



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN  
REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API  
YOGYAKARTA-MAGELANG**

SATRIA PRAYUDHA SAKTI  
NRP. 0311174500014

Dosen Pembimbing  
Ir. Wahyu Herijanto, MT

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



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN  
REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API  
YOGYAKARTA-MAGELANG**

SATRIA PRAYUDHA SAKTI  
NRP. 03111745000014

Dosen Pembimbing  
Ir. Wahyu Herijanto, MT

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



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**ALTERNATIVE GEOMETRIC DESIGN OF RAIL ROAD  
FOR YOGYAKARTA-MAGELANG RAILWAY  
REACTIVATION**

SATRIA PRAYUDHA SAKTI  
NRP. 03111745000014

Consellor Lecturer  
Ir. Wahyu Herijanto, MT

MAJORING IN CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil , Enviromental and Geo-Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019

**PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN  
REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API  
YOGYAKARTA-MAGELANG**

**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

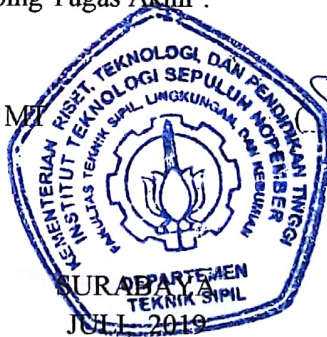
Oleh :

**SATRIA PRAYUDHA SAKTI**

NRP. 03111745000014

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT



*(Handwritten signature)*

**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
03111745000014	Satria Prayudha Sakti	Perancangan Alternatif Geometrik Jalan Rel untuk Reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang

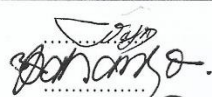
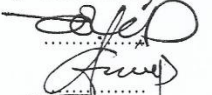
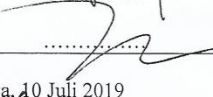
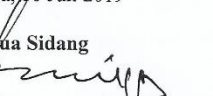
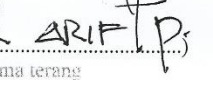
1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

- Gambar di atas label - warna yg kontras	- pemilihan harus konsisten	- median jalan dll.
- Zoom & ketajaman tulisan - kerangka jelas	- identifikasi jembatan	- ditambahkan vol gelian
- alternatif gambar layout - foto & di perbesar	- Cross section eka yg tidak ada	- Struktur
- Keterangan garis pada gambar	- Menunggu TELP	- MCA → AHP
- elevasi contour yang	- Dibahas bahwa	- Tabel 4.5 dibuang
- Approval yg tidak di media	- Jalan milik PT KAI	- Tabel 4.6 - 4.7 dihapus
- offset elevasi	- dan ada perbaikan pendulum	- satu (besar, sedang, kecil)
- Tabel heading gambar - dan gambar	- resume kondisi	- melawati area busan & pemukiman (tumpang telt)
- Stakeholder oleh - adalah 7 orang	- skema reaktivasi dg - moda LRT yg beroperasi	- Bahasan pemilikan LRT - vs Heavy Rail

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



Form AK/TA-04  
rev01

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



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Wahyu Herijanto, MT
NAMA MAHASISWA	: Satria Prayudha Sakti
NRP	: 03111745000014
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perancangan Alternatif Geometrik Jalan Rel untuk Reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: /IT2.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	6/3/2019	Hasil recognize Survey Diskusi Rencana Reaktivasi.	Pelajari literatur ttg rencana reaktivasi. Mulai membuat Trase.	
2	20/3/2019	-Konsultasi parameter Penentuan trase -Pemilihan Moda transportasi rel	-Buat Trase Alternatif rencana Reaktivasi. -Cek Ketersediaan Jalur Alternatif dengan moda transportasi. -Pelajari literatur LRT	
3	28/3/2019	-Trase alternatif rencana -Metode parameter MCA	-Diskripsi masing-masing pilihan Alternatif trase -Penyusunan pemilihan trase dengan MCA.	
4	5/4/2019	-Tambah kriteria Alternatif	-Buat geometri jalan rel. -Penyusunan MCA dgn tambahan kriteria.	
5	11/4/2019	-Menjelaskan keseluruhan perhitungan MCA	-Perhitungan Alinyemen Horizontal dan Vertikal.	



Form AK/TA-04  
rev01

**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



<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: Ir. Wahyu Herijanto, MT
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: Satria Prayudha Sakti
<b>NRP</b>	: 03111745000014
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: Perancangan Alternatif Geometrik Jalan Rel untuk Reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 9 Januari 2019
<b>NO. SP-MMTA</b>	: /T2.VI.4.1/PP.05.02.00/2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6	25/1/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plotting Area Alinyemen Horizontal</li> <li>Perhitungan excel manual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cek korelasi antara Civil 3D dengan perhitungan Manual.</li> </ul>	
7	2/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lengkung Horizontal sesuai KAN TCP P</li> <li>Lengkung Vertikal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cek Vertikal dengan elevasi stasiun jogja</li> </ul>	
8	13/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perhitungan struktur di cek dengan pm.60</li> <li>Kecepatan disesuaikan dengan alinyemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buat penjelas buat menentukan stasiun</li> <li>Tempatkan stasiun dan cross sectionnya</li> </ul>	
9	17/5/2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ertifikat</li> <li>Tempat stasiun</li> <li>Peron dan dimensi</li> <li>Laporan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plot rencana stasiun</li> <li>Peron stasiun</li> </ul>	

**PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN  
REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API  
YOGYAKARTA–MAGELANG**

**Nama Mahasiswa** : Satria Prayudha Sakti  
**NRP** : 0311174500014  
**Departemen** : Teknik Sipil FTSLK – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

**Abstrak**

*Seiring dengan wacana pemerintah yang akan mengaktifkan jalur rel mati di Jawa dan Sumatera, jalur kereta api Yogyakarta Magelang merupakan salah satu jalur yang termasuk dalam wacana tersebut. Dengan kondisi jalur rel Yogyakarta Magelang yang sebagian sudah beralih fungsi serta terdapat rel yang sudah hilang, maka diperlukan survey dan perencanaan geometrik jalan rel sebagai alternatif perencanaan pengaktifan jalur kereta api Yogyakarta Magelang.*

*Dalam menunjang pembahasan tersebut diperlukan pengumpulan data dan survey kondisi eksisting. Pengumpulan data meliputi data jalur eksisting jalur kereta api Yogyakarta Magelang, topografi wilayah sekitar jalur rencana, serta survey kondisi eksisting jalur kereta api Yogyakarta Magelang. Dengan data tersebut dapat dilakukan analisis dan perencanaan geometrik jalan rel sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Peraturan Menteri Perhubungan (PM) No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Rel Kereta Api).*

*Setelah itu dilakukan proses pengolahan data dan perhitungan dari Tugas Akhir ini. Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang menggunakan konsep reaktivasi kereta tipe LRT dengan lebar gauge 1067 mm dan kecepatan rencana 60 km/jam dengan geometrik jalan rel sepanjang 45,12 km. Trase yang terpilih untuk reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang yaitu menggunakan trase eksisting yang ditentukan dengan Analisis Multi Kriteria.*



**Kata Kunci : Geometrik jalan rel, reaktivasi, jalur kereta api,  
Yogyakarta-Magelang, perancangan geometrik**

# ALTERNATIVE GEOMETRIC DESIGN OF RAIL ROAD FOR YOGYAKARTA-MAGELANG RAILWAY REACTIVATION

**Student Name** : Satria Prayudha Sakti  
**NRP** : 03111745000014  
**Department** : Teknik Sipil FTSLK – ITS  
**Lecturer** : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

## *Abstract*

*Along the government's discourse that will activate the railroad lines in Java and Sumatra, the Yogyakarta-Magelang railway line is one of the lines included in the discourse. With the condition of the Yogyakarta-Magelang railroad, which has largely shifted functions and skeletons that have been lost, a geometric survey and planning of railways is needed as an alternative for planning the activation of the Yogyakarta-Magelang railway.*

*In supporting the necessary discussions, data and surveys of existing conditions are needed. The data collection includes the existing data lines of the Yogyakarta-Magelang railway, the topography of the area around the planned path, and a survey of the conditions of the existing Yogyakarta-Magelang railway. With these data, geometric analysis and planning can be carried out in accordance with the applicable provisions (Minister of Transportation Regulation (PM) No. 60 of 2012 concerning Technical Railroad Track Requirements).*

*After that the data processing and calculation of this Final Project are carried out. From the results of the analysis and calculations carried out reactivation of the Yogyakarta-Magelang Railway using the LRT type reactivation concept with a width of 1067 mm and the plan speed of 60 km / h with a geometric railroad along 45,12 km. The way chosen for the reactivation of the Yogyakarta-Magelang Railroad decided from (MCA) Multycriteia Analysis.*

**Keywords:** Geometric railroad, reactivation, railway, Yogyakarta-Magelang, geometric design.

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, dan karunianya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Alternatif Geometrik Jalan Rel untuk Reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang” dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa arahan, bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah Subhanallahu Wa ta’ala yang telah memudahkan hamba-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua yang tiada hentinya selalu mendukung dan mendoakan selama perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil ITS serta dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan selama perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil ITS serta dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT, selaku dosen Pembimbing dalam penulisan tugas akhir.
5. Teman-teman LJ-2017 yang telah berjuang bersama-sama dan saling mendukung dalam menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sipil ITS.
6. Teman-teman Teknik Sipil yang telah terbuka untuk menerima diskusi dan membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memenuhi harapan dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya mahasiswa Teknik Sipil.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	4
1.3    Tujuan.....	4
1.4    Batasan Masalah.....	4
1.5    Manfaat.....	5
1.6    Lokasi .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Umum.....	7
2.2    Rencana Jalur Kereta Yogyakarta-Magelang.....	7
2.3    Perencanaan Trase .....	7
2.3.1    Penentuan Trase Jalan Rel.....	7
2.4    Alokasi Ruang untuk Pengoperasian.....	9
2.4.1    Ruang Bebas.....	9
2.4.2    Ruang Bangun .....	10
2.5    Kecapatan dan Beban Gandar .....	11
2.5.1    Kecepatan Rencana .....	11

2.5.2	Beban Gandar .....	11
2.6	Kelandaian .....	12
2.6.1	Landai Penentu .....	12
2.6.2	Landai Curam .....	13
2.6.3	Landai Emplasmen .....	14
2.7	Lengkung Vertikal .....	14
2.8	Lengkung Horizontal .....	16
2.8.1	Lengkung Peralihan .....	16
2.8.2	Lengkung S .....	17
2.8.3	Perhitungan lengkung Horizontal .....	17
2.9	Pelebaran Jalan Rel .....	19
2.10	Peninggian Rel .....	19
2.11	Komponen Struktur Rel .....	20
2.11.1	Penentuan Dimensi Rel .....	20
2.11.2	Karakteristik Penampang Rel .....	21
2.11.3	Bantalan Rel .....	21
2.11.4	Syarat Bantalan Beton .....	22
2.12	Lapisan Balas dan Sub-Balas .....	22
2.12.1	Sub Balas .....	23
2.12.2	Balas .....	24
2.13	Wesel .....	25
2.14	TCRP Report 155 .....	26
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>29</b>
3.1	Umum .....	29

3.2	Diagram Alir.....	29
3.3	Langkah Perencanaan.....	31
3.3.1	Identifikasi Masalah .....	31
3.3.2	Studi Pustaka .....	31
3.3.3	Studi Lokasi.....	31
3.3.4	Pengumpulan Data .....	32
3.3.5	Konsep Reaktivasi.....	33
3.3.6	Perencanaan Trase .....	33
3.3.7	Perencanaan Geometrik Jalan Rel .....	34
3.3.8	Perencanaan Struktur Jalan Rel .....	34
3.3.9	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan .....	35
BAB IV PEMBAHASAN .....		37
4.1	Evaluasi Trase .....	37
4.2	Konsep Reaktivasi.....	52
4.3	Alternatif Trase.....	55
4.3.1	Analisis Alternatif Trase.....	56
4.3.2	Penentuan Skala Nilai .....	58
4.3.3	Matriks <i>Pairwise Comparison</i> .....	58
4.3.4	Peringkat dari Matriks <i>Pairwise Comparison</i> ...	60
4.3.5	Menghitung Bobot Relatif.....	61
4.3.6	Analisis Alternatif Trase Eksisting.....	65
4.3.7	Analisis Alternatif Trase 1.....	66
4.3.8	Analisis Alternatif Trase 2.....	66
4.4	Perancangan Geometrik .....	67



4.4.1	Penentuan Koordinat Trase .....	67
4.4.2	Pembuatan Topografi Surface .....	67
4.4.3	Koreksi sudut azimuth .....	68
4.4.4	Perhitungan Lengkung Horizontal.....	77
4.4.5	Perhitungan Alinyemen Vertikal .....	86
4.5	Perencanaan Struktur Jalan Rel .....	92
4.5.1	Rencana Dimensi Rel .....	92
4.5.2	Penentuan Bantalan Rel .....	94
4.5.3	Perencanaan Balas dan Sub Balas .....	95
4.5.4	Perencanaan Bangunan Stasiun .....	97
4.6	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan .....	107
BAB V KESIMPULAN .....		115
4.7	Kesimpulan.....	115
4.8	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....		117

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penilaian MCA jalan rel Yogyakarta-Parangtritis.....	9
Tabel 2. 2 Ruang Bangun jalan rel .....	10
Tabel 2. 3 Tabel Kelas jalan untuk lebar rel 1067 mm .....	12
Tabel 2. 4 Tabel Kelas Jalan untuk Lebar Rel 1435 mm .....	12
Tabel 2. 5 Persyaratan Landai Penentu .....	13
Tabel 2. 6 Persyaratan Jari-jari Minimum Lengkung Vertikal....	14
Tabel 2. 7 Jari-jari Minimum Lengkung Horizontal .....	16
Tabel 2. 8 Pelebaran Jalan Rel untuk 1067 mm .....	19
Tabel 2. 9 Pelebaran Jalan Rel untuk 1435 mm .....	19
Tabel 2. 10 Karakteristik Penampang Rel.....	21
Tabel 2. 11 Gradasi Lapisan Sub-Balas .....	23
Tabel 2. 12 Gradasi Lapisan Balas Atas.....	25
Tabel 2. 13 Nomor Wesel dan Kecepatan Izinya .....	25
Tabel 2. 14 Gradien Maksimal dan Minimal LRT .....	27
Tabel 4. 1 Jembatan Eksisting.....	51
Tabel 4. 2 Posisi Jalur Reaktivasi.....	52
Tabel 4. 3 Rencana Stasiun .....	53
Tabel 4. 4 Skala Nilai untuk Penilaian Kriteria.....	58
Tabel 4. 5 Penilaian Nilai Masing-masing Kriteria.....	59
Tabel 4. 6 Peringkat Masing-masing Kriteria .....	61
Tabel 4. 7 Pembagian Batasan Tiap Kriteria.....	64
Tabel 4. 8 Kriteria Kondisi Masing-masing Trase .....	64

Tabel 4. 9 Penilaian Masing-masing kriteria.....	65
Tabel 4. 10 Bobot Masing-masing Kriteria.....	65
Tabel 4. 11 Penilaian MCA Alternatif Eksisting.....	66
Tabel 4. 12 Penilaian MCA Alternatif 1.....	66
Tabel 4. 13 Penilaian MCA Alternatif 2.....	67
Tabel 4. 14 Perhitungan Azimut Titik PI .....	71
Tabel 4. 15 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan).....	72
Tabel 4. 16 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan).....	73
Tabel 4. 17 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan).....	74
Tabel 4. 18 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan).....	75
Tabel 4. 19 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan).....	76
Tabel 4. 20 Perhitungan Alinyemen Horizontal .....	80
Tabel 4. 21 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan) .....	81
Tabel 4. 22 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan) .....	82
Tabel 4. 23 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan) .....	83
Tabel 4. 24 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan) .....	84
Tabel 4. 25 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan) .....	85
Tabel 4. 26 Perhitungan Alinyemen Vertikal .....	88
Tabel 4. 27 Perhitungan Alinyemen Vertikal (lanjutan) .....	89
Tabel 4. 28 Perhitungan Alinyemen Vertikal (lanjutan) .....	90
Tabel 4. 29 Perhitungan Alinyemen Vertikal (lanjutan) .....	91
Tabel 4. 30 Dimensi Bantalan PT. WIKA.....	95
Tabel 4. 31 Spesifikasi Bantalam .....	95
Tabel 4. 32 Spesifikasi Bantalan (Lanjutan) .....	95

Tabel 4. 33 Kapasitas Penumpang Rencana Stasiun .....	99
Tabel 4. 34 Dimensi Masing-masing Peron Stasiun .....	101
Tabel 4. 35 Data Wesel Stasiun Mlati .....	103
Tabel 4. 36 Data Wesel Stasiun Medari .....	103
Tabel 4. 37 Data Wesel Stasiun Tempel .....	104
Tabel 4. 38 Data Wesel Stasiun Muntilan .....	105
Tabel 4. 39 Data Wesel Stasiun Mungkid .....	105
Tabel 4. 40 Data Wesel Stasiun Mertoyudan .....	106
Tabel 4. 41 Data Wesel Stasiun Magelang Pasar .....	106
Tabel 4. 42 Data Wesel Stasiun Magelang .....	107
Tabel 4. 43 Volume Galian dan Timbunan .....	109
Tabel 4. 44 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan) .....	110
Tabel 4. 45 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan) .....	111
Tabel 4. 46 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan) .....	112
Tabel 4. 47 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan) .....	113

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Yogyakarta-Magelang dengan Google Earth ...	6
Gambar 1. 2 Lokasi Jalur Eksisting Yogyakarta-Magelang .....	6
Gambar 2. 1 Ruang Bebas Rel 1067 mm Pada Bagian Lurus .....	10
Gambar 2. 2 Ilustrasi Landai Curam .....	13
Gambar 2. 3 Perencanaan Lengkung Vertikal .....	14
Gambar 2. 4 Lengkung Vertikal Cekung .....	15
Gambar 2. 5 Lengkung Vertikal Cembung .....	16
Gambar 2. 6 Lengkung S Horizontal .....	17
Gambar 2. 7 Skema Lengkung Horizontal .....	17
Gambar 2. 8 Diagram Peninggian Rel .....	20
Gambar 2. 9 Dimensi Penampang Rel .....	21
Gambar 2. 10 Potongan melintang pada jalan lurus .....	23
Gambar 2. 11 Letak Balas .....	24
Gambar 2. 12 Detail Komponen Wesel .....	25
Gambar 2. 13 Tipikal Ballasted Track TCRP .....	27
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi .....	30
Gambar 4. 1 Trase Eksisting Yogyakarta-Magelang .....	37
Gambar 4. 2 Kondisi Terkini STA 0+00-7+350 .....	38
Gambar 4. 3 Kondisi Terkini STA 7+350-10+850 .....	39
Gambar 4. 4 Kondisi Terkini STA 10+850-13+350 .....	40
Gambar 4. 5 Kondisi Terkini STA 13+350-14+350 .....	41
Gambar 4. 6 Kondisi Terkini STA 14+350-15+350 .....	42

Gambar 4. 7 Kondisi Terkini STA 15+350-17+850.....	43
Gambar 4. 8 Kondisi Terkini STA 17+850-25+850.....	44
Gambar 4. 9 Kondisi Terkini STA 25+850-27+350.....	45
Gambar 4. 10 Kondisi Terkini STA 27+350-29+850.....	46
Gambar 4. 11 Kondisi Terkini STA 29+850-31+350.....	47
Gambar 4. 12 Kondisi Terkini STA 31+850-37+350.....	48
Gambar 4. 13 Kondisi Terkini STA 37+850-39+350.....	49
Gambar 4. 14 Kondisi Terkini STA 39+350-40+850.....	50
Gambar 4. 15 Kondisi Terkini STA 40+850-43+850.....	51
Gambar 4. 16 Ilustrasi Jalur LRT Terletak pada Median Jalan..	54
Gambar 4. 17 Jenis Kereta Rencana (LRT).....	55
Gambar 4. 18 Trase Eksisting .....	56
Gambar 4. 19 Trase Alternatif 1 .....	57
Gambar 4. 20 Trase Alternatif 2.....	58
Gambar 4. 21 Tampilan Kontur pada AutoCAD Civil 3D.....	68
Gambar 4. 22 Bentuk Bantalan PT. WIKA.....	95
Gambar 4. 23 Tipikal Struktur Jalan Rel pada Median Jalan .....	97
Gambar 4. 24 Tipikal Struktur Jalan Rel.....	97
Gambar 4. 25 Dimensi Peron/ Halte di Median Jalan .....	101
Gambar 4. 26 Dimensi Peron/ Halte di Tepi Jalan .....	102
Gambar 4. 27 Layout Stasiun Mlati.....	102
Gambar 4. 28 Layout Emplasemen Stasiun Medari .....	103
Gambar 4. 29 Layout Emplasemen Stasiun Tempel .....	104
Gambar 4. 30 Layout Stasiun Muntilan.....	104

Gambar 4. 31 Layout Stasiun Mungkid .....	105
Gambar 4. 32 Layout Stasiun Mertoyudan.....	105
Gambar 4. 33 Layout Stasiun Magelang Pasar .....	106
Gambar 4. 34 Layout Emplasemen Stasiun Magelang .....	107
Gambar 4. 35 Area Timbunan Cross Section STA 0+000 .....	107
Gambar 4. 36 Area Galian Cross Section STA 0+400.....	108



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah Negara kedua di Asia (setelah India) yang mempunyai jaringan kereta api tertua. Salah satu jaringan kereta api di Indonesia dibangun tahun 1864 yaitu pada masa kolonial Belanda yang pembangunannya diprakarsai oleh NIS (*Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij*) dengan rute Semarang-Tanggung dengan lebar sepur 1435 mm. Sampai dengan tahun 1939, panjang kereta api di Indonesia telah mencapai 6.811 kilometer. Namun ketika dilakukan pengukuran kembali di tahun 1950, panjangnya telah berkurang menjadi 5.910 kilometer yang disebabkan karena Jepang membongkarnya untuk keperluan pembangunan rel kereta api di Burma. Pembongkaran ini terjadi di masa pendudukan Jepang yang berlangsung antara tahun 1942 hingga 1943. Di masa kemerdekaan, kereta api menjadi transportasi yang cukup diandalkan, terutama di tahun 1950-an yang ditandai dengan transisi dari era lokomotif uap ke lokomotif diesel. Kemunduran perkeretaapian terjadi secara bertahap sejak tahun 1970-an dengan makin maraknya penggunaan angkutan umum dan mobil pribadi. Kemudian selama lebih dari 20 tahun kereta api hidup dalam subsidi. Perubahan baru terjadi ketika Perusahaan Jawatan Kereta Api berubah menjadi Perusahaan Umum Kereta Api (Perumka), yang mulai membolehkan untuk mencari laba di tahun 1991. Di tahun 1999, Perumka berubah menjadi PT Kereta Api (PT KA). PT KA kembali berubah menjadi PT Kereta Api Indonesia ([djka.dephub.go.id](http://djka.dephub.go.id), 2018).

Perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional (UU No. 23 Tahun 2007). Penyelenggaraan Perkeretaapian Indonesia yang tertuang dalam Rencana Induk Perkeretaapian Nasional

(RIPNAS) 2030 menargetkan pelayanan perkeretaapian nasional memiliki pangsa pasar penumpang sebesar 11-13% dan barang sebesar 15-17% dari total pangsa pasar transportasi nasional pada tahun 2030. Salah satu strategi yaitu melaksanakan reaktivasi dan peningkatan jalur kereta api. Melalui Kementerian Perhubungan reaktivasi jalur kereta api akan dilakukan di Jawa dan Sumatera. Di Jawa akan dilakukan di Stasiun Tawang-Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang. Lalu, Wonosobo-Purwokerto, Tuntang-Kedung Jati, Solo-Wonogiri, Ambarawa-Magelang Yogyakarta dan beberapa daerah di Jawa Barat dengan jalur Rancaekek-Tanjungsari, Sukabumi-Cianjur-Padalarang, Bandung-Kiaracondong, Padalarang-Cicalengka dan selanjutnya Cikampek-Tanjungrasa serta Bekasi-Cikarang (presidenri.go.id, 7 Maret 2016).

Seiring dengan wacana pemerintah yang akan mengaktifkan jalur rel mati di Jawa dan Sumatera serta usulan pengembangan jalur KA Semarang-Yogyakarta-Magelang yang tersusun pada Pergub Jateng No. 80 Tahun 2013 tentang Sistem Transportasi Nasional pada Tataran Transportasi Wilayah Provinsi Jawa Tengah, jalur kereta api Yogyakarta Magelang merupakan salah satu jalur yang termasuk dalam wacana tersebut. Jumlah pertumbuhan kendaraan bermotor rata-rata yang mencapai 10% tiap tahun di provinsi Jawa Tengah dan Yogyakarta diperkirakan membawa permasalahan kemacetan dan polusi lingkungan. Sehingga diperlukan peningkatan jalur kereta api di Wilayah Regional Jawa Tengah. Berdasarkan Studi Pembangunan Sistem Kereta Api Regional Wilayah Jawa Tengah jaringan perkeretaapian yang beroperasi adalah sepanjang 849 km (58,9%) dan yang tidak beroperasi adalah sepanjang 624 km (41,1%). Selain itu rencana pengaktifan kembali jalur kereta api dari Yogyakarta menuju Magelang bertujuan untuk mempermudah akses wisatawan saat berkunjung menuju objek wisata Candi Borobudur. Karena selama ini, akses Borobudur hanya melalui jalur darat dan membutuhkan waktu dan jarak tempuh yang tidak sedikit (Okezone.com, 15 Februari 2018). Dengan pembangunan

sarana transportasi ini diharapkan dapat meningkatkan perkembangan pariwisata daerah Yogyakarta-Magelang.

Jalur kereta api Yogyakarta Magelang merupakan bagian dari jalur kereta api Yogyakarta Secang. Jalur kereta api Yogyakarta-Secang adalah jalur kereta api yang dibangun oleh NIS (*Nederlandsch-Indische Spoorweg Maatschappij*) pada tahun 1898 menghubungkan Stasiun Yogyakarta dan Stasiun Secang. Pembangunannya diselesaikan tahun 1905 dan ditutup oleh PJKA pada tahun 1976. Pada masanya jalur ini melayani transportasi perdagangan di Muntilan dan Magelang serta bagi calon tentara yang sedang menjalani pendidikan militer di Magelang. Jalur kereta api ini dinonaktifkan menyusul letusan Gunung Merapi pada tahun 1972 hingga 1976 yang menyebabkan banjir lahar dingin serta menyebabkan terputusnya jembatan Krasak pada tahun 1975. Jalur ini melewati beberapa kota seperti Yogyakarta, Sleman, Muntilan dan Magelang sebelum akhirnya berakhir di Secang (kemudian bercabang menjadi dua jalur, ke arah Parakan dan ke arah Kedungjati). Jalur ini merupakan aset dari PT Kereta Api Indonesia, persero daerah operasi VI Yogyakarta.

Sebagian jalur ini terletak sejajar dengan jalan nasional rute 14 dengan kondisi rel tertanam di bawah perkerasan jalan. Terdapat bangunan-bangunan bekas rute yang masih dapat ditemukan seperti stasiun-stasiun yang masih berdiri namun sebagian sudah beralih fungsi dan dikelilingi oleh pemukiman masyarakat. Kondisi eksisting tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan trase perencanaan geometrik dan struktur jalan rel yang digunakan. Maka diperlukan survey untuk mengetahui jalur kereta api Yogyakarta-Magelang dan perencanaan geometrik jalan rel sesuai dengan peraturan (PM No. 60 Tahun 2012) sebagai alternatif perencanaan pengaktifan jalur rel lama Yogyakarta Magelang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka permasalahan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi dan jenis pemanfaatan jalur eksisting saat ini ?
2. Bagaimana menentukan konsep reaktivasi dan trase alternatif jalur kereta api Yogyakarta-Magelang dengan analisis Multikriteria ?
3. Bagaimana perencanaan geometrik jalan rel yang sesuai kriteria sebagai alternatif untuk pengaktifan kembali jalur kereta api Yogyakarta Magelang ?
4. Bagaimana perencanaan struktur jalan rel yang sesuai jalur kereta api Yogyakarta Magelang ?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan rumusan masalah diatas maka Tugas Akhir ini bertujuan :

1. Dapat mengetahui jenis pemanfaatan yang telah terjadi pada jalur kereta api Yogyakarta-Magelang saat ini.
2. Dapat menentukan konsep reaktivasi dan jalur alternatif untuk reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang dengan analisis Multikriteria.
3. Mengetahui perencanaan geometrik jalan rel jalur Yogyakarta Magelang sebagai usulan alternatif geometrik jalan rel untuk pengaktifan kembali jalur rel Yogyakarta Magelang.
4. Mengetahui struktur jalan rel yang sesuai pada jalur kereta api Yogyakarta-Magelang.

## 1.4 Batasan Masalah

Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan geometrik jalan rel dan struktur rel kereta api pada jalur kereta api Yogyakarta-Magelang dengan batasan masalah sebagai berikut.

1. Perencanaan alternatif geometrik dimulai dari Stasiun Yogyakarta sampai bekas Stasiun Magelang.
2. Perencanaan di dasarkan dengan kondisi dekatar jalur rel eksisting Yogyakarta-Magelang.
3. Menggunakan struktur jalan rel lebar sepur 1067 mm.
4. Tidak membahas konstruksi rel meliputi sambungan rel, pengelasan rel, dan wesel.
5. Tidak membahas tentang persinyalan, jembatan dan infrastruktur rel lainnya.
6. Tidak memperhitungkan headway kereta api Yogyakarta-Magelang
7. Tidak membahas metode pelaksanaan dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan Kereta Api Yogyakarta-Magelang.
8. Tidak memperhitungkan kekuatan timbunan pada perencanaan jalan rel.
9. Gambar *cross section* memakai *sample* potongan setiap 1000 meter untuk alinyemen lurus dan 200 meter untuk lengkung dan spiral.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mahasiswa dapat menambah wawasan dan mampu menerapkan teori-teori perkuliahan yang didapat.
2. Dapat menjadi referensi alternatif perencanaan geometrik jalan rel untuk reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang

### **1.6 Lokasi**

Lokasi yang ditinjau adalah jalur kereta eksisting yang dibatasi dari stasiun Tugu Yogyakarta – stasiun Kota Magelang. Dengan gambaran lokasi yang diambil dari *Google Maps* pada Gambar 1.1 dan peta jalur eksisting dari *ArcGIS* pada Gambar 1.2.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas landasan teori dan literatur yang digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan geometrik dan struktur jalan rel untuk reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta sampai Magelang, Jawa Tengah.

#### **2.1 Umum**

Untuk menunjang pembahasan diperlukan suatu teori dalam menyelesaikan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Landasan yang berisikan dasar teori dari ahli-ahli pada bidangnya dan studi-studi terdahulu maupun yang berhubungan dengan topik permasalahan. Landasan teori menjadi koridor dalam pembahasan dalam menyelesaikan permasalahan.

#### **2.2 Rencana Jalur Kereta Yogyakarta-Magelang**

Terdapat beberapa peraturan dan studi yang memuat rencana reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang. Pergub Jawa Tengah Nomor 80 Tahun 2013 mengusulkan jalur KA Semarang-Magelang-Yogyakarta sebagai pengembangan pelayanan jaringan Transportasi KA wilayah Jawa Tengah. Sebelumnya telah disusun RIPDA (Rencana Induk Perkeretaapian Daerah) Regional Jawa Tengah. Dalam RIPDA Regional Jawa Tengah, jalur kereta api Yogyakarta-Magelang merupakan bagian dalam jalur Yogyakarta-Semarang yang termasuk jalur kereta api antar kota. Pada Studi Pembangunan Sistem Kereta Api Regional Wilayah Jawa Tengah yang disusun oleh JICA (*Japan International Cooperation Agency*) atas permintaan Pemerintah Republik Indonesia tahun 2009 jalur kereta api Yogyakarta-Magelang diasumsikan memiliki layanan puncak dibawah standar sehingga direncanakan menggunakan jalur tunggal.

#### **2.3 Perencanaan Trase**

##### **2.3.1 Penentuan Trase Jalan Rel**

Penentuan trase memperhatikan beberapa aspek yang diperuntukan dalam mengambil keputusan trase alternatif yang



dipilih. Trase yang menjadi pertimbangan terdiri dari beberapa trase alternatif yang sesuai penilaian /bobot dari berbagai aspek yang ditentukan. Dalam menentukan trase dilakukan Analisis Multi Kriteria (*Multi Criteria Analysis/ MCA*) yang merupakan teknik pengambilan keputusan dari beberapa pilihan alternatif yang ada. Multi Kriteria lebih bersifat analisis kuantitatif.

Dari kajian yang telah dilakukan oleh Fauzi dan Basuki (2016) analisis kriteria dalam menentukan alternatif rute jalur kereta api dinilai kelayakan teknis sesuai dengan kriteria teknis trase yang mengacu pada PM 11 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur kereta api antara lain :

1. Jarak/ panjang rute  
Idealnya rute jalan kereta api adalah seminimal mungkin sehingga waktu perjalanan dan biaya konstruksi dapat diminimalkan.
2. Kondisi Topografi  
Diusahakan rute jalan kereta api melalui daerah yang relatif datar sesuai dengan keterbatasan geometrik jalan Kereta Api sehingga volume galian dan timbunan dapat diminimalkan. Kondisi topografi dapat diketahui dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*.
3. Kondisi daya dukung tanah dan geologi  
Diusahakan bahwa rute jalan kereta api tidak atau meminimalkan untuk melewati lokasi dengan daya dukung tanah yang relatif tinggi, menghindari daerah patahan secara geologis, menghindari daerah rawan longsor, sehingga stabilitas konstruksi jalan dapat diperoleh dengan biaya seminimal mungkin.
4. Pertimbangan Lingkungan  
Dengan mengusahakan rute jalan kereta api tidak melintasi daerah konservasi dan sedikit mungkin mengganggu *built and nature* yang ada. Dengan menyesuaikan peraturan kawasan yang telah ditetapkan Pemda/ Instansi setempat.
5. Kondisi guna lahan eksisting

Diusahakan rute kereta api diminimalkan untuk melintasi kawasan padat penduduk. Data kondisi guna lahan didapat dari citra satelit *Google Earth* yang telah diolah sesuai dengan kebutuhan masing-masing rute.

#### 6. Kriteria desain jalan rel

Dengan desain jalan rel Yogyakarta-Parangtritis mengacu pada Peraturan Menteri PM No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

Dengan kriteria parameter diatas didapatkan penilaian prioritas pengembangan jaringan kereta api Yogyakarta-Parangtritis menggunakan Analisis Multi Kriteria secara sederhana dengan membandingkan kinerja setiap alternatif rute terhadap kriteria yang ditentukan seperti yang ditunjukkan Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penilaian MCA jalan rel Yogyakarta-Parangtritis

No.	Kriteria	Alternatif Rute Timur		Alternatif Rute Tengah		Alternatif Rute Barat	
		Kondisi	Penilaian	Kondisi	Penilaian	Kondisi	Penilaian
1	Jarak/ panjang rute	40	1	28,2	2	26,2	3
2	Kondisi Topografi	Relatif landai, berbukit, dan sedikit terjal	1	Landai	3	Relatif landai dan berbukit	2
3	Kondisi daya dukung tanah dan geologi	stabil	3	Relatif Stabil	2	Kurang Stabil	1
4	Kegempaan	Rawan bencana gempa bumi sangat tinggi 1,46%, tinggi 98,54%	1	Rawan Bencana gempa bumi sangat tinggi 0,66%, tinggi 3,76%, menengah	2	awan bencana gempa bumi sangat tinggi 0,715, TINGGI 1,79%, MENENGAH	3
5	Hambatan Lingkungan	Tidak melahi kawasan lindung	2	Tidak melahi kawasan lindung	2	Tidak melahi kawasan lindung	2
6	Kondisi Lahan Eksisting	12% eksisting Jalan Rel 60% area persawahan, 25% pemukiman, 2%	2	50% area persawahan, 45% pemukiman, 3% Jalan raya, 2% Sungai	1	66% area persawahan, 32% pemukiman, 1% jalan raya, 1% Sungai	3
7	Tingkat Kesulitan Konstruksi	Lintasan yang dilahi kereta memiliki kontur sedang	2	Lintasan yang dilahi trase jalur KA memiliki kontur mudah	3	Lintasan yang dilahi trase jalur KA memiliki kontur sedang dan jalur	1
8	Potensial <i>demand</i> dan ekonomi	Tinggi	2,5	Tinggi	2,5	Rendah	1
9	Integrasi antar moda	Terintegrasi	2,5	Terintegrasi	2,5	Kurang Terintegrasi	1
10	Kesesuaian dengan RTRW DIY 2009-2029	Tinggi	2,5	Tinggi	2,5	Rendah	1
<b>Total Penilaian</b>			<b>19,5</b>		<b>22,5</b>		<b>18</b>

Sumber: Fauzi, 2016

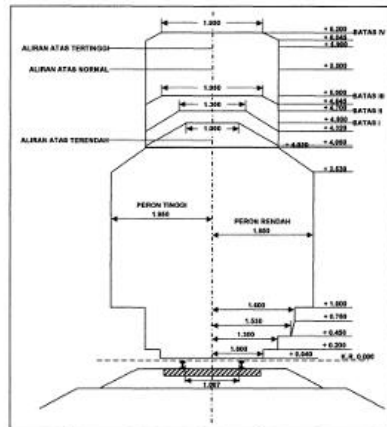
## 2.4 Alokasi Ruang untuk Pengoperasian

Untuk kepentingan operasi suatu jalur kereta api harus memiliki pengaturan ruang yang terdiri dari ruang bebas dan ruang bangun. (PM No. 60 Tahun 2012)

### 2.4.1 Ruang Bebas

Menurut PM No. 60 Tahun 2012 ruang bebas adalah ruang di atas jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas

rangkaian kereta api. Detail ruang bebas dijelaskan pada Gambar 2.1.



Keterangan :

- Batas I = Untuk jembatan dengan kecepatan sampai 60 km/jam
- Batas II = Untuk 'Viaduk' dan terowongan dengan kecepatan sampai 60km/jam dan untuk jembatan tanpa pembatasan kecepatan.
- Batas III = Untuk 'viaduk' baru dan bangunan lama kecuali terowongan dan jembatan
- Batas IV = Untuk lintas kereta listrik

Gambar 2. 1 Ruang Bebas Rel 1067 mm Pada Bagian Lurus  
Sumber: Menteri Perhubungan, 2012

## 2.4.2 Ruang Bangun

Ruang Bangun menurut PM No. 60 Tahun 2012 adalah ruang disisi jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap. Jarak ruang bangun dapat ditentukan dengan ketentuan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Ruang Bangun jalan rel

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

Sumber: Menteri Perhubungan, 2012

## 2.5 Kecepatan dan Beban Gandar

### 2.5.1 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana merupakan kecepatan yang digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel. Untuk perencanaan kecepatan dibagi menjadi tiga yaitu untuk perencanaan struktur jalan rel, untuk perencanaan peninggian, dan untuk merencanakan jari-jari lengkung peralihan.

- a. Untuk perencanaan struktur jalan rel

$$V = 1,25 \times V_{maks} \dots\dots\dots(2.1)$$

- b. Untuk perencanaan peninggian

$$V = c \times \frac{\sum Ni \cdot Vi}{\sum Ni} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana,

$$C = 1,25$$

Ni = Jumlah kereta api yang lewat

Vi = Kecepatan Operasi

- c. Untuk perencanaan jari-jari lengkung peralihan

$$V_{rencana} = V_{maks} \dots\dots\dots(2.3)$$

### 2.5.2 Beban Gandar

Beban Gandar adalah beban yang diterima oleh jalan rel dari satu gandar. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1067 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 18 ton. Beban gandar untuk lebar jalan rel 1435 mm pada semua kelas jalur maksimum sebesar 22,5 ton. Berikut ditampilkan Tabel 2.3 beban gandar dari lebar rel 1067 mm dan Tabel 2.4 untuk lebar rel 1435 mm.

Tabel 2. 3 Tabel Kelas jalan untuk lebar rel 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambatan	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan			
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/5.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5.10^6 - 5.10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda/ Tunggal	25	40
V	$< 2,5.10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja 60	Elastis Tunggal	25	35

*Sumber: Menteri Perhubungan, 2012*

Tabel 2. 4 Tabel Kelas Jalan untuk Lebar Rel 1435 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambatan	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan			
I	$> 20.10^6$	160	22,5	R.60	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10.10^6 - 20.10^6$	140	23,5	R.60	Beton 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5.10^6 - 10.10^6$	120	24,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$< 5.10^6$	100	25,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40

*Sumber: Menteri Perhubungan, 2012*

## 2.6 Kelandaian

Kelandaian merupakan kondisi jalan yang ditinjau dari perbedaan tinggi pada jalan sesuai dengan elevasi permukaan tanah. Kelandaian ditentukan berdasarkan landai penentu, landai curam dan landai emplasmen.

### 2.6.1 Landai Penentu

Landai penentu direncanakan berdasar aturan yang disyaratkan menurut Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 sebagaimana di jelaskan pada Tabel 2.1.

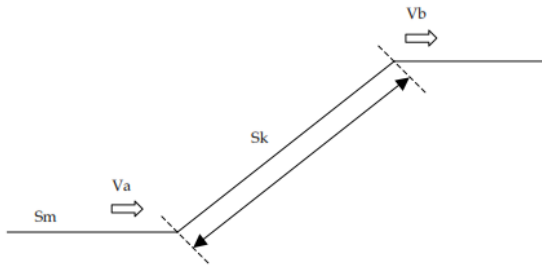
Tabel 2. 5 Persyaratan Landai Penentu

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

Sumber: Menteri Perhubungan, 2012

### 2.6.2 Landai Curam

Dalam keadaan yang memaksa kelandaian dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Panjang maksimum landai curam ditentukan melalui perumusan sebagai berikut.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Landai Curam

Sumber: Utomo, 2009

$$l = \frac{va^2 - vb^2}{2g Sk - Sm} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana,

- L = Panjang maksimum landai curam (m)
- Va = Kecepatan minimum yang diizinkan dikaki landai curam (m/detik)
- Vb = Kecepatan minimum dipuncak landai curam (m/detik)  $Vb \geq \frac{1}{2} Va$
- g = Percepatan gravitasi
- Sk = Besar landai curam (%)



$$X_m = \frac{R}{2} x \theta \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Y_m = \frac{R}{8} x \theta^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$L = \frac{G_1 - G_2}{r} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\text{Elevasi PLV} = PPV - G_1 x \frac{1}{2} x L \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Elevasi PTV} = PPV - G_2 x \frac{1}{2} x L \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Elevasi PPV} = PPV - \frac{\Delta i x L}{800} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan,

R = jari-jari lengkung vertikal (m)

⊖ = Perbedaan landai (%)

A = Titik Pertemuan antara perpanjangan kedua landai

OA =  $\frac{1}{2} L$

G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> = Prosentase kemiringan (%)

L = Panjang lengkung (kelipatan 100 ft)

r = Perubahan kemiringan (tiap 100 ft)(%)

Terdapat dua macam lengkung vertikal yaitu lengkung vertikal cekung dan cembung.

a. Lengkung vertikal cekung (-)

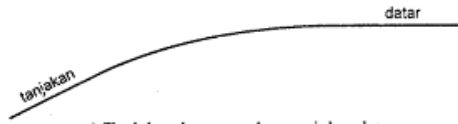


Gambar 2. 4 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber: Utomo, 2009



b. Lengkung vertikal cembung (+)



Gambar 2. 5 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber: Utomo, 2009

## 2.8 Lengkung Horizontal

Menghubungkan dua bagian lurus yang perpanjangannya saling membentuk sudut dengan lengkung yang berbentuk lingkaran dengan atau tanpa lengkung peralihan. Untuk menentukan besarnya kecepatan rencana, jari-jari minimum, dengan lengkung peralihan (S-C-S) atau tanpa lengkung peralihan (SS dan Full Circle) yang diizinkan sebagaimana tercantum pada Tabel 2.7. Lengkung peralihan merupakan suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan.

Tabel 2. 7 Jari-jari Minimum Lengkung Horizontal

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari-jari inimum	Jari-jari minimum
	lengkung lingkaran tanpa lengkung peralihan (m)	lengkung lingkaran yang diizinkan 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: Menteri Perhubungan, 2012

### 2.8.1 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (S-C-S) adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda. Dengan panjang minimum lengkung peralihan yang ditetapkan sesuai rumus sebagai berikut.

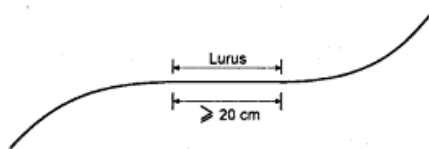
$$Lh = 0,01xhxV \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan,

- Lh = Panjang minimal lengkung peralihan  
h = Perteinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan  
V = Kecepatan rencana untuk lengkung peralihan (km/jam)

### 2.8.2 Lengkung S

Apabila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkung terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus memiliki bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung transisi, seperti Gambar 2.6.

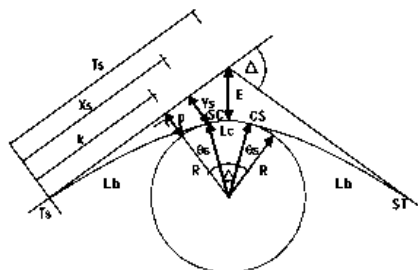


Gambar 2. 6 Lengkung S Horizontal

Sumber: Utomo, 2009

### 2.8.3 Perhitungan lengkung Horizontal

Dalam merencanakan suatu lengkung pada jalan rel maka perlu diperhatikan hal-hal yang terkait seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Skema Lengkung Horizontal

Sumber: Utomo, 2009

Dari gambar diatas, berikut merupakan langkah-langkah untuk menghitung nilai alinyemen horizontal berdasarkan rumusan berikut.

$$h = 5,95x \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$Lh = 0,01 x h x V \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\theta_s = \frac{90xLh}{\pi x R} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)x\pi x R}{180} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$P = \frac{Lh^2}{6xR^2} - Rx(1 - \cos\theta_s) \dots\dots\dots(2.18)$$

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40xR^2} - (Rx\sin\theta_s) \dots\dots\dots(2.19)$$

$$Ts = (R + p)xtg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \dots\dots\dots(2.20)$$

$$E = \frac{R+p}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \dots\dots\dots(2.21)$$

$$Xs = Lh x \left(1 - \frac{Lh^2}{40xR^2}\right) \dots\dots\dots(2.22)$$

$$Ys = \frac{Lh^2}{6xR} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana,

h = Peninggian rel (mm)

Lh/Ls = Panjang lengkung peralihan (m)

θs = Sudut lengkung peralihan

Lc = Panjang lengkung lingkaran (m)

P= Jari-jari dari busur lingkaran

K = Jarak dari titik Ts ke titik P (m)

Ts = Jarak dari titik TS ke titik PI

E= Jarak eksternal total dari PI ke tengah Lc (m)

- $X_s$  = Jarak dari titik TS ke titik proyeksi pusat  $Y_s$  (m)  
 $Y_s$  = Jarak dari titik SC ke garis proyeksi TS (m)  
 $R$  = Jari-jari rencana (m)  
 $\Delta$  = Sudut tikungan rencana  
 $V$  = Kecepatan rencana (km/jam)

## 2.9 Pelebaran Jalan Rel

Pelebaran jalan rel dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran jalan rel dengan menggeser rel bagian dalam ke arah dalam. Pelebaran jalan rel dimulai dan berangsur dihilangkan sepanjang lengkung peralihan.

Tabel 2. 8 Pelebaran Jalan Rel untuk 1067 mm

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

Sumber: Menteri Perhubungan, 2012

Tabel 2. 9 Pelebaran Jalan Rel untuk 1435 mm

Jari-jari tikungan (m)	Pelebaran (mm)
$R > 400$	0
$350 < R \leq 400$	5
$300 < R < 350$	10
$250 < R \leq 300$	15
$R \leq 250$	20

Sumber: Menteri Perhubungan, 2012

## 2.10 Peninggian Rel

Untuk mengimbangi timbulnya gaya sentrifugal pada kereta saat memasuki suatu lengkung horisontal diperlukan peninggian rel. Gaya sentrifugal tersebut mengakibatkan kereta api cenderung terlempar ke luar dari lengkung. Peninggian rel dicapai dengan

menempatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi. Peninggian dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

$$h_{\text{minimum}} = 8,8 \times V^2 / R - 53,5 \dots\dots\dots(2.24)$$

$$h_{\text{normal}} = 5,95 \times V^2 / R \dots\dots\dots(2.25)$$

$$h_{\text{maksimum}} = 110 \text{ mm} \dots\dots\dots(2.26)$$

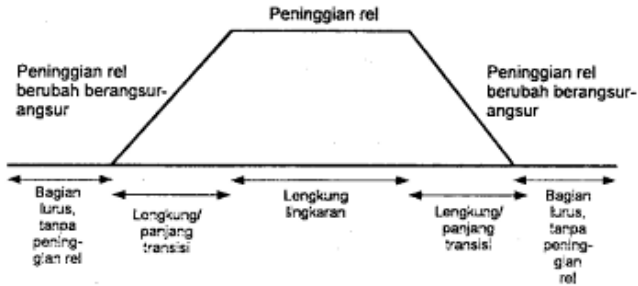
Dimana,

h = Peninggian rel (mm)

V = kecepatan rencana (Km/jam)

R = Jari – jari rencana (m)

Dengan detail peninggian rel pada jalur kereta api seperti Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Diagram Peninggian Rel

Sumber: Utomo, 2009

**2.11 Komponen Struktur Rel**

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

**2.11.1 Penentuan Dimensi Rel**

Rel pada jalan rel mempunyai fungsi sebagai pijakan menggelindingnya roda kereta api dan untuk meneruskan beban dari roda kereta api pada bantalan. Penentuan dimensi rel didasarkan pada tegangan izin rel. Tegangan izin tidak boleh melebihi nilai tegangan izin yang telah ditetapkan sesuai dengan

kelas jalannya. Dimensi rel dengan beban roda harus memenuhi  $\sigma < \sigma$  izin, maka dimensi rencana dianggap cukup.

### 2.11.2 Karakteristik Penampang Rel

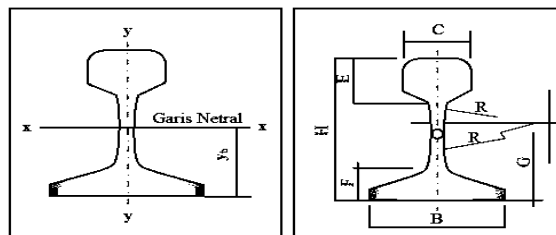
Karakteristik penampang rel harus memenuhi syarat dan ketentuan dimensi rel sesuai dengan PM No 60 Tahun 2012 seperti yang tertera pada Tabel 2.10 dan Gambar 2.9.

Tabel 2. 10 Karakteristik Penampang Rel

Besaran Geometri	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
C (mm)	68,50	65,00	70,00	74,30
D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	76,00	74,79	80,95
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm <sup>2</sup> )	54,26	64,30	69,34	76,86
W (kg/ m)	42,59	50,40	54,43	60,34
I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	1369,00	1960,00	2346,00	3055,00
Y <sub>b</sub> (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95

A (cm<sup>2</sup>) = luas penampang  
W (kg/ m) = berat rel permeter  
I<sub>x</sub> = momen inersia terhadap sumbu x  
Y<sub>b</sub> = jarak tepi bawah rel ke garis netral

*Sumber: Menteri Perhubungan, 2012*



Gambar 2. 9 Dimensi Penampang Rel

*Sumber: Menteri Perhubungan, 2012*

### 2.11.3 Bantalan Rel

Bantalan adalah suatu komponen yang berfungsi untuk meneruskan beban kereta api dan berat konstruksi jalan rel ke

balas, mempertahankan lebar jalan rel, dan stabilitas ke arah luar jalan rel. Jenis bantalan yang digunakan dalam konstruksi jalan rel dapat berupa beton, baja, dan kayu.

PT. Kereta Api (Indonesia) saat ini, telah menggunakan bantalan beton hampir di seluruh jaringan jalan rel di Indonesia. Beberapa pertimbangan yang terkait dengan penggunaan bantalan beton dibandingkan bantalan kayu dan besi adalah faktor ketahanan, faktor workability, dan faktor ekonomi pemeliharaan.

Penggunaan bantalan beton lebih diutamakan juga karena semakin sulitnya mendapatkan kayu yang memenuhi standar untuk bantalan dan berbagai kelemahan penggunaan bantalan besi. Selain itu, industri dalam negeri telah dapat membuat bantalan beton dengan baik.

#### **2.11.4 Syarat Bantalan Beton**

Menurut PM No 60 Tahun 2012, Bantalan beton merupakan struktur prategang maka harus memenuhi syarat sebagai berikut (untuk lebar jalan rel = 1067 mm) :

- a) Kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 500 kg/cm<sup>2</sup>
- b) Mutu baja prategang dengan tegangan putus (tensile strength) minimum sebesar 16.876 kg/cm<sup>2</sup> (1.655 MPa).
- c) harus mampu memikul momen minimum sebesar 1500 kg.m pada bagian dudukan rel dan -930 kg m pada bagian tengah bantalan.
- d) Dimensi bantalan beton:
  - Panjang = 2.000 mm
  - Lebar maksimum = 260 mm
  - Tinggi maksimum = 220 mm

#### **2.12 Lapisan Balas dan Sub-Balas**

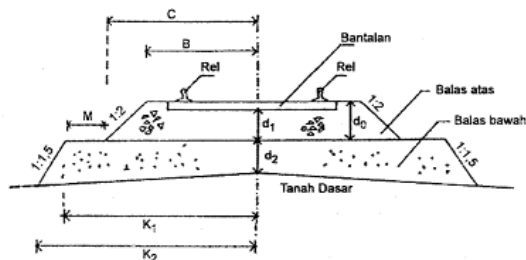
Lapisan balas dan sub-balas terletak diatas lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami tegangan yang besar akibat lalu lintas kereta api, oleh karena itu material

pembentukannya harus baik dan pilihan. Fungsi utama balas dan sub-balas adalah untuk:

- Meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima bantalan ke tanah dasar.
- Mencegah dan menahan bergesernya bantalan.
- Meluluskan air sehingga tidak terjadi genangan air disekitar bantalan dan rel.
- Mendukung bantalan dengan dukungan yang kenyal.

### 2.12.1 Sub Balas

Lapisan Sub-balas terdiri atas kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar. Lapisan sub-balas berfungsi sebagai lapisan penyaring (filter) antara tanah dasar dan lapisan balas dan harus dapat mengalirkan air dengan baik.



Gambar 2. 10 Potongan melintang pada jalan lurus

Sumber: Utomo, 2009

Lapisan sub-balas terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat berdasarkan Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2. 11 Gradasi Lapisan Sub-Balas

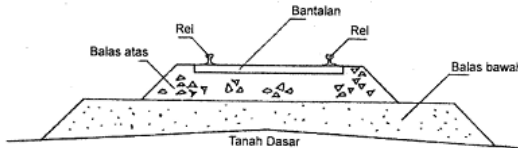
Ukuran Saringan	2"	1"	3/8"	No. 10	No. 40	No. 200
% Lolos (optimum)	100	95	67	38	21	7
Daerah yang diperbolehkan (% lolos)	100	90-100	50-84	26-50	12.- 30	0-10

Sumber: Utomo, 2009



### 2.12.2 Balas

Lapisan balas terletak di atas lapisan tanah dasar. Lapisan balas mengalami tegangan yang besar akibat lalu lintas kereta api, sehingga pembentuknya harus baik dan pilihan (Utomo, 2009).



Gambar 2. 11 Letak Balas

Sumber: Utomo, 2009

Fungsi utama balas adalah untuk meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar, mengokohkan kedudukan bantalan dan meluluskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan dan rel. Kemiringan lereng lapisan balas atas tidak boleh lebih curam dari 1:2, dan bahan balas atas dihampar hingga mencapai sama dengan elevasi bantalan.

Material yang digunakan sebagai pembentuk balas harus memenuhi syarat berikut:

- Batu pecah yang keras, tidak mudah pecah oleh pembebanan
- Tahan lama, tidak cepat aus oleh baban, dan tahan terhadap cuaca
- Bersudut (angular)
- Memiliki gradasi tertentu (lihat Tabel 2.12) sehingga bersifat saling mengunci dan bergesekan secara baik, dan memiliki koefisien permeabilitas yang tinggi
- Substansi yang merugikan tidak boleh melebihi prosentase yang tertentu, yaitu

Bahan yang lunak dan mudah pecah	< 3%
Bahan yang lolos saringan no.200	< 1%
Gumpalan lempung	< 0,5%
Keausan pada uji Los Angeles	< 40%
Partikel tipis/panjang	< 5%

Tabel 2. 12 Gradasi Lapisan Balas Atas

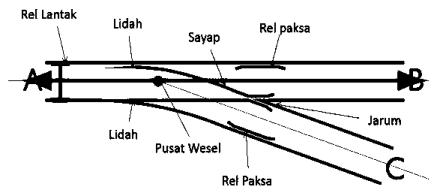
Ukuran Nominal (inch)	Persen lolos saringan							
	Ukuran Saringan (inch)							
	3	2,5	2	1,5	1	0,75	0,5	3/8"
2,5-0,75	100	90-100	25-60	35-60		0-10	0-5	
2-1"		100	95-100	35-70	0-15		0-5	
1,5-7,5			100	90-100	20-15	0-15		0-5

Sumber: Utomo, 2009

### 2.13 Wesel

Wesel merupakan konstruksi jalan rel yang paling rumit dengan beberapa persyaratan dan ketentuan pokok yang harus dipatuhi. Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta dari satu sepur ke sepur yang lain. Wesel terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut.

1. Lidah
2. Jarum beserta sayap-sayapnya
3. Rel lantak
4. Rel paksa
5. Sistem penggerak



Gambar 2. 12 Detail Komponen Wesel

Sumber: Peraturan Dinas, 1986

Tabel 2. 13 Nomor Wesel dan Kecepatan Izinya

tg	1:08	1:10	1:12	1:14	1:16	1:20
No. Wesel	W 8	W 10	W 12	W 14	W 16	W 2
Kecepatan Izin (km/j)	25	35	45	50	60	70

Sumber: Peraturan Dinas, 1986

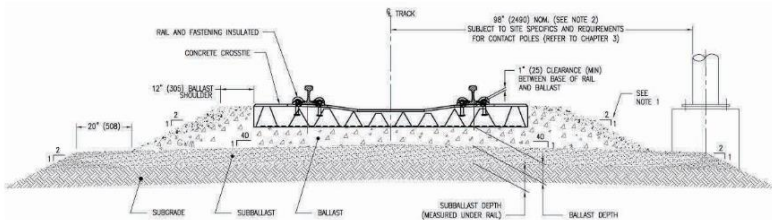
## 2.14 TCRP Report 155

Selain kereta api konvensional yang termasuk ke dalam jenis kereta api *heavy rail* terdapat jenis kereta api *light rail* salah satunya adalah kereta LRT (*Light Rail Transit*). Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 membahas pedoman perencanaan perkeretaapian secara umum. Untuk jenis kereta LRT perlu disesuaikan dengan peraturan yang sesuai maka digunakan beberapa hal pada TCRP Report 155 Track Design Handbook for Light Rail Transit untuk disesuaikan dengan perencanaan kereta LRT.

Standar geometrik untuk kereta LRT memiliki perbedaan dengan kereta konvensional lainnya dan perlu dilakukan penyesuaian dalam merencanakannya. Diantaranya yang perlu disesuaikan yaitu jari-jari minimal rencana pada alinyemen horizontal. Dengan jari-jari minimal yang diperbolehkan untuk LRT yaitu 25 meter dan peninggian rel yang masih diperbolehkan hingga 225 mm. Kecepatan operasional yang umum digunakan pada LRT antara 65 km/jam – 90 km/jam namun pada jenis LRT *strassenbahn/ tram* memiliki kecepatan maksimum 55 km/jam.

Alinyemen vertikal merupakan perpaduan antara dua tanjakan dengan nilai *grade* yang konstan dan berbeda bertemu pada titik perpotongan dan dihubungkan dengan parabola konstan untuk mencapai perubahan pada *grade* tanjakan. Alinyemen vertikal pada perencanaan LRT juga memiliki beberapa penyesuaian diantaranya untuk tingkat kelandaian yang diperbolehkan seperti pada tabel 2.14.

Perhitungan parameter-parameter balas dan subbalas berdasarkan dengan contoh perhitungan dalam TCRP Report 155 dimana didapatkan dimensi balas dan sub balas adalah tebal balas 255 mm (25,5 cm) dan tebal subbalas 200 mm (20 cm). Dimensi dan potongan tipikal dari struktur rel *ballasted track* berdasarkan TCRP Report 155 seperti ditunjukkan oleh gambar 2.13 berikut.



Gambar 2. 13 Tipikal Ballasted Track TCRP  
*Sumber: Transportation Research Board, 2012*

Tabel 2. 14 Gradien Maksimal dan Minimal LRT

Desired Maximum Unlimited Sustained Grade (any length)	4.0%
Desired Maximum Limited Sustained Grade (up to 2500 feet [750 meters] between points of vertical intersection (PVIs) of vertical curves)	6.0%
Desired Maximum Short Sustained Grade (no more than 500 feet [150 meters] between PVIs of vertical curves)	7.0%
Absolute Maximum Grade Unless Restricted by the Vehicle Design (acceptable length to be confirmed with vehicle designers)	9.0%
Acceptable Minimum Grade for Drainage on Embedded Track	0.5%
Acceptable Minimum Grade for Direct Fixation and Ballasted Trackforms (provided other measures are taken to ensure drainage of the trackway)	0.0%

*Sumber: Transportation Research Board, 2012*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

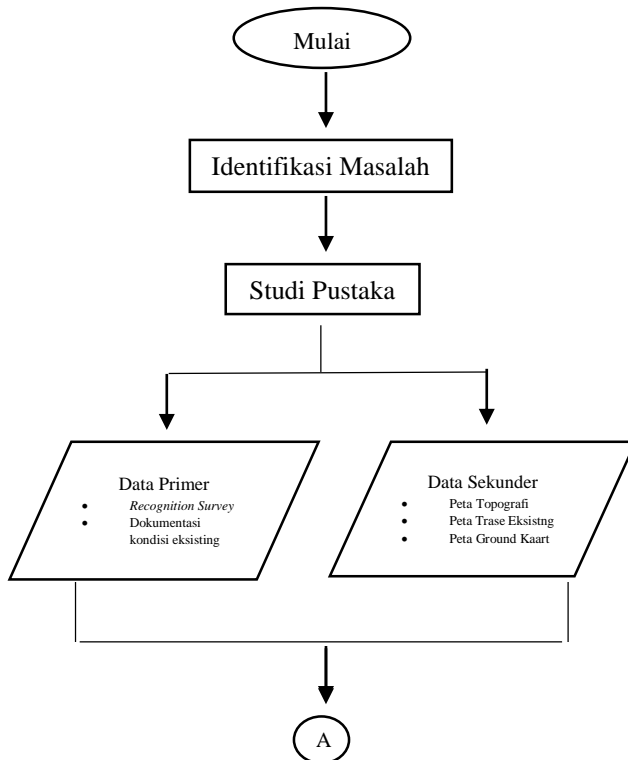
## BAB III METODOLOGI

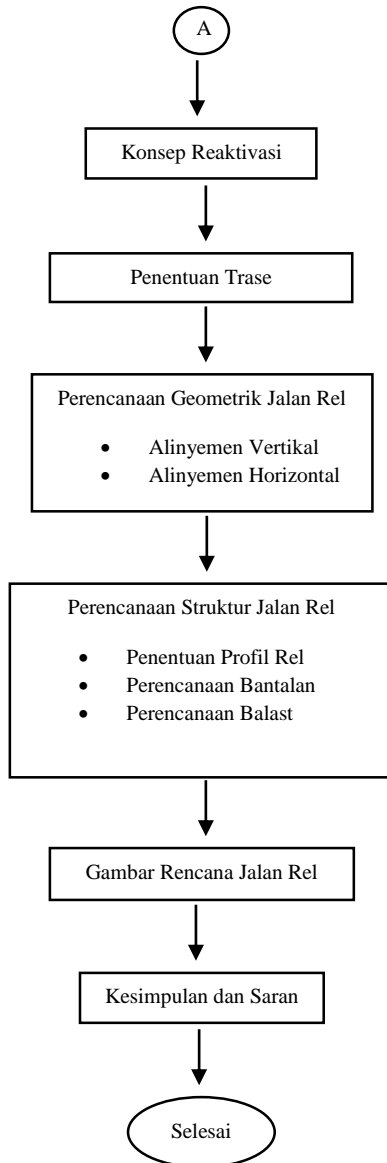
### 3.1 Umum

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir. Metodologi berikut adalah penjelasan mengenai metode pelaksanaan Tugas Akhir ini.

### 3.2 Diagram Alir

Urutan perencanaan dari awal proses sampai akhir akan dijelaskan dengan diagram alir yang akan ditampilkan pada gambar 3.1 berikut.





Gambar 3.1 Diagram alir metodologi

### **3.3 Langkah Perencanaan**

Untuk menjelaskan metodologi yang digunakan maka akan dijelaskan mengenai langkah-langkah dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Sebagaimana akan dijelaskan sebagai berikut :

#### **3.3.1 Identifikasi Masalah**

Langkah awal mengidentifikasi permasalahan dengan memahami dan mengerti kondisi masalah yang akan dibahas. Dengan mengidentifikasi masalah maka dapat dilakukan perencanaan sesuai dengan yang dikehendaki.

#### **3.3.2 Studi Pustaka**

Dalam menyusun Tugas Akhir ini dan menambah pemahaman mengenai kereta api dibutuhkan beberapa literatur yang dapat menunjang penyelesaian Tugas Akhir ini. Beberapa literatur terkait antara lain sebagai berikut :

- a. UU No. 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian.
- b. Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- c. Jalan Rel, Suryo Hapsoro Tri Utomo 2009
- d. TCRP Report 155 Track Design Handbook for Light Rail Transit.
- e. Buku dan Jurnal terkait.

#### **3.3.3 Studi Lokasi**

Pengamatan lokasi dalam merencanakan jalan kereta api Yogyakarta-Magelang dilakukan menggunakan *Google Earth* untuk mengetahui wilayah sekitar lokasi dan kondisi jalur eksisting. Digunakan juga aplikasi *Global Mapper* untuk mengetahui peta kontur dalam perencanaan jalur kereta api Yogyakarta-Magelang. Dengan bantuan aplikasi-aplikasi diatas dimaksudkan untuk memperoleh gambaran umum dan kondisi eksisting di lapangan berdasarkan pengamatan dari aplikasi tersebut.



### 3.3.4 Pengumpulan Data

Proses ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan proses analisis dalam pengerjaan Tugas Akhir. Adapun data-data yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir adalah :

#### Data Primer

a. *Recognition Survey*

Survey lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi trase lama dengan menelusuri serta mengamati jenis-jenis pemanfaatan yang terjadi di lapangan. Sehingga dapat dilakukan evaluasi dan pertimbangan untuk menentukan trase yang dipilih. Beberapa hal yang diperhatikan dalam evaluasi trase eksisting seperti :

- panjang trase
- wilayah yang dilalui
- tata guna lahan
- kondisi topografi
- lokasi-lokasi jembatan
- stasiun yang dilalui
- rel dan jenis bantalan yang digunakan.

b. Dokumentasi kondisi eksisting

Dokumentasi digunakan sebagai gambaran kondisi lapangan dalam menunjang proses analisis dengan menyusun deskripsi keadaan trase eksisting saat ini. Dengan mengambil gambar permasalahan dan perubahan jalur eksisting seperti jalur rel yang tersisa, stasiun lama yang masih ada, dan kondisi keseluruhan terhadap kondisi saat ini.

#### Data Sekunder

a. Peta Topografi

Dari data peta lokasi dapat diketahui kondisi eksisting pada daerah rencana dan dapat digunakan untuk

menentukan titik awal perencanaan jalan rel. Garis kontur dan elevasi lokasi perencanaan diperoleh dari peta topografi. Peta lokasi dan gambaran jalur eksisting jalan rel Yogyakarta-Magelang diambil dari aplikasi *Google Earth* serta untuk peta kontur diperoleh dari aplikasi *Global Mapper*.

- b. Peta Jalur Eksisting  
Peta Jalur eksisting diperlukan untuk pengamatan dan evaluasi terhadap kondisi saat ini. Peta jalur eksisting diperoleh dari peta *ArcGIS* dan dilaksanakan penelusuran dan pengamatan di lapangan.
- c. Peta Ground Kaart PT KAI Daop VI Yogyakarta  
Dalam menentukan trase perlu memperhatikan batas-batas tanah milik PT. KAI sehingga dapat meminimalkan pembebasan lahan. Untuk mengetahui batasan aset tanah milik PT KAI diperlukan peta groundkaart dari PT KAI.

### 3.3.5 Konsep Reaktivasi

Konsep reaktivasi meliputi jenis kereta yang digunakan serta stasiun-stasiun yang digunakan dalam reaktivasi jalur kereta api. Penentuan konsep reaktivasi berdasarkan analisis dari hasil evaluasi jalur eksisting dengan kesesuaian moda yang ada. Reaktivasi rel kereta ini didasarkan pada trase yang sudah ada dengan jalur *single track* dan ditentukan jenis kereta api berdasar jenis *Heavy Rail* atau *Light Rail*. Beberapa kriteria dalam menentukan konsep reaktivasi jalur KA Yogyakarta-Magelang antara lain dengan memperhatikan :

- a. Kondisi sekitar trase terpilih
- b. Pemanfaatan dan akses samping trase terpilih
- c. Kecepatan rencana
- d. Kondisi persimpangan trase dengan jalan raya

### 3.3.6 Perencanaan Trase

Proses perencanaan trase didasarkan pada trase yang sudah ada. Namun dengan kondisi terkini perlu dilakukan evaluasi dari

segi geometrik dan kondisi pemanfaatan yang terjadi saat ini. Berdasarkan hasil evaluasi disusun dua pilihan alternatif trase dan dipilih satu diantaranya dengan analisis multikriteria metode AHP (*Analytic Hiererchy Proses*). Pemilihan parameter kriteria berdasarkan PM 11 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan Trase Jalur Kereta Api dan hasil pengamatan/ survey dilapangan. Dengan Kriteria penentuan trase sebagai berikut :

1. Jarak/ Panjang Rute
2. Kondisi Topografi
3. Pertimbangan Lingkungan
4. Kondisi Guna Lahan
5. Kriteria Desain Jalan Rel

### **3.3.7 Perencanaan Geometrik Jalan Rel**

Perhitungan geometrik jalan rel yang dilakukan dalam perencanaan Tugas Akhir ini meliputi :

1. Alinyemen Vertikal
2. Alinyemen Horizontal
  - a. Lengkung Lingkaran
  - b. Lengkung Peralihan
  - c. Peninggian rel

### **3.3.8 Perencanaan Struktur Jalan Rel**

Pada perencanaan struktur jalan rel, adapun jenis pekerjaan yang perlu dilakukan antara lain :

1. Penentuan Profil Rel
2. Perencanaan Bantalan  
Dengan memperhatikan type bantalan yang digunakan, perhitungan momen yang bekerja serta penentuan jarak antar bantalan.
3. Perencanaan Balas  
Memperhatikan perencanaan tebal lapisan serta pemilihan material yang digunakan sesuai dengan persyaratan.

Dalam perencanaan diatas disesuaikan dengan peraturan yang merujuk pada PM No. 60 Tahun 2012.

### **3.3.9 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan**

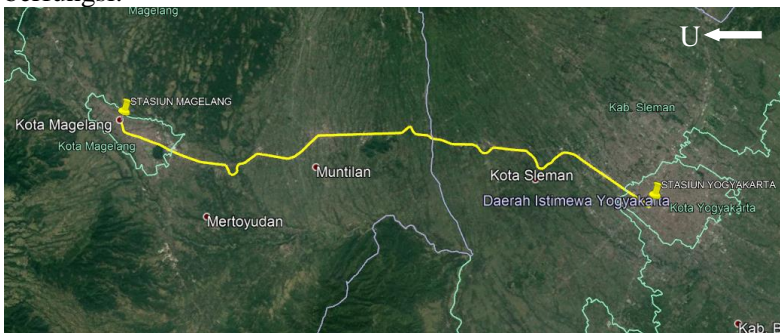
Perhitungan volume galian dan timbunan dilakukan dengan menganalisis *cross section* antar STA dengan menghitung selisih elevasi dan luasan galian atau timbunan pada masing-masing *cross section*. Untuk mengetahui luasan dan menghitung volume galian dan timbunan digunakan bantuan *software* bantu *Autocad Civil 3D 2016*.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Evaluasi Trase

Dalam berbagai kondisi trase eksisting Jalur Kereta Api Yogyakarta Magelang sudah beralih fungsi dan berubah dari segi struktur dan kedudukannya di lapangan. Jalur ini masuk ke dalam wilayah operasi PT. Kereta Api Indonesia DAOP VI Yogyakarta, peta *Ground Kaart* tidak bisa didapatkan karena alasan dokumen rahasia dari pihak perusahaan. Untuk itu dilakukan *survey* pengamatan di lapangan. Tujuannya untuk mengetahui kondisi terkini lapangan dan sebagai pertimbangan dalam menyusun dan merencanakan Reaktivasi Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang. *Survey* pengamatan ini mengamati kondisi bekas jalur yang pernah ada yang ditunjukkan pada garis berwarna biru pada gambar 4.1 dan mengamati wilayah sekitar jalur untuk mengetahui pemanfaatan-pemanfaatan apa saja yang telah terjadi selama jalur eksisting tidak berfungsi.



Gambar 4. 1 Trase Eksisting Yogyakarta-Magelang

Sumber : Google Earth

Trase eksisting Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang memiliki panjang 45 km dari Stasiun Yogyakarta Tugu sampai ke Stasiun Magelang. Terdapat banyak hal yang berubah diantaranya telah menjadi area pemukiman, area pertokoan/ komersial. Meskipun begitu sebagian struktur bekas jalur lama masih berdiri seperti jembatan, stasiun dan rel bekas jalan yang sebagian terlihat

dan sebagian sudah tertanam di bawah perkerasan jalan raya. Untuk kondisinya akan dijelaskan pada Analisis dan evaluasi di beberapa *sample* titik *survey* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

### 1. STA 0+000 – 7+350

Kondisi jalur pada STA awal terletak disepanjang tepi jalan dari Yogyakarta menuju Magelang yaitu antara wilayah Kota Yogyakarta hingga wilayah Sleman. Merupakan jalanan perkotaan dengan kondisi disamping jalan adalah rumah penduduk dan pertokoan-pertokoan. Jalan raya memiliki konfigurasi 4/2D dengan lebar ruas jalan 3,5 m. Dipinggir jalan masih terdapat trotoar yang berbatasan langsung dengan area rumah dan pertokoan selebar 1,8m – 2,5m. Rel bekas jalur sudah tidak tampak karena sudah tertutup oleh perkerasan jalan. Kondisi lapangan ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Kondisi Terkini STA 0+00-7+350

Jika akan dilakukan reaktivasi jalur pada daerah ini maka perlu dilakukan pembebasan sebagian wilayah tepi jalan yang sudah menjadi pagar rumah dan area parkir pertokoan.

## 2. STA 7+350 – 10+850

Area ini tidak lagi berada di sepanjang jalan arteri Yogyakarta-Magelang melainkan masuk dan berbelok ke arah jalan daerah yang menghubungkan antar kecamatan pada wilayah Kota Sleman. Jalan raya memiliki konfigurasi 2/2 UD. Pada area ini terdapat patok-patok dari KAI serta kondisi di sekitar wilayah merupakan rumah-rumah warga dan sebagian pertokoan. Kondisi lapangan ditunjukkan oleh Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 3 Kondisi Terkini STA 7+350-10+850



Jika dilakukan revitalisasi pada area ini maka perlu dilakukan penyesuaian dengan lebar jalan dan pembebasan sebagian area tepi jalan.

### 3. STA 10+850 – 13+350

Pada wilayah STA ini jalur kembali melalui sepanjang jalan arteri Yogyakarta-Magelang yang masih berada pada wilayah Kota Sleman. Kondisi bekas rel sudah berada di bawah lapisan perkerasan dan di tepi jalan adalah rumah penduduk dan pertokoan dan konfigurasi jalan adalah 4/2 D. Disamping tidak terdapat trotoar melainkan bahu jalan hingga ke tepi teras rumah berjarak 5,12 meter. Berikut gambar 4.3 merupakan gambaran kondisi di lapangan.



Gambar 4. 4 Kondisi Terkini STA 10+850-13+350

Jika dilakukan reaktivasi pada area ini harus dilakukan penyesuaian dengan lebar tepi bahu jalan dan membebaskan beberapa wilayah tepi. Dapat juga dilakukan reaktivasi jalur ditengah/ menggunakan median dan melakukan pelebaran jalan disamping.

#### 4. STA 13+350 – 14+350

Pada lokasi ini jalur kereta eskisting sudah menjadi area pemukiman penduduk padat dengan lebar dari pagar ke pagar penduduk selebar 5,3 meter. Dan terdapat bekas Stasiun Medari yang bangunanya masih ada dan berlain fungsi menjadi gedung balai warga. Terdapat beberapa patok dan plang dari PT. KAI. Kondisinya seperti ditampilkan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 5 Kondisi Terkini STA 13+350-14+350

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka perlu dilakukan pembebasan rumah penduduk dan menyesuaikan lebar jalan setempat.

### 5. STA 14+350 – 15+350

Dari lokasi sebelumnya yang merupakan pemukiman penduduk pada lokasi ini jalur kereta api sudah menjadi jalan akses menuju perkebunan dan persawahan warga. Dengan lebar jalan kurang lebih 5-6 meter. Pada lokasi ini masih terdapat bangunan terowongan bekas jalur eksisting Yogyakarta-Magelang. Lokasi akan ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Kondisi Terkini STA 14+350-15+350

Pada lokasi ini dapat dilakukan reaktivasi jalur kereta api dengan pebebasan yang minimal.

## 6. STA 15+350 – 17+850

Jalur eksisting pada lokasi ini terletak di tepi jalan arteri Yogyakarta-Magelang dengan konfigurasi jalan 4/2 D. Diseberang jalan adalah pertokoan dan rumah warga dengan lebar bahu jalan dari pagar warga sekitar 3,8 meter. Kondisi lokasi seperti terlihat pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7 Kondisi Terkini STA 15+350-17+850

Jika dilakukan reaktivasi jalur dapat ditempatkan di tepi jalan atau di tengah memakai median jalan dengan merekomendasikan pelebaran jalan.

## 7. STA 17+850 – 25+850

Lokasi ini merupakan perbatasan antara Yogyakarta dan Jawa Tengah dan jalur eksisting terletak di tepi jalan. Di lokasi ini terdapat Jembatan Krasak yang masih berdiri namun akses menuju

jembatan tertutup oleh rumah warga. Tanda-tanda bekas jalur eksisting berupa plang dari PT. KAI yang menunjukkan bekas bangunan dan jembatan seperti pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8 Kondisi Terkini STA 17+850-25+850

Jika dilakukan reaktivasi maka harus dilakukan pembebasan lahan pemukiman di area yang menghalangi akses jembatan dan disepanjang jalan perlu dilakukan penyesuaian lebar dengan membebaskan sebagian area.

#### 8. STA 25+850 – 27+350

Lokasi ini masuk ke dalam wilayah Muntilan yang terletak di tepi jalan yang bersebelahan langsung dengan pertokoan dan sebagian rumah warga. Wilayah ini cukup ramai dengan aktivitas warga karena melalui pasar dan pertokoan. Terdapat plang dari PT. KAI di sisi depan pertokoan dan terdapat median disamping yang

mengindikasikan bahwa jalur eksisting terdapat di tepi jalan depan pertokoan seperti pada gambar 4.9 berikut



Gambar 4. 9 Kondisi Terkini STA 25+850-27+350

Jika dilakukan reaktivasi di lokasi ini perlu dilakukan pembebasan pada area depan pertokoan dan dapat dipakai median dengan melebarkan jalan.

## 9. STA 27+350 – 29+850

Lokasi masih berada di wilayah Muntilan dan terletak di tepi jalan. Jalan yang dilalui merupakan jalan searah dengan konfigurasi 4/1 UD. Daerah sekitar masih merupakan pertokoan dan rumah warga. Dengan bahu jalan hingga pagar rumah selebar 3.8 meter. Kondisi dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 10 Kondisi Terkini STA 27+350-29+850

Jika dilakukan reaktivasi maka diperlukan pembebasan sebagian tepi jalan. Dapat memakai median jalan dengan melebarkan jalan raya.

#### 10. STA 29+850 – 31+350

Lokasi ini terdapat jembatan yang sudah beralih fungsi sebagai jembatan akses ke rumah penduduk dan terletak di tepi jalan arteri Yogyakarta-Magelang. Masih melalui sepanjang jalan yang sama dari lokasi sebelumnya lebar bahu jalan ke teras rumah warga sekitar 3,8 meter.



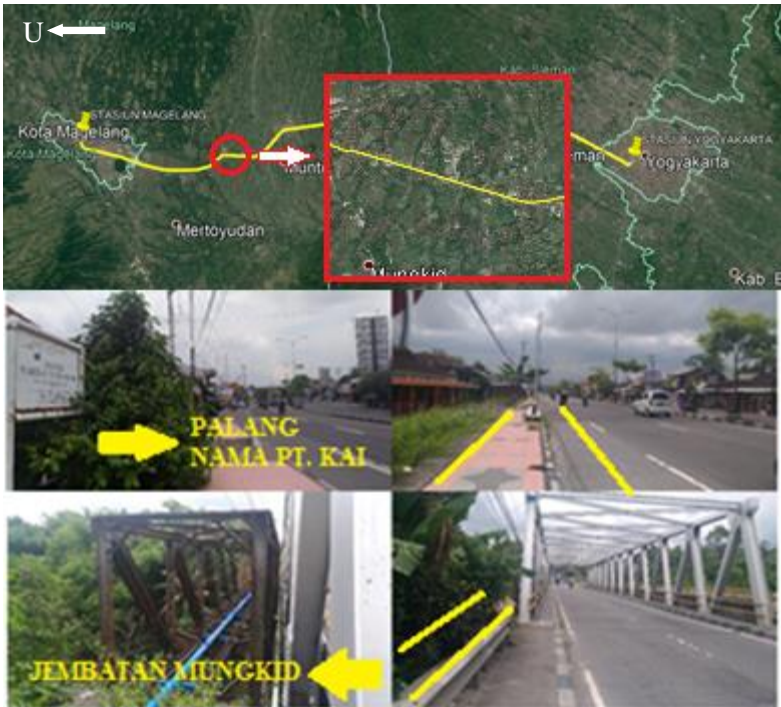
Gambar 4. 11 Kondisi Terkini STA 29+850-31+350

Bila dikaukan reaktivasi maka perlu dilakukan pembebasan pada area rumah penduduk dan pembebasan tepi jalan raya.

#### 11. STA 31+850 – 37+850

Lokasi terletak di tepi jalan arteri Yogyakarta-Magelang 4/2D di daerah Mungkid dan bersebrangan dengan rumah warga. Terdapat plang PT.KA yang menandakan bahwa terdapat bangunan yang berhubungan dengan jalur eksisting disinyalir sebagai bangunan bekas stasiun Mungkid. Serta terdapat jembatan Mungkid yang masih berdiri namun sudah digunakan sebagai jalur pipa dari PDAM. Berikut merupakan gambaran lokasi yang ditunjukkan pada gambar 4.12.





Gambar 4. 12 Kondisi Terkini STA 31+850-37+350

Jika dilakukan reaktivasi maka diperlukan pembebasan di sebagian tepi jalan dan dapat dilakukan ditengah jalan memakai median jalan dengan melebarkan jalan raya.

**12. STA 37+850 – 39+350**

Lokasi ini terletak di wilayah Mertoyudan. Pada lokasi terdapat bekas Stasiun Mertoyudan yang terletak di tepi jalan yang masih berdiri, bangunan Stasiun Mertoyudan tidak ditandai sebagai cagar budaya dan terdapat plang yang menjelaskannya dari PT. KAI. Jalur eksisting terletak ditepi jalan dengan ukuran lebar bahu jalan ke teras bangunan selebar 2 meter. Kondisi lokasi seperti ditunjukkan oleh gambar 4.13 berikut.



Gambar 4. 13 Kondisi Terkini STA 37+850-39+350

Jika dilakukan reaktivasi maka perlu melakukan pembebasan lahan di area tepi jalan dan bekas Stasiun Mertoyudan dapat digunakan kembali sebagai tempat pemberhentian dengan beberapa perbaikan dan pengembangan.

### 13. STA 39+350 – 40+850

Lokasi ini memasuki Kota Magelang jalur eksisting terletak ti tepi jalan dengan konfigurasi jalan 4/2 UD dengan lebar tiap ruas 3,5 meter. Kondisi sekitar merupakan area perkantoran dan pertokoan. Kondisi lingkungan ditampilkan pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4. 14 Kondisi Terkini STA 39+350-40+850

Jika dilakukan reaktivasi maka perlu membebaskan/ melebarkan tepi jalan dan penyesuaian dengan jalan raya.

#### 14. STA 40+850 – 43+850

Lokasi terletak di pusat Kota Magelang dengan aktivitas warga yang padat. Jalur eksisting terletak di tepi jalan. Pada area ini melewati area pasar dan terdapat trotoar besar dengan lebar 4 meter di depan pasar. Selain itu terdapat median di pinggir jalan dengan lebar 4 meter menerus sampai dengan Stasiun Magelang yang ditunjukkan pada gambar 4.15 berikut.



Gambar 4. 15 Kondisi Terkini STA 40+850-43+850

Jika dilakukan reaktivasi maka perlu membebaskan area tepi jalan pada lingkungan pasar dan dapat menggunakan separator median di tepi jalan. Untuk posisi-posisi jembatan diidentifikasi untuk jembatan eksisting dengan konstruksi yang masih dapat dikenali seperti berikut.

Tabel 4. 1 Jembatan Eksisting

No.	Jembatan	STA
1	Pangkalan	9+220
2	Krasak	8+860
3	Mungkid 1	29+680
4	Mungkid 2	34+360

## 4.2 Konsep Reaktivasi

Dengan kondisi jalan eksisting yang telah dibahas sebelumnya maka penentuan konsep reaktivasi berdasarkan analisis trase eksisting dengan menggunakan lahan milik PT. KAI dengan rekomendasi merelokasi rumah penduduk atau pemanfaatan lain yang berdiri di tanah milik PT. KAI serta menyusun alternatif trase yang tidak jauh dan sebagian besar masih melalui trase eksisting. Diketahui bahwa kondisi terkini sebagian sudah beralih fungsi menjadi pertokoan dan pemukiman serta sebagian besar rel bekas jalur sudah tidak terlihat karena tertimbun dibawah perkerasan dan sudah dibongkar. Jenis kereta api ditentukan dari dua pilihan antara kereta jenis *Heavy Rail* dan jenis *Light Rail*. Diantaranya diketahui dari kondisi terkini trase eksisting sebagai berikut.

### a. Kondisi Sekitar Trase

Kondisi sekitar trase didominasi oleh jalan raya, rumah penduduk dan pertokoan sehingga aktivitas penduduk tergolong tinggi. Sehingga diperlukan moda transportasi yang dapat mengakomodasi dan juga tidak terlalu terpengaruh dengan aktivitas sekitar yang tinggi seperti dari jalan raya, perumahan dan pertokoan. Direncanakan untuk mereaktivasi jalur eksisting yang berada pada samping jalan arteri dengan memindahkan jalur pada median jalan dan menggunakan jalur lama untuk jalur yang berada jauh dari jalan arteri.

Tabel 4. 2 Posisi Jalur Reaktivasi

No.	Posisi Jalur	STA
1	Median Jalan	0+000 - 14+000
2	Non Median	14+000 - 15+600
3	Median Jalan	15+600 - 29+600
4	Non Median	29+600 - 30+400
5	Median Jalan	30+400 - 34+400
6	Non Median	34+400 - 36+600
7	Median Jalan	36+600 - 45+127,87

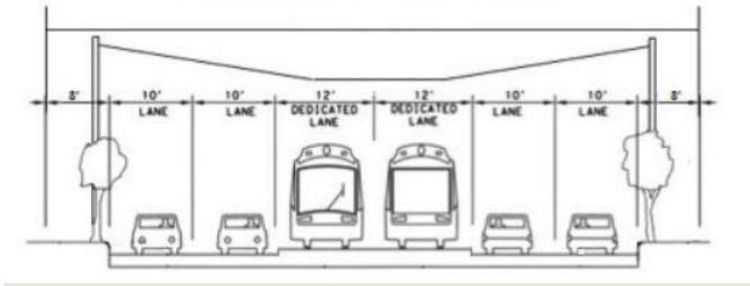
- b. Pemanfaatan dan akses samping trase  
 Dari kondisi trase eksisting di dapatkan bahwa daerah samping trase telah menjadi area pemukiman dan pertokoan dengan jarak dengan tepi jalan selebar 1,5-5 meter. Dengan kondisi tersebut jika dilalui/ dilewati oleh kereta jenis *Heavy Rail* kebutuhan ruang bebas sangat minim serta kecepatan, dimensi dan berat kereta yang lebih besar dari kereta *Light Rail* tidak memungkinkan untuk diterapkan di daerah padat aktivitas penduduk. Maka dari kondisi pemanfaatan dan akses samping kereta yang dapat digunakan adalah kereta jenis *Light Rail*.
- c. Kecepatan Rencana  
 Berdasarkan *TCRP Report 155* kereta LRT memiliki kecepatan operasi antara 65–90 km/jam. LRT tipe Tram/ Strassenbahn memiliki kecepatan yang lebih rendah yaitu sebesar 55 km/jam sebagai kecepatan maksimum. Berdasarkan kondisi trase eksisting akan sulit jika digunakan kecepatan hingga 90 km/jam karena kondisi pemanfaatan yang berdekatan dengan jalan dan trase sebagian besar sejajar dengan jalan raya arteri Yogyakarta-Magelang. Untuk itu direncanakan kecepatan rencana pada reaktivasi jalur ini sebesar 60 km/jam.
- d. Stasiun yang dilalui  
 Stasiun yang dilalui pada reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang adalah stasiun eksisting dari jalur lama. Sebagian stasiun masih terdapat bangunan yang berdiri dan sebagian lainnya sudah rusak atau beralih fungsi. Ketinggian peron disesuaikan dengan tinggi lantai/ *deck* kereta. Adapun stasiun yang digunakan sesuai dengan tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Rencana Stasiun

Stasiun	STA
Yogyakarta	0+000
Mlati	5+660
Medari	14+220
Tempel	18+660
Muntilan	26+060
Mungkid	32+100
Mertoyudan	38+180
Magelang Pasar	42+760
Magelang	45+127

d. ROW (*Right of Way*)

Tipe *Right of Way* yang digunakan adalah ROW kategori B dengan jalan kereta api tidak sepenuhnya terpisah/ *separated* dengan jalan raya. Pemanfaatan dan akses samping trase yang sebagian besar bersinggungan langsung dengan rumah dan pertokoan penduduk akan sulit bila jalur kereta api diletakan di samping jalan. Menurut Henry (2015) lebar yang dibutuhkan untuk satu jalur LRT adalah 12 kaki (3,65 meter). Maka direncanakan jalur kereta api diletakan pada median jalan dengan melakukan pelebaran jalan raya di samping. Bedasar hasil survey maka direncanakan kebutuhan lebar jalur LRT pada median jalan sebesar 4 meter dan dilakukan pelebaran/ penyesuaian pada beberapa ruas jalan serta menyesuaikan untuk jalur yang berada di luar median jalan arteri.



Gambar 4. 16 Ilustrasi Jalur LRT Terletak pada Median Jalan  
*Sumber : Henry, 2015*

Dari uraian di atas maka konsep kereta api yang akan digunakan dalam reaktivasi Jalur Kereta Yogyakarta-Magelang adalah jenis kereta *Light Rail* dengan moda LRT (*Light Rail Transit*). Dengan lebar sepur/ *gauge* 1067 mm dan kecepatan rencana 60 km/jam. Kereta yang digunakan adalah kereta LRT produksi PT. Industri Kereta Api (INKA) dengan spesifikasi seperti berikut :



Gambar 4. 17 Jenis Kereta Rencana (LRT)

*Sumber : PT. INKA, 2017*

Konfigurasi	: Mc – T – Mc
Desain Kecepatan Maksimum	: 100 km/jam
Lebar Sepur	: 1067 mm
Beban Gandar Maksimal	: 12 Ton
Lebar Kereta	: 2,65 m
Tinggi Kereta	: 3,85 m
Panjang rangkaian kereta	
- Mc	: 18 meter
- T	: 18 meter
Tinggi Lantai dari atas rel	: 1 m
Kapasitas penumpang duduk	
- Mc	: 40 penumpang
- T	: 48 penumpang
Kapasitas penumpang berdiri	
- Mc	: 81 penumpang
- T	: 89 penumpang

### 4.3 Alternatif Trase

Pada bab ini akan dibahas mengenai pemilihan trase alternatif dan perencanaan geometrik jalan rel. Analisis pemilihan trase dilakukan pendekatan *multy criteria analysis* (MCA) dengan



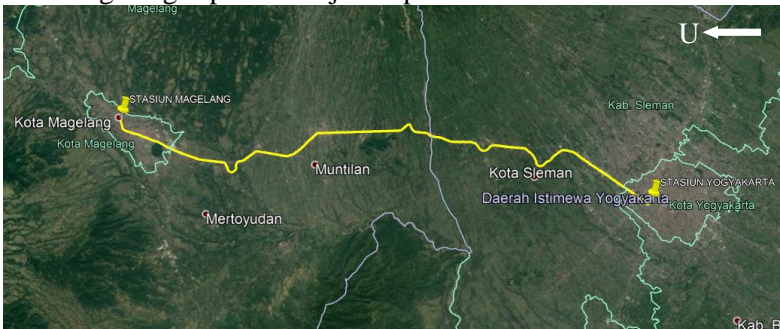
metode AHP (*Analytic Hiererchy Process*) untuk menentukan masing-masing penilaian dari ketiga alternatif trase dan dipilih alternatif trase dengan poin tertinggi. Pemilihan alternatif trase ditentukan 3 (tiga) pilihan alternatif dengan dua alternatif baru dan satu alternatif trase eksisting. Penentuan alternatif trase untuk reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang berdasarkan beberapa pertimbangan diantaranya Panjang trase, posisi trase, persimpangan trase dengan jalan, kawasan pemukiman, area komersial, melalui sungai dan pengurangan lebar jalan saat melalui bagian jalan arteri Yogyakarta-Magelang. Dari pertimbangan tersebut ketiga trase akan dipilih poin yang tertinggi berdasarkan Analisis dan selanjutnya dilakukan perencanaan geometrik jalan rel.

#### 4.3.1 Analisis Alternatif Trase

Terdapat tiga trase yang akan dipilih diantaranya trase eksisting jalur kereta api Yogyakarta-Magelang, trase alternatif 1 dan trase alternatif 2 dengan kondisi masing-masing pilihan alternatif trase diantaranya sebagai berikut :

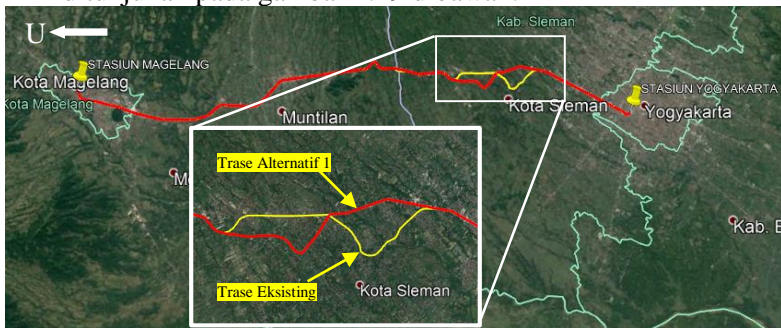
##### a. Trase Eksisting Yogyakarta-Magelang

Trase eksisting diawali dari Stasiun Yogyakarta dan berakhir di Stasiun Magelang. Sebagian besar trase terletak sejajar dengan jalan raya yang menghubungkan Yogyakarta-Magelang seperti ditunjukkan pada Gambar 4.18 berikut.



Gambar 4. 18 Trase Eksisting  
Sumber : Google Earth

- Posisi trase terletak pada kondisi *At Grade*
  - Panjang trase eksisting 45,12 km
  - Sebagian besar trase ini terletak di bawah perkerasan lentur jalan arteri Yogyakarta-Magelang dan sebagian trase ini terletak di daerah pemukiman penduduk
  - Kondisi jembatan sebagian masih berdiri namun akses ke jembatan sudah terputus
- b. Trase Alternatif 1
- Trase alternatif 1 melewati trase eksisting namun terdapat perbedaan dari trase eksisting (kuning) di titik yang ditandai dengan garis warna merah (trase alternatif 1) seperti ditunjukkan pada gambar 4.19 dibawah.

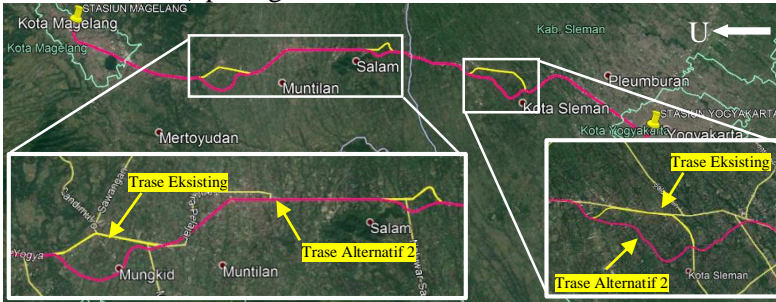


Gambar 4. 19 Trase Alternatif 1

*Sumber : Google Earth*

- Direncanakan posisi trase *At Grade*
  - Trase ini sebagian besar melewati jalur eksisting yang terletak ditengah jalan arteri 4/2 D
  - Panjang trase alternaif 1 43,5 km
  - Pada trase ini daerah padat pemukiman dialihkan pada area persawahan dan kembali lagi ke trase eksisting
- c. Trase alternatif 2
- Trase alternatif kedua trase masih melalui sebagian trase eksisting (garis kuning) dan trase alternatif pertama namun trase ini lebih banyak melalui daerah perkebunan dan

persawahan seperti ditunjukkan oleh garis ungu ( trase alternatif 2) pada gambar 4.20 berikut.



Gambar 4. 20 Trase Alternatif 2

Sumber : Google Earth

- Direncanakan posisi trase *At Grade*
- Sebagian besar trase melalui median jalan arteri 4/2 D Yogyakarta-Magelang
- Panjang trase alternatif 2 44,3 km
- Sebagian daerah dengan kondisi pemukiman dialihkan ke area perkebunan dan persawahan

#### 4.3.2 Penentuan Skala Nilai

Skala ini digunakan dalam membandingkan masing-masing parameter untuk menentukan parameter mana yang memiliki nilai lebih penting dalam menentukan alternatif trase. Skala nilai yang digunakan dalam tugas akhir ini ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Skala Nilai untuk Penilaian Kriteria

Skala	Keterangan
1	Sama Pentingnya
3	Kepentingan agak lebih
5	Penting Sekali

Sumber : Mendoza, 1999

#### 4.3.3 Matriks Pairwise Comparison

Perhitungan Matriks Pairwise Comparison ditentukan dahulu masing-masing nilai kriteria untuk menunjukan keterkaitan

antar kriteria yang ada. Penentuan nilai untuk masing-masing keterkaitan kriteria ditentukan dengan penilaian sendiri antara penulis dan satu stakeholder seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Penilaian Nilai Masing-masing Kriteria

Kriteria	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	3	5	3	3	3
B	1	1	3	3	0.33	3	3
C	0.33	0.33	1	3	0.33	3	3
D	0.20	0.33	0.333333	1	0.20	0.33	0.33
E	0.33	3	3	5	1	3	3
F	0.33	0.33	0.33	3	0.33	1	3
G	0.33	0.33	0.33	3	0.33	0.33	1

Tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut.

- A : Panjang trase
- B : Posisi trase (Elevated atau at grade)
- C : Persimpangan trase dengan jalan
- D : Pembebasan kawasan pemukiman
- E : Melewati area komersil
- F : Melewati sungai (jembatan)
- G : Mengurangi lebar jalan arteri

Untuk kolom yang bernilai 1 maka dapat diartikan bahwa kedua kriteria memiliki perbandingan “sama pentingnya”. Dimisalkan pada kolom pertemuan antara A (horizontal) dan B (vertikal) bernilai 1 maka kedua kriteria memiliki perbandingan yang sama/ setara “sama pentingnya”. Untuk penilaian kriteria yang sama dinilai 1 (kolom biru).

Untuk kolom yang bernilai 3 seperti ditunjukkan pada baris A kolom C diartikan bahwa kriteria A memiliki perbandingan “Kepentingan agak lebih” terhadap C yang mana kriteria A memiliki kepentingan agak lebih diatas kriteria C.

Untuk kolom yang bernilai 5 seperti ditunjukkan pada baris E kolom D diartikan bahwa kriteria E memiliki perbandingan “Penting Sekali” terhadap kriteria D yang mana kriteria kriteria E sangat penting bila dibandingkan dengan kriteria D.

#### 4.3.4 Peringkat dari Matriks *Pairwise Comparison*

Setelah dilakukan penilaian terhadap kedudukan masing-masing kriteria pada matriks *pairwise comparison* dilakukan penilaian untuk peringkat masing-masing kriteria dengan mengkuadratkan matriks seperti yang ditunjukkan dibawah ini.

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 3 & 0,33 & 3 & 3 \\ 0,33 & 0,33 & 1 & 3 & 0,33 & 3 & 3 \\ 0,2 & 0,33 & 0,33 & 1 & 0,2 & 0,33 & 0,33 \\ 0,33 & 3 & 3 & 5 & 1 & 3 & 3 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 & 3 & 0,33 & 1 & 3 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 & 3 & 0,33 & 0,33 & 1 \end{bmatrix}^2$$

$$= \begin{bmatrix} 7 & 15,67 & 21,67 & 55 & 10,33 & 29,67 & 37,67 \\ 5,71 & 7 & 13 & 39,67 & 7,27 & 21 & 29 \\ 3,71 & 5 & 7 & 28,33 & 4,38 & 11 & 19 \\ 1,13 & 1,8 & 3,09 & 7 & 1,44 & 3,98 & 4,87 \\ 7,67 & 11 & 19,67 & 47,67 & 7 & 27,67 & 35,67 \\ 2,82 & 4,11 & 5,67 & 20,33 & 3,49 & 7 & 11 \\ 1,93 & 3,22 & 4,78 & 12,33 & 2,6 & 5,67 & 7 \end{bmatrix}$$

Hasil diatas kemudian dijumlahkan untuk masing-masing barisnya untuk mendapatkan nilai eigen vector dan didapatkan nilai eigen vector seperti tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Peringkat Masing-masing Kriteria

Kriteria	Penjumlahan Matriks	Eigen Vector	Peringkat
A	177.00	0.272	1
B	122.64	0.189	3
C	78.42	0.121	4
D	23.31	0.036	7
E	156.33	0.241	2
F	54.42	0.084	5
G	37.53	0.058	6
Jumlah	649.67	1	

Dari hasil diatas didapatkan kriteria A (Panjang Trase) sebagai peringkat ke-1 dan menjadi kriteria paling berpengaruh.

#### 4.3.5 Menghitung Bobot Relatif

Pembobotan relatif trase alternatif menggunakan klasifikasi batasan parameter penilaian “jelek”, “sedang” dan “bagus”. Dengan klasifikasi batasan parameter penilaian masing-masing sebagai berikut.

##### a. Kriteria Panjang Trase

- Jika panjang trase berkisar antara 40-45 km maka penilaian termasuk dalam klasifikasi “bagus”.
- Jika panjang trase berkisar antara 45-50 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika panjang trase berkisar antara 55-55 km maka termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “jelek”.

Dengan batasan diatas didapatkan bahwa trase dengan panjang 40-45 km termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “bagus” dan mendapatkan nilai 3 (besar) karena trase dengan panjang yang relatif lebih pendek maka akan mempercepat pembangunan dan memiliki biaya yang lebih rendah.

##### b. Posisi Trase (*Elevated* atau *at grade*)

- Jika trase memiliki posisi *at grade* saja maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.
- Jika trase memiliki posisi *at grade* dan *elevated* maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase memiliki posisi *elevated* saja maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.

Dari batasan diatas didapatkan bahwa trase dengan posisi *at grade* termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “bagus” dan mendapat nilai 3 (besar) karena dengan membangun *at grade* lebih mudah dalam pelaksanaanya dengan biaya relatif lebih rendah.

c. Persimpangan dengan jalan

- Jika trase melalui persimpangan dengan jalan sebanyak 70-100 titik maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.
- Jika trase melalui persimpangan dengan jalan sebanyak 50-70 titik maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase melalui persimpangan dengan jalan sebanyak 0-50 maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.

Dengan batasan diatas didapatkan bahwa trase yang melalui perlintasan dengan jalan antara 70-100 titik termasuk kedalam klasifikasi penilaian “jelek” dan mendapat 1 (kecil) karena melalui persimpangan dengan jalan terdapat resiko kecelakaan dengan kendaraan lain sehingga di usahakan untuk meminimalisasi persimpangan dengan jalan

d. Pembebasan Pemukiman

- Jika trase melewati dan mengharuskan pembebasan lahan pemukiman sepanjang 2,6-3 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.
- Jika trase melewati dan mengharuskan pembebasan lahan pamukiman sepanjang 2-2,5 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase melewati dan mengharuskan pembebasan lahan pamukiman sepanjang 1-2 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.

Dengan batasan di atas maka didapatkan bahwa trase yang melalui pemukiman sepanjang 1-2 km termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “bagus” dengan nilai 3 (besar)

karena pembebasan lahan pemukiman memerlukan penyelesaian dari beberapa aspek yang kompleks.

e. Melalui Area Komersil

- Jika trase melalui area komersil sepanjang 30-50 % dari total panjang trase maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.
- Jika trase melalui area komersil sepanjang 51-75 % dari total panjang trase maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase melalui area komersil sepanjang 76-100 % dari total panjang trase maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.

Dengan batasan di atas maka didapatkan bahwa trase yang melalui area komersil sepanjang 30-50 % dari panjang trase termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “jelek” dan mendapatkan nilai 1 (kecil) karena daerah komersil dianggap merupakan pusat *demand* dari kereta Yogyakarta-Magelang.

f. Melewati Sungai

- Jika trase melewati sungai sebanyak 1-15 maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.
- Jika trase melewati sungai sebanyak 16-25 maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase melewati sungai sebanyak 26-40 maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.

Dengan batasan di atas maka didapatkan bahwa trase yang melewati sungai antara 1-15 titik termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “bagus” dan mendapatkan nilai 3 (besar) karena trase melewati sungai diperlukan pembangunan jembatan sehingga diusahakan untuk meminimalisasi trase melewati sungai.

g. Mengurangi Kapasitas Jalan Raya

- Jika trase melalui jalan raya dan mengurangi kapasitas jalan raya sepanjang 0-3 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “bagus”.



- Jika trase melalui jalan raya dan mengurangi kapasitas jalan raya sepanjang 4-7 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “sedang”.
- Jika trase melalui jalan raya dan mengurangi kapasitas jalan raya sepanjang 8-10 km maka penilaian termasuk ke dalam klasifikasi “jelek”.

Dengan batasan di atas maka didapatkan bahwa trase yang melalui jalan raya dan mengurangi kapasitas jalan sepanjang 0-3 km termasuk ke dalam klasifikasi penilaian “bagus” dan mendapatkan nilai 3 (besar) karena melalui jalan raya akan mengurangi kapasitas jalan dan menggunakan aset dari PU.

Sehingga dapat disimpulkan hubungan antara bobot dengan klasifikasi penilaian yaitu untuk klasifikasi “bagus” dengan nilai 3 (tiga), klasifikasi “sedang” dengan nilai 2 (dua), dan klasifikasi “jelek” dengan nilai 1 (satu) seperti tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Pembagian Batasan Tiap Kriteria

Kriteria	Bagus (3)	Sedang (2)	Jelek (1)
A Panjang Trase	40-45 km	46-50 km	51-55 km
B Posisi Trase (Elevated atau at grade)	At Grade	AG & E	Elevated
C Persimpangan Trase dengan Jalan	0-50	51-70	71-100
D Pembebasan Kawasan Pemukiman	1,0-2,0 km	2-2,5 km	2,6-3 km
E Melewati area komersil dan perumahan	76-100%	51-75%	30-50%
F Melewati Sungai (Jembatan)	0-15	16-25	26-40
G Mengurangi Lebar Jalan Arteri	0-3 km	4-7 km	8-10 km

Kondisi masing-masing trase berdasarkan Analisis dan pengamatan ditampilkan pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Kriteria Kondisi Masing-masing Trase

Kriteria	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
A Panjang Trase	45.12 km	43.5 km	44.3 km
B Posisi Trase (Elevated atau at grade)	at grade	at grade	at grade
C Persimpangan Trase dengan Jalan	69	66	69
D Pembebasan Kawasan Pemukiman	2,45 km	1,5565 km	2,557 km
E Melewati area komersil dan perumahan	97.49%	92.80%	73.27%
F Melewati Sungai (Jembatan)	14	14	14
G Mengurangi Lebar Jalan Arteri	0	4,47 km	0

Bedasarkan kondisi masing-masing trase kemudian dilakukan penilaian masing-masing kriteria sesuai dengan klasifikasi dan bobot yang telah ditentukan sebelumnya yang ditunjukkan pada tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Penilaian Masing-masing kriteria

Kriteria	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
A Panjang Trase	3	3	3
B Posisi Trase (Elevated atau at grade)	3	3	3
C Persimpangan Trase dengan Jalan	2	2	2
D Pembebasan Kawasan Pemukiman	2	3	2
E Melewati area komersil dan perumahan	3	3	2
F Melewati Sungai (Jembatan)	3	3	3
G Mengurangi Lebar Jalan Arteri	3	2	3

Selanjutnya ditentukan pembobotan dari nilai masing-masing kriteria dengan persentase *Eigen Vector* seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4. 10 Bobot Masing-masing Kriteria

No.	Kriteria	Bobot
1	Panjang Trase	27.7
2	Posisi Trase (Elevated atau at grade)	18.5
3	Persimpangan Trase dengan Jalan	11.6
4	Pembebasan Kawasan Pemukiman	3.7
5	Melewati area komersil dan perumahan	23.9
6	Melewati Sungai (Jembatan)	8.4
7	Mengurangi Lebar Jalan Arteri	6.1

#### 4.3.6 Analisis Alternatif Trase Eksisting

Perhitungan analisis penilaian alternatif trase eksisting didapatkan dengan mengalikan nilai dan bobot dan selanjutnya diambil jumlah total dari masing-masing kriteria untuk alternatif trase eksisting terdapat pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Penilaian MCA Alternatif Eksisting

No.	Kriteria	Nilai	Bobot	Total
A	Panjang Trase	3	27.72	83.17
B	Posisi Trase (Elevated atau at grade)	3	18.53	55.58
C	Persimpangan Trase dengan Jalan	2	11.57	23.13
D	Pembebasan Kawasan Pemukiman	2	3.73	7.46
E	Melewati area komersil dan perumahan	3	23.94	71.83
F	Melewati Sungai (Jembatan)	3	8.40	25.21
G	Mengurangi Lebar Jalan Arteri	3	6.11	18.32
Jumlah Nilai				284.70

Dari tabel di atas didapatkan nilai untuk alternatif trase eksisting sebesar 284,70 poin.

#### 4.3.7 Analisis Alternatif Trase 1

Perhitungan analisis penilaian alternatif trase 1 didapatkan dengan mengalikan nilai dan bobot dan selanjutnya diambil jumlah total dari masing-masing kriteria untuk alternatif trase 1 terdapat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Penilaian MCA Alternatif 1

No.	Kriteria	Nilai	Bobot	Total
A	Panjang Trase	3	27.72	83.17
B	Posisi Trase (Elevated atau at grade)	3	18.53	55.58
C	Persimpangan Trase dengan Jalan	2	11.57	23.13
D	Pembebasan Kawasan Pemukiman	3	3.73	11.19
E	Melewati area komersil dan perumahan	3	23.94	71.83
F	Melewati Sungai (Jembatan)	3	8.40	25.21
G	Mengurangi Lebar Jalan Arteri	2	6.11	12.21
Jumlah Nilai				282.33

Dari tabel di atas didapatkan nilai untuk alternatif trase eksisting sebesar 282,33 poin.

#### 4.3.8 Analisis Alternatif Trase 2

Perhitungan analisis penilaian alternatif trase 2 didapatkan dengan mengalikan nilai dan bobot dan selanjutnya diambil jumlah total dari masing-masing kriteria untuk alternatif trase 1 terdapat pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4. 13 Penilaian MCA Alternatif 2

No.	Kriteria	Nilai	Bobot	Total
A	Panjang Trase	3	27.72	83.17
B	Posisi Trase (Elevated atau at grade)	3	18.53	55.58
C	Persimpangan Trase dengan Jalan	2	11.57	23.13
D	Pembebasan Kawasan Pemukiman	2	3.73	7.46
E	Melewati area komersil dan perumahan	2	23.94	47.88
F	Melewati Sungai (Jembatan)	3	8.40	25.21
G	Mengurangi Lebar Jalan Arteri	3	6.11	18.32
Jumlah Nilai				260.76

Dari tabel di atas didapatkan nilai untuk alternatif trase eksisting sebesar 260,76 poin.

Dari Analisis masing-masing ketiga alternatif pilihan trase didapatkan penilaian tertinggi sebesar 284,70 poin. Sehingga alternatif trase terpilih adalah alternatif trase eksisting. Kemudian alternatif trase eksisting akan digunakan dalam Analisis geometrik jalan kereta api Yogyakarta-Magelang.

#### 4.4 Perancangan Geometrik

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan geometrik jalan rel yaitu alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Dalam merancang geometrik digunakan alternatif trase terpilih yaitu Trase Eksisting Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang. Dengan kecepatan 60 km/ jam dan lebar *spoor/ gauge* 1067 mm. Perancangan geometrik pada tugas akhir ini menggunakan program bantu AutoCAD Civil 3D 2016. Perancangan geometrik dilakukan melalui tahapan sebagai berikut.

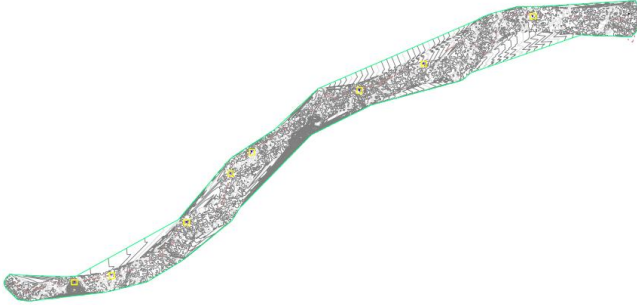
##### 4.4.1 Penentuan Koordinat Trase

Dari trase eksisting yang terpilih trase di gambar pada AutoCAD Civil 3D dan didapatkan titik koordinat PI untuk masing-masing titik PI. Koordinat titik diawali dari Stasiun Yogyakarta dan di akhiri pada Stasiun Magelang. Dengan koordinat masing-masing titik PI seperti ditunjukkan pada tabel 4.12 dan lanjutanya.

##### 4.4.2 Pembuatan Topografi Surface

Pembuatan kontur topografi diperoleh dari data yang didapatkan dari *Google Earth* dengan format ENZ (East, North, Zenith). Dengan software AutoCAD Civil 3D data titik tersebut

diolah menjadi data peta topografi yang ditunjukkan dalam gambar 4.21 berikut.



Gambar 4. 21 Tampilan Kontur pada AutoCAD Civil 3D

#### 4.4.3 Koreksi sudut azimuth

Akan dijelaskan mengenai perhitungan sudut azimuth tikungan berdasarkan data-data yang diperoleh sebelumnya. Berikut merupakan contoh perhitungan dari sudut azimuth PI 1.

- a. Mencari nilai  $\Delta X$  dan  $\Delta Y$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI1 = X(PI1) - X(A)$$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI1 = 429733,237 - 429819,347$$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI1 = -86,11$$

$$\text{Koordinat}(\Delta Y)PI1 = Y(PI1) - Y(A)$$

$$\text{Koordinat}(\Delta Y)PI1 = 9138992,361 - 9138987,103$$

$$\text{Koordinat}(\Delta Y)PI1 = 5,26$$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI2 = X(PI2) - X(PI1)$$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI2 = 429362,713 - 429733,237$$

$$\text{Koordinat}(\Delta X)PI2 = -370,52$$

$$\text{Koordinat}(\Delta Y)PI2 = Y(PI2) - Y(PI1)$$

$$Koordinat(\Delta Y)PI2 = 9139122,624 - 9138992,361$$

$$Koordinat(\Delta Y)PI2 = 130,26$$

b. Panjang Trase (L)

Titik A ke Titik PI 1

$$= \sqrt{\Delta X (PI1)^2 + \Delta Y (PI1)^2}$$

$$= \sqrt{(-86,11)^2 + (5,26)^2}$$

$$= 86,27m$$

Titik PI 1 ke Titik PI 2

$$= \sqrt{\Delta X (PI2)^2 + \Delta Y (PI2)^2}$$

$$= \sqrt{(-370,52)^2 + (130,26)^2}$$

$$= 392,75m$$

c. Sudut Azimuth

Sudut PI 1 (Kuadran II)

$$= 180 + \arctan \left( \frac{Koordinat\Delta X (PI1)}{Koordinat\Delta Y (PI1)} \right)$$

$$= 180 + \arctan \left( \frac{-86,11}{5,26} \right)$$

$$= 93,49^\circ$$

Sudut PI 1 (Kuadran II)

$$= 180 + \arctan \left( \frac{Koordinat\Delta X (PI2)}{Koordinat\Delta Y (PI2)} \right)$$

$$= 180 + \arctan \left( \frac{-370,52}{130,26} \right)$$

$$= 109,37^\circ$$

d. Sudut Tikungan

$$= AzimuthPI2 - AzimuthPI1$$

$$= 109,37^\circ - 93,49^\circ$$

$$= 15,88^\circ$$

Untuk selanjutnya Perhitungan Sudut Azimuth akan disajikan ke dalam Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4. 14 Perhitungan Azimut Titik PI

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$ (°)
	X	Y					
A	429819.347	9138987.103					
PI 1	429733.237	9138992.361	- 86.11	5.26	86.27	93.49	15.88
PI 2	429362.713	9139122.624	- 370.52	130.26	392.75	109.37	101.32
PI 3	429517.192	9139382.926	154.48	260.30	302.69	210.69	28.22
PI 4	429528.022	9139633.916	10.83	250.99	251.22	182.47	0.99
PI 5	429532.939	9139823.854	4.92	189.94	190.00	181.48	1.18
PI 6	429559.09	9140386.09	26.15	562.24	562.84	182.66	0.14
PI 7	429580.503	9140871.544	21.41	485.45	485.93	182.53	0.26
PI 8	429605.358	9141381.803	24.85	510.26	510.86	182.79	1.19
PI 9	429607.032	9141441.634	1.67	59.83	59.85	181.60	0.74
PI 10	429623.782	9141851.194	16.75	409.56	409.90	182.34	0.11
PI 11	429633.899	9142087.705	10.12	236.51	236.73	182.45	0.42
PI 12	429645.04	9142310.116	11.14	222.41	222.69	182.87	0.64
PI 13	429647.153	9142364.556	2.11	54.44	54.48	182.22	0.46
PI 14	429714.551	9143802.76	67.40	1,438.20	1,439.78	182.68	0.43
PI 15	429724.632	9144059.556	10.08	256.80	256.99	182.25	0.43
PI 16	429750.649	9144615.062	26.02	555.51	556.11	182.68	0.94
PI 17	429756.972	9144823.486	6.32	208.42	208.52	181.74	2.85
PI 18	429767.335	9144952.509	10.36	129.02	129.44	184.59	0.60
PI 19	429822.918	9145564.193	55.58	611.68	614.20	185.19	22.31
PI 20	429700.185	9145962.681	- 122.73	398.49	416.96	162.88	7.98



Tabel 4. 15 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan)

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$
	X	Y					
PI 21	429502.327	9146385.028	- 197.86	422.35	466.40	154.90	44.92
PI 22	428705.735	9146674.585	- 796.59	289.56	847.59	109.98	18.51
PI 23	428398.179	9146682.462	- 307.56	7.88	307.66	91.47	37.98
PI 24	428184.828	9146857.992	- 213.35	175.53	276.28	129.45	26.44
PI 25	427583.887	9146996.78	- 600.94	138.79	616.76	103.00	78.80
PI 26	427600.287	9147518.691	16.40	521.91	522.17	181.80	46.58
PI 27	428044.672	9147913.481	444.39	394.79	594.42	228.38	39.09
PI 28	428175.11	9148710.776	130.44	797.29	807.89	189.29	37.99
PI 29	427937.977	9149143.969	- 237.13	433.19	493.85	151.30	1.04
PI 30	427865.82	9149281.661	- 72.16	137.69	155.45	152.34	1.90
PI 31	427774.457	9149442.794	- 91.36	161.13	185.23	150.45	2.32
PI 32	427685.489	9149615.674	- 88.97	172.88	194.43	152.77	1.80
PI 33	427091.657	9150864.717	- 593.83	1,249.04	1,383.02	154.57	52.10
PI 34	426134.211	9151076.478	- 957.45	211.76	980.58	102.47	106.14
PI 35	426632.004	9151989.141	497.79	912.66	1,039.59	208.61	60.51
PI 36	426393.512	9152372.306	- 238.49	383.16	451.32	148.10	0.66
PI 37	426285.634	9152550.131	- 107.88	177.82	207.99	148.76	0.84
PI 38	426175.938	9152737.116	- 109.70	186.99	216.79	149.60	2.04
PI 39	426113.518	9152835.317	- 62.42	98.20	116.36	147.56	0.67
PI 40	426020.614	9152985.347	- 92.90	150.03	176.47	148.23	0.68

Tabel 4. 16 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan)

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$
	X	Y					
PI 41	425925.852	9153142.544	- 94.76	157.20	183.55	148.92	1.39
PI 42	425829.224	9153294.401	- 96.63	151.86	179.99	147.53	2.86
PI 43	425774.866	9153390.061	- 54.36	95.66	110.03	150.39	3.01
PI 44	425699.148	9153508.375	- 75.72	118.31	140.47	147.38	22.34
PI 45	425613.446	9153980.932	- 85.70	472.56	480.27	169.72	0.86
PI 46	425603.134	9154043.075	- 10.31	62.14	62.99	170.58	1.90
PI 47	425551.756	9154299.637	- 51.38	256.56	261.66	168.68	12.15
PI 48	425442.238	9154551.872	- 109.52	252.23	274.98	156.53	4.43
PI 49	425176.784	9155053.232	- 265.45	501.36	567.30	152.10	29.15
PI 50	425187.732	9155555.973	10.95	502.74	502.86	181.25	28.29
PI 51	424902.797	9156114.272	- 284.93	558.30	626.81	152.96	43.66
PI 52	425017.296	9156497.725	114.50	383.45	400.18	196.63	38.35
PI 53	425363.981	9156740.718	346.69	242.99	423.36	234.97	128.80
PI 54	424453.901	9157004.623	- 910.08	263.90	947.57	106.17	39.34
PI 55	424263.581	9157281.675	- 190.32	277.05	336.12	145.51	1.08
PI 56	424176.009	9157414.46	- 87.57	132.79	159.06	146.60	0.59
PI 57	423633.867	9158218.323	- 542.14	803.86	969.59	146.00	0.22
PI 58	423237.17	9158801.713	- 396.70	583.39	705.49	145.78	0.40
PI 59	423099.978	9159000.485	- 137.19	198.77	241.52	145.39	0.81
PI 60	422803.269	9159443.685	- 296.71	443.20	533.35	146.20	0.61

Tabel 4. 17 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan)

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$
	X	Y					
PI 61	422603.26	9159735.69	- 200.01	292.00	353.94	145.59	1.10
PI 62	422552.503	9159812.944	- 50.76	77.25	92.44	146.69	1.17
PI 63	422279.218	9160210.981	- 273.29	398.04	482.82	145.53	1.10
PI 64	422115.655	9160459.263	- 163.56	248.28	297.32	146.62	3.79
PI 65	422075.059	9160530.777	- 40.60	71.51	82.23	150.42	5.46
PI 66	421739.3	9161009.604	- 335.76	478.83	584.82	144.96	2.41
PI 67	421680.809	9161100.962	- 58.49	91.36	108.48	147.37	1.59
PI 68	421596.615	9161224.75	- 84.19	123.79	149.71	145.78	0.57
PI 69	421469.202	9161416.151	- 127.41	191.40	229.93	146.35	0.73
PI 70	421021.027	9162071.115	- 448.17	654.96	793.62	145.62	42.06
PI 71	420425.368	9162214.762	- 595.66	143.65	612.73	103.56	1.78
PI 72	420295.208	9162250.475	- 130.16	35.71	134.97	105.34	1.53
PI 73	419956.94	9162333.632	- 338.27	83.16	348.34	103.81	1.15
PI 74	419861.875	9162354.988	- 95.07	21.36	97.43	102.66	0.82
PI 75	419700.997	9162393.556	- 160.88	38.57	165.44	103.48	1.05
PI 76	419238.741	9162513.378	- 462.26	119.82	477.53	104.53	10.19
PI 77	418981.439	9162631.866	- 257.30	118.49	283.27	114.73	9.16
PI 78	418830.274	9162673.969	- 151.17	42.10	156.92	105.56	23.26
PI 79	418420.795	9163003.421	- 409.48	329.45	525.56	128.82	28.74
PI 80	417746.595	9164635.688	- 674.20	1,632.27	1,766.02	157.56	12.87

Tabel 4. 18 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan)

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$
	X	Y					
PI 81	417686.38	9164720.687	- 60.21	85.00	104.17	144.69	26.15
PI 82	417670.636	9164818.308	- 15.74	97.62	98.88	170.84	13.71
PI 83	417551.07	9165101.764	- 119.57	283.46	307.64	157.13	46.61
PI 84	417216.608	9165226.943	- 334.46	125.18	357.12	110.52	1.20
PI 85	416934.537	9165339.305	- 282.07	112.36	303.63	111.72	1.01
PI 86	416550.748	9165484.395	- 383.79	145.09	410.30	110.71	2.71
PI 87	416437.472	9165533.462	- 113.28	49.07	123.45	113.42	68.97
PI 88	416038.498	9155974.384	- 398.97	9,559.08	9,567.40	182.39	3.50
PI 89	415845.764	9165936.501	- 192.73	9,962.12	9,963.98	178.89	141.21
PI 90	415610.26	9165631.568	- 235.50	304.93	385.29	37.68	114.20
PI 91	415266.037	9165714.098	- 344.22	82.53	353.98	-76.52	251.87
PI 92	415237.698	9166062.945	- 28.34	348.85	350.00	175.36	68.63
PI 93	415471.296	9166176.939	233.60	113.99	259.93	243.99	15.72
PI 94	415625.51	9166314.492	154.21	137.55	206.65	228.27	50.61
PI 95	415607.385	9166524.625	- 431.11	10,550.24	10,559.05	177.66	16.12
PI 96	415502.76	9166838.051	- 104.63	313.43	330.43	161.54	76.05
PI 97	415504.756	9166839.318	2.00	1.27	2.36	237.59	84.07
PI 98	415386.972	9167075.768	- 117.78	236.45	264.16	153.52	1.20
PI 99	414938.112	9168026.43	- 448.86	950.66	1,051.30	154.73	0.98
PI 100	414827.375	9168250.982	- 110.74	224.55	250.37	153.75	12.20
PI 101	414682.042	9168831.706	- 145.33	580.72	598.63	165.95	1.70
PI 102	414573.589	9169327.16	- 108.45	495.45	507.19	167.65	0.80
PI 103	414537.042	9169506.025	- 36.55	178.87	182.56	168.45	1.35
PI 104	414479.829	9169824.197	- 57.21	318.17	323.28	169.81	1.23
PI 105	414433.227	9170054.793	- 46.60	230.60	235.26	168.57	2.63
PI 106	414414.456	9170176.092	- 18.77	121.30	122.74	171.20	1.71

Tabel 4. 19 Perhitungan Azimut Titik PI (lanjutan)

NO	Koordinat		$\Delta x$ (m)	$\Delta y$	Jarak Antar Titik (m)	$\alpha$ (°)	$\Delta$
	X	Y					
PI 107	414383.286	9170344.225	- 31.17	168.13	171.00	169.50	8.41
PI 108	414368.735	9170386.684	- 14.55	42.46	44.88	161.08	11.76
PI 109	414333.285	9170668.991	- 35.45	282.31	284.52	172.84	5.22
PI 110	414331.47	9170722.751	- 1.82	53.76	53.79	178.07	2.68
PI 111	414294.891	9171176.102	- 36.58	453.35	454.82	175.39	6.81
PI 112	414303.709	9171405.697	8.82	229.60	229.76	182.20	14.97
PI 113	414119.351	9172219.395	- 184.36	813.70	834.32	167.23	1.72
PI 114	414047.848	9172496.161	- 71.50	276.77	285.85	165.51	12.14
PI 115	414045.566	9172551.901	- 2.28	55.74	55.79	177.66	7.19
PI 116	413957.619	9173075.728	- 87.95	523.83	531.16	170.47	11.45
PI 117	413868.346	9173308.471	- 89.27	232.74	249.28	159.01	7.18
PI 118	413825.155	9173484.267	- 43.19	175.80	181.02	166.20	1.71
PI 119	413789.366	9173651.292	- 35.79	167.02	170.82	167.91	4.40
PI 120	413688.311	9173992.66	- 101.05	341.37	356.01	163.51	20.60
PI 121	413703.307	9174201.15	15.00	208.49	209.03	184.11	40.43
PI 122	414011.494	9174514.319	308.19	313.17	439.38	224.54	7.83
PI 123	414192.436	9174756.986	180.94	242.67	302.70	216.71	6.66
B	414228.038	9174794.672	35.60	37.69	51.84	223.37	

#### 4.4.4 Perhitungan Lengkung Horizontal

Perencanaan lengkung horizontal menggunakan tipe lengkung *Full Circle* dan *Spiral-Circle-Spiral*. Jalan kereta api direncanakan akan dilewati kereta LRT dengan kecepatan maksimum 60 km/jam dengan  $L_c$  tidak kurang dari 20 m untuk mengakomodasi panjang satu kereta. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk lengkung horizontal PI 1.

- a. Peninggian Rel (h)

$$\begin{aligned} h &= 5,95 \times \frac{V^2}{R} \\ &= 5,95 \times \frac{60^2}{350} \\ &= 62mm \leq 110mm(OK) \end{aligned}$$

- b. Lengkung Peralihan (Lh)

$$\begin{aligned} Lh &= 0,01 \times h \times V \\ Lh &= 0,01 \times 62 \times 350 \\ Lh &= 37,2m \approx 38m \end{aligned}$$

- c. Sudut Lengkung Peralihan ( $\theta$ )

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90^\circ \times Lh}{\pi \times R} \\ \theta_s &= \frac{90^\circ \times 38}{\pi \times 350} \\ \theta_s &= 3,11^\circ \end{aligned}$$

- d. Lengkung Lingkaran ( $L_c$ )

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s) \times \pi \times R}{180^\circ} \\ L_c &= \frac{(15,88^\circ - 2 \cdot 3,11^\circ) \times \pi \times 350}{180^\circ} \\ L_c &= 58,93m \end{aligned}$$

- e. Jarak dari busur lingkaran terhadap sudut tangen (p)

$$p = \frac{Lh^2}{6R}$$

$$p = \frac{38^2}{6 \cdot 350}$$

$$p = 0,17m$$

- f. Jarak dari titik TS ke titik P (K)

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40R^2} - R \sin \theta_s$$

$$k = Lh - \frac{38^3}{40 \cdot 350^2} - 350 \sin 3,11^\circ$$

$$k = 19m$$

- g. Jarak dari titik TS ke titik PI (TS)

$$TS = (R + p) \times \tan\left(\frac{1}{2} \Delta\right) + k$$

$$TS = (350 + 0,17) \times \tan\left(\frac{1}{2} 15,88^\circ\right) + 19$$

$$TS = 48,83m$$

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

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

$$E = \frac{(350 + 0,17)}{\cos\left(\frac{1}{2} 15,88^\circ\right)} - 350$$

$$E = 3,56m$$

- i. Jarak dari titik TS ke titik proyeksi pusat  $Y_s$  ( $X_s$ )

$$X_s = Lh \left(1 - \frac{Lh^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$X_s = 38 \left( 1 - \frac{38^2}{40 \times 350^2} \right)$$

$$X_s = 38m$$

- j. Jarak dari titik SC ke garis proyeksi TS ( $Y_s$ )

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

$$Y_s = \frac{38^2}{6 \times 350}$$

$$Y_s = 0,67m$$

- k. Pelebaran Sepur (p)

$$w = \frac{4500}{R} - 8$$

$$w = \frac{4500}{350} - 8$$

$$w = 4,85mm \quad > 1mm$$

Untuk perhitungan lainnya ditunjukkan oleh tabel 4.20 berikut.



Tabel 4. 20 Perhitungan Alinyemen Horizontal

PI	$\Delta$	R rencana	V rencana	h (mm)	Lh pakai (mm)	$\varphi_s$	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Jenis Alinyemen
A														
PI 1	15.88	350	60	62	38	3.11	58.93	0.17	0.17	48.83	3.56	37.99	0.69	SCS
PI 2	101.32	150	40	64	26	4.97	239.11	0.19	0.19	183.22	86.91	25.98	0.75	SCS
PI 3	28.22	100	35	73	26	7.45	23.22	0.28	0.28	25.20	3.40	25.96	1.13	SCS
PI 4	0.99	3000	60	8	0	0.00	51.70	0.00	0.00	25.86	0.11	0.00	0.00	Full Circle
PI 5	1.18	3000	60	8	0	0.00	61.76	0.00	0.00	30.90	0.16	0.00	0.00	Full Circle
PI 6	0.14	10000	60	3	0	0.00	23.97	0.00	0.00	11.99	0.01	0.00	0.00	Full Circle
PI 7	0.26	10000	60	3	0	0.00	45.89	0.00	0.00	22.96	0.03	0.00	0.00	Full Circle
PI 8	1.19	1200	60	18	0	0.00	24.83	0.00	0.00	12.42	0.06	0.00	0.00	Full Circle
PI 9	0.74	1800	60	12	0	0.00	23.21	0.00	0.00	11.61	0.04	0.00	0.00	Full Circle
PI 10	0.11	11500	60	2	0	0.00	21.55	0.00	0.00	10.78	0.01	0.00	0.00	Full Circle
PI 11	0.42	3000	60	8	0	0.00	21.89	0.00	0.00	10.95	0.02	0.00	0.00	Full Circle
PI 12	0.64	3000	60	8	0	0.00	33.75	0.00	0.00	16.88	0.05	0.00	0.00	Full Circle
PI 13	0.46	3000	60	8	0	0.00	24.09	0.00	0.00	12.05	0.02	0.00	0.00	Full Circle
PI 14	0.43	3000	60	8	0	0.00	22.76	0.00	0.00	11.39	0.02	0.00	0.00	Full Circle
PI 15	0.43	3000	60	8	0	0.00	22.68	0.00	0.00	11.35	0.02	0.00	0.00	Full Circle
PI 16	0.94	1500	60	15	0	0.00	24.70	0.00	0.00	12.35	0.05	0.00	0.00	Full Circle
PI 17	2.85	2000	60	11	0	0.00	99.59	0.00	0.00	49.83	0.62	0.00	0.00	Full Circle
PI 18	0.60	10000	60	3	0	0.00	104.68	0.00	0.00	52.37	0.14	0.00	0.00	Full Circle
PI 19	22.31	350	60	62	38	3.11	98.22	0.17	0.17	69.05	6.92	37.99	0.69	SCS
PI 20	7.98	1050	60	21	0	0.00	146.22	0.00	0.00	73.27	2.55	0.00	0.00	Full Circle

Tabel 4. 21 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan)

PI	$\Delta$	R rencana	V rencana	h (mm)	Lh pakai (mm)	$\varphi_s$	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Jenis Alinyemen
PI 21	44.92	600	60	36	22	1.05	448.19	0.03	0.03	248.07	49.29	22.00	0.13	SCS
PI 22	18.51	600	60	36	22	1.05	171.73	0.03	0.03	97.77	7.95	22.00	0.13	SCS
PI 23	37.98	350	60	62	38	3.11	193.88	0.17	0.17	120.50	20.32	37.99	0.69	SCS
PI 24	26.44	400	60	54	33	2.36	151.50	0.11	0.11	94.00	11.01	32.99	0.45	SCS
PI 25	78.80	400	60	54	33	2.36	516.82	0.11	0.11	328.63	117.77	32.99	0.45	SCS
PI 26	46.58	300	60	72	44	4.20	199.78	0.27	0.27	129.26	26.91	43.98	1.08	SCS
PI 27	39.09	600	60	36	22	1.05	387.15	0.03	0.03	213.02	36.72	22.00	0.13	SCS
PI 28	37.99	350	60	62	38	3.11	193.94	0.17	0.17	120.53	20.34	37.99	0.69	SCS
PI 29	1.04	3000	60	8	0	0.00	54.43	0.00	0.00	27.23	0.12	0.00	0.00	Full Circle
PI 30	1.90	4000	60	6	0	0.00	132.35	0.00	0.00	66.22	0.55	0.00	0.00	Full Circle
PI 31	2.32	4000	60	6	0	0.00	162.02	0.00	0.00	81.06	0.82	0.00	0.00	Full Circle
PI 32	1.80	2500	60	9	0	0.00	78.66	0.00	0.00	39.35	0.31	0.00	0.00	Full Circle
PI 33	52.10	400	60	54	33	2.36	330.55	0.11	0.11	195.58	45.36	32.99	0.45	SCS
PI 34	106.14	400	60	54	33	2.36	707.61	0.11	0.11	532.30	265.91	32.99	0.45	SCS
PI 35	60.51	400	60	54	33	2.36	389.22	0.11	0.11	233.38	63.20	32.99	0.45	SCS
PI 36	0.66	3000	60	8	0	0.00	34.33	0.00	0.00	17.17	0.05	0.00	0.00	Full Circle
PI 37	0.84	3000	60	8	0	0.00	44.22	0.00	0.00	22.12	0.08	0.00	0.00	Full Circle
PI 38	2.04	2000	60	11	0	0.00	71.28	0.00	0.00	35.66	0.32	0.00	0.00	Full Circle
PI 39	0.67	3000	60	8	0	0.00	35.28	0.00	0.00	17.65	0.05	0.00	0.00	Full Circle
PI 40	0.68	3000	60	8	0	0.00	35.83	0.00	0.00	17.93	0.05	0.00	0.00	Full Circle

Tabel 4. 22 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan)

PI	$\Delta$	R rencana	V rencana	h (mm)	Lh pakai (mm)	$\varphi_s$	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Jenis Alinyemen
PI 41	1.39	3000	60	8	0	0.00	72.56	0.00	0.00	36.30	0.22	0.00	0.00	Full Circle
PI 42	2.86	2000	60	11	0	0.00	99.85	0.00	0.00	49.96	0.62	0.00	0.00	Full Circle
PI 43	3.01	1200	60	18	0	0.00	63.03	0.00	0.00	31.54	0.41	0.00	0.00	Full Circle
PI 44	22.34	350	60	62	38	3.11	98.39	0.17	0.17	69.14	6.93	37.99	0.69	SCS
PI 45	0.86	2000	60	11	0	0.00	29.92	0.00	0.00	14.97	0.06	0.00	0.00	Full Circle
PI 46	1.90	1050	60	21	0	0.00	34.84	0.00	0.00	17.43	0.14	0.00	0.00	Full Circle
PI 47	12.15	600	60	36	22	1.05	105.13	0.03	0.03	63.84	3.42	22.00	0.13	SCS
PI 48	4.43	1050	60	21	0	0.00	81.14	0.00	0.00	40.61	0.79	0.00	0.00	Full Circle
PI 49	29.15	600	60	36	22	1.05	283.07	0.03	0.03	156.00	19.98	22.00	0.13	SCS
PI 50	28.29	400	60	54	33	2.36	164.37	0.11	0.11	100.82	12.62	32.99	0.45	SCS
PI 51	43.66	200	50	75	100	14.33	52.34	2.11	2.11	80.97	17.72	99.38	8.33	SCS
PI 52	38.35	150	50	100	50	9.55	50.34	0.70	0.70	52.40	9.55	49.86	2.78	SCS
PI 53	128.80	150	40	64	30	5.73	307.03	0.25	0.25	313.61	197.75	29.97	1.00	SCS
PI 54	39.34	100	35	73	26	7.45	42.63	0.28	0.28	35.85	6.50	25.96	1.13	SCS
PI 55	1.08	3000	60	8	0	0.00	56.63	0.00	0.00	28.33	0.13	0.00	0.00	Full Circle
PI 56	0.59	3000	50	5	0	0.00	30.96	0.00	0.00	15.49	0.04	0.00	0.00	Full Circle
PI 57	0.22	6000	60	4	0	0.00	22.88	0.00	0.00	11.45	0.01	0.00	0.00	Full Circle
PI 58	0.40	4000	60	6	0	0.00	27.79	0.00	0.00	13.90	0.02	0.00	0.00	Full Circle
PI 59	0.81	4000	60	6	0	0.00	56.68	0.00	0.00	28.35	0.10	0.00	0.00	Full Circle
PI 60	0.61	4000	60	6	0	0.00	42.43	0.00	0.00	21.23	0.06	0.00	0.00	Full Circle

Tabel 4. 23 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan)

PI	$\Delta$	R rencana	V rencana	h (mm)	Lh pakai (mm)	$\varphi_s$	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Jenis Alinyemen
PI 61	1.10	3000	60	8	0	0.00	57.76	0.00	0.00	28.90	0.14	0.00	0.00	Full Circle
PI 62	1.17	3000	60	8	0	0.00	61.09	0.00	0.00	30.56	0.16	0.00	0.00	Full Circle
PI 63	1.10	3000	60	8	0	0.00	57.40	0.00	0.00	28.71	0.14	0.00	0.00	Full Circle
PI 64	3.79	800	60	27	0	0.00	52.95	0.00	0.00	26.50	0.44	0.00	0.00	Full Circle
PI 65	5.46	600	60	36	0	0.00	57.11	0.00	0.00	28.59	0.68	0.00	0.00	Full Circle
PI 66	2.41	2000	60	11	0	0.00	84.07	0.00	0.00	42.06	0.44	0.00	0.00	Full Circle
PI 67	1.59	2000	60	11	0	0.00	55.56	0.00	0.00	27.80	0.19	0.00	0.00	Full Circle
PI 68	0.57	3000	60	8	0	0.00	29.85	0.00	0.00	14.93	0.04	0.00	0.00	Full Circle
PI 69	0.73	3000	60	8	0	0.00	38.29	0.00	0.00	19.16	0.06	0.00	0.00	Full Circle
PI 70	42.06	100	35	73	30	8.60	43.37	0.38	0.38	38.59	7.54	29.93	1.50	SCS
PI 71	1.78	3000	60	8	0	0.00	93.40	0.00	0.00	46.73	0.36	0.00	0.00	Full Circle
PI 72	1.53	3000	60	8	0	0.00	80.17	0.00	0.00	40.11	0.27	0.00	0.00	Full Circle
PI 73	1.15	3000	60	8	0	0.00	60.19	0.00	0.00	30.11	0.15	0.00	0.00	Full Circle
PI 74	0.82	3000	60	8	0	0.00	42.93	0.00	0.00	21.47	0.08	0.00	0.00	Full Circle
PI 75	1.05	3000	60	8	0	0.00	54.98	0.00	0.00	27.50	0.13	0.00	0.00	Full Circle
PI 76	10.19	600	60	36	22	1.05	84.70	0.03	0.03	53.52	2.42	22.00	0.13	SCS
PI 77	9.16	400	60	54	33	2.36	30.93	0.11	0.11	32.06	1.40	32.99	0.45	SCS
PI 78	23.26	300	60	72	44	4.20	77.70	0.27	0.27	61.79	6.56	43.98	1.08	SCS
PI 79	28.74	600	60	36	22	1.05	278.79	0.03	0.03	153.72	19.41	22.00	0.13	SCS
PI 80	12.87	300	60	72	0	0.00	67.36	0.00	0.00	33.84	1.90	0.00	0.00	Full Circle

Tabel 4. 24 Perhitungan Alinyemen Horizontal (lanjutan)

PI	$\Delta$	R rencana	V rencana	h (mm)	Lh pakai (mm)	$\sigma_s$	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Jenis Alinyemen
PI 81	26.15	150	40	64	26	4.97	42.43	0.19	0.19	34.88	4.19	25.98	0.75	SCS
PI 82	13.71	200	50	75	0	0.00	47.83	0.00	0.00	24.04	1.44	0.00	0.00	Full Circle
PI 83	46.61	200	50	75	38	5.45	124.62	0.30	0.30	86.28	18.09	37.97	1.20	SCS
PI 84	1.20	2000	60	11	0	0.00	41.88	0.00	0.00	20.95	0.11	0.00	0.00	Full Circle
PI 85	1.01	2000	60	11	0	0.00	35.27	0.00	0.00	17.64	0.08	0.00	0.00	Full Circle
PI 86	2.71	1050	60	21	0	0.00	49.67	0.00	0.00	24.85	0.29	0.00	0.00	Full Circle
PI 87	68.97	200	50	75	38	5.45	202.63	0.30	0.30	137.58	43.00	37.97	1.20	SCS
PI 88	3.50	150	50	100	50	9.55	40.85	0.70	0.70	4.60	0.77	49.86	2.78	SCS
PI 89	141.21	150	50	100	50	9.55	319.51	0.70	0.70	428.07	303.82	49.86	2.78	SCS
PI 90	114.20	200	50	75	38	5.45	360.42	0.30	0.30	309.60	168.74	37.97	1.20	SCS
PI 91	251.87	200	50	75	38	5.45	840.76	0.30	0.30	-276.33	-541.29	37.97	1.20	SCS
PI 92	68.63	200	50	75	38	5.45	201.45	0.30	0.30	136.72	42.51	37.97	1.20	SCS
PI 93	15.72	200	50	75	38	5.45	16.84	0.30	0.30	27.65	2.20	37.97	1.20	SCS
PI 94	50.61	250	50	60	30	3.44	190.71	0.15	0.15	118.27	26.70	29.99	0.60	SCS
PI 95	16.12	350	60	62	38	3.11	60.42	0.17	0.17	49.59	3.66	37.99	0.69	SCS
PI 96	76.05	2700	60	8	5	0.05	3577.12	0.00	0.00	2111.50	727.60	5.00	0.00	SCS
PI 97	84.07	3000	60	8	0	0.00	4399.84	0.00	0.00	2704.69	1039.23	0.00	0.00	Full Circle
PI 98	1.20	3000	60	8	0	0.00	63.06	0.00	0.00	31.55	0.17	0.00	0.00	Full Circle
PI 99	0.98	3000	60	8	0	0.00	51.05	0.00	0.00	25.54	0.11	0.00	0.00	Full Circle
PI 100	12.20	500	60	43	26	1.49	80.41	0.06	0.06	53.44	2.90	26.00	0.23	SCS



#### 4.4.5 Perhitungan Alinyemen Vertikal

##### 4.4.5.1 Perhitungan Lengkung Vertikal

Untuk perhitungan lengkung vertikal diambil contoh perhitungan pada STA 0+650.

Kecepatan Rencana	= 60 Km/ Jam
Jari-jari Lengkung Rencana	= 6000 m
Elevasi PPV	= +117 m

- $$X_m = \frac{R}{2} \times (G1 - G2)$$

$$X_m = \frac{6000}{2} \times (0,61\% - 0,91\%)$$

$$X_m = -13,5m$$

- $$Y_m = \frac{R}{8} \times (G1 - G2)^2$$

$$Y_m = \frac{6000}{8} \times (0,61\% - 0,91\%)^2$$

$$Y_m = 0,01013m$$

- $$L = 2 \times X_m$$

$$L = 2 \times 13,5m$$

$$L = 27m$$

- Elevasi PLV

$$Elev.PLV = PPV - \frac{G1}{100} \times \frac{1}{2} \times L$$

$$Elev.PLV = 116,14 - \frac{0,61\%}{100} \times \frac{1}{2} \times 27$$

$$Elv.PLV = +117,00$$

- Elevasi PTV

$$Elv.PTV = PPV - \frac{G^2}{100} \times \frac{1}{2} \times L$$

$$Elv.PTV = 116,14 - \frac{0,91\%}{100} \times \frac{1}{2} \times 27$$

$$Elv.PTV = +117$$

Hasil perhitungan lengkung vertikal untuk STA lainnya disajikan dalam tabel 4.26.



Tabel 4. 26 Perhitungan Alinyemen Vertikal

PPV	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	$\phi$ (%)	Jenis Lengkung	Vd (km/jam)	R Vertikal	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elev. PLV (m)	Elev. PTV (m)
A	0+000	113.003		0.0061									
PPV 1	0+650	117	0.0061	0.0091	-0.003	CEKUNG	60	9000	-13.5	0.010125	27	117.00	117.00
PPV 2	1+200	122	0.0091	0.012	-0.0029	CEKUNG	60	8000	-11.6	0.00841	23.2	122.00	122.00
PPV 3	1+950	131	0.012	0.0073	0.0047	CEMBUNG	60	6000	14.1	0.016568	28.2	131.00	131.00
PPV 4	3+300	140.836	0.0073	0.0102	-0.0029	CEKUNG	60	28000	-40.6	0.029435	81.2	140.83	140.83
PPV 5	4+100	148.962	0.0102	0.0079	0.0023	CEMBUNG	60	20000	23	0.013225	46	148.96	148.96
PPV 6	4+600	152.934	0.0079	0.013	-0.0051	CEKUNG	60	6000	-15.3	0.019508	30.6	152.93	152.93
PPV 7	4+950	157.48	0.013	0.0252	-0.0122	CEKUNG	60	15000	-91.5	0.279075	183	157.47	157.46
PPV 8	5+248	164.989	0.0252	0.0159	0.0093	CEMBUNG	60	6000	27.9	0.064868	55.8	164.98	164.98
PPV 9	5+649	171.347	0.0159	0.0048	0.0111	CEMBUNG	60	6000	33.3	0.092408	66.6	171.34	171.35
PPV 10	6+179	173.889	0.0048	0.0165	-0.0117	CEKUNG	60	6000	-35.1	0.102668	70.2	173.89	173.88
PPV 11	6+550	180	0.0165	0.011	0.0055	CEMBUNG	60	6000	16.5	0.022688	33	180.00	180.00
PPV 12	7+102	186.076	0.011	0.0225	-0.0115	CEKUNG	60	6000	-34.5	0.099188	69	186.07	186.07
PPV 13	7+500	195	0.0225	0.025	-0.0025	CEKUNG	60	10000	-12.5	0.007813	25	195.00	195.00
PPV 14	7+700	200	0.025	0.0085	0.0165	CEMBUNG	60	6000	49.5	0.204188	99	199.99	200.00
PPV 15	7+898	201.686	0.0085	-0.0067	0.0152	CEMBUNG	60	6000	45.6	0.17328	91.2	201.68	201.69
PPV 16	8+150	200	-0.0067	-0.0115	0.0048	CEMBUNG	60	6000	14.4	0.01728	28.8	200.00	200.00
PPV 17	8+354	197.645	-0.0115	0.0096	-0.0211	CEKUNG	60	6000	-63.3	0.333908	126.6	197.65	197.64
PPV 18	8+600	200	0.0096	-0.0005	0.0101	CEMBUNG	60	6000	30.3	0.076508	60.6	200.00	200.00
PPV 19	8+900	199.844	-0.0005	0.0172	-0.0177	CEKUNG	60	6000	-53.1	0.234968	106.2	199.84	199.83
PPV 20	9+200	205	0.0172	-0.0029	0.0201	CEMBUNG	60	6000	60.3	0.303008	120.6	204.99	205.00

Tabel 4. 27 Perhitungan Alinyemen Vertikal (lanjutan)

PPV	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	$\phi$ (%)	Jenis Lengkung	Vd (km/jam)	R Vertikal	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elev. PLV (m)	Elev. PTV (m)
PPV 21	9+500	204.14	-0.0029	0.0117	-0.0146	CEKUNG	60	6000	-43.8	0.15987	87.6	204.14	204.13
PPV 22	10+000	210	0.0117	0.0125	-0.0008	CEKUNG	60	28000	-11.2	0.00224	22.4	210.00	210.00
PPV 23	10+800	220	0.0125	0.0143	-0.0018	CEKUNG	60	15000	-13.5	0.006075	27	220.00	220.00
PPV 24	11+150	225	0.0143	0.0375	-0.0232	CEKUNG	60	6000	-69.6	0.40368	139.2	224.99	224.97
PPV 25	11+550	240	0.0375	0.0143	0.0232	CEMBUNG	60	6000	69.6	0.40368	139.2	239.97	239.99
PPV 26	12+600	255	0.0143	0.015	-0.0007	CEKUNG	60	30000	-10.5	0.001838	21	255.00	255.00
PPV 27	13+600	270	0.015	0.0045	0.0105	CEMBUNG	60	6000	31.5	0.082688	63	270.00	270.00
PPV 28	14+048	272.033	0.0045	0.00%	0.0045	CEMBUNG	60	6000	13.5	0.015188	27	272.03	272.03
PPV 29	14+353	272.031	0	-0.0119	0.0119	CEMBUNG	60	6000	35.7	0.106208	71.4	272.03	272.04
PPV 30	14+550	269.699	-0.0119	0.0112	-0.0231	CEKUNG	60	6000	-69.3	0.400208	138.6	269.71	269.69
PPV 31	14+856	273.12	0.0112	0.0262	-0.015	CEKUNG	60	6000	-45	0.16875	90	273.11	273.11
PPV 32	15+100	279.502	0.0262	0.0157	0.0105	CEMBUNG	60	6000	31.5	0.082688	63	279.49	279.50
PPV 33	15+450	285	0.0157	0.0199	-0.0042	CEKUNG	60	6000	-12.6	0.01323	25.2	285.00	285.00
PPV 34	15+650	288.973	0.0199	0.0158	0.0041	CEMBUNG	60	6000	12.3	0.012608	24.6	288.97	288.97
PPV 35	16+650	304.792	0.0158	0.0006	0.0152	CEMBUNG	60	6000	45.6	0.17328	91.2	304.78	304.79
PPV 36	17+000	305	0.0006	0.004	-0.0034	CEKUNG	60	7000	-11.9	0.010115	23.8	305.00	305.00
PPV 37	17+250	305.998	0.004	-0.0157	0.0197	CEMBUNG	60	6000	59.1	0.291068	118.2	306.00	306.01
PPV 38	17+451	302.83	-0.0157	0.0011	-0.0168	CEKUNG	60	6000	-50.4	0.21168	100.8	302.84	302.83
PPV 39	17+666	303.064	0.0011	0.0384	-0.0373	CEKUNG	60	6000	-111.9	1.043468	223.8	303.06	303.02
PPV 40	17+900	312.016	0.0384	0.0377	0.0007	CEMBUNG	60	40000	14	0.00245	28	312.01	312.01

Tabel 4. 28 Perhitungan Alinyemen Vertikal (lanjutan)

PPV	STA	Elevasi PPV (m)	g1 (%)	g2 (%)	$\phi$ (%)	Jenis Lengkung	Vd (km/jam)	R Vertikal	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elev. PLV (m)	Elev. PTV (m)
PPV 41	18+150	321.437	0.0377	0.0071	0.0306	CEMBUNG	60	6000	91.8	0.70227	183.6	321.40	321.43
PPV 42	18+650	325	0.0071	0.0155	-0.0084	CEKUNG	60	6000	-25.2	0.05292	50.4	325.00	325.00
PPV 43	18+900	328.887	0.0155	0.0204	-0.0049	CEKUNG	60	6000	-14.7	0.018008	29.4	328.88	328.88
PPV 44	19+200	335	0.0204	0.0103	0.0101	CEMBUNG	60	6000	30.3	0.076508	60.6	334.99	335.00
PPV 45	20+029	343.557	0.0103	0.022	-0.0117	CEKUNG	60	6000	-35.1	0.102668	70.2	343.55	343.55
PPV 46	20+550	355	0.022	0.0222	-0.0002	CEKUNG	60	100000	-10	0.0005	20	355.00	355.00
PPV 47	21+000	365	0.0222	-0.0097	0.0319	CEMBUNG	60	6000	95.7	0.763208	191.4	364.98	365.01
PPV 48	21+576	359.435	-0.0097	-0.0087	-0.001	CEKUNG	60	100000	-50	0.0125	100	359.44	359.44
PPV 49	22+144	354.472	-0.0087	0.0139	-0.0226	CEKUNG	60	6000	-67.8	0.38307	135.6	354.48	354.46
PPV 50	22+900	365	0.0139	0.0032	0.0107	CEMBUNG	60	6000	32.1	0.085868	64.2	365.00	365.00
PPV 51	23+400	366.594	0.0032	-0.0013	0.0045	CEMBUNG	60	7000	15.75	0.017719	31.5	366.59	366.59
PPV 52	23+850	366	-0.0013	-0.0075	0.0062	CEMBUNG	60	10000	31	0.04805	62	366.00	366.00
PPV 53	24+250	363	-0.0075	-0.0115	0.004	CEMBUNG	60	6000	12	0.012	24	363.00	363.00
PPV 54	24+746	357.298	-0.0115	-0.0046	-0.0069	CEKUNG	60	15000	-51.75	0.089269	103.5	357.30	357.30
PPV 55	26+350	350	-0.0046	0.0022	-0.0068	CEKUNG	60	6000	-20.4	0.03468	40.8	350.00	350.00
PPV 56	27+500	352.556	0.0022	-0.0133	0.0155	CEMBUNG	60	6000	46.5	0.180188	93	352.55	352.56
PPV 57	29+950	320	-0.0133	-0.0075	-0.0058	CEKUNG	60	6000	-17.4	0.02523	34.8	320.00	320.00
PPV 58	31+347	309.553	-0.0075	0.0048	-0.0123	CEKUNG	60	6000	-36.9	0.113468	73.8	309.56	309.55
PPV 59	32+303	314.128	0.0048	-0.0083	0.0131	CEMBUNG	60	6000	39.3	0.128708	78.6	314.13	314.13
PPV 60	34+014	300	-0.0083	-0.0124	0.0041	CEMBUNG	60	6000	12.3	0.012608	24.6	300.00	300.00



#### 4.5 Perencanaan Struktur Jalan Rel

Pada sub bab ini akan di jelaskan mengenai struktur jalan rel yang digunakan dalam perencanaan alternatif geometrik jalan rel untuk jalur kereta api Yogyakarta-Magelang. Karena kereta api yang direncanakan menggunakan kereta api jenis Light Rail Transit (LRT) maka dalam perencanaanya perlu juga ditinjau dengan peraturan-peraturan yang terkait. Dengan kriteria sebagai berikut.

Lebar <i>Spoor/ Gauge</i>	: 1067 mm
Jenis Kereta Api	: LRT
Tipe Rel	: R42
Kecepatan Rencana	: 60 km/jam
Beban Gandar	: 12 Ton
Jarak Bantalan Beton	: 60 cm
Dimensi Balas	:
Tebal Balas Atas	: 255 mm
Tebal Balas Bawah	: 200 mm
Tipe Penambat	: Elastis Tunggal
Sambungan	: Las Ditempat

##### 4.5.1 Rencana Dimensi Rel

Dimensi Rel direncanakan memakai tipe rel R42. Dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

Tipe Rel	= R42
Berat Rel Permeter	= 42,59 kg/m
Momen Inersia (Ix)	= 1369 cm <sup>4</sup>
Modulus Elastisitas (E)	= 2,1x10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>
Luas Penampang (A)	= 54,26 cm <sup>2</sup>
Jarak tepi bawah ke garis netral (Yb)	= 200 cm <sup>3</sup>
Beban Gandar LRT	= 12 Ton
Tahanan Momen Dasar	= 200 cm <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas Jalan Rel (k)	= 180 kh/cm <sup>2</sup>

Perhitungan transformasi beban roda dinamis menjadi statis menggunakan persamaan Talbot berikut:

a. Beban Dinamis Roda (Pd)

$$P_{statis} = \frac{12000kg}{2}$$

$$P_{statis} = 6000kg$$

$$P_{dinamis} = P + 0,01 \times P \times \left( \frac{V}{1,609} - 5 \right)$$

$$P_{dinamis} = 6000 + 0,01 \times 6000 \times \left( \frac{60}{1,609} - 5 \right)$$

$$P_{dinamis} = 7937,415kg$$

b. Dumping Faktor ( $\lambda$ )

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

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times (2,1 \times 10^6) \times 1369}}$$

$$\lambda = 0,01119cm^{-1}$$

c. Momen Maksimum ( $M_a$ )

$$M_o = \frac{P_d}{4 \times \lambda}$$

$$M_o = \frac{7937,415kg}{4 \times 0,01119}$$

$$M_o = 177407,4kg.cm$$

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

$$M_a = 0,85 \times 177407,4$$

$$M_a = 150796,3kg.cm$$

- d. Cek terhadap Tegangan Izin rel

$$\sigma_{izin} = \frac{(M_a \times Y_b)}{I_x}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{(150796,3 \times 6,85)}{1369}$$

$$\sigma_{izin} = 754,532 \text{ kg} / \text{cm}^2 < 1843 \text{ kg/cm}^2$$

Memenuhi syarat (OK)

- e. Cek terhadap Tegangan Dasar Rel

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

$$S_{base} = \frac{150796,3}{200}$$

$$S_{base} = 753,98 \text{ kg} / \text{cm}^2 < 1343 \text{ kg/cm}^2$$

Memenuhi Syarat (OK)

Maka dari hasil perhitungan diatas tipe rel R42 dapat digunakan sebagai perencanaan jalan rel karena tegangan yang terjadi memenuhi syarat.

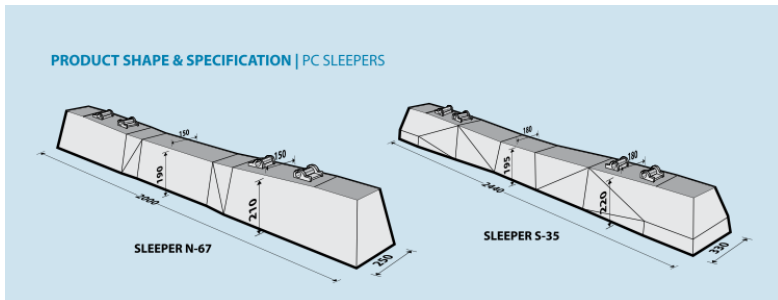
#### 4.5.2 Penentuan Bantalan Rel

Jenis bantalan yang dipakai adalah bantalan beton dengan jarak tiap bantalan yaitu 60 cm. Bantalan yang digunakan adalah bantalan produksi PT. WIKA dengan pertimbangan mudah untuk didapatkan dalam pengadaan serta ekonomis. Spesifikasi bantalan tertera pada brosur yang akan dilampirkan. Bantalan menggunakan bantalan tipe N-67 dengan dimensi seperti tabel 4.28 dan ilustrasi seperti gambar 4.22 berikut.

Tabel 4. 30 Dimensi Bantalan PT. WIKA

Type	Sleeper Length (mm)	Depth (mm)		Width at rail seat (mm)		Width at center (mm)	
		at rail seat	at center	upper	bottom	upper	bottom
N-67	2000	210	190	150	250	150	226

Sumber : PT. Wijaya Karya, 2012



Gambar 4. 22 Bentuk Bantalan PT. WIKA

Sumber : PT. Wijaya Karya, 2012

Adapun spesifikasi dari bantalan produksi PT. WIKA dengan tipe N-67 ditunjukkan oleh Tabel 4.29 dan Tabel 4.30 berikut.

Tabel 4. 31 Spesifikasi Bantalam

Type	Track Gauge (mm)	Design Axle Load	Train Speed (km/h)	Sleeper Weight (kg)	Design Bending Moment (kg.m)			
					at rail seat		at centre	
					Positive (+)	Negative (-)	Positive (+)	Negative (-)
N-67	1067	18	120	190	1500	750	660	930

Sumber : PT. Wijaya Karya, 2012

Tabel 4. 32 Spesifikasi Bantalan (Lanjutan)

Area (mm <sup>2</sup> )		Inersia (cm <sup>4</sup> )		Dumping Factor	
Rail seat	Center	Rail seat	Centre	Rail seat	Center
42000	35720	15113.438	10599.425	0.012	0.013

Sumber : PT. Wijaya Karya, 2012

#### 4.5.3 Perencanaan Balas dan Sub Balas

Perencanaan yang dilakukan untuk trek balas adalah tebal dan lebar untuk masing-masing balas dan sub balas. Perhitungan



parameter-parameter dan hasil tebal sesuai dengan TCRP yaitu untuk dimensi balas dan sub balas sebagai berikut.

Tebal Balas = 255 mm (25,5 cm)

Tebal Sub Balas = 200 mm (20 cm)

Sesuai dengan fungsinya material balas meneruskan dan menyebarkan tekanan akibat beban yang dipikul, maka lapisan bawah akan memikul tekanan yang lebih kecil dari yang dipikul oleh balas atas. Untuk itu perlu di cek dengan mengetahui tegangan dasar yang terjadi pada tanah dasar. Sehingga dipakai persamaan dari *Japan National Railway (JNR)*.

$$d = 1,35 \sqrt{\frac{58 \cdot \sigma_1}{\sigma_t} - 10}$$

Dengan data-datasebagai berikut,

b (lebar bawah bantalan) : 25 cm

l (panjang bantalan) : 200 cm

Momen Inersia (I) bantalan : 15113,438 cm<sup>4</sup>

Modulus Elastisitas (E) bantalan: 156767,344 kg/cm<sup>2</sup>

Beban Dinamis (Pd) : 7937,415 kg

K (modulus Track) : 34,5 N/mm<sup>2</sup> (351,8051 kg/cm<sup>2</sup>)

Maka dapat dihitung,

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{351,8051}{4 \times 156767,344 \times 15113,438}}$$

$$\lambda = 0,0139$$

$\sigma_1 \rightarrow$  berdasarkan rumus beam on elastic foundation

$$\sigma_1 = \frac{Pd}{2b} \times \frac{1}{(\sin \lambda L) + (\sinh \lambda L)} \times \left[ \begin{array}{l} (2 \cosh^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - \\ (2 \cos^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - \\ (\sinh 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L) - \\ (\sin 2\lambda a) \times (\sinh 2\lambda c + \sinh \lambda L) \end{array} \right]$$

$$\sigma_1 = 2,7044 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

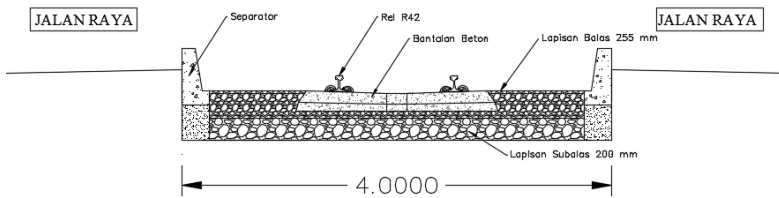
Sehingga,

$$\sigma_2 = \frac{58 \cdot \sigma_1}{10 + d^{1,35}}$$

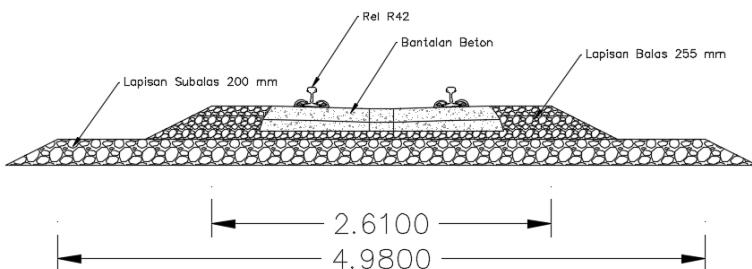
$$\sigma_2 = \frac{58 \times 2,7044}{10 + (25,5 + 20)^{1,35}}$$

$$\sigma_2 = 0,855 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Menurut Wahyudi (1993) tegangan izin maksimal yang terjadi pada tanah dasar adalah  $1,4 \text{ kg/cm}^2$ . Maka tegangan yang terjadi ( $\sigma_2$ ) memenuhi karena dibawah tegangan izin maksimal. Tipikal dari struktur jalan rel seperti pada gambar 4.23 berikut.



Gambar 4. 23 Tipikal Struktur Jalan Rel pada Median Jalan



Gambar 4. 24 Tipikal Struktur Jalan Rel

#### 4.5.4 Perencanaan Bangunan Stasiun

Bangunan stasiun menjadi tempat naik dan turunya penumpang dari dan/ atau ke dalam kereta. Bagian-bagian yang

direncanakan dalam tugas akhir ini adalah luas area peron termasuk panjang, lebar dan tingginya serta perencanaan layout emplasemen halte/ stasiun. Berikut Analisis dalam perencanaan stasiun.

#### 4.5.4.1 Perencanaan Peron

Peron terletak disamping jalur kereta api dan berdampingan langsung dengan kereta api sebagai akses penumpang menunggu dan menaiki kereta api. Di dalam TCRP Desain tinggi peron stasiun disebutkan dua yaitu untuk kereta lantai tinggi dan kereta lantai rendah.

- a. Peron tinggi dengan tinggi (0,9 m) diukur dari kepala rel
- b. Peron rendah dengan tinggi 300 – 350 mm diukur dari kepala rel

Untuk panjang peron disesuaikan dengan panjang rangkaian kereta yang beroperasi. Pada perhitungan peron diambil pada stasiun Mlati sebagai berikut. Dengan jenis kereta yang digunakan adalah Kereta LRT produksi PT. INKA dengan kapasitas penumpang 379 penumpang.

Panjang rangkaian kereta	:	
- Mc	:	18 meter
- T	:	18 meter
Konfigurasi	:	Mc – T – Mc
Lebar Kereta	:	2,65 m
Tinggi Kereta	:	3,85 m
Tinggi Lantai dari atas rel	:	1 m
Kapasitas penumpang duduk	:	
- Mc	:	40 penumpang
- T	:	48 penumpang
Kapasitas penumpang berdiri	:	
- Mc	:	81 penumpang
- T	:	89 penumpang

Maka dapat dilakukan perhitungan dimensi peron dengan merujuk pada data-data diatas.

- a. Luas Peron

Dalam menentukan luasan peron perlu di pertimbangan area peron dan kegunaanya untuk mengakomodasi penumpang

kereta api. Terdapat Walking Area dan Waiting Area dimana keduanya merupakan satu kesatuan dalam dimensi peron. Waiting area merupakan kebutuhan luasan untuk mengakomodasi penumpang yang sedang menunggu kereta dan Walking area merupakan kebutuhan luasan untuk mengakomodasi mobilisasi penumpang yang beraktivitas di peron. Pada perencanaan kebutuhan luasan masing-masing area digunakan LOS (*Level of Service*) berdasarkan *Highway Capacity Manual*. Dan diasumsikan kapasitas penumpang yang naik dan turun di setiap stasiun sebagai berikut.

Tabel 4. 33 Kapasitas Penumpang Rencana Stasiun

Stasiun	V Max (penumpang)	% V Rencana (Penumpang)	V Rencana
Yogyakarta	379	100%	379
Mlati	379	20%	76
Medari	379	20%	76
Tempel	379	10%	38
Muntilan	379	20%	76
Mungkid	379	10%	38
Mertoyudan	379	15%	57
Magelang Pasar	379	20%	76
Magelang	379	100%	379

Dalam perhitungan diwakilkan dengan peron Stasiun Mlati sebagai berikut.

Kapasitas rencana 76 penumpang dari kapasitas total kereta api. Walking Area diasumsikan mengakomodasi 50% kapasitas total dan Waitig Area sebesar 50% dari kapasitas total stasiun/ halte.

- Walking Area

Direncanakan *Level of Service* (LOS) tipe C yang memiliki *space* antara 2,2 – 3,7 m<sup>2</sup>/p.

$$L = LOS \times 50\%V$$

$$L = 2,2 \times 50\%76$$

$$L = 83,6m^2$$

- Waiting Area

Direncanakan *Level of Service* (LOS) tipe C yang memiliki *space* antara 0,6 – 0,9 m<sup>2</sup>/p.

$$L = LOS \times 50\%V$$

$$L = 0,6 \times 50\%76$$

$$L = 22,8m^2$$

- Luasan Total

$$L_{Total} = L_{waiting} + L_{walking}$$

$$L_{Total} = 22,8m^2 + 83,6m^2$$

$$L_{Total} = 106,4m^2$$

- Lebar Peron

Lebar peron dihitung berdasarkan luasan Walking Area dan Waiting Area dengan panjang peron merupakan panjang rangkaian kereta dengan konfiurasi Mc-T-Mc dengan panjang 54 meter + 1 meter asumsi panjang sambungan kereta. Lebar peron dihitung sebagai berikut.

$$l = \frac{L_{total}}{P_{kereta}}$$

$$l = \frac{106,4m^2}{55m}$$

$$l = 1,94m \rightarrow 2m$$

- b. Jarak Antar Peron (antar sisi)

Jarak antar peron merupakan jarak antar tepi peron atau lebar kereta yang sudah ditambahkan dengan celah antara kereta dengan peron pada masing-masing sisi kereta. TCRP mensyaratkan celah antara kereta dengan peron sebesar 75 cm. Jakark antar peron dapat dihitung sebagai berikut.

$$= \text{Lebar kereta} + (2 \times \text{celah antara badan kereta dan peron})$$

$$= 2,65 \text{ m} + (2 \times 0,075 \text{ m})$$

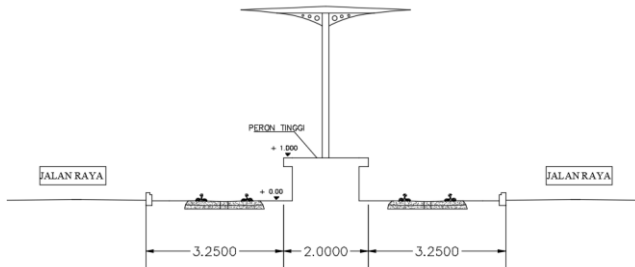
$$= 2,8 \text{ m}$$

c. Tinggi Peron

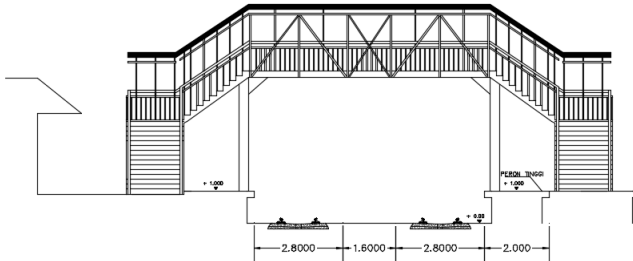
Tinggi peron direncanakan setinggi 1000 mm yaitu memakai peron tinggi. Tinggi peron disesuaikan dengan tinggi lantai kereta dari atas rel yaitu 1 meter.

Tabel 4. 34 Dimensi Masing-masing Peron Stasiun

Stasiun	STA	Queuing Area (m <sup>2</sup> )	Walking Area (m <sup>2</sup> )	Panjang Stasiun ( 1 rangkaiian Kereta) (m)	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Total Lebar (m)
Yogyakarta	0+000	113.7	416.9	55	530.6	9.7
Mlati	5+660	22.8	83.6	55	106.4	2
Medari	14+220	22.8	83.6	55	106.4	2
Tempel	18+660	11.4	41.8	55	53.2	2
Muntilan	26+060	22.8	83.6	55	106.4	2
Mungkid	32+100	11.4	41.8	55	53.2	2
Mertoyudan	38+060	17.1	62.7	55	79.8	2
Magelang Pasar	41+660	22.8	83.6	55	106.4	2
Magelang	43+976	113.7	416.9	55	530.6	9.7



Gambar 4. 25 Dimensi Peron/ Halte di Median Jalan



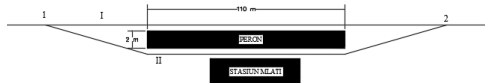
Gambar 4. 26 Dimensi Peron/ Halte di Tepi Jalan

**4.5.4.2 Perencanaan Emplasemen Stasiun Baru**

Stasiun yang direncanakan merupakan stasiun baru yaitu selain stasiun yang masih beroperasi (Stasiun Yogyakarta). Perencanaan layout berdasarkan kebutuhan spoor sliding di stasiun untuk perencanaan diasumsikan kebutuhan spoor sliding mengakomodasi kebutuhan lansiran dan lurus serta disesuaikan dengan panjang dan lebar peron yang telah ditentukan di setiap stasiun. Wesel yang digunakan adalah wesel jenis 1:10. Berikut adalah perencanaan layout untuk masing-masing stasiun.

a. Stasiun Mlati

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk lansiran dan untuk lurus. Dengan layout emplasemen seperti gambar 4.27 Dan data wesel seperti Tabel 4.35.



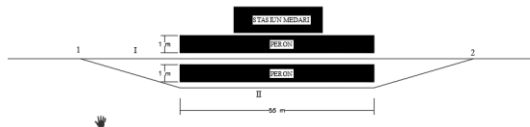
Gambar 4. 27 Layout Stasiun Mlati

Tabel 4. 35 Data Wesel Stasiun Mlati

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		Per	Terpusat
2	1:10		Kr	Per	Terpusat

## b. Stasiun Medari

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsrans dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4.28 Dan data wesel seperti Tabel 4.36.



Gambar 4. 28 Layout Emplasemen Stasiun Medari

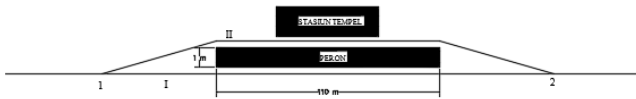
Tabel 4. 36 Data Wesel Stasiun Medari

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10	Kn		Per	Terpusat

## c. Stasiun Tempel

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsrans dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4. 29 Dan data wesel seperti Tabel 4.37





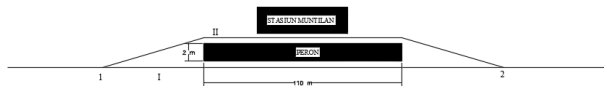
Gambar 4. 29 Layout Emplasemen Stasiun Tempel

Tabel 4. 37 Data Wesel Stasiun Tempel

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10 Kn			Per	Terpusat

d. Stasiun Muntilan

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsiran dan untuk lurusan. Dengan layout emplasemen seperti gambar 4.30 Dan data wesel seperti Tabel 4.38



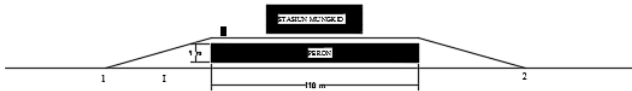
Gambar 4. 30 Layout Stasiun Muntilan

Tabel 4. 38 Data Wesel Stasiun Muntilan

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10	Kn		Per	Terpusat

## e. Stasiun Mungkid

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsrinan dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4.31 Dan data wesel seperti Tabel 4.39.



Gambar 4. 31 Layout Stasiun Mungkid

Tabel 4. 39 Data Wesel Stasiun Mungkid

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10	Kn		Per	Terpusat

## f. Stasiun Mertoyudan

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsrinan dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4.32 Dan data wesel seperti Tabel 4.40.



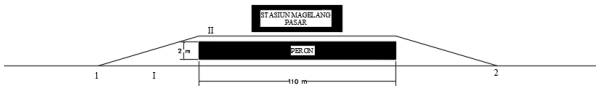
Gambar 4. 32 Layout Stasiun Mertoyudan

Tabel 4. 40 Data Wesel Stasiun Mertoyudan

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10	Kn		Per	Terpusat

## g. Stasiun Magelang Pasar

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Mlati direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsiran dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4. 33 Dan data wesel seperti Tabel 4.41



Gambar 4. 33 Layout Stasiun Magelang Pasar

Tabel 4. 41 Data Wesel Stasiun Magelang Pasar

No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	Per	Terpusat
2	1:10	Kn		Per	Terpusat

## h. Stasiun Magelang

Kebutuhan *spoor siding* stasiun Magelang direncanakan untuk mengakomodasi kebutuhan untuk langsiran dan untuk lurusan. Dengan layout empelasmen seperti gambar 4. 34 Dan data wesel seperti Tabel 4.42

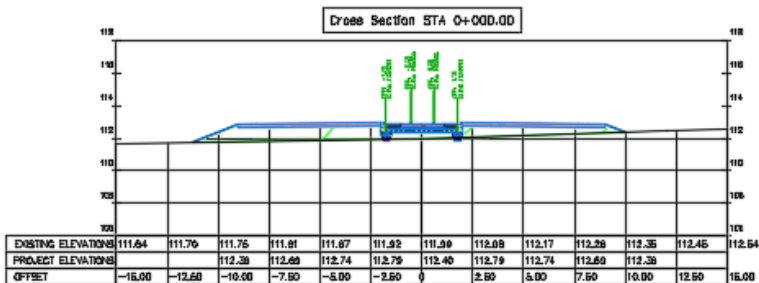


Gambar 4. 34 Layout Emplasemen Stasiun Magelang  
Tabel 4. 42 Data Wesel Stasiun Magelang

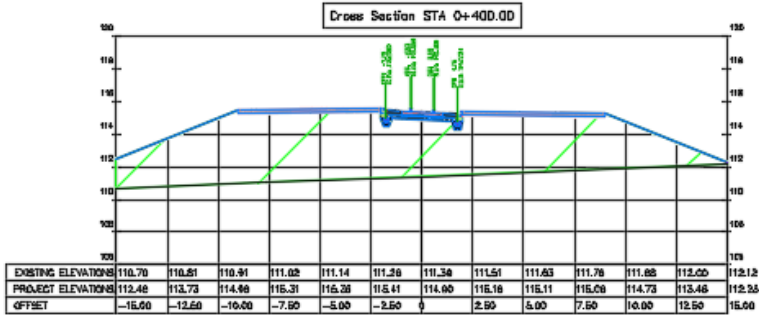
No Wesel	sudut	Arah Wesel		Lidah	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		Per	Terpusat
2	1:10		Kr	Per	Terpusat

#### 4.6 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Perhitungan volume galian dan timbunan dilakukan dengan menganalisis *cross section* antar STA dengan menghitung selisih elevasi dan luasan galian atau timbunan pada masing-masing *cross section*. Untuk mengetahui luasan dan menghitung volume galian dan timbunan digunakan bantuan *software* bantu *Autocad Civil 3D 2016*.



Gambar 4. 35 Area Timbunan Cross Section STA 0+000



Gambar 4. 36 Area Galian Cross Section STA 0+400

Area/ luas timbunan (arsiran hijau) gambar 4.35 dan area galian (arsiran merah) pada gambar 4.36 *cross section* di atas diambil dari *software Autocad Civil 3D* yaitu,

- Pada STA 0+000
  - a. Luas/ Area Timbunan = 12,7 m<sup>2</sup>
  - b. Luas/ Area Galian = 0,06 m<sup>2</sup>
- Pada STA 0+400
  - a. Luas/ Area Timbunan = 96.79 m<sup>2</sup>
  - b. Luas/ Area Galian = 0 m<sup>2</sup>

Sehingga volume galian dan timbunan pada STA 0+000 – STA 0+100 dapat dihitung dengan rumus:

$$V_{galian/timbunan} = \left( \frac{A1 + A2}{2} \right) \times d$$

d = jarak antar STA

A1 = Luas Galian/ timbunan STA 0+000

A2 = Luas Galian/ timbunan STA 0+400

Maka,

$$V_{galian} = \left( \frac{0,06m^2 + 0,00m^2}{2} \right) \times 400m$$

$$V_{galian} = 12,12m^3$$

$$V_{\text{timbunan}} = \left( \frac{12,7m^2 + 96,79m^2}{2} \right) \times 400m$$

$$V_{\text{timbunan}} = 21900m^3$$

Volume keseluruhan ditampilkan pada tabel 4.41 dengan memakai sample STA dengan jarak 1000 m pada alinyemen lurus dan 200 m pada lengkung lingkaran dan lengkung spiral.

Tabel 4. 43 Volume Galian dan Timbunan

No.	Stasion	Luas Timbunan (m2)	Luas Galian (m2)	Volume Timbunan (m3)	Volume Galian (m3)
1	0 + 0	12.71	0.06	0.00	0.00
2	0 + 400	96.79	0	21900.00	12.00
3	1 + 400	117.07	0	106930.00	0.00
4	2 + 0	0	46.6	35121.00	13980.00
5	2 + 400	70.01	0	14002.00	9320.00
6	3 + 0	43.11	0	33936.00	0.00
7	3 + 600	47.58	0	27207.00	0.00
8	4 + 0	0.92	4.43	9700.00	886.00

Tabel 4. 44 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

No.	Stasion	Luas Timbunan (m2)	Luas Galian (m2)	Volume Timbunan (m3)	Volume Galian (m3)
9	5 + 0	40.95	0	20935.00	2215.00
10	6 + 0	0	75.91	20475.00	37955.00
11	6 + 600	0	173.13	0.00	74712.00
12	6 + 800	0	118.19	0.00	29132.00
13	7 + 0	107.8	0	10780.00	11819.00
14	7 + 600	0	154.77	32340.00	46431.00
15	7 + 800	0	130.02	0.00	28479.00
16	8 + 200	58.82	0	11764.00	26004.00
17	8 + 600	0	113.38	11764.00	22676.00
18	8 + 800	70.09	0	7009.00	11338.00
19	9 + 0	35.56	2.66	10565.00	266.00
20	9 + 200	0	22.46	3556.00	2512.00
21	9 + 600	0.4	14.67	80.00	7426.00
22	9 + 800	16.29	0.23	1669.00	1490.00
23	10 + 200	0	47.14	3258.00	9474.00
24	10 + 600	0	52.79	0.00	19986.00
25	10 + 800	0	15.69	0.00	6848.00
26	11 + 0	38.22	0	3822.00	1569.00
27	11 + 600	0	142.82	11466.00	42846.00
28	12 + 0	45.3	0	9060.00	28564.00
29	12 + 200	30.66	0	7596.00	0.00
30	12 + 400	0	34.95	3066.00	3495.00
31	12 + 600	0	26.53	0.00	6148.00
32	13 + 0	0	28.64	0.00	11034.00
33	13 + 800	0	87.29	0.00	46372.00
34	14 + 0	1.01	1.98	101.00	8927.00
35	14 + 400	39.72	0	8146.00	396.00
36	14 + 600	0	39.59	3972.00	3959.00
37	14 + 800	3.13	0.15	313.00	3974.00
38	15 + 0	0	48.84	313.00	4899.00
39	15 + 400	0	45.03	0.00	18774.00
40	15 + 600	0	65.93	0.00	11096.00

Tabel 4. 45 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

No.	Stasion	Luas		Volume	
		Timbunan (m2)	Galian (m2)	Timbunan (m3)	Galian (m3)
41	15 + 800	86.71	0	8671.00	6593.00
42	16 + 0	0	3.37	8671.00	337.00
43	17 + 200	0	147.9	0.00	90762.00
44	17 + 400	8.09	15.37	809.00	16327.00
45	18 + 0	0	113.74	2427.00	38733.00
46	18 + 200	24.9	0.21	2490.00	11395.00
47	18 + 400	9.18	4.06	3408.00	427.00
48	19 + 0	0	102.44	2754.00	31950.00
49	19 + 400	0	87.15	0.00	37918.00
50	19 + 600	0	25.95	0.00	11310.00
51	20 + 0	18.04	0.01	3608.00	5192.00
52	20 + 200	0	84.79	1804.00	8480.00
53	20 + 600	0	46.15	0.00	26188.00
54	20 + 800	0	235.52	0.00	28167.00
55	21 + 0	0	240.13	0.00	47565.00
56	21 + 600	36.41	0	10923.00	72039.00
57	23 + 0	0	159.96	25487.00	111972.00
58	24 + 0	221.28	0	110640.00	79980.00
59	25 + 0	0	110	110640.00	55000.00
60	26 + 0	0	25.36	0.00	67680.00
61	26 + 400	0	180.33	0.00	41138.00
62	27 + 0	0	148.48	0.00	98643.00
63	28 + 0	0	159.66	0.00	154070.00
64	28 + 800	0	71.59	0.00	92500.00
65	29 + 0	0	151.11	0.00	22270.00
66	29 + 600	0	17.28	0.00	50517.00
67	29 + 800	74.84	0	7484.00	1728.00
68	30 + 0	0	66.57	7484.00	6657.00
69	30 + 400	0	48.95	0.00	23104.00
70	30 + 600	0	88.8	0.00	13775.00



Tabel 4. 46 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

No.	Stasion	Luas Timbunan (m2)	Luas Galian (m2)	Volume Timbunan (m3)	Volume Galian (m3)
71	31 + 0	41.14	0	8228.00	17760.00
72	32 + 0	0	202.56	20570.00	101280.00
73	32 + 400	0	33.83	0.00	47278.00
74	32 + 800	0	144.11	0.00	35588.00
75	33 + 0	0	105.96	0.00	25007.00
76	34 + 0	0.05	18.49	25.00	62225.00
77	34 + 600	37.98	0	11409.00	5547.00
78	35 + 0	186.82	0	44960.00	0.00
79	35 + 200	94.84	0	28166.00	0.00
80	35 + 400	1.27	16.03	9611.00	1603.00
81	35 + 600	0	156.89	127.00	17292.00
82	35 + 800	1118.79	0	111879.00	15689.00
83	36 + 0	0	70.48	111879.00	7048.00
84	36 + 200	48.78	0	4878.00	7048.00
85	36 + 400	199.8	0	24858.00	0.00
86	36 + 600	20.73	0	22053.00	0.00
87	36 + 800	0	60.59	2073.00	6059.00
88	37 + 200	0.79	1.63	158.00	12444.00
89	38 + 0	61.83	0	25048.00	652.00
90	38 + 200	0	157.63	6183.00	15763.00
91	39 + 0	0	45.85	0.00	81392.00
92	39 + 600	0	78.75	0.00	37380.00
93	40 + 400	217.14	0	86856.00	31500.00
94	41 + 0	280.84	0	149394.00	0.00
95	41 + 200	75.82	0	35666.00	0.00
96	42 + 0	102.77	0	71436.00	0.00
97	43 + 0	84.69	0	93730.00	0.00
98	43 + 200	0	87.02	8469.00	8702.00
99	43 + 400	0	29.7	0.00	11672.00
100	43 + 600	0	22.19	0.00	5189.00

Tabel 4. 47 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

No.	Stasion	Luas Timbunan (m2)	Luas Galian (m2)	Volume Timbunan (m3)	Volume Galian (m3)
101	43 + 800	97.11	0	9711.00	2219.00
102	44 + 0	112.35	0	20946.00	0.00
103	44 + 200	26.14	0.13	13849.00	13.00
104	44 + 400	218.71	0	24485.00	13.00
105	44 + 800	0	26.22	43742.00	5244.00
106	45 + 0	149.42	0	14942.00	2622.00
107	45 + 128	0	174.64	9553.17	11165.61
		Total		1753030.17	2382825.61

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **4.7 Kesimpulan**

Bedasarkan hasil pengamatan kondisi saat ini, Analisis pemilihan trase, perancangan geometrik jalan rel dan perancangan struktur rel pada jalur kereta api Yogyakarta-Magelang. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi terkini trase eksisting adalah sebagian besar jalan rel sudah tertutup/ berada dibawah perkerasan jalan raya, dan pemanfaatan-pemanfaatan yang terjadi yaitu sebagian sudah menjadi area pemukiman, pertokoan dan terdapat beberapa aset yang sudah hilang atau tidak berbekas. Berdasarkan analisis dipilih konsep reaktivasi kereta LRT dengan struktur di dominasi berada pada median jalan arteri Yogyakarta-Magelang.
2. Berdasarkan Analisis trase alternatif dengan analisis multikriteria didapatkan trase terpilih adalah trase jalur kereta api eksisting Yogyakarta-Magelang dengan poin MCA 284,70 poin.
3. Berdasarkan perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana 60 km/ jam dengan jari-jari minimum 100 meter, dan desain Spiral-Circle-Spiral dan Full Circle didapatkan jumlah tikungan sebanyak 123 tikungan. Pada lengkung vertikal dengan landai maksimum yang digunakan antara 0% – 4% dan radius lengkung minimum 6000 m didapatkan jumlah lengkung vertikal sebanyak 77 lengkung.
4. Konstruksi rel yang digunakan adalah rel jenis R.42 dengan bantalan beton buatan PT. WIKA Tipe N-67. Tebal balas yang digunakan yaitu 255 mm dan sub balas 200 mm. Untuk wesel yang digunakan adalah W 10 dengan sudut simpang 1 : 10.

#### 4.8 Saran

Saran pada perencanaan alternatif geometrik jalan kereta Yogyakarta-Magelang ini adalah sebagai berikut :

1. Kondisi lapangan yang sewaktu-waktu bisa berubah maka akan lebih baik jika kondisi lapangan ditinjau kembali jika reaktivasi jalur kereta api Yogyakarta-Magelang akan dilaksanakan. Agar perencanaan kedepannya sesuai dengan kondisi yang ada.
2. Pemilihan alternatif trase seiring berjalanya waktu maka kondisi lapangan akan berubah oleh karenanya dalam penyusunannya dapat ditinjau kembali dengan kriteria-kriteria lain dengan kondisi yang terbaru.
3. Perancangan alinyemen horizontal dan vertikal ini merupakan saran dari penyusun dan perlu ditinjau kembali dan disesuaikan dengan batas-batas dan parameter yang berlaku.
4. Begitu juga dengan perencanaan struktur jalan rel pada Tugas Akhir ini hendaknya disesuaikan dengan kondisi dan ketentuan yang berlaku apabila rencana reaktivasi benar akan dilaksanakan.
5. Dengan perkembangan teknologi dalam perkeretaapian tentu akan berkembang juga peraturan-peraturan sesuai dengan perkembangan kedepan. Untuk itu dalam merencanakan geometrik maupun struktur jalan rel harus disesuaikan dengan peraturan yang terbaru dan berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, Ibnu., Basuki, Imam. Oct 2016. “Kajian Kelayakan Pembangunan Jalur Kereta Api Antara Borobudur-Parangtritis (Rute Yogyakarta-Parangtritis)”. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
- Federal Transit Administration, 2012. **TCRP Report 155 : Track Design Handbook for Light Rail Transit**. Washington D. C.
- Hartomo, Giri., 2018. **Kemhub Reaktivasi Jalur Kereta Yogyakarta-Magelang yang Tertidur 40 Tahun**, <URL:<https://economy.okezone.com/read/2018/02/15/320/1860317/kemhub-reaktivasi-jalur-kereta-yogyakarta-magelang-yang-tertudur-40-tahun>>
- Lyndon, Henry. 2015. “A Proposed Design Alternative for Inserting Dedicated Light Rail Transit Lanes and Other Facilities in a Constrained Arterial Roadway”. Minnesota: Transportation Research Board and American Public Transportation Association.
- Mendoza, Guillermo A. 1999. **Panduan untuk Menerapkan Analisis Multikriteria dalam Menilai Kriteria dan Indikator**. Diterjemahkan oleh : Ani Kartikasari dan Rita Maharani. Center for International Forestry Research : Jakarta.
- Menteri Perhubungan RI. 2009. **Peraturan Menteri Perhubungan No. 56 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian**. Jakarta.
- Menteri Perhubungan RI. 2012. **Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api**. Jakarta.

- Modul Geometrik. **Rekayasa Jalan Raya dan Rel**. Surabaya :  
Jurusan Teknik Sipil ITS
- National Research Council. Transportation Research Board. 2000.  
**Highway Capacity Manual**. United States of America
- Pebiandi, Vicho. 2010. “Perencanaan Geometri Jalan Rel Kereta  
Api Trase Kota Pinag-Menggala STA 104+000 – STA 147+200  
Ruas Rantau Prapat-Duri II Provinsi Riau”. Surabaya: Jurusan  
Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PJKA, 1986. **Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan  
Dinas No. 10)**
- Presidanri.go.id, 2016. **Reaktivasi Jalur Kereta Api**,  
<URL:[http://www.presidenri.go.id/program-prioritas-  
2/reaktivasi-jalur-kereta-api.html](http://www.presidenri.go.id/program-prioritas-2/reaktivasi-jalur-kereta-api.html)>
- Utomo, S. H. T. 2009. Jalan Rel. Yogyakarta : Beta Offset.
- UU, 2007. **Perkeretaapian (UU. No. 23 Tahun 2007)**.
- Vuchic, Vukan R. 2007. Urban Transit Systems and Technology.  
New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Wachi, Tomokazu. Feb 2009. “Studi Pembangunan Sistem Kereta  
Api Regional Wilayah Jawa Tengah di Republik Indonesia”.  
**Japan International Cooperation Agency**.

## BIODATA PENULIS

Satria Prayudha Sakti lahir di Kabupaten Magetan pada tanggal 11 Juni 1996 merupakan anak



ketiga dari tiga bersaudara. Jenjang pendidikan yang telah dilalui yaitu pendidikan dasar di SDN 03 Madiun Lor pada tahun 2002 sampai dengan 2008 kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Madiun pada tahun 2008 sampai dengan 2011 dan melanjutkan ke pendidikan menengah atas di

SMAN 2 Madiun pada tahun 2011 sampai dengan 2014. Selanjutnya penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Program Diploma 3 Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2014 hingga 2017. Setelah menempuh pendidikan Diploma 3 penulis melanjutkan pendidikan di Program Strata 1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2017. Selama masa perkuliahan dari Diploma 3 hingga Strata 1 penulis aktif di organisasi intra kampus seperti Pengurus Himpunan dan kepanitiaan-kepanitiaan internal kampus maupun ekstra kampus dan mengikuti seminar-seminar yang diselenggarakan kampus maupun dari luar kampus. Penulis berharap karya ini dapat dijadikan pelajaran dan kebermanfaatannya untuk pembaca.

Email : [satriayudhasakti@gmail.com](mailto:satriayudhasakti@gmail.com)



*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

# **LAMPIRAN**

## Hasil Recognizing Survey Jalur Kereta Yogyakarta-Magelang

Section	Kiri	Jalur			Kanan	Dokumentasi
		Batas Kiri (m)	Kondisi	Batas Kanan (m)		
0+000			kawasan stasiun Yogyakarta			
0+500			kawasan stasiun Yogyakarta			
1+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	1.88	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/ trotoar	1.13	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
1+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	1.88	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/ trotoar	1.13	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
2+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	1.88	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/ trotoar	1.13	jalan arteri dengan tipe 4/2 UD, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	

2+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
3+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
3+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
4+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
4+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	

5+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.5	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
5+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.03	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	0.87	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
6+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.03	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	0.87	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
6+850	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.03	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	0.87	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
7+350	Area Pertokoan, kantor, dan rumah penduduk	2.03	Jalur rel sudah tidak tampak tertutup oleh perkerasan jalan/trotoar	0.87	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	

7+850	Area kosong, dan rumah warga	3.8	sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	0.65	jalan arteri dengan tipe 2/2 UD, diseberang kondisi sama dengan samping kiri	
8+350	Rumah warga	2.32	terdapat beberapa patok PT. KAI, sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	0.7	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang rumah warga	
8+850	Lahan dan lereng jalan	2.32	terdapat beberapa patok PT. KAI, sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	0.7	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang lereng jalan dan lahan	
9+350	Rumah warga	1,35+2	terdapat beberapa patok PT. KAI, sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	0.4	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang rumah warga	
9+850	Taman dan rumah warga	1,35+3	sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	1.4	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang terdapat taman dan rumah warga	

10+350	Taman dan rumah warga	2,75+1,28	sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	0.75	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang terdapat taman dan rumah warga	
10+850	Taman dan rumah warga	2,75+1,29	sekitar jalan rumah warga dan pertokoan warga	1.75	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang terdapat rumah warga	
11+350	Pertokoan dan rumah warga	2,75+1,30	bekas rel sudah berada di lapisan bawah perkerasan, kondisi sekitar di dominasi rumah penduduk dan toko penduduk	2.75	jalan dengan tipe 2/2 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
11+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	5.12	bekas rel sudah berada di lapisan bawah perkerasan, kondisi sekitar di dominasi rumah penduduk dan toko penduduk	1	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
12+350	Trotoar, lahan, dan rumah warga	5.12	bekas rel sudah berada di lapisan bawah perkerasan, kondisi sekitar di dominasi rumah penduduk dan toko penduduk	1	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	

12+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	5.12	bekas rel sudah berada di lapisan bawah perkerasan, kondisi sekitar di dominasi rumah penduduk dan toko penduduk	1	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
13+350	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	5.12	bekas rel sudah berada di lapisan bawah perkerasan, kondisi sekitar di dominasi rumah penduduk dan toko penduduk	1	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
13+850	Rumah Warga	2.5	sudah beralih menjadi jalan akses ke kampung dan rumah warga, beberapa terdapat patok PT. KAI	2.5	Rumah Warga	
14+350	Rumah Warga	2.5	sudah beralih menjadi jalan akses ke kampung dan rumah warga, beberapa terdapat patok PT. KAI	2.5	Rumah Warga	
14+850	lahan perkebunan warga	5.3	sudah menjadi jalan akses dan perkebunan warga	5	lahan perkebunan warga	



15+350	lahan perkebunan warga	5.3	sudah menjadi jalan akses dan perkebunan warga	5	lahan perkebunan warga	
15+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan toko warga	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
16+350	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan toko warga	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
16+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan toko warga	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
17+350	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan toko warga	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	

17+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan toko warga	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
18+350	Pertokoan dan rumah warga	3.78	sudah beralih menjadi jalan akses ke pemukiman, pasar dan rumah warga	1,2	Pertokoan dan rumah warga	
		3.78	Jembatan Krasak, jembatan masih utuh namun akses tertutup area pasar dan rumah warga			
18+850	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	
19+350	Trotoar, pertokoan, dan rumah warga	3.78	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat trotoar, pertokoan dan rumah warga	

19+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.78	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
20+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.78	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
20+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.78	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
21+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.78	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
21+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.78	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	

22+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.34	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,3	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
22+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.34	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,3	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
23+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.34	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,3	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
23+850	Pertokoan, dan rumah warga	4	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
24+350	Pertokoan, dan rumah warga	4	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	





24+850	Pertokoan, dan rumah warga	4	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
25+350	Pertokoan, dan rumah warga	4	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,2	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
25+850	Pertokoan, dan rumah warga	4	masuk Muntilan	1.35	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
26+350	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	3.72	jalan terpisah dari jalan utama sebagai akses ke pertokoan dan pasar	1.35	Pertokoan, dan rumah warga	
		3.72	Plang aset tanah KAI di daerah Muntilan	1.35		

26+850	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	3.72	jalan terpisah dari jalan utama sebagai akses ke pertokoan dan pasar	1.35	Pertokoan, dan rumah warga	
27+350	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	3.72	jalan terpisah dari jalan utama sebagai akses ke pertokoan dan pasar	1.35	Pertokoan, dan rumah warga	
27+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.72	sebagian besar daerah pertokoan, rumah warga, dan dekat dengan daerah pasar	1.35	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
28+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.72	sebagian besar daerah pertokoan, rumah warga, dan dekat dengan daerah pasar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
28+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.72	sebagian besar daerah pertokoan, rumah warga, dan dekat dengan daerah pasar	1.5	jalan arteri dengan tipe 4/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	


29+350	Pertokoan, dan rumah warga	3.72	sebagian besar daerah pertokoan, rumah warga, dan dekat dengan daerah pasar	1,5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
29+850	Pertokoan, dan rumah warga	3.72	sebagian besar daerah pertokoan, rumah warga, dan dekat dengan daerah pasar	1,5	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
		3.72	Jembatan, sudah beralih fungsi menjadi akses warga			
30+350	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	3.72	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
30+850	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	3.72	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	

31+350	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
31+850	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
32+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,5	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
32+850	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mulai terlihat jarang-jarang	1,5	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
33+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mulai terlihat jarang-jarang	1,5	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	






33+850	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mulai terlihat jarang-jarang	1,5	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
34+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	awal masuk jembatan	1	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
		2	Jembatan Mungkid, berada tepat disamping jembatan jalan raya, kondisi jembatan masih utuh, difungsikan untuk pipa air	1		
34+850	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mulai terlihat jarang-jarang	1,7	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
35+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mulai terlihat jarang-jarang	1,7	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	

35+850	Pertokoan, dan rumah warga	2	rumah warga dan tempat usaha warga masih ada namun mlai terlihat jarang-jarang	1,7	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
36+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
36+850	Pertokoan, dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
37+350	Pertokoan, dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	
37+850	jalan arteri dengan tipe 6/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	

		2	Stasiun Mertoyudan, bangunan masih utuh namun tidak dipergunakan, sebelah kanan dan kiri menjadi pertokoan dan rumah warga	1,7		
38+350	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
38+850	jalan arteri dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
39+350	jalan perkoaan dengan tipe 5/2 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	didominasi oleh rumah warga dan tempat usaha warga, pertokoan	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
39+850	jalan perkotaan dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2.15	mulai masuk kawasan kota magelang, didominasi rumah dan toko warga	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	

40+350	jalan perkotaan dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2.15	mulai masuk kawasan kota magelang, didominasi rumah dan toko warga	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
40+850	jalan perkotaan dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2.15	mulai masuk kawasan kota magelang, didominasi rumah dan toko warga	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
41+350	jalan perkotaan dengan tipe 4/2 D, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2.15	area pasar magelang dan padat kegiatan warga	1,7	Pertokoan, dan rumah warga	
41+850	jalan perkotaan dengan tipe 2/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	4.5	area pasar magelang dan padat kegiatan warga	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
42+350	jalan perkotaan dengan tipe 3/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	4.5	Terletak di depan alun-alun kota, menjadi jalan akses yang terpisah dari jalan utama	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	

42+850	jalan perkotaan dengan tipe 3/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2	menjadi jalan akses yang terpisah dari jalan utama	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
43+350	jalan perkotaan dengan tipe 3/1 UD, diseberang terdapat pertokoan dan rumah warga	2.5	menjadi jalan akses yang terpisah dari jalan utama	1,5	Pertokoan, dan rumah warga	
43+850	Area stasiun kota lama	2.5	Bangunan stasiun masih ada namun sudah beralih fungsi menjadi tempat penyimpanan logistik, dan sekitar stasiun menjadi terminal angkutan kota, dan menjadi area pertokoan		stasiun kota lama	

# RAILWAY CONCRETE PRODUCT

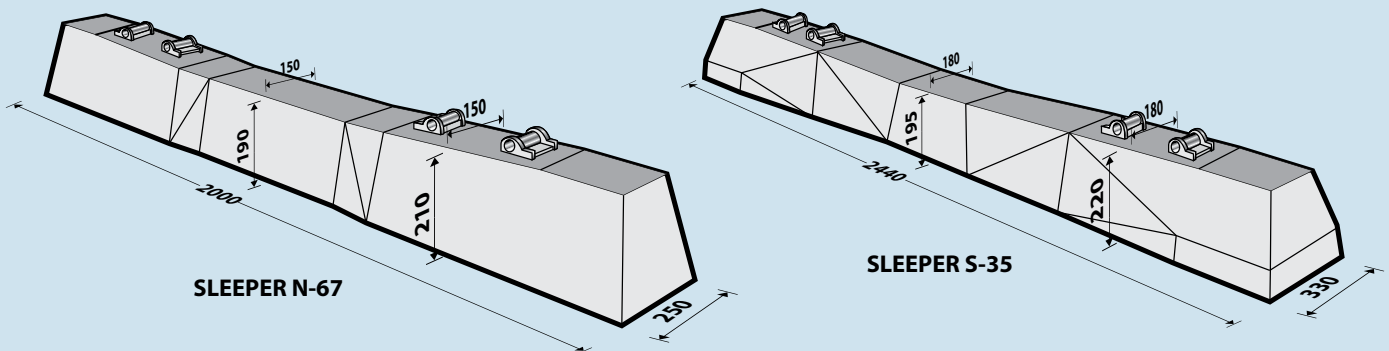
## DESCRIPTION

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

## DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

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

## PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC SLEEPERS



## PC SLEEPERS DIMENSION

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

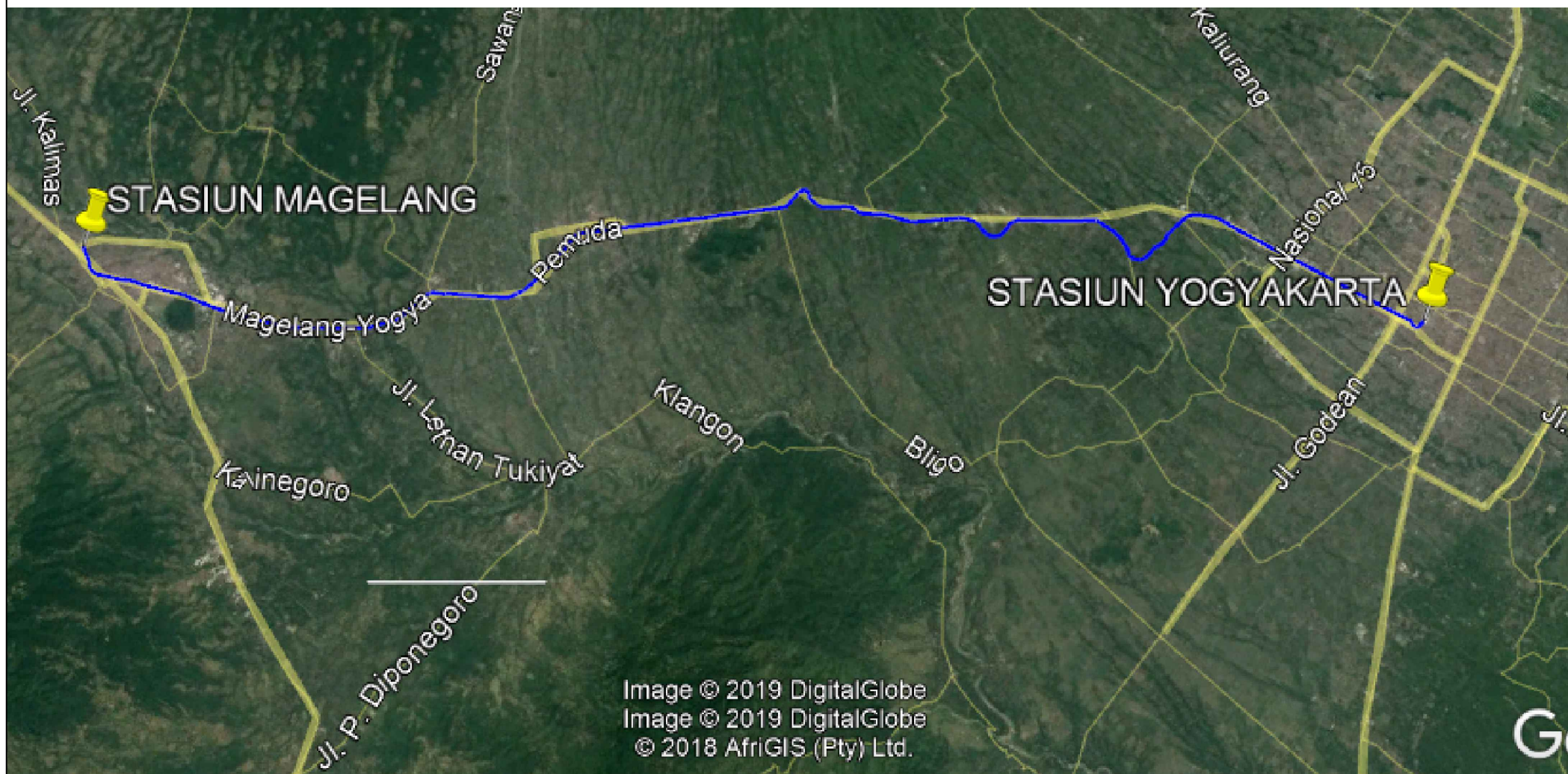
## PC SLEEPERS SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength  $f_c' = 52 \text{ MPa}$  (Cube 600 kg/cm<sup>2</sup>)


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

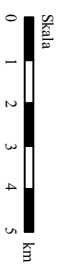
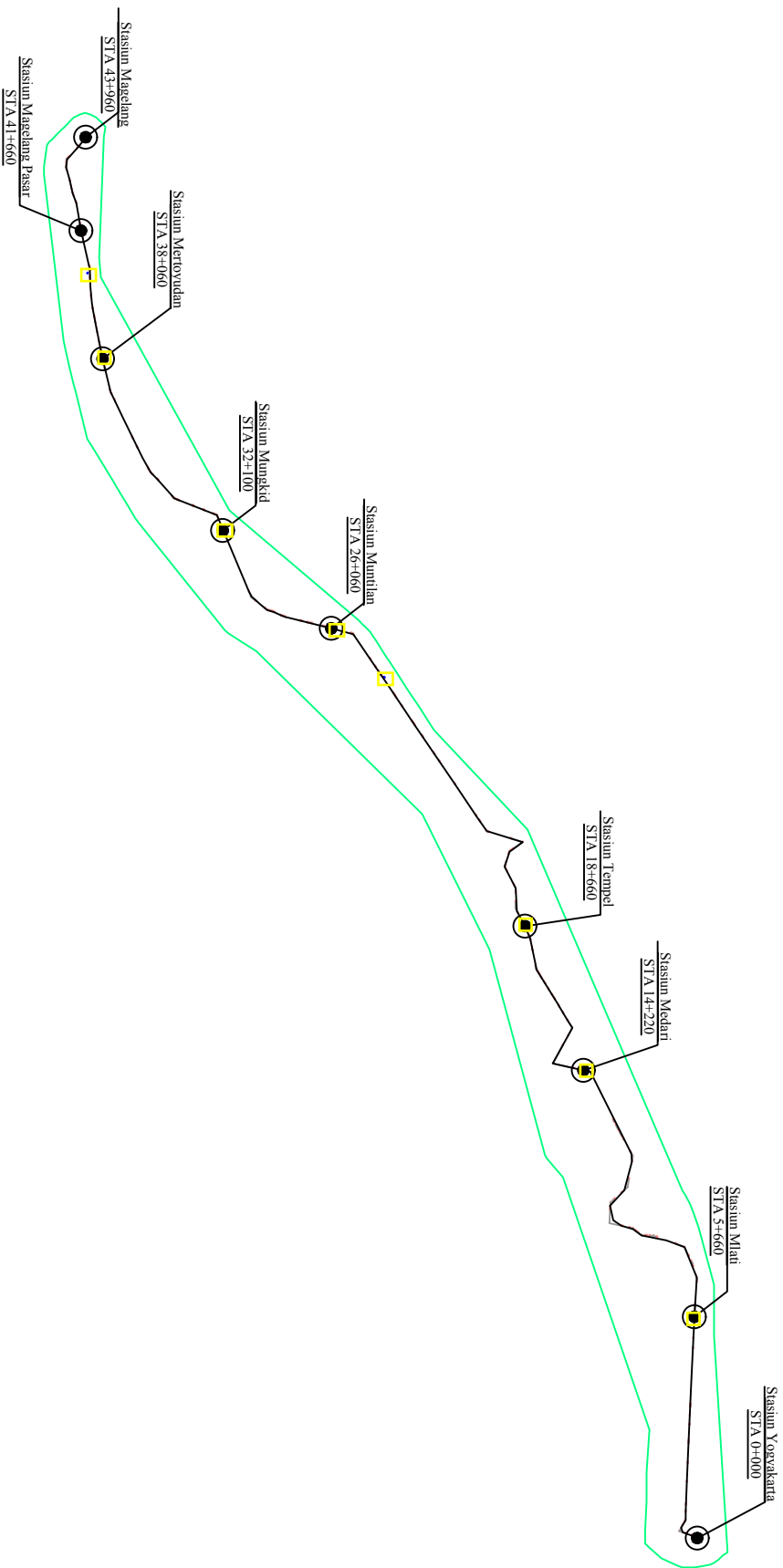
Note :  
 \*) Type of Rail is available for R-33, R-38, R-40, R-42, R-50, R-54 & R-60  
 \*\*) Type of fastening is available for Pindad E-Clip, Pandrol E-Clip, Vossloch Clip, DE-Clip or others adjustable to customer requirement  
 \*\*\*) Standard design reference is adjustable to customer requirement

U ←



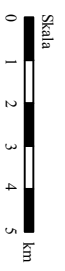
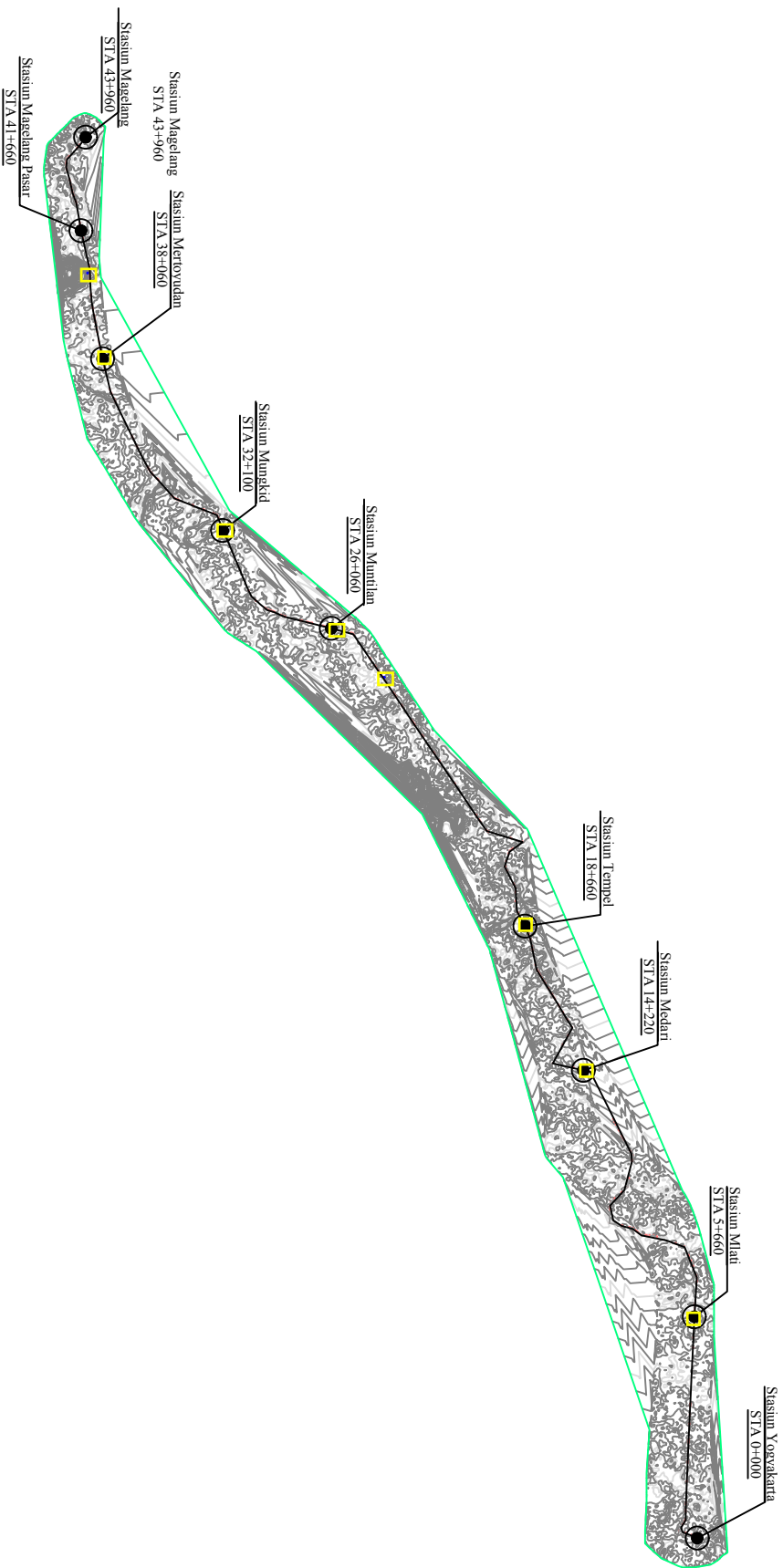
Skala  
0 1 2 3 4 5 km

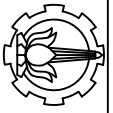
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	<p>PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG</p>	<p><u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP196209061989031012</p>	<p><u>Satria Prayudha Sakti</u> 03111745000014</p>		<p>Trase Jalur Kereta Api Yogyakarta-Magelang</p>			<p>JUMLAH GBR</p>

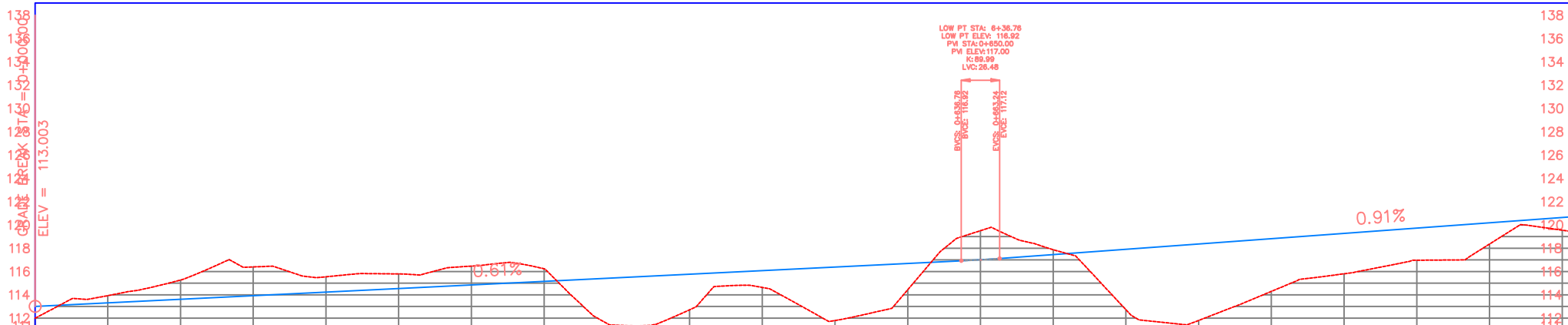
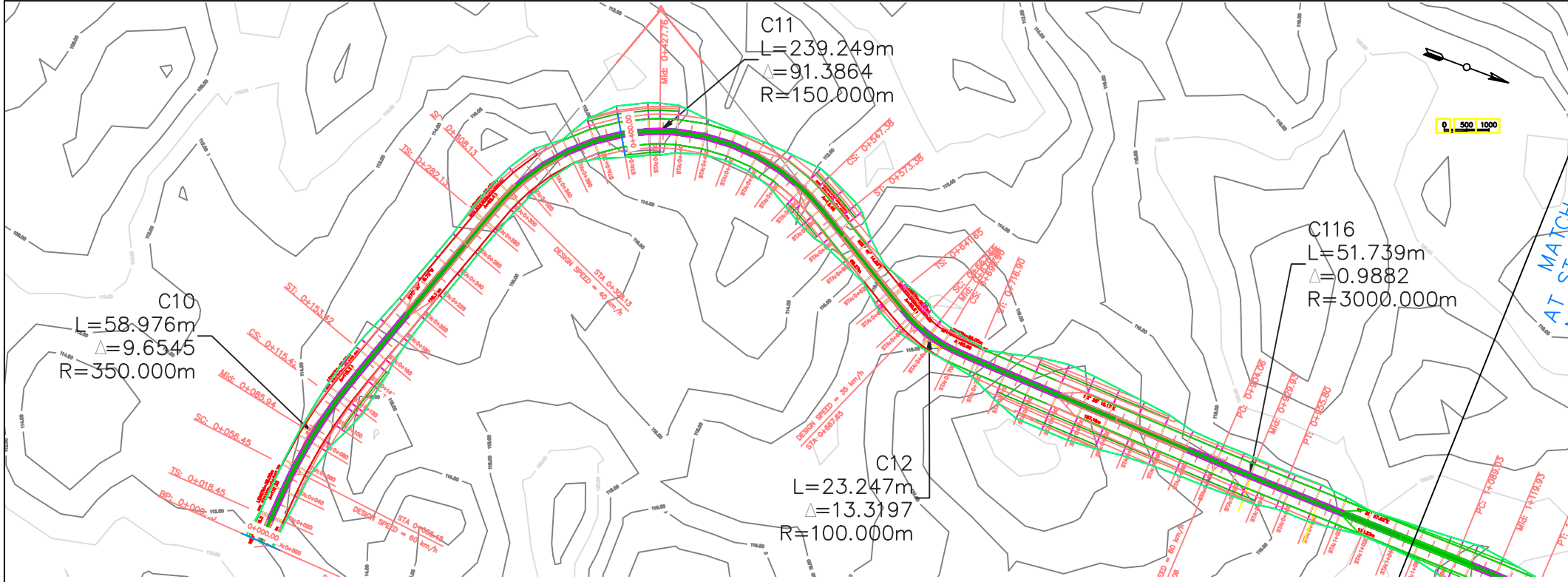


	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
		PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Hertanto, MT. NPI 196209061989031012	Satria Prayudha Sakli 03111745000014		Trase Rencana dan Stasiun			



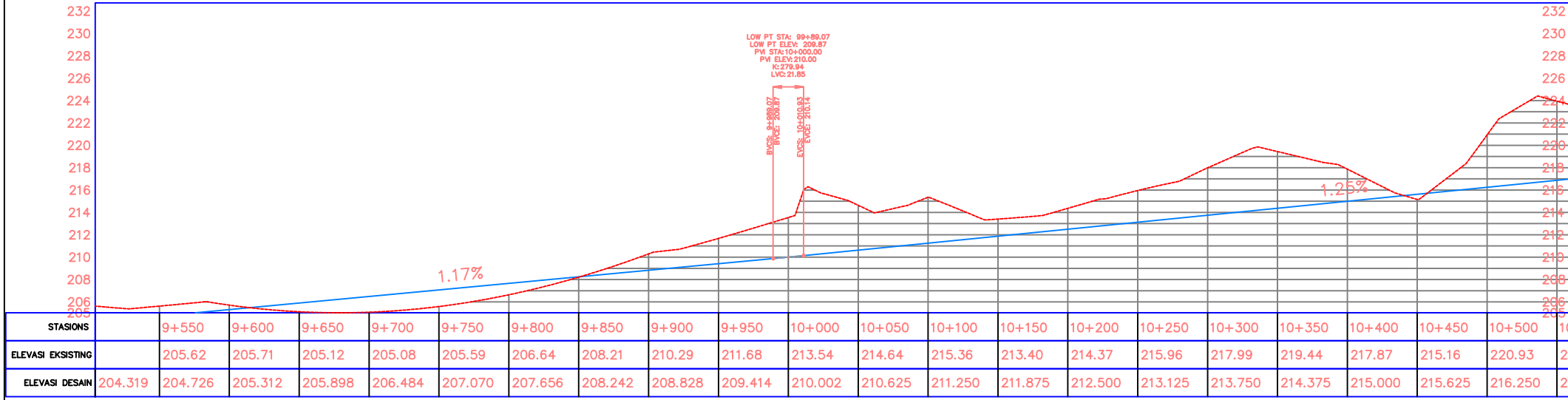
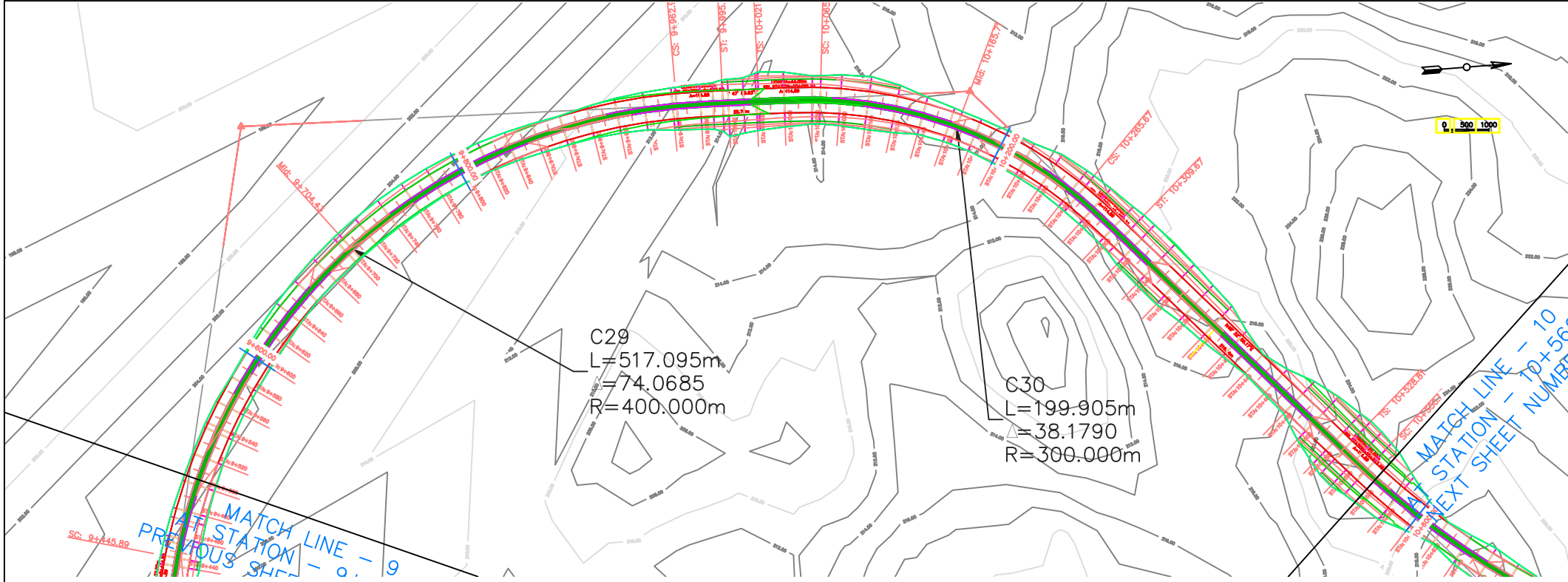


 <p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUDIDHAJAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Dr. Wahyu Hertanto, MT. NIP 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 03111745000014		Trase Rencana dan Stasiun			

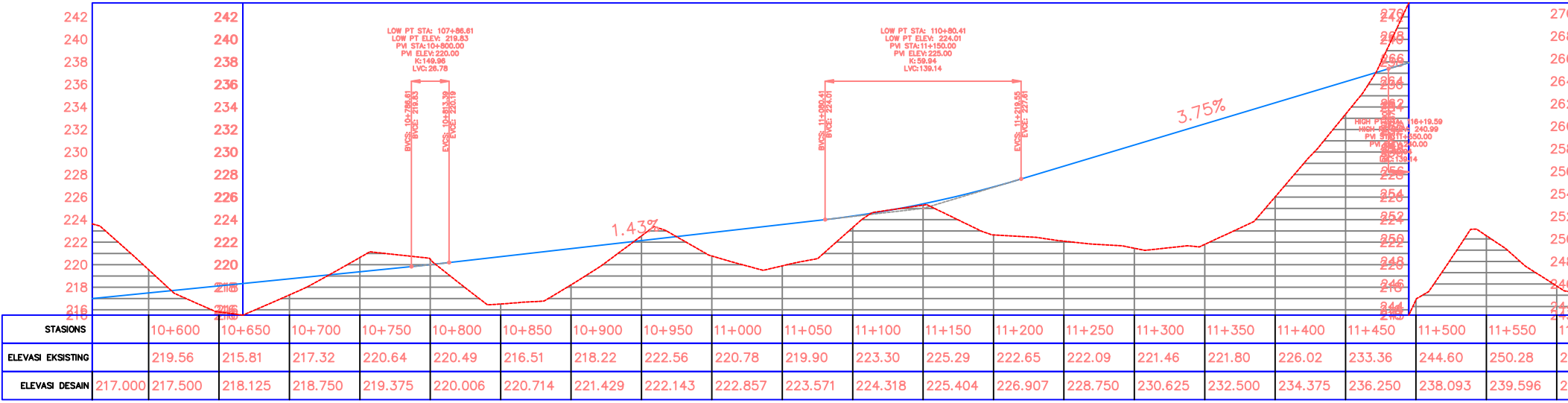
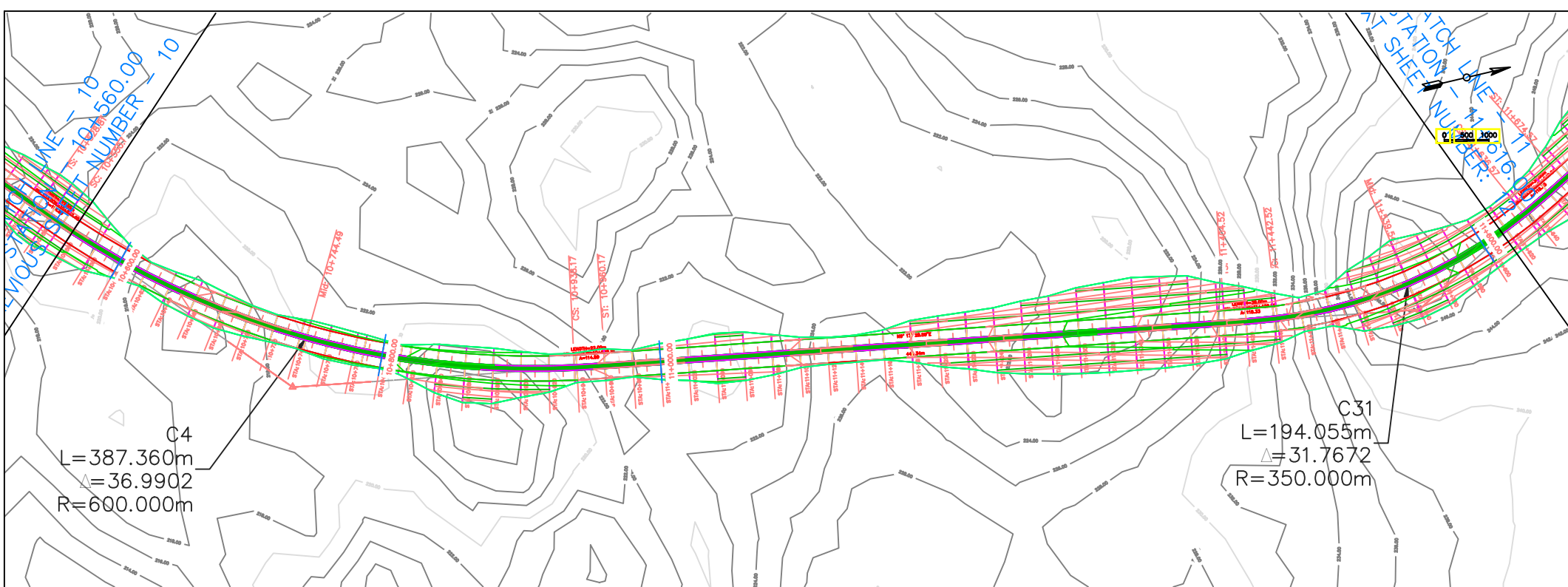


STATIONS	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800	0+850	0+900	0+950	1+000	
ELEVASI EKSTING	113.93	115.26	116.39	115.55	115.79	116.46	116.24	111.39	112.71	114.63	111.79	114.44	119.50	117.88	112.72	111.80	114.29	115.81	116.97	118.36	
ELEVASI DESAIN	113.003	113.311	113.618	113.926	114.233	114.540	114.848	115.155	115.463	115.770	116.078	116.385	116.693	117.010	117.455	117.909	118.364	118.818	119.273	119.727	120.182

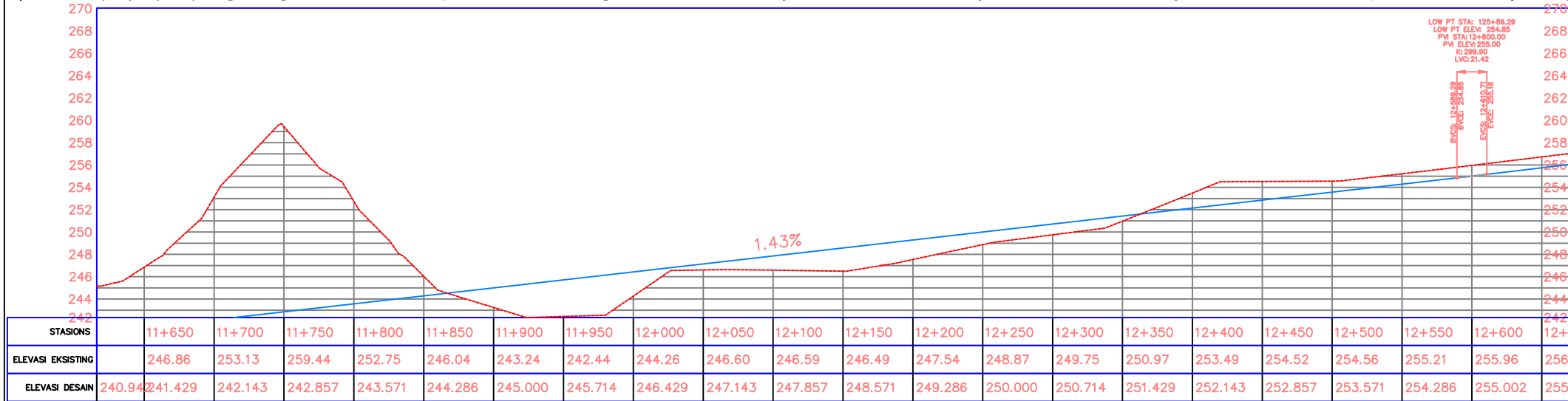
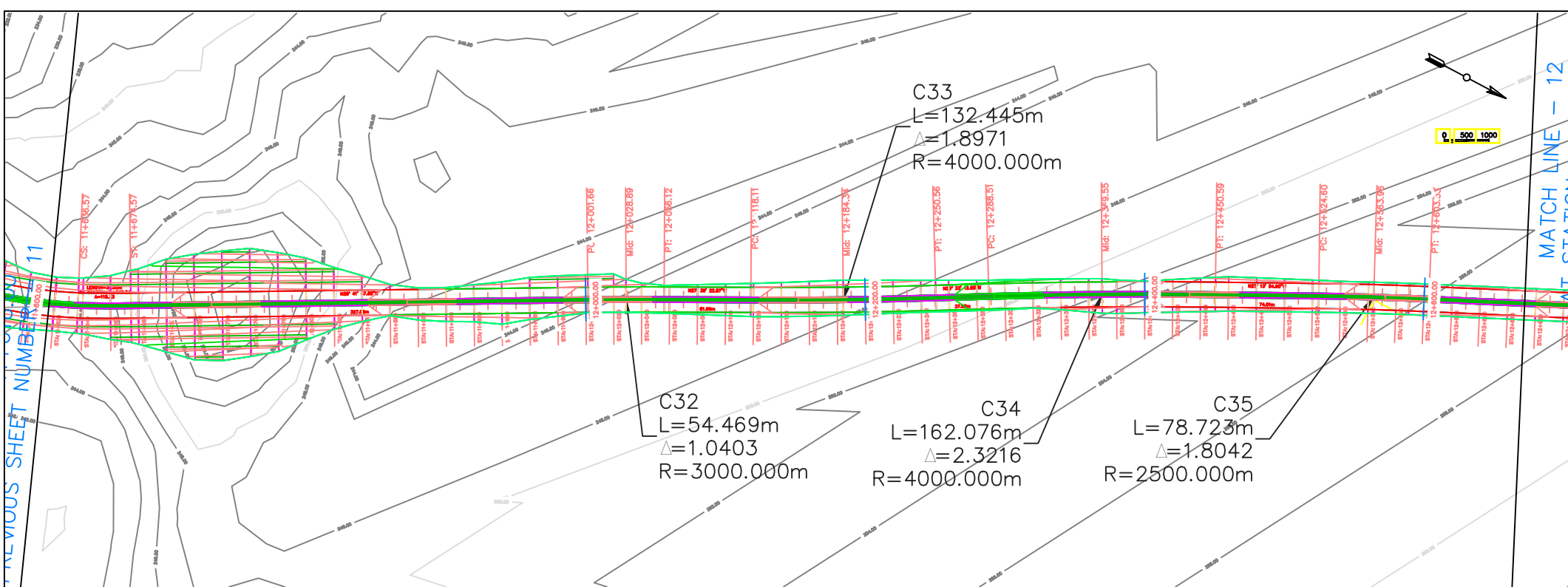
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	1 JUMLAH GBR 43



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	10 JUMLAH GBR 43



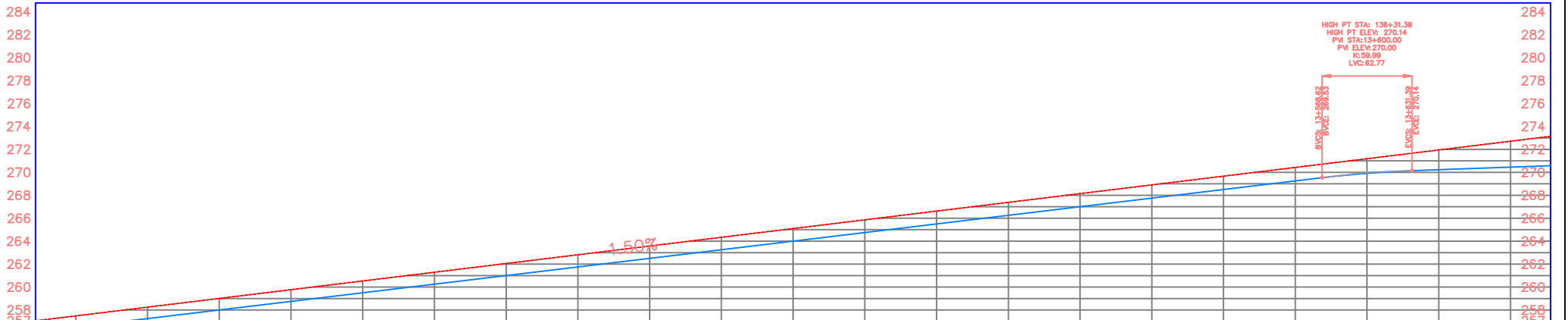
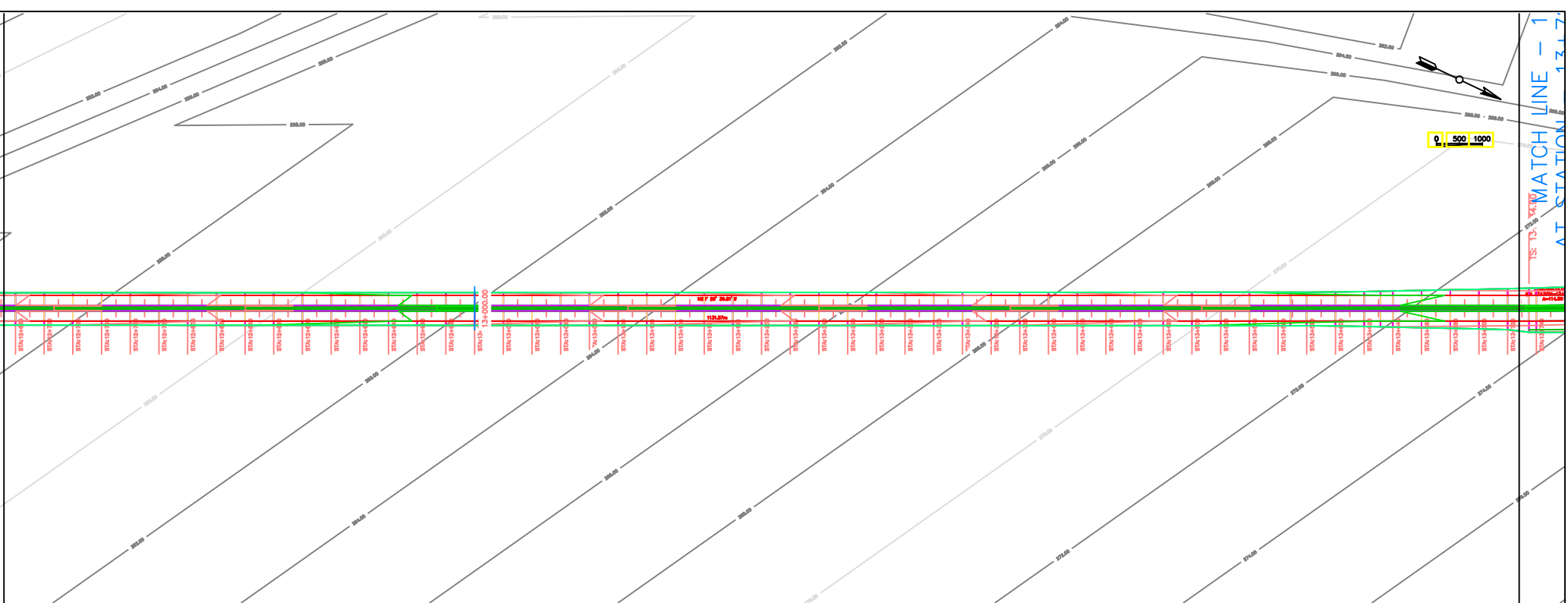
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	11 JUMLAH GBR 43



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	12
								JUMLAH GBR
								43

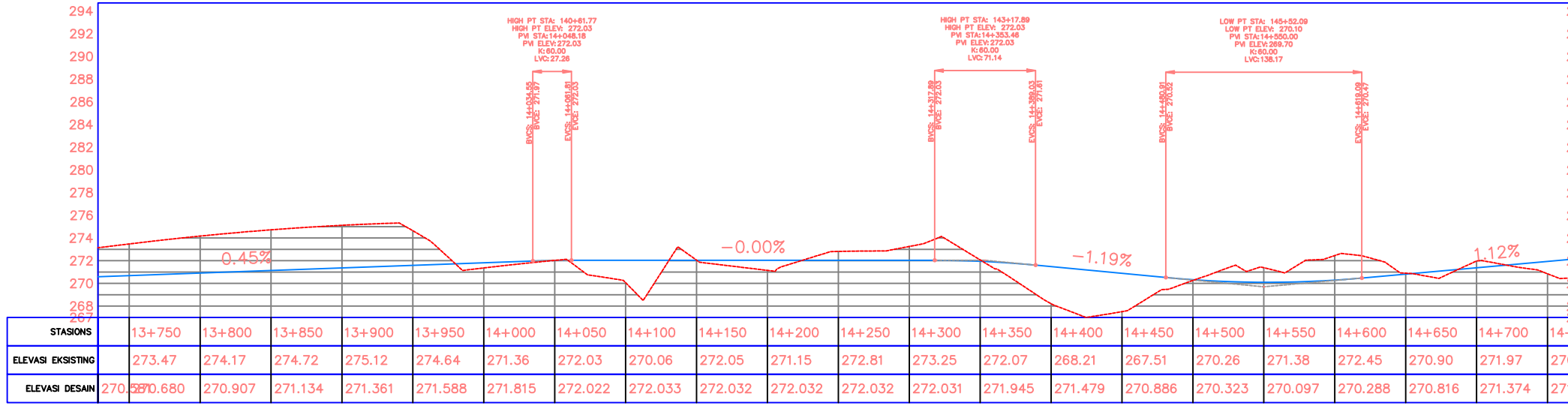
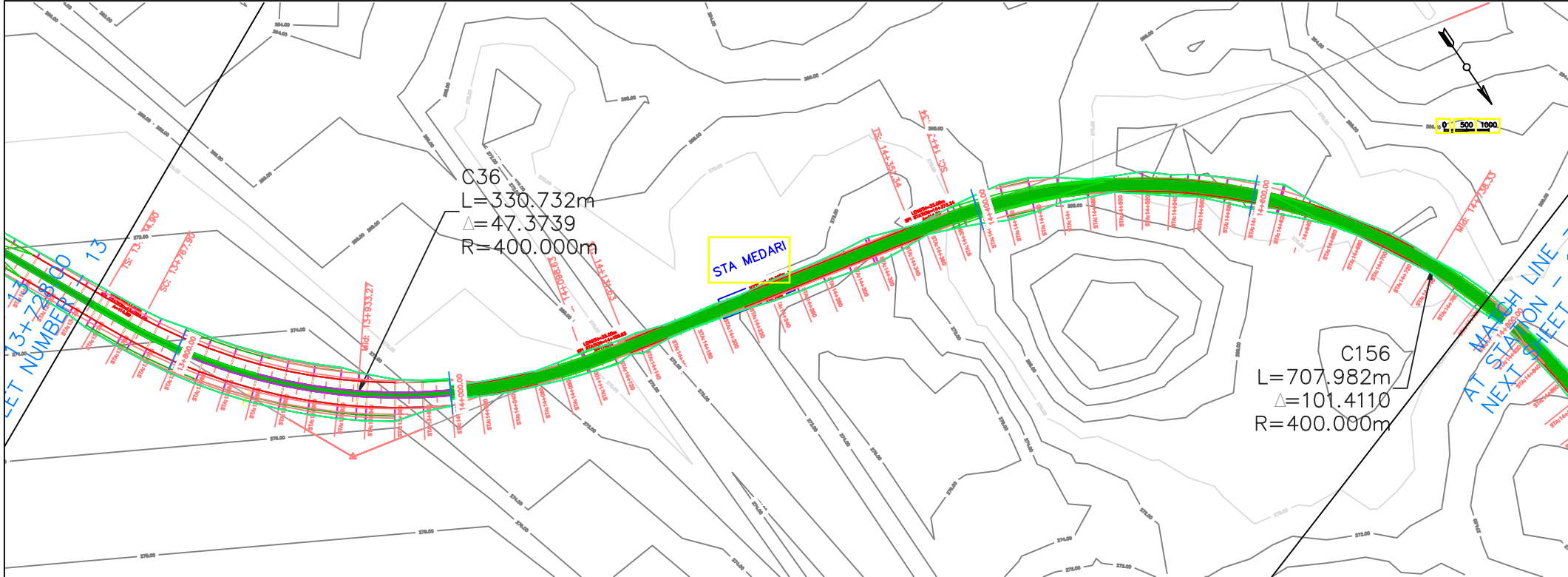
AT STATION = 12700.00  
PREVIOUS SHEET NUMBER = 12

MATCH LINE -- 1  
AT STATION = 13700.00

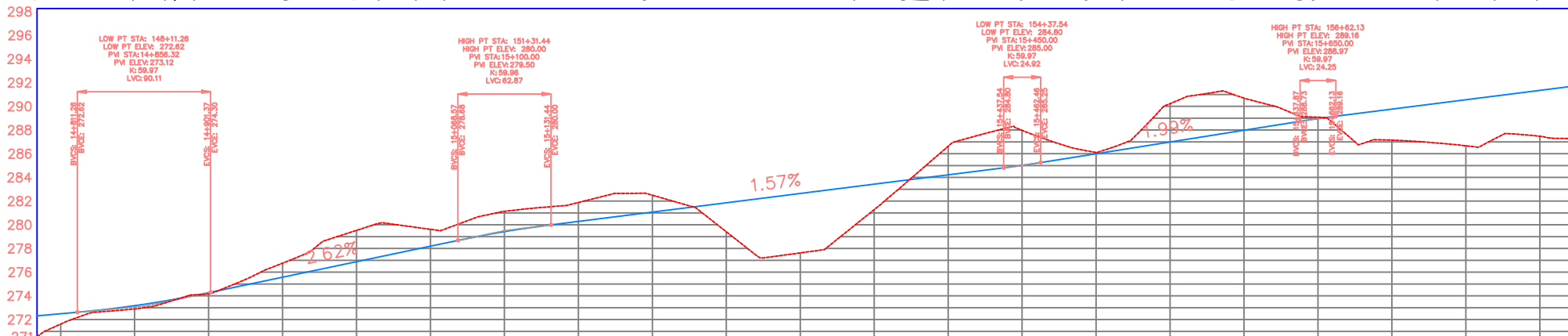
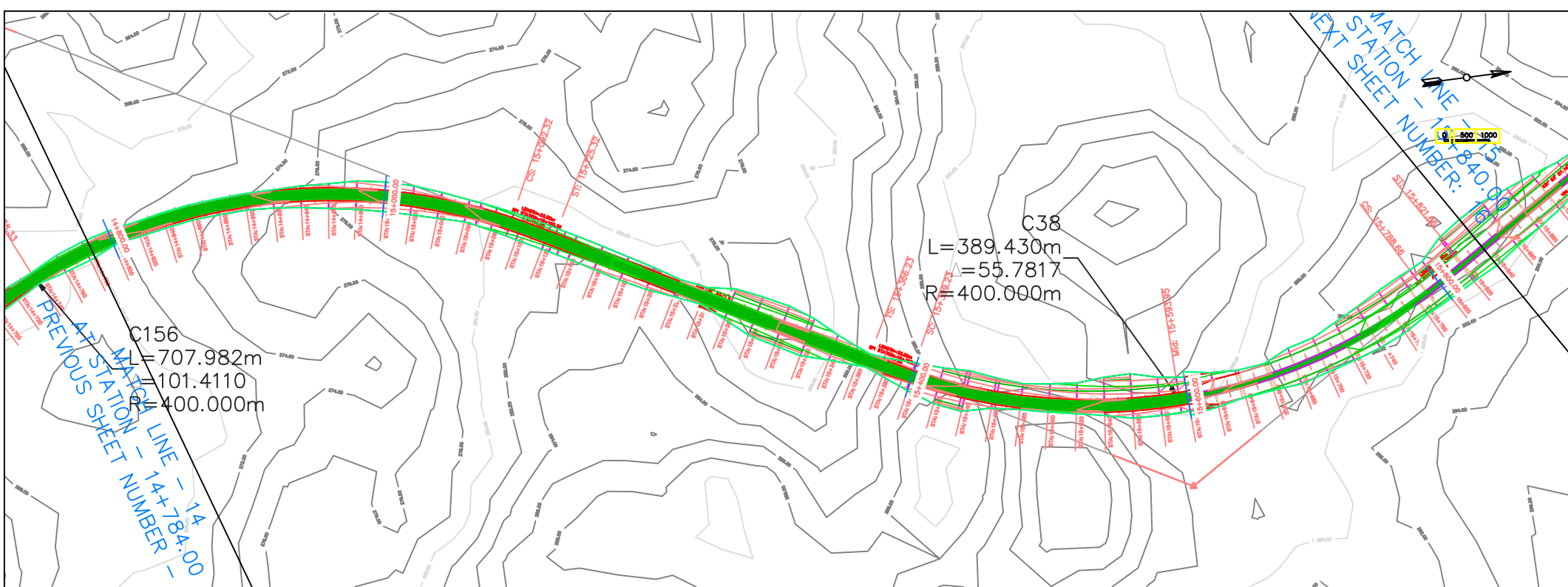


STATIONS	12+700	12+750	12+800	12+850	12+900	12+950	13+000	13+050	13+100	13+150	13+200	13+250	13+300	13+350	13+400	13+450	13+500	13+550	13+600	13+650	13+700	
EVASI EKSTING	257.49	258.25	259.01	259.77	260.53	261.29	262.05	262.82	263.58	264.34	265.10	265.86	266.62	267.38	268.15	268.91	269.67	270.43	271.19	271.95	272.71	
ELEVASI DESAIN	256.00	256.50	257.25	258.00	258.75	259.50	260.25	261.00	261.75	262.50	263.25	264.00	264.75	265.50	266.25	267.00	267.75	268.50	269.25	269.918	270.227	270.434

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	13
								JUMLAH GBR
								43



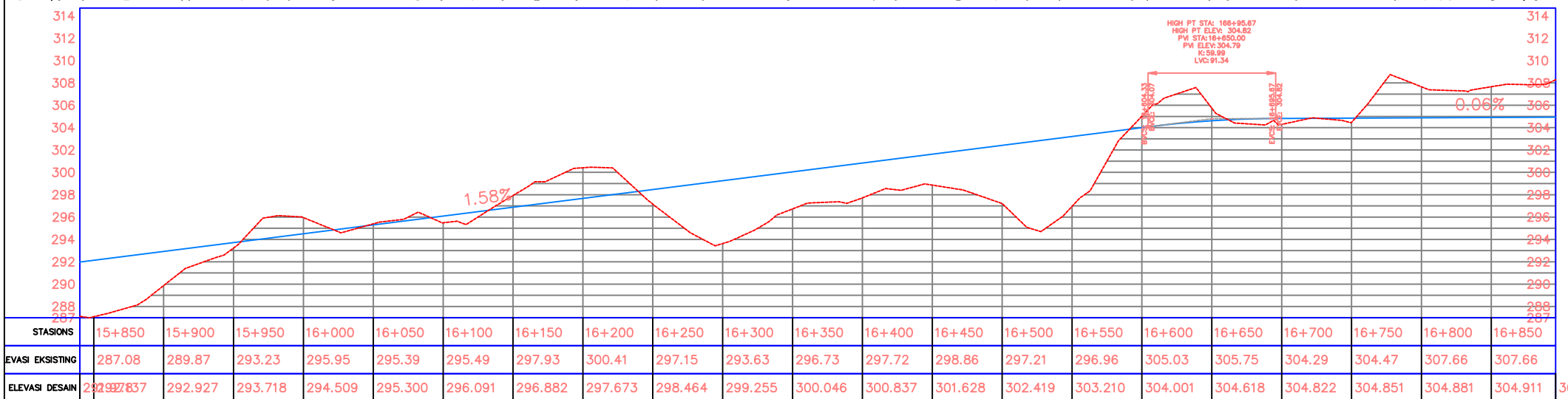
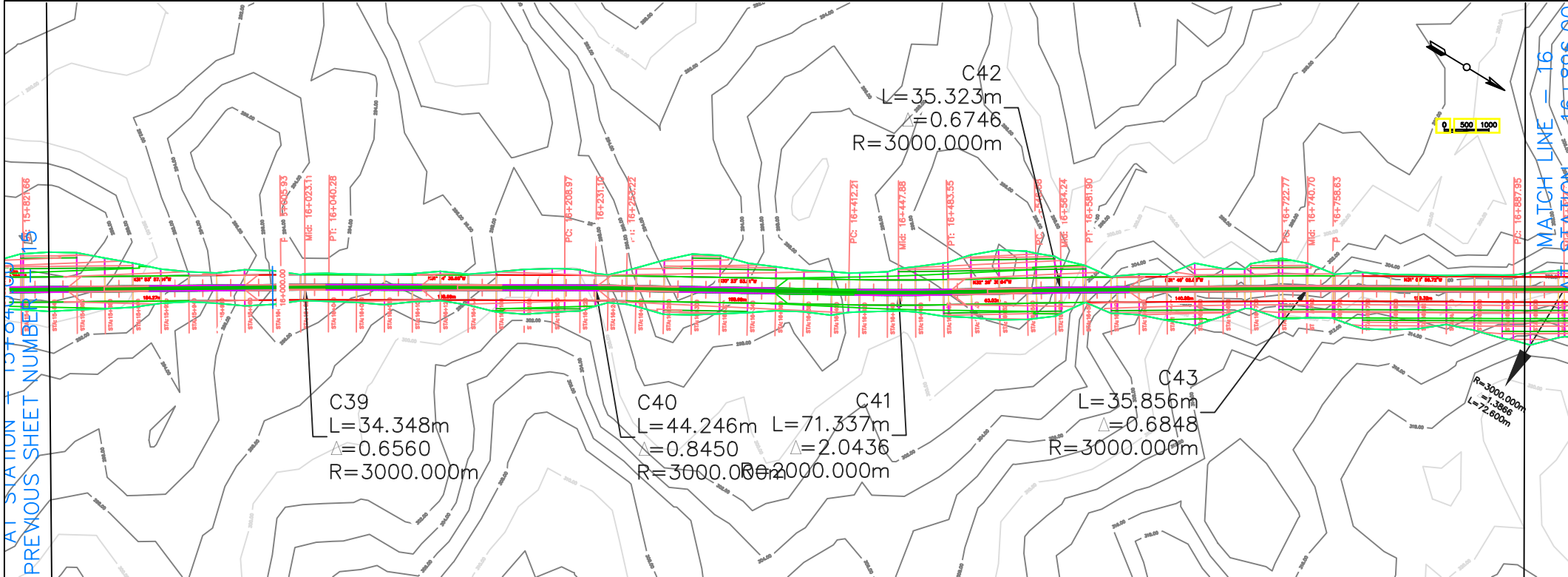
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahju Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	14 JUMLAH GBR 43



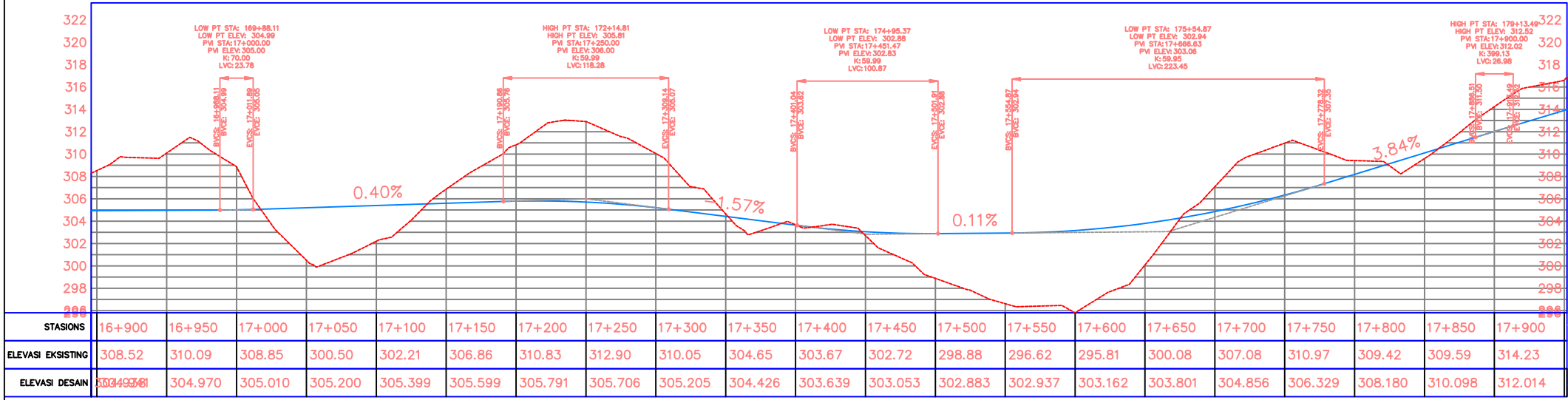
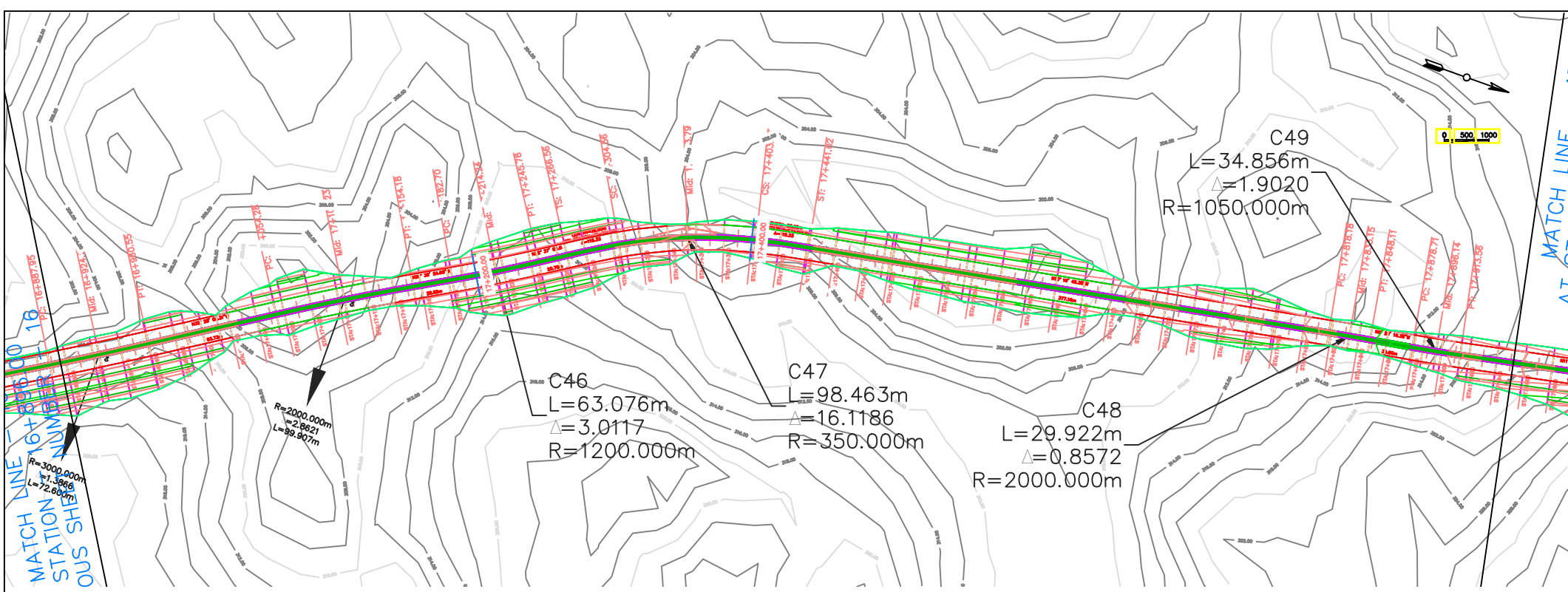
STASIONS	14+800	14+850	14+900	14+950	15+000	15+050	15+100	15+150	15+200	15+250	15+300	15+350	15+400	15+450	15+500	15+550	15+600	15+650	15+700	15+750	15+	
ELEVASI EKSTING	271.62	272.90	274.15	276.76	279.53	279.62	281.14	281.88	282.50	279.41	277.63	281.28	286.63	287.97	286.11	290.22	290.69	289.08	287.14	286.67	287	
ELEVASI DESAIN	272.27	272.491	273.174	274.264	275.573	276.883	278.193	279.420	280.288	281.073	281.858	282.644	283.429	284.215	285.013	285.993	286.986	287.979	288.960	289.764	290.555	291

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	15 JUMLAH GBR 43



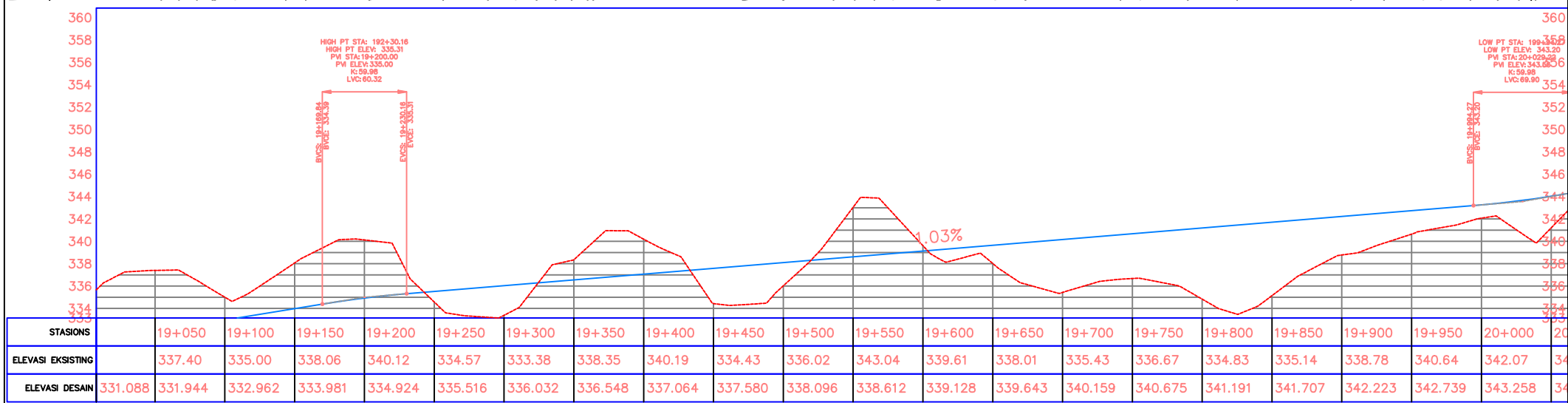
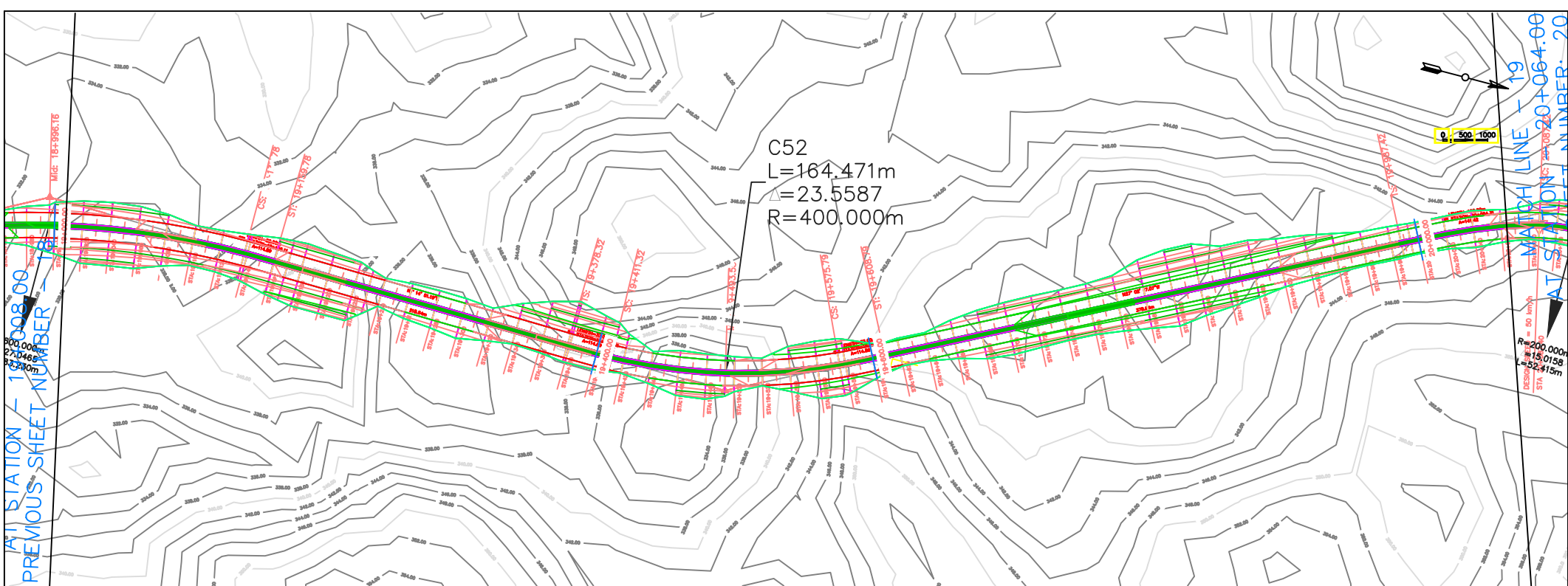


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	16 JUMLAH GBR 43

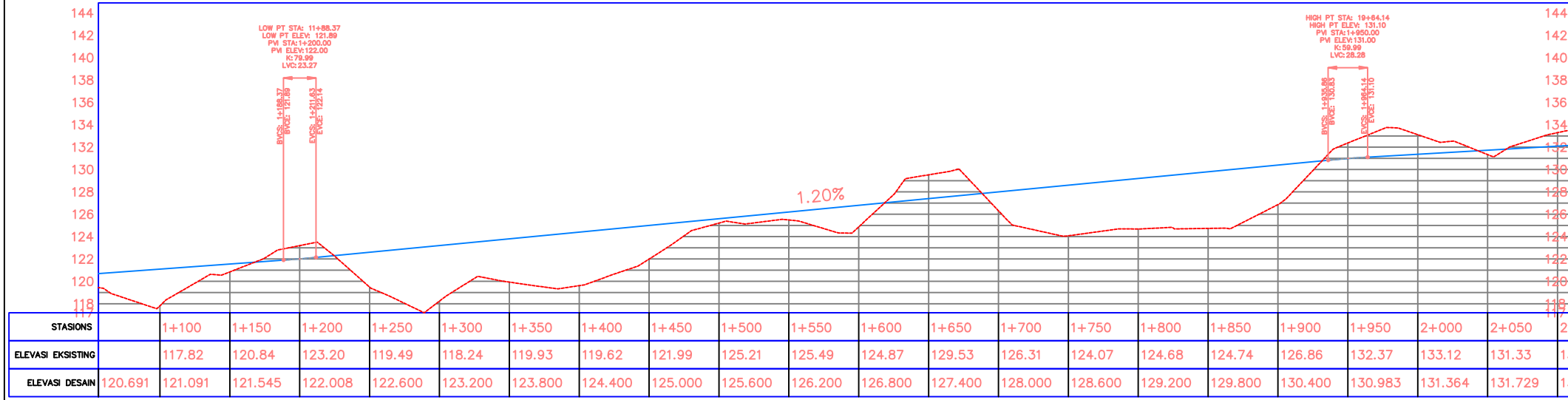
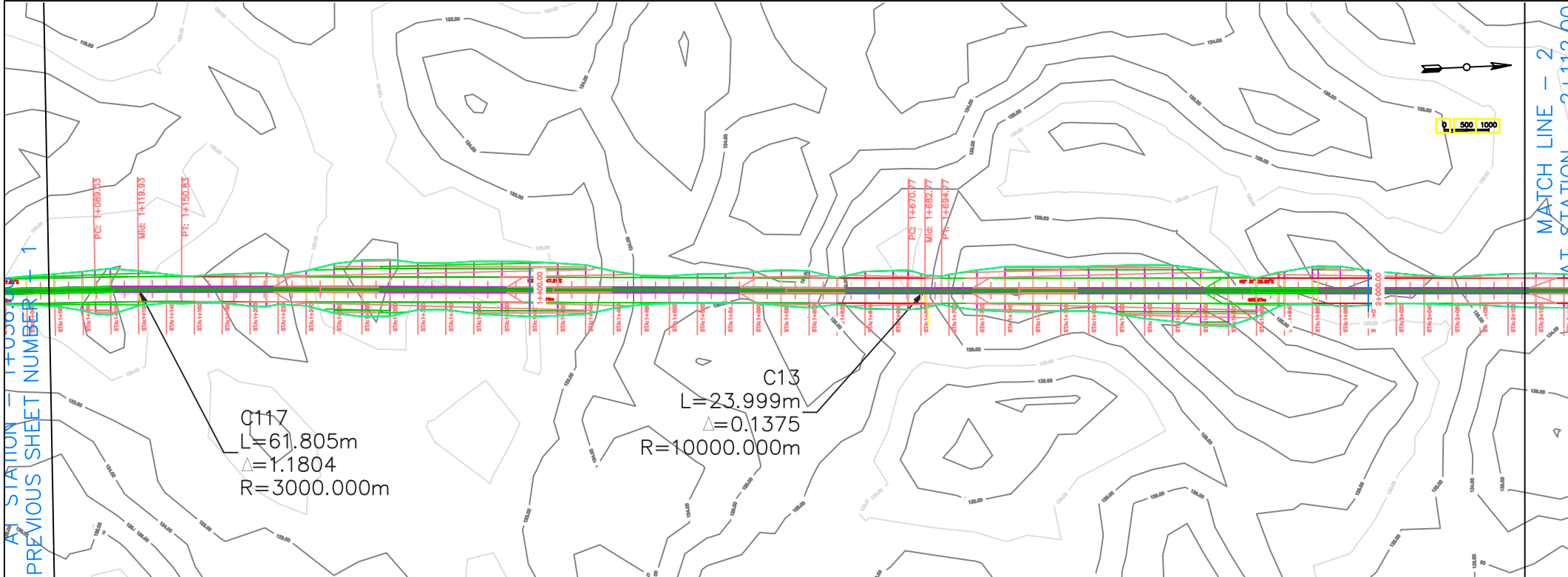


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	17 JUMLAH GBR 43

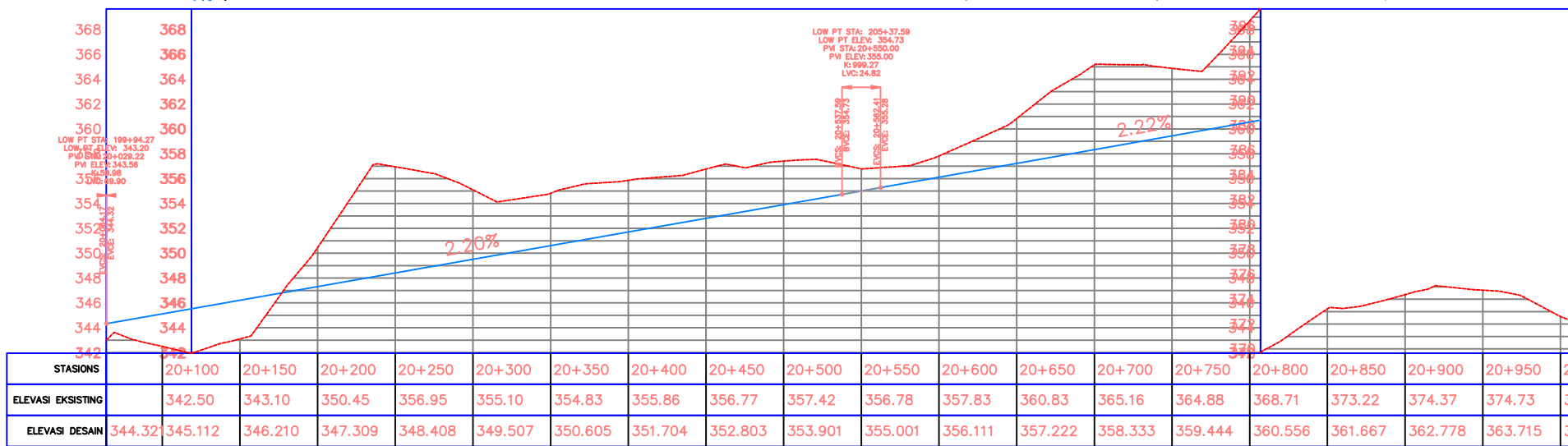
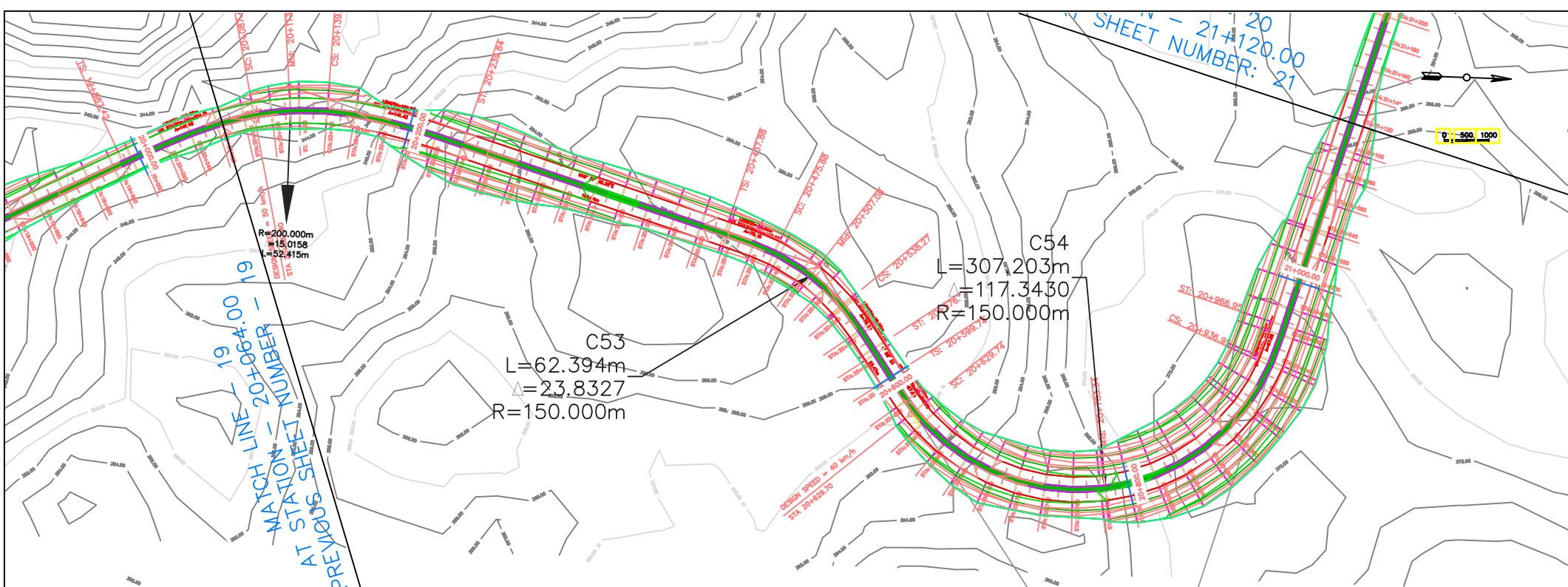




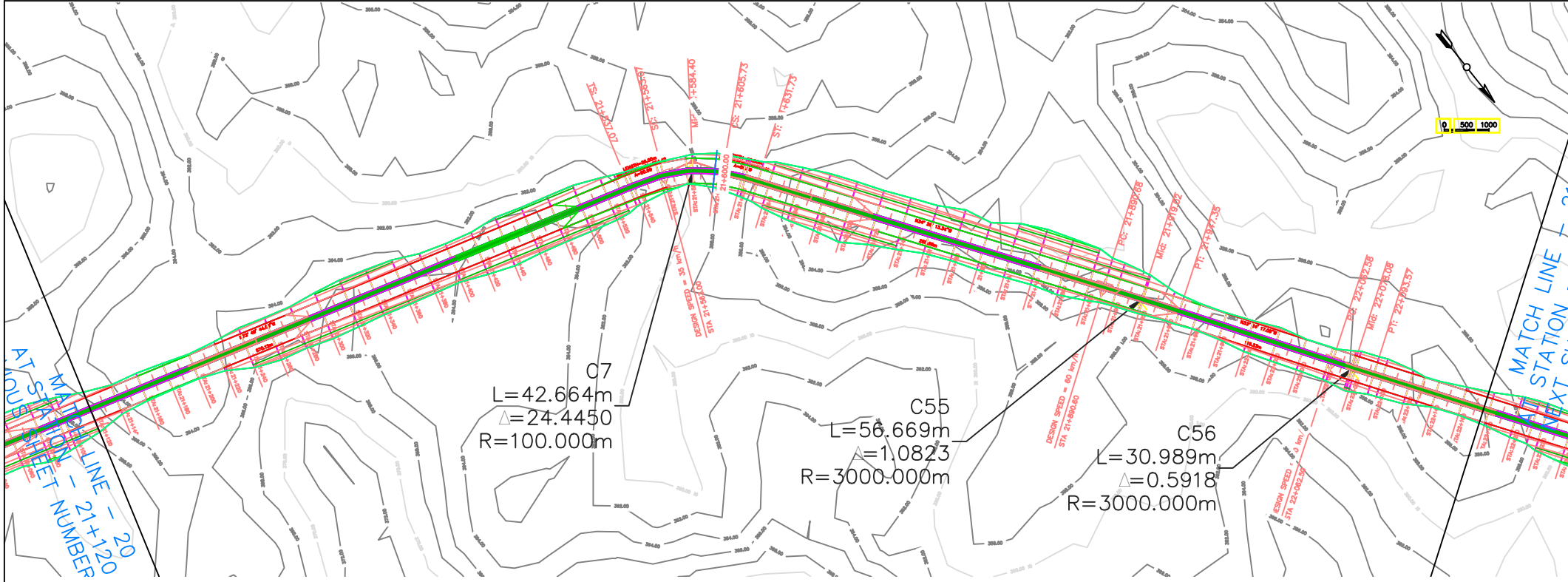
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	19
								JUMLAH GBR 43



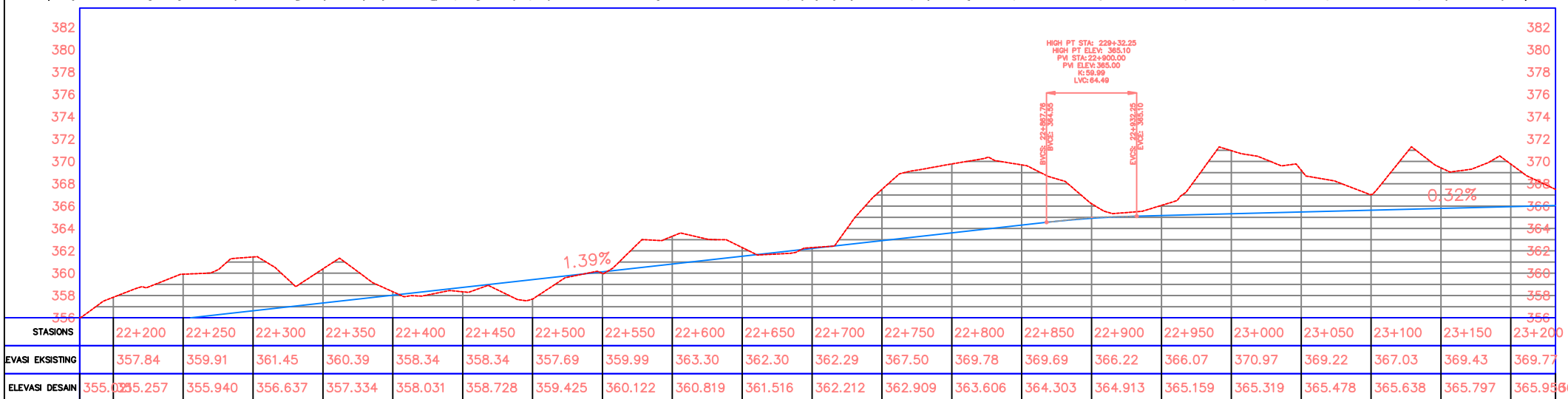
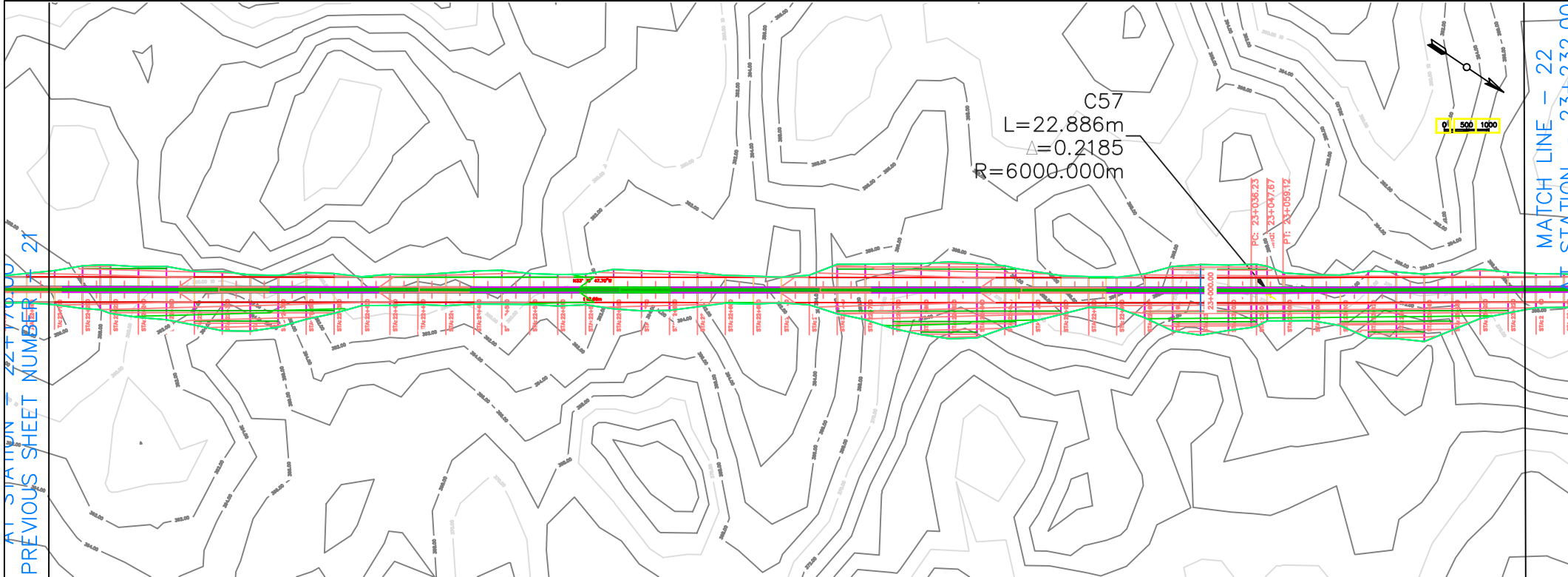
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	2
								JUMLAH GBR
								43



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	20
								JUMLAH GBR
								43



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	21 JUMLAH GBR 43

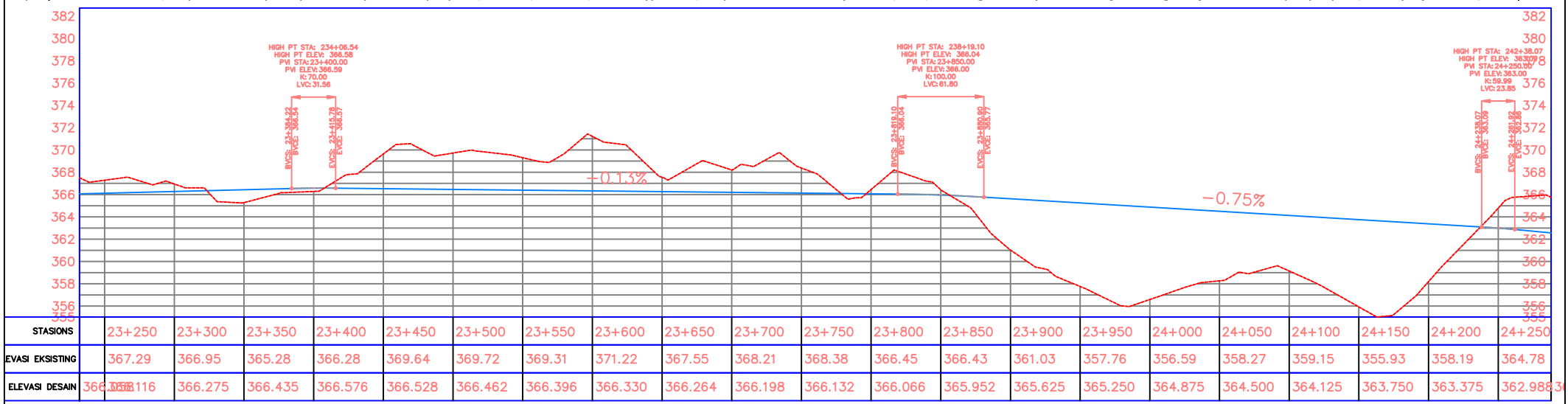
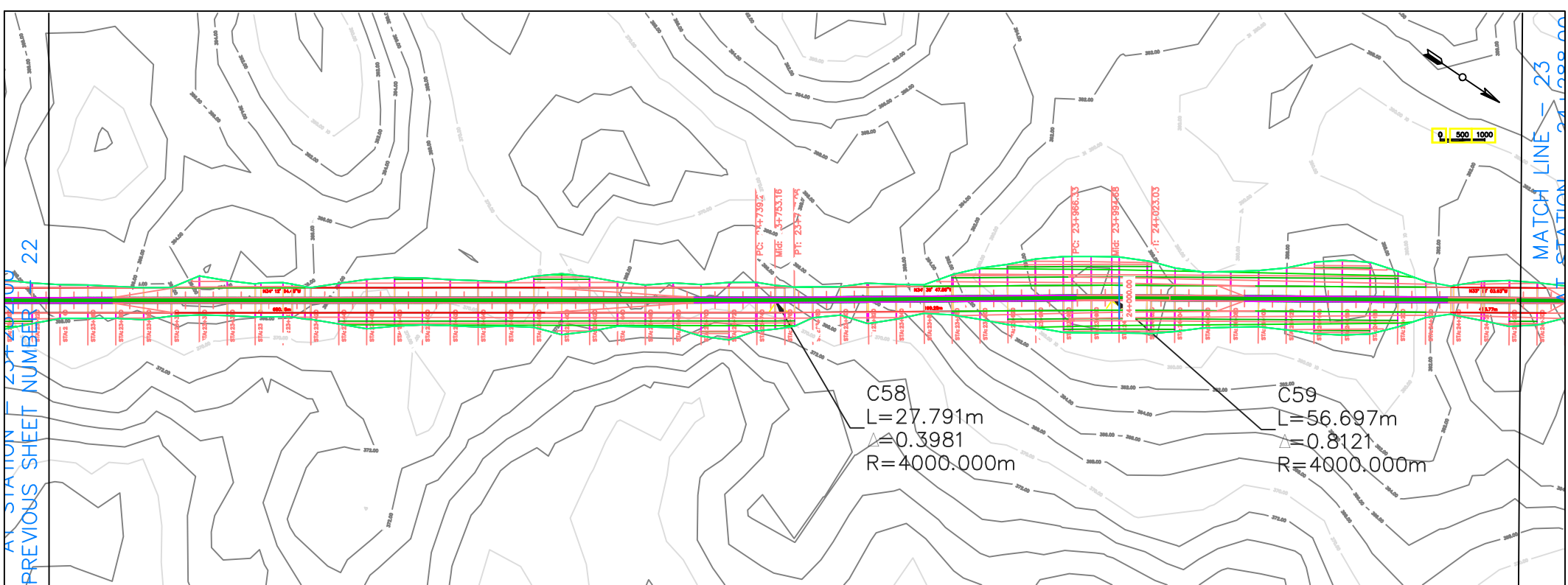


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	22 JUMLAH GBR 43

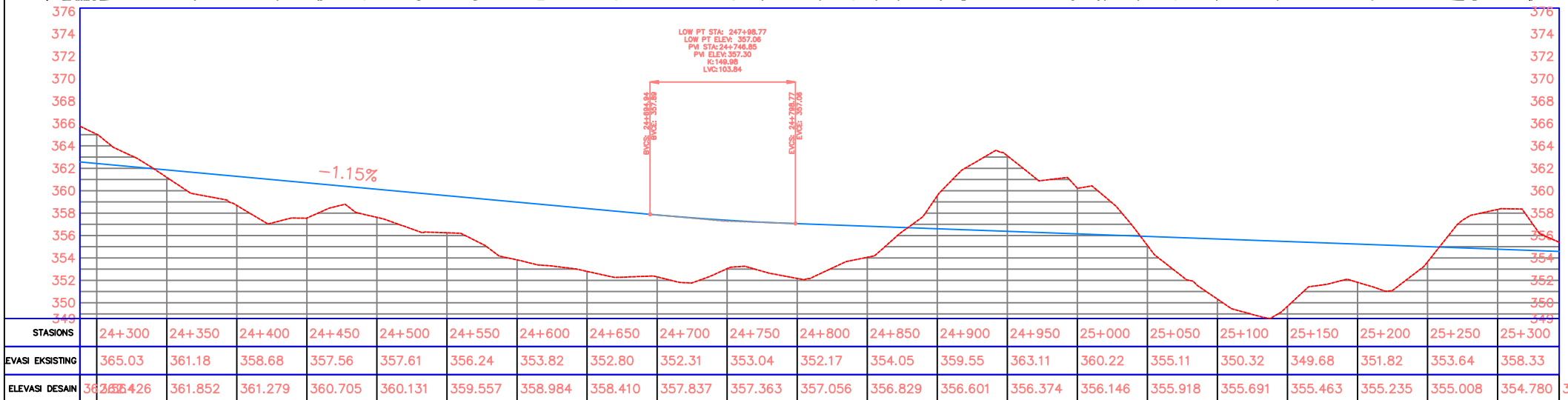
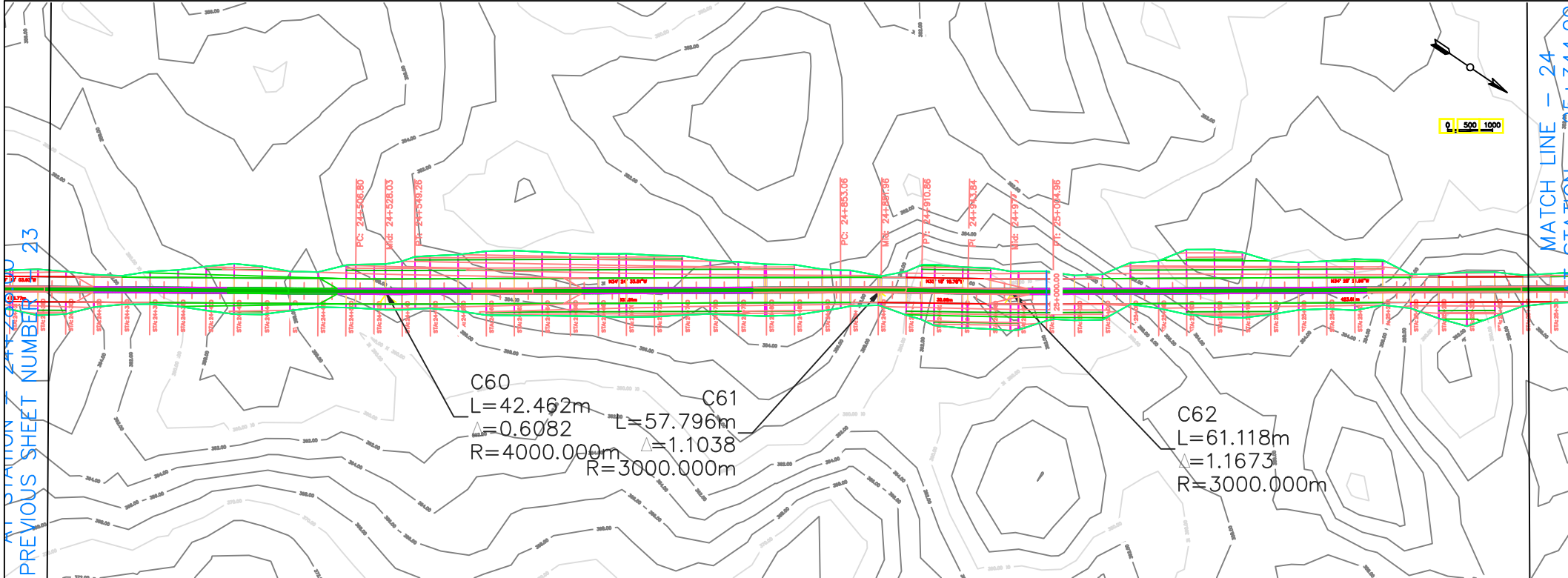


AL STATION 23+242.00  
PREVIOUS SHEET NUMBER 22

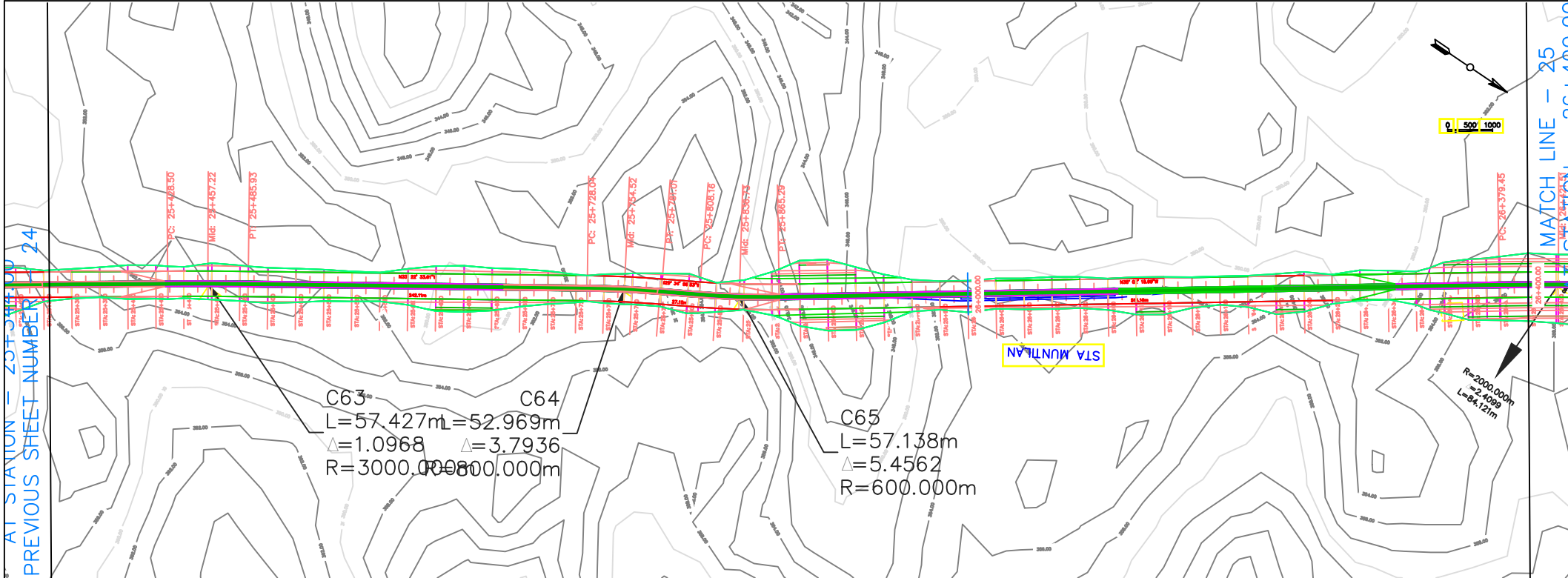
MATCH LINE 23  
STATION 24+288.00



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	23 JUMLAH GBR 43



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	24 JUMLAH GBR 43



C63  
 $L = 57.427\text{m} = 52.969\text{m}$   
 $\Delta = 1.0968$   
 $R = 3000.000\text{m}$

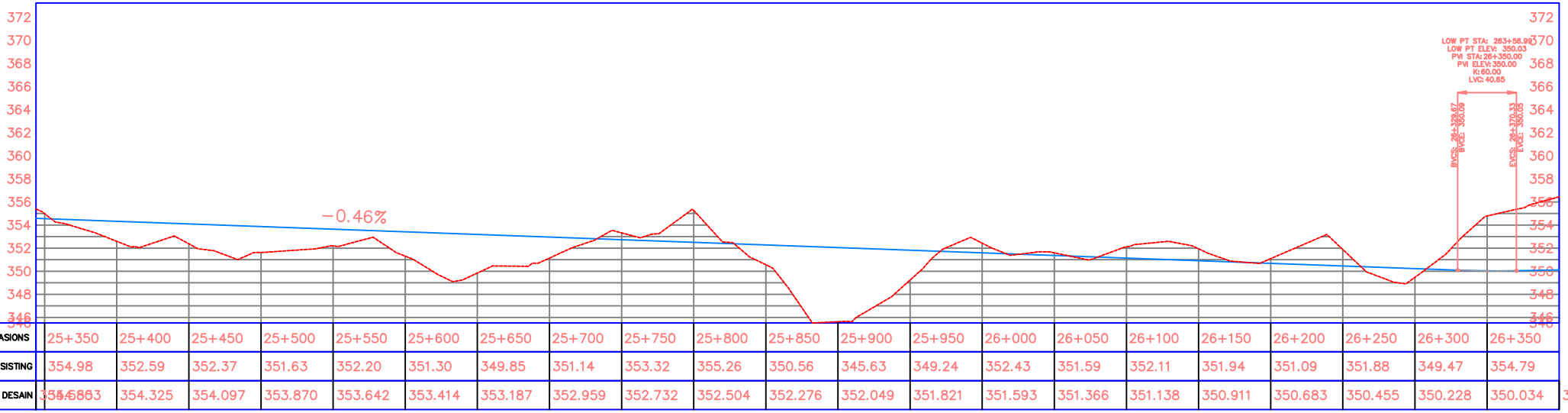
C64  
 $L = 57.427\text{m} = 52.969\text{m}$   
 $\Delta = 3.7936$   
 $R = 3000.000\text{m}$

C65  
 $L = 57.138\text{m}$   
 $\Delta = 5.4562$   
 $R = 600.000\text{m}$

0 500 1000

MATCH LINE - 25  
 REAKTIVASI JALUR KERETA API

AT STATION = 25+350  
 PREVIOUS SHEET NUMBER = 24

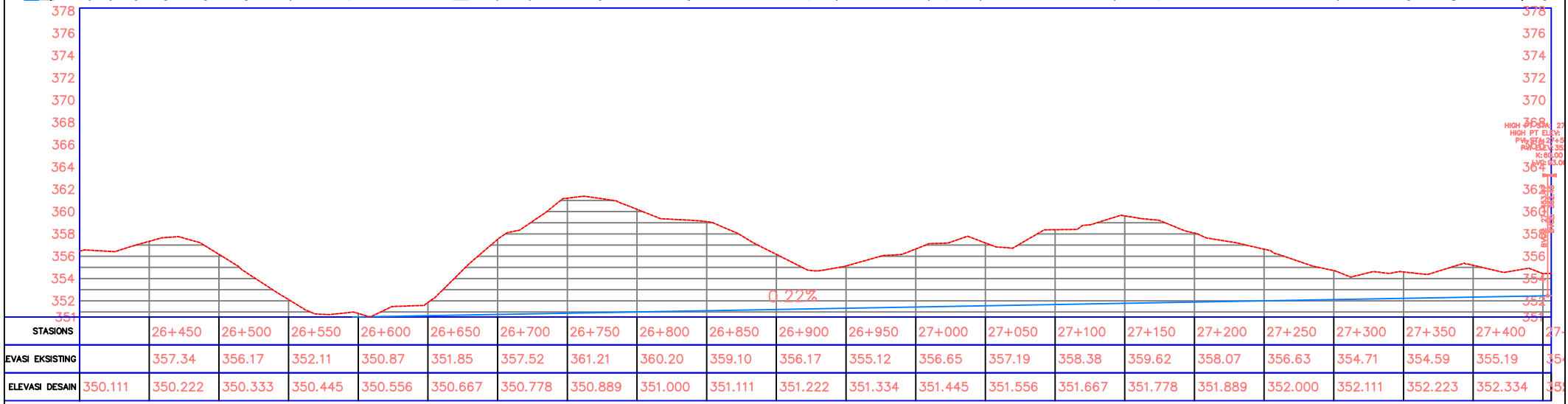
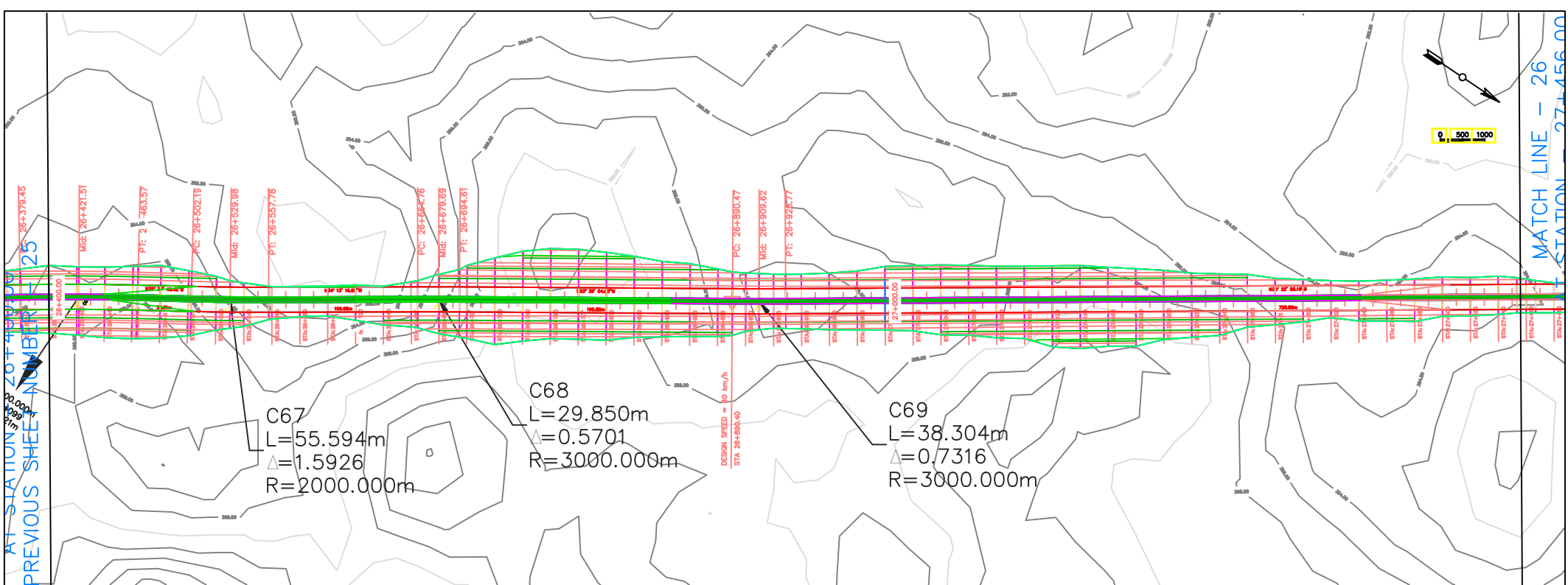


STATIONS	25+350	25+400	25+450	25+500	25+550	25+600	25+650	25+700	25+750	25+800	25+850	25+900	25+950	26+000	26+050	26+100	26+150	26+200	26+250	26+300	26+350
EVASI EKSTING	354.98	352.59	352.37	351.63	352.20	351.30	349.85	351.14	353.32	355.26	350.56	345.63	349.24	352.43	351.59	352.11	351.94	351.09	351.88	349.47	354.79
ELEVASI DESAIN	355.6863	354.325	354.097	353.870	353.642	353.414	353.187	352.959	352.732	352.504	352.276	352.049	351.821	351.593	351.366	351.138	350.911	350.683	350.455	350.228	350.034

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	25 JUMLAH GBR 43

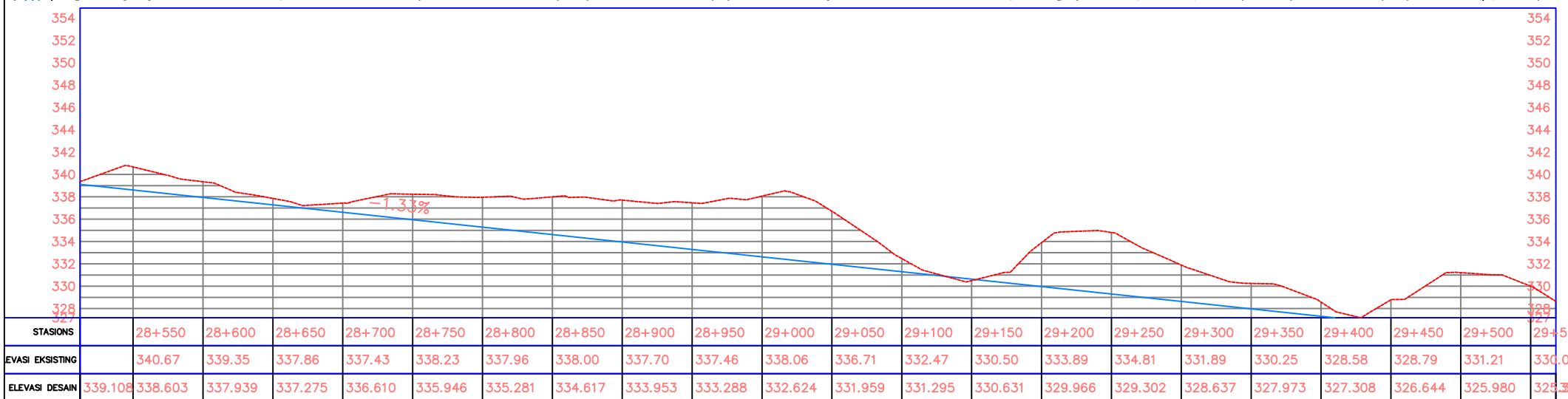
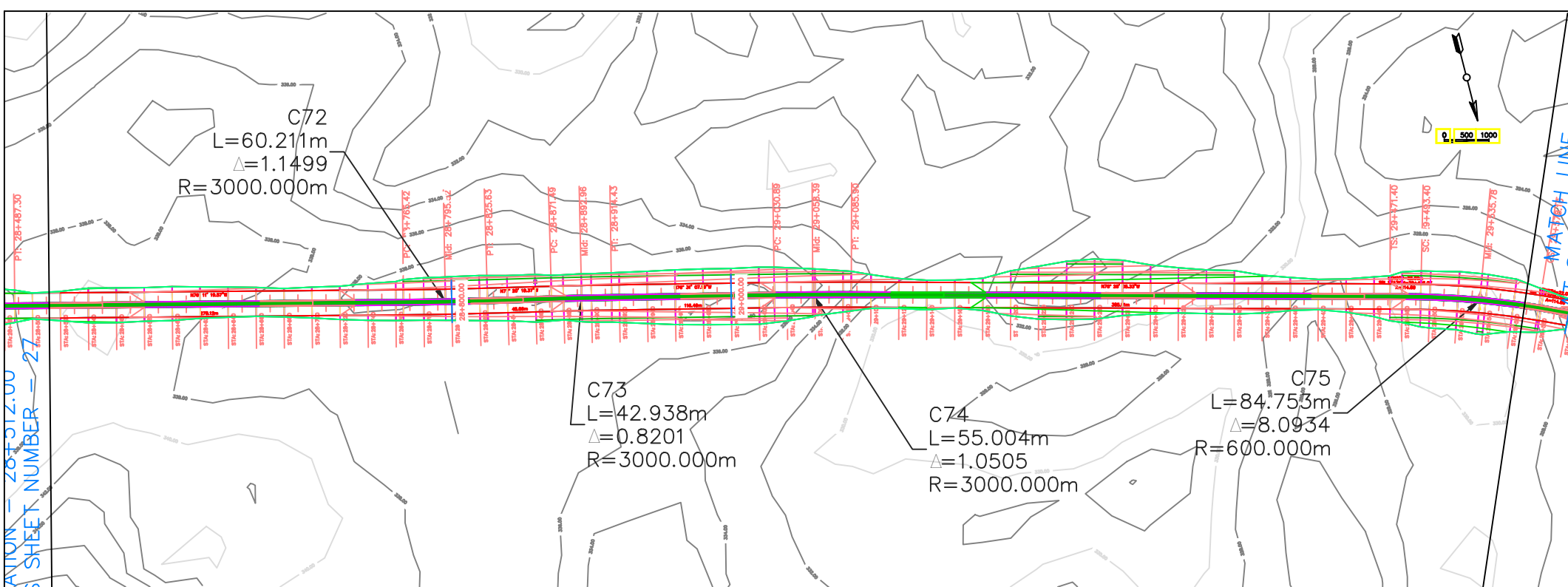
AT STATION 207480.00  
 PREVIOUS SHEET NUMBER 25

MATCH LINE - 26  
 STATION 27456.00

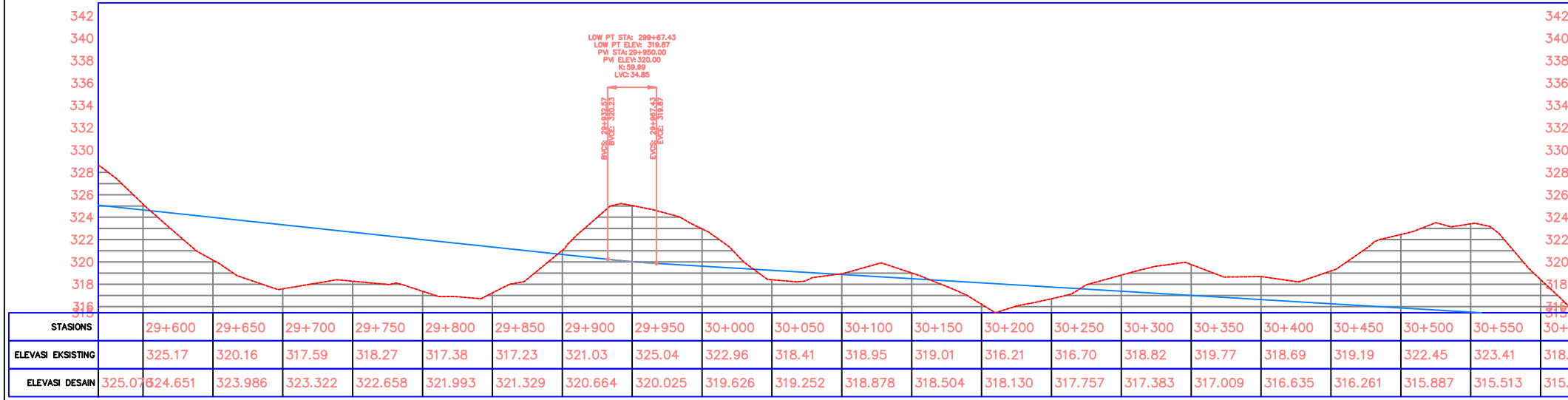
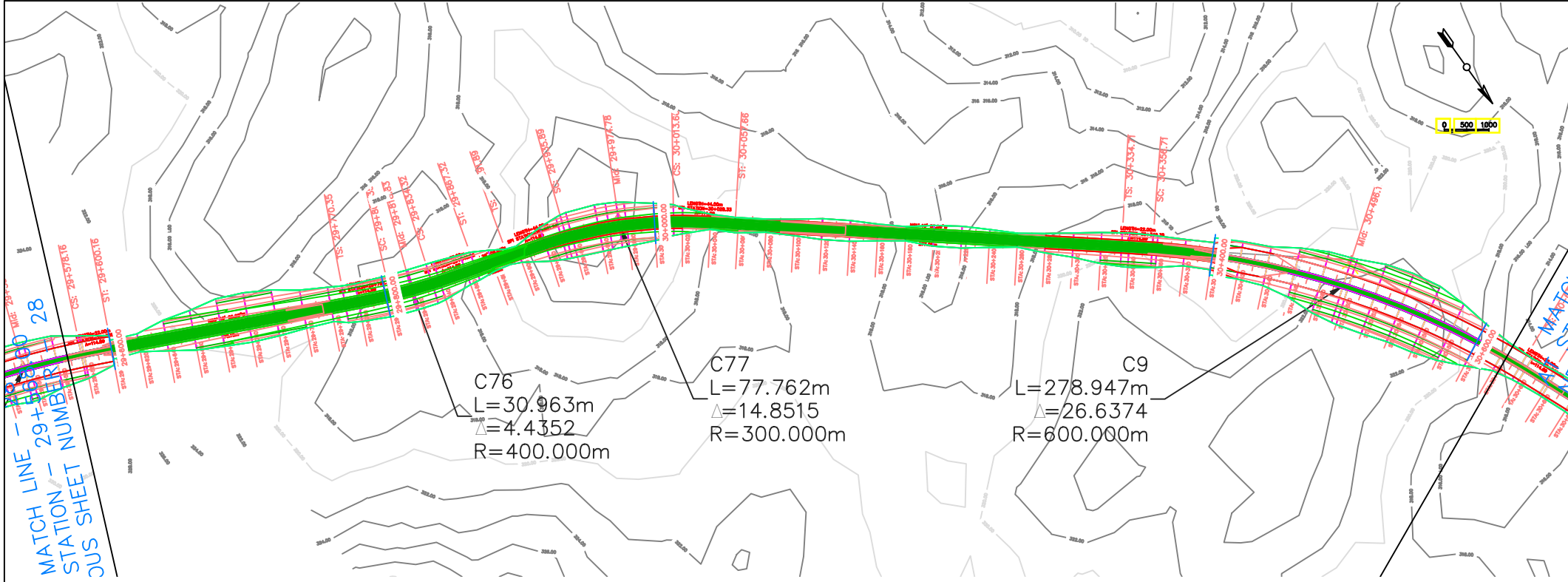


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahju Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	26 JUMLAH GBR 43

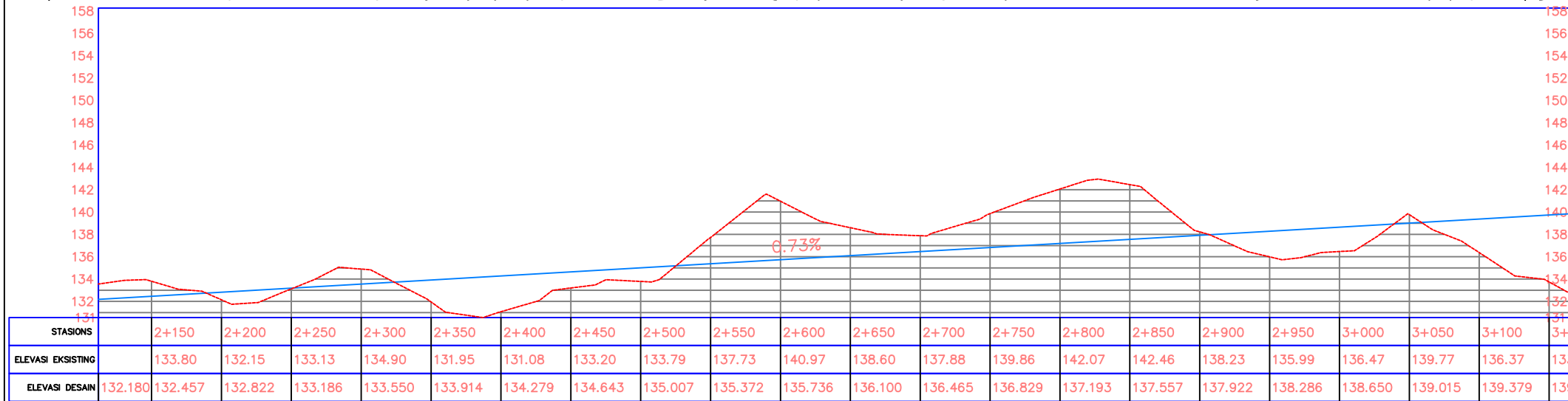
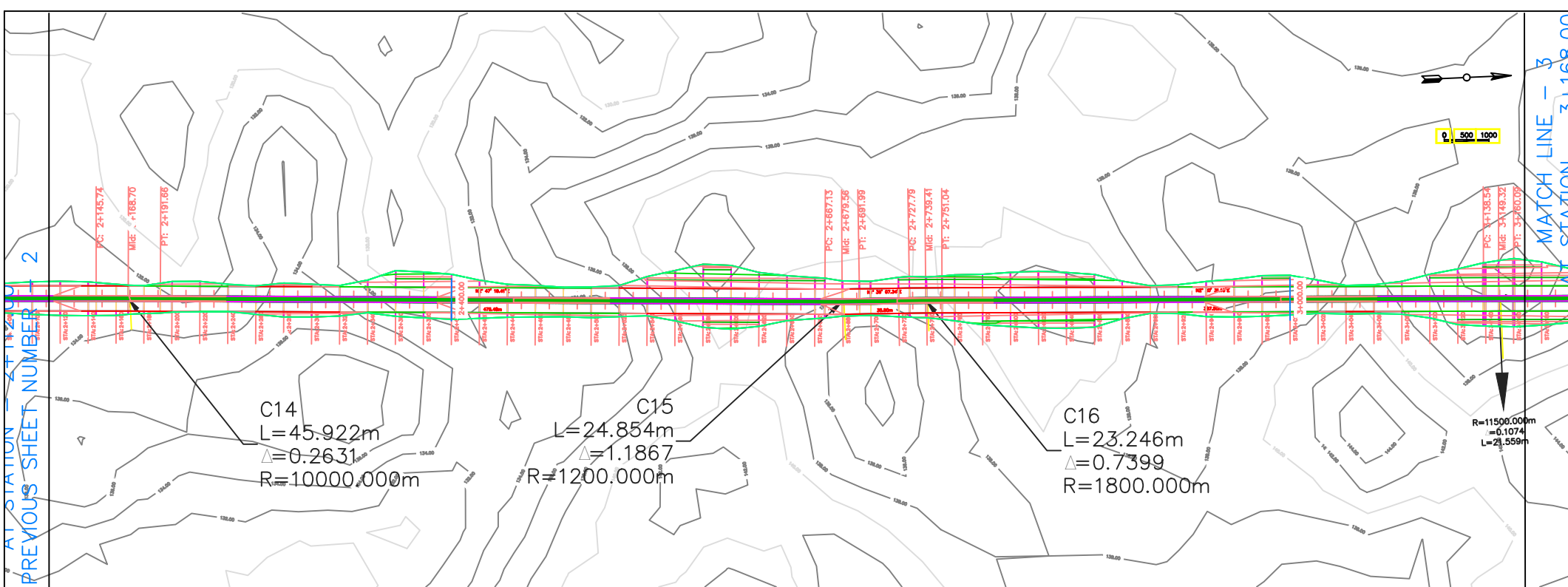




DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMAHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	28
								JUMLAH GBR 43

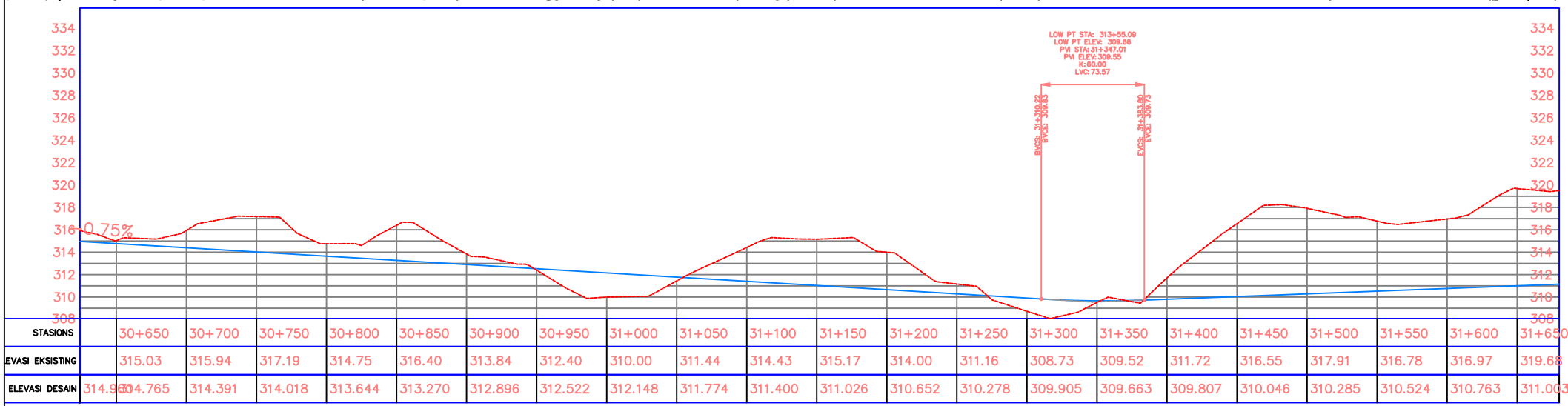
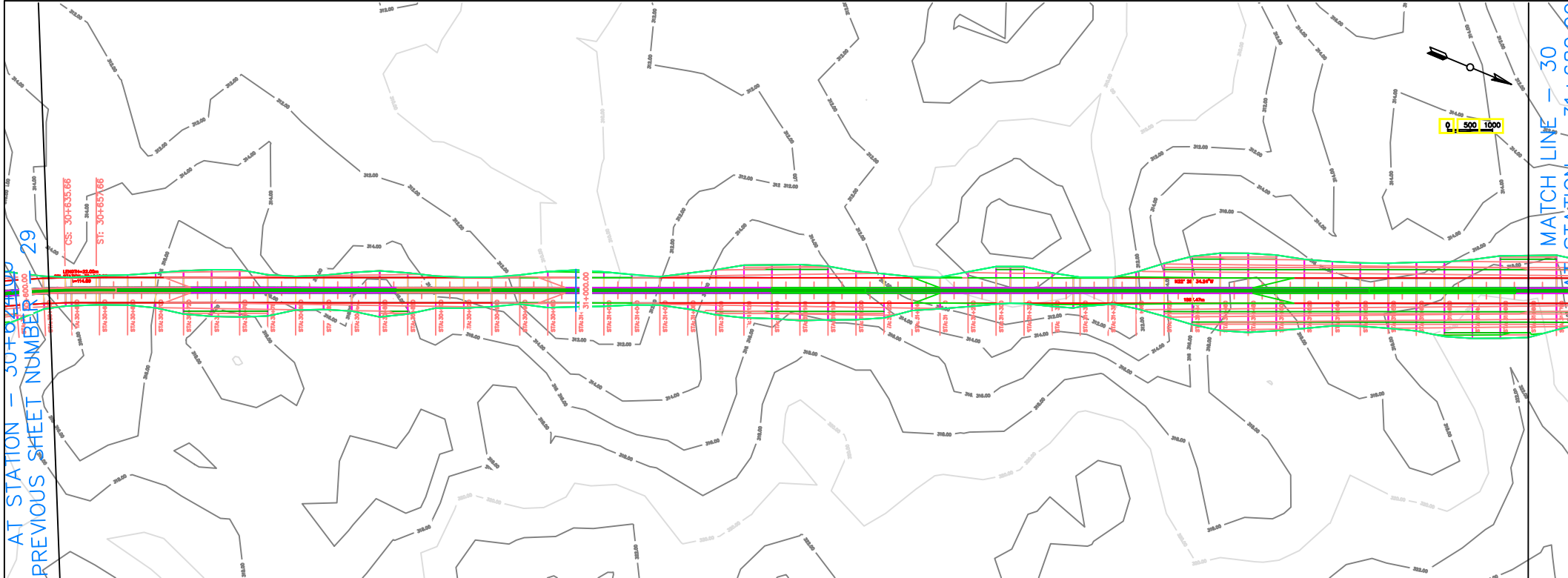


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	29
								JUMLAH GBR 43

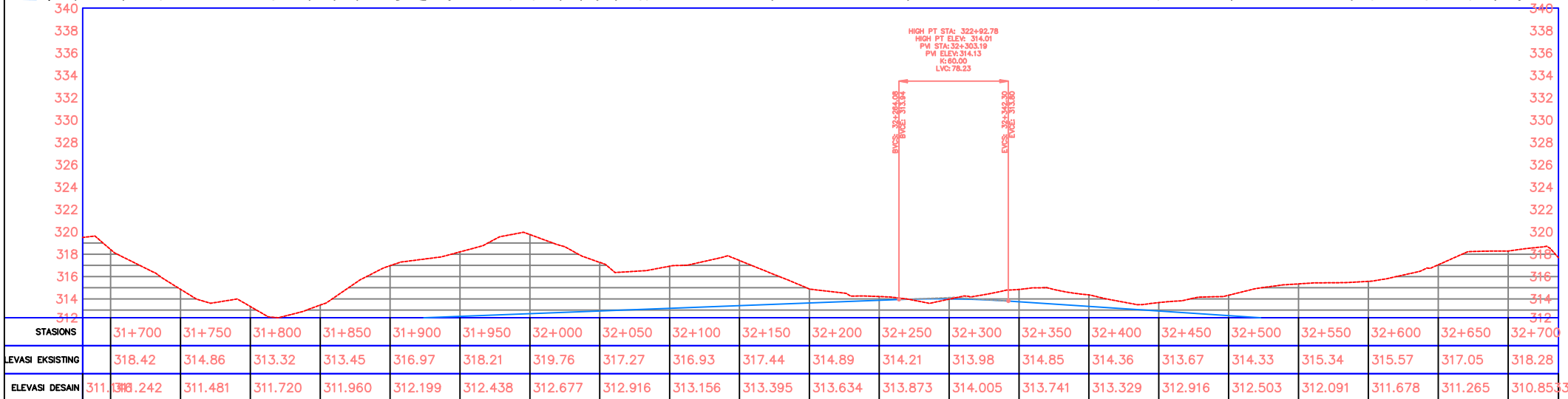
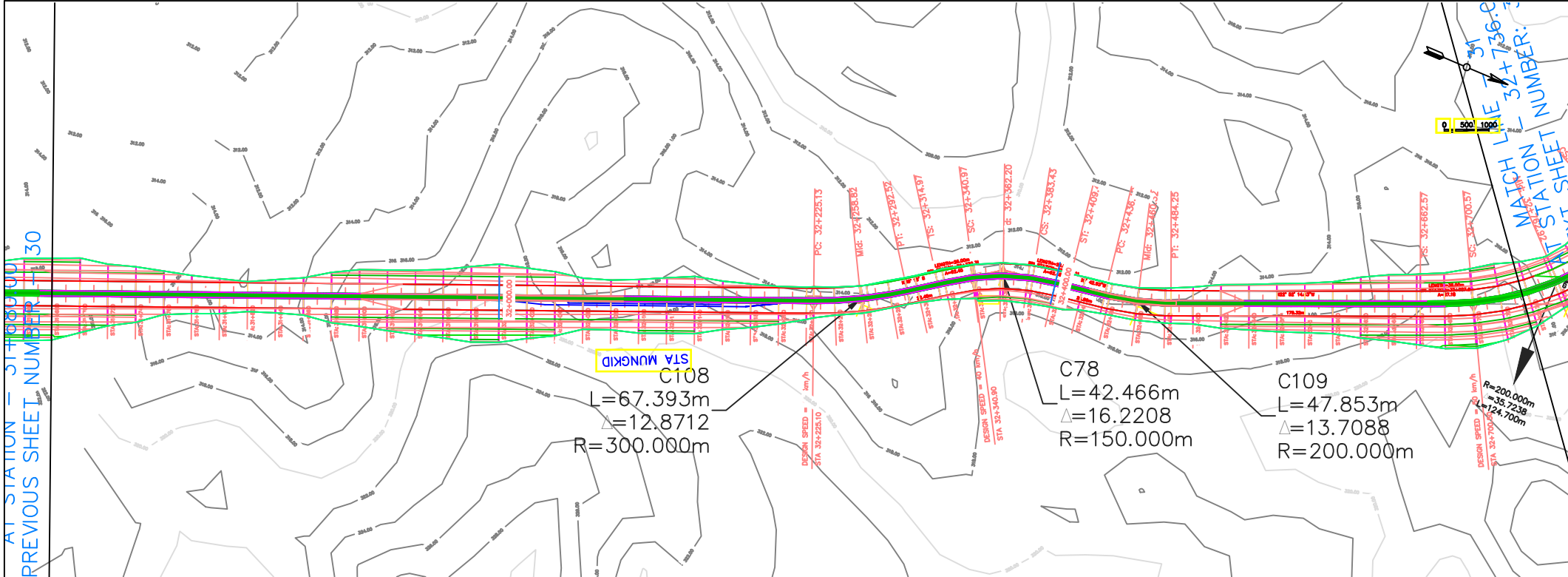


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	3
								JUMLAH GBR
								43





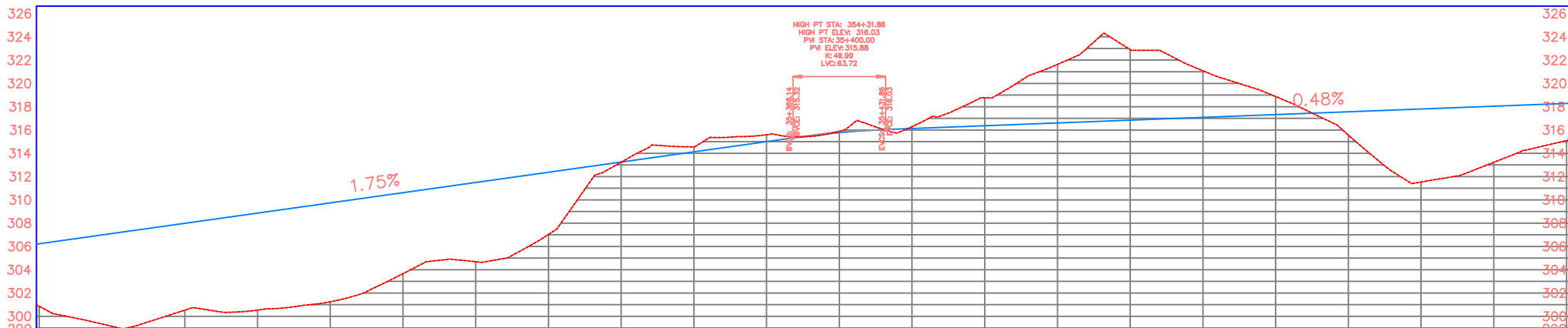
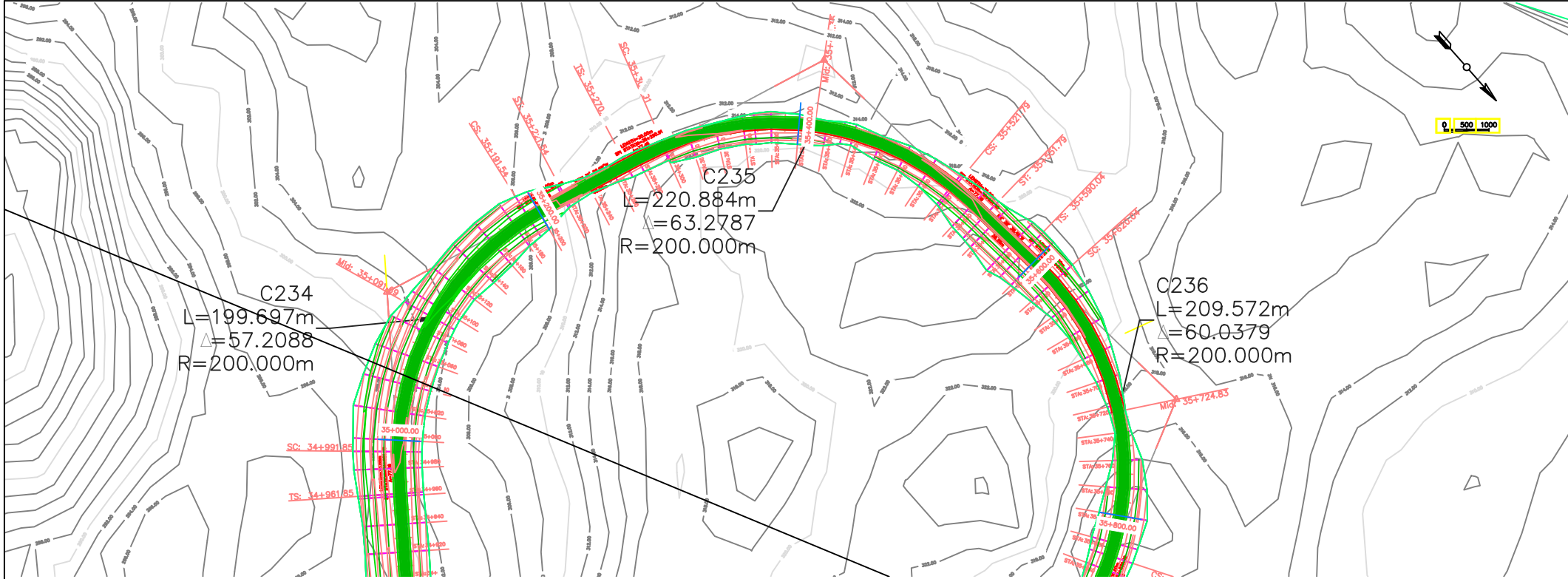
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	30 JUMLAH GBR 43



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	31
								JUMLAH GBR 43

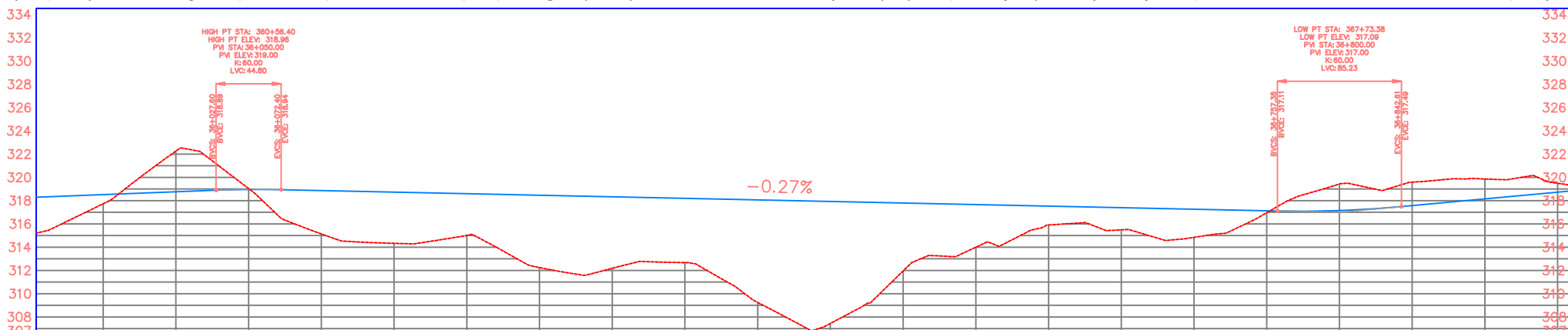
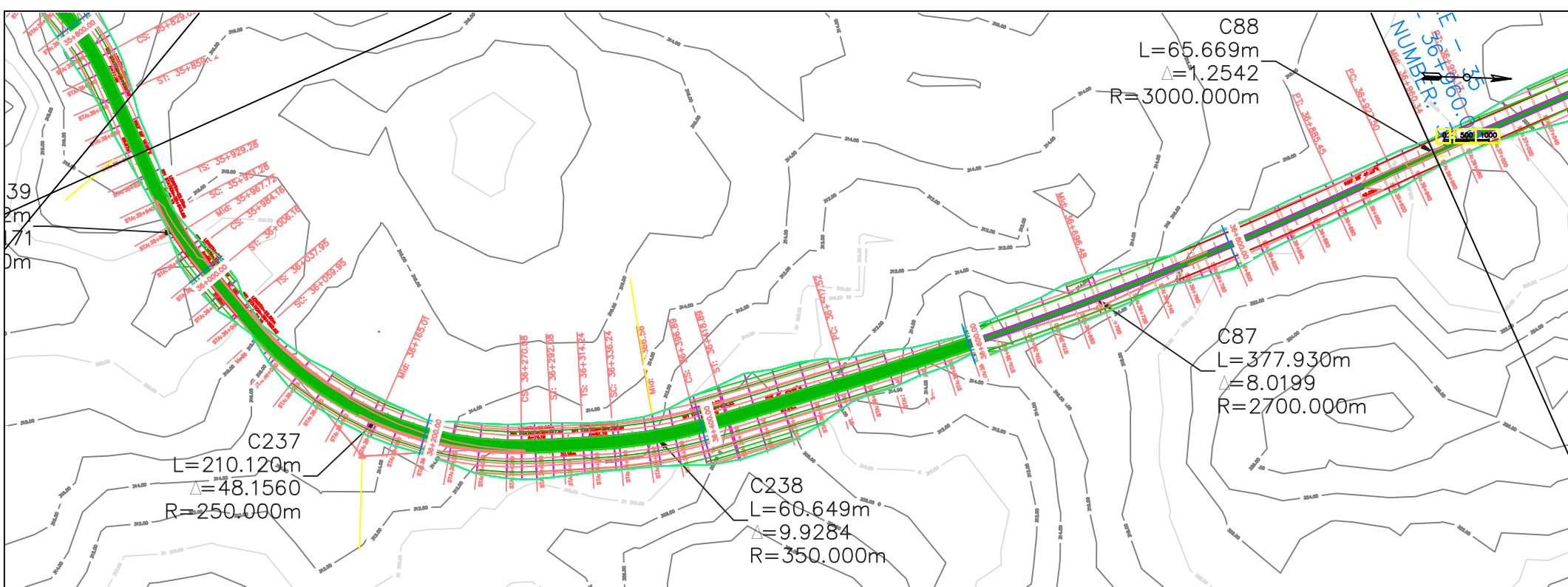






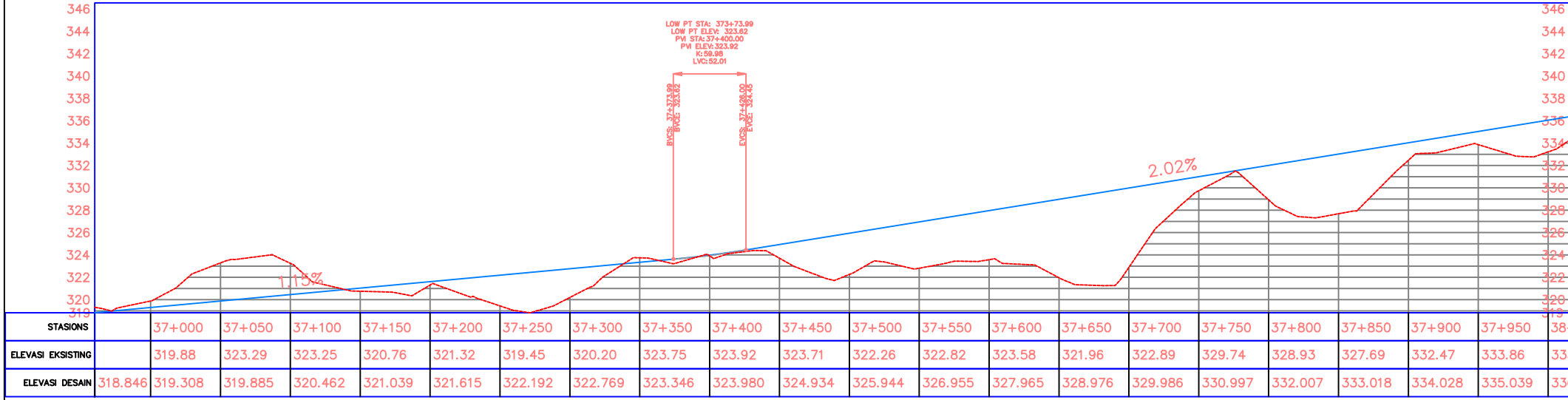
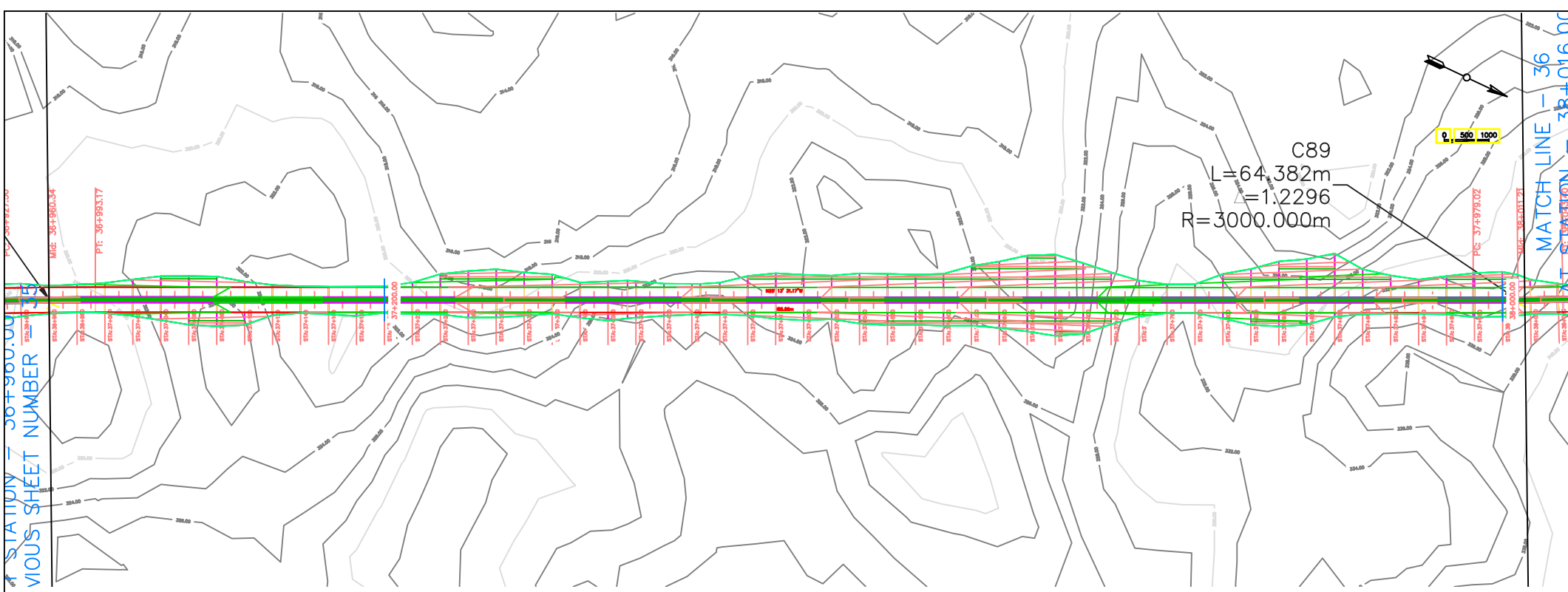
STASIUNS	34+850	34+900	34+950	35+000	35+050	35+100	35+150	35+200	35+250	35+300	35+350	35+400	35+450	35+500	35+550	35+600	35+650	35+700	35+750	35+800	35+850
ELEVASI EKSTING	300.86	299.14	300.53	300.53	301.25	303.66	304.69	307.03	313.24	314.55	315.59	315.88	316.29	318.76	321.63	322.90	321.08	318.87	315.56	311.53	313.22
ELEVASI DESAIN	306.12550	307.107	307.984	308.862	309.739	310.616	311.494	312.371	313.248	314.125	315.003	315.778	316.120	316.360	316.600	316.840	317.080	317.320	317.560	317.800	318.040

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	34 JUMLAH GBR 43

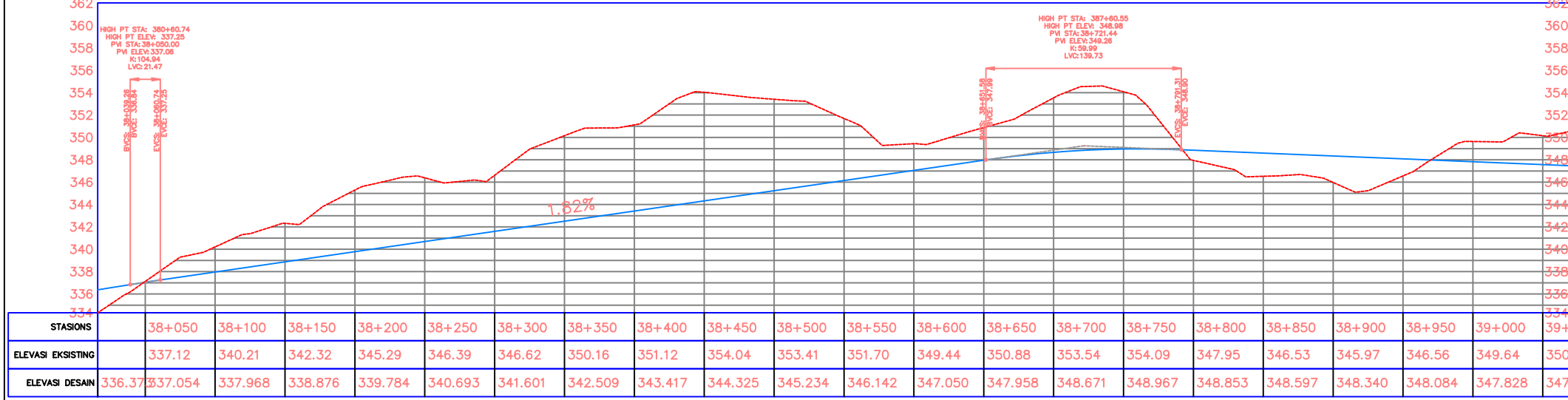
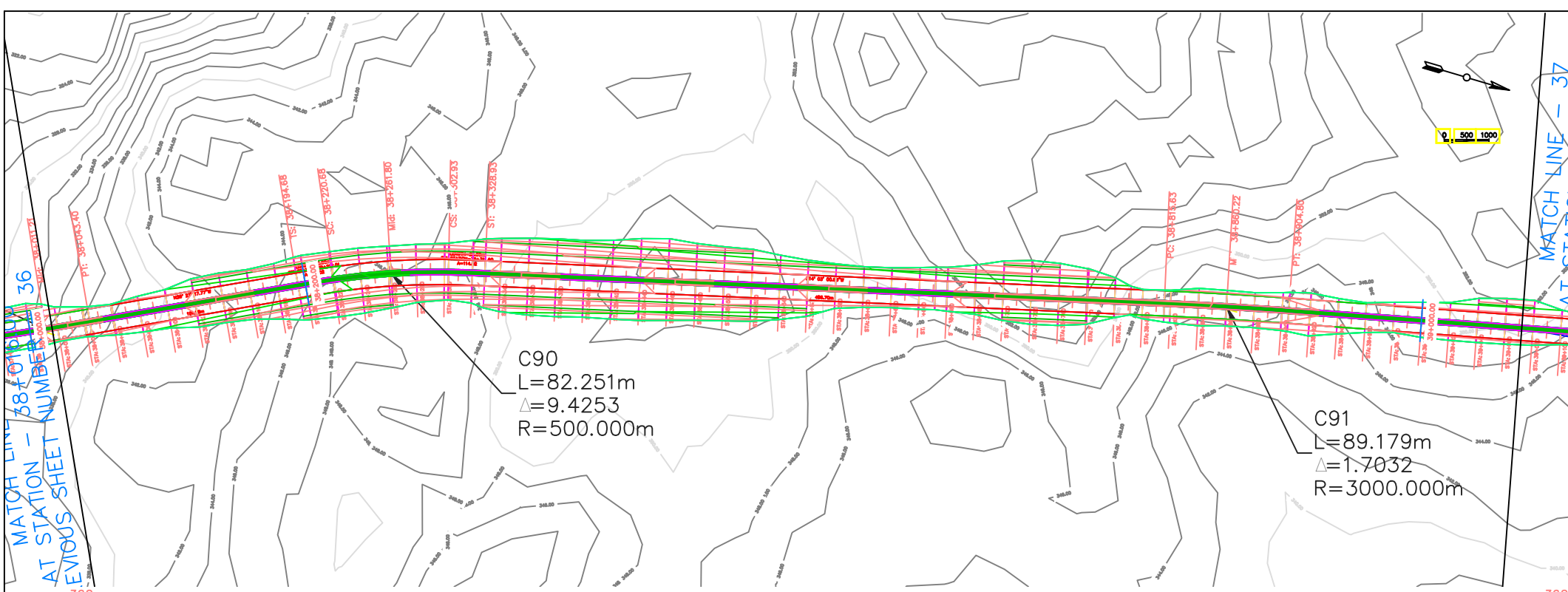


STASIONS	35+950	36+000	36+050	36+100	36+150	36+200	36+250	36+300	36+350	36+400	36+450	36+500	36+550	36+600	36+650	36+700	36+750	36+800	36+850	36+900
ELEVASI EKSTING	317.73	322.26	319.04	315.14	314.33	315.01	312.25	312.18	312.68	309.25	307.44	311.96	313.99	315.91	315.49	314.85	316.96	319.43	319.59	319.86
ELEVASI DESAN	318.299	318.520	318.760	318.958	318.867	318.733	318.600	318.467	318.333	318.200	317.933	317.800	317.667	317.533	317.400	317.267	317.133	317.151	317.577	318.154

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	35
								JUMLAH GBR
								43



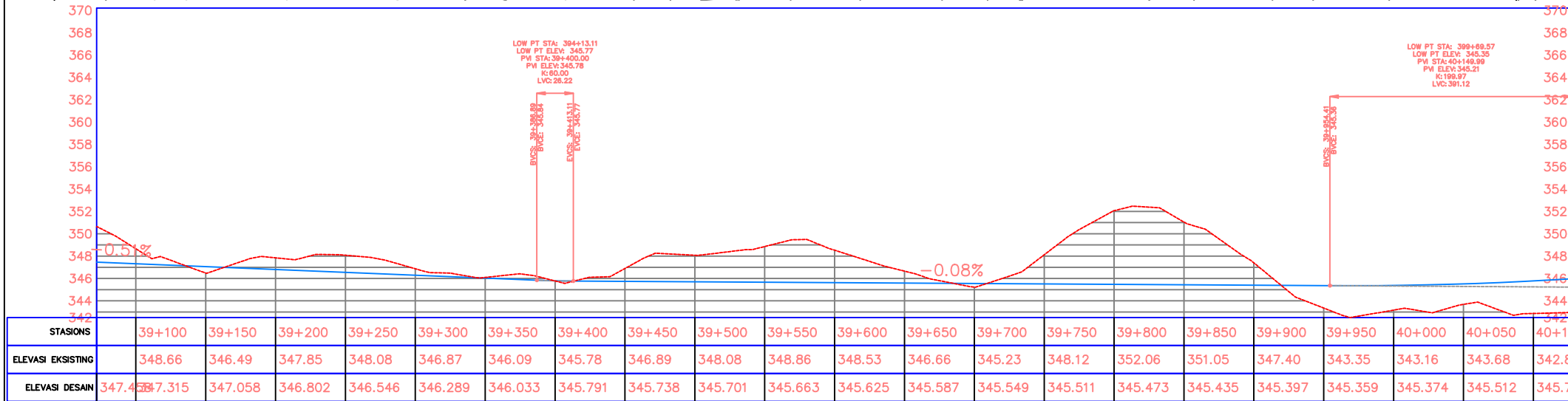
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	36
								JUMLAH GBR 43



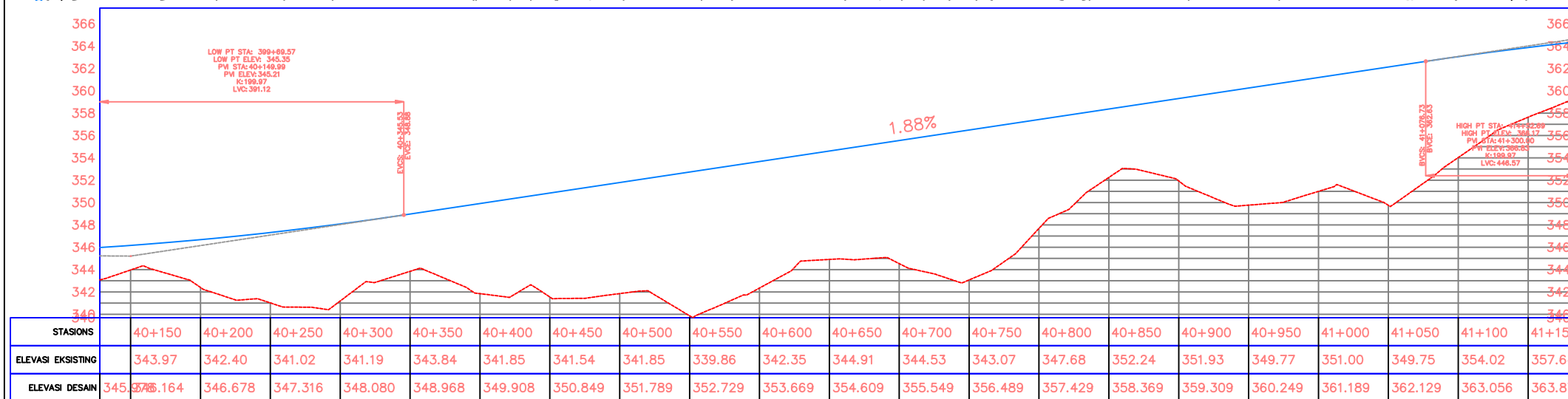
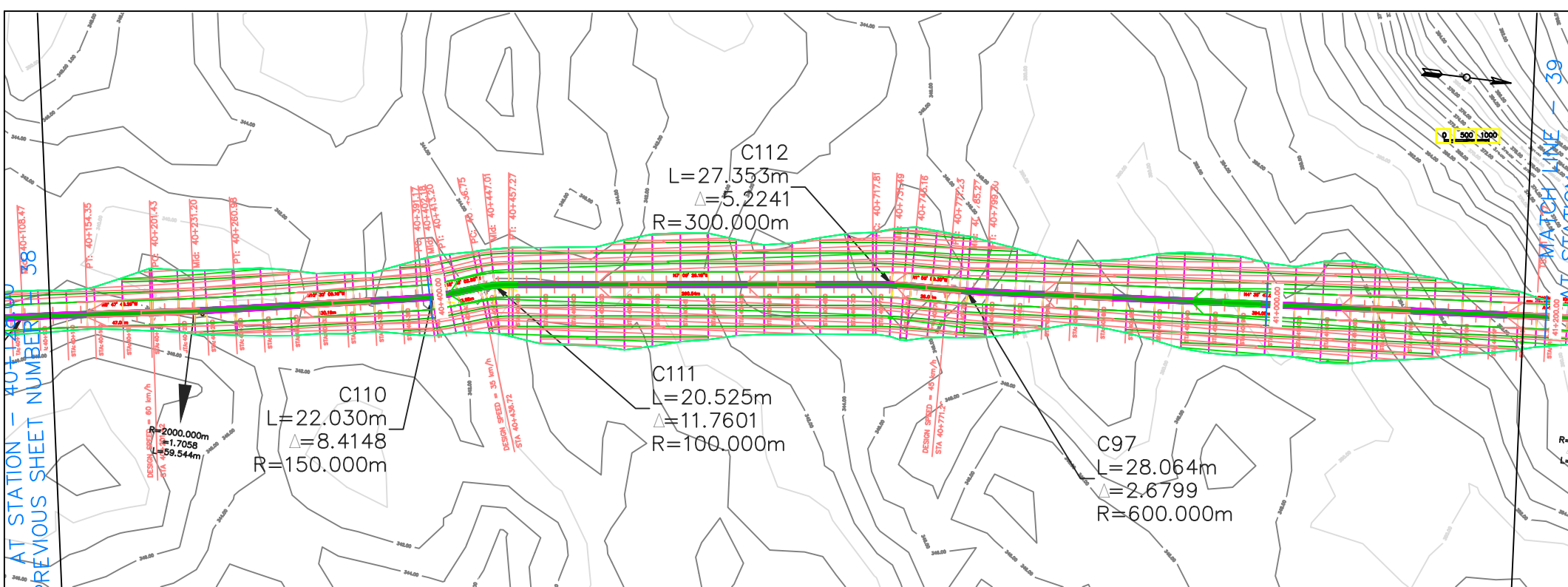
STASIANS	38+050	38+100	38+150	38+200	38+250	38+300	38+350	38+400	38+450	38+500	38+550	38+600	38+650	38+700	38+750	38+800	38+850	38+900	38+950	39+000	
ELEVASI EKSTING	337.12	340.21	342.32	345.29	346.39	346.62	350.16	351.12	354.04	353.41	351.70	349.44	350.88	353.54	354.09	347.95	346.53	345.97	346.56	349.64	
ELEVASI DESAIN	336.37	337.054	337.968	338.876	339.784	340.693	341.601	342.509	343.417	344.325	345.234	346.142	347.050	347.958	348.671	348.967	348.853	348.597	348.340	348.084	347.828

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	37 JUMLAH GBR 43



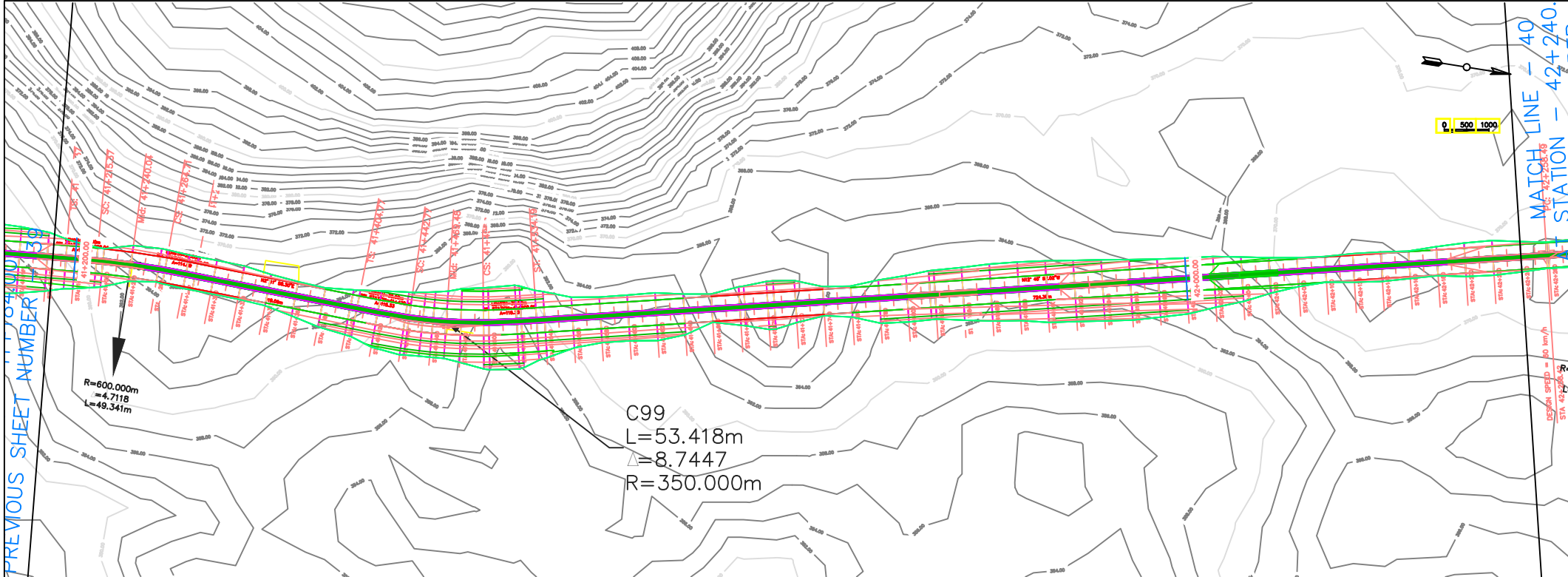


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	38 JUMLAH GBR 43

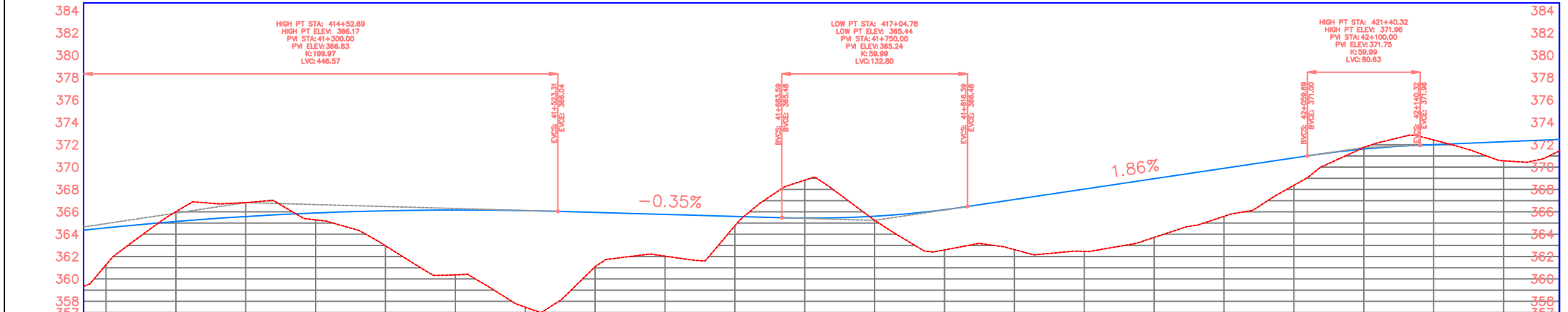


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahju Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	39
								JUMLAH GBR 43



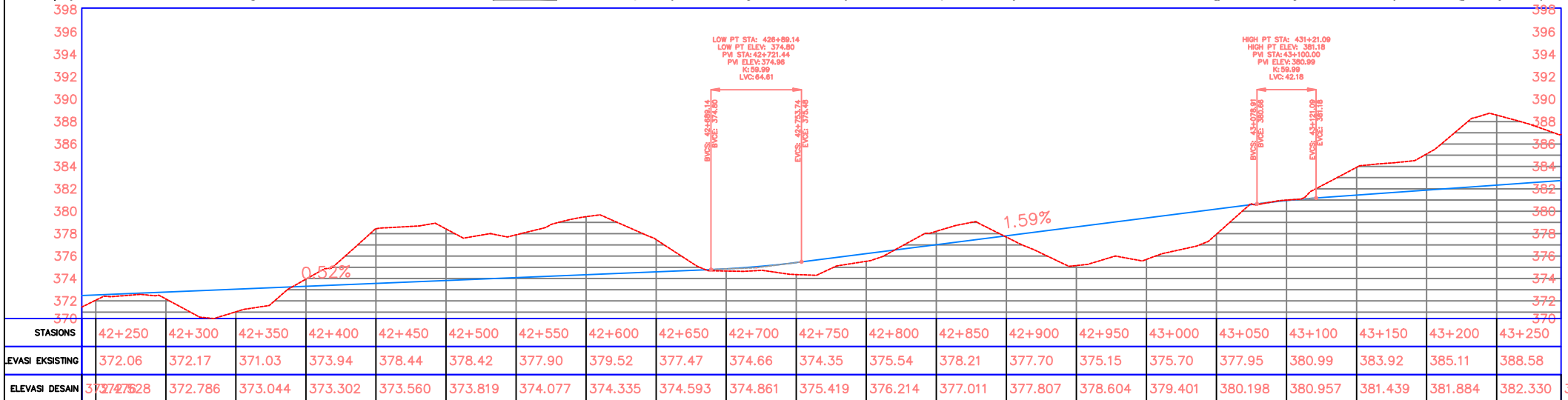
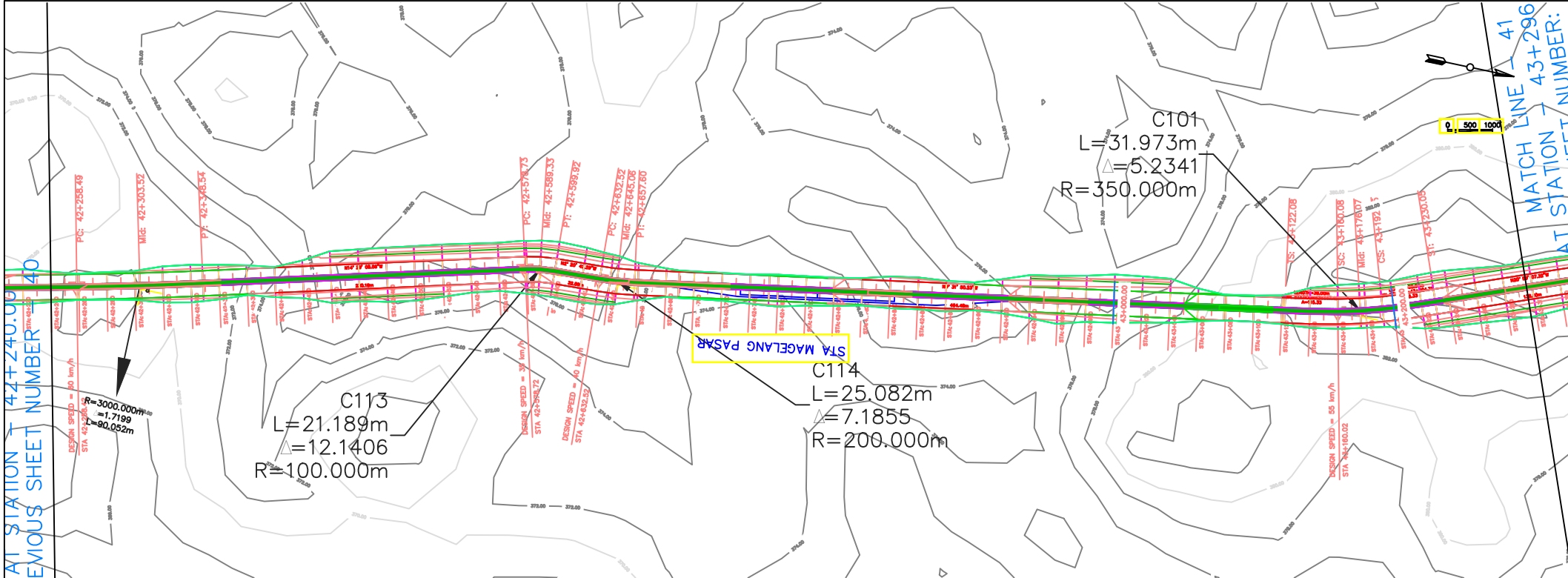


C99  
 L=53.418m  
 e=8.7447  
 R=350.000m



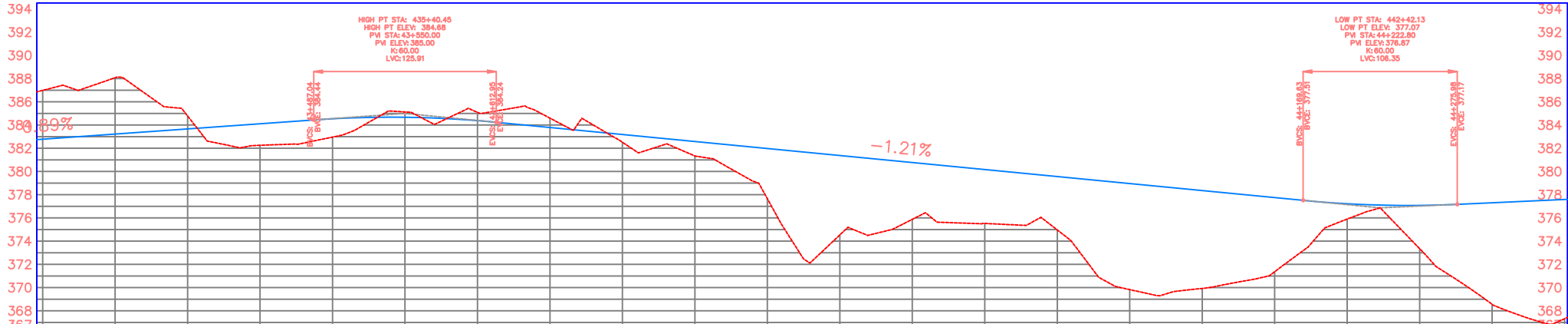
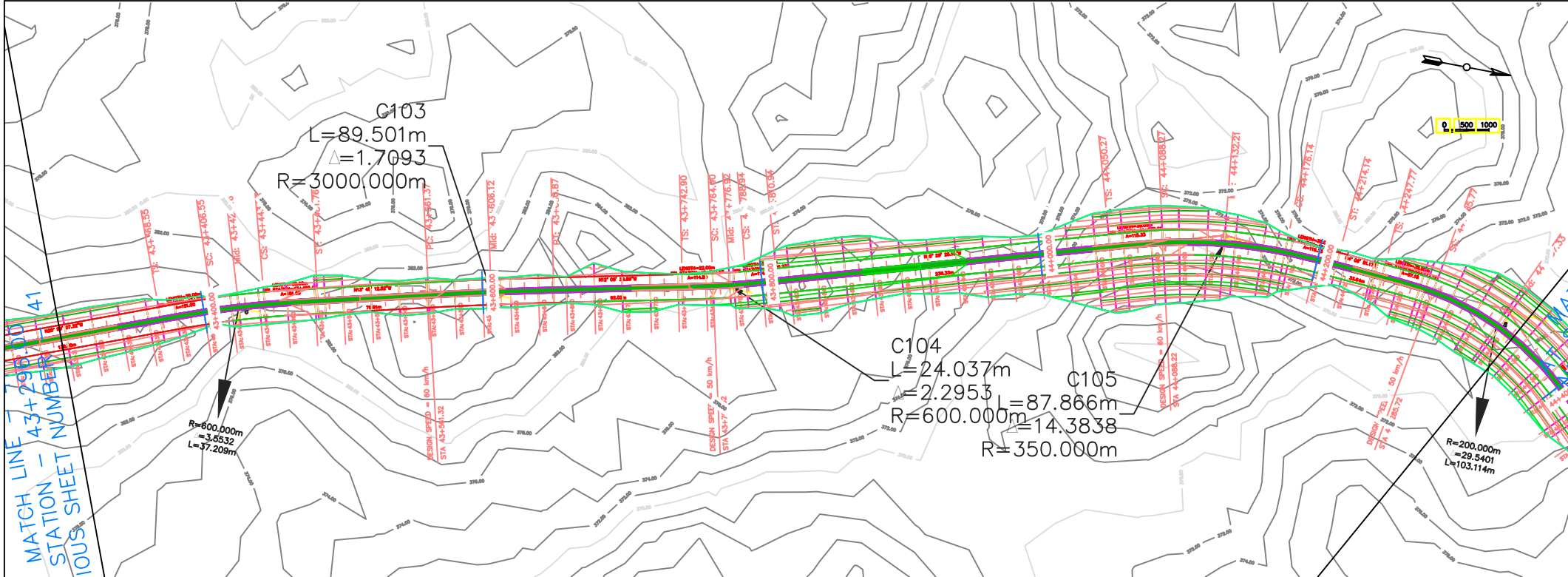
STASIONS	41+200	41+250	41+300	41+350	41+400	41+450	41+500	41+550	41+600	41+650	41+700	41+750	41+800	41+850	41+900	41+950	42+000	42+050	42+100	42+150	42+200
ELEVASI EKSTING	361.26	366.02	366.83	365.28	362.97	360.36	357.48	361.10	362.04	364.75	368.84	365.24	362.60	362.62	362.46	363.71	365.60	368.37	371.75	372.43	370.57
ELEVASI DESAIN	364.368	365.159	365.583	365.902	366.096	366.166	366.110	365.947	365.770	365.594	365.440	365.608	366.194	367.101	368.032	368.962	369.892	370.823	371.618	372.011	372.269

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	40 JUMLAH GBR 43



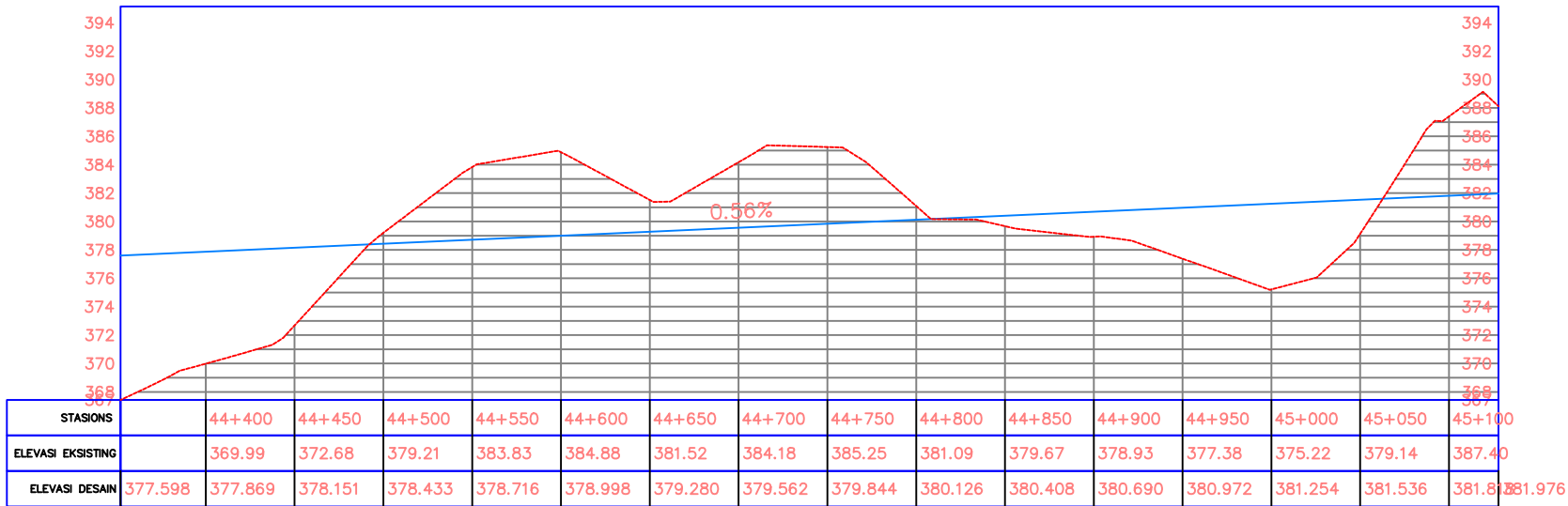
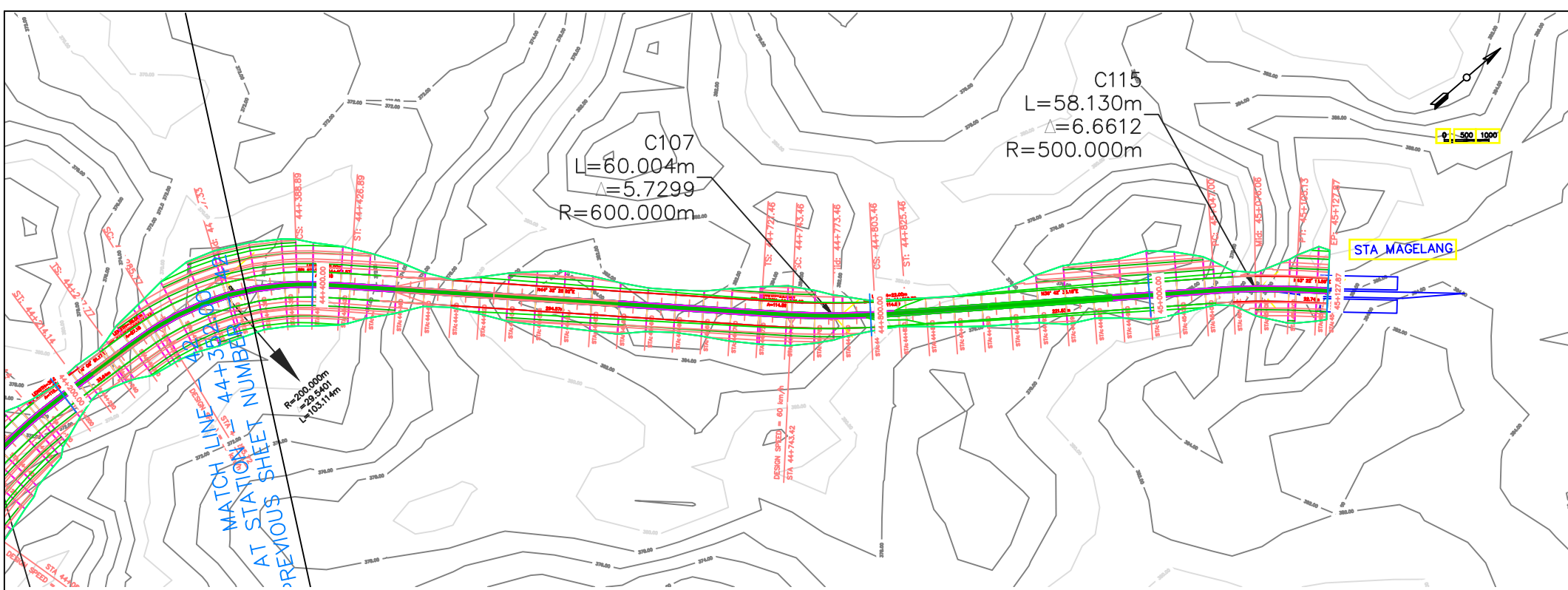
STATIONS	42+250	42+300	42+350	42+400	42+450	42+500	42+550	42+600	42+650	42+700	42+750	42+800	42+850	42+900	42+950	43+000	43+050	43+100	43+150	43+200	43+250
EVASI EKSTING	372.06	372.17	371.03	373.94	378.44	378.42	377.90	379.52	377.47	374.66	374.35	375.54	378.21	377.70	375.15	375.70	377.95	380.99	383.92	385.11	388.58
ELEVASI DESAIN	372.76	372.786	373.044	373.302	373.560	373.819	374.077	374.335	374.593	374.861	375.419	376.214	377.011	377.807	378.604	379.401	380.198	380.957	381.439	381.884	382.330

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	41 JUMLAH GBR 43



STASIUNS	43+300	43+350	43+400	43+450	43+500	43+550	43+600	43+650	43+700	43+750	43+800	43+850	43+900	43+950	44+000	44+050	44+100	44+150	44+200	44+250	44+300
ELEVASI EKSTING	386.98	388.07	384.78	382.25	382.96	385.13	385.09	384.59	382.52	381.34	377.65	374.54	375.88	375.53	374.96	369.83	369.93	371.37	375.90	373.35	368.56
ELEVASI DESAIN	383.27595	383.220	383.665	384.110	384.541	384.670	384.382	383.792	383.187	382.583	381.979	381.375	380.770	380.166	379.562	378.958	378.354	377.749	377.222	377.079	377.305

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	42
								JUMLAH GBR 43



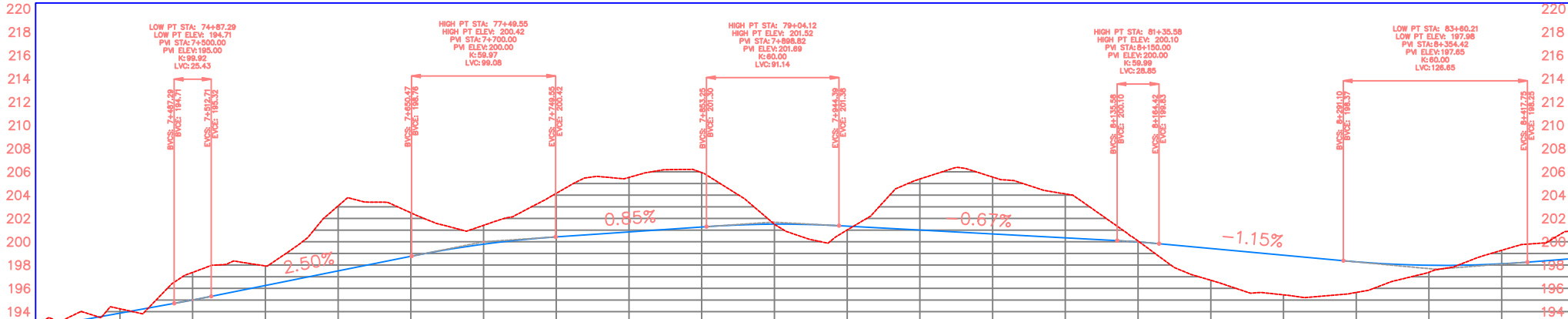
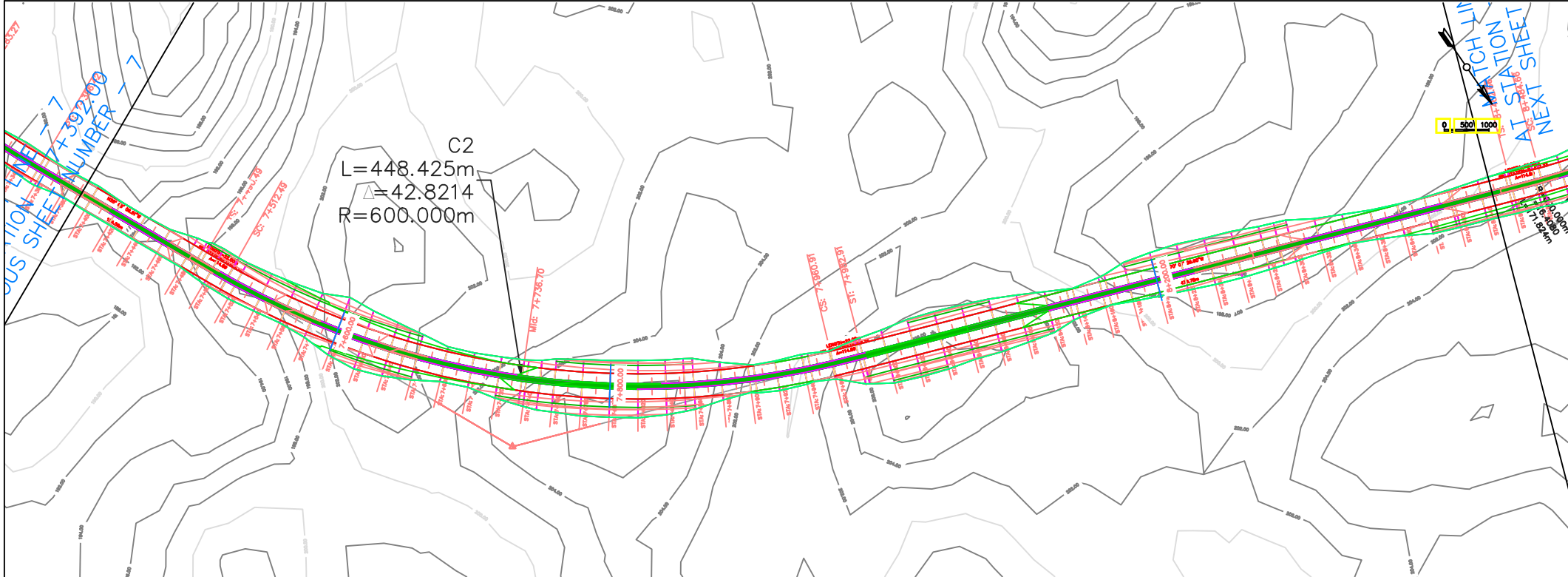
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	43
								JUMLAH GBR
								43





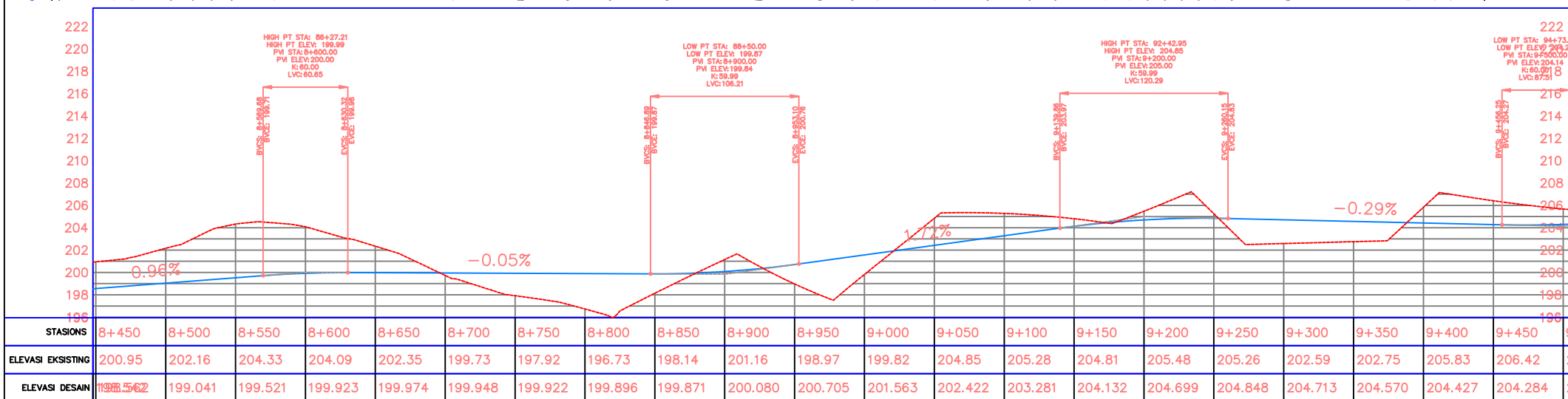
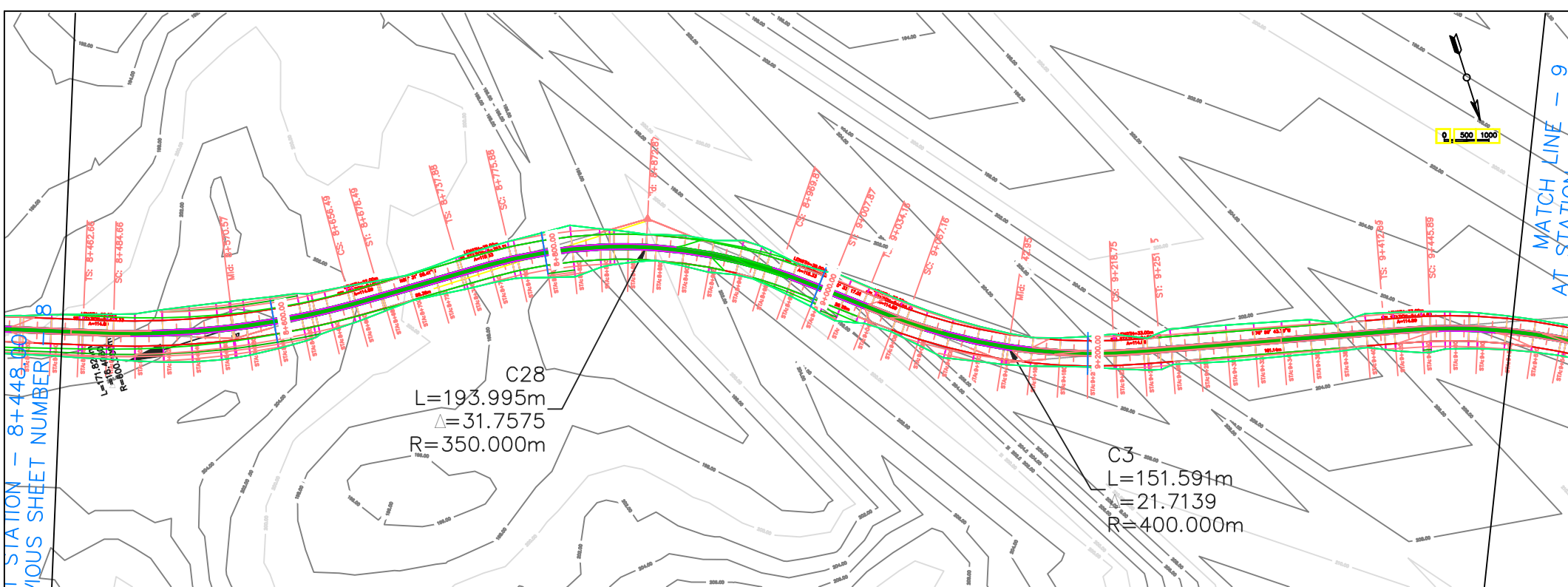






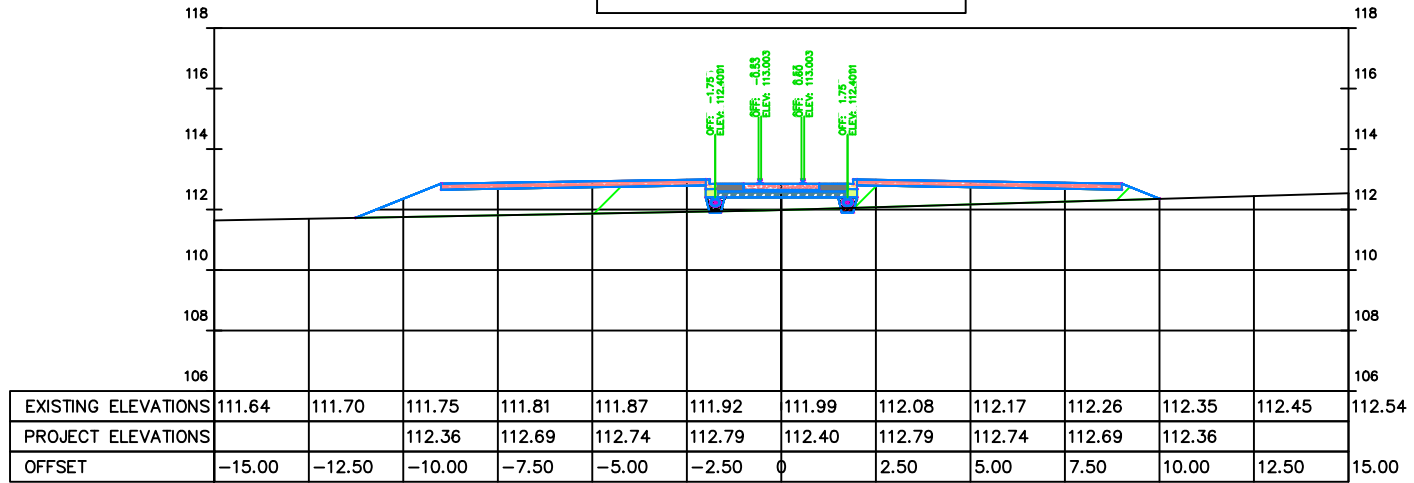
STASIUNS	7+400	7+450	7+500	7+550	7+600	7+650	7+700	7+750	7+800	7+850	7+900	7+950	8+000	8+050	8+100	8+150	8+200	8+250	8+300	8+350	8+400
ELEVASI EKSTING	193.41	194.25	197.37	197.93	203.08	202.49	201.41	204.16	205.52	205.94	201.50	201.01	205.38	205.55	204.11	200.07	196.70	195.45	195.65	197.38	199.27
ELEVASI DESAIN	193.2754	193.877	195.008	196.250	197.500	198.750	199.795	200.424	200.848	201.272	201.514	201.342	201.007	200.671	200.336	199.983	199.424	198.848	198.279	197.985	198.108

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti, 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	8
								JUMLAH GBR
								43

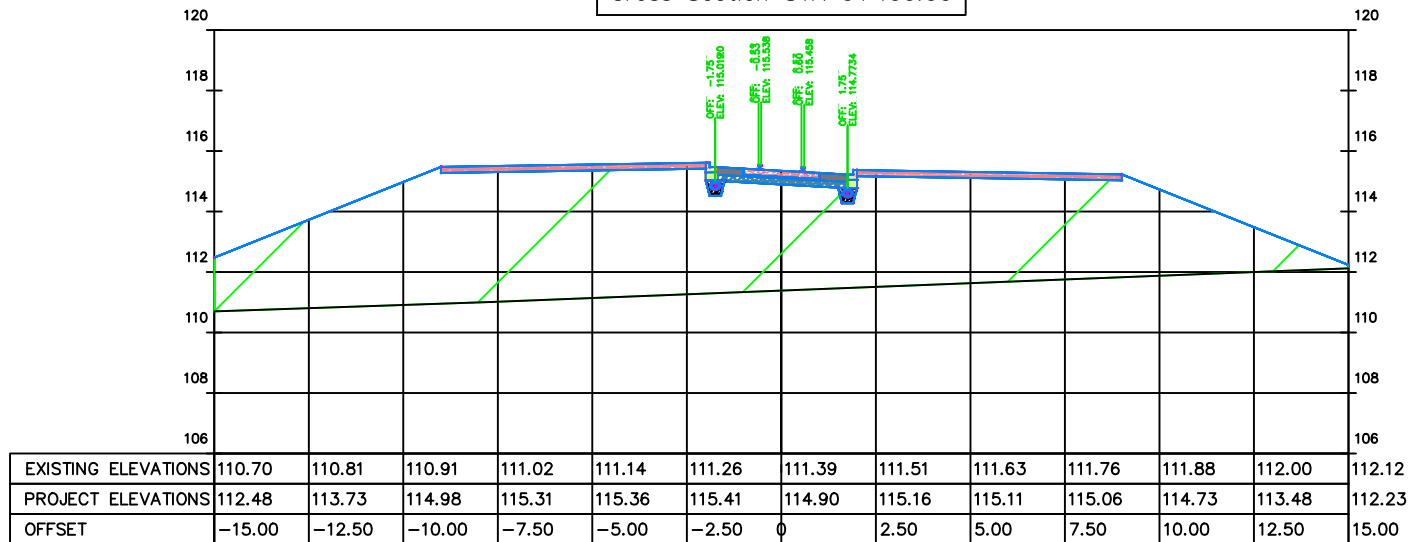


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA MAGELANG	Ir. Wahju Herijanto, MT, NIP196209061989031012	Satria Prayudha Sakti 0311174500014	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	Plan and Profile		PL	9
								JUMLAH GBR
								43

Cross Section STA 0+000.00



Cross Section STA 0+400.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

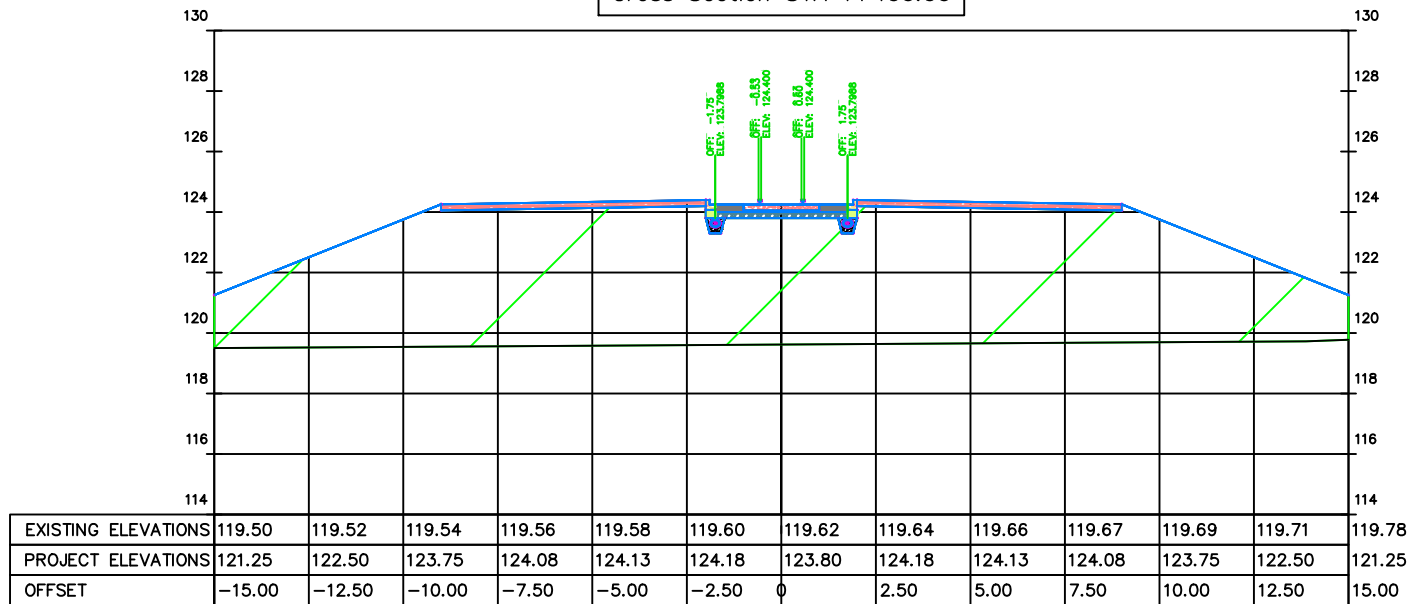
NO. GBR

1

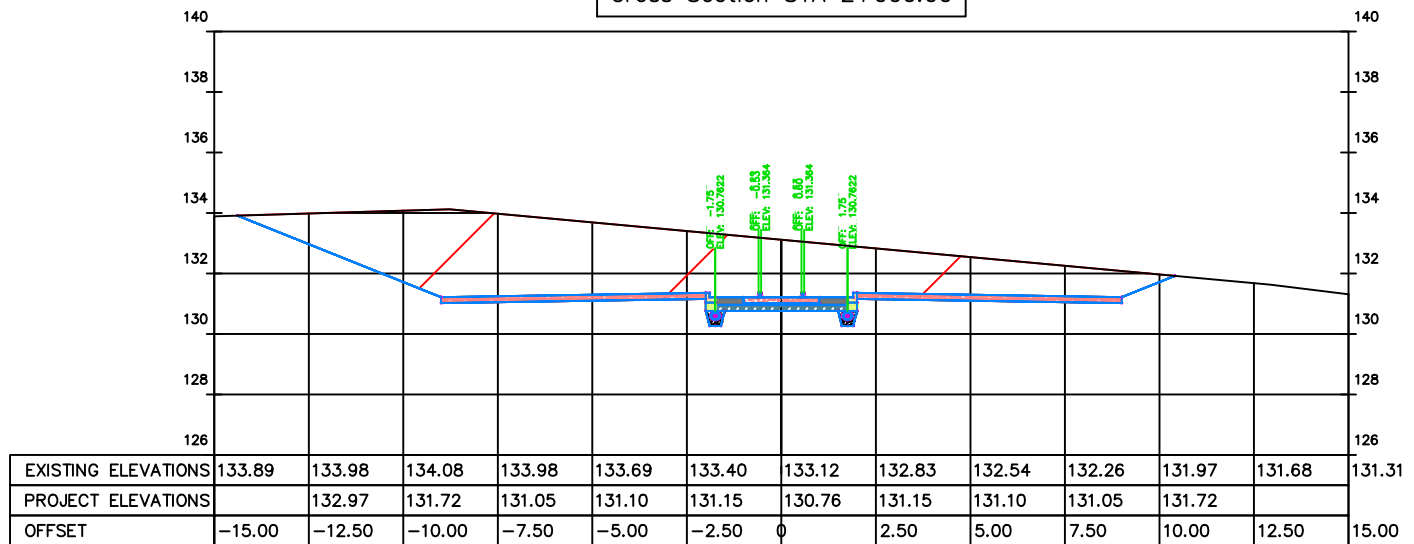
JML GBR

74

Cross Section STA 1+400.00



Cross Section STA 2+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

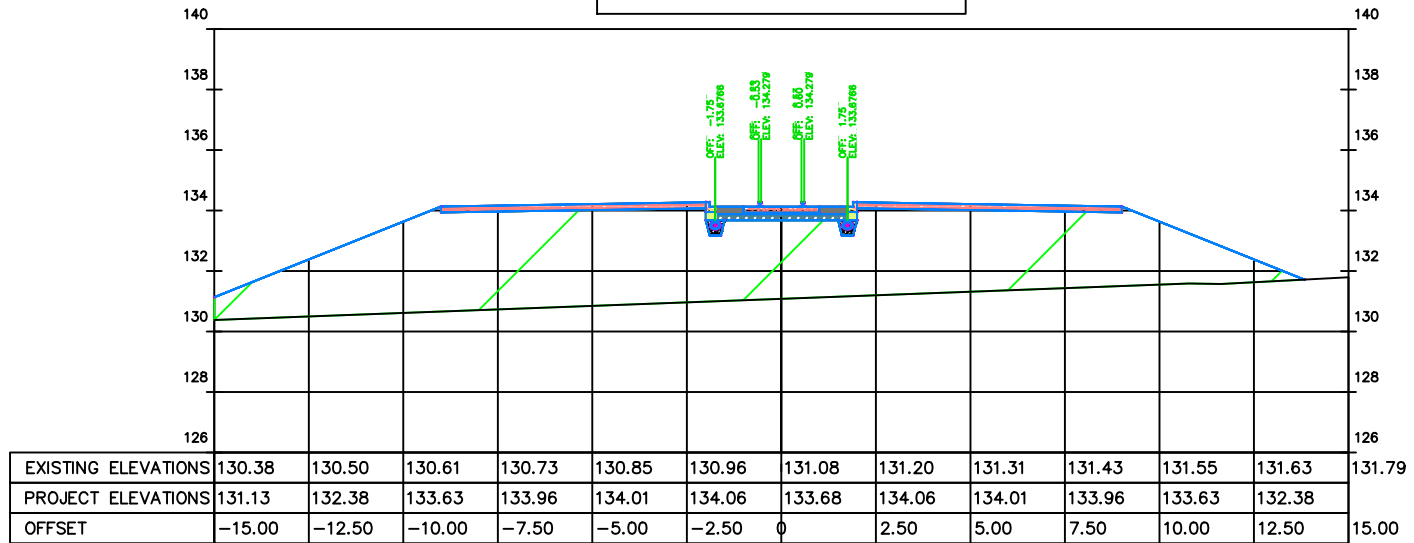
NO. GBR

2

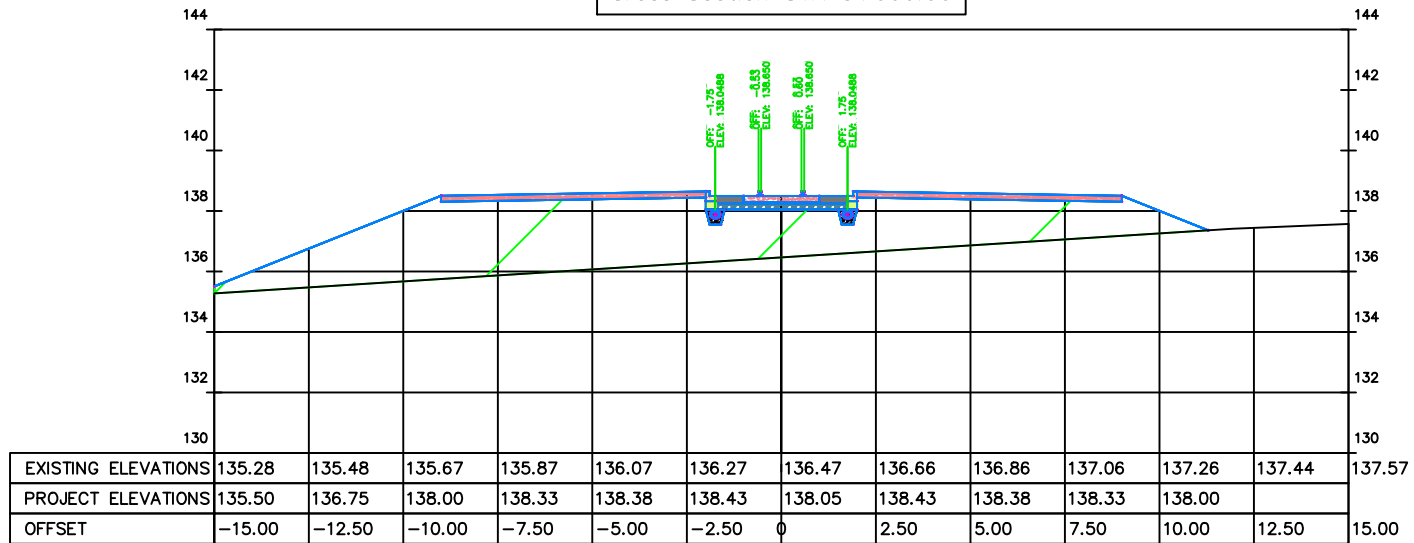
JML GBR

74

Cross Section STA 2+400.00



Cross Section STA 3+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

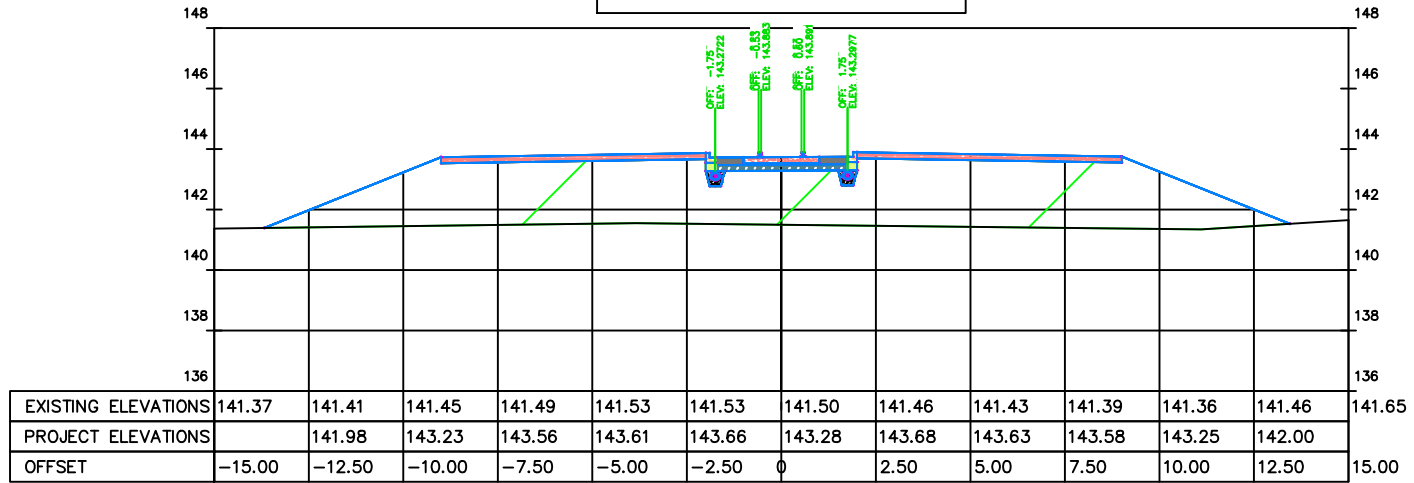
NO. GBR

3

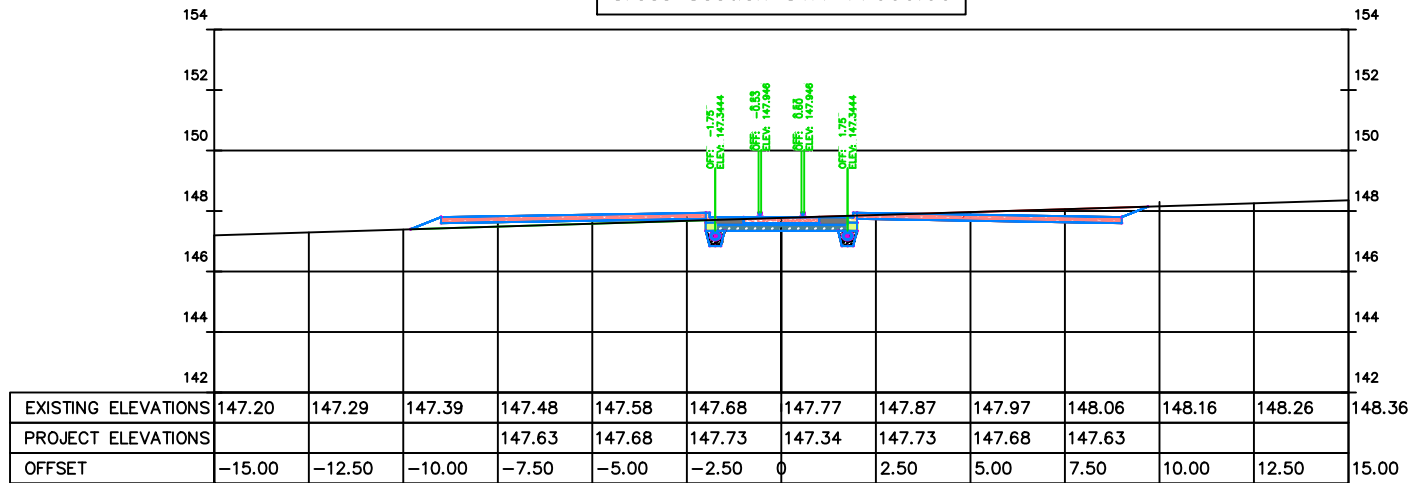
JML GBR

74

Cross Section STA 3+600.00



Cross Section STA 4+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

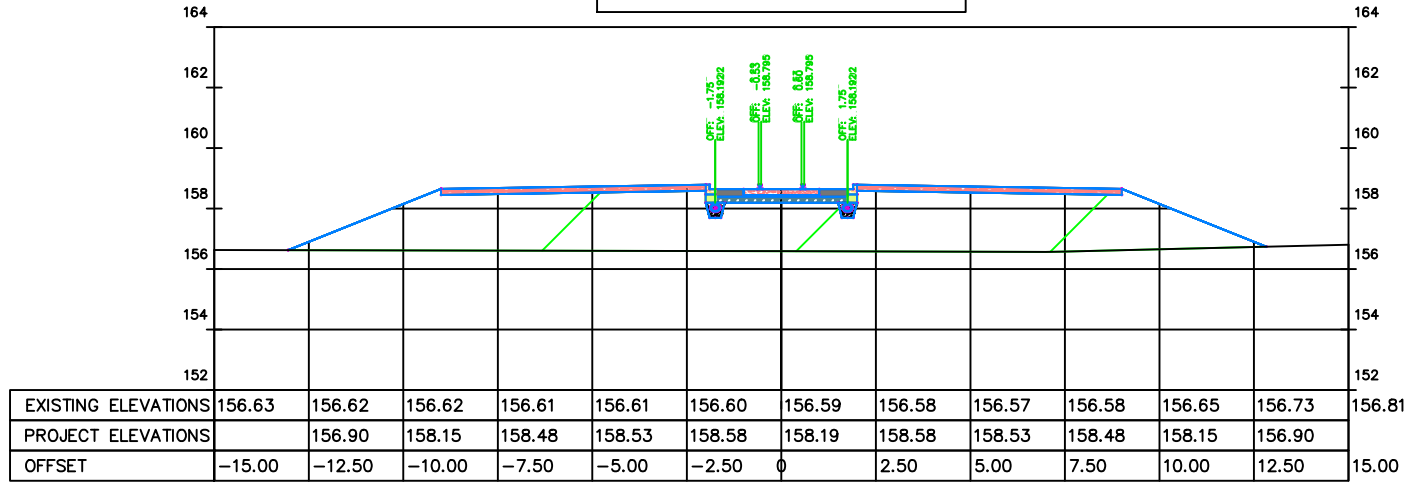
4

JML GBR

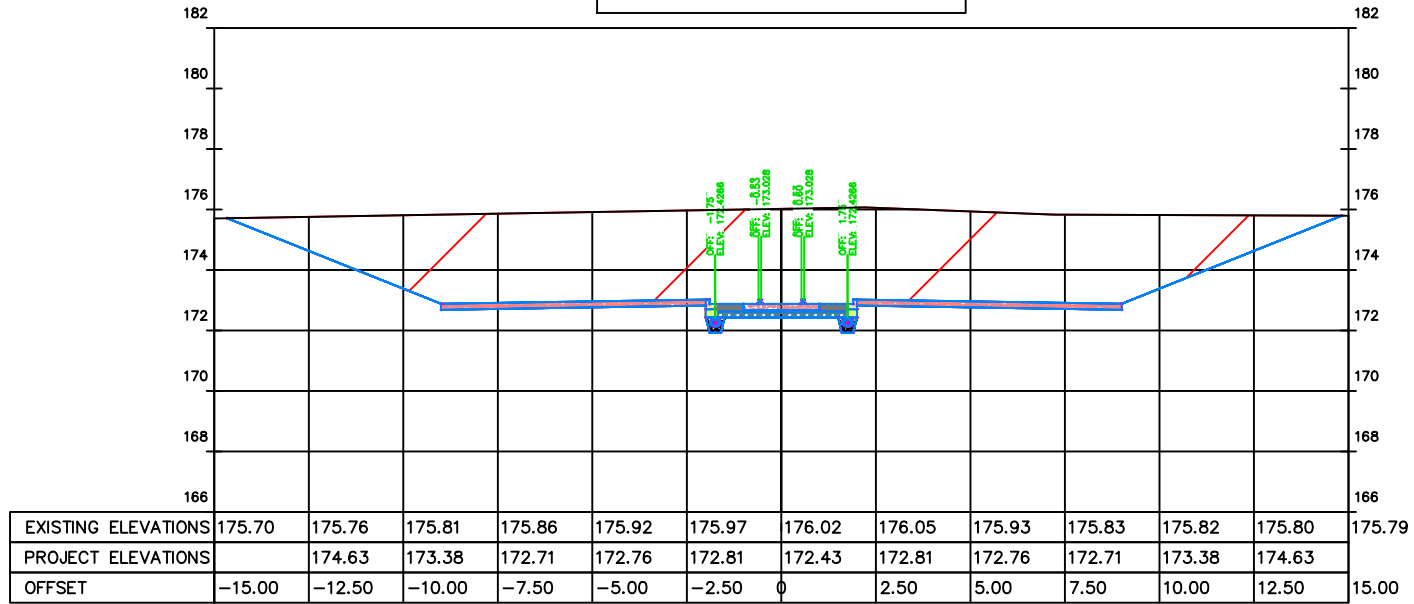
74



Cross Section STA 5+000.00



Cross Section STA 6+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

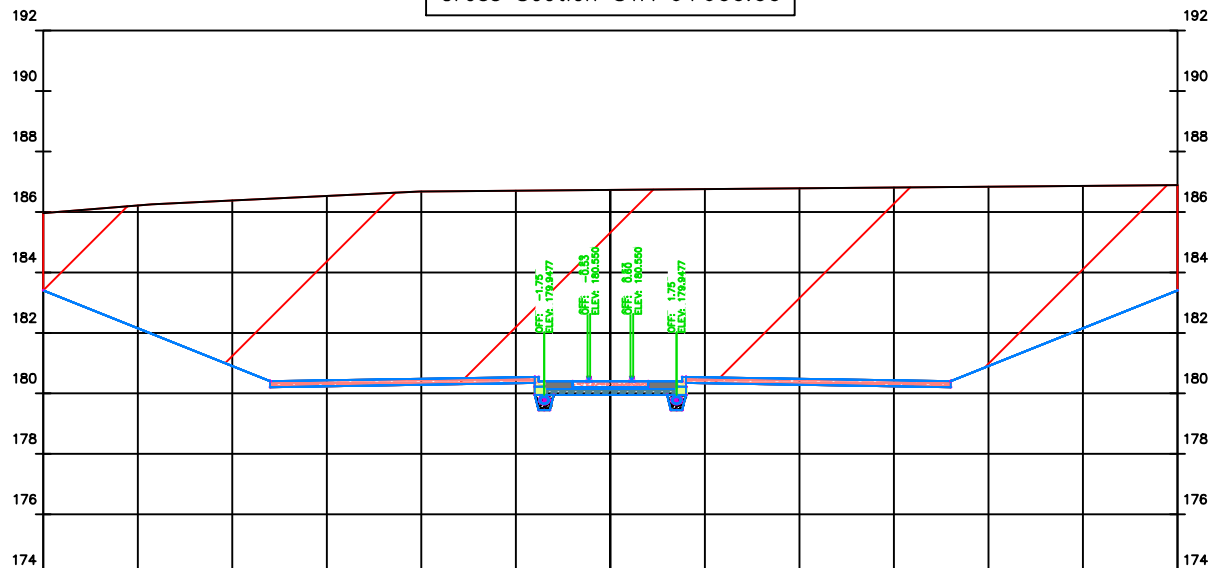
NO. GBR

5

JML GBR

74

Cross Section STA 6+600.00



EXISTING ELEVATIONS	185.96	186.21	186.38	186.53	186.68	186.70	186.73	186.75	186.78	186.81	186.83	186.86	186.88
PROJECT ELEVATIONS	183.40	182.15	180.90	180.23	180.28	180.33	179.95	180.33	180.28	180.23	180.90	182.15	183.40
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

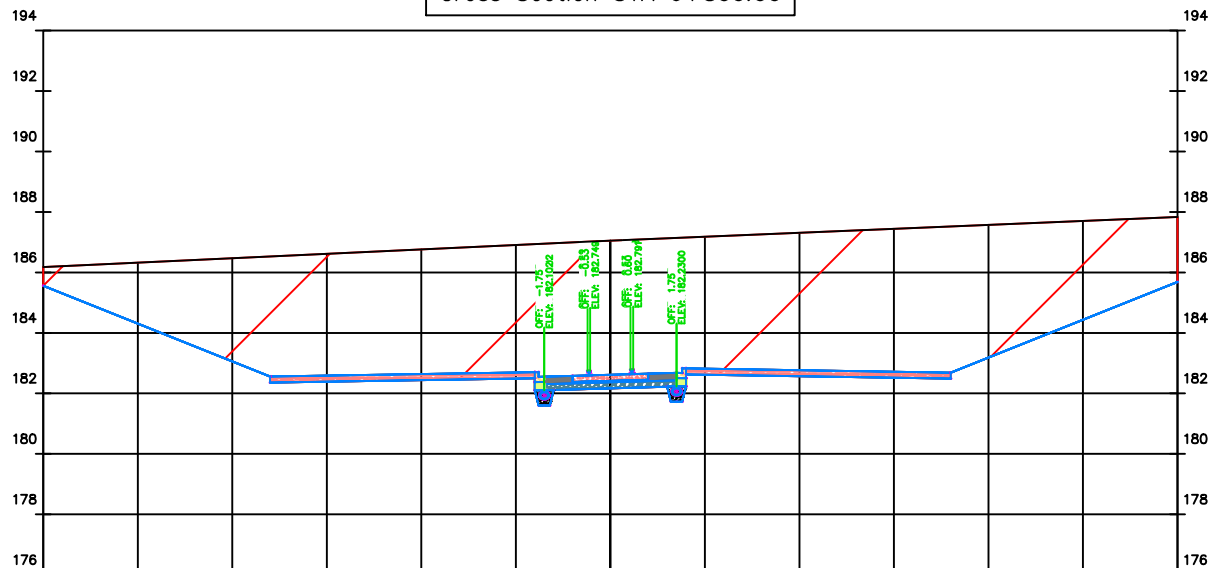
NO. GBR

6

JML GBR

74

Cross Section STA 6+800.00



EXISTING ELEVATIONS	186.18	186.32	186.47	186.61	186.76	186.91	187.05	187.18	187.31	187.44	187.57	187.70	187.83
PROJECT ELEVATIONS	185.56	184.31	183.06	182.39	182.44	182.49	182.17	182.62	182.57	182.52	183.19	184.44	185.69
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

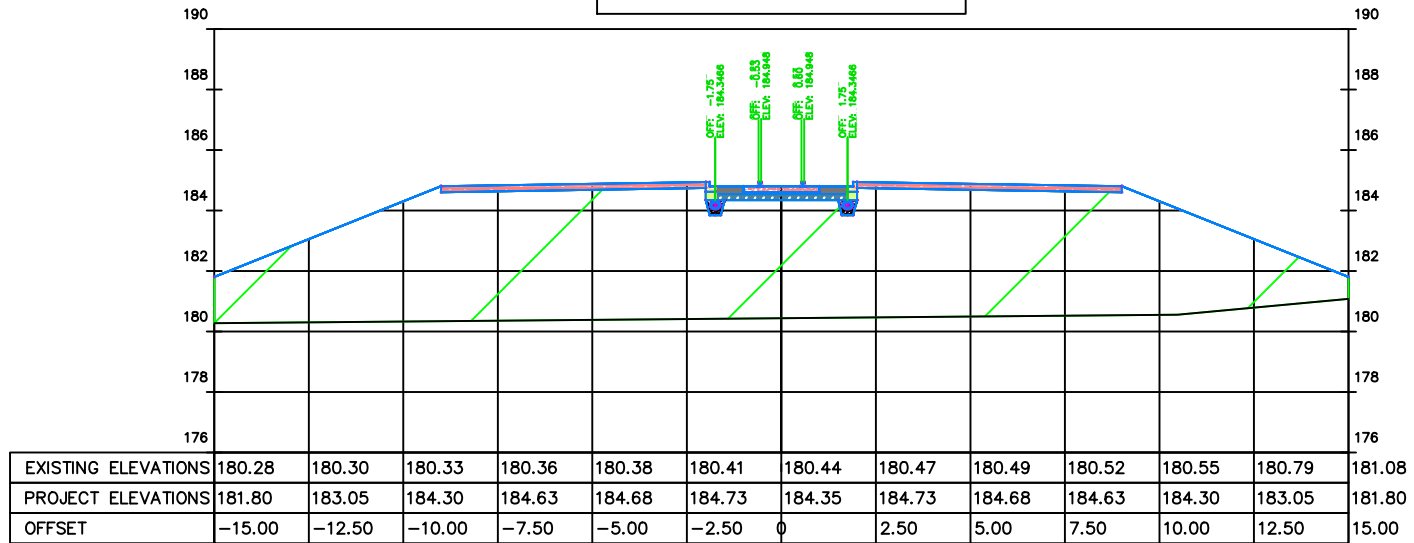
NO. GBR

7

JML GBR

74

Cross Section STA 7+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

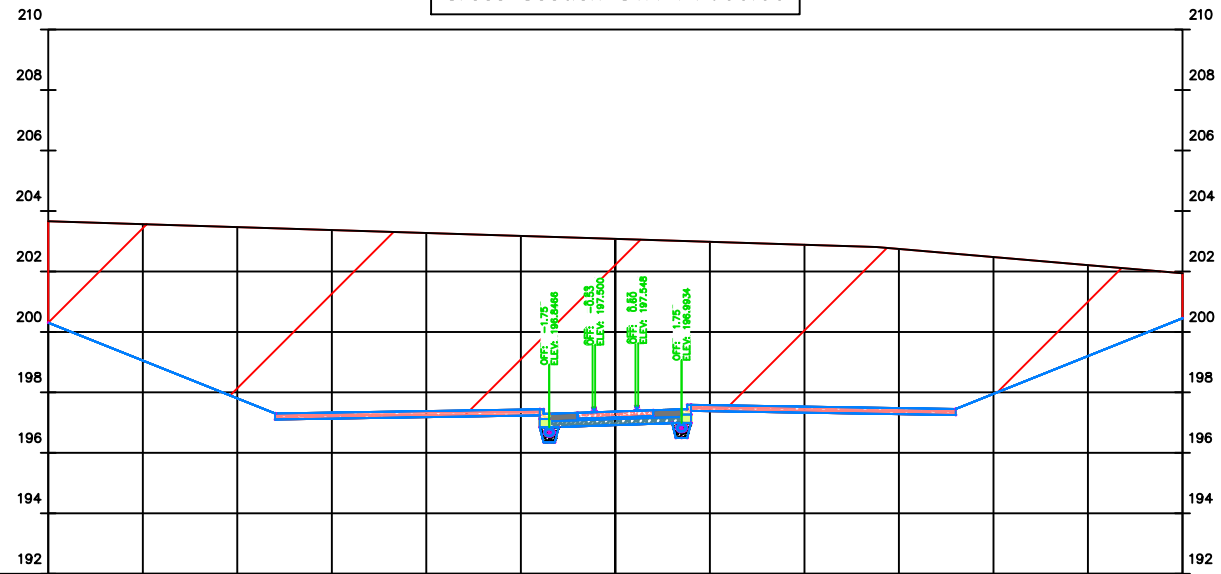
NO. GBR

8

JML GBR

74

Cross Section STA 7+600.00



EXISTING ELEVATIONS	203.66	203.56	203.46	203.37	203.27	203.17	203.08	202.98	202.88	202.74	202.48	202.21	201.94
PROJECT ELEVATIONS	200.30	199.05	197.80	197.13	197.18	197.23	196.92	197.38	197.33	197.28	197.95	199.20	200.45
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

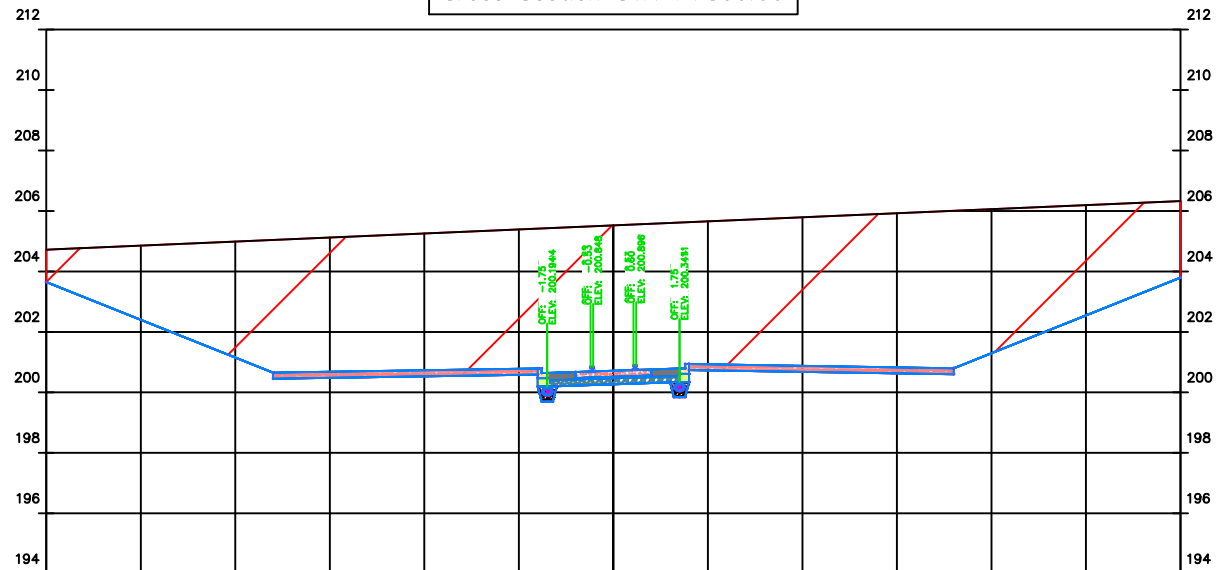
NO. GBR

9

JML GBR

74

Cross Section STA 7+800.00



EXISTING ELEVATIONS	204.72	204.85	204.99	205.12	205.26	205.39	205.52	205.66	205.79	205.93	206.06	206.19	206.33
PROJECT ELEVATIONS	203.65	202.40	201.15	200.48	200.53	200.58	200.27	200.73	200.68	200.63	201.30	202.55	203.80
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

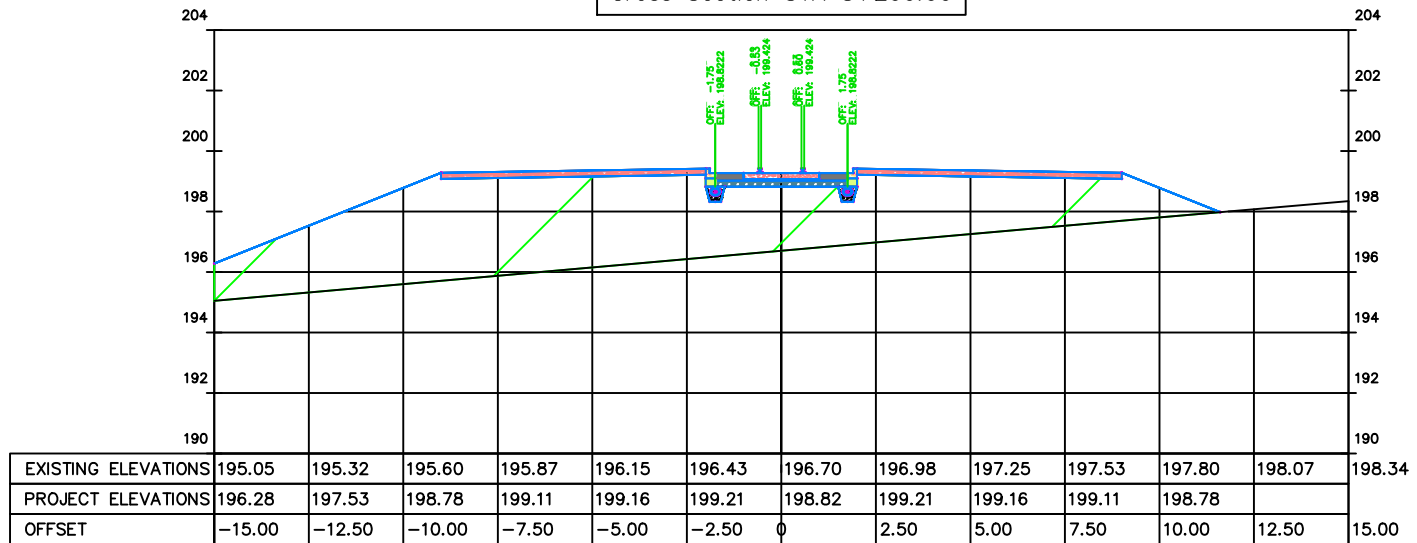
NO. GBR

10

JML GBR

74

Cross Section STA 8+200.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

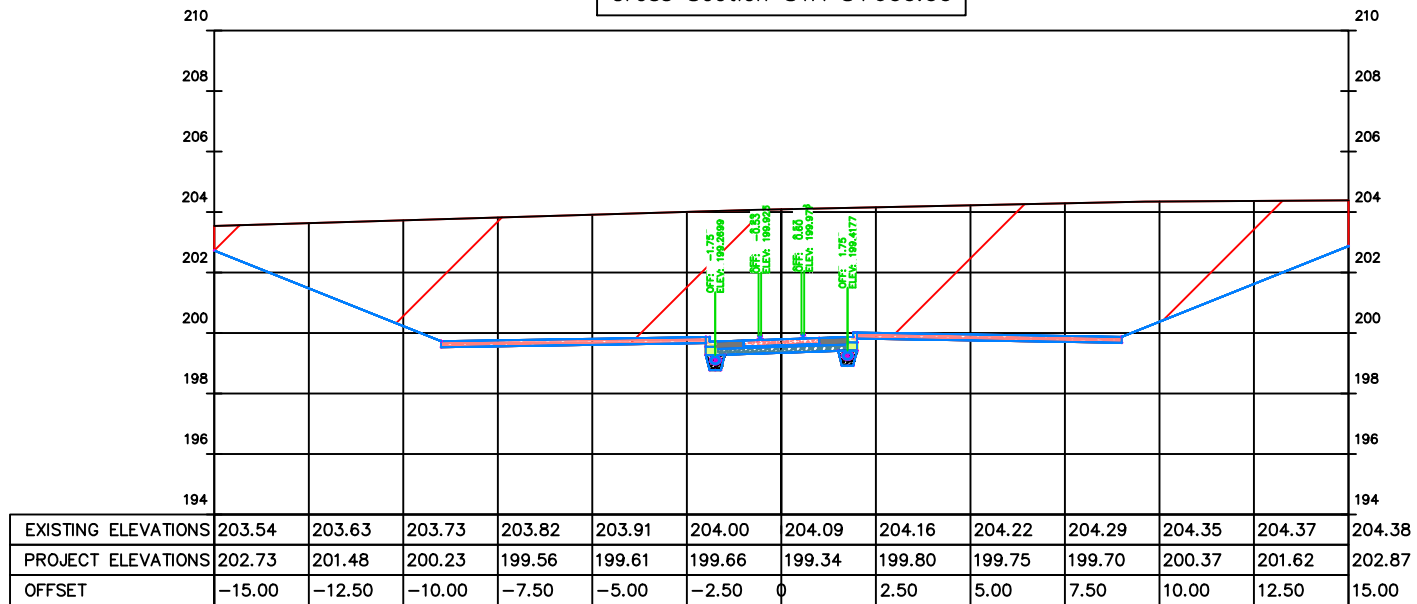
KODE GBR

CS

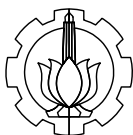
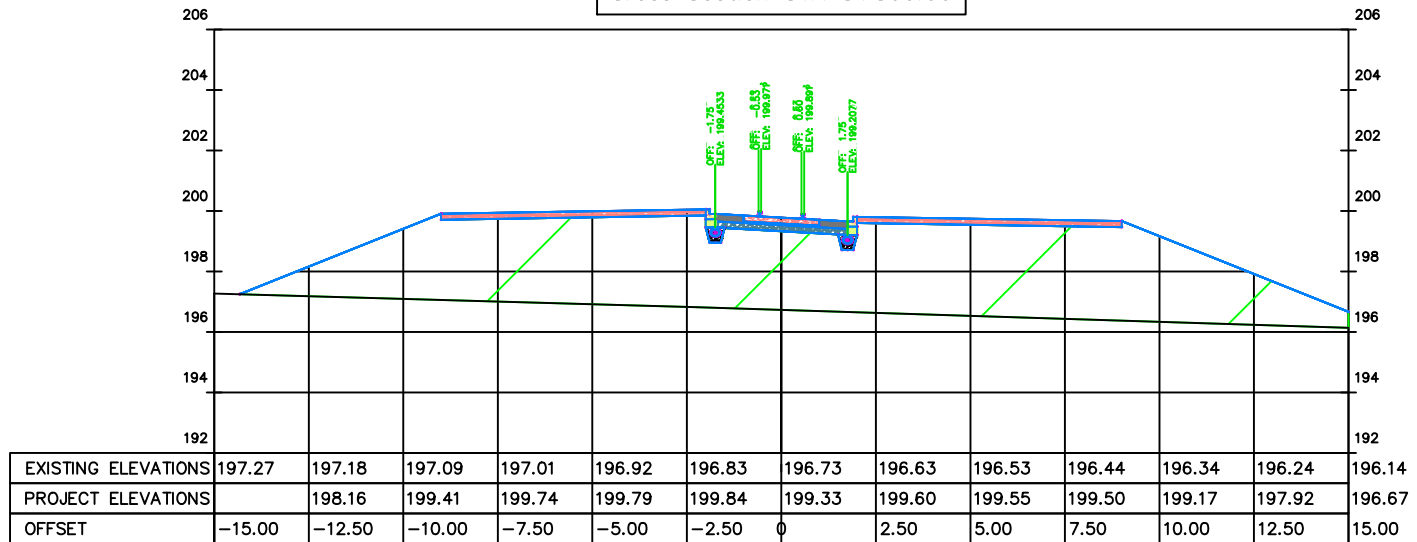
NO. GBR

11  
 JML GBR  
 74

Cross Section STA 8+600.00



Cross Section STA 8+800.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

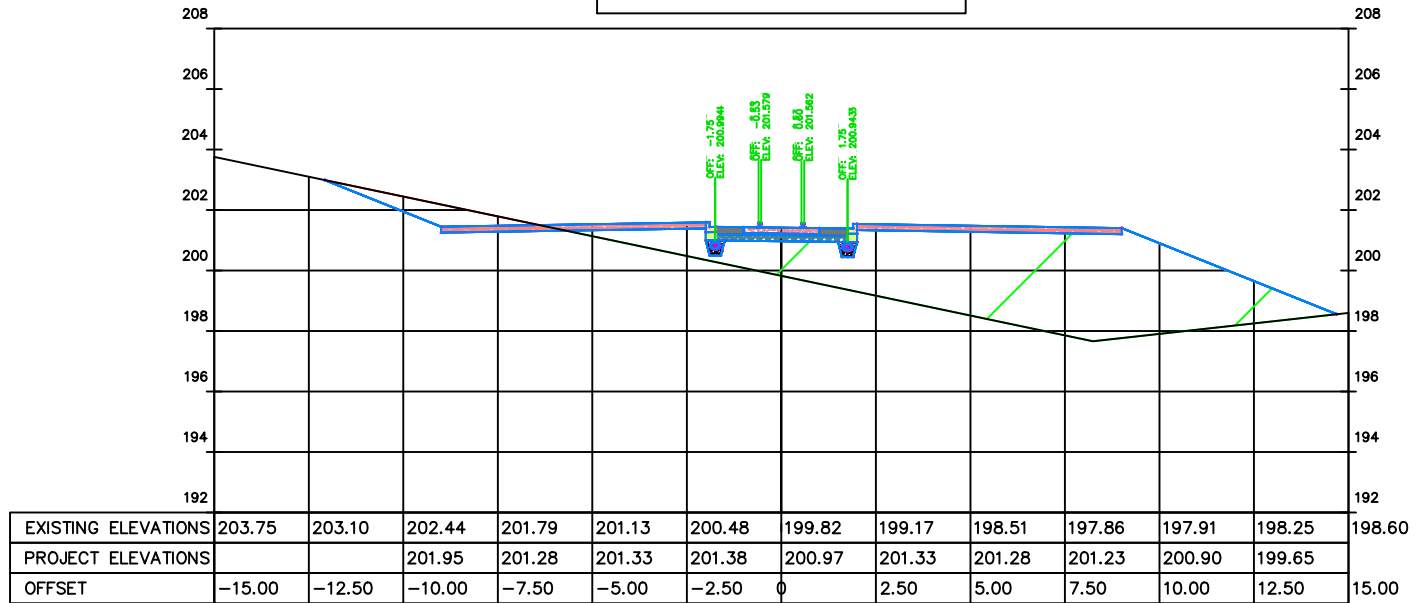
12

JML GBR

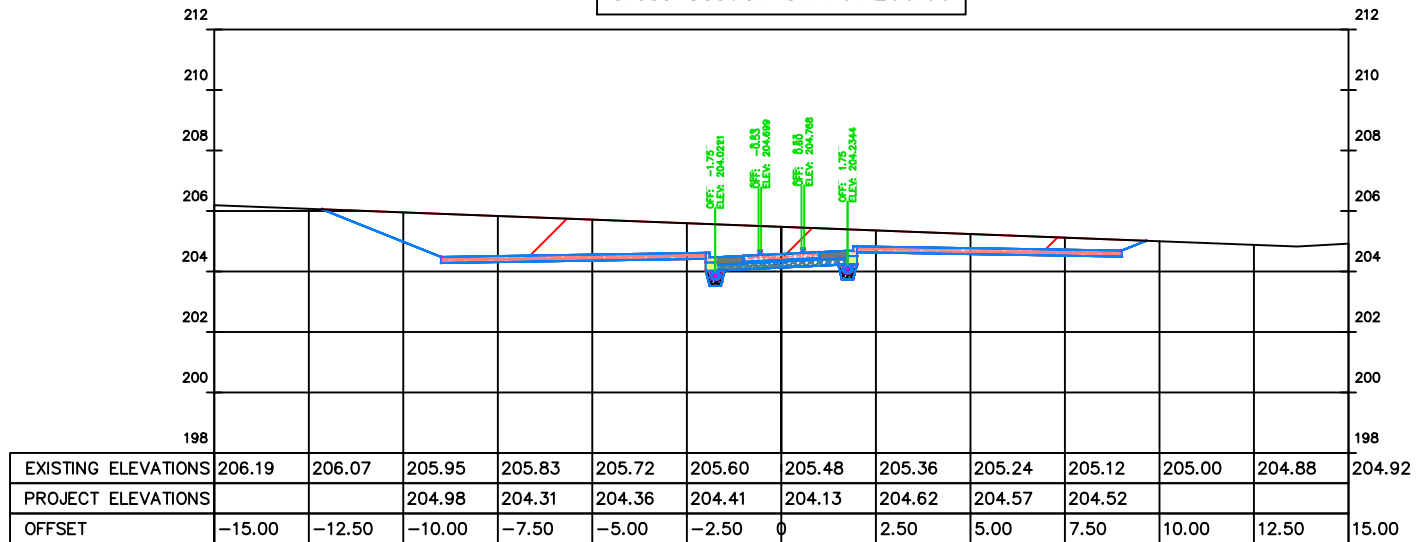
74



Cross Section STA 9+000.00



Cross Section STA 9+200.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

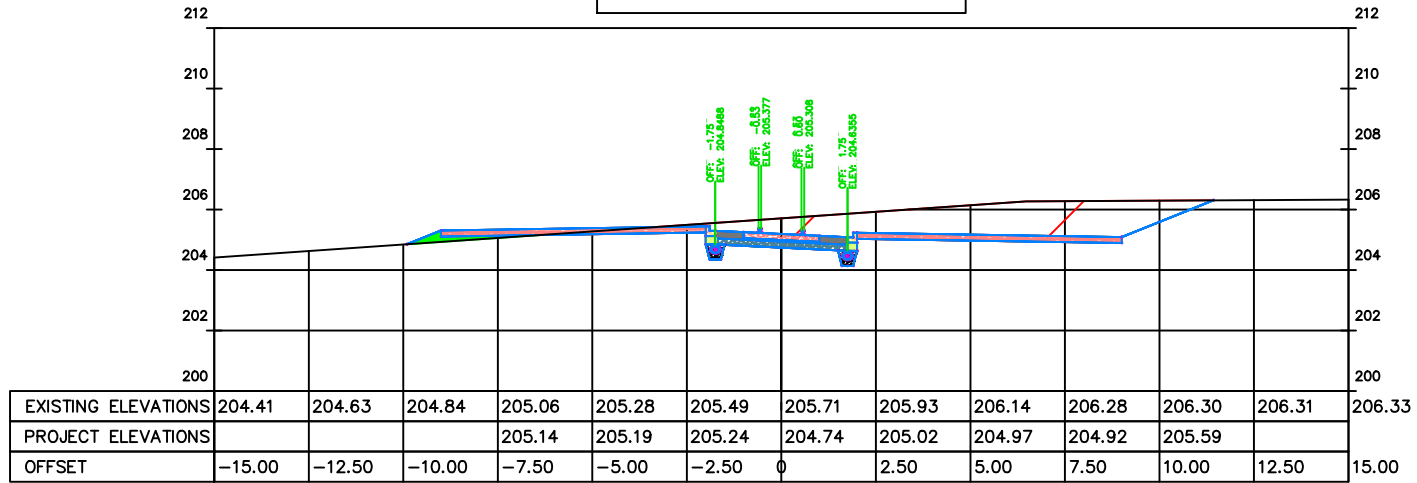
NO. GBR

13

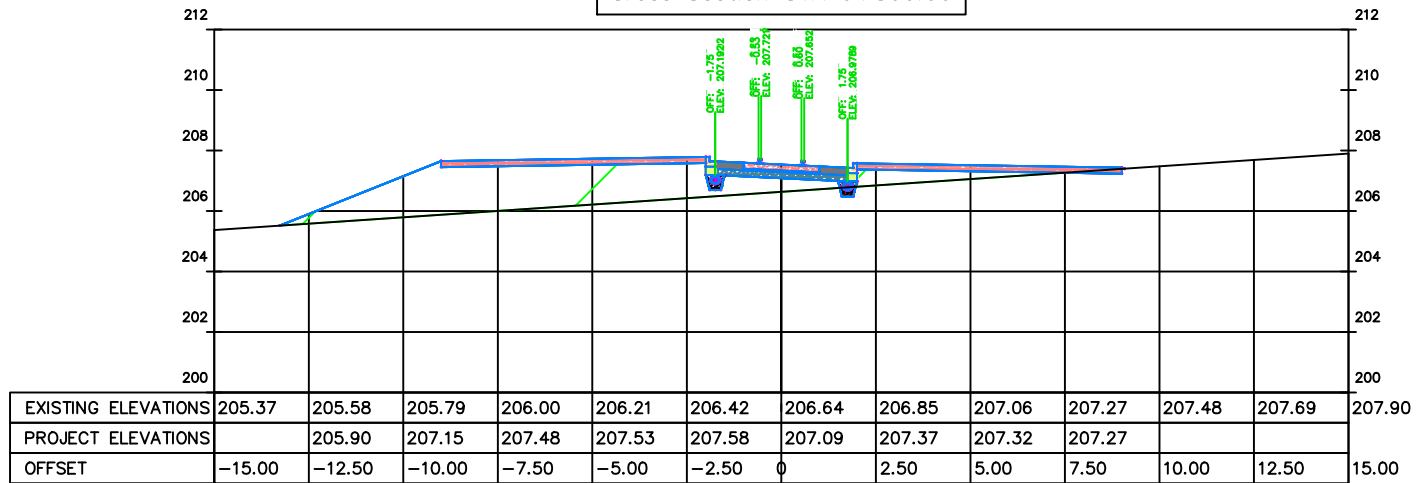
JML GBR

74

Cross Section STA 9+600.00



Cross Section STA 9+800.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

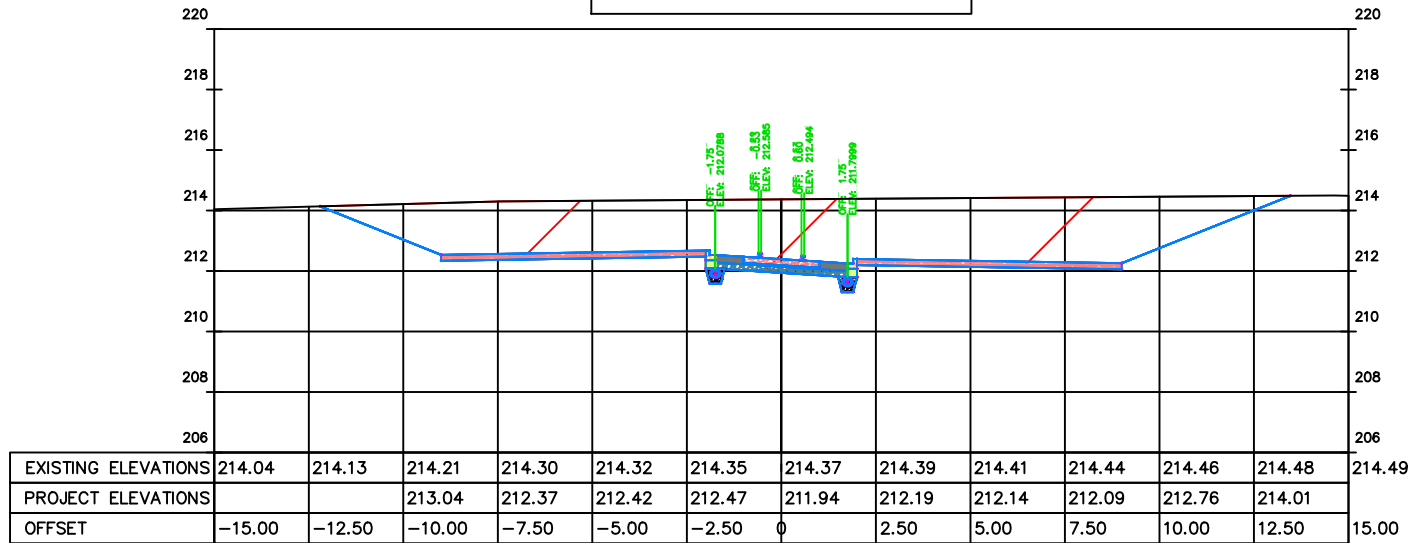
NO. GBR

14

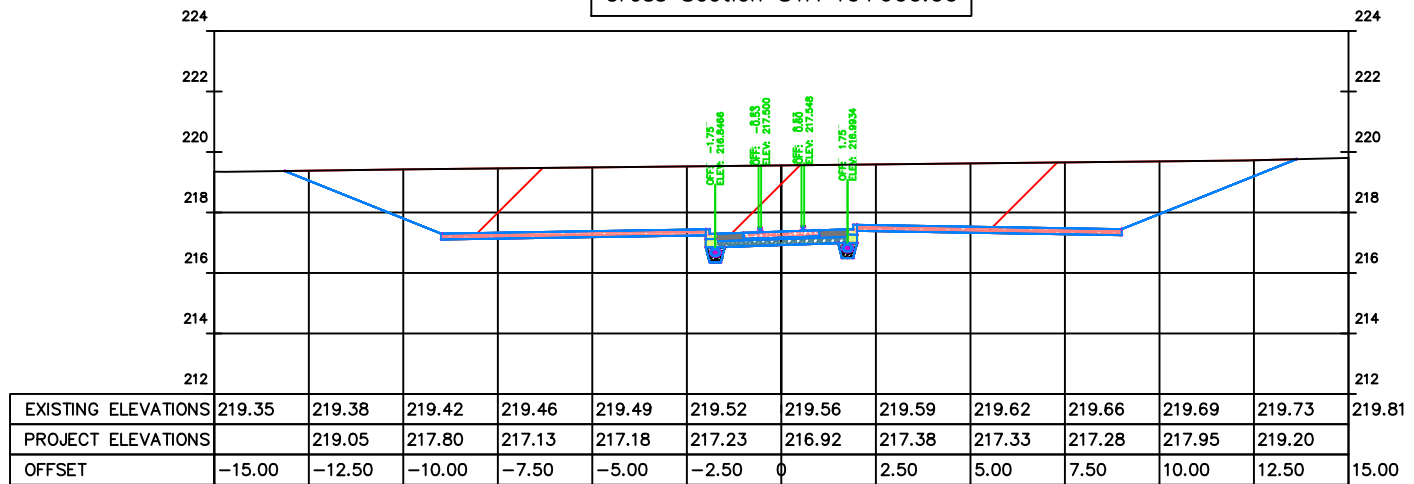
JML GBR

74

Cross Section STA 10+200.00



Cross Section STA 10+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

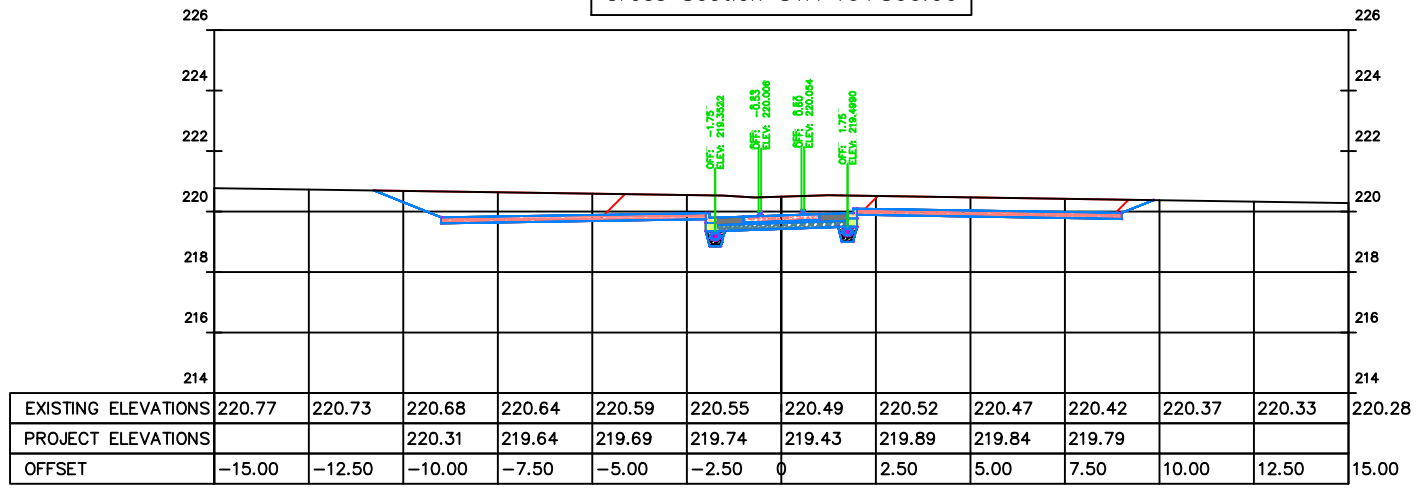
NO. GBR

15

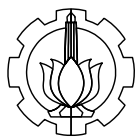
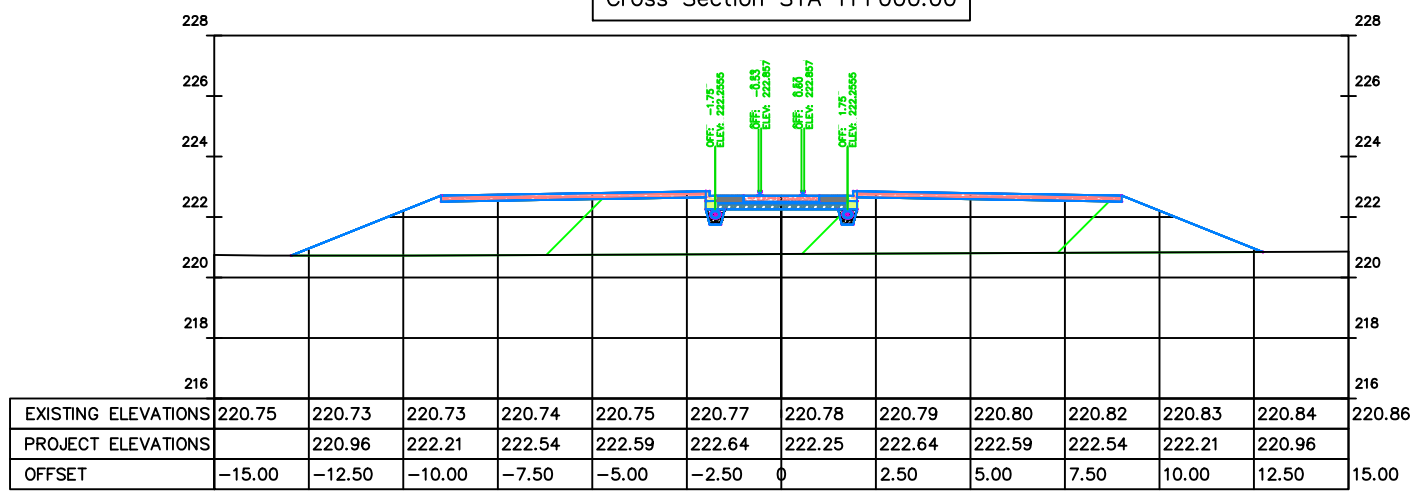
JML GBR

74

Cross Section STA 10+800.00



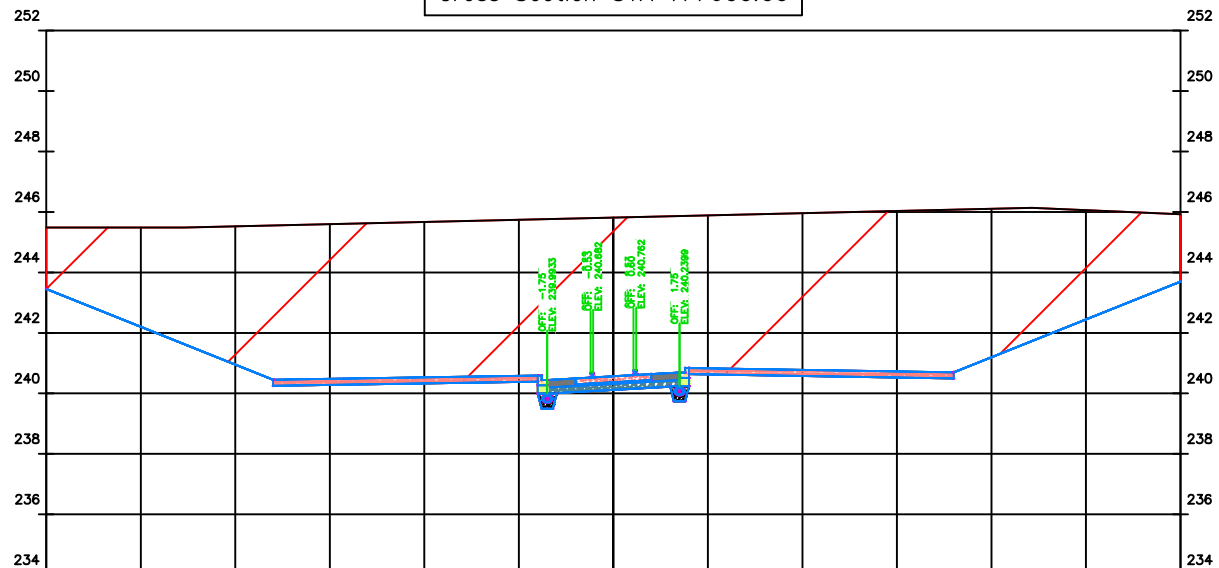
Cross Section STA 11+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	16 JML GBR 74

Cross Section STA 11+600.00



EXISTING ELEVATIONS	245.49	245.49	245.52	245.60	245.67	245.74	245.81	245.89	245.96	246.03	246.10	246.06	245.92
PROJECT ELEVATIONS	243.45	242.20	240.95	240.28	240.33	240.38	240.12	240.63	240.58	240.53	241.20	242.45	243.70
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

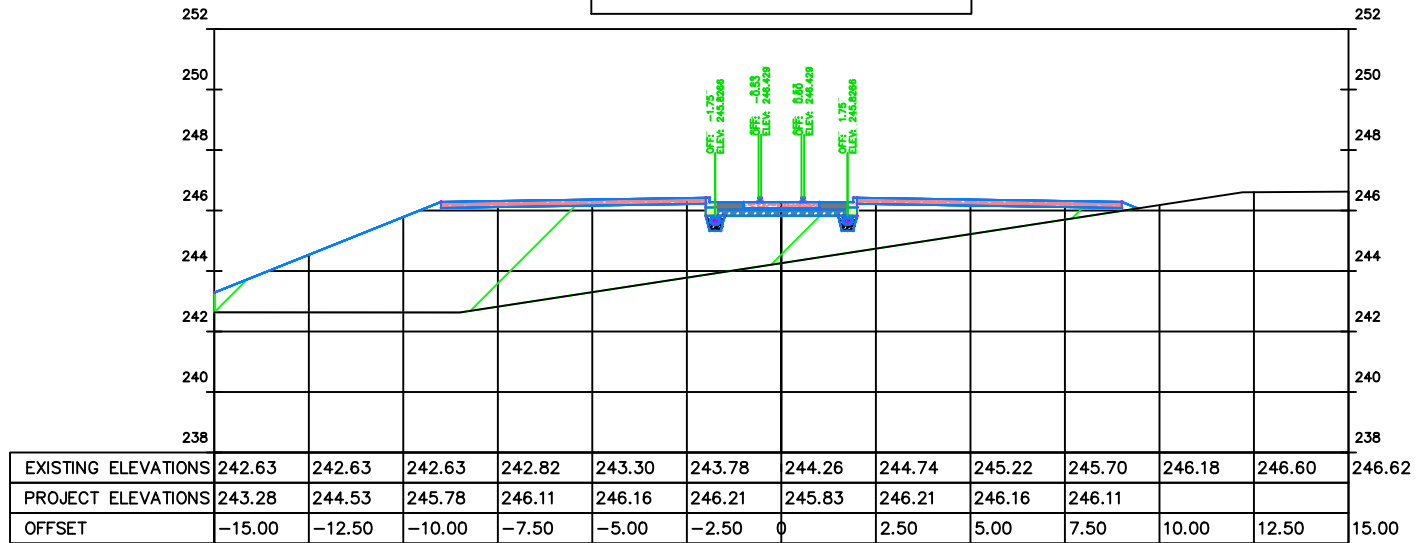
NO. GBR

17

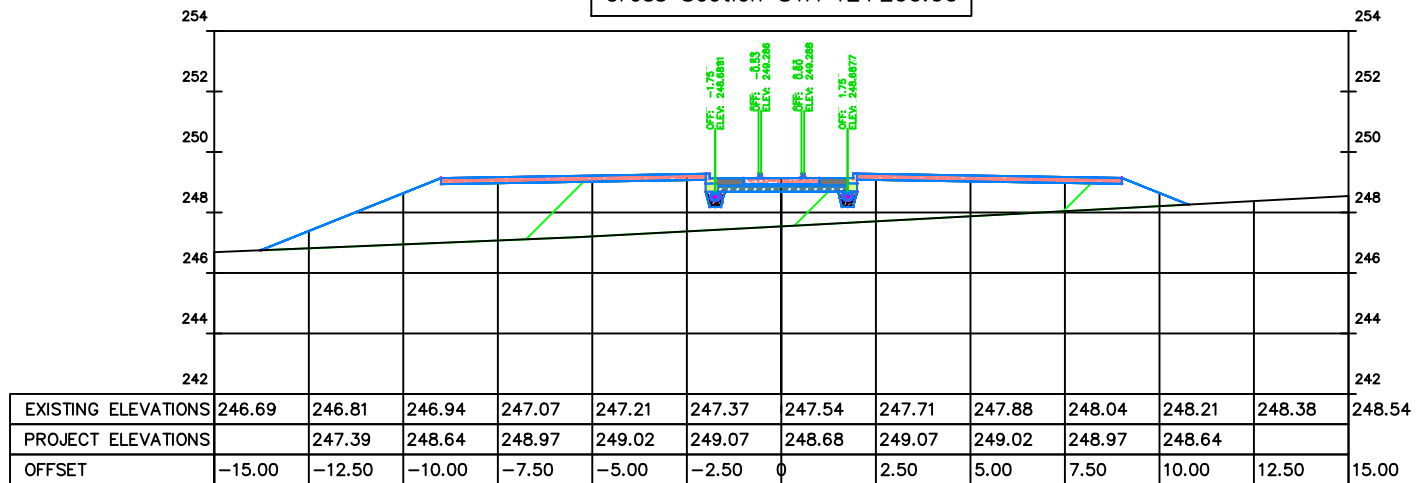
JML GBR

74

Cross Section STA 12+000.00



Cross Section STA 12+200.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

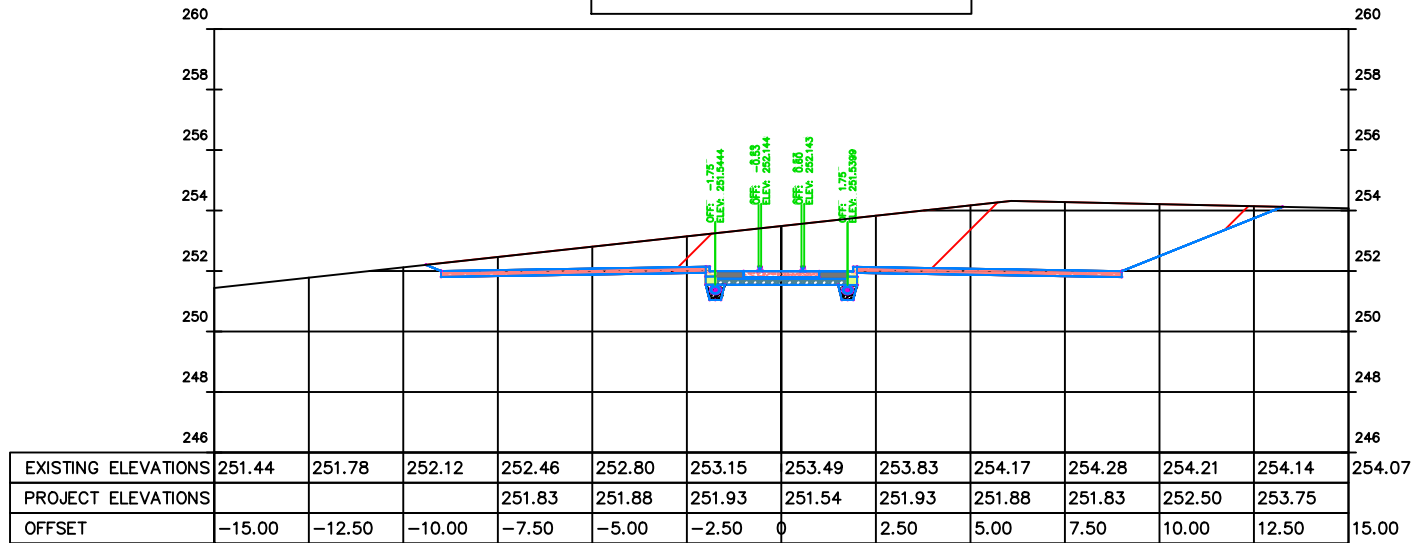
NO. GBR

18

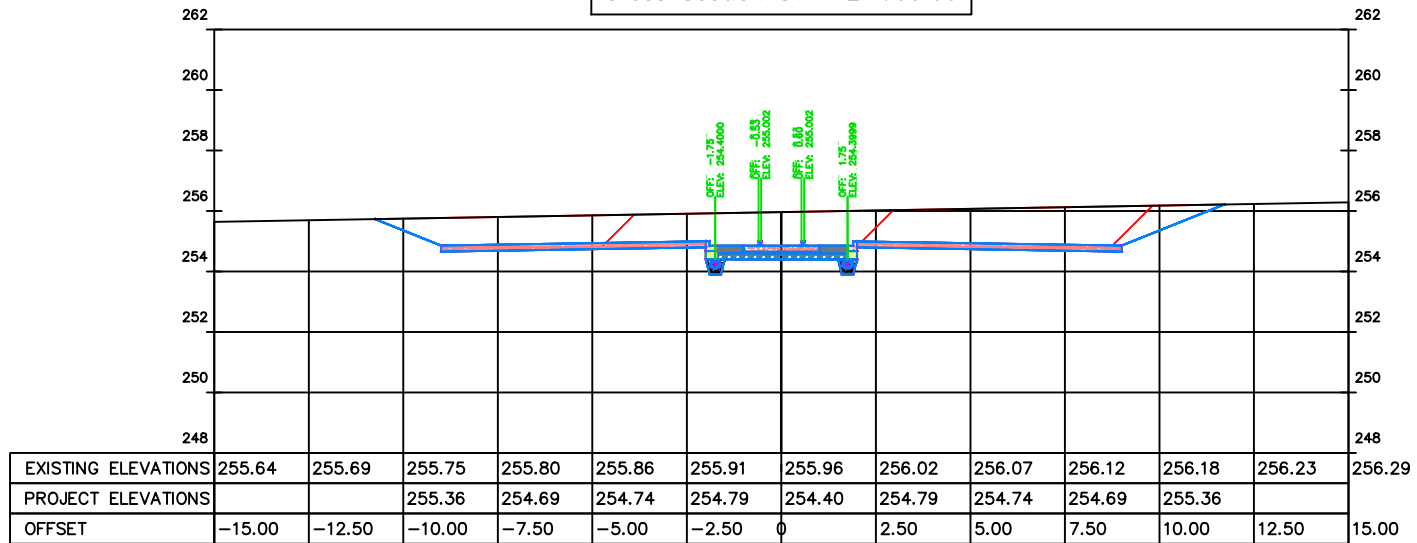
JML GBR

74

Cross Section STA 12+400.00



Cross Section STA 12+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

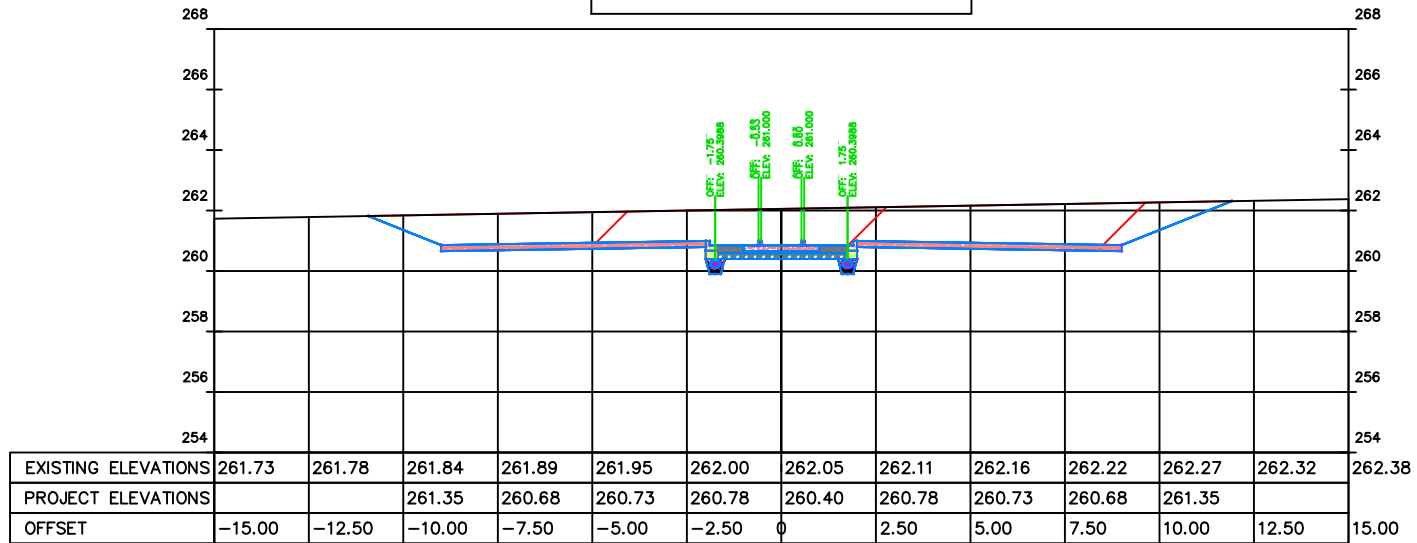
KODE GBR

CS

NO. GBR

19  
 JML GBR  
 74

Cross Section STA 13+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

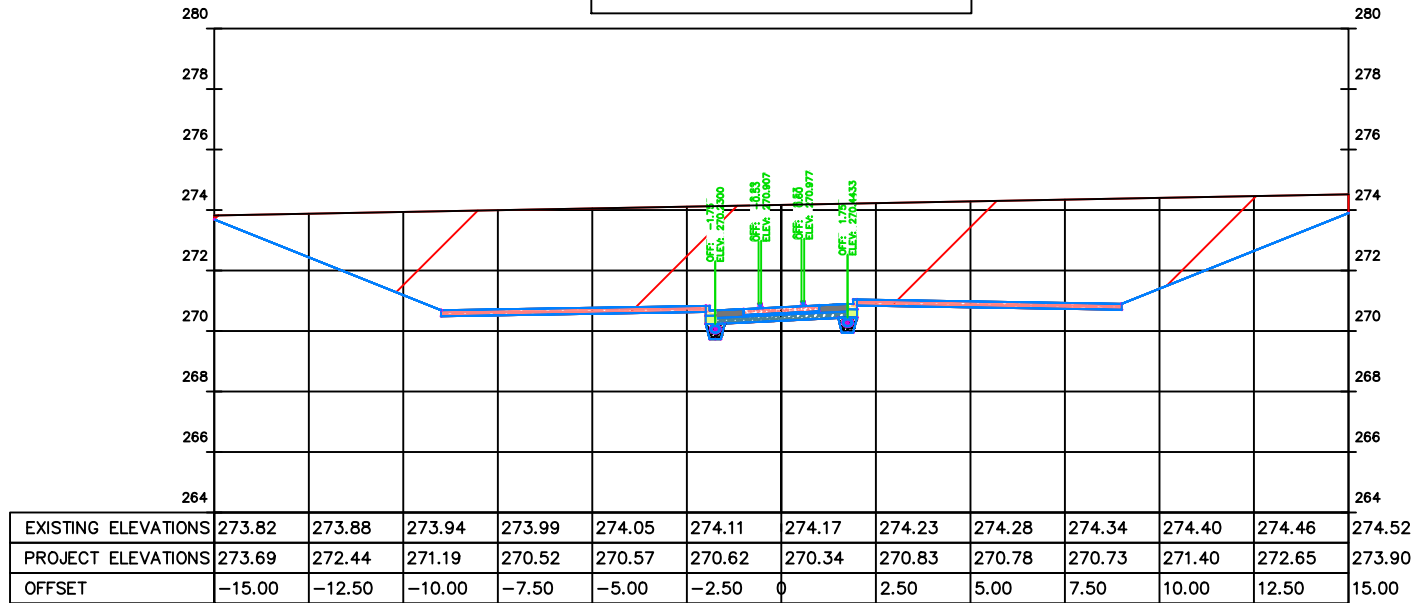
20

JML GBR

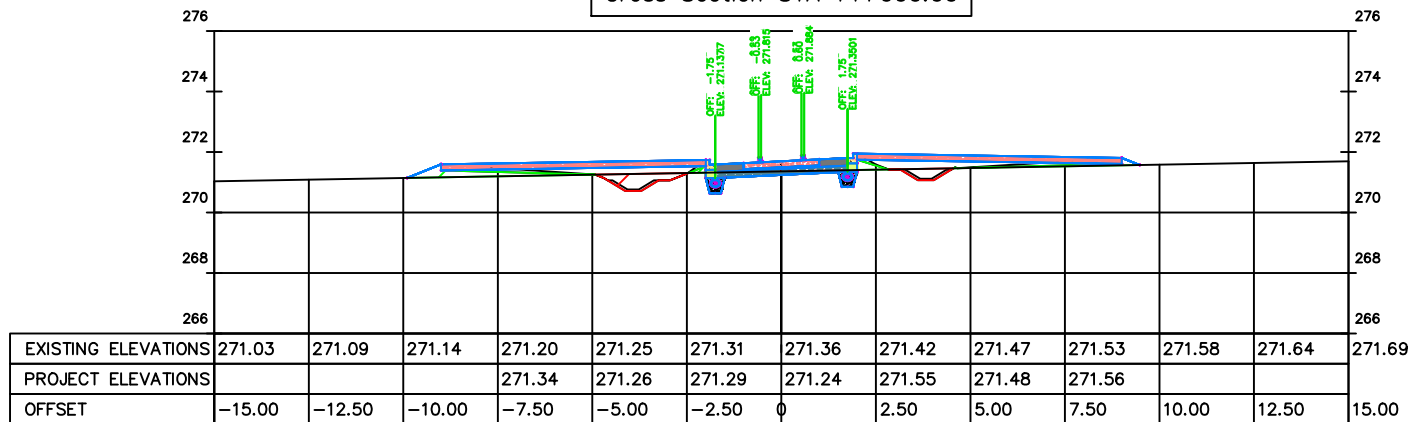
74



Cross Section STA 13+800.00



Cross Section STA 14+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

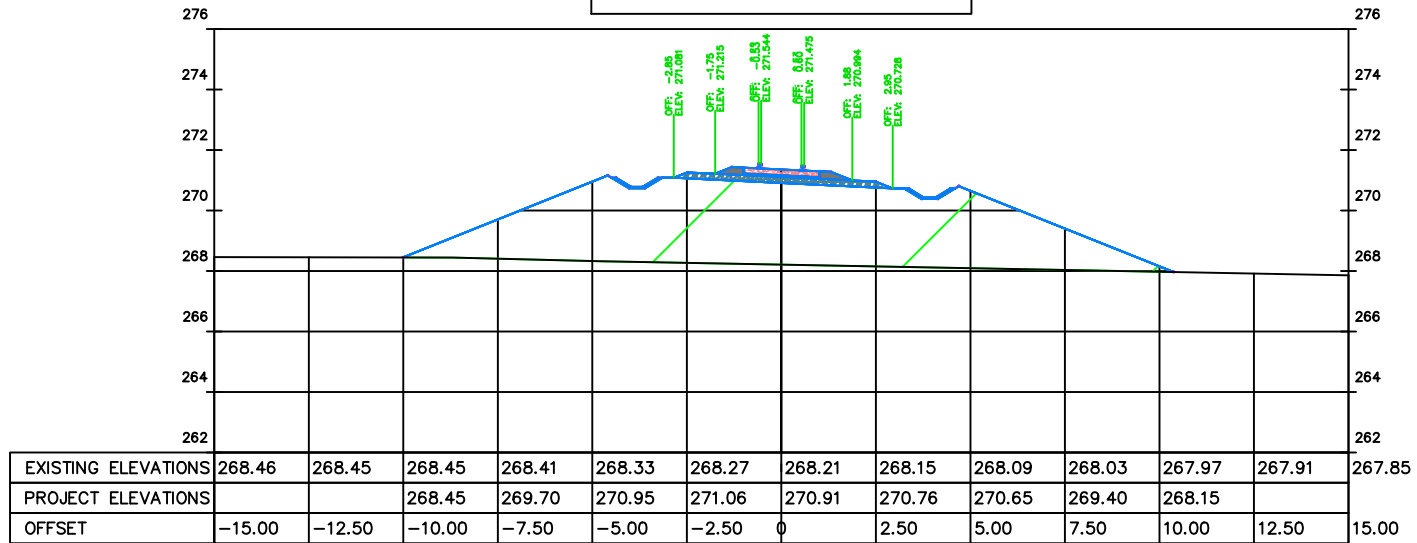
NO. GBR

21

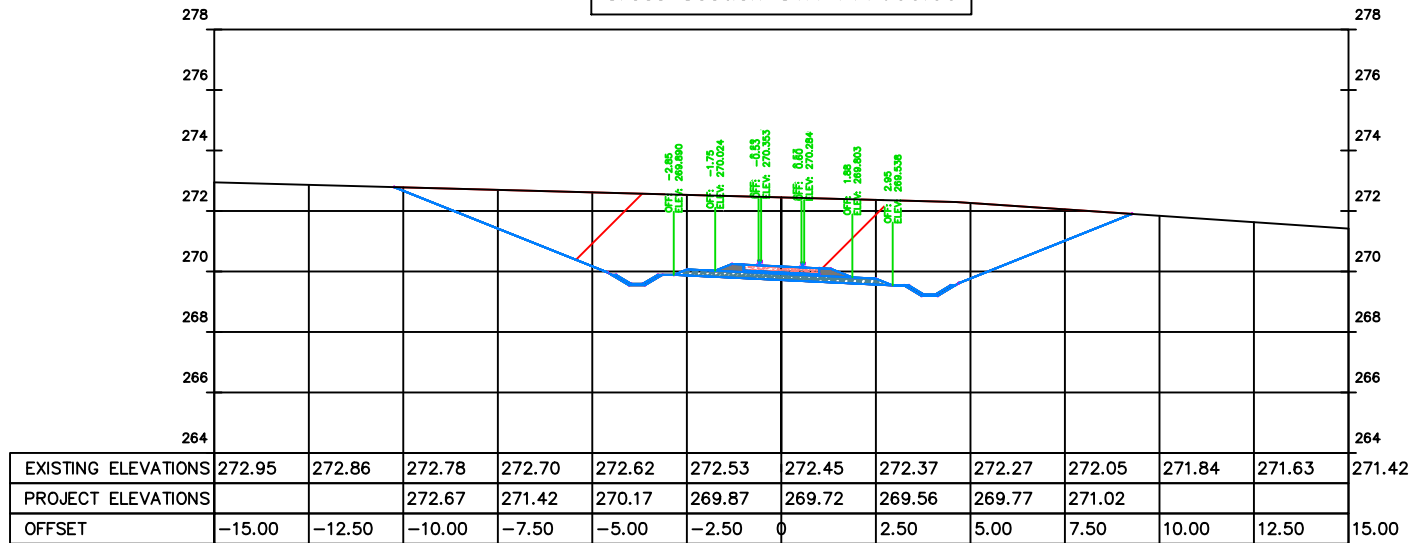
JML GBR

74

Cross Section STA 14+400.00



Cross Section STA 14+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

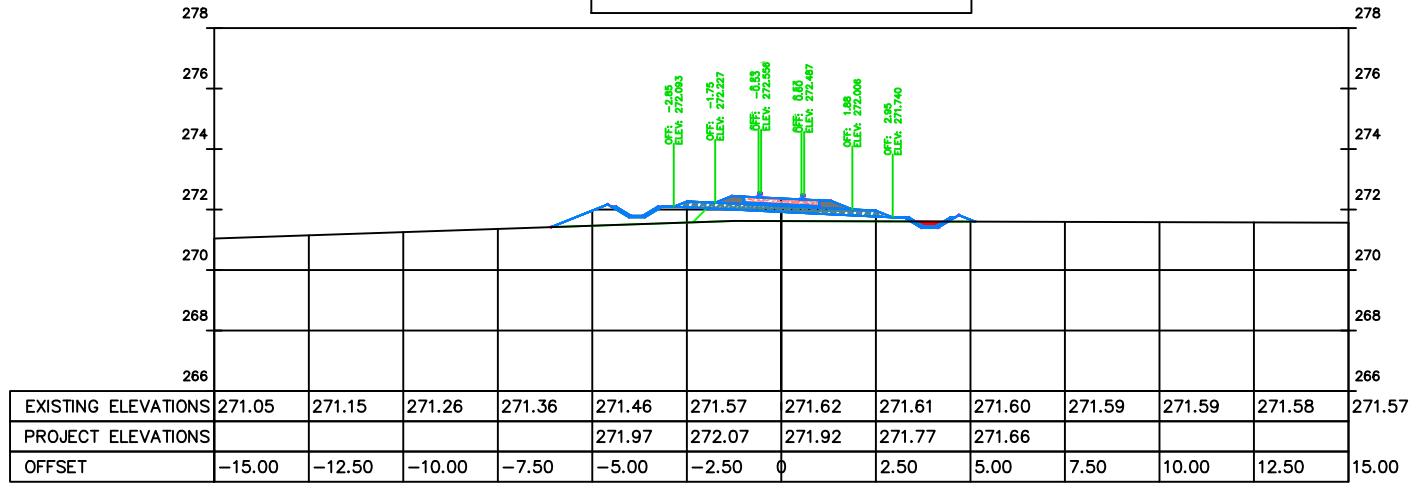
NO. GBR

22

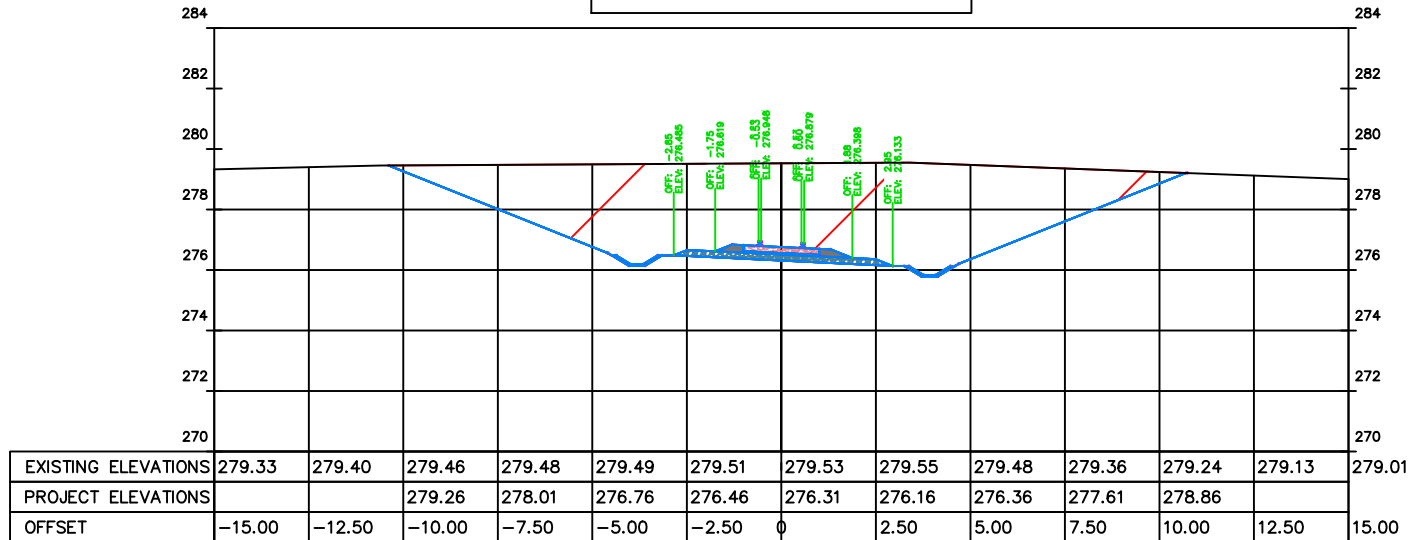
JML GBR

74

Cross Section STA 14+800.00



Cross Section STA 15+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

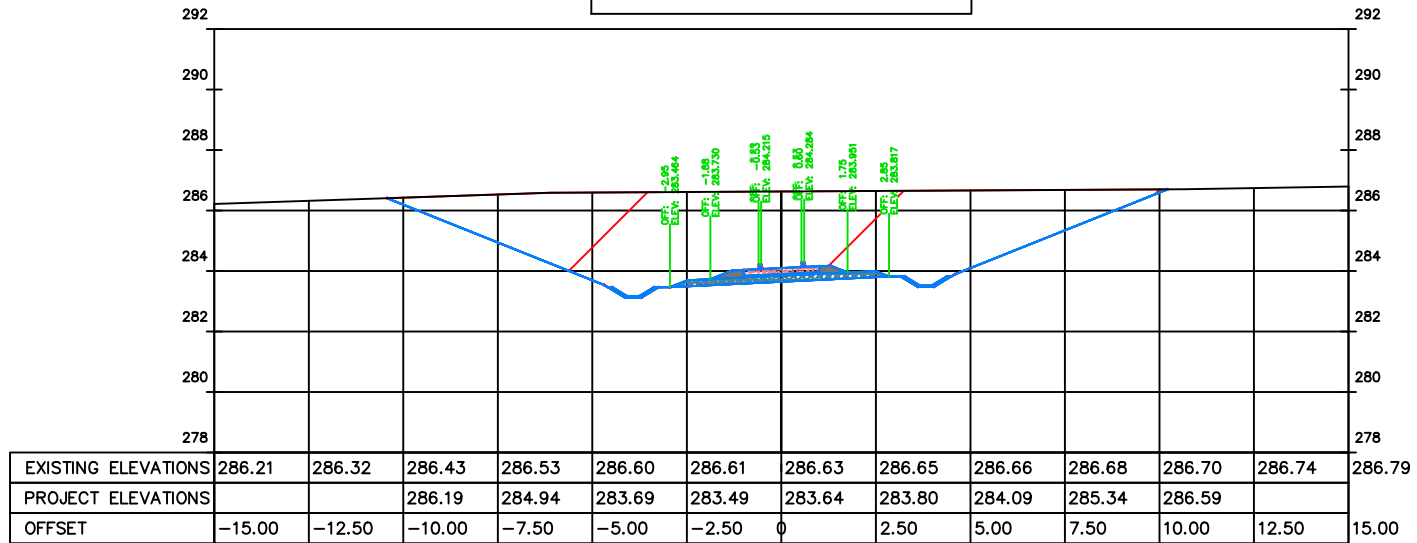
NO. GBR

23

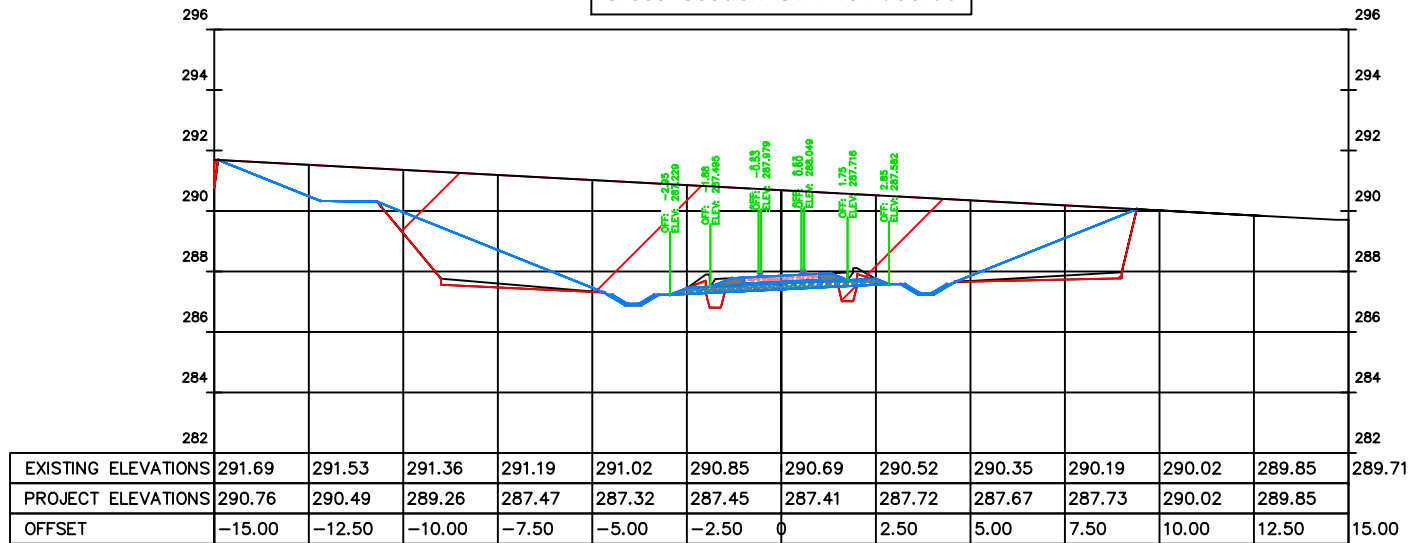
JML GBR

74

Cross Section STA 15+400.00



Cross Section STA 15+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

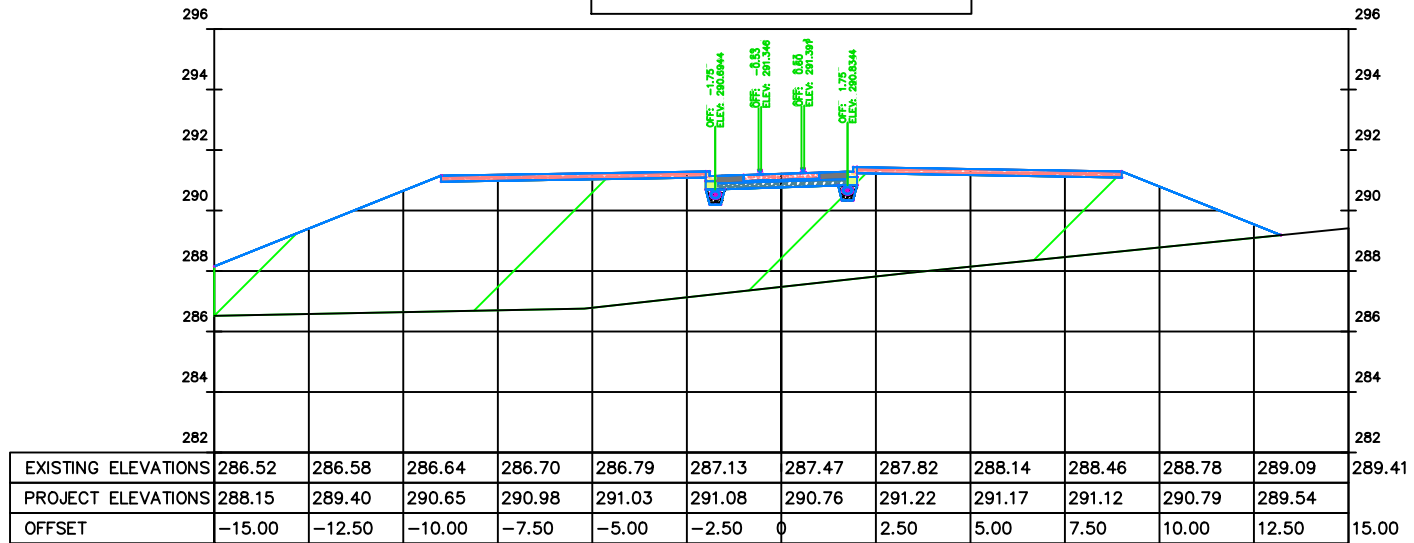
NO. GBR

24

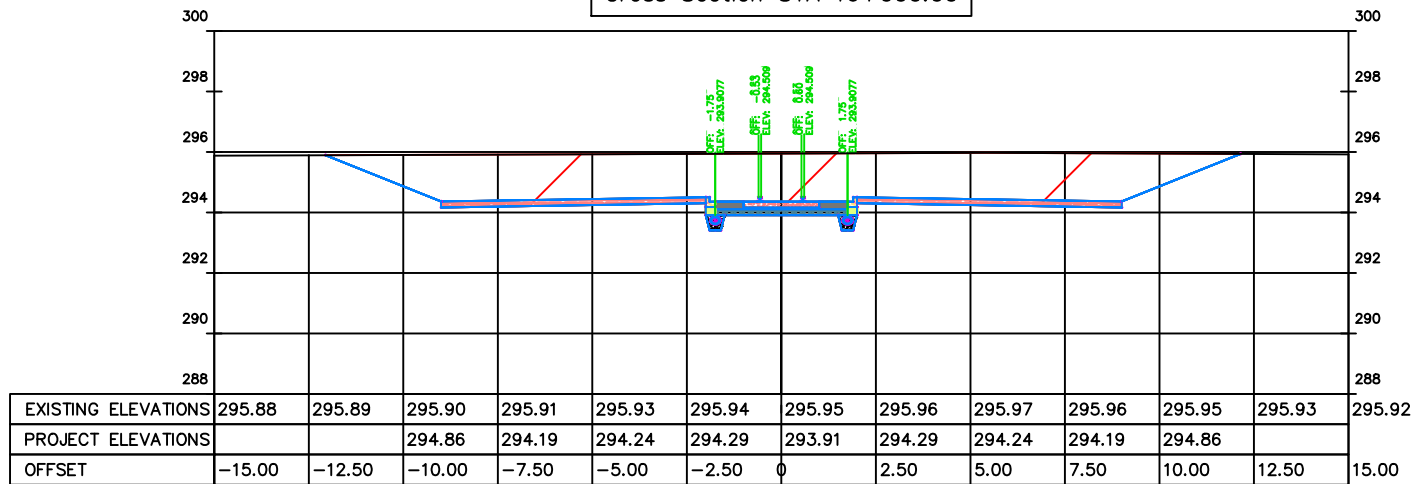
JML GBR

74

Cross Section STA 15+800.00



Cross Section STA 16+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

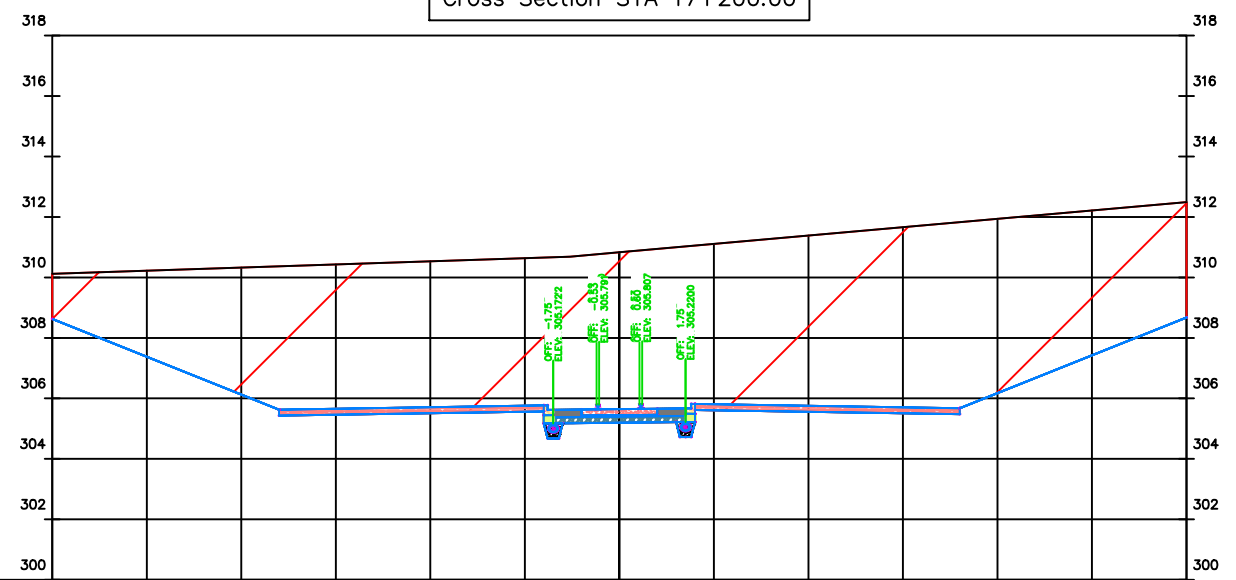
NO. GBR

25

JML GBR

74

Cross Section STA 17+200.00



EXISTING ELEVATIONS	310.12	310.22	310.33	310.43	310.53	310.64	310.83	311.11	311.38	311.66	311.94	312.21	312.49
PROJECT ELEVATIONS	308.63	307.38	306.13	305.46	305.51	305.56	305.20	305.61	305.56	305.51	306.18	307.43	308.68
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00

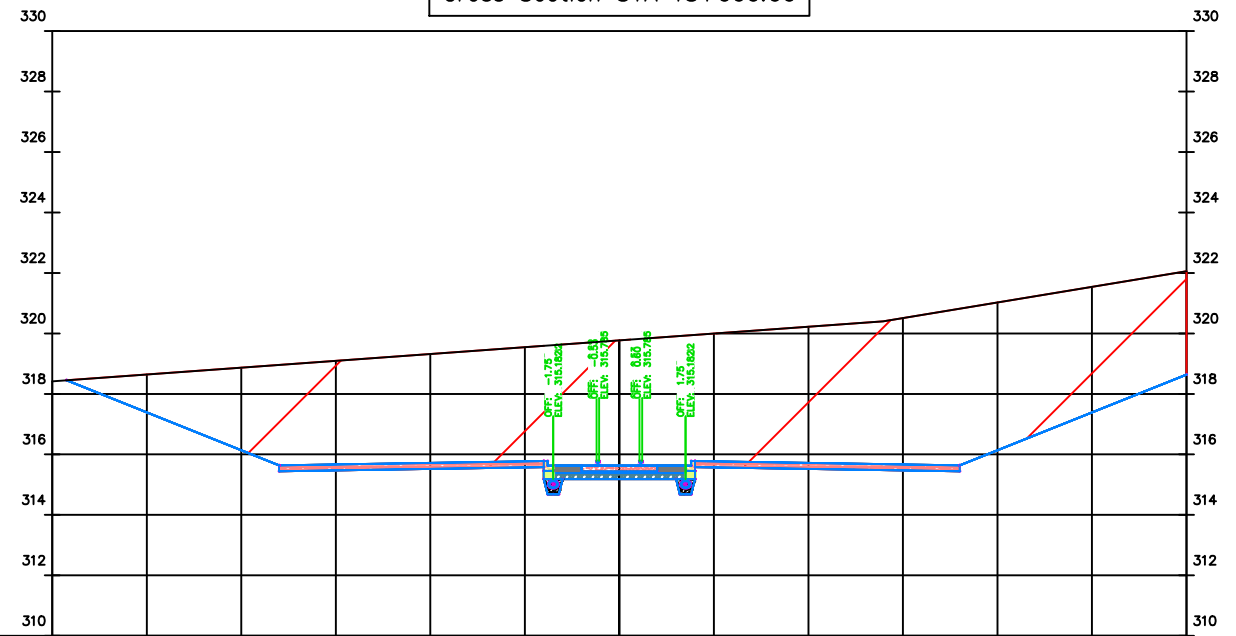


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR	
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	26	
							JML GBR	74



Cross Section STA 18+000.00



EXISTING ELEVATIONS	318.42	318.64	318.87	319.09	319.32	319.54	319.77	319.99	320.22	320.51	321.02	321.54	322.06
PROJECT ELEVATIONS		317.39	316.14	315.47	315.52	315.57	315.18	315.57	315.52	315.47	316.14	317.39	318.64
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00

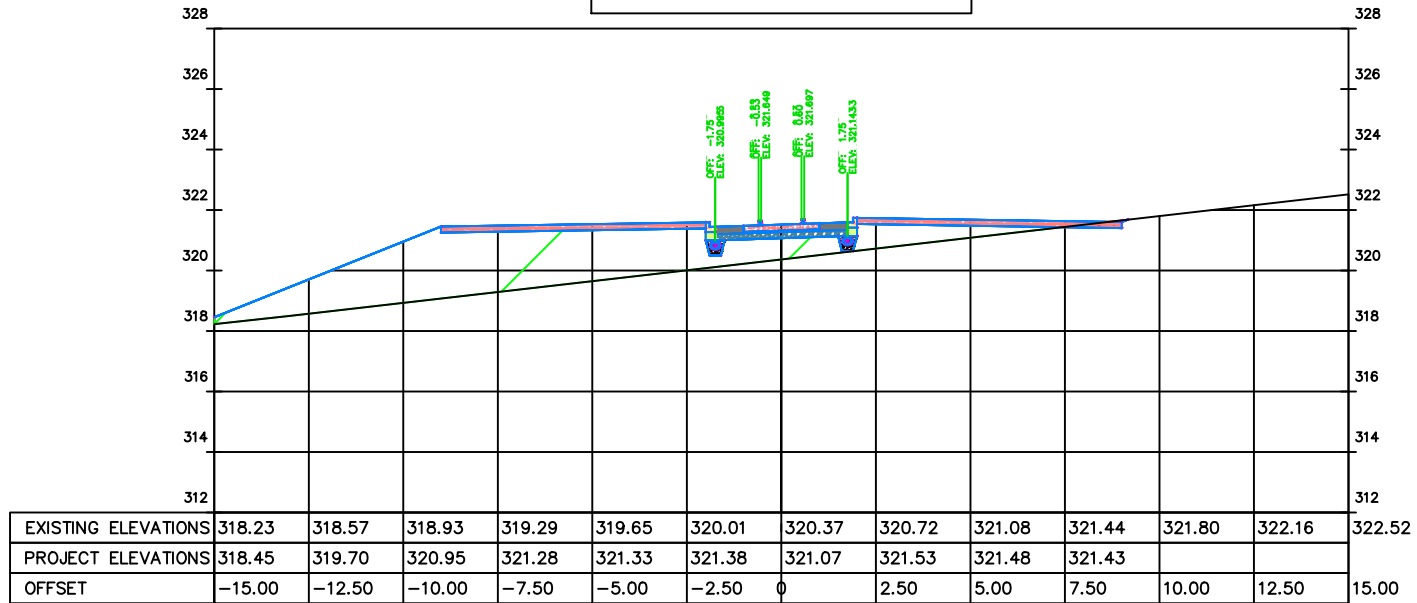


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

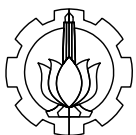
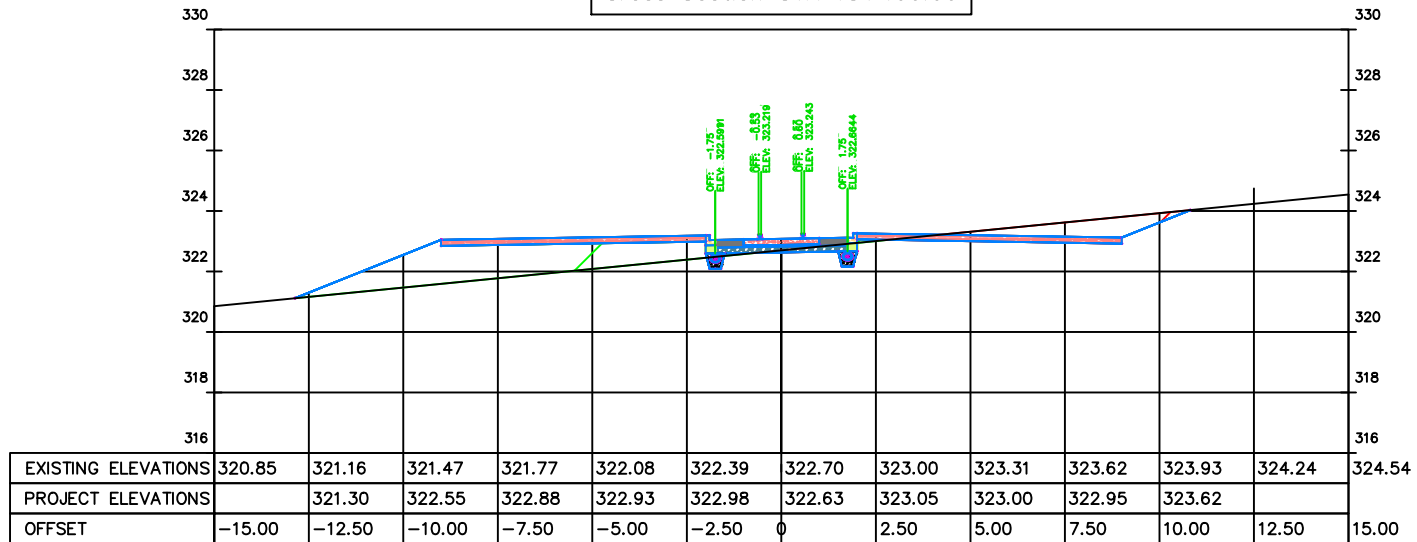
JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR	
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	28	
							JML GBR	74



Cross Section STA 18+200.00



Cross Section STA 18+400.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

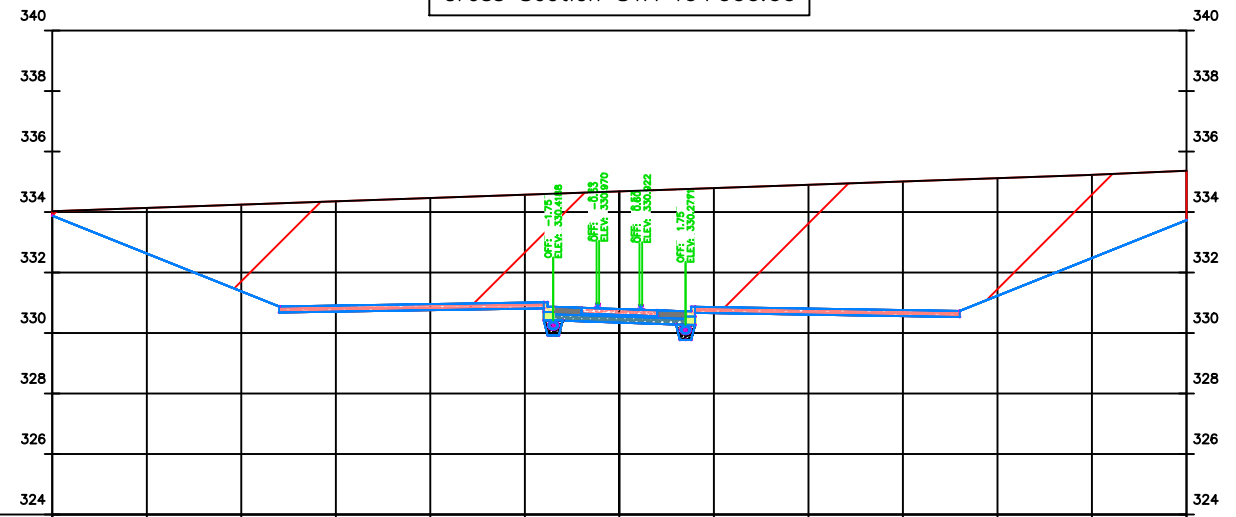
NO. GBR

29

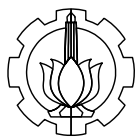
JML GBR

74

Cross Section STA 19+000.00



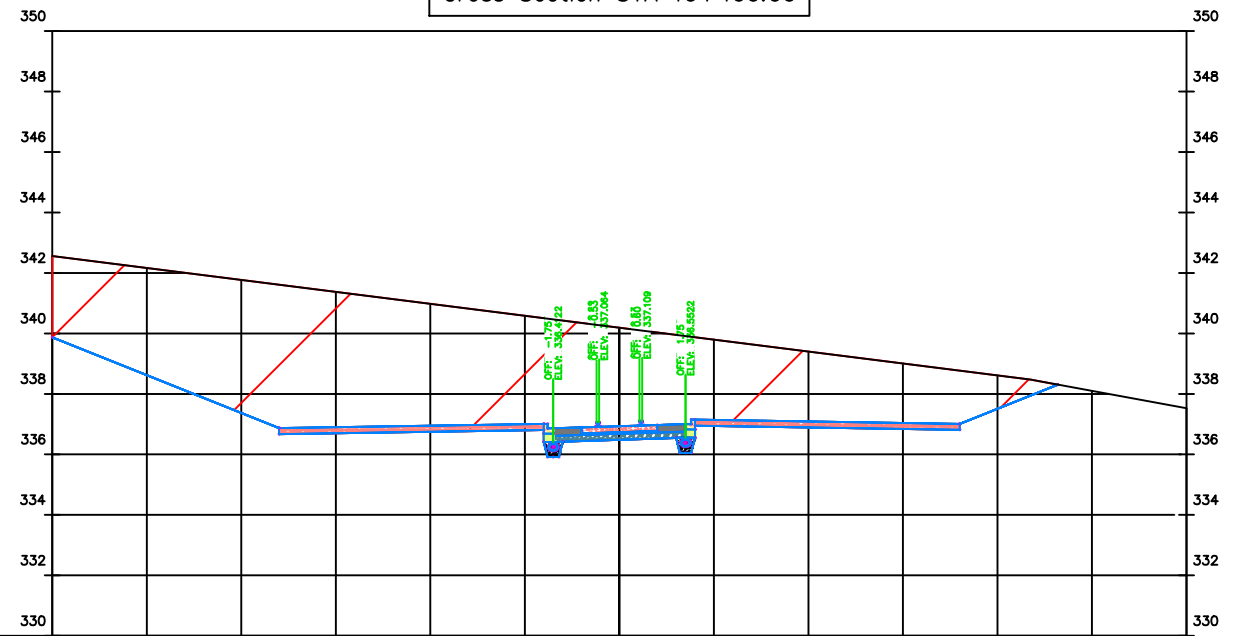
EXISTING ELEVATIONS	334.03	334.13	334.24	334.35	334.46	334.57	334.68	334.79	334.90	335.01	335.12	335.23	335.36
PROJECT ELEVATIONS	333.88	332.63	331.38	330.71	330.76	330.81	330.34	330.66	330.61	330.56	331.23	332.48	333.73
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



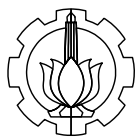
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR	
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	30	
							JML GBR	74

Cross Section STA 19+400.00



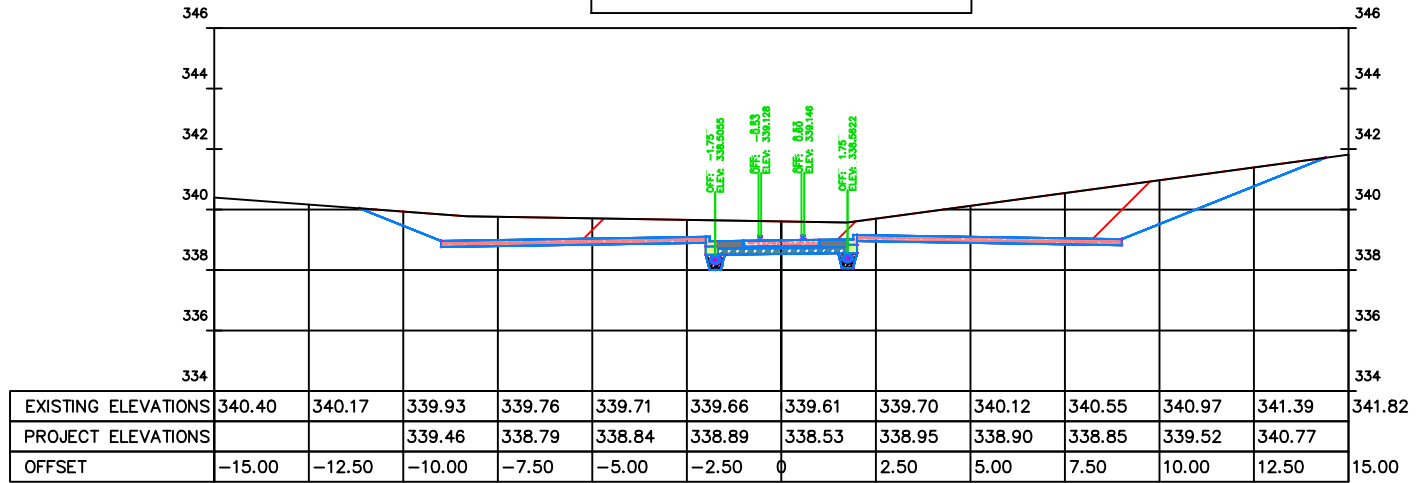
EXISTING ELEVATIONS	342.56	342.16	341.77	341.37	340.98	340.58	340.19	339.79	339.40	339.00	338.61	338.10	337.53
PROJECT ELEVATIONS	339.87	338.62	337.37	336.70	336.75	336.80	336.48	336.94	336.89	336.84	337.51		
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



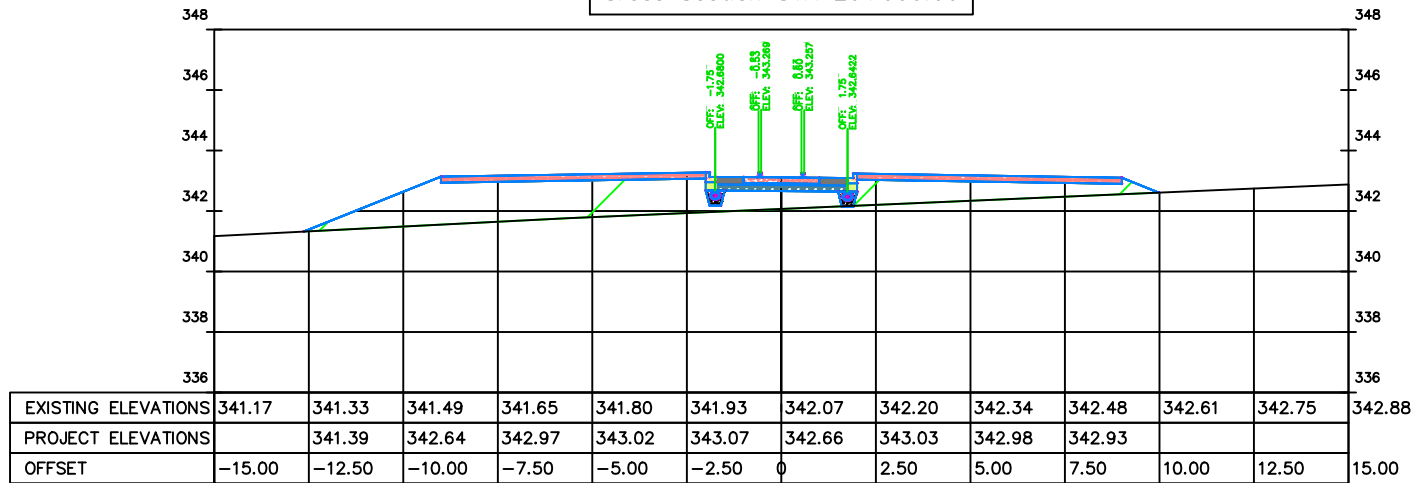
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR	
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	31	
							JML GBR	74

Cross Section STA 19+600.00



Cross Section STA 20+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

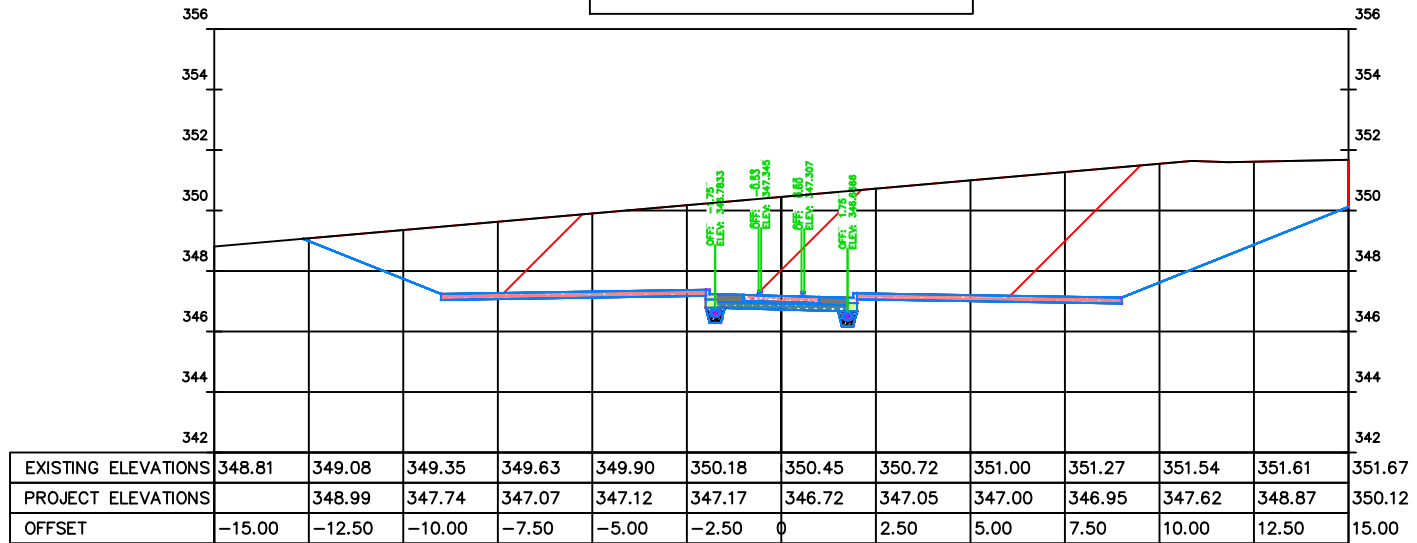
NO. GBR

32

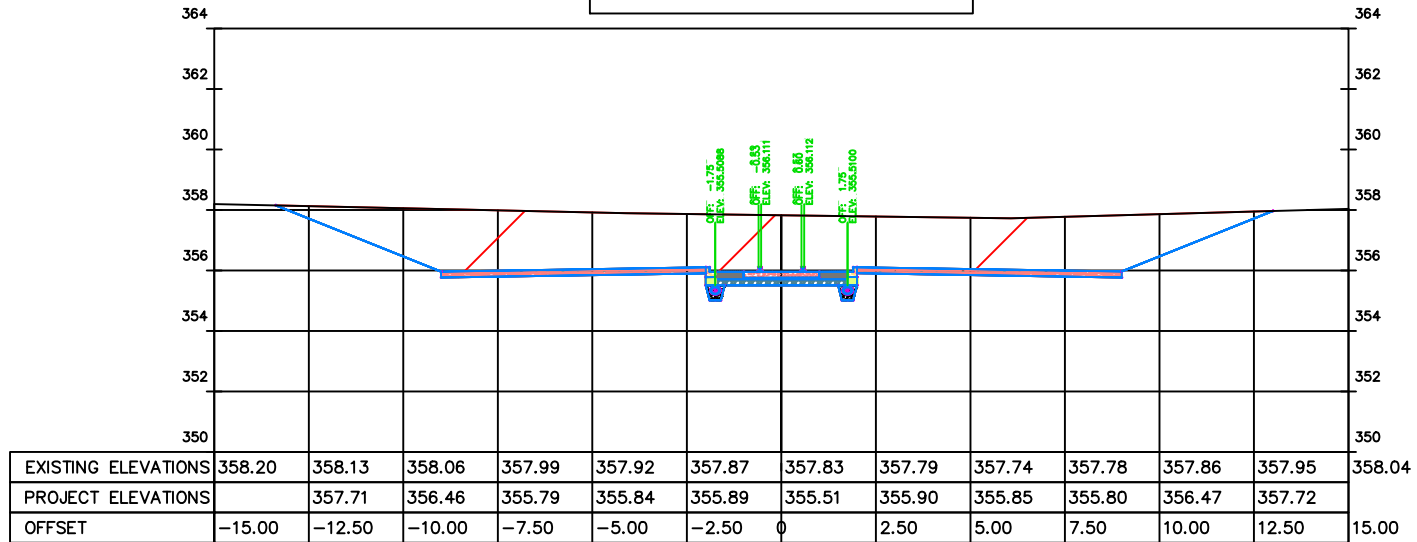
JML GBR

74

Cross Section STA 20+200.00



Cross Section STA 20+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

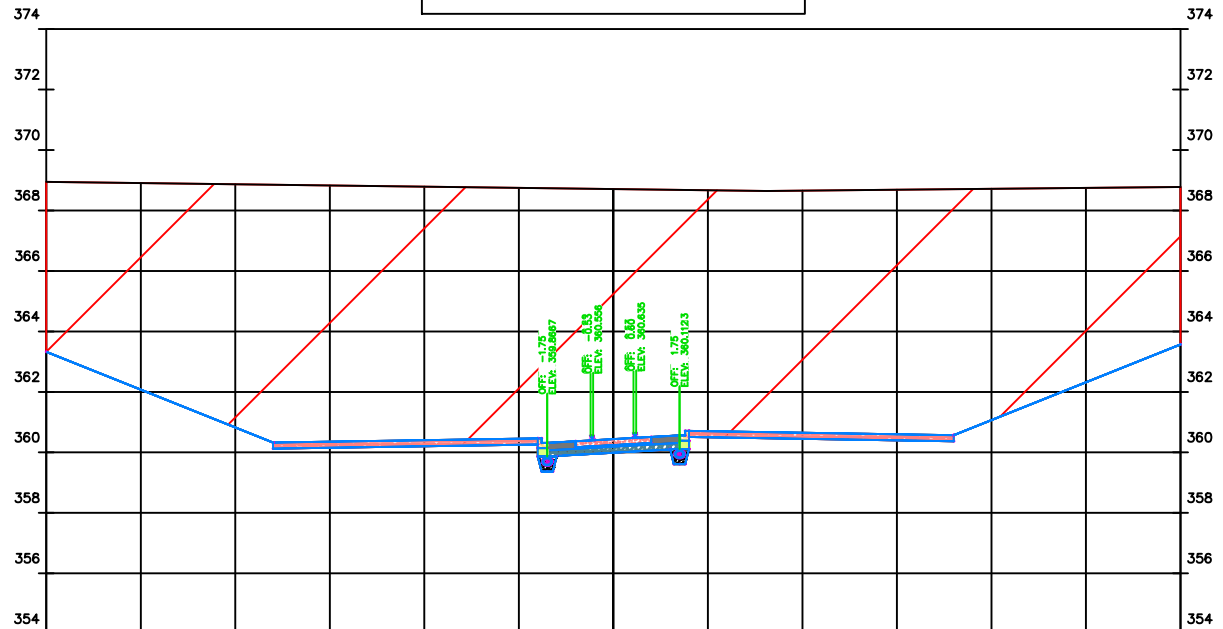
NO. GBR

33

JML GBR

74

Cross Section STA 20+800.00



EXISTING ELEVATIONS	368.94	368.90	368.87	368.83	368.79	368.75	368.71	368.67	368.65	368.68	368.72	368.75	368.78
PROJECT ELEVATIONS	363.32	362.07	360.82	360.15	360.20	360.25	359.99	360.50	360.45	360.40	361.07	362.32	363.57
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

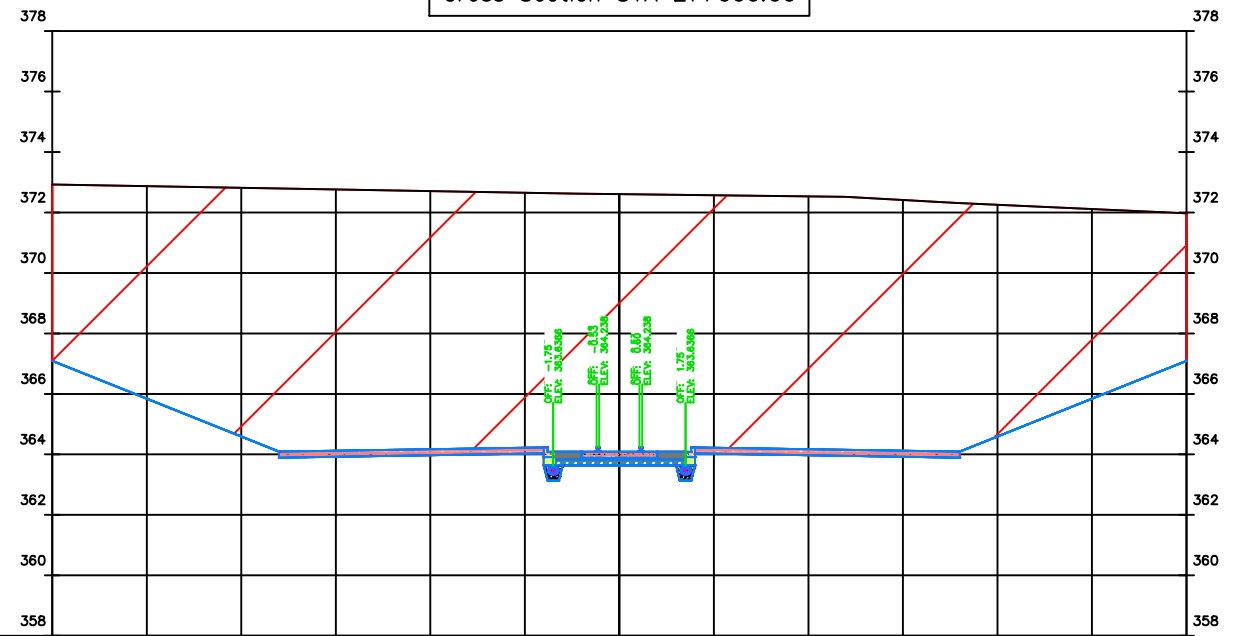
NO. GBR

34

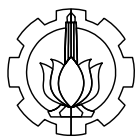
JML GBR

74

Cross Section STA 21+000.00



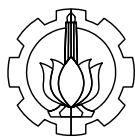
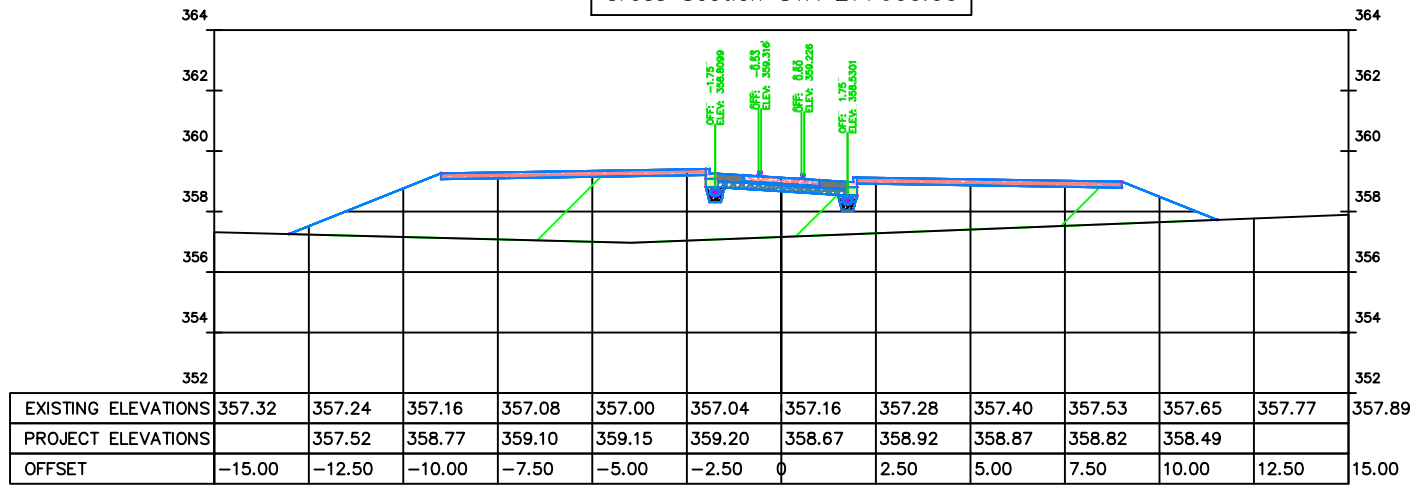
EXISTING ELEVATIONS	372.92	372.87	372.82	372.76	372.71	372.65	372.61	372.57	372.53	372.41	372.25	372.11	371.97
PROJECT ELEVATIONS	367.09	365.84	364.59	363.92	363.97	364.02	363.64	364.02	363.97	363.92	364.59	365.84	367.09
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	35 JML GBR 74

Cross Section STA 21+600.00

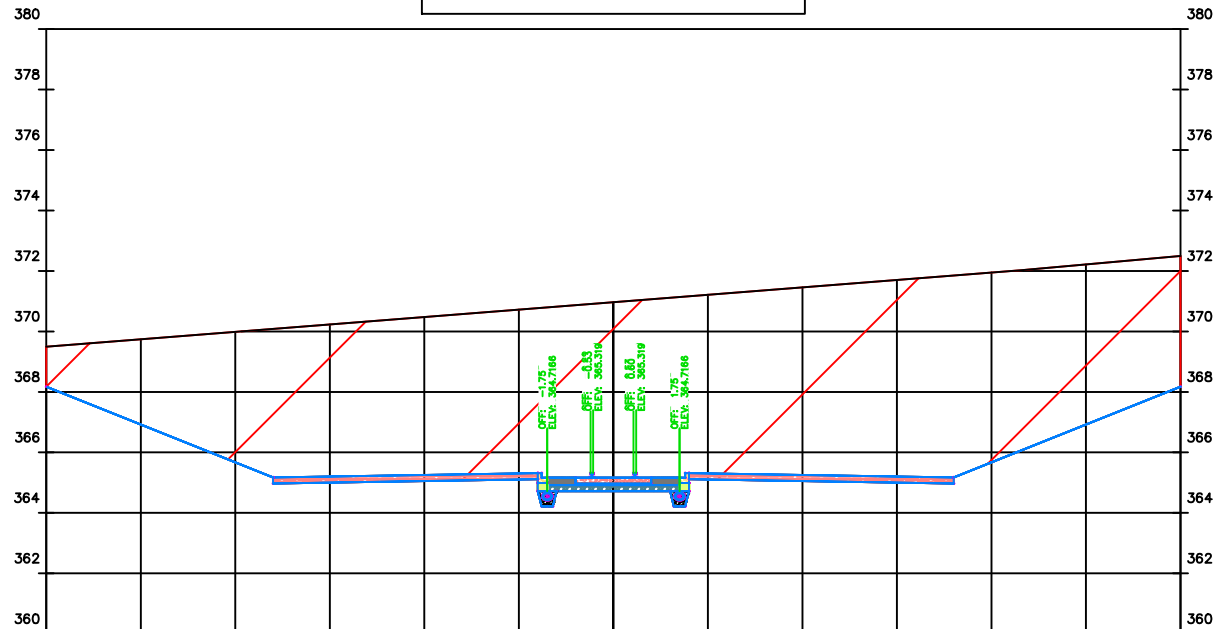


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	<b>36</b> JML GBR 74



Cross Section STA 23+000.00



EXISTING ELEVATIONS	369.49	369.74	369.98	370.23	370.48	370.72	370.97	371.21	371.46	371.70	371.95	372.22	372.49
PROJECT ELEVATIONS	368.17	366.92	365.67	365.00	365.05	365.10	364.72	365.10	365.05	365.00	365.67	366.92	368.17
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

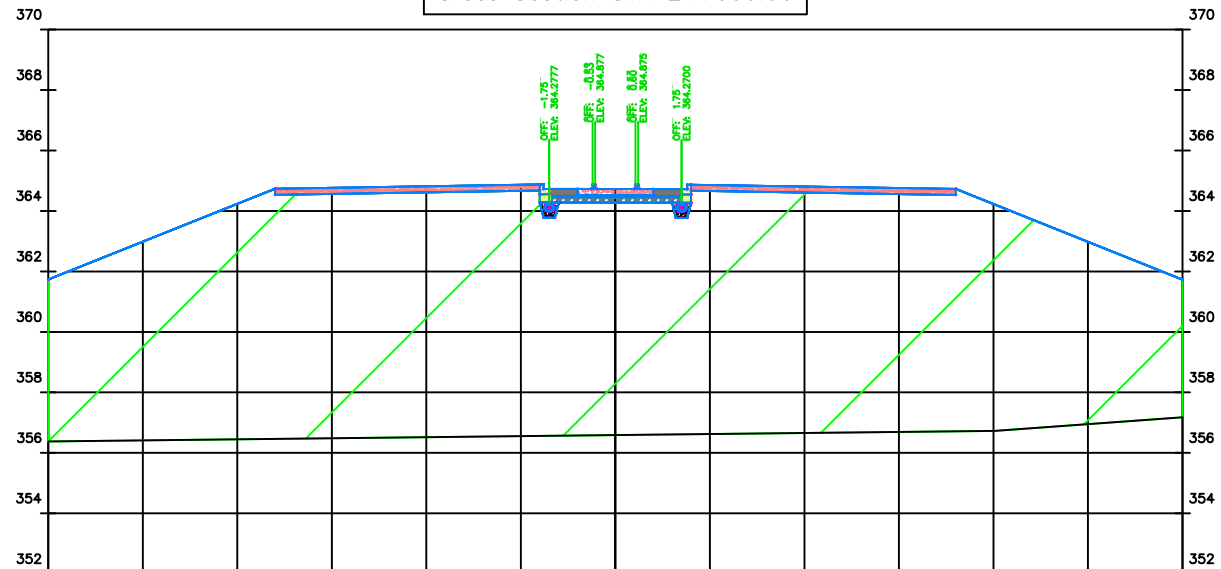
NO. GBR

37

JML GBR

74

Cross Section STA 24+000.00



EXISTING ELEVATIONS	356.38	356.41	356.45	356.48	356.52	356.55	356.59	356.62	356.66	356.69	356.73	356.95	357.18
PROJECT ELEVATIONS	361.73	362.98	364.23	364.56	364.61	364.66	364.27	364.66	364.61	364.56	364.23	362.98	361.73
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

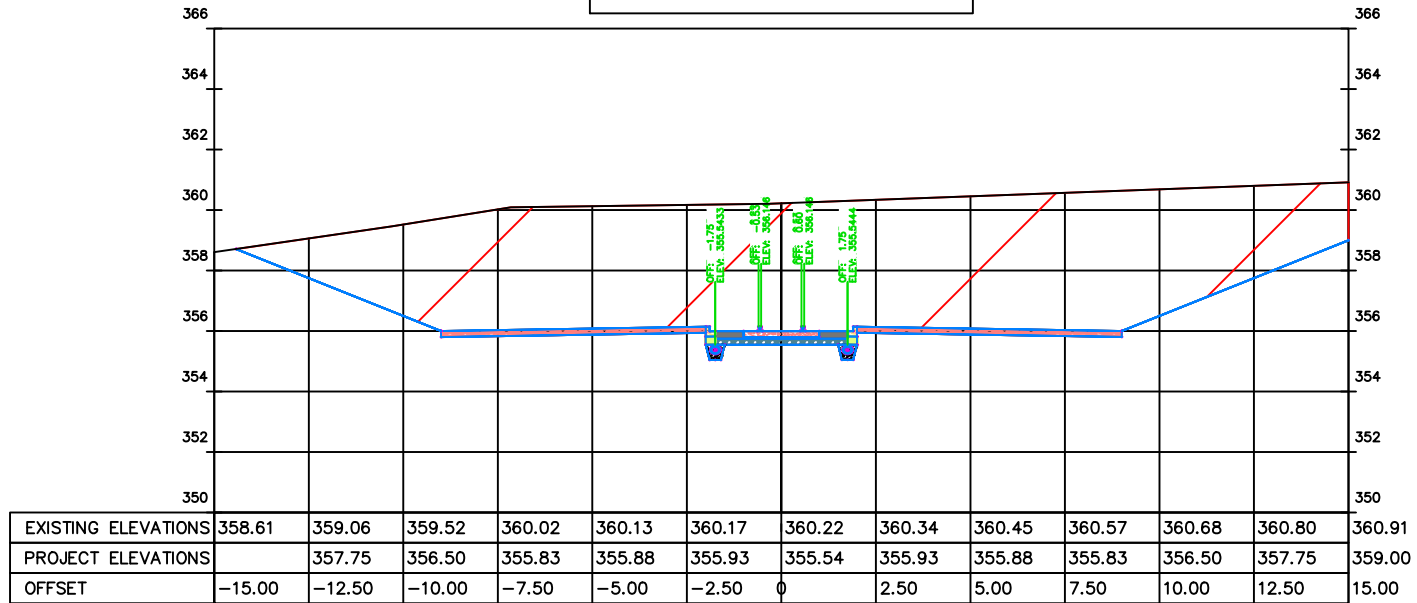
NO. GBR

38

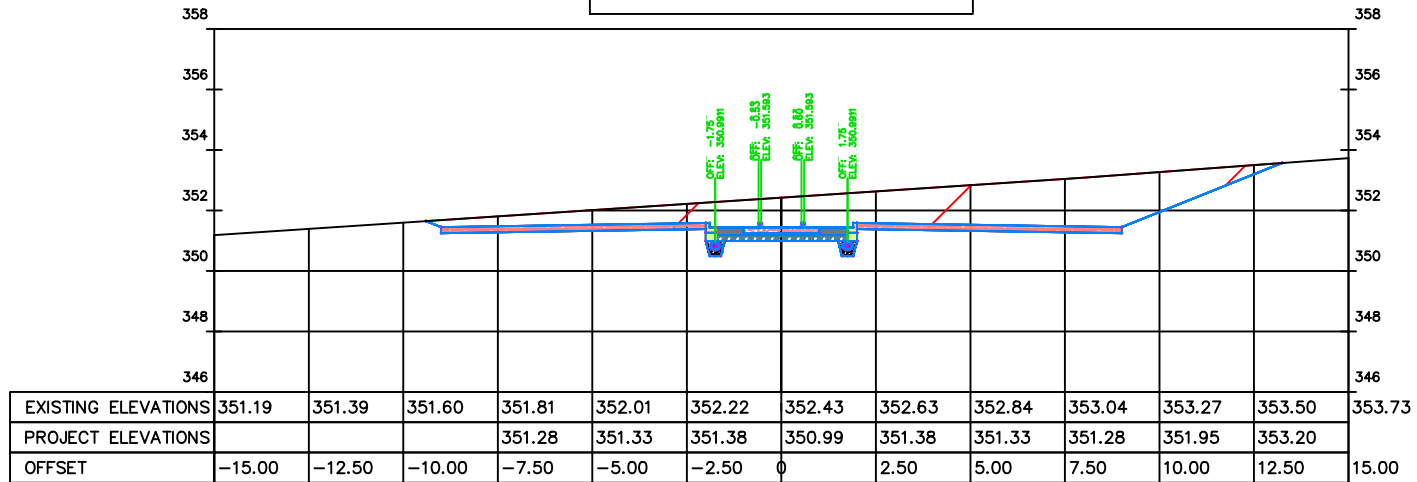
JML GBR

74

Cross Section STA 25+000.00



Cross Section STA 26+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

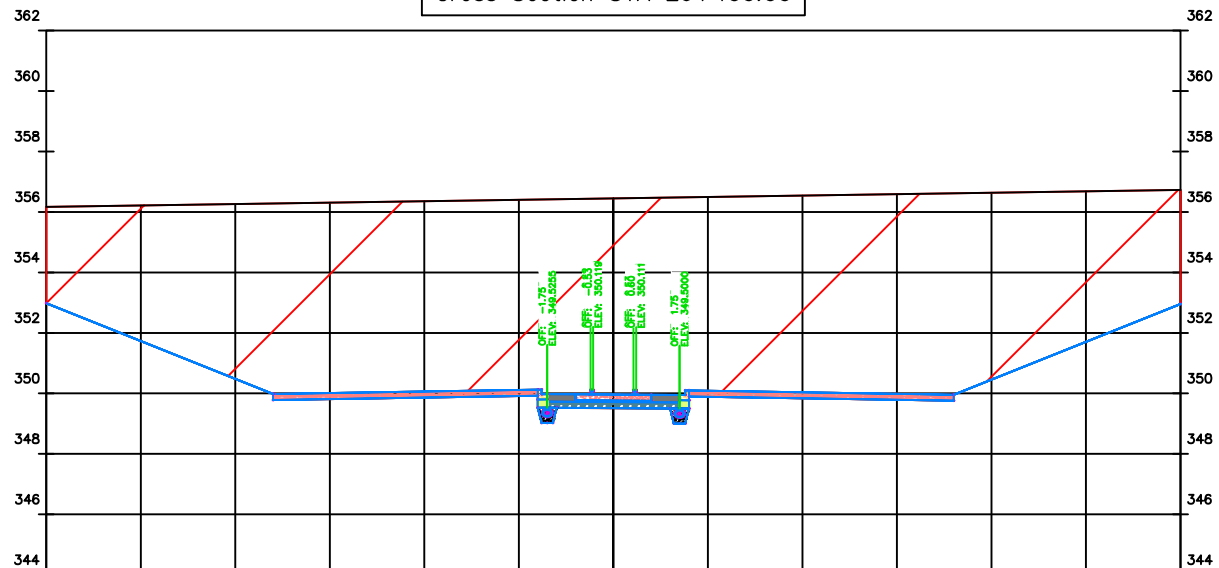
NO. GBR

39

JML GBR

74

Cross Section STA 26+400.00



EXISTING ELEVATIONS	356.16	356.21	356.26	356.31	356.35	356.40	356.45	356.49	356.54	356.59	356.63	356.68	356.73
PROJECT ELEVATIONS	352.98	351.73	350.48	349.81	349.86	349.91	349.51	349.89	349.84	349.79	350.46	351.71	352.96
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

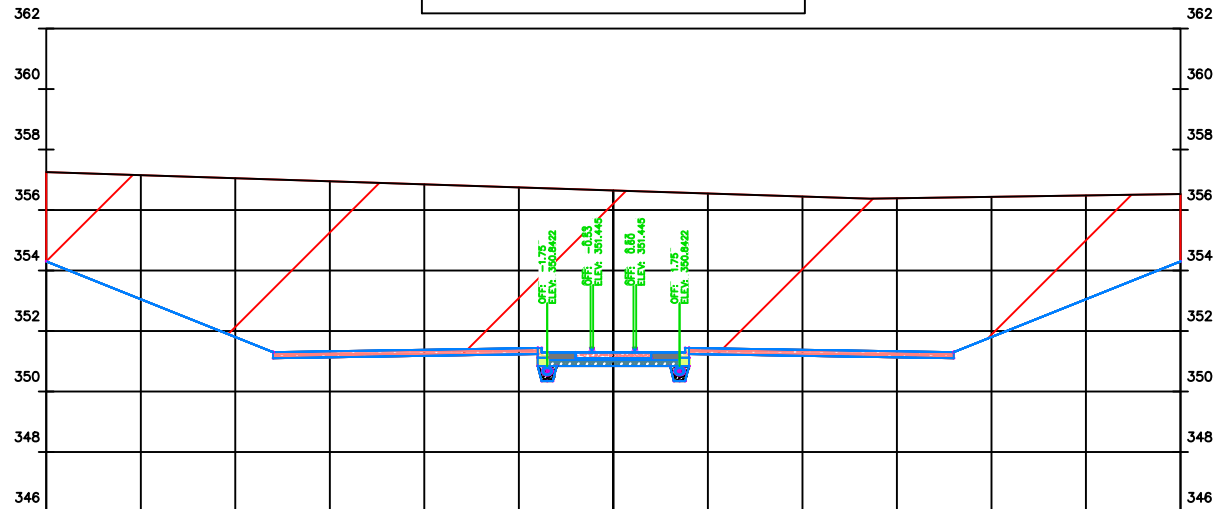
NO. GBR

40

JML GBR

74

Cross Section STA 27+000.00



EXISTING ELEVATIONS	357.25	357.15	357.05	356.95	356.85	356.75	356.65	356.55	356.45	356.39	356.43	356.48	356.53
PROJECT ELEVATIONS	354.30	353.05	351.80	351.13	351.18	351.23	350.84	351.23	351.18	351.13	351.80	353.05	354.30
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 0311174500014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

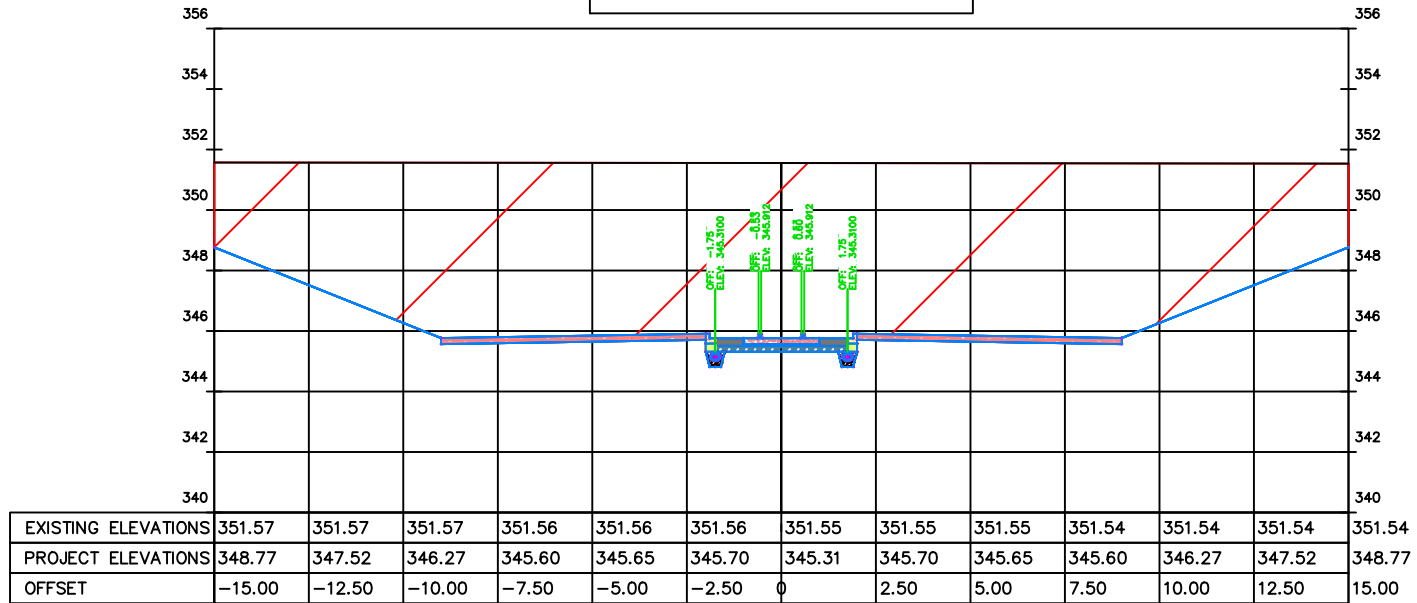
KODE GBR

CS

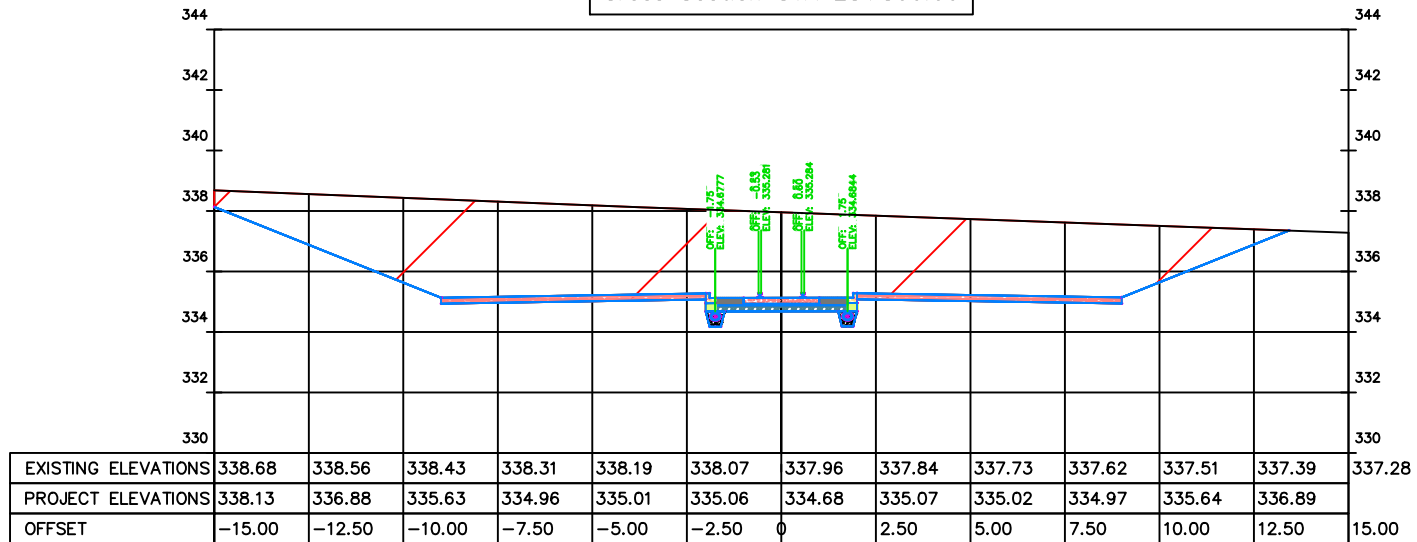
NO. GBR

41  
 JML GBR  
 74

Cross Section STA 28+000.00



Cross Section STA 28+800.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

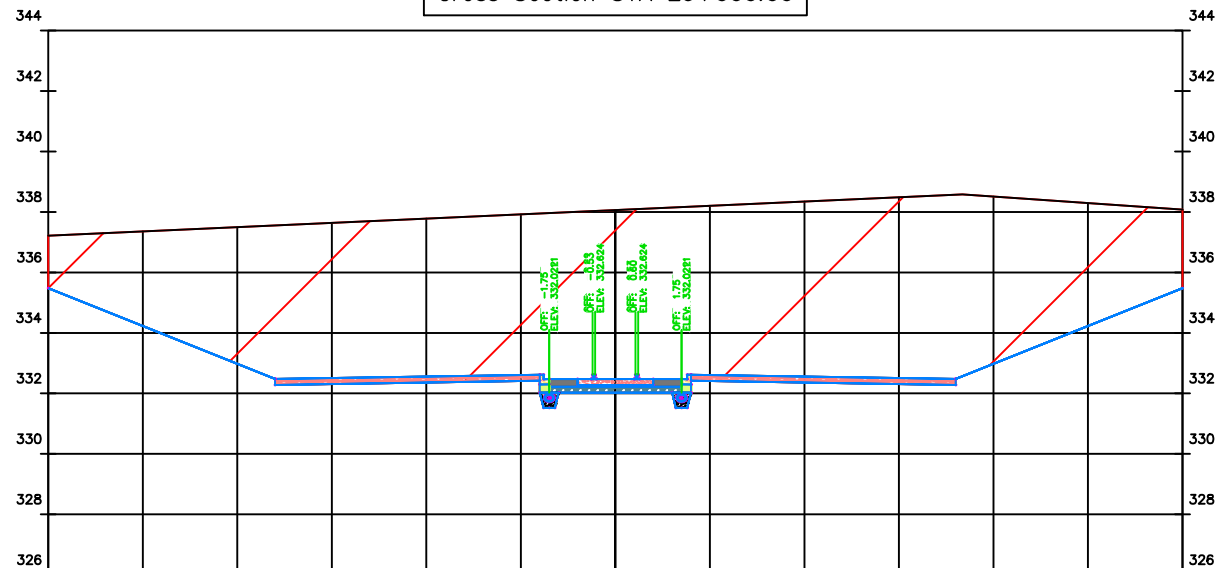
NO. GBR

42

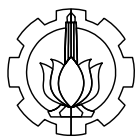
JML GBR

74

Cross Section STA 29+000.00



EXISTING ELEVATIONS	337.21	337.36	337.50	337.64	337.78	337.92	338.06	338.20	338.34	338.48	338.51	338.29	338.08
PROJECT ELEVATIONS	335.48	334.23	332.98	332.31	332.36	332.41	332.02	332.41	332.36	332.31	332.98	334.23	335.48
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

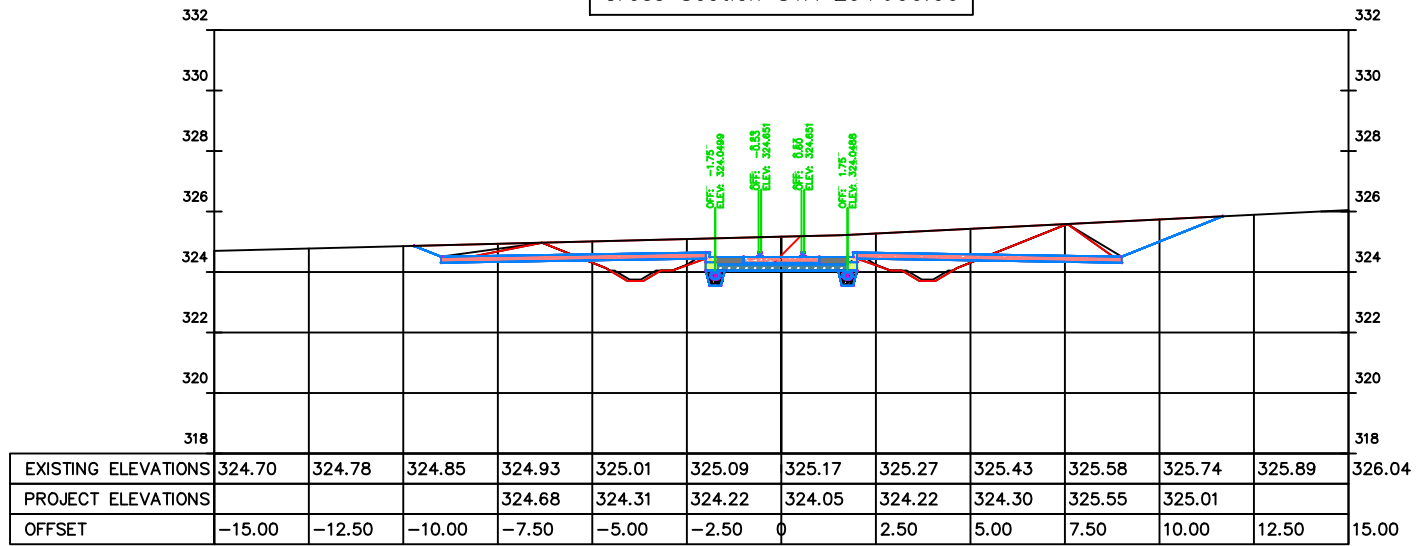
NO. GBR

43

JML GBR

74

Cross Section STA 29+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

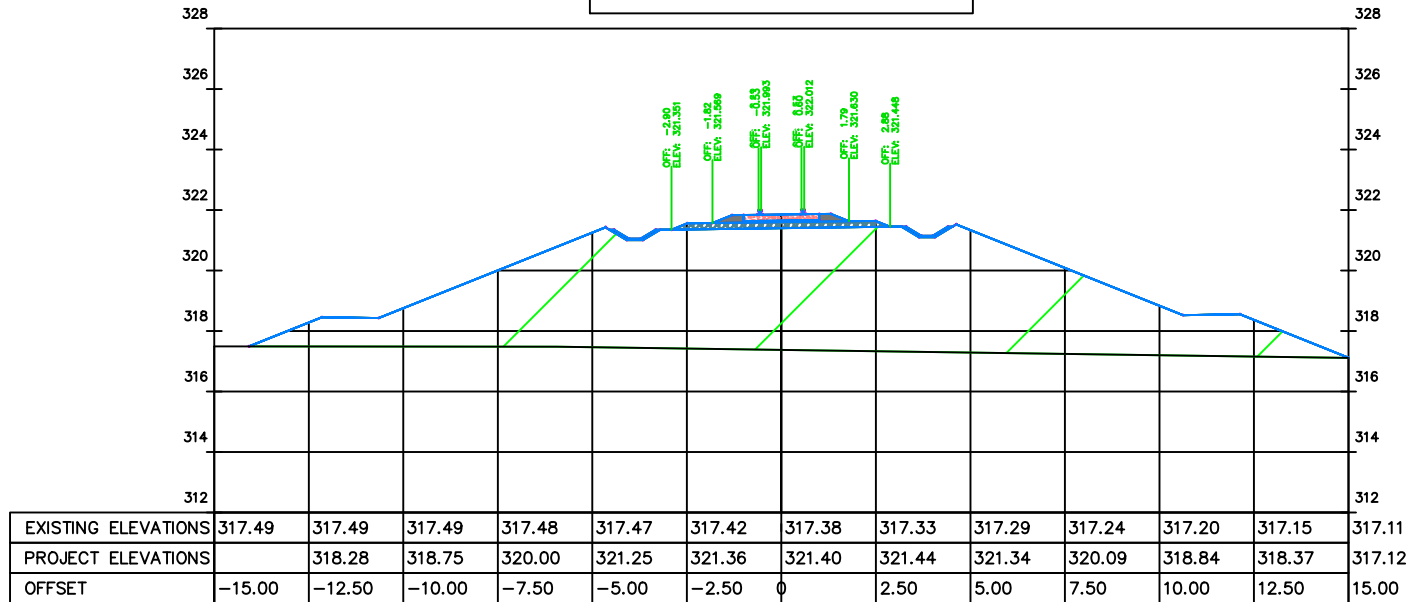
44

JML GBR

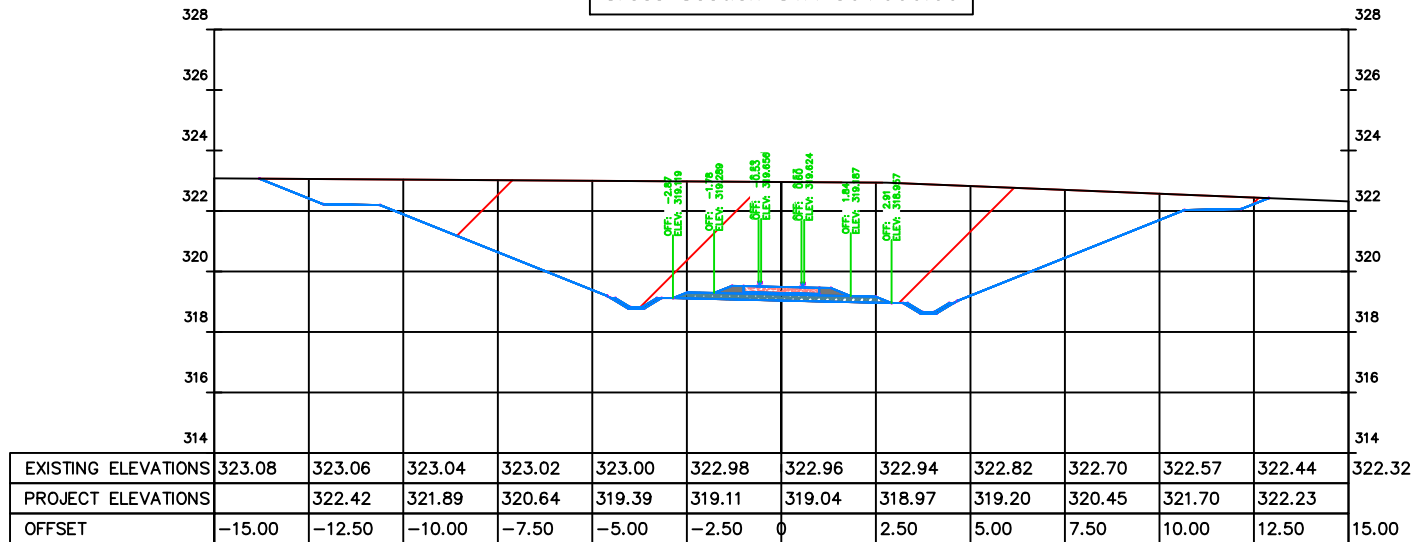
74



Cross Section STA 29+800.00



Cross Section STA 30+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

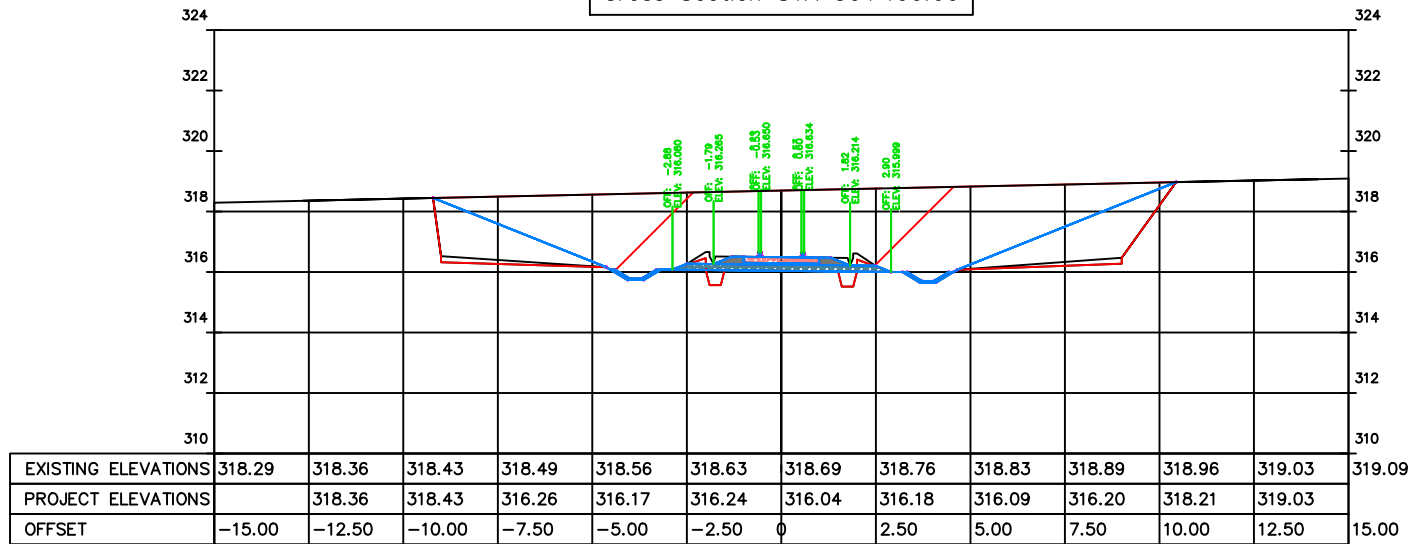
NO. GBR

45

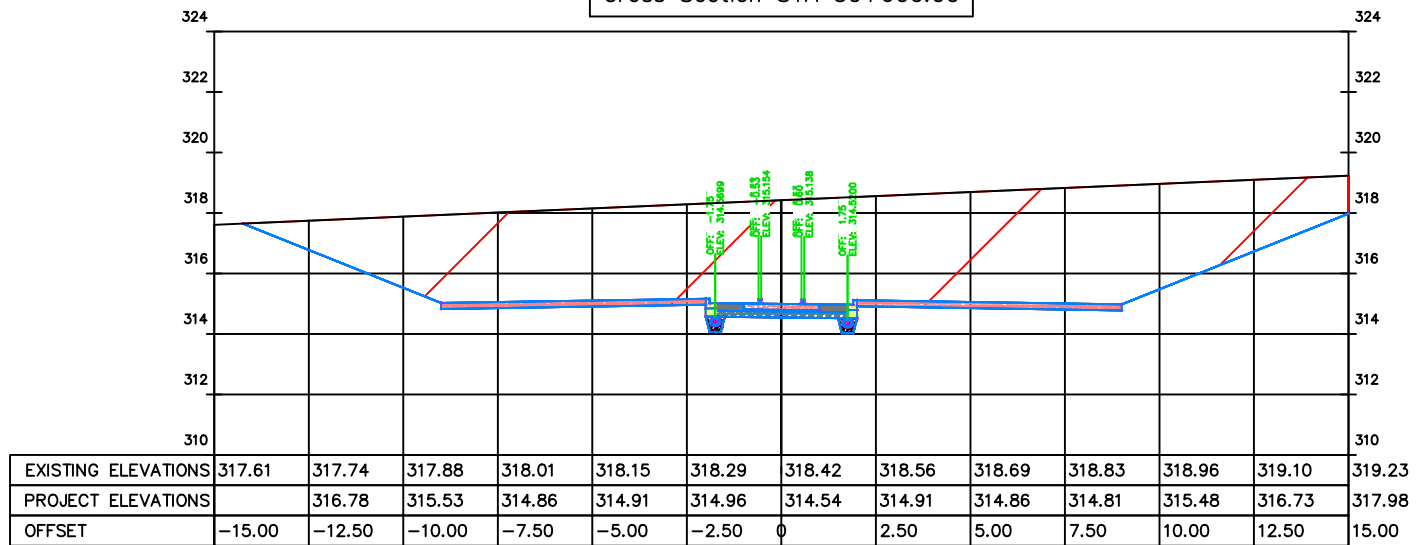
JML GBR

74

Cross Section STA 30+400.00



Cross Section STA 30+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

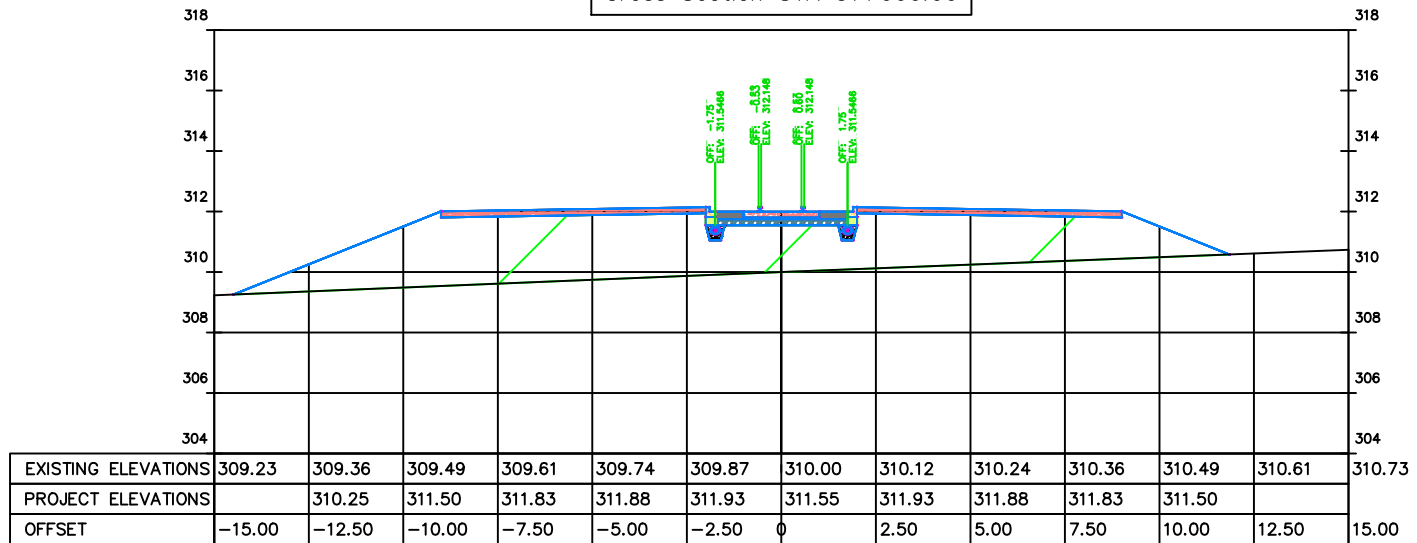
NO. GBR

46

JML GBR

74

Cross Section STA 31+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

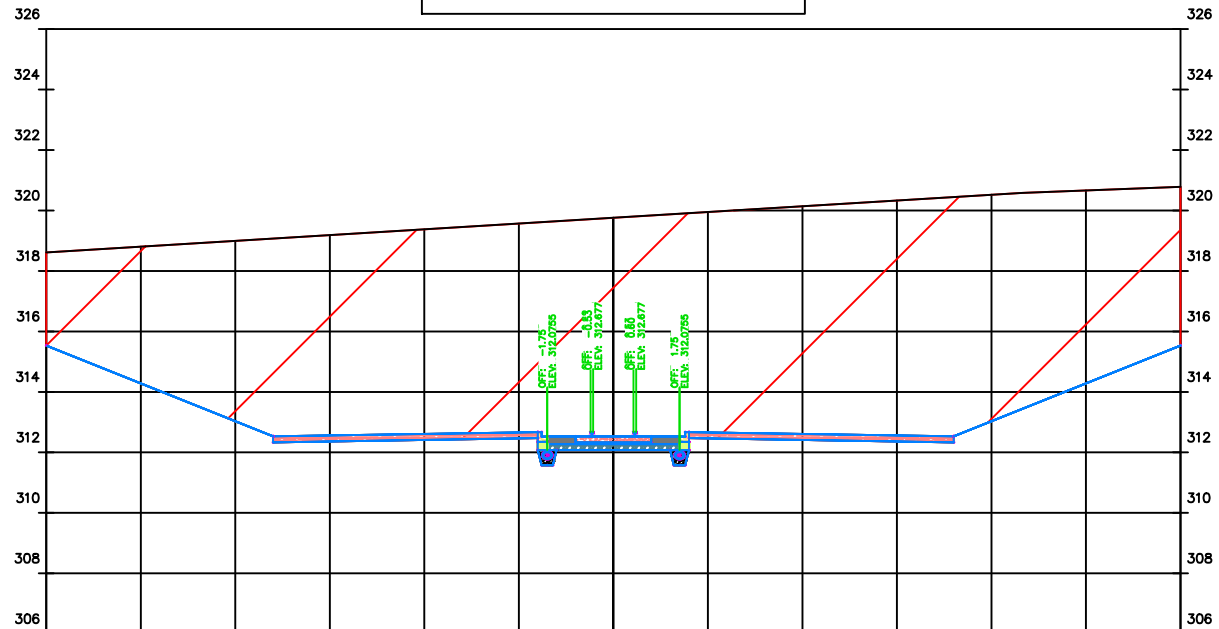
NO. GBR

47

JML GBR

74

Cross Section STA 32+000.00



EXISTING ELEVATIONS	318.61	318.80	318.99	319.19	319.38	319.57	319.76	319.95	320.14	320.33	320.52	320.66	320.78
PROJECT ELEVATIONS	315.53	314.28	313.03	312.36	312.41	312.46	312.07	312.46	312.41	312.36	313.03	314.28	315.53
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 0311174500014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

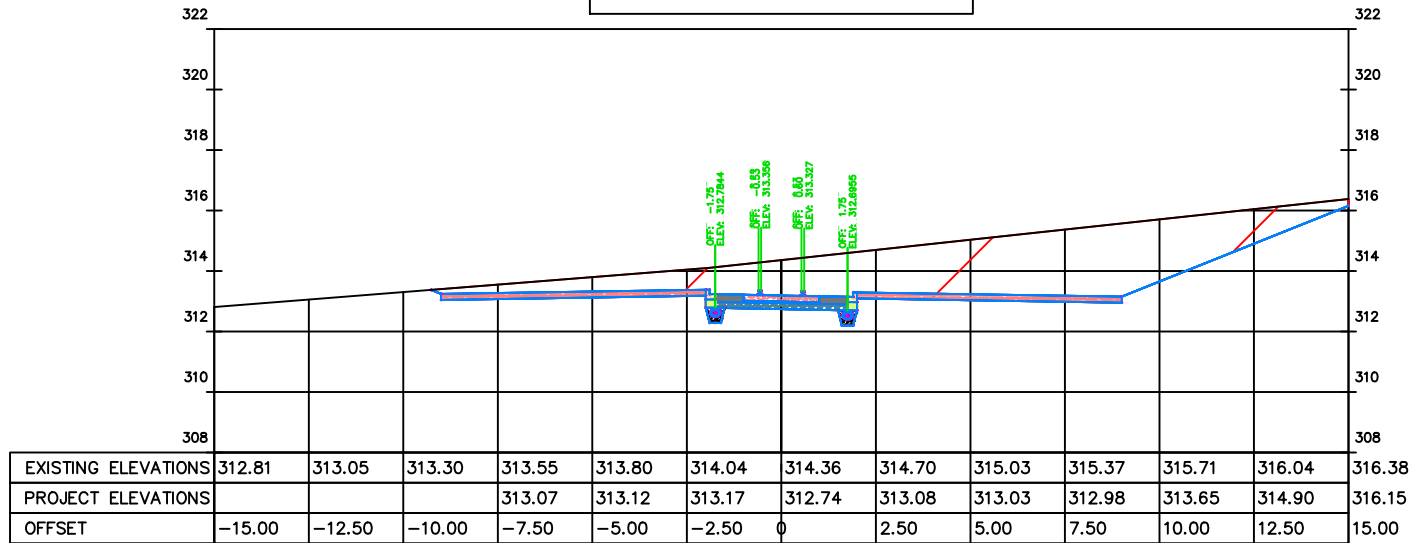
NO. GBR

48

JML GBR

74

Cross Section STA 32+400.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

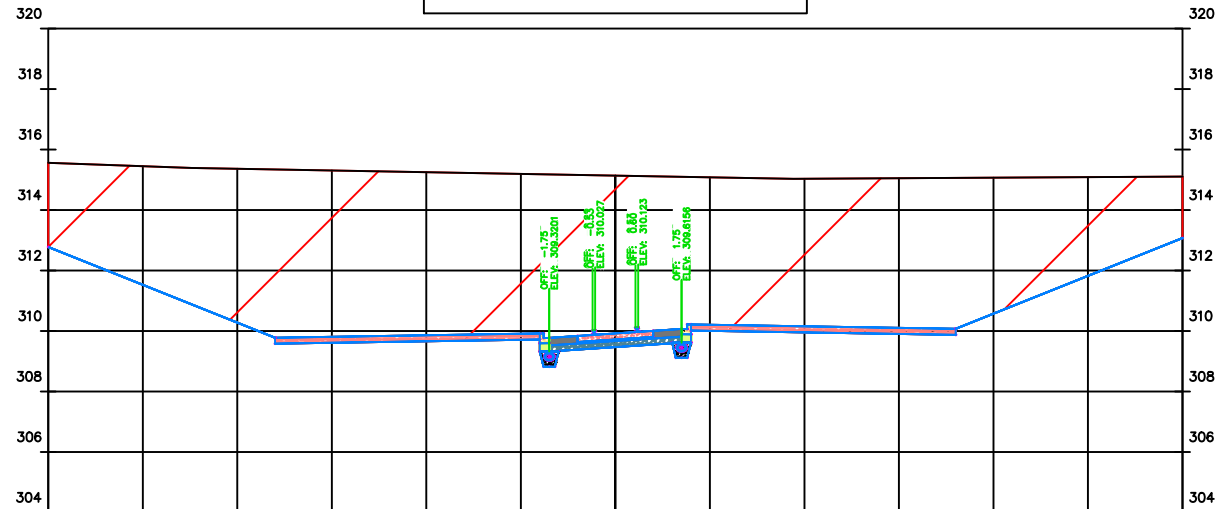
NO. GBR

49

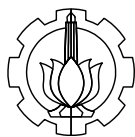
JML GBR

74

Cross Section STA 32+800.00



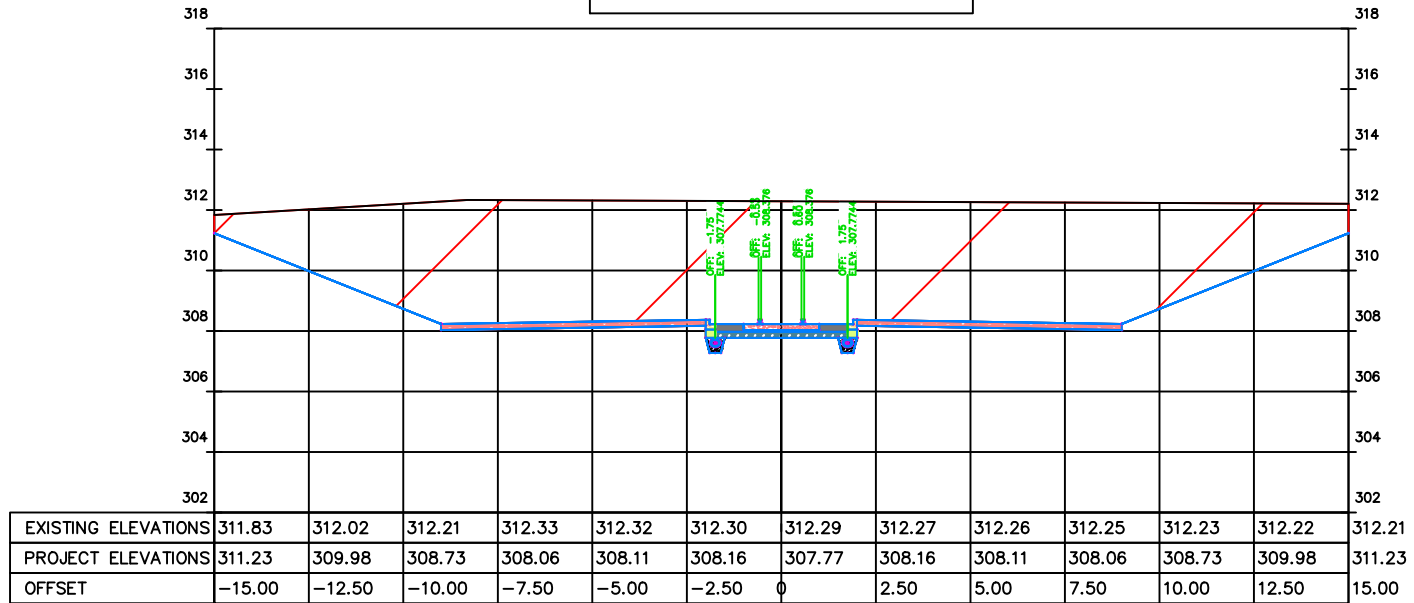
EXISTING ELEVATIONS	315.56	315.45	315.36	315.31	315.25	315.19	315.14	315.08	315.03	315.05	315.07	315.09	315.10
PROJECT ELEVATIONS	312.78	311.53	310.28	309.61	309.66	309.71	309.47	310.00	309.95	309.90	310.57	311.82	313.07
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



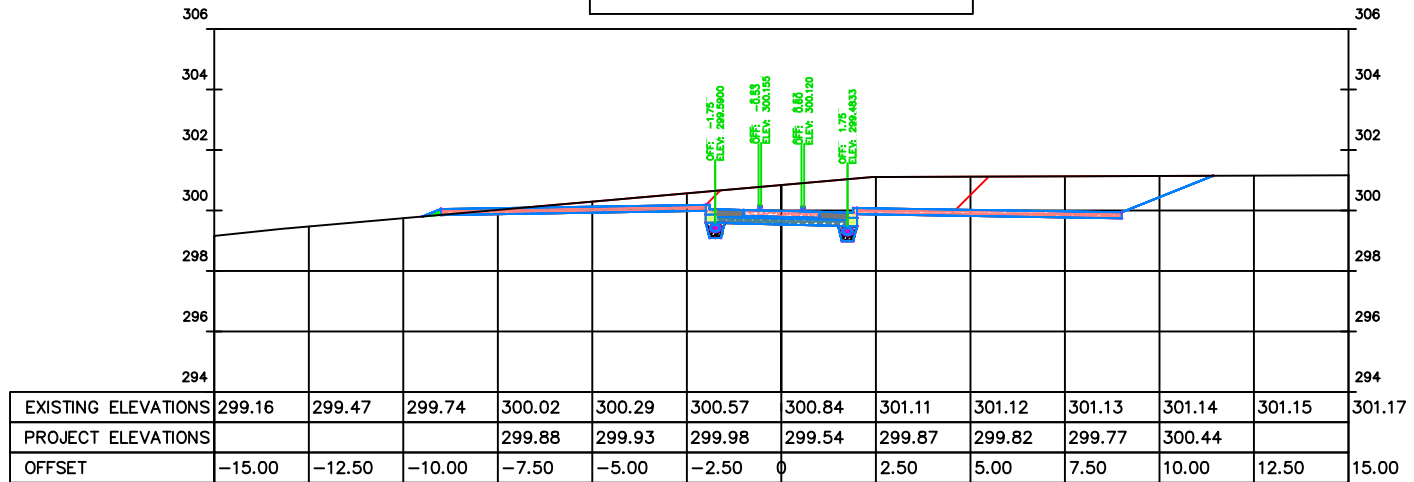
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	50 JML GBR 74

Cross Section STA 33+000.00



Cross Section STA 34+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

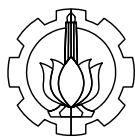
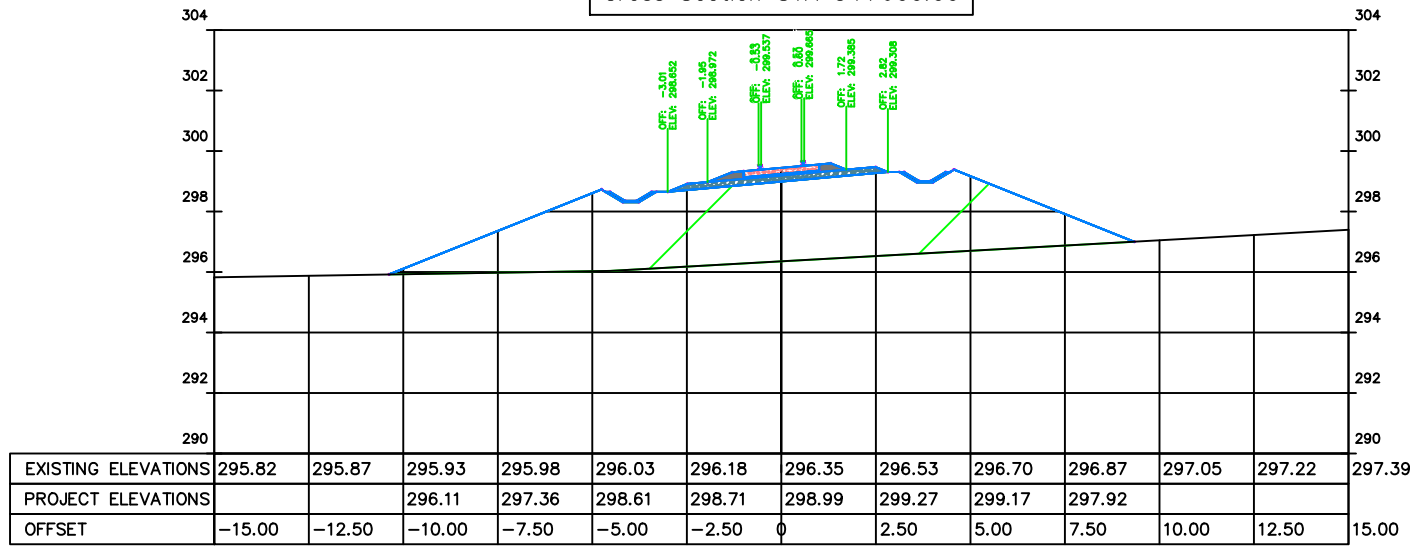
NO. GBR

51

JML GBR

74

Cross Section STA 34+600.00

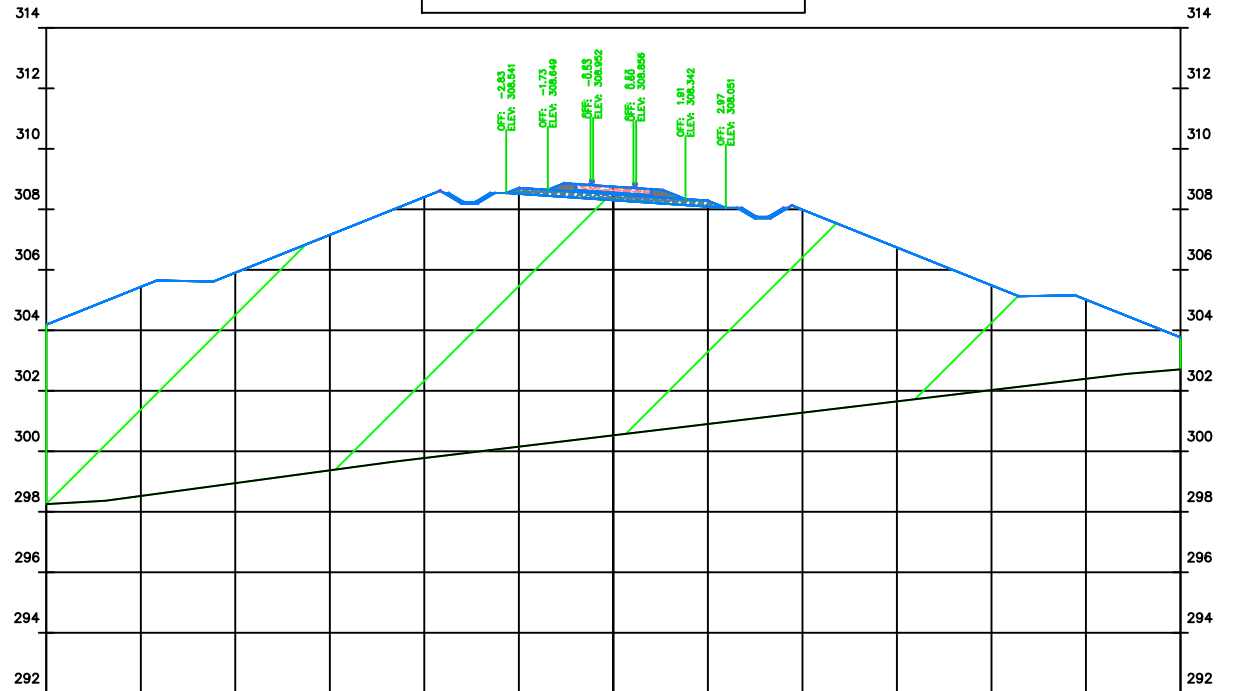


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

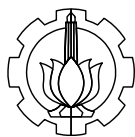
JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	52 JML GBR 74



Cross Section STA 35+000.00



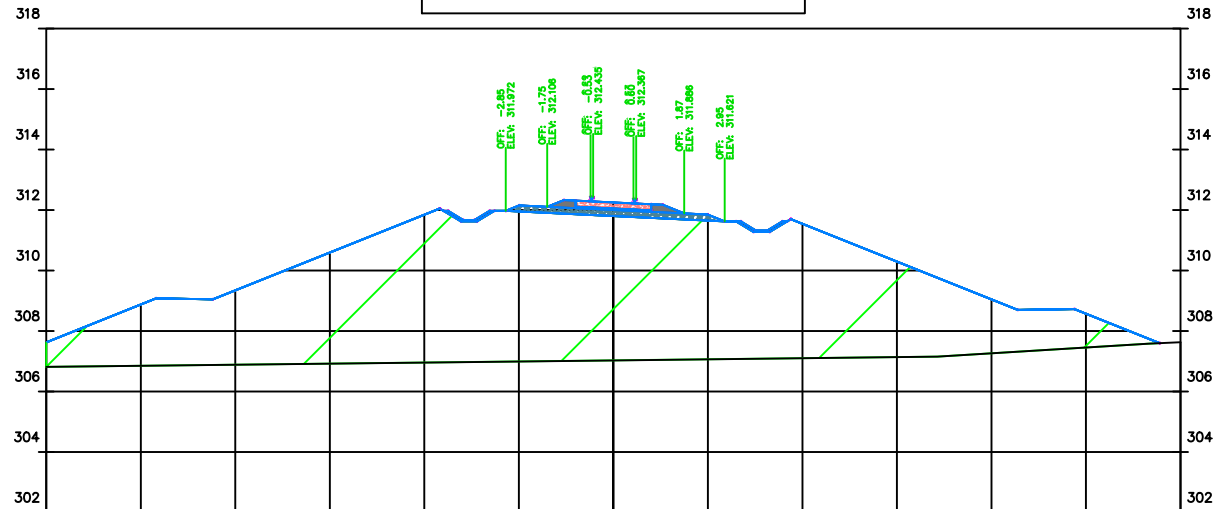
EXISTING ELEVATIONS	298.25	298.53	298.95	299.37	299.78	300.15	300.53	300.90	301.28	301.65	302.03	302.40	302.71
PROJECT ELEVATIONS	304.19	305.44	305.91	307.16	308.41	308.51	308.30	308.09	307.99	306.74	305.49	305.02	303.77
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	53 JML GBR 74

Cross Section STA 35+200.00



EXISTING ELEVATIONS	306.81	306.85	306.88	306.92	306.96	306.99	307.03	307.06	307.10	307.13	307.26	307.45	307.63
PROJECT ELEVATIONS	307.62	308.87	309.34	310.59	311.84	311.95	311.80	311.65	311.54	310.29	309.04	308.57	
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

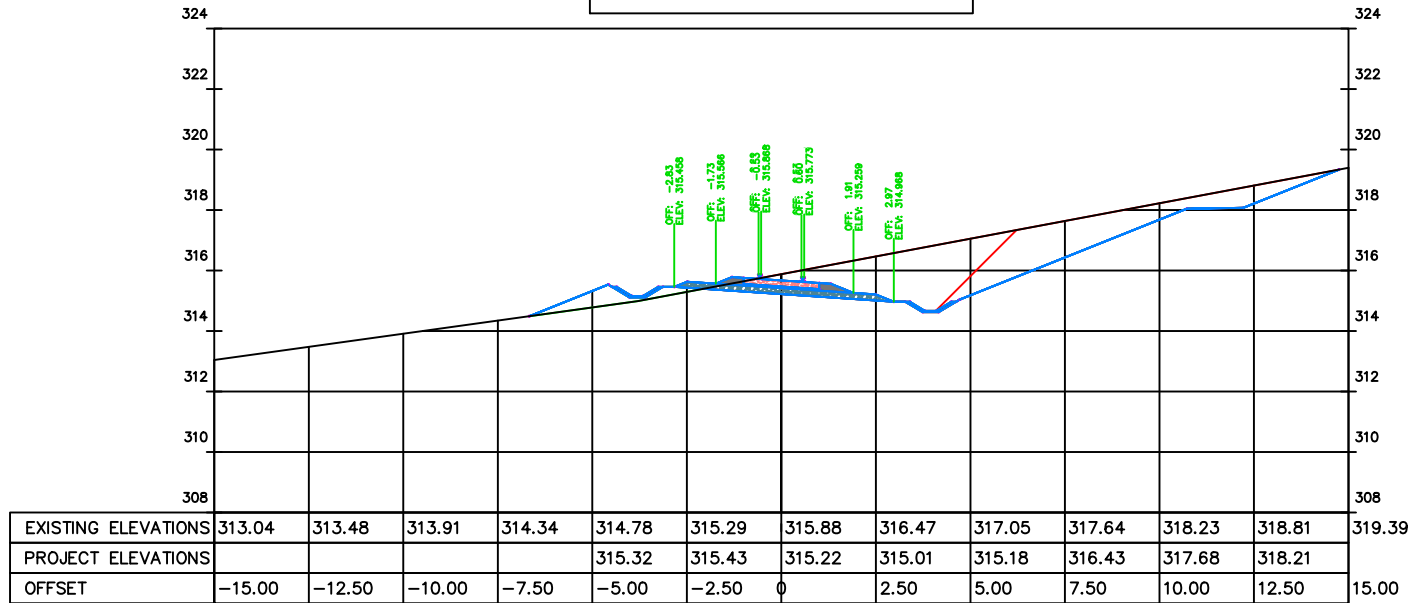
NO. GBR

54

JML GBR

74

Cross Section STA 35+400.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

55

JML GBR

74

Cross Section STA 35+600.00



EXISTING ELEVATIONS	322.81	322.81	322.82	322.83	322.83	322.84	322.90	323.08	323.25	323.43	323.60	323.78	323.95
PROJECT ELEVATIONS	320.88	319.63	319.10	317.85	316.60	316.32	316.25	316.18	316.42	317.67	318.92	319.45	320.70
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

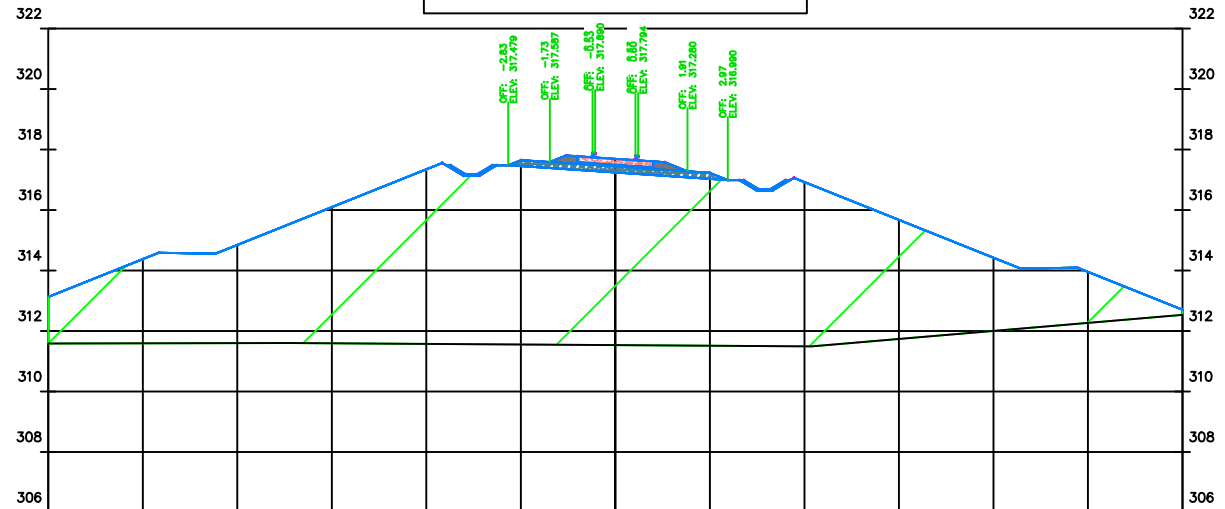
NO. GBR

56

JML GBR

74

Cross Section STA 35+800.00



EXISTING ELEVATIONS	311.59	311.59	311.60	311.59	311.57	311.55	311.53	311.51	311.49	311.74	312.00	312.27	312.53
PROJECT ELEVATIONS	313.13	314.38	314.85	316.10	317.35	317.45	317.24	317.03	316.93	315.68	314.43	313.96	312.71
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

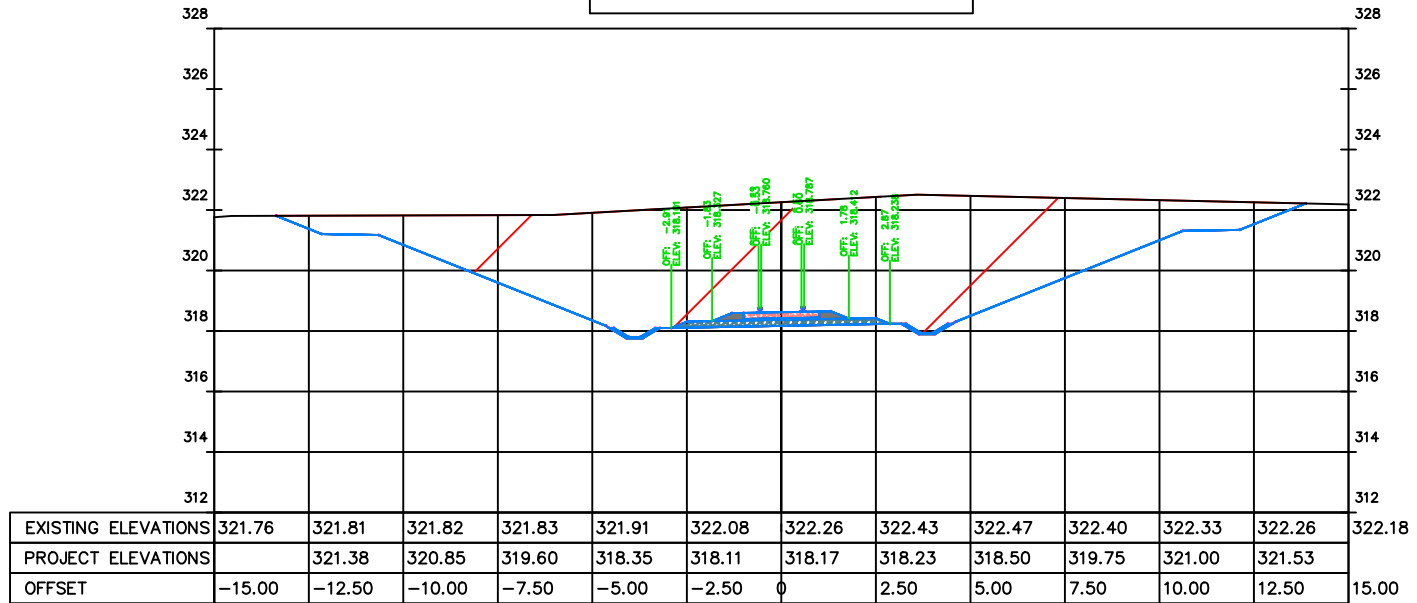
NO. GBR

57

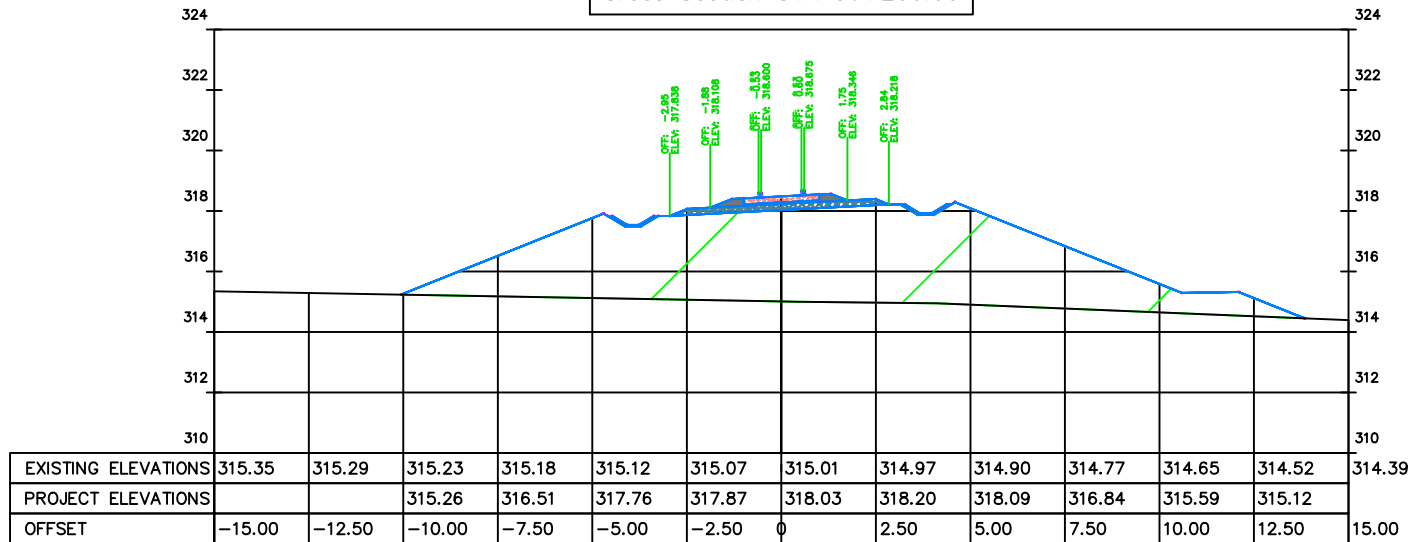
JML GBR

74

Cross Section STA 36+000.00



Cross Section STA 36+200.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

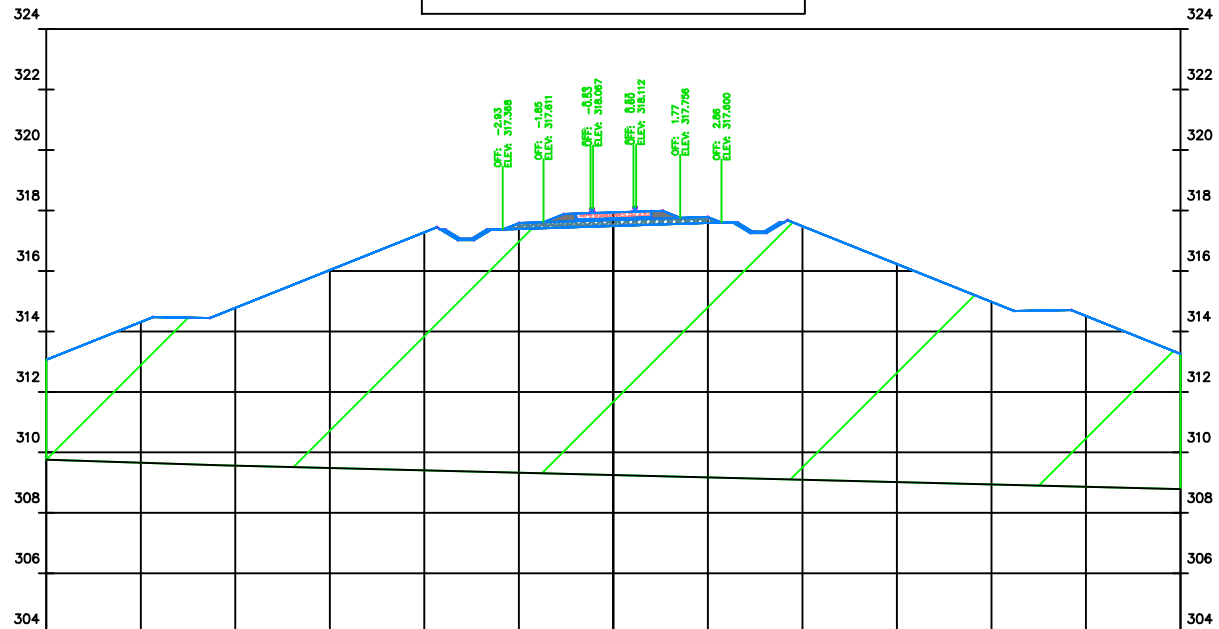
NO. GBR

58

JML GBR

74

Cross Section STA 36+400.00



EXISTING ELEVATIONS	309.76	309.66	309.56	309.49	309.41	309.33	309.25	309.17	309.10	309.02	308.94	308.86	308.79
PROJECT ELEVATIONS	313.06	314.31	314.78	316.03	317.28	317.38	317.49	317.59	317.48	316.23	314.98	314.51	313.26
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

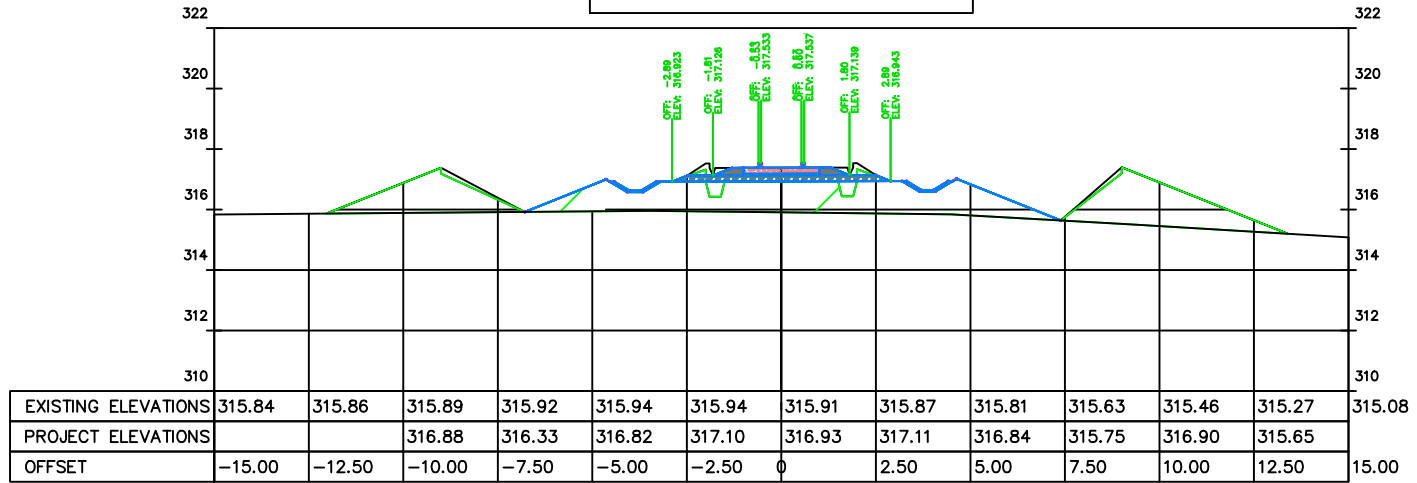
NO. GBR

59

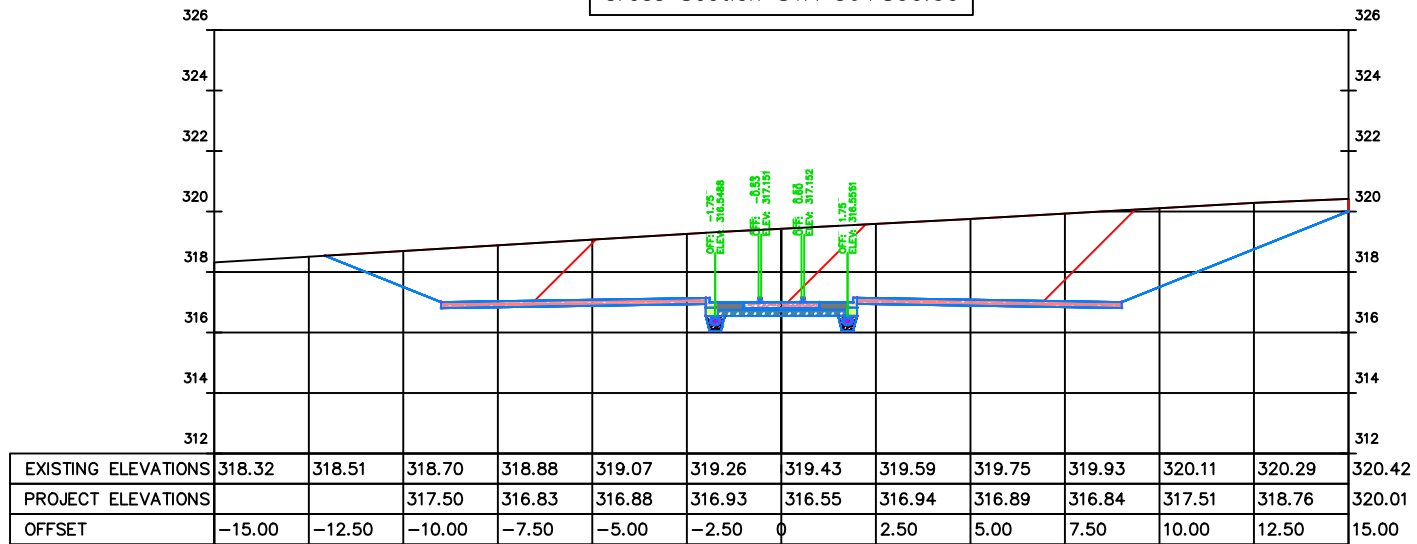
JML GBR

74

Cross Section STA 36+600.00



Cross Section STA 36+800.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

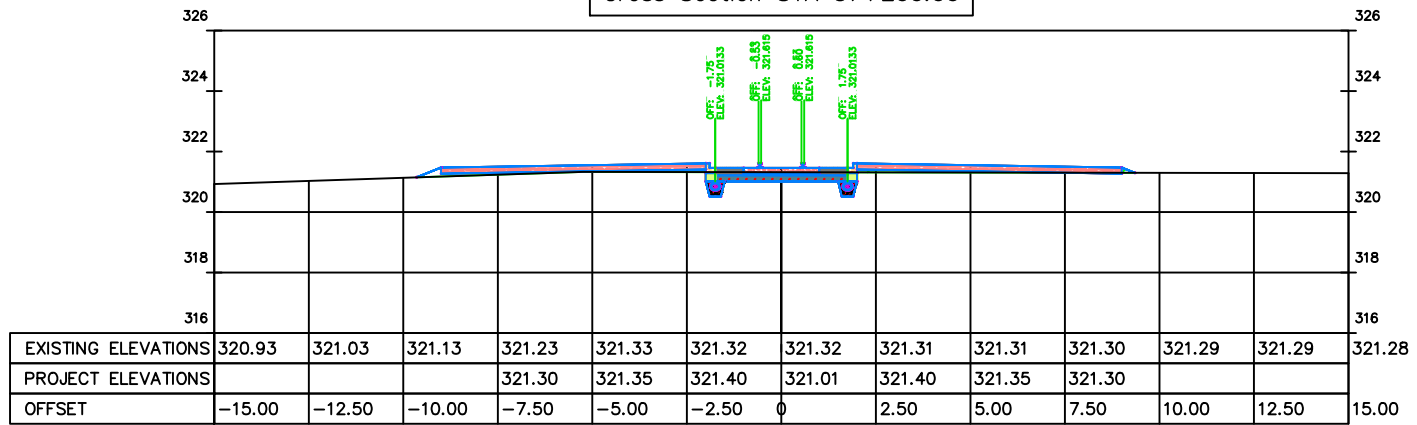
60

JML GBR

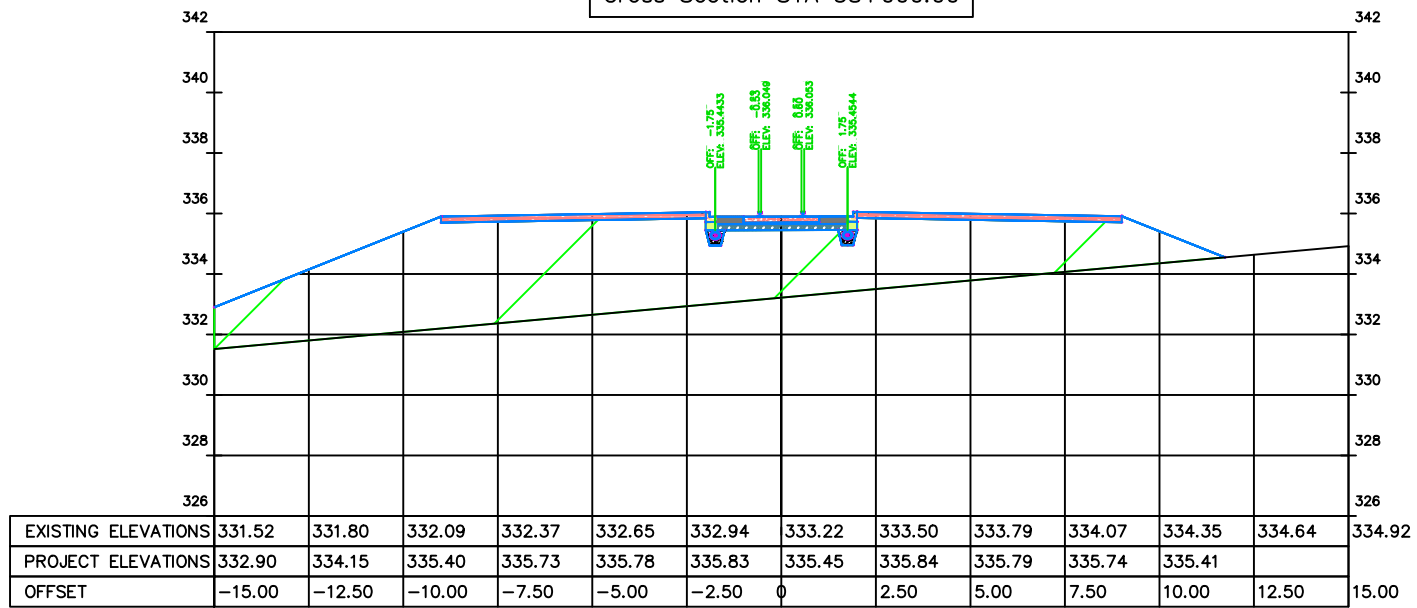
74



Cross Section STA 37+200.00



Cross Section STA 38+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

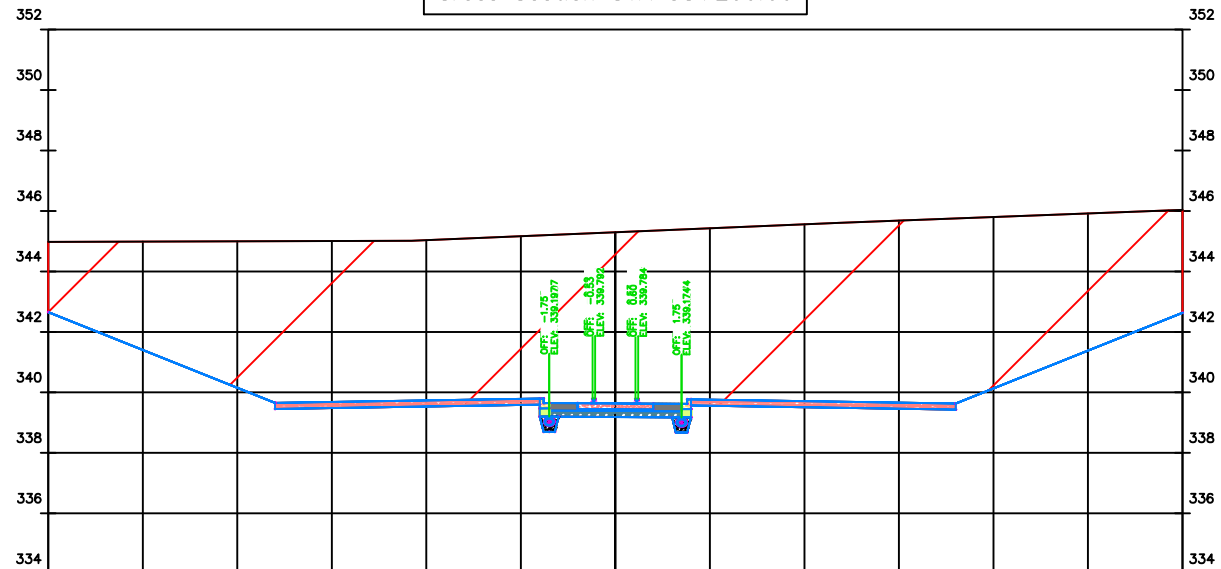
NO. GBR

61

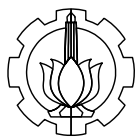
JML GBR

74

Cross Section STA 38+200.00



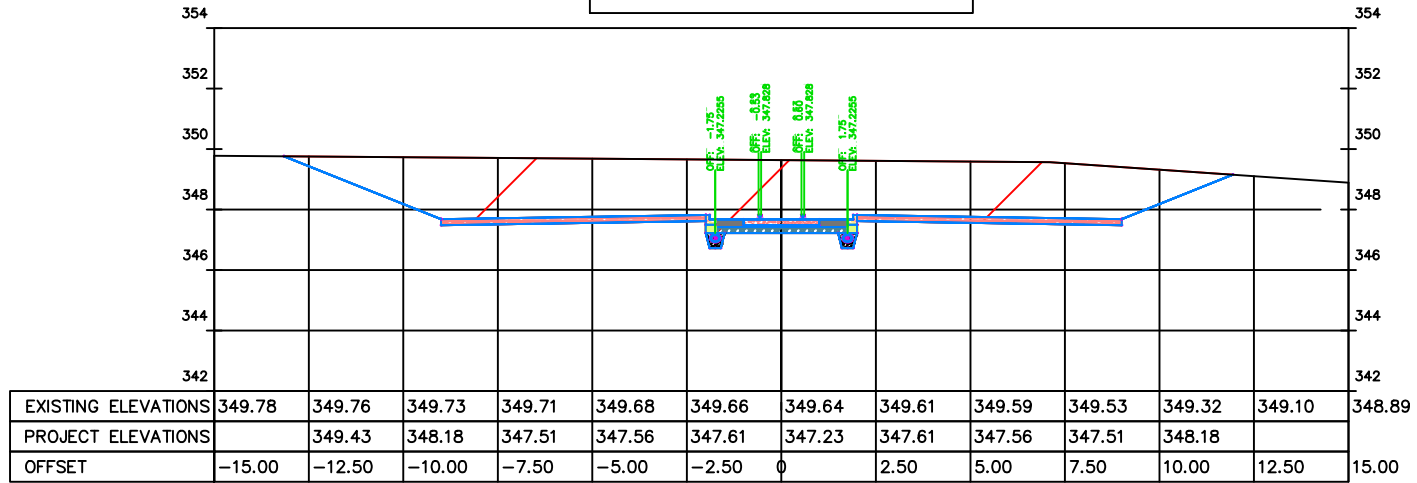
EXISTING ELEVATIONS	344.98	344.99	344.99	345.00	345.03	345.16	345.29	345.43	345.56	345.68	345.80	345.92	346.03
PROJECT ELEVATIONS	342.65	341.40	340.15	339.48	339.53	339.58	339.19	339.56	339.51	339.46	340.13	341.38	342.63
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



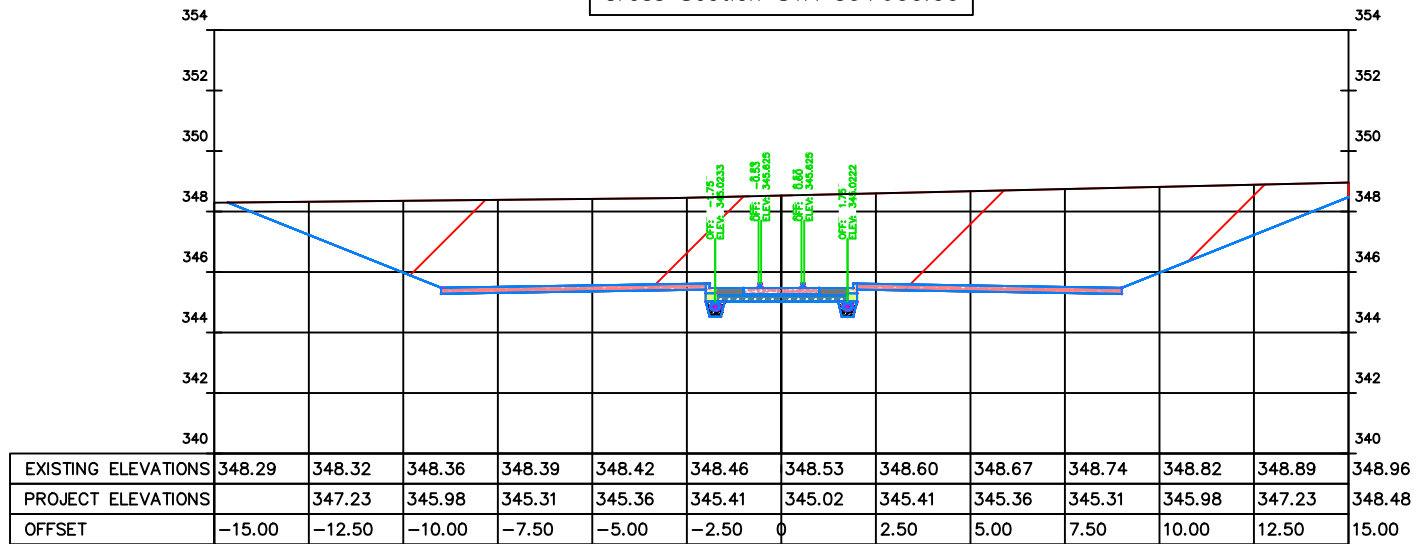
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 0311174500014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	62 JML GBR 74

Cross Section STA 39+000.00



Cross Section STA 39+600.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

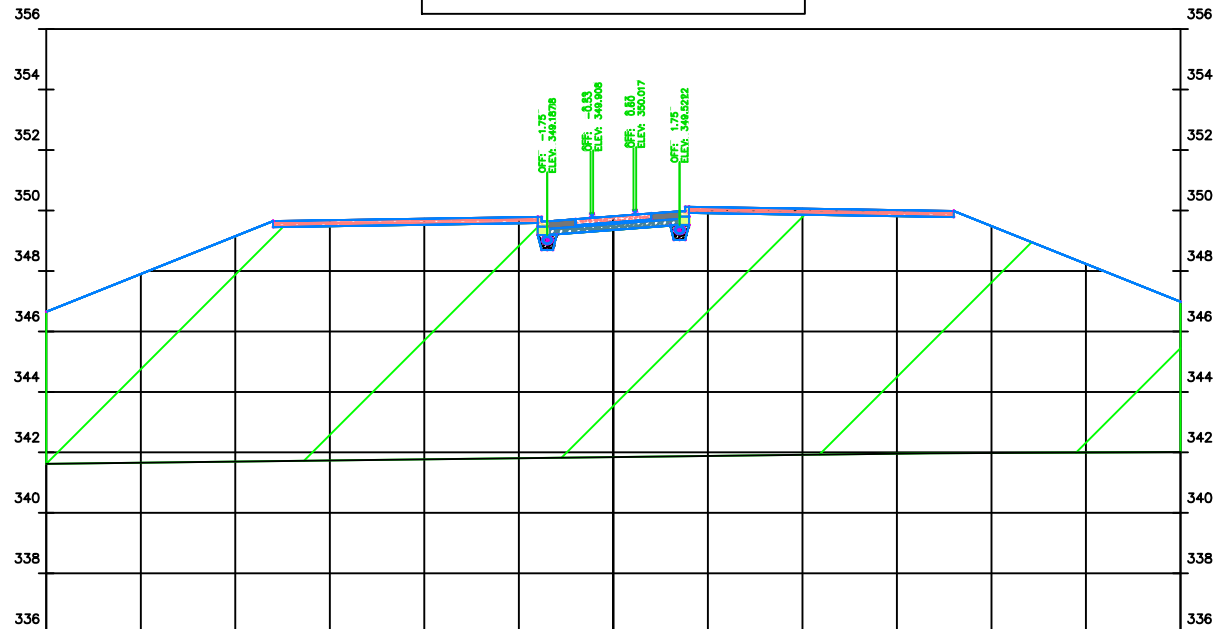
NO. GBR

63

JML GBR

74

Cross Section STA 40+400.00



EXISTING ELEVATIONS	341.62	341.66	341.70	341.73	341.77	341.81	341.85	341.88	341.92	341.96	341.98	342.00	342.01
PROJECT ELEVATIONS	346.65	347.90	349.15	349.48	349.53	349.58	349.35	349.91	349.86	349.81	349.48	348.23	346.98
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT.  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

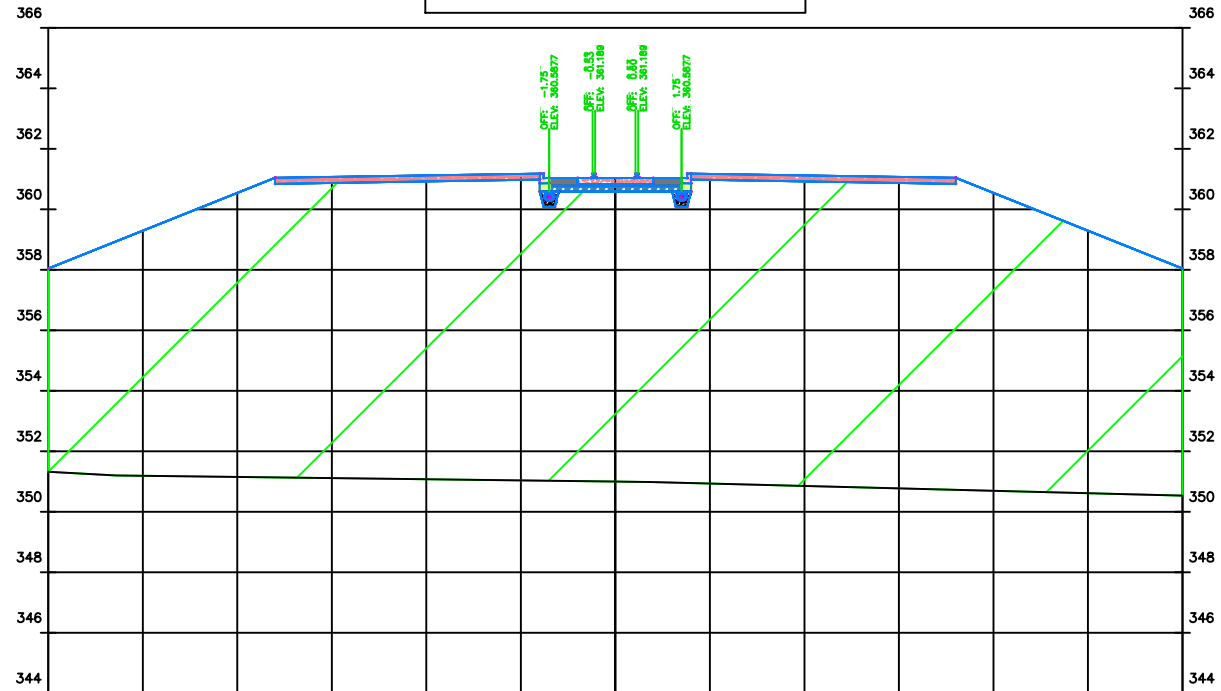
NO. GBR

64

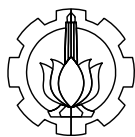
JML GBR

74

Cross Section STA 41+000.00



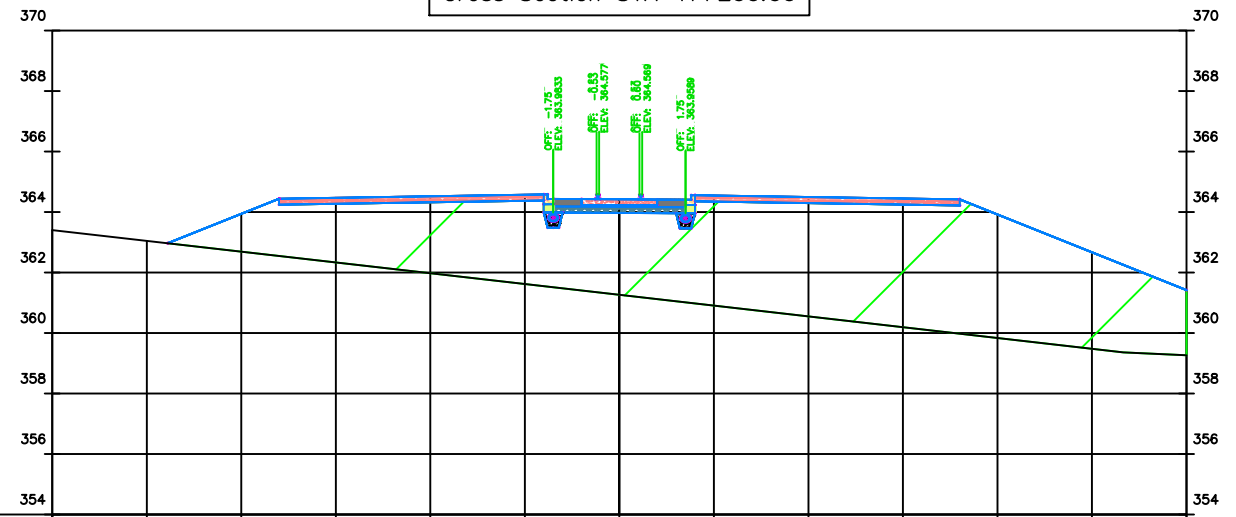
EXISTING ELEVATIONS	351.33	351.19	351.15	351.11	351.08	351.04	351.00	350.93	350.86	350.78	350.70	350.62	350.54
PROJECT ELEVATIONS	358.04	359.29	360.54	360.87	360.92	360.97	360.59	360.97	360.92	360.87	360.54	359.29	358.04
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



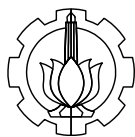
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	65 JML GBR 74

Cross Section STA 41+200.00



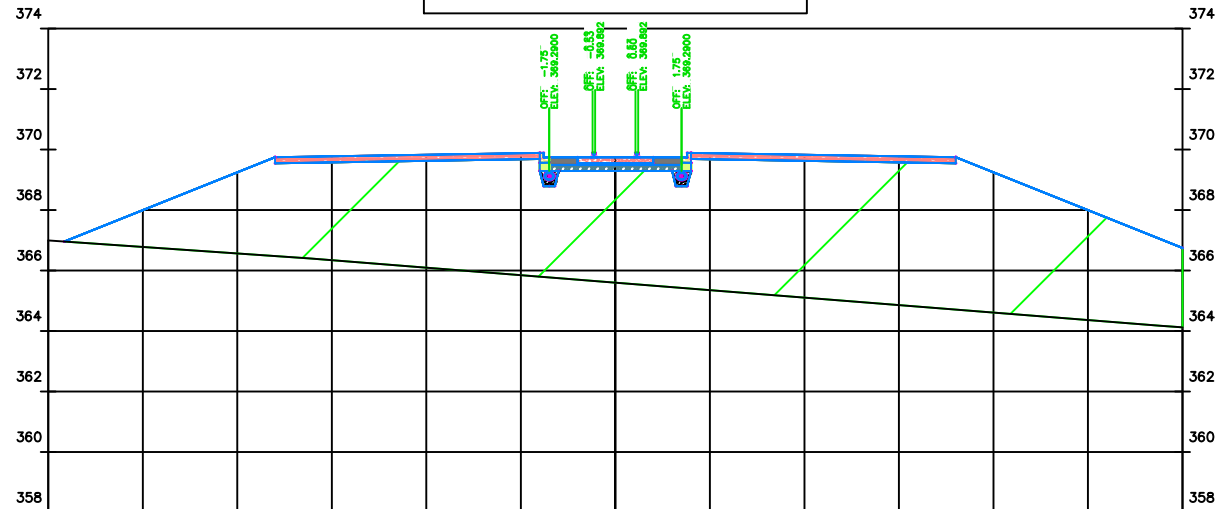
EXISTING ELEVATIONS	363.40	363.04	362.69	362.33	361.97	361.62	361.26	360.90	360.55	360.19	359.84	359.48	359.26
PROJECT ELEVATIONS			363.94	364.27	364.32	364.37	363.97	364.35	364.30	364.25	363.92	362.67	361.42
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

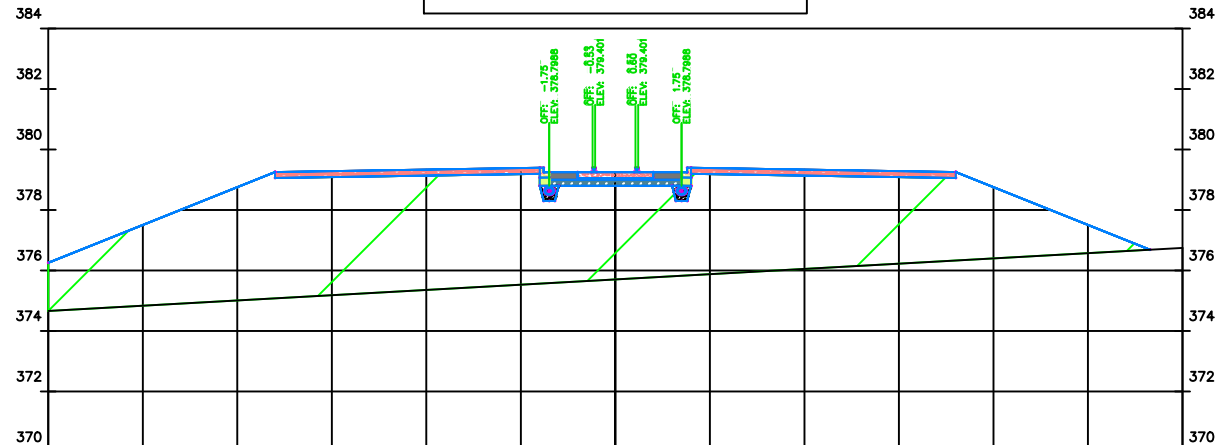
JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 0311174500014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	66 JML GBR 74

Cross Section STA 42+000.00

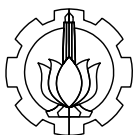


EXISTING ELEVATIONS	366.99	366.78	366.56	366.34	366.09	365.85	365.60	365.35	365.10	364.86	364.61	364.36	364.12
PROJECT ELEVATIONS		368.00	369.25	369.58	369.63	369.68	369.29	369.68	369.63	369.58	369.25	368.00	366.75
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00

Cross Section STA 43+000.00



EXISTING ELEVATIONS	374.66	374.84	375.01	375.18	375.36	375.53	375.70	375.88	376.05	376.23	376.40	376.57	376.75
PROJECT ELEVATIONS	376.26	377.51	378.76	379.09	379.14	379.19	378.80	379.19	379.14	379.09	378.76	377.51	
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

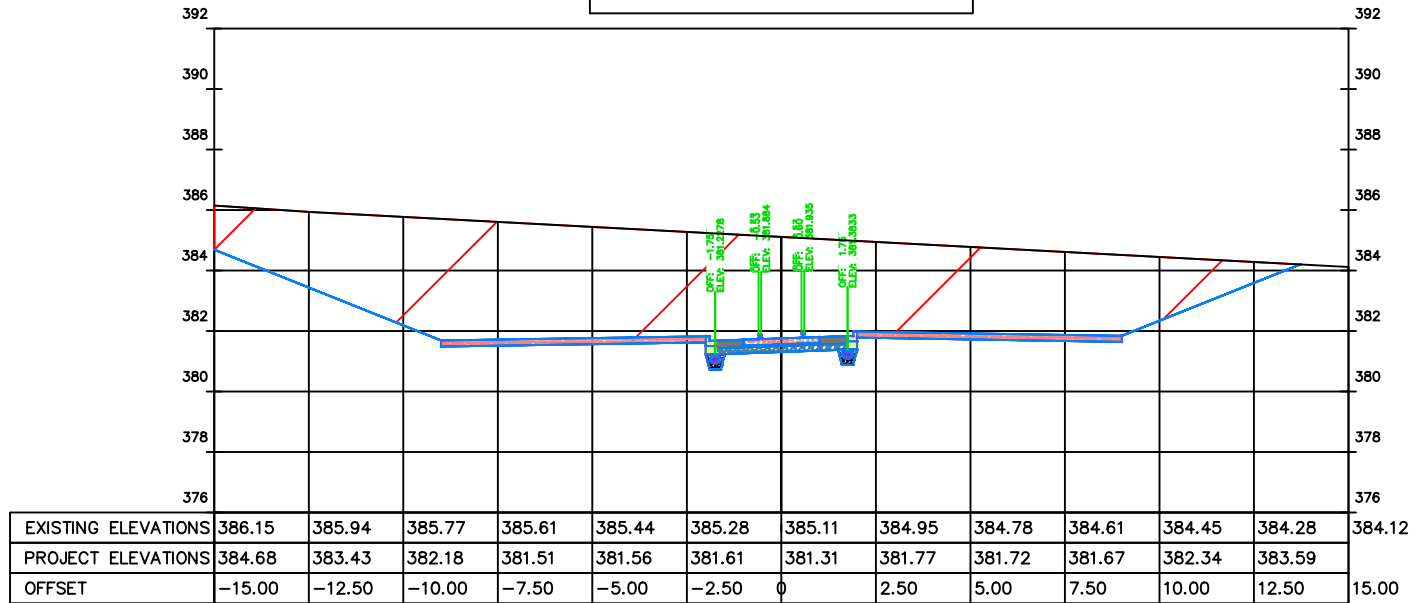
NO. GBR

67

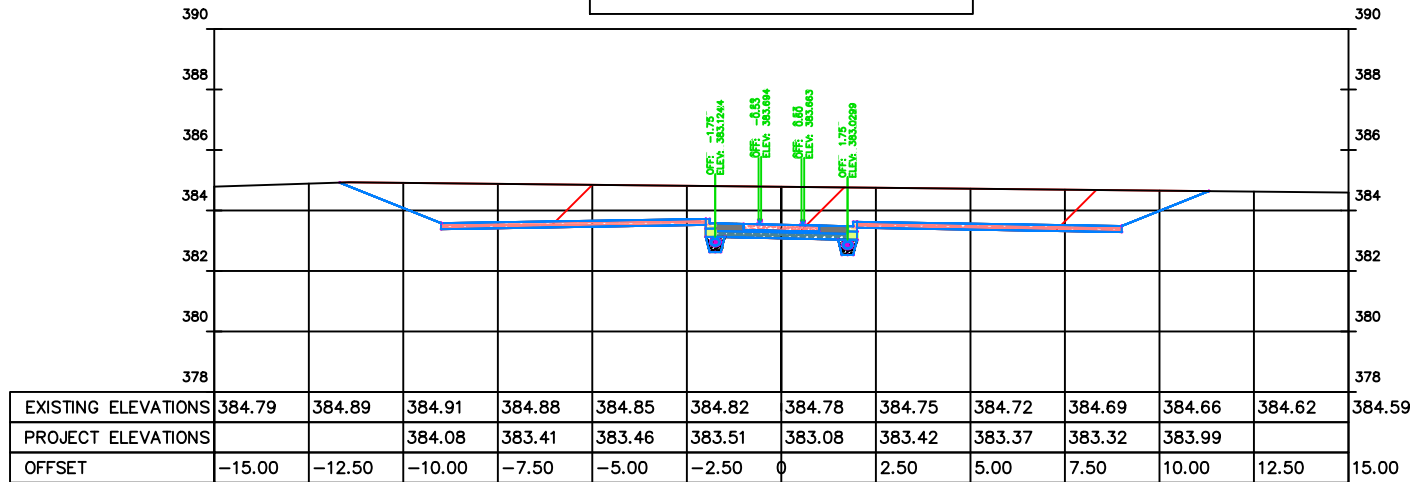
JML GBR

74

Cross Section STA 43+200.00



Cross Section STA 43+400.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

NO. GBR

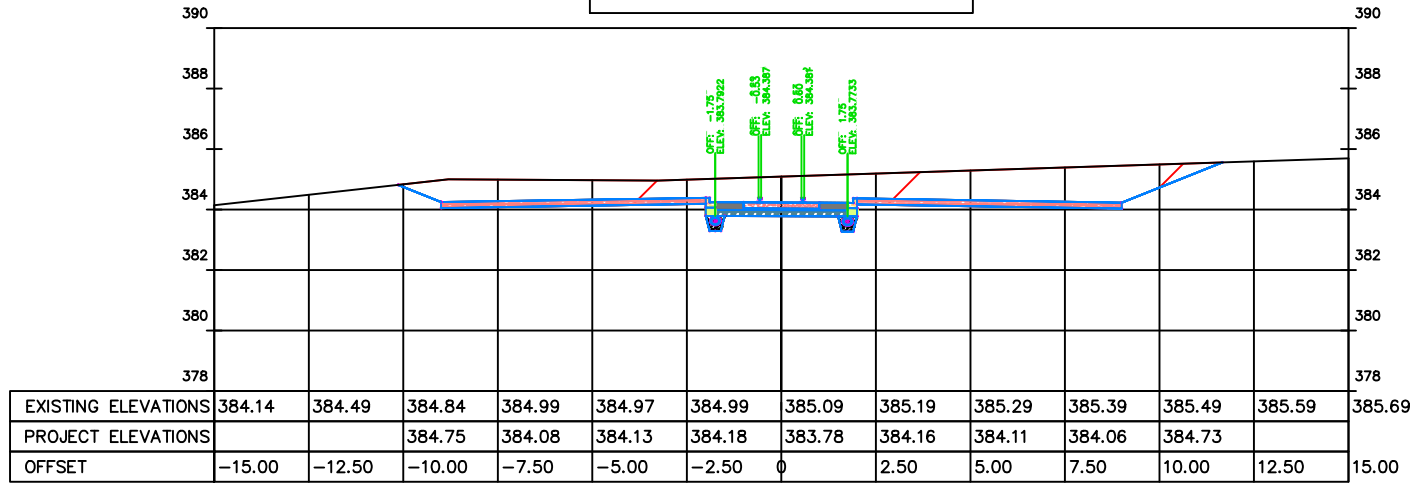
68

JML GBR

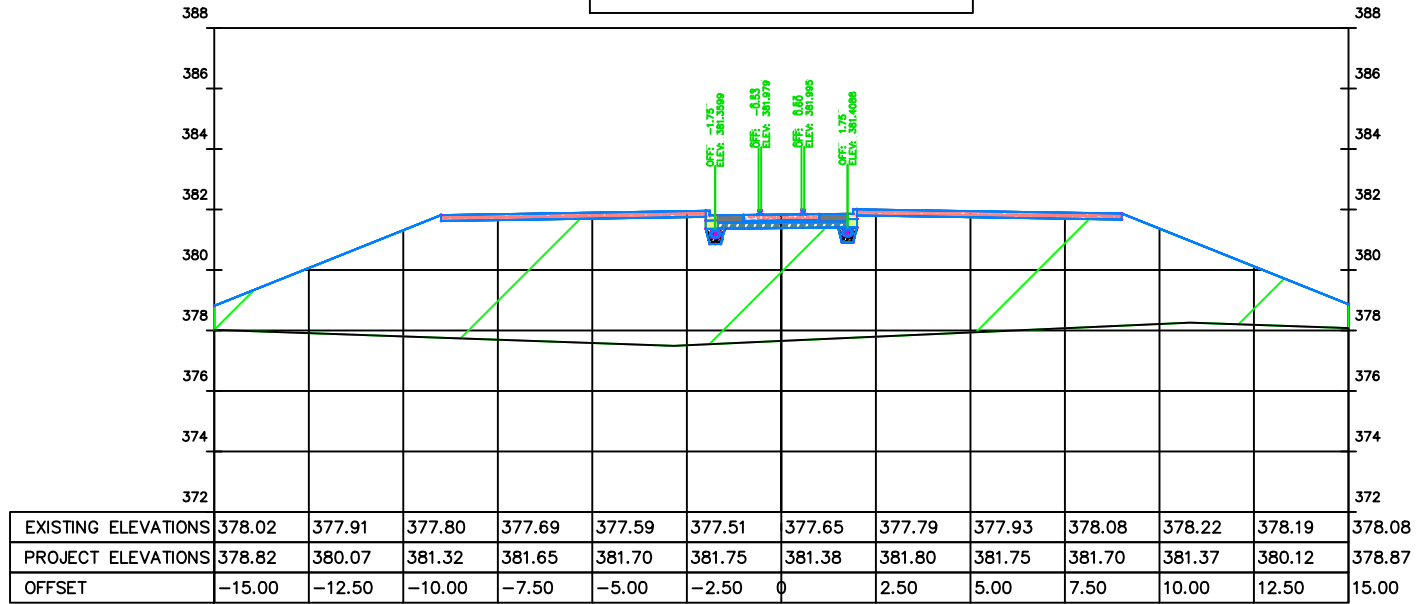
74



Cross Section STA 43+600.00



Cross Section STA 43+800.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

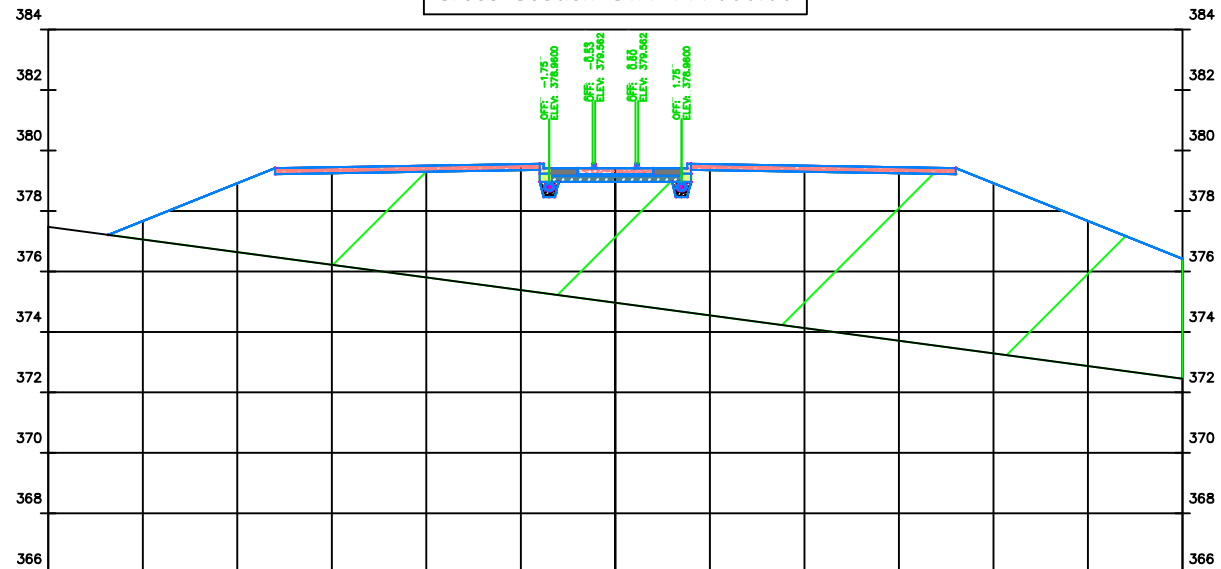
NO. GBR

69

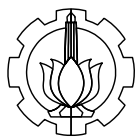
JML GBR

74

Cross Section STA 44+000.00



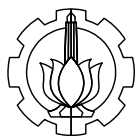
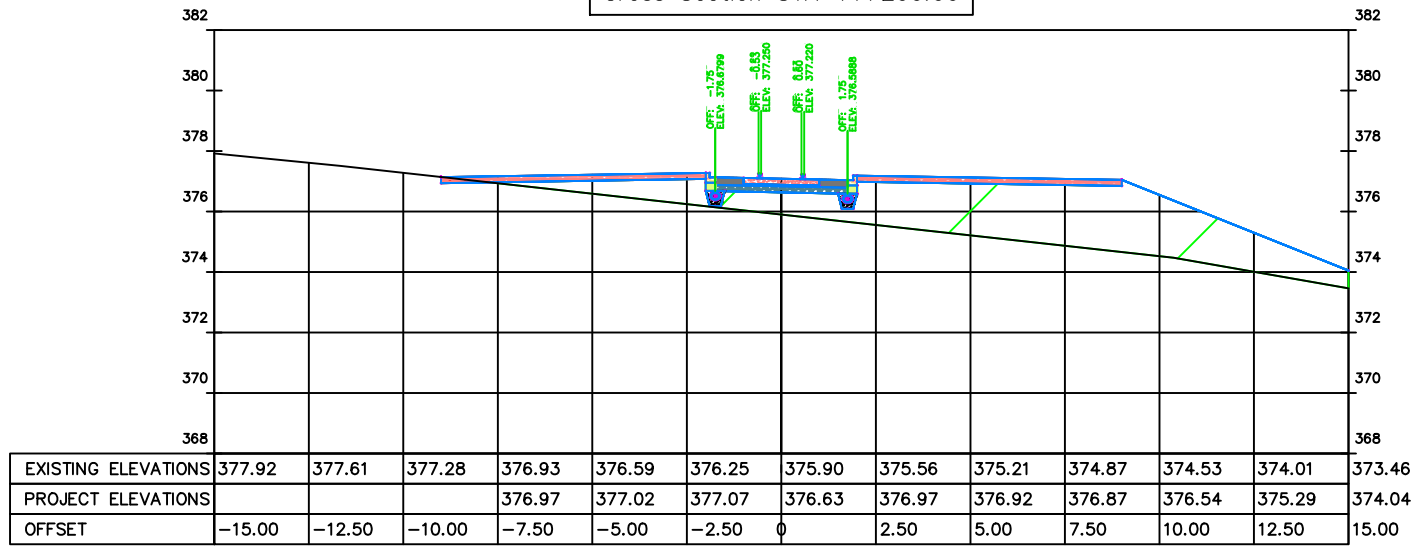
EXISTING ELEVATIONS	377.48	377.06	376.64	376.22	375.80	375.38	374.96	374.55	374.13	373.71	373.29	372.87	372.45
PROJECT ELEVATIONS		377.67	378.92	379.25	379.30	379.35	378.96	379.35	379.30	379.25	378.92	377.67	376.42
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	70 JML GBR 74

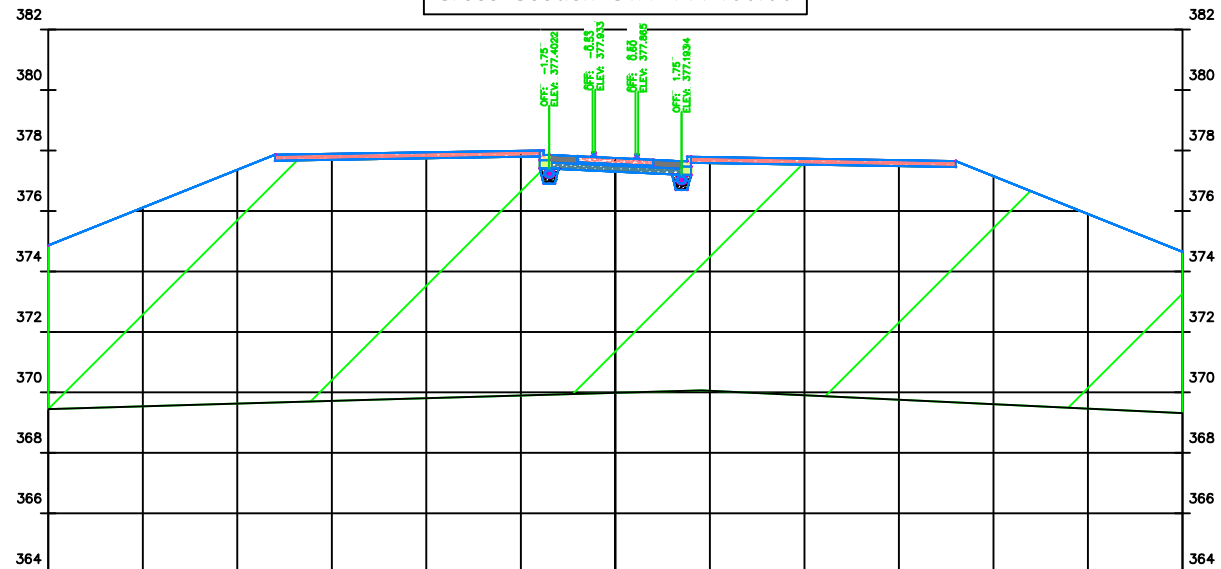
Cross Section STA 44+200.00



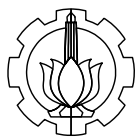
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR	
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012	<u>Satria Prayudha Sakti</u> NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	71	
							JML GBR	74

Cross Section STA 44+400.00



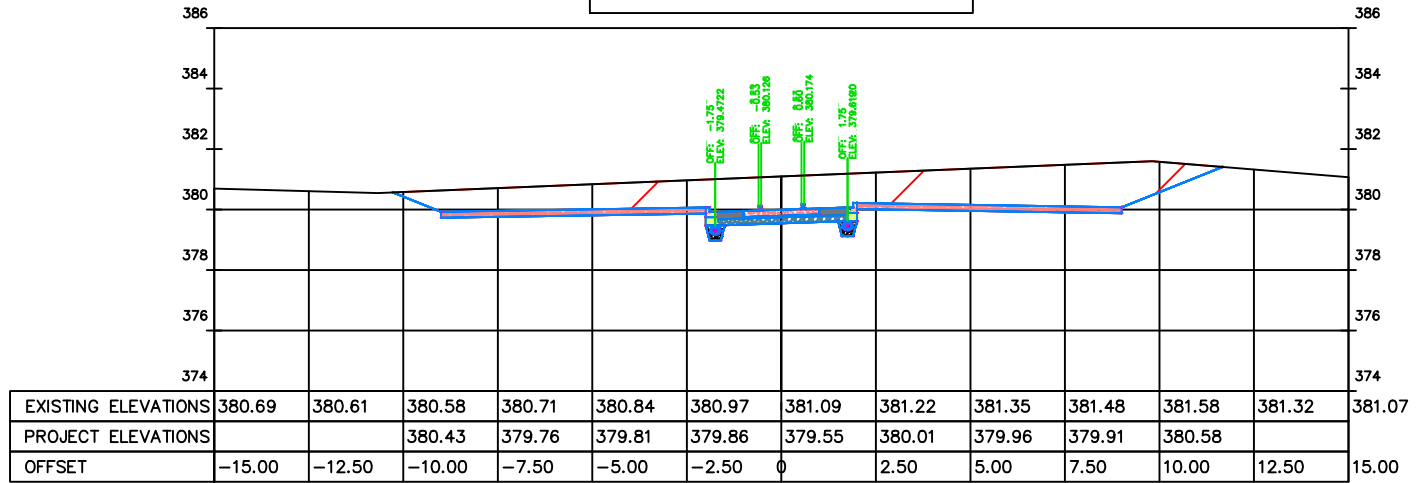
EXISTING ELEVATIONS	369.44	369.54	369.63	369.72	369.81	369.90	369.99	370.05	369.90	369.76	369.61	369.46	369.31
PROJECT ELEVATIONS	374.86	376.11	377.36	377.69	377.74	377.79	377.30	377.58	377.53	377.48	377.15	375.90	374.65
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



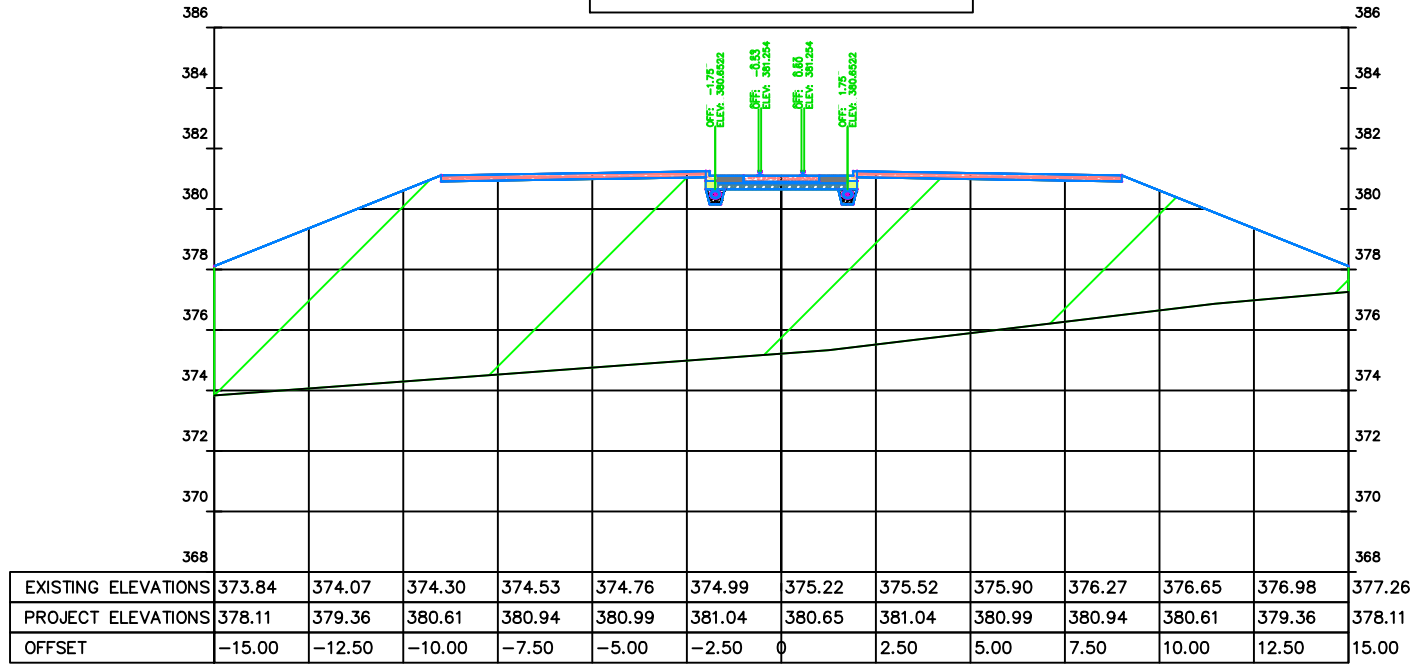
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	72 JML GBR 74

Cross Section STA 44+800.00



Cross Section STA 45+000.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR

PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK  
 JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR  
 KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Wahyu Herijanto, MT,  
 NIP. 196209061989031012

NAMA MAHASISWA

Satria Prayudha Sakti  
 NRP 03111745000014

SKALA

Horizontal 1 : 200  
 Vertikal 1 : 250

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

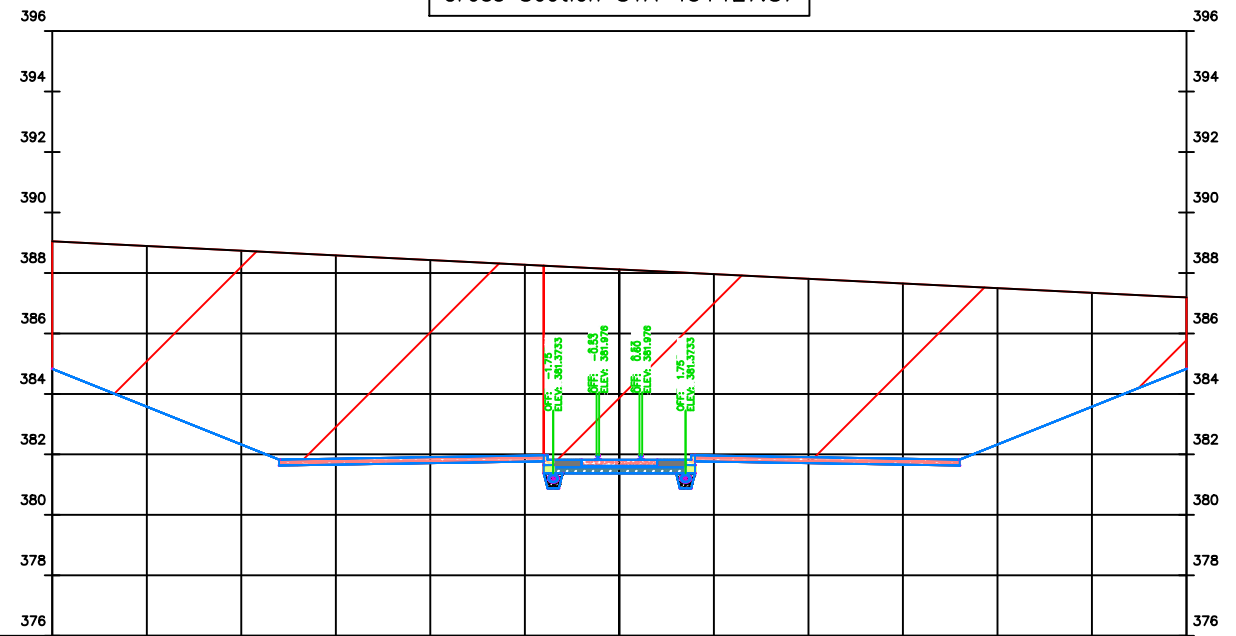
NO. GBR

73

JML GBR

74

Cross Section STA 45+127.87



EXISTING ELEVATIONS	389.04	388.89	388.73	388.58	388.43	388.27	388.12	387.96	387.81	387.65	387.50	387.34	387.19
PROJECT ELEVATIONS	384.83	383.58	382.33	381.66	381.71	381.76	381.37	381.76	381.71	381.66	382.33	383.58	384.83
OFFSET	-15.00	-12.50	-10.00	-7.50	-5.00	-2.50	0	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50	15.00



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND  
 GEO ENGINEERING  
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERANCANGAN ALTERNATIF GEOMETRIK JALAN REL UNTUK REAKTIVASI JALUR KERETA API YOGYAKARTA-MAGELANG	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012	Satria Prayudha Sakti NRP 03111745000014	Horizontal 1 : 200 Vertikal 1 : 250	CROSS SECTION		CS	74
							JML GBR
							74