOK KM
199.50	197.18	202.54	204.17	202.38	200.34	202.01	204.00	204.81	203.33	197.9898.82	ELEVASI MUKA TANAH
196.00	196.00	196.00	196.00	196.00	196.00	196.00	196.00	196.00	195.82	195.2095.07	ELEVASI KOP REL
199.50	197.18	202.54	204.17	202.38	200.34	202.01	204.00	204.81	203.33	197.9898.82	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=19857.02											ALNYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

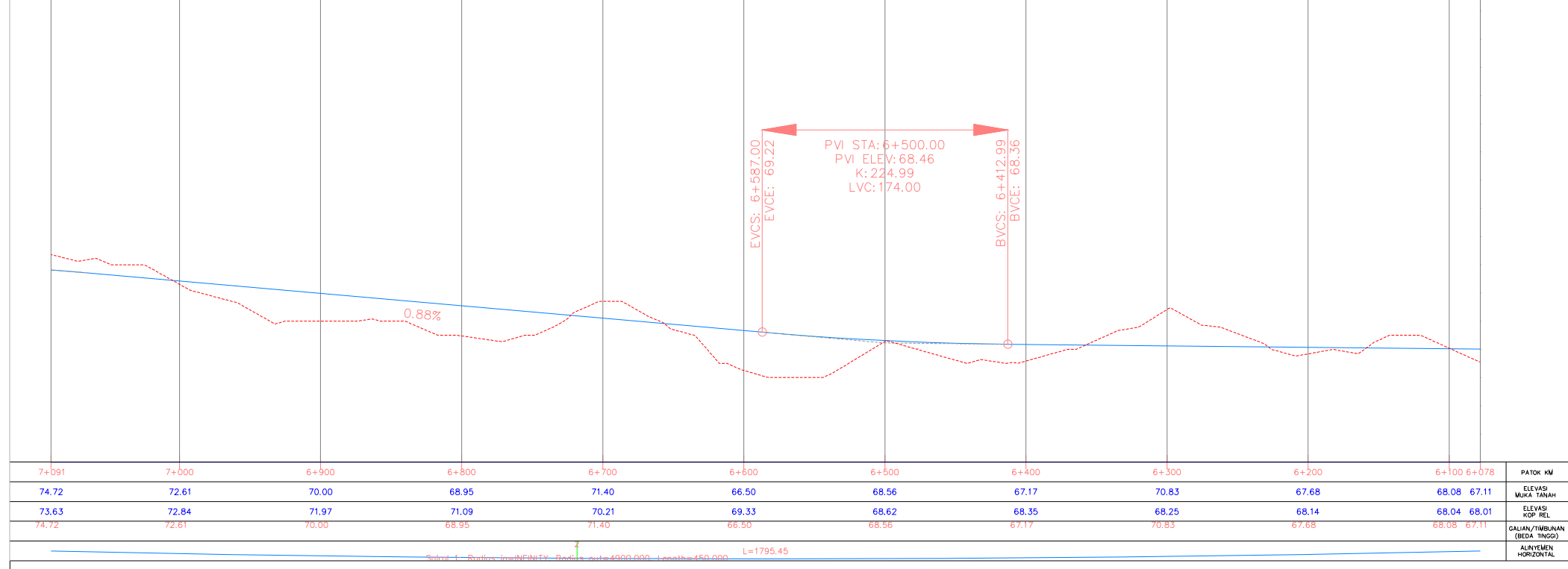
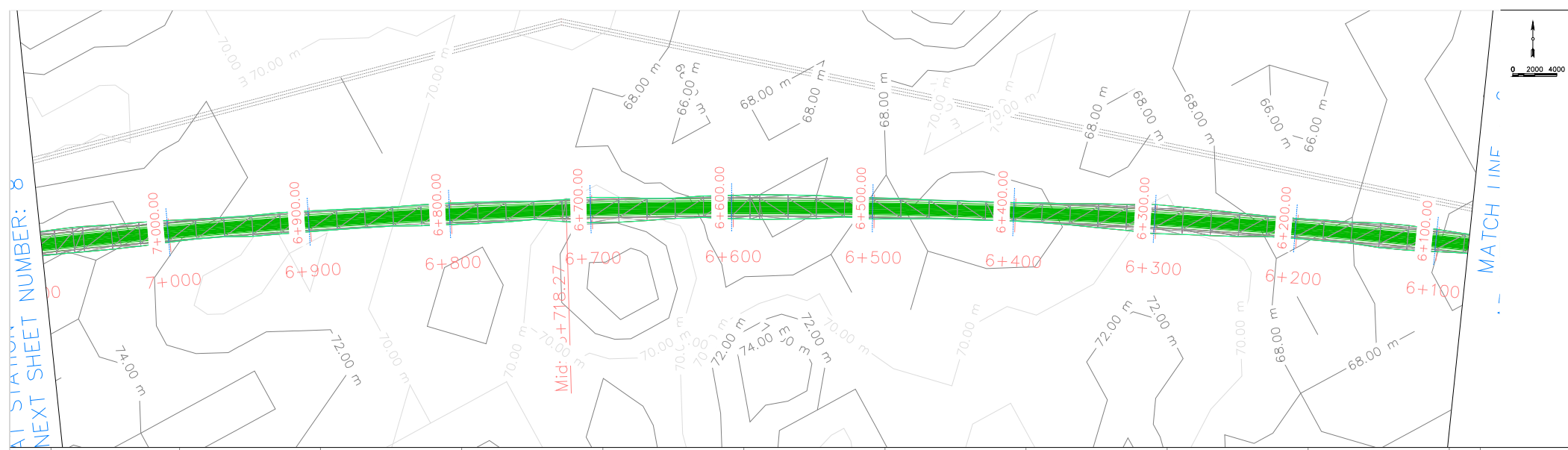
**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
69	89	

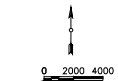


7+091	7+000	6+900	6+800	6+700	6+600	6+500	6+400	6+300	6+200	6+100	6+078	PATOK KM
74.72	72.61	70.00	68.95	71.40	66.50	68.56	67.17	70.83	67.68	68.08	67.11	ELEVASI MUKA TANAH
73.63	72.84	71.97	71.09	70.21	69.33	68.62	68.35	68.25	68.14	68.04	68.01	ELEVASI KOP REL
74.72	72.61	70.00	68.95	71.40	66.50	68.56	67.17	70.83	67.68	68.08	67.11	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=1795.45												ALYEMEN HORIZONTAL

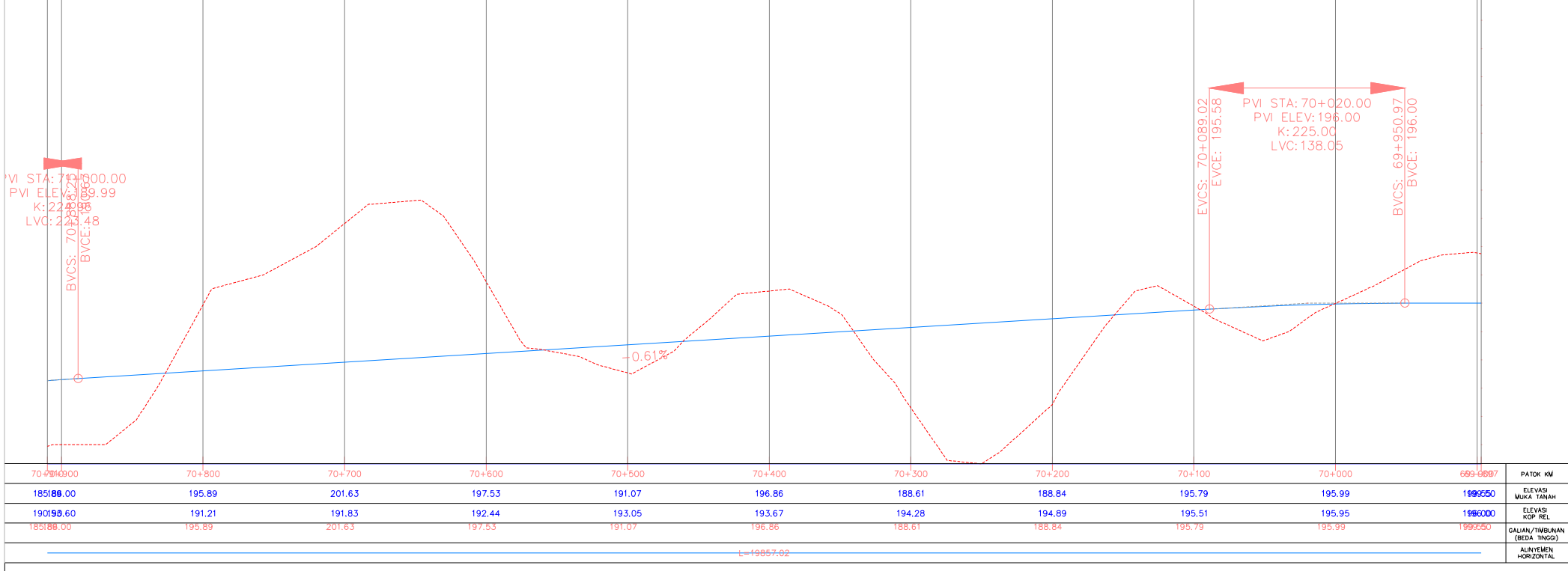
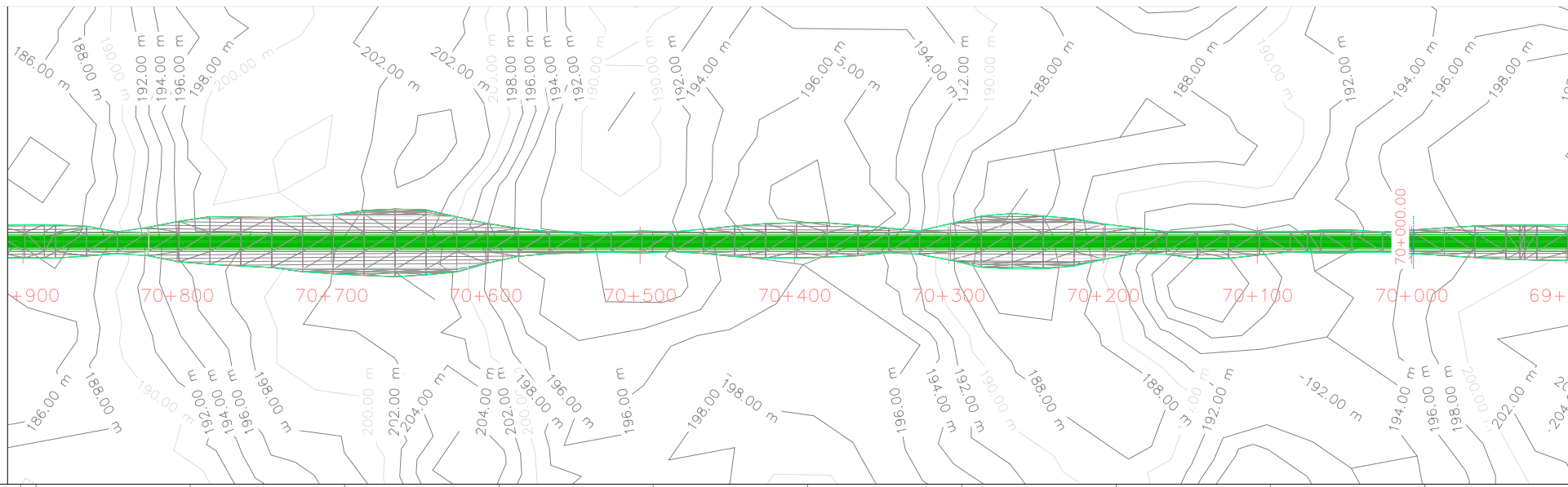
<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	7	89	



NEXT SHEET NUMBER: 71

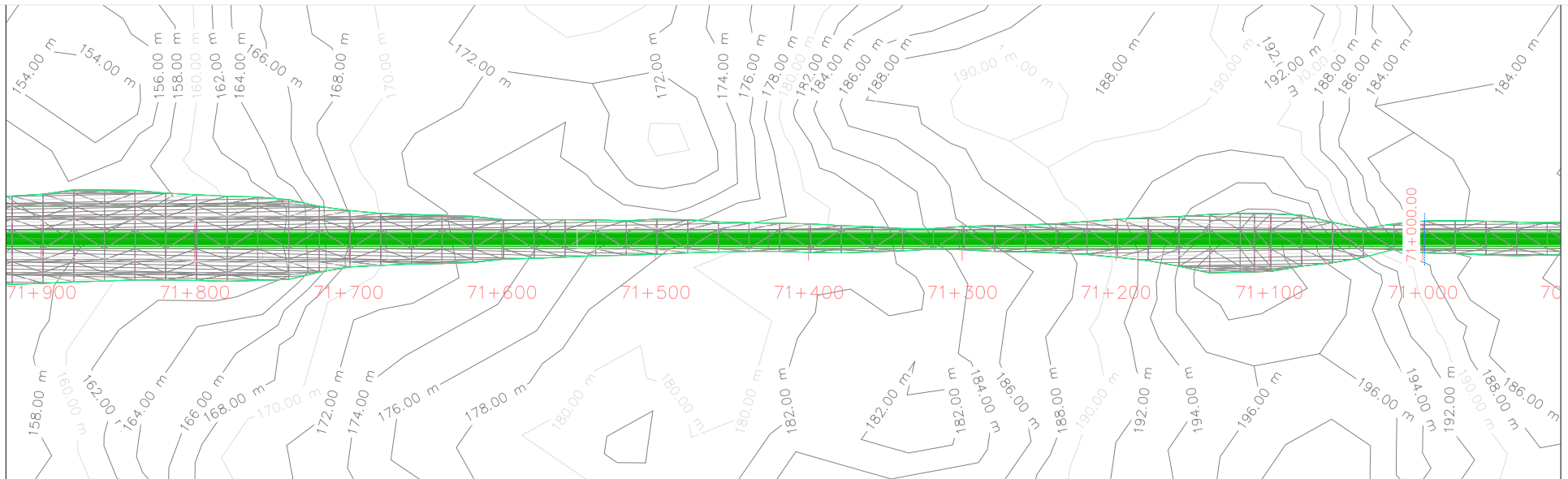


MATCH LINE - 69

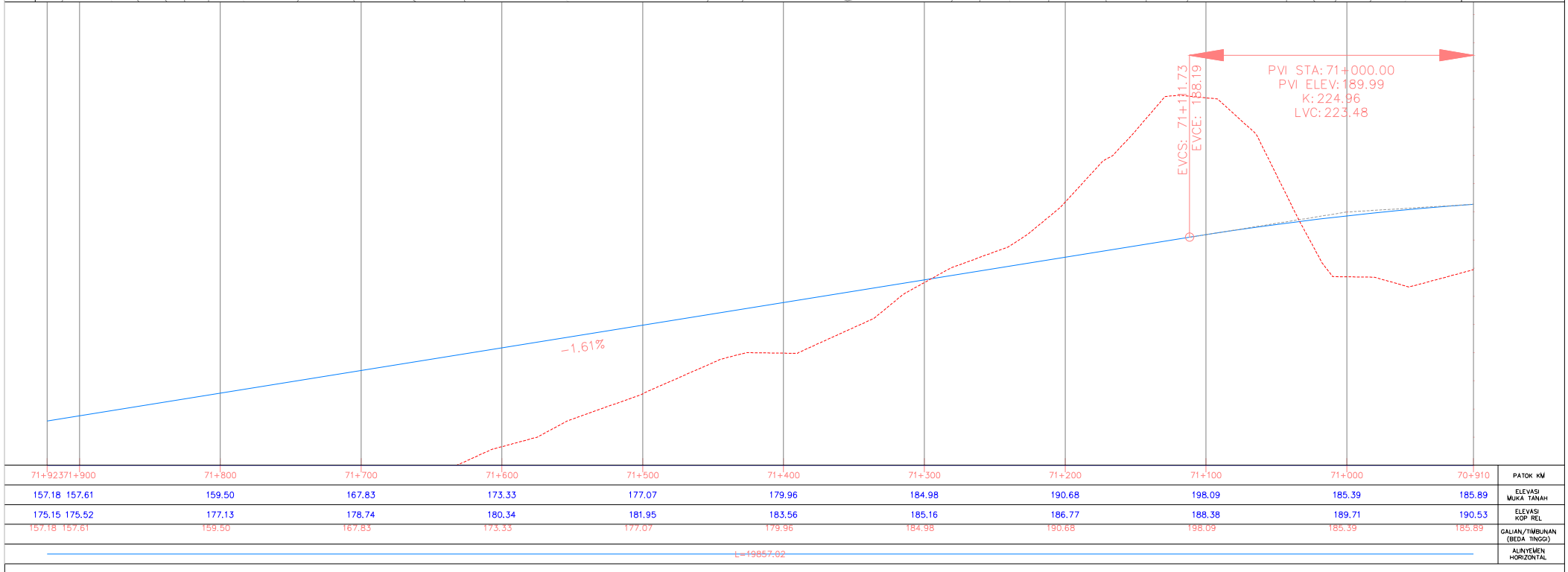


 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP. 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP. 0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	70	89	

NEXT SHEET NUMBER: 72



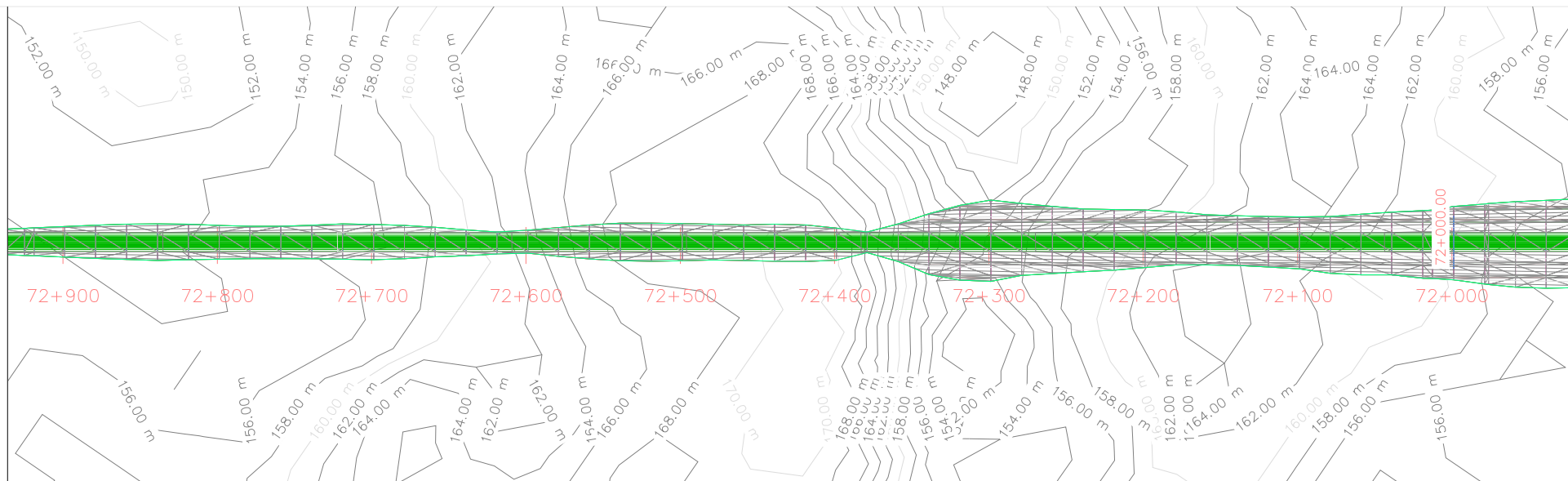
MATCH LINE -- 70



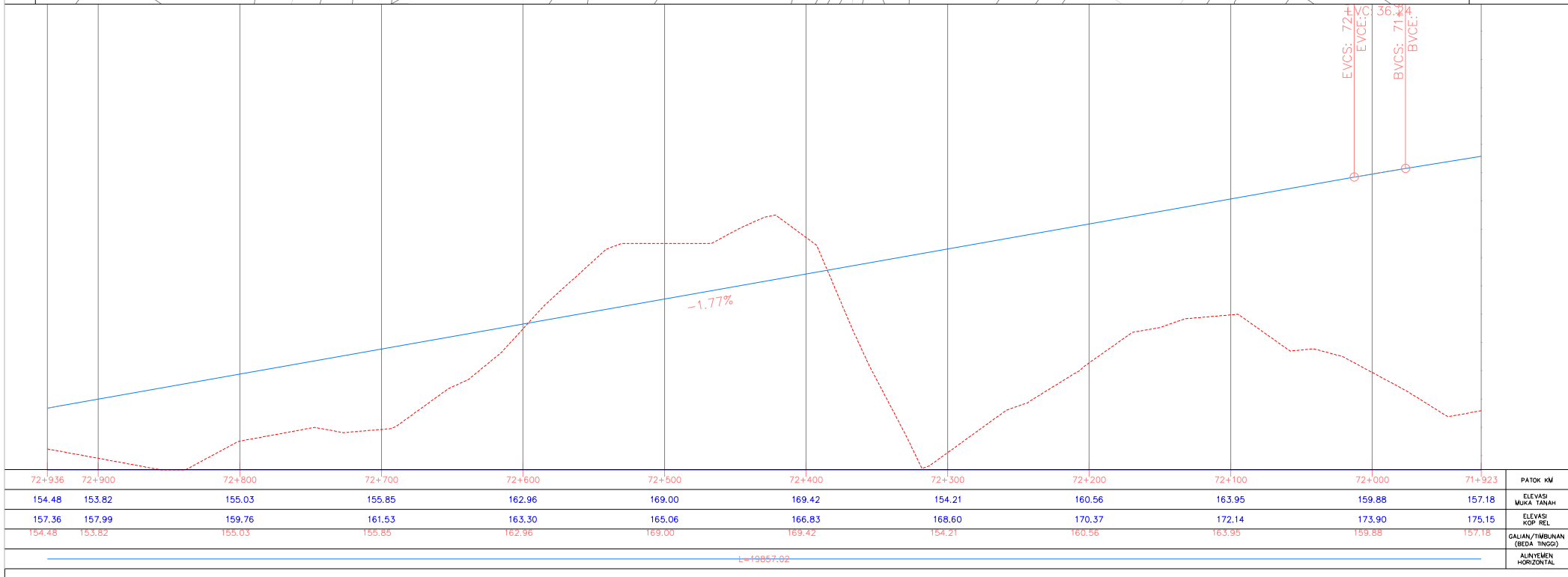
71+923	71+900	71+800	71+700	71+600	71+500	71+400	71+300	71+200	71+100	71+000	70+910	PATOK KM
157.18	157.61	159.50	167.83	173.33	177.07	179.96	184.98	190.68	198.09	185.39	185.89	ELEVASI MUKA TANAH
175.15	175.52	177.13	178.74	180.34	181.95	183.56	185.16	186.77	188.38	189.71	190.53	ELEVASI KOP REL
157.18	157.61	159.50	167.83	173.33	177.07	179.96	184.98	190.68	198.09	185.39	185.89	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYEMEN HORIZONTAL

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	71	89	

NEXT SHEET NUMBER: 73



MATCH LINE - 71



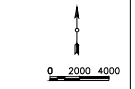
72+936	72+900	72+800	72+700	72+600	72+500	72+400	72+300	72+200	72+100	72+000	71+923	PATOK KM
154.48	153.82	155.03	155.85	162.96	169.00	169.42	154.21	160.56	163.95	159.88	157.18	ELEVASI MUKA TANAH
157.36	157.99	159.76	161.53	163.30	165.06	166.83	168.60	170.37	172.14	173.90	175.15	ELEVASI KOP REL
154.48	153.82	155.03	155.85	162.96	169.00	169.42	154.21	160.56	163.95	159.88	157.18	GALIAN/MEJUAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYEMEN HORIZONTAL



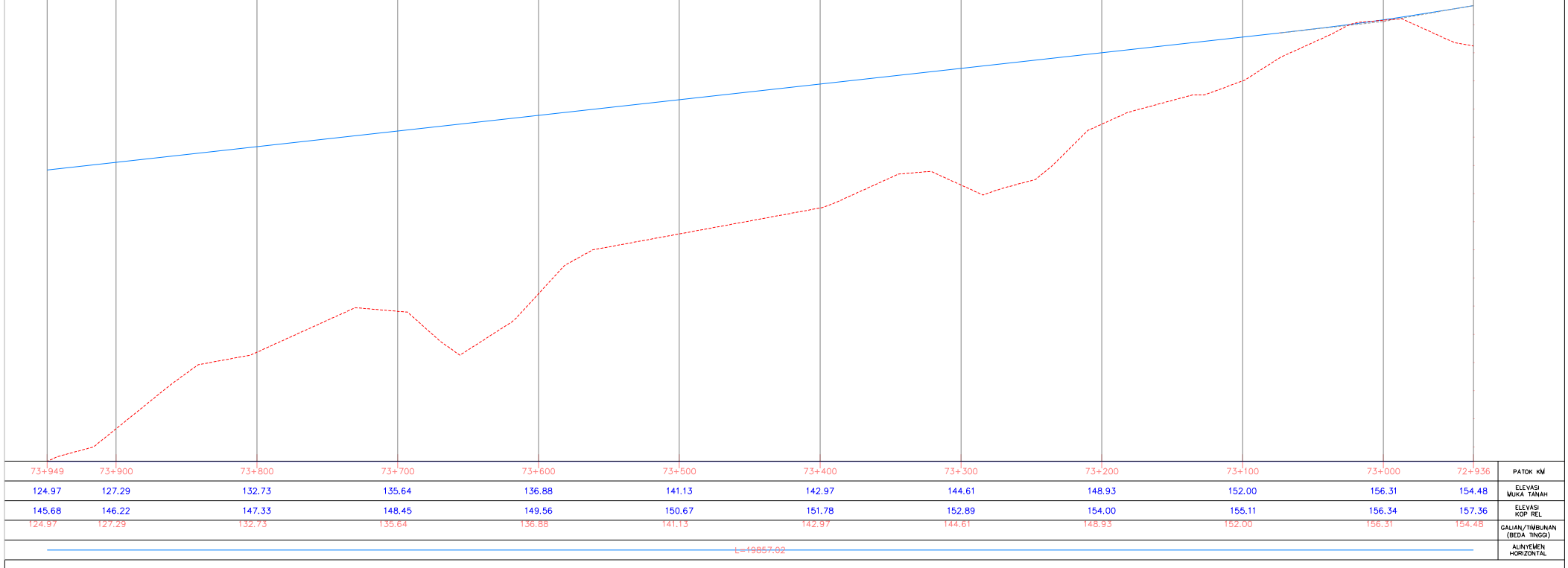
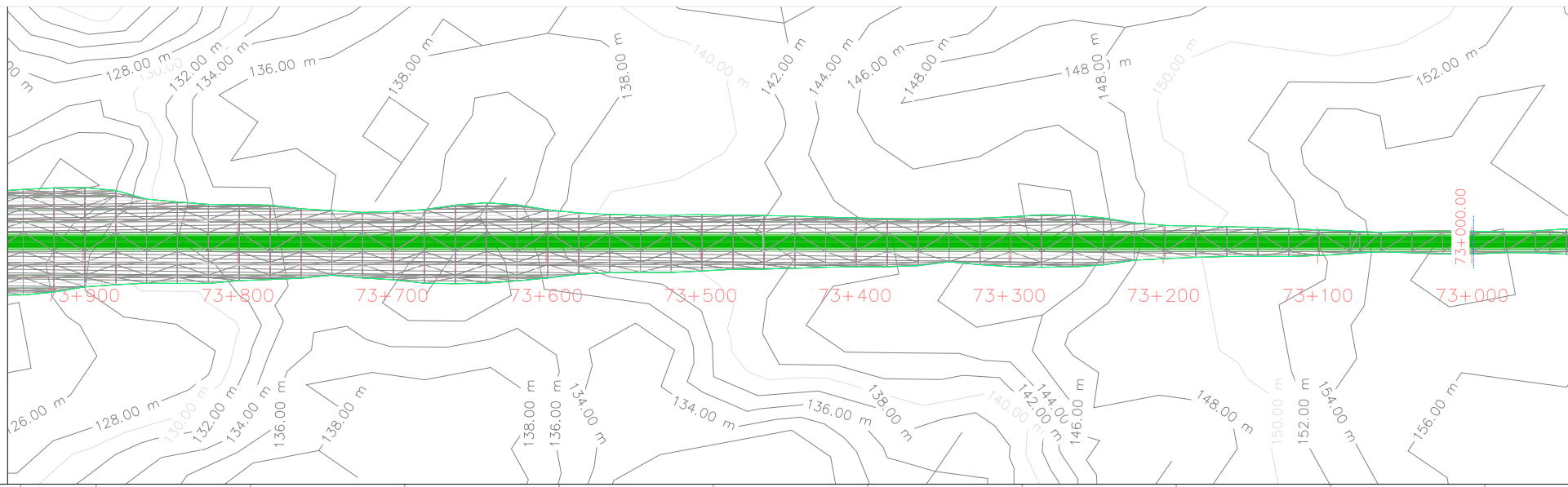
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	72	89	

NEXT SHEET NUMBER: 74



MATCH LINE -- 72



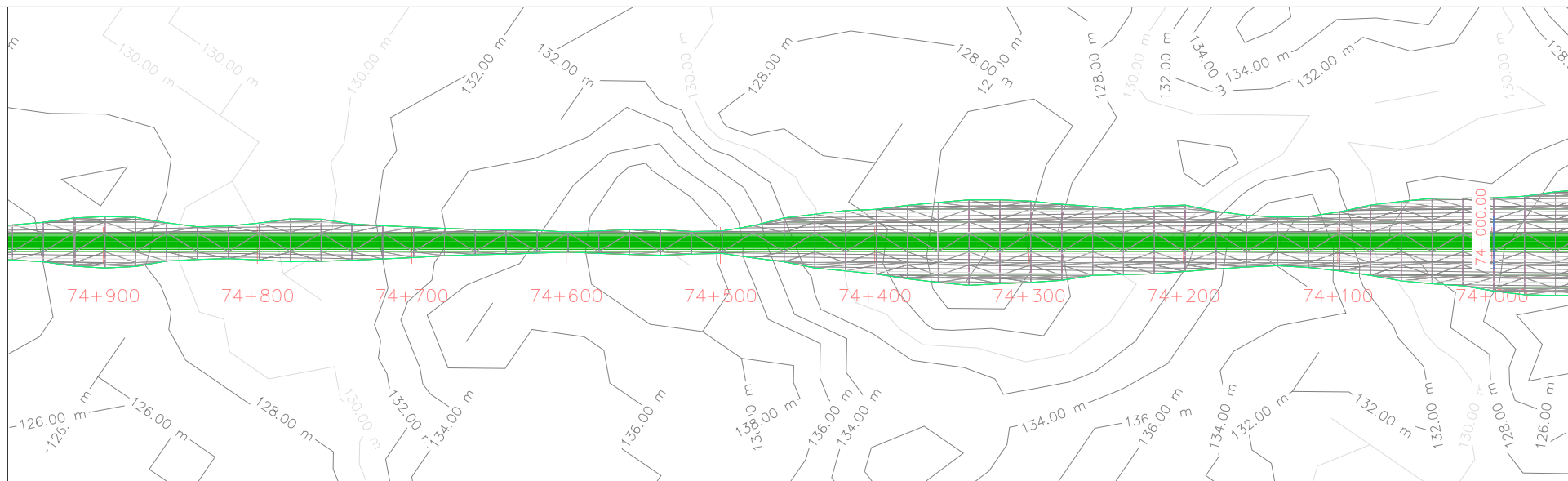
73+949	73+900	73+800	73+700	73+600	73+500	73+400	73+300	73+200	73+100	73+000	72+936	PATOK KM
124.97	127.29	132.73	135.64	136.88	141.13	142.97	144.61	148.93	152.00	156.31	154.48	ELEVASI MUKA TANAH
145.68	146.22	147.33	148.45	149.56	150.67	151.78	152.89	154.00	155.11	156.34	157.36	ELEVASI KOP REL
124.97	127.29	132.73	135.64	136.88	141.13	142.97	144.61	148.93	152.00	156.31	154.48	JALAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	73	89	

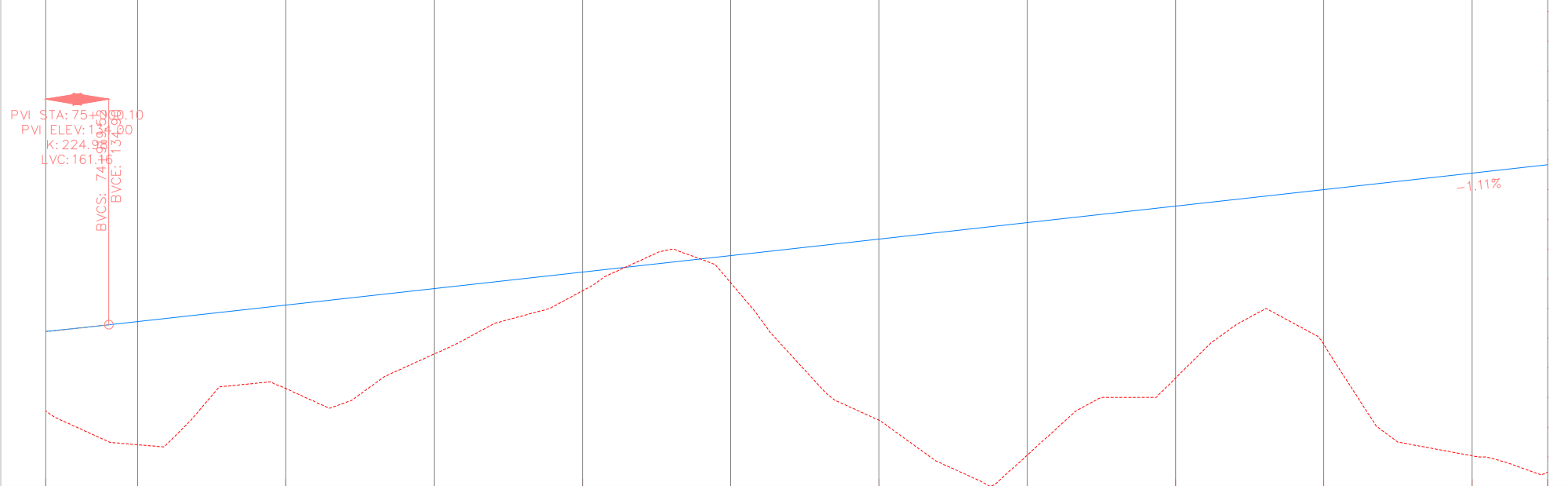
NEXT SHEET NUMBER: 75



MATCH LINE -- 73



PVI STA: 75+00  
 PVI ELEV: 134.99  
 K: 224.99  
 LVC: 161.52  
 BVCS: 74+99.52  
 BVCE: 134.99



74+962	74+900	74+800	74+700	74+600	74+500	74+400	74+300	74+200	74+100	74+000	73+949	PATOK KM
129.10	126.82	130.60	132.93	137.18	137.73	128.47	126.12	131.31	133.57	126.08	124.97	ELEVASI MUKA TANAH
134.46	135.11	136.22	137.33	138.45	139.56	140.67	141.78	142.89	144.00	145.11	145.68	ELEVASI KOP REL
129.10	126.82	130.60	132.93	137.18	137.73	128.47	126.12	131.31	133.57	126.08	124.97	GALIAN/MEJAKAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYEMEN HORIZONTAL



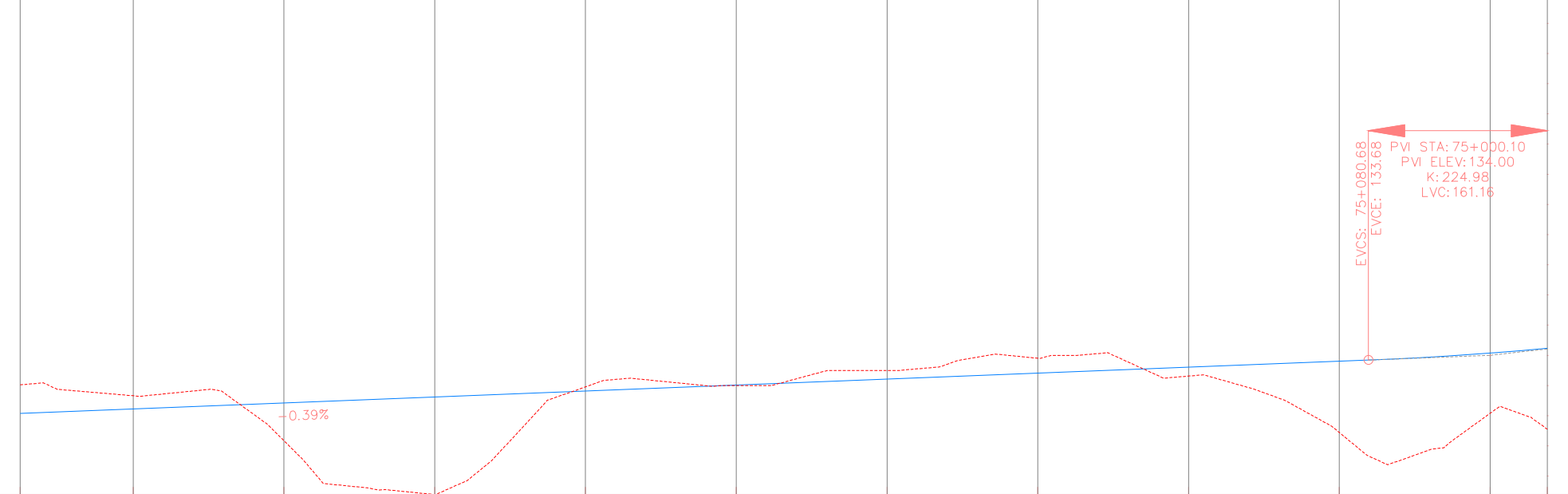
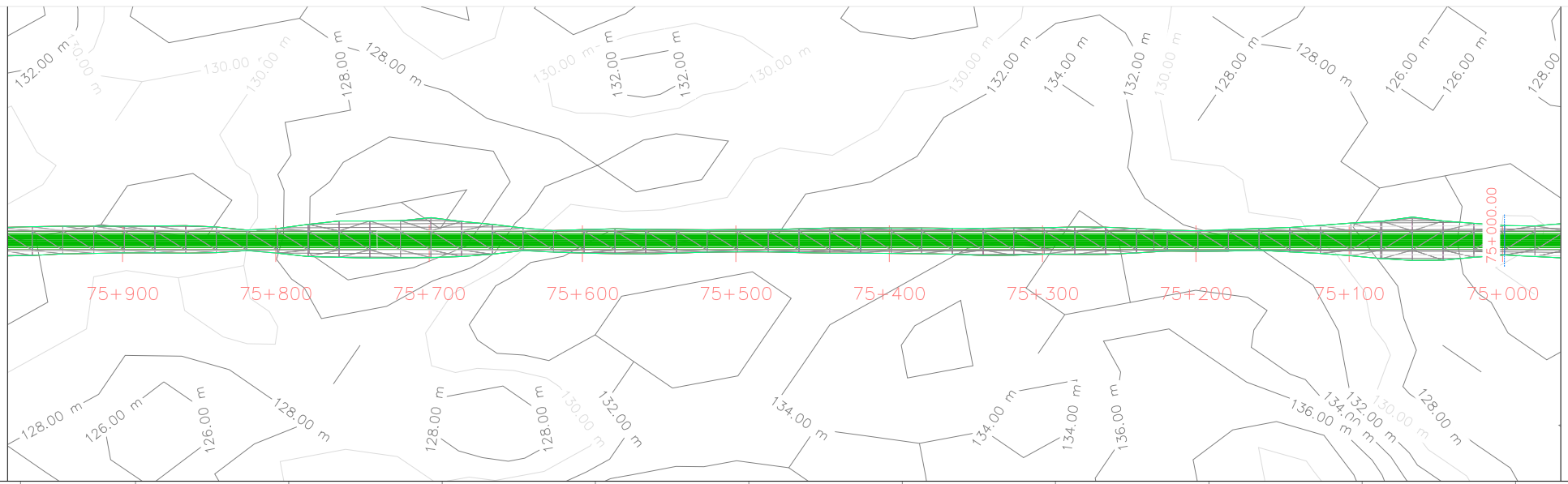
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	74	89	

NEXT SHEET NUMBER: 76



MATCH LINE -- 74



75+975	75+900	75+800	75+700	75+600	75+500	75+400	75+300	75+200	75+100	75+000	74+962	PATOK KM
132.05	131.32	128.34	124.77	131.91	132.00	133.00	133.80	132.63	128.88	130.16	129.10	ELEVASI MUKA TANAH
130.15	130.45	130.84	131.24	131.63	132.03	132.42	132.82	133.21	133.61	134.15	134.46	ELEVASI KOP REL
132.05	131.32	128.34	124.77	131.91	132.00	133.00	133.80	132.63	128.88	130.16	129.10	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=19857.02												ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

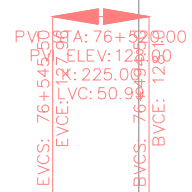
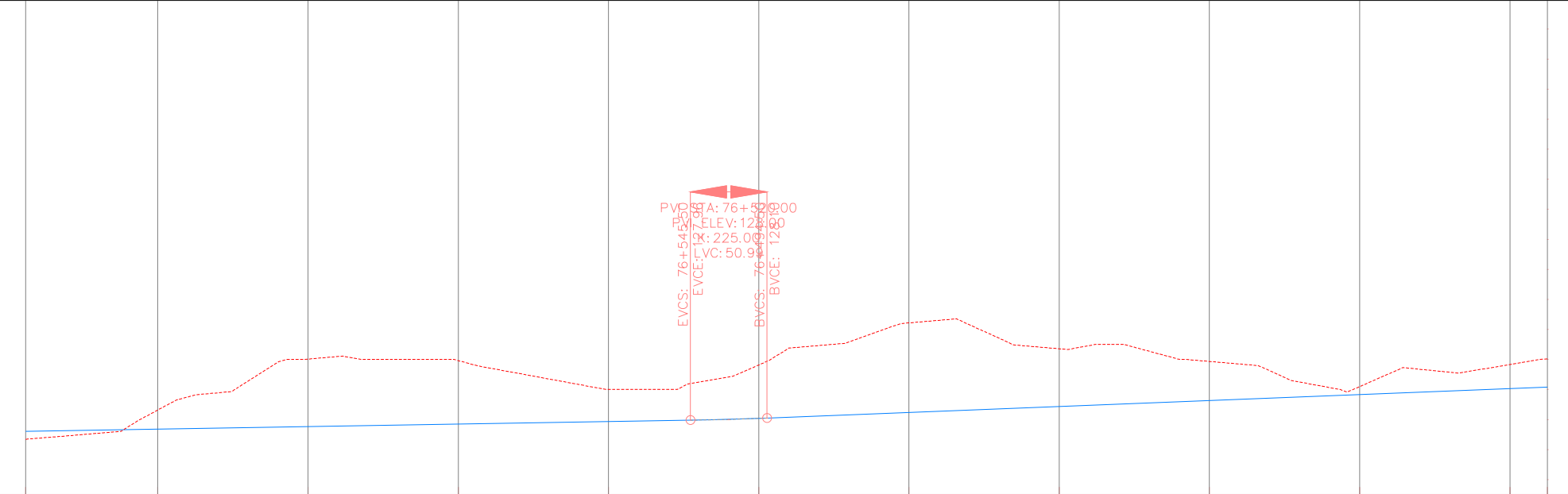
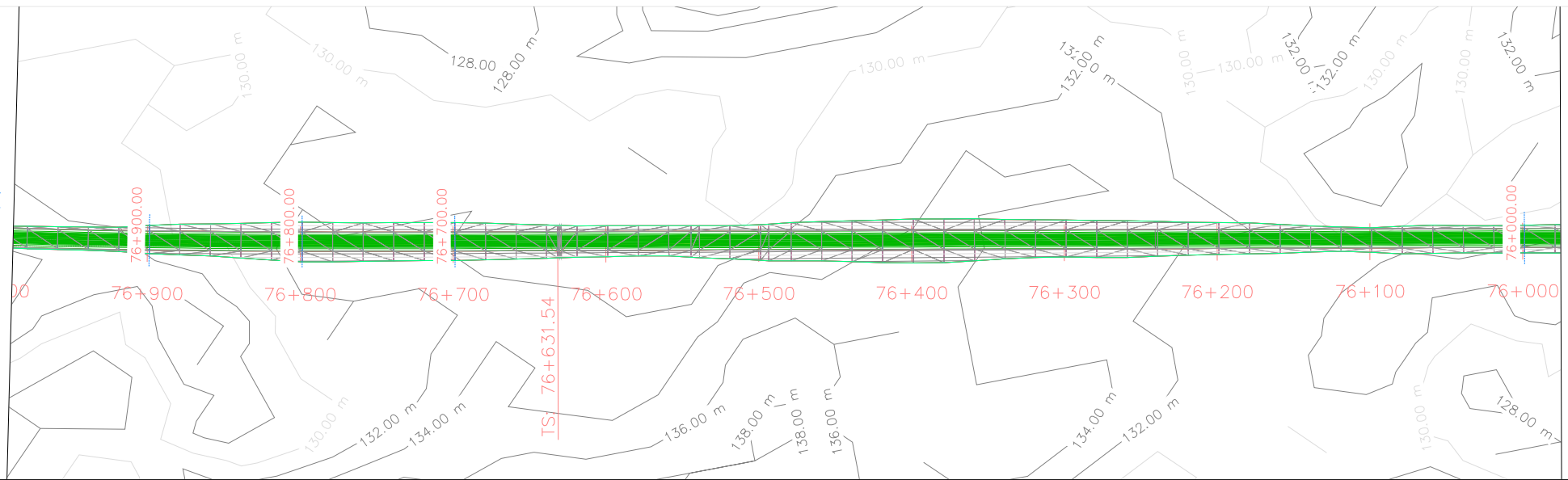
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
75	89	

EXI SHEET NUMBER: 77

MATCH LINE -- 75



76+988	76+900	76+800	76+700	76+600	76+500	76+400	76+300	76+200	76+100	76+000	76+975	PATOK KM	
126.67	128.63	132.02	131.92	130.00	131.63	134.44	132.72	131.87	130.19	131.67	132.05	ELEVASI MUKA TANAH	
127.21	127.36	127.53	127.70	127.87	128.08	128.47	128.87	129.26	129.66	130.05	130.15	ELEVASI KOP REL	
126.67	128.63	132.02	131.92	130.00	131.63	134.44	132.72	131.87	130.19	131.67	132.05	GALIAN/MEUBAN (BEDA INGGI)	
L=450.00											L=19857.02		ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

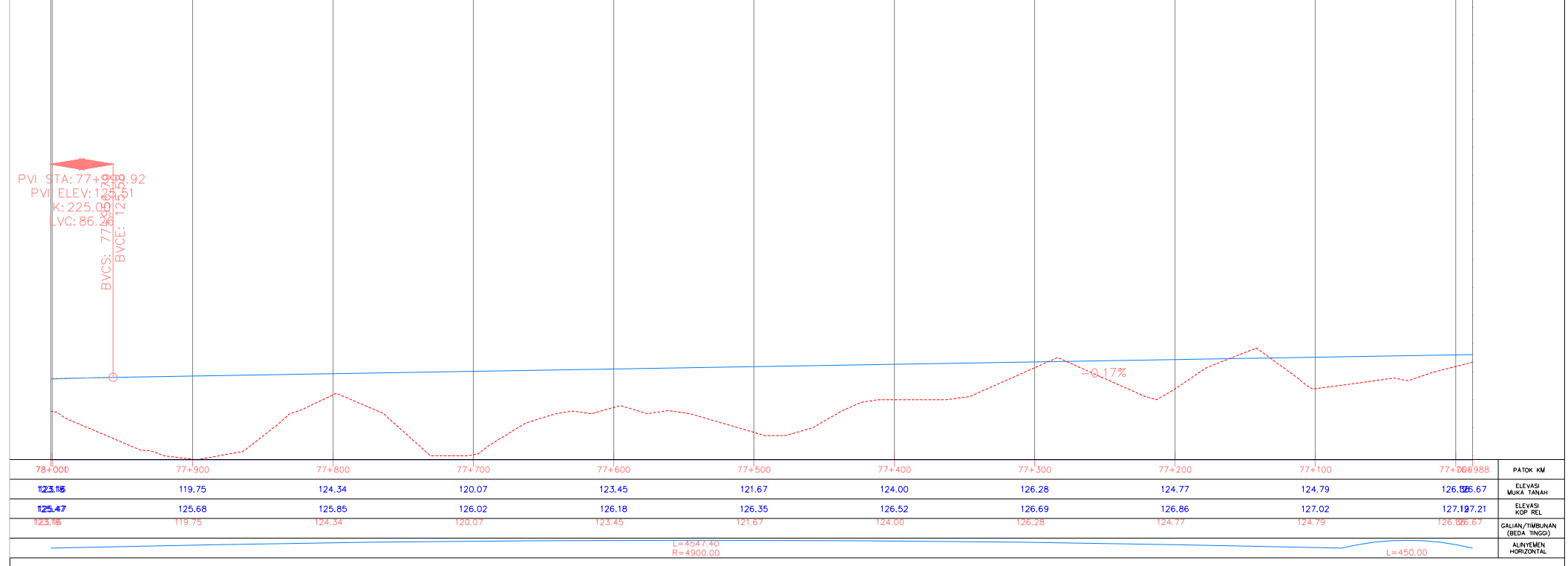
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP. 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP.03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Judul Gambar = Plan & Profile  
 Skala Horizontal = 1 : 4000  
 Skala Vertikal = 1 : 400

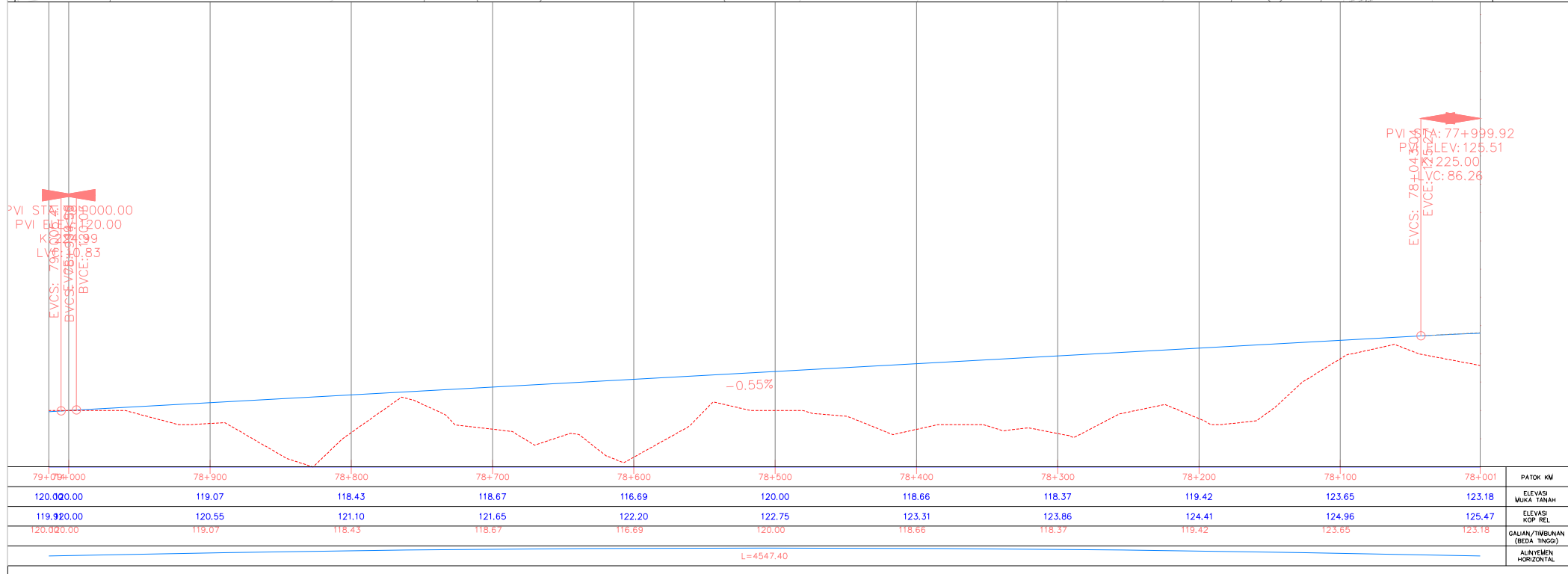
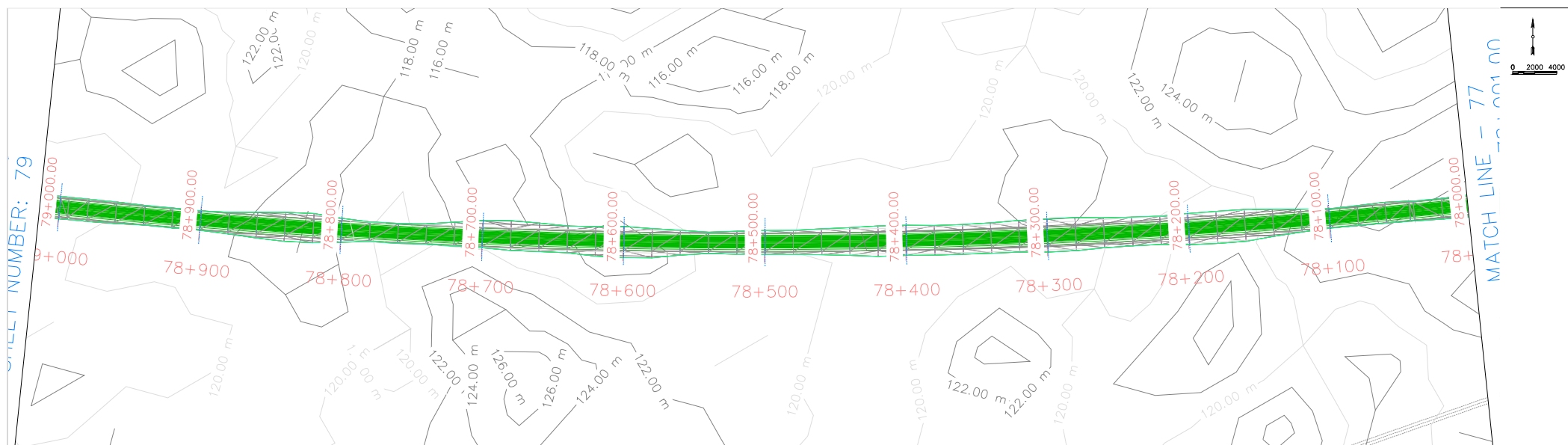
NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
76	89	





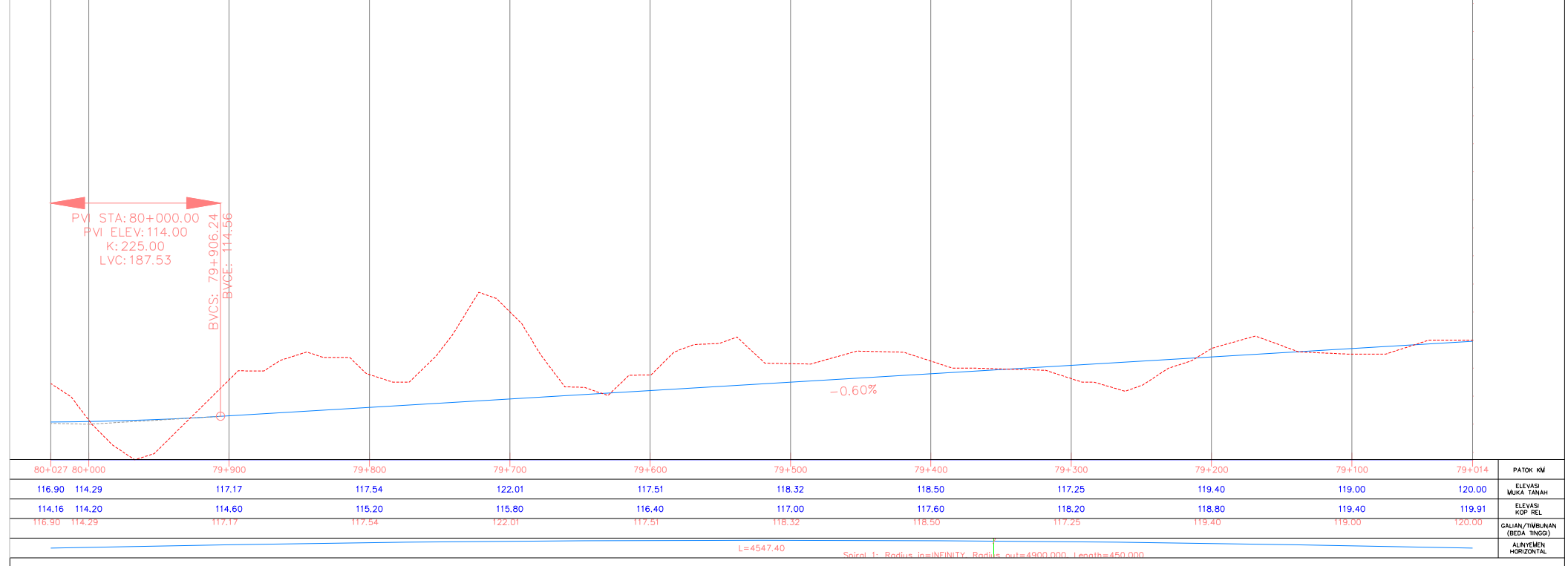
<p>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN Program Studi Teknik Sipil 2019</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	77	89	





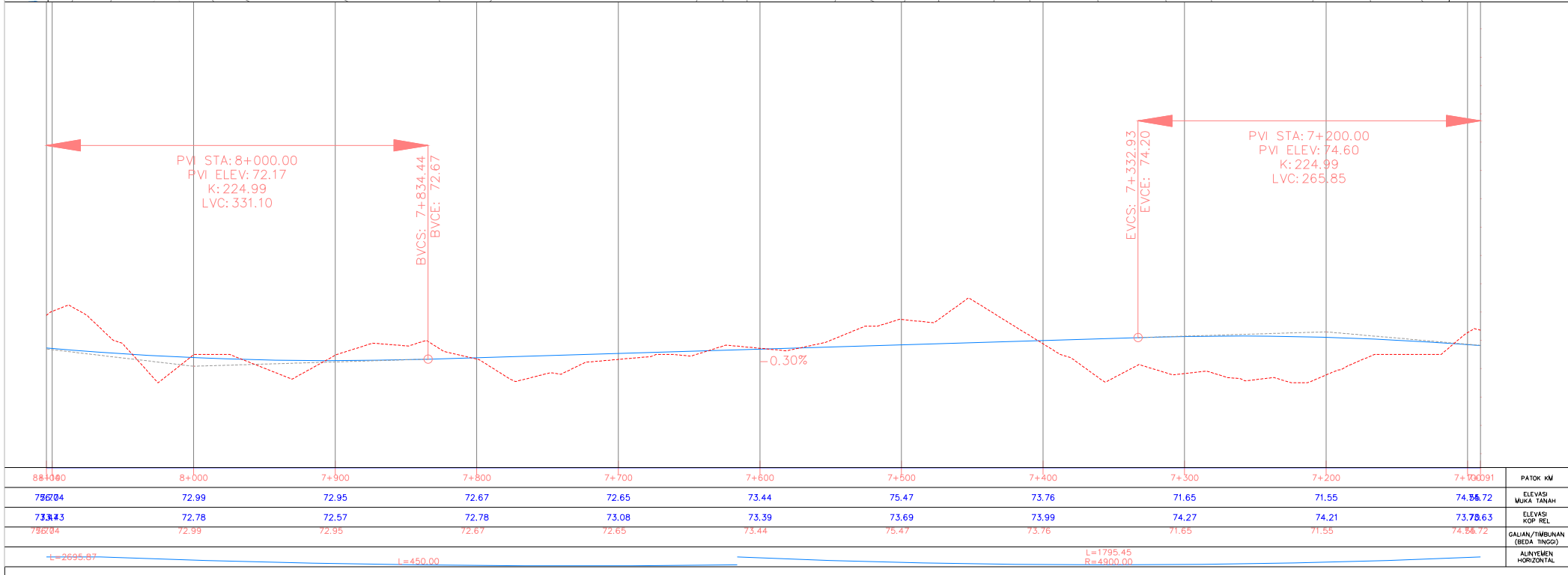
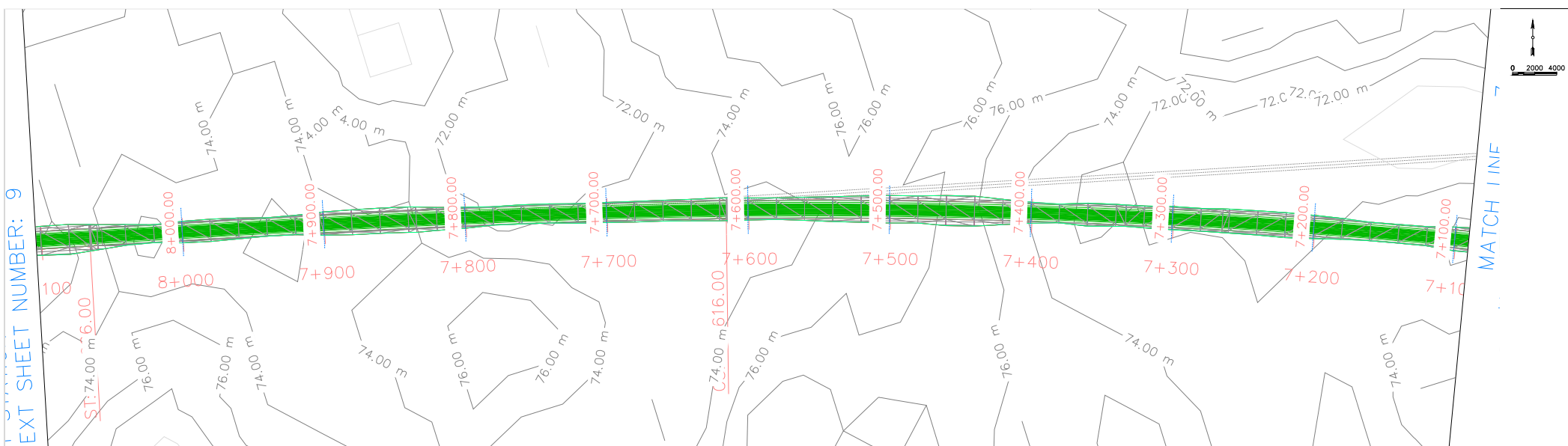
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	78	89	



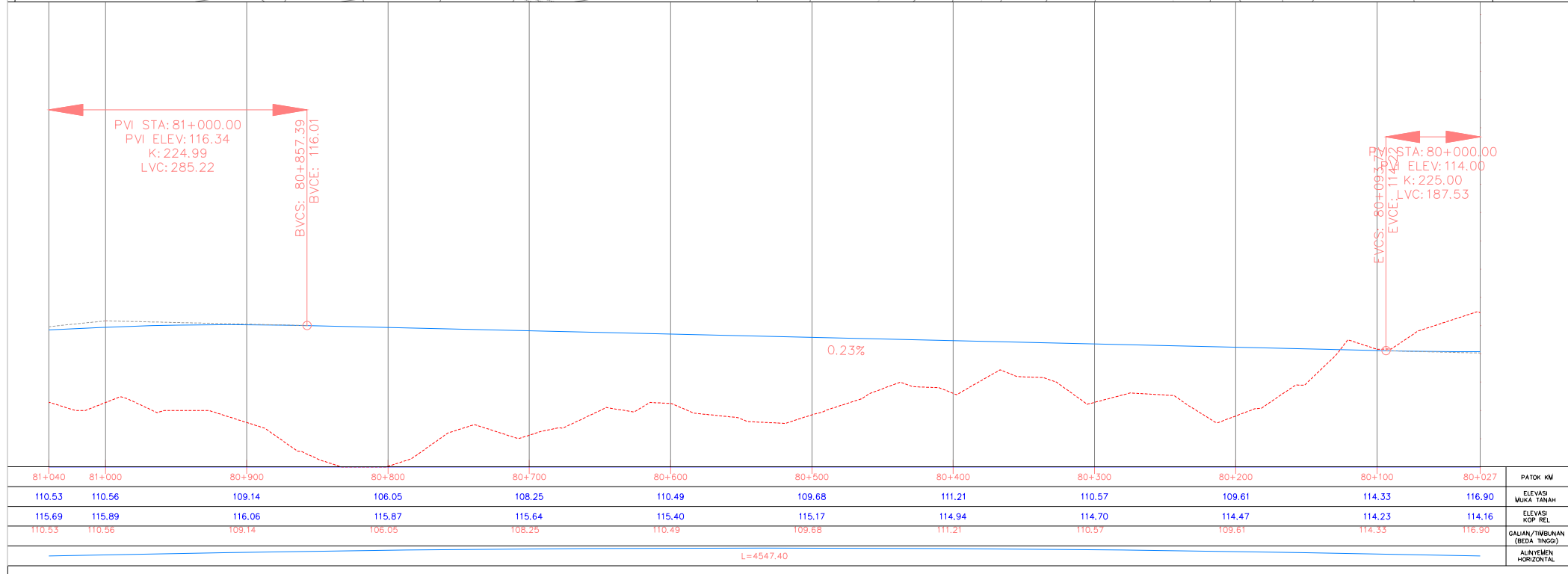
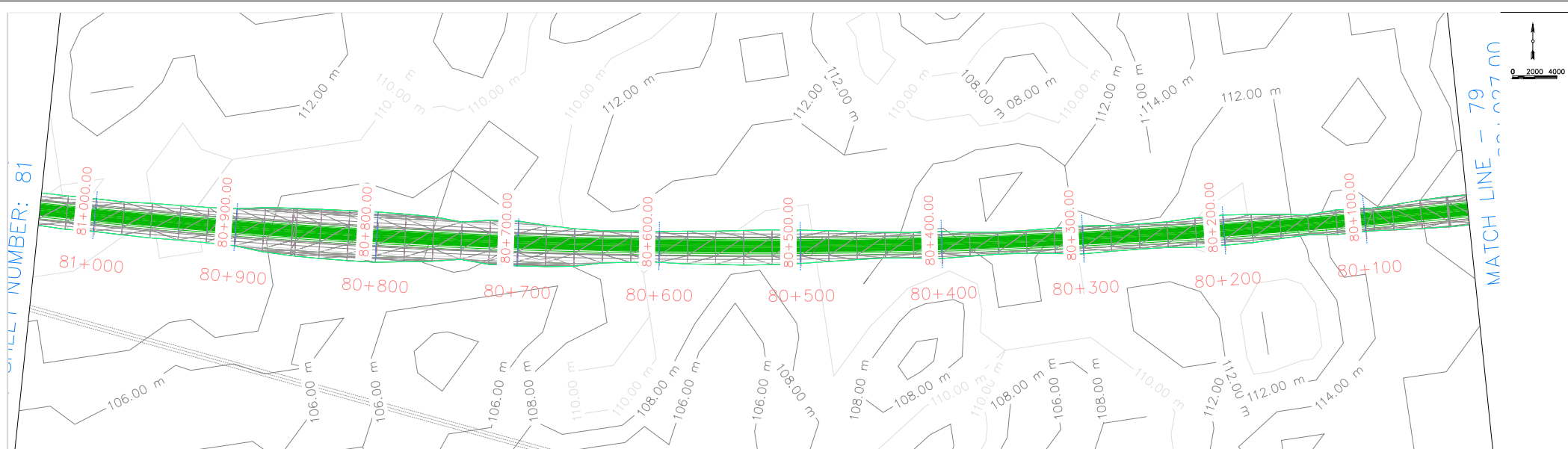
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	79	89	

EXT SHEET NUMBER: 9



Station	8+000	7+900	7+800	7+700	7+600	7+500	7+400	7+300	7+200	7+100	8+000
PATOK KM											
ELEVASI MUKA TANAH	72.99	72.95	72.67	72.65	73.44	75.47	73.76	71.65	71.55	74.56	72
ELEVASI KOP REL	72.78	72.57	72.78	73.08	73.39	73.69	73.99	74.27	74.21	73.78	63
GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)	72.99	72.95	72.67	72.65	73.44	75.47	73.76	71.65	71.55	74.56	72
ALINYEMEN HORIZONTAL	L=2695.87		L=450.00				L=1795.45	R=4900.00			

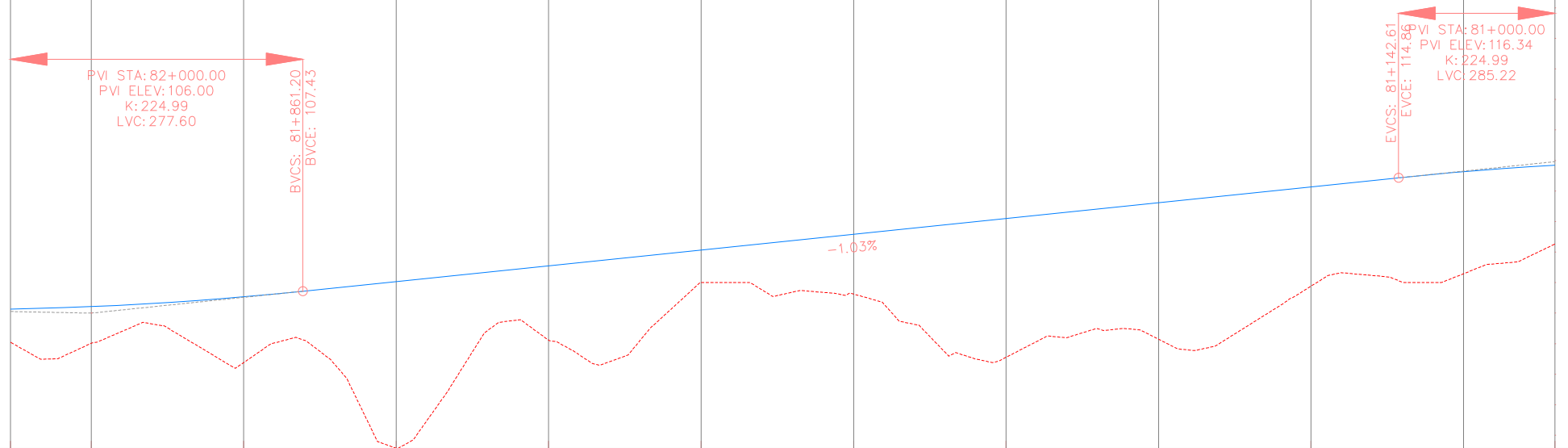
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP. 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP. 0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	8	89	



<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 400 Skala Vertikal = 1 : 400	80	89	

NEXT SHEET NUMBER: 82

MATCH LINE - 80



82+05.5	82+000	81+900	81+800	81+700	81+600	81+500	81+400	81+300	81+200	81+100	81+040	PATOK KM
104.09	104.03	102.76	97.15	104.23	108.00	107.25	103.11	104.29	107.77	108.58	110.53	ELEVASI MUKA TANAH
106.27	106.43	107.07	108.07	109.10	110.14	111.17	112.20	113.24	114.27	115.26	115.69	ELEVASI KOP REL
104.09	104.03	102.76	97.15	104.23	108.00	107.25	103.11	104.29	107.77	108.58	110.53	GALIAN/INJUAN (BEDA INGG)
L=450.00							L=454.740 R=4900.00					ALYNYEMEN HORIZONTAL



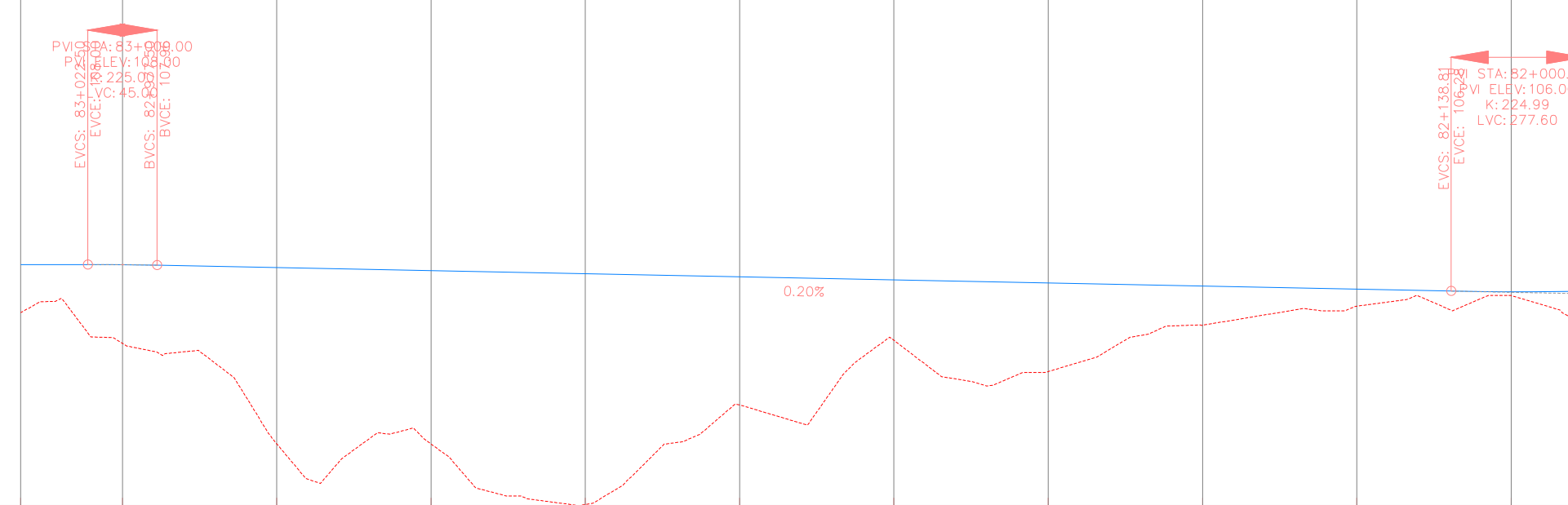
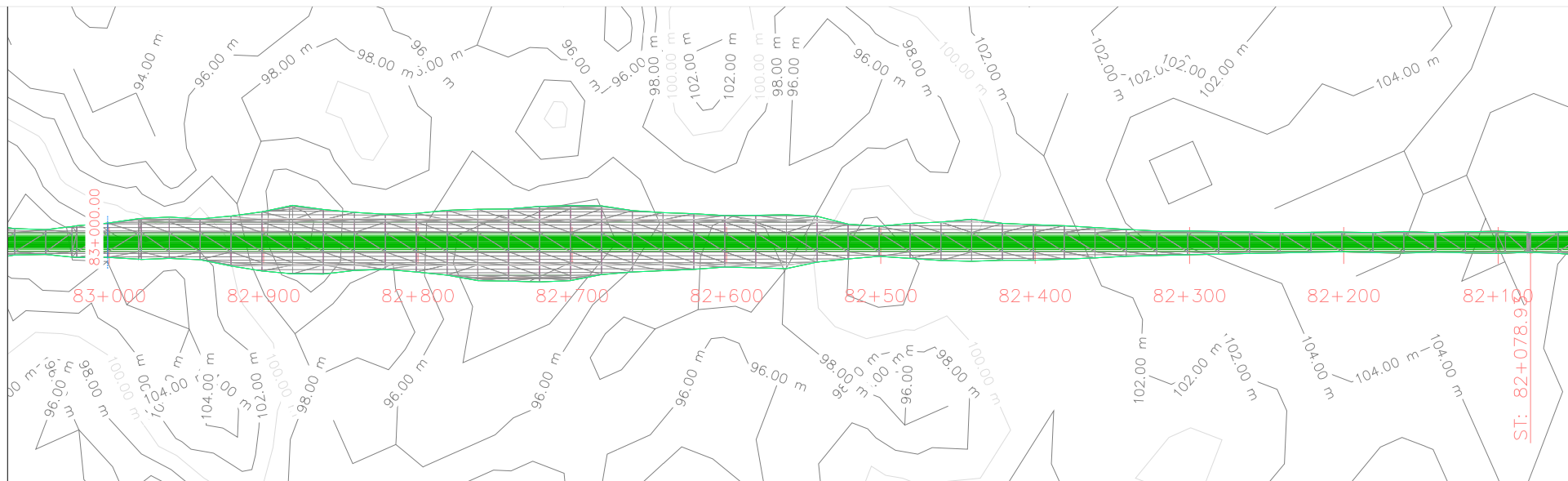
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	81	89	

NEXT SHEET NUMBER: 83



MATCH LINE - 81



83+066	83+000	82+900	82+800	82+700	82+600	82+500	82+400	82+300	82+200	82+100	82+053	PATOK KM
104.87	102.89	96.38	96.37	92.44	98.90	103.09	101.06	104.07	105.30	105.99	104.09	ELEVASI MUKA TANAH
108.00	107.99	107.80	107.60	107.40	107.20	107.00	106.80	106.60	106.40	106.23	106.27	ELEVASI KOP REL
104.87	102.89	96.38	96.37	92.44	98.90	103.09	101.06	104.07	105.30	105.99	104.09	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
L=1997.65											L=450.00	ALINYEMEN HORIZONTAL

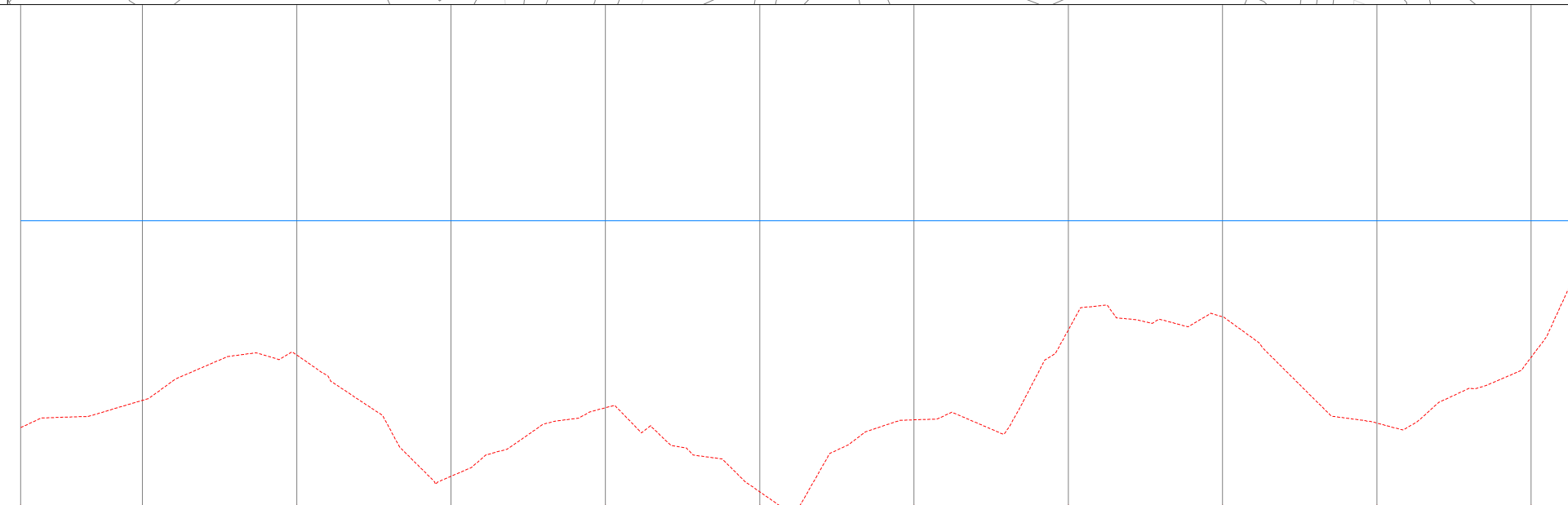
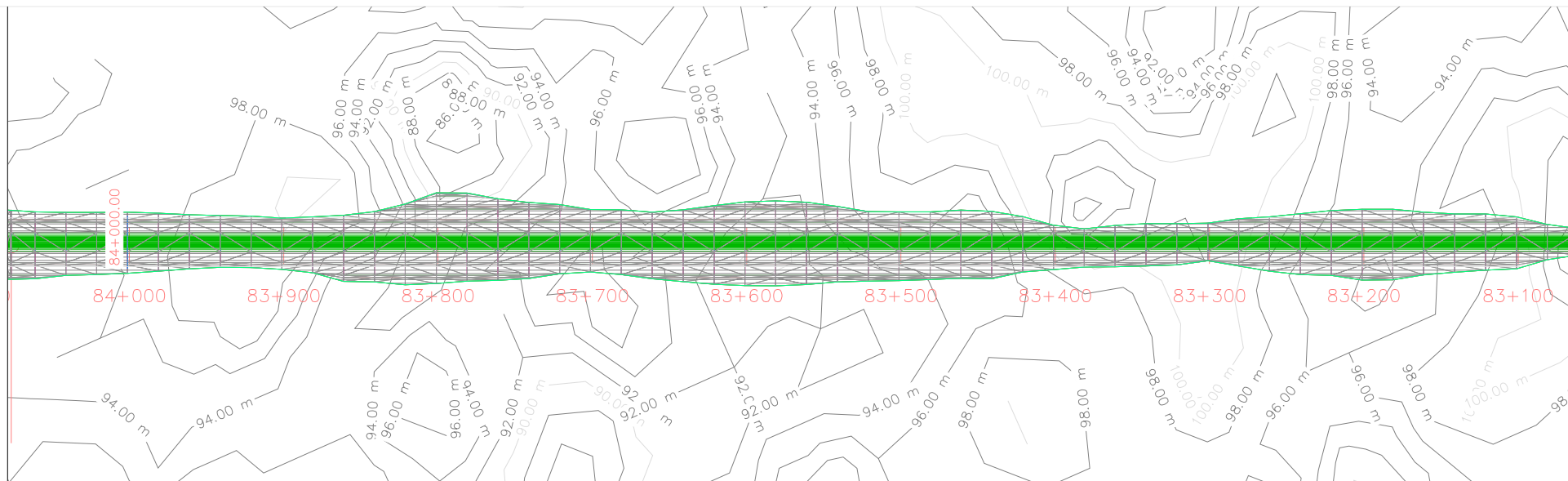


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	82	89	

NEXT SHEET NUMBER: 84

MATCH LINE - 82



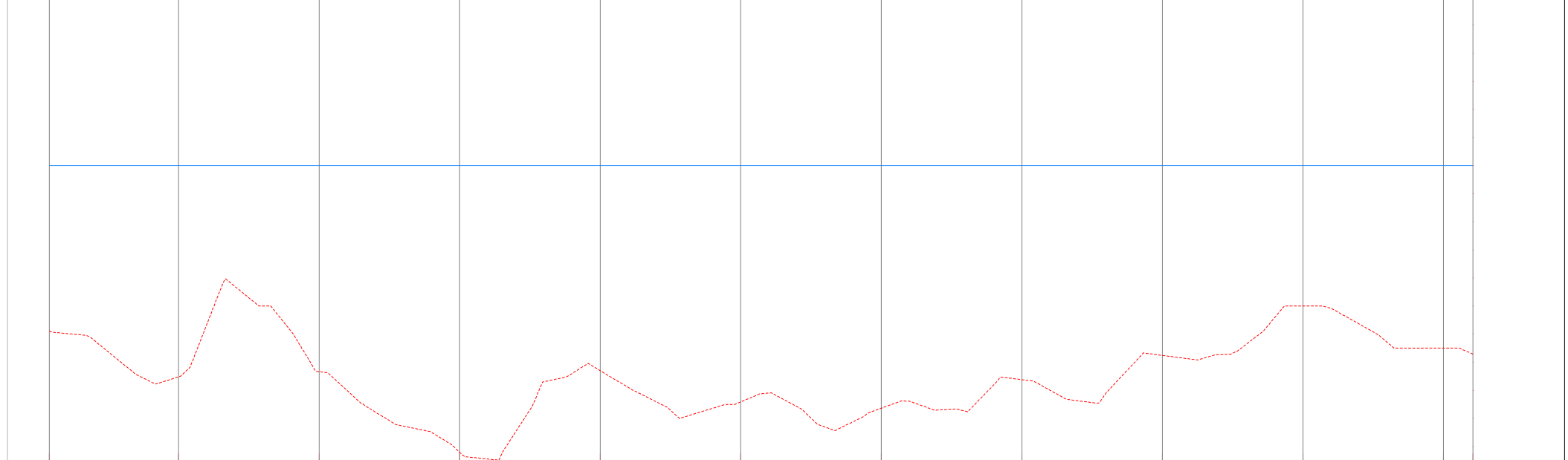
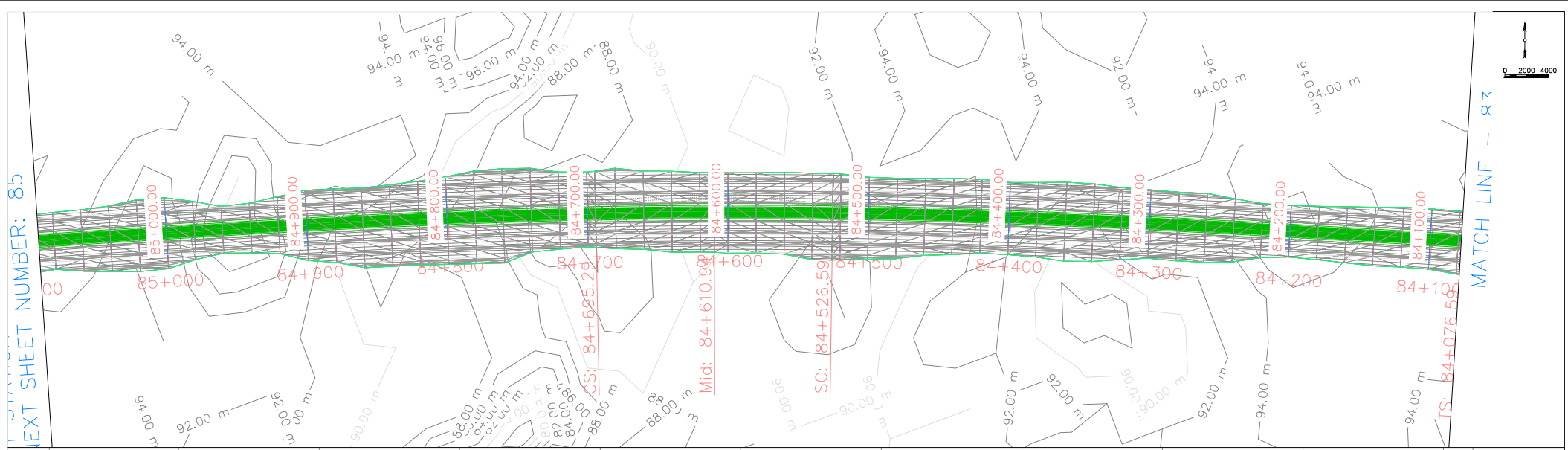
84+079	84+000	83+900	83+800	83+700	83+600	83+500	83+400	83+300	83+200	83+100	83+066	PATOK KM
94.59	96.36	99.29	91.43	95.87	90.43	95.10	100.92	101.77	94.88	99.15	104.87	ELEVASI MUKA TANAH
108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	ELEVASI KOP REL
94.59	96.36	99.29	91.43	95.87	90.43	95.10	100.92	101.77	94.88	99.15	104.87	GALIAN/MEJURAN (BEDA INGGI)
L=450.00						L=1997.65						ALYEMEN HORIZONTAL



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	83	89	



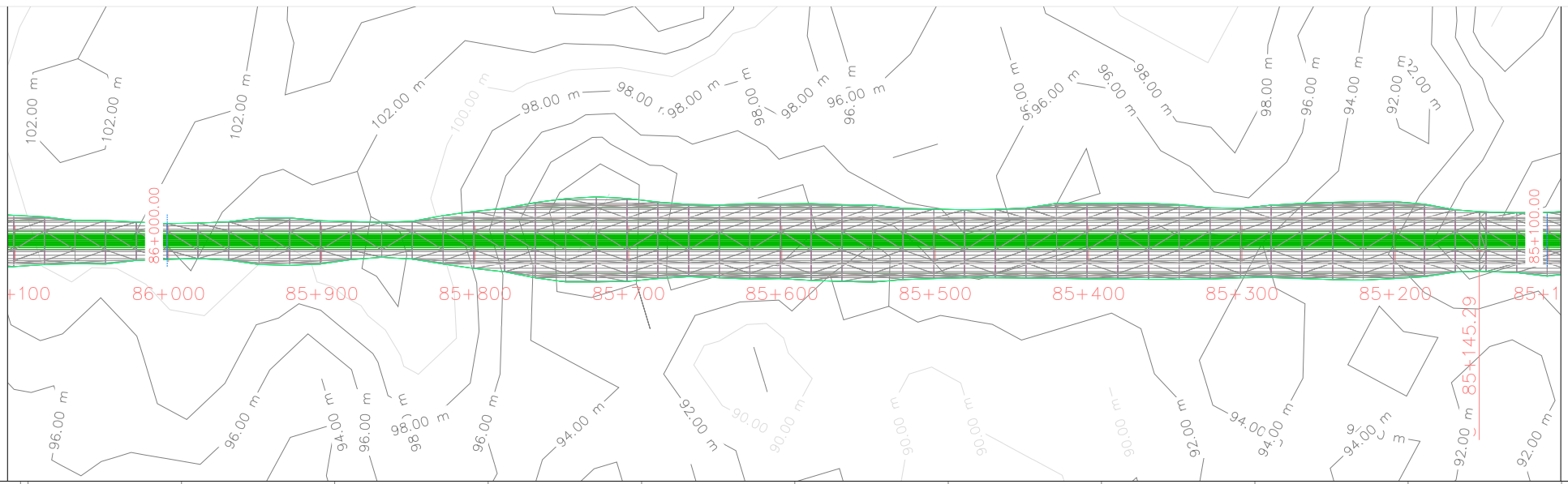


85+092	85+000	84+900	84+800	84+700	84+600	84+500	84+400	84+300	84+200	84+1084+079	PATOK KM
96.23	92.95	93.32	87.60	93.40	91.18	90.73	92.76	94.48	98.00	95.00 94.59	ELEVASI MUKA TANAH
108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00 108.00	ELEVASI KOP REL
96.23	92.95	93.32	87.60	93.40	91.18	90.73	92.76	94.48	98.00	95.00 94.59	GALIAN/MEJANAN (BEDA INGGI)
<p style="text-align: center;">L=450.00      L=185.70      L=450.00</p> <p style="text-align: center;">Sifat 1: Radius invarian: R=4500.00      Length=450.000</p>											
ALYEMEN HORIZONTAL											

<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP. 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP. 03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	84	89	

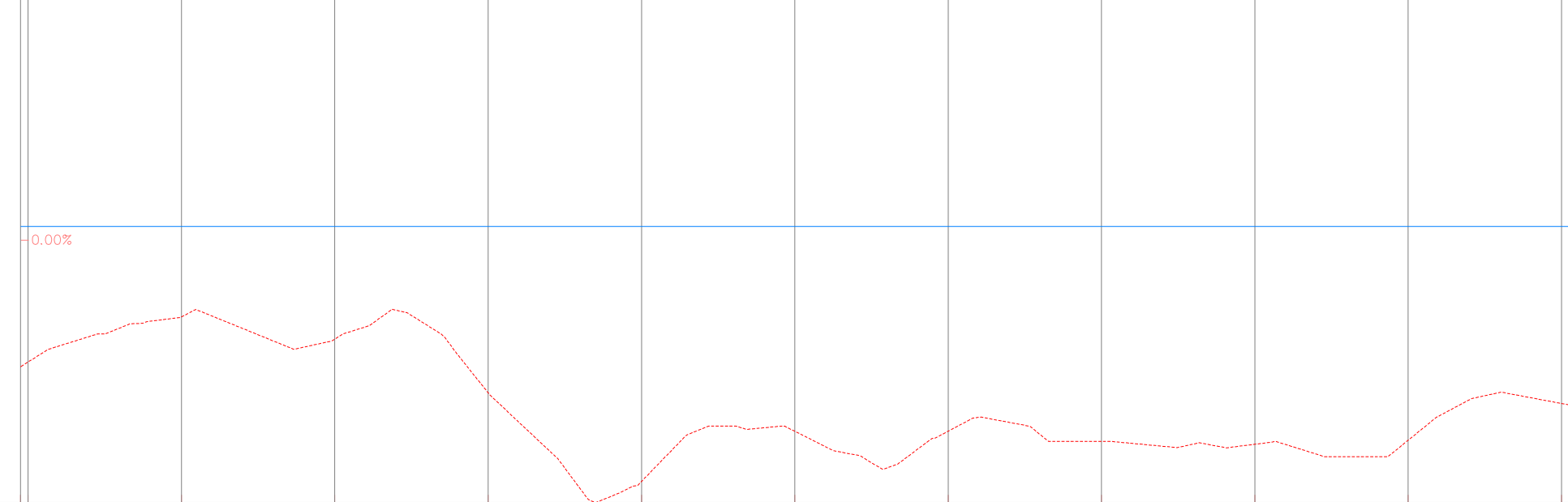


NEXT SHEET NUMBER: 86



MATCH LINE - 84

0.00%



85+100	86+000	85+900	85+800	85+700	85+600	85+500	85+400	85+300	85+200	85+100	PATOK KM
99.887	102.11	100.67	97.16	91.38	94.65	94.66	94.00	93.81	94.07	96.9623	ELEVASI MUKA TANAH
108.000	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.00	108.0000	ELEVASI KOP REL
99.887	102.11	100.67	97.16	91.38	94.65	94.66	94.00	93.81	94.07	96.9623	GALIAN/MEJUNAN (BEDA TINGGI)
L=4008.95										L=450.00	ALYEMEN HORIZONTAL



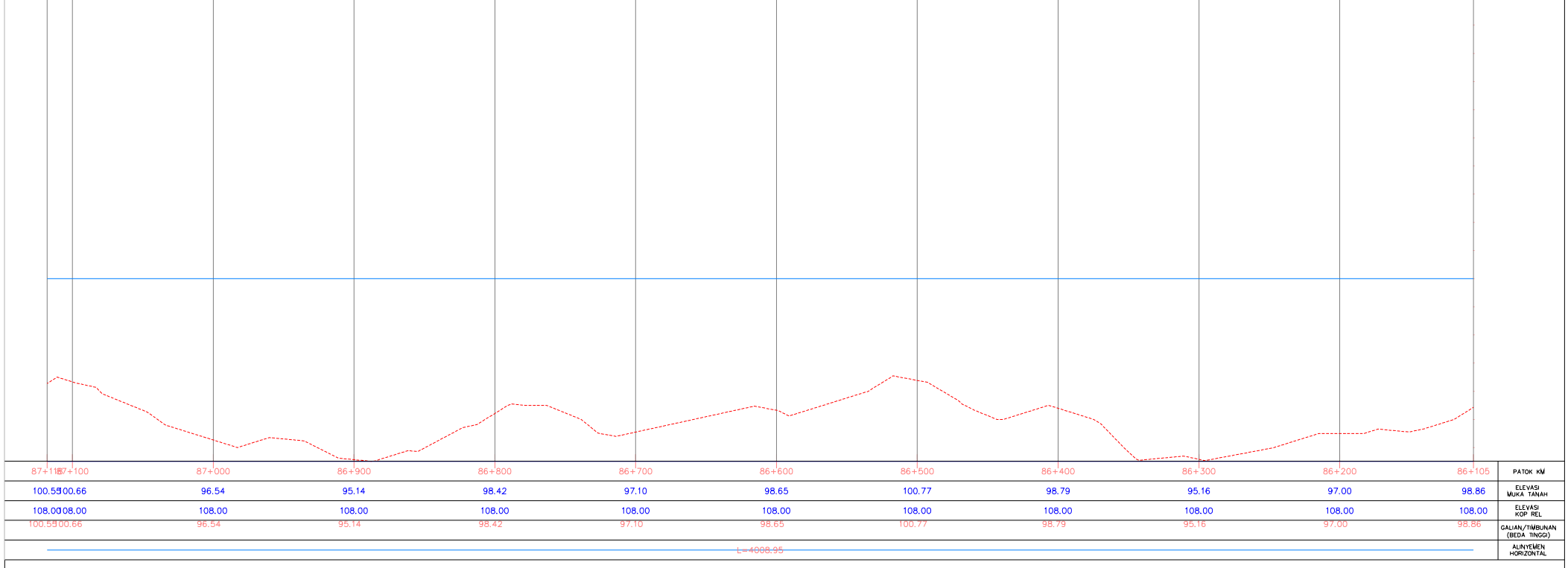
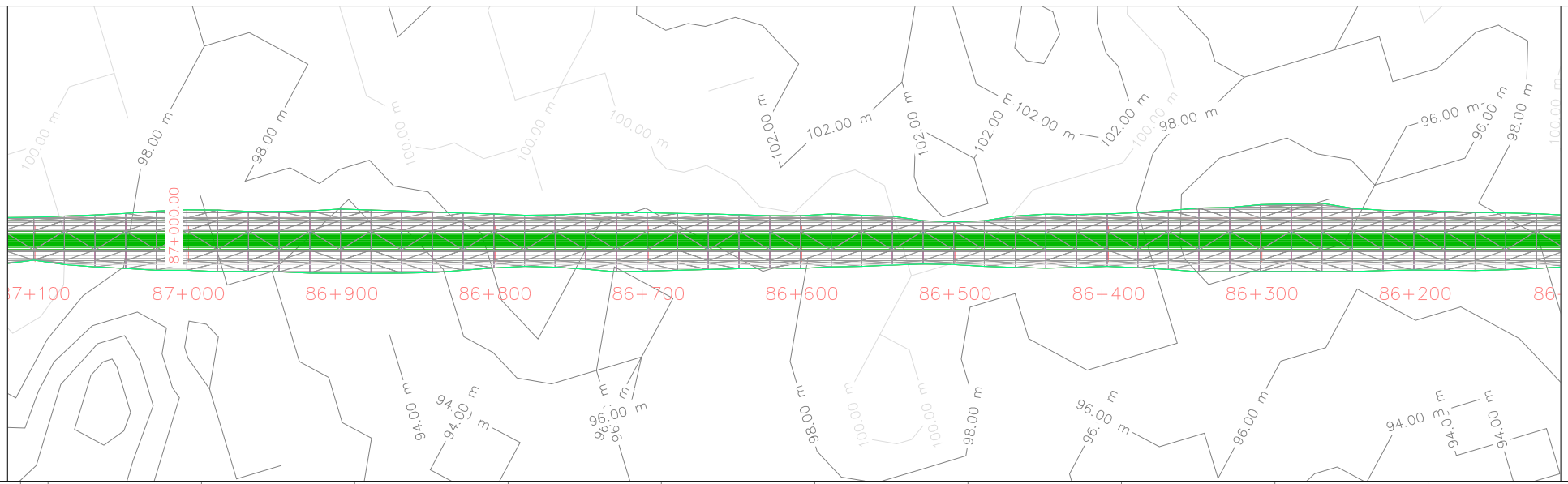
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	85	89	



NEXT SHEET NUMBER: 87

MATCH LINE - 85

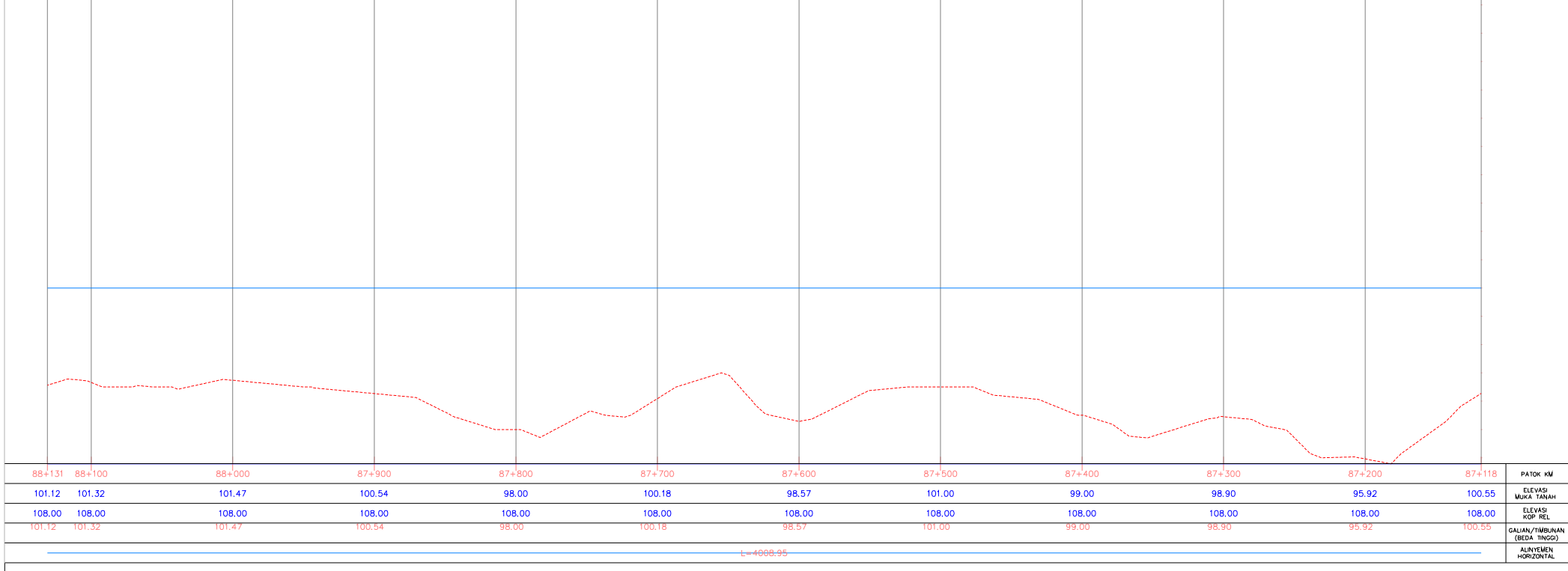


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b>  <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b>  <b>DAN KEBUMIHAN</b>          Program Studi Teknik Sipil          2019</p>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>NAMA MAHASISWA</b>	<b>KETERANGAN GAMBAR</b>	<b>NO. LMBR</b>	<b>JML. LMBR</b>	<b>REVISI GAMBAR</b>
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	86	89	

NEXT SHEET NUMBER: 88

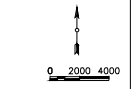


MATCH LINE - 86

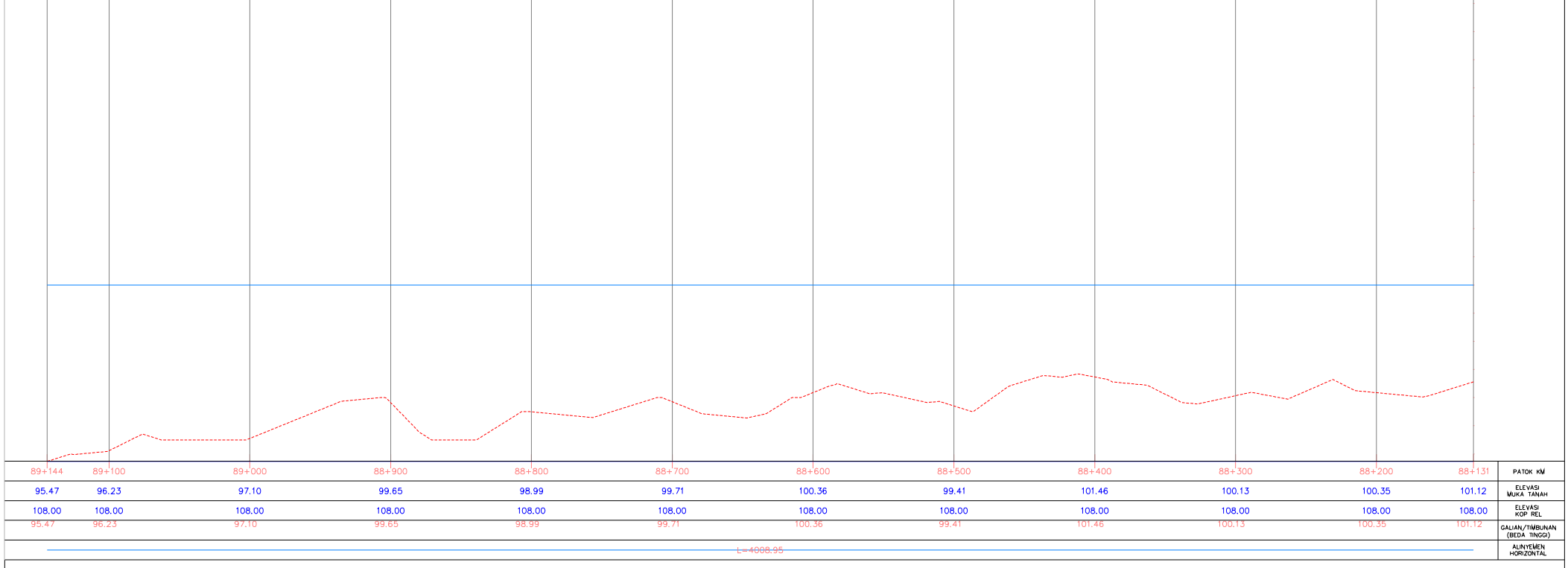
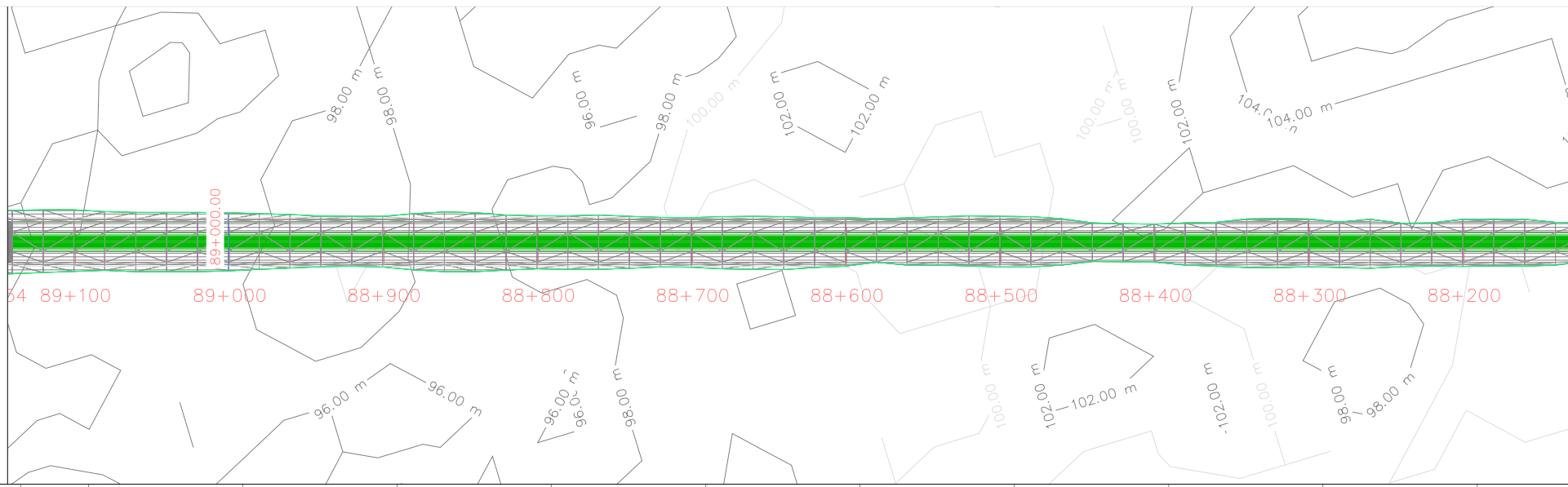


 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN</b> <b>DAN KEBUMIHAN</b> Program Studi Teknik Sipil 2019	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
	<b>PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR</b> <b>JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT</b> <b>SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN</b> <b>MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN</b>	<b>Ir. Wahyu Herijanto, MT</b> NIP. 196209061989031012	<b>Dhio Dwinofiansyah Putra</b> NRP. 0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	87	<b>89</b>	

NEXT SHEET NUMBER: 89

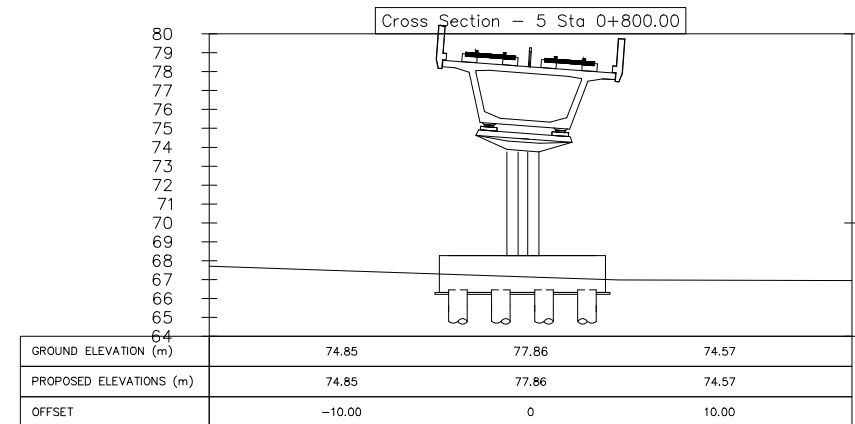
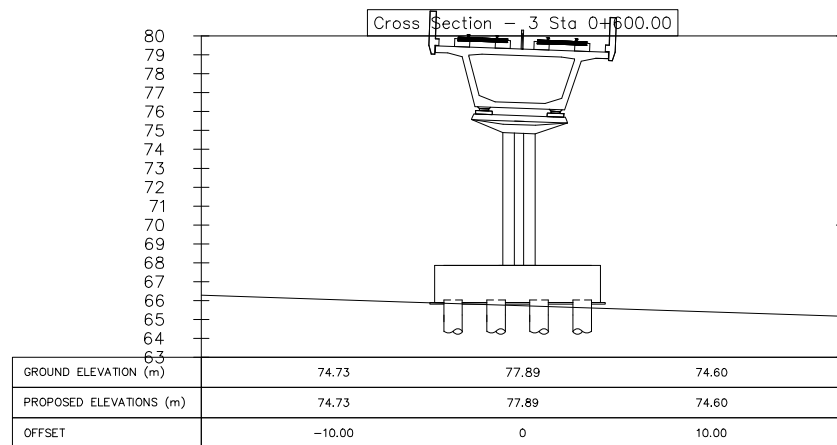
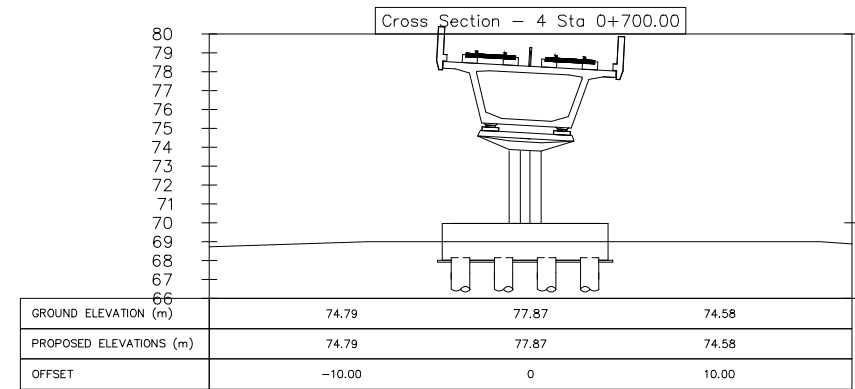
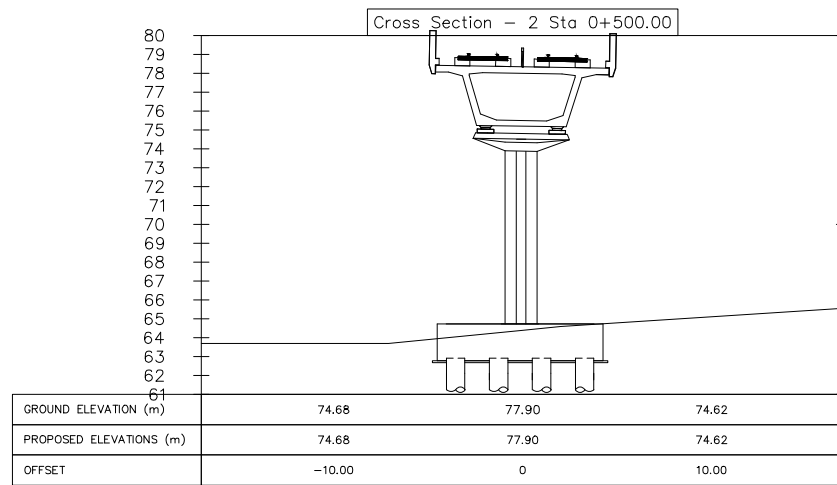


MATCH LINE - 87



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .0311174500019	Judul Gambar = Plan & Profile Skala Horizontal = 1 : 4000 Skala Vertikal = 1 : 400	88	89	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

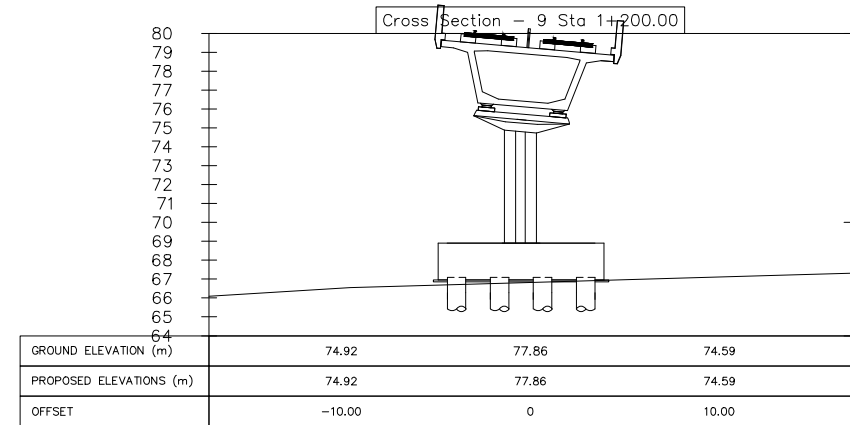
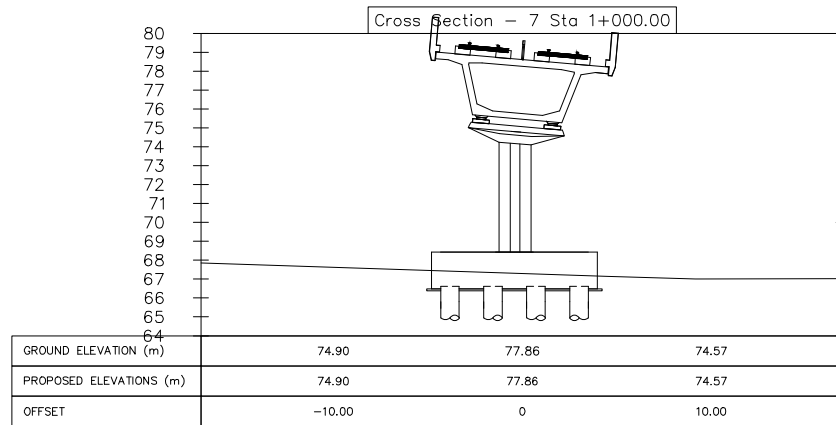
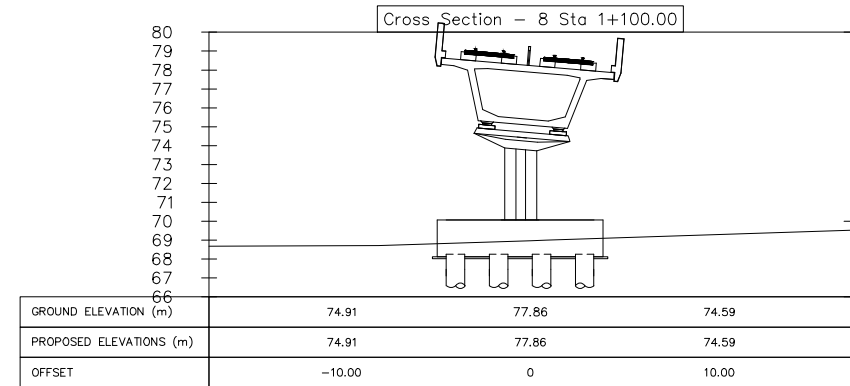
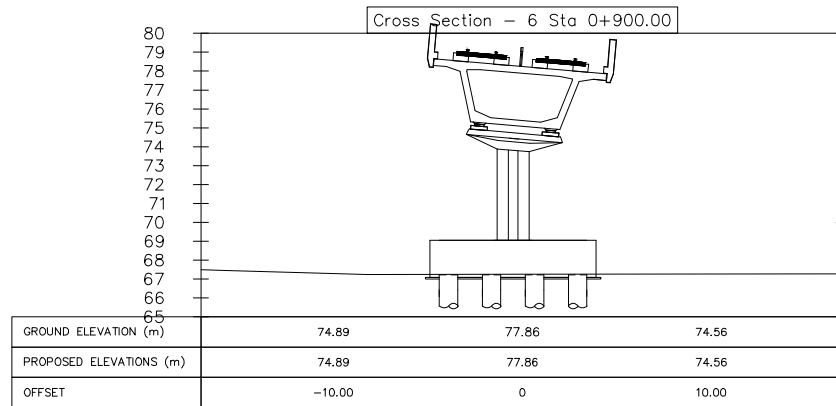
NO. LMBR

1

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
DAN KEBUMIHAN  
Program Studi Teknik Sipil  
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
Judul Gambar = Pot. Melintang  
Skala Horizontal = 1 : 400  
Skala Vertikal = 1 : 400

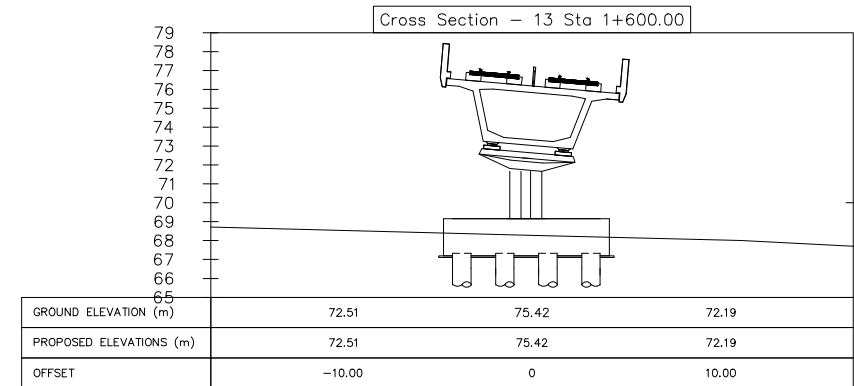
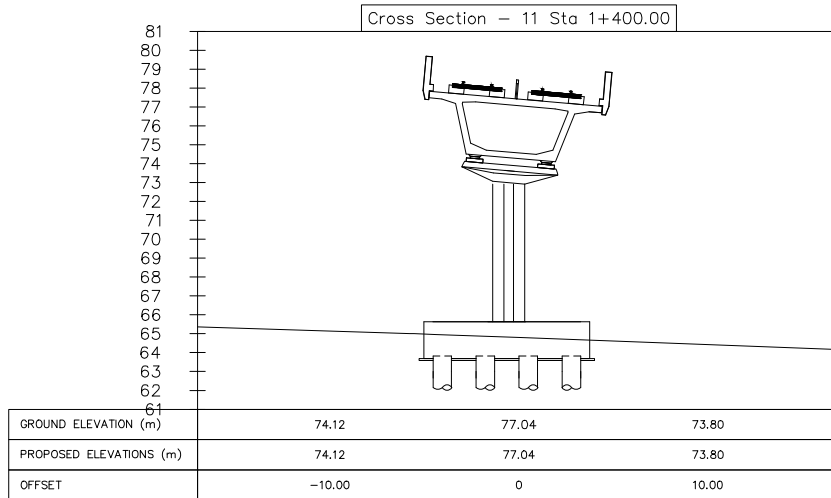
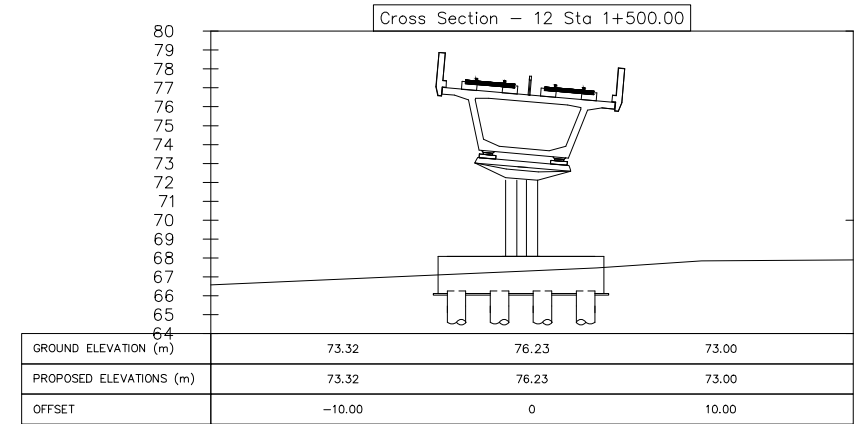
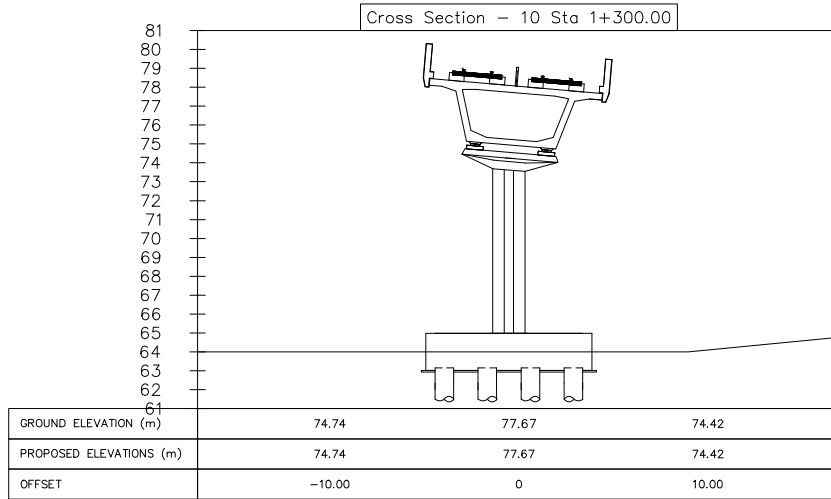
NO. LMBR

2

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

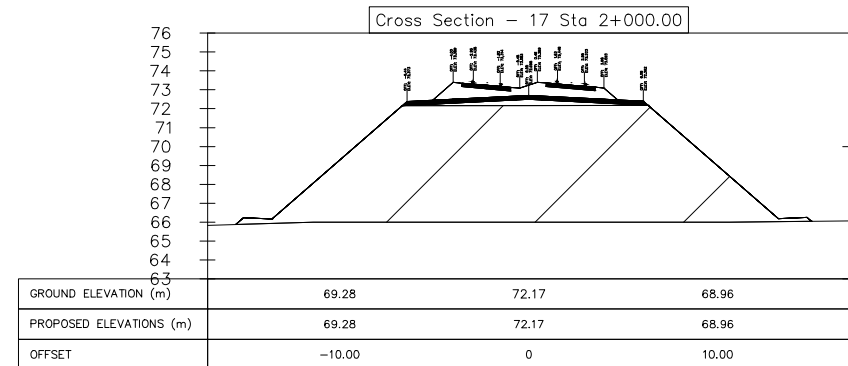
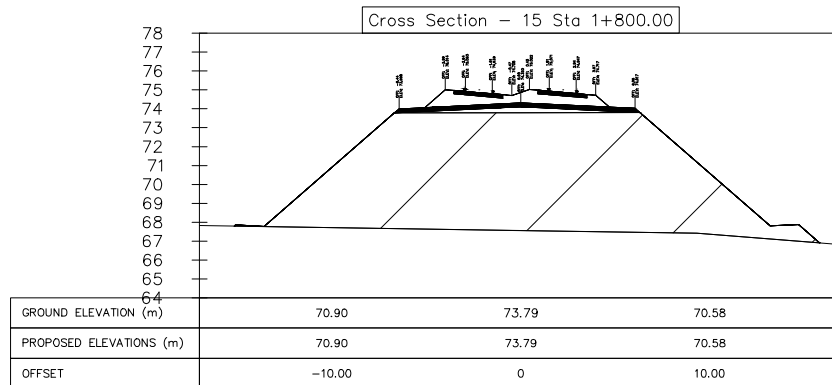
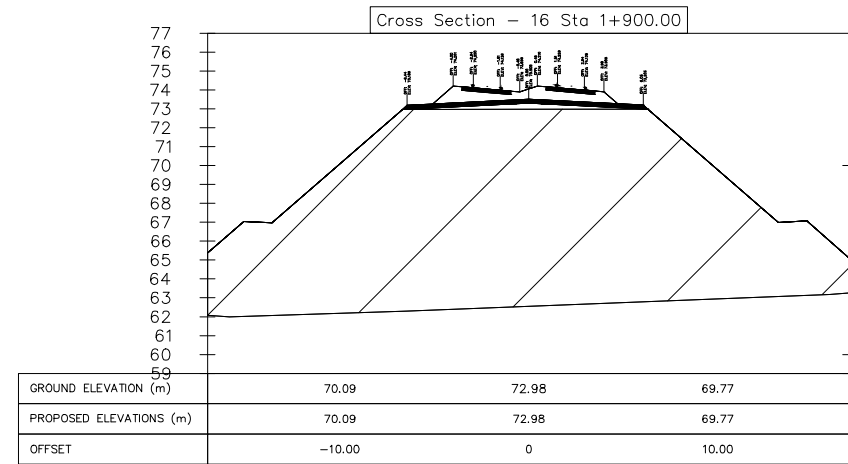
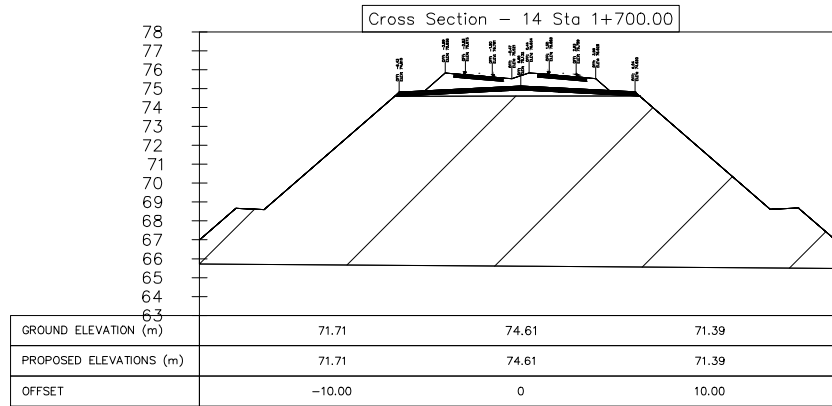
**NO. LMBR**

3

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR

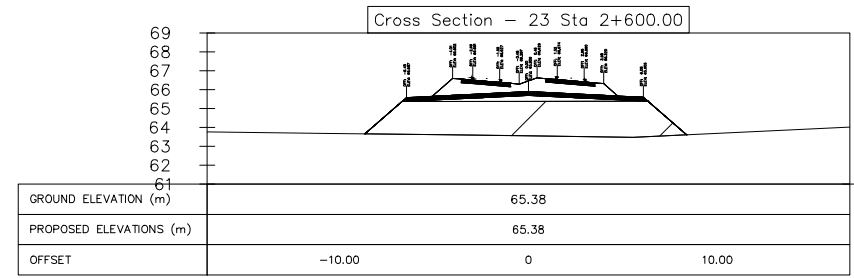
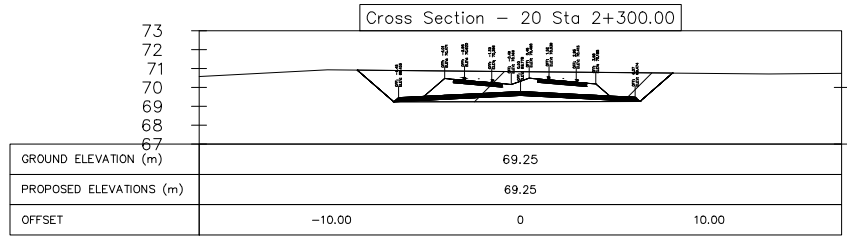
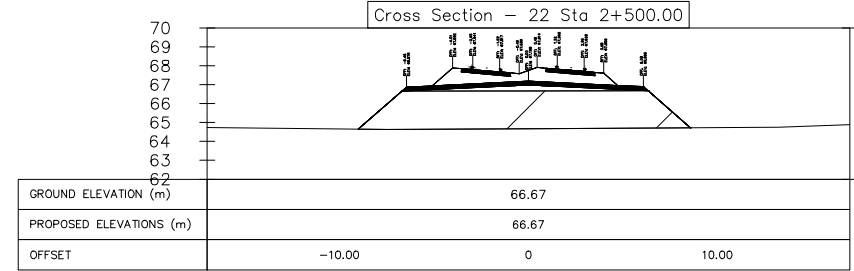
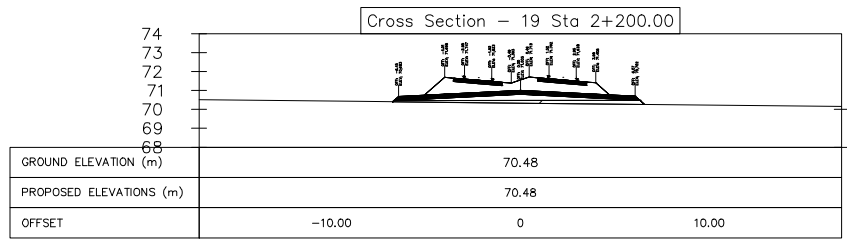
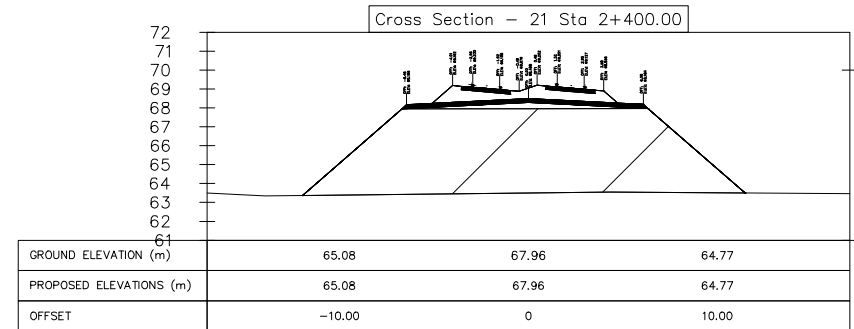
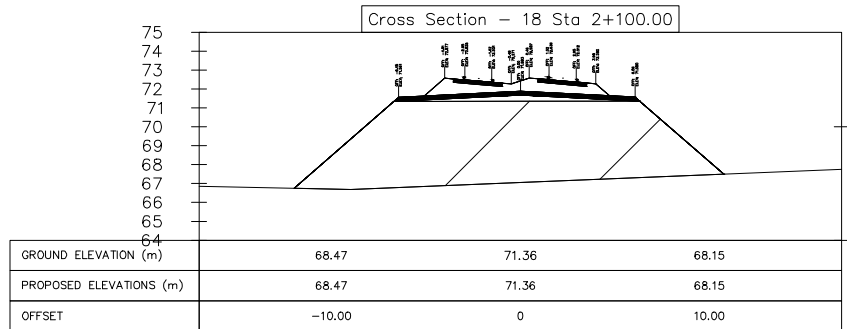
4

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

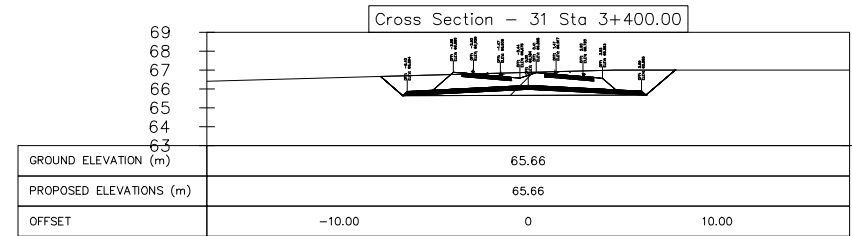
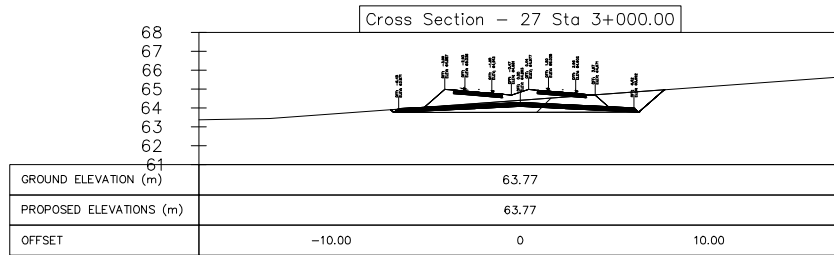
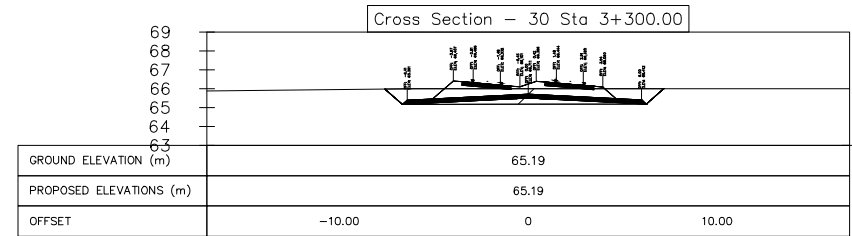
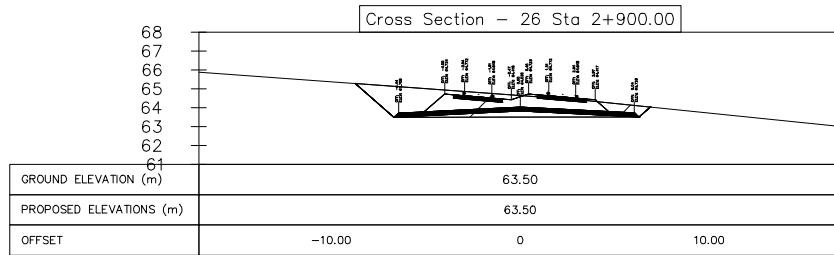
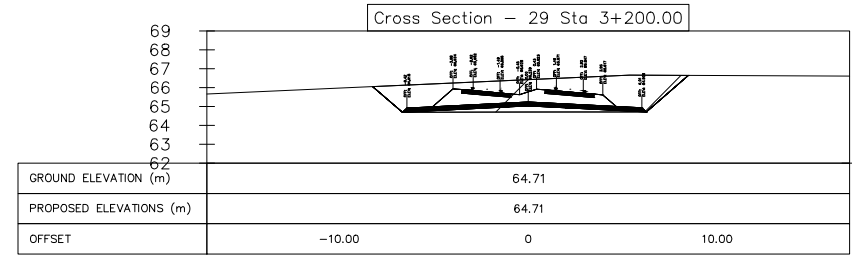
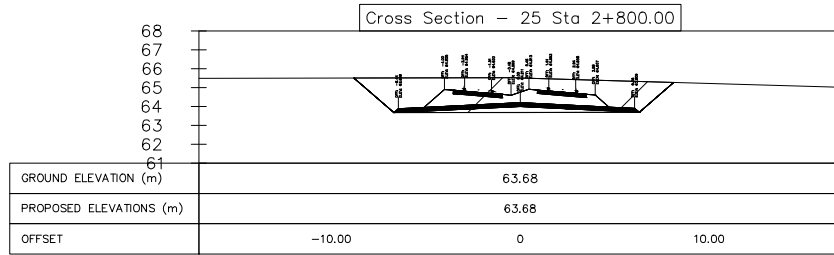
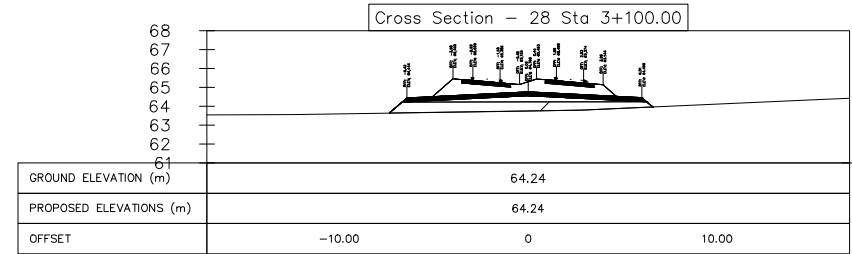
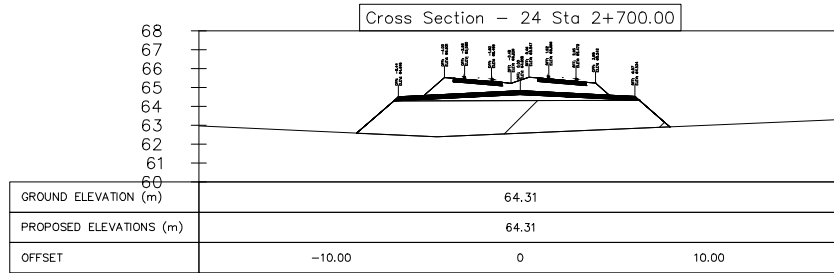
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 5

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

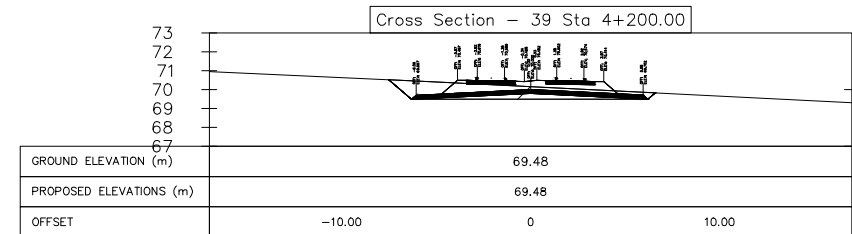
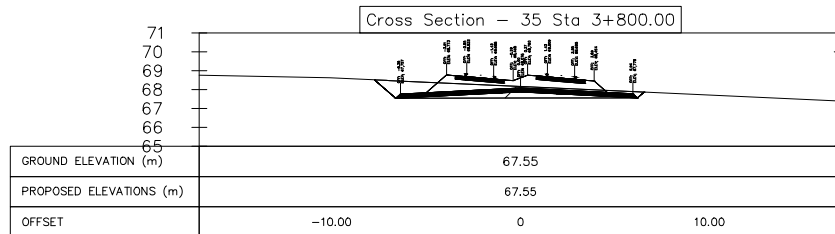
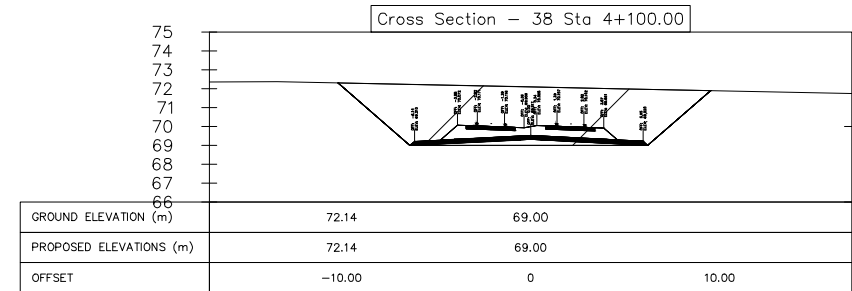
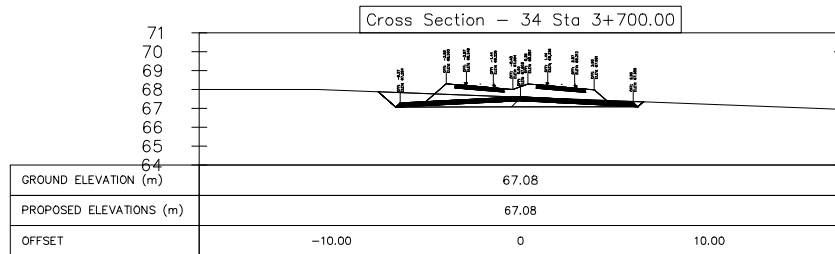
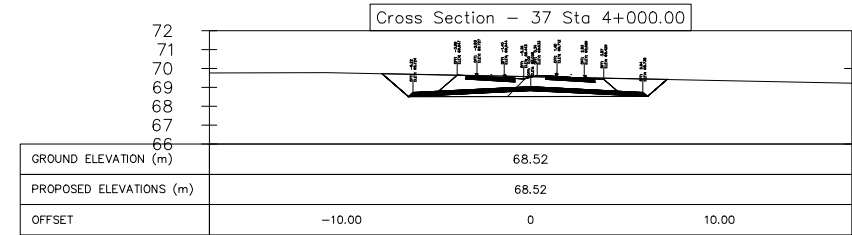
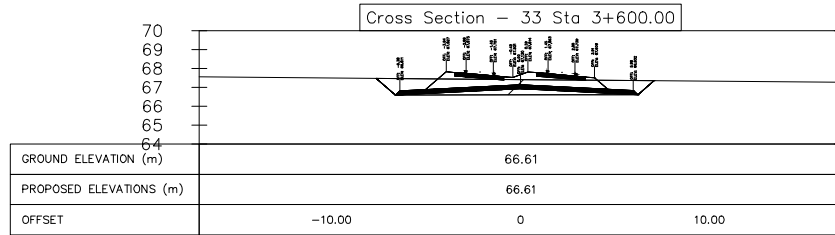
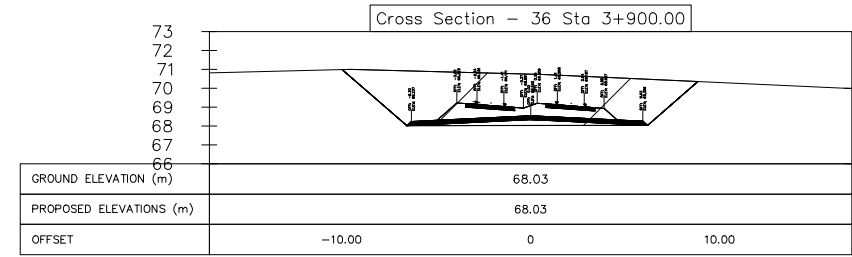
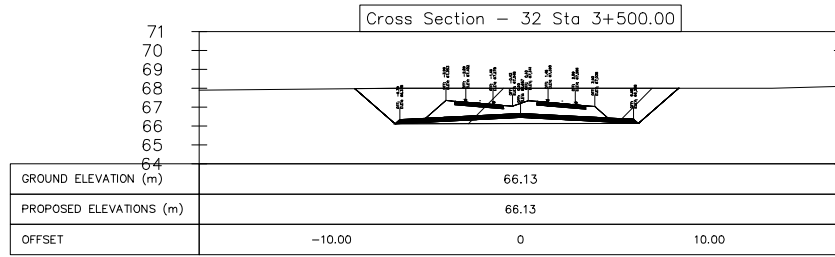
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 6

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

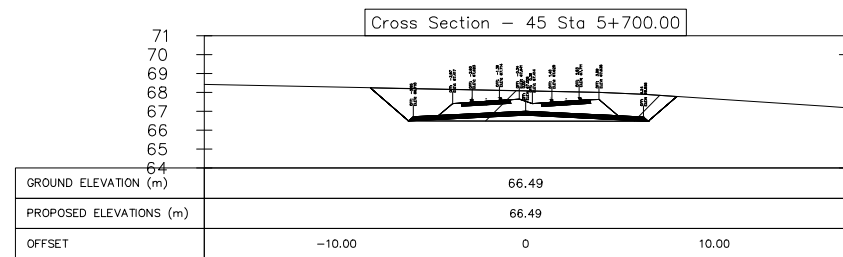
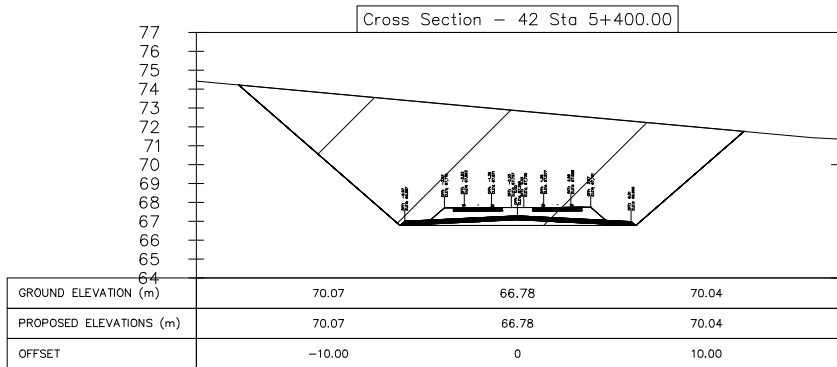
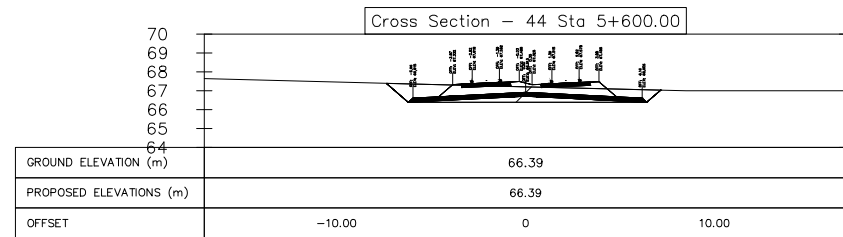
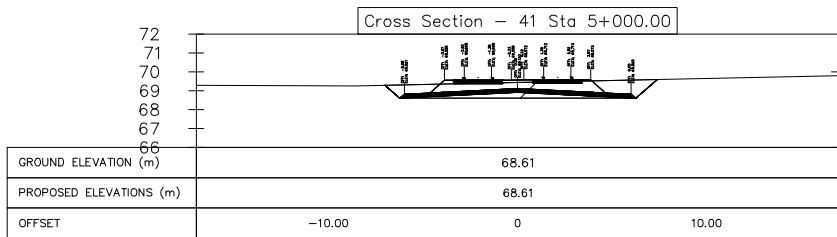
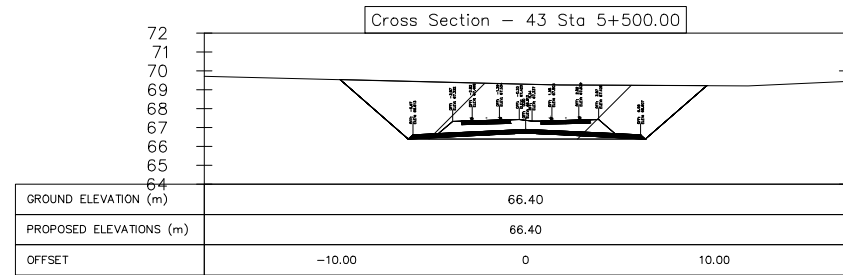
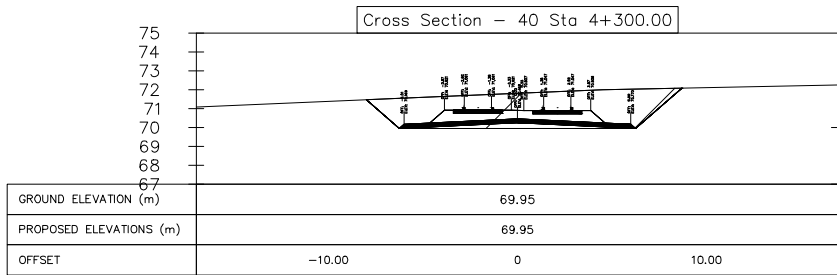
**NO. LMBR**

7

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

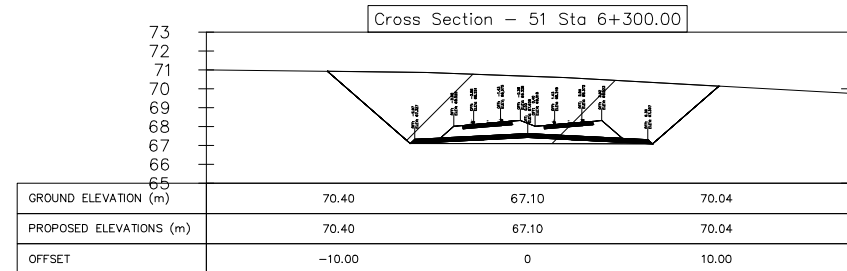
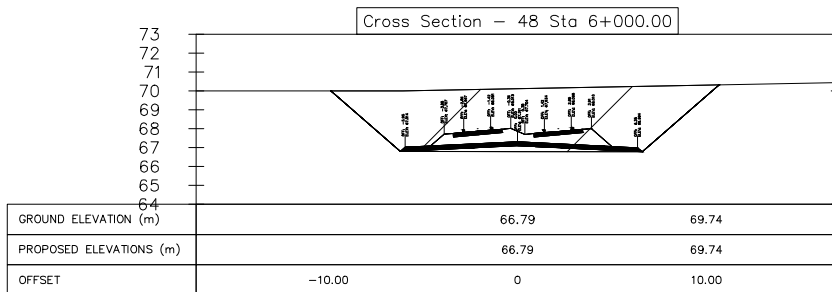
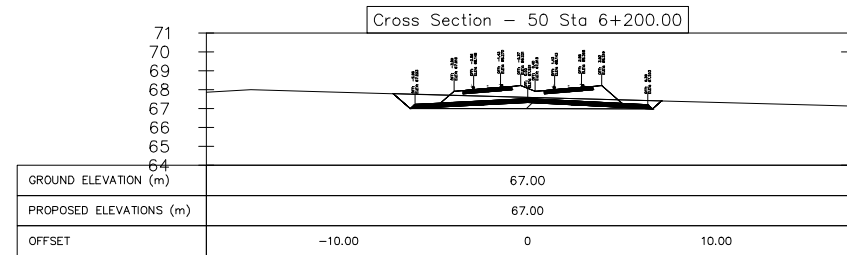
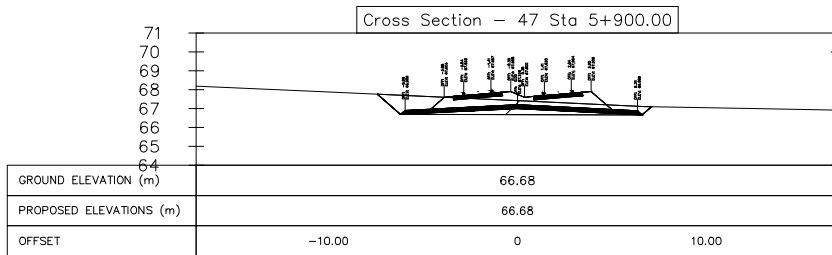
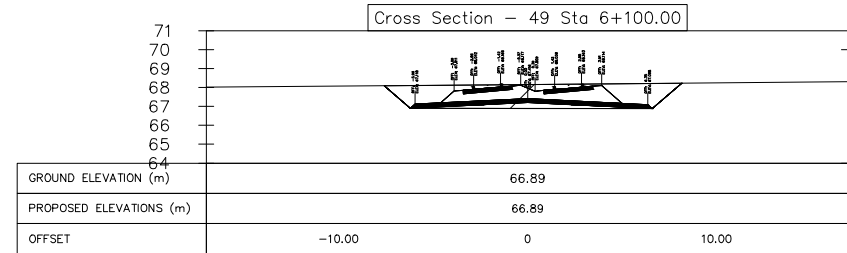
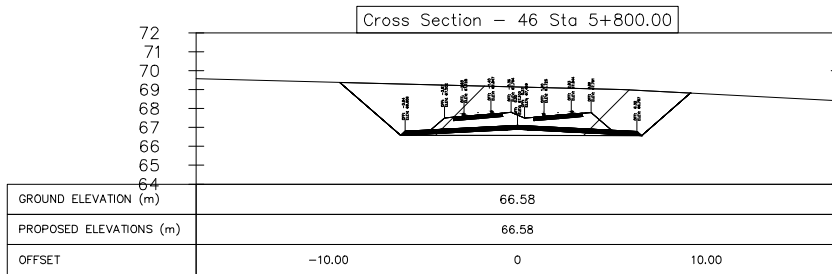
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 8

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

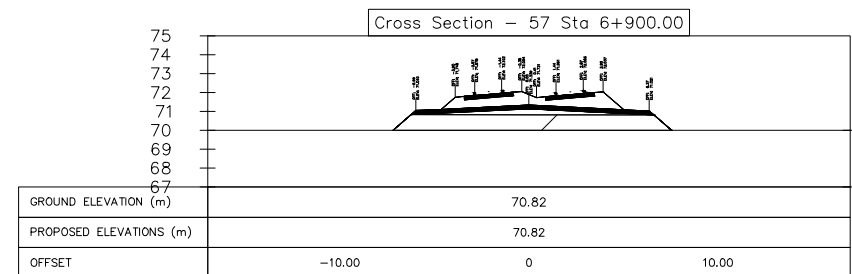
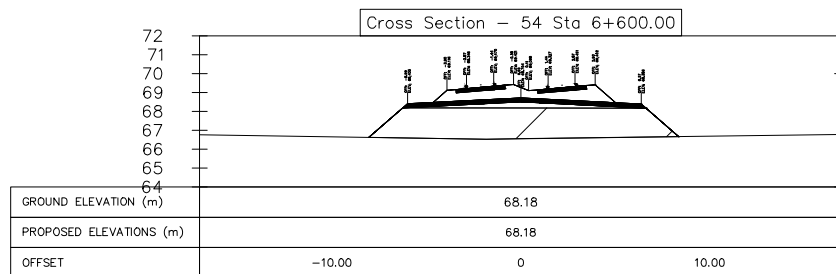
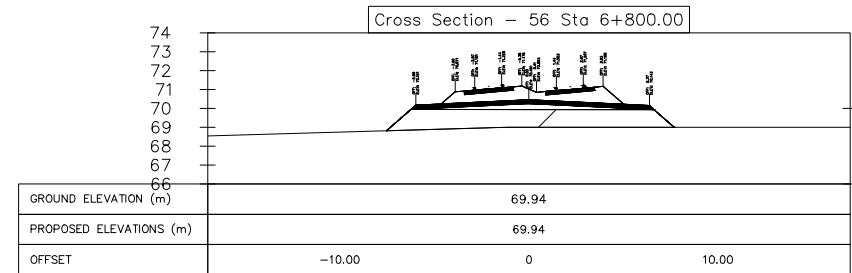
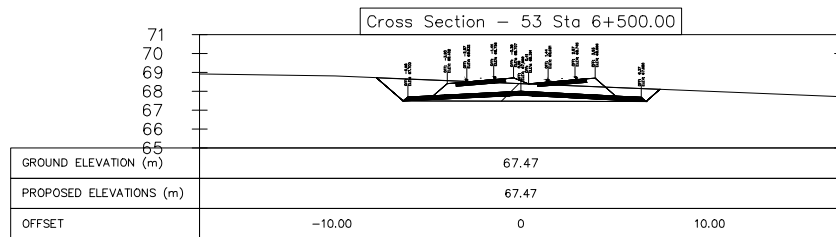
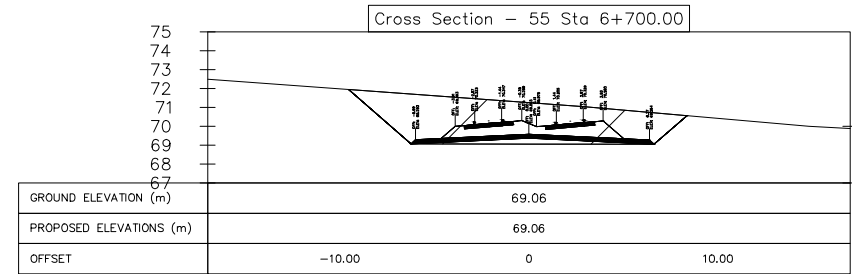
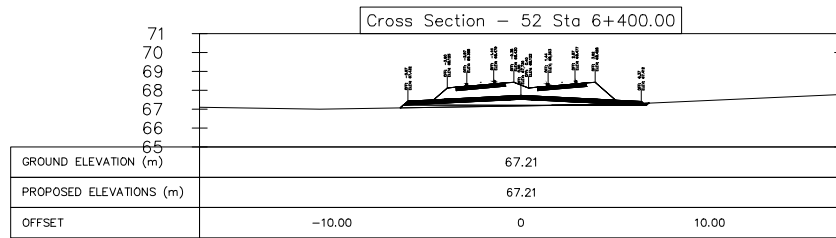
**NO. LMBR**

9

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

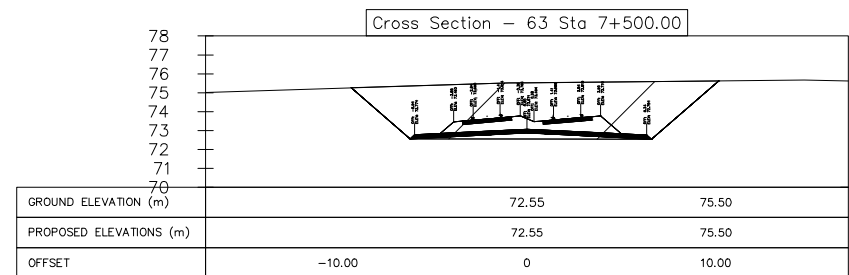
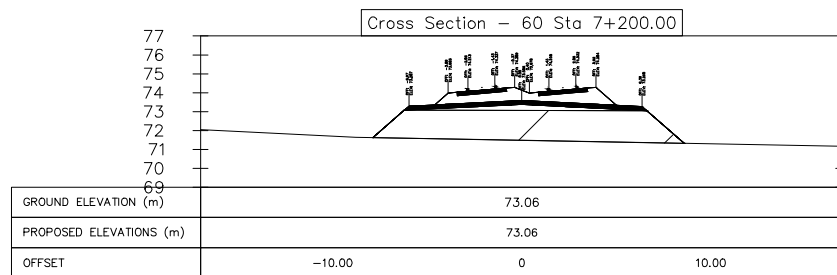
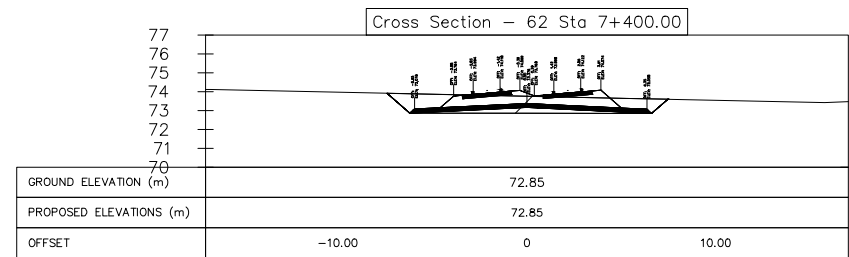
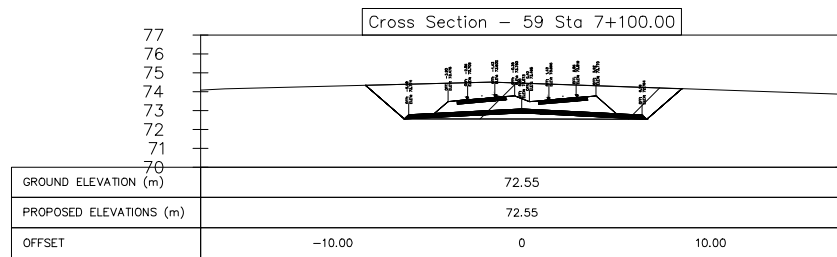
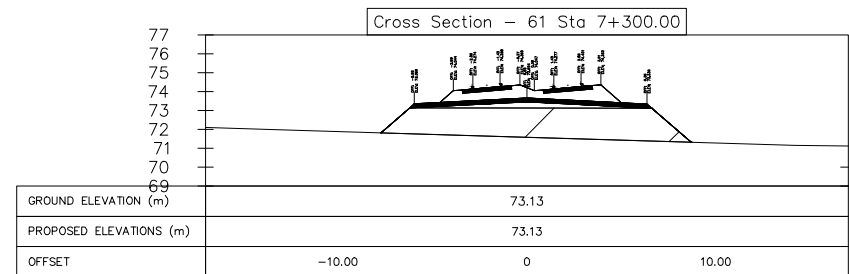
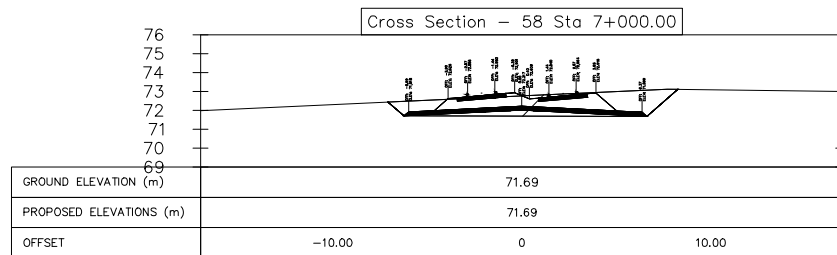
NO. LMBR

10

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

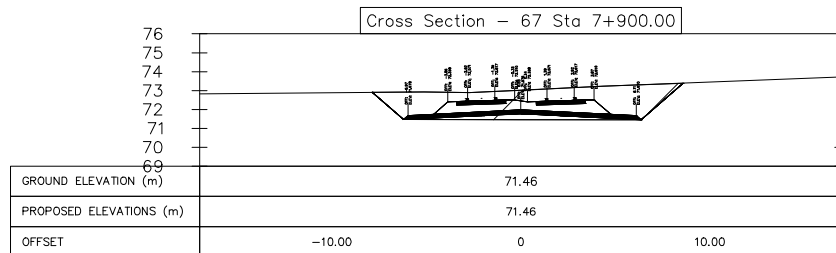
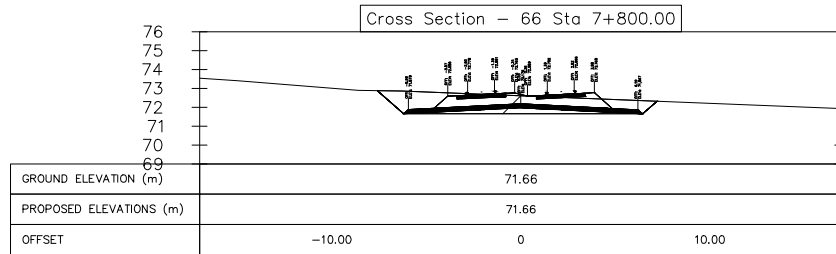
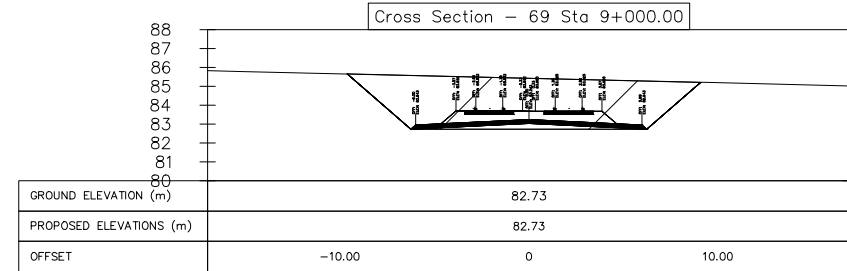
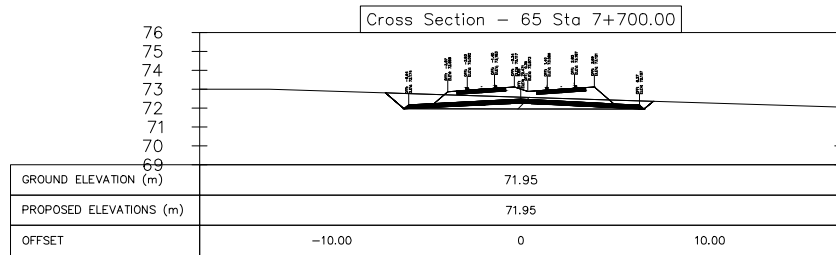
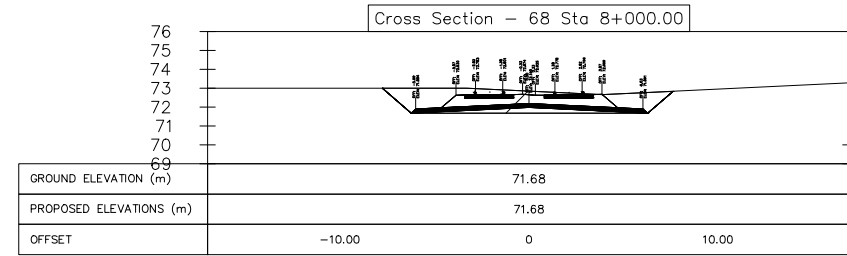
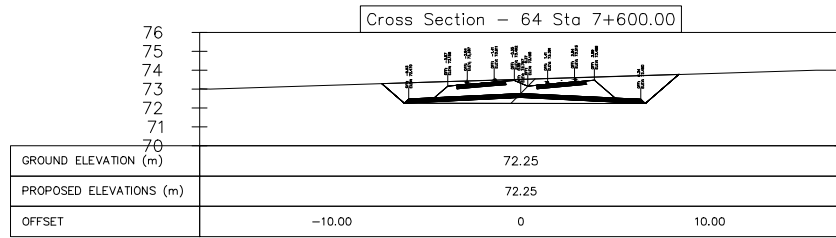
NO. LMBR

11

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

**NO. LMBR**

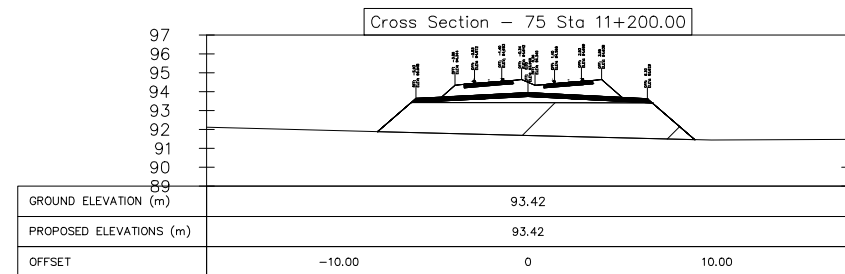
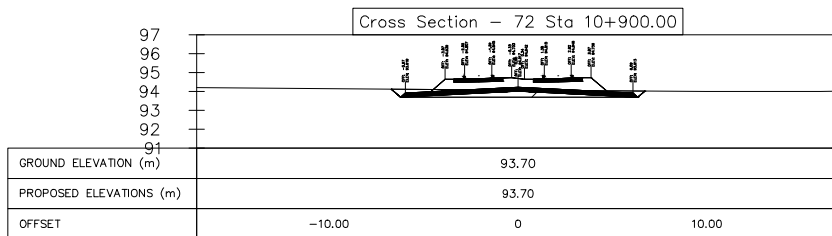
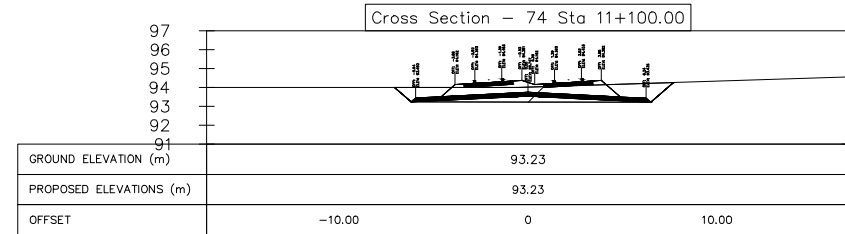
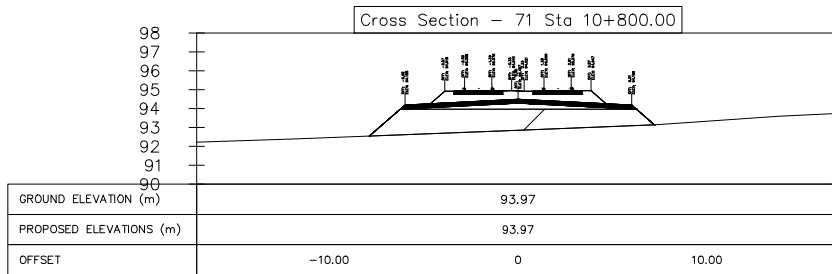
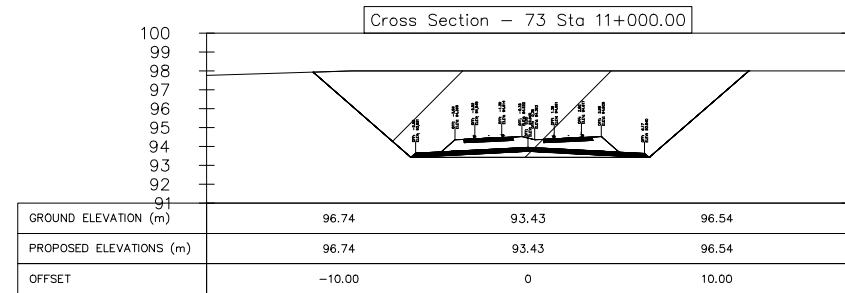
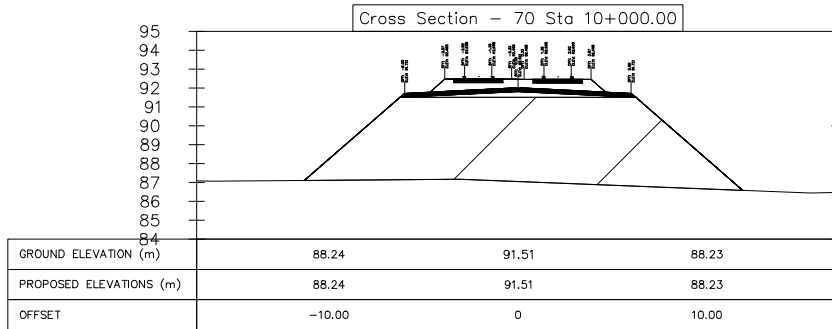
12

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

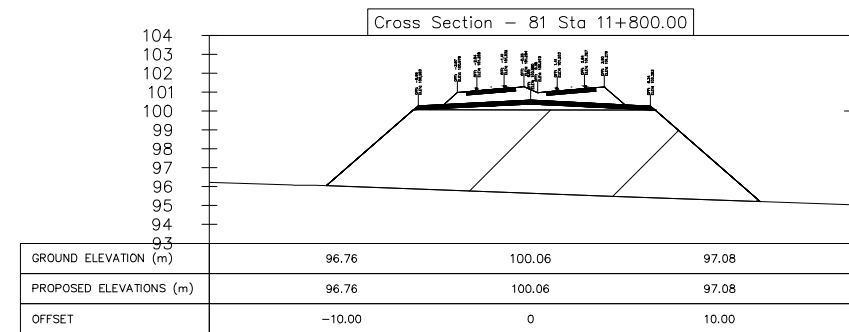
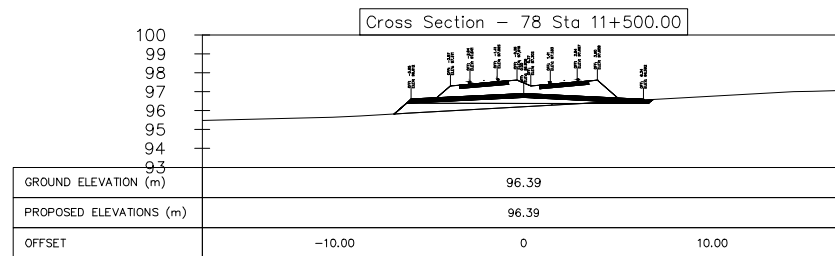
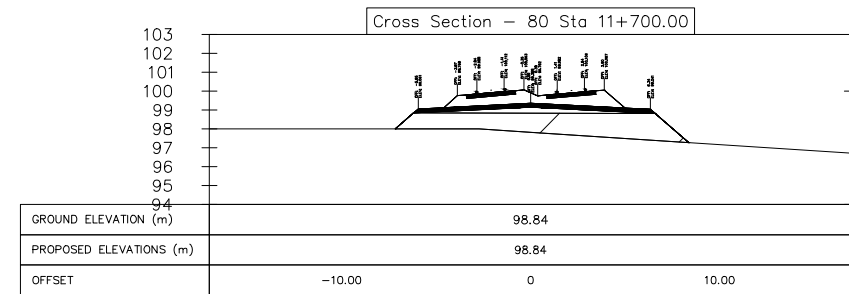
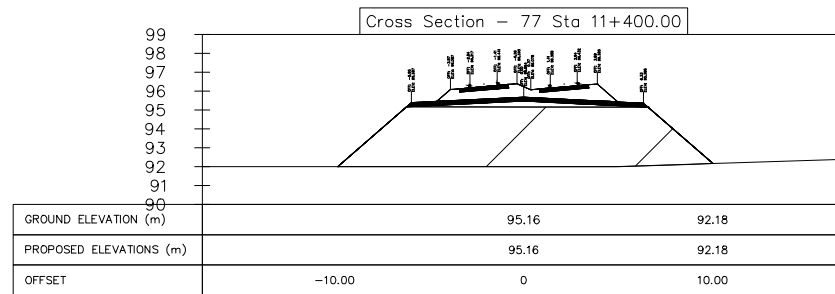
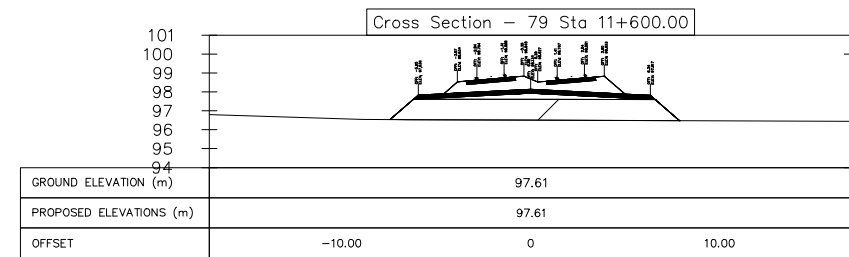
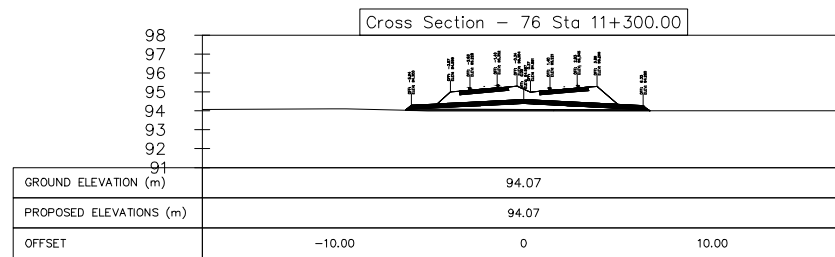
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 13

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
DAN KEBUMIHAN  
Program Studi Teknik Sipil  
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
Judul Gambar = Pot. Melintang  
Skala Horizontal = 1 : 400  
Skala Vertikal = 1 : 400

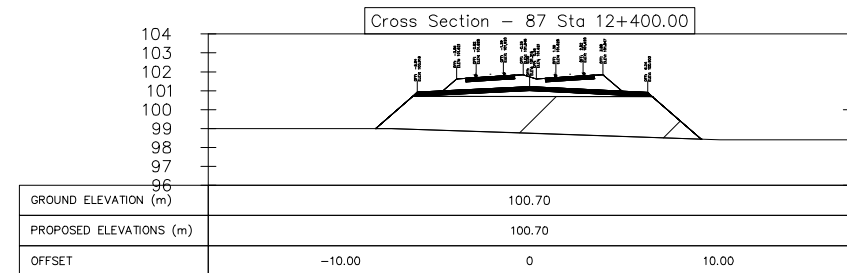
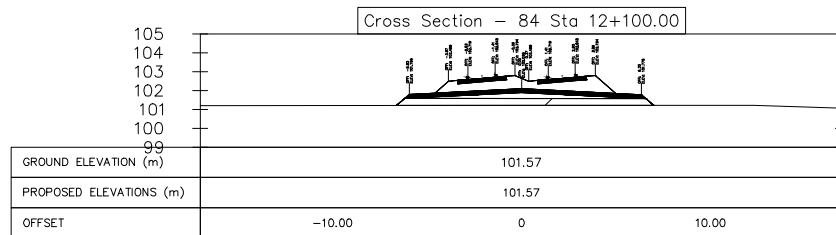
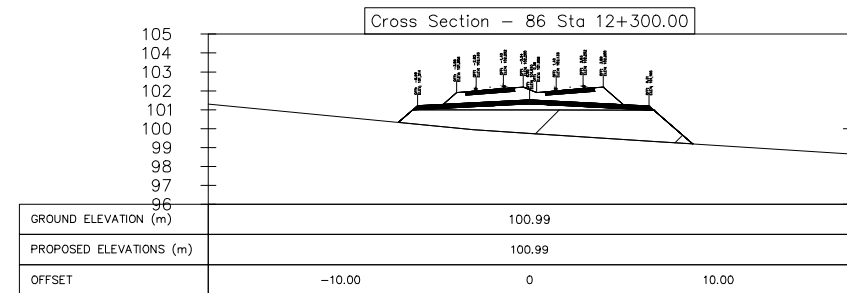
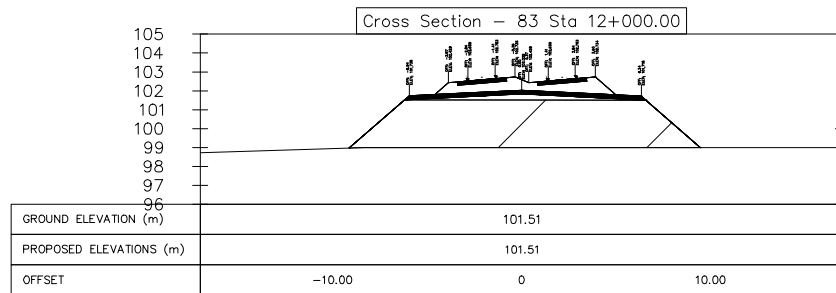
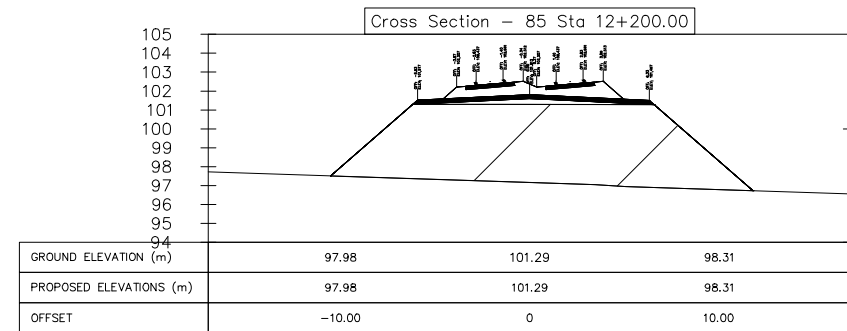
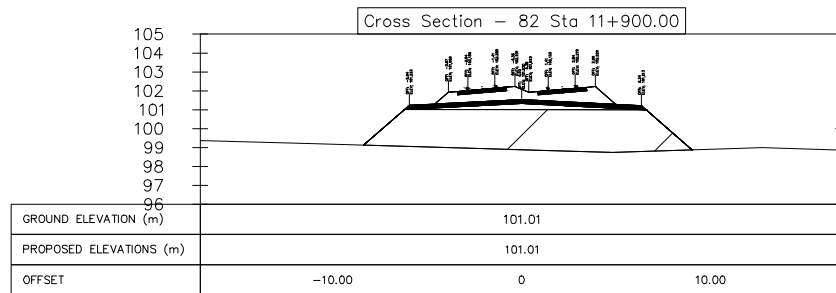
NO. LMBR

14

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

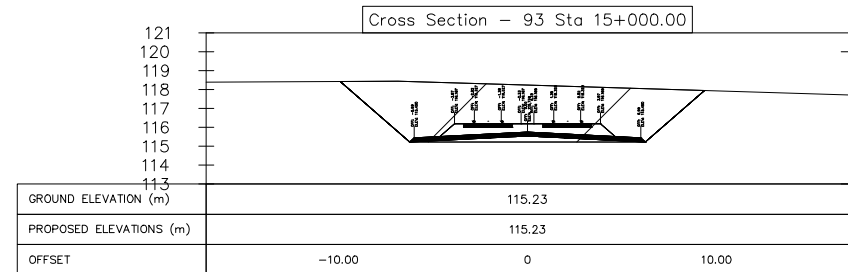
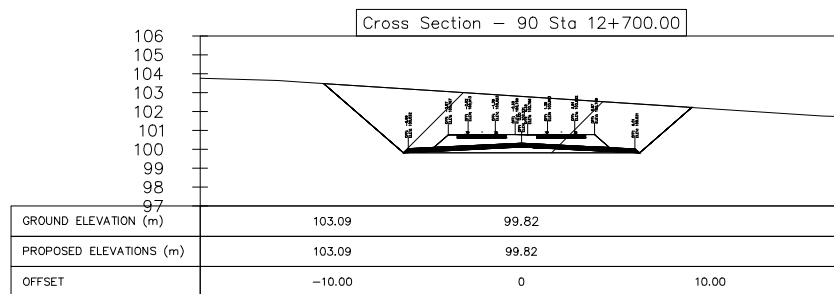
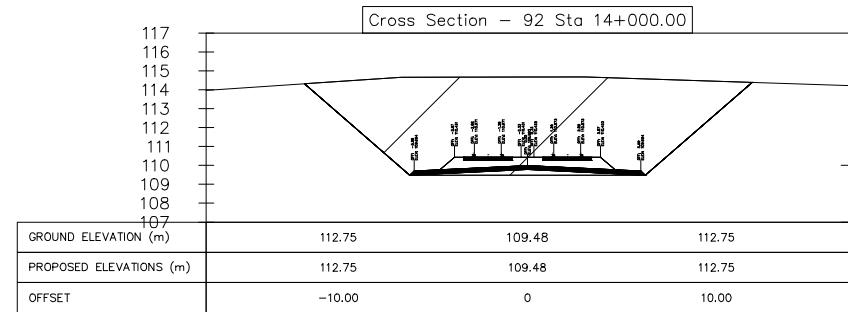
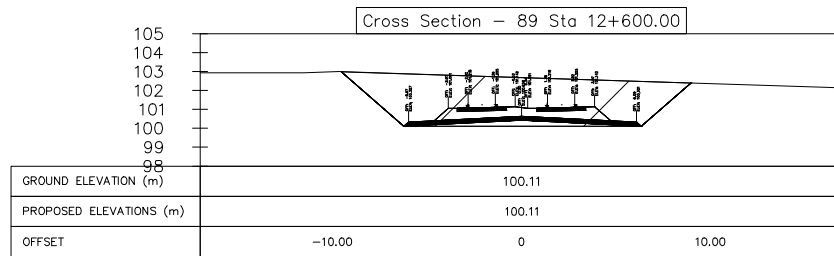
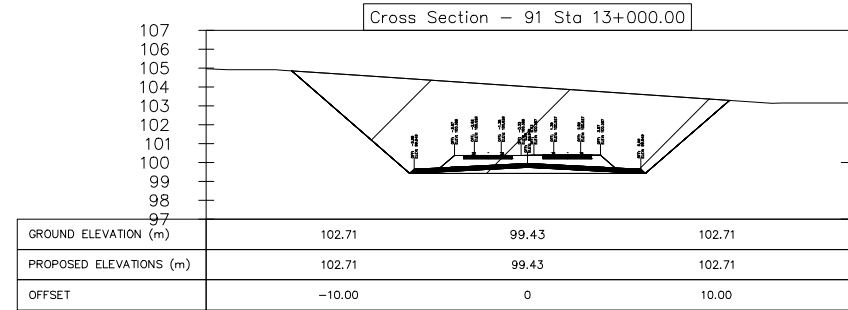
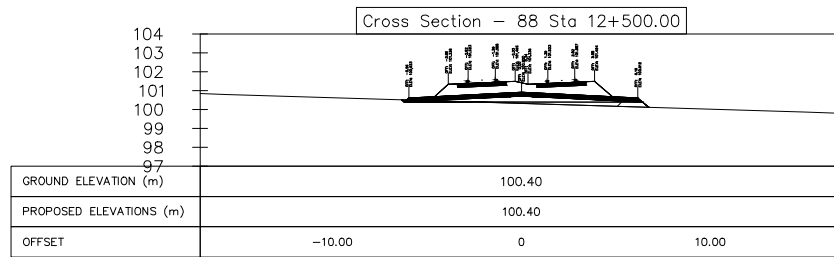
NO. LMBR

15

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .0311174500019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

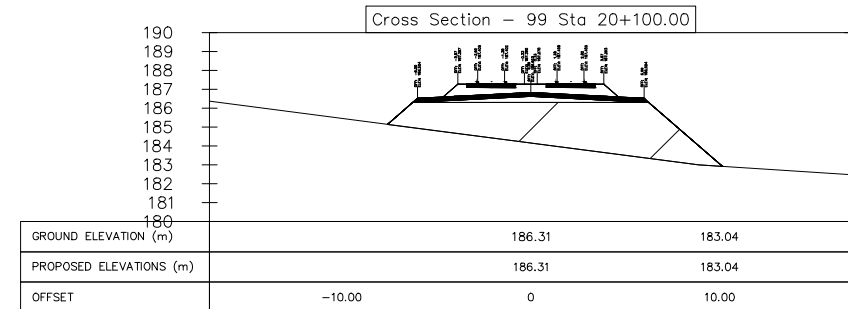
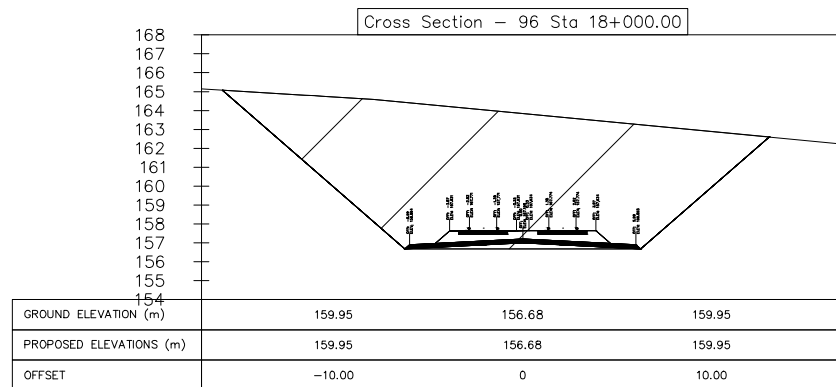
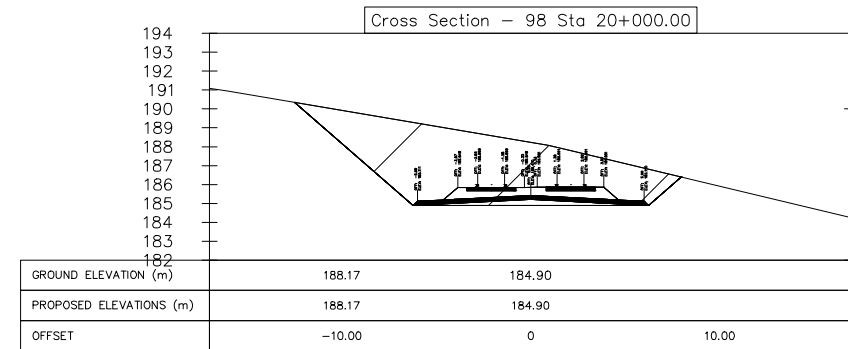
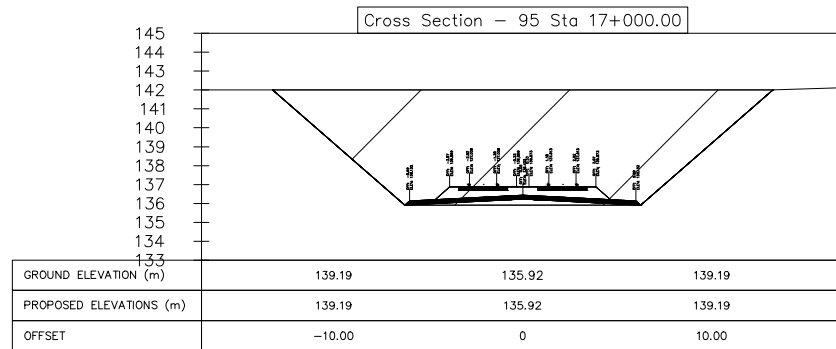
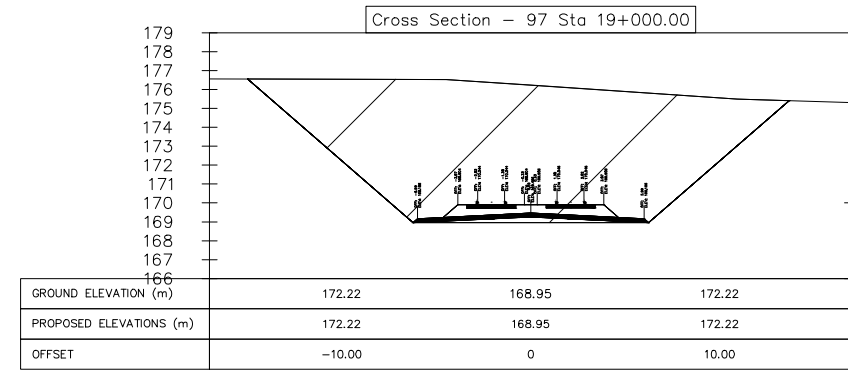
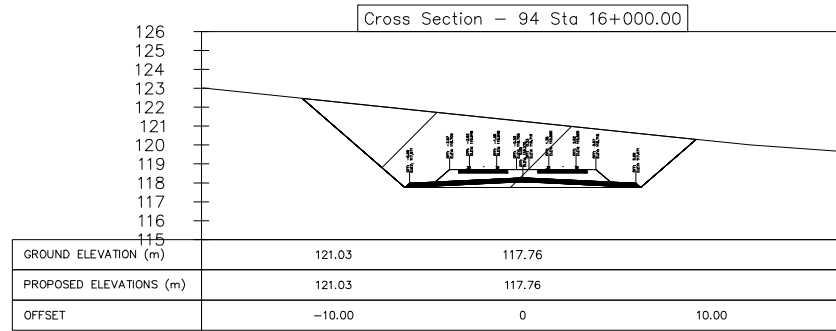
NO. LMBR

16

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

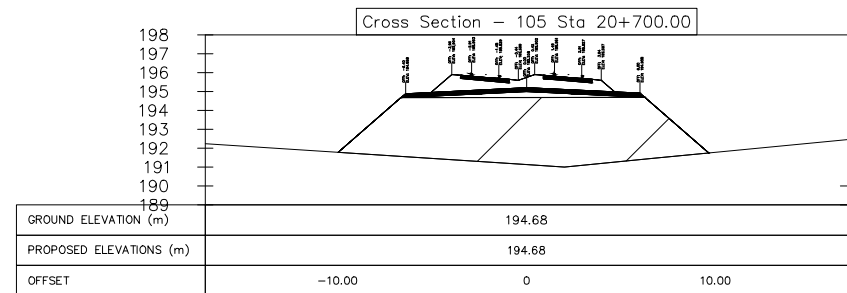
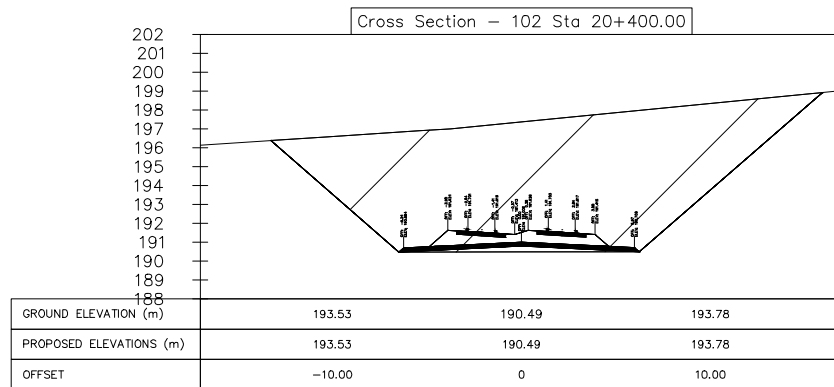
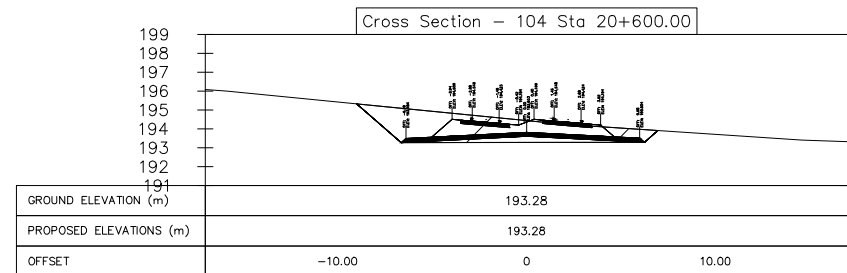
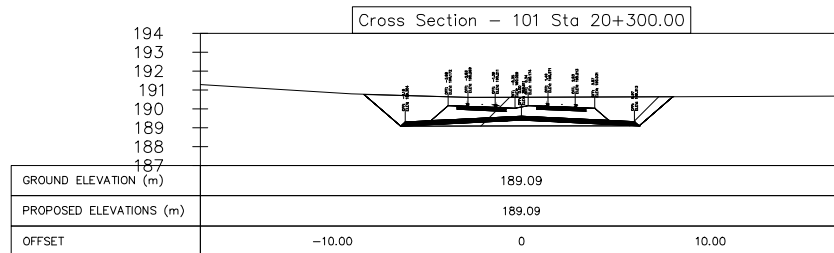
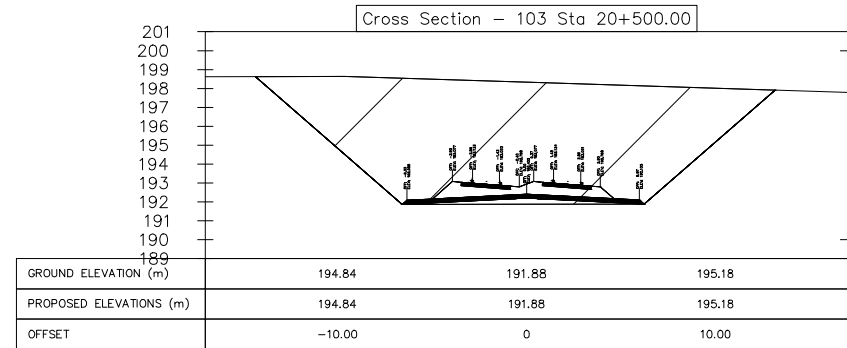
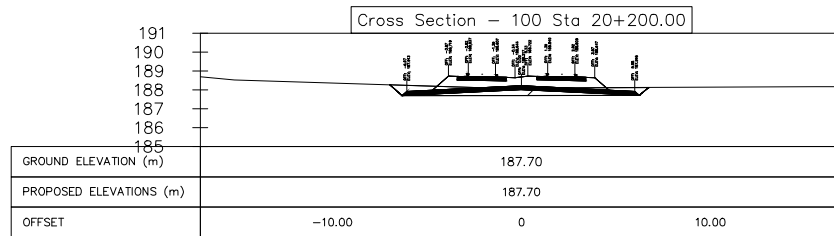
**NO. LMBR**

17

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

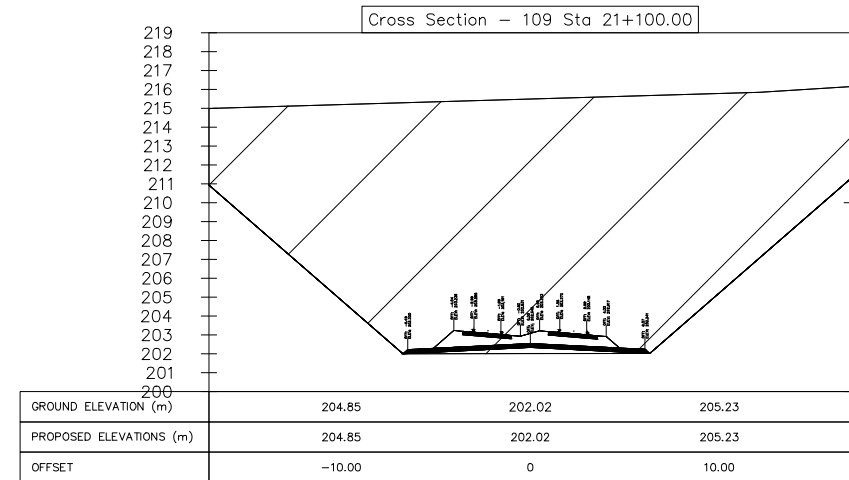
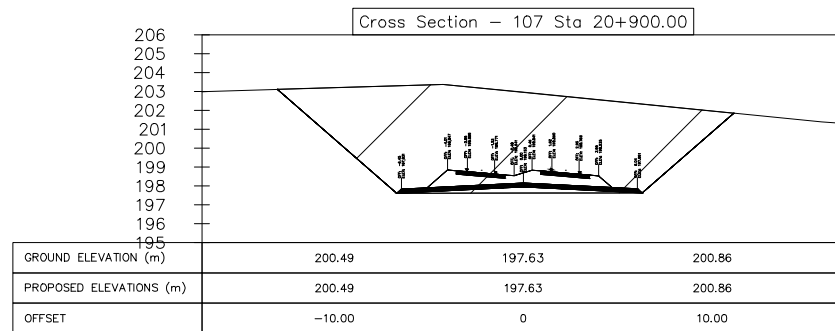
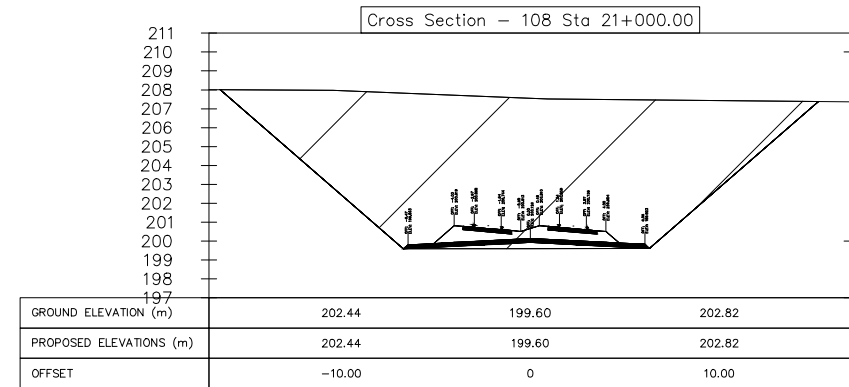
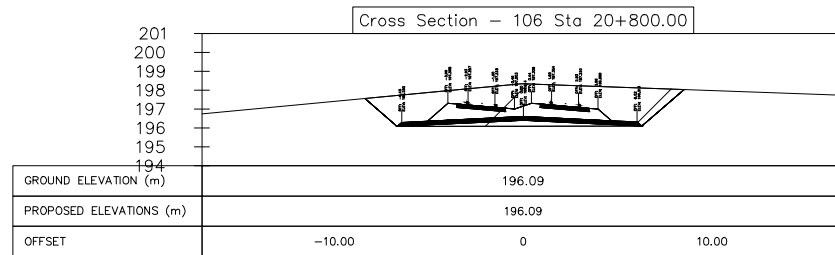
NO. LMBR

18

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

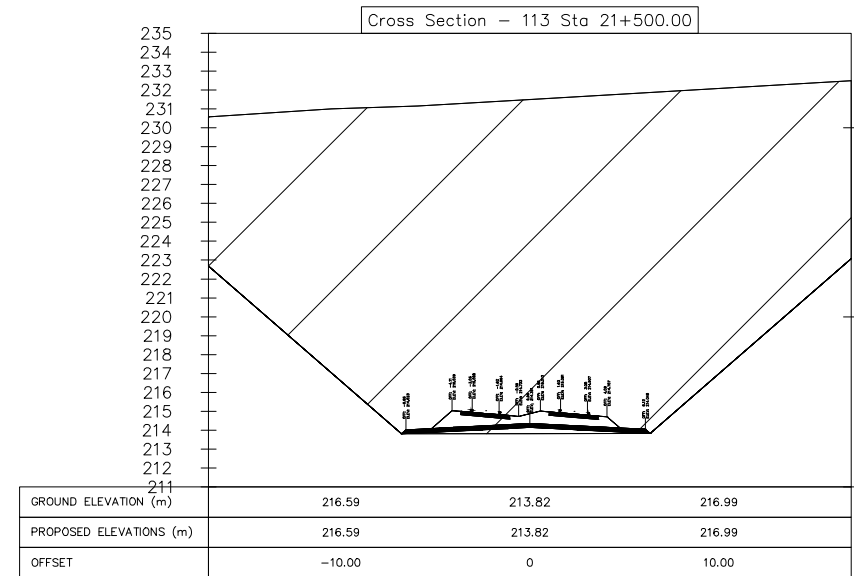
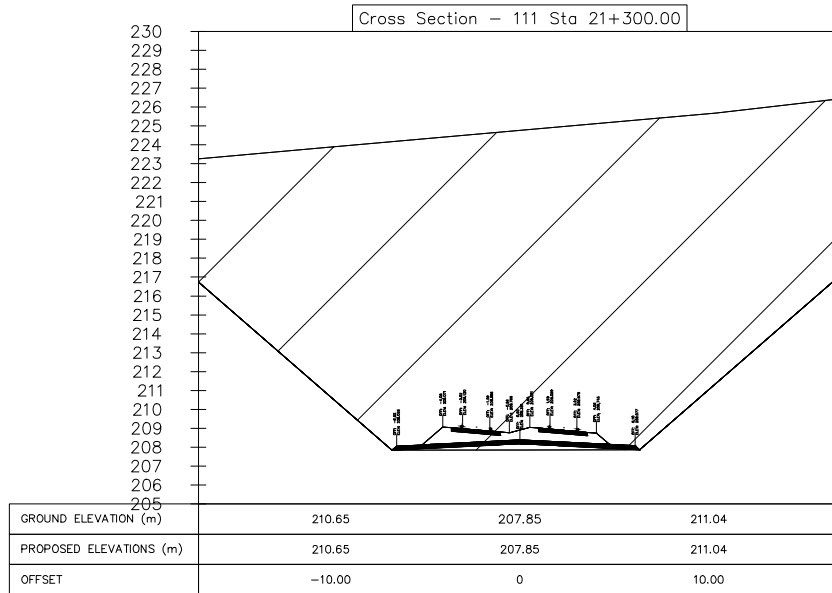
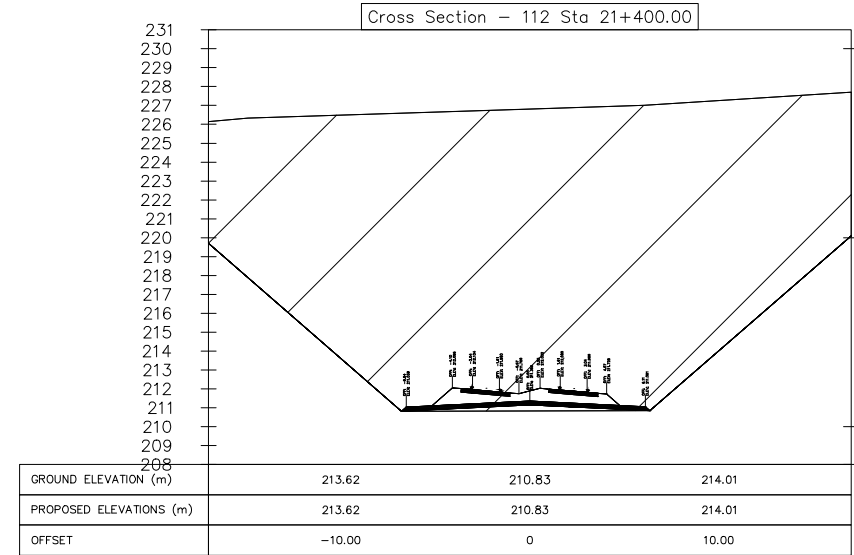
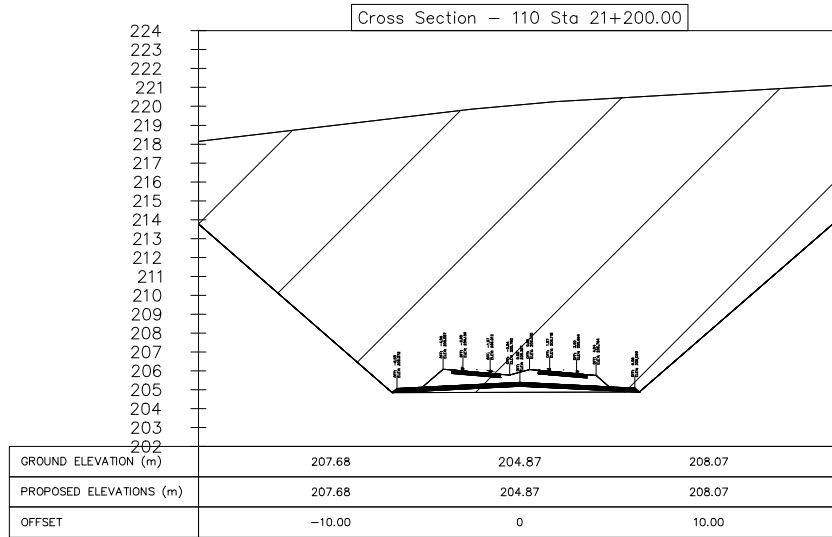
**NO. LMBR**

19

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**

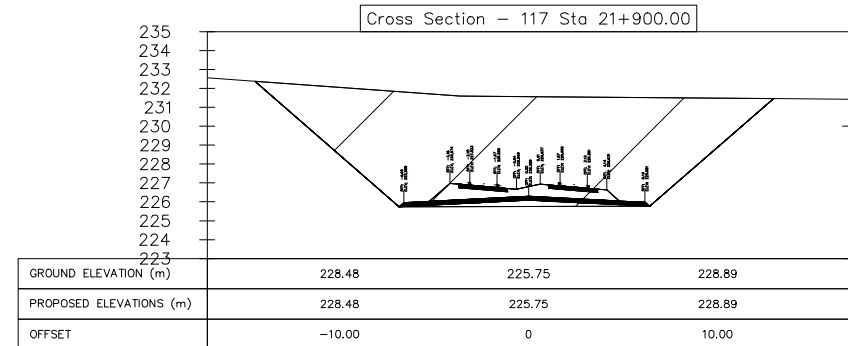
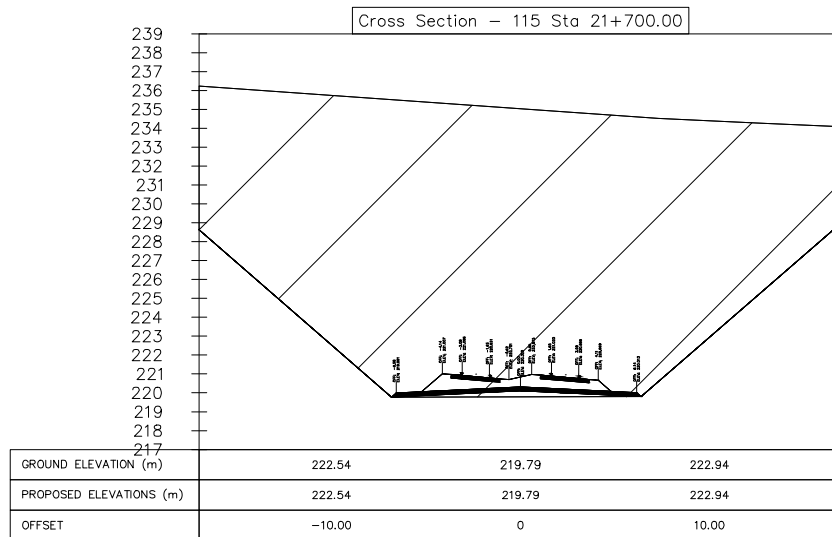
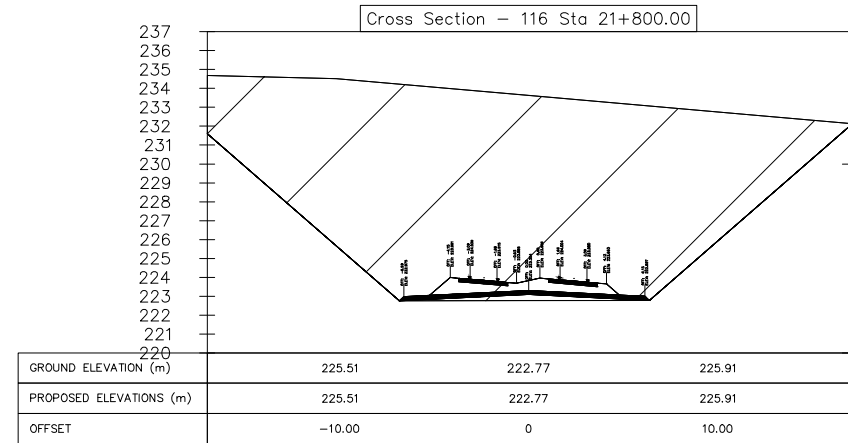
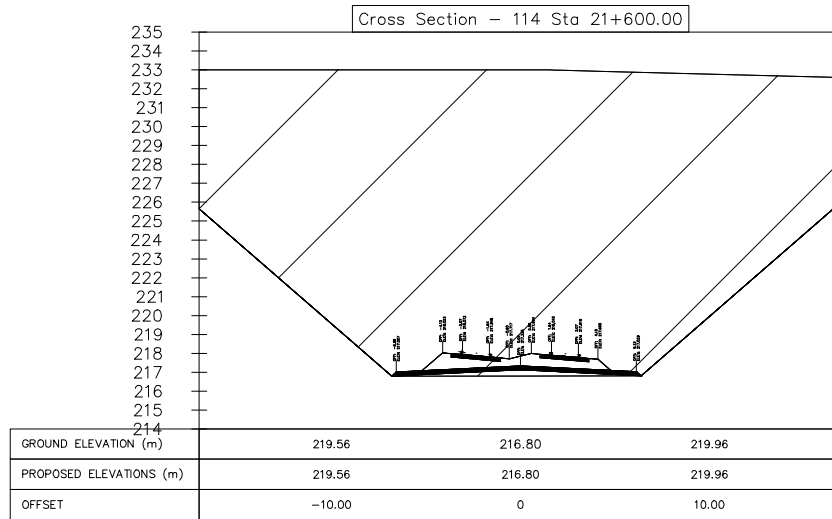
20

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

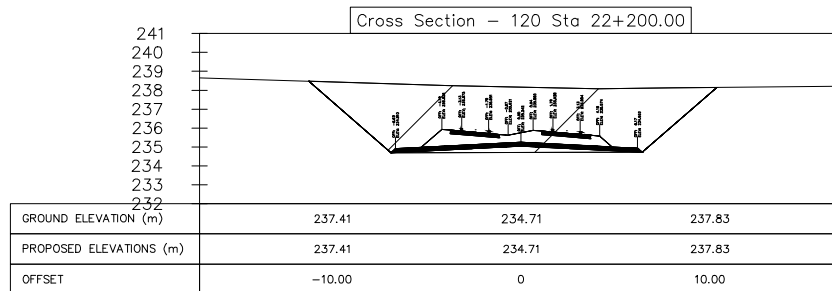
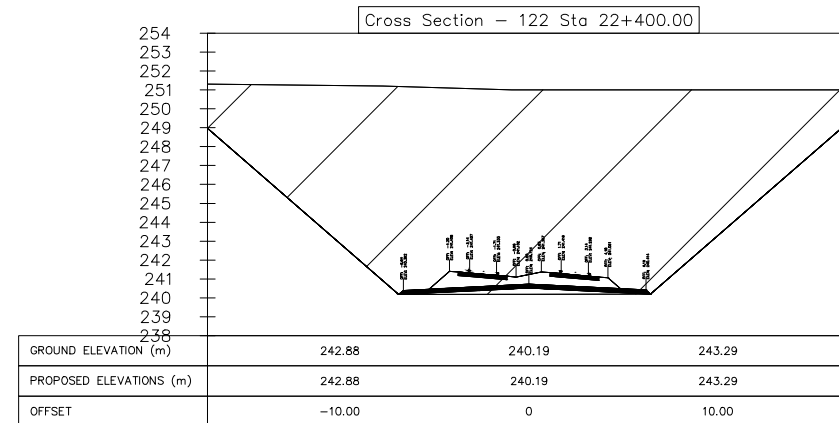
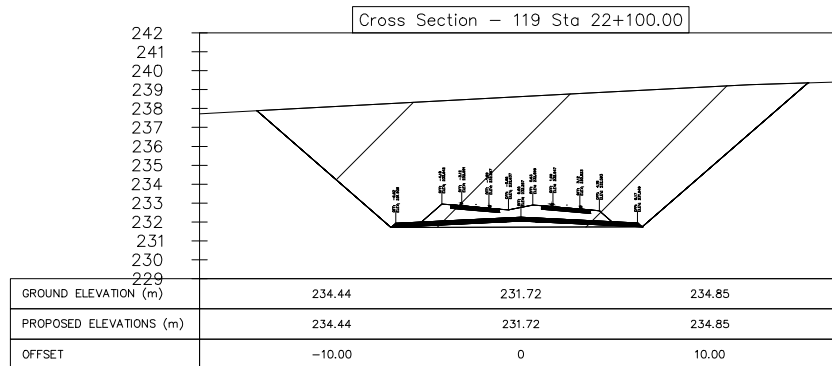
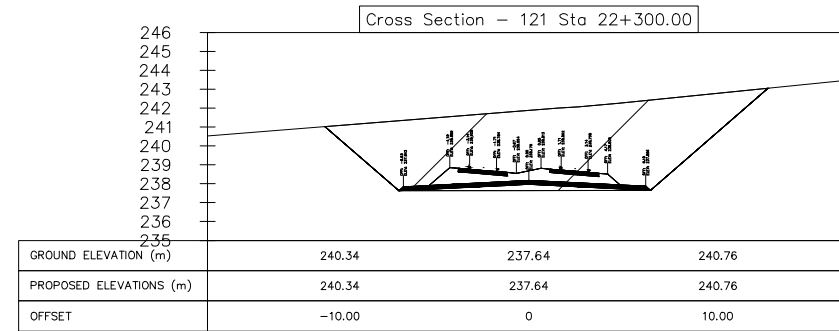
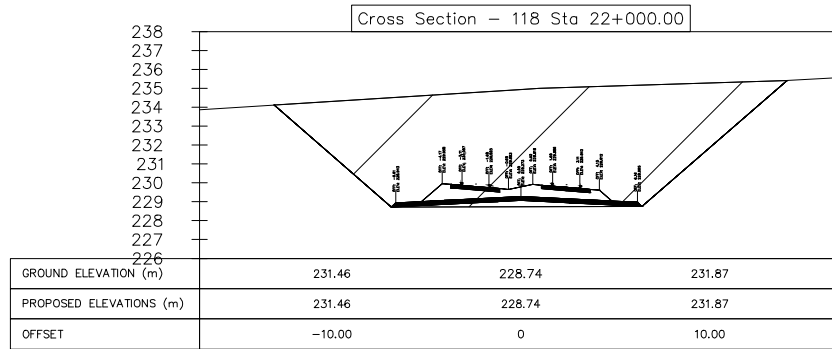
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 21

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

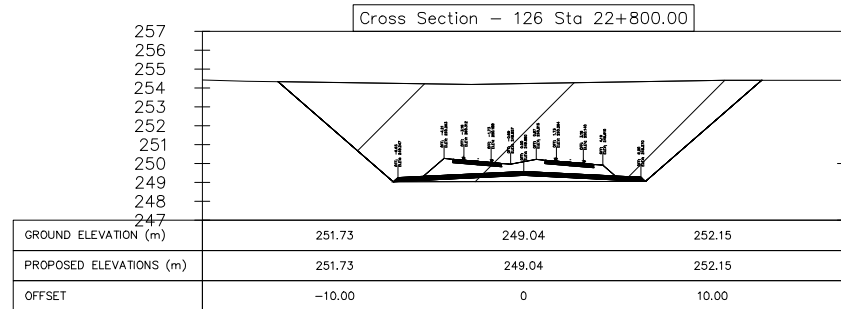
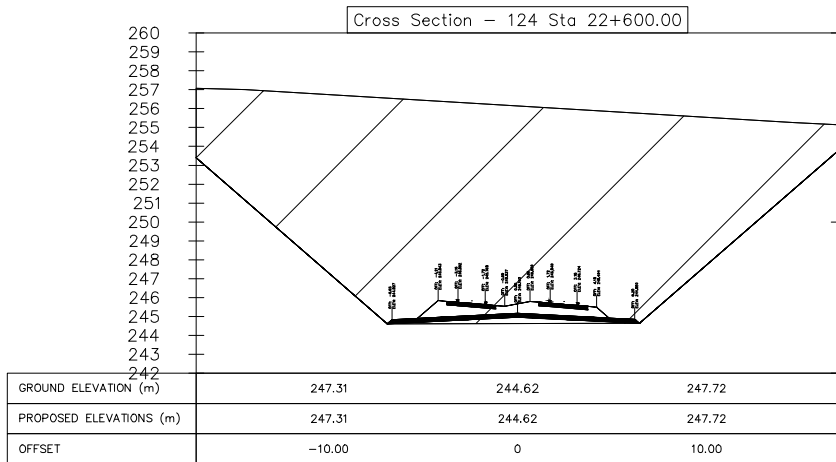
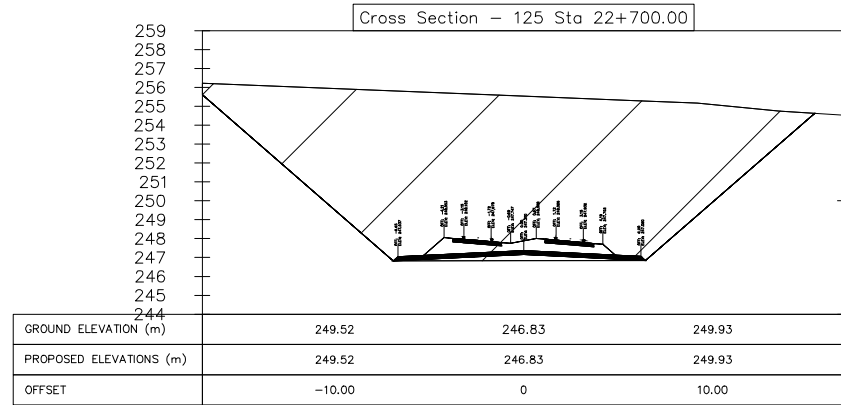
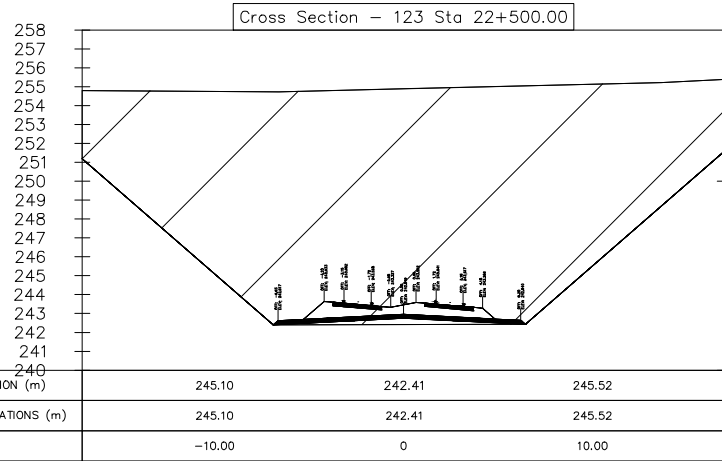
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 22

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

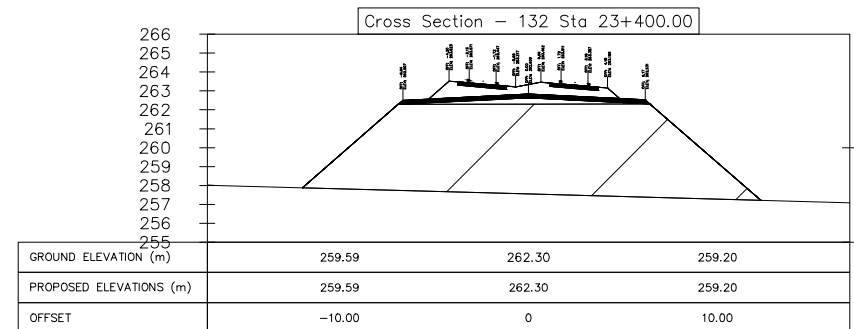
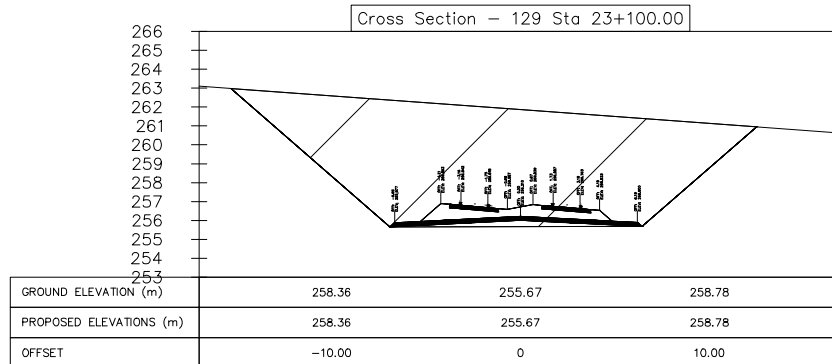
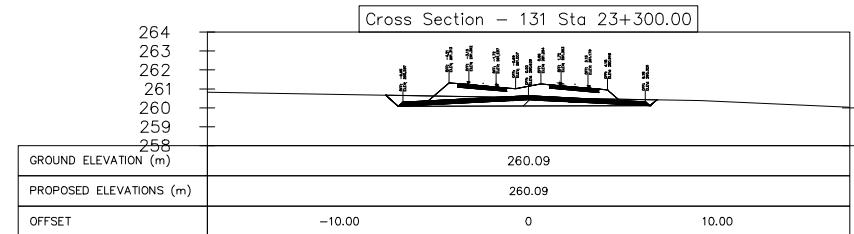
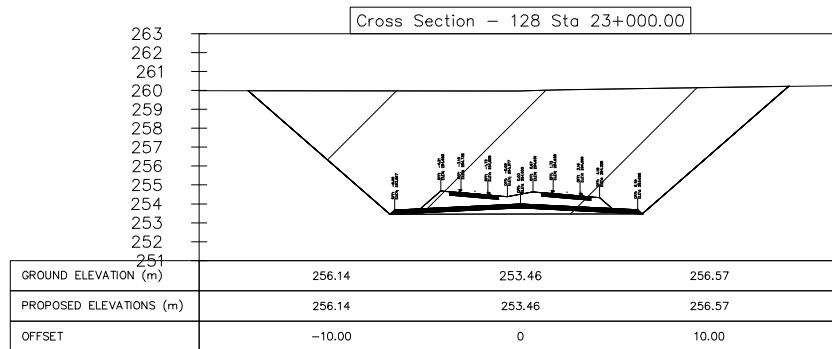
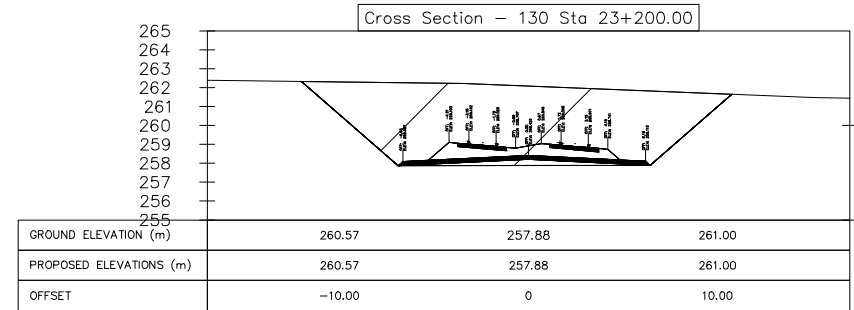
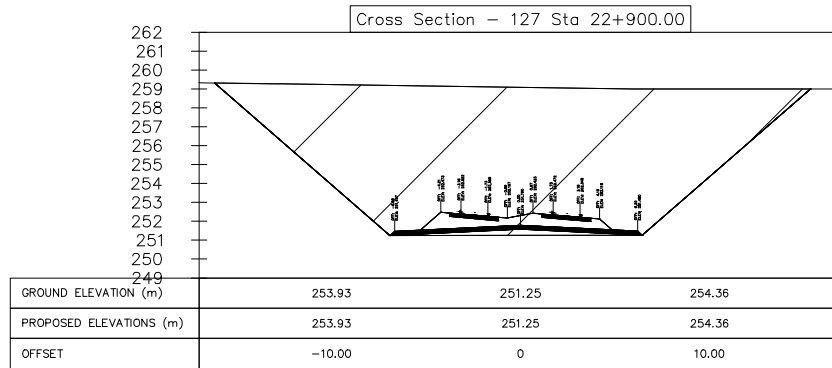
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 23

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

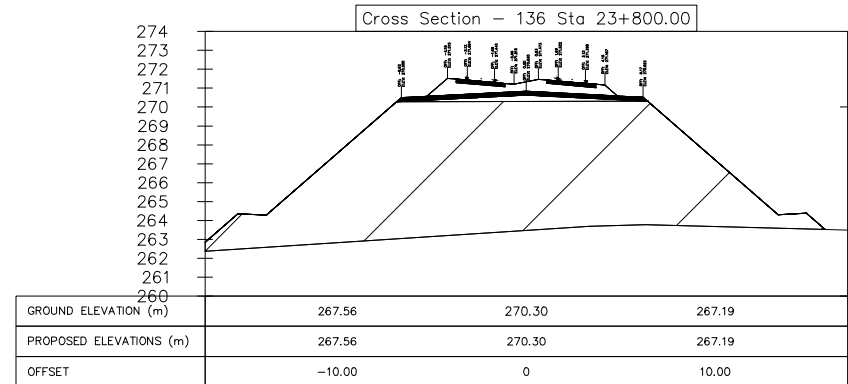
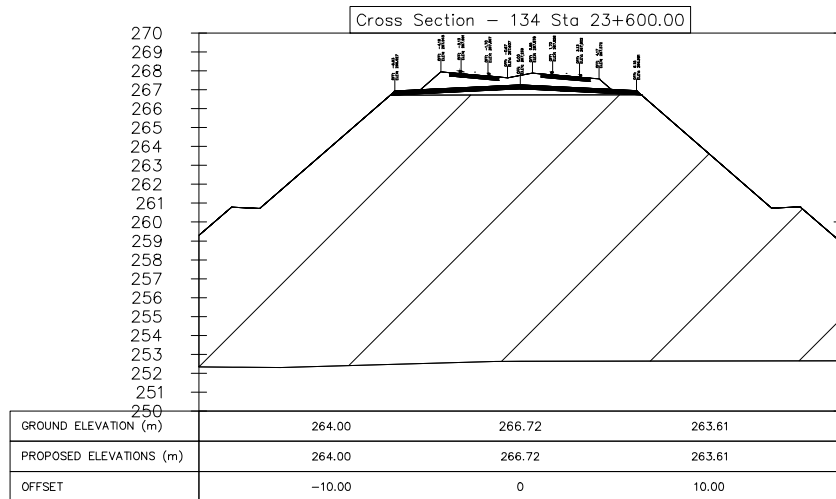
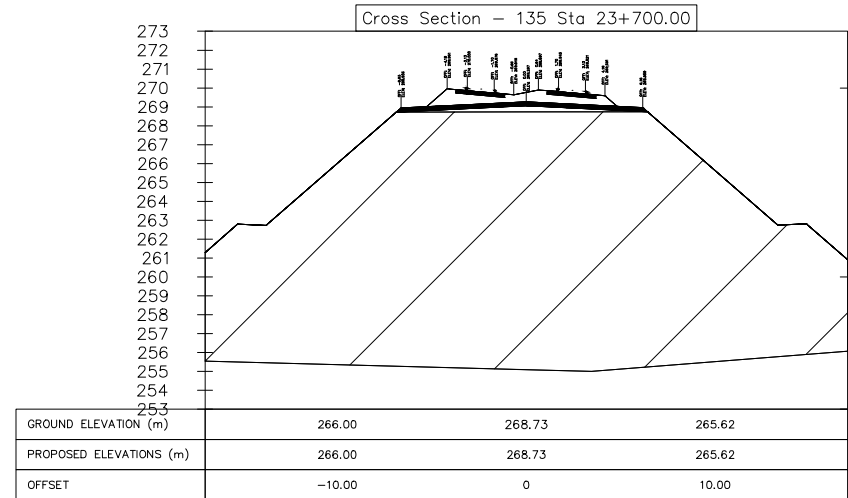
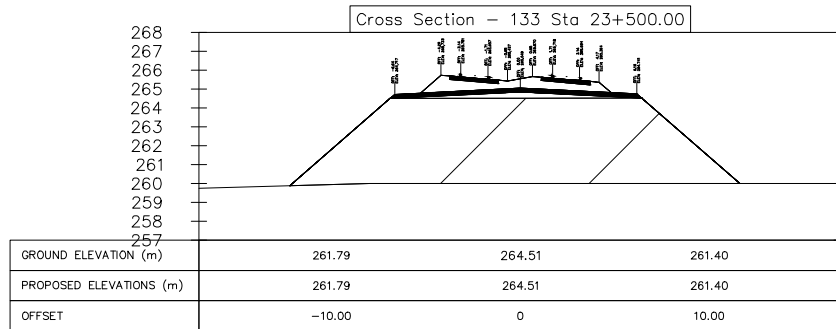
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 24

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

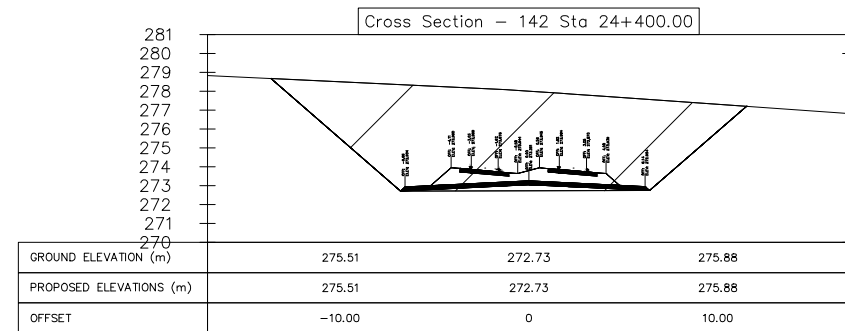
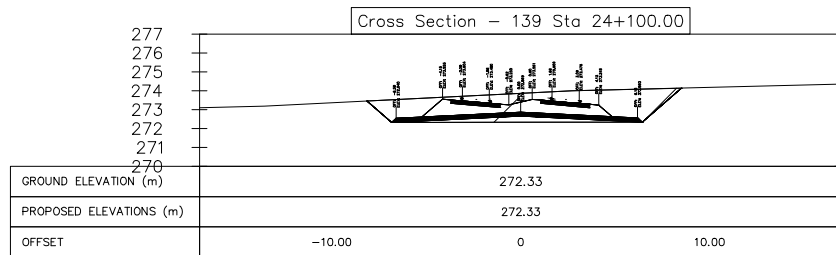
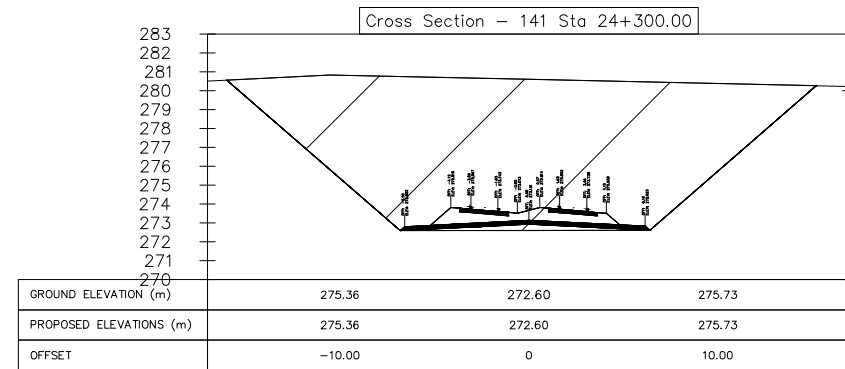
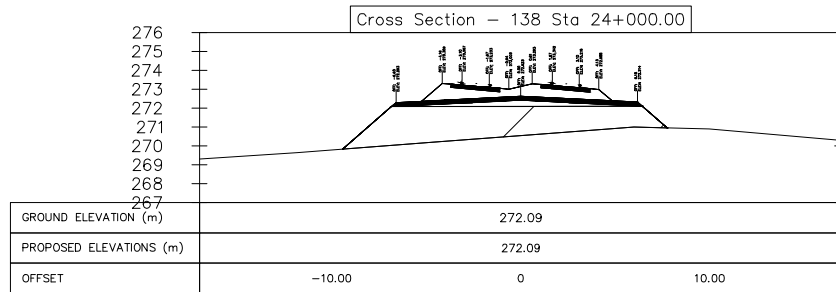
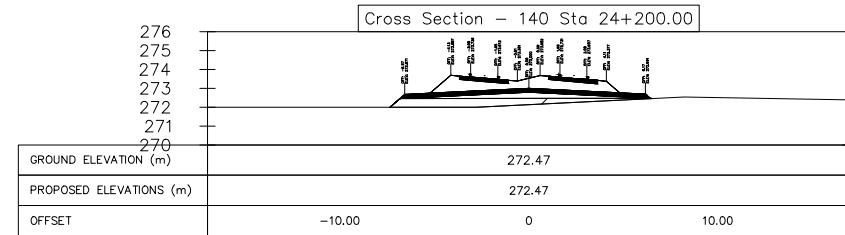
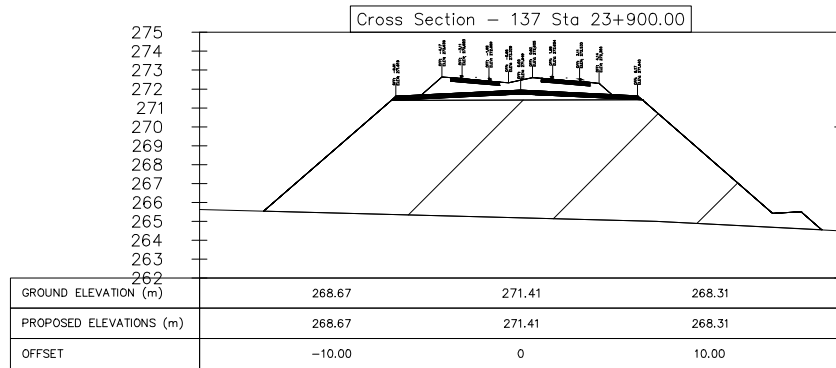
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 25

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

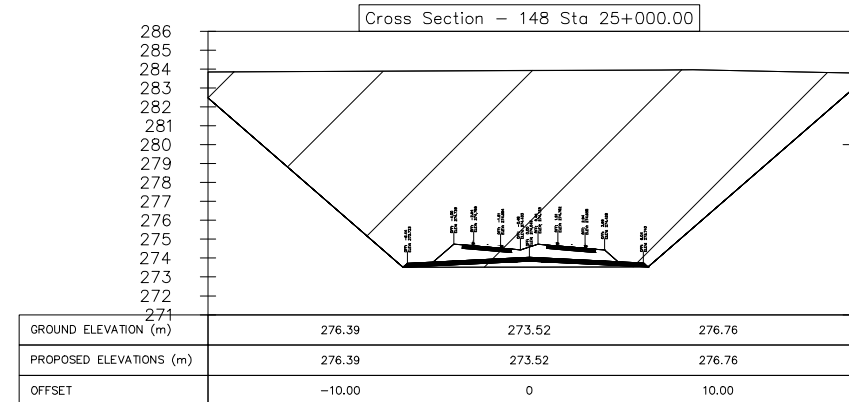
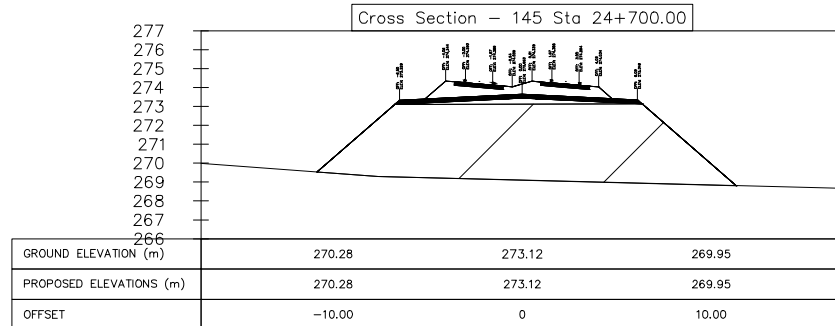
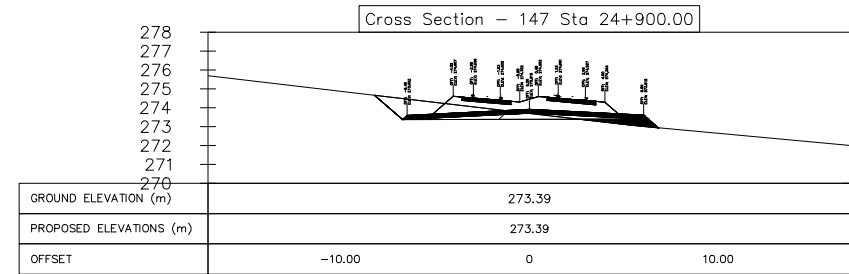
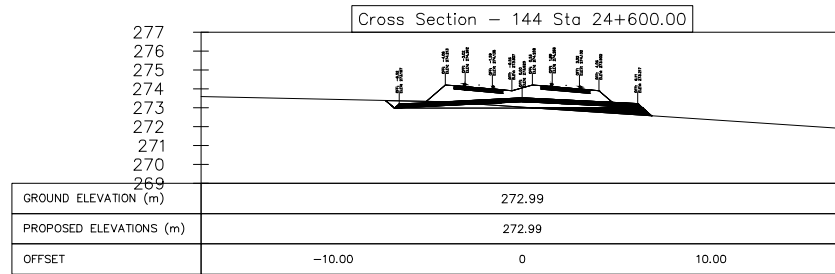
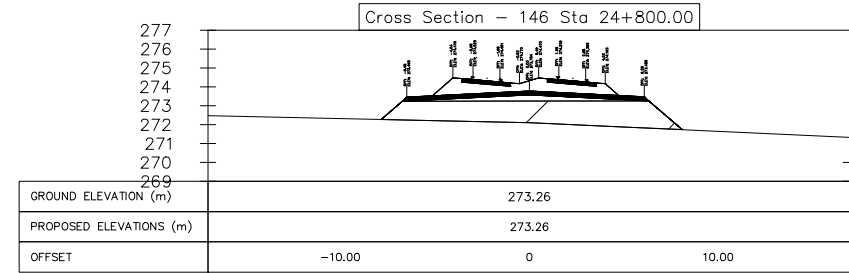
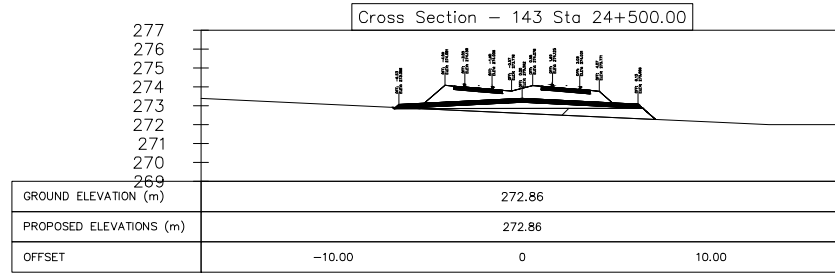
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 26

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

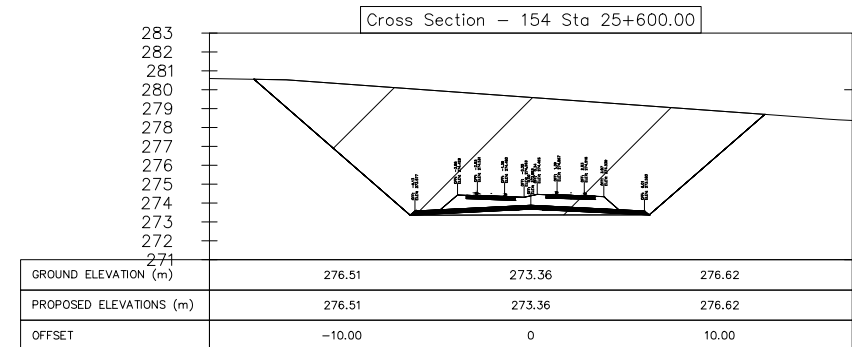
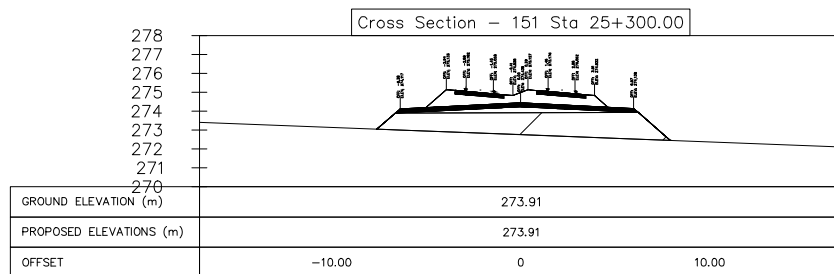
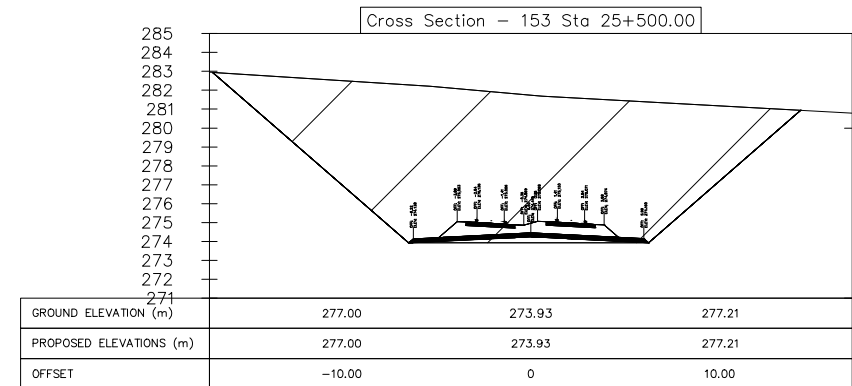
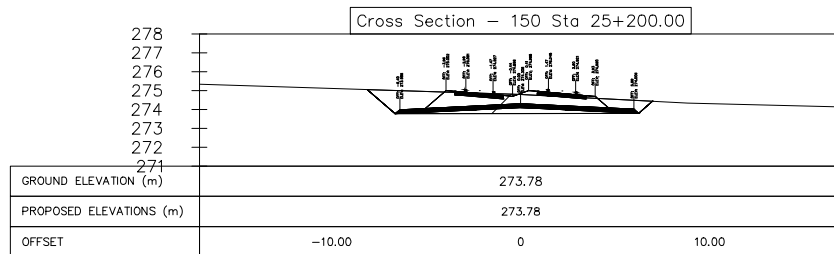
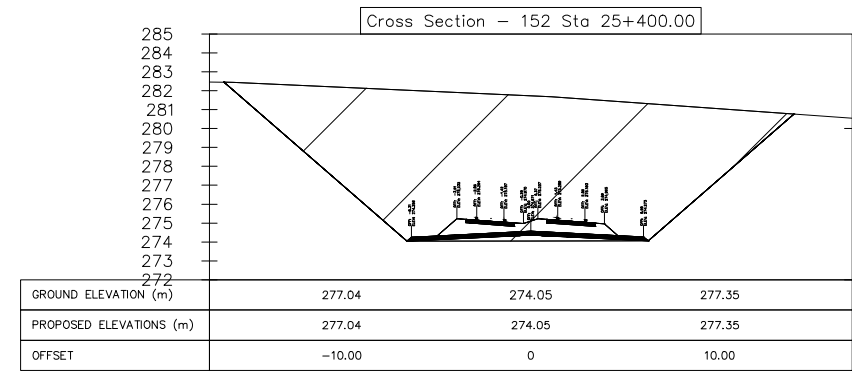
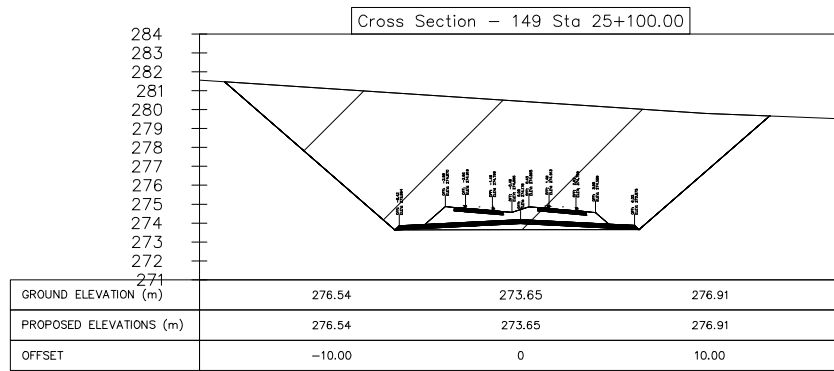
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 27

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhuo Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

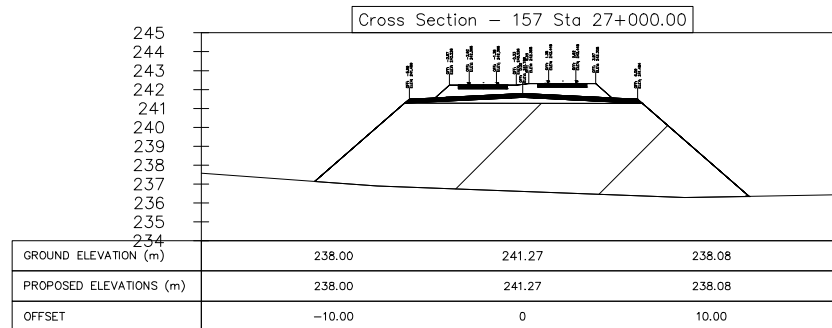
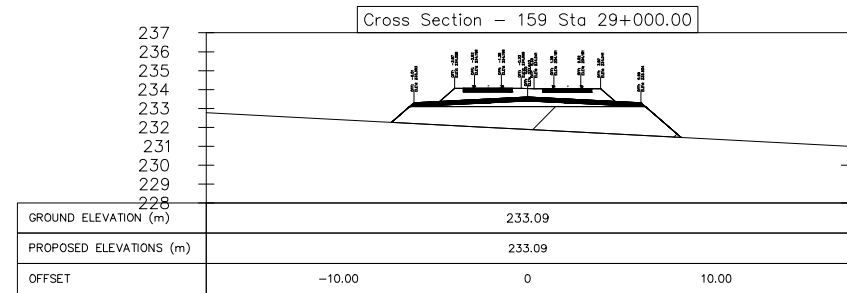
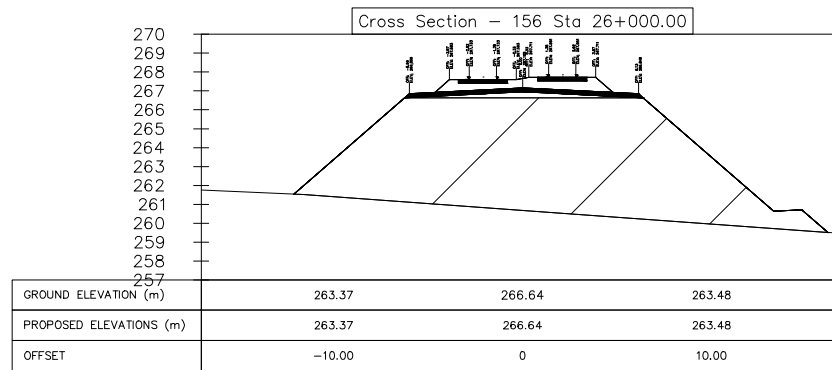
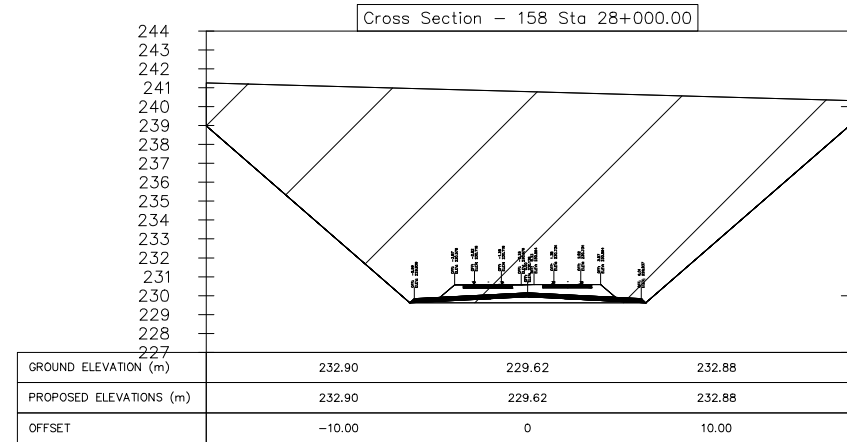
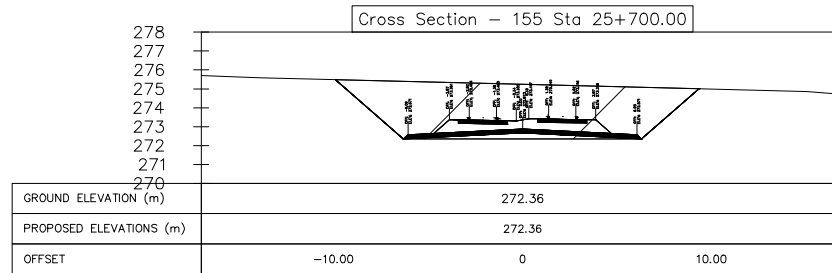
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 28

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

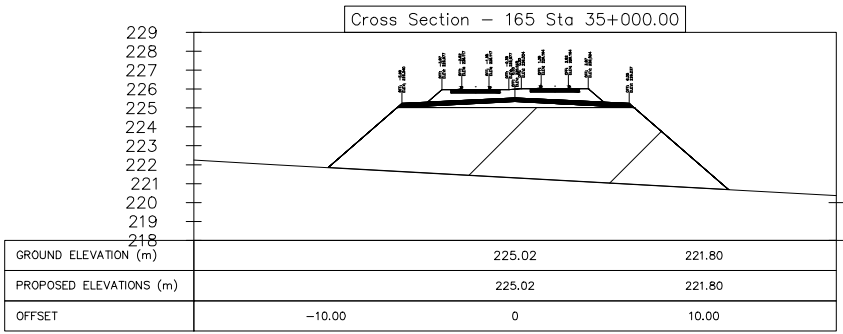
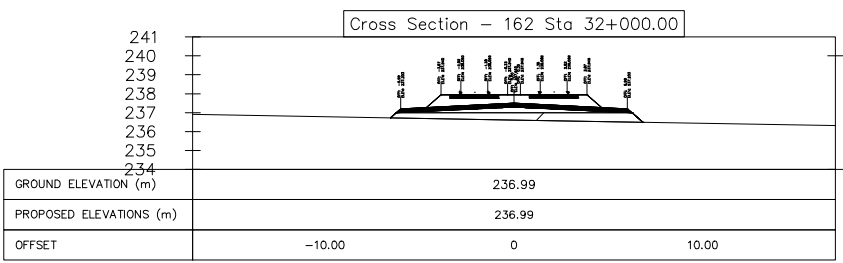
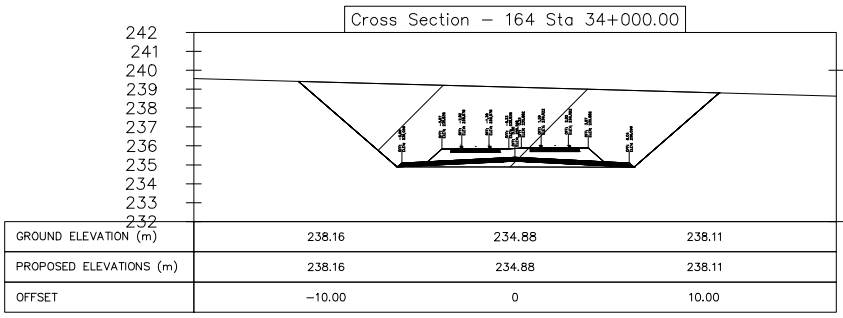
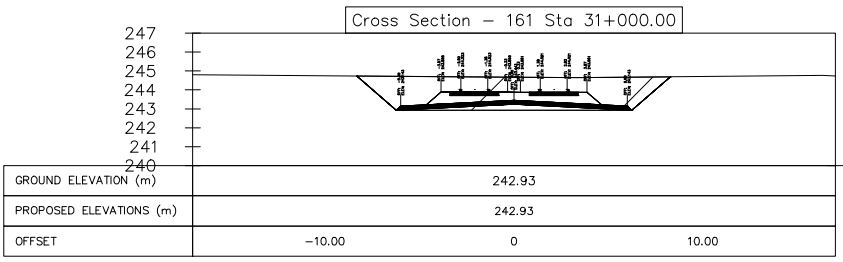
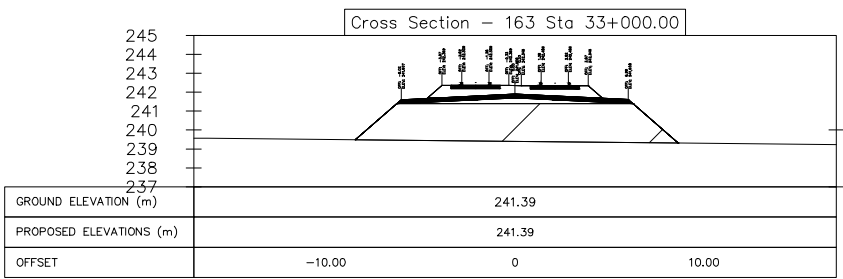
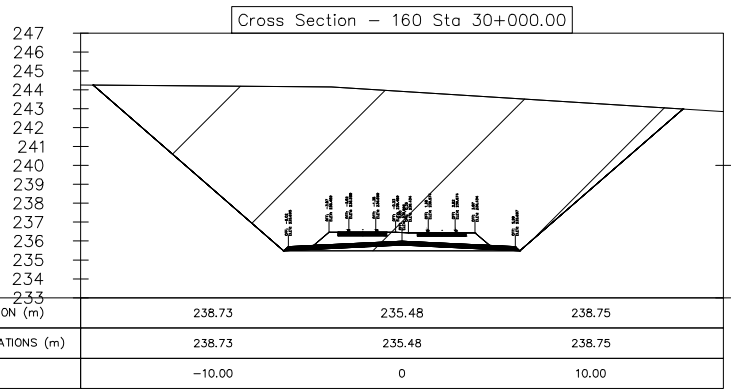
**NO. LMBR**

29

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

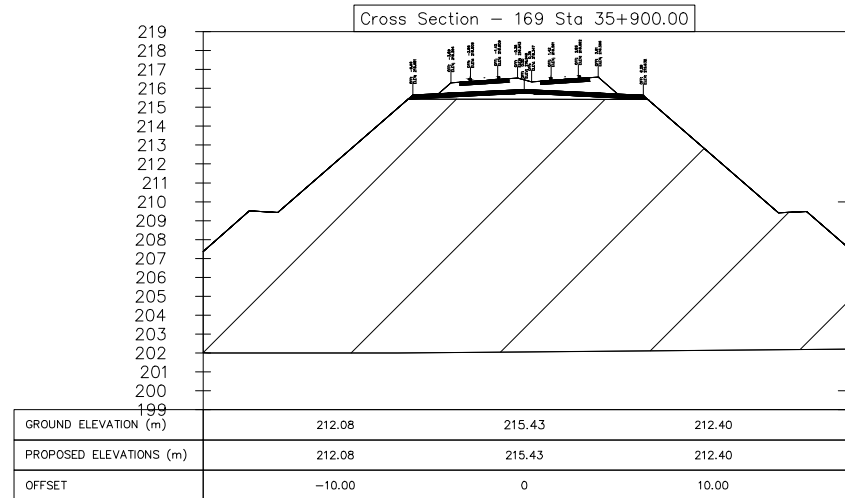
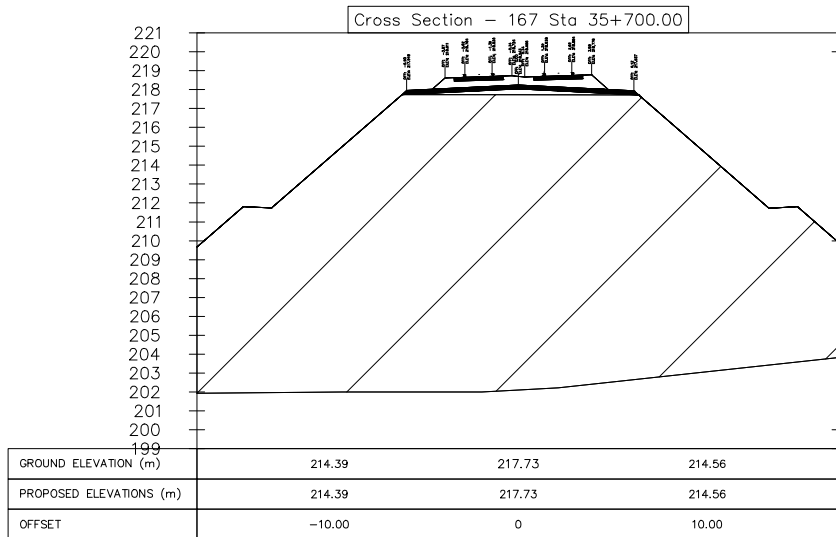
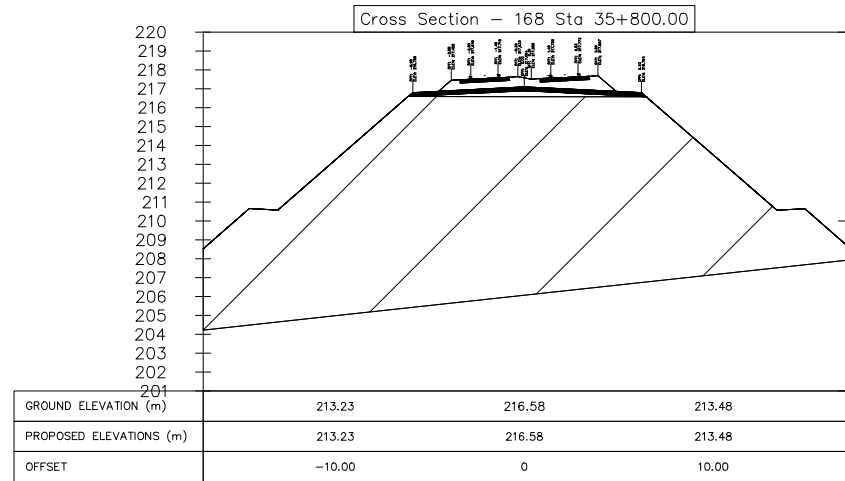
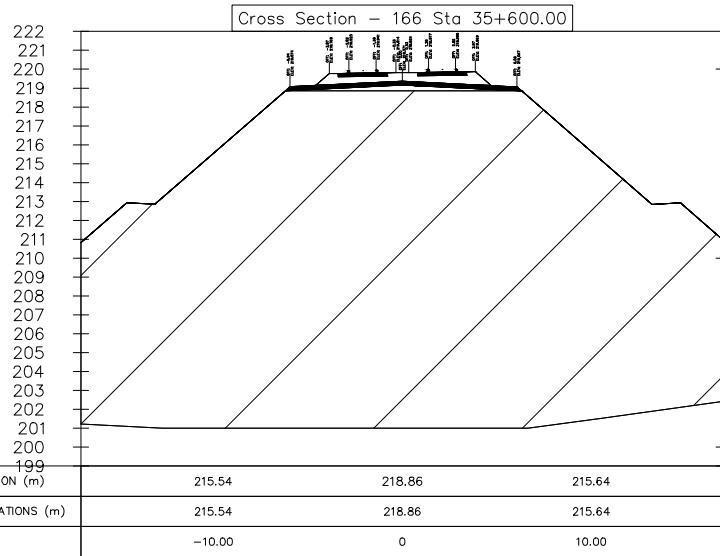
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 30

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

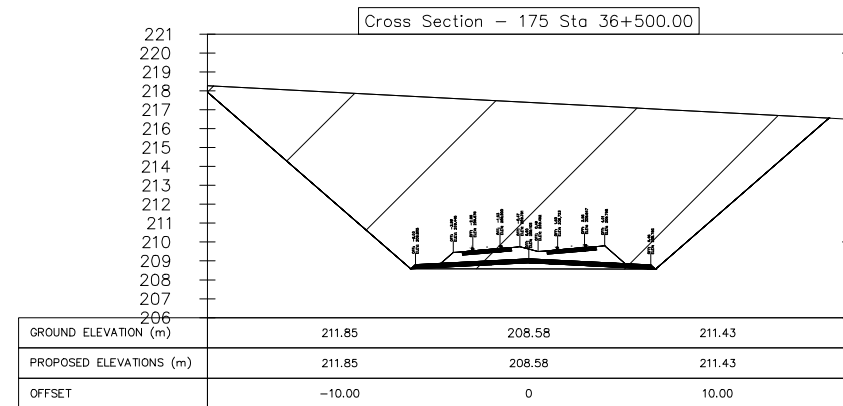
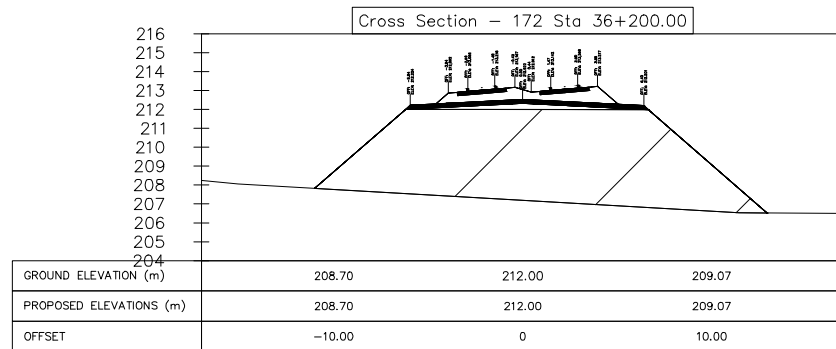
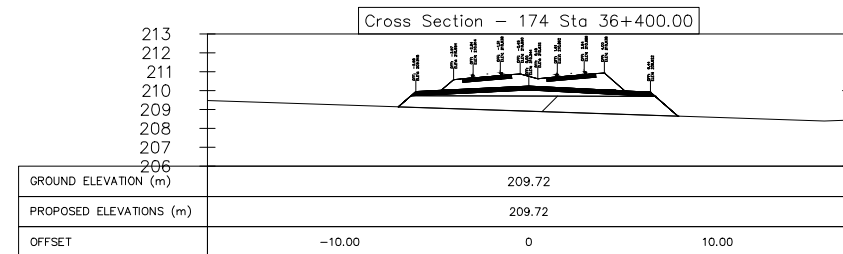
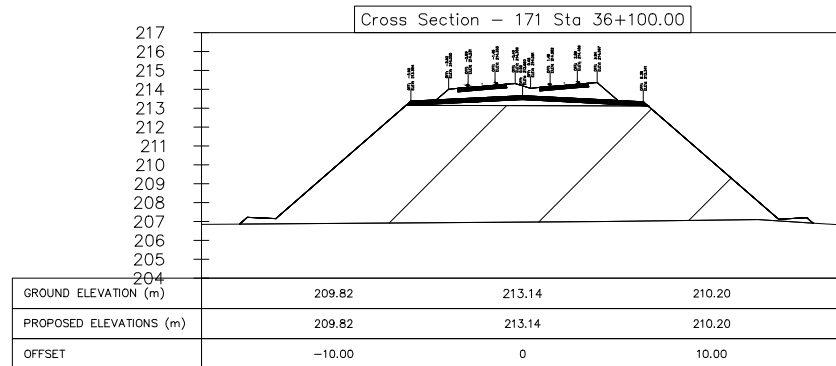
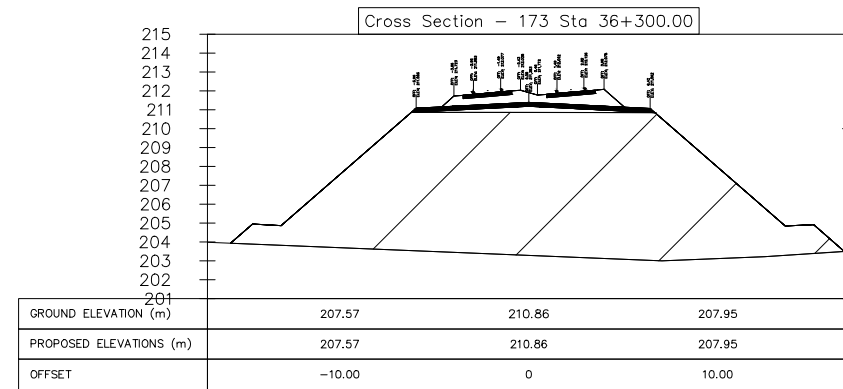
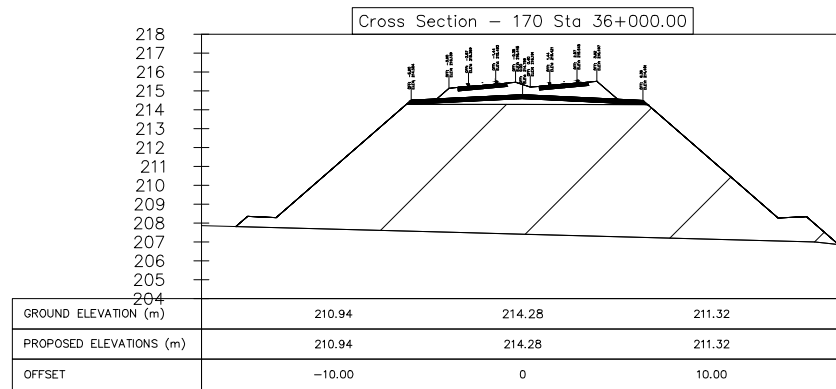
**NO. LMBR**

**31**

**JML. LMBR**

**68**

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

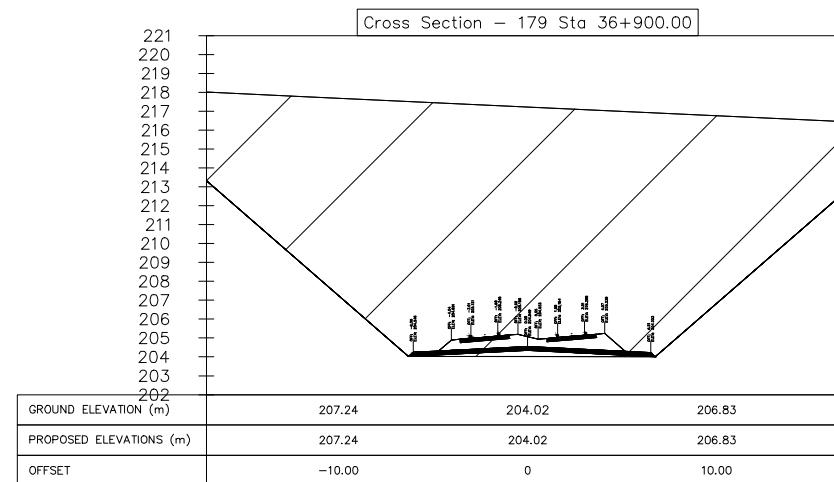
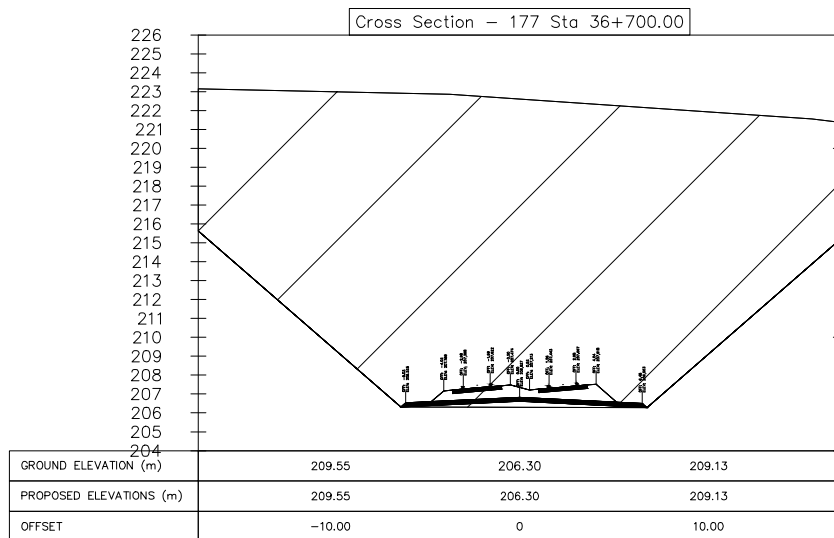
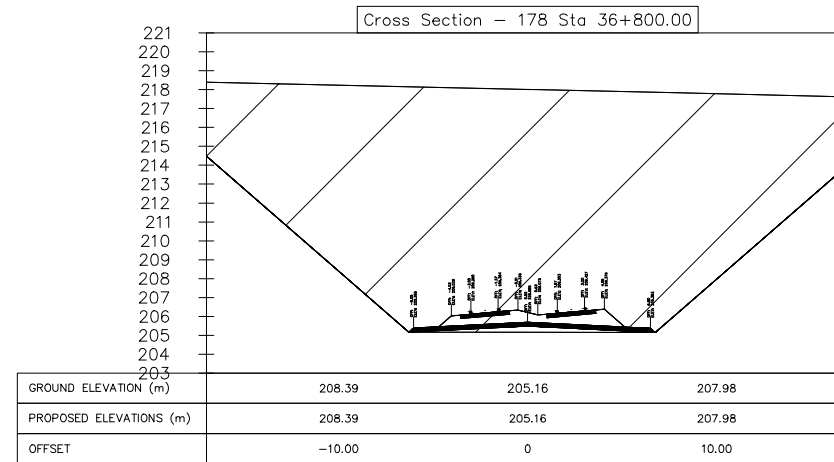
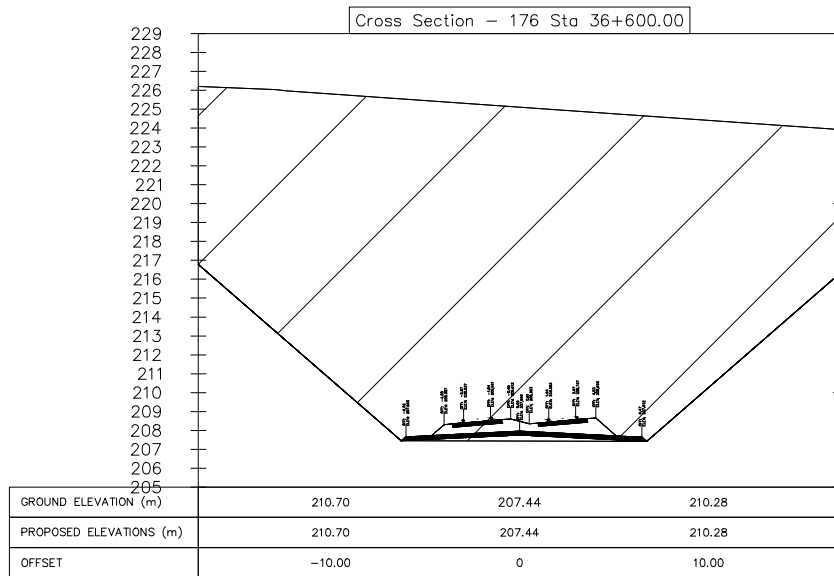
**NO. LMBR**

32

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

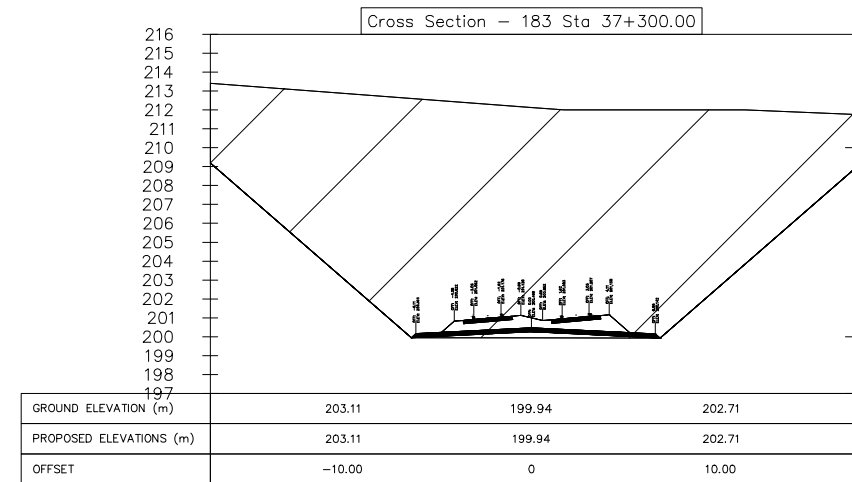
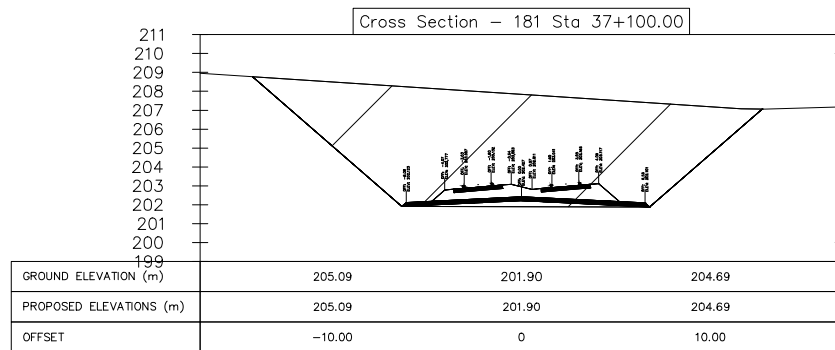
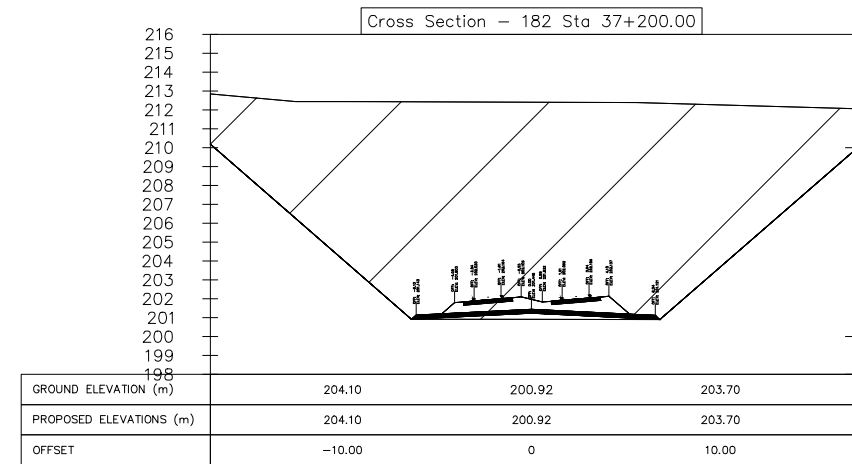
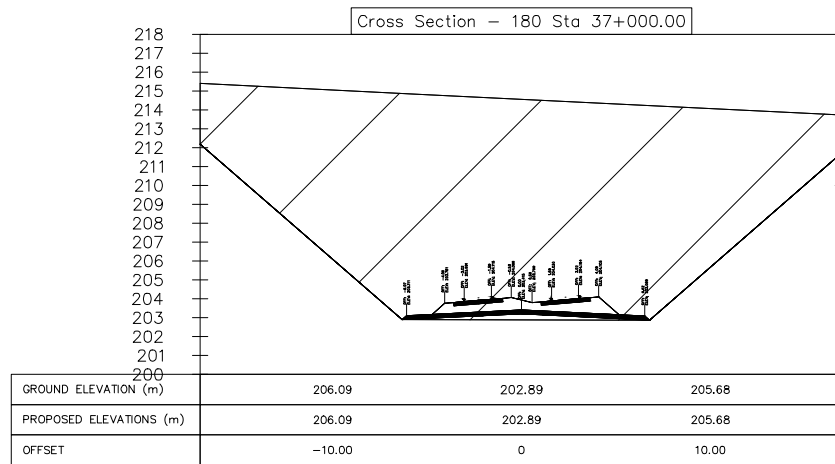
**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**      **JML. LMBR**  
 33                      68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

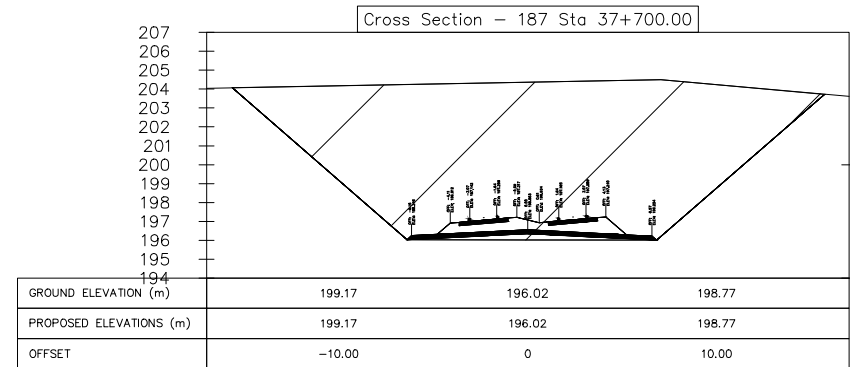
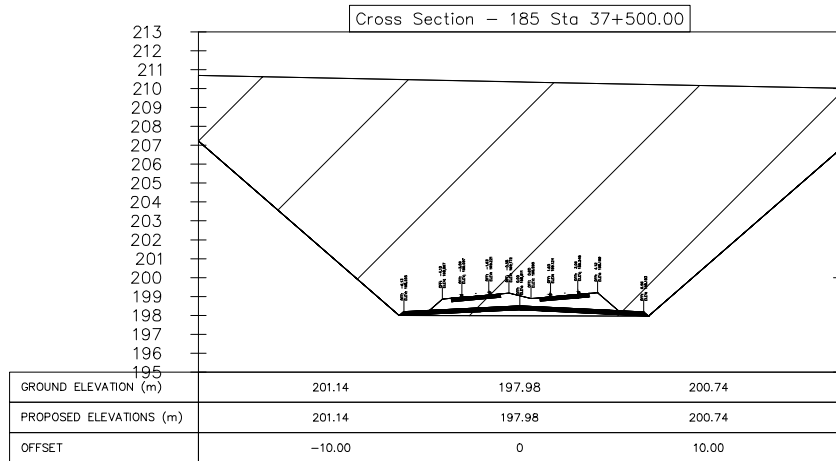
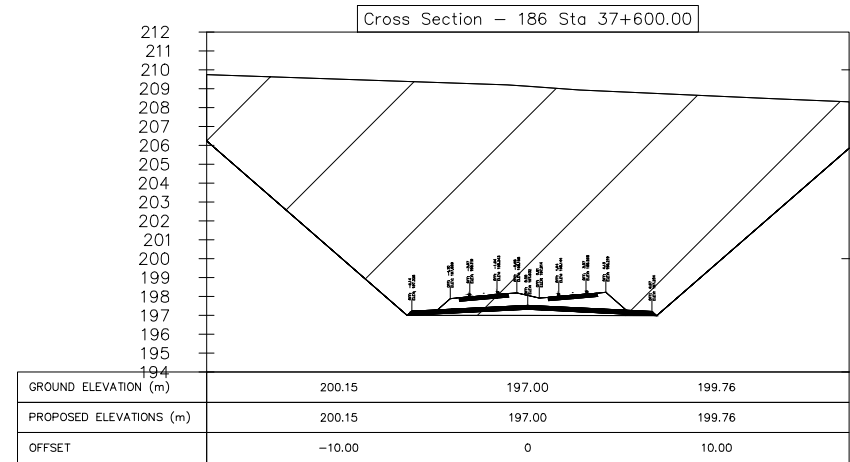
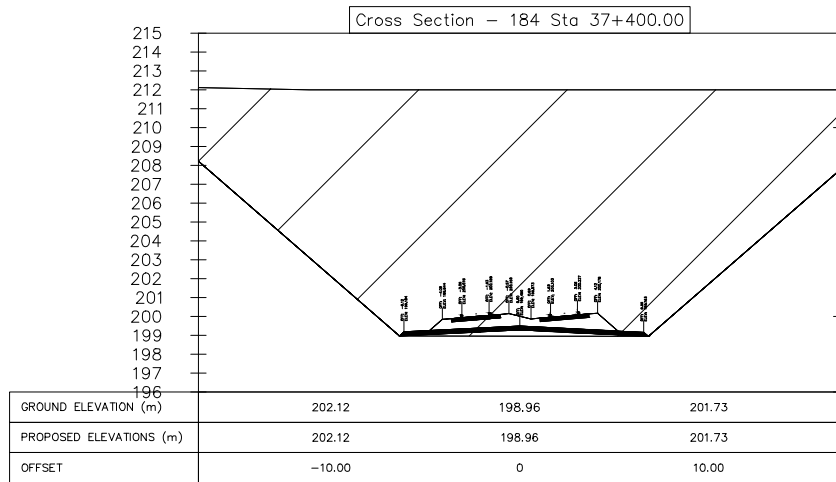
NO. LMBR

34

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

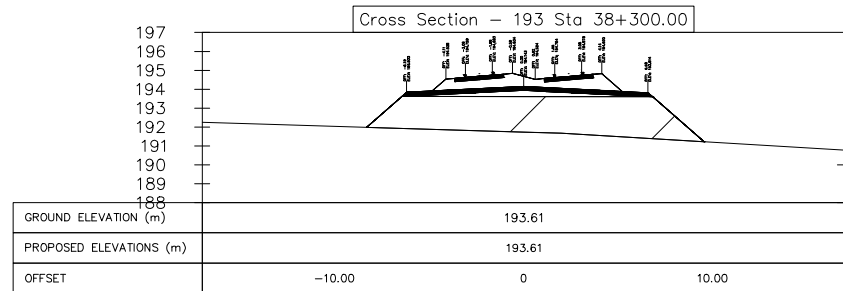
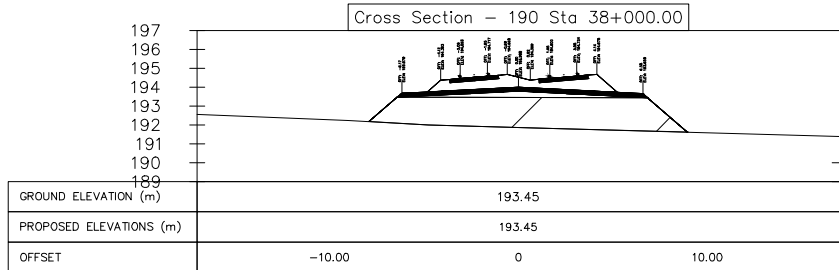
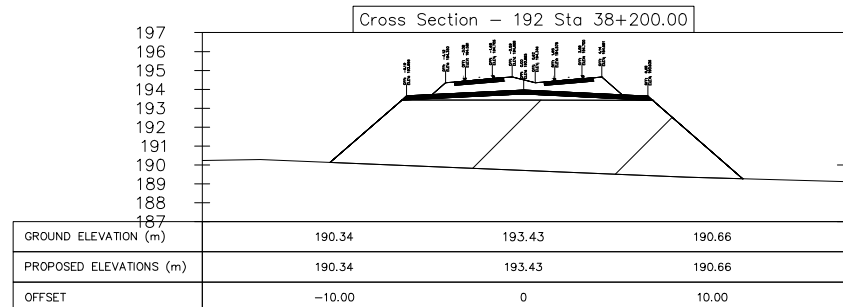
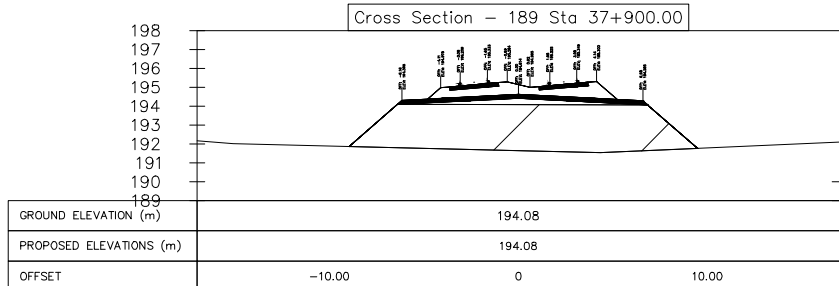
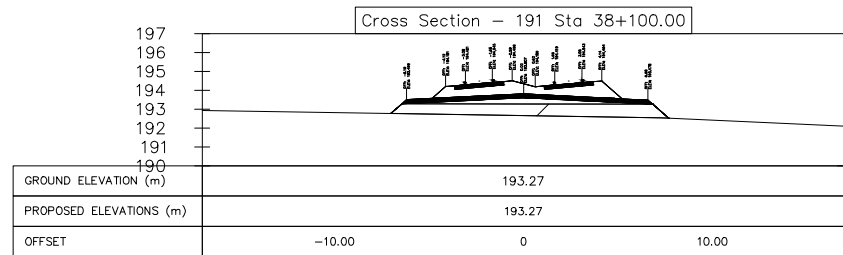
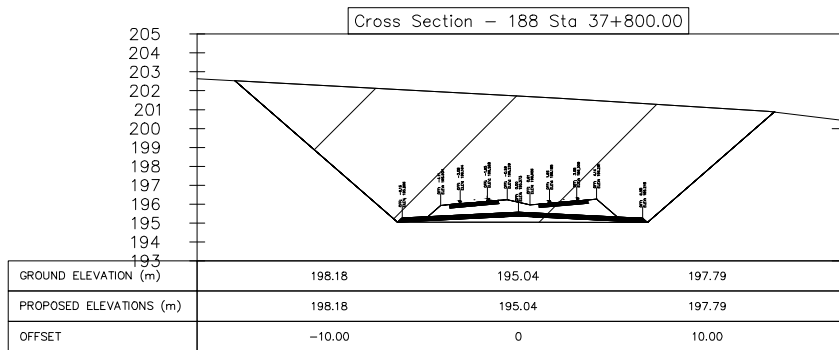
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 35

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

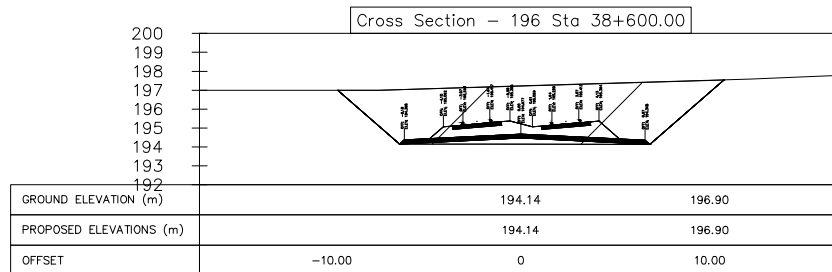
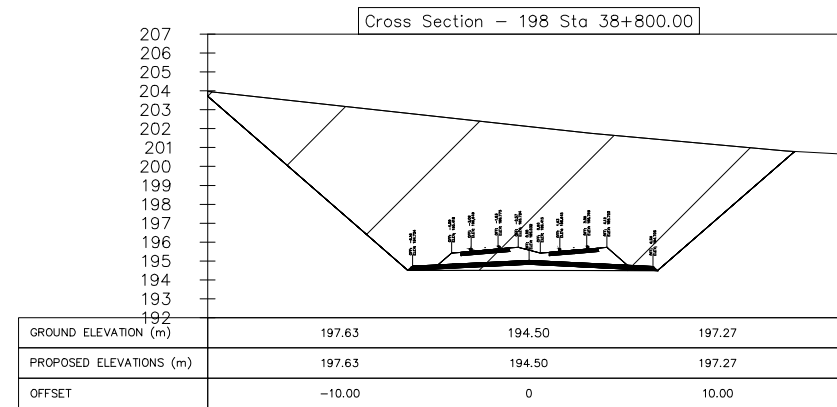
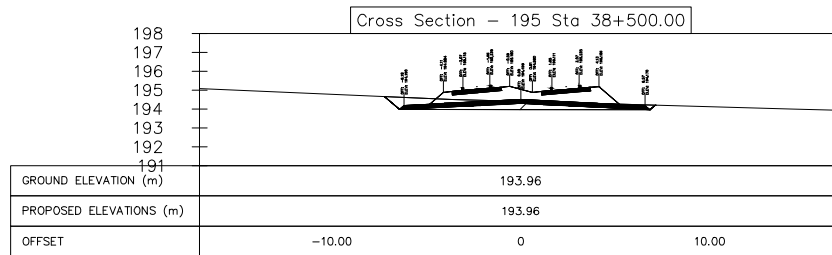
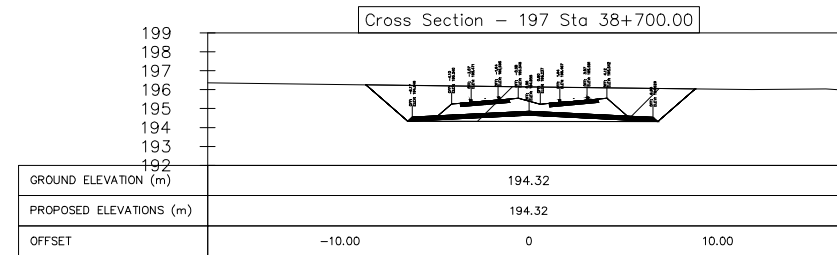
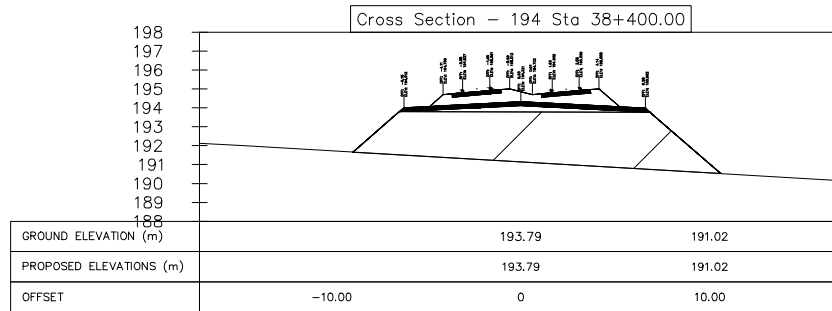
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 36

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

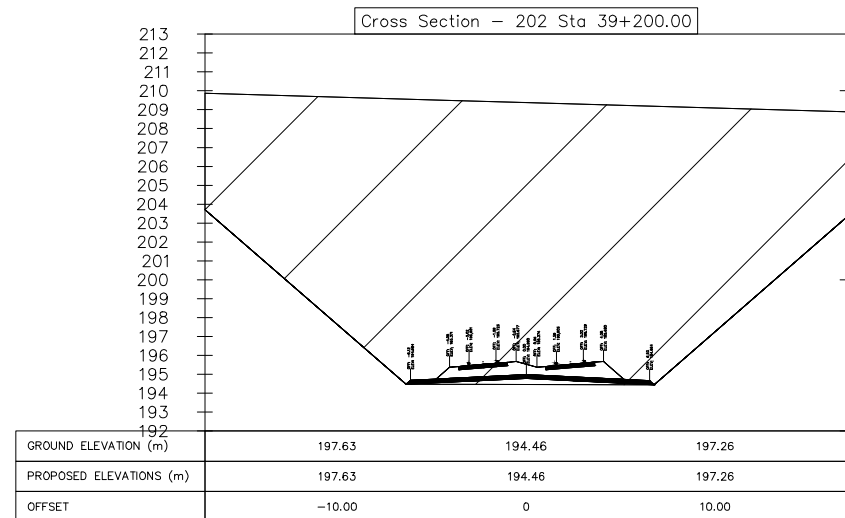
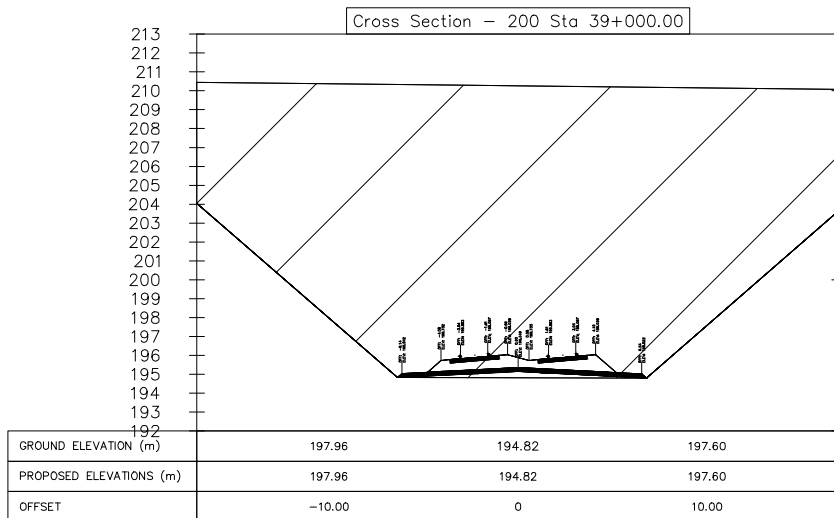
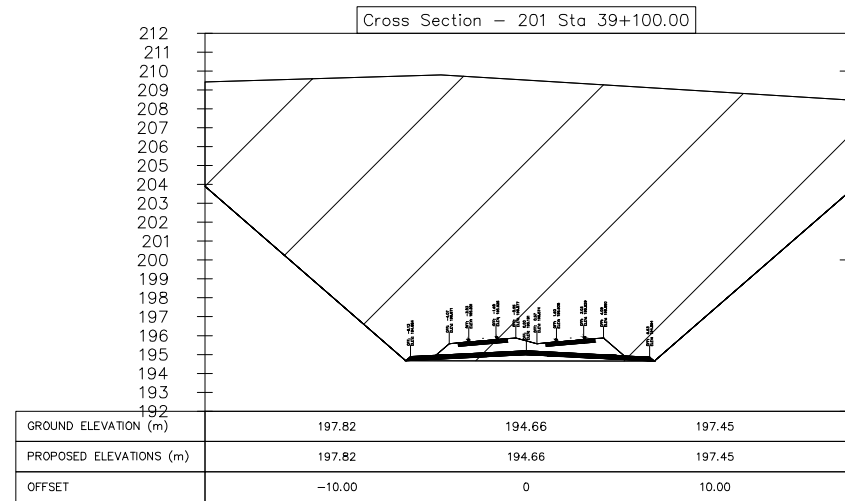
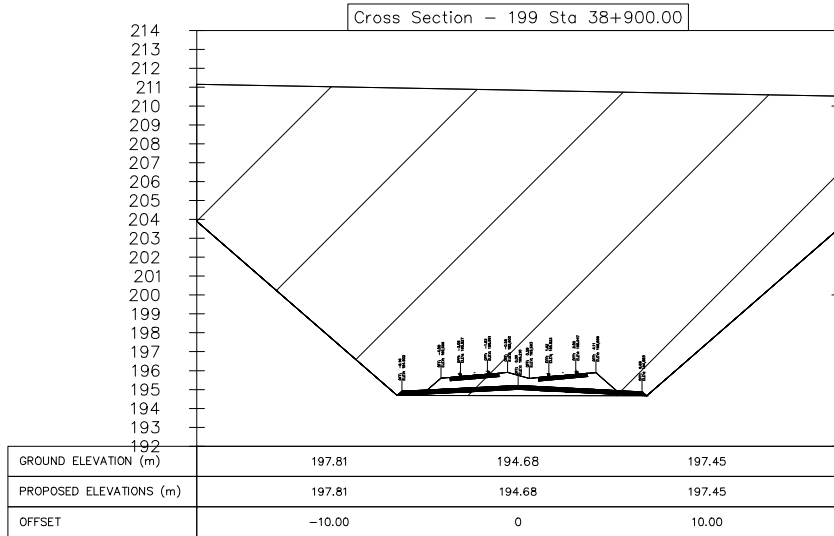
**NO. LMBR**

37

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

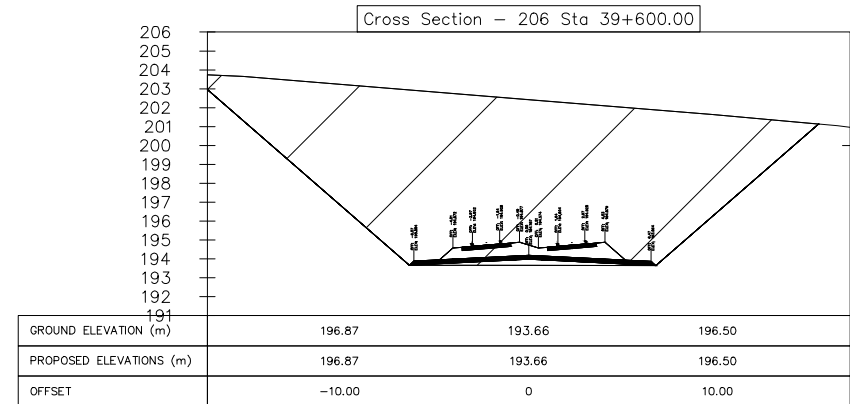
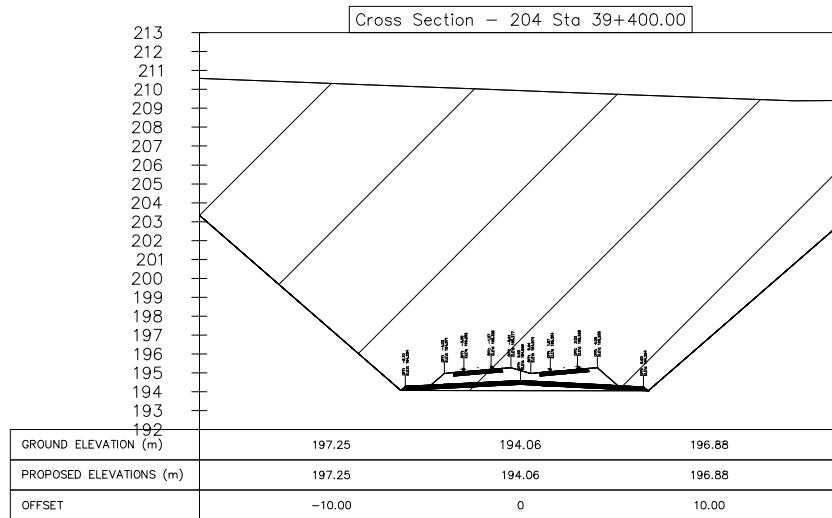
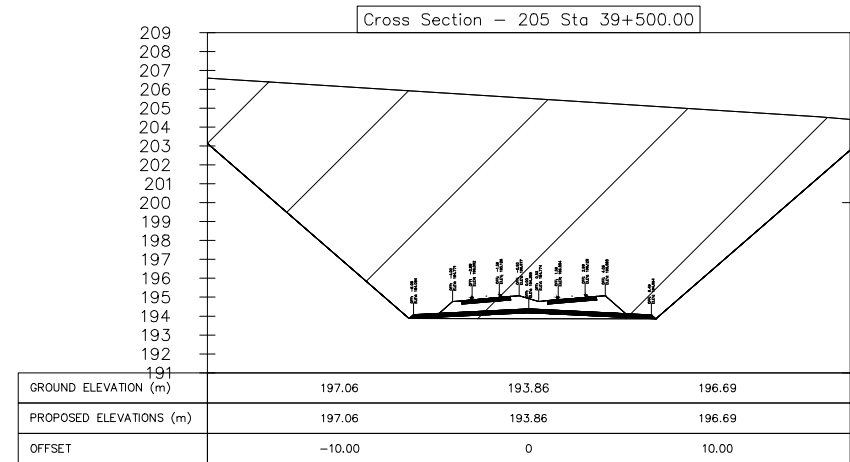
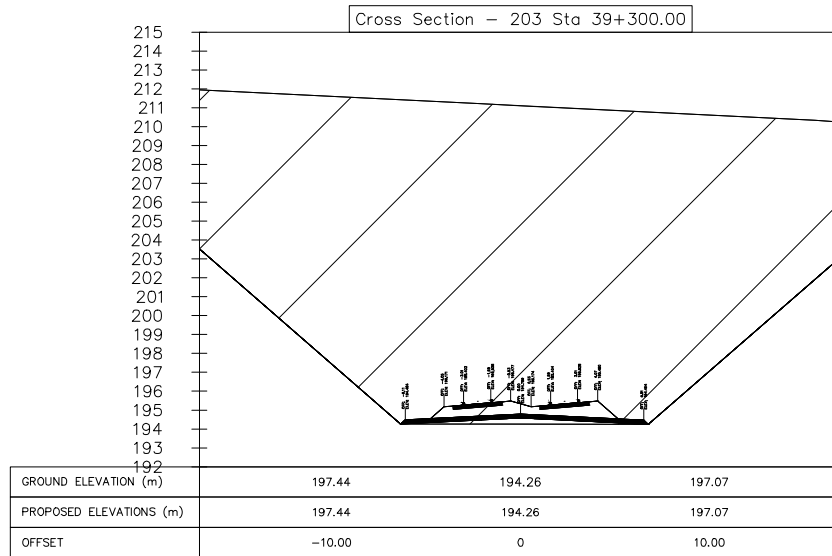
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 38

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

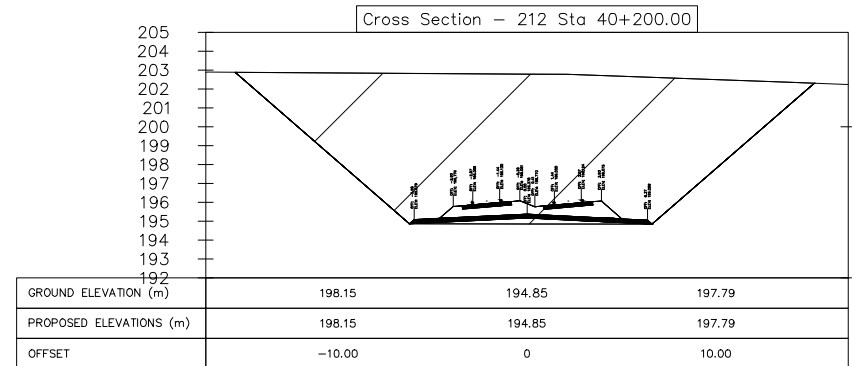
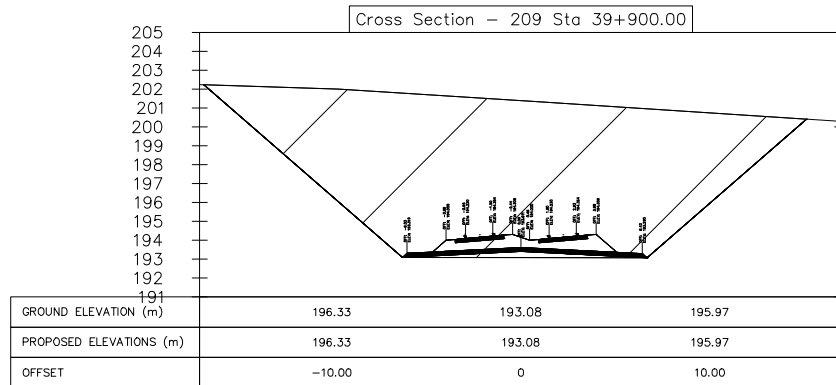
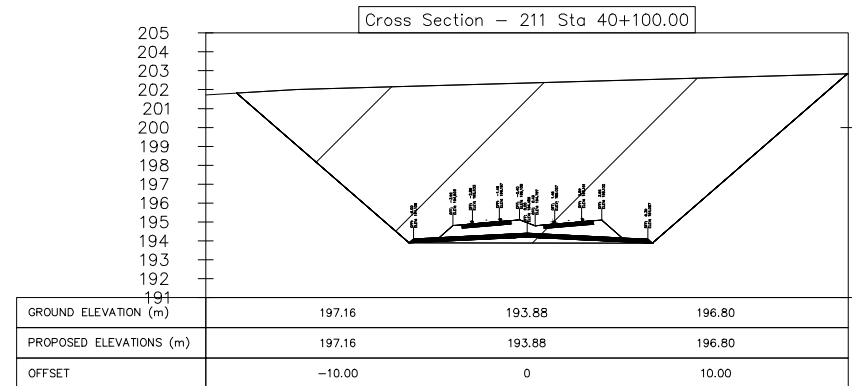
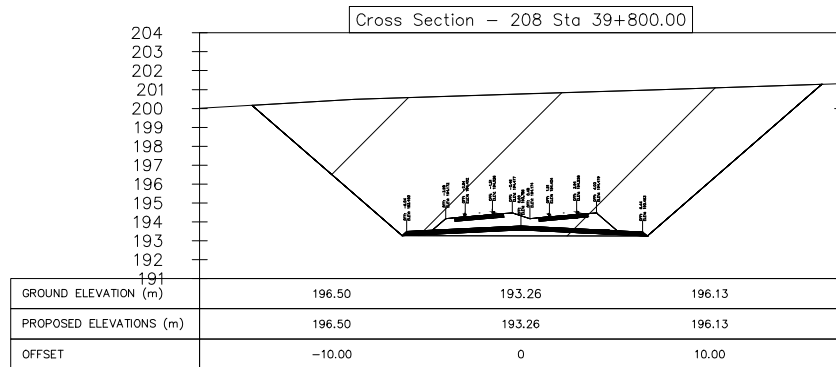
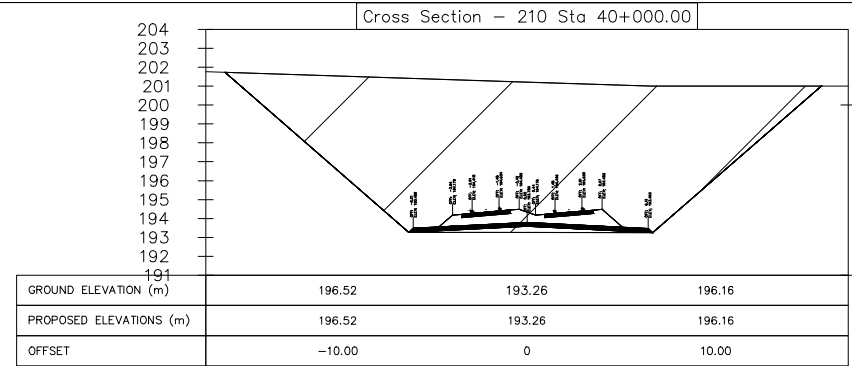
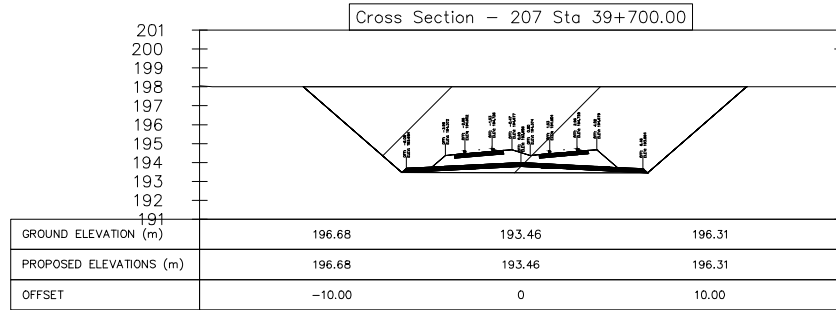
**NO. LMBR**

39

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

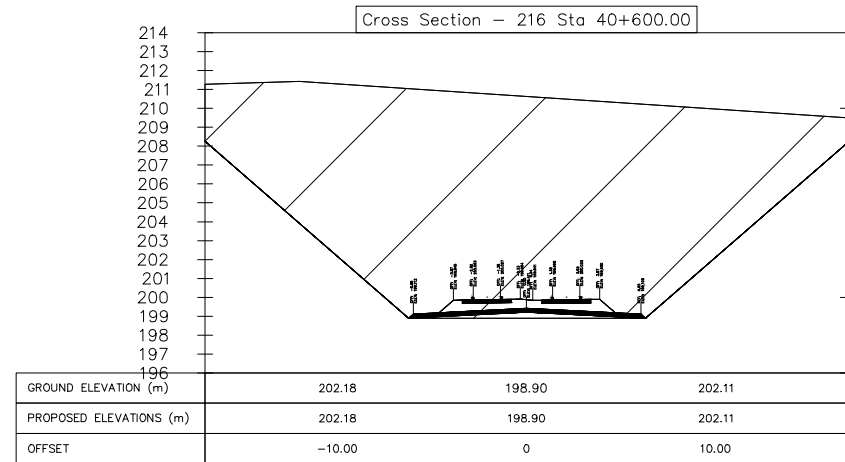
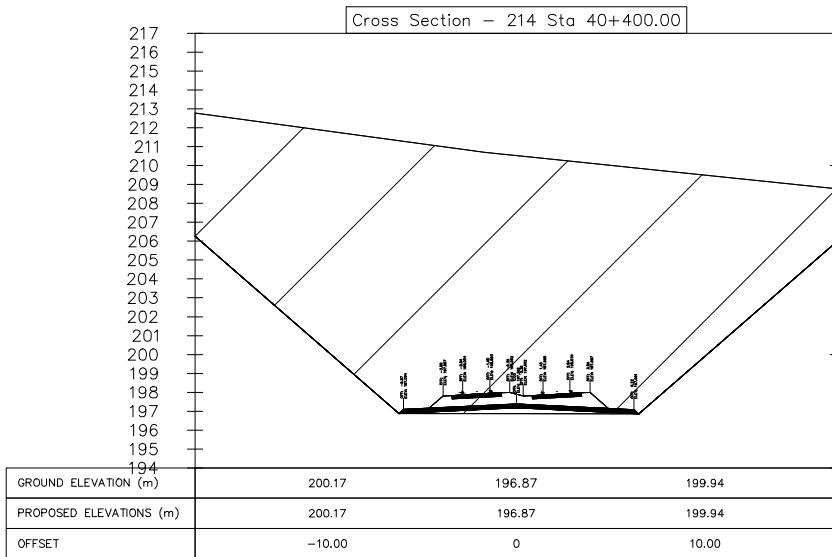
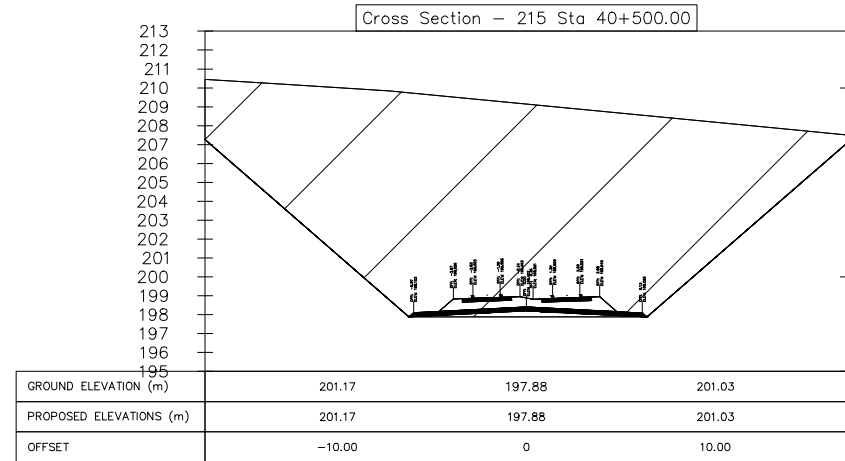
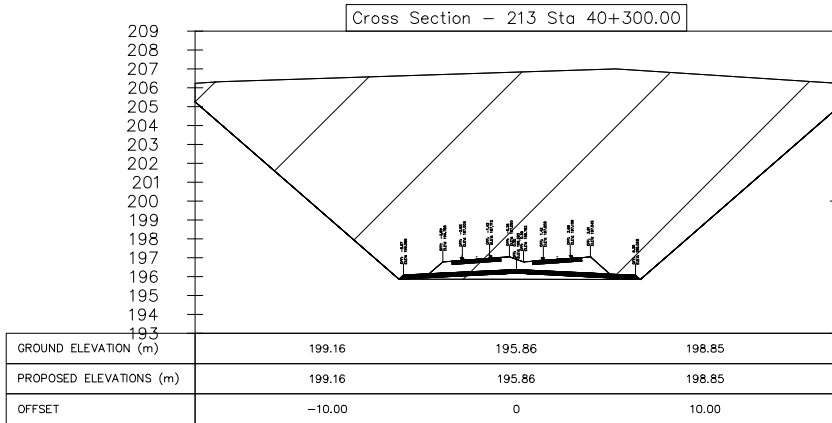
**NO. LMBR**

**40**

**JML. LMBR**

**68**

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

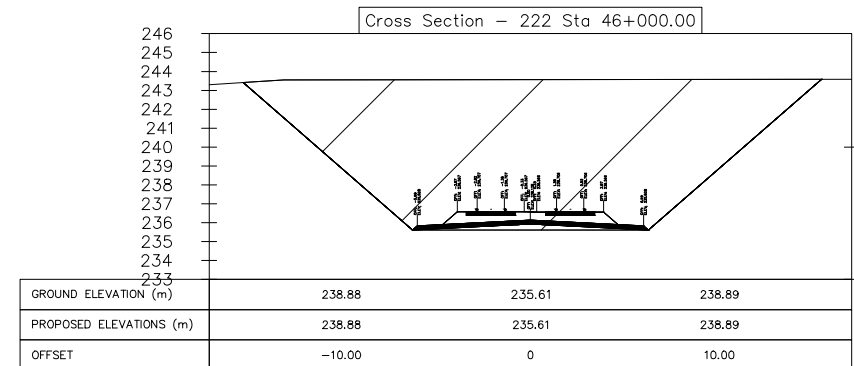
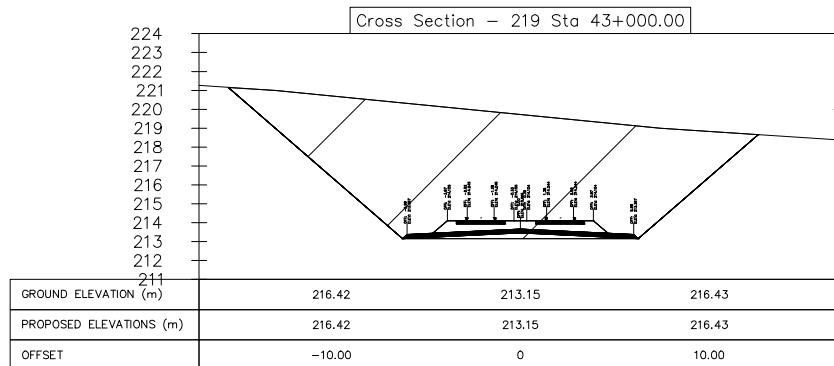
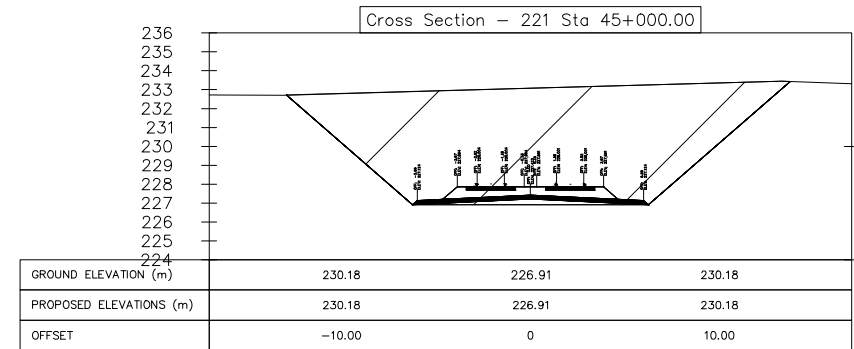
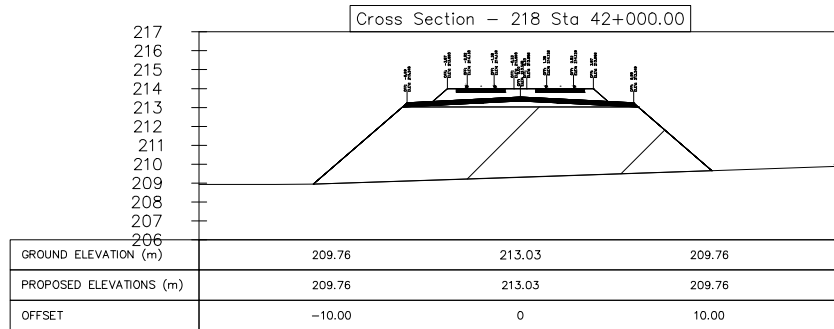
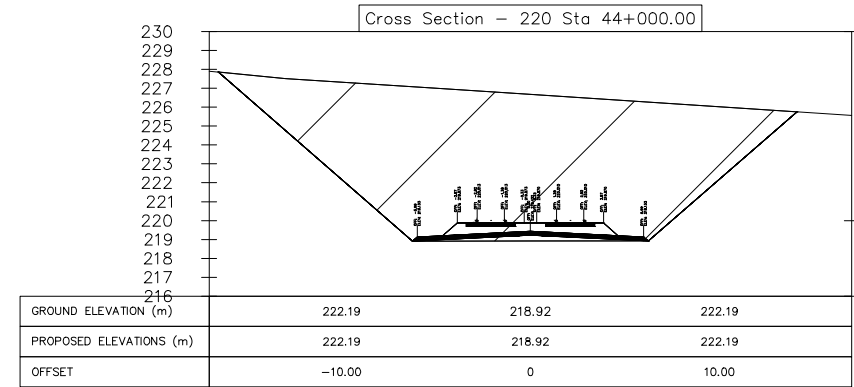
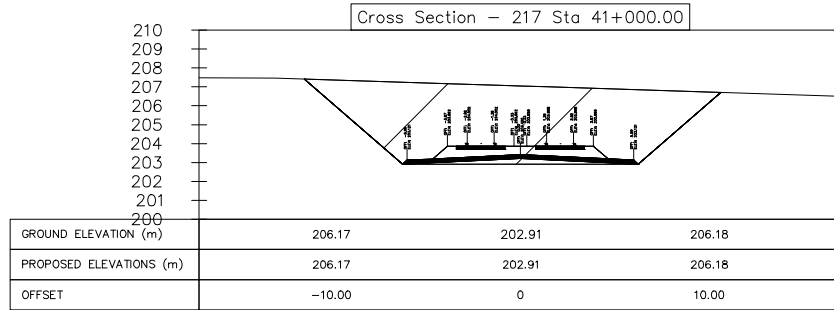
NO. LMBR

41

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

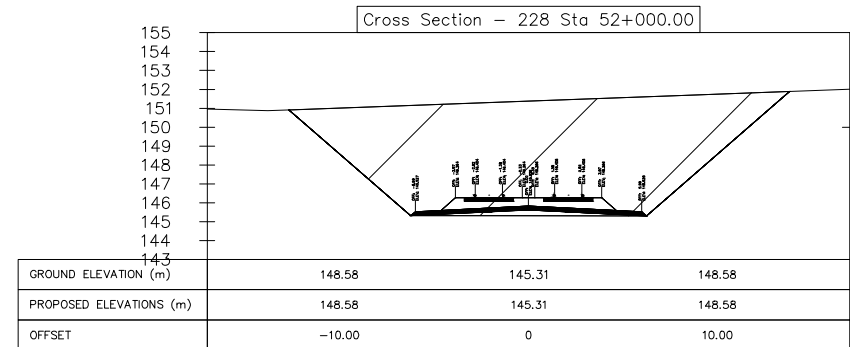
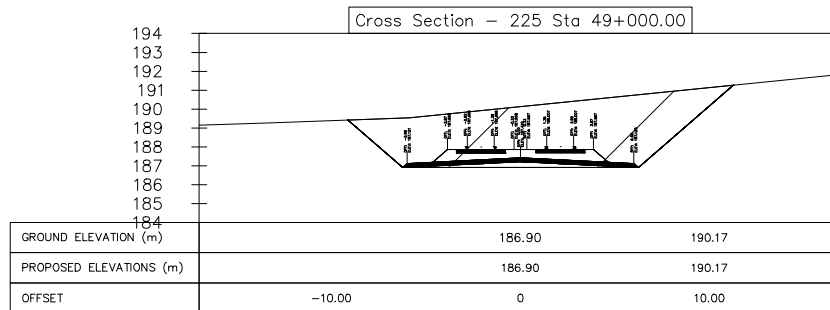
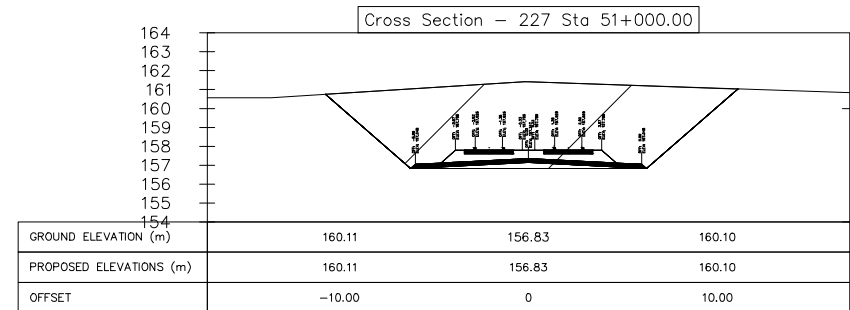
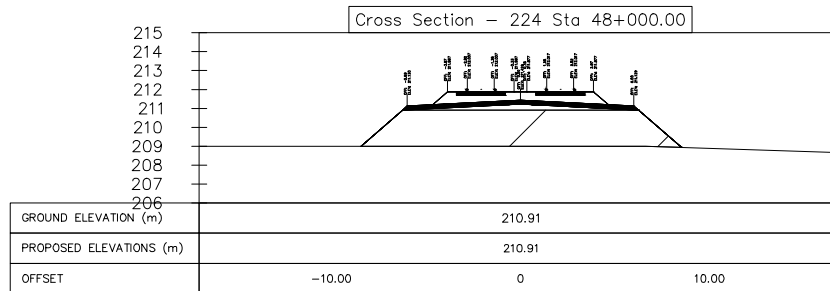
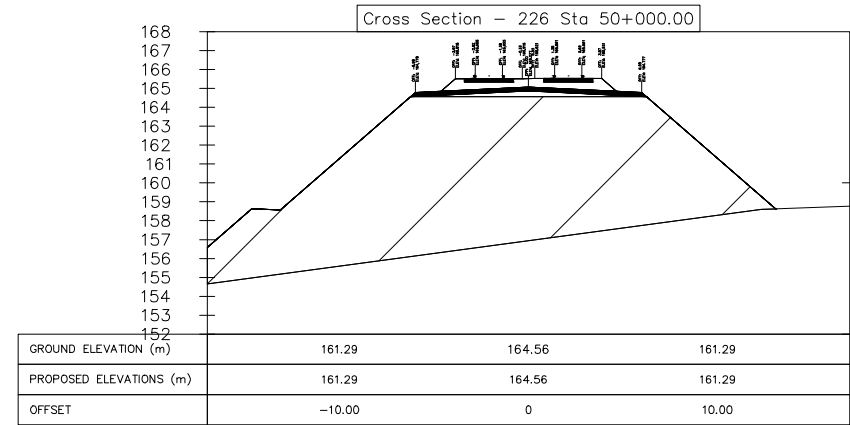
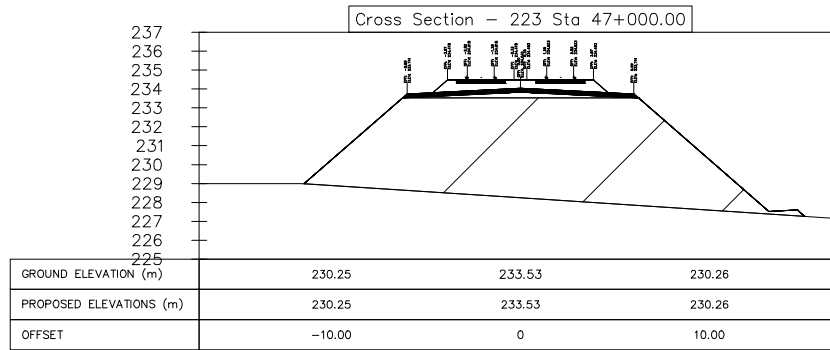
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 42

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

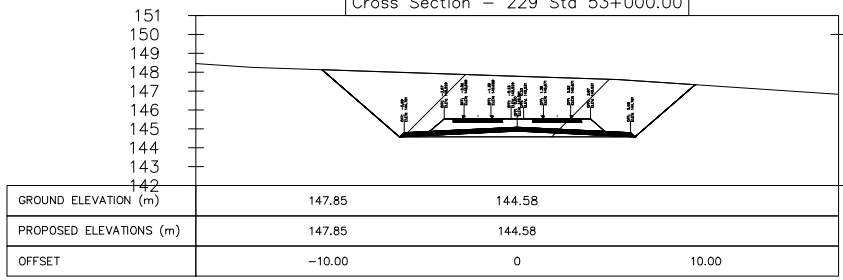
KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 43

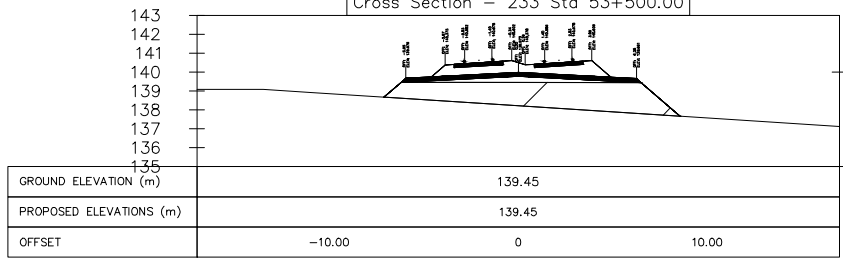
JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR

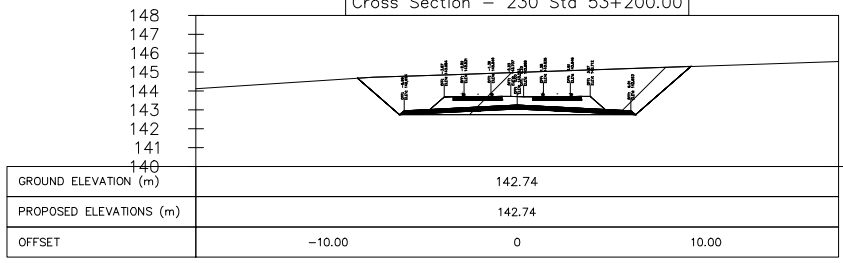
Cross Section - 229 Sta 53+000.00



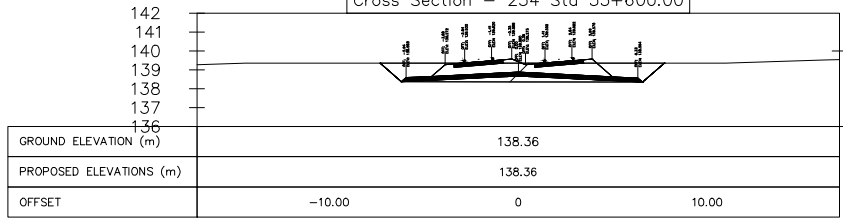
Cross Section - 233 Sta 53+500.00



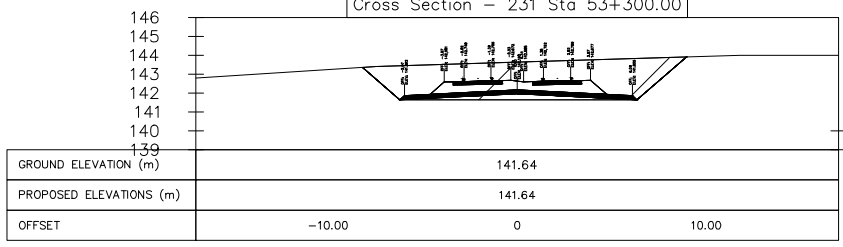
Cross Section - 230 Sta 53+200.00



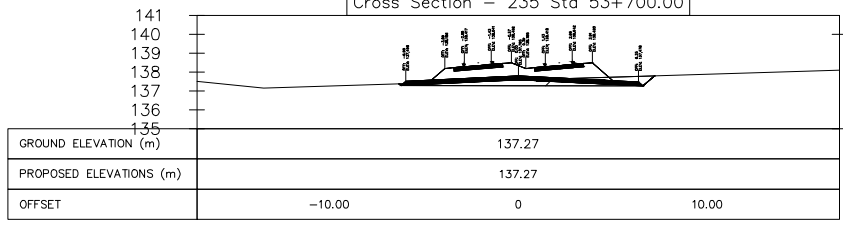
Cross Section - 234 Sta 53+600.00



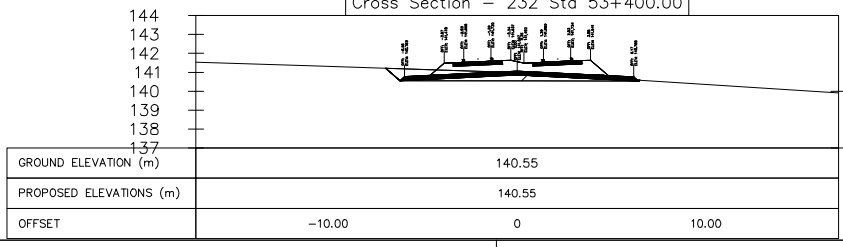
Cross Section - 231 Sta 53+300.00



Cross Section - 235 Sta 53+700.00



Cross Section - 232 Sta 53+400.00



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

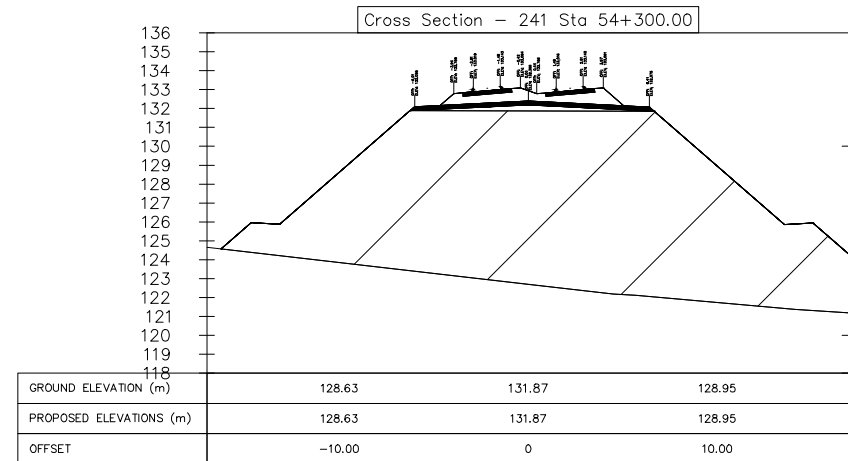
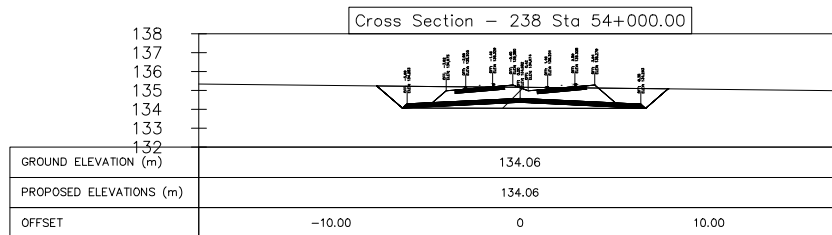
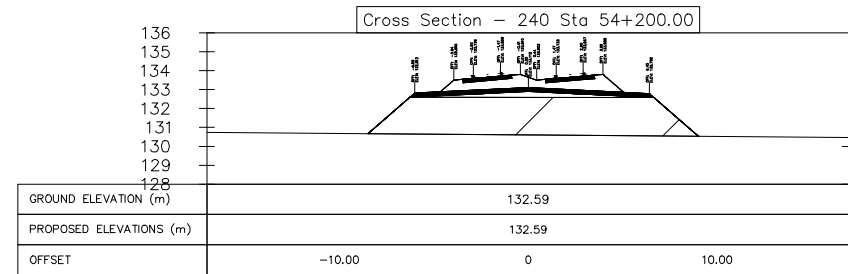
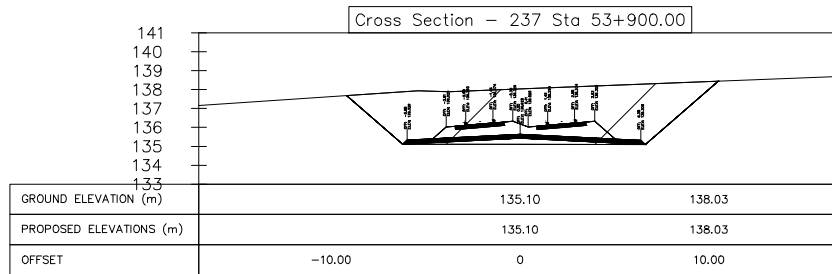
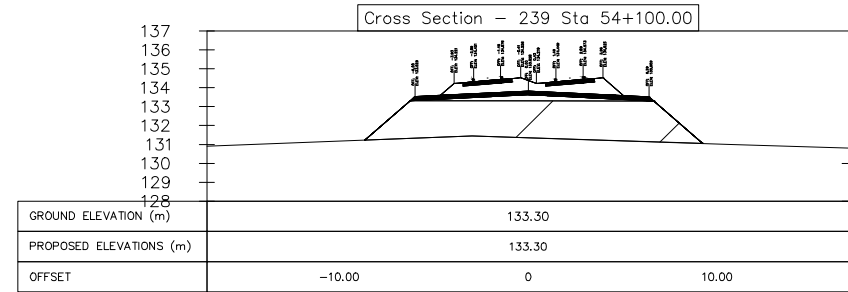
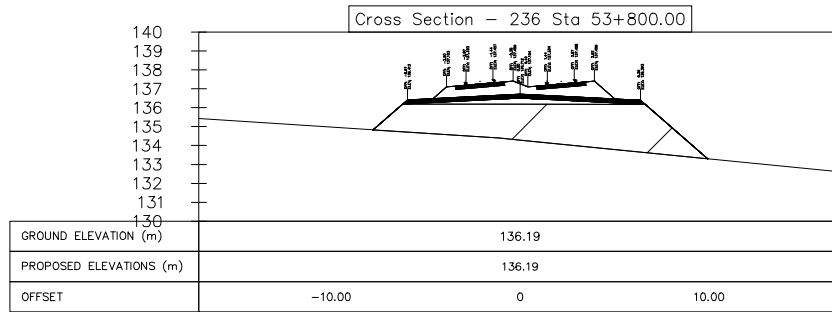
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 44

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

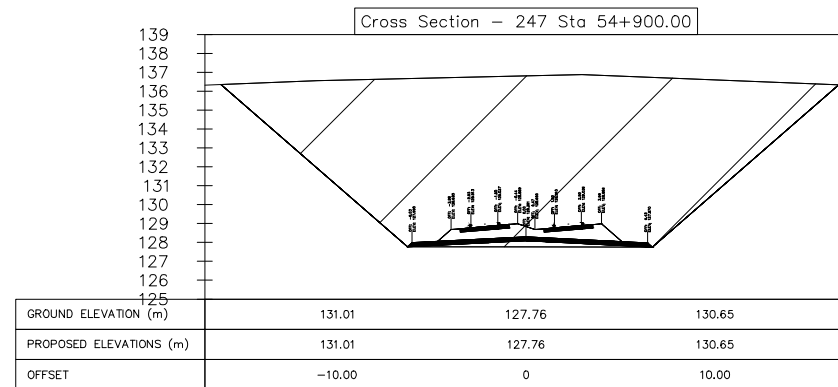
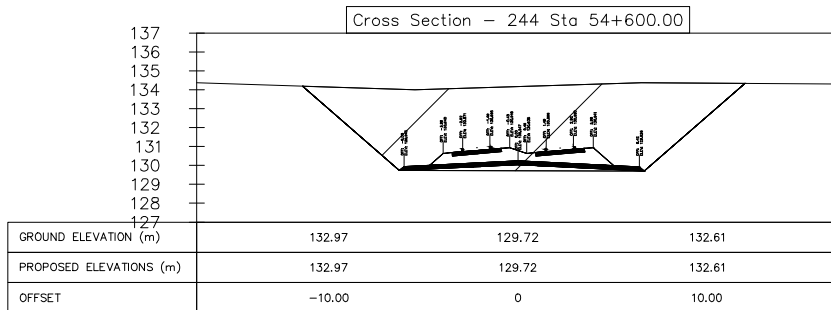
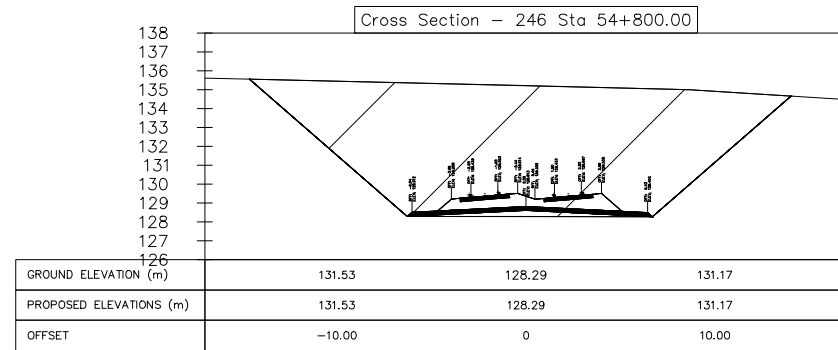
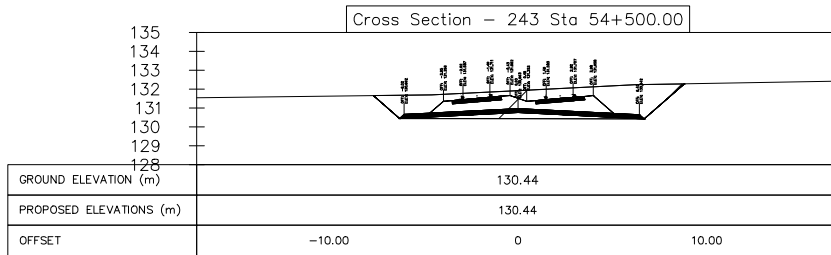
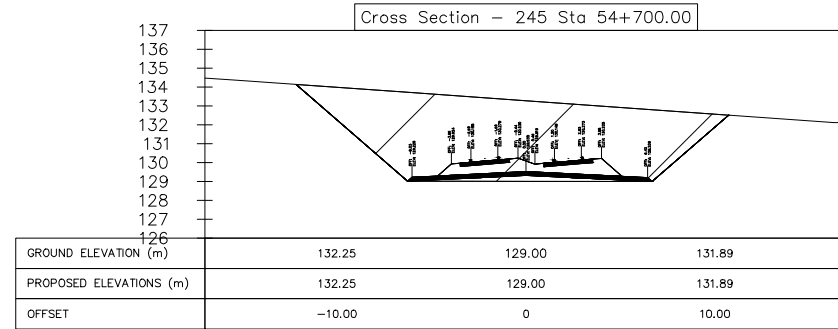
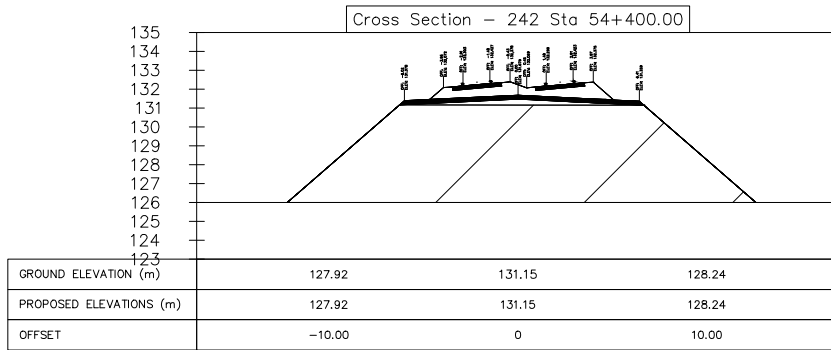
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 45

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

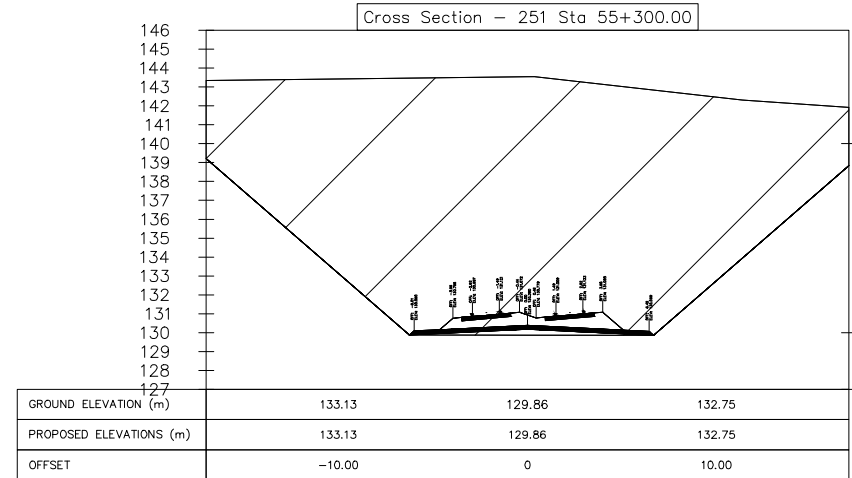
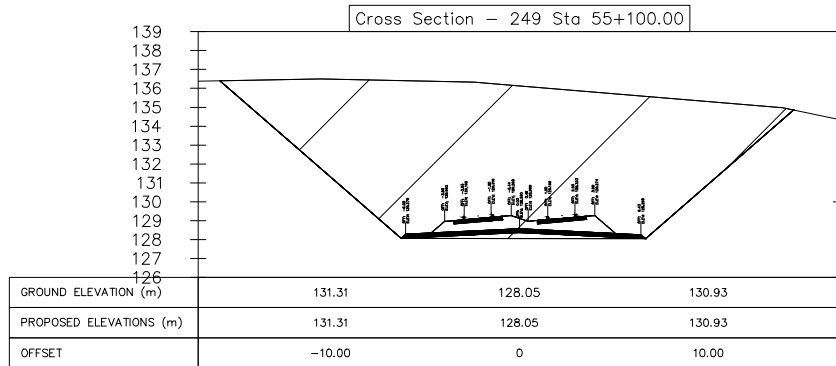
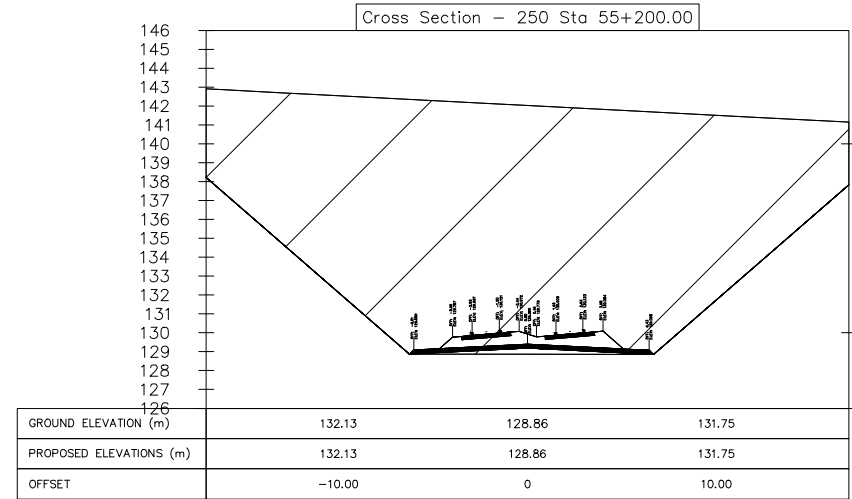
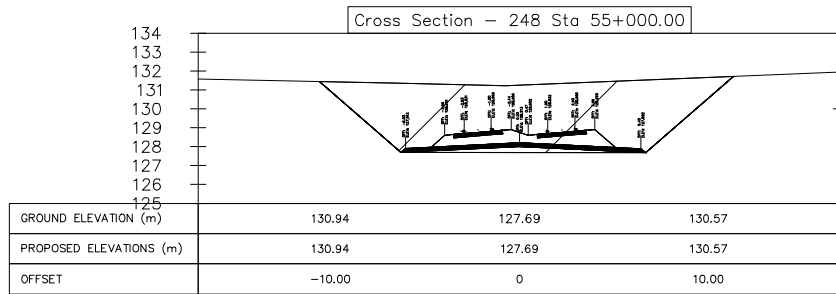
NO. LMBR

46

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

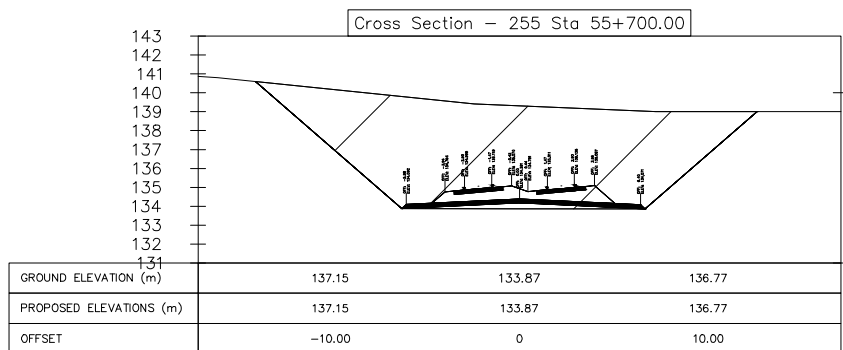
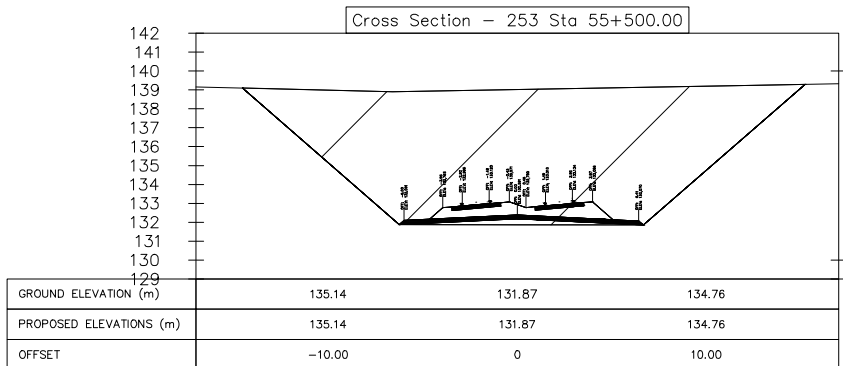
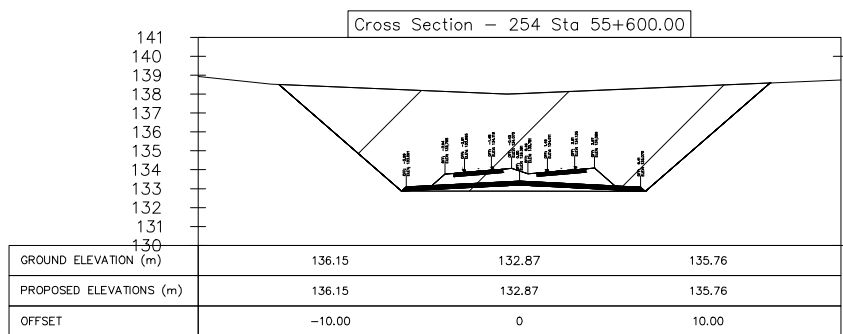
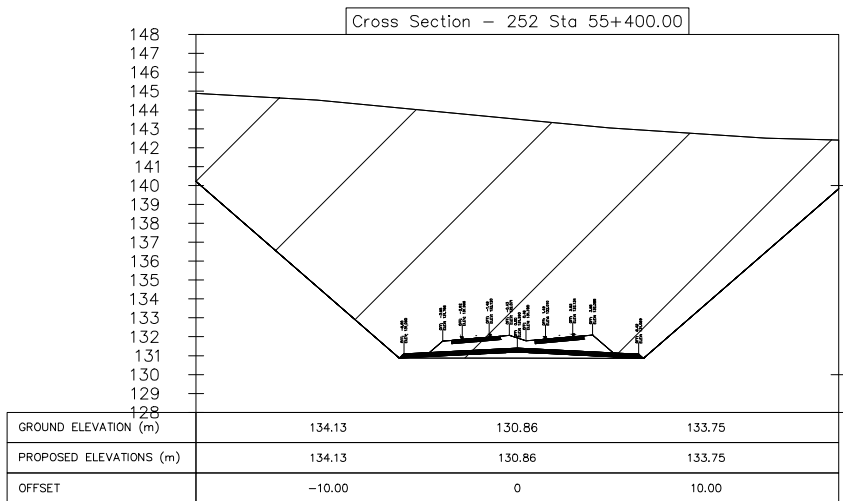
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 47

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

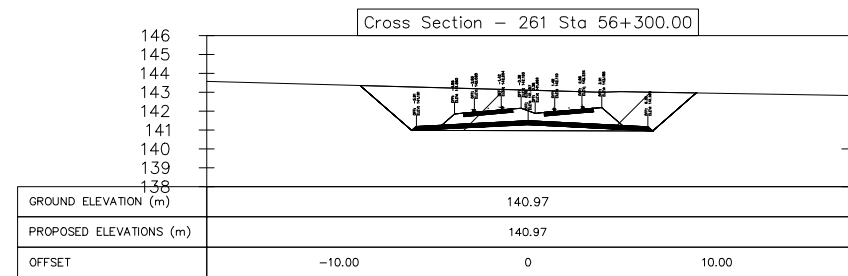
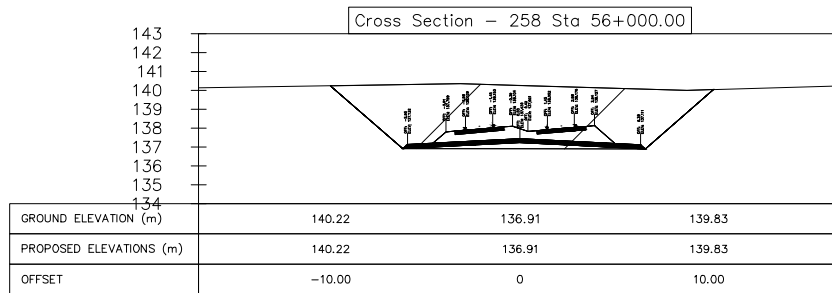
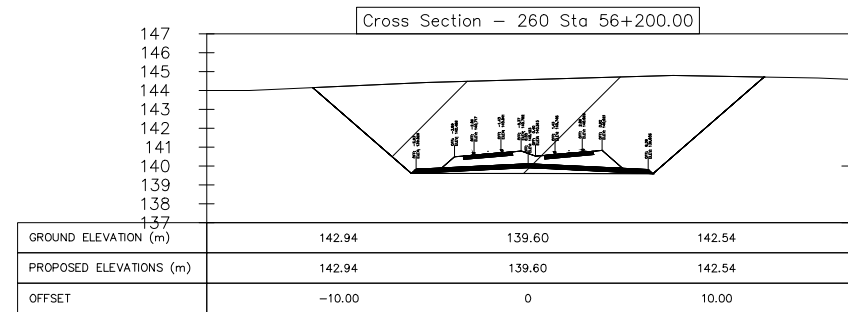
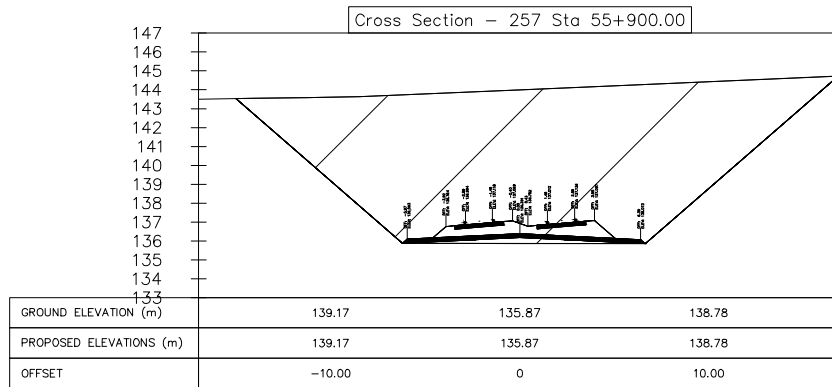
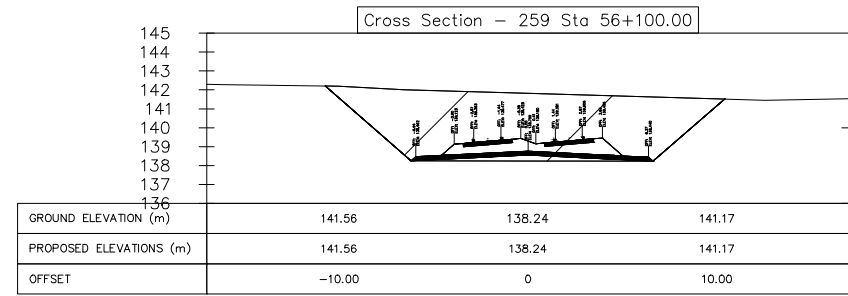
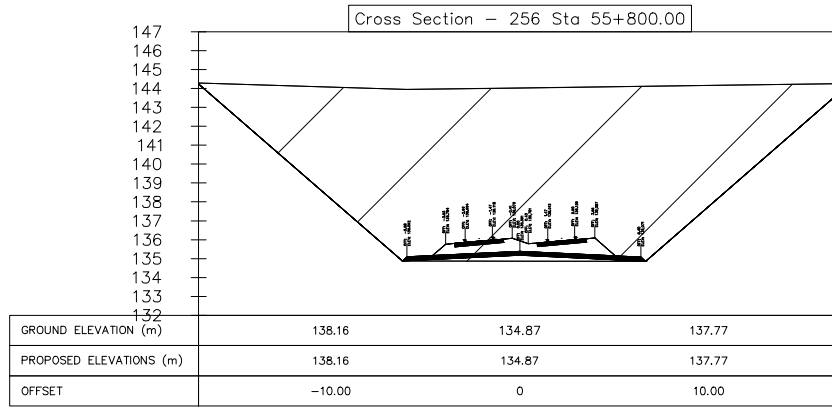
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 48

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

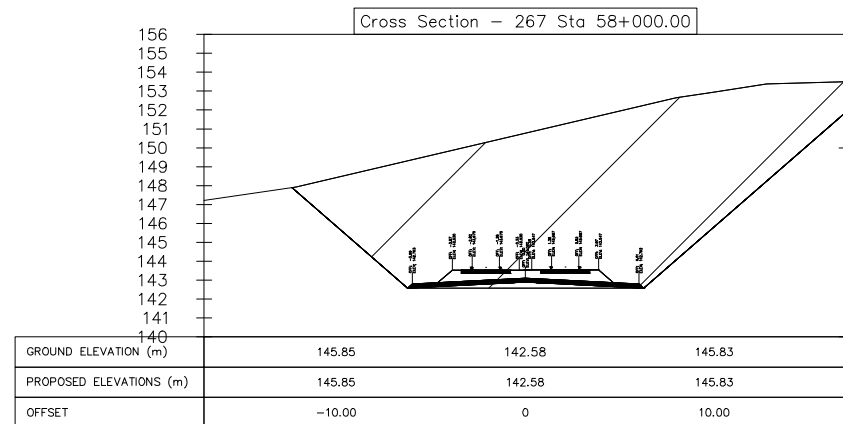
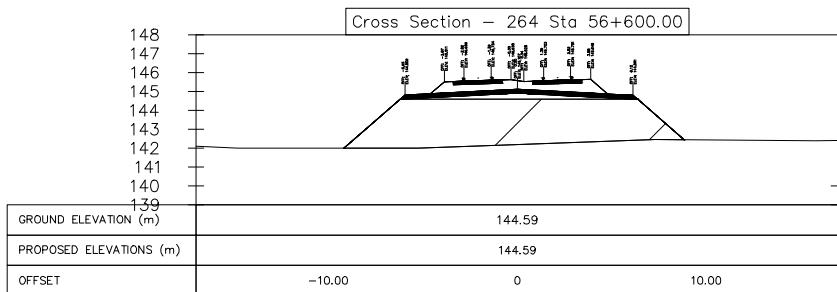
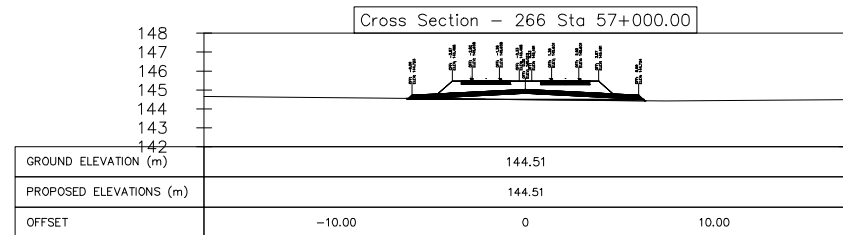
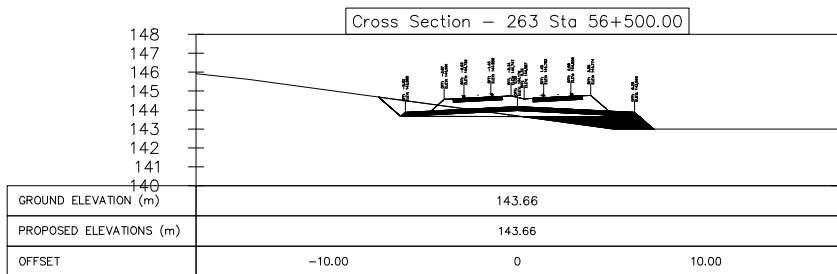
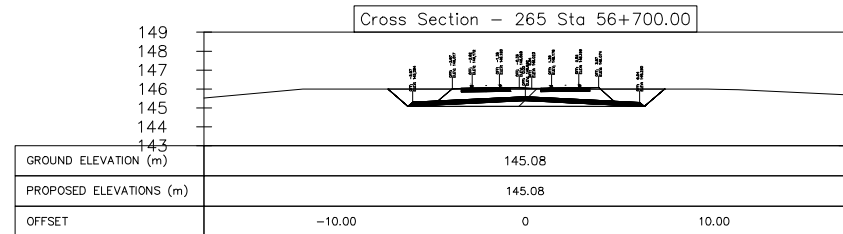
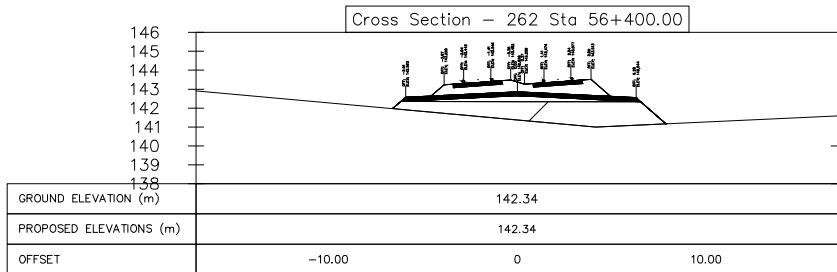
**NO. LMBR**

49

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

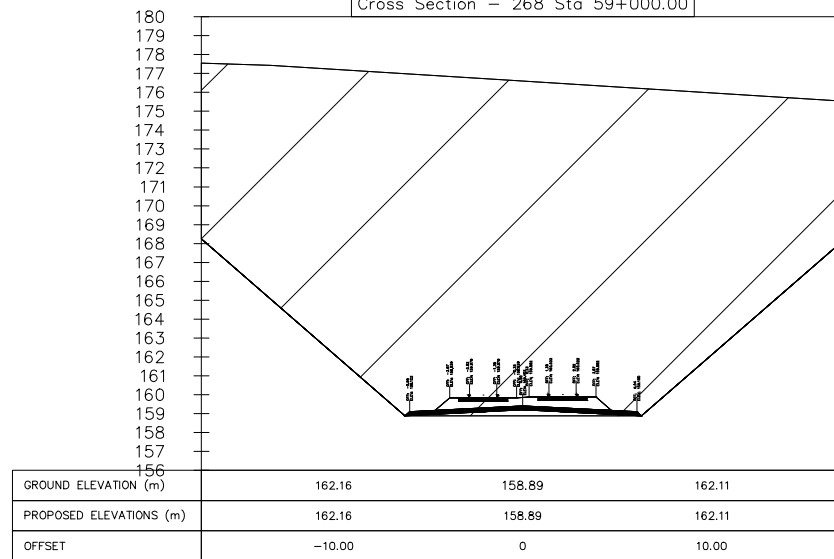
KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 50

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR

Cross Section - 268 Sta 59+000.00



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

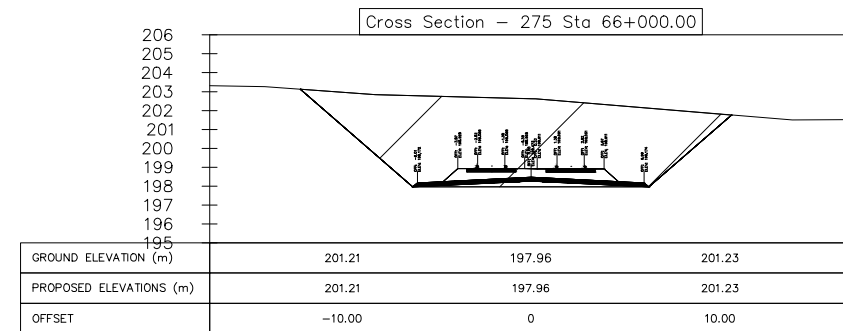
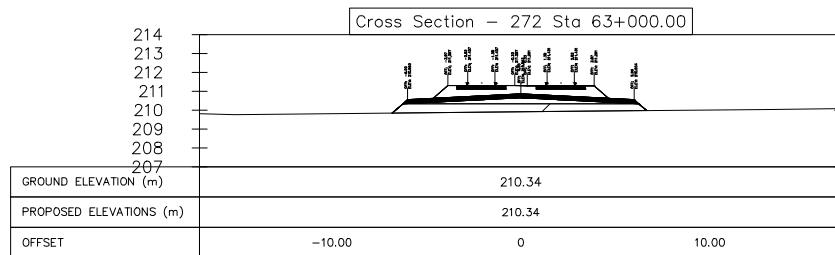
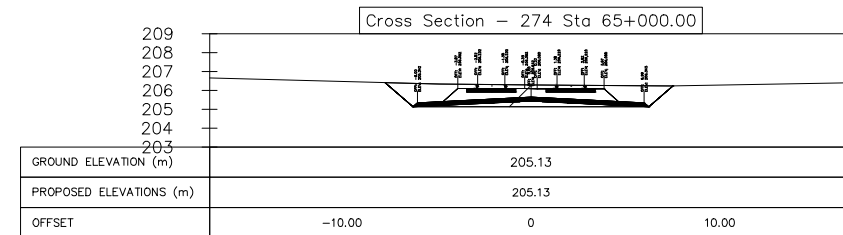
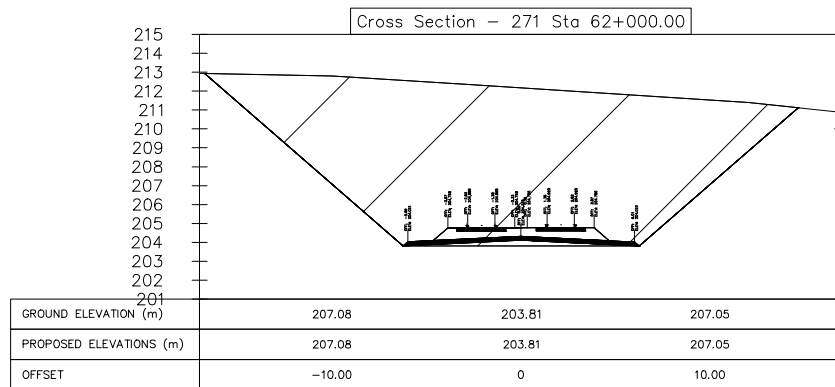
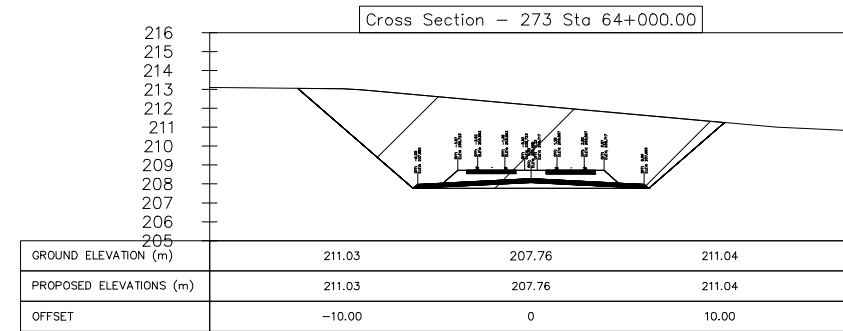
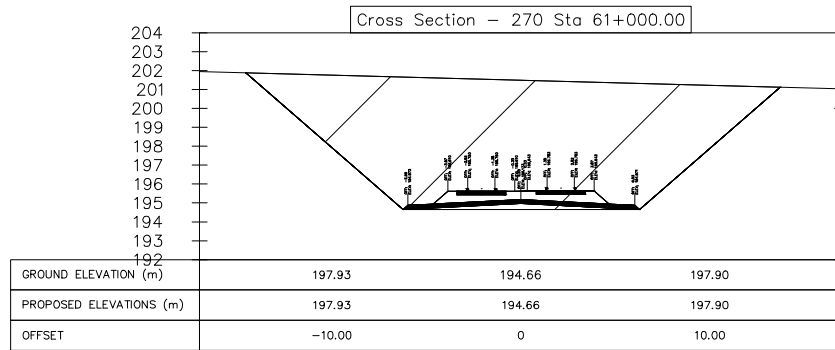
NO. LMBR

51

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

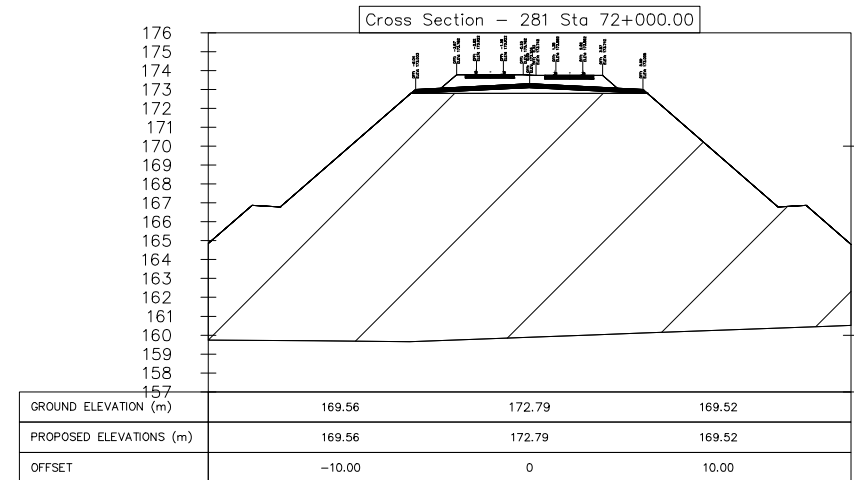
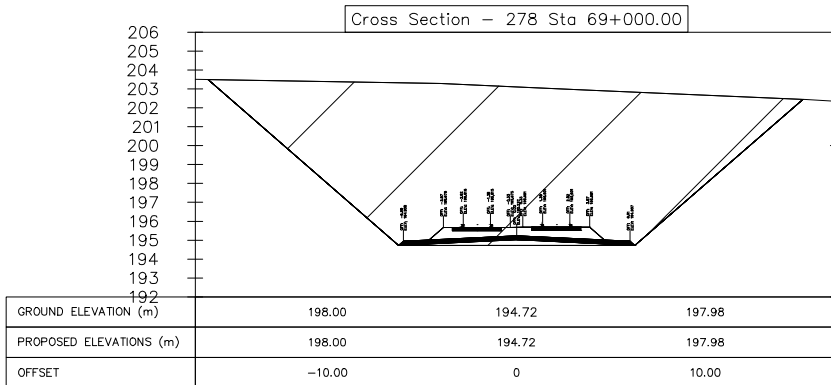
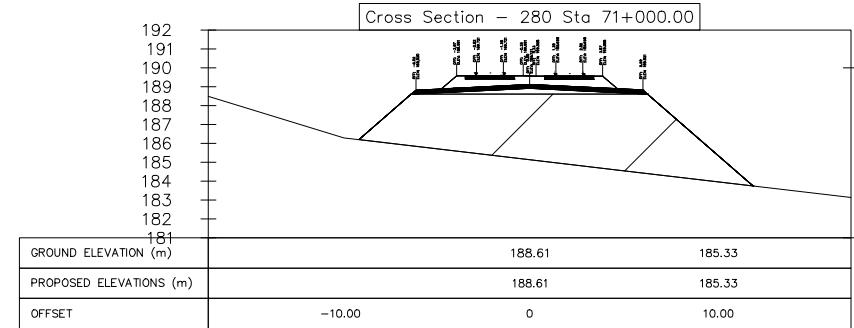
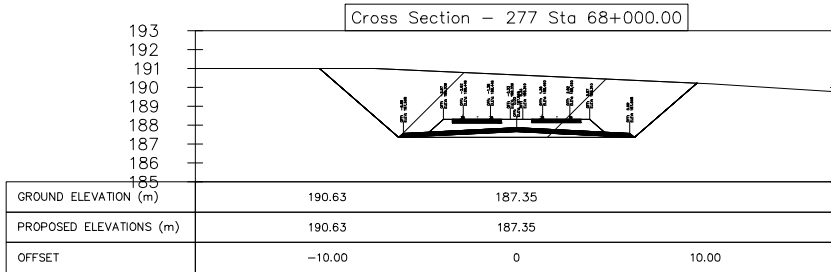
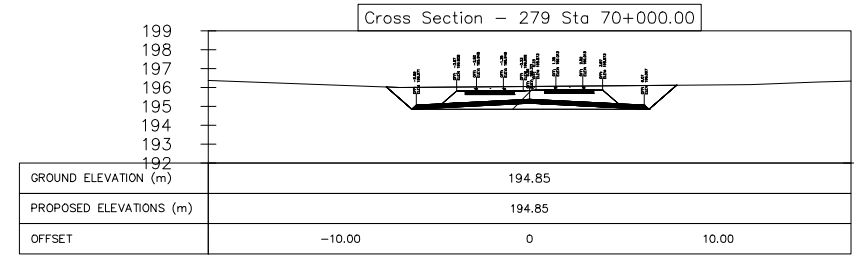
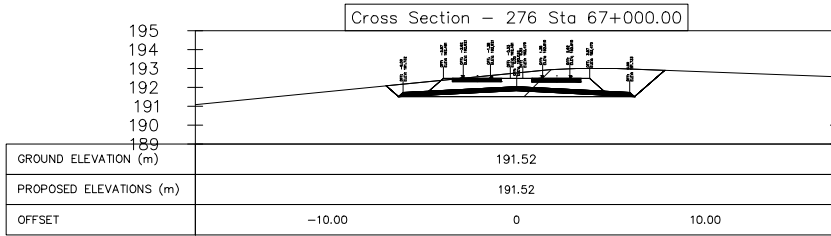
**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 52

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

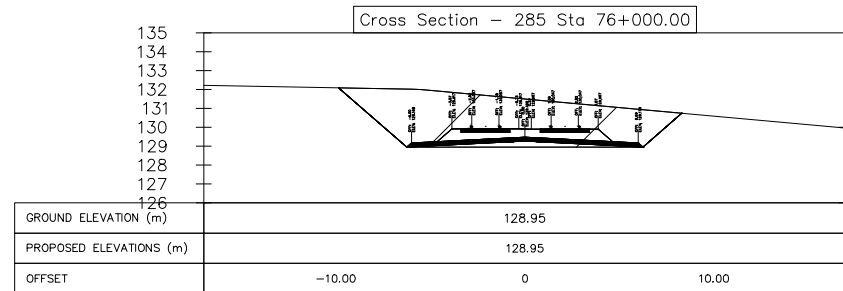
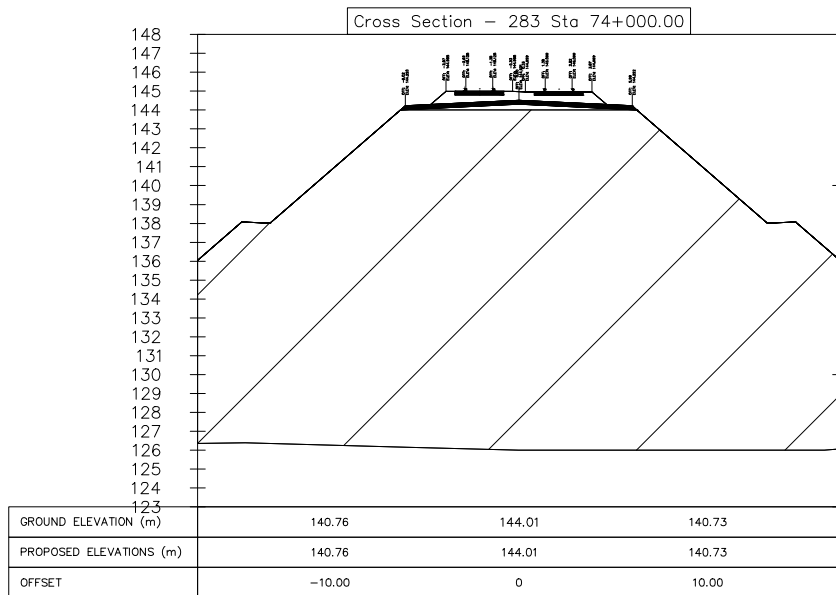
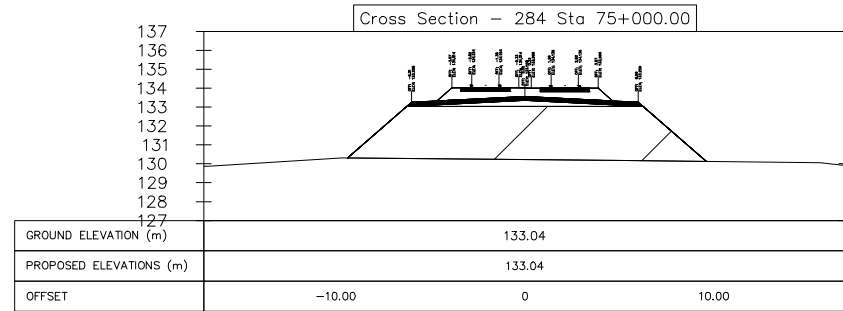
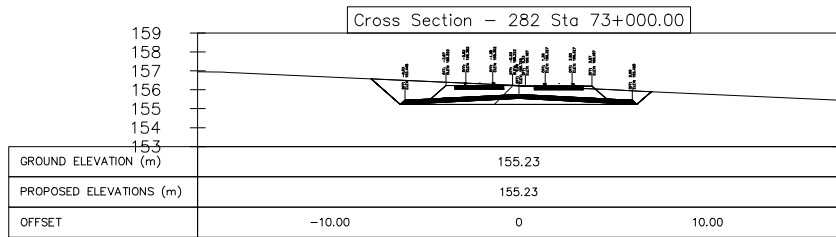
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 53

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

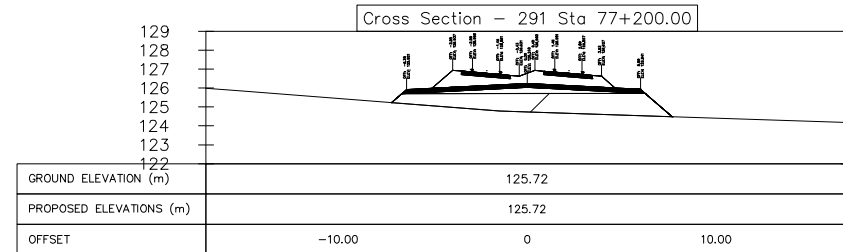
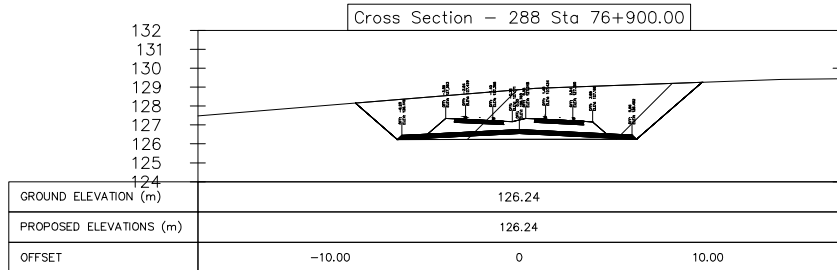
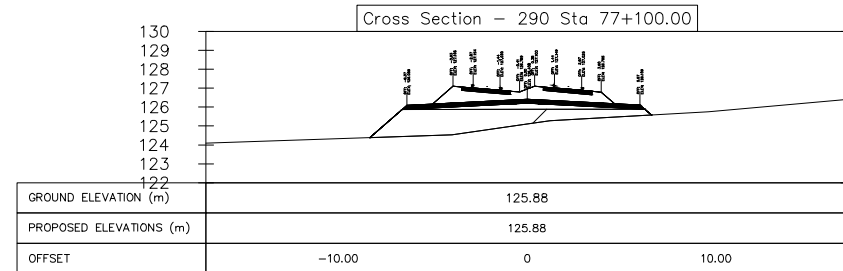
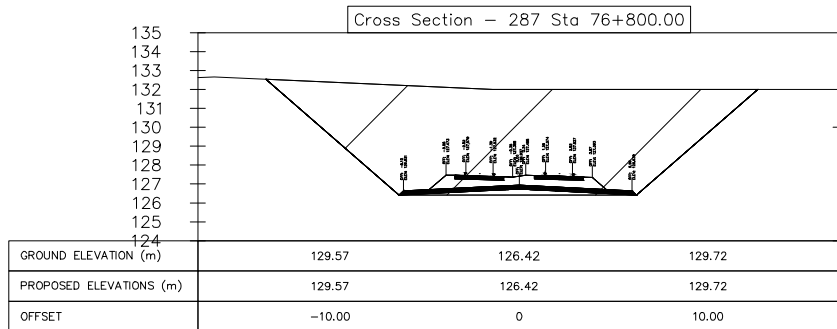
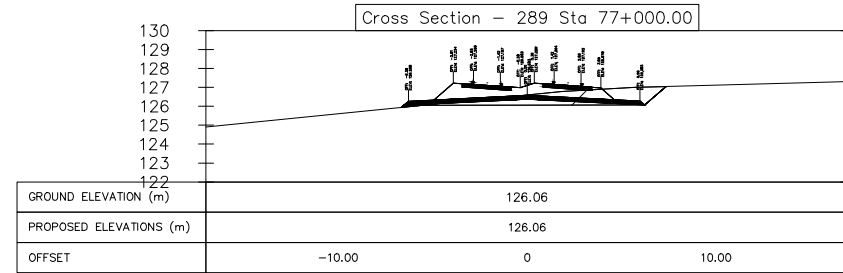
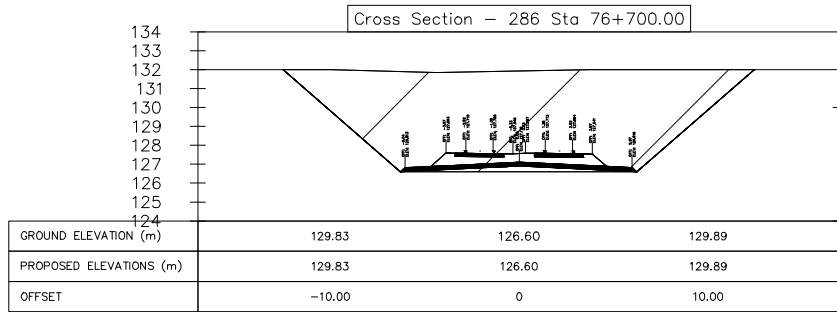
**NAMA MAHASISWA**  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

**NO. LMBR**  
 54

**JML. LMBR**  
 68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
DAN KEBUMIHAN  
Program Studi Teknik Sipil  
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
Judul Gambar = Pot. Melintang  
Skala Horizontal = 1 : 400  
Skala Vertikal = 1 : 400

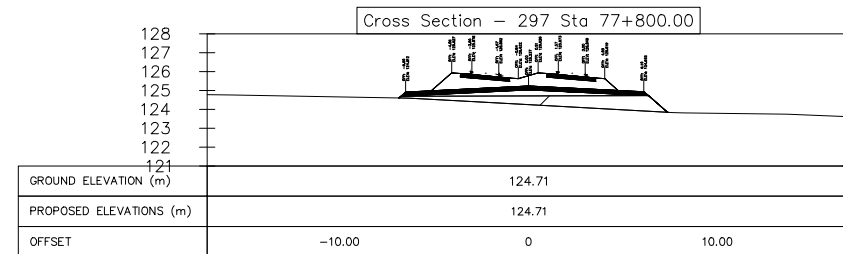
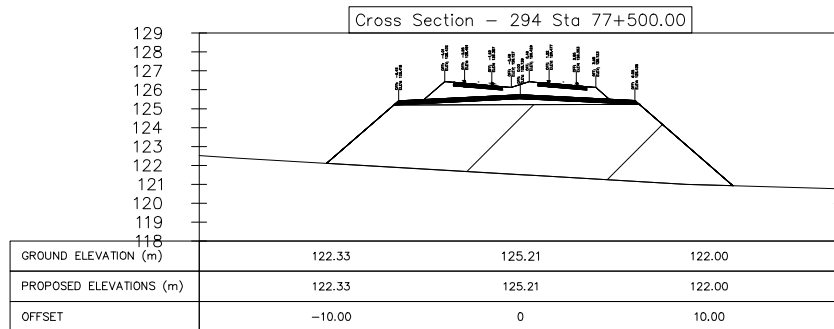
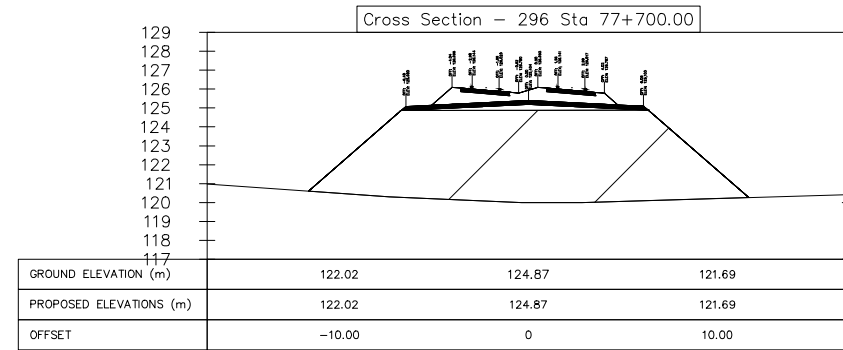
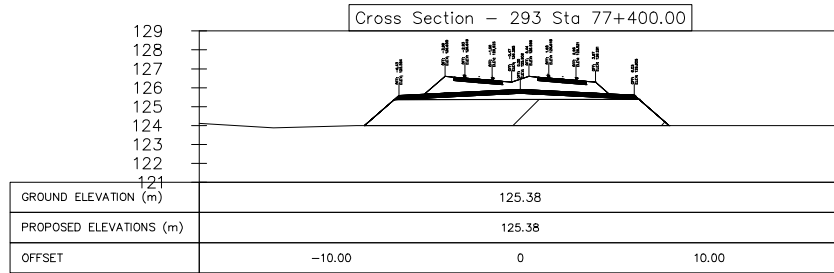
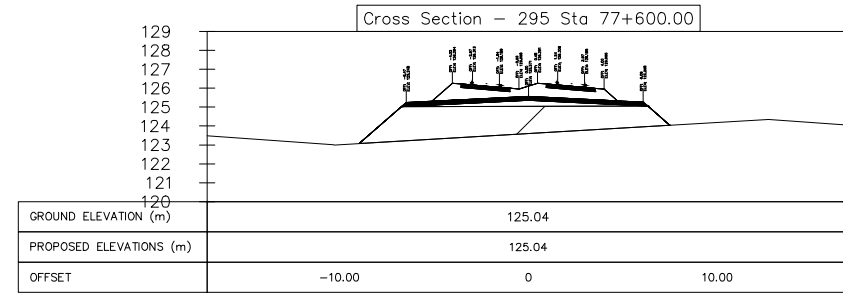
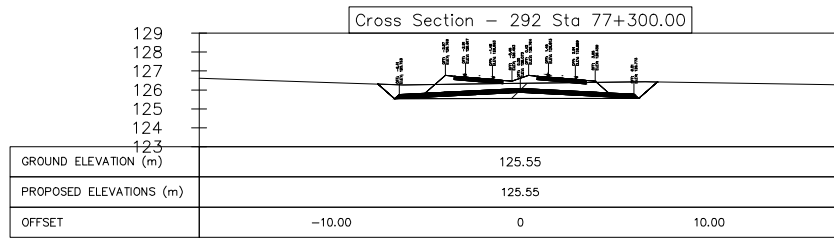
NO. LMBR

55

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
DAN KEBUMIHAN  
Program Studi Teknik Sipil  
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
Judul Gambar = Pot. Melintang  
Skala Horizontal = 1 : 400  
Skala Vertikal = 1 : 400

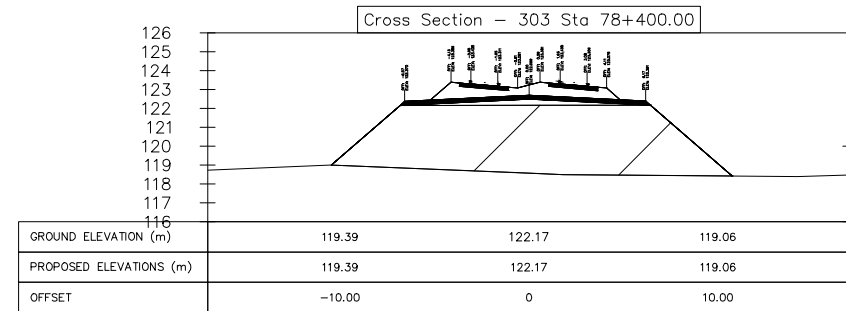
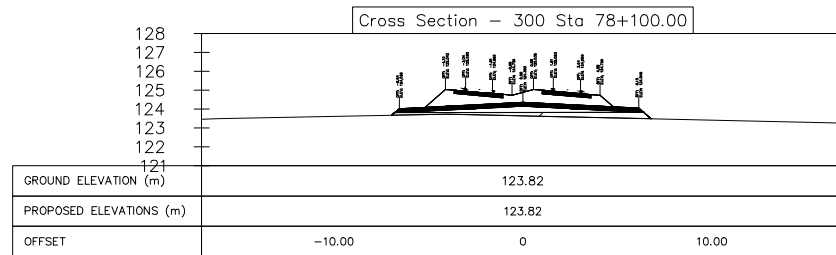
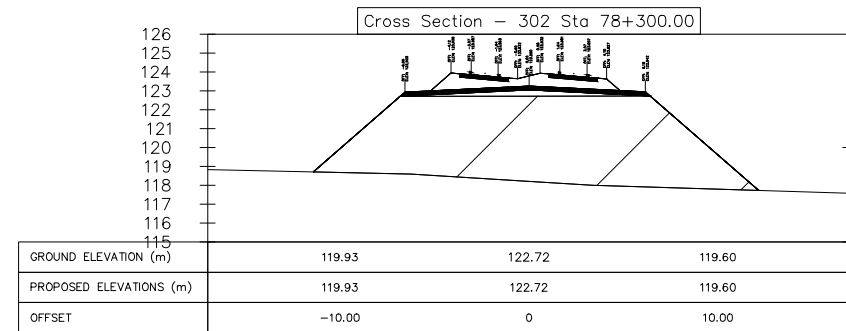
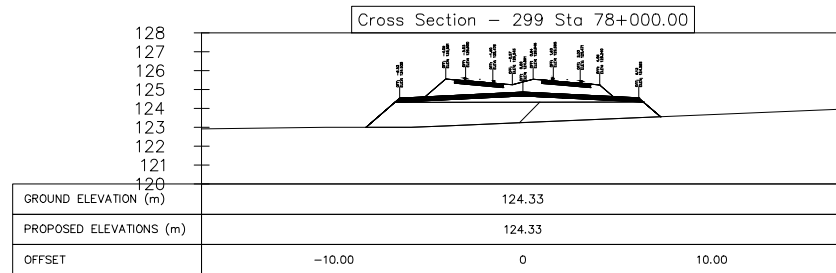
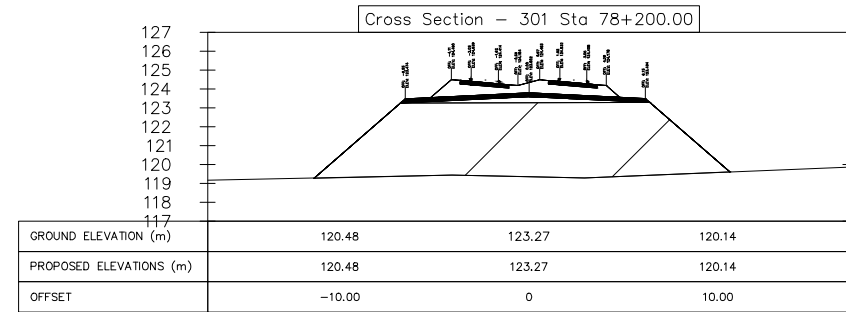
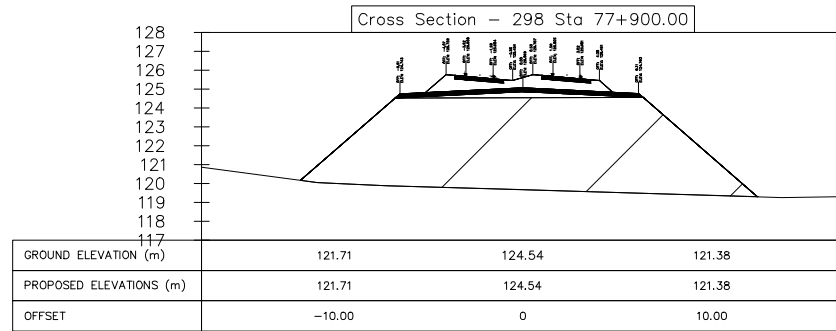
NO. LMBR

56

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING  
 Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

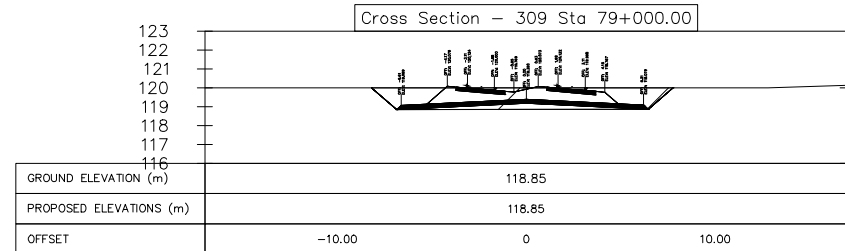
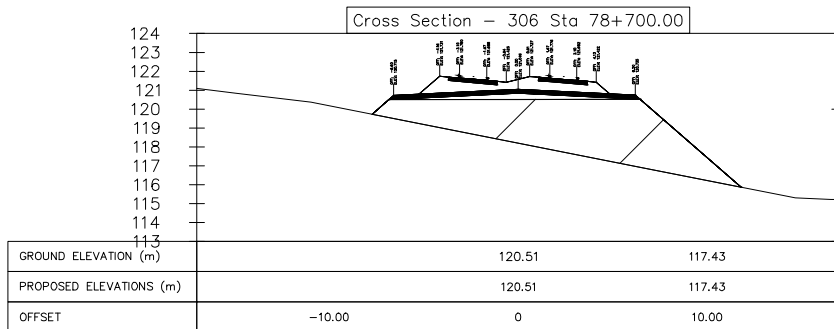
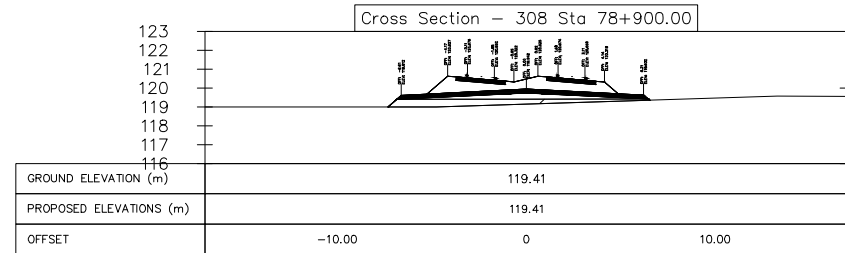
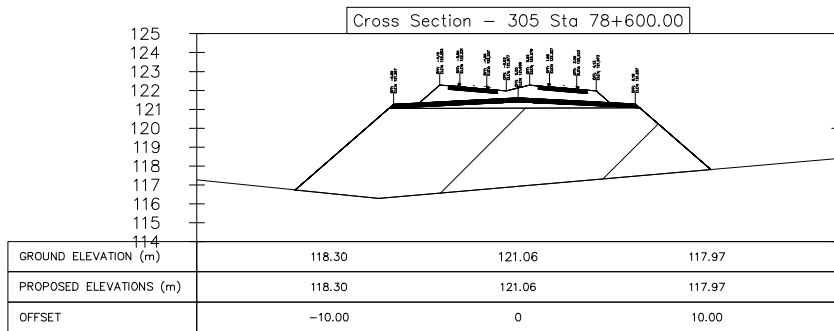
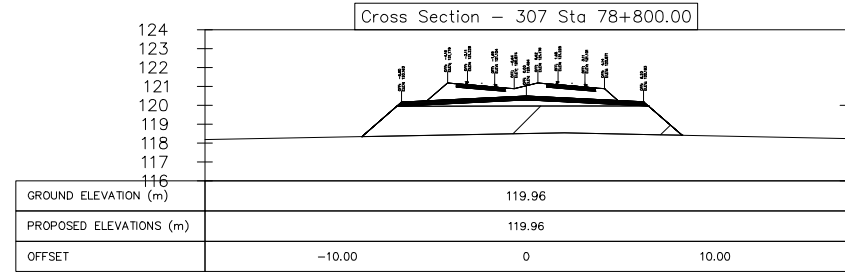
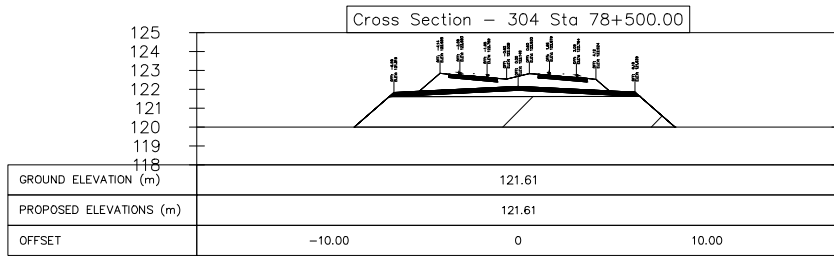
NAMA MAHASISWA  
 Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR  
 Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR  
 57

JML. LMBR  
 68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

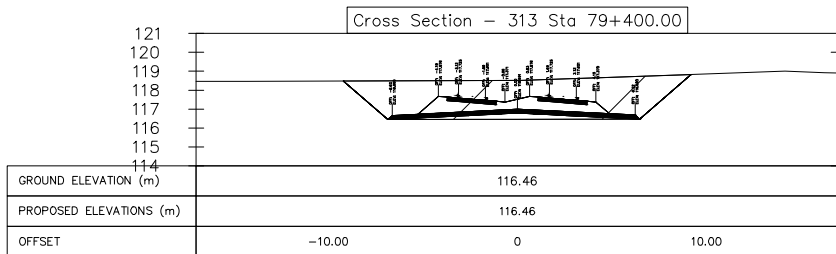
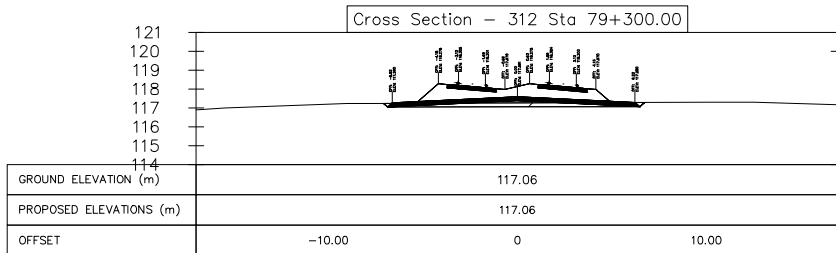
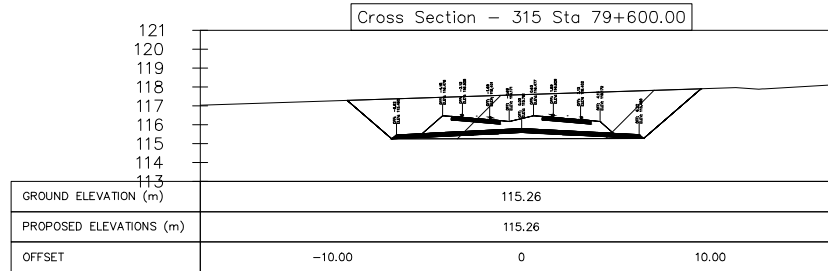
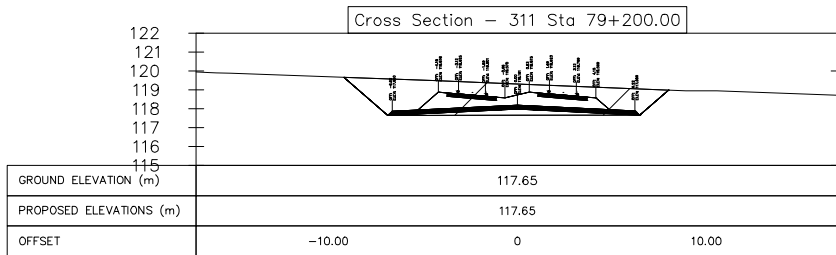
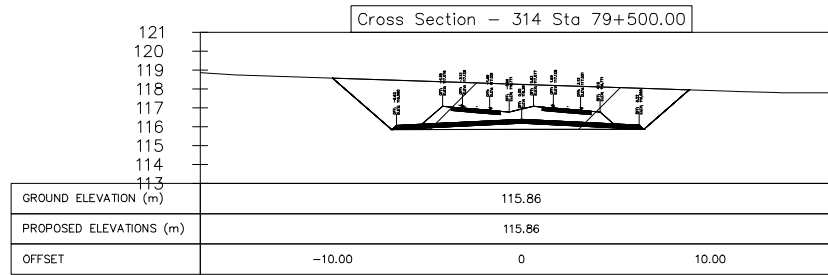
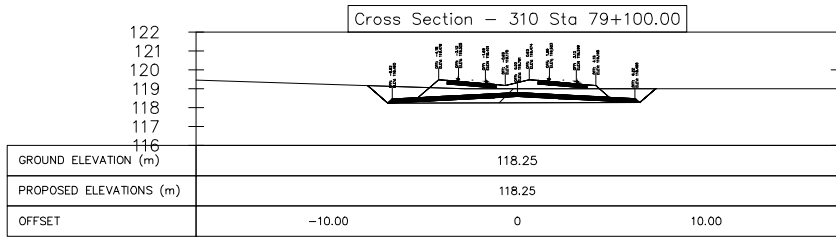
NO. LMBR

58

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

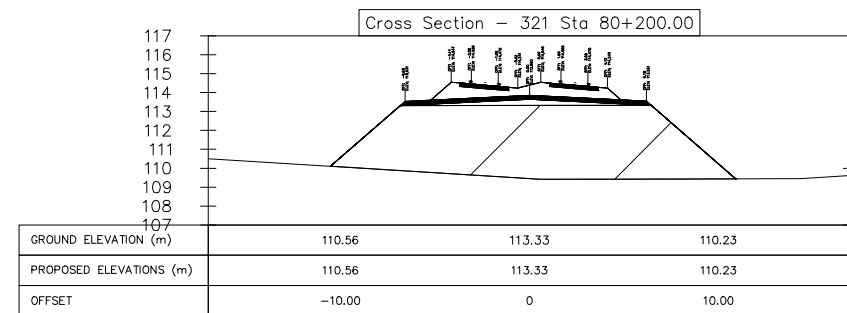
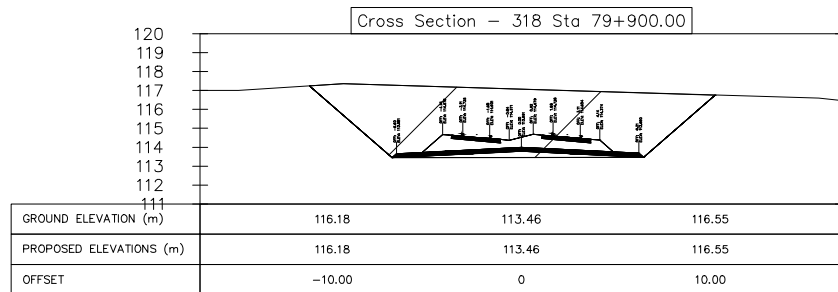
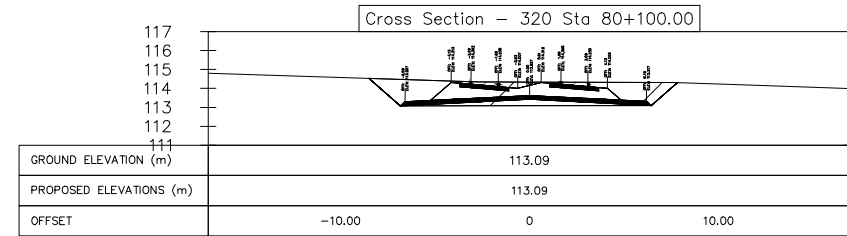
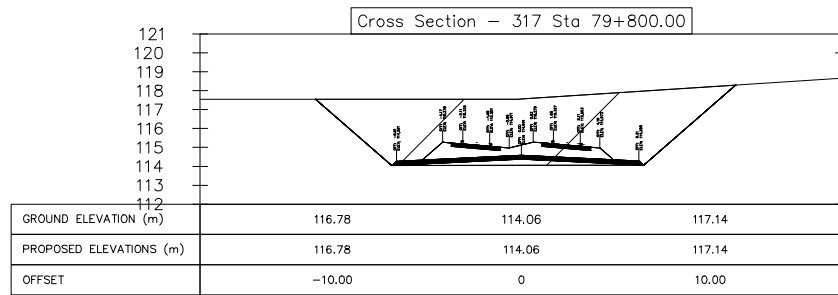
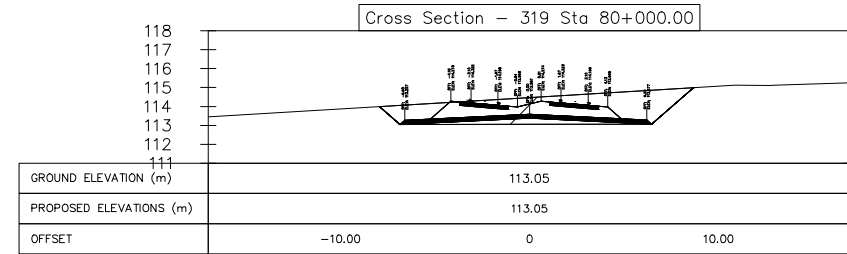
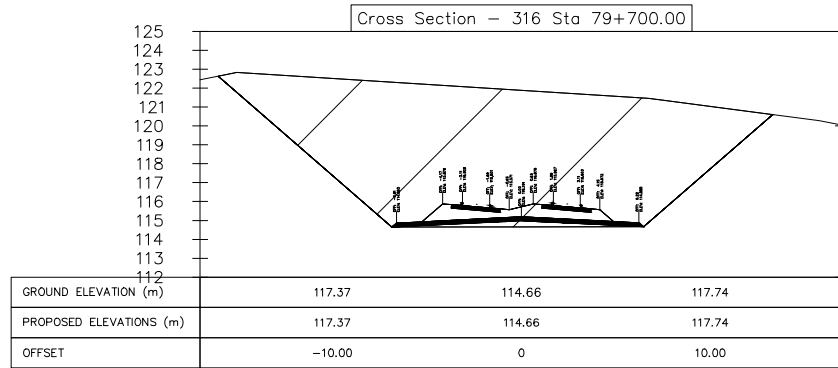
NO. LMBR

59

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dho Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

NO. LMBR

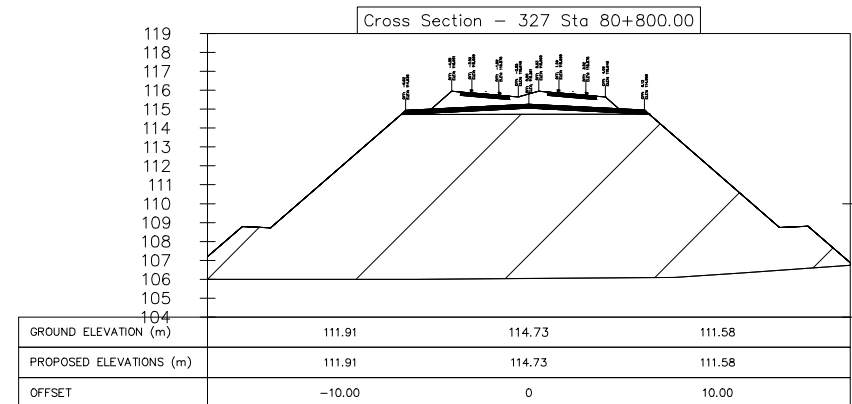
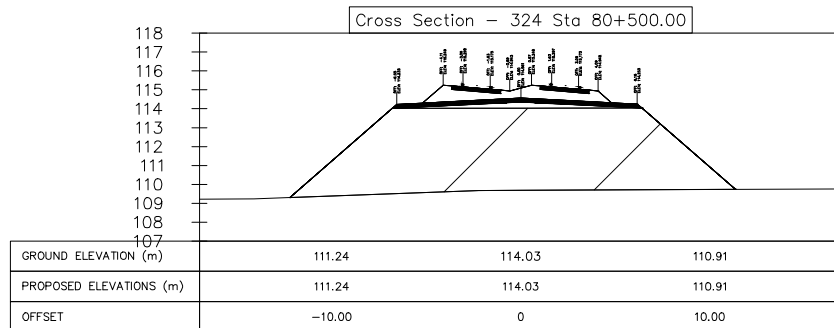
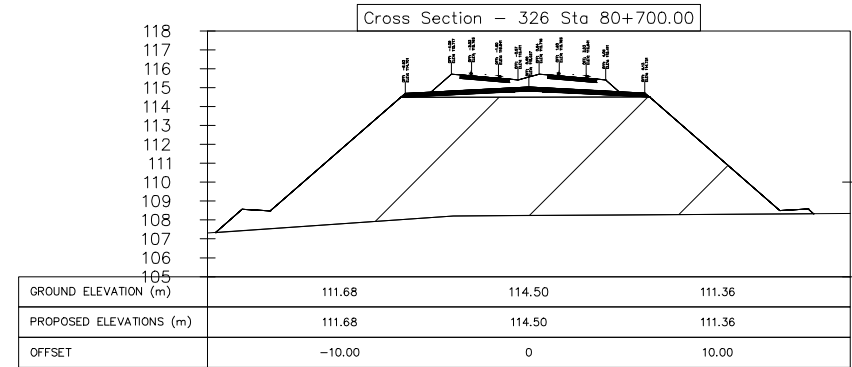
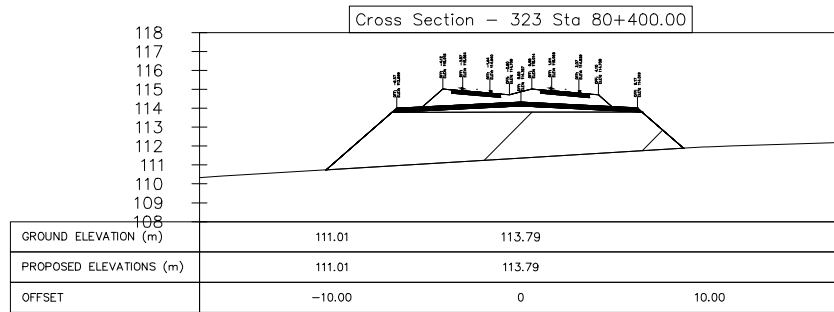
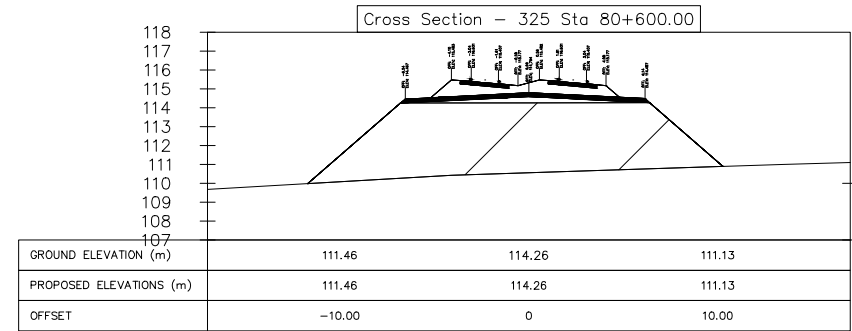
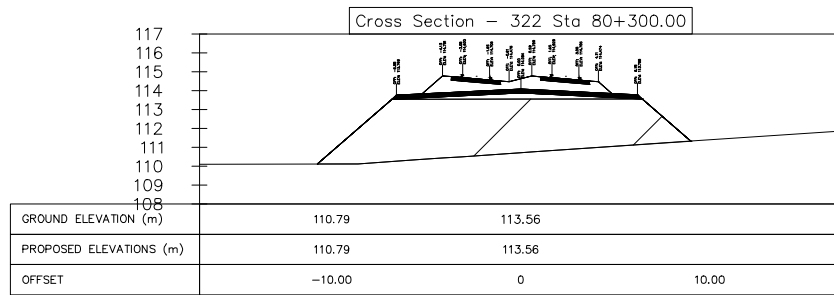
60

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

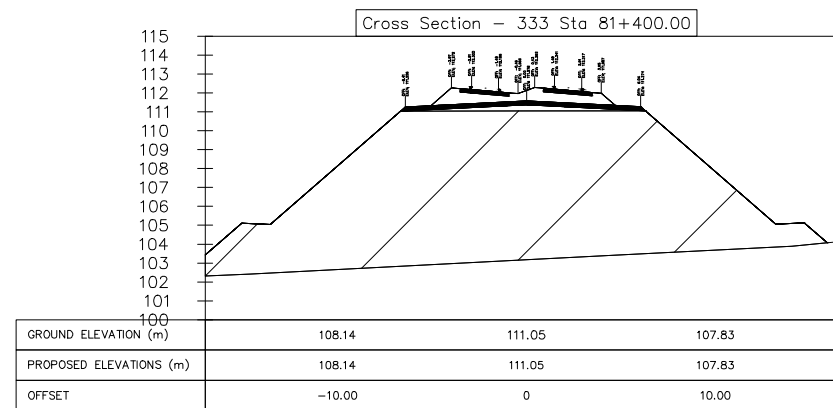
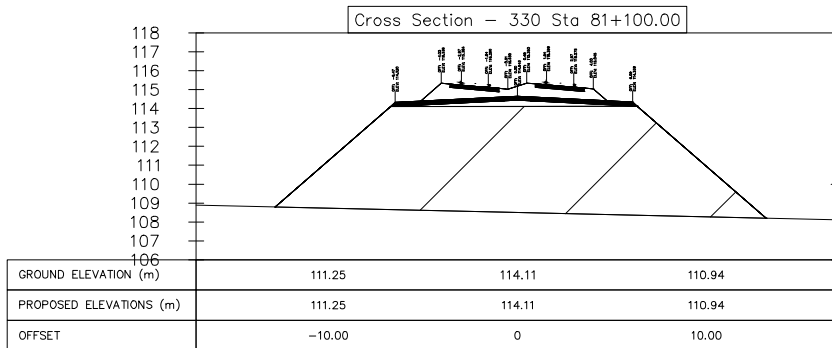
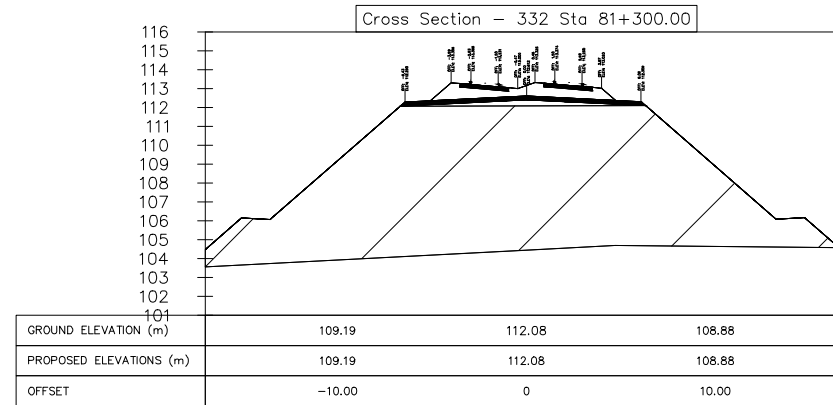
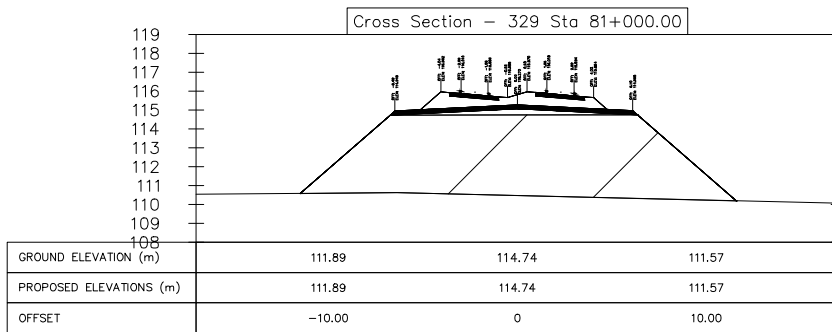
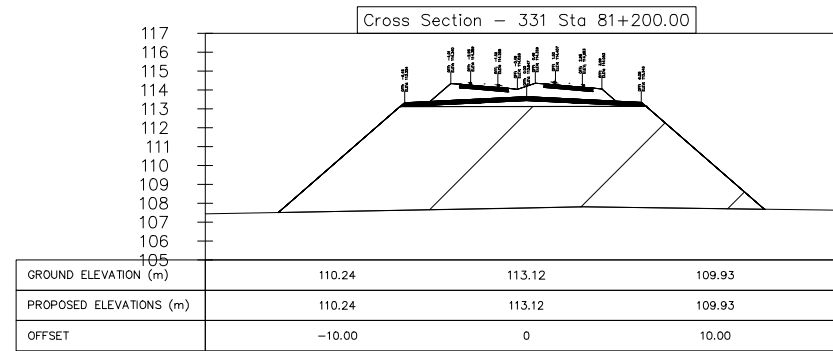
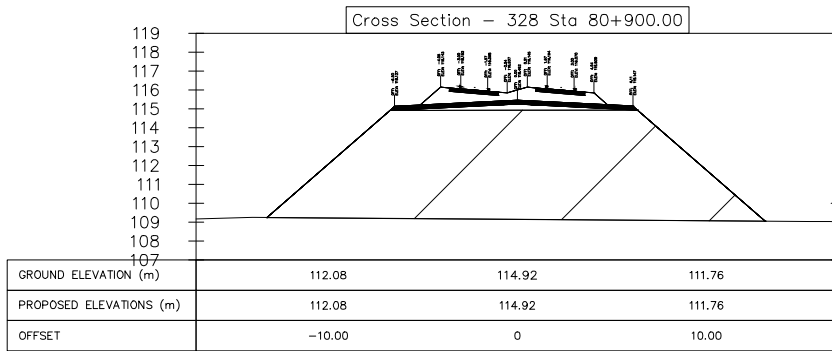
NO. LMBR

61

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

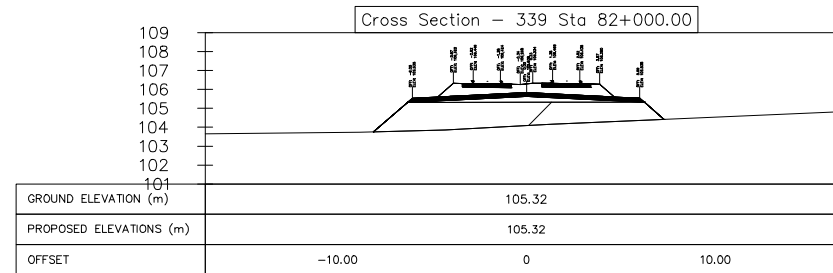
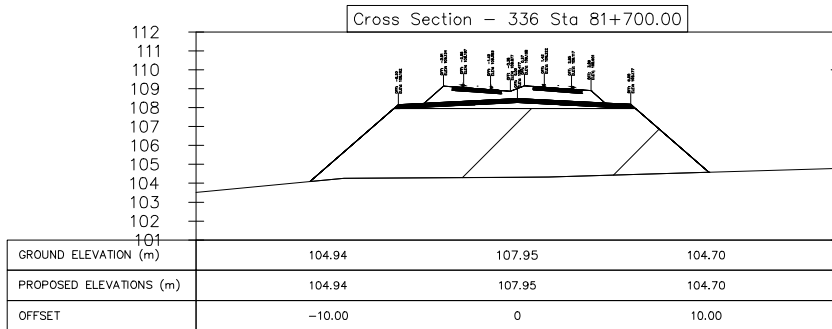
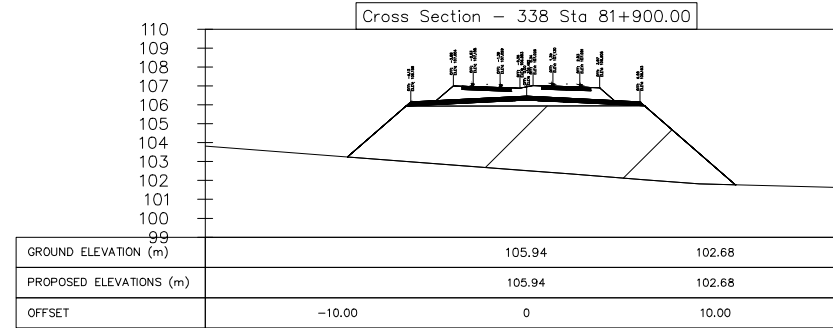
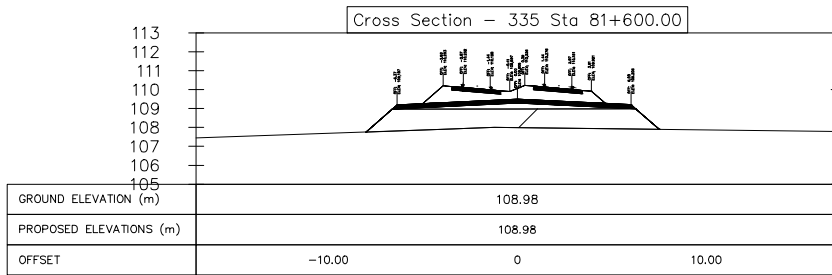
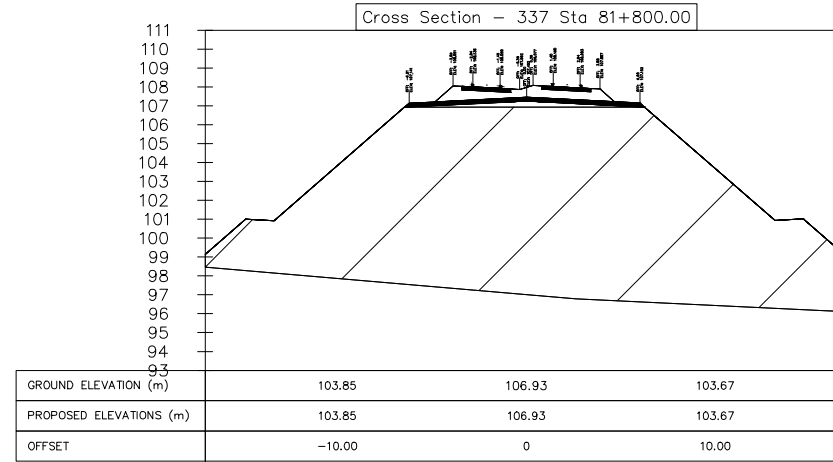
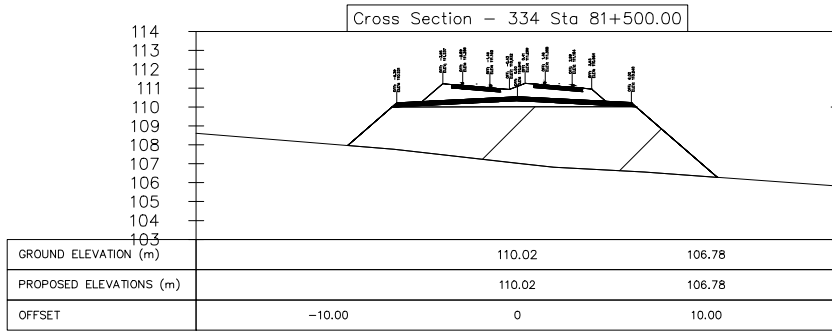
**NO. LMBR**

62

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

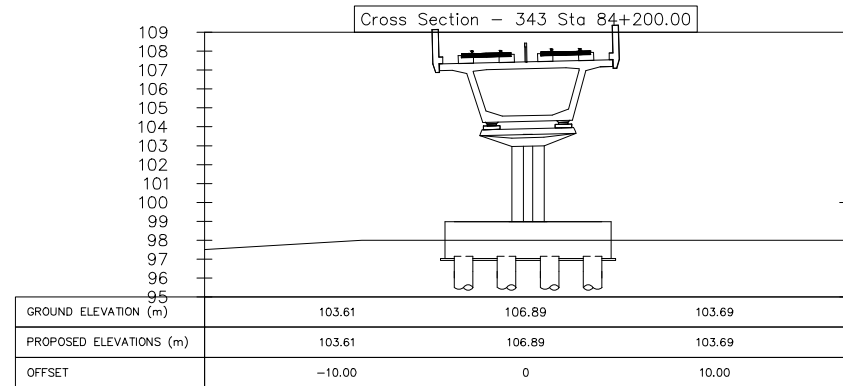
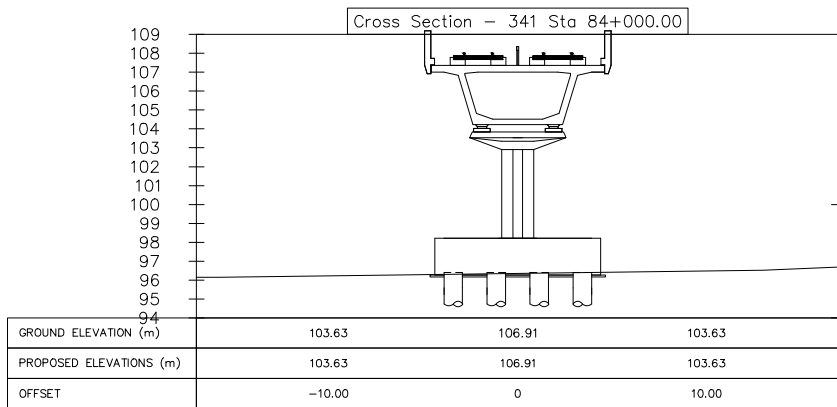
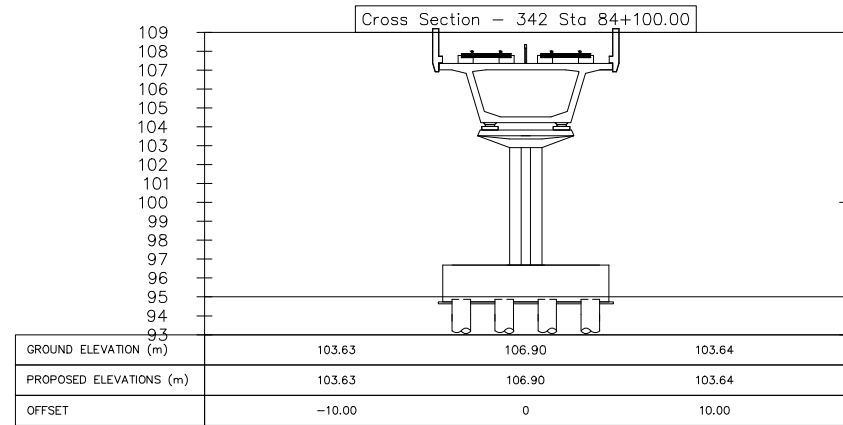
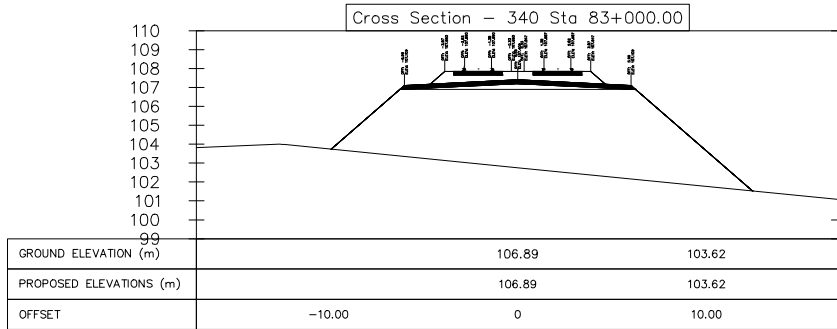
NO. LMBR

63

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

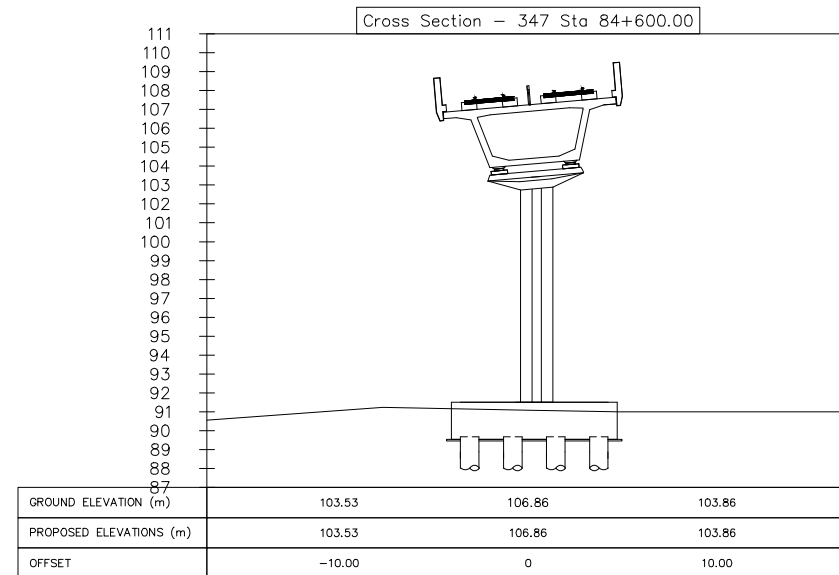
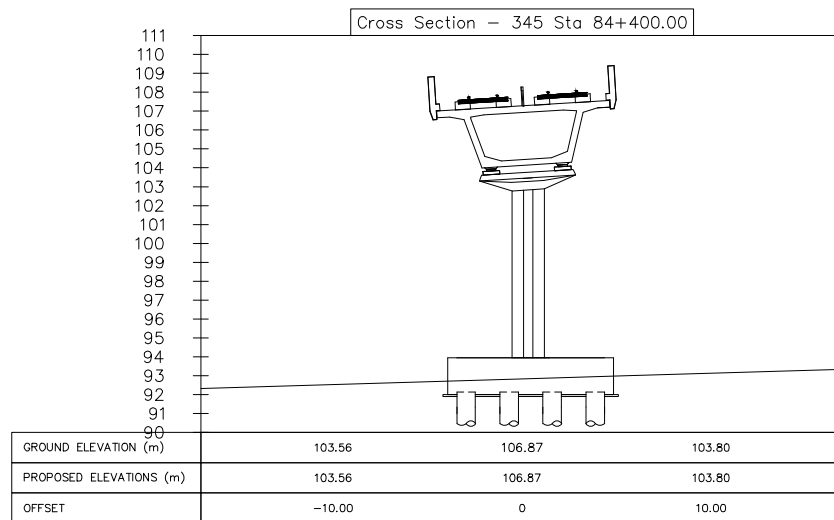
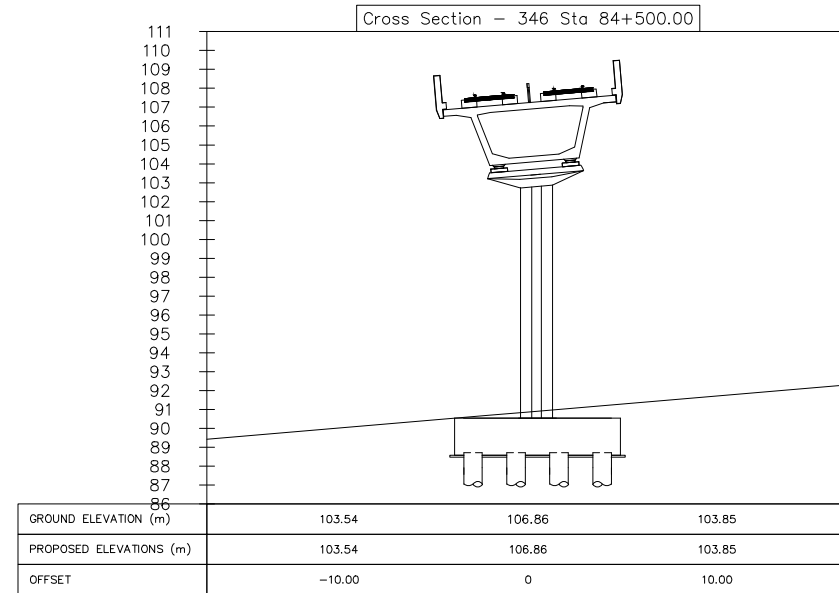
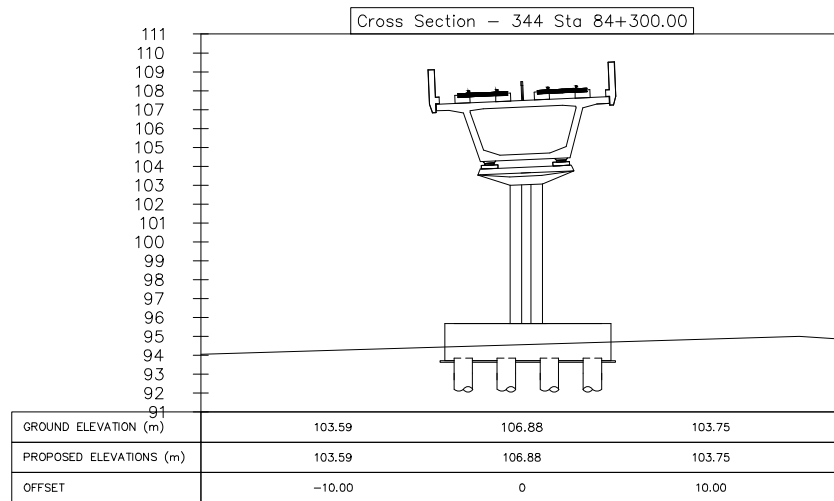
NO. LMBR

64

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

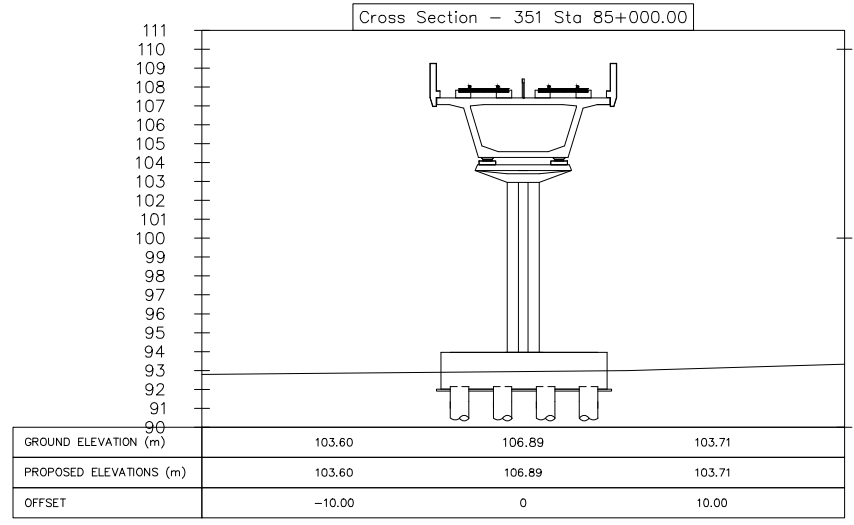
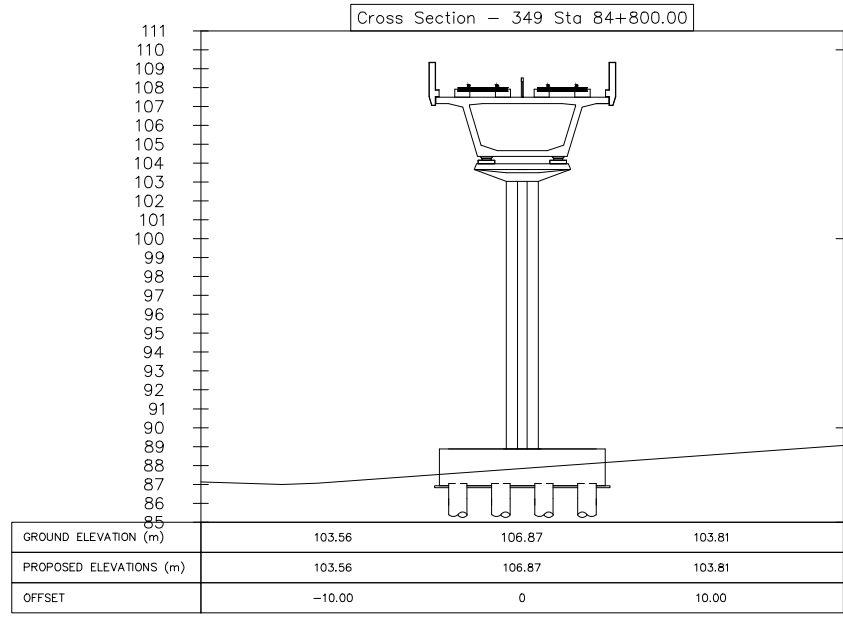
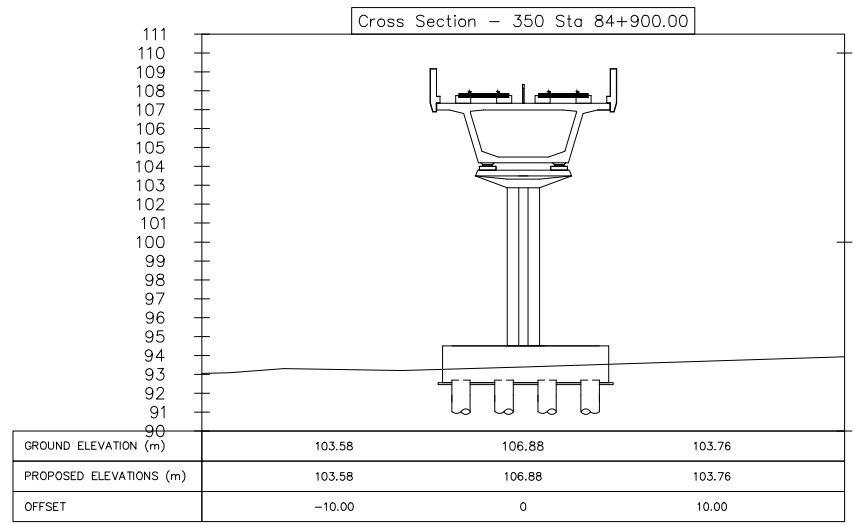
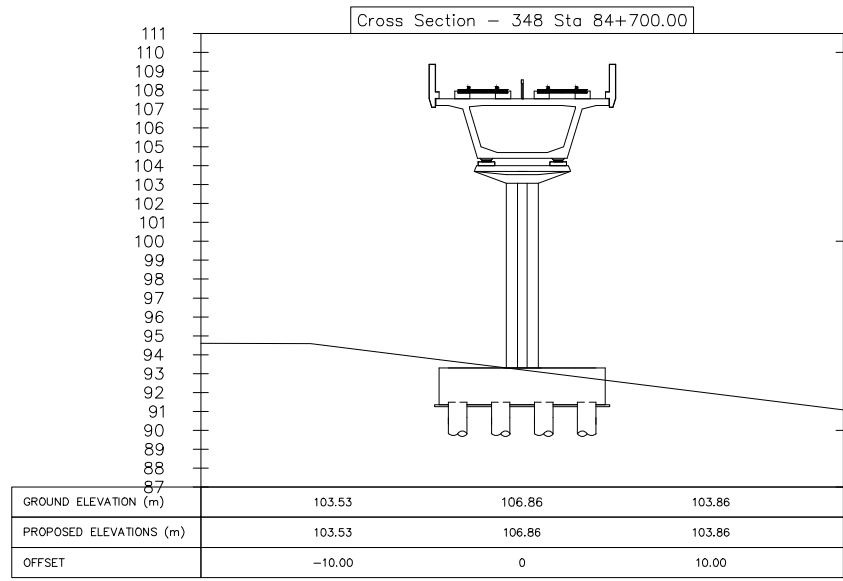
**NO. LMBR**

65

**JML. LMBR**

68

**REVISI GAMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

**JUDUL TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR**  
**JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT**  
**SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN**  
**MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Wahyu Herijanto, MT**  
 NIP 196209061989031012

**NAMA MAHASISWA**

**Dhio Dwinofiansyah Putra**  
 NRP .03111745000019

**KETERANGAN GAMBAR**

**Kode Gambar = CS**  
**Judul Gambar = Pot. Melintang**  
**Skala Horizontal = 1 : 400**  
**Skala Vertikal = 1 : 400**

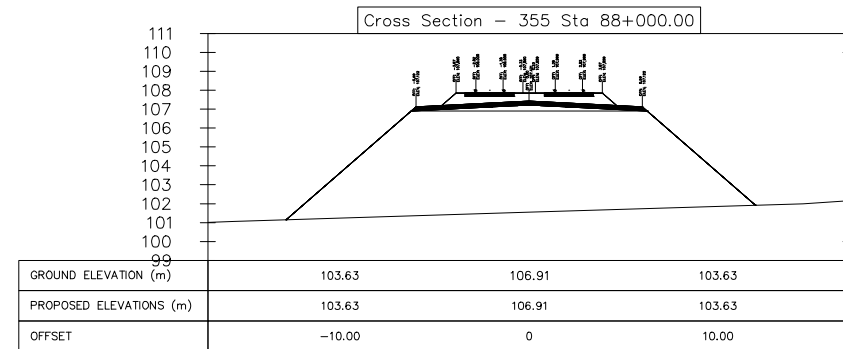
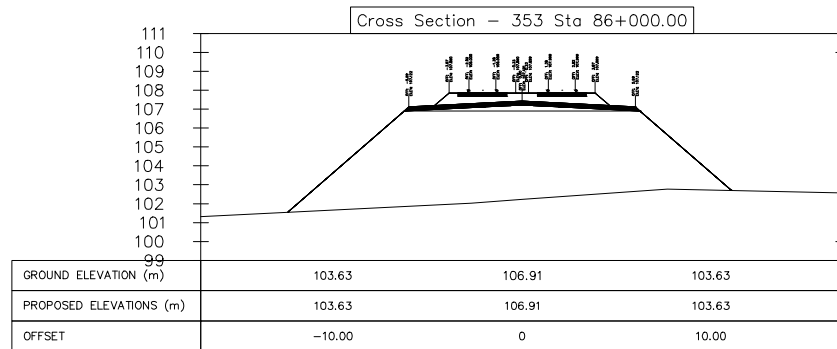
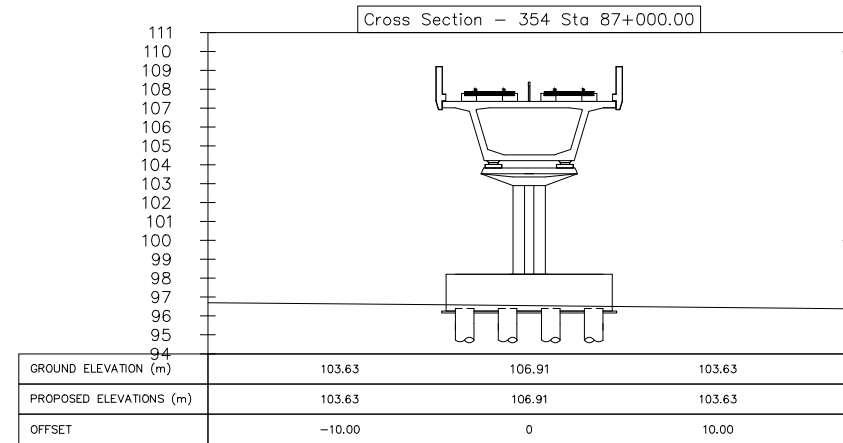
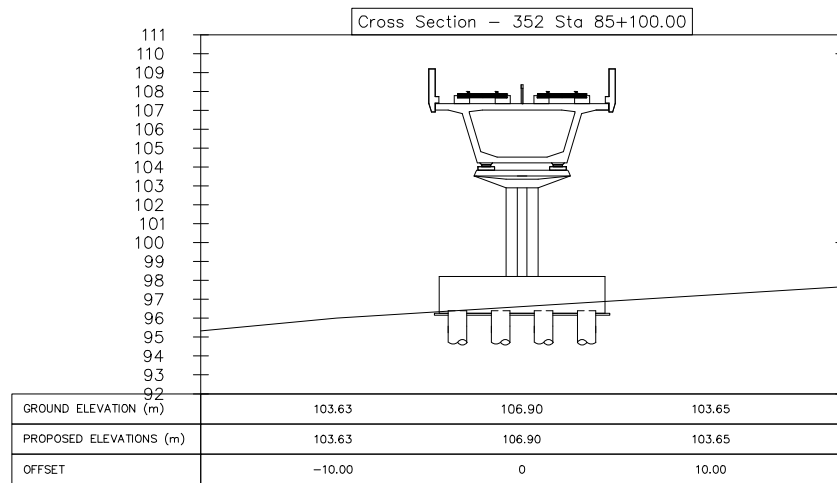
**NO. LMBR**

**66**

**JML. LMBR**

**68**

**REVISI GAMBAR**

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN  
 DAN KEBUMIHAN  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR  
 JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT  
 SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN  
 MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT  
 NIP 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Dhio Dwinofiansyah Putra  
 NRP .03111745000019

KETERANGAN GAMBAR

Kode Gambar = CS  
 Judul Gambar = Pot. Melintang  
 Skala Horizontal = 1 : 400  
 Skala Vertikal = 1 : 400

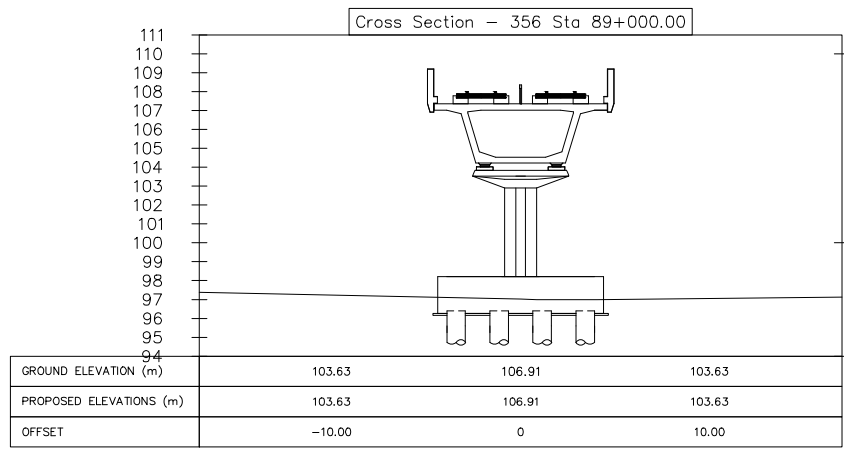
NO. LMBR

67

JML. LMBR

68

REVISI GAMBAR



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN**  
**DAN KEBUMIHAN**  
 Program Studi Teknik Sipil  
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN GAMBAR	NO. LMBR	JML. LMBR	REVISI GAMBAR
PERANCANGAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL UNTUK RENCANA KERETA CEPAT SURABAYA - YOGYAKARTA SEKSI STASIUN MADIUN - STASIUN SOLO BALAPAN	Ir. Wahyu Herijanto, MT NIP 196209061989031012	Dhio Dwinofiansyah Putra NRP .03111745000019	Kode Gambar = CS Judul Gambar = Pot. Melintang Skala Horizontal = 1 : 400 Skala Vertikal = 1 : 400	68	68	