



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG – NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG – BABAT**

WAHYU SUBARIANTO
NRP. 0311154000003

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Dosen Pembimbing II
Budi Rahardjo, ST., MT

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



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG – NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG – BABAT**

WAHYU SUBARIANTO
NRP. 0311154000003

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Dosen Pembimbing II
Budi Rahardjo, ST., MT

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**THE PLANNING OF JOMBANG – NGIMBANG
RAILWAY USING LRT MODA AS A PART OF
REACTIVATION JOMBANG – BABAT RAILWAY**

WAHYU SUBARIANTO
NRP. 0311154000003

Supervisor I
Ir. Wahyu Herijanto, MT

Supervisor II
Budi Rahardjo, ST., MT

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG – NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WAHYU SUBARIANTO

NRP. 0311154000003

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT (.....)
2. Budi Rahardjo, ST., MT (.....)



**SURABAYA
JULI 2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG – NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG – BABAT

Nama : Wahyu Subarianto
NRP : 0311154000003
Departemen : Teknik Sipil FTSLK - ITS
Dosen Konsultasi : Ir. Wahyu Herijanto, MT
Budi Rahardjo, ST., MT

Abstrak

Secara geografis Kabupaten Jombang memiliki letak yang sangat strategis, karena berada pada perlintasan jalur utama Surabaya-Madiun-Yogyakarta dan jalan provinsi Malang-Jombang-Babat. Kabupaten Jombang melalui Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah 2014 menjelaskan tentang 5 sektor unggulan Kabupaten Jombang, yaitu: pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan dan peternakan. Melihat potensi tersebut, Kabupaten Jombang telah merencanakan pengembangan sarana penunjang ekonomi melalui Rencana Tata Ruang Wilayah Jombang tahun 2009-2029 pasal 11 khususnya poin 3f yang berisi tentang peningkatan pelayanan prasarana dan sarana penunjang kegiatan ekonomi. Hal tersebut selaras dengan rencana Kemenhub tentang reaktivasi 1600 km rel mati Jawa dan Madura khususnya wilayah Jombang (Jombang-Ngimbang). Melihat potensi tersebut, maka diperlukan perencanaan reaktivasi rel wilayah Jombang-Ngimbang. Light Rail Transit (LRT) adalah salah satu sarana yang dapat dipertimbangkan dalam pemenuhan kebutuhan akan transportasi masyarakat dilihat dari segi kualitas perjalanannya. Dengan adanya jalan rel dengan sistem LRT sebagai angkutan penumpang diharapkan dapat mengurangi jumlah kendaraan pribadi sehingga mengurangi kemacetan jalan raya Jombang-Ngimbang.

Dalam perencanaan jalan rel Jombang-Ngimbang diperlukan pengumpulan data sekunder berupa kondisi topografi, peta kontur Jombang-Ngimbang. Data yang diperoleh digunakan untuk merencanakan penentuan trase, perhitungan alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal, perencanaan struktur jalan rel LRT dan lokasi stasiun.

Dari hasil analisis, jalur baru direncanakan dengan menggunakan trase eksisting sebagai titik acuan yang dimulai dari arah Jombang-Ngimbang. Dalam perhitungan geometrik diperoleh panjang jalur 34,992 km dan didesain kecepatan rencana 60 km/jam menggunakan lengkung horisontal *Spiral-Circle-Spiral* dengan R minimum 85 m. Untuk analisis konstruksi, jalur kereta api Jombang - Ngimbang termasuk ke dalam kategori kelas jalan V dengan tebal lapisan balas 25 cm sedangkan lapisan sub balas dengan tebal 25 cm. Jalur kereta api didesain menggunakan tipe rel R42 dengan lebar sepur 1067 mm, menggunakan bantalan beton dengan jarak 60 cm. Penentuan lokasi stasiun berdasarkan lokasi stasiun yang pernah ada.

Kata Kunci: Geometrik Jalan Rel, Konstruksi Jalan Rel, LRT, Reaktivasi, Jombang-Ngimbang

THE PLANNING OF JOMBANG – NGIMBANG RAILWAY USING LRT MODA AS REACTIVATION PART OF JOMBANG – BABAT RAILWAY

Student Name : Wahyu Subarianto
NRP : 0311154000003
Department : Civil Engineering FTSLK - ITS
Supervisor : Ir. Wahyu Herijanto, MT
Budi Rahardjo, ST., MT

Abstract

Geographically, Jombang Regency has a very strategic location because it is at the main crossing of Surabaya-Madiun-Yogyakarta and the Malang-Jombang-Babat provincial roads. Jombang Regency through the Regional Midterm Development Plan 2014 describes its 5 leading sectors namely: agriculture, plantation, forestry, fisheries and livestock. By seeing this potential, Jombang Regency has planned to develop economic support facilities through the Jombang Spatial Plans in 2009-2029 article 11, especially point 3f concerning improvements in infrastructure services and facilities to support economic activities. This is in line with the Ministry of Transportation's plan regarding reactivation of 1600 km of inactive railways in Java and Madura, especially in the Jombang area (Jombang-Ngimbang). Seeing this potential, it is necessary to plan rail reactivation in the Jombang-Ngimbang area. Light Rail Transit (LRT) is one of the facilities that can be considered in fulfilling the need for public transportation in terms of the quality of the trip. With the existence of a railroad track with the LRT system as passenger and freight transport, it is expected to reduce the number of private vehicles and freight vehicles so as to reduce the congestion of the Jombang-Ngimbang highway. In planning Jombang-Ngimbang railroad, it is necessary to collect secondary data in the form of topographic

conditions, contour maps of Jombang-Ngimbang. The data obtained is used to plan track determination, calculation of horizontal alignment and vertical alignment, LRT railroad structure planning and location of stations.

From the analysis results, a new route is planned using the existing track as a reference point starting from the direction of Jombang-Ngimbang. In the geometric calculation, the path length of 34.992 km was obtained and the design speed of the plan was 60 km/h using the horizontal curve Spiral-Circle-Spiral with a minimum R of 85 m. For analysis of construction, the Jombang-Ngimbang railroad line is included in the category of road class V with a thickness of 25 cm ballast layer while the sub layer is ballast with 25 cm thick. The railway is designed using R42 rail type with a width used is 1067 mm, uses a concrete bearing with a distance of 60 cm. In determining the location of stations, it is based on the location of stations that have ever existed.

Keywords: Railway Geometric, Railway Construction, LRT, Reaktivation, Jombang-Ngimbang

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan Karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “*Perencanaan Jalan Rel Jombang – Ngimbang Dengan Moda LRT Sebagai Bagian Reaktivasi Jalan Rel Jombang – Babat*”.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Sarjana 1 Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi yang nyata dalam bidang ketekniksipilan.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi atas terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Allah Subhanallahu Wa ta'ala yang telah memudahkan hamba-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga saya yang tiada hentinya selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT selaku dosen pembimbing yang sabar dan tulus dalam memberikan bimbingan dan motivasi sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
4. Bapak Budi Rahardjo, ST., MT selaku dosen pembimbing yang sabar dan tulus dalam memberikan bimbingan dan motivasi sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
5. Bapak / Ibu Dosen khususnya Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
6. Teman - teman seperjuangan Mahasiswa Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan S58, yang telah banyak berdiskusi dan bekerjasama dengan penulis.
7. Serta pihak – pihak lain yang turut membantu melancarkan terselesainya Tugas Akhir penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, Tugas Akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangannya. Karena itu segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Lokasi Perencanaan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Definisi Reaktivasi	7
2.2 Transportasi	7
2.3 Light Rail Transit (LRT)	9
2.4 Spesifikasi LRT	10
2.5 Right Of Way (ROW)	11
2.6 Geometrik Jalan Rel	12
2.7 Kecepatan dan Beban Gandar	12
2.7.1 Kecepatan Rencana	12
2.7.2 Beban Gandar.....	12
2.8 Klasifikasi Jalan Rel	13
2.9 Lebar Sepur	14

2.10	Alinyemen Horisontal	15
2.10.1	Lengkung Lingkaran	16
2.10.2	Lengkung Peralihan.....	17
2.10.3	Lengkung S	17
2.10.4	Peninggian Rel	18
2.10.5	Pelebaran Jalan Rel	18
2.11	Kelandaian Medan.....	19
2.12	Pengelompokan Lintas	19
2.13	Landai Penentu	19
2.14	Alinyemen Vertikal	20
2.14.1	Lengkung Cembung	21
2.14.2	Lengkung Cekung	22
2.15	Pengalokasian Ruang Operasi	22
2.16	Ruang Bebas.....	22
2.17	Ruang Bangun	24
2.18	Profil Rel	25
2.19	Bantalan Rel	26
2.19.1	Syarat Bantalan Beton	27
2.19.2	Kontrol Kekuatan Bantalan Beton.....	27
2.20	Lapisan Balas dan Sub Balas.....	29
2.20.1	Sub Balas.....	29
2.20.2	Balas	30
2.21	Wesel	31
2.22	Stasiun	31

BAB III METODOLOGI	33
3.1 Umum.....	33
3.1.1 Dasar dan Skematis Pengerjaan Tugas Akhir	33
3.2 Langkah – Langkah Perencanaan.....	34
3.2.1 Identifikasi Masalah	34
3.2.2 Tinjauan Pustaka	35
3.3.3 Pengumpulan Data	35
3.3.4 Pengolahan Data.....	35
3.3.5 Gambar Rencana	37
3.4 Kesimpulan.....	37
BAB IV PEMILIHAN MODA DAN EVALUASI TRASE	39
4.1 Analisis Pemilihan Moda yang Digunakan	39
4.2 Trase Rel Jombang - Ngimbang	40
4.2.1 Survei Trase Yang Pernah Ada	41
4.2.2 Hasil dan Pembahasan Survei Trase	42
BAB V PERENCANAAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL.....	57
5.1 Perencanaan Geometrik Jalan Rel.....	57
5.1.1 Alinyemen Horisontal	57
5.1.2 Alinyemen Vertikal	69
5.2 Perencanaan Struktur Jalan Rel.....	72
5.2.1 Rencana Dimensi Rel	72
5.2.2 Perencanaan Bantalan.....	75
5.2.3 Perencanaan Balas dan Sub Balas	79
5.3 Perencanaan Lokasi Stasiun	89

BAB VI KESIMPULAN.....	91
6.1 Kesimpulan.....	91
6.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	97
BIODATA PENULIS.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peta Lokasi Rencana.....	5
Gambar 2. 1. Hubungan antara sistem transportasi dan sistem didalamnya	8
Gambar 2. 2. Lebar Jalan Rel dengan dimensi 1067 mm.....	14
Gambar 2. 3 Lebar Jalan Rel dengan dimensi 1435 mm.....	14
Gambar 2.4. Lengkung horisontal dengan lengkung peralihan (Spiral-Circle-Spiral).....	15
Gambar 2. 5. Lengkung Vertikal	21
Gambar 2. 6. Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Jalur Lurus	23
Gambar 2. 7. Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Kondisi Berbelok	24
Gambar 2. 8 Posisi Beban pada Bantalan (Q)	28
Gambar 2. 9. Detail Komponen Wesel.....	31
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	33
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir (Lanjutan)	34
Gambar 4. 1. LRT INKA.....	39
Gambar 4. 2 Trase Yang Pernah Ada.....	41
Gambar 4. 3 Aplikasi GPS Essential.....	42
Gambar 4. 4 Emplasemen Stasiun Jombang	43
Gambar 4. 5 Dokumentasi Sta 0+220 - 2+400.....	43
Gambar 4. 6 Dokumentasi Rencana Jalan Rel Baru.....	44
Gambar 4. 7 Dokumentasi Tandon Air	44
Gambar 4. 8 Dokumentasi Rencana Jalan Rel	45
Gambar 4. 9 Dokumentasi Stasiun Jombang Kota	45
Gambar 4. 10 Dokumentasi Rencana Jalan Rel	46
Gambar 4. 11 Dokumentasi Persimpangan dengan Jalan Tol	47
Gambar 4. 12 Dokumentasi Bekas Jembatan Sungai Brantas.....	48
Gambar 4. 13 Dokumentasi Bekas Jalan Rel	48
Gambar 4. 14 Dokumentasi Stasiun Ploso	49

Gambar 4. 15 Dokumentasi Sta 12+700 – 19+400	50
Gambar 4. 16 Dokumentasi Sta 19+400.....	50
Gambar 4. 17 Dokumentasi Persimpangan Sta 22+000	51
Gambar 4. 18 Dokumentasi Persimpangan Sta 24+040	52
Gambar 4. 19 Dokumentasi Persimpangan Sta 28+610	52
Gambar 4. 20 Dokumentasi Persimpangan Sta 34+530	53
Gambar 4. 21 Dokumentasi Stasiun Ngimbang	54
Gambar 4. 22 Trase Rencana Jalan Rel.....	55
Gambar 5. 1 Sampel trase titik PI 1, PI 2, PI 3.....	57
Gambar 5. 2 Dimensi Rel	72
Gambar 5. 3 Dimensi Bantalan Beton	75
Gambar 5. 4 Dimensi bantalan dan posisi beban (Q)	77
Gambar 5. 5 Dimensi Balas dan Sub Balas	83
Gambar 5. 6 Dimensi Peron dalam Meter	85
Gambar 5. 7 Denah Emplasemen Stasiun Jombang	86
Gambar 5. 8 Denah Emplasemen Stasiun Jombang Kota	86
Gambar 5. 9 Denah Emplasemen Stasiun Ploso.....	87
Gambar 5. 10 Denah Emplasemen Stasiun Kabuh.....	87
Gambar 5. 11 Denah Emplasemen Stasiun Kambangan	88
Gambar 5. 12 Denah Emplasemen Stasiun Ngimbang.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi LRT.....	10
Tabel 2. 2. Klasifikasi Jalan Rel dengan Dimensi 1067 mm.....	13
Tabel 2. 3. Klasifikasi Jalan Rel dengan Dimensi 1435 mm.....	13
Tabel 2. 4. Jari-Jari Minimum yang Diijinkan	17
Tabel 2. 5. Pelebaran Sepur.....	19
Tabel 2. 6. Landai Penentu Maksimum.....	20
Tabel 2. 7. Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal.....	20
Tabel 2. 8. Jarak Ruang Bangun.....	25
Tabel 2. 9. Standar Saringan	29
Tabel 2. 10. Nomor Wesel dan Kecepatan Ijinnya.....	31
Tabel 5. 1 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan.....	60
Tabel 5. 2 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan (Lanjutan).....	61
Tabel 5. 3 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan (Lanjutan).....	62
Tabel 5. 4 Perhitungan Alinyemen Horisontal	66
Tabel 5. 5 Perhitungan Alinyemen Horisontal (Lanjutan)	67
Tabel 5. 6 Perhitungan Alinyemen Horisontal (Lanjutan)	68
Tabel 5. 7 Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	71
Tabel 5. 8 Dimensi Rel.....	73
Tabel 5. 9 Perhitungan fungsi trigonometri dari momen di bawah rel dan tengah bantalan.....	78
Tabel 5. 10 Standar Saringan	80
Tabel 5. 11 Dimensi Penampang Melintang Jalan Rel.....	81
Tabel 5. 12 Data Wesel Stasiun Jombang	86
Tabel 5. 13 Data Wesel Stasiun Jombang Kota	87
Tabel 5. 14 Data Wesel Stasiun Ploso.....	87
Tabel 5. 15 Data Wesel Stasiun Kabuh.....	88
Tabel 5. 16 Data Wesel Stasiun Kambangan	88
Tabel 5. 17 Data Wesel Stasiun Ngimbang.....	89

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan. Dan secara umum transportasi adalah kegiatan memindahkan sesuatu (barang) dari suatu tempat ke tempat lain, baik dengan atau tanpa sarana (Bowersox, 1981). Transportasi di Indonesia memegang peranan sangat penting dalam sendi kehidupan masyarakat. Salah satu moda transportasi yang diminati di Indonesia adalah kereta api. Menurut Undang - Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian, definisi dari kereta api adalah kendaraan dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di atas jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api.

Kementerian Perhubungan (Kemenhub) berencana mengaktifkan kembali (reaktivasi) seluruh rel kereta api peninggalan Belanda di Pulau Jawa dan Madura, yang saat ini mati. Saat ini total panjang rel mati di Pulau Jawa dan Madura mencapai 1.600 km lebih. Sesuai rencana induk Kemenhub, jalur-jalur rel mati tersebut bisa direaktivasi seluruhnya pada 2030. Salah satu jalur yang menjadi prioritas reaktivasi adalah jalur Tuban-Jombang sepanjang 111 km yang terdiri dari Tuban-Babat (46,3 km), Babat-Ngimbang (36,1 km), Jombang-Ngimbang (35,2 km).

Kabupaten Jombang terletak di bagian tengah Provinsi Jawa Timur. Luas wilayahnya 1.159,50 km² dan jumlah penduduknya 1.247.303 jiwa (BPS Kabupaten Jombang, 2016). Secara geografis, Kabupaten Jombang memiliki letak sangat strategis, karena berada pada perlintasan jalur utama Surabaya-Madiun-Yogyakarta dan jalan provinsi Malang-Jombang-Babat, serta dilintasi ruas jalan tol Surabaya-Mojokerto-Kertosono yang kini

sudah beroperasi. Sedangkan pertumbuhan ekonomi sepanjang tahun 2016, perekonomian Kabupaten Jombang mengalami percepatan bila dibandingkan pada tahun 2015. Laju pertumbuhan ekonomi Kabupaten Jombang tahun 2016 mencapai 5,58% mengalami percepatan sebesar 0,12 poin bila dibandingkan tahun 2015 yang mencapai 5,36% (BPS Kabupaten Jombang, 2016).

Kabupaten Jombang melalui Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah 2014 menjelaskan tentang 5 sektor unggulan Kabupaten Jombang, yaitu: pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan dan peternakan. Melihat potensi tersebut, Kabupaten Jombang telah merencanakan pengembangan sarana penunjang ekonomi melalui Rencana Tata Ruang Wilayah Jombang tahun 2009-2029 pasal 11 tentang strategi pengembangan dan peningkatan fungsi kawasan dalam rangka pengembangan perekonomian wilayah yang produktif khususnya poin 3f yang berisi tentang peningkatan pelayanan prasarana dan sarana penunjang kegiatan ekonomi. Hal tersebut selaras dengan rencana Kemenhub tentang reaktivasi 1600 km rel mati Jawa dan Madura khususnya wilayah Jombang (Jombang-Ngimbang).

Melihat perkembangan perekonomian Kabupaten Jombang yang begitu besar, hal ini bisa berdampak negatif pada lalu lintas jalan raya yang bisa menyebabkan kemacetan lalu lintas khususnya Jombang-Ngimbang. Kedua daerah Jombang-Ngimbang dulu terhubung jalur kereta api, tetapi jalur Jombang-Ngimbang sudah lama non aktif sejak tahun 1981. Melihat potensi tersebut, maka diperlukan perencanaan reaktivasi rel wilayah Jombang-Ngimbang. Namun kondisi konstruksi jalan rel Jombang-Ngimbang saat ini sebagian besar sudah dibangun bangunan semi permanen dan permanen, serta ada juga yang sudah menjadi jalan raya. Jika jalan rel di reaktivasi maka tidak bisa menggunakan sistem kereta api konvensional karena sangat berbahaya terhadap pengguna jalan raya, pejalan kaki dan rumah penduduk yang berada dekat rel tersebut.

Light Rail Transit (LRT) adalah salah satu sarana yang dapat dipertimbangkan dalam pemenuhan kebutuhan akan transportasi

masyarakat dilihat dari segi kualitas perjalanannya. Karena dianggap sebagai salah satu sarana yang baik untuk memenuhi pergerakan massal di tiap negara, LRT banyak diterapkan di berbagai negara di dunia. Di Indonesia sendiri, khususnya Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, sedang gencar untuk merencanakan pembangunan LRT sebagai sarana transportasi massal yang diharapkan dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas di berbagai aspek (perhubungan, tata kota, perekonomian, dan aspek lainnya).

LRT memiliki keunggulan dibandingkan dengan MRT, KRL dan kereta konvensional. LRT memiliki jalur sebidang dengan jalan raya karena biasa dioperasikan di wilayah perkotaan (Hidayat, 2016). LRT bisa jadi satu jalur dengan jalur MRT, KRL dan kereta konvensional, serta bisa dibuatkan jalur khusus. Disebut *Light Rail* karena memakai kereta ringan sekitar 20 ton seperti bus, tidak seberat kereta api yang 40 ton. Bogie pada LRT dirancang berukuran kecil membuat kebanyakan LRT di dunia berlantai rendah, sehingga meningkatkan penggunaan saat akan naik turun serta lebih ramah bagi kaum difabel. Sistem pengoperasian LRT yang otomatis tanpa harus menggunakan masinis layaknya KRL dan kereta konvensional.

Oleh karena itu diperlukan sistem baru sebagai pemilihan moda transportasi yang sesuai dengan kondisi eksisting seperti LRT. Dengan adanya jalan rel dengan sistem LRT sebagai angkutan penumpang diharapkan dapat mengurangi jumlah kendaraan pribadi sehingga mengurangi kemacetan jalan raya Jombang-Ngimbang.

1.2 Rumusan Masalah

Hal-hal yang menjadi rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana trase jalan rel antara Jombang-Ngimbang yang sesuai dengan trase eksisting dan topografi daerah setempat?
2. Bagaimana bentuk alinyemen geometrik jalan rel *LRT* antara Jombang-Ngimbang sesuai dengan persyaratan yang ada?
3. Bagaimana struktur jalan rel standart untuk trase rel *LRT*?
4. Bagaimana penentuan lokasi stasiun pada sistem *LRT*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang ditentukan antara lain:

1. Perencanaan sistem jalan rel dari Jombang-Ngimbang.
2. Data yang dipakai adalah data sekunder.
3. Tidak dilakukan perhitungan kekuatan timbunan dan konstruksi perkuatan lereng.
4. Tidak melakukan perhitungan sistem drainase.
5. Tidak membahas persinyalan, dipo dan jembatan.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai antara lain:

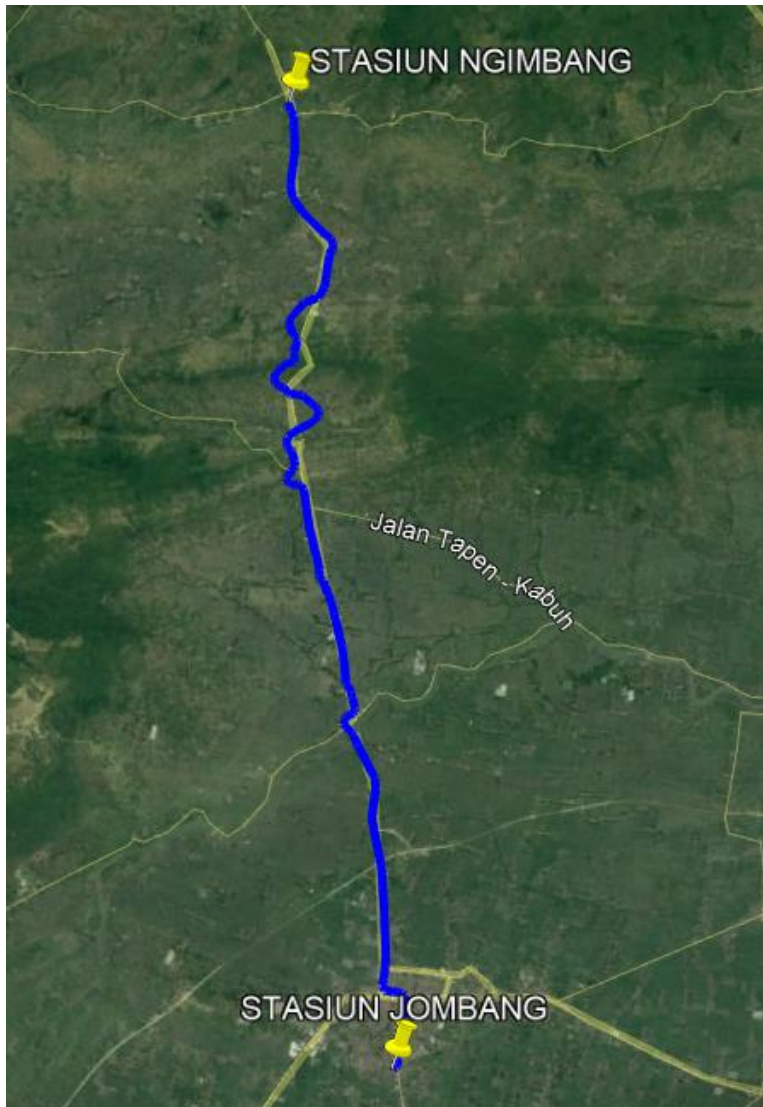
1. Merencanakan trase jalan rel antara Jombang-Ngimbang yang tepat untuk trase eksisting dan topografi daerah setempat.
2. Merencanakan bentuk alinyemen geometrik jalan rel *LRT* antara Jombang-Ngimbang sesuai dengan persyaratan yang ada.
3. Merencanakan struktur jalan rel standart untuk trase rel *LRT*.
4. Menentukan lokasi stasiun *LRT*.

1.5 Manfaat

Pada akhirnya setelah Tugas Akhir ini selesai, diharapkan akan bermanfaat bagi pemerintah terhadap perkembangan pembangunan perkeretaapian serta pemilihan moda transportasi untuk pendistribusian penumpang khususnya Jawa Timur dan umumnya Indonesia.

1.6 Lokasi Perencanaan

Lokasi studi Tugas Akhir ini berada di Jawa Timur dengan jalur Jombang sampai Ngimbang. Letak kedua daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1. Peta Lokasi Rencana
(Sumber: GoogleEarth)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Reaktivasi

Reaktivasi adalah upaya untuk mengaktifkan kembali suatu kawasan atau bagian kota yang dulunya pernah aktif/hidup, akan tetapi kemudian mengalami kemunduran/degradasi. Skala reaktivasi ada tingkatan makro dan mikro. Proses reaktivasi sebuah kawasan mencakup perbaikan aspek fisik, aspek ekonomi dan aspek sosial. Pendekatan reaktivasi harus mampu mengenali dan memanfaatkan potensi lingkungan (sejarah, makna, keunikan lokasi dan citra tempat) (Danisworo, 2002).

Rosadi dan Kartika (2013) melakukan penelitian tentang Perencanaan Geometrik Jalan Rel Antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo dengan desain perencanaan geometrik jalan yang meliputi alinyemen horisontal dan vertikal. Adapun perencanaan alinyemen horisontal membahas bagaimana desain lengkung menggunakan parameter lengkung horisontal spiral-circle-spiral dan full circle dan dilanjutkan desain alinyemen vertikal. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil sebagai berikut: Jalan rel trase Banyuwangi-Probolinggo dapat digunakan karena adanya penyesuaian desain sebagaimana tertera pada RIPNAS, Peraturan Dinas PJKA dan keputusan menteri perhubungan.

2.2 Transportasi

Menurut Salim (2000) transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada dua unsur yang terpenting yaitu pemindahan/pergerakan (*movement*) dan secara fisik mengubah tempat dari barang (*comoditi*) dan penumpang ke tempat lain. Menurut Miro (2005) transportasi dapat diartikan usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkat, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, di mana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk

tujuan-tujuan tertentu. Sedangkan menurut Nasution (2008) adalah sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan.

Kegiatan Transportasi merupakan sebuah proses dan bukan merupakan tujuan akhir, permintaan jasa transportasi timbul karena permintaan kebutuhan barang atau jasa yang lain. Transportasi baru tidak akan muncul apabila tidak ada faktor-faktor pendorong yang baru. Unsur unsur dalam kegiatan transportasi yaitu:

1. Ada yang diangkut
2. Tersedianya kendaraan sebagai alat angkut
3. Ada jalur yang dapat dilalui alat angkut

Hubungan antara sistem transportasi dan sistem didalamnya seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Hubungan antara sistem transportasi dan sistem didalamnya

Untuk memenuhi unsur dalam kegiatan transportasi dibutuhkan kendaraan dan sarana prasarana untuk mendukung kegiatan bertransportasi. Tentunya kendaraan yang dipakai disesuaikan dengan apa yang diangkut serta faktor faktor dibelakangnya. Setelah kebutuhan alat angkut sesuai dan terpenuhi, lalu alat angkut didukung oleh sarana dan prasarana yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan.

Alasan yang menyebabkan manusia dan barang bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya dapat dijelaskan oleh tiga kondisi berikut: (1) Komplementaritas, daya tarik relatif antara dua atau lebih tempat tujuan; (2) keinginan untuk mengatasi jarak, diistilahkan sebagai transferabilitas, diukur dari waktu dan uang yang dibutuhkan, serta teknologi terbaik apa yang tersedia untuk mencapainya; (3) Persaingan antar beberapa lokasi untuk memenuhi permintaan dan penawaran. Bagaimana orang dan barang bergerak dari tempat asal ke tempat tujuan merupakan suatu pilihan, yang mempertimbangkan beberapa faktor, seperti waktu, jarak, efisiensi, biaya, keamanan, dan kenyamanan.

2.3 Light Rail Transit (LRT)

Light Rail Transit (LRT) adalah sistem jalur kereta listrik metropolitan yang dikarakteristikkan atas kemampuannya menjalankan gerbong atau kereta pendek satu per satu sepanjang jalur-jalur khusus eksklusif pada lahan bertingkat, struktur menggantung, subway, atau biasanya di jalan, serta menaikkan dan menurunkan penumpang pada lintasan atau tempat parkir mobil (TCRP, 1998). Sistem LRT mencakup pula jalur-jalur trem, meskipun perbedaan utama adalah bahwa trem seringkali beroperasi tanpa jalur khusus eksklusif, dalam lalu lintas campuran.

LRT adalah salah satu sistem kereta api penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus, disebut juga tram. Kereta api ringan banyak digunakan diberbagai negara di Eropa dan telah mengalami modernisasi, antara lain dengan otomatisasi, sehingga dapat dioperasikan tanpa masinis, bisa beroperasi pada lintasan khusus, penggunaan lantai yang rendah (sekitar 30 cm) yang disebut sebagai Low floor LRT untuk mempermudah naik turun penumpang.

Angkutan kereta api ringan (LRT) adalah bentuk rel dialiri listrik yang telah dikembangkan secara bertahap dari trem untuk sistem angkutan cepat yang sebagian dioperasikan pada jalurnya sendiri. Trem merupakan kereta yang memiliki rel khusus di dalam kota, dengan Trem yang berselang waktu 5-10 menit berangkat, merupakan solusi untuk kemacetan. Rangkaian trem umumnya satu set (terdiri atas dua kereta) agar tidak terlalu panjang. Disebut *Light Rail* karena memakai kereta ringan sekitar 20ton seperti bus, tidak seberat kereta api yang 40 ton. Letak rel berbaur dengan lalu-lintas kota, atau terpisah seperti bus-way, bahkan bisa pula layang (*elevated*) atau *sub-way*, hanya untuk sebagian lintasan saja.

2.4 Spesifikasi LRT

LRT adalah salah satu sistem kereta api penumpang yang beroperasi di kawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus. Beberapa merk LRT terkenal dengan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Spesifikasi LRT

Data Teknis	LRT INKA	Bombardier Flexity 2	Siemens Avenio (German)	CAF Urbos	Alstom Citadis 202 (Melbourne)
Konfigurasi	Mc1 – T – Mc2	-	-	-	-
Desain Kecepatan Maksimum	100 km/jam	70 km/jam	70 km/jam	70 km/jam	70 km/jam
Kecepatan Maksimum Operasional	85 km/jam	70 km/jam	70 km/jam	70 km/jam	70 km/jam
Lebar Sepur	1.067 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm
Berat	12 ton (beban)	40,9 ton (berat kosong)	49 ton (berat kosong)	34,86 ton (3 -	28,6 ton (berat kosong)

Data Teknis	LRT INKA	Bombardier Flexity 2	Siemens Avenio (German)	CAF Urbos	Alstom Citadis 202 (Melbourne)
	gandar maksimal)			car tram)	
Panjang Kereta	Mc = 18.000 mm T = 18.000 mm	32.500 mm (total)	36.850 mm (total)	18.000 mm – 43.000 mm	22.980 mm
Lebar Kereta (side wall)	2.650 mm	2.650 mm	2.300 mm	2.650 mm	2.650 mm
Tinggi Kereta Dari Atas Rel	3.850 mm	3.420 mm	3.550 mm	3.400 mm	3.360 mm
Tinggi Lantai Dari Atas Rel	1.000 mm	-	-	-	-
Kapasitas Tempat Duduk	Mc1 = 40 <i>seats</i> T = 48 <i>seats</i> Mc2 = 40 <i>seats</i>	74 <i>seats</i>	69 <i>seats</i>	29-327 <i>seats and tanding total</i>	40 <i>seats</i>
Kapasitas Penumpang Berdiri	Mc1 = 81 <i>seats</i> T = 89 <i>seats</i> Mc2 = 81 <i>seats</i>	148 <i>standing</i>	-		110 <i>standing</i>

(Sumber: <https://www.inka.co.id/product/view/70>)

2.5 Right Of Way (ROW)

Right-Of-Way (ROW) adalah hak untuk membuat jalan di atas sebidang tanah, biasanya ke sebidang tanah lainnya. *Right-Of-Way* untuk tujuan transportasi, seperti jalan raya, jalan setapak publik, transportasi kereta api. Sebagian besar ditentukan oleh

posisi vertikal dan pemisahan dari lalu lintas lainnya. Posisi trek di jalan pada umumnya memiliki kualitas operasi yang sangat bervariasi sebagai fungsi dari langkah-langkah yang diterapkan.

2.6 Geometrik Jalan Rel

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri No. 60 tahun 2012 serta referensi pendukung lainnya. Dasar dari prinsip rumus perhitungan perencanaan geometrik jalan rel sama dengan perencanaan jalan raya, yang membedakan adalah ketentuan peninggian rel dan rencana jari – jari tikungannya.

2.7 Kecepatan dan Beban Gandar

2.7.1 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dapat dicapai bila berjalan tanpa gangguan dan aman digunakan untuk merencanakan konstruksi jalan rel. Rumus yang digunakan seperti pada persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3.

- a) Untuk perencanaan struktur jalan rel.

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

- b) Untuk perencanaan peninggian

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

Dimana:

$$C = 1,25$$

N_i = Jumlah kereta api yang lewat

V_i = Kecepatan operasi

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

$$V \text{ rencana} = V \text{ maks} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.7.2 Beban Gandar

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

Beban gandar maksimum untuk lebar jalan rel dengan dimensi 1435 mm pada semua kelas jalur adalah sebesar 22,5 ton.

2.8 Klasifikasi Jalan Rel

Jalan rel diklasifikasikan berdasarkan daya angkut lintas per tahunnya, seperti yang tercantum pada Tabel 2.2. dan Tabel 2.3.

Tabel 2. 2. Klasifikasi Jalan Rel dengan Dimensi 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20.10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
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: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

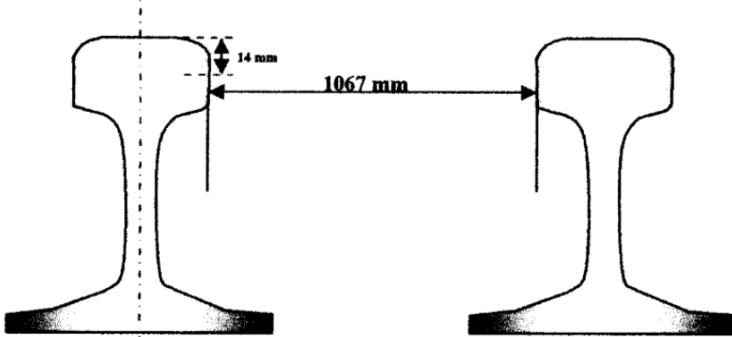
Tabel 2. 3. Klasifikasi Jalan Rel dengan Dimensi 1435 mm

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

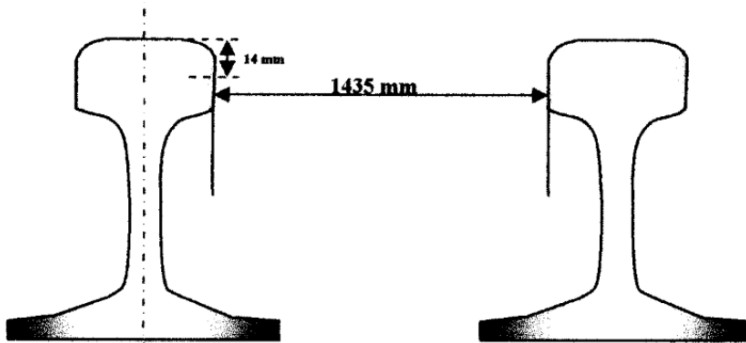
(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.9 Lebar Sepur

Untuk kelas jalan rel lebar sepur 1067 mm dan 1435 mm yang merupakan jarak minimum kedua sisi kepala rel, diukur pada 0-14 mm di bawah permukaan teratas kepala rel, seperti yang terlihat pada Gambar 2.2. dan Gambar 2.3.



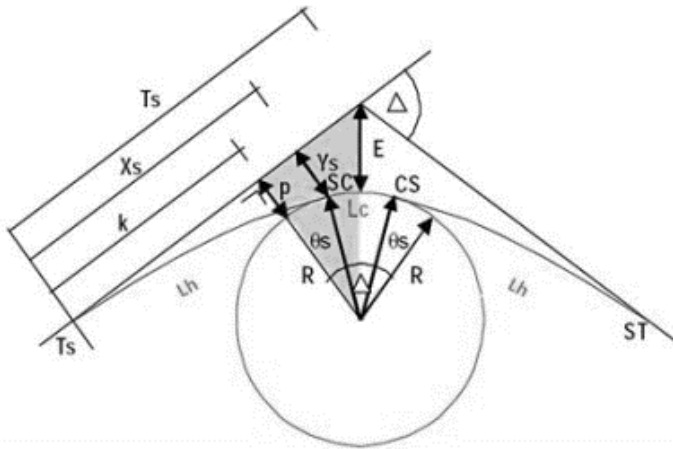
Gambar 2. 2. Lebar Jalan Rel dengan dimensi 1067 mm
(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)



Gambar 2. 3 Lebar Jalan Rel dengan dimensi 1435 mm
(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.10 Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horisontal, alinyemen horisontal terdiri dari garis lurus dan lengkung. Terdapat tiga jenis lengkung horisontal pada jalan rel yaitu: lengkung lingkaran, lengkung peralihan, dan lengkung S. Untuk merencanakan suatu lengkung pada jalan rel dimana akan diperhitungkan bagian - bagian lengkung seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Lengkung horisontal dengan lengkung peralihan (Spiral-Circle-Spiral)

Dari keterangan Gambar 2.4 diatas, maka langkah - langkah untuk menghitung nilai alinyemen horisontal akan dijelaskan dengan rumus perencanaan sebagai berikut:

$$h = 5,95 \times \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$Lh = 0,01 \times h \times V \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\Theta_s = \frac{90 \times Lh}{\pi \times R} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s) \times \pi \times R}{180} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P = \frac{Lh^2}{6 \times R} - R \times (1 - \cos\Theta_s) \dots\dots\dots (2.8)$$

$$k = Lh - \frac{Lh^3}{40 \times R^2} - (R \times \sin \Theta_s) \dots \dots \dots (2.9)$$

$$T_s = (R + p) \times \left(\text{tg} \frac{1}{2} \Delta \right) + K \dots \dots \dots (2.10)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos(\frac{1}{2}\Delta)} - R \dots \dots \dots (2.11)$$

$$X_s = Lh \times \left(1 - \frac{Lh^2}{40 \times R^2} \right) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$Y_s = \frac{Lh^2}{6 \times R} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

- h = Peninggian rel dalam lengkung horisontal (mm)
- Lh = Panjang lengkung peralihan (m)
- Θ_s = Sudut lengkung peralihan (m)
- Lc = Panjang lengkung lingkaran (m)
- P = Jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap sudut tangen (m)
- K = Jarak dari titik T_s ke titik P (m)
- T_s = Panjang proyeksi datar titik T_s dengan PI (m)
- E = Jarak eksternal total dari PI ke tengah Lc (m)
- X_s = Jarak dari titik T_s ke titik proyeksi pusat Y_s (m)
- Y_s = Jarak dari titik SC ke garis proyeksi T_s (m)
- R = Jari-jari rencana (m)
- Δ = Sudut tikungan rencana ($^\circ$)
- E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran(m)
- V = Kecepatan rencana (km/jam)

2.10.1 Lengkung Lingkaran

Dua bagian lurus, yang perpanjangannya saling membentuk sudut harus dihubungkan dengan lengkung yang berbentuk lingkaran, dengan atau tanpa lengkung – lengkung peralihan. Untuk menentukan besarnya kecepatan rencana, besarnya jari-jari minimum yang diijinkan, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4. Jari-Jari Minimum yang Diijinkan

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

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.10.2 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, bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda.

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus 2.14.

$$L_h = 0,01 \times h \times V \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

L_h = panjang minimal lengkung peralihan (m)

H = pertinggian relatif antara dua bagian yang dihubungkan (mm)

V = kecepatan rencana untuk lengkungan peralihan (km/jam)

2.10.3 Lengkung S

Terjadi apabila 2 lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan.

2.10.4 Peninggian Rel

Peninggian rel diperlukan untuk mengimbangi timbulnya gaya sentrifugal pada kereta saat memasuki suatu lengkung horisontal. Gaya sentrifugal tersebut mengakibatkan kereta api cenderung terlempar ke luar dari lengkung. Peninggian dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

$$\text{a) } h = 8,1 \times \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{b) } h = 5,95 \times \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

H = Peninggian rel (mm)

V = kecepatan rencana (km/jam)

R = Jari – jari rencana (m)

2.10.5 Pelebaran Jalan Rel

Analisis pelebaran sepur didasarkan pada kereta/gerbong yang menggunakan dua gandar. Dua gandar tersebut yaitu gandar depan dan gandar belakang yang merupakan satu keatuan teguh, sehingga disebut sebagai gandar kaku (*rigid wheel base*). Pelebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Gaya tekan yang timbul akibat terjepitnya roda kereta api/gerbong akan mengakibatkan keausan roda dan rel menjadi lebih cepat. Terdapat tiga faktor yang sangat berpengaruh terhadap besarnya pelebaran sepur, yaitu:

1. Jari-jari lengkung horisontal.
2. Ukuran atau jarak gandar muka – belakang yang kokoh (*rigid wheel base*).
3. Kondisi keausan roda dan rel.

Untuk detail ukuran pelebaran sepur tiap radius dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5. Pelebaran Sepur

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

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.11 Kelandaian Medan

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

2.12 Pengelompokan Lintas

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

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

2.13 Landai Penentu

Landai penentu adalah kelandaian terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Besar landai penentu terutama berpengaruh pada kombinasi daya tarik lokomotif dan rangkaian yang dioperasikan. Untuk masing – masing kelas jalan rel, besarnya landai penentu nilainya akan disajikan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2. 6. Landai Penentu Maksimum

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

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.14 Alinyemen Vertikal

Perencanaan alinyemen vertikal ada 2 kriteria yaitu lengkung cembung dan lengkung cekung. Alinyemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya volume galian dan timbunan yang terjadi, oleh karena itu perencanaannya mempengaruhi besarnya biaya konstruksi. Adapun elevasi muka jalan rel sebaiknya:

1. Berada diatas muka air banjir, pada daerah yang sering dilanda banjir.
2. Volume galian dan timbunan dibuat seimbang untuk mengurangi biaya.
3. Berada diatas elevasi permukaan tanah asli.

Besar kecepatan rencana mempengaruhi besar jari-jari minimum dari lengkung vertikal yang tercantum pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7. Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal

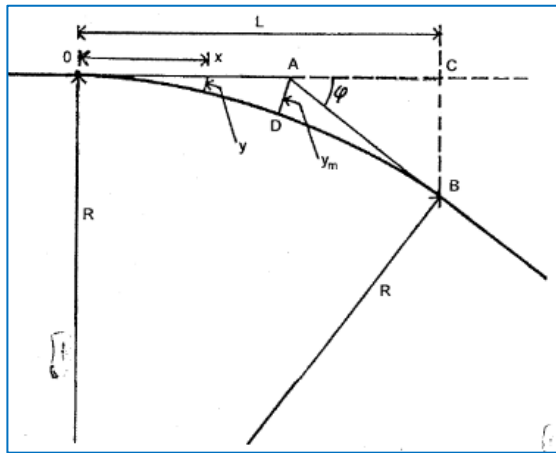
Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Jari-jari minimum lengkung vertikal (m)
Lebih besar dari 100	8000
Sampai 100	6000

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.14.1 Lengkung Cembung

Lengkung cembung adalah lengkung vertikal yang pembelokannya keatas. Pada dasarnya lengkung cembung dibuat pada kondisi tanjakan bertemu dengan turunan, tanjakan bertemu dengan jalan datar atau tanjakan bertemu dengan kelandaian yang lebih kecil.

Lengkung vertikal berbentuk lengkung lingkaran dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Lengkung Vertikal
(Sumber: Utomo, 2009)

Langkah-langkah untuk menghitung perencanaan nilai alinyemen vertikal akan dijelaskan dengan rumus 2.17 dan rumus 2.18.

$$X_m = \frac{R}{2} \varphi \dots\dots\dots(2.17)$$

$$Y_m = \frac{R}{8} \varphi^2 \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

X_m = Panjang titik 0 ke titik Y

Y_m = Panjang titik A ke titik D

R = Jari-jari lengkung vertikal

L = Panjang lengkung vertikal

A = Titik pertemuan antara perpanjangan kedua landai/garis lurus

θ = Perbedaan landai

2.14.2 Lengkung Cekung

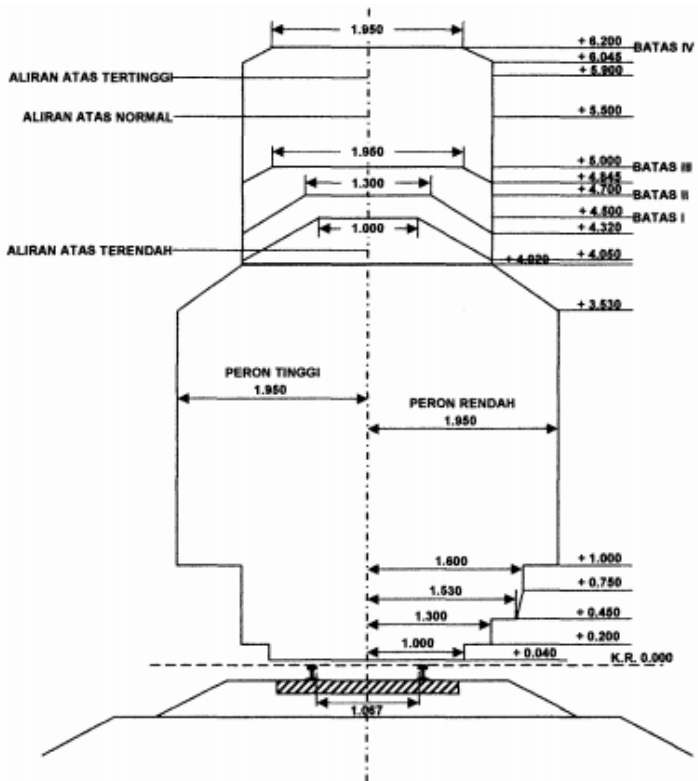
Lengkung cekung adalah lengkung vertikal yang pembelokaanya ke bawah. Pada dasarnya lengkung cekung dibuat pada kondisi turunan bertemu dengan tanjakan, turunan bertemu dengan jalan datar atau turunan bertemu dengan turunan lain dengan kelandaian lebih kecil. Perhitungan pada lengkung cekung memiliki kesamaan dengan perhitungan pada lengkung cembung.

2.15 Pengalokasian Ruang Operasi

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

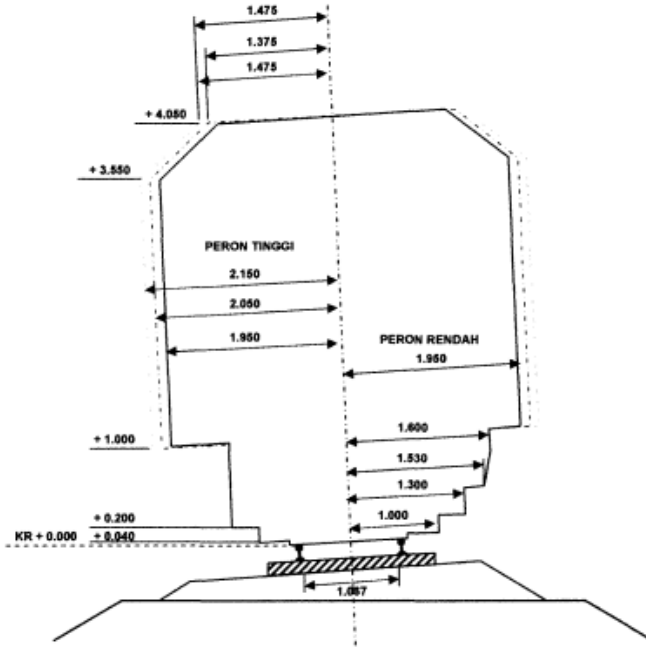
2.16 Ruang Bebas

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. Ukuran ruang bebas untuk jalur tunggal, baik pada bagian lintas yang lurus maupun yang melengkung, untuk lintas elektrifikasi dan non elektrifikasi, Ukuran ruang bebas untuk jalur ganda saat kondisi lurus dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Jalur Lurus
(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

Penentuan detail dimensi dari ruang bebas pada jalur tunggal kereta api pada saat kondisi berbelok, akan ditampilkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7. Ruang Bebas Lebar Rel 1067 mm Pada Kondisi Berbelok

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.17 Ruang Bangun

Ruang bangun adalah ruang disisi sepur yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap antara lain: tiang semboyan/rambu, tiang sinyal listrik, tiang listrik, pagar, dsb.

Untuk menentukan dimensi dari batas ruang bangun, yaitu dengan cara mengukur jarak dari sumbu jalan rel pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter, dengan ketentuan seperti yang tercantum pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8. Jarak Ruang Bangun

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

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

2.18 Profil Rel

Penentuan dimensi rel didasarkan pada tegangan ijin rel. Tegangan ini tidak boleh melebihi nilai tegangan ijin yang telah ditetapkan sesuai dengan kelas jalannya. Jika suatu dimensi rel dengan beban roda tertentu menghasilkan $\sigma < \sigma$ ijin, maka dimensi rencana dianggap cukup.

- Alur Perhitungan Tegangan Ijin Rel

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

a) Beban dinamis roda (Pd)

$$P_s = \frac{\text{Beban Gandar}}{2} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$P_d = P_s + 0,01 \times P_s \times \left(\frac{V}{1,609} - 5 \right) \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana:

Pd = Beban dinamis roda (kg)

Ps = Beban statis roda (kg)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

b) Dumping faktor (λ)

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

λ = Dumping factor (cm^{-1})

K = Modulus elastisitas jalan rel = 180 kg/cm^2

E = Modulus elastisitas struktur rel = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

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

c) Momen maksimum (M_a)

$$M_o = \left(\frac{P d}{4 \times \lambda} \right) \dots\dots\dots(2.22)$$

$$M_a = 0,85 \times M_o \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

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

$P d$ = Beban dinamis roda (kg)

λ = Dumping factor

M_a = Momen maksimum (kg.cm)

d) Tegangan ijin (σ)

$$\sigma = \frac{(M_a \times Y_b)}{I_x} \dots\dots\dots(2.24)$$

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

$$S_{base} = \frac{M_a}{W_b} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana:

σ = tegangan ijin rel (kg/cm^2)

M_a = momen maksimum (kg.cm)

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

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

W_b = Tahanan momen dasar (cm^3)

2.19 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 kekuatan, 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.

2.19.1 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^2
- b) Mutu baja prategang dengan tegangan putus (tensile strength) minimum sebesar 16.876 kg/cm^2 (1.655 MPa).
- c) harus mampu memikul momen minimum sebesar $+1500 \text{ kg.m}$ 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

2.19.2 Kontrol Kekuatan Bantalan Beton

- a) Modulus Elastisitas berdasarkan nilai f_{cu}

$$E = 6400 \times \sqrt{f_{c'}} \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas (kg/cm^2)

$f_{c'}$ = Mutu beton

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

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \dots \dots \dots (2.27)$$

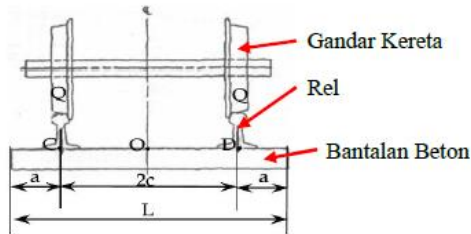
Dimana:

K = Modulus elastisitas rel (180 kg/cm²)

E = Modulus elastisitas (kg/cm²)

I_x = Momen inersia bantalan beton (cm⁴)

- c) Perhitungan momen di titik C dan D akan ditampilkan pada Gambar 2.8 :



Gambar 2. 8 Posisi Beban pada Bantalan (Q)
 Sumber: Transportation Research Board, 2012

$$Q = 60\% \times Pd \dots \dots \dots (2.28)$$

Dimana :

Q = Beban yang diterima bantalan (kg)

Momen di titik C/D =

$$\frac{Q}{4\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda \times L) + (\sin\lambda \times L)} \times \left[\begin{array}{l} (2 \times \cosh^2 \lambda a) \times (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - \\ (2 \times \cosh^2 \lambda a) \times (\cosh 2\lambda c + \cos \lambda L) - \\ (\sinh 2\lambda a) \times (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L) - \\ (\sin 2\lambda a) \times (\sinh 2\lambda c + \sinh \lambda L) \end{array} \right] \dots (2.29)$$

d) Perhitungan momen di titik O (tengah bantalan)

$$-\frac{Q}{2\lambda} \times \frac{1}{(\sin\lambda \times L) + (\sinh\lambda \times L)} \times \left[\begin{array}{l} (\sinh\lambda c) \times (\sin\lambda c + \sinh\lambda(L-c)) + \\ (\sin\lambda c) \times (\sinh\lambda c + \sinh\lambda(L-c)) + \\ (\cosh\lambda c) \times (\cos\lambda(L-c)) - \\ (\cos\lambda c) \times (\cosh\lambda(L-c)) \end{array} \right] \quad (2.30)$$

2.20 Lapisan Balas dan Sub Balas

Lapisan balas dan sub-balas pada dasarnya adalah terusan dari lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan yang terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, oleh karena itu material pembentukannya harus sangat terpilih. Fungsi utama balas dan sub-balas adalah untuk:

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

2.20.1 Sub Balas

Lapisan sub-balas berfungsi sebagai lapisan penyaring (filter) antara tanah dasar dan lapisan balas dan harus dapat mengalirkan air dengan baik. Tebal minimum lapisan balas bawah adalah 15 cm. Lapisan sub-balas terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat seperti pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9. Standar Saringan

Standar Jaringan ASTM	Presentase Lolos (%)
2 ½"	100
¾"	50-100
No. 4	25-95
No. 40	5-35
No. 200	0-10

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 60 Tahun 2012)

Untuk ketentuan sub-balas harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Material sub-balas dapat berupa campuran kerikil (gravel) atau kumpulan agregat pecah dan pasir.
- b) Material sub-balas tidak boleh memiliki kandungan material organik lebih dari 5%.
- c) Untuk material sub-balas yang merupakan kumpulan agregat pecah dan pasir, maka harus mengandung sekurang-kurangnya 30% agregat pecah.
- d) Lapisan sub-balas harus dipadatkan sampai mencapai 100% γ_d menurut percobaan ASTM D 698.

2.20.2 Balas

Lapisan balas pada dasarnya adalah terusan dari lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan yang terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, oleh karena itu material pembentuknya harus sangat terpilih. 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.

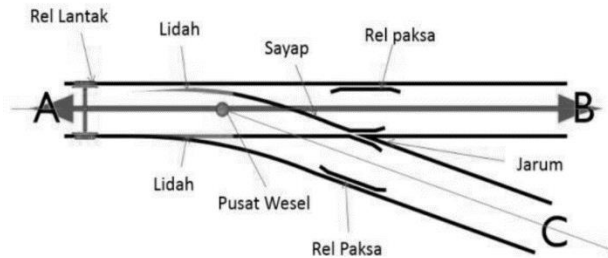
Kemiringan lereng lapisan balas atas tidak boleh lebih curam dari 1:2, dan bahan balas atas dihampar hingga mencapai sama dengan elevasi bantalan material yang digunakan. Sebagai pembentuk balas harus memenuhi syarat berikut:

- a) Balas harus terdiri dari batu pecah (25 – 60) mm dan memiliki kapasitas ketahanan yang baik, ketahanan gesek yang tinggi dan mudah dipadatkan.
- b) Material balas harus bersudut banyak dan tajam.
- c) Porositas maksimum 3%.
- d) Kuat tekan rata-rata maksimum 1000 kg/cm².
- e) Specific gravity minimum 2,6.
- f) Kandungan tanah, lumpur dan organik maksimum 0,5%.
- g) Kandungan minyak maksimum 0,2%.
- h) Keausan balas sesuai dengan test Los Angeles tidak boleh lebih dari 25%.

2.21 Wesel

Wesel merupakan konstruksi jalan rel yang paling rumit dengan beberapa persyaratan dan ketentuan pokok yang harus dipatuhi seperti pada Tabel 2.10. Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta dari satu sepur ke sepur yang lain. Wesel terdiri atas komponen-komponen seperti pada Gambar 2.9.

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



Gambar 2. 9. Detail Komponen Wesel
(Sumber: Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986)

Tabel 2. 10. Nomor Wesel dan Kecepatan Ijinnya

tg	1: 8	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 ijin (km/j)	25	35	45	50	60	70

(Sumber: Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986)

2.22 Stasiun

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) stasiun kereta api adalah bangunan yang merupakan terminal akhir atau tempat berhenti sementara kereta api sebelum melanjutkan perjalanan, tempat menunggu bagi calon penumpang kereta api, dan tempat dimana para penumpang dapat naik-turun dalam

memakai sarana transportasi kereta api. Menurut Undang-undang Republik Indonesia No.23 Tahun 2007 yang disebutkan dalam pasal 35 bahwa stasiun kereta api berfungsi sebagai tempat kereta api berangkat atau berhenti untuk melayani naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan/atau keperluan operasi kereta api. Bangunan stasiun kereta api haruslah memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan gedung dari bahaya banjir, bahaya petir, bahaya kelistrikan dan bahaya kekuatan konstruksi (Peraturan Menteri Nomor 29 Tahun 2011).

Peron memiliki fungsi sebagai tempat yang digunakan untuk aktifitas naik turun penumpang kereta api. Peron dibagi menjadi tiga jenis:

1. Peron Tinggi, tinggi peron 1000mm dari kepala rel.
2. Peron Sedang, tinggi peron 430 mm dari kepala rel.
3. Peron Rendah, tinggi peron 180 mm dari kepala rel.

Untuk menentukan dimensi lebar peron dihitung berdasarkan jumlah penumpang yang direncanakan seperti di bawah ini:

$$b = 0,64 \text{ m}^2/\text{orang} \times V \times LF / I \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan:

b =Lebar peron (meter)

V =Jumlah kapasitas maksimum penumpang kereta (orang)

LF =Load factor (80%)

I =Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi (meter)

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

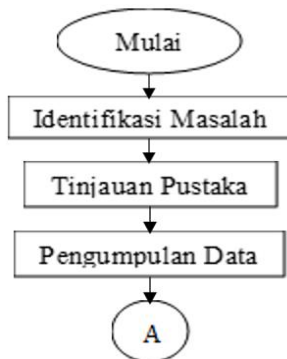
Dalam melaksanakan tugas akhir perlu dilakukan penyusunan langkah-langkah pengerjaan dan diagram metodologi sehingga tugas akhir dapat selesai dengan sistematis, tertata rapi dan mempermudah pembaca memahami berbagai informasi dan langkah-langkah strategis yang ada di dalam Tugas Akhir, sehingga maksud dan tujuan Tugas Akhir dapat tersalurkan dengan baik.

3.1.1 Dasar dan Skematis Pengerjaan Tugas Akhir

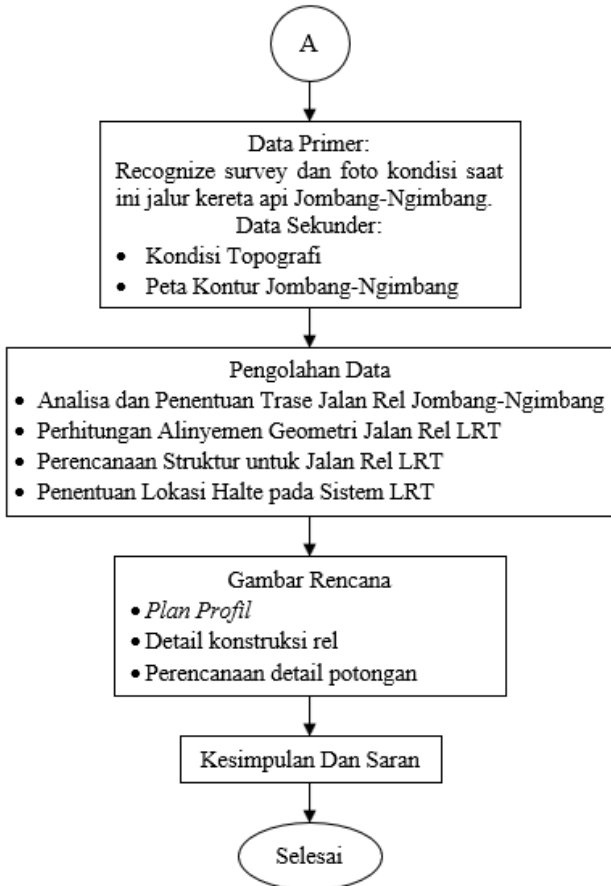
Sebagai dasar dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Penentuan trase, Geometrik serta struktur jalan rel berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api beserta penjelasannya dan *Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 155*.
- Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10).

Berikut penjelasan diagram alir mulai dari awal hingga akhir tahapan penyusunan tugas akhir ini seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir



Gambar 3. 2. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2 Langkah – Langkah Perencanaan

Detail pengerjaan tugas akhir ini akan dijelaskan sebagaimana berikut:

3.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah dilakukan pengamatan kondisi lapangan saat ini dan permasalahan yang terdapat pada latar belakang hingga pada akhirnya pada tugas akhir ini

diperlukan sebuah perencanaan jalan rel dengan sistem LRT untuk reaktivasi jalan rel antara Jombang-Ngimbang.

3.2.2 Tinjauan Pustaka

Dalam mempelajari berbagai sumber informasi kereta api dibutuhkan beberapa tinjauan pustaka yang dapat menunjang penyelesaian tugas akhir ini. Tinjauan pustaka diperoleh dari berbagai literasi seperti jurnal-jurnal, laporan penelitian terdahulu dan peraturan-peraturan terkait dengan topik yang relevan dengan tugas akhir ini sebagai dasar perencanaan, sehingga perencanaan dapat berjalan dengan baik.

3.3.3 Pengumpulan Data

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini data yang dibutuhkan adalah data primer dan data sekunder.

3.3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui wawancara atau survei di lapangan. Data primer yang diperlukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah *recognize survey* dan foto kondisi saat ini jalan rel kereta api Jombang-Ngimbang. Data tersebut didapatkan dengan meninjau langsung lokasi jalan rel Jombang-Ngimbang.

3.3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang didapatkan berbagai literasi yang relevan seperti jurnal maupun peraturan dan dari instansi terkait. Data sekunder yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir yaitu peta topografi dari Badan Informasi Geospasial, digunakan untuk mengetahui tata guna lahan dan kontur lapangan yang ditinjau. Brosur bantalan untuk mengetahui jenis bantalan yang digunakan serta kekuatan material.

3.3.4 Pengolahan Data

Setelah data primer dan sekunder didapatkan, selanjutnya dilakukan proses analisis data untuk mengolah data menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan dalam mengambil

kesimpulan. Pengolahan data yang dilakukan meliputi penentuan trase rencana, perhitungan geometrik jalan rel, perencanaan konstruksi jalan rel dan penentuan lokasi stasiun dan halte.

3.3.4.1 Penentuan Trase Rencana

Dalam perencanaan trase jalan rel Jombang–Ngimbang yaitu dengan membuat titik koordinat pada peta (x,y) berdasarkan *Right Of Way*. Desain trase dibuat trase baru karena trase yang direncanakan adalah dengan sistem LRT. (Subbab 2.5)

3.3.4.2 Perencanaan Alinyemen Geometrik

Pada tahap ini dilakukan perencanaan berkaitan geometrik jalan rel didasarkan pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012, yaitu:

1. Alinyemen Horisontal
 - Lengkung lingkaran
 - Lengkung peralihan
 - Lengkung S
 - Peninggian rel
 - Pelebaran sepur
2. Alinyemen Vertikal
 1. Lengkung cembung
 2. Lengkung cekung

3.3.4.3 Perencanaan Konstruksi Jalan Rel

Perencanaan konstruksi jalan rel didasarkan pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012. Perencanaan konstruksi yang dilakukan meliputi:

1. Penentuan profil rel

Penentuan profil rel harus berdasarkan gaya dan beban yang bekerja saat kereta melaju pada kecepatan rencana maksimal.
2. Perencanaan bantalan

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bantalan adalah penentuan jarak antar bantalan serta pemilihan tipe bantalan yang akan digunakan.

3. Perencanaan balas

Perencanaan balas harus sesuai dengan persyaratan, seperti bentuk dan ukuran balas, jenis material yang digunakan, serta perhitungan tebal lapisan.

4. Perencanaan wessel

Perencanaan wessel harus sesuai dengan kecepatan rencana dan persyaratan, seperti kecepatan kereta, sudut tumpu, sudut simpang arah, panjang jarum wessel, panjang lidah wessel dan jari-jari lengkung.

3.3.4.4 Penentuan Lokasi Stasiun

Penentuan lokasi stasiun berdasarkan stasiun yang pernah ada, untuk memudahkan efektifitas antar moda.

3.3.5 Gambar Rencana

Setelah perhitungan selesai dan sesuai dengan perencanaan, perencanaan geometri digambar dengan *software AutoCad Civil3D*. Hasil dari gambar tersebut berupa gambar *plan profil*, gambar detail konstruksi dan gambar potongan konstruksi jalan rel.

3.4 Kesimpulan

Tahap penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir dari keseluruhan perencanaan yang telah dilakukan. Tahapan ini bertujuan untuk merangkum hasil dari seluruh perencanaan yang telah dikerjakan serta dianalisis dan menjawab tujuan dari tugas akhir.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

PEMILIHAN MODA DAN EVALUASI TRASE

Pada bab ini akan dijelaskan mulai dari moda yang akan digunakan kemudian dilakukan evaluasi trase jalur kereta api lintas Jombang – Ngimbang.

4.1 Analisis Pemilihan Moda yang Digunakan

Menurut sejarah jalur kereta api lintas Jombang – Ngimbang ini merupakan jalur percabangan dari Stasiun Jombang. Dahulu moda yang digunakan pada jalur ini adalah lokomotif uap PT KAI dengan seri B18, B21, C21 yang mempunyai kecepatan maksimum 30 km/jam.

Sedangkan penentuan moda pada tugas akhir ini disesuaikan dengan fungsi jalur kereta yang direncanakan, yaitu untuk perjalanan kereta api penumpang. Selain itu moda yang direncanakan digunakan untuk perencanaan fasilitas seperti emplasemen dan peron. Untuk jalur Jombang – Ngimbang direncanakan menggunakan jenis *Light Rail Transit* milik PT. INKA dengan tampilan dan spesifikasi pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.1.



Gambar 4. 1. LRT INKA
(Sumber: inka.co.id)

Tabel 4. 1 Data Teknis LRT

Data Teknis	LRT INKA
Konfigurasi	Mc1 – T – Mc2
Desain Kecepatan Masimum	100 km/jam
Kecepatan Maksimum Operasional	85 km/jam
Lebar Sepur	1.067 mm
Berat	12 ton (beban gandar maksimal)
Panjang Kereta	Mc = 18.000 mm T = 18.000 mm
Lebar Kereta (<i>side wall</i>)	2.650 mm
Tinggi Kereta Dari Atas Rel	3.850 mm
Tinggi Lantai Dari Atas Rel	1.000 mm
Kapasitas Tempat Duduk	Mc1 = 40 seats T = 48 seats Mc2 = 40 seats
Kapasitas Penumpang Berdiri	Mc1 = 81 seats T = 89 seats Mc2 = 81 seats
Radius Minimum (Asumsi)	85 m
Kelandaian Maksimum (Asumsi)	4%

(Sumber: inka.co.id)

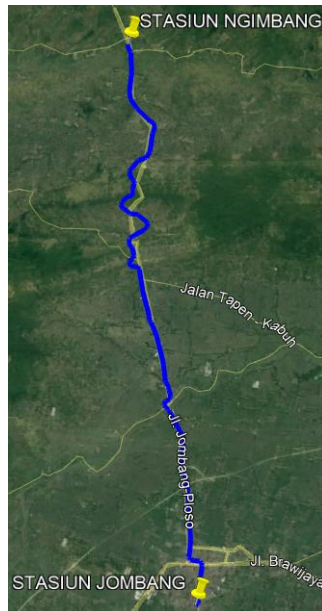
4.2 Trase Rel Jombang - Ngimbang

Dalam sub-bab ini akan dibahas mengenai kondisi trase jalan kereta api lintas Jombang – Ngimbang. Pemilihan trase dengan menyajikan tabulasi data kondisi beserta beberapa dokumentasi hasil survei lapangan kondisi trase yang pernah ada saat ini.

4.2.1 Survei Trase Yang Pernah Ada

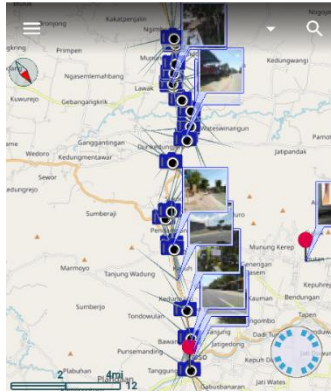
Jalur kereta api Jombang-Ngimbang merupakan jalur kereta yang nonaktif sejak tahun 1981 di Jawa Timur. Jalur tersebut sebagian besar sudah menjadi jalan raya, pertokoan dan rumah warga.

Data *grondkaart* tidak bisa didapatkan dari DAOP VII Madiun karena alasan dokumen rahasia maka diputuskan untuk melakukan survei lapangan guna mengetahui kondisi trase yang pernah ada. Survei dilakukan pada tanggal 9 – 10 Maret 2019 dengan menyusuri trase yang pernah ada mulai dari stasiun Jombang sampai dengan bekas stasiun Ngimbang di Lamongan. Alat yang digunakan dalam survei jalan rel Jombang-Ngimbang yaitu aplikasi *GPS Essensial* yang sudah terpasang pada *handphone*. Peta trase yang pernah ada dan lokasi survei terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Trase Yang Pernah Ada

Survei dilakukan dengan mengikuti bekas rel, patokan tanah dan papan tanda tanah milik PT. KAI yang ada dilokasi bekas jalan rel Jombang-Ngimbang. Aplikasi *GPS Essential* digunakan untuk menandai tempat dengan cara melakukan foto pada lokasi bekas jalan rel Jombang-Ngimbang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Aplikasi GPS Essential
(Sumber: Google.com)

4.2.2 Hasil dan Pembahasan Survei Trase

Hasil survei dibagi menjadi beberapa lokasi disekitar patok PT KAI yang memiliki kondisi lingkungan serupa.

Berdasarkan hasil survei trase rel yang pernah ada, maka solusi yang akan digunakan untuk reaktivasi jalan rel Jombang – Ngimbang adalah sebagai berikut:

1. Sta 0+000 – 0+220 (Stasiun Jombang)

Jalan rel pada jalur utara Jombang-Surabaya masih menggunakan rel *single track* untuk saat ini. Emplasemen Stasiun Jombang memiliki 8 jalan rel. Untuk perencanaan reaktivasi jalan rel Jombang-Ngimbang akan digunakan jalur no. 2, karena jalur nomor 2 adalah jalur utama dari jalur terusan Jombang – Surabaya sehingga tidak mengganggu apabila ada kereta yang berhenti pada

jalur nomor 1. Rencana jalan rel yang masuk ke Stasiun Jombang dari Ngimbang seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Emplasemen Stasiun Jombang

2. Sta 0+220 - 2+400

Pada lokasi ini jalan rel eksisting berada disebelah barat Jl. KH. Wahid Hasyim serta kondisi sudah menjadi jalan raya dan trotoar. Dokumentasi survei lapangan dan letak lokasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Dokumentasi Sta 0+220 - 2+400

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka jalur kereta eksisting yang berada disebelah barat jalan akan didesain ulang dipindahkan di median jalan dengan memakan jalan 3,5 m seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Dokumentasi Rencana Jalan Rel Baru

3. Tandon Air Bundaran Ringin Conthong

Diujung utara Jl. KH. Wahid Hasyim terdapat tandon air yang berada tepat dibundaran. Seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Dokumentasi Tandon Air

Tandon air yang berada pada bundaran harus dipindahkan karena reaktivasi pada Jl. KH Wahid Hasyim akan melalui tepat pada tengah bundaran tandon air. Desain dasar pada reaktivasi jalan rel Jombang - Ngimbang seperti Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Dokumentasi Rencana Jalan Rel

4. Sta 2+540 - 2+780 (Stasiun Jombang Kota)

Lokasi stasiun berada di sekitar pasar Jombang. Kondisi bangunan stasiun masih cukup baik, peronnya juga masih nampak, namun bangunan stasiun saat ini sudah berubah fungsi menjadi tempat berjualan buah dan sayuran seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Dokumentasi Stasiun Jombang Kota

Jika ingin melakukan reaktivasi pada stasiun Jombang kota, maka perlu dilakukan alih fungsi lahan agar stasiun dapat digunakan seperti semula.

5. Sta 3+200 – 11+300

Pada lokasi ini terdapat beberapa batang jalur rel yang terlihat di tanah menyusuri pinggir jalan raya dan bibir parit besar di sebelahnya. Kondisi eksisting jalur sangat mengesankan, banyak di beberapa tempat jalurnya sudah termakan badan jalan, batang rel yang tersisa pun antara masih utuh separuh-lengkap dan sudah hilang. Rel yang masih utuh terlihat dalam keadaan bengkok-bengkok dan bagian yang mengesankan itu relnya sudah menggantung di parit, dan ada beberapa batang pohon besar yang tumbuh tepat di tengah poros rel seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Dokumentasi Rencana Jalan Rel

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka pohon dan bangunan di sebelah barat Jl. Abdul Rahman Saleh dan Jl. KH. Wahab Chasbulloh selebar 3,5 meter harus dibongkar untuk ruang bebas jalur LRT. Untuk itu jalan raya yang lebih dari satu lajur tentunya harus diganti sehingga tidak terjadi kemacetan pada jalan raya.

6. Persimpangan dengan Jalan tol

Pada lokasi ini ruang dibawah jalan tol masih terlihat longgar. Rel yang masih utuh terlihat dalam keadaan bengkok,

beberapa bagian sudah menggantung di parit, dan ada beberapa batang pohon besar yang tumbuh tepat di tengah poros rel terlihat seperti pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Dokumentasi Persimpangan dengan Jalan Tol

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka pohon dan bangunan di sebelah barat Jl. Jombang - Ploso selebar 3,5 meter harus dibongkar untuk ruang bebas jalur LRT. Untuk itu jalan raya yang lebih dari satu lajur tentunya harus diganti 2 meter sehingga tidak terjadi kemacetan pada jalan raya.

7. Jembatan brantas

Disungai Brantas ada 2 gelagar besar bekas pondasi jembatan KA yang ada di sebelah barat jembatan jalan raya. Dua pondasi jembatan KA itu terlihat masih sangat baik dan utuh, kecuali rangka-rangka jembatan yang sudah tidak ada, seperti pada Gambar 4.12. Di lokasi bagian tanah di seberang jalan dengan di bibir sungai lebih rendah 2 meter. Jalan aspalnya juga lebih rendah dari bantaran sungai. Namun diseberang jalan masih ada bekas pondasi dari jalan rel. Menurut peta, jalan rel digambarkan melengkung ke timur setelah jembatan.



Gambar 4. 12 Dokumentasi Bekas Jembatan Sungai Brantas

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka jembatan harus dibangun baru karena rangka pada jembatan sudah tidak ada.

8. Sta 11+600 – 12+400

Di mulut jalan itu terlihat ada papan aset milik PT. KAI berdiri disana. Jalan tersebut membelok ke timur, menyusuri lengkung bekas jalan rel kurang lebih setengah kilometer. Menurut peta, bekas jalan rel dari jembatan melengkung ke timur, kemudian lurus sejauh 100 meter, kemudian membelok ke kiri (utara). Seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Dokumentasi Bekas Jalan Rel

Jika ingin melakukan reaktivasi pada lokasi ini maka toko dan sebagian pemukiman penduduk harus dibongkar dan dibuat jalur baru selebar 3,5 meter.

9. Stasiun Ploso

Stasiun Ploso berada disebelah barat jalan raya Jombang-Babat. Kondisi bangunan stasiun Ploso masih cukup baik, namun sudah beralih fungsi menjadi toko dan cafe. Didepan bangunan stasiun terdapat papan tanda tanah milik aset PT. KAI. Masih ada dan terlihat jelas tulisan “Ploso” pada dinding utara stasiun. Seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Dokumentasi Stasiun Ploso

Jika ingin melakukan reaktivasi pada stasiun ploso, maka perlu dilakukan alih fungsi lahan agar stasiun dapat digunakan seperti semula.

10. Sta 12+700 – 19+400

Ada beberapa batang jalur rel yang terlihat di tanah menyusuri pinggir jalan raya. Banyak di beberapa tempat jalurnya sudah termakan badan jalan, menjadi warung dan toko. Batang rel yang tersisa pun antara masih utuh, separuh-lengkap, dan sudah hilang. Rel yang masih utuh terlihat dalam keadaan bengkok-bengkok dan ada beberapa batang pohon besar yang tumbuh tepat di tengah poros rel. seperti pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Dokumentasi Sta 12+700 – 19+400

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka pohon dan bangunan di sebelah barat Jl. Jombang - Babat selebar 3,5 meter harus dibongkar untuk ruang bebas jalur LRT. Untuk itu jalan raya tentunya harus diganti 2 meter sehingga tidak terjadi kemacetan pada jalan raya.

11. Sta 19+400

Ada beberapa batang jalur rel yang terlihat di tanah menyusuri pinggir jalan raya. Beberapa tempat jalurnya sudah menjadi rumah warga, warung dan toko. Batang rel yang tersisa pun antara masih utuh, separuh-lengkap, dan sudah hilang. Ada beberapa pohon besar yang tumbuh tepat di tengah poros rel. Terlihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Dokumentasi Sta 19+400

Jika dilakukan reaktivasi pada lokasi ini maka pohon dan bangunan di sebelah barat Jl. Jombang - Babat selebar $\pm 3,5$ meter harus dibongkar untuk ruang bebas jalur LRT. Untuk itu jalan raya yang lebih dari satu lajur tentunya harus di ganti ± 2 meter sehingga tidak terjadi kemacetan pada jalan raya.

12. Persimpangan dengan Jalan Raya Sta 22+000

Pada lokasi Sta 22+000 terdapat bekas jalan rel Jombang – Ngimbang yang kondisinya memotong jalan raya. Batang rel sudah tidak ada yang tersisa namun terdapat patok dan papan tanda tanah milik PT. KAI. Terlihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Dokumentasi Persimpangan Sta 22+000

Apabila dilakukan reaktivasi pada jalan ini maka harus dibangun persinyalan palang pintu kereta api sehingga tetap aman dilalui kendaraan lain.

13. Persimpangan dengan jalan raya Sta 24+040

Pada lokasi ini terdapat bekas jalan rel Jombang – Ngimbang yang kondisinya memotong jalan raya. Batang rel sudah tidak ada yang tersisa namun terdapat patok dan papan tanda tanah milik PT. KAI. Terlihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Dokumentasi Persimpangan Sta 24+040

Apabila dilakukan reaktivasi pada jalan ini maka harus dibangun persinyalan palang pintu kereta api sehingga tetap aman dilalui kendaraan lain.

14. Persimpangan dengan Jalan Raya Sta 28+610

Pada lokasi ini terdapat bekas jalan rel Jombang – Ngimbang yang kondisinya memotong jalan raya. Batang rel sudah tidak ada yang tersisa namun terdapat patok dan papan tanda tanah milik PT. KAI. Terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Dokumentasi Persimpangan Sta 28+610

Apabila dilakukan reaktivasi pada jalan ini maka harus dibangun persinyalan palang kereta api sehingga tetap aman dilalui kendaraan lain.

15. Persimpangan dengan Jalan Raya Sta 34+530

Pada lokasi ini terdapat bekas jalan rel Jombang – Ngimbang yang kondisinya memotong jalan raya. Batang rel sudah tidak ada yang tersisa namun terdapat patok dan papan tanda tanah milik PT. KAI. Terlihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Dokumentasi Persimpangan Sta 34+530

Apabila dilakukan reaktivasi pada jalan ini maka harus dibangun palang kereta api sehingga tetap aman dilalui kendaraan lain.

16. Stasiun Ngimbang

Stasiun Ngimbang berada dibelakang tempat penimbunan kayu disebelah barat jalan raya Jombang-Babat. Kondisi bangunan stasiun Ngimbang masih cukup baik, peronnya juga masih nampak, namun sudah menjadi tempat hunian. Masih ada dan terlihat jelas tulisan “Ngimbang” di dinding selatan stasiun. Seperti pada Gambar 4.21.



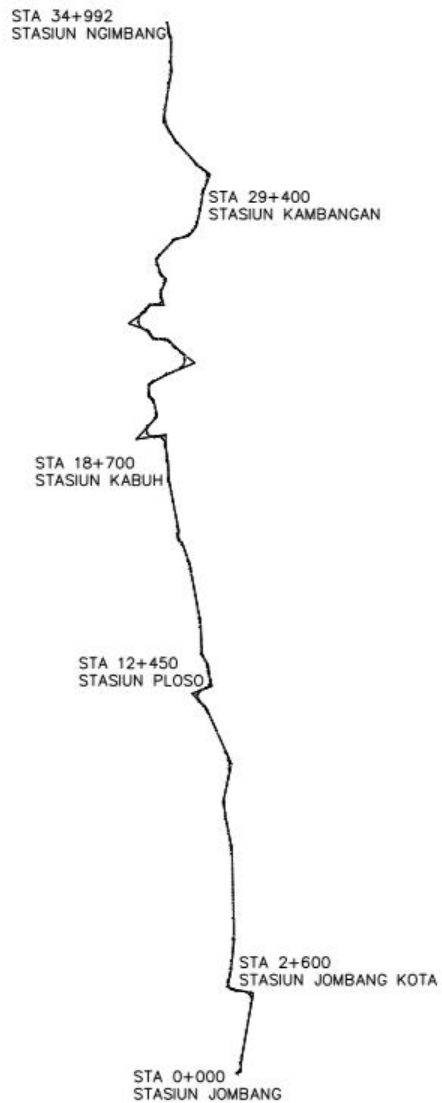
Gambar 4. 21 Dokumentasi Stasiun Ngimbang

Jika ingin melakukan reaktivasi pada Stasiun Ngimbang, maka perlu dilakukan alih fungsi lahan agar stasiun dapat digunakan seperti semula.

Dari hasil survei dan pembahasan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa trase yang pernah ada layak untuk dilakukan reaktivasi dengan beberapa perubahan pada lokasi tertentu seperti berikut:

1. Pemandahan jalan rel eksisting yang berada disebelah barat Jl. Wahid Hasyim dan didesain berada pada median jalan.
2. Tandon air yang berada pada bundaran ringin conthong harus dipindahkan.
3. Stasiun yang sudah beralih fungsi harus dikembalikan ke fungsi aslinya, yaitu sebagai stasiun.
4. Bangunan yang berada diatas jalan rel eksisting harus dibongkar untuk reaktivasi jalan rel.

Setelah direncanakan dengan beberapa perubahan diatas, trase rencana yang digunakan seperti pada Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Trase Rencana Jalan Rel

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL

Dalam tugas akhir ini, sebagian besar perhitungan perencanaan menggunakan program bantu AutoCAD Civil 3D 2016. Dalam melakukan perencanaan dengan program bantu AutoCAD Civil 3D 2016 dapat meningkatkan kualitas pekerjaan disain, mengelola data dengan baik, melakukan revisi dengan cepat dan otomatis, karena semua proses berjalan saling terintegrasi.

5.1 Perencanaan Geometrik Jalan Rel

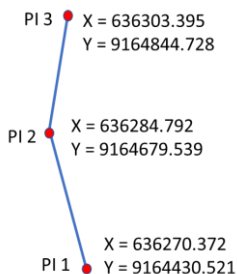
Pada subbab ini akan dijelaskan tentang perencanaan perhitungan geometrik dari Jombang-Ngimbang berdasarkan trase eksisting.

5.1.1 Alinyemen Horisontal

Pada perencanaan alinyemen horisontal akan membahas desain lengkung yang digunakan dan disesuaikan dengan kondisi trase eksisting. Untuk desain kecepatan rencana menggunakan 60 km/jam serta direncanakan menggunakan parameter lengkung spiral-circle-spiral.

A. Perhitungan Sudut Azimuth (α) dan Sudut Tikungan (Δ)

Pada perhitungan sudut azimuth dan sudut tikungan, diambil sampel trase pada titik PI 1, PI 2, PI 3 seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Sampel trase titik PI 1, PI 2, PI 3

a) Mencari nilai ΔX dan ΔY

$$\begin{aligned}
 \text{Koordinat } \Delta X \text{ (PI 2)} &= X(\text{PI 2}) - X(\text{PI 1}) \\
 &= 636284.794 - 636270.372 \\
 &= 14.422 \\
 \text{Koordinat } \Delta Y \text{ (PI 2)} &= Y(\text{PI 2}) - Y(\text{PI 1}) \\
 &= 9164679.539 - 9164430.521 \\
 &= 249.018 \\
 \text{Koordinat } \Delta X \text{ (PI 3)} &= X(\text{PI 3}) - X(\text{PI 2}) \\
 &= 636303.395 - 636284.794 \\
 &= 18.601 \\
 \text{Koordinat } \Delta Y \text{ (PI 3)} &= Y(\text{PI 3}) - Y(\text{PI 2}) \\
 &= 9164844.728 - 9164679.539 \\
 &= 165.189
 \end{aligned}$$

b) Mencari panjang trase tiap titik (L)

$$\begin{aligned}
 \text{Titik PI 1 ke titik PI 2} &= \sqrt{\Delta X \text{ (PI 2)}^2 + \Delta Y \text{ (PI 2)}^2} \\
 &= \sqrt{14.422^2 + 249.018^2} \\
 &= 249.435 \text{ m} \\
 \text{Titik PI 2 ke titik PI 3} &= \sqrt{\Delta X \text{ (PI 3)}^2 + \Delta Y \text{ (PI 3)}^2} \\
 &= \sqrt{18.601^2 + 165.189^2} \\
 &= 166.233 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c) Mencari sudut azimuth

$$\begin{aligned}
 \text{Sudut PI 2 (Kuadran 1)} &= \tan^{-1} \times \frac{\text{koordinat } \Delta X \text{ (PI 2)}}{\text{koordinat } \Delta Y \text{ (PI 2)}} \\
 &= \tan^{-1} \times \frac{14.422}{249.018} \\
 &= 3.315^\circ \\
 \text{Sudut PI 3 (Kuadran 1)} &= \tan^{-1} \times \frac{\text{koordinat } \Delta X \text{ (PI 3)}}{\text{koordinat } \Delta Y \text{ (PI 3)}} \\
 &= \tan^{-1} \times \frac{18.601}{165.189} \\
 &= 6.425^\circ
 \end{aligned}$$

d) Mencari sudut tikungan PI 2

$$\begin{aligned}\Delta &= \text{sudut azimuth PI 3} - \text{sudut azimuth PI 2} \\ &= 6.425^\circ - 3.315^\circ \\ &= 3.110^\circ\end{aligned}$$

Setelah melakukan analisis perhitungan pada sudut azimuth (α) dan sudut tikungan (Δ), maka hasil perhitungannya akan disajikan pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 5. 1 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan

Titik	Koordinat		Δ		Panjang Trase	Kudran	Azimuth ($^{\circ}$)	Sudut Tikungan ($^{\circ}$)
	x	y	x	y				
A	636152.566	9164386.619						
PI 1	636270.372	9164430.521	117.806	43.902	125.720481	1	69.56141	66.24679952
PI 2	636284.794	9164679.539	14.422	249.018	249.435279	1	3.3146106	3.110080151
PI 3	636303.395	9164844.728	18.601	165.189	166.232978	1	6.4246908	3.644006585
PI 4	636634.147	9166707.453	330.752	1862.725	1891.86186	1	10.068697	90.66550115
PI 5	636105.429	9166795.012	-528.718	87.559	535.919119	4	279.4032	11.59983682
PI 6	635872.748	9166884.344	-232.681	89.332	249.240153	4	291.00303	85.22594599
PI 7	635975.433	9167237.122	102.685	352.778	367.418735	1	16.228979	9.906524306
PI 8	636087.471	9168248.316	112.038	1011.194	1017.38185	1	6.3224547	7.8216844
PI 9	636019.481	9170846.084	-67.99	2597.768	2598.65758	4	358.50077	9.634867347
PI 10	635840.053	9171757.764	-179.428	911.68	929.168892	4	348.8659	3.616161679
PI 11	635775.196	9172249.213	-64.857	491.449	495.710147	4	352.48206	19.69196454
PI 12	636005.617	9173317.296	230.421	1068.083	1092.65508	1	12.174029	36.37290453
PI 13	635285.798	9174919.05	-719.819	1601.754	1756.06243	4	335.80112	19.71151595
PI 14	634873.204	9175347.643	-412.594	428.593	594.916606	4	316.08961	113.7073106
PI 15	635443.484	9175557.5	570.28	209.857	607.667046	1	69.796919	83.90916515
PI 16	635345.407	9175947.608	-98.077	390.108	402.247871	4	345.88775	12.37120731
PI 17	635339.387	9176145.659	-6.02	198.051	198.142471	4	358.25896	27.30627264
PI 18	635154.879	9176477.873	-184.508	332.214	380.012294	4	330.95269	26.50311757
PI 19	635114.11	9177395.396	-40.769	917.523	918.428313	4	357.45581	7.972403078
PI 20	634803.305	9179069.643	-310.805	1674.247	1702.85136	4	349.4834	8.857989766

Tabel 5. 2 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan (Lanjutan)

Titik	Koordinat		Δ		Panjang Trase	Kuadran	Azimuth ($^{\circ}$)	Sudut Tikungan ($^{\circ}$)
	x	y	x	y				
PI 21	634588.919	9179679.288	-214.386	609.645	646.241737	4	340.62541	21.16727573
PI 22	634461.003	9179828.837	-127.916	149.549	196.792801	4	319.45814	46.08910506
PI 23	634483.378	9180059.219	22.375	230.382	231.465994	1	5.5472429	16.50003764
PI 24	634202.477	9181510.713	-280.901	1451.494	1478.42491	4	349.04721	7.781455257
PI 25	634171.332	9182072.827	-31.145	562.114	562.976163	4	356.82866	5.828299169
PI 26	634106.025	9182485.176	-65.307	412.349	417.488565	4	351.00036	8.999638681
PI 27	634106.025	9182808.637	0	323.461	323.461	4	360	98.53459052
PI 28	633267.32	9182682.774	-838.705	-125.863	848.09644	3	261.46541	140.7774051
PI 29	633866.016	9183342.053	598.696	659.279	890.553592	1	42.242815	54.87734753
PI 30	633762.13	9183805.5	-103.886	463.447	474.947811	4	347.36547	32.36441622
PI 31	633625.815	9183941.82	-136.315	136.32	192.782057	4	315.00105	45.65547407
PI 32	633629.647	9184276.229	3.832	334.409	334.430955	1	0.6565248	61.1517862
PI 33	634133.93	9184546.529	504.283	270.3	572.156826	1	61.808311	5.41981727
PI 34	634944.495	9184886.791	810.565	340.262	879.08694	1	67.228128	118.1832449
PI 35	634362.682	9185358.689	-581.813	471.898	749.128887	4	309.04488	7.968169744
PI 36	634171.682	9185563.605	-191	204.916	280.127769	4	317.01305	43.88234112
PI 37	633753.276	9185586.49	-418.406	22.885	419.031388	4	273.13071	56.18954102
PI 38	633617.84	9185814.774	-135.436	228.284	265.436423	4	329.32025	39.09484943
PI 39	633042.127	9186026.885	-575.713	212.111	613.54424	4	290.2254	124.3679586
PI 40	633510.801	9186360.036	468.674	333.151	575.01731	1	54.593362	22.31323871

Tabel 5. 3 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan (Lanjutan)

Titik	Koordinat		Δ		Panjang Trase	Kuadran	Azimuth ($^{\circ}$)	Sudut Tikungan ($^{\circ}$)
	x	y	x	y				
PI 41	633641.822	9186567.45	131.021	207.414	245.330532	1	32.280124	60.32934825
PI 42	634055.576	9186548.593	413.754	-18.857	414.183485	2	92.609472	109.3243126
PI 43	633952.858	9186890.648	-102.718	342.055	357.145083	4	343.28516	40.17140059
PI 44	634130.982	9187301.156	178.124	410.508	447.487405	1	23.45656	71.77371879
PI 45	633970.536	9187444.022	-160.446	142.866	214.833919	4	311.68284	29.42244633
PI 46	633822.334	9187877.015	-148.202	432.993	457.653549	4	341.10529	62.62951838
PI 47	634369.332	9188448.72	546.998	571.705	791.235375	1	43.734806	32.01417521
PI 48	634772.058	9188551.007	402.726	102.287	415.512769	1	75.748981	35.87860137
PI 49	634985.033	9188805.99	212.975	254.983	332.226852	1	39.870379	26.38944304
PI 50	635105.251	9189307.469	120.218	501.479	515.687459	1	13.480936	4.669321264
PI 51	635183.855	9189814.54	78.604	507.071	513.127263	1	8.8116152	13.01177455
PI 52	635388.092	9190324.565	204.237	510.025	549.398082	1	21.82339	74.51626046
PI 53	635026.679	9190599.959	-361.413	275.394	454.38003	4	307.30713	10.23959403
PI 54	634406.26	9191278.137	-620.419	678.178	919.154576	4	317.54672	9.609423741
PI 55	634035.857	9191851.925	-370.403	573.788	682.957577	4	327.15615	41.96273
PI 56	634211.773	9192947.893	175.916	1095.968	1109.99653	1	9.118877	1.896808392
PI 57	634273.519	9193265.085	61.746	317.192	323.145994	1	11.015685	13.94400039
PI 58	634257.751	9193573.335	-15.768	308.25	308.653029	4	357.07169	3.784867762
PI 59	634268.062	9194262.998	10.311	689.663	689.740074	1	0.8565528	29.00416525
PI 60	634210.433	9194370.712	-57.629	107.714	122.161399	4	331.85239	19.73101079
B	634161.266	9194703.004	-49.167	332.292	335.90976	4	351.5834	

B. Perhitungan Lengkung Horizontal

Untuk rencana analisis perhitungan lengkung horizontal, akan digunakan tipe lengkung Spiral – Circle – Spiral (S – C – S) untuk semua tikungan. Direncanakan akan dilewati kereta api LRT dengan kecepatan 60 km/jam. Untuk mencegah bahaya tergulingnya kereta api maka lengkung horizontal perlu diberi peninggian pada rel bagian luar. Besar peninggian maksimum yang diijinkan untuk lebar sepur 1067 mm adalah h maksimum = 110 mm

Untuk penentuan lengkung S-C-S, yang akan digunakan sebagai sampel adalah titik PI 2. Parameter yang dibutuhkan untuk menentukan lengkung horizontal pada titik PI 2 adalah:

- Δ PI 2 = $3,110^\circ$
- R rencana = 600 m
- V rencana = 60 km/jam

a) Peninggian Rel (h)

$$\begin{aligned} h &= 5,95 \times \frac{V^2}{R} \\ &= 5,95 \times \frac{60^2}{600} \\ &= 36 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Lengkung Peralihan (L_h)

$$\begin{aligned} L_h &= 0,01 \times h \times V_{\text{rencana}} \\ &= 0,01 \times 36 \times 60 \\ &= 21,6 \text{ m} \end{aligned}$$

c) Sudut lengkung peralihan / spiral (Θ_s)

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 \times L_h}{\pi \times R \text{ Rencana}} \\ &= \frac{90 \times 21,6}{\pi \times 600} \\ &= 1,032^\circ \end{aligned}$$

d) Panjang Lengkung Peralihan (Lc)

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{(\Delta - 2 \times \theta s) \times \pi \times R \text{ Rencana}}{180} \\ &= \frac{(3,110 - 2 \times 1,032) \times \pi \times 600}{180} \\ &= 10,952 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} P &= \frac{Lh^2}{6 \times R \text{ Rencana}} - R \text{ Rencana} \times (1 - \cos \theta s) \\ &= \frac{21,6^2}{6 \times 600} - 600 \times (1 - \cos 1,032) \\ &= 0,0323 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} K &= Lh - \frac{Lh^3}{40 \times R \text{ Rencana}^2} - R \text{ Rencana} \times (\sin \theta s) \\ &= 21,6 - \frac{21,6^3}{40 \times 600^2} - 600 \times (\sin 1,032) \\ &= 10,794 \text{ m} \end{aligned}$$

g) Jarak dari titik TS ke titik PI (Ts)

$$\begin{aligned} Ts &= (R \text{ rencana} + p) \times \text{tg}(\Delta/2) + k \\ &= (600 + 0,0323) \times \text{tg}(3,110/2) + 10,794 \\ &= 16,289 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} E &= \frac{(R \text{ Rencana} + P)}{\cos(\frac{\Delta}{2})} - R \text{ Rencana} \\ &= \frac{(600 + 0,0323)}{\cos(\frac{3,110}{2})} - 600 \\ &= 0,253 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Xs &= Lh \times \left(1 - \frac{Lh^2}{40 \times R \text{ Rencana}^2}\right) \\ &= 21,6 \times \left(1 - \frac{21,6^2}{40 \times 600^2}\right) \\ &= 21,599 \end{aligned}$$

j) Jarak dari titik SC ke garis proyeksi TS (Ys)

$$\begin{aligned} Y_s &= \frac{Lh^2}{6 \times R \text{ Rencana}} \\ &= \frac{21,6^2}{6 \times 600} \\ &= 0,129 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan lebih lengkap dari perhitungan alinyemen horisontal disajikan pada Tabel 5.4, Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5. 4 Perhitungan Alinyemen Horisontal

Titik	Δ (°)	R min (m)	R rencana (m)	V rencana (km/jam)	h (mm)	Lh (m)	θ_s	Lc (m)	p (m)	k (m)	Ts (m)	E (m)	Xs	Ys
A														
PI 1	66.247	85	85	20	28	5.6	1.8883	92.6293	0.01533	2.7985	55.4703	16.5114	5.5994	0.0615
PI 2	3.1101	85	600	60	36	21.6	1.0318	10.9522	0.0323	10.794	16.2892	0.25337	21.599	0.1296
PI 3	3.644	85	600	60	36	21.6	1.0318	16.5406	0.0323	10.794	19.0874	0.33582	21.599	0.1296
PI 4	90.666	85	200	30	27	8.1	1.1608	308.222	0.01363	4.0479	202.35	84.5191	8.0997	0.0547
PI 5	11.6	85	600	60	36	21.6	1.0318	99.8116	0.0323	10.794	60.9482	3.11976	21.599	0.1296
PI 6	85.226	85	150	30	36	10.8	2.0637	212.208	0.03231	5.397	138.024	53.8638	10.799	0.1296
PI 7	9.9065	85	2000	60	11	6.6	0.0946	339.028	0.0009	3.2983	173.334	7.49798	6.6	0.0036
PI 8	7.8217	85	9000	60	3	1.8	0.0057	1226.2	1.5E-05	0.8995	615.269	21.0064	1.8	6E-05
PI 9	9.6349	85	1500	60	15	9	0.172	243.112	0.00224	4.4977	126.418	5.32001	9	0.009
PI 10	3.6162	85	1200	60	18	10.8	0.258	64.8983	0.00404	5.3973	37.8811	0.60179	10.8	0.0162
PI 11	19.692	85	400	40	24	9.6	0.6879	127.806	0.00957	4.7975	69.4243	5.9894	9.5999	0.0384
PI 12	36.373	85	1100	60	20	12	0.3127	685.956	0.00544	5.997	361.375	57.8445	12	0.0218
PI 13	19.712	85	600	60	36	21.6	1.0318	184.714	0.0323	10.794	104.245	9.02035	21.599	0.1296
PI 14	113.71	85	200	20	12	2.4	0.3439	394.312	0.0012	1.1994	306.259	165.78	2.4	0.0048
PI 15	83.909	85	200	20	12	2.4	0.3439	290.35	0.0012	1.1994	179.795	68.9363	2.4	0.0048
PI 16	12.371	85	600	60	36	21.6	1.0318	107.885	0.0323	10.794	65.0318	3.54611	21.599	0.1296
PI 17	27.306	85	200	20	12	2.4	0.3439	92.8686	0.0012	1.1994	48.5818	5.81707	2.4	0.0048
PI 18	26.503	85	200	20	12	2.4	0.3439	90.0664	0.0012	1.1994	47.0998	5.4723	2.4	0.0048
PI 19	7.9724	85	2000	60	11	6.6	0.0946	271.548	0.0009	3.2983	139.37	4.851	6.6	0.0036
PI 20	8.858	85	1500	60	15	9	0.172	222.784	0.00224	4.4977	116.182	4.49497	9	0.009

Tabel 5. 5 Perhitungan Alinyemen Horisontal (Lanjutan)

Titik	Δ (°)	R min (m)	R rencana (m)	V rencana (km/jam)	h (mm)	Lh (m)	θ_s	Lc (m)	p (m)	k (m)	Ts (m)	E (m)	Xs	Ys
PI 21	21.167	85	200	20	12	2.4	0.3439	71.4503	0.0012	1.1994	37.3701	3.46253	2.4	0.0048
PI 22	46.089	85	200	20	12	2.4	0.3439	158.4	0.0012	1.1994	85.0791	17.3452	2.4	0.0048
PI 23	16.5	85	600	60	36	21.6	1.0318	151.1	0.0323	10.794	87.0007	6.30677	21.599	0.1296
PI 24	7.7815	85	600	60	36	21.6	1.0318	59.8459	0.0323	10.794	40.8085	1.41841	21.599	0.1296
PI 25	5.8283	85	600	60	36	21.6	1.0318	39.4029	0.0323	10.794	30.5449	0.80925	21.599	0.1296
PI 26	8.9996	85	300	30	18	5.4	0.5159	41.6981	0.00404	2.6986	23.6099	0.93164	5.4	0.0162
PI 27	98.535	85	240	30	23	6.9	0.824	405.631	0.00824	3.4482	278.713	127.811	6.8999	0.0331
PI 28	140.78	85	180	20	14	2.8	0.4459	439.241	0.00181	1.3993	505.189	356.299	2.8	0.0073
PI 29	54.877	85	200	20	12	2.4	0.3439	189.061	0.0012	1.1994	103.842	25.3523	2.4	0.0048
PI 30	32.364	85	150	20	16	3.2	0.6115	81.4869	0.00284	1.5992	43.5293	6.19108	3.2	0.0114
PI 31	45.655	85	100	20	24	4.8	1.3758	74.8434	0.00957	2.3987	42.0971	8.50845	4.7997	0.0384
PI 32	61.152	85	200	20	12	2.4	0.3439	210.952	0.0012	1.1994	118.167	32.3013	2.4	0.0048
PI 33	5.4198	85	200	20	12	2.4	0.3439	16.5091	0.0012	1.1994	9.46648	0.22511	2.4	0.0048
PI 34	118.18	85	300	30	18	5.4	0.5159	613.092	0.00404	2.6986	501.104	284.044	5.4	0.0162
PI 35	7.9682	85	600	60	36	21.6	1.0318	61.8002	0.0323	10.794	41.7909	1.48586	21.599	0.1296
PI 36	43.882	85	240	30	23	6.9	0.824	176.821	0.00824	3.4482	96.6831	18.75	6.8999	0.0331
PI 37	56.19	85	200	20	12	2.4	0.3439	193.639	0.0012	1.1994	106.767	26.7151	2.4	0.0048
PI 38	39.095	85	230	30	24	7.2	0.8973	149.657	0.00936	3.5981	81.6649	14.0768	7.1998	0.0376
PI 39	124.37	85	250	30	22	6.6	0.7567	535.782	0.00724	3.2983	473.86	285.767	6.5999	0.029
PI 40	22.313	85	300	30	18	5.4	0.5159	111.373	0.00404	2.6986	59.1664	5.78274	5.4	0.0162

5.1.2 Alinyemen Vertikal

Sesuai kriteria desain pada bab sebelumnya dengan kecepatan maksimum 60 km/jam didapat jari – jari minimum lengkung vertikal yaitu 6000 m dan lurusan diantara dua lengkung 20 m. Pemilihan titik PPV didasari oleh jarak terdekat dengan elevasi yang pernah ada dan galian timbunan teroptimum. Hasil perhitungan dengan *Autocad Civil 3D*.

A. Elevasi Eksisting

Penentuan elevasi eksisting berdasarkan pembagian STA yang telah dilakukan dengan menginput data kontur pada *AutoCAD Civil 3D*. Elevasi eksisting adalah elevasi titik kontur pada titik yang ditinjau. Elevasi rencana adalah elevasi rencana lengkung vertikal pada titik yang ditinjau.

B. Perhitungan Lengkung Vertikal

Untuk contoh perhitungan akan diambil titik STA 6+100. Parameter yang dibutuhkan untuk menentukan lengkung vertikal adalah:

- Vrencana = 60 km/jam
 - Rrencana = 6000 m
 - Elevasi PPV = +32 m (Elevasi rencana)
 - Φ = $G1 - G2$
- $$X_m = \frac{R}{2} \times (G1 - G2)$$
- $$= \frac{6000}{2} \times (0,20\% - (-0,53\%))$$
- $$= 21,9 \text{ m}$$
- $$Y_m = \frac{R}{2} \times (G1 - G2)^2$$
- $$= \frac{6000}{2} \times (0,20\% - (-0,53\%))^2$$
- $$= 0,040 \text{ m}$$
- $$L = 2 \times X_m$$
- $$= 2 \times 21,9$$
- $$= 43,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} - \frac{g1}{100} \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 32 - \frac{0,20\%}{100} \times \frac{1}{2} \times 43,8 \\ &= 32 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} - \frac{g2}{1000} \times \frac{1}{2} \times L \\ &= 32 - \frac{-0,53\%}{100} \times \frac{1}{2} \times 43,8 \\ &= 32,001 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk detail hasil perhitungan lebih lengkap dari perencanaan lengkung vertikal, akan disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Perhitungan Alinyemen Vertikal

PPV	STA	Elevasi PLV (m)	g1 (%)	g2 (%)	ϕ (%)	Jenis Lengkung	Vd (km/jam)	R Vertikal	Xm (m)	Ym (m)	L (m)	Elevasi PLV (m)	Elevasi PTV (m)
PPV1	1+000	39	-0.30%	-0.17%	-0.13%	CEKUNG	60	6000	-3.9	0.0013	-7.8	39.000	39.000
PPV2	1+600	38	-0.17%	-0.08%	-0.09%	CEKUNG	60	6000	-2.7	0.0006	-5.4	38.000	38.000
PPV3	2+300	37.434	-0.08%	-0.38%	0.30%	CEMBUNG	60	6000	9.0	0.0068	18	37.434	37.434
PPV4	4+000	31	-0.38%	-0.04%	-0.34%	CEKUNG	60	6000	-10.2	0.0087	-20.4	31.000	31.000
PPV5	5+300	30.434	-0.04%	0.20%	-0.24%	CEKUNG	60	6000	-7.2	0.0043	-14.4	30.434	30.434
PPV6	6+100	32	0.20%	-0.53%	0.73%	CEMBUNG	60	6000	21.9	0.0400	43.8	32.000	32.001
PPV7	7+050	27	-0.53%	-0.30%	-0.23%	CEKUNG	60	6000	-6.9	0.0040	-13.8	27.000	27.000
PPV8	8+050	24	-0.30%	0.17%	-0.47%	CEKUNG	60	6000	-14.1	0.0166	-28.2	24.000	24.000
PPV9	11+600	30	0.17%	-0.13%	0.30%	CEMBUNG	60	6000	9.0	0.0068	18	30.000	30.000
PPV10	14+900	25.734	-0.13%	0.28%	-0.41%	CEKUNG	60	6000	-12.3	0.0126	-24.6	25.734	25.734
PPV11	17+200	32.264	0.28%	0.22%	0.06%	CEMBUNG	60	6000	1.8	0.0003	3.6	32.264	32.264
PPV12	18+850	35.97	0.22%	0.79%	-0.57%	CEKUNG	60	6000	-17.1	0.0244	-34.2	35.970	35.971
PPV13	20+250	47	0.79%	0.62%	0.17%	CEMBUNG	60	6000	5.1	0.0022	10.2	47.000	47.000
PPV14	23+500	67	0.62%	1.13%	-0.51%	CEKUNG	60	6000	-15.3	0.0195	-30.6	67.001	67.002
PPV15	25+100	85	1.12%	-0.31%	1.43%	CEMBUNG	60	6000	42.9	0.1534	85.8	84.995	85.001
PPV16	28+300	75	-0.31%	-1.24%	0.93%	CEMBUNG	60	6000	27.9	0.0649	55.8	75.001	75.003
PPV17	29+750	57	-1.24%	0.92%	-2.16%	CEKUNG	60	6000	-64.8	0.3499	-129.6	56.992	57.006
PPV18	31+050	69	0.92%	0.84%	0.08%	CEMBUNG	60	6000	2.4	0.0005	4.8	69.000	69.000
PPV19	32+000	77	0.84%	-0.44%	1.28%	CEMBUNG	60	6000	38.4	0.1229	76.8	76.997	77.002
PPV20	32+450	75	-0.44%	-1.14%	0.70%	CEMBUNG	60	6000	21.0	0.0368	42	75.001	75.002
PPV21	33+150	67	-1.14%	1.07%	-2.21%	CEKUNG	60	6000	-66.3	0.3663	-132.6	66.992	67.007
PPV22	33+900	75	1.07%	0.71%	0.36%	CEMBUNG	60	6000	10.8	0.0097	21.6	74.999	74.999
PPV23	34+400	78.535	0.71%	0.58%	0.13%	CEMBUNG	60	6000	3.9	0.0013	7.8	78.535	78.535

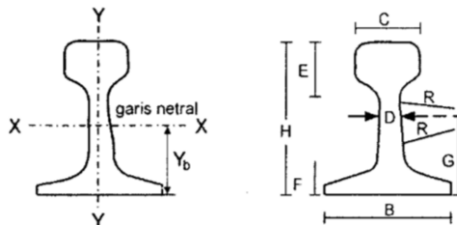
5.2 Perencanaan Struktur Jalan Rel

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai struktur jalan rel yang akan digunakan. Perencanaan jalan rel Jombang – Ngimbang menggunakan kriteria desain yang mengacu pada PM No. 60 Tahun 2012 sebagai berikut:

- Lebar rel : 1067 mm
- Sistem jalur kereta api : *Single Track*
- Jenis rel : R42
- Kecepatan rencana : $1,25 \times 60 \text{ km/j} = 75 \text{ km/jam}$
- Daya angkut lintas : $< 2,5 \times 10^6 \text{ ton/tahun}$
- Beban gandar maksimum : 12 ton
- Jarak bantalan beton : 60 cm
- Tebal balas atas : 25 cm
- Lebar bahu balas : 25 cm
- Tipe penambat : pandrol (elastis ganda)
- Sambungan : las di tempat

5.2.1 Rencana Dimensi Rel

Penentuan dimensi rel didasarkan kepada tegangan lentur yang terjadi pada dasar rel akibat beban dinamis roda kendaraan (S_{base}). Tegangan ini tidak boleh melebihi tegangan ijin lentur baja (S_i). Jika suatu dimensi rel dengan beban roda tertentu menghasilkan $S_{base} < S_i$, maka dimensi ini dianggap cukup. Untuk detail dimensi rel R42 dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.8



Gambar 5. 2 Dimensi Rel

(Sumber: Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986)

Tabel 5. 8 Dimensi Rel

Karakteristik	Besaran Geometri Rel	R.42
Tinggi Rel	H (mm)	138
Lebar Kaki	B (mm)	110
Lebar Kepala	C (mm)	68.5
Tebal Badan	D (mm)	13.5
Tinggi Kepala	E (mm)	40.5
Tinggi Kaki	F (mm)	23.5
Jarak tepi bawah kaki rel ke garis horisontal dari pusat kelengkungan badan rel	G (mm)	72
Jari-jari kelengkungan badan rel	R (mm)	320
Luas penampang	A (cm ²)	54.26
Berat rel	W (kg/ m)	42.59
Momen inersia terhadap sumbu X	I _x (cm ⁴)	1369
Jarak tepi bawah kaki rel ke garis netral	Y _b (mm)	68.5
Tahanan momen dasar	Z _x (cm ³)	200

(Sumber: Peraturan Dinas No. 10 Tahun 1986)

Direncanakan perhitungan dimensi rel tipe R42, dengan data karakteristik sebagai berikut :

- Berat rel per meter (W) = 42,59 kg/m
- Momen inersia sumbu x (I_x) = 1369 cm⁴
- Modulus elastisitas (E) = 2,1×10⁶ kg/cm²
- Luas penampang melintang (A) = 54,26 cm²
- Jarak tepi bawah ke garis netral (Y_b) = 6,85 cm
- Beban gandar LRT PT. INKA = 12 ton
- Tegangan ijin rel kelas V (σ_{ijin}) = 1843 kg/cm²
- Tegangan dasar kelas V (σ_{dasar}) = 1343 kg/cm²

- Tahanan momen dasar / Z_x (W_{base}) = 200 cm^3
- Modulus elastisitas jalan rel (K) = 180 kg/cm^2

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

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

- a. Beban dinamis roda (P_d)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{statis}} &= \frac{12000 \text{ kg}}{2} \\
 &= 6000 \text{ kg} \\
 P_{\text{dinamis}} &= P + 0,01 \times P \times \left(\frac{V}{1,609} - 5 \right) \\
 &= 6000 + 0,01 \times 6000 \times \left(\frac{75}{1,609} - 5 \right) \\
 &= 8496,768 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- b. Dumping faktor (λ)

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I_x}} \\
 &= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 21000000 \times 1369}} \\
 &= 0,0111853 \text{ cm}^{-1}
 \end{aligned}$$

- c. Momen maksimum (M_a)

$$\begin{aligned}
 M_o &= \frac{P_d}{4 \times \lambda} \\
 &= \frac{8496,768}{4 \times 0,0111853} \\
 &= 189909,345 \text{ kg.cm} \\
 M_a &= 0,85 \times M_o \\
 &= 0,85 \times 189909,345 \\
 &= 161422,943 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

- d. Cek terhadap tegangan ijin kelas jalan rel

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{M_a \times Y_b}{I_x}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{161422,943 \times 6,85}{1369} \\
 &= 807,704 \text{ kg/cm}^2 < 1843 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

e. Cek terhadap tegangan yang terjadi di dasar rel

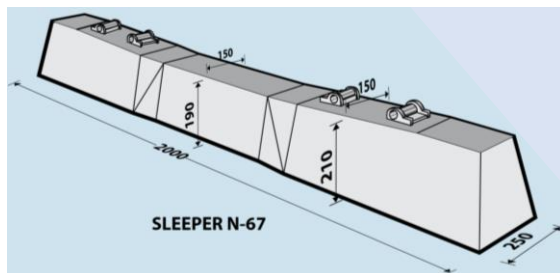
$$\begin{aligned}
 S_{\text{base}} &= \frac{Ma}{Wb} \\
 &= \frac{161422,943}{200} \\
 &= 807,114 \text{ kg/cm}^2 < 1343 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, rel tipe R42 bisa digunakan sebagai perencanaan jalan rel, karena tegangan yang terjadi pada rel memenuhi syarat:

Tegangan lentur dasar rel (S_{base}) < Tegangan ijin lentur baja (S_i)
 $807,114 \text{ kg/cm}^2 < 807,704 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}$

5.2.2 Perencanaan Bantalan

Sesuai PM No. 60 Tahun 2012 jenis bantalan yang dipakai adalah beton dengan jarak 60 cm antar bantalan. Dalam tugas akhir ini menggunakan bantalan beton buatan PT. WIKA dengan alasan mudah dalam pengadaan, lebih tahan lama dan ekonomis. Brosur bantalan yang diproduksi oleh PT. WIKA terdapat di Lampiran. Dimensi bantalan terpilih terdapat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Dimensi Bantalan Beton
 (Sumber: PT. WIKA BETON)

A. Data Bantalan

- Lebar sepur = 1067 mm
- Panjang bantalan = 2000 mm
- Kekuatan material (f_c') = K-500
- Momen inersia bantalan:
 - Di bawah rel (A) = 15113,437 cm⁴
 - Di tengah bantalan (B) = 10599,425 cm⁴
- Kemampuan momen:
 - Di bawah rel (+) = 1500 kgm
 - Di bawah rel (-) = 750 kgm
 - Di tengah bantalan (+) = 660 kgm
 - Di tengah bantalan (-) = 930 kgm

- Nilai modulus elastisitas:

$$E = 6400 \times \sqrt{f_c'}$$

$$E = 6400 \times \sqrt{500}$$

$$E = 143108,35 \text{ kg/cm}^2$$

- Dumping faktor (λ) :

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K}{4 \times E \times I.A}}$$

Dengan menggunakan rumus di atas, didapatkan nilai λ :

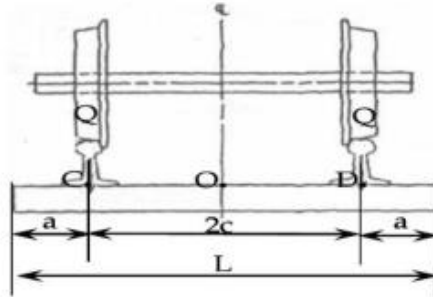
$$\lambda \text{ di bawah rel} = 0,0120$$

$$\lambda \text{ di tengah bantalan} = 0,0131$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan kekuatan struktur, dimana momen pada daerah bawah rel dan tengah bantalan yang akan dijadikan parameter apakah beban yang akan dipikul oleh bantalan masih di bawah kemampuan dari bantalan.

B. Kekuatan Struktur Bantalan

Beban yang akan diterima bantalan dapat digambar seperti pada Gambar 5.4 :



Gambar 5. 4 Dimensi bantalan dan posisi beban (Q)

Berdasarkan Gambar 5.4 tersebut, diketahui:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| a) Panjang bantalan (L) | = 200 cm |
| b) Jarak as rel ke tepi bantalan (a) | = 43,225 cm |
| c) Jarak antar as rel (c) | = 56,775 cm |
| d) λ di bawah rel | = 0,0120 |
| e) λ di tengah bantalan | = 0,0131 |
| f) Q | = 60% x Pd |
| | = 60% x 8496,768 kg |
| | = 5098,061 kg |

Kemudian untuk memudahkan perhitungan nilai trigonometri (λ) maka digunakan *software* bantuan yaitu *Microsoft Excel*. Hasil perhitungan nilai trigonometri (λ) dari momen di bawah rel dan tengah bantalan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Perhitungan fungsi trigonometri dari momen di bawah rel dan tengah bantalan

Keterangan	Momen pada Bawah Rel	Momen pada Tengah Bantalan
$\sin \lambda L$	0.041910825	0.045795389
$\sinh \lambda L$	0.041935386	0.045827437
$\cosh \lambda a$	1.000041048	1.000049015
$\cosh 2 \lambda c$	1.000283277	1.000338264
$\cosh \lambda L$	1.000878902	1.001049526
$\cos \lambda a$	0.999958953	0.999950986
$\sinh 2 \lambda a$	0.018122254	0.019803277
$\sin 2 \lambda c$	0.023799595	0.026006496
$\sinh 2 \lambda c$	0.02380409	0.026012361
$\sin 2 \lambda a$	0.01812027	0.019800688
$\cos 2 \lambda c$	0.99971675	0.999661774
$\cos \lambda L$	0.999121355	0.998950841
$\sinh \lambda c$	0.011901202	0.013005081
$\sin \lambda c$	0.01190064	0.013004348
$\sin \lambda (L-c)$	0.030017674	0.032800812
$\sinh \lambda (L-c)$	0.030026694	0.032812582
$\cosh \lambda c$	1.000070817	1.000084562
$\cos \lambda (L-c)$	0.999549368	0.999461909
$\cos \lambda c$	0.999929185	0.99991544
$\cosh \lambda (L-c)$	1.0004507	1.000538188

Setelah diketahui nilai trigonometri (λ), selanjutnya nilai-nilai di atas dihitung momen pada bawah rel (Momen C/D) dan momen di tengah bantalan (Momen O).

- Momen di bawah rel (Momen C/D):

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

$$= 106120,4 \times 11,9266 \times 0,000656$$

$$= 830,669 \text{ kg.cm} < 150000 \text{ kg.cm (Memenuhi)}$$

- Momen di tengah bantalan (Momen O):

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

$$= -194227 \times 10,91 \times 0,000284$$

$$= -602,826 \text{ kg.cm} < -93000 \text{ kg.cm (Memenuhi)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bantalan yang direncanakan mampu untuk memikul momen pada bagian bawah rel dan di tengah rel.

5.2.3 Perencanaan Balas dan Sub Balas

Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012, balas dan sub balas adalah lapisan terusan dari lapisan tanah dasar, dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan yang terbesar akibat lalu-lintas kereta pada jalan rel, oleh karena itu material pembentuknya harus baik. Dimensi dari lapisan balas dan sub balas seperti pada Gambar 5.5.

1. Balas

Material balas harus memenuhi persyaratan berikut:

- a. Balas harus terdiri dari batu pecah (25 - 60) mm dan memiliki kapasitas ketahanan yang baik, ketahanan gesek yang tinggi dan mudah dipadatkan.
- b. Material balas harus bersudut banyak dan tajam.
- c. Porositas maksimum 3%.
- d. Kuat tekan rata-rata maksimum 1000 kg/cm².
- e. Specific gravity minimum 2,6.
- f. Kandungan tanah, lumpur dan organik maksimum 0,5%.
- g. Kandungan minyak maksimum 0,2%.
- h. Keausan balas sesuai dengan test Los Angeles tidak boleh lebih dari 25%.

2. Sub Balas

Lapisan sub-balas terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat seperti pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Standar Saringan

Standar Jaringan ASTM	Presentase Lolos (%)
2 ½"	100
¾"	50-100
No. 4	25-95
No. 40	5-35
No. 200	0-10

(Sumber: Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012)

Untuk ketentuan sub-balas harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Material sub-balas dapat berupa campuran kerikil (gravel) atau kumpulan agregat pecah dan pasir.
- b. Material sub-balas tidak boleh memiliki kandungan material organik lebih dari 5%.
- c. Untuk material sub-balas yang merupakan kumpulan agregat pecah dan pasir, maka harus mengandung sekurang-kurangnya 30% agregat pecah.

- d. Lapisan sub-balas harus dipadatkan sampai mencapai 100% γ_d menurut percobaan ASTM D 698.

Karena perencanaan jalan rel ini termasuk ke dalam kelas jalan V, maka rencana dimensi formasi badan jalan rel seperti pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Dimensi Penampang Melintang Jalan Rel

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

(Sumber: Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012)

Dimana untuk kelas jalan V pada perencanaan ini didapatkan nilai sebagai berikut:

- d1 = 25 cm
- b = 135 cm
- c = 210 cm
- k1 = 240 cm
- d2 = 25 cm
- e = 20 cm
- k2 = 300 cm

Untuk mengetahui tegangan dasar yang terjadi akibat dari beban di atas tanah dasar dapat digunakan persamaan dari *Japan National Railway* dimana persamaan tersebut harus memenuhi syarat tegangan dasar tanah yaitu kurang dari 1,4. Dengan menggunakan nilai tebal total dari balas dan sub balas sebesar 50 cm, perhitungan tegangan pada tanah dasar dapat dilihat sebagai berikut:

$$\sigma_2 = \frac{58 \cdot \sigma_1}{10 + d^{1,35}} < 1,4$$

Dimana:

d = tebal balas total (cm)

σ_1 = tegangan dari persamaan balok di atas bidang elastis

σ_2 = tegangan yang terjadi pada tanah dasar

- Menentukan nilai σ_1

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

$$= 2,23 \text{ kg/cm}^2$$

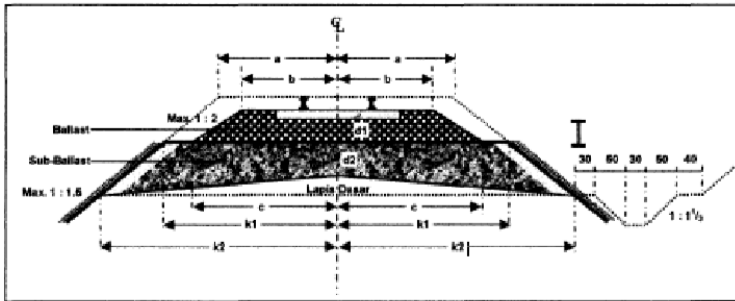
- Menentukan nilai σ_2

$$\sigma_2 = \frac{58 \cdot \sigma_1}{10 + d^{1,35}} < 1,4$$

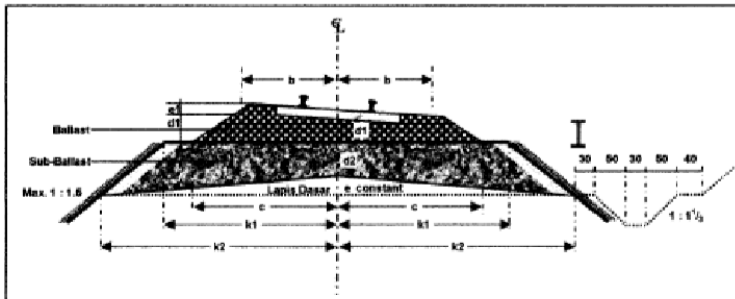
$$\sigma_2 = \frac{58 \times 2,23}{10 + 50^{1,35}} < 1,4$$

$$= 0,626 \text{ kg/cm}^2 < 1,4 \text{ (Memenuhi)}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka nilai tebal balas dan sub-balas dari PM No. 60 Tahun 2012 tidak melebihi tegangan ijin dasar tanah.



Penampang Melintang Jalan Rei Pada Bagian Lurus
(Lebar Jalan Rei 1067 mm)



Penampang Melintang Jalan Rei Pada Lengkungan
(Lebar Jalan Rei 1067 mm)

Gambar 5. 5 Dimensi Balas dan Sub Balas
(Sumber: Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012)

5.2.4 Perencanaan Peron

Peron adalah bangunan yang terletak di samping jalur kereta api yang berfungsi untuk naik turun penumpang. Perencanaan peron disesuaikan dengan penampang melintang moda kereta api yang melintas. Persyaratan peron berdasarkan PM No. 29 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun Kereta adalah sebagai berikut:

- a. Tinggi peron
 - Peron tinggi, tinggi peron 1000 mm diukur dari kepala rel.
 - Peron sedang, tinggi peron 430 mm diukur dari kepala rel.

- Peron rendah, tinggi peron 180 mm diukur dari kepala rel.
- b. Panjang peron
 - Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi.

Dari data dimensi moda kereta yang digunakan pada bab sebelumnya didapat:

- Panjang rangkaian kereta :
 - Mc1 : 18 m
 - T : 18 m
 - Mc2 : 18 m
 - Panjang total : 54 m
- Lebar kereta : 2650 mm
- Tinggi kereta : 3850 mm
- Tinggi lantai dari atas rel : 1000 mm
- Kapasitas penumpang duduk : 128
- Kapasitas penumpang berdiri : 251
- Kapasitas penumpang total (V) : 379

Dari data tersebut dapat direncanakan peron dengan dimensi sebagai berikut:

1. Panjang peron direncanakan 2 kali panjang total kereta yaitu 108 m.
2. Lebar peron dihitung berdasarkan jumlah penumpang dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$b = \frac{0,64m^2/orang \times V \times LF}{I}$$

Dimana:

b = Lebar peron (meter)

V = Jumlah kapasitas maksimum penumpang kereta (orang)

LF = Load factor (80%)

l = Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi (meter)

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{0,64m^2/orang \times V \times LF}{l} \\
 &= \frac{0,64 \times 379 \times 80\%}{108} \\
 &= 1,7967 \text{ m} = 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Jarak antara 2 peron

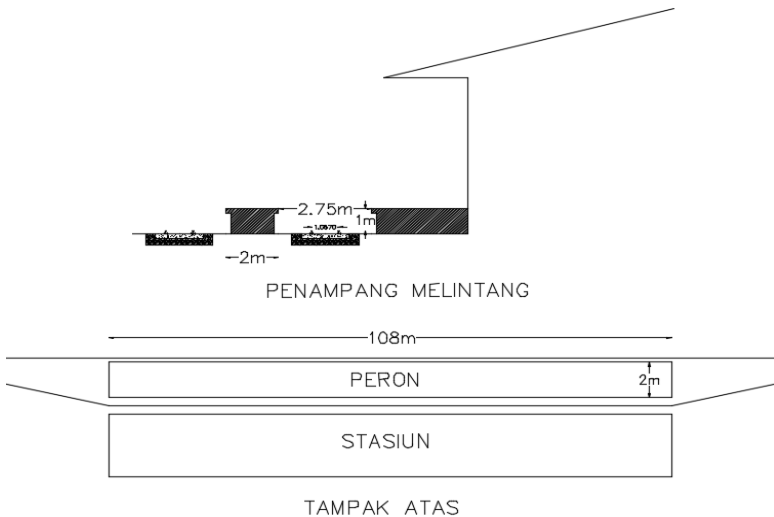
Jarak antar 2 peron = lebar + (2 x celah antara badan kereta dan peron)

$$= 2,650 \text{ m} + (2 \times 0,05)$$

$$= 2,75 \text{ m}$$

4. Tinggi peron sesuai dengan tinggi lantai kereta dari atas rel yaitu 1000 mm

Dari seluruh perhitungan diatas dapat digambarkan dimensi peron seperti Gambar 5.5.



Gambar 5. 6 Dimensi Peron dalam Meter

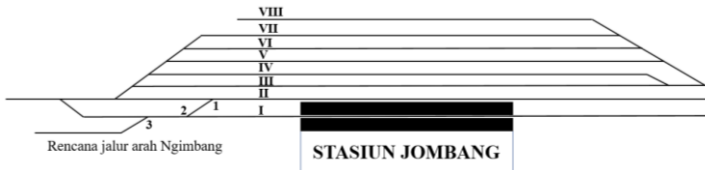
5.2.5 Perencanaan Wesel

Setelah diketahui panjang dan lebar peron selanjutnya direncanakan wesel yang ada di emplasemen setiap stasiun. Jenis wesel yang digunakan adalah jenis wesel 1:10.

Berikut adalah data perencanaan wesel dan emplasemen stasiun:

a. Stasiun Jombang

Denah emplasemen pada Stasiun Jombang seperti Gambar 5.7. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.12.



Gambar 5. 7 Denah Emplasemen Stasiun Jombang

Tabel 5. 12 Data Wesel Stasiun Jombang

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10		Kr	42	Terpusat
2	1:10	Kn		42	Terpusat
3	1:10		Kr	42	Terpusat

b. Stasiun Jombang Kota

Denah emplasemen pada Stasiun Jombang Kota seperti Gambar 5.8. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.13.



Gambar 5. 8 Denah Emplasemen Stasiun Jombang Kota

Tabel 5. 13 Data Wesel Stasiun Jombang Kota

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		42	Terpusat
2	1:10		Kr	42	Terpusat

c. Stasiun Ploso

Denah emplasemen pada Stasiun Ploso seperti Gambar 5.9. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.14.



Gambar 5. 9 Denah Emplasemen Stasiun Ploso

Tabel 5. 14 Data Wesel Stasiun Ploso

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		42	Terpusat
2	1:10		Kr	42	Terpusat

d. Stasiun Kabuh

Denah emplasemen pada Stasiun Kabuh seperti Gambar 5.10. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.15.



Gambar 5. 10 Denah Emplasemen Stasiun Kabuh

Tabel 5. 15 Data Wesel Stasiun Kabuh

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		42	Terpusat
2	1:10		Kr	42	Terpusat

e. Stasiun Kambangan

Denah emplasemen pada Stasiun Kambangan seperti Gambar 5.11. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.16.



Gambar 5. 11 Denah Emplasemen Stasiun Kambangan

Tabel 5. 16 Data Wesel Stasiun Kambangan

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		42	Terpusat
2	1:10		Kr	42	Terpusat

f. Stasiun Ngimbang

Denah emplasemen pada Stasiun Ngimbang seperti Gambar 5.12. Data teknis wesel seperti pada Tabel 5.17.



Gambar 5. 12 Denah Emplasemen Stasiun Ngimbang

Tabel 5. 17 Data Wesel Stasiun Ngimbang

No Wesel	Sudut	Arah Wesel		Tipe Rel	Terlayan
		Kanan	Kiri		
1	1:10	Kn		42	Terpusat
2	1:10		Kr	42	Terpusat
3	1:10	Kn		42	Terpusat
4	1:10		Kr	42	Terpusat

5.3 Perencanaan Lokasi Stasiun

Pada pemilihan lokasi stasiun kereta api pada perencanaan jalan rel Jombang – Ngimbang, lokasi stasiun direncanakan tetap menggunakan lokasi stasiun yang pernah ada dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti:

- a. Fungsi tata guna lahan.
- b. Akses penumpang.
- c. Letak stasiun yang sudah strategis, pusat keramaian dan zona yang cukup luas.
- d. Jarak antar stasiun cukup optimal.

Adapun stasiun yang akan direncanakan adalah:

- a. Stasiun Jombang (STA 0+000)
- b. Stasiun Jombang Kota (STA 2+600)
- c. Stasiun Ploso (STA 12+450)
- d. Stasiun Kabuh (STA 18+700)
- e. Stasiun Kambangan (STA 29+400)
- f. Stasiun Ngimbang (STA 39+992)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis trase, perencanaan geometrik jalan rel, perhitungan konstruksi jalan rel, dan penentuan lokasi stasiun pada lintas Jombang-Ngimbang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

A. Dari hasil dan pembahasan berdasarkan survei yang telah dilakukan maka trase eksisting layak untuk dilakukan reaktivasi dengan melakukan perubahan pada lokasi tertentu. Trase eksisting yang akan direaktivasi memiliki panjang 34,992 km.

B. Berdasarkan perencanaan lengkung horisontal dengan kecepatan rencana 60 km/jam, jari-jari minimum 85 m, dan didesain menggunakan lengkung Spiral-Circle-Spiral, didapatkan jumlah tikungan sebanyak 60 tikungan. Untuk perencanaan lengkung vertikal dengan kelandaian maksimum yang digunakan 0% – 4% dan radius lengkung 6000 m, didapatkan jumlah lengkung sebanyak 23 lengkung.

C. Konstruksi jalan rel yang digunakan menggunakan tipe R42 dengan bantalan beton yang dipasang dengan jarak 60. Untuk wesel yang digunakan yaitu nomor wesel W 10 dengan kecepatan ijin 35 km/jam dengan sudut simpang 1:10. Untuk balas didapatkan tebal balas atas (d1) 25 cm dan tebal balas bawah (d2) 25 cm. Sedangkan untuk panjang peron, direncanakan peron tinggi dengan panjang 108 m dengan lebar 2 m.

D. Penentuan lokasi stasiun berdasarkan letak stasiun yang dulu pernah ada.

6.2 Saran

Saran dalam perencanaan jalur kereta api Jombang-Ngimbang adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan untuk kedepannya pada perencanaan jalan rel Jombang-Ngimbang perlu diperhatikan perencanaan drainase pada struktur jalan rel sebagai sistem pembuangan air.
2. Memperhatikan kondisi sekitar jalan rel Jombang-Ngimbang dengan menandai adanya perlintasan sebidang dan pengambilan keputusan dalam menempatkan *fly over* atau *underpass*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Salim. 2000. Manajemen Transportasi. Cetakan Pertama. Edisi Kedua. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Badan Pusat Statistika. 2016. **Kabupaten Jombang Dalam Angka 2016**. Jombang.
- Boeditjahjono, P. 2017. **Rencana Hidupkan 1.600 Km Rel Mati di Jawa**. <URL:<http://bumn.go.id/keretaapi/berita/1-Rencana-Hidupkan-1-600-Km-Rel-Mati-di-Jawa>>.
- BOMBARDIER. 2018. **Spesifikasi Bombardier Flexity 2**. <URL:<https://www.bombardier.com/en/media/newsList/details.bt-20150602-bombardier-to-supply-40-additional-flexity-2-trams-t.bombardiercom.html>>.
- Bowersox, C. 1981. **Introduction to Transportation**. New York: Macmillan Publishing Co, Inc.
- CAF. 2018. **Spesifikasi CAF Urbos**. <URL:<https://www.caf.net/en/productosservicios/familia/urbos/index.php>>.
- Danisworo, M. dan Martokusumo, W. 2002. “**Revitalisasi Kawasan Kota: Sebuah Catatan Dalam Pengembangan dan Pemanfaatan Kawasan Kota**”, Info URDI Vol.13.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. 1996. *Pedoman Teknis Perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Dirjen Bina Marga. 1990. Petunjuk Tertib Pemanfaatan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Federal Transit Administration, 2012. **TCRP Report 155 : Track Design Handbook for Light Rail Transit**.

- Google Earth. 2018. Jalan Rel Jombang-Ngimbang. <URL:<https://earth.google.com>>.
- Hidayat, T. 2016. **Perbedaan Kereta Ringan dan Kereta Berat**. <URL:<http://trajabodetabek.blogspot.com/2016/03/perbedaan-kereta-ringan-dan-kereta-berat.html>>.
- INKA. 2018. **Spesifikasi LRT INKA**. <URL:<https://www.inka.co.id/product/view/70>>.
- KBBI, 2018. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). <URL:<http://kbbi.web.id/pusat>>.
- Menteri Perhubungan RI. 2012. **Peraturan Menteri perhubungan No.60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api**. Jakarta.
- Miro, F. 2005. Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi. Erlangga. Jakarta.
- Nasution, M Nur. 2008. Manajemen Transportasi edisi ketiga. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Ogden, K.W., and Bennet, D.W. 1984. *Traffic Engineering Practice (Third Edition)*. New Jersey : Prentice-Hall, New Jersey.
- Peraturan Daerah. 2009. **Rencana Tata Ruang Wilayah Kota (RTRW) Kabupaten Jombang**. Jombang: Badan Perencana Pembangunan Daerah Kabupaten Jombang.
- Peraturan Daerah. 2014. **Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Jombang**. Jombang: Badan Perencana Pembangunan Daerah Kabupaten Jombang.

- PJKA. 1986. **Penjelasan Peraturan Dinas No.10 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.** Bandung.
- PJKA. 1986. **Peraturan Dinas No.10 Tentang Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.** Bandung.
- Rosadi, R dan Kartika, A. 2013. **Perencanaan Geometrik Jalan Rel Antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo.** Jurnal Teknik POMITS. Vol. 2, No. 1. Surabaya.
- SIEMENS. 2018. **Spesifikasi Siemens Avenio German.** <URL:<https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/rail-solutions/rolling-stock/trams-and-light-rail/avenio.html>>.
- UU No. 23. 2007. Perkeretaapian. <URL:www.bpkp.go.id/unit/hukum/uu/2007/23-07>.
- Vuchic, V. R. 1981. *Urban Public Transportation : System and Technology.* New Jersey: Prentice-Hall.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

RAILWAY CONCRETE PRODUCT

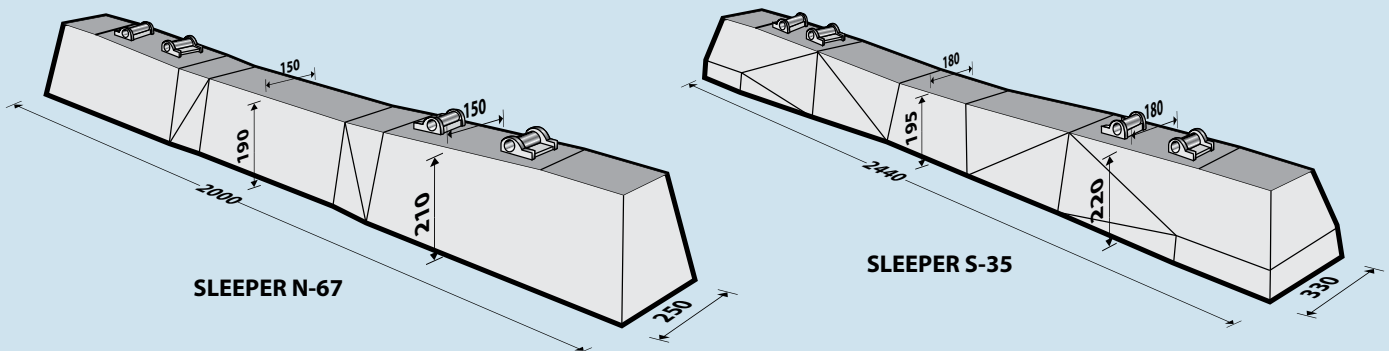
DESCRIPTION

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

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design	PD No.10 - Perumka	Indonesian Railways Design Reference
	AREMA Chapter 30 - 2009	American Railway Engineering Maintenance of Ways
	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
Manufacturing	WB - PRD - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC SLEEPERS



PC SLEEPERS DIMENSION

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

PC SLEEPERS SPECIFICATION

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

Type * **	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



STA 34+992
STASIUN NGIMBANG

STA 29+400
STASIUN KAMBANGAN

STA 18+700
STASIUN KABUH

STA 12+450
STASIUN PLOSO

STA 2+600
STASIUN JOMBANG KOTA

STA 0+000
STASIUN JOMBANG



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

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING

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

NAMA MAHASISWA

Wahyu Subarianto
NRP 031115000003

SKALA

1 : 180000

JUDUL GAMBAR

TRASE JALAN KERETA API

KETERANGAN

KODE GBR

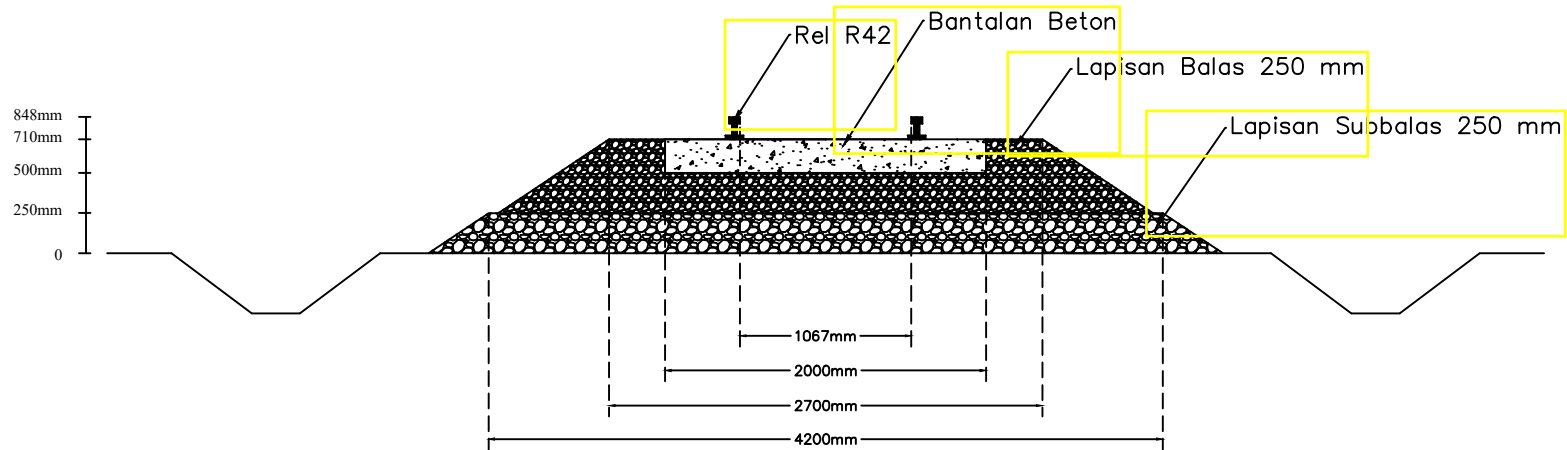
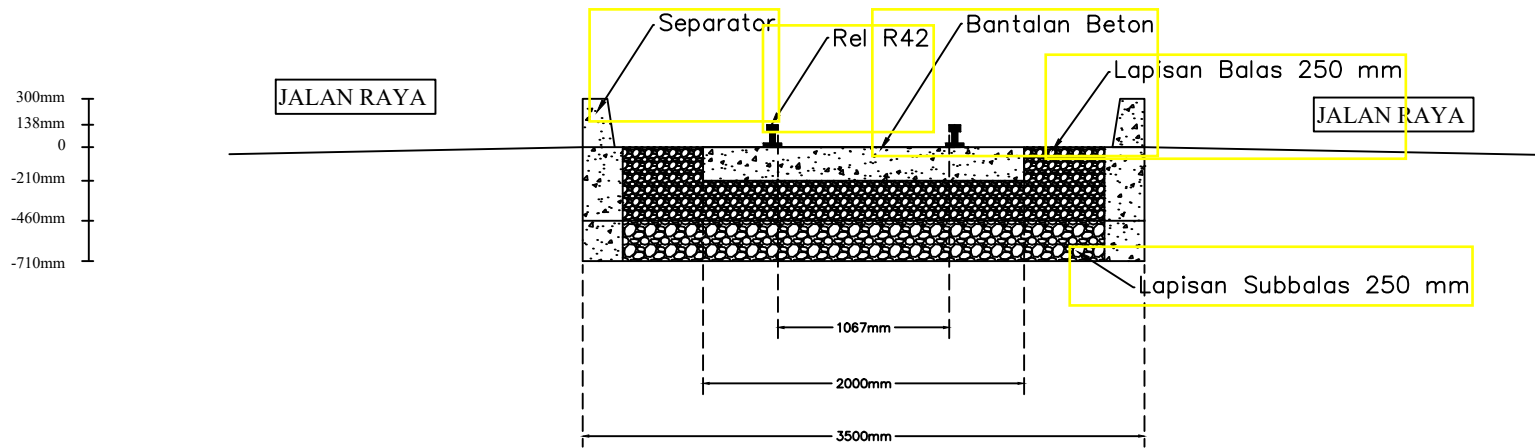
TR

NO. GBR

2

JML GBR

2



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

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING

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

NAMA MAHASISWA

Wahyu Subarianto
 NRP 0311150000003

SKALA

1 :50

JUDUL GAMBAR

TIPIKAL CROSS SECTION

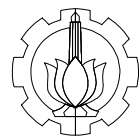
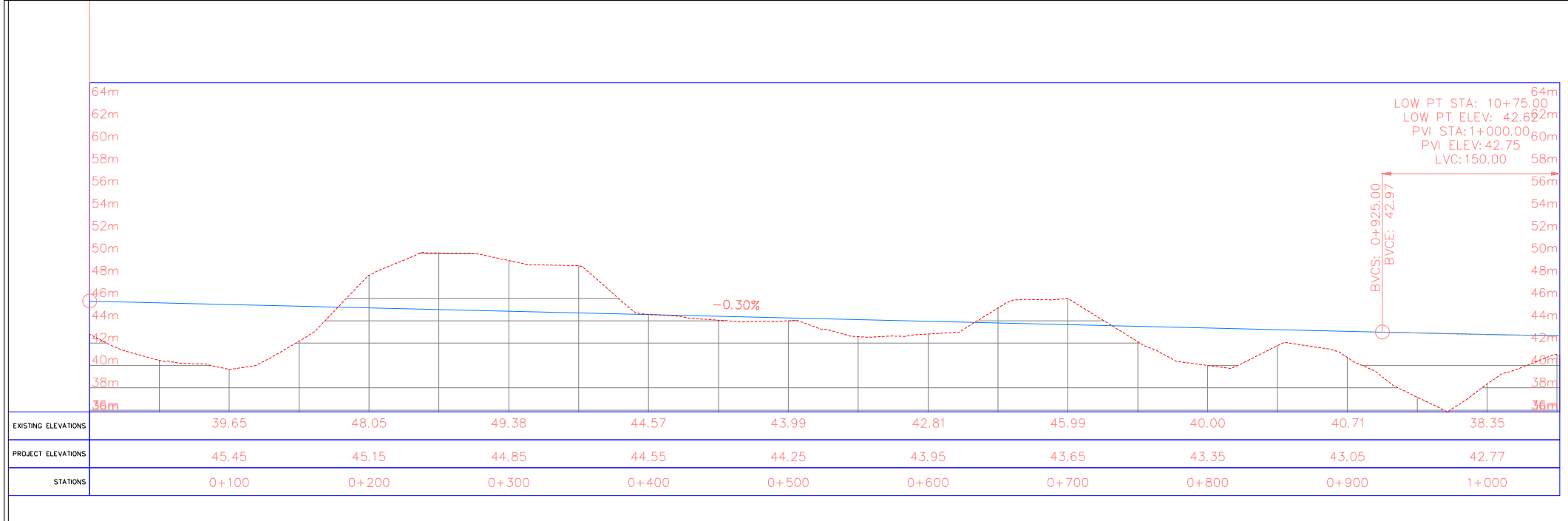
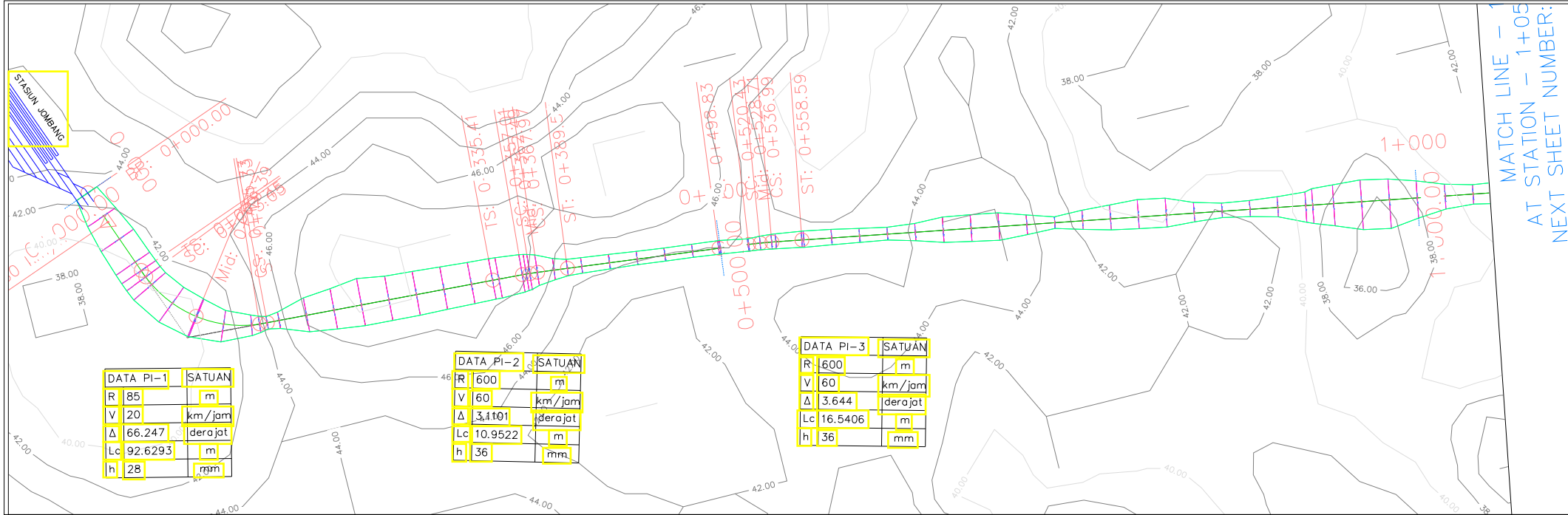
KETERANGAN

KODE GBR

TC

NO. GBR

JML GBR

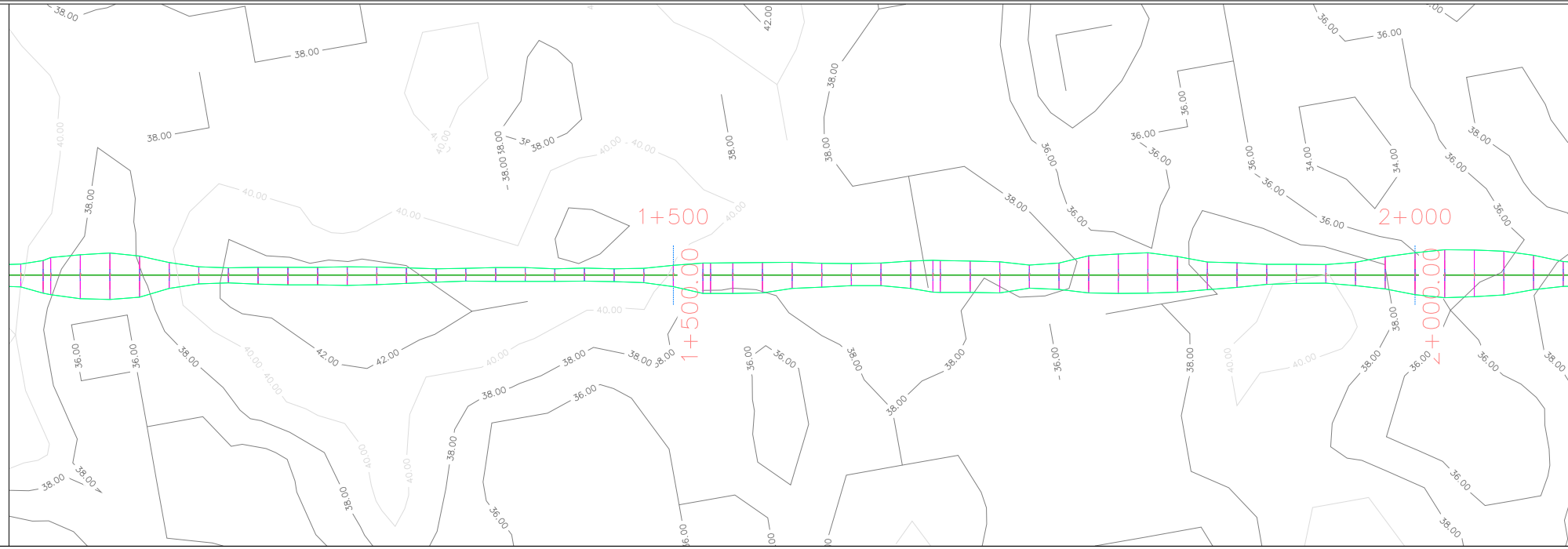


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	1 JML GBR 34

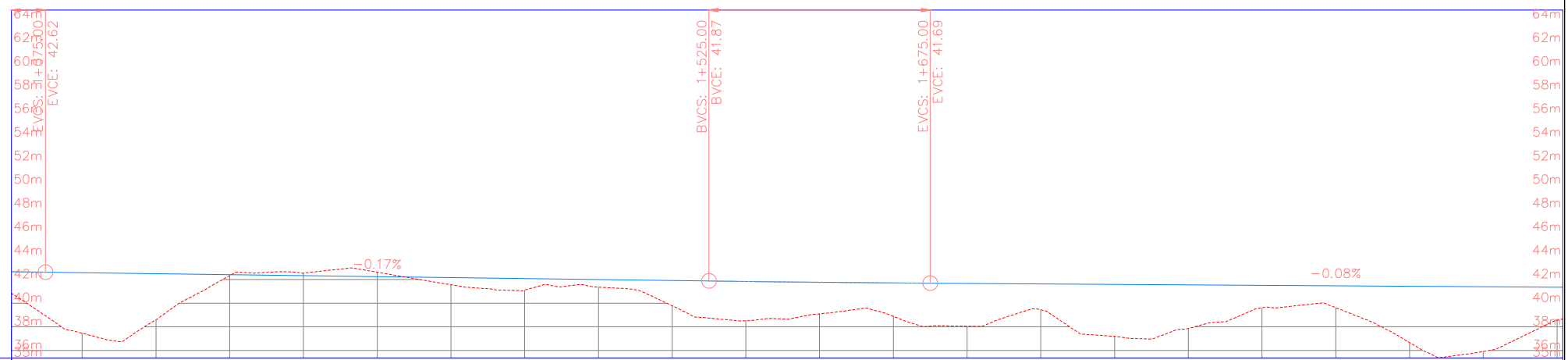
STATION 10+00
DUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 2
STATION 2+100

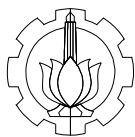


LOW PT STA: 10+75.00
LOW PT ELEV: 42.62
PVI STA: 1+000.00
PVI ELEV: 42.75
LVC: 150.00

LOW PT STA: 16+75.00
LOW PT ELEV: 41.69
PVI STA: 1+600.00
PVI ELEV: 41.75
LVC: 150.00

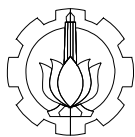
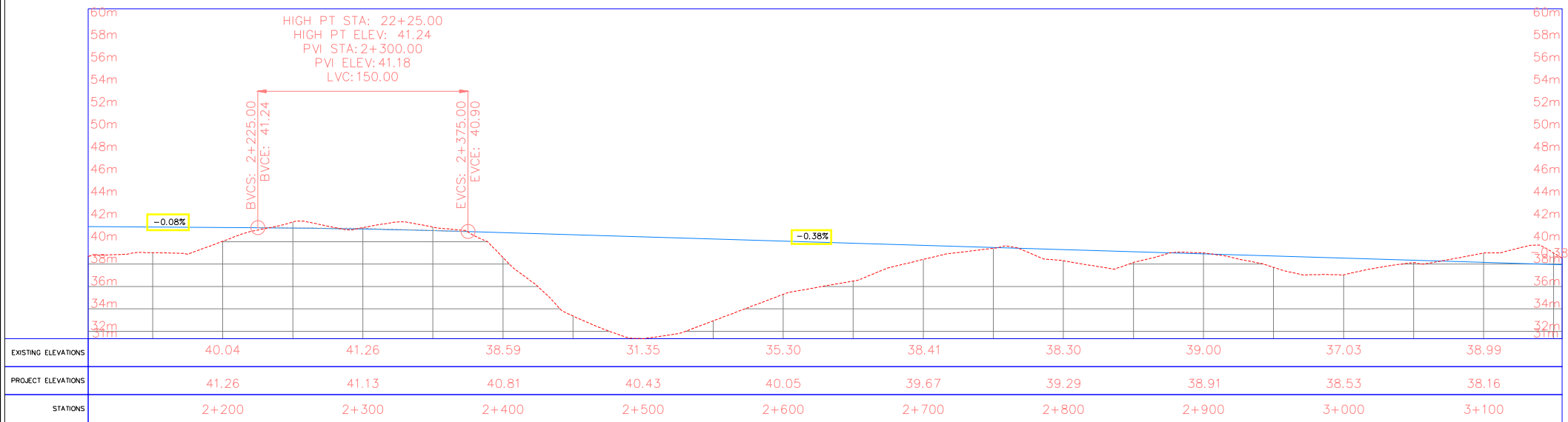
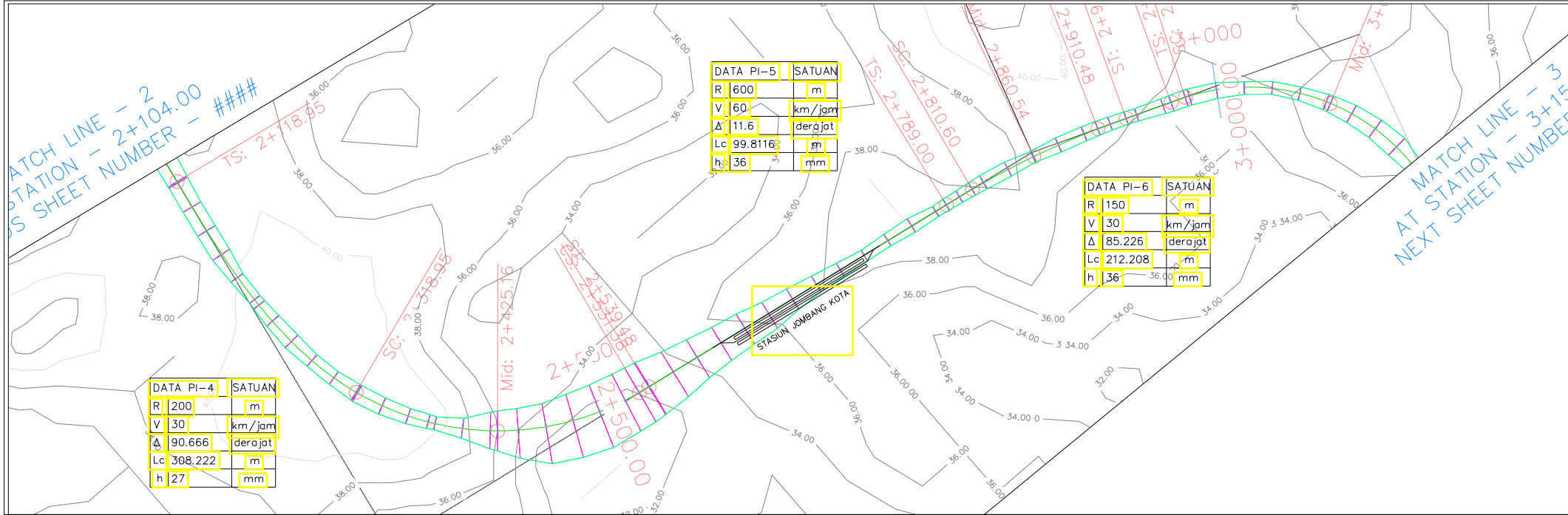


EXISTING ELEVATIONS	37.45	42.33	42.62	41.10	39.79	39.09	38.05	37.19	39.60	36.66	38.00
PROJECT ELEVATIONS	42.58	42.42	42.25	42.08	41.92	41.77	41.67	41.59	41.51	41.43	41.30
STATIONS	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600	1+700	1+800	1+900	2+000	2+100



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	2 JML GBR 34



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	34

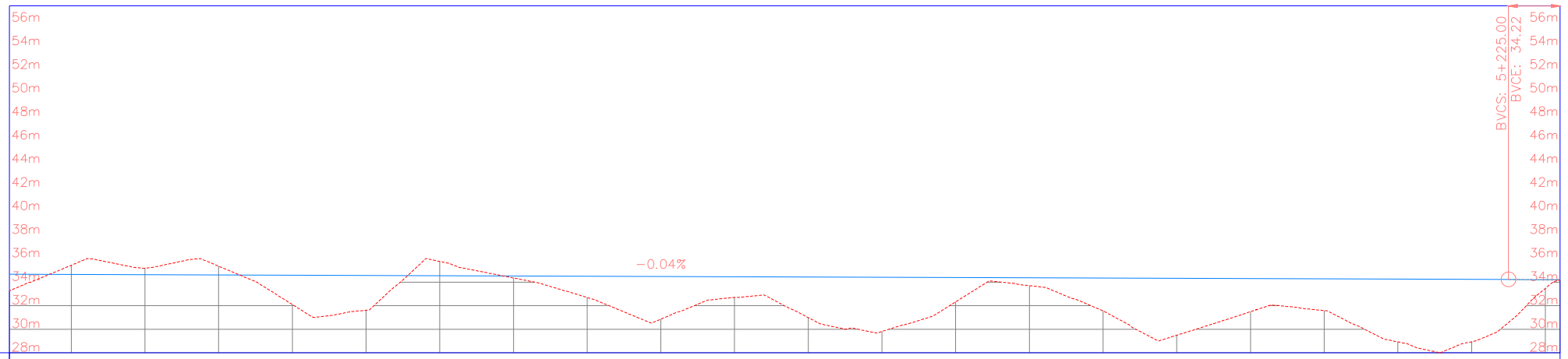
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 5
AT STATION - 5+260.00

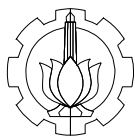


DATA	Pj=8	SATUAN
R	9000	m
V	60	km/jam
Δ	7.8217	derajat
Lc	1226.2	m
h	11	mm

LOW PT STA: 52+
LOW PT ELEV: 34.18
PVI STA: 5+300.00
PVI ELEV: 34.18
LVC: 150.00



EXISTING ELEVATIONS	35.18	32.10	35.75	32.70	32.69	29.81	33.69	29.49	31.58	28.94
PROJECT ELEVATIONS	34.62	34.58	34.53	34.49	34.45	34.40	34.36	34.31	34.27	34.23
STATIONS	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800	4+900	5+000	5+100	5+200

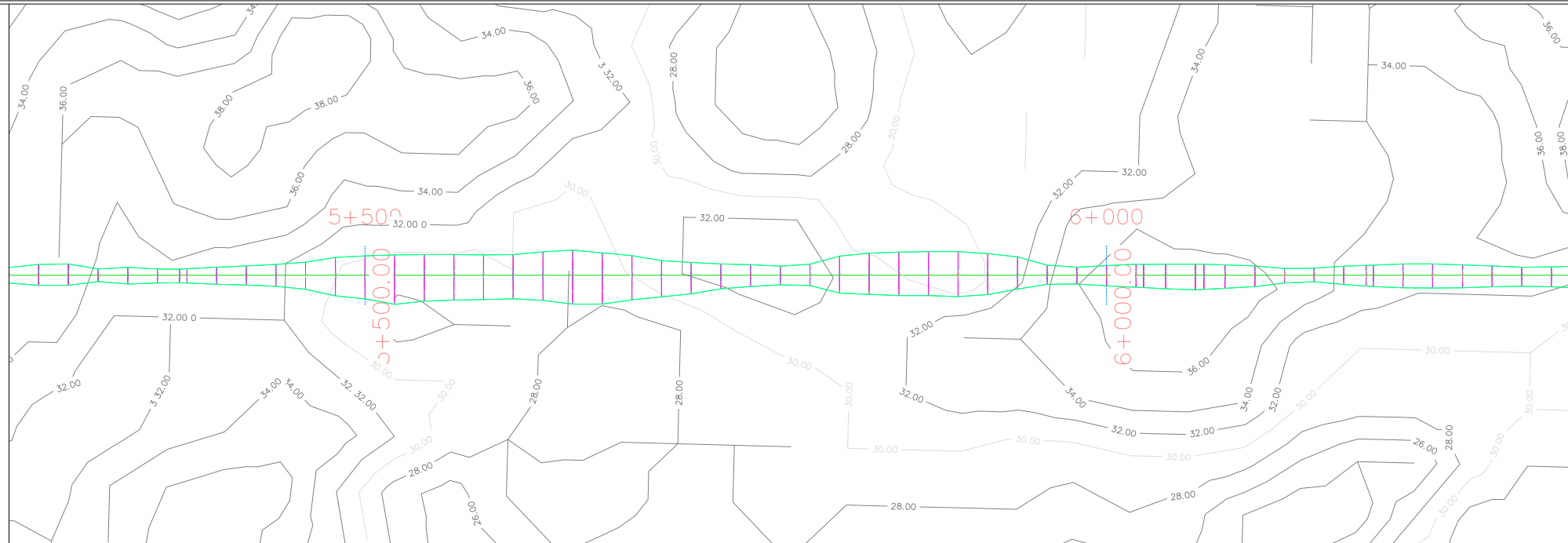


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	5 JML GBR 34

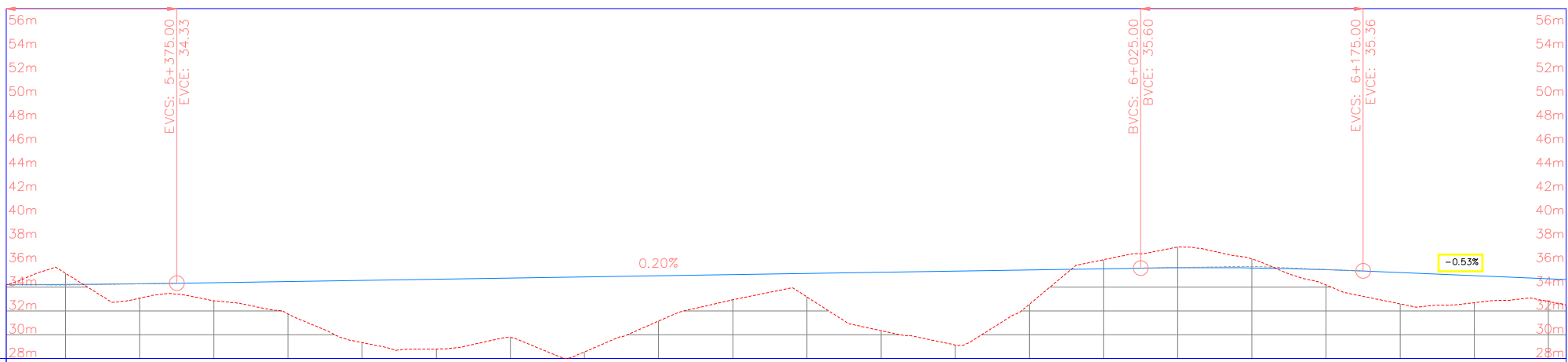
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 6
AT STATION 6+312.00

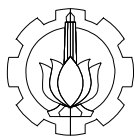


LOW PT STA: 52+52.30
LOW PT ELEV: 34.21
PVI STA: 5+300.00
PVI ELEV: 34.18
LVC: 150.00

HIGH PT STA: 60+65.67
HIGH PT ELEV: 35.64
PVI STA: 6+100.00
PVI ELEV: 35.75
LVC: 150.00



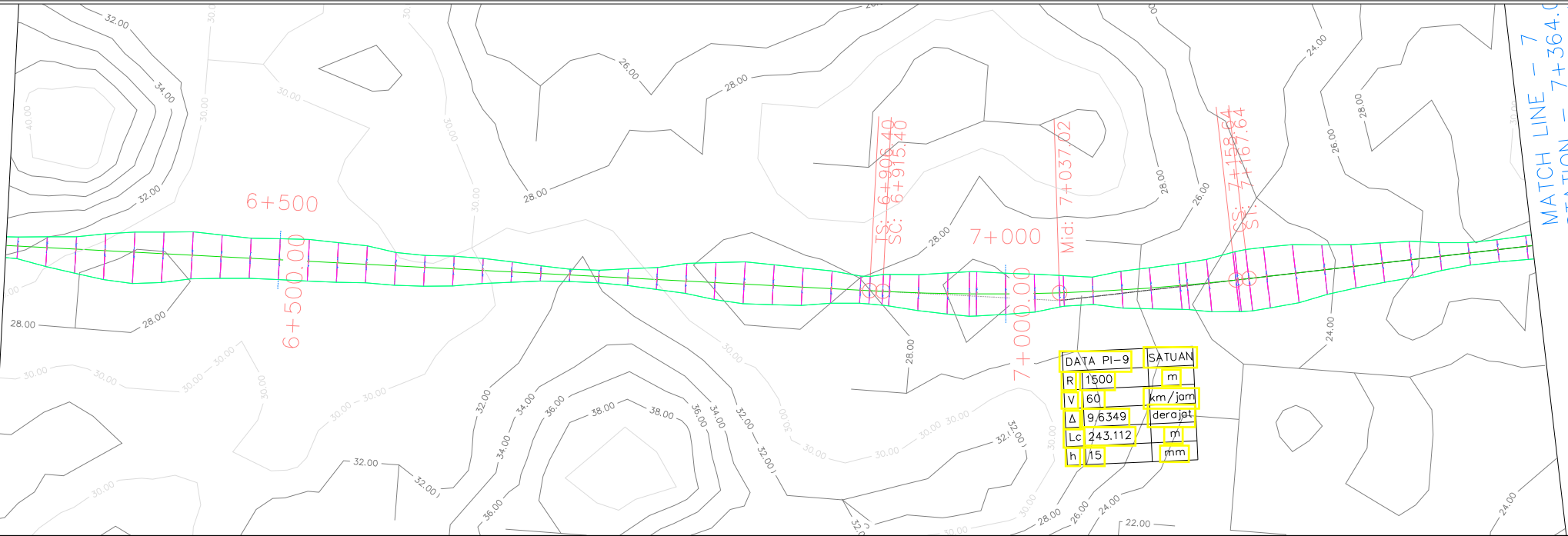
EXISTING ELEVATIONS	35.17	32.86	29.34	29.77	31.15	33.18	29.13	36.31	36.37	32.59	32.80
PROJECT ELEVATIONS	34.23	34.38	34.58	34.77	34.97	35.16	35.36	35.55	35.61	35.22	34.70
STATIONS	5+300	5+400	5+500	5+600	5+700	5+800	5+900	6+000	6+100	6+200	6+300



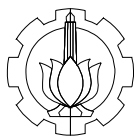
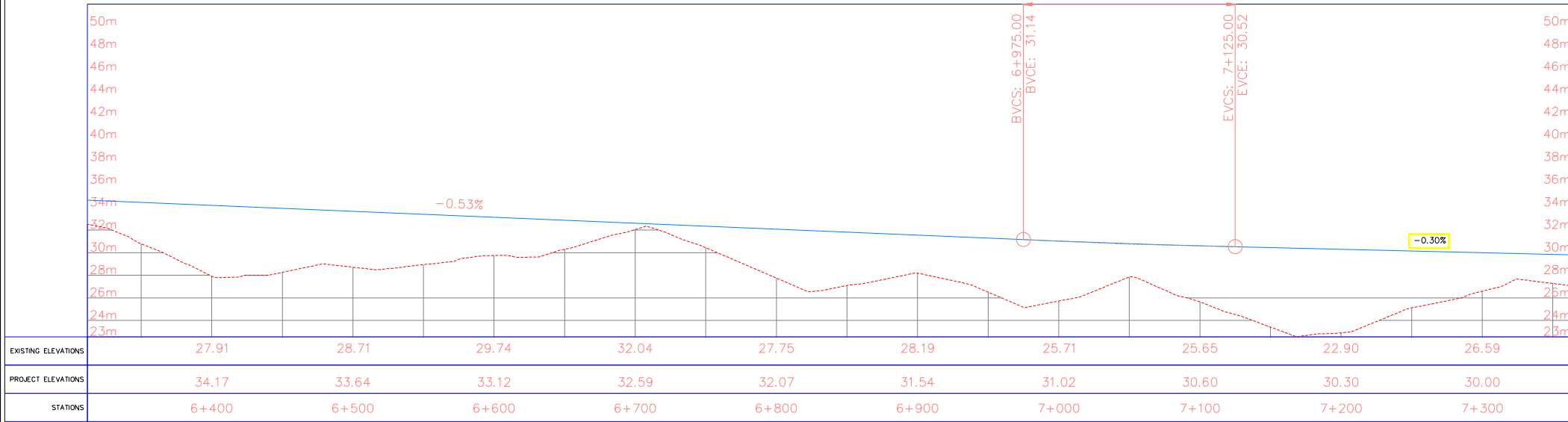
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	6 JML GBR 34

PREVIOUS SHEET NUMBER - ###



LOW PT STA: 71+25.00
 LOW PT ELEV: 30.52
 PVI STA: 7+050.00
 PVI ELEV: 30.75
 LVC: 150.00



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

JUDUL GAMBAR
 PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Wahyu Herijanto, MT.
 NIP. 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT.
 NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
 Wahyu Subarianto
 NRP 031115000003

SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

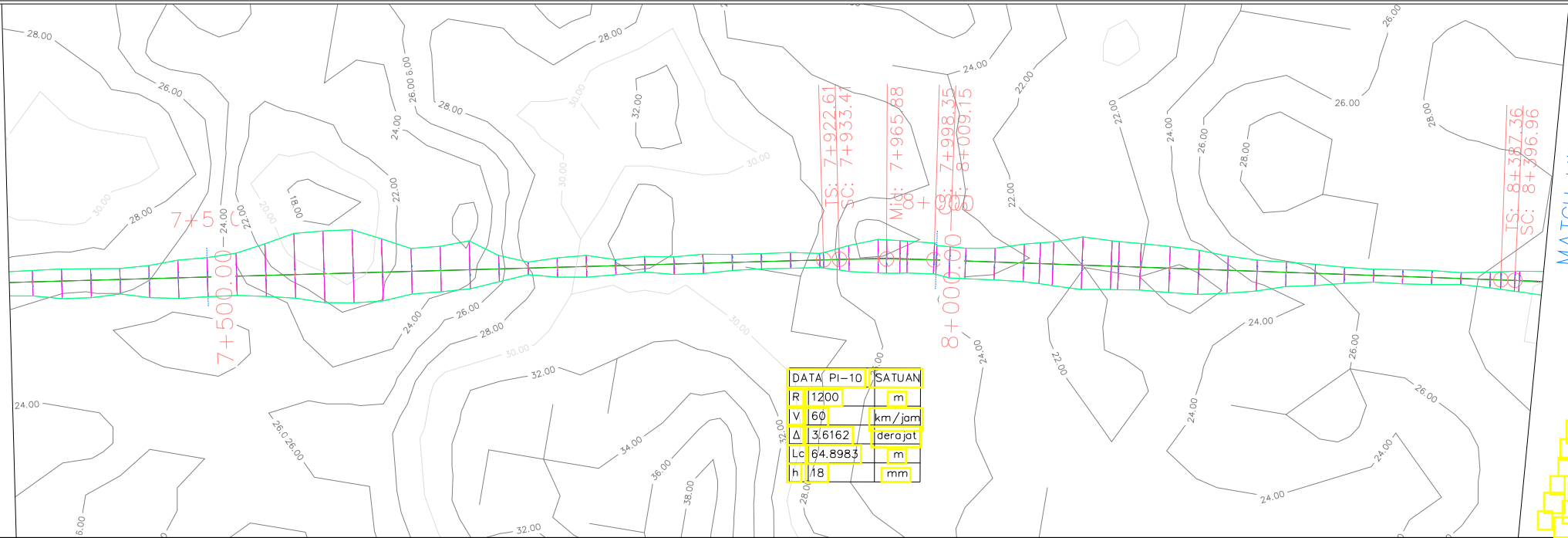
JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFIL

KETERANGAN

KODE GBR
 PL

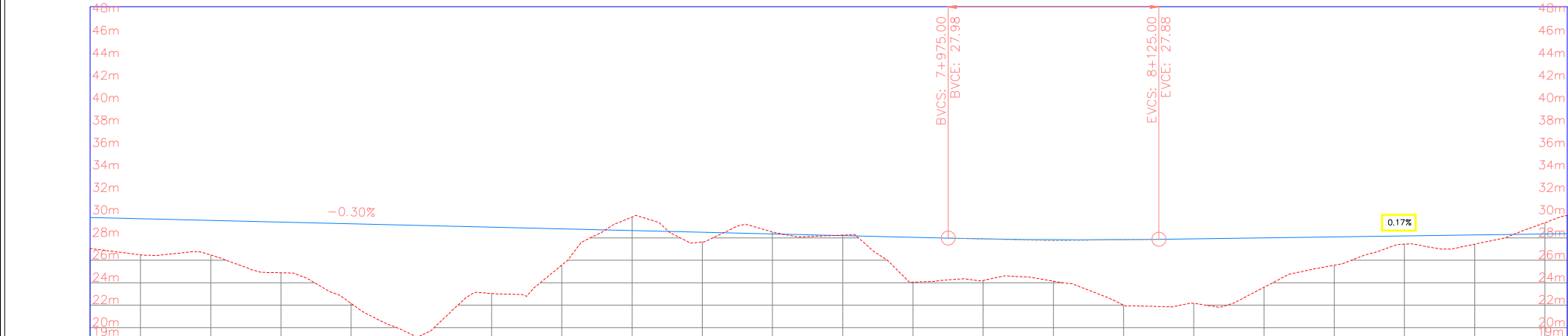
NO. GBR
 7
 JML GBR
 34

AT STATION 7+500.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

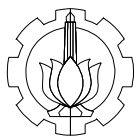


MATCH LINE - 8
AT STATION 8+400.00

LOW PT STA: 80+70.95
LOW PT ELEV: 27.83
PVI STA: 8+050.00
PVI ELEV: 27.75
LVC: 150.00

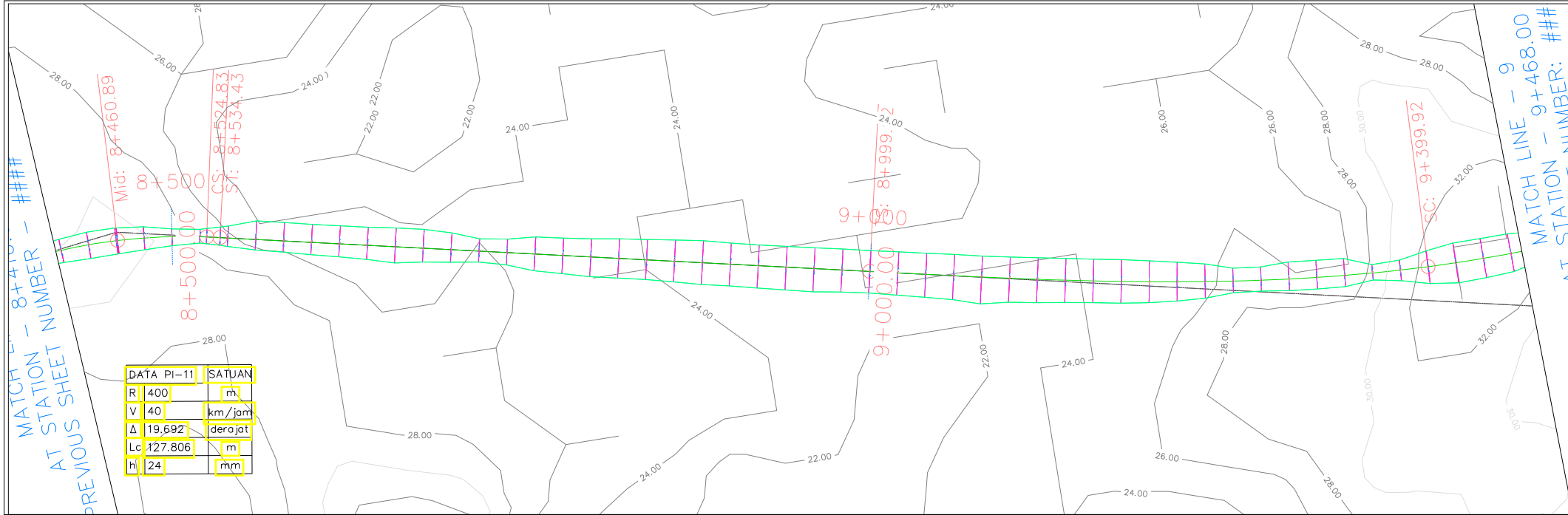


EXISTING ELEVATIONS	26.49	24.89	19.32	25.58	27.63	28.24	24.20	22.01	23.60	27.44	29.35
PROJECT ELEVATIONS	29.70	29.40	29.10	28.80	28.50	28.20	27.91	27.84	28.00	28.17	28.34
STATIONS	7+400	7+500	7+600	7+700	7+800	7+900	8+000	8+100	8+200	8+300	8+400

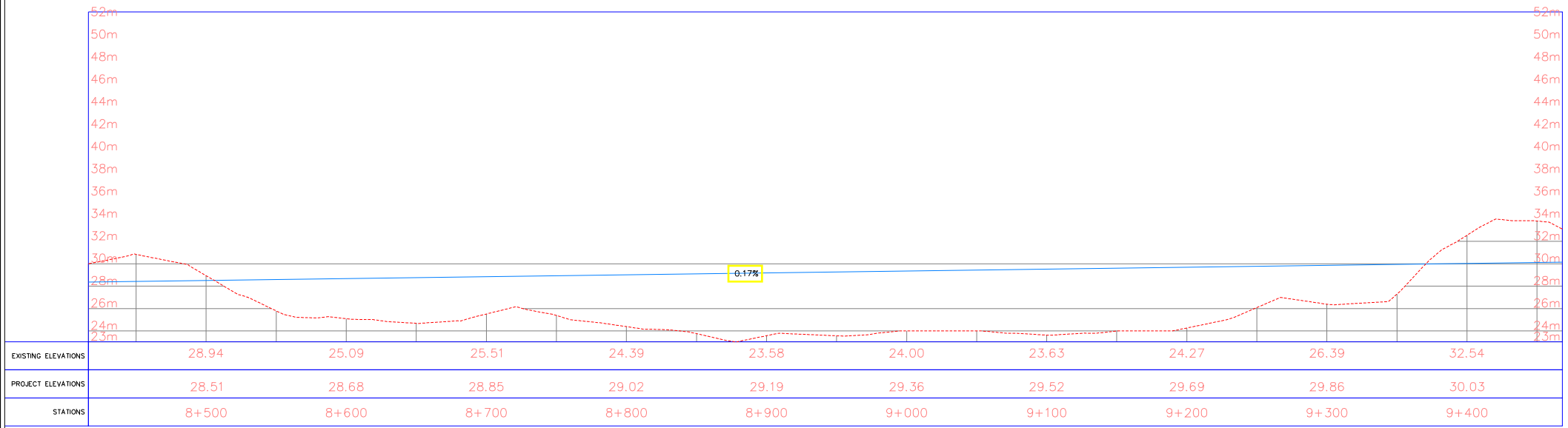



CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR			
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	<table border="1"> <tr> <td>8</td> </tr> <tr> <td>JML GBR</td> </tr> <tr> <td>34</td> </tr> </table>	8	JML GBR	34
8										
JML GBR										
34										



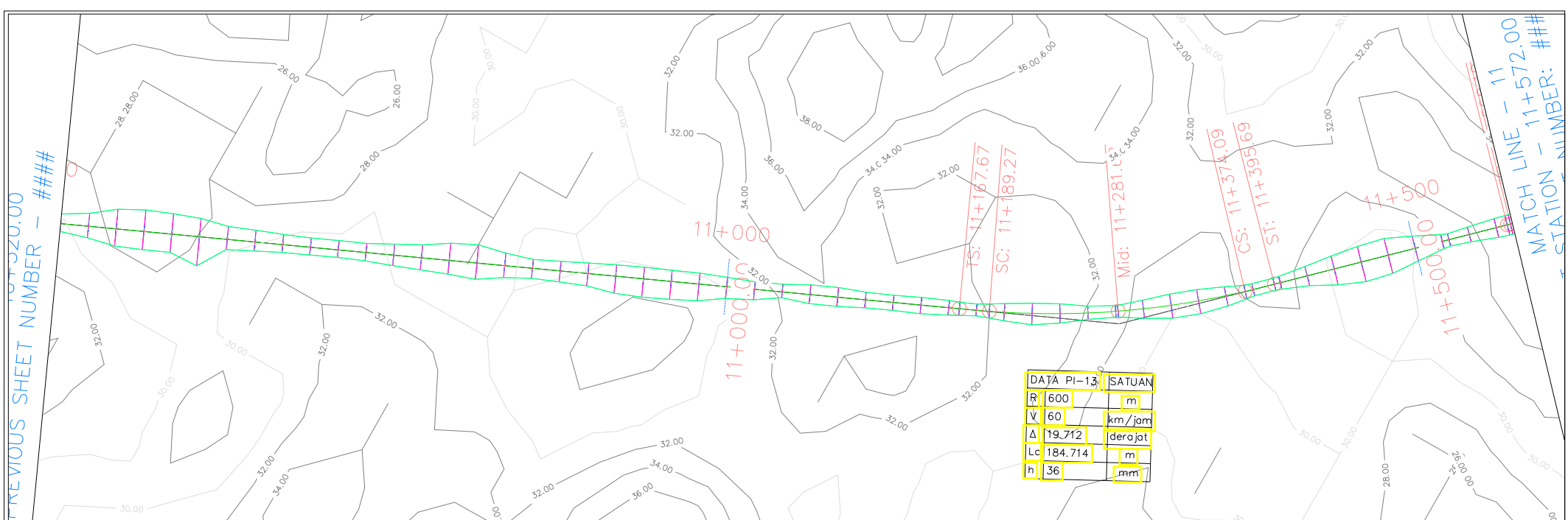
DATA PI-11	SATUAN
R 400	m
V 40	km/jam
Δ 19,692	derajat
Lc 127,806	m
h 24	mm



 <p>CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>Wahyu Subarianto NRP 031115000003</p>	<p>SKALA</p> <p>Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PLAN AND PROFIL</p>	<p>KETERANGAN</p>	<p>KODE GBR</p> <p>PL</p>	<p>NO. GBR</p> <p>9 JML GBR 34</p>
---	---	---	--	--	--	-------------------	---------------------------	--

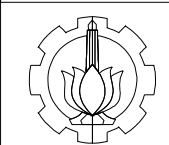
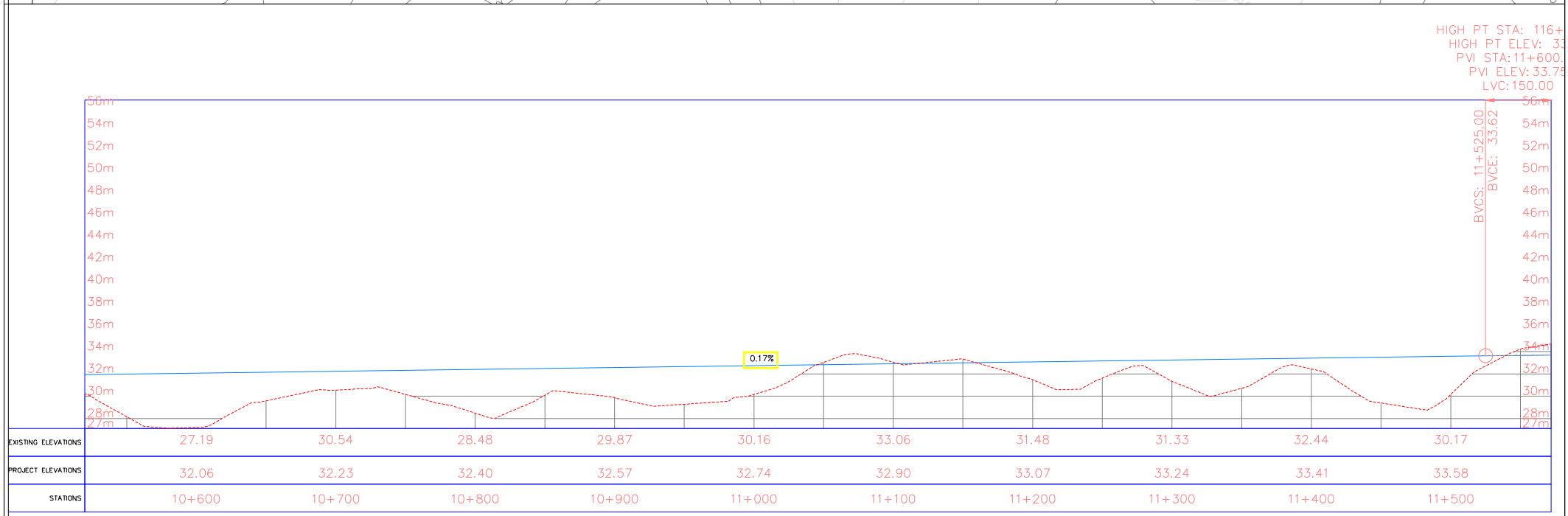
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 11+572.00
STATION NUMBER: ###



DATA	PI-13	SATUAN
R	600	m
V	60	km/jam
Δ	19.712	derajat
Lc	184.714	m
h	36	mm

HIGH PT STA: 116+
HIGH PT ELEV: 33
PVI STA: 11+600
PVI ELEV: 33.75
LVC: 150.00



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

JUDUL GAMBAR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Wahyu Herijanto, MT.
NIP. 196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT.
NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
Wahyu Subarianto
NRP 031115000003

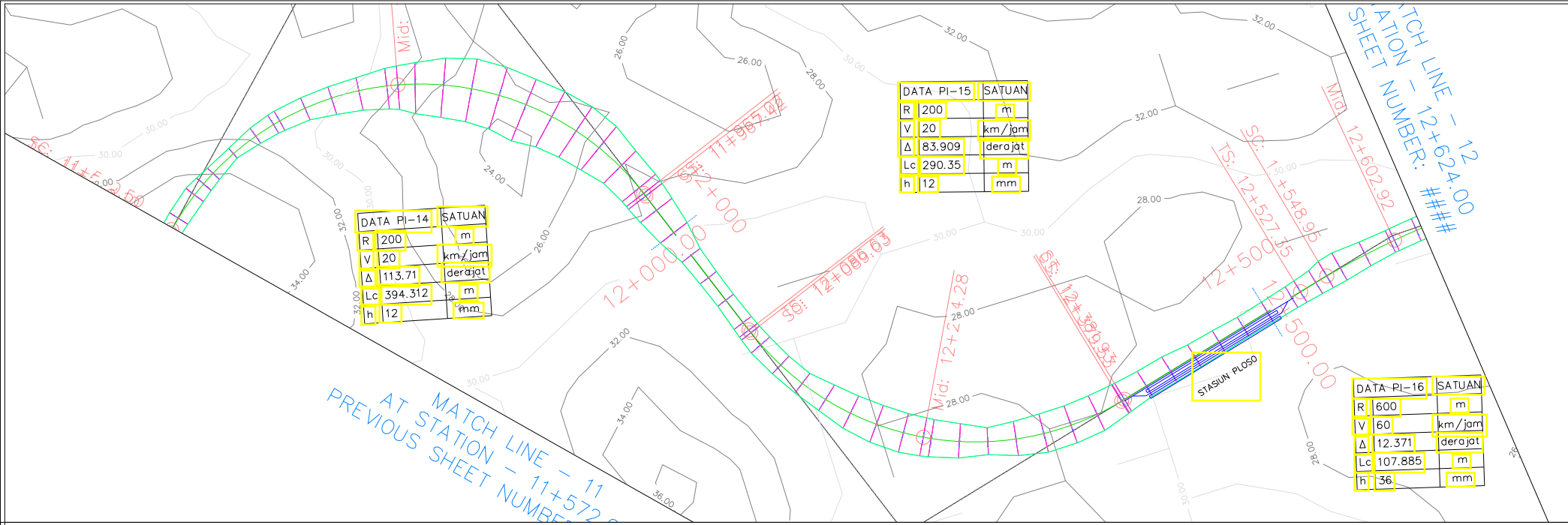
SKALA
Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
PLAN AND PROFIL

KETERANGAN

KODE GBR
PL

NO. GBR
11
JML GBR
34



MATCH LINE - 11
 AT STATION - 11+572.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER: ###

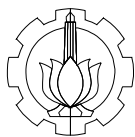
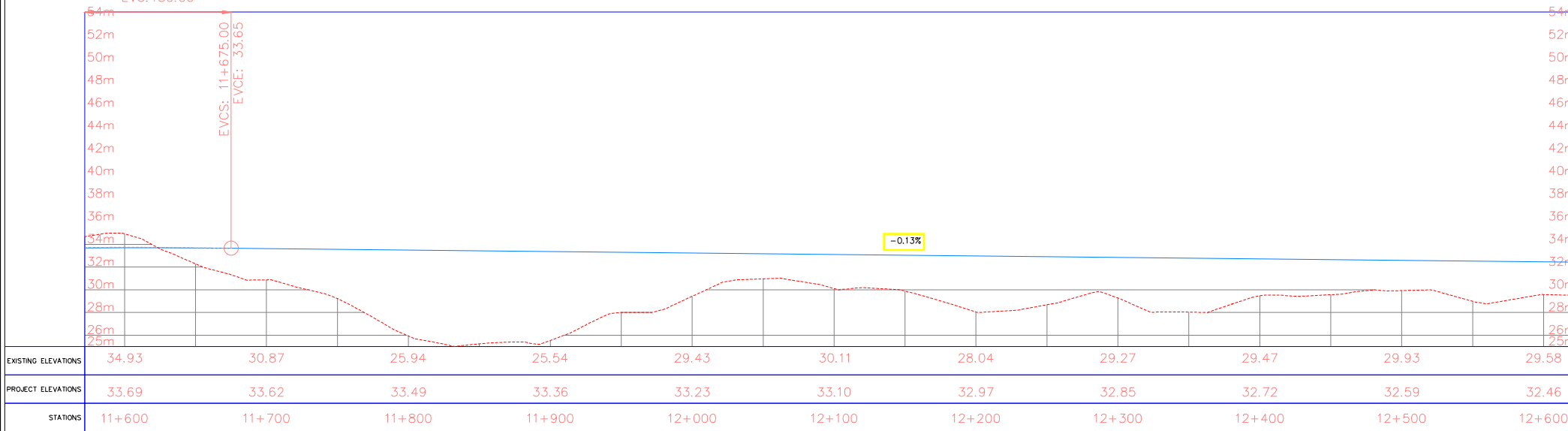
MATCH LINE - 12
 AT STATION - 12+624.00
 SHEET NUMBER: ###

DATA PI-14		SATUAN	
R	200	m	
V	20	km/jam	
Δ	113.71	derajat	
Lc	394.312	m	
h	12	mm	

DATA PI-15		SATUAN	
R	200	m	
V	20	km/jam	
Δ	83.909	derajat	
Lc	290.35	m	
h	12	mm	

DATA PI-16		SATUAN	
R	600	m	
V	60	km/jam	
Δ	12.371	derajat	
Lc	107.885	m	
h	36	mm	

HIGH PT STA: 116+09.99
 HIGH PT ELEV: 33.70
 PVI STA: 11+600.00
 PVI ELEV: 33.75
 LVC: 150.00

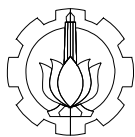
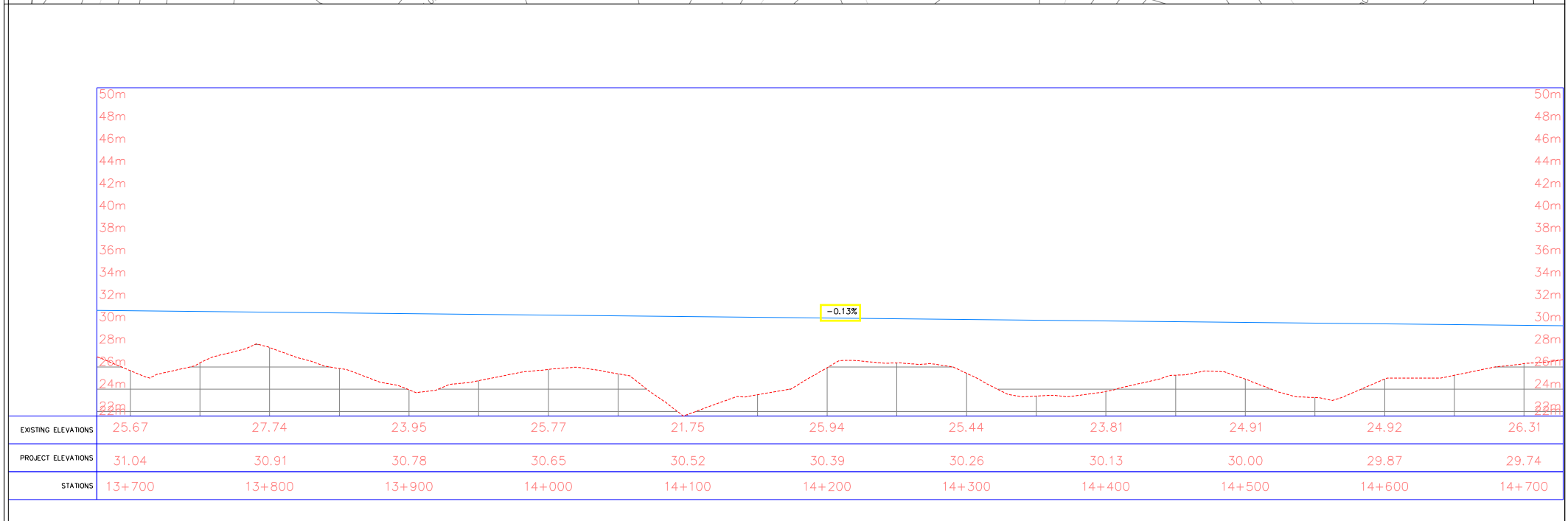
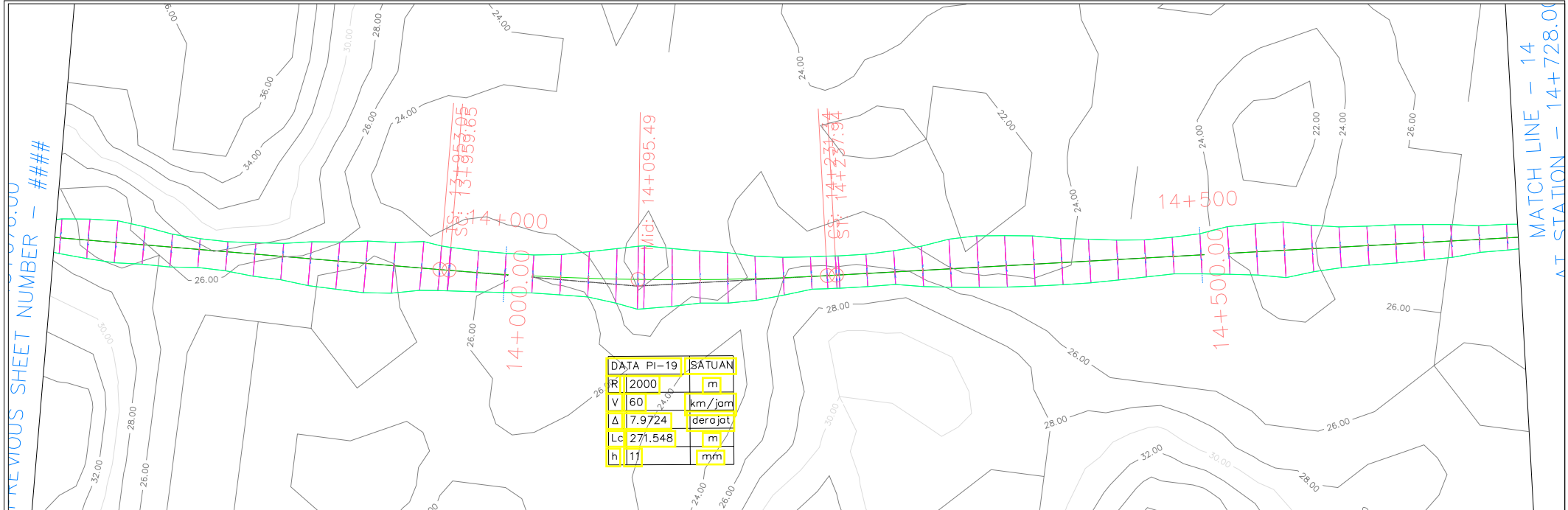


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	12 JML GBR 34

PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 14+728.00
AT STATION - 14+728.00



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

JUDUL GAMBAR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Wahyu Herijanto, MT.
NIP. 196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT.
NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
Wahyu Subarianto
NRP 031115000003

SKALA
Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
PLAN AND PROFIL

KETERANGAN

KODE GBR
PL

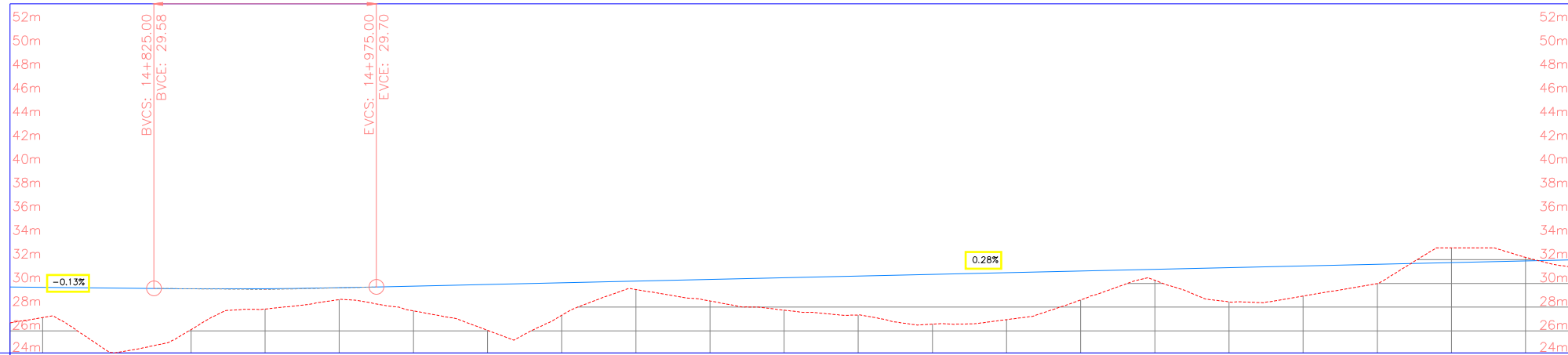
NO. GBR
14
JML GBR
34

REVISI SHEET NUMBER - ###

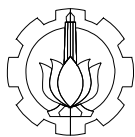


MATCH LINE - 15+780
AT STATION - 15+780

LOW PT STA: 148+71.93
LOW PT ELEV: 29.55
PVI STA: 14+900.00
PVI ELEV: 29.48
LVC: 150.00

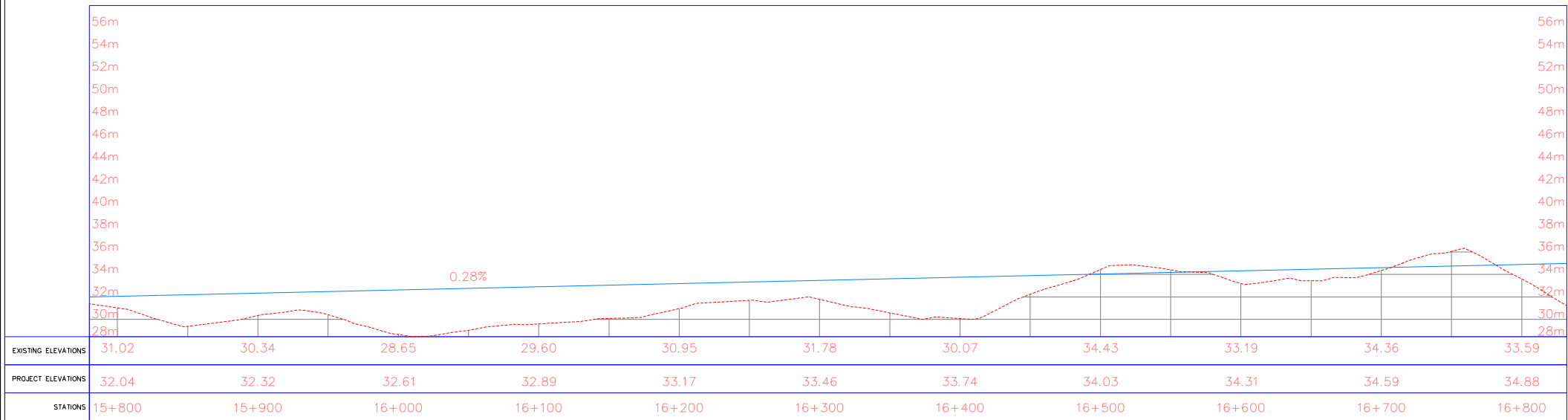
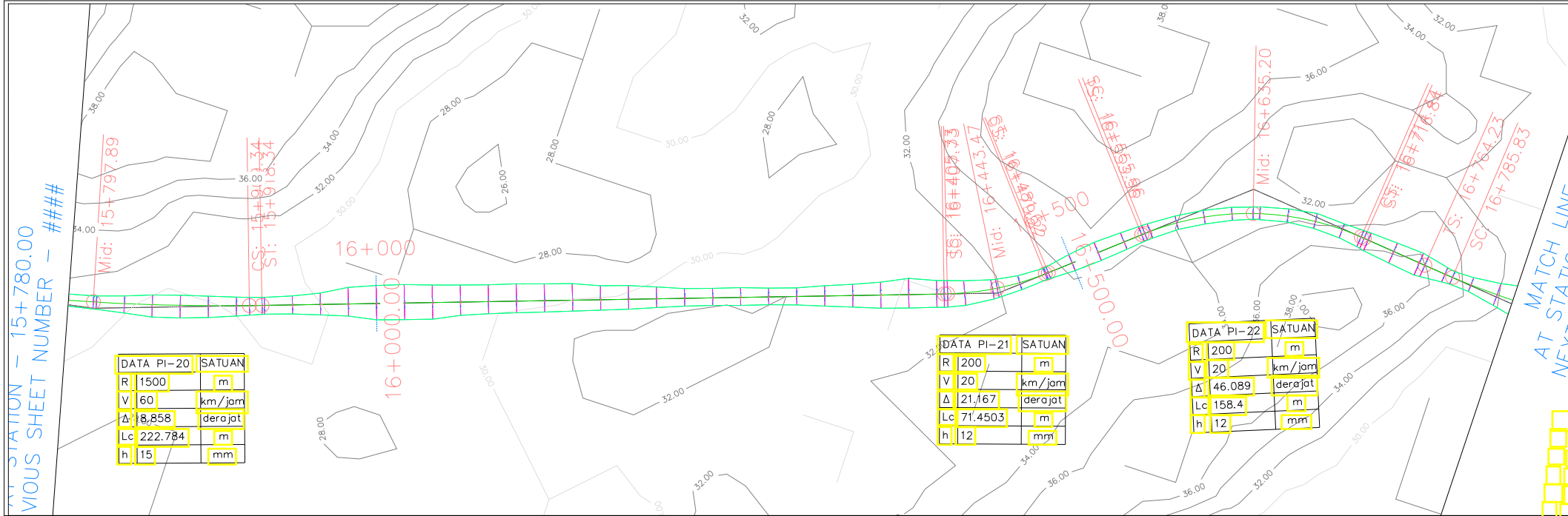



EXISTING ELEVATIONS	24.18	27.84	27.69	27.31	28.52	27.34	26.94	30.26	28.94	33.00
PROJECT ELEVATIONS	29.61	29.56	29.77	30.05	30.34	30.62	30.90	31.19	31.47	31.76
STATIONS	14+800	14+900	15+000	15+100	15+200	15+300	15+400	15+500	15+600	15+700



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	15 JML GBR 34

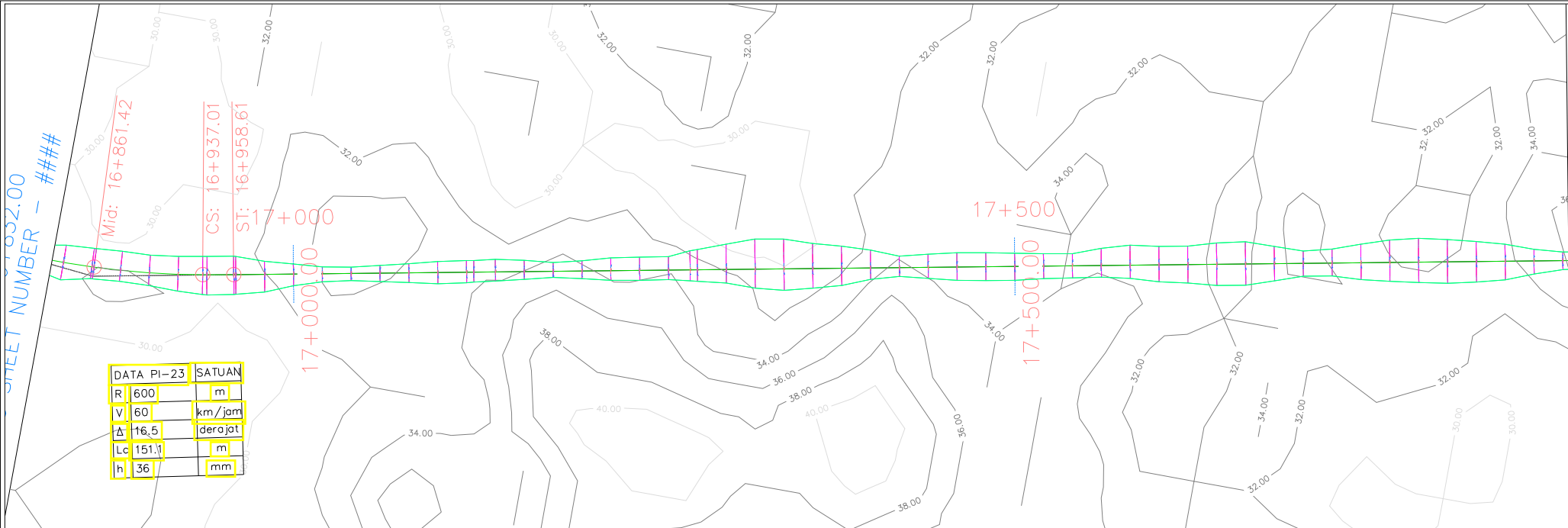


 <p>CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>Wahyu Subarianto NRP 031115000003</p>	<p>SKALA</p> <p>Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PLAN AND PROFIL</p>	<p>KETERANGAN</p>	<p>KODE GBR</p> <p>PL</p>	<p>NO. GBR</p> <p>16</p>
								JML GBR
								34

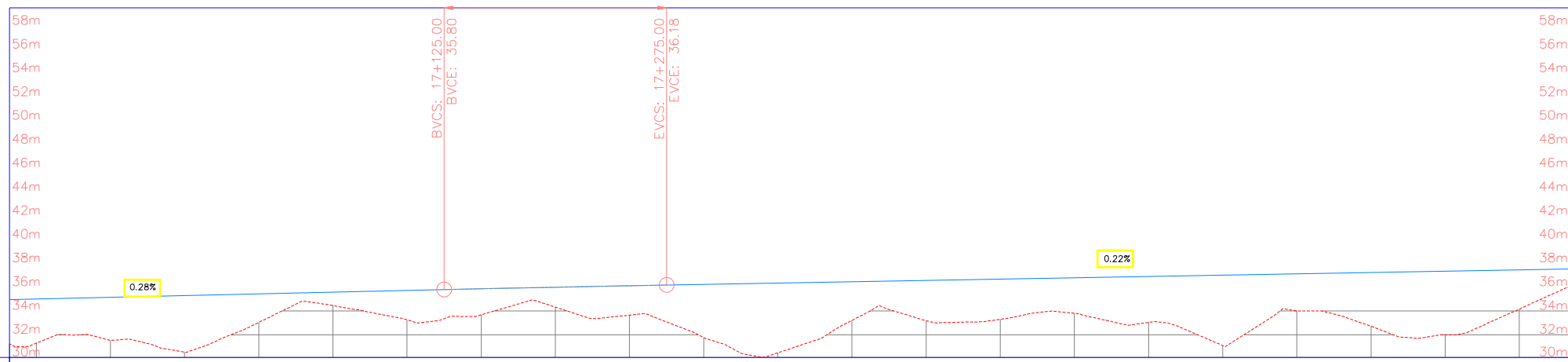
SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE - 17+884.0
AT STATION = 17+884.0

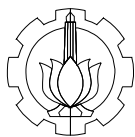
DATA PI-23	SATUAN
R	600 m
V	60 km/jam
Δ	16,5 derajat
Lc	151,1 m
h	36 mm



HIGH PT STA: 172+75.00
HIGH PT ELEV: 36.18
PVI STA: 17+200.00
PVI ELEV: 36.01
LVC: 150.00



EXISTING ELEVATIONS	31.53	33.04	33.26	34.33	31.77	33.21	33.30	33.05	34.01	32.00
PROJECT ELEVATIONS	35.16	35.45	35.73	36.00	36.24	36.46	36.69	36.91	37.14	37.36
STATIONS	16+900	17+000	17+100	17+200	17+300	17+400	17+500	17+600	17+700	17+800

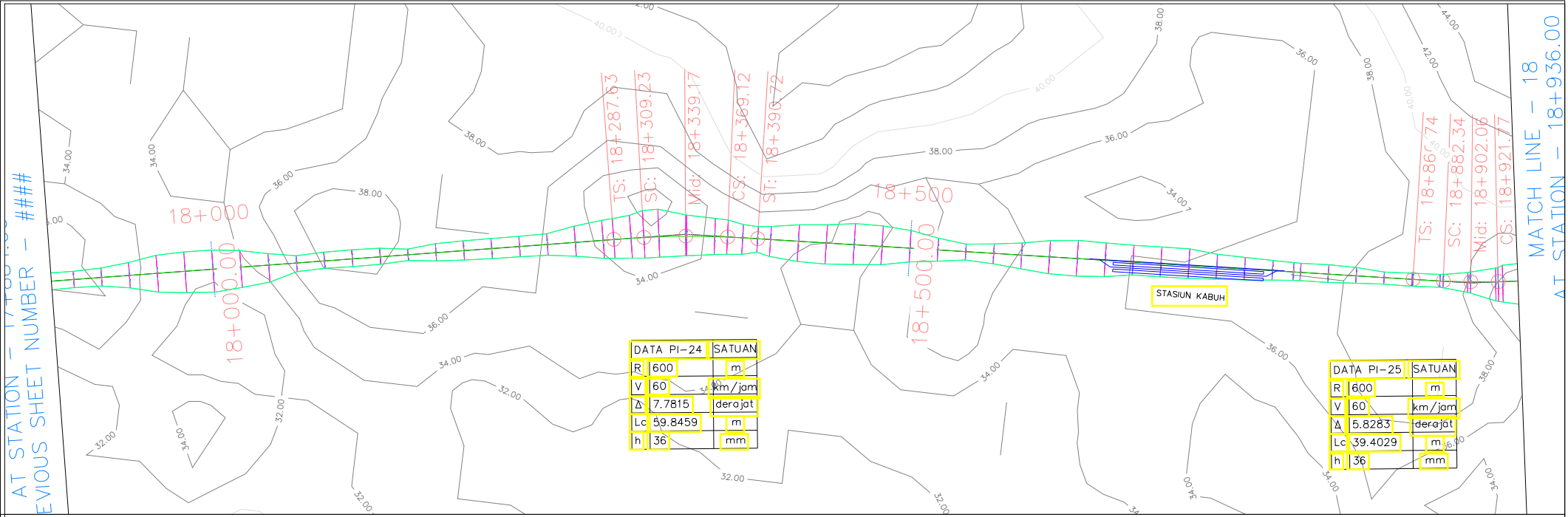


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	17 JML GBR 34

AT STATION - 17000
 PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

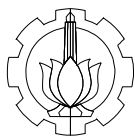
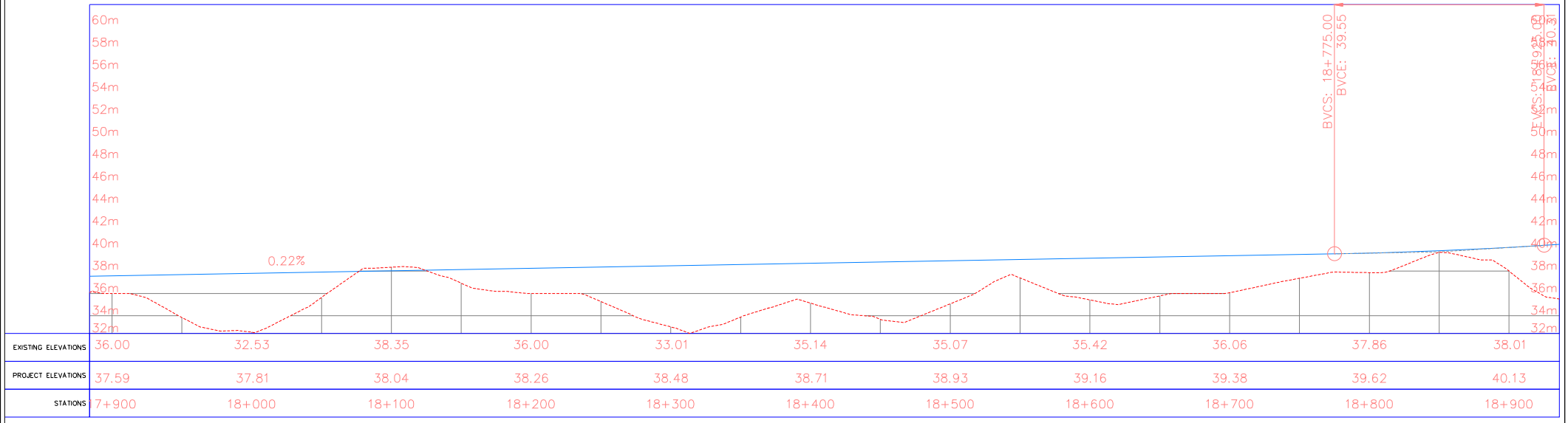
AT STATION - 18+936.00
 MATCH LINE - 18



DATA	PI-24	SATUAN
R	600	m
V	60	km/jam
Δ	7.7815	derajat
Lc	59.8459	m
h	36	mm

DATA	PI-25	SATUAN
R	600	m
V	60	km/jam
Δ	5.8283	derajat
Lc	39.4029	m
h	36	mm

LOW PT STA: 187+75.00
 LOW PT ELEV: 39.55
 PVI STA: 18+850.00
 PVI ELEV: 39.72
 LVC: 150.00



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

JUDUL GAMBAR
 PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Wahyu Herijanto, MT.
 NIP. 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT.
 NIP. 197001152003121001

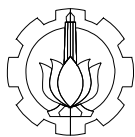
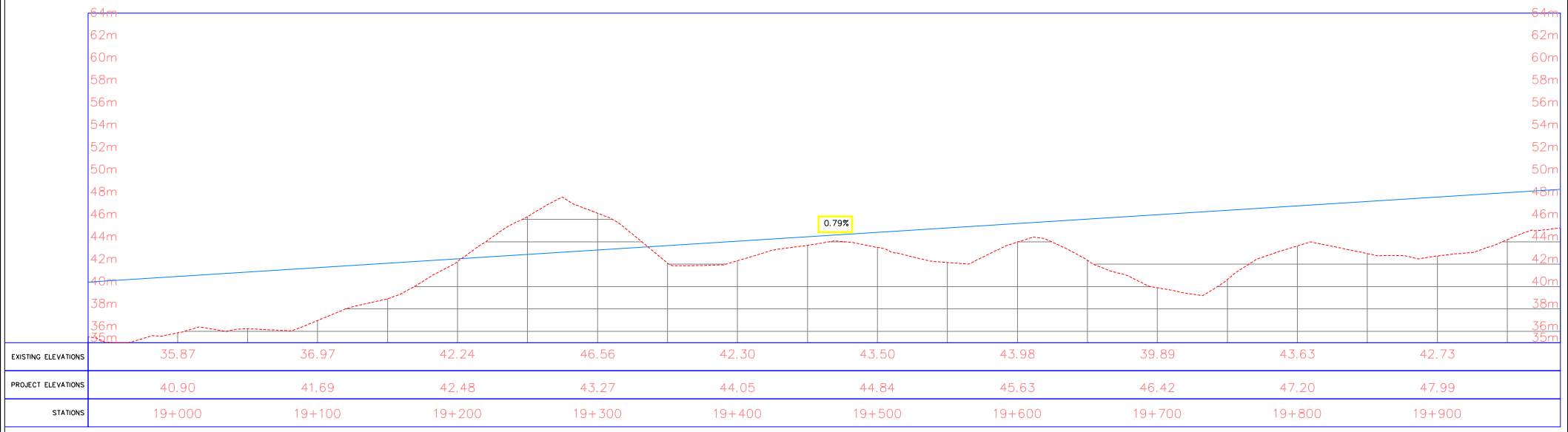
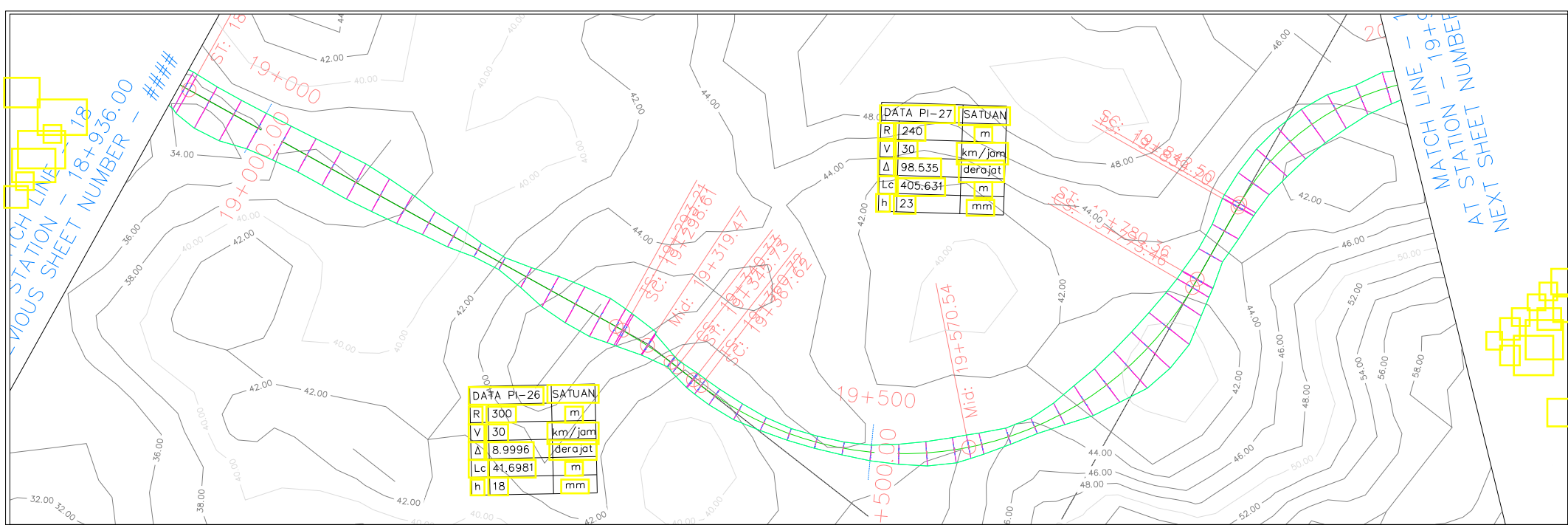
NAMA MAHASISWA
 Wahyu Subarianto
 NRP 031115000003

SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFIL

KETERANGAN
 PL

KODE GBR
 NO. GBR
 18
 JML GBR
 34



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

JUDUL GAMBAR
 PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Wahyu Herijanto, MT.
 NIP. 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT.
 NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
 Wahyu Subarianto
 NRP 031115000003

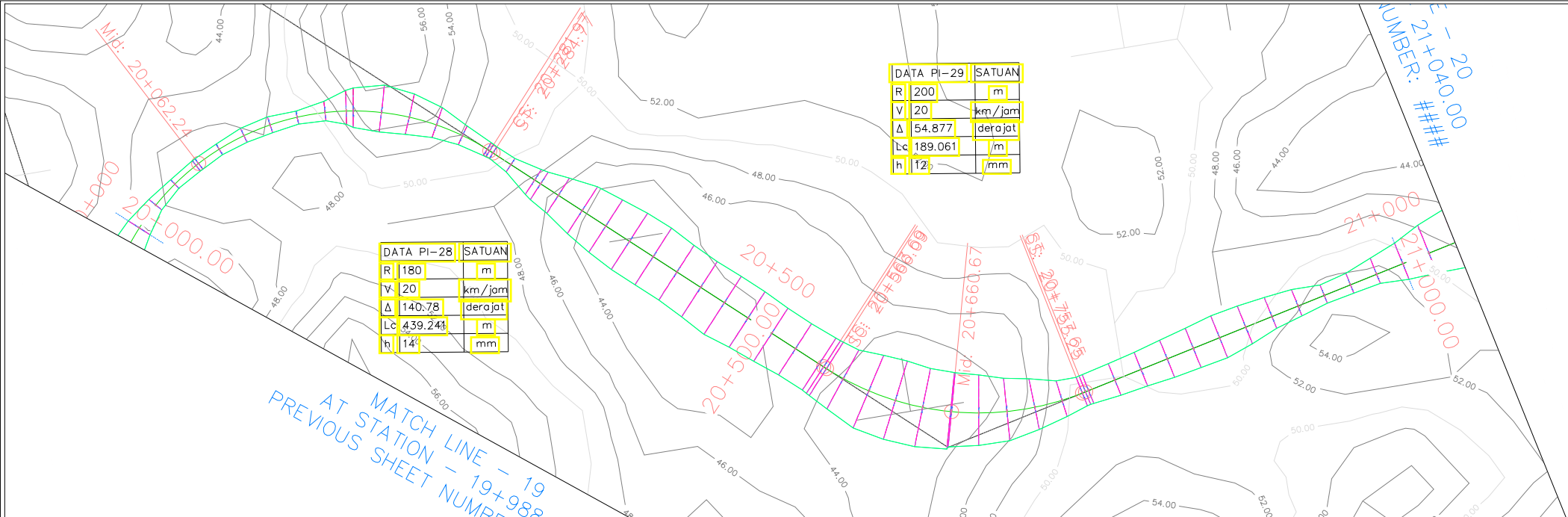
SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFIL

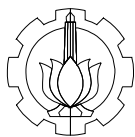
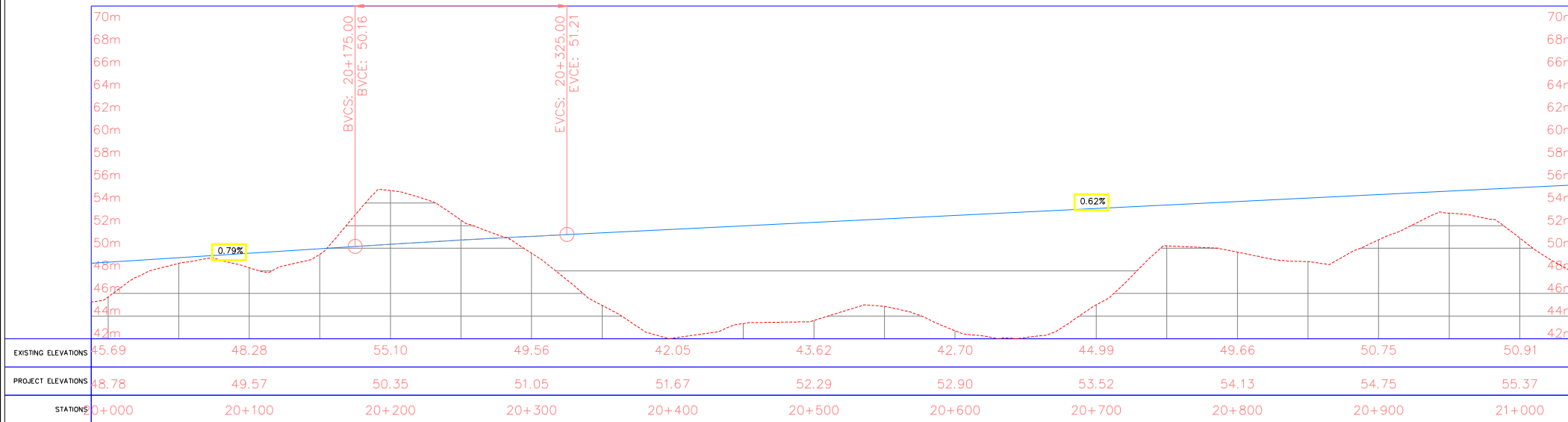
KETERANGAN

KODE GBR
 PL

NO. GBR
 19
 JML GBR
 34



HIGH PT STA: 203+25.00
 HIGH PT ELEV: 51.21
 PVI STA: 20+250.00
 PVI ELEV: 50.75
 LVC: 150.00



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	20 JML GBR 34

STATION LINE - 21
SHEET NUMBER - ###

STATION LINE - 22
SHEET NUMBER - ###

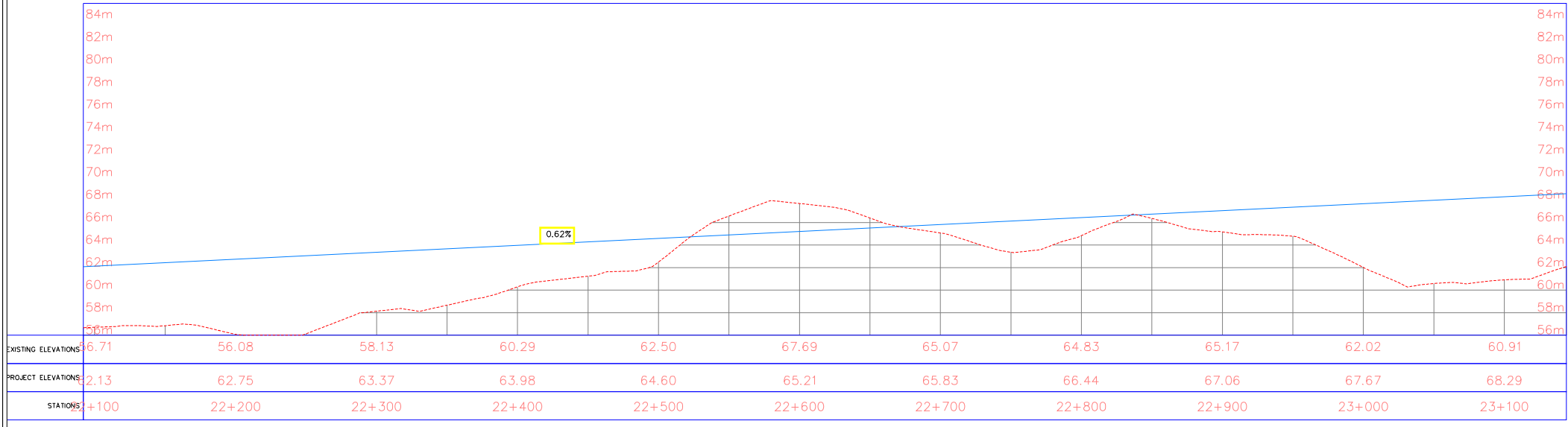
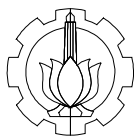
DATA-PI-33		SATUAN	
R	200	m	
V	20	km/jam	
Δ	5.4198	derajat	
Lc	16.5091	m	
h	12	mm	

DATA-PI-34		SATUAN	
R	300	m	
V	30	km/jam	
Δ	118.18	derajat	
Lc	613.092	m	
h	18	mm	

SC: 22+472.28
22+500.00

SC: 22+672.28

Mid: 22+929.19
23+000.00

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

JUDUL GAMBAR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Wahyu Herijanto, MT.
NIP. 196209061989031012
Budi Rahardjo, ST., MT.
NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
Wahyu Subarianto
NRP 031115000003

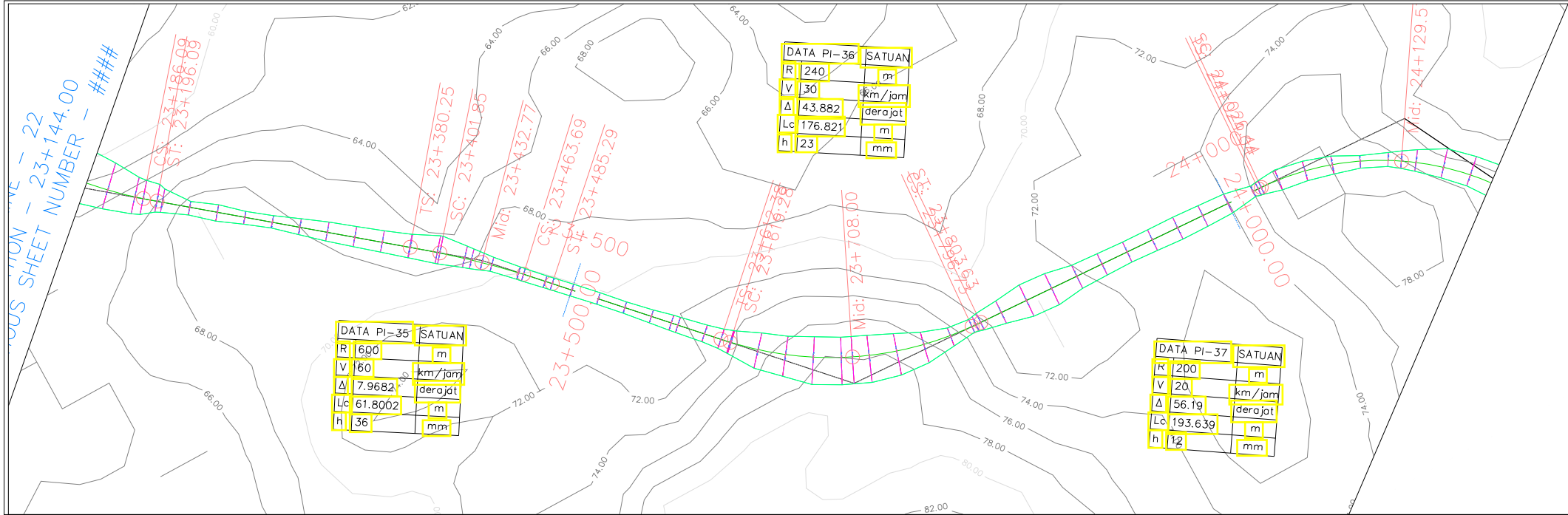
SKALA
Horizontal 1 : 4000
Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
PLAN AND PROFIL

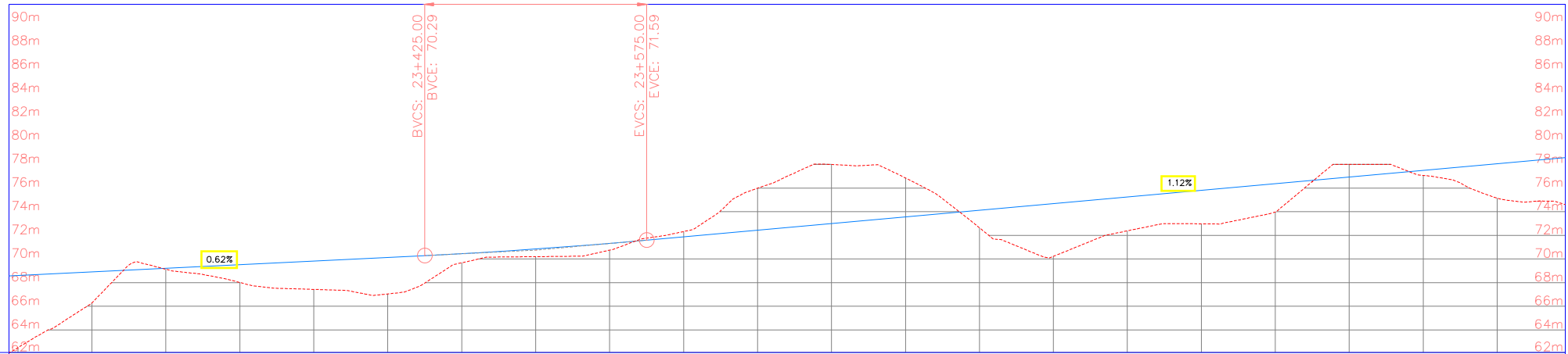
KETERANGAN

KODE GBR
PL


NO. GBR
22
JML GBR
34

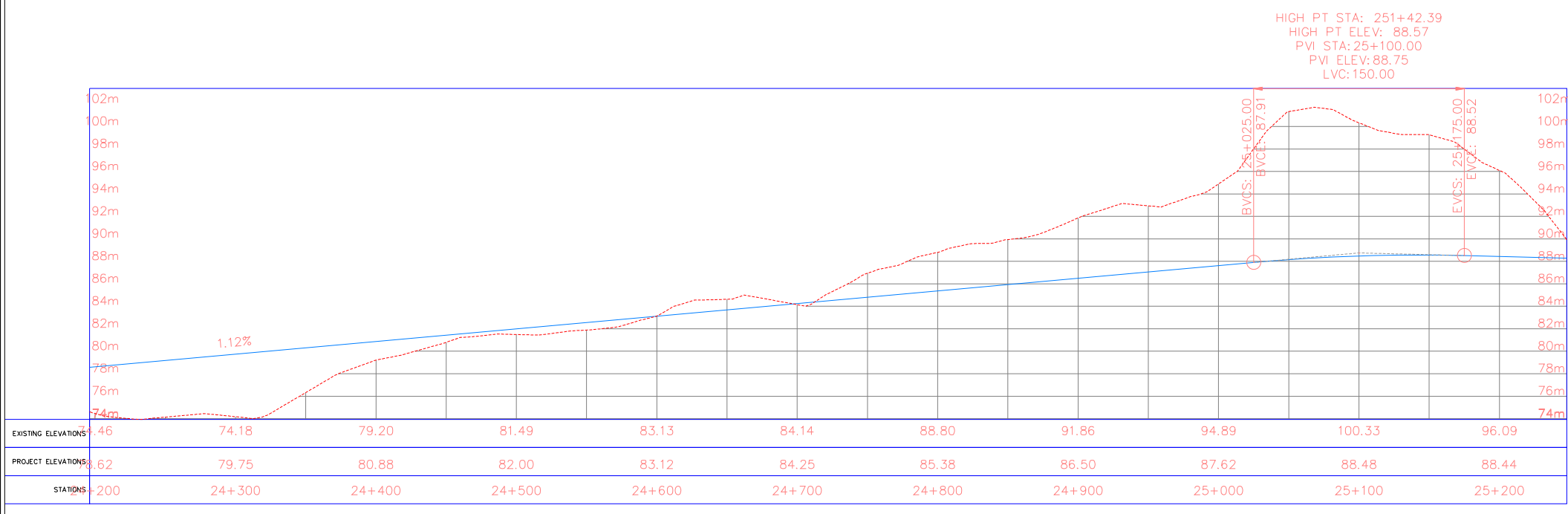
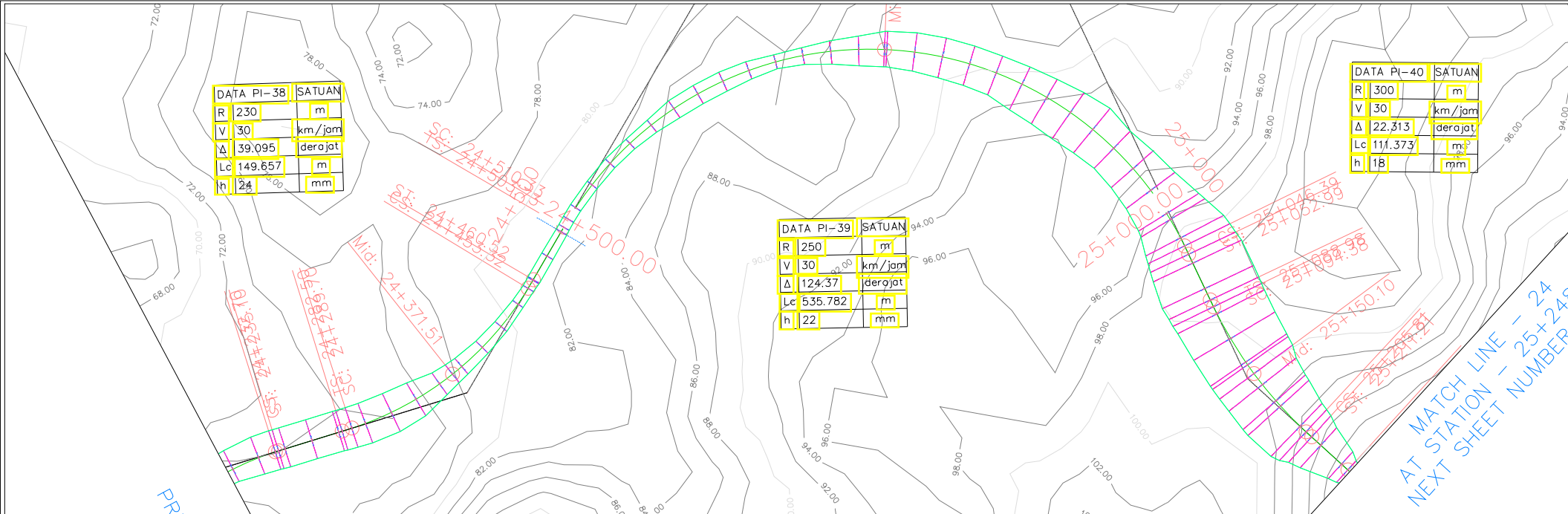


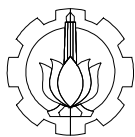
LOW PT STA: 234+25.00
 LOW PT ELEV: 70.29
 PVI STA: 23+500.00
 PVI ELEV: 70.75
 LVC: 150.00



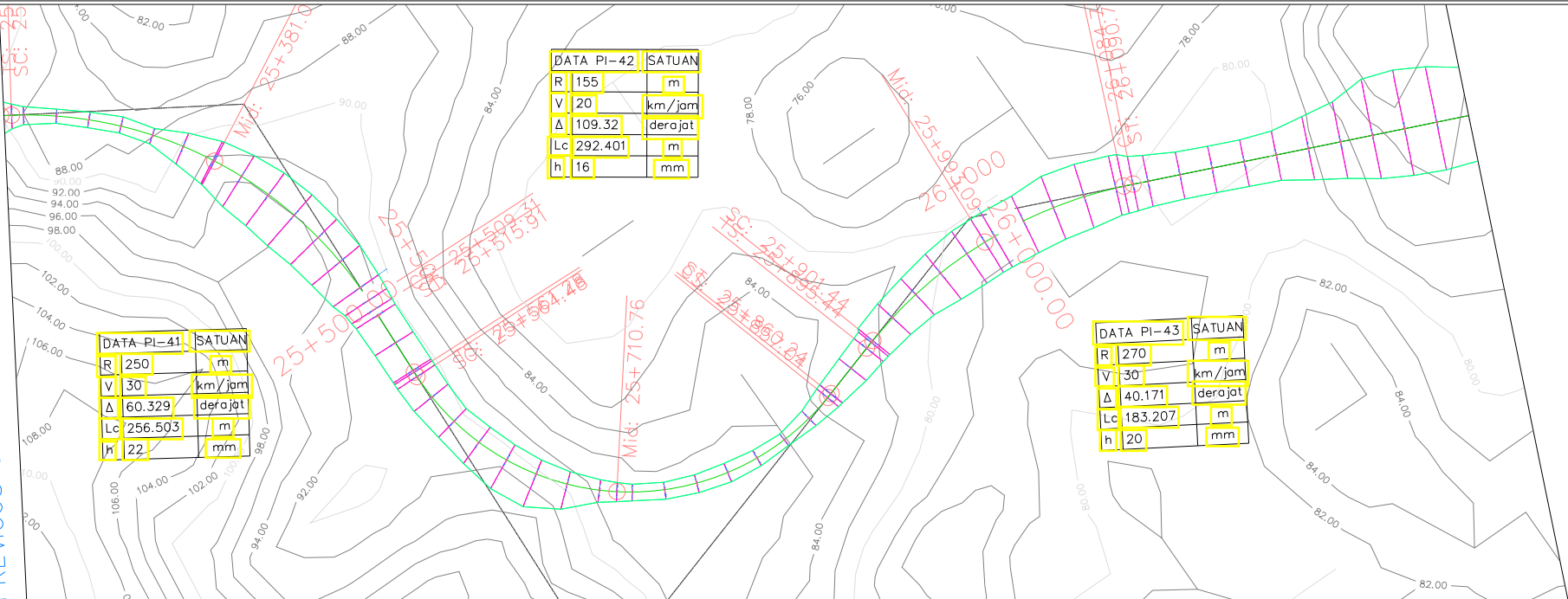
EXISTING ELEVATIONS	66.27	68.01	67.05	70.20	72.32	78.00	72.64	72.38	73.98	77.07
PROJECT ELEVATIONS	68.90	69.52	70.13	70.85	71.88	73.00	74.12	75.25	76.38	77.50
STATIONS	23+200	23+300	23+400	23+500	23+600	23+700	23+800	23+900	24+000	24+100

 <p>CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	<p>JUDUL GAMBAR PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA Wahyu Subarianto NRP 031115000003</p>	<p>SKALA Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500</p>	<p>JUDUL GAMBAR PLAN AND PROFIL</p>	<p>KETERANGAN</p>	<p>KODE GBR PL</p>	<p>NO. GBR 23</p>
								<p>JML GBR</p>
								<p>34</p>



 <p>CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
	PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	24
								JML GBR 34

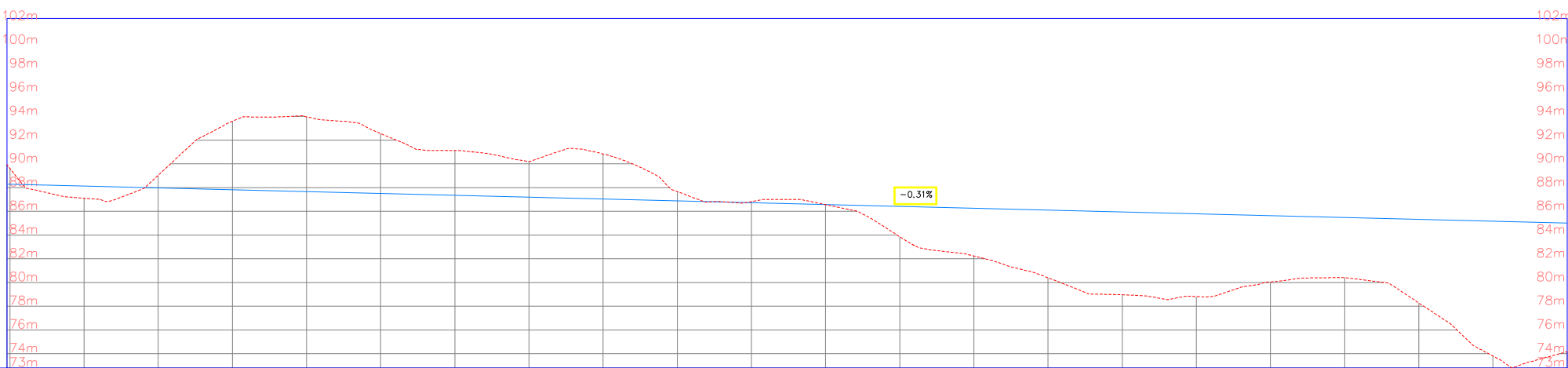
MATCH LINE - 24
AT STATION - 25+248.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###



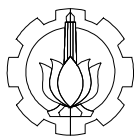
DATA PI-42		SATUAN
R	155	m
V	20	km/jam
Δ	109.32	derajat
Lc	292.401	m
h	16	mm

DATA PI-41		SATUAN
R	250	m
V	30	km/jam
Δ	60.329	derajat
Lc	256.503	m
h	22	mm

DATA PI-43		SATUAN
R	270	m
V	30	km/jam
Δ	40.171	derajat
Lc	183.207	m
h	20	mm

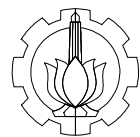
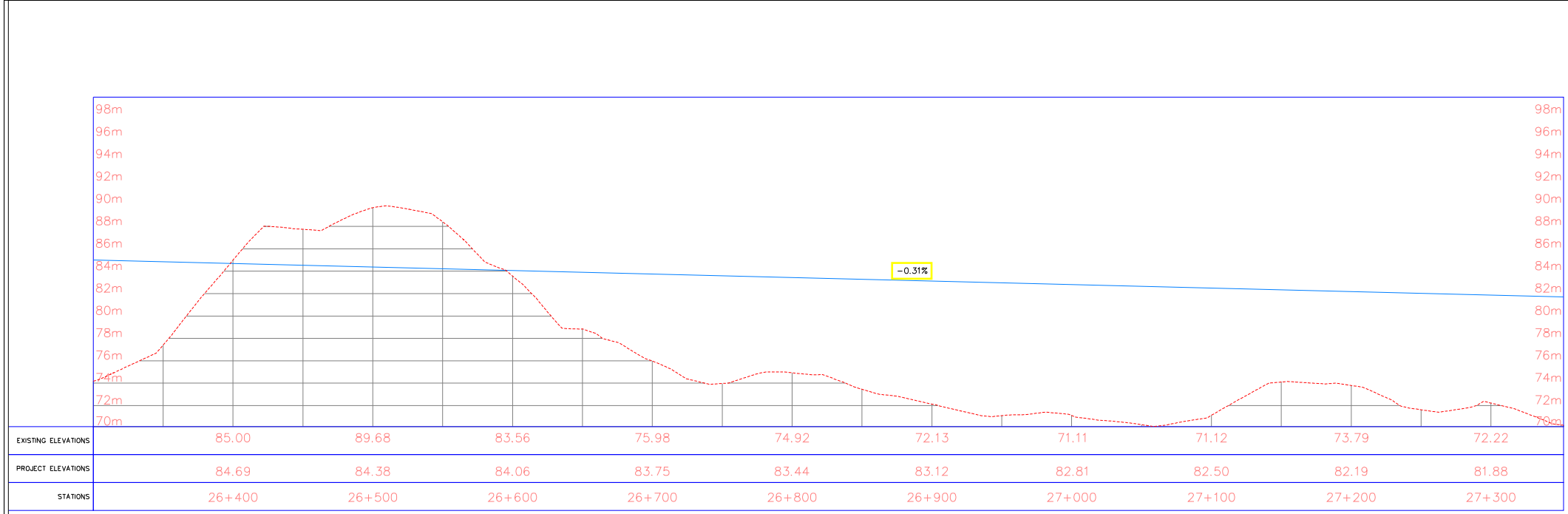
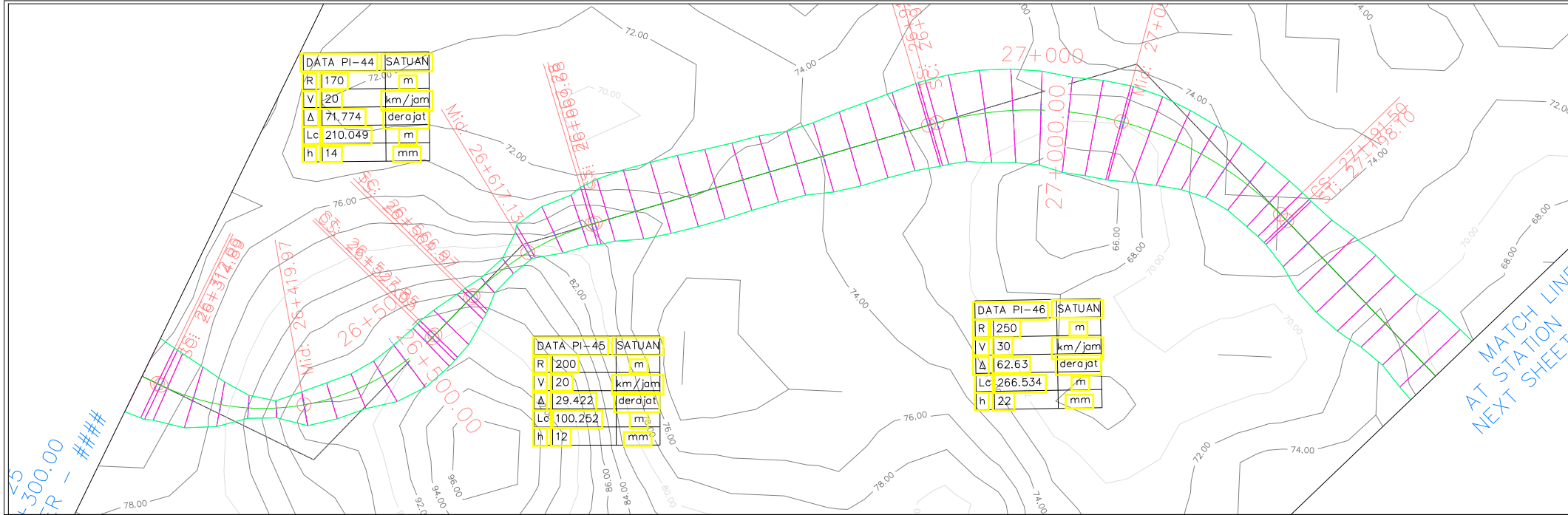


EXISTING ELEVATIONS	87.10	93.58	92.54	90.20	87.66	86.56	82.23	78.97	80.05	78.28
PROJECT ELEVATIONS	88.12	87.81	87.50	87.19	86.88	86.56	86.25	85.94	85.62	85.31
STATIONS	25+300	25+400	25+500	25+600	25+700	25+800	25+900	26+000	26+100	26+200



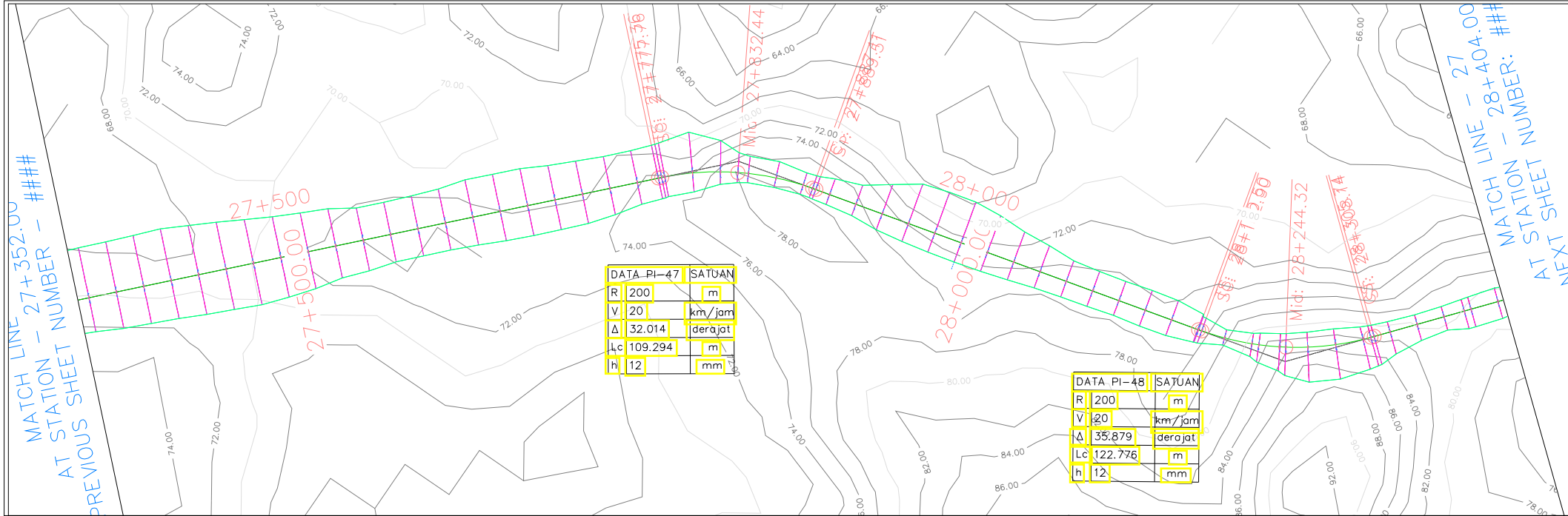
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	25 JML GBR 34

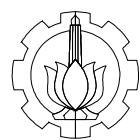
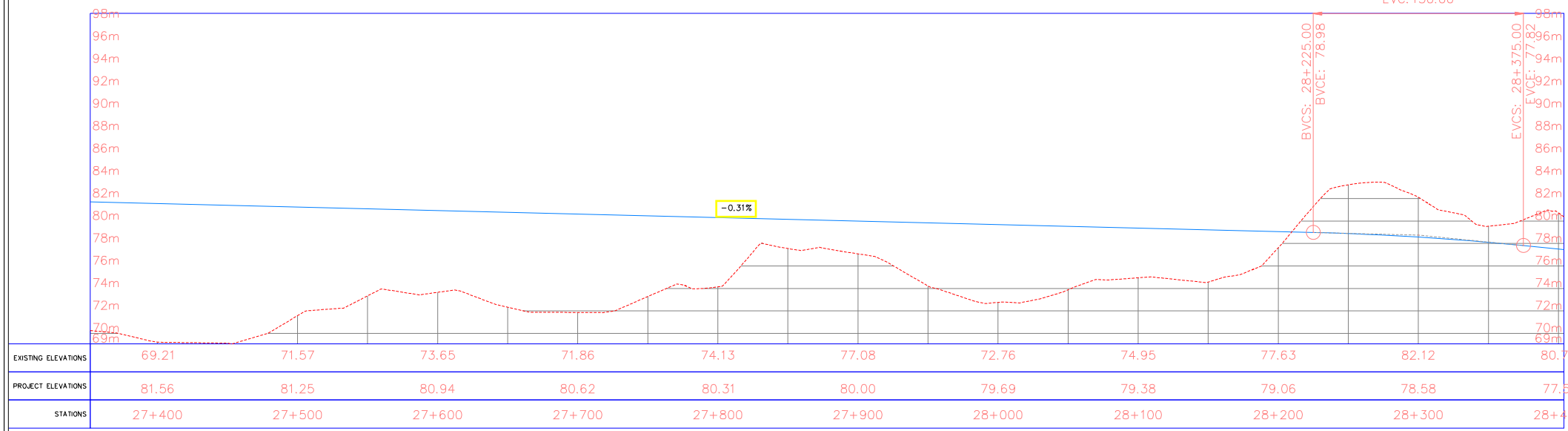


CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	26 JML GBR 34

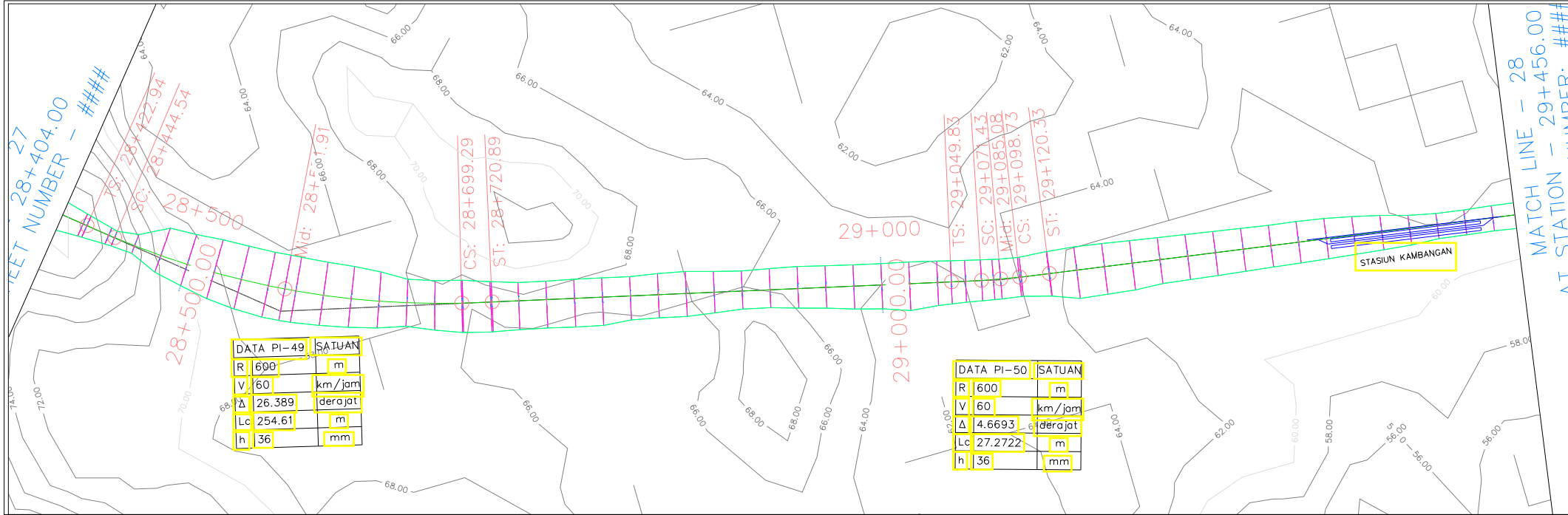


HIGH PT STA: 282+25.00
HIGH PT ELEV: 78.98
PVI STA: 28+300.00
PVI ELEV: 78.75
LVC: 150.00



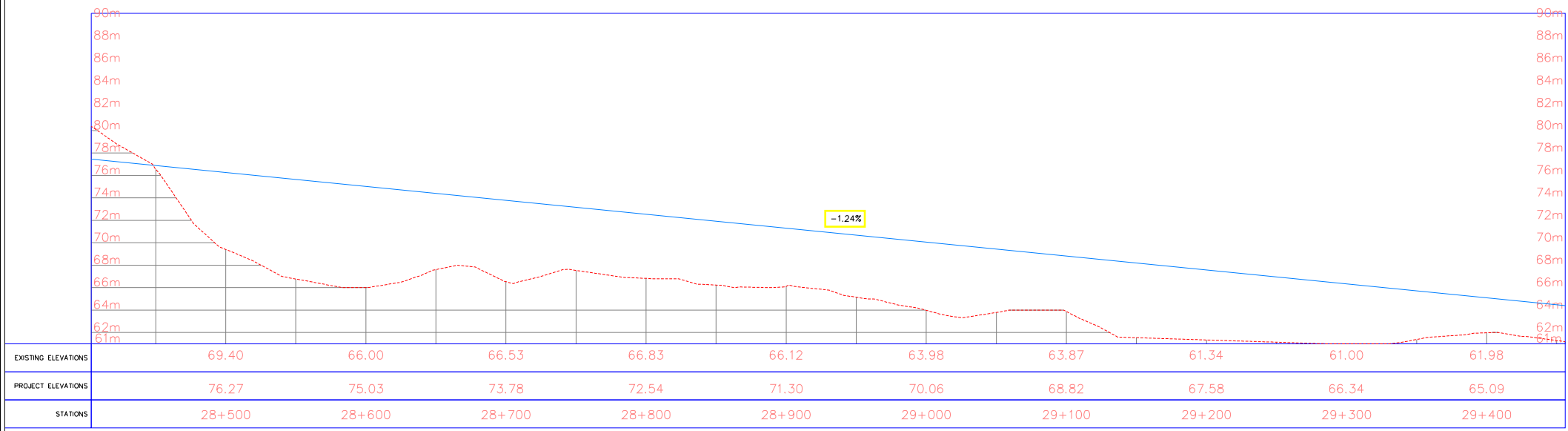
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY


JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	27 JML GBR 34



DATA PI-49	SATUAN
R 600	m
V 60	km/jam
Δ 26.389	derajat
Lc 254.61	m
h 36	mm

DATA PI-50	SATUAN
R 600	m
V 60	km/jam
Δ 4.6693	derajat
Lc 27.2722	m
h 36	mm

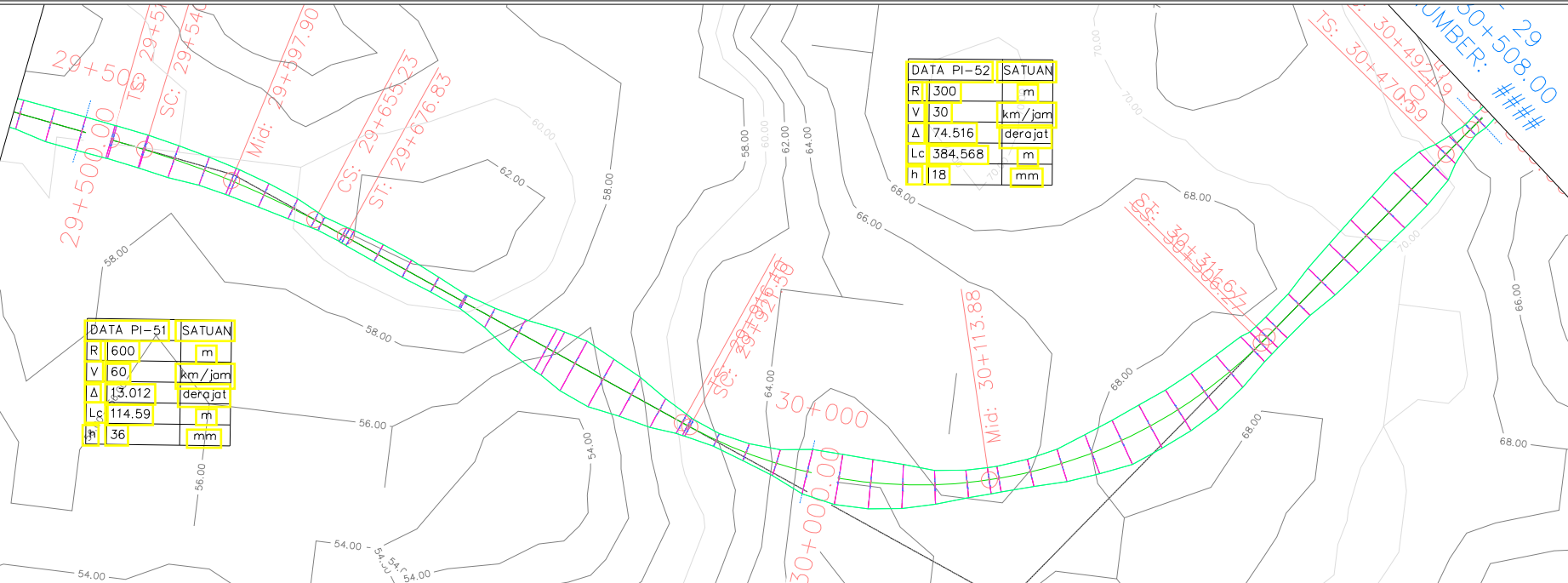


 <p>CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND GEO ENGINEERING SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT</p>	<p>DOSEN PEMBIMBING</p> <p>Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT, NIP. 197001152003121001</p>	<p>NAMA MAHASISWA</p> <p>Wahyu Subarianto NRP 031115000003</p>	<p>SKALA</p> <p>Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500</p>	<p>JUDUL GAMBAR</p> <p>PLAN AND PROFIL</p>	<p>KETERANGAN</p>	<p>KODE GBR</p> <p>PL</p>	<p>NO. GBR</p> <p>28</p>	
									JML GBR
									34

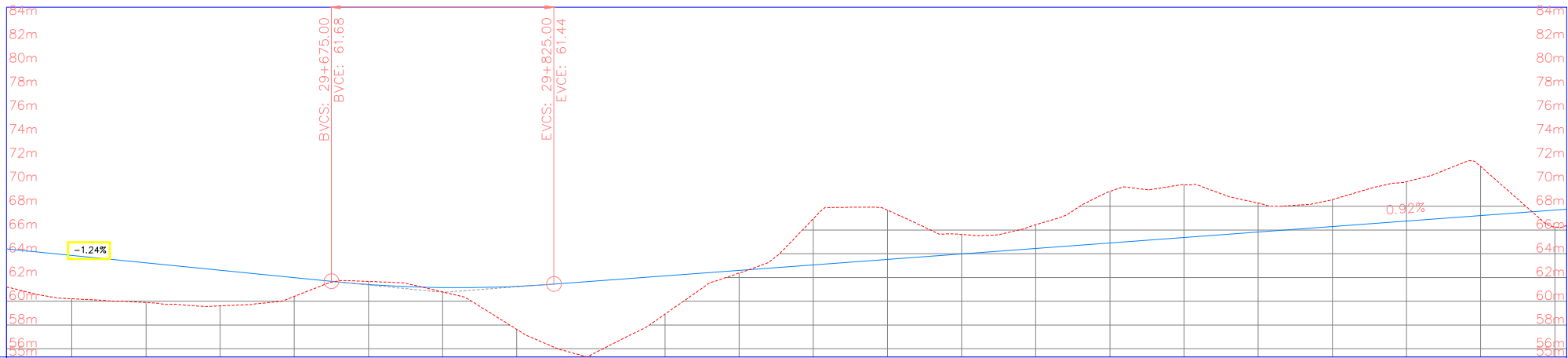
PREVIOUS LINE - 28
 PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

DATA PI-51	SATUAN
R	600 m
V	60 km/jam
Δ	13.012 derajat
Lc	114.59 m
h	36 mm

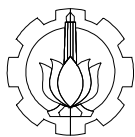
DATA PI-52	SATUAN
R	300 m
V	30 km/jam
Δ	74.516 derajat
Lc	384.568 m
h	18 mm



LOW PT STA: 297+61.03
 LOW PT ELEV: 61.15
 PVI STA: 29+750.00
 PVI ELEV: 60.75
 LVC: 150.00



EXISTING ELEVATIONS	60.21	59.61	61.67	57.63	58.91	66.94	65.62	69.25	68.27	70.07	66.25
PROJECT ELEVATIONS	63.85	62.61	61.42	61.26	62.13	63.06	63.98	64.90	65.83	66.75	67.67
STATIONS	29+500	29+600	29+700	29+800	29+900	30+000	30+100	30+200	30+300	30+400	30+500



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	29 JML GBR 34

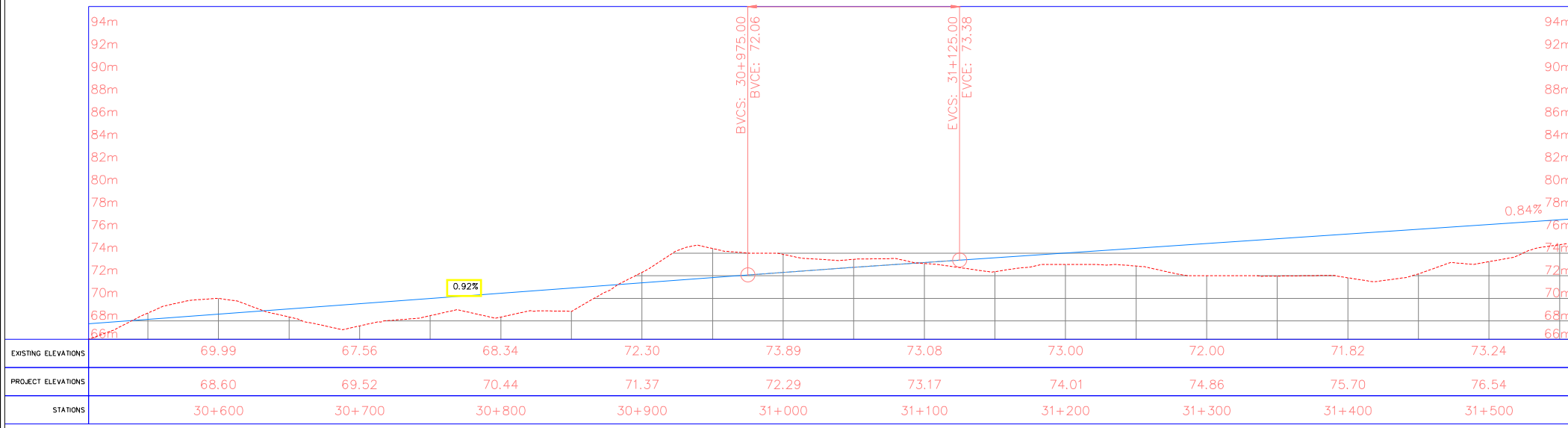
AT STATION - 30+500.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

MATCH LINE
AT STATION - 31+500.00

DATA PI-53		SATUAN
R	600	m
V	60	km/jam
Δ	10.24	derajat
Lc	85.5744	m
h	36	mm

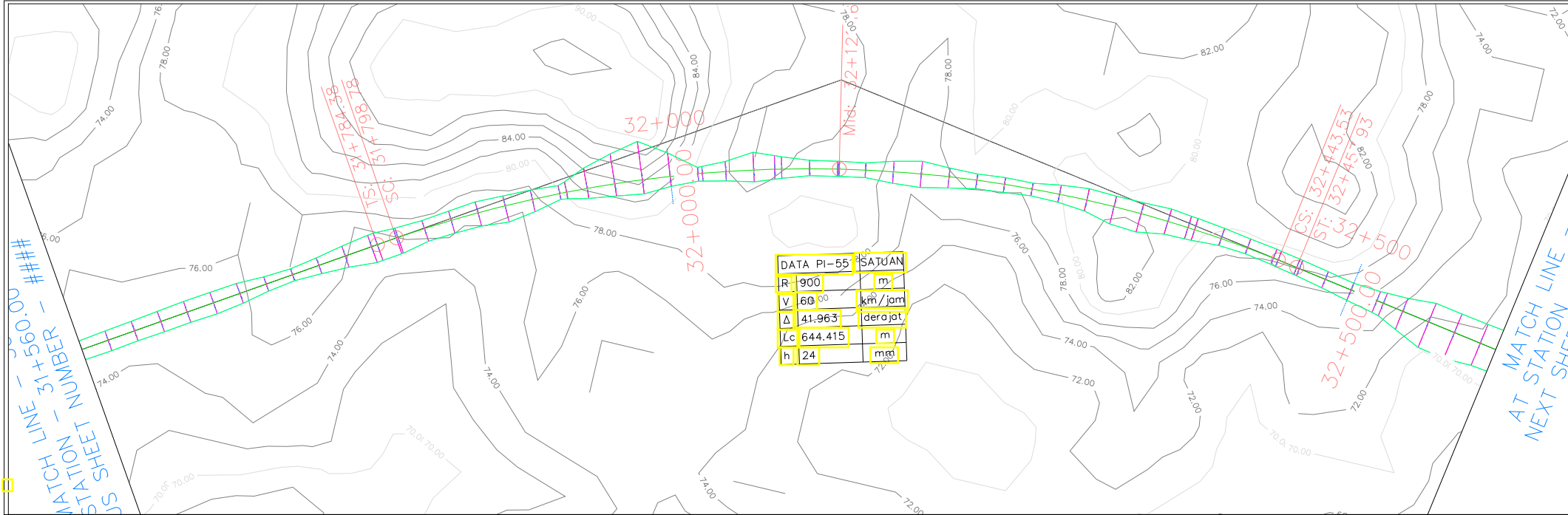
DATA PI-54		SATUAN
R	600	m
V	60	km/jam
Δ	9.6094	derajat
Lc	78.9786	m
h	36	mm

HIGH PT STA: 311+25.00
HIGH PT ELEV: 73.38
PVI STA: 31+050.00
PVI ELEV: 72.75
LVC: 150.00



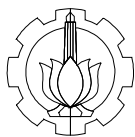
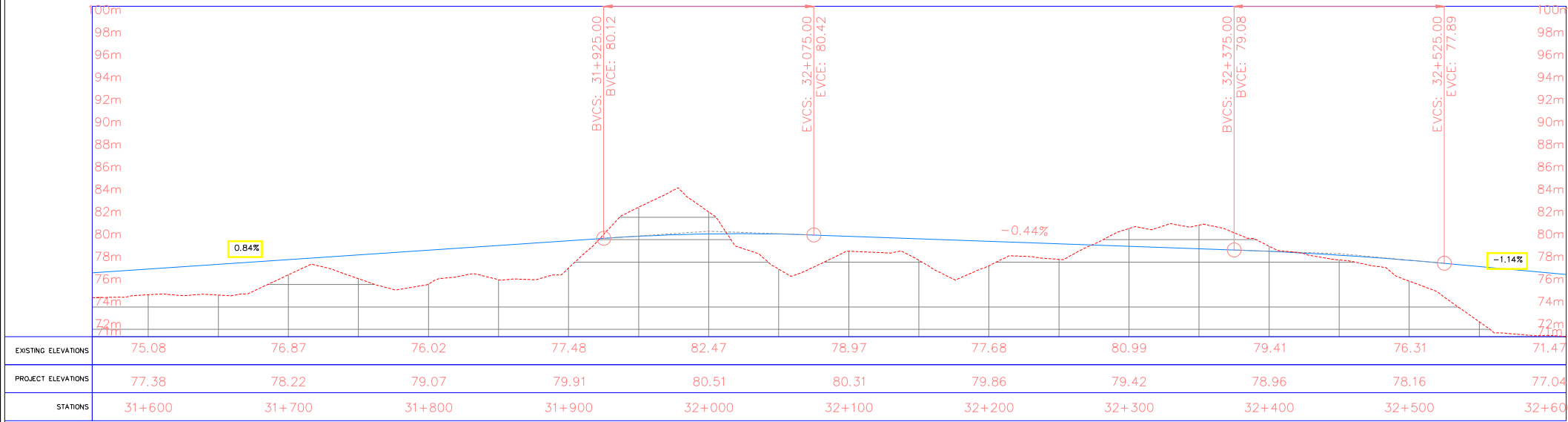
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	30 JML GBR 34



HIGH PT STA: 320+23.18
 HIGH PT ELEV: 80.53
 PVI STA: 32+000.00
 PVI ELEV: 80.75
 LVC: 150.00

HIGH PT STA: 323+75.00
 HIGH PT ELEV: 79.08
 PVI STA: 32+450.00
 PVI ELEV: 78.75
 LVC: 150.00



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

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING

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

NAMA MAHASISWA

Wahyu Subarianto
 NRP 031115000003

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFIL

KETERANGAN

KODE GBR

PL

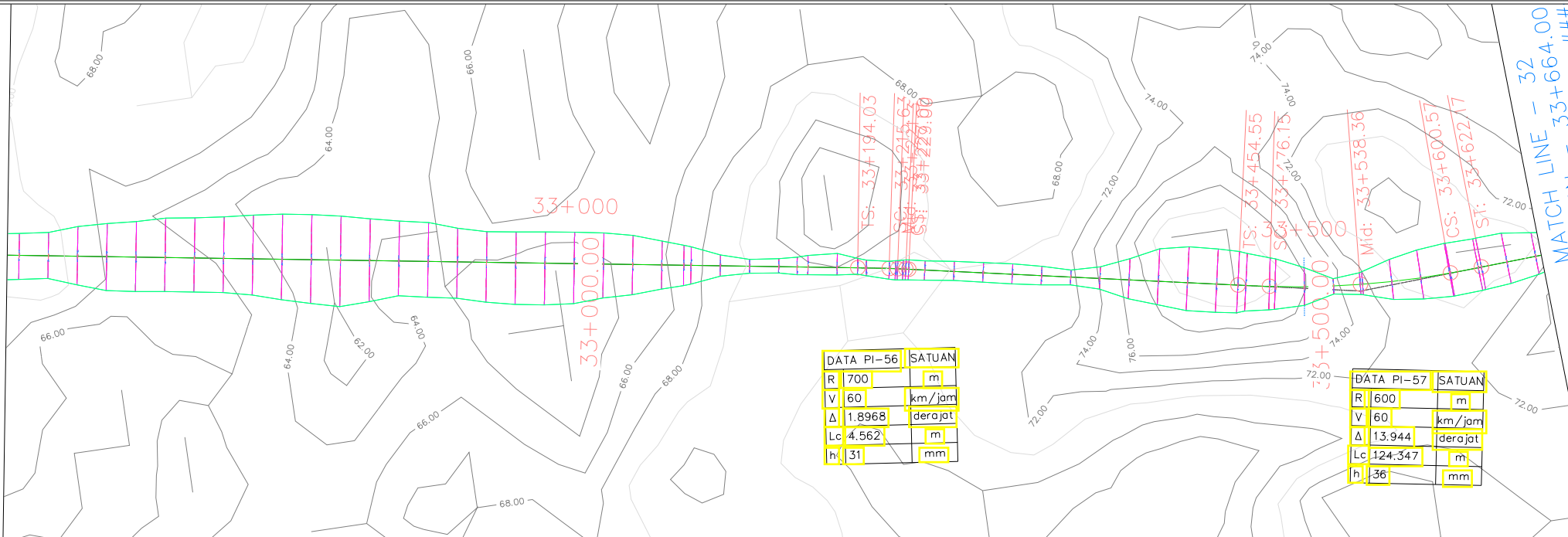
NO. GBR

31

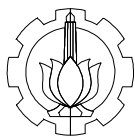
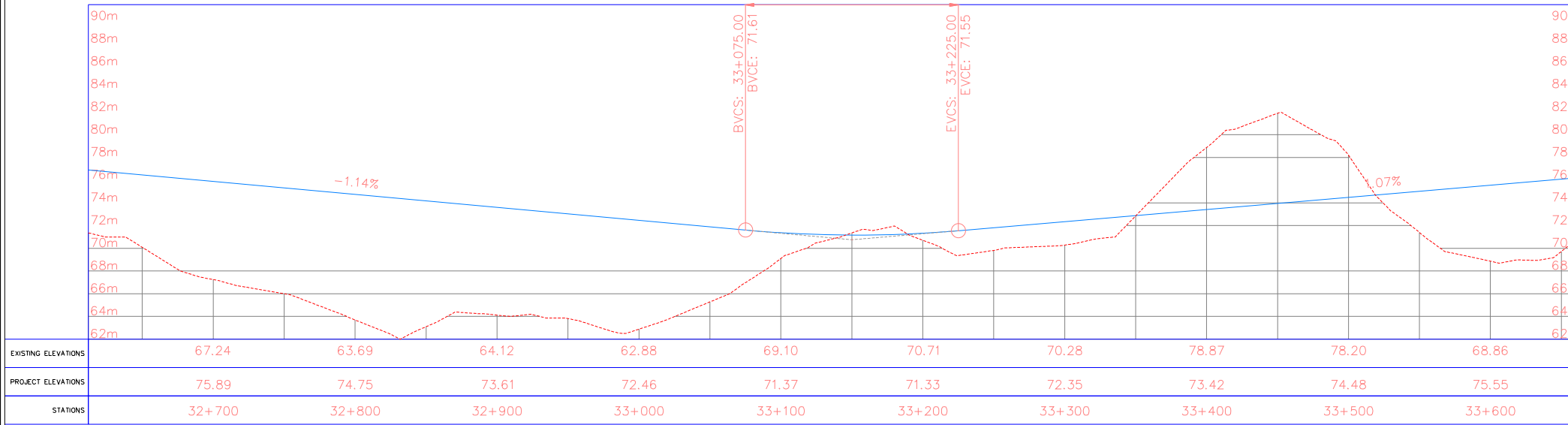
JML GBR

34

PREVIOUS SHEET NUMBER - ###



LOW PT STA: 331+52.59
 LOW PT ELEV: 71.16
 PVI STA: 33+150.00
 PVI ELEV: 70.75
 LVC: 150.00



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

JUDUL GAMBAR
 PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Wahyu Herijanto, MT.
 NIP. 196209061989031012
 Budi Rahardjo, ST., MT.
 NIP. 197001152003121001

NAMA MAHASISWA
 Wahyu Subarianto
 NRP 031115000003

SKALA
 Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR
 PLAN AND PROFIL

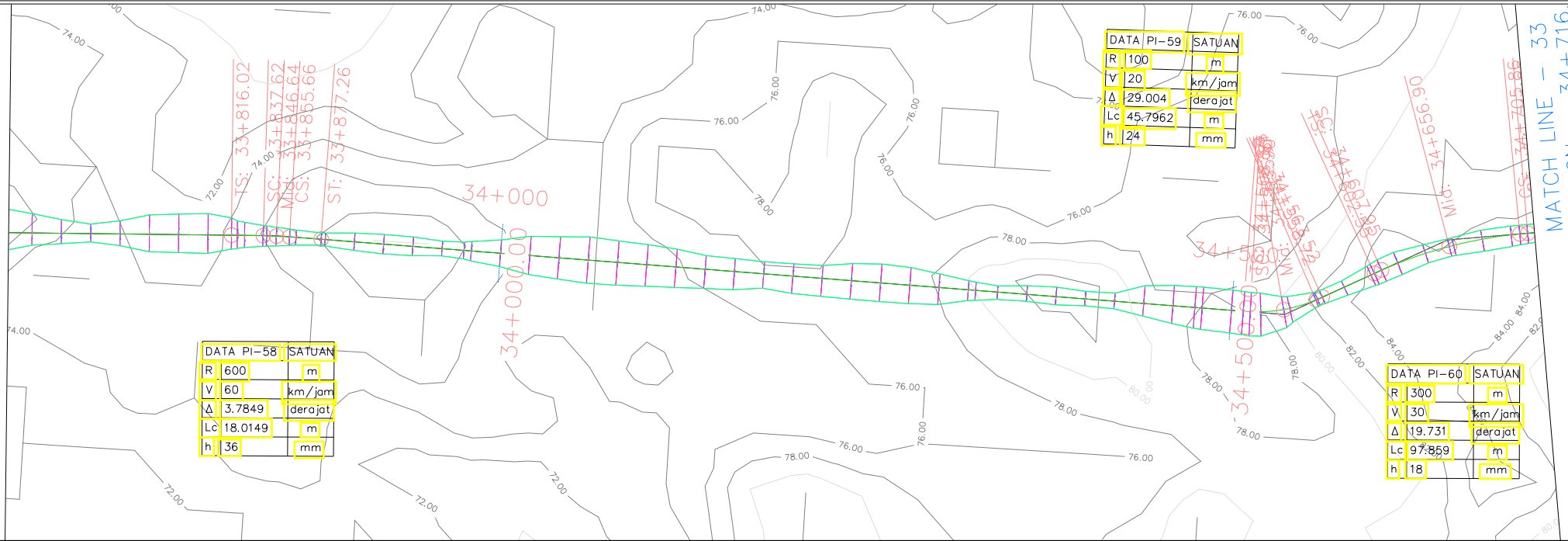
KETERANGAN

KODE GBR
 PL

NO. GBR
 32
 JML GBR
 34

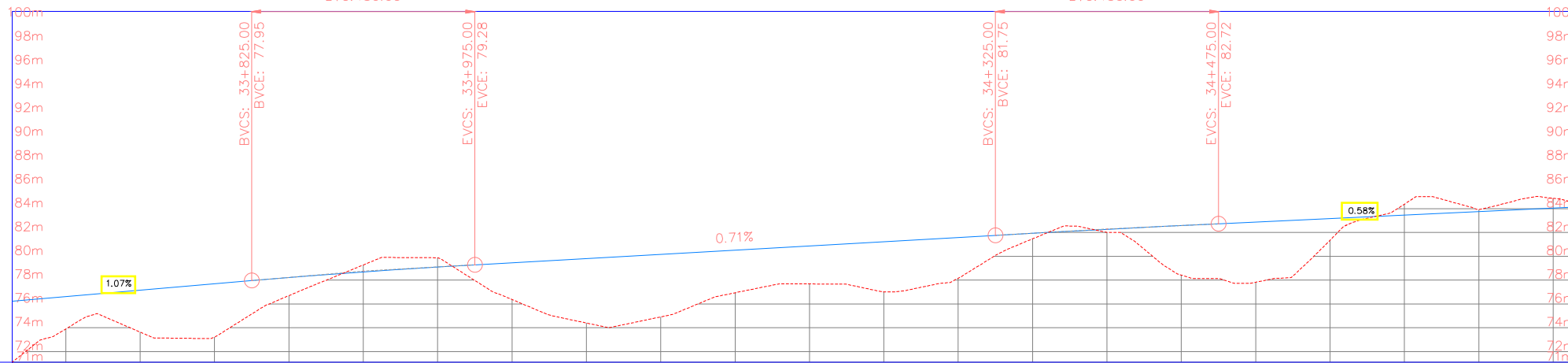
MATCH LINE - 32
 MATCH LINE - 33+664.00
 STATION NUMBER: ###

AT STATION - 33+664.00
PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

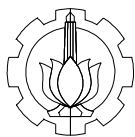


HIGH PT STA: 339+75.00
HIGH PT ELEV: 79.28
PVI STA: 33+900.00
PVI ELEV: 78.75
LVC: 150.00

HIGH PT STA: 344+75.00
HIGH PT ELEV: 82.72
PVI STA: 34+400.00
PVI ELEV: 82.29
LVC: 150.00

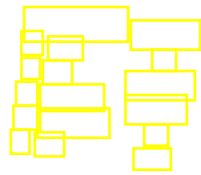


EXISTING ELEVATIONS	73.90	73.21	79.27	76.37	74.91	77.68	78.16	82.00	77.82	84.37	84.86
PROJECT ELEVATIONS	76.62	77.68	78.68	79.46	80.16	80.87	81.58	82.26	82.87	83.46	84.04
STATIONS	33+700	33+800	33+900	34+000	34+100	34+200	34+300	34+400	34+500	34+600	34+700



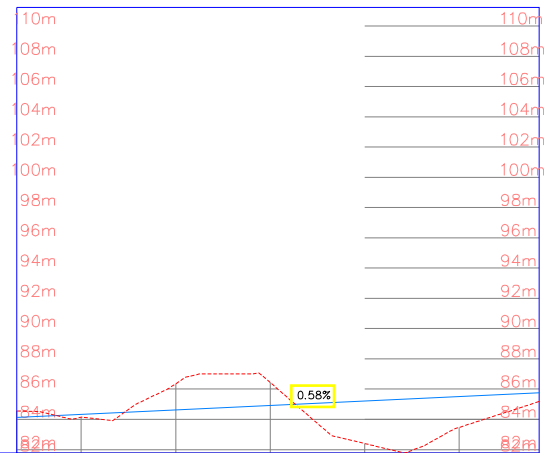
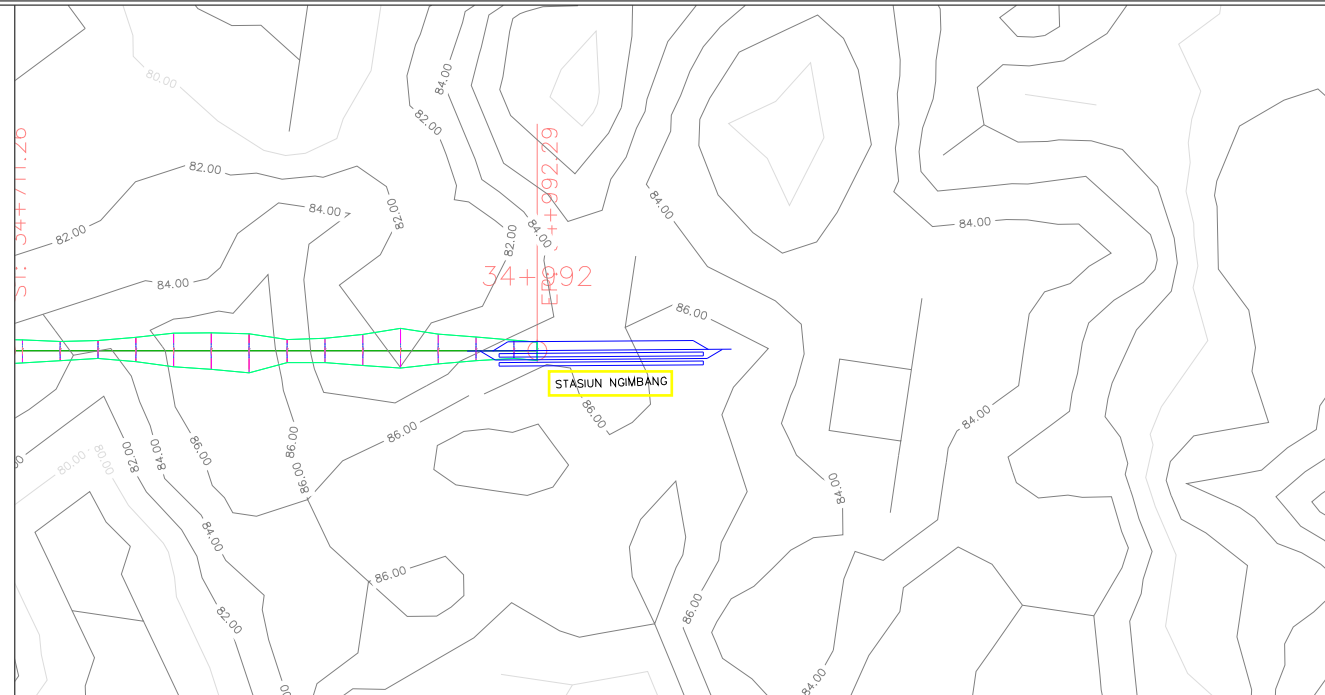
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 4000 Vertikal 1 : 500	PLAN AND PROFIL		PL	33 JML GBR 34

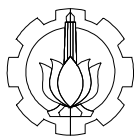


MATCH LINE - 33
 AT STATION - 34+716.00
 PREVIOUS SHEET NUMBER - ###

ST: 34+711.20



EXISTING ELEVATIONS	86.35	82.40
PROJECT ELEVATIONS	84.63	85.21
STATIONS	34+800	34+900



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

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
 DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
 JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING

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

NAMA MAHASISWA

Wahyu Subarianto
 NRP 0311150000003

SKALA

Horizontal 1 : 4000
 Vertikal 1 : 500

JUDUL GAMBAR

PLAN AND PROFIL

KETERANGAN

KODE GBR

PL

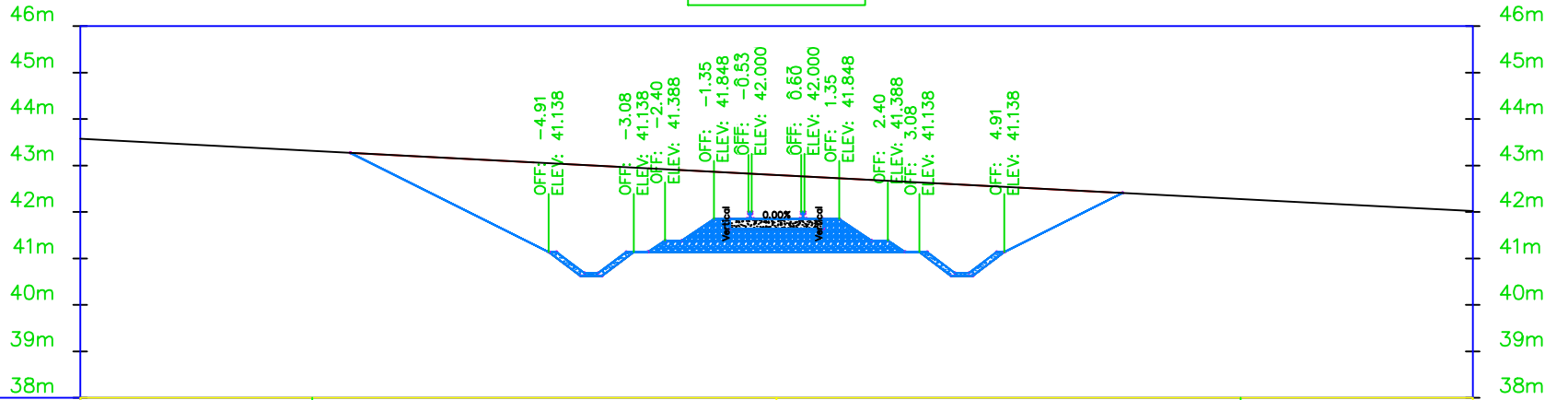
NO. GBR

34

JML GBR

34

0+000.00



EXISTING ELEVATIONS

43.32

42.80

42.28

PROJECT ELEVATIONS

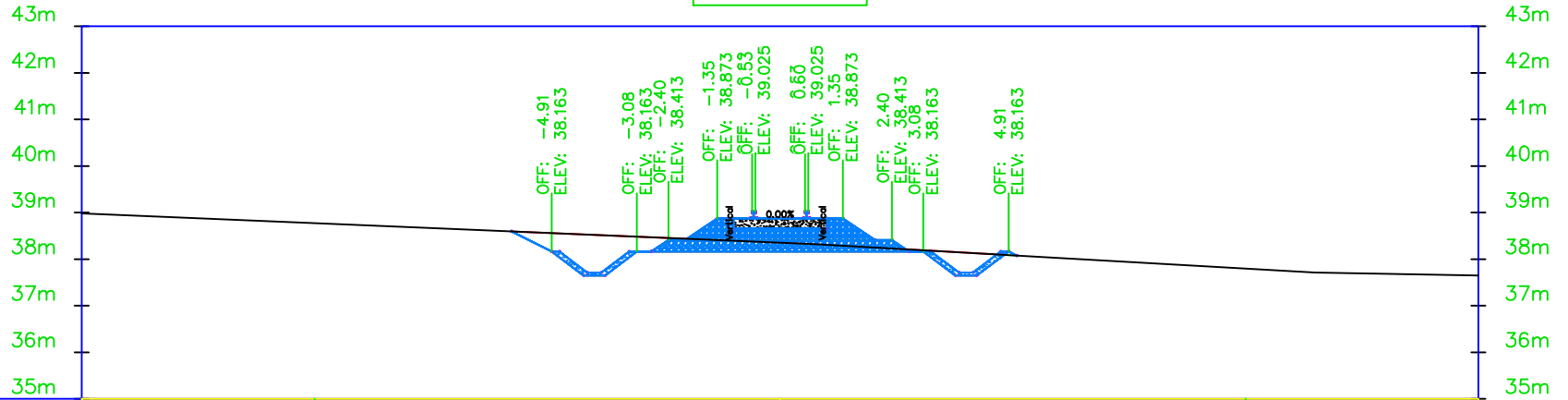
41.14



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 400	CROSS SECTION		CS	1
							JML GBR
							35

1+000.00

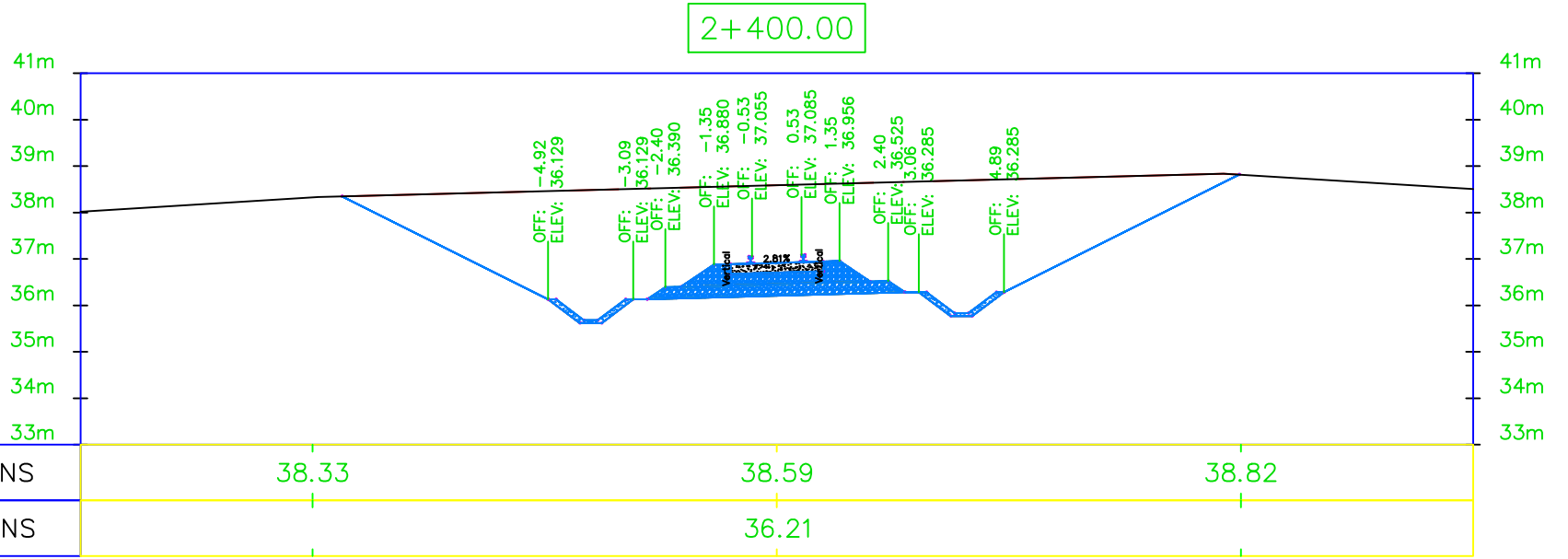


EXISTING ELEVATIONS	38.77	38.35	37.80
PROJECT ELEVATIONS		38.16	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 400 Vertikal 1 : 400	CROSS SECTION		CS	2
							JML GBR
							35



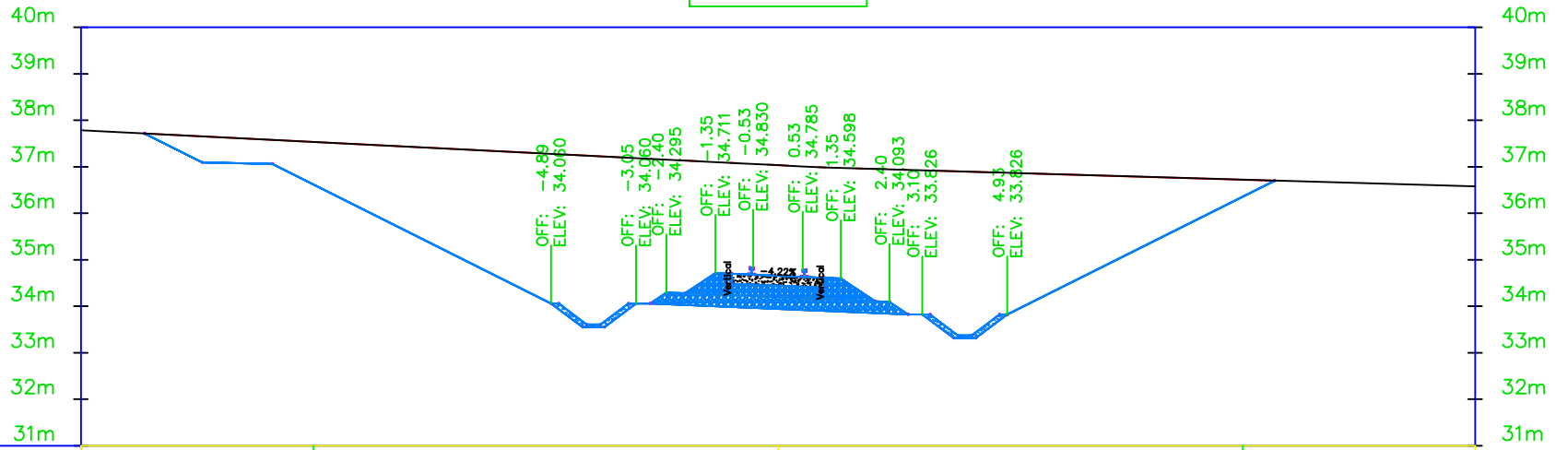
EXISTING ELEVATIONS	38.33	38.59	38.82
PROJECT ELEVATIONS	36.21	36.21	36.21



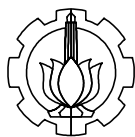
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	3
							JML GBR
							35

3+000.00



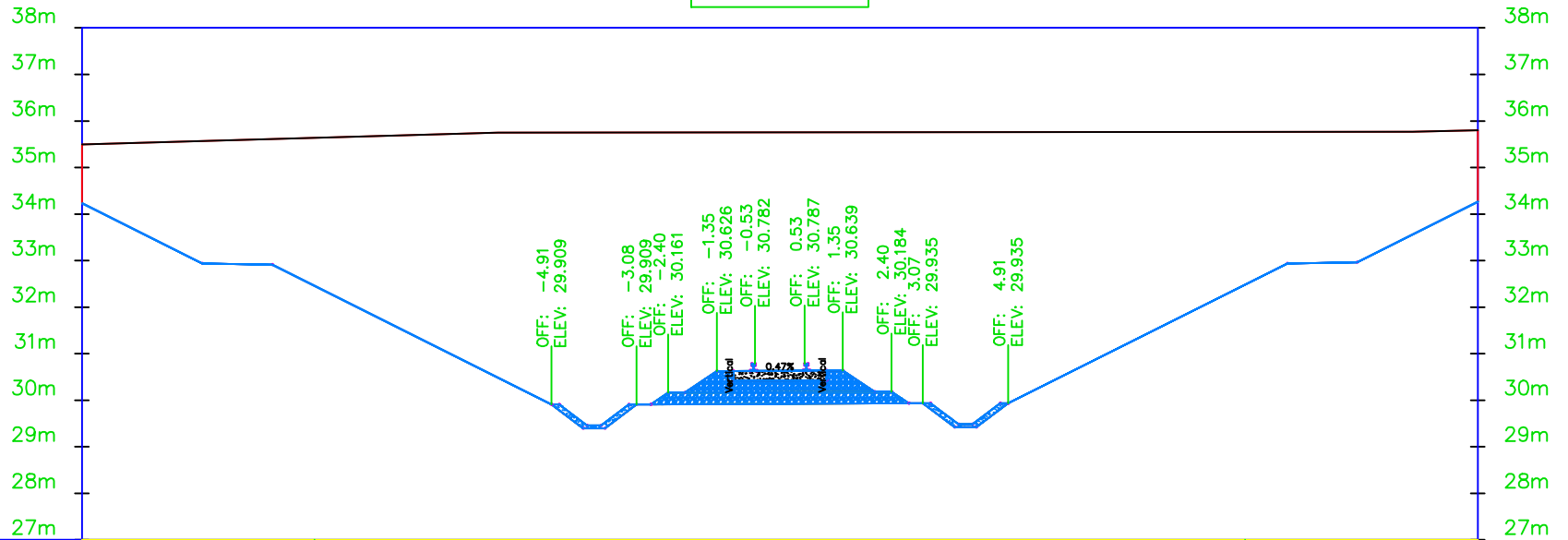
EXISTING ELEVATIONS	37.53	37.03	36.72
PROJECT ELEVATIONS	36.62	33.94	36.36



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	4
							JML GBR
							35

4+500.00



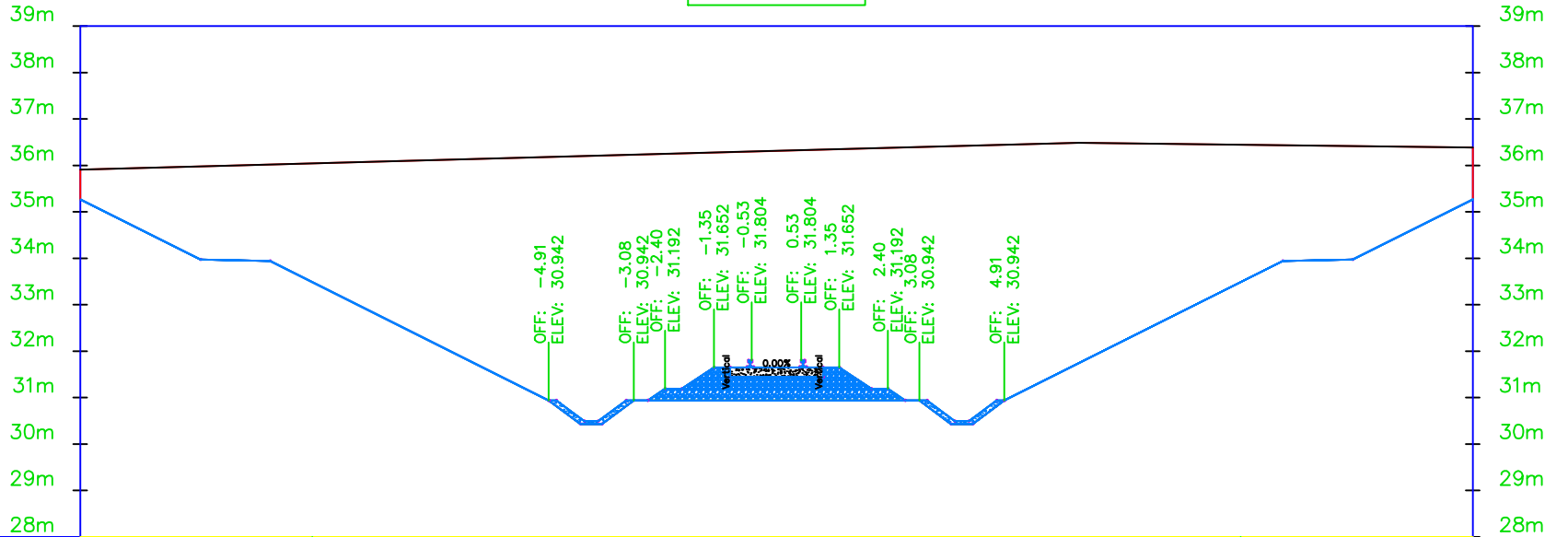
EXISTING ELEVATIONS	35.64	35.75	35.76
PROJECT ELEVATIONS	32.45	29.92	32.48



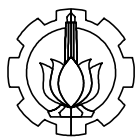
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	5
							JML GBR
							35

6+000.00



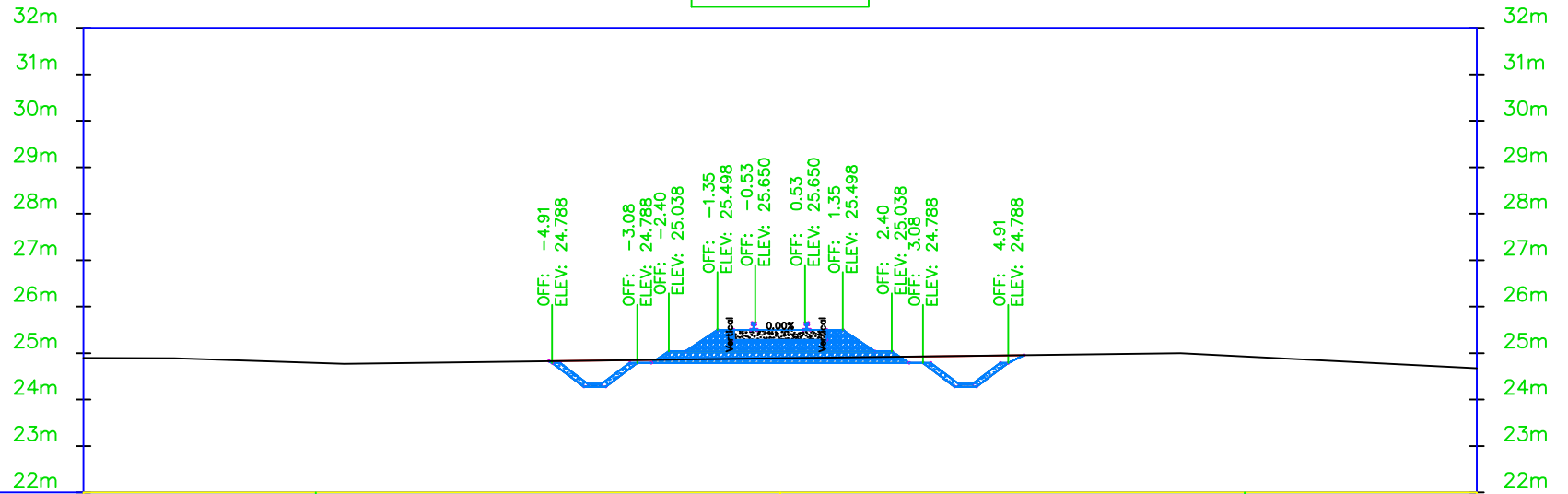
EXISTING ELEVATIONS	36.04	36.31	36.44
PROJECT ELEVATIONS	33.49	30.94	33.49



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	6
							JML GBR
							35

7+500.00



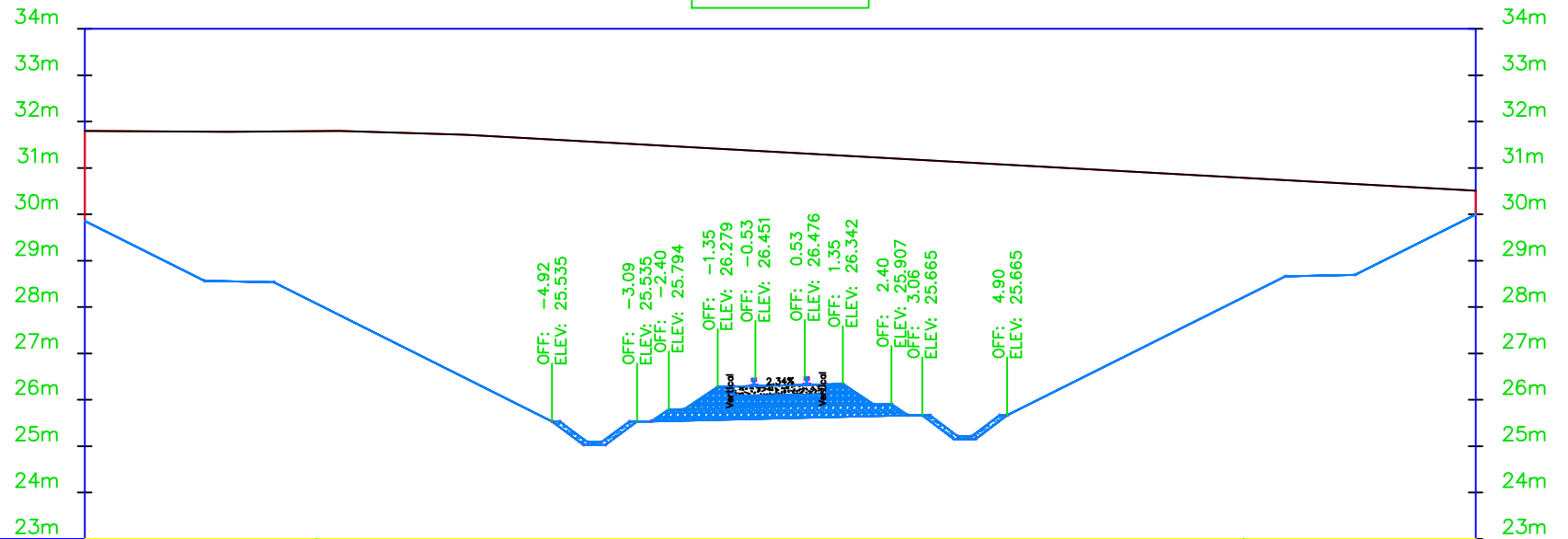
EXISTING ELEVATIONS	24.79	24.89	24.93
PROJECT ELEVATIONS	24.79	24.79	24.79



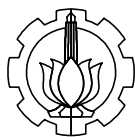
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	7
							JML GBR
							35

9+500.00



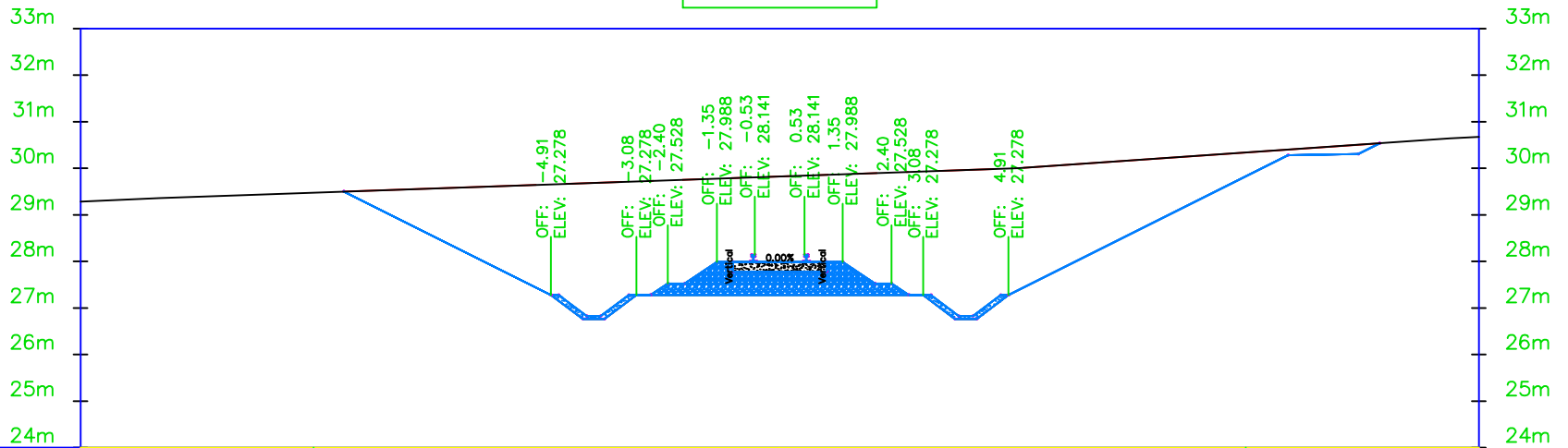
EXISTING ELEVATIONS	31.80	31.34	30.79
PROJECT ELEVATIONS	28.07	25.60	28.22



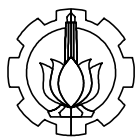
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	8
							JML GBR
							35

10+500.00

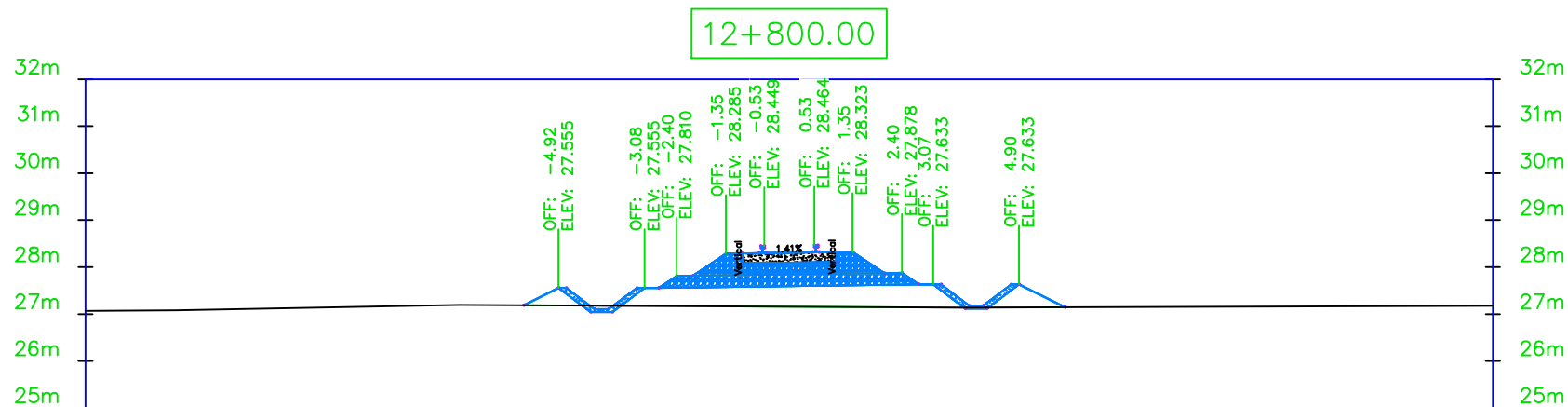


EXISTING ELEVATIONS	29.48	29.82	30.34
PROJECT ELEVATIONS		27.28	29.82



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	9
							JML GBR
							35



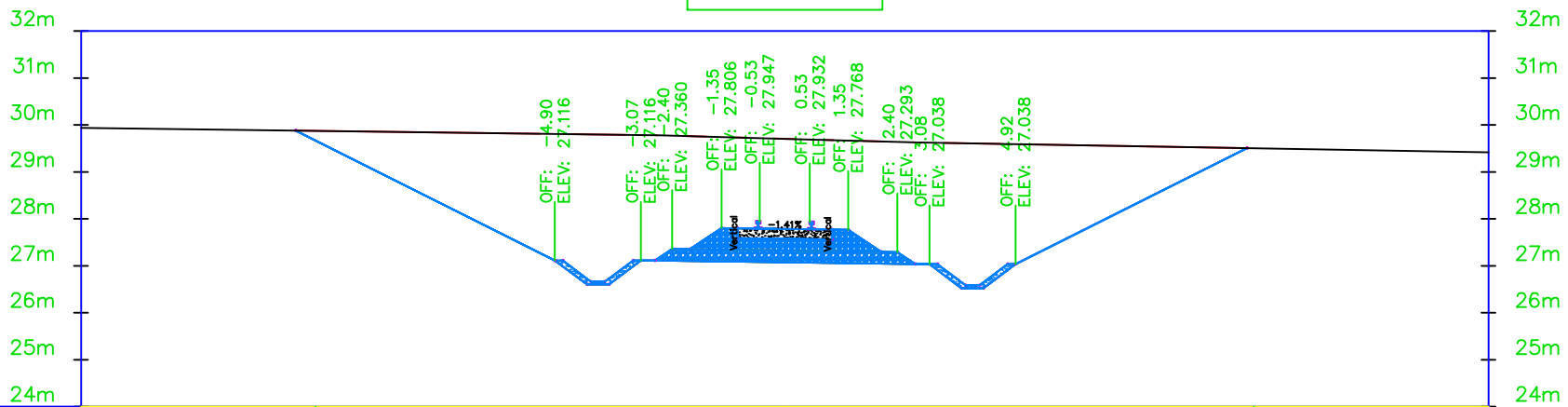
EXISTING ELEVATIONS	27.14	27.16	27.16
PROJECT ELEVATIONS		27.59	



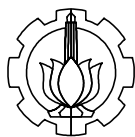
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	11
							JML GBR
							35

13+200.00

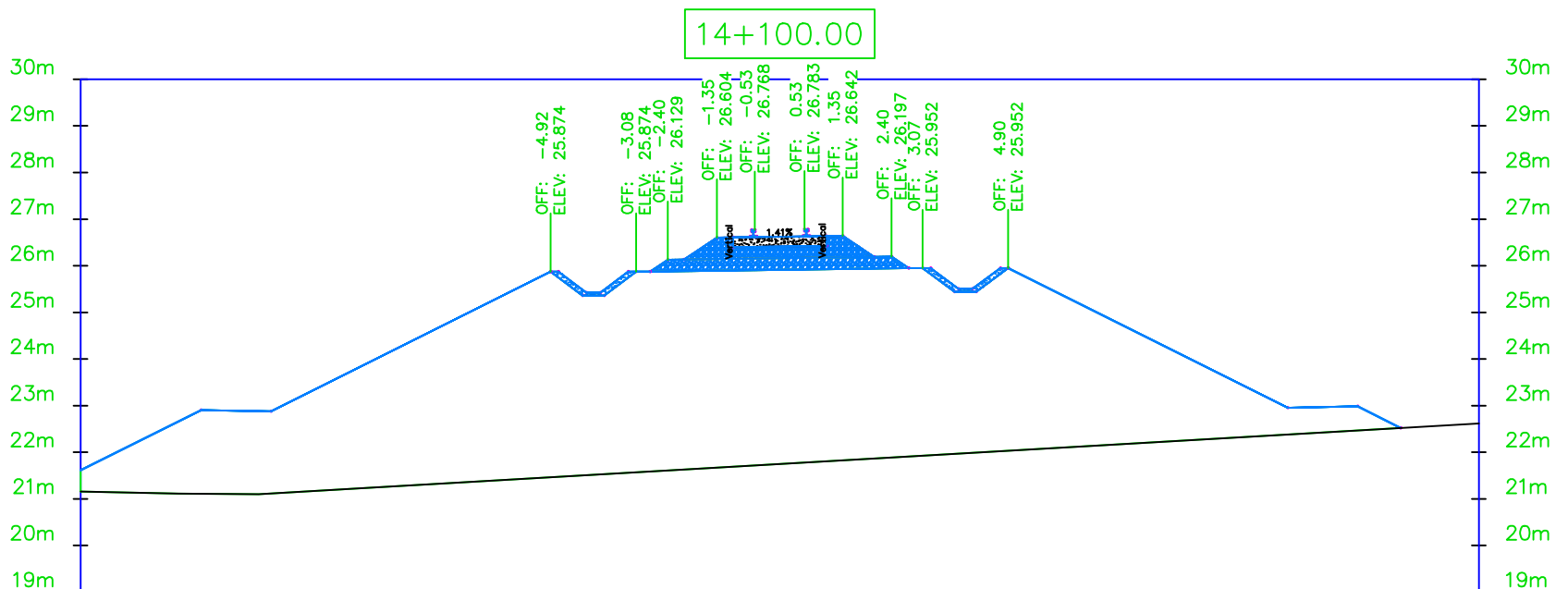


EXISTING ELEVATIONS	29.87	29.71	29.50
PROJECT ELEVATIONS	29.67	27.08	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	12
							JML GBR
							35



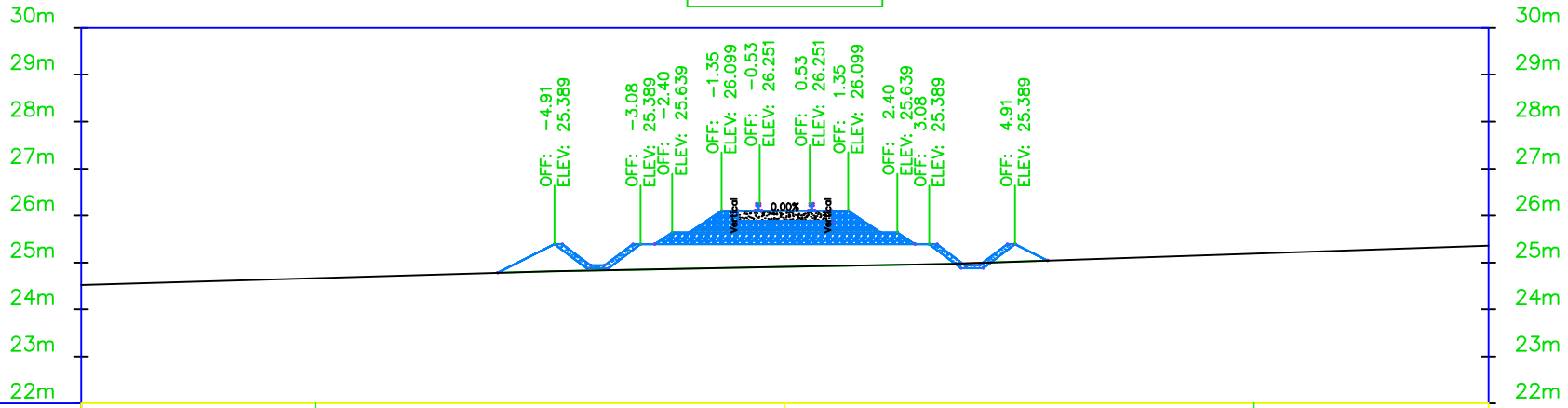
EXISTING ELEVATIONS	21.17	21.75	22.33
PROJECT ELEVATIONS	23.33	25.91	23.40



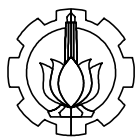
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT. NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT. NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	13
							JML GBR
							35

14+500.00



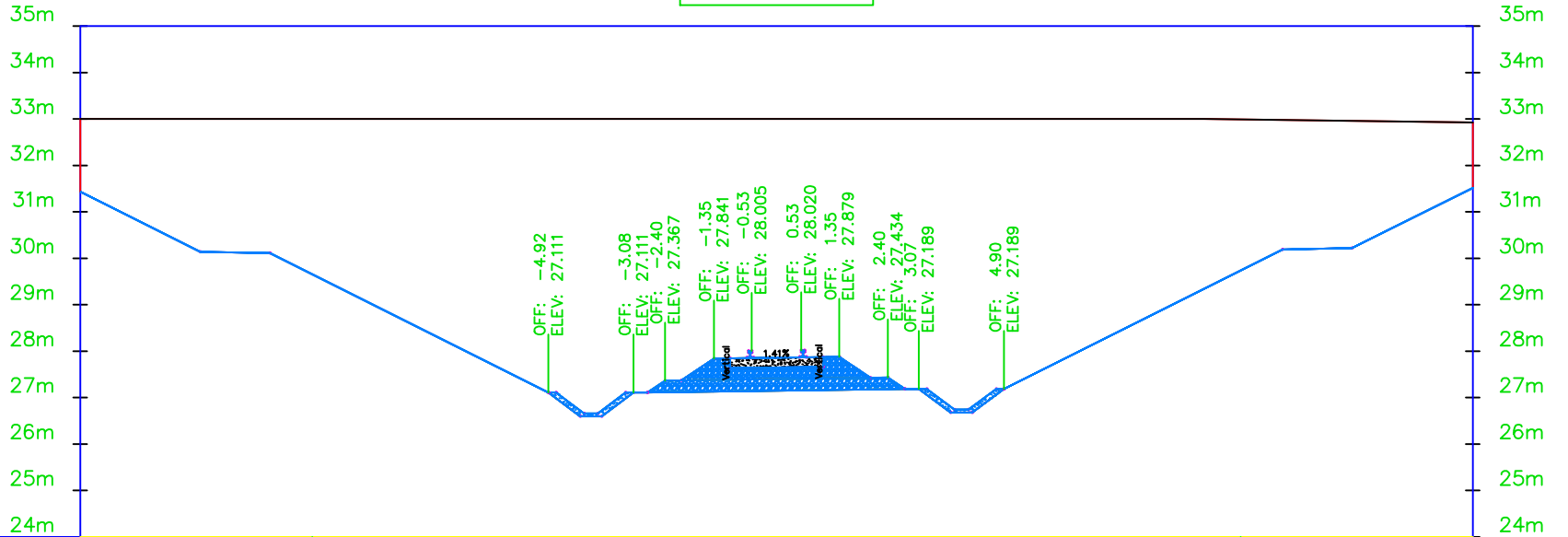
EXISTING ELEVATIONS	24.67	24.91	25.19
PROJECT ELEVATIONS		25.39	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	14 JML GBR 35

15+700.00



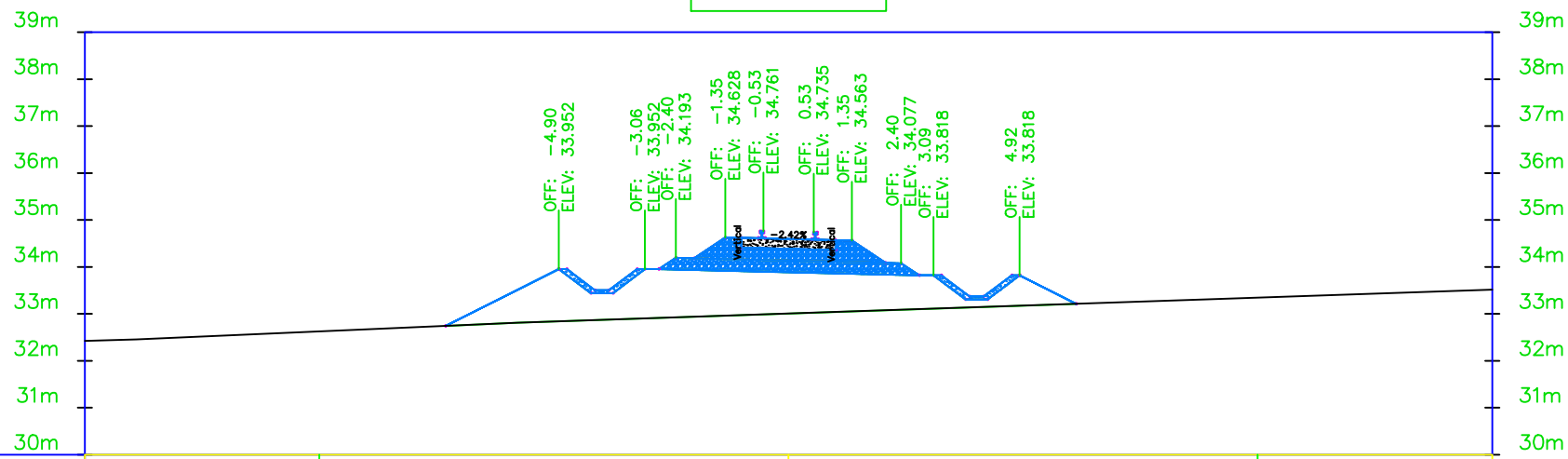
EXISTING ELEVATIONS	33.00	33.00	32.99
PROJECT ELEVATIONS	29.65	27.15	29.74



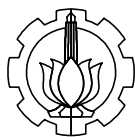
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	15
							JML GBR
							35

18+300.00



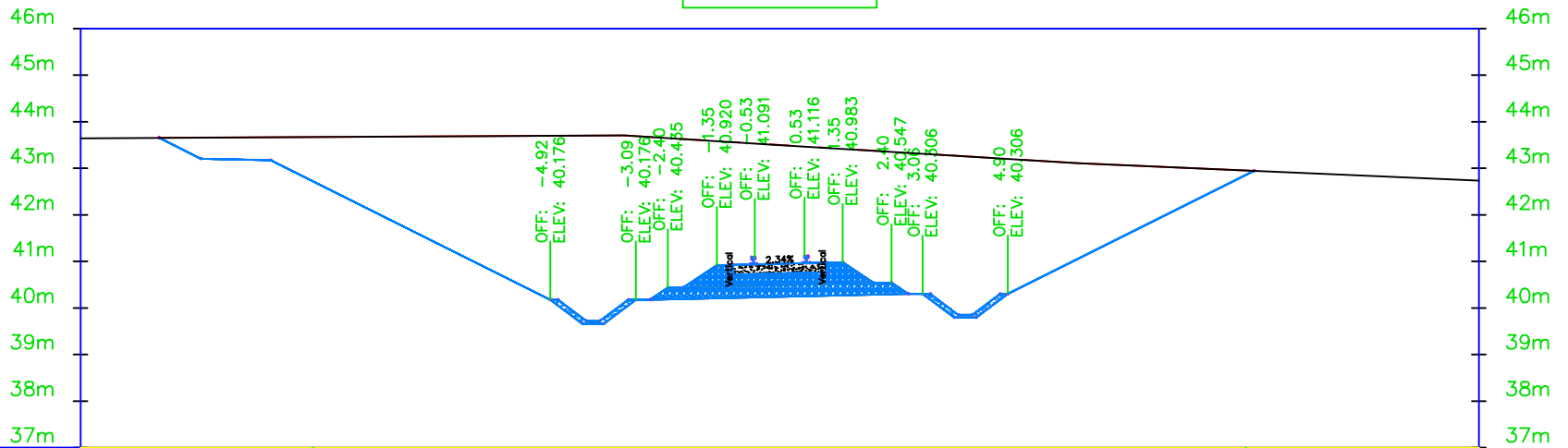
EXISTING ELEVATIONS	32.63	33.01	33.34
PROJECT ELEVATIONS		33.89	



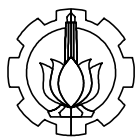
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	16
							JML GBR
							35

19+500.00



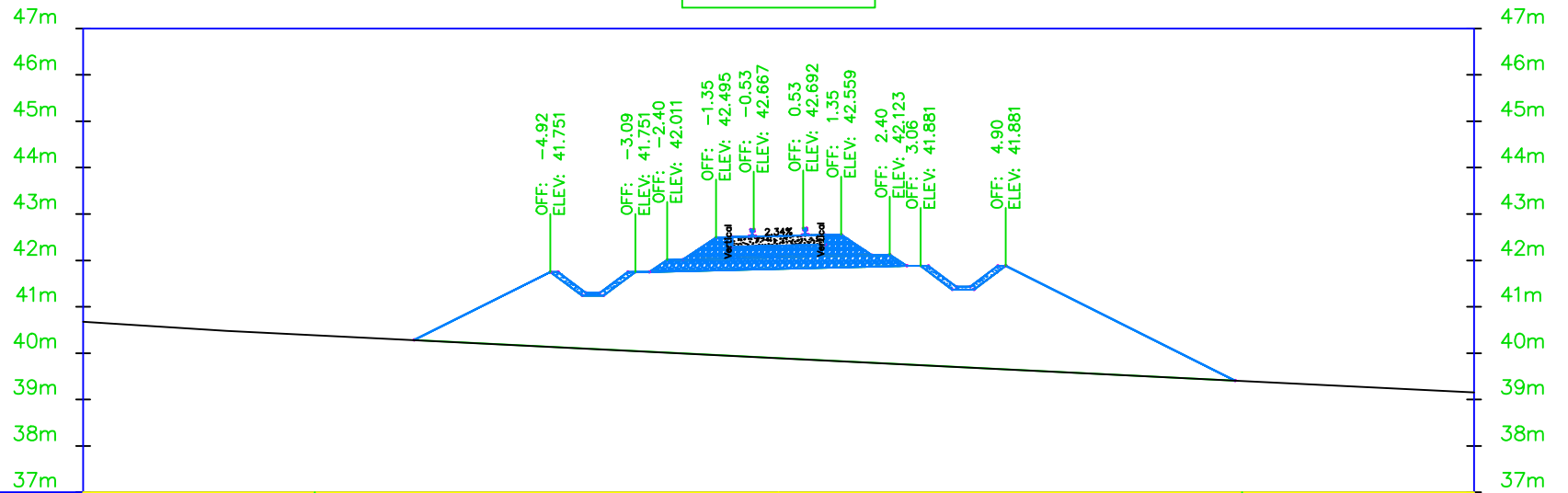
EXISTING ELEVATIONS	43.67	43.50	42.95
PROJECT ELEVATIONS	42.71	40.24	42.86



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	17
							JML GBR
							35

19+700.00



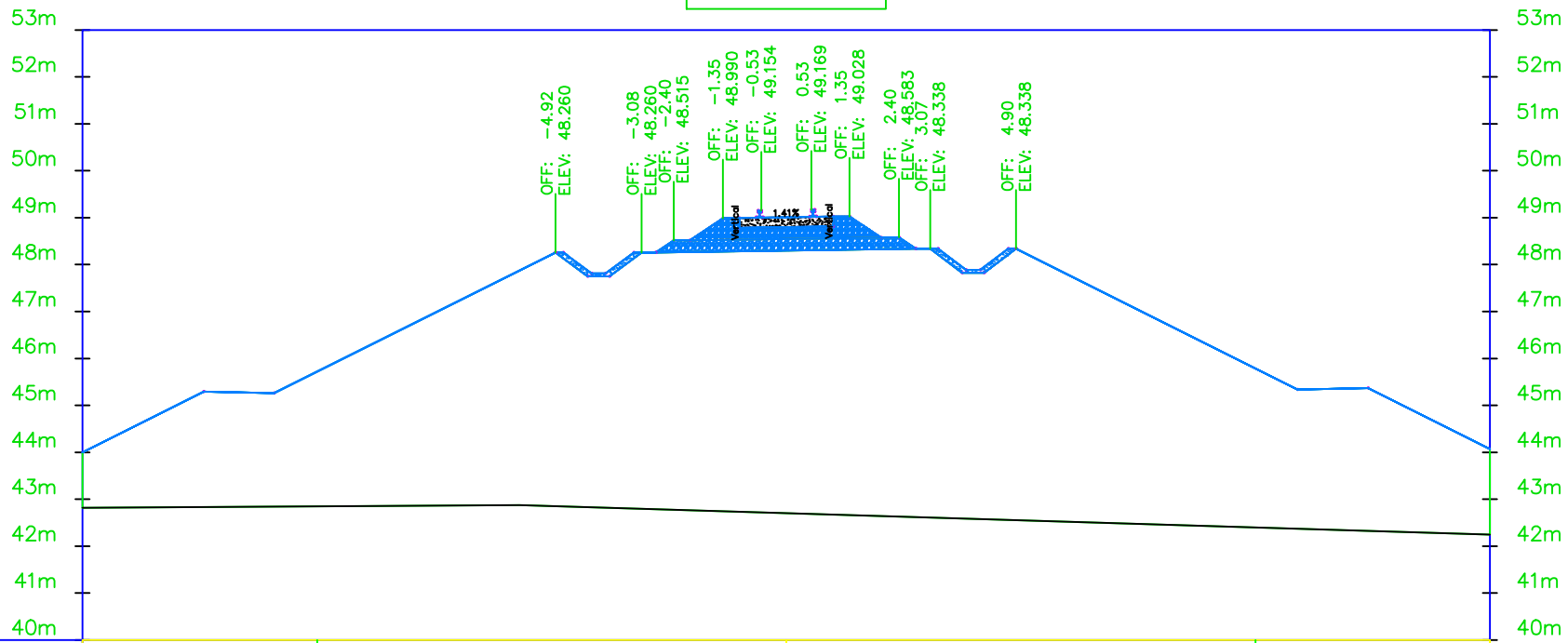
EXISTING ELEVATIONS	40.39	39.89	39.40
PROJECT ELEVATIONS		41.82	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	18 JML GBR 35

20+600.00



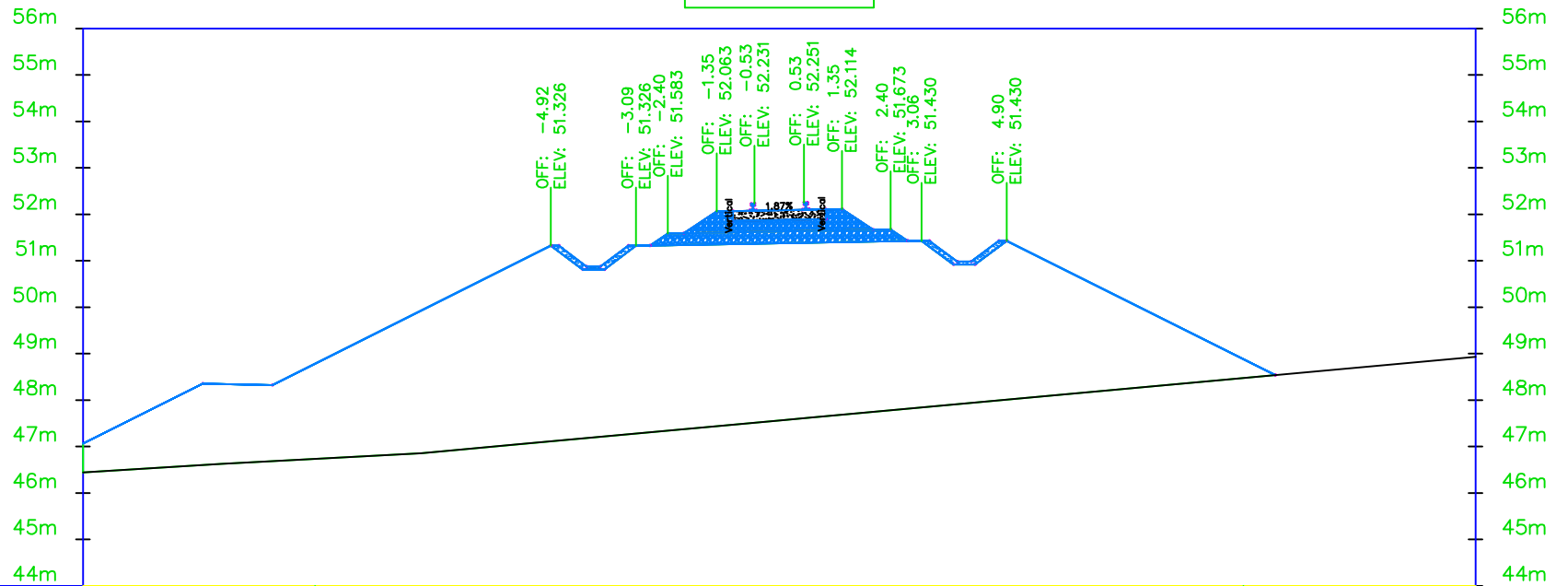
EXISTING ELEVATIONS	42.85	42.70	42.40
PROJECT ELEVATIONS	45.72	48.30	45.79



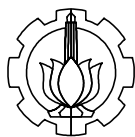
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	19
							JML GBR
							35

21+100.00



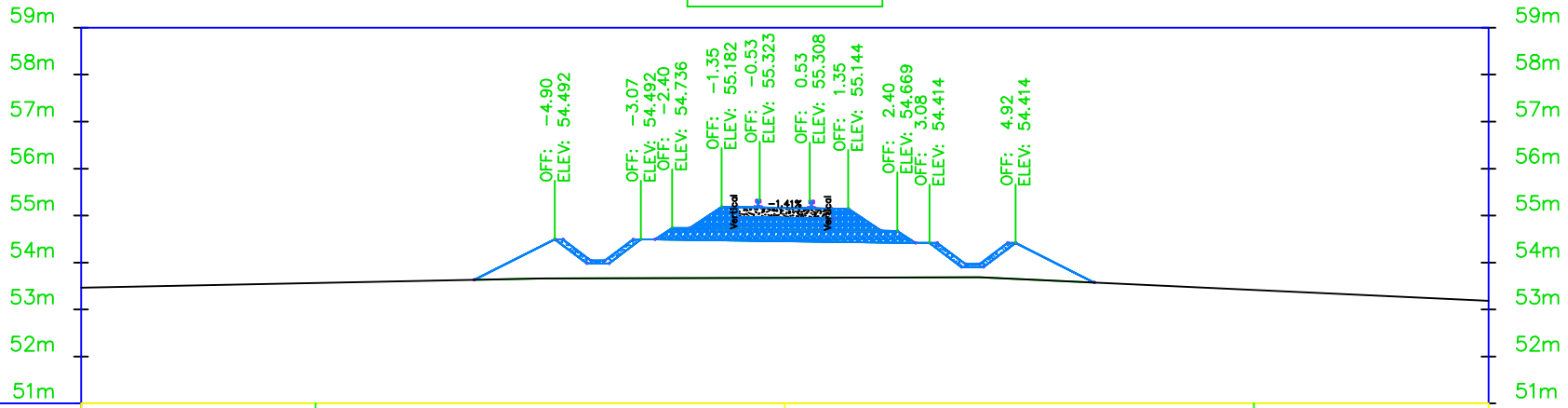
EXISTING ELEVATIONS	46.74	47.56	48.47
PROJECT ELEVATIONS	48.79	51.38	48.88



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	20
							JML GBR
							35

21+600.00



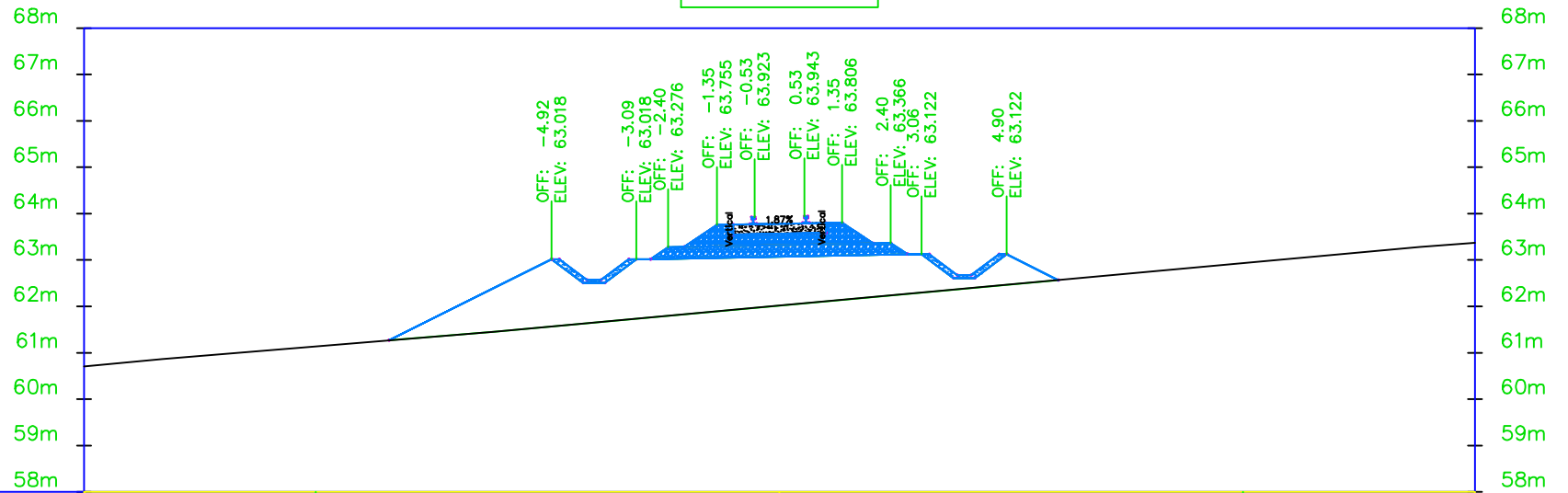
EXISTING ELEVATIONS	53.56	53.67	53.42
PROJECT ELEVATIONS	54.45		



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	21
							JML GBR
							35

23+000.00



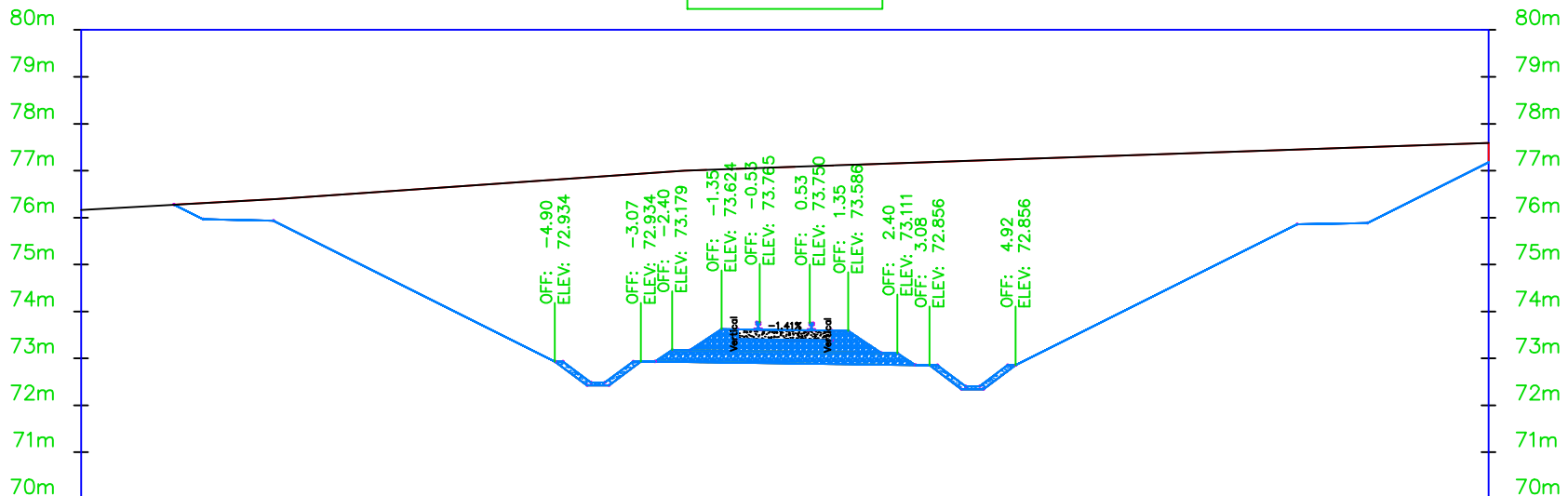
EXISTING ELEVATIONS	61.14	62.02	62.93
PROJECT ELEVATIONS		63.07	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	22
							JML GBR
							35

24+100.00



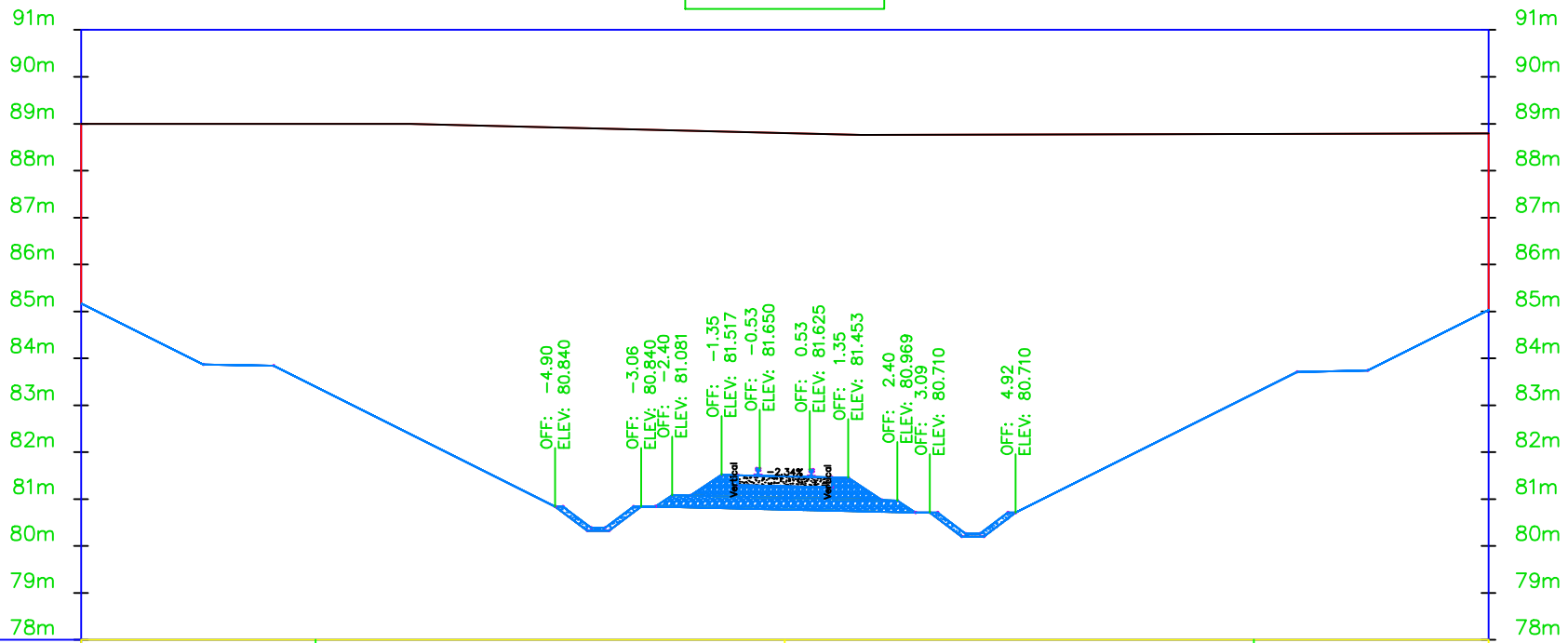
EXISTING ELEVATIONS	76.45	77.07	77.42
PROJECT ELEVATIONS	75.48	72.90	75.40



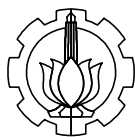
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	23
							JML GBR
							35

24+800.00



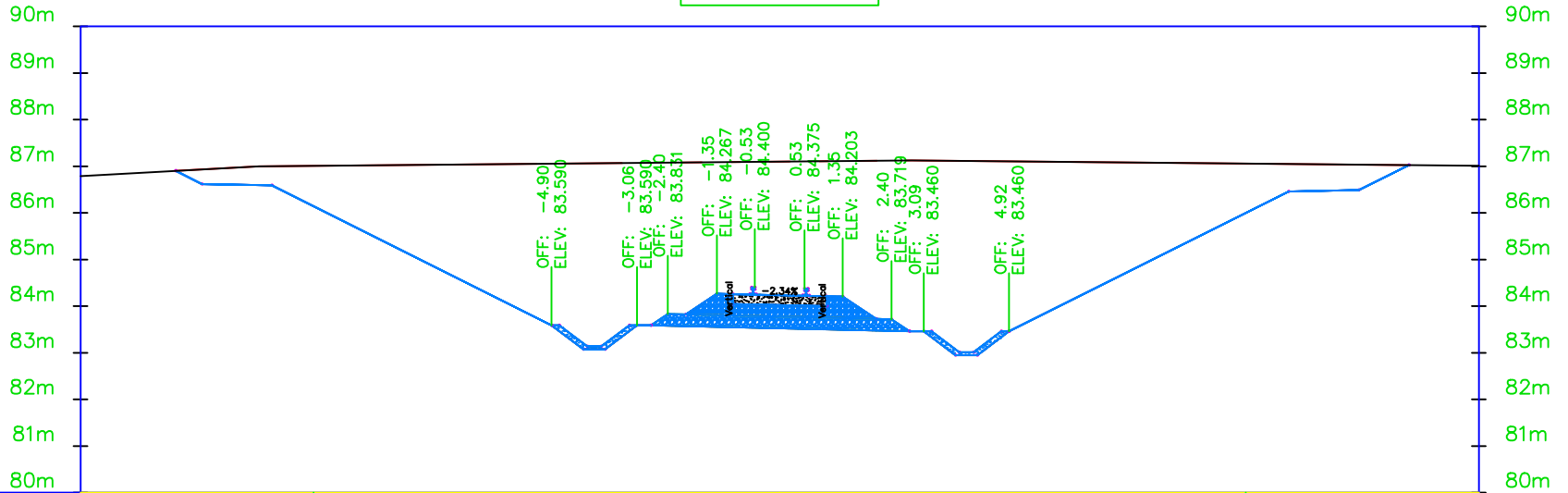
EXISTING ELEVATIONS	89.00	88.80	88.78
PROJECT ELEVATIONS	83.39	80.77	83.25



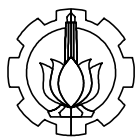
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	24
							JML GBR
							35

25+300.00



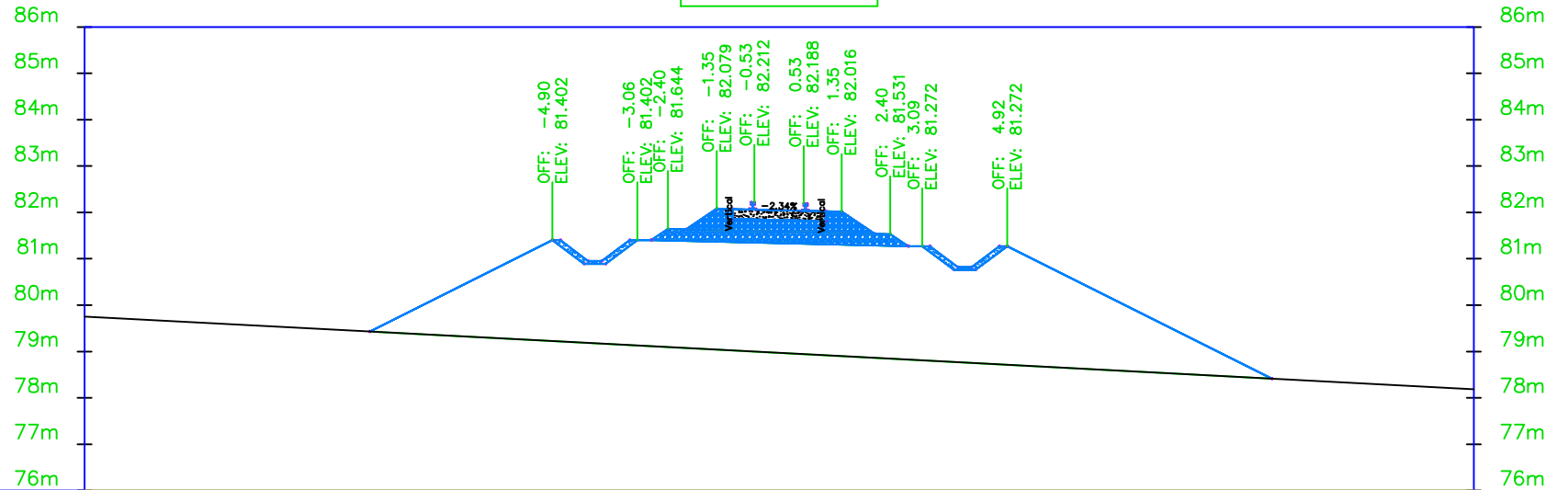
EXISTING ELEVATIONS	87.01	87.10	87.06
PROJECT ELEVATIONS	86.14	83.52	86.00



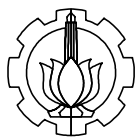
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	25
							JML GBR
							35

26+000.00



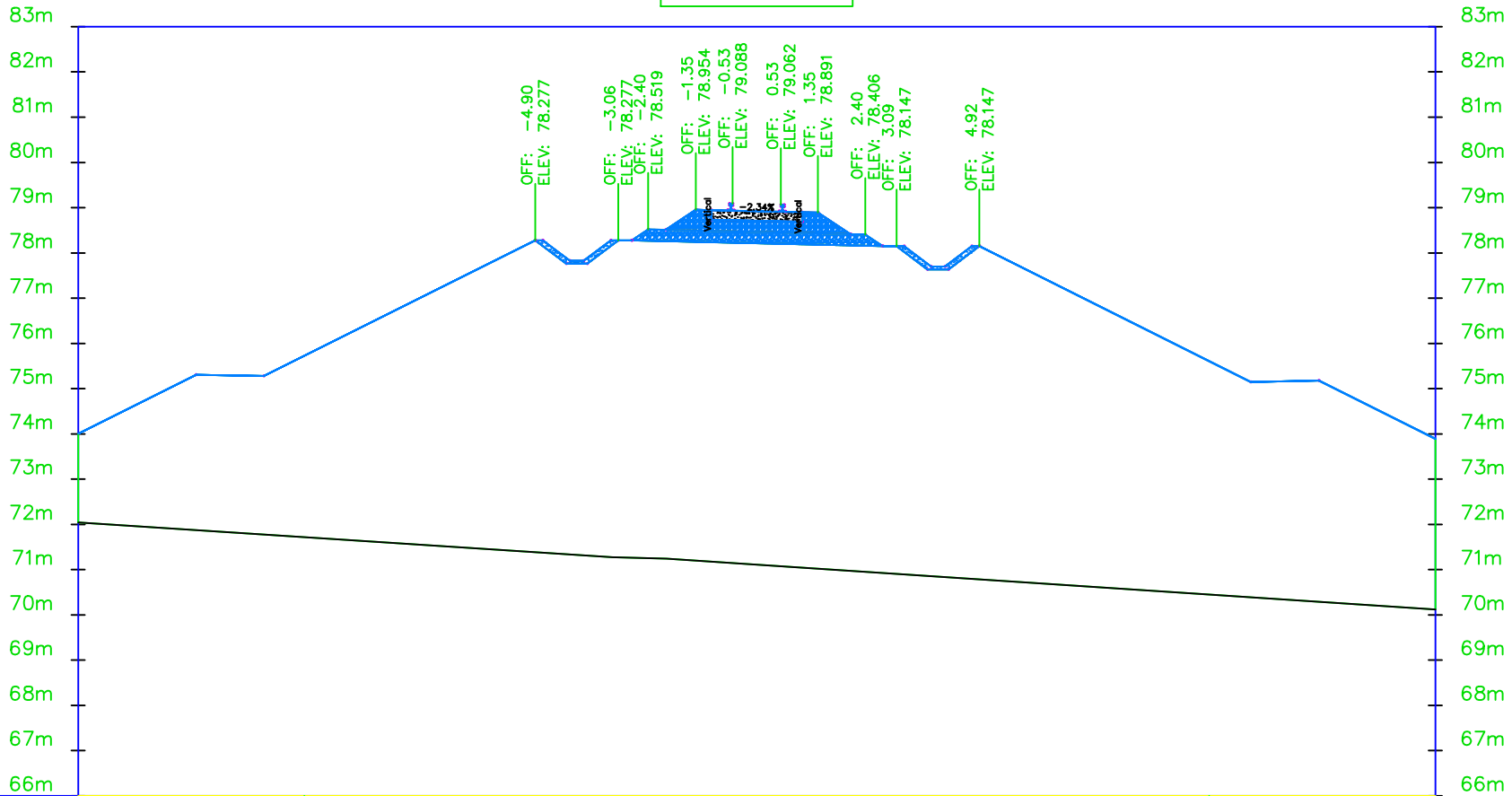
EXISTING ELEVATIONS	79.49	78.97	78.45
PROJECT ELEVATIONS		81.34	78.73



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	26
							JML GBR
							35

27+000.00



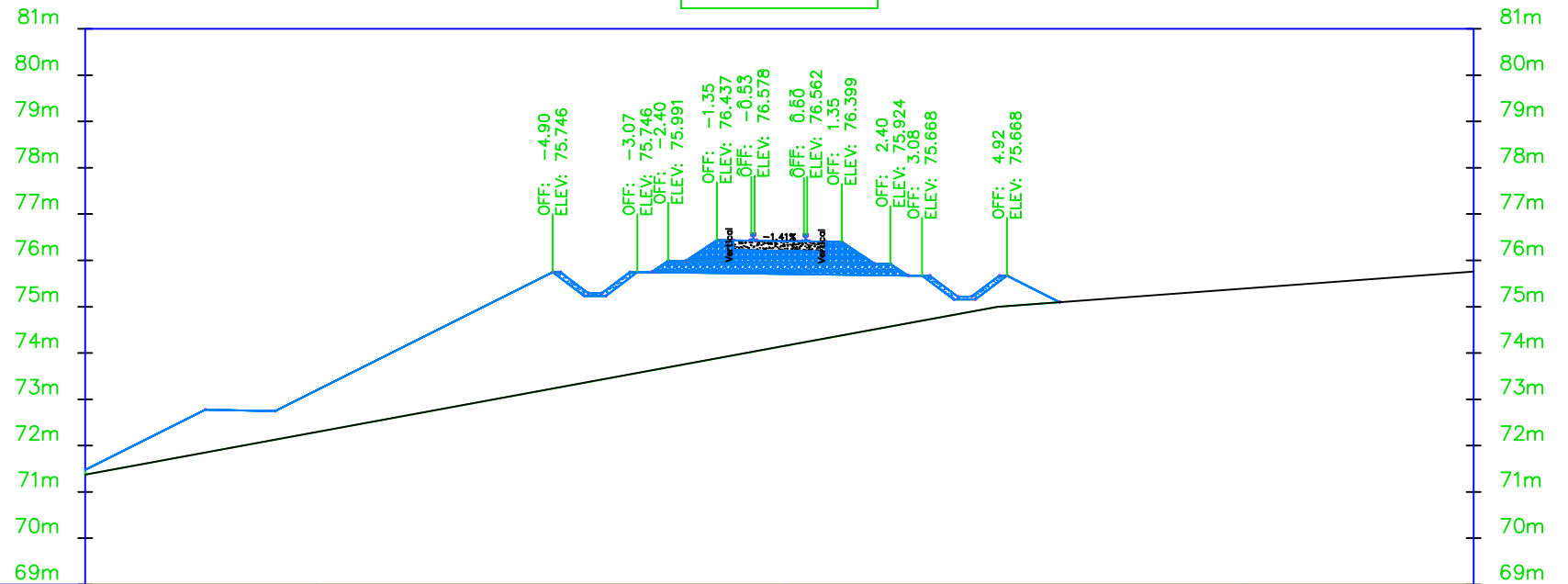
EXISTING ELEVATIONS	71.72	71.11	70.45
PROJECT ELEVATIONS	75.72	78.21	75.61



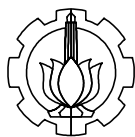
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	27
							JML GBR
							35

27+800.00



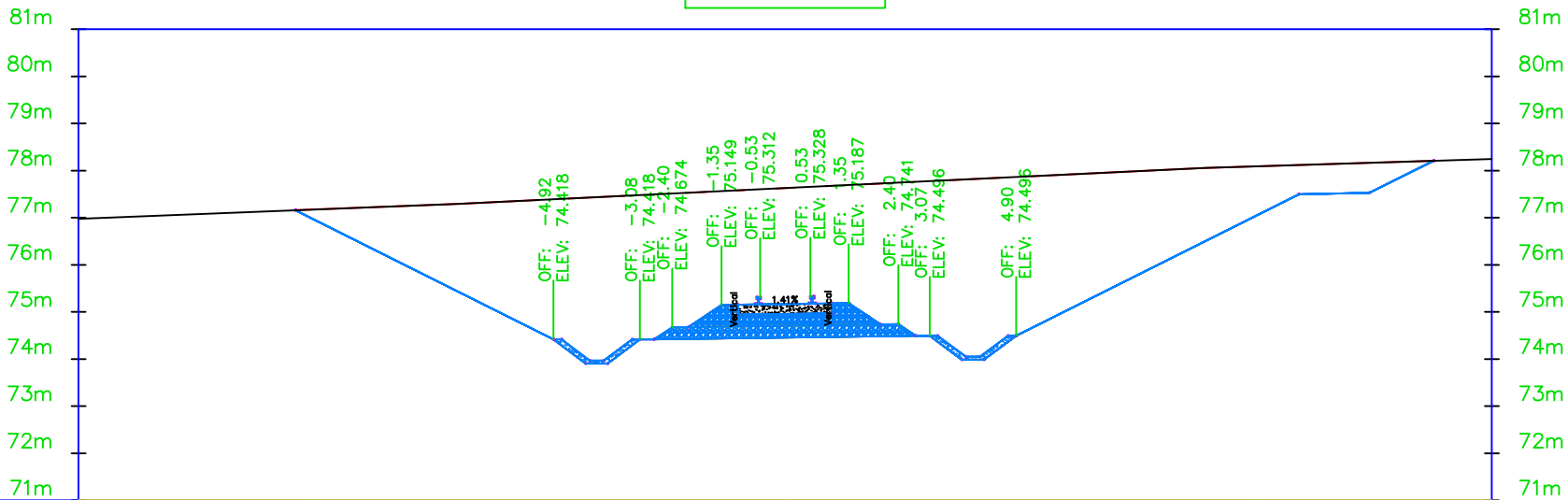
EXISTING ELEVATIONS	72.29	74.13	75.39
PROJECT ELEVATIONS	73.20	75.71	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	28
							JML GBR
							35

28+200.00



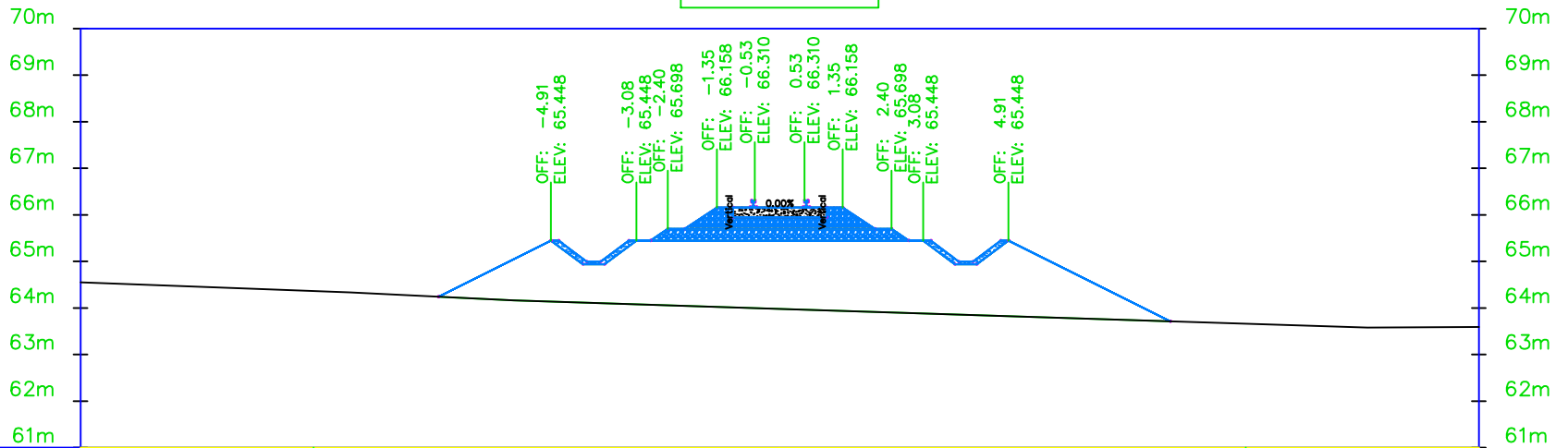
EXISTING ELEVATIONS	77.17	77.63	78.09
PROJECT ELEVATIONS	76.96	74.46	77.05



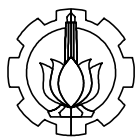
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	29
							JML GBR
							35

29+000.00



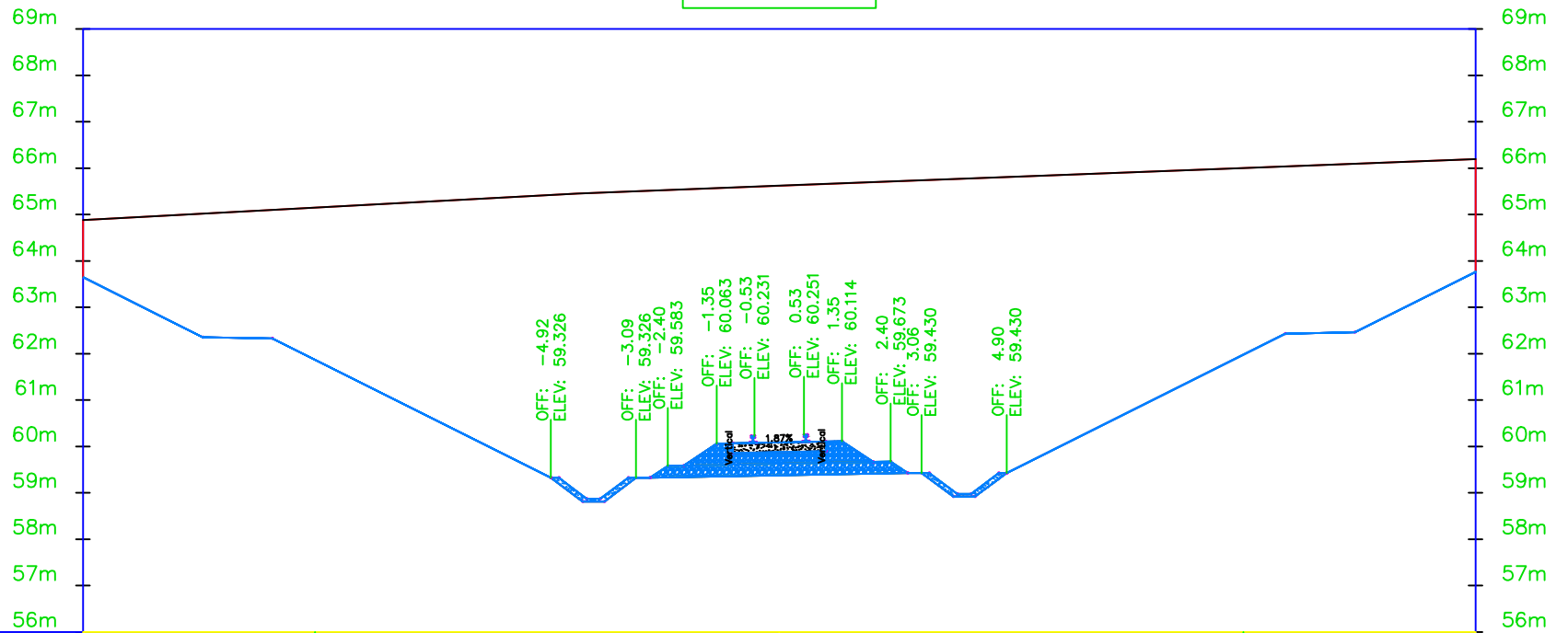
EXISTING ELEVATIONS	64.36	63.98	63.66
PROJECT ELEVATIONS		65.45	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	30
							JML GBR
							35

30+100.00



EXISTING ELEVATIONS

65.15

65.62

66.00

PROJECT ELEVATIONS

61.87

59.38

61.98



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

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG
DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI
JALAN REL JOMBANG - BABAT

DOSEN PEMBIMBING

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

NAMA MAHASISWA

Wahyu Subarianto
NRP 031115000003

SKALA

Horizontal 1 : 150
Vertikal 1 : 150

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION

KETERANGAN

KODE GBR

CS

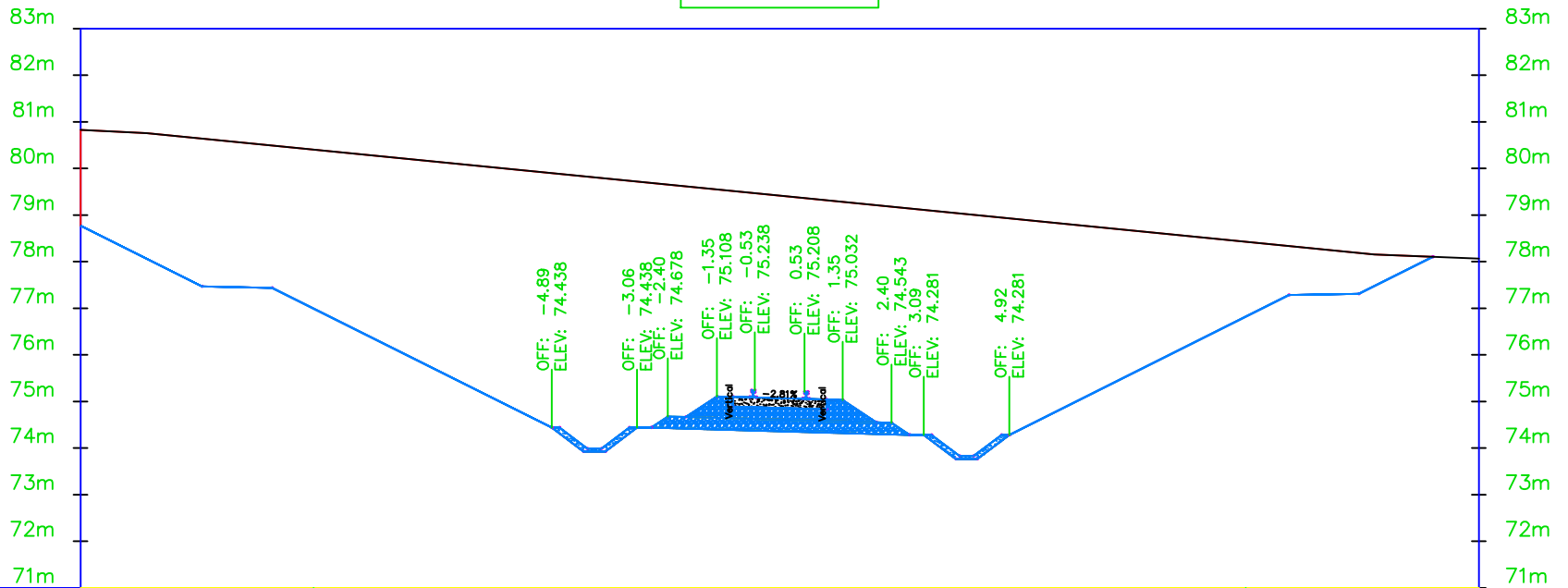
NO. GBR

31

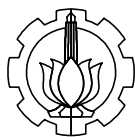
JML GBR

35

32+400.00



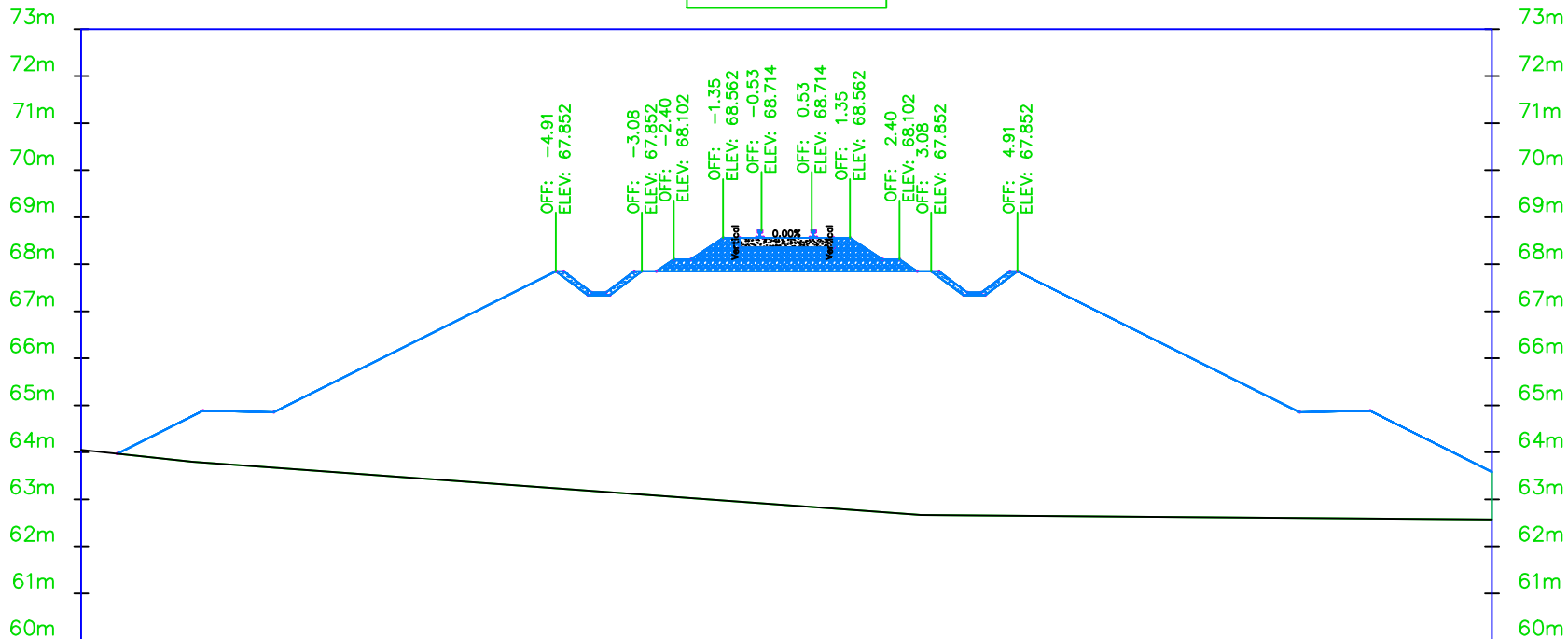
EXISTING ELEVATIONS	80.40	79.41	78.43
PROJECT ELEVATIONS	76.99	74.36	76.82



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	32
							JML GBR
							35

33+000.00



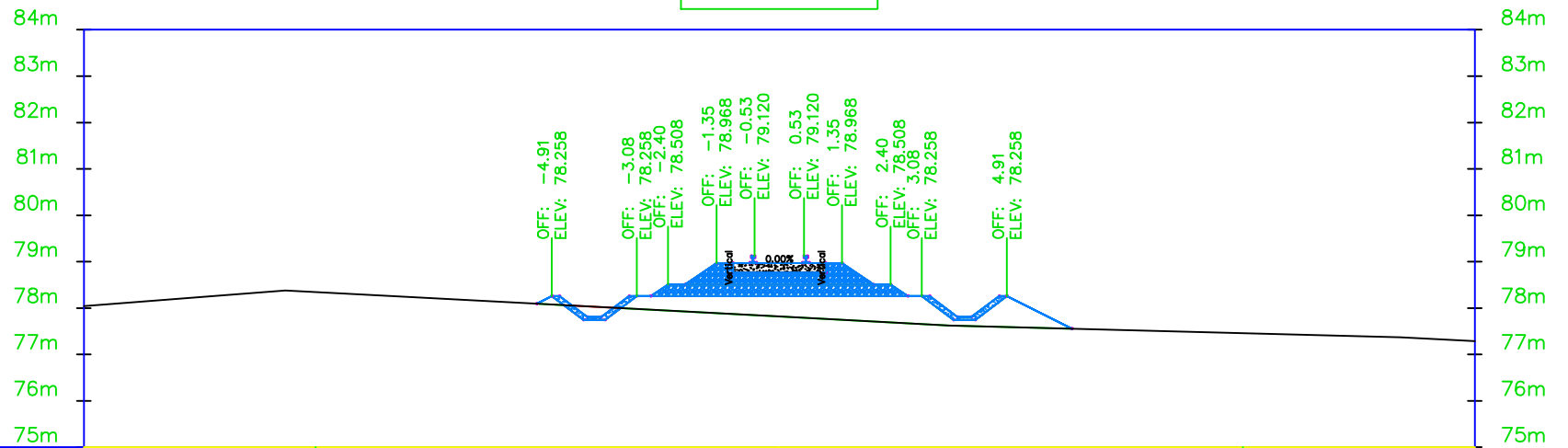
EXISTING ELEVATIONS	63.61	62.88	62.61
PROJECT ELEVATIONS	65.31	67.85	65.31



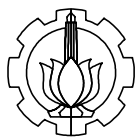
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
 FACULTY OF CIVIL ENVIRONMENTAL AND
 GEO ENGINEERING
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
 TECHNOLOGY

JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	SKALA	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	KODE GBR	NO. GBR
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	33
							JML GBR
							35

34+500.00



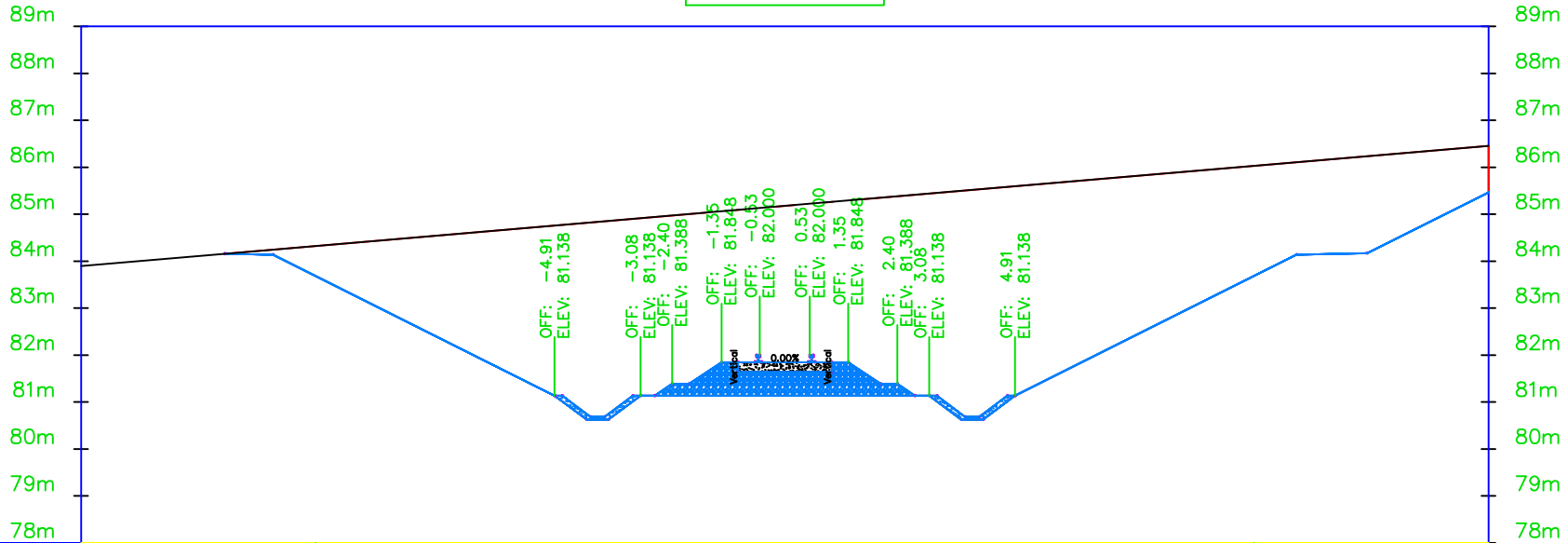
EXISTING ELEVATIONS	78.35	77.82	77.46
PROJECT ELEVATIONS		78.26	



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 031115000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	34
							JML GBR
							35

34+992.29

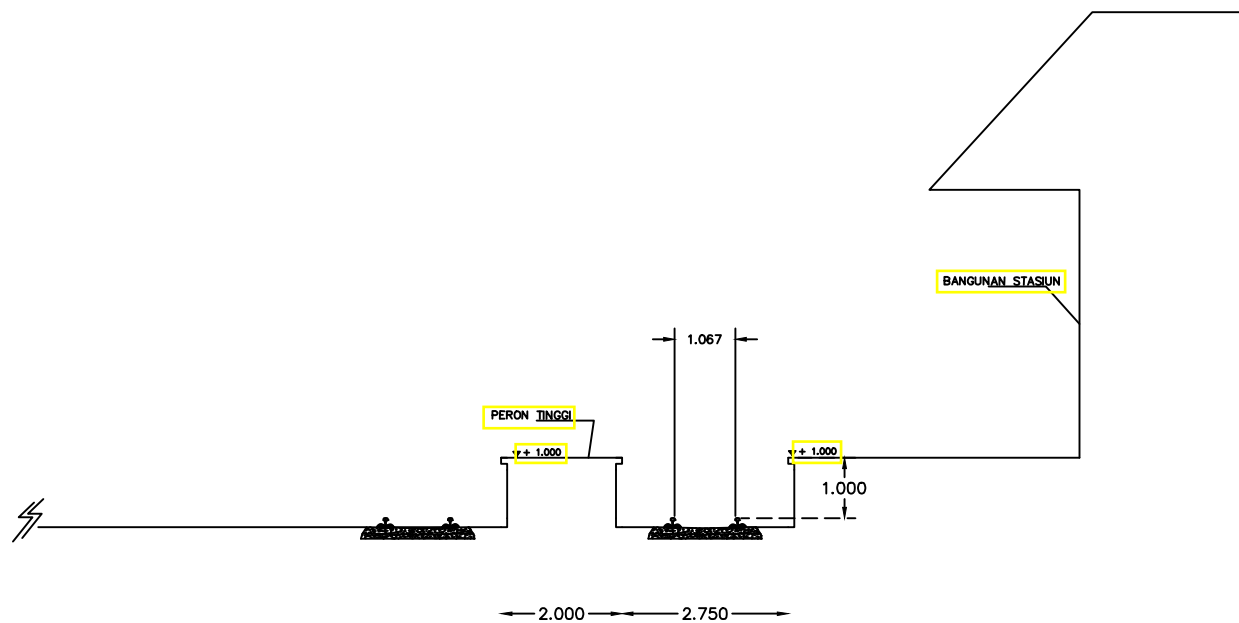
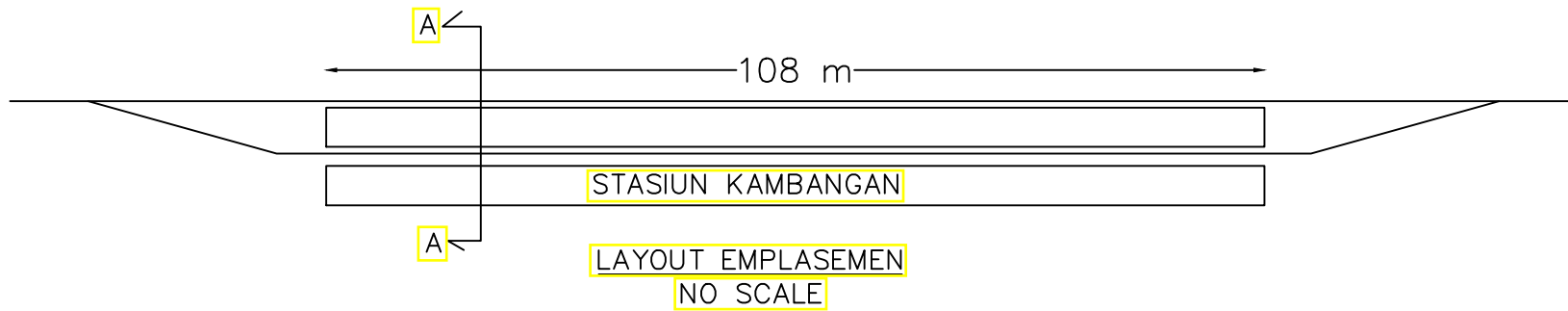


EXISTING ELEVATIONS	84.32	85.18	86.03
PROJECT ELEVATIONS	83.68	81.14	83.68



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
PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	<u>Ir. Wahyu Herijanto, MT.</u> NIP. 196209061989031012 <u>Budi Rahardjo, ST., MT.</u> NIP. 197001152003121001	<u>Wahyu Subarianto</u> NRP 0311150000003	Horizontal 1 : 150 Vertikal 1 : 150	CROSS SECTION		CS	35
							JML GBR
							35



POTONGAN A-A (MELINTANG LAYOUT EMPLASEMEN)
SKALA 1 : 125

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
	PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT	Ir. Wahyu Herijanto, MT, NIP. 196209061989031012 Budi Rahardjo, ST., MT, NIP. 197001152003121001	Wahyu Subarianto NRP 0311150000003	1 : 125	TRACK LAYOUT STASIUN		TL	5
								JML GBR
6								



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 Sukulilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. WAHYU HERIJANTO, MT.
NAMA MAHASISWA	: WAHYU SUBARIANTO
NRP	: 0311154000003
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BARAT
TANGGAL PROPOSAL	: 4 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14644 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	1 April 2019	- PENGUMPULAN DATA / SURVEY - Analisa pemilihan moda LRT	- Analisa hasil survei - Lengkapi data teknis LRT	
2	25 April 2019	- Analisa hasil survei dan solusi	- Perbaiki dan diberi solusi pada trase yang dibuat - Dimensi rel - Perencanaan halte dan stasiun	
3	2 Mei 2019	- Perencanaan halte dan stasiun - Perhitungan Dimensi Rel	- Horizontal & vertikal - Emplasmen stasiun & halte	
4	23 Mei 2019	- Alinyemen Horizontal & vertikal - Emplasment stasiun & halte	- Cek Horizontal & Autocad - Cek Vertikal & Autocad	
5	24 Mei 2019	- Cek Horizontal & Autocad - Cek Vertikal & Autocad	- Cek semua laporan - Cek semua gambar	
6.		- Cek laporan + gambar		



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



NAMA PEMBIMBING	: BUDI RAHARDJO, ST. MT.
NAMA MAHASISWA	: WAHYU SUBARIANTO
NRP	: 03111540000003
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN JALAN REL JOMBANG - NGIMBANG DENGAN MODA LRT SEBAGAI BAGIAN REAKTIVASI JALAN REL JOMBANG - BABAT
TANGGAL PROPOSAL	: 4 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14644 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	9 Mei 2019	<ul style="list-style-type: none"> - PENGUMPULAN DATA / SURVEY - Analisa pemilihan mata yang digunakan - Analisa hasil survei trase dan solusi - Rencana Dimensi Rel 	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki dan beri solusi pada trase yang dibuat - Hitung dimensi Rel yang sesuai dengan kebutuhan - Lengkapi data mata LRT yang digunakan 	
2	21 Mei 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Alinyemen horizontal - Dimensi jalan rel - Bentalan 	<ul style="list-style-type: none"> - Emplasemen stasiun & halte - Alinyemen vertikal 	
3	23 Mei 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Alinyemen vertikal - Konstruksi Jalan Rel 	<ul style="list-style-type: none"> - Cek laporan & gambar 	
4	27 Mei 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Cek laporan & gambar 	<ul style="list-style-type: none"> - Cek laporan - lengkapi gambar 	
5.		<ul style="list-style-type: none"> - Cek laporan - Lengkapi gambar 		

BIODATA PENULIS



Wahyu Subarianto,
Penulis dilahirkan di Madiun 10 November 1996, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita (Madiun), SDN Pagotan 2 (Madiun), SMP Negeri 1 Geger (Madiun), SMA Negeri 1 Geger (Madiun). Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Geger Madiun tahun 2015, Penulis mengikuti seleksi masuk S-1 ITS dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2015 dan

terdaftar dengan NRP 3115 100 003. Di Departemen Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa organisasi yang bergerak di dalam kampus ITS. Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.

Jika Pembaca ingin berdiskusi dengan penulis harap menghubungi melalui email: partysabar@gmail.com