

TUGAS AKHIR - CS234801

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT
GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU**

HAFID AL KAHFI

NRP 5012201056

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

NIP 1926209061989031012

Dosen Ko-Pembimbing

Cahya Buana, S.T., M.T.

NIP 197209272006041001

Program Studi S-1 Teknik Sipil

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



TUGAS AKHIR - CS234801

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT
GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU**

HAFID AL KAHFI

NRP 5012201056

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

NIP 196209061989031012

Dosen Ko-Pembimbing

Cahaya Buana, S.T., M.T.

NIP 197209272006041001

Program Studi Sarjana

Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



FINAL PROJECT - CS234801

GEOMETRIC AND PAVEMENT PLANNING OF GRESIK-LAMONGAN-TUBAN TOLL ROAD, GRESIK-LAMONGAN SEGMENT WITH RIGID PAVEMENT

HAFID AL KAHFI

NRP 5012201056

Advisor

Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

NIP 196209061989031012

Co-Advisor

Cahaya Buana, S.T., M.T.

NIP 197209272006041001

Undergraduate Program

Department of Civil Engineering

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Sarjana
Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **HAFID AL KAHFI**


NRP. 5012201056

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.
NIP 196209061989031012


Pembimbing

2. Cahya Buana, S.T.,M.T.
NIP 197209272006041001


Ko-pembimbing

3. Dr. Budi Rahardjo, S.T., M.T.
NIP 197001152003121001


Penguji

4. Dr. Anak Agung Gde Kartika, S.T., M.Sc.
NIP 197201011998021001


Penguji



Juli, 2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPROVAL SHEET

GEOMETRIC AND PAVEMENT PLANNING OF GRESIK-LAMONGAN-TUBAN TOLL ROAD, GRESIK-LAMONGAN SEGMENT WITH RIGID PAVEMENT

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a degree Bachelor of Engineering at
Undergraduate Study Program of Civil Engineering
Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : **HAFID AL KAHFI**

NRP. 5012201056

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.
NIP 196209061989031012


Advisor


2. Cahya Buana, S.T.,M.T.
NIP 197209272006041001


Co-Advisor

3. Dr. Budi Rahardjo, S.T., M.T.
NIP 19700115200312 1001


Examiner

4. Dr. Anak Agung Gde Kartika
NIP 197201011998021001


Examiner



July, 2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa/ NRP : Hafid Al Kahfi / 5012201056
Departemen : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing/ NIP : 1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T./ 19620961989031012
2. Cahya Buana, S.T.,M.T. / 197209272006041001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban Segmen Gresik-Lamongan dengan Perkerasan Kaku" merupakan hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 21 Agustus 2024

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Dosen Ko-Pembimbing

Mahasiswa



Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T.
NIP 19620961989031012

Cahya Buana, S.T.,M.T.
NIP 197209272006041001

Hafid Al Kahfi
5012201056

Halaman ini sengaja dikosongkan

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Student Name/ NRP : Hafid Al Kahfi / 5012201056
Department : Civil Engineering
Advisor/ NIP : 1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, M.T./ 19620961989031012
2. Cahya Buana, S.T.,M.T. / 197209272006041001

I hereby declare that the Final Project titled "Geometric and Pavement Planning of the Gresik-Lamongan-Tuban Toll Road Segment Gresik-Lamongan with Rigid Pavement" is my own work, original, and written following scientific writing standards.

If in the future any discrepancies are found with this statement, I am willing to accept sanctions in accordance with the regulations at the Sepuluh Nopember Institute of Technology.

Surabaya, 21 August 2024

Acknowledge

Advisor

Co-Advisor

Student



Dr. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
NIP 19620961989031012



Cahya Buana, ST.,MT.
NIP 197209272006041001



Hafid Al Kahfi
5012201056

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

Nama Mahasiswa / NRP : Hafid Al Kahfi
Departemen : Teknik Sipil FTSPK-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
2. Cahya Buana ,ST.,MT.

Abstrak

Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi yang memiliki peran penting dalam kontribusi perekonomian nasional. Pertumbuhan ekonomi Jawa Timur berpusat di wilayah Gerbangkertosusila yaitu termasuk Gresik dan Lamongan. Pertumbuhan ekonomi di kedua kota tersebut meningkat dari tahun ke tahun dan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah kendaraan. Pertumbuhan ekonomi dan jumlah kendaraan tersebut memerlukan penguatan konektivitas infrastruktur yang optimal. Pemerintah dalam Perpres No. 80 Tahun 2019 mengakomodasi penguatan konektivitas demi menunjang penguatan ekonomi dengan merencanakan pembangunan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban. Pada tugas akhir ini, penelitian dibatasi dengan segmen Jalan Tol Gresik-Lamongan. Kawasan Gresik-Lamongan memiliki karakteristik rawan banjir, kondisi tanah dengan $CBR < 3\%$, tata guna lahan permukiman dan industri sehingga diperlukan perencanaan Jalan Tol yang memperhatikan hal-hal tersebut. Acuan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021 dan Permen PUPR No. 5 Tahun 2023, Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan Pd-T 14-2003 Tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen untuk merencanakan perkerasan jalan, Pedoman Desain Drainase 2021 untuk merencanakan drainase jalan, PM No. 13 Tahun 2014 dan Pd-T-14-2004-B untuk merencanakan rambu dan marka yang digunakan. Pemilihan alternatif trase jalan dilakukan dengan menggunakan matriks zero one dan trip assignment dianalisis dengan metode Smock (1962) dan All or Nothing Davinson. Data-data yang digunakan merupakan data sekunder dari instansi-instansi terkait. Hasil dari studi ini adalah perpindahan kendaraan dari rute eksisting sebesar 55%. Trase terpilih yaitu trase alternatif trase pertama. Jalan Tol 4/2D dengan kecepatan rencana sebesar 100 km/jam dengan lebar lajur 3,75 m, lebar bahu dalam 1,5 m, dan lebar bahu luar 3 m. Jumlah *Point of Interest* sebanyak 20 PI dengan jari-jari sebesar 400 m – 600 m dan *Point of Vertical Interest* sebanyak 49 PVI dengan kemiringan memanjang terbesar tidak melebihi 4%. Lapis perkerasan terdiri dari 300 mm pelat beton bertulang dengan fatigue sebesar Unlimited dan erosi sebesar 18%, lapis LMC setebal 150 mm, lapis drainase setebal 150 mm, stabilisasi semen 200 mm, dan timbunan tanah setebal 1200 mm. Drainase didapatkan dimensi sebesar 1 x 1 m dengan tipe drainase *U-ditch*.

Kata kunci: Gresik, Jawa Timur, Jalan, Lamongan, Perencanaan, Tol

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

GEOMETRIC AND PAVEMENT PLANNING OF GRESIK-LAMONGAN-TUBAN TOLL ROAD, GRESIK-LAMONGAN SEGMENT WITH RIGID PAVEMENT

Student Name / NRP : Hafid Al Kahfi
Department : Teknik Sipil FTSPK-ITS
Advisor : 1. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
2. Cahya Buana ,ST.,MT.

Abstract

East Java plays a crucial role in contributing to the national economy. Economic growth in East Java is centered in the Gerbangkertosusila area, which includes Gresik and Lamongan. The economic growth in these two cities has increased year by year and is directly proportional to the increase in the number of vehicles. This economic growth and the increase in the number of vehicles require the strengthening of optimal infrastructure connectivity. The government, through Presidential Regulation No. 80 of 2019, accommodates the strengthening of connectivity to support economic enhancement by planning the construction of the Gresik-Lamongan-Tuban Toll Road. This final project limits the research to the Gresik-Lamongan Toll Road segment. This is also in line with the Spatial Planning of Lamongan and the Spatial Planning of Gresik. The Gresik-Lamongan area is characterized by flood susceptibility, soil conditions with a California Bearing Ratio (CBR) of less than 3%, and land use for residential and industrial purposes, thus requiring a toll road design that considers these factors. The references used in this final project are the 2021 Road Geometric Design Guidelines and Minister of Public Works and Housing Regulation No. 5 for geometric road planning, the 2024 Road Pavement Design Manual and Pd-T 14-2003 for pavement planning, the 2021 Drainage Design Guidelines for road drainage planning, PM No. 13 of 2014 and Pd-T-14-2004-B for planning the signs and markings used. The selection of road alignment alternatives is carried out using a zero-one matrix and trip assignment analyzed using the Smock (1962) method and All or Nothing Davinson. The data used are secondary data from relevant agencies. This scientific work produces vehicle transfers from existing routes is 55%. Alternative route number one choosed with some of consideration. A 4/2D Toll Road with a design speed of 100 km/h, a lane width of 3.75 m, an inner shoulder width of 1.5 m, and an outer shoulder width of 3 m. There are 20 Points of Interest (PI) with a radius of 400 m – 600 m and 49 Points of Vertical Interest (PVI) with the longitudinal under 4%. The pavement layer consists of 300 mm of reinforced concrete slabs with fatigue of Unlimited and erosion of 18%, a 150 mm thick LMC layer, a 150 mm thick drainage layer, 200 mm of cement stabilization, and 1200 mm of soil embankment. The drainage dimensions are 1 x 1 m with a U-ditch type.

Keywords: East Java, Gresik, Lamongan, Road, Toll, Desig

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat serta karunia-Nya, Kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban Segmen Gresik-Lamongan Dengan Perkerasan Kaku” dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Hambatan dan rintangan merupakan perjalanan yang tak terelakkan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan penuh termasuk Orangtua, Kakak, Nenek, Kakek, maupun saudara penulis.
2. Bapak Ir. Wahyu Herijanto M.T dan Bapak Cahya Buana S.T., M.T., atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini.
3. Salsabilla yang telah memberikan banyak dukungan moral ketika Penulis berkuliah maupun mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Sipil ITS yang telah membantu dalam perkuliahan maupun membantu diskusi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik maupun saran sangat diharapkan guna memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca maupun semua pihak yang terkait.

Surabaya, 29 Juli 2024

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
APPROVAL SHEET	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
STATEMENT OF ORIGINALITY	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	7
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Pengelompokkan Jalan	11
2.2.2 Bagian-Bagian Jalan	12
2.2.3 Geometrik Jalan	12
2.2.4 Analisis Lalu Lintas	15
2.2.5 Trip Assignment	16
2.2.6 Perkerasan Jalan	16
2.2.7 Drainase Jalan	17
2.2.8 Rambu dan Marka Jalan	17
2.2.9 Simpangan Tak Sebidang (<i>Interchange</i>)	17
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Identifikasi Masalah	19
3.2 Studi Literatur	19
3.3 Pekerjaan Persiapan	19
	xv

3.4	Pengumpulan dan Pengolahan Data	19
3.5	Pemilihan Alternatif Trase	20
3.6	Trip Assignment	23
3.6.1	Kapasitas Jalan	23
3.6.2	Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan	23
3.6.3	Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Lebar Lajur Efektif	24
3.6.4	Kecepatan Arus Bebas Jalan Bebas Hambatan	24
3.6.5	Kecepatan Arus Bebas Dasar Jalan Bebas Hambatan	25
3.6.6	Koreksi Kecepatan Arus Bebas Terkait Lebar Lajur Efektif	25
3.7	Volume Lalu Lintas Rencana	26
3.8	Perencanaan Geometrik	26
3.8.1	Jalan Bebas Hambatan	26
3.8.2	Kriteria Desain Utama	26
3.8.3	Kriteria Desain Teknis	27
3.8.4	Alinemen Horizontal	27
3.8.5	Alinemen Vertikal	35
3.8.6	Analisis Lalu Lintas	43
3.8.7	Desain Perkerasan Kaku	46
3.9	Drainase	56
3.10	Rambu dan Marka Jalan	59
3.11	Kesimpulan dan Hasil	60
BAB IV	PEMBAHASAN	61
4.1	Pemilihan Trase Jalan	61
4.2	Analisis <i>Trip Assignment</i>	64
4.2.1	Data Lalu Lintas	64
4.2.2	Arus Jam Puncak	65
4.2.3	Analisis Kapasitas Jalan	66
4.2.4	Trip Assignment Smock (1962)	68
4.2.5	Trip Assignment <i>Metode All or Nothing</i> Davidson	70
4.3	Perencanaan Geometrik Jalan	72
4.3.1	Kriteria Desain	72
4.3.2	Perencanaan Alinemen Horizontal	73
4.3.3	Perencanaan Alinemen Vertikal	89
4.4	Perencanaan Perkerasan Kaku	100

4.5	Perencanaan Drainase	116
4.5.1	Curah Hujan	116
4.5.2	Analisis Hidrologi	118
4.5.3	Analisis Hidrolika	137
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	141
5.1	Kesimpulan	141
5.2	Saran	141
	DAFTAR PUSTAKA	143
	LAMPIRAN	145

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Geostrategis Provinsi Jawa Timur.....	1
Gambar 1. 2 Lokasi Studi	4
Gambar 1. 3 Rencana Trase Jalan Tol Gresik-Lamongan	5
Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Jalan.....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	20
Gambar 3. 2 Diagram alir desain alinemen horizontal	28
Gambar 3. 3 Faktor kekesatan melintang (f).....	31
Gambar 3. 4 Tipikal superelevasi.....	32
Gambar 3. 5 Tikungan <i>Full Circle</i> (FC)	34
Gambar 3. 6 Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> (SCS).....	35
Gambar 3. 7 Diagram alir perencanaan alinemen vertikal.....	37
Gambar 3. 8 Panjang kelandaian kritis tipikal truk dengan WPR 120 kg/w dengan Vawal 110 km/jam.....	38
Gambar 3. 9 Panjang lengkung vertikal cembung (m)	40
Gambar 3. 10 Rentang nilai K lengkung vertikal cekung.....	42
Gambar 3. 11 Panjang lengkung vertikal cekung	42
Gambar 3. 12 Tipikal perkerasan kaku	46
Gambar 3. 13 Tipikal sambungan memanjang	52
Gambar 3. 14 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang.....	53
Gambar 3. 15 Sambungan susut melintang tanpa ruji.....	54
Gambar 3. 16 Sambungan susut melintang dengan ruji.....	54
Gambar 3. 17 Sambungan pelaksanaan untuk pengecoran per lajur	54
Gambar 3. 18 Sambungan pelaksanaan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan.....	55
Gambar 3. 19 Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi.....	55
Gambar 3. 20 Sambungan isolasi dengan ruji.....	55
Gambar 3. 21 Sambungan isolasi dengan penebalan tepi	56
Gambar 3. 22 Sambungan isolasi tanpa ruji.....	56
Gambar 3. 23 Rambu perintah dengan kata-kata	59
Gambar 3. 24 Rambu petunjuk awal dan akhir Jalan Tol.....	59
Gambar 3. 25 Marka pengarah lalu lintas sebelum penghalang	60
Gambar 4. 1 Alternatif Trase Jalan Tol Gresik-Lamongan.....	61
Gambar 4. 2 Peta Kawasan Rawan Banjir Inarisk (Sumber: <i>inarisk.co.id</i>).....	62
Gambar 4. 3 Ilustrasi Sudut Tikungan	75
Gambar 4. 4 Tipe Lengkung Vertikal	92
Gambar 4. 5 CBR Efektif.....	104
Gambar 4. 6 Penulangan Perkerasan Jalan	115
Gambar 4. 7 Perkerasan Jalan	116

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

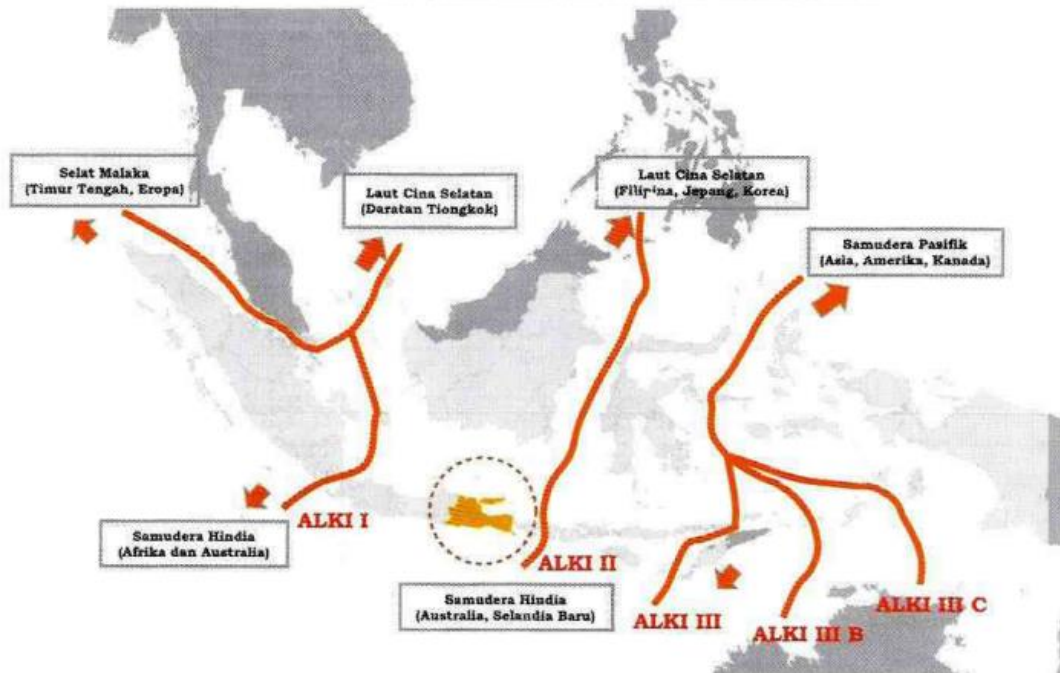
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Radius maksimum yang memerlukan lengkung peralihan	14
Tabel 2. 3 Klasifikasi Kendaraan	15
Tabel 2. 4 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas	16
Tabel 3. 1 Pembobotan Kriteria	21
Tabel 3. 2 Definisi Kriteria Penilaian	21
Tabel 3. 3 Contoh Hasil Penilaian Trase Berdasarkan Kriteria	22
Tabel 3. 4 Rekapitulasi Penilaian Akhir	23
Tabel 3. 5 Kapasitas dasar jalan bebas hambatan	24
Tabel 3. 6 Kondisi geometri ideal jalan bebas hambatan	24
Tabel 3. 7 Faktor koreksi kapasitas JBH akibat lebar lajur lalu lintas	24
Tabel 3. 8 Kecepatana arus bebas dasar	25
Tabel 3. 9 Lebar jalur dan bahu jalan bebas hambatan baku	25
Tabel 3. 10 Koreksi terhadap V_{BD} akibat perbedaan lebar lajur efektif	25
Tabel 3. 11 Rentang V_D	26
Tabel 3. 12 Kelandaian relatif maksimum	33
Tabel 3. 13 Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur rotasi	33
Tabel 3. 14 Kelandaian Maksimum	38
Tabel 3. 15 Panjang kelandaian kritis	39
Tabel 3. 16 Nilai K minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PH}	40
Tabel 3. 17 Nilai K minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PM}	41
Tabel 3. 18 Nilai K minimum untuk lengkung vertikal cekung	43
Tabel 3. 19 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)(%)	44
Tabel 3. 20 Faktor distribusi lajur (DL)	44
Tabel 3. 21 Beban Faktual Jawa Timur-Pantura	44
Tabel 3. 24 Umur rencana perkerasan jalan baru	47
Tabel 3. 25 Desain fondasi jalan minimum ⁽¹⁾	47
Tabel 3. 26 Nilai koefisien gesekan(μ)	49
Tabel 3. 27 Ukuran dan berat tulangan polos anyaman las	50
Tabel 3. 28 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton (n)	51
Tabel 3. 29 Diameter ruji	53
Tabel 3. 30 Koefisien pengaliran (C)	56
Tabel 3. 31 Periode ulang debit rencana	57
Tabel 3. 32 Nilai angka kekasaran	58
Tabel 4. 1 Contoh Hasil Kuisisioner dari Dr. Ir. Wahyu Herijanto, S.T.	62
Tabel 4. 2 Pembobotan Kriteria	62
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Alternatif Trase Dengan Kriteria 1	63
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 2	63
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 3	63
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 4	63
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Pemilihan Trase	64
Tabel 4. 8 LHRT Jl. Sadang – BTS Kota Gresik	64
Tabel 4. 9 Arus Jam Puncak Jl. Sadang – BTS Kota Gresik	65

Tabel 4. 10 Ekuivalensi Mobil Penumpang.....	66
Tabel 4. 11 Arus Kendaraan Perjam Jl. Sadang – BTS Kota Gresik	66
Tabel 4. 12 Hasil <i>Trip Assignment</i> Metode Smock.....	68
Tabel 4. 13 Indeks Tingkat Pelayanan.....	70
Tabel 4. 14 <i>Trip Assignment</i> Metode Davinson	71
Tabel 4. 15 Kriteria Desain.....	73
Tabel 4. 16 Perhitungan Sudut Tikungan	76
Tabel 4. 17 Superelevasi Desain.....	82
Tabel 4. 18 Penentuan Lengkung Peralihan	83
Tabel 4. 19 Jenis Lengkung	84
Tabel 4. 20 Parameter Tikungan.....	85
Tabel 4. 21 Panjang Lurus (LL)	86
Tabel 4. 22 <i>Stationing</i>	87
Tabel 4. 23 Koordinat Jembatan.....	89
Tabel 4. 24 Tinggi minimum tanah dasar diatas muka air tanah dan muka air banjir ...	90
Tabel 4. 25 Perhitungan Lengkung Vertikal	93
Tabel 4. 26 <i>Stationing</i> PVI	96
Tabel 4. 27 Data LHR Setelah Perpindahan.....	100
Tabel 4. 28 Data CBR Jl. Gresik-Paciran	101
Tabel 4. 29 Konfigurasi Sumbu Kendaraan	102
Tabel 4. 30 Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga	103
Tabel 4. 31 Repetisi beban yang diizinkan STRT	105
Tabel 4. 32 Repetisi beban yang diizinkan STRG.....	105
Tabel 4. 33 Repetisi Beban yang diizinkan STdRG.....	106
Tabel 4. 34 Koefisien Prediksi Tegangan Ekuivalen (Se).....	108
Tabel 4. 35 Prediksi Faktor Erosi (F3) JPCP.....	108
Tabel 4. 36 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STRT.....	111
Tabel 4. 37 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STRG.....	112
Tabel 4. 38 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STdRG	113
Tabel 4. 39 Data Curah Hujan	116
Tabel 4. 40 Curah Hujan Rata-Rata.....	117
Tabel 4. 41 Faktor Reduksi (Yt).....	117
Tabel 4. 42 Nilai Rata-Rata Reduksi (Yn)	118
Tabel 4. 43 Nilai Sn.....	118
Tabel 4. 44 Perhitungan T0 Jalan	121
Tabel 4. 45 Perhitungan T0 bahu dalam.....	123
Tabel 4. 46 Perhitungan T0 bahu luar	126
Tabel 4. 47 Perhitungan T0 lereng	128
Tabel 4. 48 Intensitas Hujan	131
Tabel 4. 49 Debit Hidrologi.....	134
Tabel 4. 50 Analisis Hidrolika.....	138

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jawa Timur merupakan sebuah provinsi dengan luas sebesar 47.800 km². Populasi penduduk Jawa Timur hampir mencapai satu per enam penduduk Indonesia (Presiden Republik Indonesia, 2019). Secara geografis, wilayah Jawa Timur merupakan jantung penghubung antara kawasan barat dan timur Indonesia. Kondisi wilayah di Jawa Timur tersebar di wilayah pegunungan, pesisir, dan kepulauan. Jawa Timur juga merupakan pusat logistik nasional maupun internasional karena pergerakan barang dan jasa dari wilayah Sumatera dan Jawa menuju timur Indonesia maupun ke luar negeri, khususnya ASEAN dan Eropa, melintasi kawasan Jawa Timur. Pergerakan barang dan jasa tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1. Dari segi ekonomi, Jawa Timur merupakan provinsi penyumbang APBN (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara) terbesar kedua setelah Provinsi DKI Jakarta (Presiden Republik Indonesia, 2019). Kegiatan ekonomi di Jawa Timur yang tinggi disebabkan oleh tingginya arus barang dan perdagangan di Provinsi Jawa Timur sehingga menjadikan Provinsi Jawa Timur sebagai salah satu provinsi yang memiliki peran penting dalam memberikan kontribusi perekonomian secara nasional.



Gambar 1. 1 Peta Geostrategis Provinsi Jawa Timur
(Sumber: Presiden Republik Indonesia, 2019)

Kondisi pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Timur sebagian besar berpusat di Wilayah Pantai Utara atau Wilayah Gerbangkertosusila. Wilayah Gerbangkertosusila memiliki potensi yang tinggi dalam pengembangan kawasan industri. Industri-industri yang berdampak penting diantaranya yaitu pabrik semen, farmasi, industri makanan dan minuman, petrokimia dan lain sebagainya dengan pusat pengembangan terpusat di sekitar Surabaya, Gresik, Mojokerto, Pasuruan, Tuban, dan Lamongan.

Pemerintah Republik Indonesia berencana untuk meningkatkan dan mempercepat pembangunan ekonomi di Wilayah Jawa Timur yang berdampak pada perekonomian regional dan nasional dengan menetapkan Perpres No. 80 tahun 2019 mengenai Percepatan Pembangunan Ekonomi di Kawasan Gresik-Bangkalan-Mojokerto-Surabaya-Sidoarjo-Tuban, Kawasan Bromo-Tengger-Semeru, serta Kawasan Selingkar Wilis dan Lintas Selatan. Dalam Peraturan tersebut, poros pengembangan Provinsi Jawa Timur terbagi dalam 7 (tujuh) fokus pengembangan salah satunya pada Koridor Maritim dan Logistik di Tuban-Gresik-Bangkalan-Sumenep (Jalur Utara). Koridor tersebut merupakan Wilayah Pengembangan Gerbang Kartosusilo yang termasuk didalamnya yaitu Gresik dan Lamongan. Gresik dan Lamongan merupakan kawasan penting yang berperan dalam tingginya perekonomian di Jawa Timur.

Gresik dan Lamongan merupakan wilayah di Jawa Timur yang berbatasan langsung dengan Laut Utara. Gresik dan Lamongan mengalami pertumbuhan ekonomi yang meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2021 pertumbuhan ekonomi di Gresik sebesar 3,79% dan pada tahun 2022 mengalami peningkatan menjadi 7,38% (BPS Kabupaten Gresik, 2023). Sedangkan di Kabupaten Lamongan, pertumbuhan ekonomi pada tahun 2021 sebesar 3,43% dan pada tahun 2022 mengalami peningkatan menjadi 5,56% (BPS Kabupaten Lamongan, 2023). Kenaikan pertumbuhan ekonomi di kedua Wilayah tersebut juga berbanding lurus dengan penambahan kendaraan di Wilayah tersebut. Berdasarkan BPS Provinsi Jawa Timur, 2023, pada tahun 2020 hingga 2022 jumlah kendaraan didaftarkan di Kota Gresik dan Kabupaten Lamongan bertambah sebesar sekitar 300 ribu tiap tahunnya. Peningkatan jumlah kendaraan tiap tahun akan mengakibatkan volume kendaraan di kedua Wilayah tersebut meningkat. Selain dari kendaraan yang telah didaftarkan di kedua kota tersebut, volume lalu lintas kendaraan juga meningkat yang disebabkan pertumbuhan ekonomi dan munculnya kawasan-kawasan industri. Peningkatan volume kendaraan yang melintas dan kondisi ekonomi yang meningkat perlu dilakukan penguatan konektivitas infrastruktur yang optimal.

Penguatan konektivitas merupakan kunci utama. Pemerintah, dalam Perpres No. 80 Tahun 2019, mengakomodasi kebutuhan konektivitas infrastruktur yang optimal demi menunjang penguatan ekonomi di Wilayah Pantai Utara atau Gerbang Kartosusilo dengan merencanakan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban. Hal ini juga sejalan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik 2010-2030 (2011) dan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Lamongan 2020-2039 (2021a). Dalam ketiga peraturan yang diterbitkan oleh Pemerintah tersebut, penguatan konektivitas infrastruktur direncanakan dengan pembangunan jalan tol yang menghubungkan Kabupaten Gresik, Kabupaten Lamongan, dan Kabupaten Tuban. Jalan tol tersebut direncanakan untuk mengakomodasi peningkatan jumlah volume kendaraan serta memberikan akses mobilitas barang dan jasa demi mempercepat peningkatan ekonomi di ketiga Wilayah tersebut. Selain itu, pembangunan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban bertujuan untuk menyambung akses di Kawasan Utara dengan menyambung Jalan Tol Ngawi-Bojonegoro hingga ke Gresik. Oleh karena itu diperlukan perencanaan geometri dan perkerasan Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban. Pada tugas akhir ini penelitian dibatasi dengan segmen Jalan Tol Gresik-Lamongan.

Daerah Gresik dan Lamongan merupakan daerah pesisir dengan karakteristik tanah lempung kelanauan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Situngkir et al., 2023, nilai CBR *subgrade* di jalan eksisting Jl, Gresik-Paciran memiliki nilai yang sangat rendah dibawah 3%. Kondisi tersebut perlu diperhatikan dalam merencanakan timbunan sebagai stabilisasi pada ruas Jalan Tol Gresik-Lamongan. Selain itu, Lamongan memiliki beberapa daerah rawan banjir (*Inarisk.co.id*). Daerah rawan banjir diperkirakan terjadi karena curah hujan di daerah tersebut

tinggi. Tingginya curah hujan di daerah tersebut akan berbanding lurus dengan debit hidrologi yang terjadi sehingga perlu diperhatikan perencanaan debit saluran dalam merencanakan Jalan Tol Gresik-Lamongan sehingga dapat menampung debit hidrologi agar tidak terjadi genangan di Jalan Tol Gresik-Lamongan. Selain itu, Daerah Gresik dan Lamongan memiliki karakteristik medan datar dengan tata guna lahan kawasan industri, permukiman, persawahan, maupun perkebunan. Tata guna lahan tersebut perlu diperhatikan dalam perencanaan geometrik dari Jalan Tol Gresik-Lamongan. Trase yang direncanakan perlu menghindari kawasan permukiman, industri, maupun kawasan rawan banjir.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka perlu dilakukan analisis terkait perencanaan geometrik Jalan Tol Gresik Lamongan. Dalam analisis yang dilakukan, hal-hal di paragraf sebelumnya merupakan hal yang perlu diperhatikan. Hal yang dianalisis diantaranya yaitu geometrik jalan berupa alinemen horizontal dan alinemen vertikal, tebal perkerasan berdasarkan volume kendaraan, perhitungan volume galian dan timbunan, perencanaan drainase jalan, dan perencanaan rambu dan marka jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, pada tugas akhir ini akan dibahas beberapa permasalahan, antara lain:

1. Berapa jumlah kendaraan yang melalui jalan eksisting sebelum dan sesudah dibangun Jalan Tol Gresik-Lamongan?
2. Bagaimana pemilihan alternatif trase jalan yang terbaik untuk menghubungkan Gresik-Lamongan?
3. Bagaimana perencanaan alinemen horizontal dan vertikal yang sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk ruas jalan tol Gresik-Lamongan?
4. Bagaimana perencanaan tebal perkerasan kaku untuk jalan tol Gresik-Lamongan?
5. Berapakah dimensi saluran yang dibutuhkan untuk ruas jalan tol Gresik-Lamongan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah yaitu:

1. Tidak merencanakan exit toll dan *interchange* sepanjang jalur Tol Gresik-Lamongan
2. Tidak merencanakan rest area sepanjang jalur Tol Gresik-Lamongan
3. Tidak menghitung stabilitas tanah untuk perencanaan pondasi jalan
4. Tidak merencanakan bangunan perlintasan yaitu jembatan, gorong-gorong, dan terowongan
5. Tidak memperhitungkan penggunaan lahan kecuali permukiman, perkebunan, dan bangunan publik dalam pemilihan alternatif trase
6. Tidak merencanakan metode pelaksanaan di lapangan
7. Tidak merencanakan anggaran biaya

1.4 Tujuan

Tujuan dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Menghitung volume kendaraan yang melalui jalan eksisting sebelum dan sesudah dibangun Jalan Tol Gresik-Lamongan
2. Menentukan trase jalan terbaik untuk menghubungkan Gresik-Lamongan
3. Merencanakan geometrik jalan tol berupa alinemen horizontal dan alinemen vertikal

4. Merencanakan tebal perkerasan, sambungan, dan tulangan yang dibutuhkan untuk umur rencana (UR) 40 tahun
5. Menghitung dimensi saluran yang dibutuhkan untuk ruas jalan tol Gresik-Lamongan

1.5 Manfaat

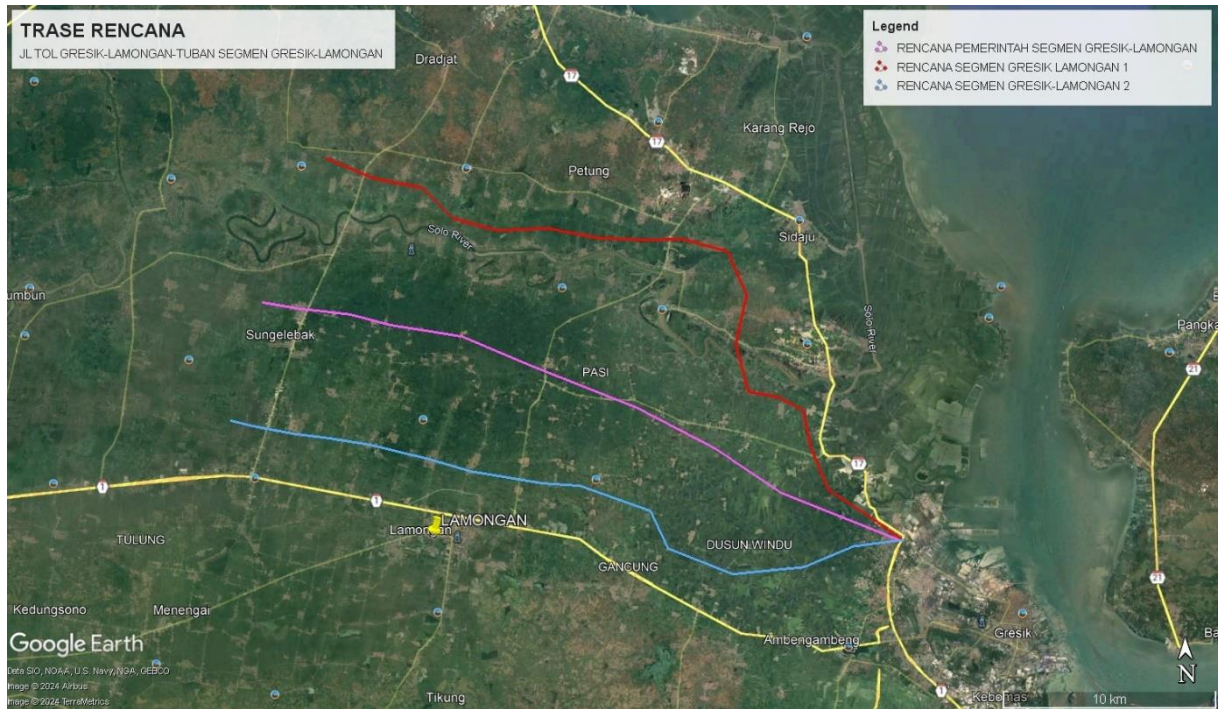
Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai salah satu alternatif referensi bagi pemerintah ataupun kontraktor terkait dalam merencanakan pembangunan Jalan Tol Gresik-Lamongan.

1.6 Lokasi Studi

Berdasarkan Keputusan Menteri PUPR Nomor 367/KPTS/M/2023 tentang Rencana Umum Jaringan Jalan Nasional 2020-2040 (2023b), lokasi ruas Jalan Tol Gresik-Lamongan direncanakan melintasi Kota Gresik dengan titik awal pada Exit Toll Manyar lalu melintasi Kabupaten Lamongan dan berakhir di Kota Tuban. Lokasi studi dari Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.2 sedangkan lokasi rencana trase Jalan Tol Gresik-Lamongan dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1. 2 Lokasi Studi
(Sumber: <https://www.google.co.id/maps>)



Gambar 1. 3 Rencana Trase Jalan Tol Gresik-Lamongan
(Sumber: Keputusan Menteri PUPR Nomor 367/KPTS/M/2023)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar literatur dan acuan dalam penulisan tugas akhir ini. Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II (Ramdhani & Buana, 2023)	Merencanakan perencanaan geometrik dan perkerasan, rencana trase jalan terbaik, rencana cut & fill, gambar teknik jalan, dan anggaran biaya Jalur Lintas Pantai Selatan Kecamatan Panggungrejo Kabupaten Blitar	Menggunakan metode Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan 2021, Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.	Hasil dari penelitian ini adalah panjang jalan tol 23,055 km dengan 9 PI dan 32 PVI, tebal perkerasan 305 mm pelat beron, 100 mm Lean Mix Concrete, dimensi drainase dengan lapis 150 mm, stabilisasi semen 300 mm dengan sambungan tie bars dengan diameter 16 mm dan dimensi tipikal drainase 1,1x0,5 m. Didapatkan pula volume galian sebesar 734.116,86 m ³ volume timbunan sebesar 9.015.869,14 m ³ dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp 4.462.580.592.760

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
2	Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi III (Pasuruan Sta 20+367 Sampai Grati Sta 34+150) (Prayogata et al., 2017)	Tujuan penelitian ini yaitu perencanaan geometrik jalan, tebal perkerasan dengan umur rencana 20 tahun, fasilitas jalan, dan anggaran biaya Jalan Tol Gempol-Pasuruan Seksi III	Metodologi yang digunakan yaitu Peraturan Bina Marga No.007/BM/2009, Pd-T-14-2003, HSPK 2016 Provinsi Jawa Timur, PM NO.13 tahun 2014 tentang Marka, dan PM No.34 Tahun 2014 Tentang Rambu	Penelitian ini menghasilkan panjang jalan tol 15,579 km dengan 8 PI dan 41 PVI, tebal perkerasan 200 mm dengan beton dilapisi aspal 5 mm, fasilitas rambu dan marka, serta biaya sebesar Rp. 412.091.450.000
3	Perancangan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Tol Malang - Kepanjen (Pradito & Herijanto, 2021)	Penelitian ini bertujuan merancang perencanaan geometrik dan tebal perkerasan, drainase, rambu, dan anggaran biaya Tol Malang-Kepanjen	Metodologi yang digunakan yaitu Peraturan Bina Marga No.007/BM/2009, Pd-T-14-2003, SNI 03-3424-1994 dan Pd-T-02-2006-B, HSPK 2018 Kota Malang,	Hasil penelitian ini yaitu didapatkan panjang jalan tol 21,04 km, 11 PI dan 14 PVI, rambu lalu lintas 151 buah, tebal perkerasan kaku 265 mm dengan subbase Campuran Beton Kurus 100 mm dan lapisan aspal tambahan 50 mm, dan total biaya Rp 952.053.675.000

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
4	Perancangan Geometrik Jalan dan Interchange Jalan Tol Tanjung Api Api-Tanjung Carat Menggunakan Perkerasan Kaku (Mahardhika & Herijanto, 2020)	Penelitian ini bertujuan merancang perencanaan geometrik dan tebal perkerasan simpang susun yang menghubungkan Jalan Tol Tanjung Api Api dan Jalan Tol Tanjung Carat, merencanakan geometrik jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalan, merencanakan tebal perkerasan kaku, drainase, rambu, dan volume pekerjaan Jalan Tol Pandaan-Malang	Metodologi yang digunakan adalah Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol Direktorat Jenderal Bina Marga 2009, MDPJ 2017, Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994	Hasil dari penelitian ini adalah perancangan jalan tol dengan jumlah PI sebanyak 4 dan PVI sebanyak 7 lalu pada ramp Tol Palembang - Tanjung Api Api didapatkan sejumlah 2 buah PI dan 2 buah PVI, pada ramp Tol Tanjung Api-Api - Tol Palembang sebanyak 4 buah PI dan 5 buah PVI, pada ramp Tol Tanjung Carat- Tanjung Api Api didapatkan 3 buah PI dan 4 buah PVI lalu pada ramp Tanjung Api Api-Tol Tanjung Carat sebanyak 2 buah PI dan 2 buah PVI. Didapatkan pula tebal perkerasan kaku 315 mm dengan lapisan tambahan berupa LMC 100 mm, lapisan drainase 150 mm, dan lapisan stabilisasi semen 300 mm. Drainase didapatkan 3 jenis tipe saluran drainase.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
5	Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gedebage - Tasikmalaya - Cilacap Seksi II (Ramadhon & Buana, 2021)	Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan alinyemen horizontal dan vertikal, perhitungan volume dan galian timbunan, dimensi saluran drainase, tebal lapis permukaan, dan anggaran biaya dari Jalan Tol Gedebage - Tasikmalaya - Cilacap Seksi II	Metodologi yang digunakan adalah Peraturan Direktorat Bina Marga tahun 2020, MDPJ 2017, SNI 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan	Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan geometrik jalan dengan tipe 4/2D dengan lebar lajur 7 m sepanjang 40,3 km, didapatkan 12 PI dan 21 PVI, dimensi drainase 1,8x3 m, volume galian sejumlah 3.007.827 m ³ dan volume timbunan sebesar 3.082.730 m ³ . tebal pelat beton 305 mm dengan lapis LMC sebesar 100 mm, lapis drainase 150 mm, stabilitas semen 300 mm, sambungan batang pengikat berdiameter 16 mm, sambungan susut melintang dengan diameter ruji 36 mm. Didapat pula hasil trip assignment sebesar 50 % dan total RAB sebesar Rp 2.793.023.227.052,87

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengelompokkan Jalan

Pembangunan Jalan memiliki tujuan untuk memajukan perkembangan ekonomi suatu daerah. Dalam hal ini, jalan umum memiliki berbagai macam jenis tergantung dengan beberapa aspek demi mencapai tujuannya. Menurut UU No. 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas UU No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, jalan berdasarkan peruntukannya dapat dibagi menjadi jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum merupakan jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum sedangkan jalan khusus diperuntukkan bagi lalu lintas tertentu yang digunakan untuk kepentingan sendiri. Jalan umum dapat terbagi menjadi beberapa kelompok berikut.

1. Pengelompokkan berdasarkan sistem jaringan jalan

Kelompok jalan berdasarkan sistem jaringan jalan yaitu kesatuan jaringan jalan yang direncanakan dengan memperhatikan rencana tata ruang wilayah dan hubungan antarkawasan. Sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sekunder yang terhubung dalam sistem hirarki. Sistem jaringan jalan primer yaitu sistem jaringan yang disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang jasa dengan menghubungkan pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan dan menghubungkan antarpusat kegiatan nasional. Sistem jaringan sekunder yaitu sistem jaringan jalan yang disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang jasa untuk masyarakat dalam kawasan perkotaan.

2. Pengelompokkan berdasarkan fungsi

Kelompok jalan berdasarkan fungsi dibedakan menjadi jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Jenis jalan berdasarkan fungsi dibagi lagi menurut sistem jaringan jalan menjadi jalan arteri primer dan sekunder, jalan kolektor primer dan sekunder, jalan lokal primer dan lokal sekunder, jalan lingkungan primer dan sekunder.

3. Pengelompokkan berdasarkan status

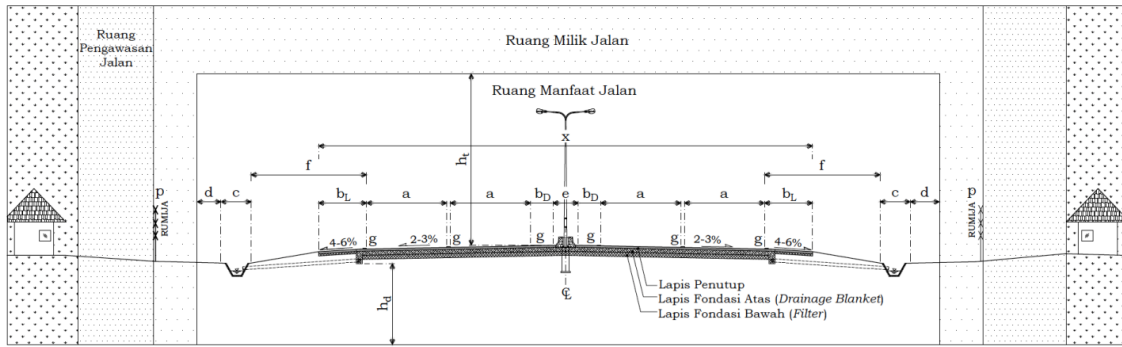
Jalan berdasarkan statusnya dikelompokkan menjadi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa. Jalan nasional mencakup atas jalan arteri primer, jalan kolektor primer antaribukota provinsi, jalan tol, dan jalan strategis nasional. Jalan provinsi terdiri atas jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota, jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota kabupaten atau kota, jalan strategis provinsim dan jalan di DKI Jakarta. Jalan kabupaten terdiri atas jalan kolektor primer diluar jalan nasional dan jalan provinsi, jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa, dan jalan strategis kabupaten. Jalan kota adalah jaringan jalan sekunder yang berada di dalam kota. Jalan desa yaitu jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer diluar jalan kabupaten dan merupakan jalan umum yang terdapat didalam pedesaan yang menghubungkan antarpemukiman.

4. Pengelompokkan berdasarkan kelas

Pengelompokkan berdasarkan kelas jalan yaitu pengelompokkan dengan berdasar pada penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan serta spesifikasi prasarana jalan. Kelas jalan dibedakan menjadi jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil. Jalan Khusus

2.2.2 Bagian-Bagian Jalan

Menurut UU No. 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas UU No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, setiap jalan harus memiliki bagian-bagian jalan sebagai ruang yang dapat dimanfaatkan untuk mobilitas, konstruksi jalan, peningkatan kapasitas jalan, dan ruang keselamatan bagi pengguna jalan. Bagian-bagian jalan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Legenda :

Notasi	Keterangan	Notasi	Keterangan
a	Lebar Jalur Lalu Lintas	f	Ruang Bebas
b _L	Lebar Bahu Luar	g	Marka
b _D	Lebar Bahu Dalam	h _t	Tinggi Ruang Manfaat Jalan
c	Lebar Saluran Tepi Jalan	h _d	Kedalaman Ruang Manfaat Jalan
d	Lebar Ambang Pengaman	p	Pagar Jalan
e	Lebar Bagian Median Yang Ditinggikan	x	Lebar Badan Jalan

Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Jalan
(Sumber: Kementerian PUPR,2023)

1. Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)

Ruang manfaat jalan merupakan ruang pada jalan yang terdiri atas badan jalan, saluran tepi jalan, ambang pengaman jalan, jalur jaringan utilitas terpadu, jalur angkutan massal, serta jalur kendaraan bermotor roda dua, pejalan kaki, pesepeda, dan/atau penyandang disabilitas maupun jalur khusus lainnya. Pada jalan bebas hambatan, fasilitas pejalan kaki, pesepeda, dan penyandang disabilitas tidak disediakan pada ruang manfaat jalan.

2. Ruang Milik Jalan (RUMIJA)

Ruang milik jalan merupakan ruang pada jalan yang terdiri atas ruang manfaat jalan dan sejalur tanah di luar ruang manfaat jalan. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan keamanan pengguna jalan antara lain untuk pelebaran ruang manfaat jalan dikemudian hari.

3. Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

Ruang pengawas jalan yaitu sejalur tanah tetapi diluar dari daerah milik jalan. Ruang pengawas jalan penggunaannya diawasi oleh Penyelenggara Jalan agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi bangunan jalan.

2.2.3 Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan dapat diartikan sebagai perencanaan jalan yang menitik beratkan pada bentuk fisik dari jalan sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan (Sukirman, 1999a). Perencanaan geometrik jalan di Indonesia mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/BM/2021 Direktorat Jenderal Bina Marga. Ketentuan teknis dalam mendesain geometrik dari suatu jalan yaitu:

1. Kriteria desain

Kriteria desain geometrik jalan merupakan parameter awal yang digunakan pada awal desain dan merupakan dasar dalam menetapkan desain elemen geometrik lain (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Kriteria desain dibagi menjadi kriteria desain utama dan kriteria desain lainnya. Hal yang termasuk dalam kriteria desain utama yaitu kecepatan dasar (V_d) dan kelas pengguna jalan. Sedangkan, hal-hal yang termasuk dalam kriteria desain lainnya yaitu tipe jalan, ukuran jalan, Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ), jenis perkerasan, ruang jalan, dan geometrik pada bangunan pelengkap jalan dan perlengkapan jalan.

2. Penentuan Koridor

Penentuan koridor dilakukan dengan memperhatikan aspek topografi, tata guna lahan, cuaca, lingkungan, budaya, maupun populasi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Aspek-aspek tersebut dikombinasi dengan kriteria desain yang telah ditetapkan sehingga didapatkan pilihan alinemen yang efektif, efisien, dan ekonomis.

3. Jarak Pandang

Kenyamanan dan keamanan pengemudi kendaraan dalam melintasi jalan merupakan hal paling esensial yang harus dipertimbangkan pada saat perencanaan jalan dilakukan. Keamanan dan kenyamanan pengemudi dipengaruhi pada jarak pandang yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Jarak pandang yang cukup dapat membuat pengemudi dapat memahami dan bereaksi terhadap situasi yang ada didepannya. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, jarak pandang dibedakan menjadi:

a) Jarak Pandang Henti (J_{PH})

Jarak pandang henti yaitu jarak yang cukup dan terlihat oleh pengemudi untuk bereaksi dan dapat menghentikan kendaraan sebelum mencapai objek halangan.

b) Jarak Pandang Mendahului (J_{PM})

Jarak pandang mendahului yaitu jarak pandang pengemudi yang cukup dalam melihat dan melakukan gerakan mendahului kendaraan yang ada di depannya dengan aman.

c) Jarak Pandang Aman (J_{PA})

Jarak pandang aman yaitu jarak pandang pengemudi yang diperlukan oleh pengemudi untuk mengenali objek kompleks, informasi yang harus dicermati, dan atau kondisi tidak umum dan terdapat kemungkinan mengancam. Jarak pandang aman memerlukan perhatian yang lebih dari pengemudi dibandingkan jarak pandang henti sehingga memerlukan jarak yang lebih panjang.

d) Jarak Pandang Bebas Samping di Tikungan (J_{PB})

Jarak pandang bebas sampingan di tikungan yaitu jarak pandang pengemudi yang diperlukan untuk mengenali dan melihat kendaraan di seberang tikungan. Hal ini dimaksudkan agar pengemudi dapat melintasi tikungan secara aman.

4. Alinemen horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau dikenal dengan trase jalan (Sukirman, 1999a). Alinemen horizontal umumnya merupakan serangkaian bagian jalan yang terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Dalam merencanakan alinemen horizontal, perlu memperhatikan beberapa hal berikut.

a) Lengkung horizontal

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, lengkung horizontal adalah bagian jalan yang melengkung dalam arah horizontal dan terdiri dari busur lingkaran. Umumnya lengkung horizontal berbentuk kurva lingkaran.

b) Panjang lurus alinemen

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, jalanan lurus dan panjang dalam waktu berkendara yang lama dengan kecepatan dan konsentrasi yang tinggi cenderung mengakibatkan pengemudi merasa mengantuk dan lelah. Oleh karena itu, desain panjang alinemen jalan yang lurus perlu memperhatikan hal-hal berikut.

- Silau sorotan lampu kendaraan berlawanan arah di malam hari menjadi mengganggu pada jarak kurang dari 3 km.
- Pengemudi cenderung sulit memperkirakan kecepatan kendaraan yang datang dari arah berlawanan tanpa komponen visual dari samping pada jarak lebih dari 2,5 km.
- Sinar matahari pada pagi dan sore hari dapat menyilaukan pengemudi kendaraan yang melewati jalan dengan sumbu alinemen arah timur-barat.

c) Lengkung peralihan

Lengkung peralihan merupakan lengkung yang digunakan dalam menghubungkan antara bagian jalan lurus dan bagian jalan yang melengkung. Umumnya bentuk lengkung peralihan yaitu spiral atau *clothoid*. Lengkung peralihan tidak selalu diperlukan pada tikungan dengan radius horizontal besar dan kondisi-kondisi lainnya. Radius tikungan yang memerlukan lengkung peralihan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Radius maksimum yang memerlukan lengkung peralihan

Kecepatan operasi (km/jam)	Radius maksimum yang memerlukan lengkung peralihan (m)
20	24
30	54
40	95
50	148
60	213
70	290
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021)

d) Superelevasi

Superelevasi adalah panjang jalan di tikungan dalam mencapai perubahan kemiringan melintang dari kemiringan normal sampai ke kemiringan penuh

dalam waktu yang telah ditentukan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Besar nilai superelevasi maksimum adalah sebesar 8% bagi jalan Antarkota, Jalan Perkotaan, dan Jalan Bebas Hambatan. Sedangkan nilai superelevasi minimum yaitu sama dengan kemiringan normal pada bagian jalan lurus.

e) Desain tikungan

Desain tikungan yang paling umum digunakan yaitu *Full Circle* dan *Spiral-Circle-Spiral*. Tikungan *Full Circle* adalah desain tikungan yang memiliki jari-jari besar dan tidak menggunakan lengkung peralihan. Sedangkan tikungan *Spiral-Circle-Spiral* menggunakan lengkung peralihan.

5. Alinemen vertikal

Alinemen vertikal adalah profil memanjang sepanjang garis tengah jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Alinemen vertikal terbentuk atas serangkaian garis segmen dengan kelandaian memanjang dan lengkung vertikal. Dalam merencanakan alinemen vertikal, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti topografi, desain alinemen horizontal, kriteria desain, dan pekerjaan tanah.

2.2.4 Analisis Lalu Lintas

Lalu lintas merupakan parameter yang dibutuhkan dalam menganalisis dan merencanakan struktur perkerasan. Data lalu lintas diperlukan dalam menghitung beban lalu lintas yang akan dipikul oleh perkerasan jalan selama umur rencana. Data lalu lintas yang diperlukan antara lain:

1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)

LHR atau Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan adalah volume kendaraan yang melintas dan dihitung menerus selama 1 tahun (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Perhitungan LHRT dapat diprediksi dengan menggunakan survei perhitungan lalu lintas selama beberapa hari tertentu.

2. Jenis Kendaraan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, kendaraan pada arus lalu lintas diklasifikasikan menjadi 5 jenis yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). Dalam klasifikasi yang digunakan dalam jalan bebas hambatan, kelompok Sepeda Motor (SM) dikecualikan. Klasifikasi kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Kendaraan

Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal kendaraan
SM	Kendaraan bermotor roda 2 dan 3 dengan panjang <2,5 m	Sepeda motor, kendaraan bermotor roda 3
MP	Mobil penumpang 4 tempat duduk, mobil penumpang 7 tempat duduk, mobil angkutan barang kecil, mobil angkutan barang sedang dengan panjang ≤5,5 m	Sedan, jeep, minibus, mikrobus, pickup, truk kecil

Tabel 2. 3 Klasifikasi Kendaraan (Lanjutan)

Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal kendaraan
KS	Bus sedang dan mobil angkutan barang 2(dua) sumbu dengan panjang $\leq 9,0$ m	Bus tanggung, bus metromini, truk sedang
BB	Bus besar 2 dan 3 gandar dengan panjang $\leq 12,0$ m	Bus antar kota, bus <i>double decker city tour</i>
TB	Mobil angkutan barang 3 sumbu, truk gandeng, dan truk tempel (semitrailer) dengan panjang $> 12,0$ m	Truk tronton, truk semi trailer, truk gandeng

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)

3. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas yaitu prediksi pertumbuhan di masa depan dengan berdasarkan *historical growth* atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Laju faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas

Fungsi Jalan	Laju pertumbuhan (%)			
	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa	1	1	1	1

(Sumber : (2024))

2.2.5 Trip Assignment

Trip assignment atau disebut dengan pembebanan lalu lintas merupakan proses permintaan perjalanan dibebankan ke jaringan jalan dengan tujuan untuk mendapatkan arus di ruas jalan dalam jaringan yang dituju. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam proses pembebanan lalu lintas yaitu biaya dan nilai waktu (Tamin, 2000).

2.2.6 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan jalan yang berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyalurkannya ke lapisan-lapisan yang ada di bawahnya (Sukirman, 1999b). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024, struktur perkerasan dibedakan menjadi 3 jenis yaitu

- a) Perkerasan pada permukaan tanah asli
- b) Perkerasan pada timbunan
- c) Perkerasan pada galian

Sedangkan berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi 2 jenis yaitu.

- a) Perkerasan lentur (*Flexible pavement*)
Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya (Sukirman, 1999b). Perkerasan lentur lebih murah karena

tidak memerlukan pondasi jalan yang tebal dan penulangan(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).

b) Perkerasan kaku (*Rigid pavement*)

Perkerasan kaku merupakan perkerasan dengan semen sebagai bahan pengikat(Sukirman, 1999b). Perkerasan kaku memiliki biaya pemeliharaan yang rendah tetapi biaya konstruksi yang lebih mahal untuk jalan dengan lalu lintas rendah(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).

2.2.7 Drainase Jalan

Menurut Pedoman Desain Drainase (2021), drainase merupakan serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi dalam mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu tempat.Sistem drainase pada jalan dibedakan menjadi sistem drainase permukaan jalan dan sistem drainase bawah permukaan. Sistem drainase permukaan jalan berfungsi agar aliran air di permukaan jalan dapat mengalir ke badan jalan dan berakhir di saluran pembawa. Sedangkan sistem drainase bawah permukaan berfungsi untuk menurunkan muka air tanah dan mencegah air infiltrasi dari daerah sekitar dan permukaan jalan. Dalam merencanakan drainase permukaan jalan diperlukan analisis hidrologi dan hidrolika.

a) Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan analisis data hujan dengan tujuan untuk memperkirakan pelepasan debit air rencana.

b) Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika merupakan cabang ilmu yang mempelajari perilaku air baik dalam keadaan diam maupun bergerak. Analisis hidrolika dapat digunakan dalam merencanakan berbagai bangunan fasilitas drainase.

2.2.8 Rambu dan Marka Jalan

Rambu dan marka jalan merupakan fasilitas pelengkap jalan. Menurut PM No.13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas (Kementerian Perhubungan, 2014a), rambu lalu lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang memiliki fungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan. Sedangkan definisi marka menurut PM No. 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan (Kementerian Perhubungan, 2014) adalah suatu tanda yang berada di permukaan atau di atas jalan yang meliputi tanda maupun peralatan yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan jalan

2.2.9 Simpangan Tak Sebidang (*Interchange*)

Persimpangan tak sebidang merupakan sistem penghubung jalan raya yang dipisahkan oleh satu atau lebih bidang untuk mengakomodasi pergerakan lalu lintas antara dua atau lebih jalan raya atau jalan bebas hambatan pada ketinggian yang berbeda(Departemen PU, 2005). Pemilihan jenis persimpangan jalan tidak sebidang antara lain sebagai berikut.

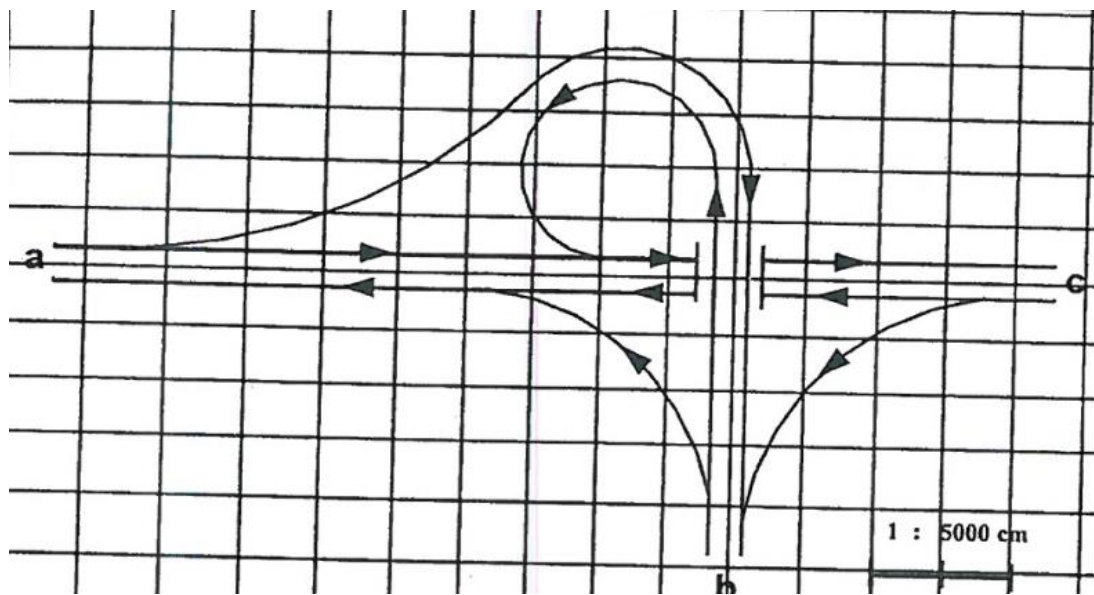
1. Aspek biaya dan manfaat
2. Keserasian dengan lingkungan sekitarnya
3. Peran, fungsi, dan kelas dari jalan yang dihubungkan
4. Ketersediaan lahan

5. Rencana pembangunan secara bertahap
6. Dapat berupa tipe selain pada tercantum di Pedoman Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang

Beberapa jenis-jenis persimpangan jalan tidak sebidang antara lain:

1. Kaki tiga
2. *Diamond*
3. *Single Point Urban Interchange*
4. *Full Cloverleaf* (Daun Semanggi Baku)
5. *Directional* (Langsung)

Contoh persimpangan jalan tidak sebidang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Persimpangan Kaki Tiga Tipe Trumpet
(Sumber: Pedoman Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang, 2005)

BAB III METODOLOGI

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan dalam mengidentifikasi latar belakang permasalahan serta tujuan dalam melakukan studi terkait. Identifikasi masalah yang dibahas pada tugas akhir ini yaitu permasalahan yang terjadi di Jalan Nasional Pantura Gresik-Lamongan yang dapat mengganggu distribusi barang, jasa, dan orang sehingga diperlukan solusi permasalahan tersebut. Solusi yang dilakukan yaitu dengan memberikan alternatif Jalan Tol Gresik-Lamongan sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

3.2 Studi Literatur

Sebelum melakukan pekerjaan persiapan serta pengumpulan dan pengolahan data, studi literatur dilakukan terlebih dahulu dengan tujuan agar dapat diketahui data-data yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini. Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal terdahulu, dan peraturan terkait geometri jalan, rambu dan marka, serta drainase jalan terdahulu yang terdapat pada daftar pustaka.

3.3 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan tahapan dalam menyiapkan administrasi yang dibutuhkan dalam pengumpulan data-data terkait kepada instansi tujuan.

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan menghubungi serta mengirim syarat administrasi dalam mendapatkan data dari instansi terkait. Selain itu, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data dari website instansi terkait jika tersedia secara daring. Data-data yang dibutuhkan beserta instansi terkait dalam pengumpulan data dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Topografi dan Tata Guna Lahan

Data topografi diperlukan agar dapat diketahui kontur dari lokasi rencana. Data topografi akan didapatkan dari data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) yang diperoleh dari website Badan Informasi Geospasial sedangkan tata guna lahan didapatkan dari Google Earth. Selain itu, peta kawasan rawan banjir didapatkan dari website Inarisk untuk mengetahui dan menghindari kawasan rawan banjir.

2. Lalu lintas harian rata-rata

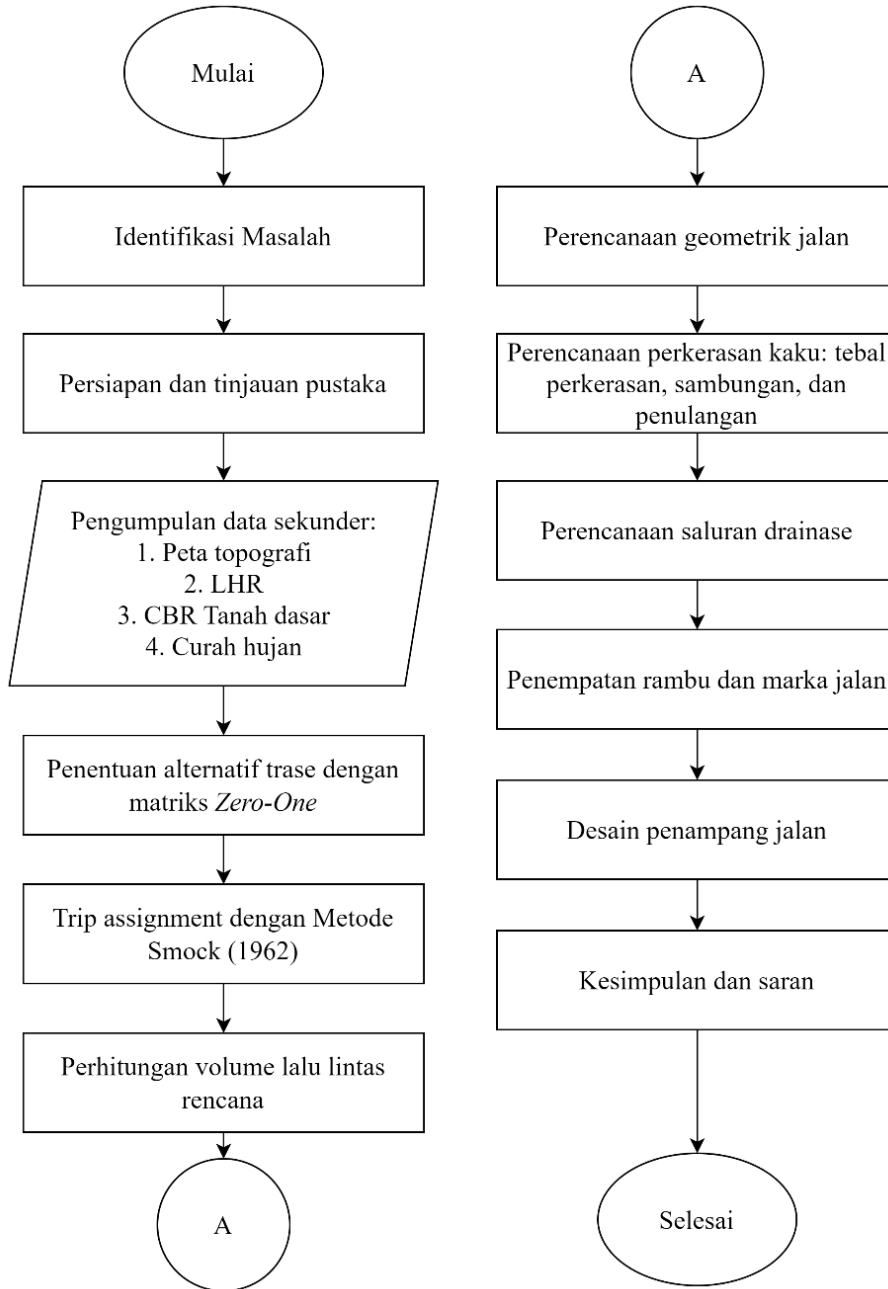
Lalu lintas harian rata-rata merupakan data lalu lintas yang diperlukan dalam mendapatkan tingkat lalu lintas pertumbuhan rata-rata sampai umur rencana. Data ini digunakan sebagai penentu tebal perkerasan. Data lalu lintas harian rata-rata akan didapatkan dari data lalu lintas sekunder Jalan Nasional Pantura yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Gresik, Dinas Perhubungan Kabupaten Lamongan dan atau Satuan Kerja Jalan Nasional Wilayah IV Provinsi Jawa Timur.

3. CBR tanah dasar

Data CBR tanah dasar juga diperlukan dalam penentuan tebal perkerasan jalan. Data CBR tanah dasar akan diperoleh dari proyek-proyek atau jurnal-jurnal yang membahas mengenai CBR tanah di sekitar lokasi.

4. Curah hujan

Data curah hujan merupakan data yang digunakan dalam penentuan dimensi drainase. Data curah hujan akan diperoleh dari Dinas SDA PU Provinsi Jawa Timur. Diagram alir dalam Tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan

3.5 Pemilihan Alternatif Trase

Terdapat 3 trase pilihan yang dapat dipilih menjadi trase utama. Dalam menentukan trase pilihan, harus diperhatikan berbagai hal sehingga dapat terpilih trase paling optimal. Pembobotan kriteria menggunakan teknik *matrix zero one*. *matrix zero one* merupakan metode pengambilan keputusan dengan membandingkan 2 kriteria dan memberikan penilaian. Alur pemilihan trase adalah sebagai berikut.

1. Pemilihan kriteria

Pemilihan kriteria dilakukan dengan berdasarkan syarat-syarat pemilihan trase sebagai berikut.

- a) Panjang trase yang melalui kawasan banjir
- b) Tata guna lahan yang dilewati,
- c) Volume galian dan timbunan, dan
- d) Jumlah persimpangan dan bangunan perlintasan

2. Menganalisis kriteria

Keseluruhan analisis kriteria dilakukan dengan bantuan *software Autocad Civil3D* dan *Google Earth*.

3. Pembobotan kriteria

Pembobotan kriteria dilakukan dengan memberikan angka 0 terhadap kriteria yang kurang diprioritaskan dibanding kriteria pembanding lainnya. Penilaian angka 1 diberikan ketika kriteria tersebut dianggap lebih prioritas terhadap kriteria pembanding. Pembobotan kriteria dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Pembobotan Kriteria

Kriteria	A	B	C	D	Total	Bobot
A						
B						
C						
D						

Besar bobot ditentukan dengan rumus berikut.

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Total tiap kriteria}_n}{\sum \text{Total}} \quad 3.1$$

4. Penilaian kriteria

Pendefinisian dari tiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 3.2. Sistematika penilaian dilakukan dengan mengalikan bobot tiap kriteria dengan nilai dari masing-masing alternatif trase. Nilai akhir tiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan rekapitulasi penilaian dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 2 Definisi Kriteria Penilaian

No	Kriteria	Definisi Penilaian
1	Panjang trase yang melalui daerah rawan banjir	Kawasan rawan banjir memerlukan timbunan dengan ketinggian tertentu dengan tujuan trase jalan tidak tergenang air pada saat banjir. Penilaian dilakukan dengan memberikan nilai 0 pada trase dengan trase jalan paling panjang melalui kawasan banjir dan 1 pada trase dengan panjang melalui kawasan banjir paling pendek

Tabel 3. 2 Definisi Kriteria Penilaian (Lanjutan)

No	Kriteria	Definisi Penilaian
2	Tata guna lahan	Penilaian dilakukan dengan membandingkan tata guna lahan yang akan dilewati. Trase yang melewati luas wilayah permukiman paling luas diberi nilai 0 dan trase yang paling sedikit melewati permukiman diberi nilai 1
3	Volume galian dan timbunan	Volume galian dan timbunan mempengaruhi biaya konstruksi. Penilaian dilakukan dengan memberikan nilai 0 terhadap trase dengan volume terbesar dan 1 untuk trase dengan volume terkecil.
4	Jumlah bangunan perlintasan	Penilaian dilakukan dengan memberikan nilai 0 terhadap trase yang membutuhkan bangunan perlintasan yang lebih banyak dan 1 terhadap trase dengan jumlah bangunan perlintasan yang paling sedikit

Besar bobot ditentukan dengan rumus berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Nilai Total tiap trase}_n}{\sum \text{Nilai Total}} \quad 3.2$$

Tabel 3. 3 Contoh Hasil Penilaian Trase Berdasarkan Kriteria

Analisis	Trase	1	2	3	Total	Nilai
Hasil analisis trase 1	1					
Hasil analisis trase 2	2					
Hasil analisis trase 3	3					

Tabel 3. 4 Rekapitulasi Penilaian Akhir

Kriteria	Bobot	Trase 1		Trase 2		Trase 3	
		Nilai	Nilai Pembobotan	Nilai	Nilai Pembobotan	Nilai	Nilai Pembobotan
(1)	(2)	(4)	(2)x(4)	(5)	(2)x(5)	(6)	(2)x(6)
Kriteria 1							
Kriteria 2							
Kriteria 3							
Kriteria 4							
Jumlah Nilai							

3.6 Trip Assignment

Trip assignment merupakan pembebanan lalu lintas dengan tujuan mendapatkan arus di jalan baru. Dalam menghitung trip assignment dapat menggunakan rumusan dari *iterative all-or-nothing* (Smock, 1962) berikut.

$$t = t_0 \exp \left(\frac{V}{Q_s} \right) \quad 3.3$$

Dimana

t : Waktu tempuh per satuan jarak

t₀ : Waktu tempuh per satuan jarak pada kondisi arus bebas

Q_s : Kapasitas ruas jalan

3.6.1 Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Kapasitas jalan bebas hambatan adalah volume lalu lintas tertinggi dari suatu segmen jalan bebas yang dihitung terpisah untuk setiap lajunya. Kapasitas jalan dihitung dengan persamaan 3.4.

$$C = n \times C_0 \times FC_{LE} \quad 3.4$$

Dimana

C : Kapasitas jalur lalu lintas (SMP/jam)

n : Jumlah lajur dalam jalur lalu lintas yang ditinjau

C₀ : Kapasitas dasar per lajur lalu lintas dalam segmen jalan (SMP/jam)

FC_{LE} : Faktor koreksi

3.6.2 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan

Kapasitas dasar jalan bebas hambatan dapat dilihat pada Tabel 3.5. Kapasitas dasar ditentukan dari kondisi geometri ideal yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 5 Kapasitas dasar jalan bebas hambatan

Tipe JBH	Tipe Alinemen	C ₀ (SMP/jam/jalur)
JBH4/2 dan JBH 6/2	Datar	2500
	Bukit	2350
	Gunung	2200

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

Tabel 3. 6 Kondisi geometri ideal jalan bebas hambatan

Elemen geometri	Ukuran
L _{LE}	3,5 m Lebar bahu yang diperkeras, tidak ditambahkan dalam perhitungan L _{LE}
L _{JE}	JBH 4/2: 2x7,00 m JBH 6/2: 2x10,50 m JBH 8/2:2x14,00 m
L _{JE}	3,00 m terdiri dari L _{BD} 0,5m+L _{BL} 2,5 m untuk setiap arah dan bahu berpenutup
Median	Ada
Tipe alinemen jalan	Datar

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

3.6.3 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Lebar Lajur Efektif

Nilai FC_{LE} dapat mengacu pada Tabel 3.7 sebagai fungsi dari lebar efektif lajur lalu lintas (L_{LE})

Tabel 3. 7 Faktor koreksi kapasitas JBH akibat lebar lajur lalu lintas

Tipe JBH	Lebar lajur efektif (L _{LE})	FC _{LE}
JBH4/2 dan JBH 6/2	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

3.6.4 Kecepatan Arus Bebas Jalan Bebas Hambatan

Kecepatan arus bebas (V_B) untuk MP (Mobil Penumpang) merupakan kriteria dasar dalam menetapkan kinerja JBH pada saat volume lalu lintas mendekati nol. Persamaan 3.5 merupakan bentuk umum dalam menetapkan V_B.

$$V_B = V_{BD} + V_{BL} \quad 3.5$$

Dimana

V_B : Kecepatan arus bebas kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} : Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)

V_{BL} : Kecepatan koreksi terkait lebar jalur efektif (km/jam)

3.6.5 Kecepatan Arus Bebas Dasar Jalan Bebas Hambatan

Kecepatan arus bebas dasar jalan bebas hambatan menggunakan jenis kendaraan MP (Mobil penumpang). Kecepatan arus bebas dasar dapat dilihat pada Tabel 3.8 sedangkan lebar jalur dan bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 8 Kecepatana arus bebas dasar

Tipe JBH	Tipe Alinemen	VBD, km/jam			
		MP	KS	BB	TB
JBH 6/2	Datar	91	71	93	66
	Bukit	79	59	72	52
	Gunung	65	45	57	40
JBH 4/2	Datar	88	70	90	65
	Bukit	77	58	71	52
	Gunung	64	45	57	40

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

Tabel 3. 9 Lebar jalur dan bahu jalan bebas hambatan baku

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas (m)	Lebar bahu (m)			
		Bahu luar			Bahu dalam
		Datar	Bukit	Gunung	
JBH 4/2	14	2,5	2	1,5	0,5
JBH 6/2	21	2,5	2	1,5	0,5

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

3.6.6 Koreksi Kecepatan Arus Bebas Terkait Lebar Lajur Efektif

Umumnya di Indonesia, jalan bebas hambatan memiliki bahu jalan yang diperkeras sehingga memungkinkan digunakan sebagai jalur lalu lintas oleh pengguna jalan. Bahu jalan yang diperkeras tidak ditambahkan dalam perhitungan L_{LE} . Nilai koreksi akibat lebar lajur efektif dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Koreksi terhadap V_{BD} akibat perbedaan lebar lajur efektif

Tipe JBH	Lebar lajur efektif (L_{LE})(m)	V_{BL} (km/jam)		
		Tipe alinemen		
		Datar	Bukit	Gunung
JBH4/2 dan JBH 6/2	Datar	-1	-1	-1
	Bukit	0	-1	0
	Gunung	2	0	1

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga,2023a)

3.7 Volume Lalu Lintas Rencana

Perhitungan volume lalu lintas harian rata-rata desain (LHRT_D) mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Perhitungan LHRTD dan arus lalu lintas digunakan untuk mendapatkan volume lalu lintas pada tahun desain. Perhitungan LHRTD dapat menggunakan persamaan 3.6 sedangkan perhitungan arus lalu lintas menggunakan persamaan 3.7.

$$\text{LHRT}_D = \text{LHRT}_{TB} \cdot (1 + i)^n \quad 3.6$$

$$q_{JD} = \frac{\text{LHRT}_D \cdot K}{F_{JS}} \quad 3.7$$

Dimana

LHRT_D : Volume lalu lintas harian rata-rata tahun desain (SMP/jam)

LHRT_{TB} : Volume lalu lintas harian rata-rata tahun berjalan (SMP/jam)

i : Faktor pertumbuhan lalu lintas (5,5% sampai 10%)

n : Umur rencana desain (tahun)

q_{JD} : Arus lalu lintas jam desain (SMP/jam)

K : Faktor jam desain. (0,08 sampai 0,11 untuk JBH)

F_{JS} : Faktor jam sibuk (0,8 sampai 0,95; nilai rendah untuk kondisi arus lengang)

3.8 Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik mengacu pada Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021. Langkah-langkah dalam merencanakan geometrik jalan adalah sebagai berikut.

3.8.1 Jalan Bebas Hambatan

Jalan bebas hambatan adalah jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan jalan masuk dikendalikan secara penuh dan sering disamakan dengan jalan tol yang penggunaannya diwajibkan membayar. Di Indonesia, jalan bebas hambatan berupa jalan tol (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Tipe jalan bebas hambatan umumnya menggunakan 4/2-T, 6/2-T, dan 8/2-T. Secara geometrik, jalan bebas hambatan tidak dibedakan dengan tipe jalan lainnya kecuali dalam perbedaan penetapan kecepatan desain.

3.8.2 Kriteria Desain Utama

Kriteria desain utama dalam perencanaan geometrik jalan adalah kecepatan desain (V_D) dan kelas penggunaan jalan. Jalan bebas hambatan termasuk dalam kelas penggunaan jalan I. Sedangkan kecepatan desain pada awal perencanaan dipilih kecepatan tertinggi jika tidak terdapat pertimbangan khusus. Penetapan kecepatan desain dapat menggunakan Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Rentang V_D

Medan	Rentang V _D JBH
Datar	80-120
Bukit	70-110
Gunung	60-100

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

3.8.3 Kriteria Desain Teknis

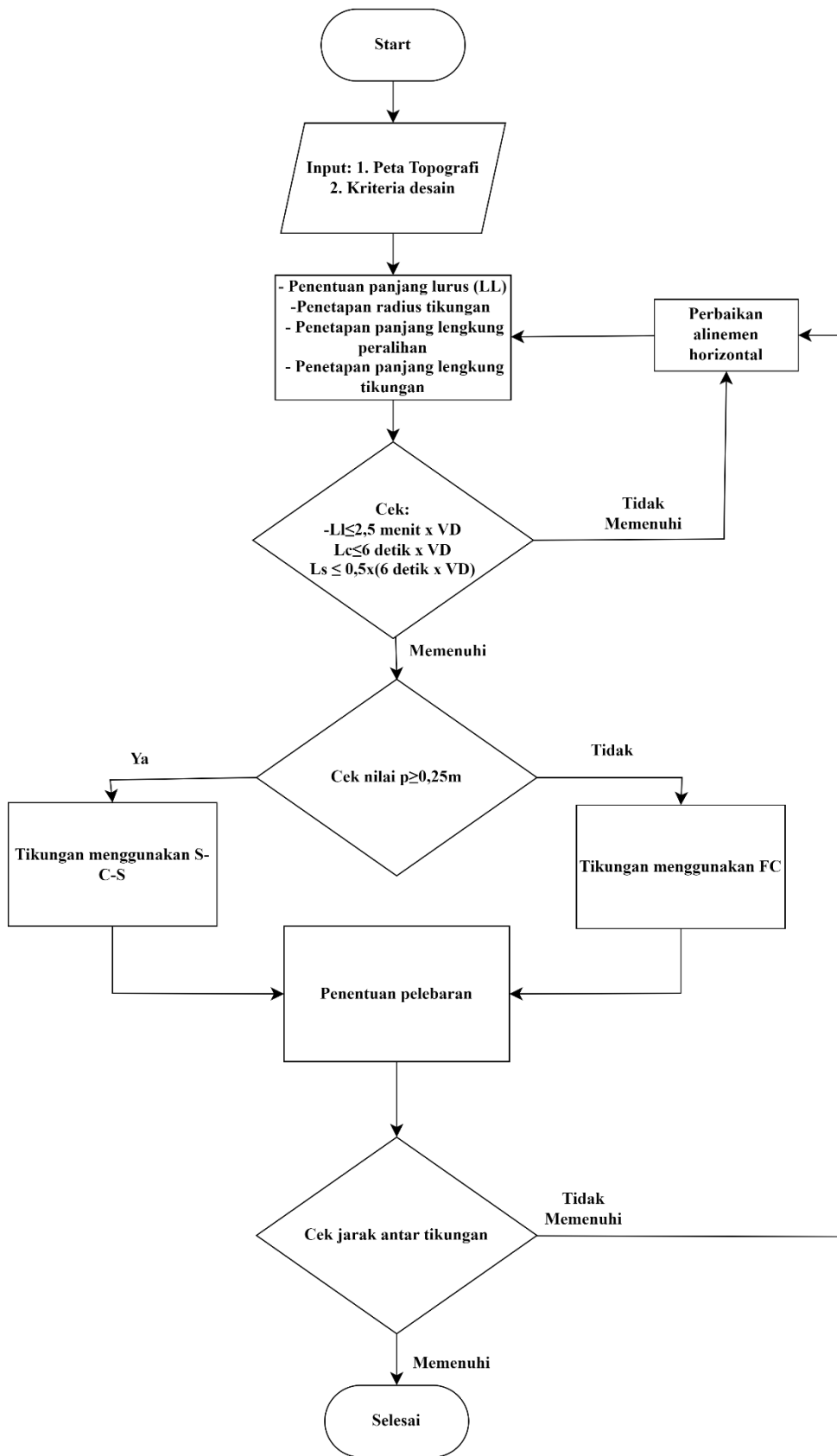
Kriteria desain teknis merupakan kriteria turunan dari kriteria desain utama. Kriteria desain teknis bertujuan untuk menetapkan dimensi penampang melintang dari jalan. Kriteria desain teknis meliputi V_D , kelas jalan, superelevasi maksimum, kekesatan melintang maksimum, jari-jari minimum lengkung horizontal, panjang minimum lengkung vertikal, panjang bagian lurus, dimensi jalan, bangkapja, dan lain sebagainya. Kriteria desain teknis yang digunakan mengacu pada Peraturan Menteri PUPR No.5 Tahun 2023 Tentang Persyaratan Teknis dan Perencanaan Teknis Jalan (2023c) dan Pedoman Teknis Geometri Jalan 2021.

3.8.4 Alinemen Horizontal

Desain alinemen horizontal berupa garis-garis lurus yang berpotongan di titik tertentu. Dalam merencanakan alinemen horizontal pada peta topografi harus memenuhi kriteria desain dan menghindari beberapa hal berikut.

1. Kawasan permukiman, pabrik, tempat ibadah, makam, situs purbakala, sutet
2. Hutan konservasi, hutan lindung
3. Daerah rawa, batuan masif, dan daerah rawan banjir

Desain alinemen horizontal mengacu pada diagram alir pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram alir desain alinemen horizontal
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

1. Panjang bagian lurus

Bagian lurus memiliki waktu tempuh maksimal 2,5 menit (sesuai V_D) Hal ini ditetapkan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari tingkat kelelahan dari pengendara.

2. Radius tikungan

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan (2021), jenis lengkung horizontal yang paling umum digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian jalan yang lurus adalah kurva lingkaran. Dari hukum mekanika mengenai pengoperasian kendaraan pada kurva didapatkan persamaan berikut.

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad 3.8$$

Dimana:

V : Kecepatan kendaraan (km/jam)

R : Radius tikungan (m)

e : Superelevasi (%)

f : kekesatan melintang antara ban dan perkerasan

g : percepatan konstan gravitasi (9,81 m/detik²)

3. Lengkung peralihan

Lengkung peralihan digunakan untuk menghubungkan bagian lurus jalan dengan busur lingkaran agar lintasan kendaraan dapat berubah mulus di dalam lajur lalu lintas (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Fungsi dari lengkung peralihan diantaranya:

- a) Lengkung peralihan dapat memberikan jalur belok alami kendaraan yang mudah dilalui,
- b) Sepanjang lengkung peralihan merupakan lokasi yang cocok bagi pembentukan superelevasi pada tikungan

Lengkung peralihan tidak selalu diperlukan dalam tikungan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.2. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 2021, lengkung peralihan harus memenuhi ketentuan berikut

$$L_s = \frac{1}{2} \times 6 \text{ detik} \times V_D \quad 3.9$$

Dimana

L_s : Panjang lengkung peralihan (m)

V_D : Kecepatan desain

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 2021, lengkung peralihan dapat dihitung dan ditentukan dengan rumusan berikut.

$$L_s = \frac{w \times n_1 \times e_d}{\Delta} \quad 3.10$$

Dimana

L_s : Panjang lengkung peralihan (m)

w : Lebar satu jalur lalu lintas (meter)

n_1 : Jumlah lajur yang diputar

e_d : Superelevasi desain (%)

Δ : Kelandaian relatif maksimum (%)

bw : Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

- Berdasarkan L_s maksimum dan L_s minimum dengan rumus berikut

$$L_{smin} = \sqrt{24 \times P_{min} \times R} \quad 3.11$$

$$L_{smin} = \sqrt{24 \times P_{max} \times R} \quad 3.12$$

Dimana

L_{smin} : Panjang peralihan minimum (m)

P_{min} : Jarak offset lateral minimum antara bagian lurus dan busur lingkaran (0,2)

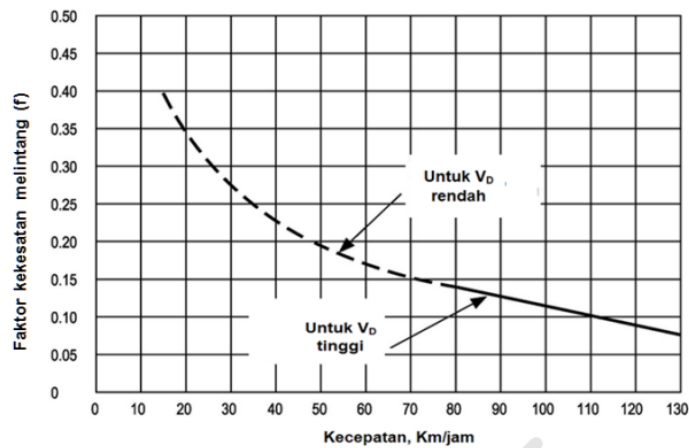
L_{smax} : Panjang peralihan maksimum (m)

P_{max} : Jarak offset lateral maksimum antara bagian lurus dan busur lingkaran (1)

R : Jari-jari tikungan (m)

4. Kekesatan melintang

Kekesatan melintang merupakan koefisien gesekan memanjang dan merupakan besar tahanan pengereman (Sukirman, 1999a). Kendaraan yang melintasi tikungan akan mengalami percepatan sentripetal menuju pusat lingkaran. Akselerasi sentripetal ini diimbangi dengan gaya sentrifugal yang bekerja pada pusat massa kendaraan akibat adanya superelevasi dan gaya gesek antara ban dan permukaan. Saat gaya gesek tidak mencukupi, kendaraan akan bergeser menyamping ke arah alinemen memanjang jalan. Besar faktor kekesatan melintang dapat dilihat pada Gambar 3.3.

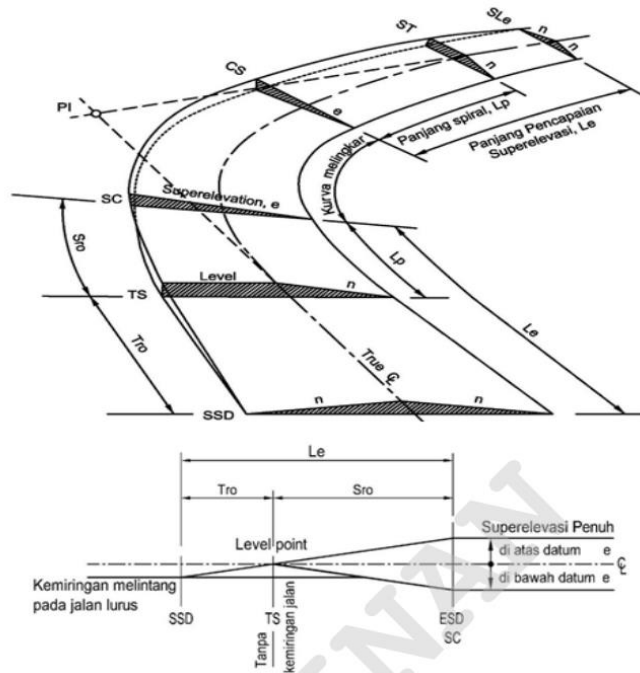


Gambar 3. 3 Faktor kekesatan melintang (f)
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

5. Superelevasi

Kendaraan yang melalui tikungan akan mengalami percepatan sentrifugal keluar dari lintasan. Kemiringan jalan pada lengkung bertujuan untuk mengimbangi gaya sentrifugal. Kemiringan jalan ini disebut superelevasi (Sukirman, 1999a). Tipikal superelevasi jalan dapat dilihat pada Gambar 3.4. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 2021, nilai superelevasi maksimum sebesar 8% dan nilai superelevasi minimum setidaknya sama dengan kemiringan melintang normal jalan pada bagian lurus. Dalam mencapai kemiringan penuh, diperlukan panjang tertentu. Panjang total dalam mencapai superelevasi penuh disebut dengan panjang pencapaian superelevasi (L_s) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Pencapaian superelevasi dibagi menjadi 2 yaitu:

- Panjang *superelevation runoff* (S_{ro}) adalah panjang yang diperlukan dalam mencapai kemiringan superelevasi penuh dari kemiringan melintang jalan,
- Panjang *tangent runoff* (T_{ro}) adalah panjang yang diperlukan dalam mencapai kemiringan melintang jalan dari kemiringan superelevasi penuh



Gambar 3. 4 Tipikal superelevasi
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

Dimana

- PI : *Point intersection*, titik persimpangan tangen utama
- TS : *Tangent to Spiral*, titik pertemuan tangen dengan spiral
- SSD : *Start of Superelevation*, titik awal pencapaian superelevasi
- ESD : *End of Superelevation*, titik akhir pencapaian superelevasi
- SC : *Spiral to Curve*, titik pertemuan spiral dengan tangen
- Lp : Panjang spiral
- Le : Panjang pencapaian superelevasi
- n : Kemiringan melintang normal
- e : Superelevasi muka perkerasan jalan
- Tro : *tangent runoff*,
- Sro : *superelevation runoff*,

Panjang peralihan superelevasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$L_s = \frac{w \times n_1 \times e_d}{\Delta} (bw) \quad 3.13$$

Dimana

- Ls : Panjang minimum *runoff* superelevasi lengkung peralihan (m)
 - Δ : Kelandaian relatif maksimum (%)
 - n1 : Jumlah lajur yang diputar
 - bw : Faktor penyesuaian
 - w : Lebar satu jalur lalu lintas (m)
 - ed : Tingkat superelevasi desain (%)
- Besar kelandaian relatif dapat dilihat pada Tabel 3.12 sedangkan faktor penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3. 12 Kelandaian relatif maksimum

V _D (km/jam)	Kelandaian relatif maksimum (%)	Kemiringan relatif ekivalen maksimum
20	0,8	1:125
30	0,75	1:133
40	0,7	1:143
50	0,65	1:154
60	0,6	1:167
70	0,55	1:182
80	0,5	1:200
90	0,47	1:213
100	0,44	1:227
110	0,41	1:244
120	0,38	1:263
130	0,35	1:286

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

Tabel 3. 13 Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur rotasi

Jumlah lajur rotasi (n1)	Faktor Penyesuaian (bw)	Kenaikan panjang relatif terhadap rotasi satu lajur
1	1	1
1,5	0,83	1,25
2	0,75	1,5
2,5	0,7	1,75
3	0,67	2
3,5	0,64	2,25

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

6. Desain tikungan

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021, desain tikungan yang sering digunakan yaitu *Full Circle* dan *Spiral-Circle-Spiral*. Dalam menentukan tipe tikungan yang dipilih, perlu dilakukan pengecekan dengan Perumusan 3.9. Jika p memiliki nilai lebih dari 0,25 m maka akan digunakan tipe tikungan SCS, tetapi jika nilai p kurang dari 0,25 m maka digunakan tipe tikungan FC.

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c} \quad 3.14$$

Dimana

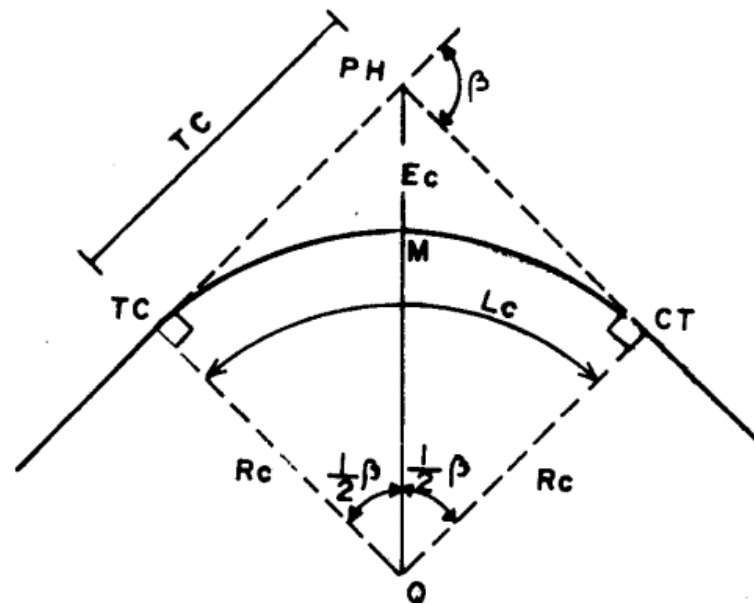
L_s : Panjang lengkung peralihan

R_c : Jari-jari tikungan

Tahapan dalam mendesain tiap tipe tikungan adalah sebagai berikut

1. *Full Circle* (FC)

Tikungan *Full Circle* (FC), merupakan tikungan yang memiliki bentuk busur lingkaran penuh. Tikungan ini memiliki satu pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam. Bentuk dari tikungan Full Circle (FC) dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Tikungan *Full Circle* (FC)
(Sumber:Sukirman, 1999a)

Perhitungan parameter tikungan dilakukan dengan rumusan-rumusan berikut(Sukirman, 1999a).

$$T_c = R \times \tan \frac{1}{2} \Delta \quad 3.15$$

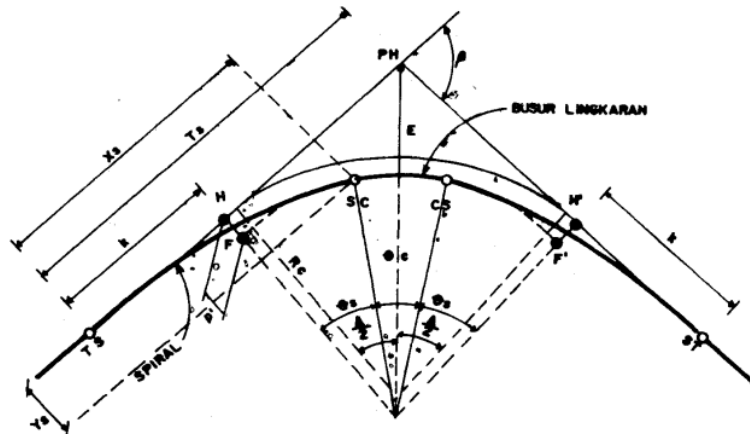
$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \times 2\pi R \quad 3.16$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad 3.17$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad 3.18$$

2. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) merupakan tikungan yang memerlukan lengkung peralihan dalam menghubungkan bagian lurus dengan radius tikungan. Bentuk tikungan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)
(Sumber: Sukirman, 1999a)

Perhitungan parameter tikungan dilakukan dengan rumusan-rumusan berikut (Sukirman, 1999a)

$$\theta_s = \frac{90L_s}{\pi R} \quad 3.19$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \quad 3.20$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad 3.21$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} \times 2\pi R \quad 3.22$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \quad 3.23$$

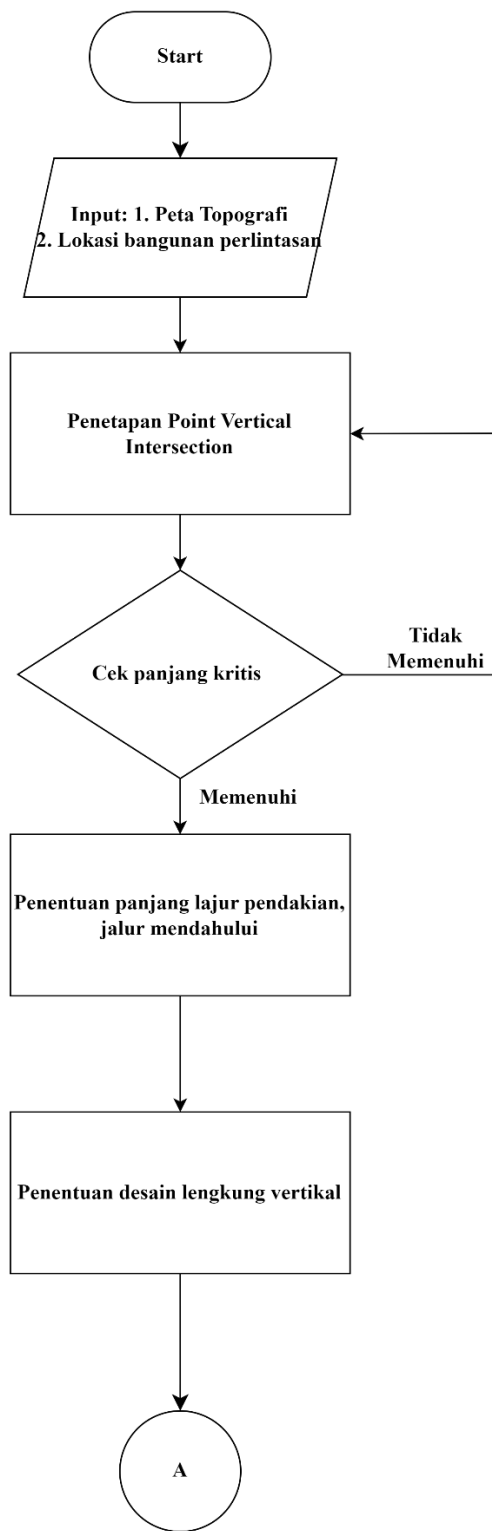
$$p = Y_c - R(1 - \cos\theta_s) \quad 3.24$$

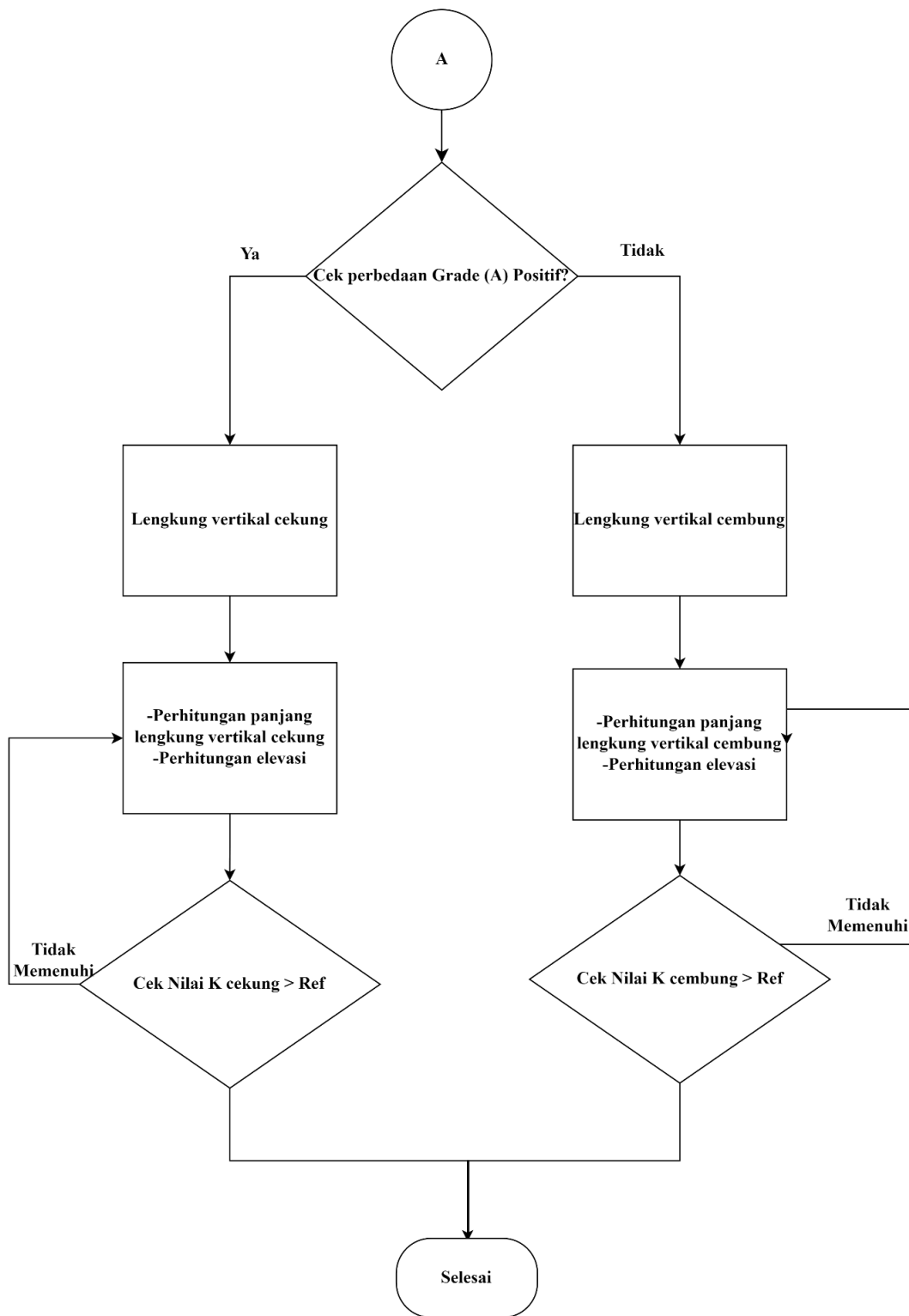
$$k = X_c - R \sin\theta_s \quad 3.25$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \quad 3.26$$

3.8.5 Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah profil memanjang sepanjang garis tengah. Pembentukan alinemen vertikal bergantung pada topografi, desain alinemen horizontal, kriteria desain, dan lain sebagainya. Perencanaan alinemen vertikal dilakukan dengan mengacu pada diagram alir pada Gambar 3.7.





Gambar 3. 7 Diagram alir perencanaan alinemen vertikal
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

a) Kelandaian maksimum

Kendaraan memiliki kemampuan masing-masing dalam mengatasi kelandaian tertentu. Kendaraan penumpang umumnya dapat mengatasi kelandaian 4-5% tetapi kendaraan

besar seperti truk akan kesulitan ketika menghadapi kelandaian tersebut. Oleh karena itu, perencanaan alinemen vertikal perlu memerhatikan kendaraan desain yang akan melewati jalan yang dirancang. Kelandaian maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 3.14.

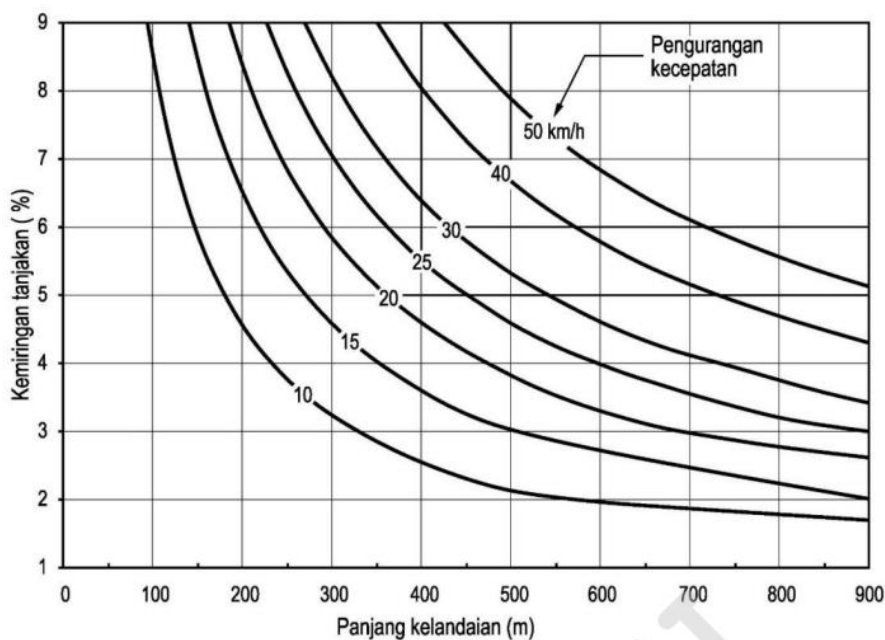
Tabel 3. 14 Kelandaian Maksimum

SPPJ	Kelandaian Maksimum (%)		
	Medan Datar	Medan Bukit	Medan Gunung
JBH	4	5	6
JRY	5	6	10
JSD	6	7	10
JKC	6	8	12

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

b) Panjang kelandaian kritis

Pada saat melakukan pendakian dengan kelandaian tertentu, kendaraan mengalami penurunan kecepatan. Penurunan kecepatan berlebihan diantisipasi dengan menetapkan panjang kelandaian kritis. Panjang kelandaian kritis merupakan panjang jalan dimana truk bermuatan dapat berjalan tanpa adanya pengurangan kendaraan berlebihan. Panjang kelandaian dapat ditentukan dengan grafik pada Gambar 3.8 dan ringkasan pada Tabel 3.15.



Gambar 3. 8 Panjang kelandaian kritis tipikal truk dengan WPR 120 kg/w dengan Vawal 110 km/jam

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

Tabel 3. 15 Panjang kelandaian kritis

Kelandaian memanjang (%)	Panjang kelandaian kritis (m)
4	600
5	450
6	350
7	300
8	250
9	230
≥10	200

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

c) Bentuk lengkung vertikal

Lengkung vertikal memiliki bentuk berupa lengkung cekung atau lengkung cembung. Penentuan jenis lengkung dilakukan dengan mempertimbangkan kelengkungan vertikal maksimum dan minimum yang diizinkan dan dinyatakan dalam nilai K. Nilai K dipilih berdasarkan tiga faktor berikut.

- a) Jarak pandang: Persyaratan dalam semua situasi dalam menjamin keselamatan pengemudi
- b) Penampilan: Diperlukan pada saat timbunan rendah dan topografi datar
- c) Kenyamanan berkendara

Pada umumnya, lengkung vertikal didesain dengan menggunakan persamaan berikut.

$$L = K \times A \quad 3. 27$$

Untuk $S \leq L$

$$K = \frac{S^2}{200\sqrt{h_1 - h_2}} \quad 3. 28$$

Untuk $S \geq L$

$$K = \frac{2S}{A} - \frac{200(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{A^2} \quad 3. 29$$

Dimana

L : Panjang lengkung vertikal (m)

K : Panjang lengkung vertikal dalam meter untuk setiap perubahan kelandaian 1%

A : Perubahan kelandaian (%)

S : Jarak pandang (m)

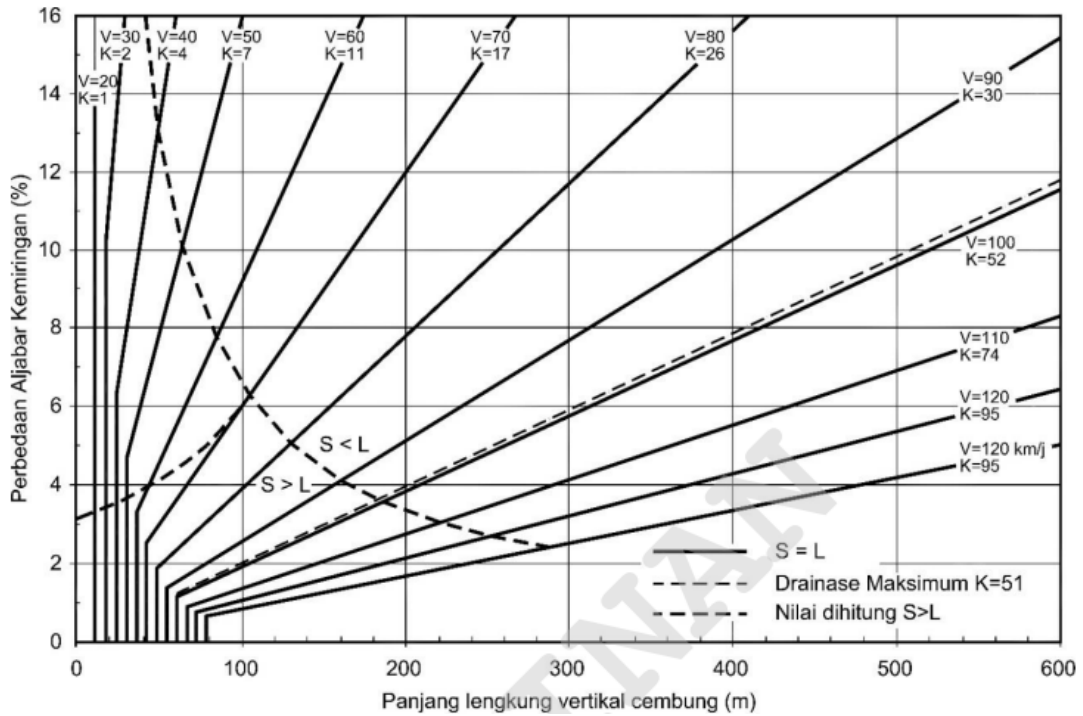
h₁ : Tinggi mata pengemudi (m)

h₂ : Tinggi objek (m)

d) Lengkung vertikal cembung

Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dengan titik perpotongan berada di antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan (Sukirman, 1999a). Panjang minimum lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 3.9. Pengaruh jarak pandang henti terhadap panjang lengkung vertikal ditampilkan pada Tabel 3.16. Tabel 3.16 dapat digunakan pada kondisi $S < L$ maupun $S > L$. Sedangkan pengaruh jarak pandang mendahului pada lengkung cembung dapat dilihat pada Tabel 3.17. Tabel 3.17 juga dapat

digunakan pada kondisi $S < L$ maupun $S > L$ Untuk tujuan praktis, panjang minimum lengkung vertikal dapat dinyatakan dengan 0,6 kali kecepatan desain.



Gambar 3. 9 Panjang lengkung vertikal cembung (m)
(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

Tabel 3. 16 Nilai K minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan J_{PH}

V_D (km/jam)	$J_{PH}(m)$	K
20	20	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	130	26
90	160	39
100	185	52
110	220	74
120	250	95

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

Tabel 3. 17 Nilai K minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan JPM

V _D (km/jam)	JPM(m)	K
30	120	17
40	140	23
50	160	30
60	180	38
70	210	52
80	245	70
90	280	91
100	320	119
110	355	146
120	395	181

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

e) Lengkung vertikal cekung

Dalam merencanakan lengkung vertikal cekung, terdapat beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan. Kriteria tersebut adalah

- Pengemudi dan penampilan

Kenyamanan berkendara minimum merupakan kriteria yang harus dipenuhi lengkung vertikal cekung. Pada jalan JRY dan JBH, lengkung cekung didesain melebihi jarak pandang sorotan lampu. Nilai lengkung vertikal cekung K minimum berdasarkan kenyamanan dapat dihitung dengan rumusan berikut.

$$K = \frac{V_D^2}{1296 a} \quad 3.30$$

Dimana

K : Panjang lengkung vertikal cekung dalam meter untuk perubahan kelandaian 1%

a : Akselerasi vertikal

V_D : Kecepatan desain

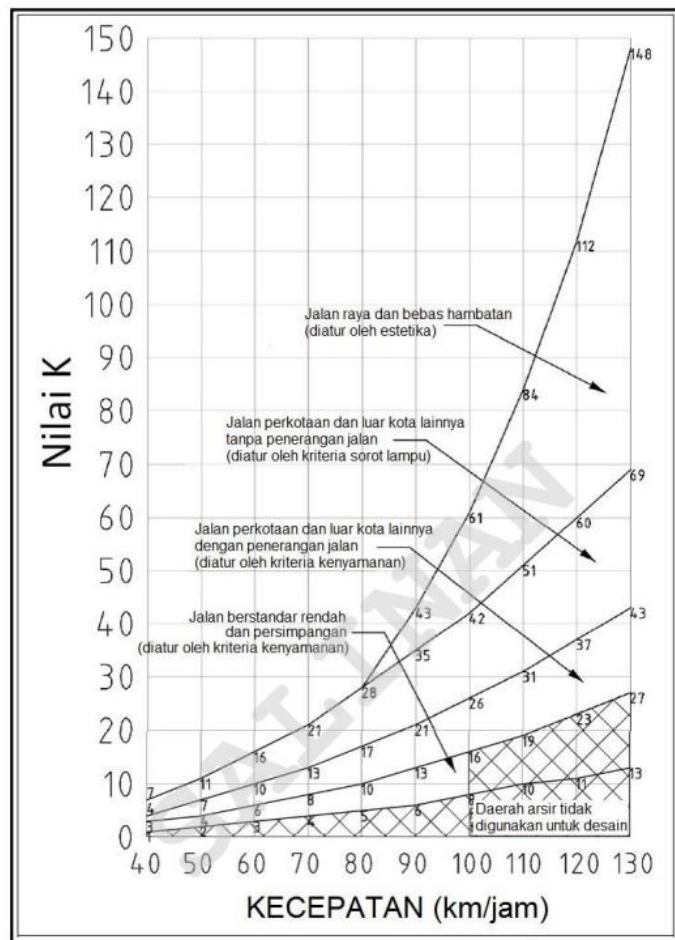
- Drainase

Pada jalan dua lajur, panjang lengkung cekung lebih dari 750 m hendaknya dihindari

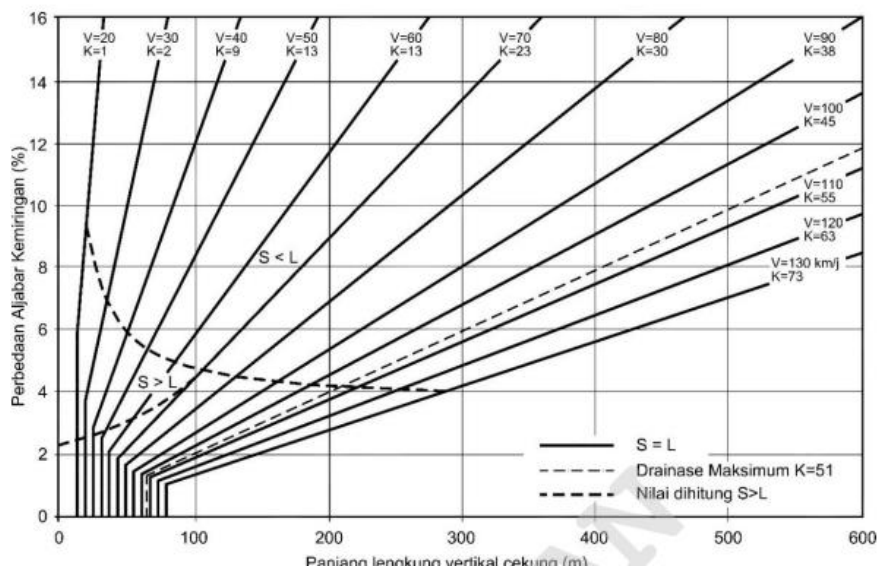
- Silau sorotan lampu

Pada jalan tanpa penerangan di malam hari, sorotan cahaya lampu kendaraan membatasi jarak pandang antara 120 m hingga 150 m. Pada jalan berkecepatan tinggi tanpa penerangan lampu, perlu mempertimbangkan jarak pandang sorot lampu

Nilai K untuk lengkung cekung dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan penentuan panjang lengkung pada Gambar 3.11. Untuk keamanan di jalan, lengkung vertikal cekung harus memiliki panjang jarak pandang henti sama dengan jarak sorotan lampu. Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan JPH dapat dilihat pada Tabel 3.18.



Gambar 3. 10 Rentang nilai K lengkung vertikal cekung
(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)



Gambar 3. 11 Panjang lengkung vertikal cekung
(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

Tabel 3. 18 Nilai K minimum untuk lengkung vertikal cekung

V _D (km/jam)	JPH(m)	K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45
110	220	55
120	250	63

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2021)

3.9 Analisis Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data yang penting dalam merencanakan struktur perkerasan jalan. Data lalu lintas digunakan dalam menghitung beban lalu lintas yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Data lalu lintas yang digunakan yaitu volume lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT). Penentuan volume LHRT didapatkan dari data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Analisis lalu lintas mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, Pd-T-2003, dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Beberapa hal berikut perlu dianalisis dalam menentukan data lalu lintas yang diperlukan dalam merencanakan perkerasan jalan.

1. Jenis kendaraan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, kendaraan perlu diklasifikasikan menjadi beberapa kategori. Klasifikasi kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.4. Kendaraan yang ditinjau dalam perencanaan perkerasan kaku yaitu kendaraan dengan berat minimum 5 ton (2003).

2. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Volume lalu lintas akan bertambah seiring dengan penambahan umur rencana atau sampai dengan kapasitas jalan dicapai dengan memperhatikan pertumbuhan lalu lintas berikut

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \quad 3. 31$$

Dimana:

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (%)

UR: Umur rencana (tahun)

Nilai faktor laju pertumbuhan lalu lintas dapat menggunakan Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)(%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolekteral rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2024)

3. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana merupakan lajur lalu lintas yang menampung lalu lintas kendaraan niaga paling besar. Faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL) harus diperhatikan dalam menghitung beban lalu lintas pada lajur rencana. Pada jalan dua arah, faktor distribusi arah umumnya sebesar 0,5 kecuali pada lokasi yang jumlah kendaraan niaga lebih besar pada satu arah tertentu. Besar faktor distribusi lajur (DL) dapat dilihat pada Tabel 3.20.

Tabel 3. 20 Faktor distribusi lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2024)

4. Sebaran kelompok sumbu kendaraan niaga

Pada perkerasan kaku, beban lalu lintas didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga (*heavy vehicle axle group, HVAG*)(2003). Distribusi sumbu kendaraan niaga dibagi menjadi 4 kelompok berikut

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

Karakteristik proporsi beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan hasil jembatan timbang atau mengacu pada Tabel 3.21.

Tabel 3. 21 Beban Faktual Jawa Timur-Pantura

Beban (kN)	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
10	0,07	0,02	0,94	0	0	0
20	9,32	0,06	0	0	0	0
30	26,79	4,76	0	0	0	0
40	26,39	10,11	1,42	0,01	0	0
50	14,49	12,85	3,77	0,1	0	0

Tabel 3. 21 Beban Faktual Jawa Timur-Pantura (Lanjutan)

Beban (kN)	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
60	8,36	14,48	1,89	0,14	0	0
70	9,5	9,45	3,77	0,4	0	0
80	2,59	6,27	5,19	0,83	0	0
90	0,75	6,91	5,66	1,31	0	0
100	0,24	5,81	6,6	1,95	0,36	0
110	1,5	6	5,19	1,9	0	0
120	0	5,08	6,6	1,87	0,18	0
130	0	3,88	9,91	1,94	0,18	0
140	0	8,11	7,08	2,28	0,54	0
150	0	5,72	33,96	2,19	0,9	0
160	0	0,2	8,02	3,48	0,9	0
170	0	0,03	0	3,19	1,8	0
180	0	0,11	0	3,42	1,44	0
190	0	0,16	0	3,94	1,8	0
200	0	0	0	4,09	0,9	0
210	0	0	0	4,06	2,15	0
220	0	0	0	4,33	1,62	0
230	0	0	0	4,98	2,51	0
240	0	0	0	6,01	3,23	0
250	0	0	0	7,62	3,77	0
260	0	0	0	3,54	4,31	0
270	0	0	0	9,75	21,9	0
280	0	0	0	3,19	3,77	0
290	0	0	0	3,11	3,41	0
300	0	0	0	4,18	3,41	0
310	0	0	0	2	3,59	0
320	0	0	0	14,18	4,13	0
330	0	0	0	0,01	2,69	0
340	0	0	0	0	3,59	0
350	0	0	0	0	2,69	0
360	0	0	0	0	4,67	0
370	0	0	0	0	2,33	0
380	0	0	0	0	1,26	0
390	0	0	0	0	2,69	0
400	0	0	0	0	3,05	0
410	0	0	0	0	1,44	0
420	0	0	0	0	8,44	0
430	0	0	0	0	0	0
440	0	0	0	0	0,18	0
450	0	0	0	0	0,18	0

Tabel 3. 21 Beban Faktual Jawa Timur-Pantura (Lanjutan)

Beban (kN)	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
JUMLAH	100	100	100	100	100	0
	100	100	100	100	100	0

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga 2024)

Jumlah kelompok sumbu dihitung dengan rumus berikut.

$$JSKN = (JSKNH \times 365 \times DD \times DL \times R) \quad 3. 32$$

Dimana:

JKSN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka

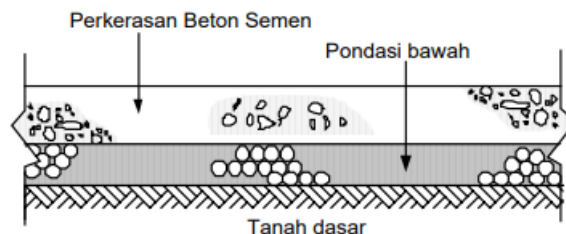
DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

3.10 Desain Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2003). Desain perkerasan kaku mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan Pd-T-14-2003. Daya dukung pada perkerasan kaku diperoleh dari pelat beton. Tipikal struktur perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Tipikal perkerasan kaku

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2003)

Hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan perkerasan kaku adalah sebagai berikut.

1. Umur perkerasan

Umur rencana perkerasan ditetapkan dengan mempertimbangkan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan. Umur rencana perkerasan jalan dapat mengacu pada Tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Umur rencana perkerasan jalan baru

Jenis perkerasan	Elemen perkerasan	Umur rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan	40
	Cement treated based (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi)	Minimum 10

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2024)

2. CBR tanah dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR. Pengujian CBR dapat dilakukan insitu maupun CBR laboratorium. Tanah dasar dengan CBR lebih kecil dari 2% harus dipasang pondasi bawah dari beton kurus (LMC) setebal 15 cm yang dianggap memiliki nilai CBR 5% (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2003). Desain fondasi jalan minimum dapat dilihat pada Tabel 3.23.

Tabel 3. 23 Desain fondasi jalan minimum⁽¹⁾

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana dengan UR 40 Tahun (Juta ESA5)		
			<10	>10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar		
5	SG5	Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan (CBR>10%)	200	200	200
4	SG4		300	400	400
3	SG3			600	600
2,5	SG2,5				
Kekuatan tanah dasar < 2,5% atau tanah lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m dapat diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 Bagan Desain ini.		

Tabel 3. 23 Desain fondasi jalan minimum(Lanjutan)

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana dengan UR 40 Tahun (Juta ESA5)		
			<10	>10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar		
Tanah Ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dari 600 mm berupa material dengan potensi pemuaian tidak lebih besar dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersebut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5.		

Keterangan:

(1) Untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur bilamana tanah dasarnya masih berbutir halus maka harus dipasang lapisan setebal 200 mm berupa lapisan: timbunan pilihan berbutir kasar yang mempunyai CBR minimum 30% dengan PI 6 – 15 dan ukuran butir maksimum 50 mm atau LFA Kelas C atau dengan lapis stabilisasi semen (UCS 10 kg/cm²).

2) Penanganan tanah ekspansif dapat mengacu pada Subbab 6.7 atau mengacu pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan PdT-10-2005-B, Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif dengan Geomembran sebagai Penghalang Kelembaban Vertikal PdT-11-2004-B dan Austroads Guide to Pavement Technology Part 4I Eartworks Materials AGPT04I-09

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2024)

3. Beton semen

Kekuatan beton semen dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari yang didapatkan dari pengujian balok dengan pembebanan tiga titik dengan besar tipikal 3-5 Mpa(2003). Hubungan kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dinyatakan dengan pendekatan rumus berikut.

$$f_{cf} = 3,13K(fc')^{0,50} \quad 3. 33$$

Dengan

fc' : Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

f_{cf} : Kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm²)

K : Konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah

4. Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2003). Bahu jalan harus memiliki kekuatan minimum 10% beban rencana atau sesuai dengan beban yang

diperkirakan menggunakan bahu jalan(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Bahu diperkeras digunakan untuk kebutuhan berikut

- Jika terdapat kerb
- Gradien jalan lebih dari 4%
- Sisi dengan tinggi lebih dari kurva superelevasi. Dalam kasus ini, bahu pada sisi superelevasi yang lebih tinggi harus sama dengan superelevasi badan jalan
- Jalan dengan LHRT lebih dari 10.000 kendaraan
- Jalan tol dan jalan bebas hambatan

5. Penulangan

Penulangan pada pelat beton memiliki beberapa tujuan seperti berikut.

- Kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan dengan membatasi lebar retakan
- Mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Berikut merupakan perhitungan penulangan beberapa jenis perkerasan beton

a) Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan

Terdapat kemungkinan perlunya memasang tulangan pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan dengan tujuan mengendalikan retak. Pelat yang perlu diberi penulangan yaitu bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan(Departemen Permukiman dan Wilayah,2003).

b) Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan

Luas penampang tulangan perkerasan beton semen bersambung dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad 3.34$$

Dimana:

As : Luas penampang tulangan baja (mm²/m)

fs : Kuat tarik ijin tulangan (MPa)

g : Gravitasi (m/detik²)

h : Tebal pelat beton (m)

L : Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M : Berat per satuan volume pelat (kg/m³)

μ : Koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Nilai koefisien gesek dapat dilihat pada Tabel 3.24. Perencanaan ini didasarkan bahwa pelat dengan pondasi bawah tidak ada ikatan.

Tabel 3. 24 Nilai koefisien gesekan(μ)

No	Lapis pemecahan ikatan	Koefisien gesek
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon A	2

(Sumber: Direktorat Permukiman dan Prasarana Wilayah,2003)

Luas penampang tulangan berbentuk anyaman empat persegi panjang dan bujur sangkar dapat dilihat pada Tabel 3.25.

Tabel 3. 25 Ukuran dan berat tulangan polos anyaman las

Tulangan memanjang		Tulangan melintang		Luas penampang tulangan		Berat per satuan luas (kg/m ²)
Diameter (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Jarak (mm)	
Empat persegi panjang						
12,5	100	8	200	1227	251	11,606
11,2	100	8	200	986	251	9,707
10	100	8	200	785	251	8,138
9	100	8	200	636	251	6,967
8	100	8	200	503	251	5,919
7,1	100	8	200	398	251	5,091
9	200	8	250	318	201	4,076
8	200	8	250	251	201	3,552
Bujur sangkar						
8	100	8	100	503	503	7,892
10	200	10	200	393	393	6,165
9	200	9	200	318	318	4,994
8	200	8	200	251	251	3,946
7,1	200	7,1	200	198	198	3,108
6,3	200	6,3	200	156	156	2,447
5	200	5	200	98	98	1,542
4	200	4	200	63	63	0,987

(Sumber: Direktorat Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

c) Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan

- Penulangan memanjang

Penulangan memanjang perkerasan beton semen menerus dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$P_s = \frac{100 \cdot f_{ct} \cdot (1,3 - 0,2\mu)}{f_u - n f_{ct}} \quad 3.35$$

Dimana:

P_s : Persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)

f_{ct} : Kuat tarik langsung beton (0,4-0,5 f_{cf}) (kg/cm²)

f_y : Tegangan leleh rencana baja (kg/cm²)

n : Angka ekuivalensi antara baja dan beton (Dapat dilihat pada Tabel 3.26)

Tabel 3. 26 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton (n)

fc'(kg/cm ²)	n
175-225	10
235-285	8
>290	6

(Sumber: Direktorat Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Persentase minimum tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0,6% dari luas penampang beton. Jarak antara retakan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut.

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (\epsilon_s \cdot E_c - f_{ct})} \quad 3.36$$

Dimana:

L_{cr} : Jarak teoritis antara retakan (cm)

p : Perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton

u : Perbandingan keliling terhadap luas tulangan (4/d)

f_b : Tegangan lekat antara tulangan dengan beton ($\frac{1,97\sqrt{f_{ct}}}{d}$)(kg/cm²)

n : Angka ekivalensi baja dan beton

ε_s : Koefisien susut beton (400.10⁻⁶)

E_c : Modulus elastisitas beton

E_s : Modulus elastisitas baja

Jarak retakan teoritis berdasarkan persamaan 3.31 akan menghasilkan jarak antara 150 dan 250 cm. Jarak tulangan 100-225 mm, maka diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12 mm dan 20 mm(2003).

- Penulangan melintang

Luas penulangan melintang yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan 3.29. Tulangan melintang direkomendasikan memiliki diameter batang ulir tidak lebih kecil dari 12 mm dan jarak maksimum tulangan dari sumbu ke sumbu 75 cm.

- Penempatan tulangan

Penempatan tulangan melintang harus ditempatkan pada kedalaman lebih dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat kurang dari 20 cm dan maksimum sampai sepertiga tebal pelat untuk tebal pelat lebih dari 20 cm(2003). Tulangan arah memanjang dipasang di atas tulangan arah melintang.

6. Sambungan

Menurut Departemen Permukiman dan Wilayah, sambungan pada perkerasan beton bertujuan untuk

- Membatasi tegangan dan mengendalikan retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas

- Memudahkan pelaksanaan
- Mengakomodasi gerakan pelat

Sambungan dibagi menjadi beberapa jenis yaitu sambungan memanjang, sambungan melintang, dan sambungan isolasi.

a) Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Sambungan memanjang memiliki fungsi untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak sambungan memanjang sekitar 3-4 meter dengan spesifikasi batang ulir mutu minimal BJTU-24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan rumusan berikut.

$$A_t = 204 \times b \times h \quad 3.37$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \quad 3.38$$

Dimana:

A_t : Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan

b : Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

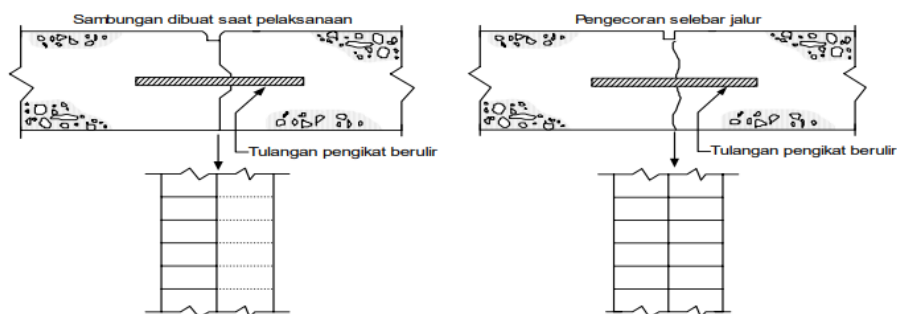
h : Tebal pelat (m)

I : Panjang batang pengikat(mm)

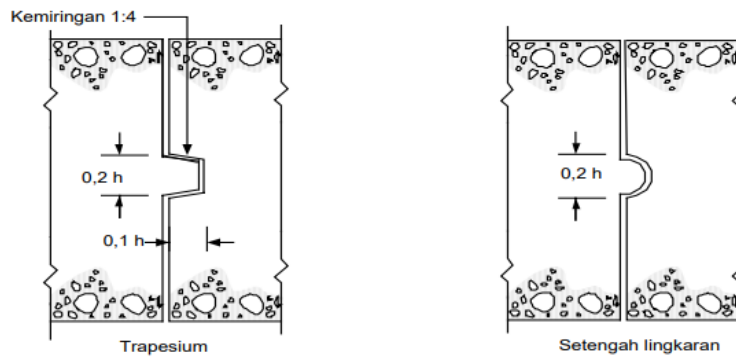
ϕ : Diameter batang (mm)

b) Sambungan pelaksanaan memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk penguncian dilakukan dengan trapesium atau setengah lingkaran. Bentuk penguncian dapat dilihat pada Gambar 3.12 sedangkan ukuran standar penguncian sambungan memanjang dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Tipikal sambungan memanjang
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



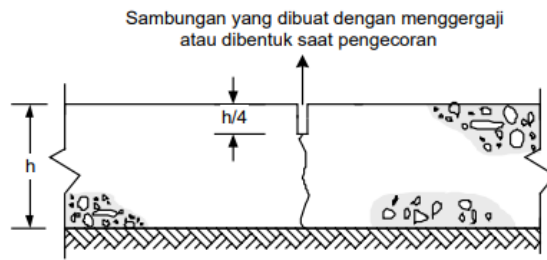
Gambar 3. 14 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)

- c) Sambungan susut memanjang
Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat(2003).
- d) Sambungan susut melintang
Sambungan susut melintang memiliki kedalaman sambungan kurang lebih seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen. Jarak sambungan untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan kurang lebih 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m, dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan disesuaikan dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm dengan jarak antara ruji sebesar 30 cm. Ruji tersebut harus lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang dapat memengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket agar dapat menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji dapat dilihat pada Tabel 3.27. Sambungan susut tanpa ruji dapat dilihat pada Gambar 3.15 sedangkan sambungan susut dengan ruji dapat dilihat pada Gambar 3.16.

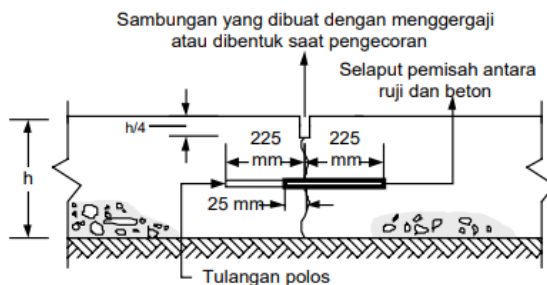
Tabel 3. 27 Diameter ruji

No	Tebal pelat beton	Diameter ruji(mm)
1	$125 \leq h \leq 140$	20
2	$140 \leq h \leq 160$	24
3	$160 \leq h \leq 190$	28
4	$190 \leq h \leq 220$	33
5	$220 \leq h \leq 250$	36
6	$250 \leq h \leq 300$	38

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2024)



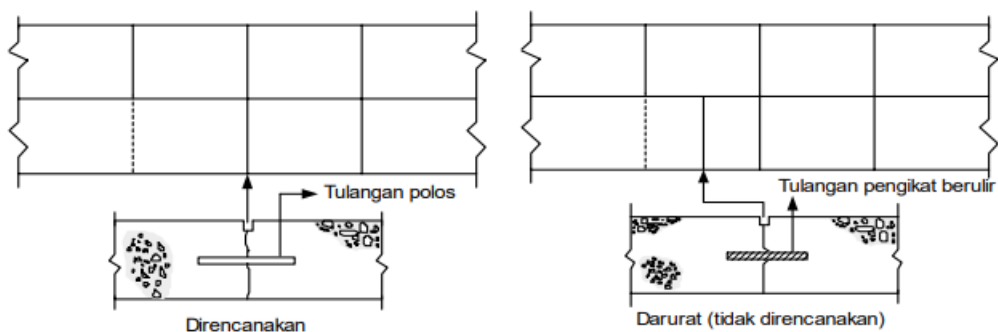
Gambar 3. 15 Sambungan susut melintang tanpa ruji
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



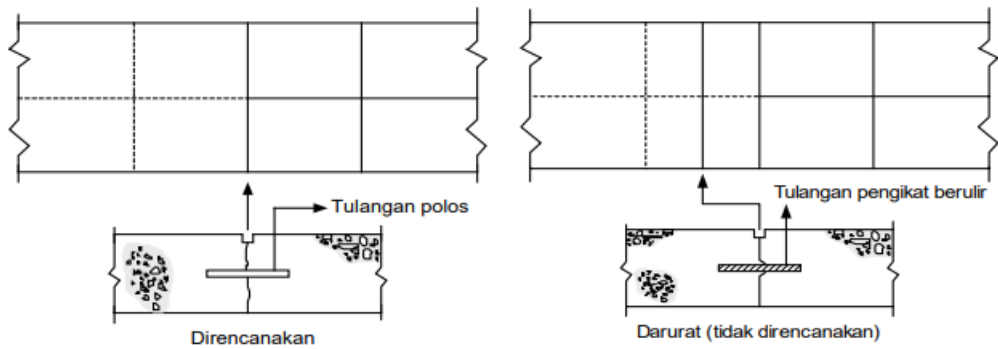
Gambar 3. 16 Sambungan susut melintang dengan ruji
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)

e) Sambungan pelaksanaan melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan sambungan pelaksanaan melintang yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat. Untuk tebal pelat sampai dengan 17 cm, sambungan pelaksanaan harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm, dan dengan jarak 60 cm. Sedangkan, untuk tebal pelat lebih dari 17 cm, diameter batang pengikat sebesar 20 mm dengan panjang 84 cm dan jarak 60 cm. Gambar tipikal sambungan pelaksanaan melintang per lajur dapat dilihat pada Gambar 3.17 sedangkan sambungan pelaksanaan untuk seluruh lebar perkerasan dapat dilihat pada Gambar 3.18.



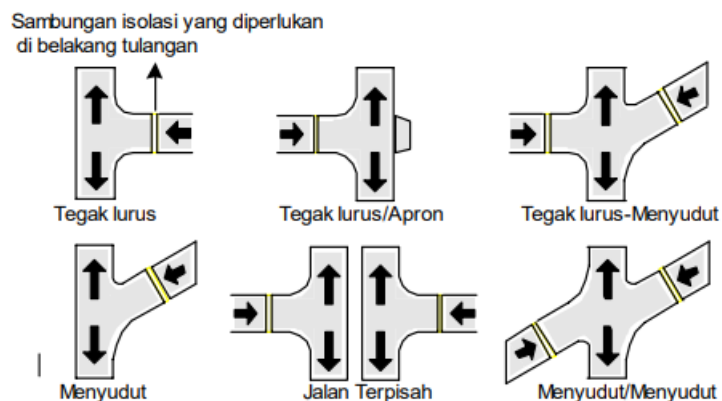
Gambar 3. 17 Sambungan pelaksanaan untuk pengecoran per lajur
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



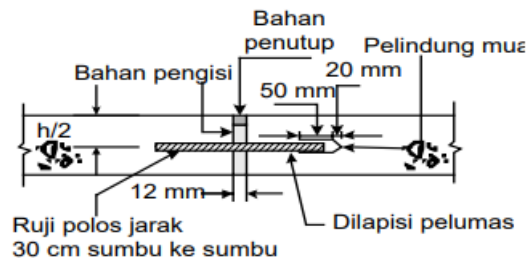
Gambar 3. 18 Sambungan pelaksanaan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan (Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)

f) Sambungan isolasi

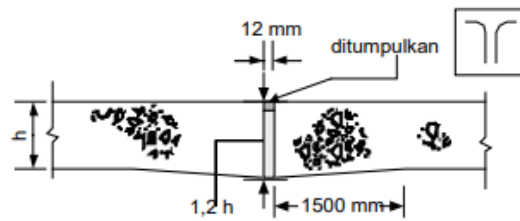
Sambungan isolasi berfungsi untuk memisahkan perkerasan dengan bangunan lainnya, misalnya jembatan, tiang listrik, jalan lama, dan sebagainya. Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (joint sealer) setebal 5-7 mm dan diisi dengan bahan pengisi (joint filler) pada sisa sambungan. Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi dapat dilihat pada Gambar 3.19 dan sambungan isolasi dengan ruji dapat dilihat pada Gambar 3.20, dengan penebalan tepi dapat dilihat pada Gambar 3.210, dan tanpa ruji dapat dilihat pada Gambar 3.22.



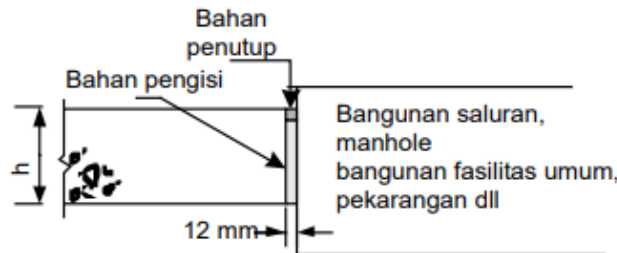
Gambar 3. 19 Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi (Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



Gambar 3. 20 Sambungan isolasi dengan ruji (Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



Gambar 3. 21 Sambungan isolasi dengan penebalan tepi
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)



Gambar 3. 22 Sambungan isolasi tanpa ruji
(Sumber: Departmen Permukiman dan Wilayah,2003)

3.11 Drainase

Perencanaan drainase jalan mengacu pada Pedoman Desain Drainase Jalan No.23/SE/Db/2021. Debit air rencana merupakan komponen utama dalam merencanakan drainase. Dalam penetapan debit air rencana, perhitungan menggunakan rumus matematik model rasional berikut.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad 3.39$$

Dimana

Q = Debit puncak limpasan (m³/dt)

C = Koefisien aliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km²)

Ketentuan teknis dalam menghitung debit puncak adalah sebagai berikut.

a) Koefisien pengaliran

Koefisien memiliki nilai berbeda-beda tergantung pada permukaan pengaliran. Besaran nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel 3.28.

Tabel 3. 28 Koefisien pengaliran (C)

Deskripsi lahan	Koefisien aliran
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70-0,95
Batu bata, paving	0,50-0,70
Halaman, tanah berpasir	
datar - 2%	0,05-0,10
rata-rata, 2-7%	0,10-0,15

Tabel 3. 28 Koefisien pengaliran (C) (Lanjutan)

Deskripsi lahan		Koefisien aliran
	curam, 7%	0,15-0,20
Halaman, tanah berat		
	datar - 2%	0,13-0,17
	rata-rata, 2-7%	0,18-0,22
	curam, 7%	0,25-0,35
Halaman kereta api		0,10-0,35
Taman tempat bermain		0,10-0,25
Taman, pekuburan		0,10-0,25
Hutan		
	datar, 0-0,5%	0,10-0,40
	bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	berbukit, 10-30%	0,30-0,60

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

b) Periode ulang

Periode ulang dalam menentukan debit banjir rencana dapat dilihat pada Tabel 3.29.

Tabel 3. 29 Periode ulang debit rencana

Kelas dan/atau fungsi jalan	Periode ulang (tahun)
Jalan tol	100
Jalan arteri	50
Jalan kolektor	50
Jalan lokal	25

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

c) Intensitas hujan (I)

Intensitas hujan adalah curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dalam periode ulang tertentu. Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan metode Mononobe berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad 3.40$$

Dimana

I = Intensitas hujan (mm/jam) dengan periode ulang T tahun

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam dengan periode ulang T tahun

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

d) Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk daerah layanan dalam menyalurkan aliran air setelah melewati titik tertentu. Waktu konsentrasi memiliki nilai bervariasi yang bergantung pada ukuran dan bentuk daerah tangkapan, kemiringan lahan, dan jenis permukaan. Waktu konsentrasi di

daerah pengaliran (t_0) dan di saluran (t_d) dijumlahkan sehingga menjadi rumusan berikut.

$$t_c = t_0 + t_d \quad 3.41$$

$$t_c = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times I \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad 3.42$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad 3.43$$

Dimana

n : Angka kekasaran permukaan lahan (Tabel 3.30)

S : Kemiringan lahan

L : Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

L_s : Panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)

V : Kecepatan aliran di dalam saluran (m/dt)

Nilai perkiraan angka kekasaran permukaan lahan (n) dapat dilihat pada Tabel 3.30.

Tabel 3. 30 Nilai angka kekasaran

No	Kondisi lapis permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2021)

e) Analisa hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan sebagai penentuan luas penampang saluran. Perhitungan hidrolika menggunakan rumusan berikut.

$$A = \frac{Q}{V} \quad 3.44$$

Dimana

A : Luas penampang basah saluran (m^2)

Q : Debit aliran dari perhitungan hidrologi (m^3/dt)

V : Kecepatan aliran (m/dt)

Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan rumus Manning atau Strickler sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad 3.45$$

Dimana

V : Kecepatan aliran (m/dt)

n : Koefisien kekasaran Manning

R : Jari-jari hidrolis saluran (m)

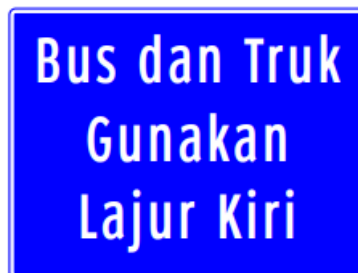
i : Kemiringan aliran

Jari jari hidrolis saluran dihitung dengan rumus Manning berikut

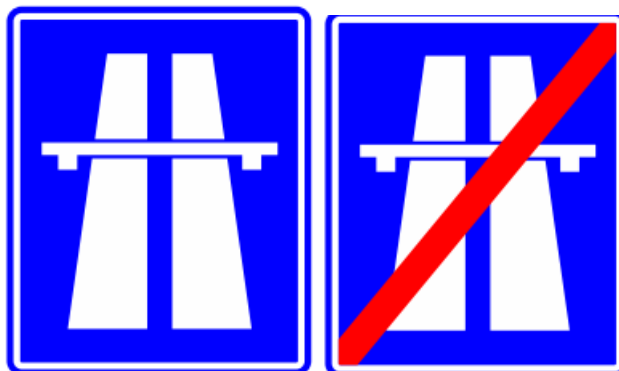
$$R = \left[\frac{(n \times V)}{i^{1/2}} \right]^{2/3} \quad 3.46$$

3.12 Rambu dan Marka Jalan

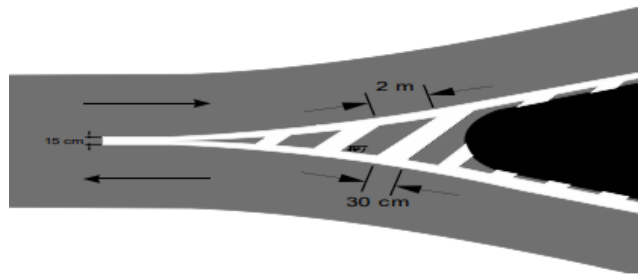
Desain ukuran maupun bentuk dari rambu lalu lintas mengacu pada PM No. 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas sedangkan marka jalan mengacu pada PM No.34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan. Berikut merupakan rambu dan marka yang umumnya digunakan pada Jalan Tol. Rambu perintah dapat dilihat pada Gambar 3.23, rambu petunjuk dapat dilihat pada Gambar 3.24, dan marka pengarah dapat dilihat pada Gambar 3.25.



Gambar 3. 23 Rambu perintah dengan kata-kata



Gambar 3. 24 Rambu petunjuk awal dan akhir Jalan Tol



Gambar 3. 25 Marka pengarah lalu lintas sebelum penghalang

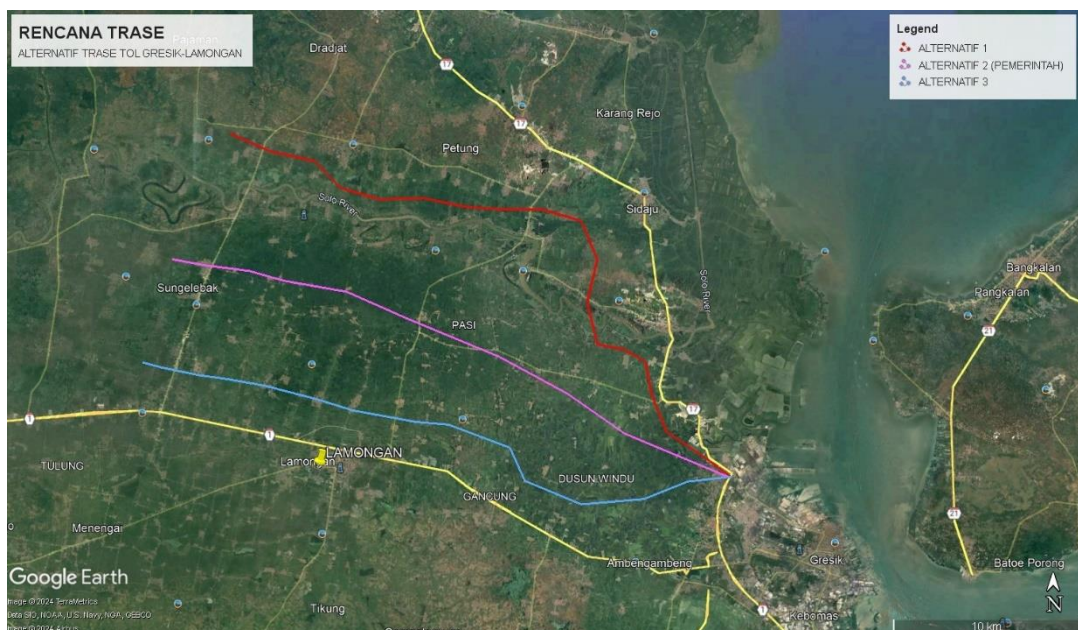
3.13 Kesimpulan dan Hasil

Dalam kesimpulan dan hasil berisi hasil pengolahan data berupa trase, alinyemen horizontal dan vertikal, tebal perkerasan, dimensi drainase, serta rambu dan marka jalan. Hasil pengolahan data ditarik kesimpulan sehingga dapat diketahui hasil akhir dari penelitian di tugas akhir ini.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Trase Jalan

Perencanaan trase jalan perlu ditentukan dengan memperhatikan berbagai pertimbangan. Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan (2021), desain alinemen geometrik jalan harus dilakukan untuk mendapatkan tiga alternatif alinemen. Alternatif alinemen dikaji sehingga menghasilkan alinemen terpilih yang merupakan alternatif terbaik dari ketiga alternatif tersebut. Pada Tugas Akhir ini direncanakan tiga alternatif. Alternatif pertama dan ketiga merupakan alternatif trase dari penulis sedangkan alternatif kedua merupakan trase rencana dari Keputusan Menteri PUPR No. 367/KPTS/M/2023 Tentang Rencana Umum Jaringan Jalan Nasional Tahun 2020-2040. Alternatif trase dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Alternatif Trase Jalan Tol Gresik-Lamongan

Pertimbangan yang digunakan dalam memilih trase terbaik dari ketiga trase alternatif tersebut yaitu panjang trase yang melalui daerah banjir, tata guna lahan dari wilayah yang dilalui, volume galian dan timbunan yang dibutuhkan, dan jumlah bangunan perlintasan seperti jembatan. Pemilihan trase dilakukan dengan melakukan pembobotan dari pertimbangan yang telah dipilih. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis multi kriteria (*matriks zero-one*). Langkah-langkah pemilihan alternatif trase dapat dilihat pada Subbab 3.5. Berikut merupakan hasil dari pemilihan alternatif trase.

1. Pembobotan kriteria

Pembobotan kriteria dilakukan dengan mengumpulkan hasil kuisisioner. Kuisisioner dilakukan dengan membandingkan satu kriteria dengan kriteria lain dengan nilai 1 berarti bahwa kriteria tersebut lebih diutamakan dalam merencanakan trase. Kuisisioner telah dilakukan dengan 3 responden yaitu Bapak Cahya Buana, ST., MT. Dr. Ir. Wahyu Herijanto, ST., Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T.,M.Eng. Contoh hasil kuisisioner dapat dilihat pada Tabel 4.1. Setelah didapatkan hasil kuisisioner,

dapat dilakukan pembobotan dengan menggunakan Persamaan 3.1 Hasil pembobotan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Contoh Hasil Kuisioner dari Dr. Ir. Wahyu Herijanto, S.T.

Kriteria	A	B	C	D	Total	Bobot
A		0	1	0	1	0,17
B	1		1	1	3	0,50
C	0	0		0	0	0,00
D	1	0	1		2	0,33

Tabel 4. 2 Pembobotan Kriteria

Kode	Kriteria	Bobot
A	Panjang trase melalui daerah Banjir	0,083333
B	Tata guna lahan	0,333333
C	Volume galian dan timbunan	0,25
D	Jumlah bangunan perlintasan	0,333333

Keterangan:

A = Panjang trase melalui daerah banjir

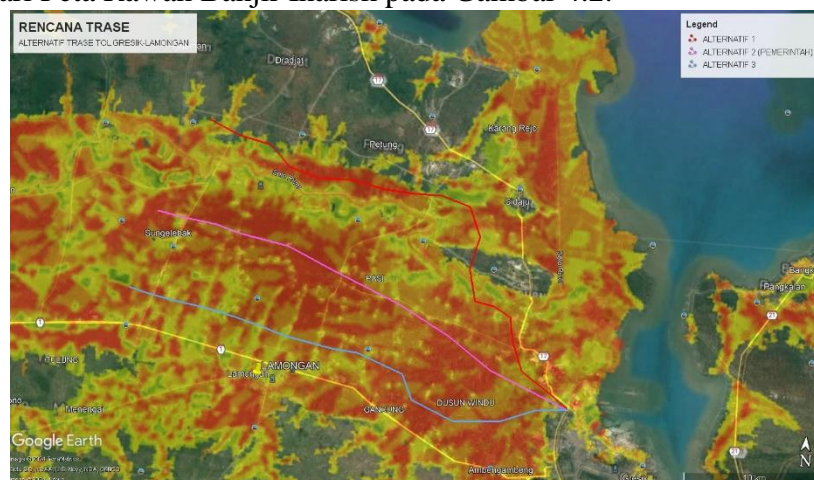
B = Tata guna lahan

C = Volume galian dan timbunan

D = Jumlah bangunan perlintasan

2. Menganalisis kriteria dan menilai kriteria

Analisis kriteria tiap alternatif trase dilakukan dengan software *Civil3D* dan *Google Earth*. Contoh analisis kriteria dengan kode A (Panjang trase melalui daerah banjir) dapat dilihat pada Tabel 4.3 dengan memperhatikan kawasan rawan banjir dari Peta Rawan Banjir Inarisk pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Peta Kawasan Rawan Banjir Inarisk
(Sumber: *inarisk.co.id*)

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Alternatif Trase Dengan Kriteria 1

A (km)	Trase	1	2	3	Total	Nilai
30	1		1	1	2	0,666667
34,5	2	0		0	0	0
33,6	3	0	1		1	0,333333

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 2

B(m ²)	Trase	1	2	3	Total	Nilai
66541	1		1	0	1	0,333333
77113	2	0		0	0	0
52403	3	1	1		2	0,666667

Tabel 4. 5 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 3

C(m ³)	Trase	1	2	3	Total	Nilai
21610,898	1		0	1	1	0,333333
19414,844	2	1		1	2	0,666667
22709,154	3	0	0		0	0

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Trase Dengan Kriteria 4

D	Trase	1	2	3	Total	Nilai
13	1		1	1	2	0,666667
17	2	0		0	0	0
15	3	0	1		1	0,333333

Keterangan:

A = Panjang trase melalui daerah banjir

B = Tata guna lahan

C = Volume galian dan timbunan

D = Jumlah bangunan perlintasan

3. Rekapitulasi

Setelah dilakukan pembobotan dan penilaian alternatif trase, rekapitulasi penilaian dilakukan untuk menentukan trase terpilih. Rekapitulasi penilaian dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Pemilihan Trase

Kriteria	Bobot	Trase 1		Trase 2		Trase 3	
		Nilai	Nilai Pembobotan	Nilai	Nilai Pembobotan	Nilai	Nilai Pembobotan
(1)	(2)	(4)	(2)x(4)	(5)	(2)x(5)	(6)	(2)x(6)
A	0,08	0,67	0,06	0,00	0,00	0,33	0,03
B	0,33	0,33	0,11	0,00	0,00	0,67	0,22
C	0,25	0,33	0,08	0,67	0,17	0,00	0,00
D	0,33	0,67	0,22	0,00	0,00	0,33	0,11
Jumlah Nilai		0,47		0,17		0,36	
Urutan		1,00		3,00		2,00	

Dengan demikian, berdasarkan Tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa trase terbaik diantara ketiga trase alternatif yaitu Trase 1. Trase 1 akan digunakan dalam perencanaan geometrik dan perkerasan Jalan Tol Gresik-Lamongan.

4.2 Analisis Trip Assignment

Analisis *Trip Assignment* dilakukan untuk mengetahui banyaknya kendaraan berpindah dari rute eksisting ke rute baru. Analisis Trip Assignment dilakukan dengan meninjau rute eksisting yaitu Jl. Sadang (Bts. Kab. Lamongan) - Bts. Kota Gresik. Metode yang digunakan dalam Trip Assignment yaitu Smock 1962 dan *All or Nothing* Davidson.

4.2.1 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data yang digunakan dalam menganalisis perpindahan. Data lalu lintas berupa data LHR Jl. Sadang – Bts. Kota Gresik yang didapatkan dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional. Data LHR dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 LHRT Jl. Sadang – BTS Kota Gresik

No	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2022(kend/hari) 2 Arah
1	Sepeda Motor, Sekuter dan Kendaraan Roda Tiga	102853
2	Sedan, Jeep dan Station Wagon	14536
3	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi dan Mini Bus	1560
4	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	4700
5	Bus	125
6	Bus Besar	210

Tabel 4. 8 LHRT Jl. Sadang – BTS Kota Gresik (Lanjutan)

No	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2022(kend/hari) 2 Arah
7	Truk 2 Sumbu 4 Roda	275
8	Truk 2 Sumbu 6 Roda	5324
9	Truk 3 Sumbu	4653
10	Truk Gandengan	42
11	Truk Semi Trailer	834
12	Kendaraan Tidak Bermotor	54
Total Jumlah Kendaraan		135166

(Sumber: Balai Besar Jalan Nasional Jawa Timur)

4.2.2 Arus Jam Puncak

Data lalu lintas lalu lintas dihitung menjadi arus jam puncak atau arus jam perencanaan dengan menggunakan Persamaan 3.7. Nilai K digunakan sebesar 0,11 untuk Jalan Bebas Hambatan dan Fjs 0,95 dengan asumsi arus padat. Hasil perhitungan arus jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.9. Berikut contoh perhitungan arus jam puncak untuk jenis kendaraan Bus.

$$q_{JD} = \frac{LHRT_D \cdot K}{F_{js}}$$

$$q_{JD} \text{ Bus} = \frac{125 \times 0,11}{0,95}$$

$$q_{JD} \text{ Bus} = 14 \text{ kend/jam}$$

Tabel 4. 9 Arus Jam Puncak Jl. Sadang – BTS Kota Gresik

No	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2022(kend/hari)	K (JLK)	Fjs	Q _{jp} (kend/jam)
1	Sedan, Jeep dan Station Wagon	14536	0,11	0,95	1683
2	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi dan Mini Bus	1560			181
3	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	4700			544
4	Bus	125			14
5	Bus Besar	210			24
6	Truk 2 Sumbu 4 Roda	275			32
7	Truk 2 Sumbu 6 Roda	5324			616
8	Truk 3 Sumbu	4653			539
9	Truk Gandengan	42			5
10	Truk Semi Trailer	834			97
Total Jumlah Kendaraan		32259			3735

Setelah didapatkan arus jam puncak, q_{jp} perlu dikonversi menjadi smp/jam untuk memperkirakan kinerja lalu lintas perjam. Tiap tipe kendaraan perlu dikali dengan ekivalensi mobil penumpang pada Tabel 4.10. Hasil perkalian dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Ekivalensi Mobil Penumpang

KS	BB	TB	MP
1,3	1,5	2,5	1

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)

Tabel 4. 11 Arus Kendaraan Perjam Jl. Sadang – BTS Kota Gresik

No	Jenis Kendaraan	Gol. Kendaraan	q_{jp} (kend/jam)	Vol Lalu Lintas (smp/jam)
1	Sedan, Jeep dan Station Wagon	MP	1683	1683
2	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi dan Mini Bus	MP	181	181
3	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	MP	544	544
4	Bus	KS	14	22
5	Bus Besar	BB	24	32
6	Truk 2 Sumbu 4 Roda	KS	32	48
7	Truk 2 Sumbu 6 Roda	TB	616	1541
8	Truk 3 Sumbu	TB	539	1347
9	Truk Gandengan	TB	5	12
10	Truk Semi Trailler	TB	97	241
Total Jumlah Kendaraan			3735	5651

4.2.3 Analisis Kapasitas Jalan

Analisis kapasitas jalan dilakukan dengan langkah berikut.

1. Kapasitas Jalan

Analisis kapasitas jalan eksisting dilakukan sebagai berikut

Nama Jalan = Jl. Sadang – BTS Kota Gresik

Tipe Jalan = 2/2-TT

Tipe Alinemen = Datar

C_0 = 4000 SMP/jam (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)

Faktor koreksi akibat lebar lajur (FCLJ) = 1 (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)

Faktor Koreksi kapasitas akibat pemisahan arus (FCPA) = 1 (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)

Faktor Koreksi akibat hambatan samping (FCHS) = 0,8 (Sangat tinggi)

$$C = C_0 \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

$$C = 4000 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 3200 \text{ smp/jam}$$

Analisis kapasitas jalan baru (Jalan Bebas Hambatan) dilakukan sebagai berikut

Nama Jalan = Jl. Tol Gresik - Lamongan

Tipe Jalan = JBH 4/2 T
 Tipe Alinemen = Datar
 C0 = 2500 smp/jam/lajur (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023)
 Faktor koreksi akibat lebar lajur (FCLJ) = 1,03 (Untuk lebar jalan 3,75 m)

$$C = n \times C0 \times FCL$$

$$C = 4 \times 2500 \times 1,03 = 10300 \text{ smp/jam}$$

Maka didapatkan kapasitas jalan eksisting sebesar 3200 smp/jam dan kapasitas jalan baru sebesar 10300 smp/jam.

2. Kecepatan arus bebas

Perhitungan kecepatan arus bebas pada jalan eksisting adalah sebagai berikut

Kecepatan koreksi terkait lebar jalur efektif ($V_{BL_{MP}}$) = 0 (LLE=7m, medan datar)

Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu yang tidak ideal ($F_{VB,HS}$) = 0,76

Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu yang tidak ideal ($F_{VB,KFJ}$) = 0,97

Arus bebas dasar ($V_{BD,MP}$) = 65 km/jam

$$VB = (V_{BD,MP} + V_{BL_{MP}}) \times F_{VB,HS} \times F_{VB,KFJ}$$

$$VB = (0 + 65) \times 0,76 \times 0,97$$

$$VB = 47,918 \text{ km/jam}$$

Perhitungan kecepatan arus bebas pada jalan tol rencana adalah sebagai berikut

Kecepatan koreksi terkait lebar jalur efektif ($V_{BL_{MP}}$) = 2 (JBH 4/2, LLE 3,75m, medan datar)

Arus bebas dasar ($V_{BD,MP}$) = 88 km/jam (JBH 4/2, medan datar)

$$VB = V_{BD} + V_{BL}$$

$$VB = 88 + 2$$

$$VB = 90 \text{ km/jam}$$

Dengan demikian diperoleh kecepatan arus bebas untuk jalan eksisting 47,918 km/jam dan kecepatan arus bebas untuk jalan tol rencana sebesar 90 km/jam.

3. Waktu tempuh

Waktu tempuh dihitung dengan perumusan berikut

$$T = \frac{S}{v}$$

Dimana

T = waktu tempuh dengan

S = panjang jalan (km)

v = Kecepatan (km/jam)

Panjang jalan eksisting dan rencana dihitung dengan menggunakan *google earth*.

Jalan eksisting memiliki panjang 41,6 km sedangkan jalan tol rencana sepanjang 37,24 km. Waktu tempuh yang diperlukan dalam melintasi masing-masing rute adalah sebagai berikut

$$T_{\text{eksisting}} = \frac{41,6 \text{ km}}{47,918 \frac{\text{km}}{\text{jam}}}$$

$$T_{\text{eksisting}} = 0,868 \text{ jam}$$

$$T_{\text{eksisting}} = 52,08 \text{ menit}$$

$$T_{\text{Jalan rencana}} = \frac{37,24 \text{ km}}{90 \frac{\text{km}}{\text{jam}}}$$

$$T_{\text{Jalan rencana}} = 0,413 \text{ jam}$$

$$T_{\text{Jalan rencana}} = 24,82 \text{ menit}$$

Dengan demikian diperoleh waktu tempuh jalan eksisting 52,08 menit dan waktu tempuh untuk jalan tol rencana 24,82 menit.

4.2.4 Trip Assignment Smock (1962)

Analisis *trip assignment* metode Smock menggunakan persamaan 3.3. Metode smock menggunakan waktu tempuh sebagai pembanding dalam perpindahan kendaraan. Hasil trip assignment metode Smock dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil *Trip Assignment* Metode Smock

Vol Increment		Rute 1 (Jalan Eksisting)				Rute 2 (Jalan Tol Rencana)				Volume Total
Iterasi ke-	100	Vol-incr1	Vol 1	V/C	To1	Vol-incr1	Vol2	V/C	To2	
0	0	0	0	0	52,09	0	0	0	24,82	0
1	100	0	0	0	52,09	100	100	0,01	25,07	100
2	100	0	0	0	52,09	100	200	0,02	25,31	200
3	100	0	0	0	52,09	100	300	0,03	25,56	300
4	100	0	0	0	52,09	100	400	0,04	25,81	400
5	100	0	0	0	52,09	100	500	0,05	26,06	500
6	100	0	0	0	52,09	100	600	0,06	26,31	600
7	100	0	0	0	52,09	100	700	0,07	26,57	700
8	100	0	0	0	52,09	100	800	0,08	26,83	800
9	100	0	0	0	52,09	100	900	0,09	27,09	900
10	100	0	0	0	52,09	100	1000	0,10	27,36	1000
11	100	0	0	0	52,09	100	1100	0,11	27,62	1100
12	100	0	0	0	52,09	100	1200	0,12	27,89	1200
13	100	0	0	0	52,09	100	1300	0,13	28,16	1300
14	100	0	0	0	52,09	100	1400	0,14	28,44	1400
15	100	0	0	0	52,09	100	1500	0,15	28,72	1500
16	100	0	0	0	52,09	100	1600	0,16	29,00	1600
17	100	0	0	0	52,09	100	1700	0,17	29,28	1700
18	100	0	0	0	52,09	100	1800	0,17	29,57	1800

Tabel 4. 12 Hasil *Trip Assignment* Metode Smock (Lanjutan)

Vol Increment		Rute 1 (Jalan Eksisting)				Rute 2 (Jalan Tol Rencana)				Volume Total
Iterasi ke-	100	Vol-incr1	Vol1	V/C	To1	Vol-incr1	Vol2	V/C	To2	
19	100	0	0	0	52,09	100	1900	0,18	29,85	1900
20	100	0	0	0	52,09	100	2000	0,19	30,14	2000
21	100	0	0	0	52,09	100	2100	0,20	30,44	2100
22	100	0	0	0	52,09	100	2200	0,21	30,74	2200
23	100	0	0	0	52,09	100	2300	0,22	31,04	2300
24	100	0	0	0	52,09	100	2400	0,23	31,34	2400
25	100	0	0	0	52,09	100	2500	0,24	31,64	2500
26	100	0	0	0	52,09	100	2600	0,25	31,95	2600,0
27	100	0	0	0	52,09	100	2700	0,26	32,26	2700,0
28	100	0	0	0	52,09	100	2800	0,27	32,58	2800,0
29	100	0	0	0	52,09	100	2900	0,28	32,90	2900,0
30	100	0	0	0	52,09	100	3000	0,29	33,22	3000,0
31	100	0	0	0	52,09	100	3100	0,30	33,54	3100,0
32	100	0	0	0	52,09	100	3200	0,31	33,87	3200,0
33	100	0	0	0	52,09	100	3300	0,32	34,20	3300,0
34	100	0	0	0	52,09	100	3400	0,33	34,53	3400,0
35	100	0	0	0	52,09	100	3500	0,34	34,87	3500,0
36	100	0	0	0	52,09	100	3600	0,35	35,21	3600,0
37	100	0	0	0	52,09	100	3700	0,36	35,55	3700,0
38	100	0	0	0	52,09	100	3800	0,37	35,90	3800,0
39	100	0	0	0	52,09	100	3900	0,38	36,25	3900,0
40	100	0	0	0	52,09	100	4000	0,39	36,61	4000,0
41	100	0	0	0	52,09	100	4100	0,40	36,96	4100,0
42	100	0	0	0	52,09	100	4200	0,41	37,32	4200,0
43	100	0	0	0	52,09	100	4300	0,42	37,69	4300,0
44	100	0	0	0	52,09	100	4400	0,43	38,05	4400,0
45	100	0	0	0	52,09	100	4500	0,44	38,43	4500,0
46	100	0	0	0	52,09	100	4600	0,45	38,80	4600,0
47	100	0	0	0	52,09	100	4700	0,46	39,18	4700,0
48	100	0	0	0	52,09	100	4800	0,47	39,56	4800,0
49	100	0	0	0	52,09	100	4900	0,48	39,95	4900,0
50	100	0	0	0	52,09	100	5000	0,49	40,34	5000,0
51	100	0	0	0	52,09	100	5100	0,50	40,73	5100,0
52	100	0	0	0	52,09	100	5200	0,50	41,13	5200,0
53	100	0	0	0	52,09	100	5300	0,51	41,53	5300,0
54	100	0	0	0	52,09	100	5400	0,52	41,93	5400,0
55	100	0	0	0	52,09	100	5500	0,53	42,34	5500,0
56	100	0	0	0	52,09	100	5600	0,54	42,76	5600,0

Tabel 4. 12 Hasil *Trip Assignment* Metode Smock (Lanjutan)

Vol Increment		Rute 1 (Jalan Eksisting)				Rute 2 (Jalan Tol Rencana)				Volume Total
Iterasi ke-	100	Vol-incr1	Vol 1	V/C	To1	Vol-incr1	Vol2	V/C	To2	
57	51	0	0	0	52,09	50,7	5651	0,55	42,97	5651
Total	5650,7	Persentase	0%			Persentase	100%			100%

4.2.5 *Trip Assignment Metode All or Nothing Davidson*

Perhitungan *trip assignment* metode davidson menggunakan perumusan berikut

$$TQ = T0 \left[\frac{1 - (1 - a) \frac{Q}{C}}{1 - \frac{Q}{C}} \right]$$

Keterangan:

TQ = Waktu tempuh pada saat arus = Q

T0 = Waktu tempuh pada saat arus=0

Q = Arus lalu lintas

C = Kapasitas

a = Indeks tingkat pelayanan (Dapat dilihat pada Tabel 4.13)

Tabel 4. 13 Indeks Tingkat Pelayanan

Kondisi	T0 (menit/mil)	a	Arus jenis (kend/hari)
Jalan bebas hambatan	0,8-1,0	0-0,2	2000/Lajur
Jalan perkotaan	1,5-2,0	0,4-0,6	1800/Lajur
Jalan kolektor dan pengumpan	2,0-3,0	1-1,5	1800/Total lebar

(Sumber: Tarmin, 2000)

Waktu tempuh dikonversi menjadi menit/mil dengan cara berikut

$$T0 = \frac{52,08 \text{ menit}}{41,6 \text{ km} \times 0,621371}$$

$$T0 = 2 \text{ menit/mil}$$

sebesar 2 menit/mil pada jalan eksisting dan 1,1 menit permil untuk jalan rencana. Dari Tabel 4.13 didapatkan nilai a=0,6 untuk jalan eksisting (Jalan perkotaan) dan a=1 untuk jalan rencana (JBH). Hasil perhitungan *trip assignment* metode Davinson dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 *Trip Assignment* Metode Davinson

Vol Increment		Rute 1 (Jalan Eksisting)				Rute 2 (Jalan Tol Rencana)				Volume Total
Iterasi ke-	100	Vol-incr1	Vol1	V/C	To1	Vol-incr1	Vol2	V/C	To2	
0	0	0	0	0	2,02	0	0	0,00	1,07	0
1	100	0	0	0	2,02	100	100	0,03	1,08	100
2	100	0	0	0	2,02	100	200	0,06	1,09	200
3	100	0	0	0	2,02	100	300	0,09	1,10	300
4	100	0	0	0	2,02	100	400	0,13	1,10	400
5	100	0	0	0	2,02	100	500	0,16	1,11	500
6	100	0	0	0	2,02	100	600	0,19	1,12	600
7	100	0	0	0	2,02	100	700	0,22	1,13	700
8	100	0	0	0	2,02	100	800	0,25	1,14	800
9	100	0	0	0	2,02	100	900	0,28	1,16	900
10	100	0	0	0	2,02	100	1000	0,31	1,17	1000
11	100	0	0	0	2,02	100	1100	0,34	1,19	1100
12	100	0	0	0	2,02	100	1200	0,38	1,20	1200
13	100	0	0	0	2,02	100	1300	0,41	1,22	1300
14	100	0	0	0	2,02	100	1400	0,44	1,24	1400
15	100	0	0	0	2,02	100	1500	0,47	1,26	1500
16	100	0	0	0	2,02	100	1600	0,50	1,29	1600
17	100	0	0	0	2,02	100	1700	0,53	1,32	1700
18	100	0	0	0	2,02	100	1800	0,56	1,35	1800
19	100	0	0	0	2,02	100	1900	0,59	1,39	1900
20	100	0	0	0	2,02	100	2000	0,63	1,43	2000
21	100	0	0	0	2,02	100	2100	0,66	1,48	2100
22	100	0	0	0	2,02	100	2200	0,69	1,54	2200
23	100	0	0	0	2,02	100	2300	0,72	1,62	2300
24	100	0	0	0	2,02	100	2400	0,75	1,72	2400
25	100	0	0	0	2,02	100	2500	0,78	1,84	2500
26	100	0	0	0	2,02	100	2600	0,81	2,00	2600
27	100	0	0	0	2,02	100	2700	0,84	2,23	2700
28	100	100	100	0,03	2,05	0	2700	0,84	2,23	2800
29	100	100	200	0,06	2,10	0	2700	0,84	2,23	2900
30	100	100	300	0,09	2,14	0	2700	0,84	2,23	3000
31	100	100	400	0,13	2,19	0	2700	0,84	2,23	3100
32	100	100	500	0,16	2,24	0	2700	0,84	2,23	3200
33	100	0	500	0,16	2,24	100	2800	0,88	2,57	3300
34	100	100	600	0,19	2,29	0	2800	0,88	2,57	3400
35	100	100	700	0,22	2,35	0	2800	0,88	2,57	3500
36	100	100	800	0,25	2,42	0	2800	0,88	2,57	3600

Tabel 4. 14 *Trip Assignment* Metode Davinson (Lanjutan)

Vol Increment		Rute 1 (Jalan Eksisting)				Rute 2 (Jalan Tol Rencana)				Volum e Total Vol- incr1
Iteras i ke-	100	Vol- incr1	Vol1	V/C	To1	Vol- incr1	Vol2	V/C	To2	
37	100	100	900	0,28	2,49	0	2800	0,88	2,57	3700
38	100	100	1000	0,31	2,56	0	2800	0,88	2,57	3800
39	100	100	1100	0,34	2,65	0	2800	0,88	2,57	3900
40	100	0	1100	0,34	2,65	100	2900	0,91	3,15	4000
41	100	100	1200	0,38	2,74	0	2900	0,91	3,15	4100
42	100	100	1300	0,41	2,84	0	2900	0,91	3,15	4200
43	100	100	1400	0,44	2,96	0	2900	0,91	3,15	4300
44	100	100	1500	0,47	3,08	0	2900	0,91	3,15	4400
45	100	100	1600	0,50	3,22	0	2900	0,91	3,15	4500
46	100	0	1600	0,50	3,22	100	3000	0,94	4,29	4600
47	100	100	1700	0,53	3,39	0	3000	0,94	4,29	4700
48	100	100	1800	0,56	3,57	0	3000	0,94	4,29	4800
49	100	100	1900	0,59	3,78	0	3000	0,94	4,29	4900
50	100	100	2000	0,63	4,03	0	3000	0,94	4,29	5000
51	100	100	2100	0,66	4,32	0	3000	0,94	4,29	5100
52	100	0	2100	0,66	4,32	100	3100	0,97	7,72	5200
53	100	100	2200	0,69	4,68	0	3100	0,97	7,72	5300
54	100	100	2300	0,72	5,10	0	3100	0,97	7,72	5400
55	100	100	2400	0,75	5,64	0	3100	0,97	7,72	5500
56	100	100	2500	0,78	6,33	0	3100	0,97	7,72	5600
57	51	50,7	2550,7	0,80	6,76	0	3100	0,30	1,17	5651
Total	565 0,7	Persen tase	45%			Persen tase	55%			100%

Dengan demikian didapatkan hasil *Trip Assignment* metode Smock sebesar 100% dan metode Davinson sebesar 55%. Besar perpindahan yang digunakan adalah melalui metode Davinson karena dirasa perpindahan 100% merupakan hal yang sulit tercapai pada kondisi nyata.

4.3 Perencanaan Geometrik Jalan

Berdasarkan data trase terpilih, data lalu lintas, topografi, selanjutnya dapat dilakukan perencanaan geometrik Jalan Tol Gresik Lamongan. Berikut merupakan perencanaan geometrik Jalan Tol Gresik Lamongan.

4.3.1 Kriteria Desain

Penentuan kriteria desain dilakukan dengan memperhatikan kontur topografi dari jalan yang akan direncanakan dan data lalu lintas. Kontur dari jalan rencana memiliki rata-rata kemiringan 1,56% dengan kemiringan medan <10% maka dapat disimpulkan bahwa medan

tersebut termasuk datar. Rekapitulasi rata-rata kondisi medan dapat dilihat pada Lampiran. Setelah Kriteria desain dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 15 Kriteria Desain

No	Elemen kriteria desain		Kriteria pakai	Satuan
1	Peran menghubungkan		Antar Kota	
2	Penggolongan jalan		Jalan Tol	
			SJJ: Primer	
			Status: Jalan Nasional	
			Fungsi: Jalan arteri primer	
			Kelas: I	
			Kendaraan desain: Truk SPPJ: JBH	
3	Tipe Jalan		4/2T	
4	Medan		Datar	
5	Kecepatan desain		100	km/jam
6	Grade _{max}		4	%
7	Kekesatan melintang maksimal(f _{max})		0,12	
8	Superelevasi maksimal (e _{max})		8	%
9	R _{minimum} lengkung horizontal		395	m
10	L _{minimum} lengkung vertikal		120	m
	Atau Nilai k		K _{cembung} >11 dan K _{cekung} >17	
11	Panjang bagian lurus maksimal		4700	m
12	Dimensi jalan	Tipe jalan	JBH 4/2 T	
		Lebar lajur	3,75	m
		Lebar bahu	3	m
		Lebar median	3,8	m
		Selokan samping	1,2	m
13	Kelandaian melintang	Lajur jalan	2	%
		Bahu jalan	4	%
		Selokan samping	5	%
14	Jenis perkerasan		<i>Rigid</i>	

4.3.2 Perencanaan Alinemen Horizontal

Berikut merupakan langkah-langkah dalam merencanakan alinemen horizontal. Contoh perhitungan dilakukan pada titik Start-PI-1 dan PI-1 – PI-2.

1. Perhitungan Sudut Tikungan
 - b. Menentukan koordinat titik
 - Koordinat titik awal (X₀, Y₀) = (67951, 9211397)
 - Koordinat titik PI-1 (X_{PI1}, Y_{PI1}) = (677010, 9211564)

Koordinat titik PI-2 (X_{PI2}, Y_{PI2}) = (676995, 9212192)

c. Menentukan ΔX dan ΔY

$$\Delta X_{PI1} = X_{PI1} - X_0 = 677010 - 67951 = 58,6$$

$$\Delta Y_{PI1} = Y_{PI1} - Y_0 = 9211564 - 9211397 = 166,1$$

$$\Delta X_{PI2} = X_{PI2} - X_{PI1} = 676995 - 677010 = -14,7$$

$$\Delta Y_{PI2} = Y_{PI2} - Y_{PI1} = 9212192 - 9211564 = 628,9$$

d. Menentukan panjang jarak antar PI

$$L_{Start-PI1} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{58,6^2 + 166,1^2} = 176,1 \text{ m}$$

$$L_{PI1-PI2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{-14,7^2 + 628,9^2} = 629,1 \text{ m}$$

e. Menentukan sudut azimuth

Sebelum menghitung sudut azimuth, titik perlu dihitung berdasar posisinya menurut kuadran. Berikut perumusan tiap kuadran.

1. Kuadran I = ΔX (+) dan ΔY (+) dengan rumus $\alpha = \text{arc tg}(\Delta X/\Delta Y)$
2. Kuadran II = ΔX (+) dan ΔY (-) dengan rumus $\alpha = 180 + \text{arc tg}(\Delta X/\Delta Y)$
3. Kuadran III = ΔX (-) dan ΔY (-) dengan rumus $\alpha = 180 + \text{arc tg}(\Delta X/\Delta Y)$
4. Kuadran IV = ΔX (-) dan ΔY (+) dengan rumus $\alpha = 360 + \text{arc tg}(\Delta X/\Delta Y)$

Pada Start-PI1 memiliki ΔX bernilai positif (+) dan ΔY bernilai positif (+) sehingga titik PI-1 terletak pada kuadran I, sedangkan pada PI1-PI2 memiliki ΔX bernilai negatif (-) dan ΔY bernilai positif (+) sehingga titik PI-1-PI2 terletak pada kuadran IV. Perhitungan sudut azimuth PI-1 adalah sebagai berikut

$$\beta_{Start-PI1} = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right)$$

$$\beta_{Start-PI1} = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{58,6}{166,1}\right)$$

$$\beta_{Start-PI1} = 19,4^\circ$$

$$\beta_{PI1-PI2} = 360^\circ + \text{Tan}^{-1}\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right)$$

$$\beta_{PI1-PI2} = 360^\circ + \text{Tan}^{-1}\left(\frac{-14,7}{628,9}\right)$$

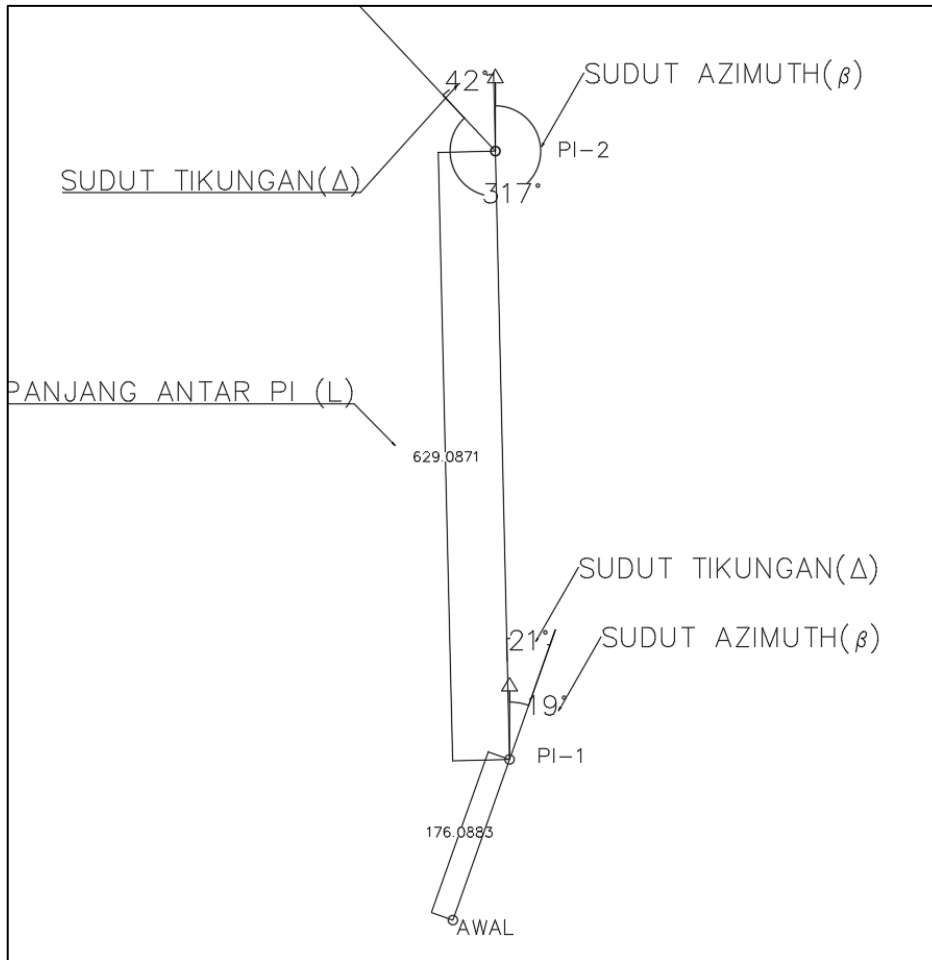
$$\beta_{PI1-PI2} = 358,7^\circ$$

Lalu dilakukan perhitungan sudut tikungan dengan cara berikut

$$\Delta = \beta_{PI1-PI2} - \beta_{Start-PI1}$$

$$\Delta = |358,7^\circ - 19,4^\circ| = 20,8^\circ$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan ilustrasi perhitungan sudut dengan *Civil3D* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. 3 Ilustrasi Sudut Tikunga

Tabel 4. 16 Perhitungan Sudut Tikungan

No	Titik	Koordinat		ΔX	ΔY	L	Kuadran	$\text{atan}(\Delta X/\Delta Y)$	Sudut Azimuth	Sudut Tikungan
		X	Y						β	Δ
1	Awal	676951	9211397							
2	PI-1	677010	9211564	58,6	166,1	176,1	Kuadran I	19,42	19,4	20,8
3	PI-2	676995	9212192	-14,7	628,9	629,1	Kuadran IV	-1,34	358,7	41,6
4	PI-3	676555	9212665	-440,1	472,3	645,6	Kuadran IV	-42,97	317,0	22,9
5	PI-4	675829	9212990	-725,4	324,8	794,8	Kuadran IV	-65,88	294,1	20,2
6	PI-5	674263	9214518	-1566,1	1528,2	2188,2	Kuadran IV	-45,70	314,3	14,9
7	PI-6	673076	9216510	-1187,3	1992,1	2319,0	Kuadran IV	-30,80	329,2	22,1
8	PI-7	672820	9218187	-255,6	1676,7	1696,1	Kuadran IV	-8,67	351,3	52,1
9	PI-8	671642	9218845	-1178,3	658,2	1349,7	Kuadran IV	-60,81	299,2	18,5
10	PI-9	670266	9219104	-1376,0	259,3	1400,3	Kuadran IV	-79,33	280,7	65,5
11	PI-10	669714	9221348	-552,0	2243,7	2310,6	Kuadran IV	-13,82	346,2	27,8
12	PI-11	670271	9223585	556,6	2237,5	2305,7	Kuadran I	13,97	14,0	36,4
13	PI-12	669426	9225632	-844,6	2046,8	2214,2	Kuadran IV	-22,42	337,6	50,9
14	PI-13	667352	9226254	-2074,0	621,6	2165,2	Kuadran IV	-73,32	286,7	21,5
15	PI-14	665460	9226094	-1892,0	-159,3	1898,7	Kuadran III	85,19	265,2	10,9
16	PI-15	663262	9226329	-2198,2	234,9	2210,7	Kuadran IV	-83,90	276,1	10,8
17	PI-16	661064	9226996	-2197,6	667,1	2296,6	Kuadran IV	-73,11	286,9	21,0
18	PI-17	658621	9226819	-2443,1	-177,5	2449,5	Kuadran III	85,84	265,8	20,9
19	PI-18	656577	9227433	-2044,1	614,3	2134,4	Kuadran IV	-73,27	286,7	29,4
20	PI-19	655209	9228857	-1368,5	1423,9	1974,9	Kuadran IV	-43,86	316,1	34,0
21	PI-20	652920	9229351	-2288,2	494,1	2341,0	Kuadran IV	-77,81	282,2	11,6
22	AKHIR	650717	9230321	-2203,3	970,0	2407,4	Kuadran IV	-66,24	293,8	

2. Penetapan Radius Jari-Jari

Berikut merupakan contoh perhitungan jari-jari minimum pada tikungan PI-1

$$VD = 100 \text{ km/jam}$$

$$e_{max} = 8\%$$

$$f_{max} = 0,12$$

$$R_{min} = \frac{V_D^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$R_{min} = \frac{100^2}{127(8\% + 0,12)}$$

$$R_{min} = 393,7m \approx 394 \text{ m}$$

Jari-jari pada tiap titik PI dipilih dengan nilai yang lebih besar dari jari-jari minimum serta mempertimbangkan panjang lengkung agar sesuai dengan syarat $L_{tot} > 6 \text{ detik} \times VD$. Hasil perhitungan jari-jari dapat dilihat pada Tabel 4.18.

3. Perhitungan Superelevasi Desain

Berikut merupakan contoh perhitungan superelevasi desain pada titik PI-1

- Penentuan Kecepatan Aktual (V_A)

Kecepatan aktual ideal merupakan 80%-90% dari kecepatan desain. Kecepatan aktual yang didapat:

$$V_A = 80\% \times VD = 80\% \times 100 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 80 \frac{\text{km}}{\text{jam}}$$

- Menentukan Derajat lengkung

$$D = \frac{1432,39}{R}$$

$$D = \frac{1432,39}{450}$$

$$D = 3,18$$

- Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{max})

-

$$D_{max} = \frac{181913,53 \times (e_{max} + f_{max})}{Vd^2}$$

$$D_{max} = \frac{181913,53 \times (8\% + 0,12)}{100^2}$$

$$D_{max} = 3,64$$

- Menentukan nilai (e+f)

$$(e + f) = (e_{max} + f_{max}) \times \frac{D}{D_{max}}$$

$$(e + f) = (8\% + 0,12) \times \frac{3,18}{3,64}$$

$$(e + f) = 0,17$$

- Menentukan nilai D_p

$$D_p = \frac{181913,53 \times e_{max}}{VA^2}$$

$$D_p = \frac{181913,53 \times 8\%}{80^2}$$

$$D_p = 2,27$$

- Menentukan nilai h

$$h = \left(e_{max} \times \left(\frac{VD^2}{VA^2} \right) \right) - e_{max}$$

$$h = \left(8\% \times \left(\frac{100^2}{80^2} \right) \right) - 8\%$$

$$h = 0,05$$

- Menentukan $\tan\alpha_1$ & $\tan\alpha_2$

$$\tan\alpha_1 = \frac{h}{D_p}$$

$$\tan\alpha_1 = \frac{0,05}{2,27}$$

$$\tan\alpha_1 = 0,02$$

$$\tan\alpha_2 = \frac{f_{max} - h}{D_{max} - D_p}$$

$$\tan\alpha_2 = \frac{0,12 - 0,05}{3,64 - 3,18}$$

$$\tan\alpha_2 = 0,05$$

$$M_o = D_p \times (D_{max} - D_p) \times \frac{\tan\alpha_2 - \tan\alpha_1}{2D_{max}}$$

$$M_o = 3,18 \times (3,64 - 3,18) \times \frac{0,05 - 0,02}{2 \times 3,64}$$

$$M_o = 0,02$$

- Menentukan $f(D)$

Dalam penentuan $f(D)$ perlu diperhatikan hal berikut.

Jika $D > D_p$, maka

$$f_2 = M_o \left(\frac{D_{max} - D}{D_{max} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) \times \tan\alpha_2$$

Jika $D < D_p$, maka

$$f_1 = M_o \left(\frac{D}{D_p} \right)^2 + D \times \tan\alpha_1$$

Nilai $D=3,18$ dan $D_p = 2,27$ maka $D>D_p$ digunakan persamaan f_2

$$f_2 = 0,02 \left(\frac{3,64 - 3,18}{3,64 - 2,27} \right)^2 + 0,05 + (3,18 - 2,27) \times 0,05$$

$$f_2 = 0,10$$

- Menentukan superelevasi desain (e)

$$e = (e + f) - f(D)$$

$$e = 0,17 - 0,10$$

$$e = 0,078 \approx 7,83\%$$

Hasil perhitungan superelevasi desain pada titik tikungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.18.

4. Perhitungan Lengkung Peralihan

Perhitungan panjang lengkung peralihan perlu dihitung sebagai berikut. Contoh perhitungan pada titik PI-1.

- Perhitungan L_s 1 (Berdasarkan kelandaian relatif)

$w = 3,75$ (Lebar 1 jalur lalu lintas)

$n_1 = 2$

$b_w = 0,75$

$\Delta = 1:277 = 0,0044$

$e_d = 7,83\%$

$$L_s = \frac{3,75 \times 2 \times 7,83\%}{0,0044} (0,75)$$

$L_s = 100 \text{ m}$

- Perhitungan L_s 2

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan, L_s harus lebih besar dari 3 detik x VD. Didapatkan $L_s = 3 \text{ detik} \times 100 \text{ km/jam} = 83,3 \text{ m}$

- Perhitungan L_s min 1 (Berdasarkan perubahan akselerasi lateral)

$R = 450 \text{ m}$

$C = 1,2 \text{ m/dt}^3$ (Perubahan akselerasi lateral)

$$L_s = \frac{0,0214(V^3)}{RC}$$

$$L_s = \frac{0,0214(100^3)}{450 \times 1,2}$$

$L_s = 39,6 \text{ m}$

- Perhitungan L_s min 2

$P_{min} = 0,2 \text{ m}$ (Jarak offset lateral minimum)

$R = 450 \text{ m}$

$$L_{smin} = \sqrt{24(P_{min})R}$$

$$L_{smin} = \sqrt{24(0,2)450}$$

$L_{smin} = 46,5 \text{ m}$

- Perhitungan L_s max

$P_{max} = 1$ (Jarak offset lateral maksimum)

$R = 450 \text{ m}$

$$Ls_{max} = \sqrt{24(P_{max})R}$$

$$Ls_{max} = \sqrt{24(1)450}$$

$$Ls_{max} = 103,9 \text{ m}$$

Penetapan L_s dipilih L_s terpanjang yaitu 101 m dan dilakukan pengecekan bahwa L_s telah memenuhi $L_{smin} < L_s < L_{smax}$. Hasil perhitungan L_s pada titik lain dapat dilihat pada Tabel 4.19.

5. Penetapan Jenis Tikungan

Jenis tikungan ditetapkan dengan perhitungan nilai pergeseran. Berikut merupakan contoh perhitungan jenis tikungan pada PI-1.

$$p = \frac{L_s^2}{24 R c}$$

$$p = \frac{101}{24 \times 450}$$

$$p = 0,95$$

Dilakukan pengecekan nilai pergeseran seperti berikut.

- Jika $p \leq 0,25$ m, maka jenis tikungan merupakan *Full Circle (FC)*
- Jika $p \geq 0,25$ m, maka jenis tikungan merupakan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*

Nilai $p = 0,95 > 0,25$ maka digunakan jenis tikungan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*

6. Parameter Lengkung

Berikut merupakan perhitungan parameter lengkung pada titik PI-1 dengan jenis tikungan SCS

- Menentukan X_c dan Y_c

$$X_c = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right)$$

$$X_c = 101 \left(1 - \frac{101^2}{40 \times 450^2} \right)$$

$$X_c = 100,87$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \times R^2}$$

$$Y_c = \frac{101^2}{6 \times 450^2}$$

$$Y_c = 3,78$$

- Menentukan θ_s

$$\theta_s = \left(\frac{90 \times L_s}{\pi \times R} \right)$$

$$\theta_s = \left(\frac{90 \times 101}{\pi \times 450} \right)$$

$$\theta_s = 6,43^\circ$$

- Menentukan Δc

$$\begin{aligned}\Delta c &= \Delta - 2\theta_s \\ \Delta c &= 20,8^\circ - 2 \times 6,43^\circ \\ \Delta c &= 7,90^\circ\end{aligned}$$

- Menentukan p

$$\begin{aligned}p &= Yc - R(1 - \cos\theta_s) \\ p &= 3,78 - 450(1 - \cos(7,90^\circ)) \\ p &= 0,95\end{aligned}$$

- Menentukan k

$$\begin{aligned}k &= Xc - Rx\sin\theta_s \\ k &= 100,87 - 450 \times \sin(7,90^\circ) \\ k &= 50,48\end{aligned}$$

- Menentukan T_s

$$\begin{aligned}T_s &= (R + p)\tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \\ T_s &= (450 + 0,95)\tan\left(\frac{1}{2}20,8^\circ\right) + 50,48 \\ T_s &= 133,1\end{aligned}$$

- Menentukan E

$$\begin{aligned}E_s &= (R + p)\sec\left(\frac{1}{2}\Delta\right) - R \\ E_s &= (450 + 0,95)\sec\left(\frac{1}{2}20,8^\circ\right) - 450 \\ E_s &= 8,45\end{aligned}$$

- Menentukan L_c

$$\begin{aligned}L_c &= \left(\frac{\Delta c}{180}\right) \times \pi \times R \\ L_c &= \left(\frac{7,90^\circ}{180}\right) \times \pi \times 450 \\ L_c &= 62,1\end{aligned}$$

- Total panjang lengkung

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_c + (2 \times L_s) \\ L_{tot} &= 62,1 + (2 \times 101) \\ L_{tot} &= 264,05\end{aligned}$$

- Total panjang runout (L_{tr})

$$\begin{aligned}L_{tr} &= \left(\frac{e_n}{e_d}\right) \times R \\ L_{tr} &= \left(\frac{2\%}{8\%}\right) \times 450 \\ L_{tr} &= 25,8 \text{ m}\end{aligned}$$

- Cek $L_c > 6 \text{ detik} \times VD$

$$L_{tot} = 264,5 > 166,7 \text{ m (OK)}$$

Perhitungan parameter tikungan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 17 Superelevasi Desain

No	Titik	Koordinat		D	Dmax	e+f	Dp	h	tan α 1	tan α 2	Mo	f1	f2	f(D)	e (%)	
		X	Y													
1	Awal	676951	9211397													
2	PI-1	677010	9211564	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
3	PI-2	676995	9212192	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
4	PI-3	676555	9212665	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
5	PI-4	675829	9212990	2,86	3,64	0,16	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,08	0,08	0,08	7,52%	
6	PI-5	674263	9214518	2,86	3,64	0,16	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,08	0,08	0,08	7,52%	
7	PI-6	673076	9216510	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
8	PI-7	672820	9218187	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
9	PI-8	671642	9218845	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
10	PI-9	670266	9219104	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
11	PI-10	669714	9221348	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
12	PI-11	670271	9223585	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
13	PI-12	669426	9225632	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
14	PI-13	667352	9226254	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
15	PI-14	665460	9226094	2,39	3,64	0,13	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,06	6,74%	
16	PI-15	663262	9226329	2,20	3,64	0,12	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,06	6,34%	
17	PI-16	661064	9226996	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
18	PI-17	658621	9226819	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
19	PI-18	656577	9227433	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
20	PI-19	655209	9228857	3,18	3,64	0,17	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,09	0,10	0,10	7,83%	
21	PI-20	652920	9229351	2,39	3,64	0,13	2,27	0,05	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,06	6,74%	
22	AKHIR	650717	9230321													

Tabel 4. 18 Penentuan Lengkung Peralihan

No	Titik	w	n1	ed	Δ	bw	Ls1	VD	T	Ls2	R	C	Ls3	Pmin	Lsmin	Lspakai	Lsmax	Cek Lsmax<Ls<Lsmin
1	Awal																	
2	PI-1			7,83%	0,0044	0,75	100,0181	100	3,0	83,33333	450	1,2	39,62963	0,2	46,4758	101	103,923	OK
3	PI-2			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
4	PI-3			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
5	PI-4			7,52%			95,99402	100		83,33333	500		35,66667		48,98979	96	109,5445	OK
6	PI-5			7,52%			95,99402	100		83,33333	500		35,66667		48,98979	96	109,5445	OK
7	PI-6			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
8	PI-7			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
9	PI-8			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
10	PI-9			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
11	PI-10			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
12	PI-11			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
13	PI-12			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
14	PI-13			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
15	PI-14			6,74%			86,04837	100		83,33333	600		29,72222		53,66563	87	120	OK
16	PI-15			6,34%			81,00644	100		83,33333	650		27,4359		55,85696	84	124,9	OK
17	PI-16			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
18	PI-17			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
19	PI-18			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
20	PI-19			7,83%			100,0181	100		83,33333	450		39,62963		46,4758	101	103,923	OK
21	PI-20			6,74%			86,04837	100		83,33333	600		29,72222		53,66563	87	120	OK
22	AKHIR																	

Tabel 4. 19 Jenis Lengkung

No	Titik	Koordinat		Ls Pakai	Rc	p	Tipe Lengkung
		X	Y				
1	Awal	676951	9211397				
2	PI-1	677010	9211564	101,0	450	0,94	S-C-S
3	PI-2	676995	9212192	101,0	450	0,94	S-C-S
4	PI-3	676555	9212665	101,0	450	0,94	S-C-S
5	PI-4	675829	9212990	96,0	500	0,77	S-C-S
6	PI-5	674263	9214518	96,0	500	0,77	S-C-S
7	PI-6	673076	9216510	101,0	450	0,94	S-C-S
8	PI-7	672820	9218187	101,0	450	0,94	S-C-S
9	PI-8	671642	9218845	101,0	450	0,94	S-C-S
10	PI-9	670266	9219104	101,0	450	0,94	S-C-S
11	PI-10	669714	9221348	101,0	450	0,94	S-C-S
12	PI-11	670271	9223585	101,0	450	0,94	S-C-S
13	PI-12	669426	9225632	101,0	450	0,94	S-C-S
14	PI-13	667352	9226254	101,0	450	0,94	S-C-S
15	PI-14	665460	9226094	87,0	600	0,53	S-C-S
16	PI-15	663262	9226329	84,0	650	0,45	S-C-S
17	PI-16	661064	9226996	101,0	450	0,94	S-C-S
18	PI-17	658621	9226819	101,0	450	0,94	S-C-S
19	PI-18	656577	9227433	101,0	450	0,94	S-C-S
20	PI-19	655209	9228857	101,0	450	0,94	S-C-S
21	PI-20	652920	9229351	87,0	600	0,53	S-C-S
22	AKHIR	650717	9230321				

Tabel 4. 20 Parameter Tikungan

No	Titik	Koordinat		Ltr	Xc	Yc	θ_s	Δc	p	k	Ts	Es	Lc	Syarat Lc	Cek Lc	Ltotal	
		X	Y														
1	Awal	676951	9211397														
2	PI-1	677010	9211564	25,8	100,87	3,78	6,43	7,90	0,95	50,48	133,1	8,45	62,1	166,7	OK	264,05	
3	PI-2	676995	9212192	25,8	100,87	3,78	6,43	28,78	0,95	50,48	221,9	32,44	226,0	166,7	OK	428,01	
4	PI-3	676555	9212665	25,8	100,87	3,78	6,43	10,04	0,95	50,48	141,8	10,11	78,9	166,7	OK	280,87	
5	PI-4	675829	9212990	25,5	95,91	3,07	5,50	9,17	0,77	47,99	137,1	8,63	80,0	166,7	OK	272,05	
6	PI-5	674263	9214518	25,5	95,91	3,07	5,50	3,91	0,77	47,99	113,5	5,04	34,1	166,7	OK	226,09	
7	PI-6	673076	9216510	25,8	100,87	3,78	6,43	9,27	0,95	50,48	138,6	9,49	72,8	166,7	OK	274,78	
8	PI-7	672820	9218187	25,8	100,87	3,78	6,43	39,28	0,95	50,48	271,1	52,03	308,5	166,7	OK	510,53	
9	PI-8	671642	9218845	25,8	100,87	3,78	6,43	5,66	0,95	50,48	124,0	6,90	44,4	166,7	OK	246,43	
10	PI-9	670266	9219104	25,8	100,87	3,78	6,43	52,65	0,95	50,48	340,6	86,20	413,5	166,7	OK	615,49	
11	PI-10	669714	9221348	25,8	100,87	3,78	6,43	14,93	0,95	50,48	162,0	14,54	117,3	166,7	OK	319,28	
12	PI-11	670271	9223585	25,8	100,87	3,78	6,43	23,53	0,95	50,48	198,7	24,69	184,8	166,7	OK	386,83	
13	PI-12	669426	9225632	25,8	100,87	3,78	6,43	38,03	0,95	50,48	265,1	49,39	298,7	166,7	OK	500,71	
14	PI-13	667352	9226254	25,8	100,87	3,78	6,43	8,64	0,95	50,48	136,1	9,00	67,8	166,7	OK	269,85	
15	PI-14	665460	9226094	25,8	86,95	2,10	4,15	2,60	0,53	43,49	100,9	3,26	27,3	166,7	OK	201,27	
16	PI-15	663262	9226329	26,5	83,96	1,81	3,70	3,38	0,45	41,99	103,4	3,35	38,4	166,7	OK	206,39	
17	PI-16	661064	9226996	25,8	100,87	3,78	6,43	8,18	0,95	50,48	134,2	8,66	64,3	166,7	OK	266,28	
18	PI-17	658621	9226819	25,8	100,87	3,78	6,43	8,02	0,95	50,48	133,6	8,54	63,0	166,7	OK	265,03	
19	PI-18	656577	9227433	25,8	100,87	3,78	6,43	16,55	0,95	50,48	168,8	16,22	130,0	166,7	OK	331,98	
20	PI-19	655209	9228857	25,8	100,87	3,78	6,43	21,09	0,95	50,48	188,1	21,49	165,7	166,7	OK	367,66	
21	PI-20	652920	9229351	25,8	86,95	2,10	4,15	3,27	0,53	43,49	104,4	3,60	34,2	166,7	OK	208,23	
22	AKHIR	650717	9230321														

7. Pengecekan Jarak Antar Tikungan

Jarak tikungan tidak boleh melebihi 2,5 menit x VD. Dengan VD 100 km/jam maka panjang lurus tidak boleh melebihi 2,5 menit x 100 km/jam = 4,17 km.

Berikut contoh perhitungan jarak antar tikungan PI 1 dan PI2.

TS Awal-PI1 (Panjang tangen) = 133,1 m

L Awal-PI 1 = 176,1 m

LL (Panjang lurus) = 176,1 – 133,1 = 43 m < 4170 m (OK)

TS PI1-PI2 = 133,1 m

TS PI2-PI3 = 221,9 m

L PI1-PI2 = 629,1

LL = L- TS1 – TS 2 = 629,1 – 133,1 – 221,9 = 274,1 m < 4170 m (OK)

Hasil perhitungan panjang lurus dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 21 Panjang Lurus (LL)

No	Titik		Ts	L	LL	Syarat LL<4,17 km	Cek
1	Awal	PI-1	133,1	176,1	43,0	4,17	OK
2	PI-1	PI-2	133,1	629,1	274,1		OK
3	PI-2	PI-3	221,9	645,6	281,8		OK
4	PI-3	PI-4	141,8	794,8	515,9		OK
5	PI-4	PI-5	137,1	2188,2	1937,6		OK
6	PI-5	PI-6	113,5	2319,0	2066,9		OK
7	PI-6	PI-7	138,6	1696,1	1286,4		OK
8	PI-7	PI-8	271,1	1349,7	954,6		OK
9	PI-8	PI-9	124,0	1400,3	935,7		OK
10	PI-9	PI-10	340,6	2310,6	1808,0		OK
11	PI-10	PI-11	162,0	2305,7	1944,9		OK
12	PI-11	PI-12	198,7	2214,2	1750,4		OK
13	PI-12	PI-13	265,1	2165,2	1764,1		OK
14	PI-13	PI-14	136,1	1898,7	1661,7		OK
15	PI-14	PI-15	100,9	2210,7	2006,4		OK
16	PI-15	PI-16	103,4	2296,6	2058,9		OK
17	PI-16	PI-17	134,2	2449,5	2181,7		OK
18	PI-17	PI-18	133,6	2134,4	1832,0		OK
19	PI-18	PI-19	168,8	1974,9	1617,9		OK
20	PI-19	PI-20	188,1	2341,0	2048,5		OK
21	PI-20	AKHIR	104,4	2407,4	2303,0		OK
22	AKHIR						

8. Stationing

Berikut merupakan contoh perhitungan *stationing* pada titik PI-1 secara manual.

Titik Sta. A (Awal) = 0+000
D1 = 43 m

$$\begin{aligned}
 \text{Titik Sta. TS1} &= \text{Sta A +d1} \\
 &= (0+000)+43 \\
 &= 0+043 \\
 \text{Titik Sta. SC1} &= \text{Sta TS1+LS1} \\
 &= (0+043) + 101 \\
 &= 0+144 \\
 \text{Titik Sta. CS1} &= \text{Sta SC1+Lc1} \\
 &= (0+144)+62,1 \\
 &= 0+206 \\
 \text{Titik Sta. ST} &= \text{Sta CS1+Ls1} \\
 &= (0+206)+101 \\
 &= 0+307
 \end{aligned}$$

Hasil *stationing* semua titik PI dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 22 *Stationing*

Titik	Keterangan	LL	LC	LS	Stationing	Kontrol Civil3D	
Awal	Sta A	0,00			0+000	OK	
PI 1	TS	43,0	62,1	101	Sta A+d1	0+043	OK
	SC				Sta TS+Ls1	0+144	OK
	CS				Sta CS+Lc1	0+206	OK
	ST				Sta CS+Ls1	0+307	OK
PI 2	TS	274,1	226,0	101	Sta PI1+d2	0+581	OK
	SC				Sta TS+Ls2	0+682	OK
	CS				Sta CS+Lc2	0+908	OK
	ST				Sta CS+Ls2	1+009	OK
PI 3	TS	281,8	78,9	101	Sta PI2+d3	1+291	OK
	SC				Sta TS+Ls3	1+392	OK
	CS				Sta CS+Lc3	1+471	OK
	ST				Sta CS+Ls3	1+572	OK
PI 4	TS	515,9	80,0	96	Sta PI2+d4	2+088	OK
	SC				Sta TS+Ls4	2+184	OK
	CS				Sta CS+Lc4	2+264	OK
	ST				Sta CS+Ls4	2+360	OK
PI 5	TS	1937,6	34,1	96	Sta PI2+d5	4+297	OK
	SC				Sta TS+Ls5	4+393	OK
	CS				Sta CS+Lc5	4+427	OK
	ST				Sta CS+Ls5	4+523	OK
PI 6	TS	2066,9	72,8	101	Sta PI2+d6	6+590	OK
	SC				Sta TS+Ls6	6+691	OK
	CS				Sta CS+Lc6	6+764	OK
	ST				Sta CS+Ls6	6+865	OK

Tabel 4. 22 Stationing (Lanjutan)

Titik		Keterangan	LL	LC	LS	Stationing	Kontrol
PI 7	TS	Sta PI2+d7	1286,4	308,5	101	8+151	OK
	SC	Sta TS+Ls7				8+252	OK
	CS	Sta CS+Lc7				8+561	OK
	ST	Sta CS+Ls7				8+662	OK
PI 8	TS	Sta PI2+d8	954,6	44,4	101	9+617	OK
	SC	Sta TS+Ls8				9+718	OK
	CS	Sta CS+Lc8				9+762	OK
	ST	Sta CS+Ls8				9+863	OK
PI 9	TS	Sta PI2+d9	935,7	413,5	101	10+799	OK
	SC	Sta TS+Ls9				10+900	OK
	CS	Sta CS+Lc9				11+313	OK
	ST	Sta CS+Ls9				11+414	OK
PI 10	TS	Sta PI2+d10	1808,0	117,3	101	13+222	OK
	SC	Sta TS+Ls10				13+323	OK
	CS	Sta CS+Lc10				13+441	OK
	ST	Sta CS+Ls10				13+542	OK
PI 11	TS	Sta PI2+d11	1944,9	184,8	101	15+486	OK
	SC	Sta TS+Ls11				15+587	OK
	CS	Sta CS+Lc11				15+772	OK
	ST	Sta CS+Ls11				15+873	OK
PI 12	TS	Sta PI2+d12	1750,4	298,7	101	17+624	OK
	SC	Sta TS+Ls12				17+725	OK
	CS	Sta CS+Lc12				18+023	OK
	ST	Sta CS+Ls12				18+124	OK
PI 13	TS	Sta PI2+d13	1764,1	67,8	101	19+888	OK
	SC	Sta TS+Ls13				19+989	OK
	CS	Sta CS+Lc13				20+057	OK
	ST	Sta CS+Ls13				20+158	OK
PI 14	TS	Sta PI2+d14	1661,7	27,3	87	21+820	OK
	SC	Sta TS+Ls14				21+907	OK
	CS	Sta CS+Lc14				21+934	OK
	ST	Sta CS+Ls14				22+021	OK
PI 15	TS	Sta PI2+d15	2006,4	38,4	84	24+028	OK
	SC	Sta TS+Ls15				24+112	OK
	CS	Sta CS+Lc15				24+150	OK
	ST	Sta CS+Ls15				24+234	OK
PI 16	TS	Sta PI2+d16	2058,9	64,3	101	26+293	OK
	SC	Sta TS+Ls16				26+394	OK
	CS	Sta CS+Lc16				26+458	OK
	ST	Sta CS+Ls16				26+559	OK

Tabel 4. 22 Stationing (Lanjutan)

Titik		Keterangan	LL	LC	LS	Stationing	Kontrol
PI 17	TS	Sta PI2+d17	2181,7	63,0	101	28+741	OK
	SC	Sta TS+Ls17				28+842	OK
	CS	Sta CS+Lc17				28+905	OK
	ST	Sta CS+Ls17				29+006	OK
PI 18	TS	Sta PI2+d18	1832,0	130,0	101	30+838	OK
	SC	Sta TS+Ls18				30+939	OK
	CS	Sta CS+Lc18				31+069	OK
	ST	Sta CS+Ls18				31+170	OK
PI 19	TS	Sta PI2+d19	1617,9	165,7	101	32+788	OK
	SC	Sta TS+Ls19				32+889	OK
	CS	Sta CS+Lc19				33+055	OK
	ST	Sta CS+Ls19				33+156	OK
PI 20	TS	Sta PI2+d20	2048,5	34,2	87	35+204	OK
	SC	Sta TS+Ls20				35+291	OK
	CS	Sta CS+Lc20				35+325	OK
	ST	Sta CS+Ls20				35+412	OK
Akhir		Sta B	2303,00			37+715	OK

4.3.3 Perencanaan Alinemen Vertikal

Berikut merupakan perencanaan alinemen vertikal pada jalan tol rencana.

1. Penentuan lokasi bangunan perlintasan

Bangunan perlintasan yang diperhitungkan dalam perencanaan jalan tol ini adalah ketika kondisi trase melewati sungai. Titik koordinat jembatan rencana dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 23 Koordinat Jembatan

Koordinat jembatan	X	Y	Sta	Sta Akhir	Panjang(m)
Jembatan 1	675683,852	9213131,639	1+882	2+075	193
Jembatan 2	674783,318	9214010,353	3+194	3+507	313
Jembatan 3	669960,778	9220344,647	11+646	12+098	452

2. Perencanaan tinggi timbunan

Perencanaan tinggi timbunan minimum mengacu pada ketentuan Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. Ketentuan tersebut terdapat pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Tinggi minimum tanah dasar diatas muka air tanah dan muka air banjir

Kelas Jalan	Tinggi tanah dasar diatas muka air tanah	Tinggi tanah diatas muka air banjir
JBH	1200	500
Jalan Raya	800 (Tanah lunak jenuh atau gambut) 600 (Tanah dasar normal)	
Jalan Sedang	600	500
Jalan kecil	400	NA

Dari Tabel 4.24 didapatkan tinggi minimum 1200 mm. Jalan tol rencana berada pada lokasi persawahan sehingga diasumsikan bahwa tinggi muka air tanah setinggi tanah dasar.

3. Jarak pandang

Jarak pandang yang digunakan dalam merencanakan alinemen vertikal adalah jarak pandang henti (JPH). Jalan bebas hambatan merupakan jalan dengan median dan terpisah dari arus berlawanan sehingga jarak pandang mendahului(JPM) tidak diperlukan. Nilai JPH mengacu pada Tabel 3.16, Tabel 3.17, dan Tabel 3.18.

VD = 100 km/jam

JPH Cembung = 185 m, K = 52

JPH Cekung = 185 m, K = 45

K menurut kenyamanan berkendara dengan persamaan 3.30. didapatkan

$$K = \frac{100^2}{1296 \times 0,05 \times 9,8} = 16$$

4. Analisis Lengkung Vertikal

Grademax dalam merencanakan titik PVI adalah 4% (medan datar). Oleh karena itu, panjang kelandaian maksimum adalah sebesar tak terhingga karena kemiringan cukup rendah. Nilai kelandaian minimum yang digunakan yaitu 0,5% untuk mempermudah air mengalir pada drainase jalan. Berikut merupakan contoh perhitungan lengkung vertikal pada PVI 2.

$$\text{Elevasi awal Segmen1} = 13,5$$

$$\text{Elevasi akhir Segmen1} = 19$$

$$\text{Sta. Awal Segmen1} = 0 + 000$$

$$\text{Sta. Akhir Segmen1} = 0 + 177$$

$$\text{Gradien PVI 1} = \left| \frac{\text{Elevasi awal} - \text{Elevasi akhir}}{\text{Sta akhir} - \text{sta awal}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Gradien Segmen1} = \left| \frac{13,5 - 19}{177 - 0} \right| \times 100\%$$

$$\text{Gradien Segmen1 (g1)} = 3,11\%$$

$$\text{Elevasi awal Segmen2} = 19$$

$$\text{Elevasi akhir Segmen2} = 19$$

$$\text{Sta. Awal Segmen2} = 0 + 177$$

$$\text{Sta. Akhir Segmen2} = 0 + 657$$

$$\text{Gradien Segmen2} = \left| \frac{\text{Elevasi awal} - \text{Elevasi akhir}}{\text{Sta akhir} - \text{sta awal}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Gradien Segmen2 (g2)} = \left| \frac{19 - 19}{657 - 177} \right| \times 100\%$$

$$\text{Gradien Segmen2} = 0 \%$$

$$\text{Gradien PVI 1 (A)} = g2 - g1 = 0\% - 3,11\%$$

$$\text{Gradien PVI 1 (A)} = -3,11\%$$

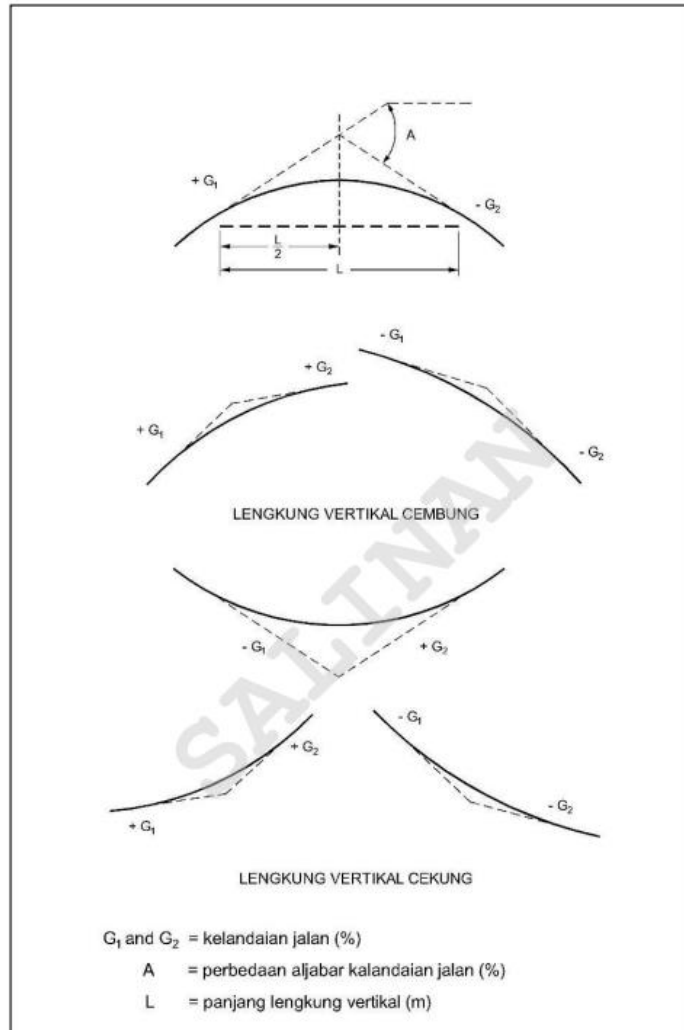
Penentuan tipe lengkung vertikal mengacu pada Gambar 4.4 sehingga pada PVI 1 merupakan tipe lengkung Cembung. Hasil perhitungan lengkung dapat dilihat pada Tabel 4. 25. Sehingga didapat panjang lengkung berikut

$$\text{Panjang lengkung} = K \times A$$

$$\text{Panjang lengkung} = 52 \times 3,11 = 162 \text{ m}$$

$$\text{Panjang lengkung} = 16 \times 3,11 = 49 \text{ m}$$

Maka digunakan lengkung terpanjang = 162 m



Gambar 4. 4 Tipe Lengkung Vertikal
 (Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

Tabel 4. 25 Perhitungan Lengkung Vertikal

PVI	Station	Elevasi	Grade		Cek Gradien<4%	A	Jenis Lengkung	Jarak Pandang Henti (JPH) (m)	K	L1=KxA (Berdasarkan JPH)	L berdasarkan kenyamanan penumpang			L Pakai
			In	Out							VD	K	L2	
1	0+000	13,50		3,11%										
2	0+177	19,00	3,11%	0,00%	OK	-3,11%	Cembung	185	52	161	100	16	49	162
3	0+657	19,00	0,00%	-1,14%	OK	-1,14%	Cembung	185	52	59	100	16	18	60
4	1+148	13,43	-1,14%	-0,53%	OK	0,61%	Cekung	185	45	27	100	16	10	53
5	2+347	7,12	-0,53%	0,00%	OK	0,53%	Cekung	185	45	24	100	16	8	26
6	2+782	7,12	0,00%	0,50%	OK	0,50%	Cekung	185	45	23	100	16	8	23
7	3+684	11,63	0,50%	0,00%	OK	-0,50%	Cembung	185	52	26	100	16	8	27
8	3+997	11,63	0,00%	-0,51%	OK	-0,51%	Cembung	185	52	26	100	16	8	27
9	4+453	9,32	-0,51%	0,50%	OK	1,01%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
10	5+134	12,72	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
11	5+607	10,36	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
12	6+134	12,99	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
13	7+067	8,32	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
14	7+841	12,19	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	53
15	8+224	10,27	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
16	9+294	15,62	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
17	10+318	10,51	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
18	10+934	13,59	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
19	11+759	9,46	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
20	12+131	11,32	0,50%	0,00%	OK	-0,50%	Cembung	185	52	26	100	16	8	27

Tabel 4. 25 Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

PVI	Station	Elevasi	Grade		Cek Gradien<4%	A	Jenis Lengkung	Jarak Pandang Henti (JPH) (m)	K	L1=KxA (Berdasarkan JPH)	L Berdasarkan Kenyamanan Penumpang			L Pakai
			In	Out							VD	K	L2	
21	12+582	11,32	0,00%	0,50%	OK	0,50%	Cekung	185	45	23	100	16	8	23
22	14+162	19,22	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	53
23	14+606	17,00	-0,50%	-1,00%	OK	-0,50%	Cembung	185	52	26	100	16	8	26
24	15+318	9,88	-1,00%	0,50%	OK	1,50%	Cekung	185	45	67	100	16	24	68
25	15+784	12,20	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
26	16+383	9,20	-0,50%	0,80%	OK	1,30%	Cekung	185	45	59	100	16	20	59
27	17+111	15,02	0,80%	-0,50%	OK	-1,30%	Cembung	185	52	68	100	16	20	68
28	17+928	10,94	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
29	18+589	14,24	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
30	19+281	10,78	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
31	20+163	15,19	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
32	20+878	11,62	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
33	21+542	14,94	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
34	22+361	10,85	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
35	23+069	14,39	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	53
36	24+276	8,35	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
37	25+393	13,93	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
38	26+364	9,08	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
39	27+686	15,68	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
40	28+837	9,93	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
41	29+496	13,22	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
42	30+080	10,30	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
43	30+664	13,22	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52

Tabel 4. 25 Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

PVI	Station	Elevasi	Grade		Cek Gradien<4%	A	Jenis Lengkung	Jarak Pandang Henti (JPH)(m)	K	L1=KxA (Berdasarkan JPH)	L Berdasarkan Kenyamanan Penumpang			L Pakai
			In	Out							VD	K	L2	
44	31+726	7,91	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	45
45	33+339	15,97	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	53
46	34+354	10,89	-0,50%	0,50%	OK	1,00%	Cekung	185	45	45	100	16	16	46
47	36+103	19,64	0,50%	-1,00%	OK	-1,50%	Cembung	185	52	78	100	16	24	79
48	36+886	11,81	-1,00%	0,50%	OK	1,50%	Cekung	185	45	67	100	16	24	68
49	37+578	15,27	0,50%	-0,50%	OK	-1,00%	Cembung	185	52	52	100	16	16	52
50	37+715	14,59	-0,50%											

5. Stationing

Berikut merupakan contoh perhitungan *stationing* pada titik PVI 2.

Panjang lengkung = 60 m, Titik Sta PVI-3 = 1+031

BVCS (*Beginning of Curve Station*)= $1+031-0,5 \times 46= 1+008$

EVCS(*End of Curve Station*) = $1+611+0,5 \times 46 = 1+054$

Hasil stationing titik PVI dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 *Stationing* PVI

PVI	Keterangan	Panjang Lengkung (m)	STA
1	START		0+000
2	BVCS	162	0+096
	PVI		0+177
	EVCS		0+258
3	BVCS	46	1+008
	PVI		1+031
	EVCS		1+054
4	BVCS	53	1+121
	PVI		1+148
	EVCS		1+174
5	BVCS	26	2+334
	PVI		2+347
	EVCS		2+360
6	BVCS	23	2+771
	PVI		2+782
	EVCS		2+794
7	BVCS	27	3+671
	PVI		3+684
	EVCS		3+698
8	BVCS	27	3+984
	PVI		3+997
	EVCS		4+011
9	BVCS	46	4+430
	PVI		4+453
	EVCS		4+476
10	BVCS	52	5+108
	PVI		5+134
	EVCS		5+160

Tabel 4. 26 *Stationing* PVI (Lanjutan)

PVI	Keterangan	Panjang Lengkung (m)	STA
11	BVCS	45	5+585
	PVI		5+607
	EVCS		5+630
12	BVCS	52	6+108
	PVI		6+134
	EVCS		6+160
13	BVCS	46	7+044
	PVI		7+067
	EVCS		7+090
14	BVCS	53	7+814
	PVI		7+841
	EVCS		7+867
15	BVCS	46	8+201
	PVI		8+224
	EVCS		8+247
16	BVCS	52	9+268
	PVI		9+294
	EVCS		9+320
17	BVCS	45	10+295
	PVI		10+318
	EVCS		10+340
18	BVCS	52	10+908
	PVI		10+934
	EVCS		10+960
19	BVCS	46	11+736
	PVI		11+759
	EVCS		11+782
20	BVCS	27	12+117
	PVI		12+131
	EVCS		12+144
21	BVCS	23	12+571
	PVI		12+582
	EVCS		12+594
22	BVCS	53	14+136
	PVI		14+162
	EVCS		14+189

Tabel 4. 26 Stationing PVI (Lanjutan)

PVI	Keterangan	Panjang Lengkung (m)	STA
23	BVCS	26	14+593
	PVI		14+606
	EVCS		14+619
24	BVCS	68	15+284
	PVI		15+318
	EVCS		15+352
25	BVCS	52	15+758
	PVI		15+784
	EVCS		15+810
26	BVCS	59	16+354
	PVI		16+383
	EVCS		16+413
27	BVCS	68	17+077
	PVI		17+111
	EVCS		17+145
28	BVCS	45	17+905
	PVI		17+928
	EVCS		17+950
29	BVCS	52	18+563
	PVI		18+589
	EVCS		18+615
30	BVCS	45	19+258
	PVI		19+281
	EVCS		19+303
31	BVCS	52	20+137
	PVI		20+163
	EVCS		20+189
32	BVCS	45	20+855
	PVI		20+878
	EVCS		20+900
33	BVCS	52	21+516
	PVI		21+542
	EVCS		21+568
34	BVCS	45	22+338
	PVI		22+361
	EVCS		22+383

Tabel 4. 26 Stationing PVI (Lanjutan)

PVI	Keterangan	Panjang Lengkung (m)	STA
35	BVCS	53	23+043
	PVI		23+069
	EVCS		23+096
36	BVCS	46	24+253
	PVI		24+276
	EVCS		24+299
37	BVCS	52	25+367
	PVI		25+393
	EVCS		25+419
38	BVCS	45	26+342
	PVI		26+364
	EVCS		26+387
39	BVCS	52	27+660
	PVI		27+686
	EVCS		27+712
40	BVCS	45	28+814
	PVI		28+837
	EVCS		28+859
41	BVCS	52	29+470
	PVI		29+496
	EVCS		29+522
42	BVCS	46	30+057
	PVI		30+080
	EVCS		30+103
43	BVCS	52	30+638
	PVI		30+664
	EVCS		30+690
44	BVCS	45	31+704
	PVI		31+726
	EVCS		31+749
45	BVCS	53	33+312
	PVI		33+339
	EVCS		33+365
46	BVCS	46	34+331
	PVI		34+354
	EVCS		34+377

Tabel 4. 26 Stationing PVI (Lanjutan)

PVI	Keterangan	Panjang Lengkung (m)	STA
47	BVCS	79	36+063
	PVI		36+103
	EVCS		36+142
48	BVCS	68	36+852
	PVI		36+886
	EVCS		36+920
49	BVCS	52	37+552
	PVI		37+578
	EVCS		37+604
50	END		37+715

4.4 Perencanaan Perkerasan Kaku

Berikut merupakan langkah dalam merencanakan perkerasan kaku

1. Data lalu lintas

Perpindahan kendaraan = 55%

Pertumbuhan lalu lintas = 4,8% (Tabel 2.4)

Umur rencana = 40 tahun

$$I (2022-2025) = (1+i)^n = (1+4,8\%)^3 = 1,151$$

$$I (2025-2045) = (1+i)^n = (1+4,8\%)^{40} = 1,325$$

$$R(2022 - 2025) = \frac{(1 + 0,01 \times 4,8\%)^3 - 1}{0,01 \times 4,8\%} = 3$$

$$R(2025 - 2045) = \frac{(1 + 0,01 \times 4,8\%)^{40} - 1}{0,01 \times 4,8\%} = 40,38$$

Data lalu lintas setelah perpindahan dapat dilihat pada Tabel 4.27

Tabel 4. 27 Data LHR Setelah Perpindahan

Gol Kendaraan	LHR 2022
1	0
2	7975
3	856
4	2578
5A	69

Tabel 4. 27 Data LHR Setelah Perpindahan (Lanjutan)

Gol Kendaraan	LHR 2022
5B	115
6A	151
6B	2921
7A1	0
7A2	2553
7A3	0
7B1	23
7B2	0
7B3	0
7C1	458
7C2A	0
7C2B	0
7C3	0
7C4	0
8	0

2. CBR tanah dasar

Nilai CBR tanah dasar didapatkan dari penelitian thesis Situngkir et al., dengan judul “Evaluasi Daya Dukung Tanah (CBR) dan Lapisan Bawah Permukaan pada *Subgrade* yang Diperbaiki Dengan Metode Grouting Water Cement di Ruas Jalan Nasional Tuban-Babat-Lamongan-Gresik” (Situngkir, et al.). Data CBR dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Data CBR Jl. Gresik-Paciran

No Urut	Nilai CBR
1	1,7
2	1,8
3	1,95
4	2
5	2
6	2
7	2,1
8	2,1
9	2,2
10	2,5
11	2,5
12	2,6
13	2,8
14	2,8
15	2,9

(Sumber: Situngkir, et al)

Data CBR yang digunakan adalah percentile ke-10 dari data tersebut (Manual Desain Perkerasan Jalan 2024). Persentil ke 10 dari data tersebut adalah 1,86%. Oleh karena CBR < 6% maka perlu dilakukan perbaikan tanah. Berdasarkan Tabel 3.25, perbaikan tanah dilakukan dengan memberikan lapis stabilisasi semen setebal 200 mm. Selain itu juga dilakukan penambahan timbunan dengan material pilihan setinggi 1200 mm untuk perbaikan tanah dasar dan tujuan drainase.

3. Analisis perkerasan kaku

Data lalu lintas perlu dikonversi menjadi ke JSKN dengan Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Kelas Kendaraan	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	SRrRG	SQdRG
5B	2	1	1	0	0	0	0
6A	2	2	0	0	0	0	0
6B	2	1	1	0	0	0	0
7A1	2	0	1	1	0	0	0
7A2	2	1	0	0	1	0	0
7A3	2	0	0	1	1	0	0
7B1	4	1	3	0	0	0	0
7B2	4	0	3	1	0	0	0
7B3	4	1	2	0	1	0	0
7C1	3	1	1	0	1	0	0
7C2A	3	1	0	0	2	0	0
7C2B	3	1	1	0	0	1	0
7C3	3	1	0	0	1	1	0
7C4	3	1	0	0	1	0	1

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2024)

Contoh perhitungan pada golongan kendaraan 5B sebagai berikut

$$\text{LHR } 2022 = 115$$

$$\text{LHR } 2025 = i \times \text{LHR } 2022 = 1,151 \text{ (LHR pada tahun pembukaan)}$$

$$\text{LHR } 2025 = 1,151 \times 115 = 133$$

$$\text{Jumlah Kelompok Sumbu} = 2$$

$$\text{HVAG (Heavy Vehicle Axle Group)} = \text{LHR} \times \text{Jumlah kel sumbu} = 130 \times 2 = 260$$

$$\text{STRT} = 1 \times 133 = 133$$

$$\text{STRG} = 1 \times 133 = 133$$

$$\text{STdRT} = 0 \times 133 = 0$$

$$\text{STdRG} = 0 \times 133 = 0$$

$$\text{SRrRG} = 0 \times 133 = 0$$

$$\text{SQdRG} = 0 \times 133 = 0$$

Lalu dibandingkan tiap sumbu terhadap HVAG. Contoh pada STRT.

$$\% \text{STRT} = \frac{\sum \text{STRT}}{\sum \text{HVAG}} = \frac{7333}{14899} = 49,2\%$$

Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30 Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2025	Jumlah Kelompok Sumbu	HVAG	STRT	STRG	STdRT	STdRG	SRrRG	SQdRG
5B	115	133	2	265	133	133	0	0	0	0
6A	151	174	2	347	347	0	0	0	0	0
6B	2921	3362	2	6724	3362	3362	0	0	0	0
7A1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
7A2	2553	2938	2	5876	2938	0	0	2938	0	0
7A3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
7B1	23	27	4	106	27	80	0	0	0	0
7B2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
7B3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
7C1	458	527	3	1580	527	527	0	527	0	0
7C2A	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
7C2B	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
7C3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
7C4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Total	6220	7159	39	14899	7333	4101	0	3465	0	0
Proporsi Jumlah Kendaraan				100,0%	49,2%	27,5%	0,0%	23,3%	0,0%	0,0%

Nilai JSKN = 14899, maka JSKN dengan umur rencana 40 tahun sebesar:

$$JSKN = (\sum LHR_{JK} \times JSKN_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

DD = 0,5 (Faktor distribusi arah)

DL = 80% (Faktor distribusi lajur)

$$JSKN = 14899 \times 365 \times 0,5 \times 80\% \times 40,32$$

$$JSKN = 8,7 \times 10^7$$

Setelah didapatkan nilai JSKN, analisis dapat dilanjutkan dengan menentukan tebal pelat beton dan penulangan.

- Spesifikasi rencana

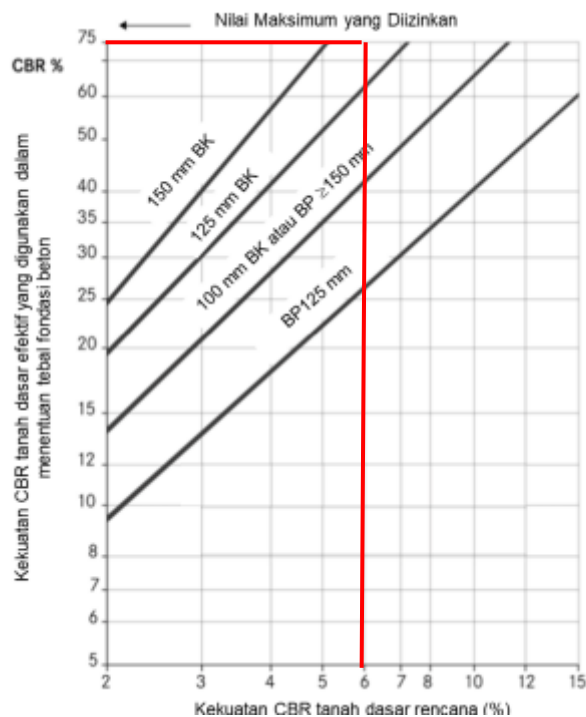
Jenis perkerasan = Beton bersambung dengan tulangan (JRCP)

Kuat tarik lentur (f_s) = 5 Mpa

Tebal perkerasan minimum = 230 mm

Lapis pondasi bawah = beton kurus 150 mm

CBR efektif = 75% didapatkan pada Grafik Gambar 4.5 dengan cbr tanah dasar setelah diperbaiki dianggap memiliki kekuatan sebesar 6%.



Gambar 4. 5 CBR Efektif

Tebal pelat rencana = 300 mm

faktor keamanan beban = 1,2

- Contoh perhitungan pada beban sumbu 10 kN STRT:

Beban sumbu (tabel Bina Marga) = 10 kN

Proporsi beban (Tabel 3.21) = 0,07%

Proporsi kelompok sumbu (Tabel 4.30) = 49,2%

JSKN = 8×10^7

Maka repetisi beban yang diizinkan = $10 \times 0,07\% \times 49,2\% \times 8 \times 10^7 = 30260 \text{ kN}$.

Perhitungan repetisi izin beban dapat dilihat pada Tabel 4.31, Tabel 4.32, dan Tabel 4.33.

Tabel 4. 31 Repetisi beban yang diizinkan STRT

STRT				
Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu	JSKN	Repetisi Beban yang Diizinkan
10	0,001	49,2%	87827071	30260
20	0,093			4028906
30	0,268			11580944
40	0,264			11408030
50	0,145			6263825
60	0,084			3613912
70	0,095			4106718
80	0,026			1119621
90	0,008			324215
100	0,002			103749
110	0,015			648429

Tabel 4. 32 Repetisi beban yang diizinkan STRG

STRG				
Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu	JSKN	Repetisi Beban yang Diizinkan
10	0,0002	27,5%	87827071	4835
20	0,0006			14504
30	0,0476			1150657
40	0,1011			2443938
50	0,1285			3106292
60	0,1448			3500319
70	0,0945			2284393
80	0,0627			1515677
90	0,0691			1670387
100	0,0581			1404479
110	0,0600			1450409
120	0,0508			1228013

Tabel 4. 32 Repetisi beban yang diizinkan STRG (Lanjutan)

STRG				
Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu	JSKN	Repetisi Beban yang Diizinkan
130	0,0388	27,5%	8782707061	937931
140	0,0811			1960469
150	0,0572			1382723
160	0,0020			48347
170	0,0003			7252
180	0,0011			26591
190	0,0016			38678

Tabel 4. 33 Repetisi Beban yang diizinkan STdRG

STdRG				
Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu	JSKN	Repetisi Beban yang Diizinkan
10	0,0000	23,3%	87827071	0
20	0,0000			0
30	0,0000			0
40	0,0001			2042
50	0,0010			20425
60	0,0014			28595
70	0,0040			81700
80	0,0083			169527
90	0,0131			267567
100	0,0195			398287
110	0,0190			388075
120	0,0187			381947
130	0,0194			396245
140	0,0228			465690
150	0,0219			447307
160	0,0348			710790
170	0,0319			651557
180	0,0342			698535
190	0,0394			804744
200	0,0409			835382
210	0,0406			829254
220	0,0433			884402
230	0,0498			1017164

Tabel 4. 33 Repetisi Beban yang diizinkan STdRG (Lanjutan)

STdRG				
Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu	JSKN	Repetisi Beban yang Diizinkan
240	0,0601	23,3%	87827071	1227542
250	0,0762			1556384
260	0,0354			723045
270	0,0975			1991436
280	0,0319			651557
290	0,0311			635217
300	0,0418			853764
310	0,0200			408500
320	0,1418			2896263
330	0,0001			2042

- Perhitungan faktor kelelahan dan erosi

Setelah didapatkan repetisi beban izin, faktor kelelahan dan erosi pada perkerasan perlu dihitung dengan cara berikut.

- Faktor kelelahan

Jumlah beban yang diizinkan dalam perhitungan faktor erosi dilakukan sebagai berikut.

$$Sr = \frac{Se}{0,944 fcf} \left(\frac{PLsf}{4,45F1} \right)^{0,94}$$

Jika $Sr > 0,55$ maka digunakan beban izin (nf) sebagai berikut

$$\log_{10} Nf = \frac{0,9719 - Sr}{0,0828}$$

Jika $0,45 < Sr < 0,55$ maka digunakan beban izin (Nf) dengan rumus berikut

$$Nf = \left(\frac{4,258}{Sr - 0,4325} \right)^{3,268}$$

Jika $Sr < 0,45$ maka nilai Nf adalah *unlimited*.

Keterangan

Se = Tegangan ekuivalen beton (Mpa)

fcf = Kuat lentur karakteristik desain pada umur 28 hari (Mpa)

P = Beban kelompok sumbu (kN)

Lsf = Faktor *load safety*

F1 = 9 (STRT), 18 (STRG), 18 (STdRT), 36 (STdRG), 54 (STrRG), 72 (SQdRG)

Besar tegangan ekivalen (Se) dan faktor erosi (F3) didapatkan dengan persamaan berikut.

$$Se \text{ atau } F3 = a + \frac{b}{D} + c \cdot \ln(Ef) + \frac{d}{D^2} + e \cdot (\ln(Ef))^2 + f \cdot \frac{\ln(ef)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \cdot (\ln(Ef))^3 + i \cdot \frac{(\ln(EF))^2}{D^2}$$

Keterangan

a,b,c,d,e,f,g,h,i mengacu pada Tabel 4.34 untuk Se dan 4.34 untuk faktor erosi untuk JPCP.

D = Tebal pelat beton (mm)

Ef = CBR Tanah dasar efektif (%)

Tabel 4. 34 Koefisien Prediksi Tegangan Ekuivalen (Se)

Koefisien	Dengan bahu beton			
	Jenis kelompok gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,05	0,33	0,09	-0,15
b	26,00	206,50	301,50	258,60
c	0,09	-0,47	-0,18	0,01
d	35774,00	28661,00	4418,00	1408,00
e	-0,04	0,17	0,09	0,03
f	14,57	2,82	-59,93	-61,25
g	-861548,00	-	280297,00	488079,00
h	0,00	-0,02	-0,01	-0,01
i	1,31	-1,96	4,18	4,74
j	-4009,00	-2717,00	1768,00	2564,00

Tabel 4. 35 Prediksi Faktor Erosi (F3) JPCP

Koefisien	Dengan bahu beton			
	Jenis kelompok gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,184	0,44	0,952	1,65
b	602,3	609,8	544,9	359,4
c	-0,0085	-0,0484	-0,0404	-0,1765
d	-50.996	-52.519	-47.500	-28.901
e	-0,0122	0,0017	0,0179	0,0435
f	8,99	9,62	-31,54	-15,97
g	1.874.370	1.949.350	1.719.950	1.085.800
h	0,0008	-0,0007	-0,0051	-0,0084
i	-0,4759	-0,6314	3,3789	3,2908
j	-374	-326	1.675	758

Contoh perhitungan faktor kelelahan pada STRT adalah sebagai berikut

Beban sumbu = 110 kN

F1 = 9 (STRT)

Repetisi beban rencana = Beban sumbu x Lsf = 110 x 1,2 = 132 kN

Repetisi beban yang diizinkan (Tabel 4.31) = 648429 kN

$$S_e = -0,05 + \frac{26}{300} + 0,09 \cdot \ln(75\%) + \frac{35574}{300^2} - 0,04 \cdot (\ln(75\%))^2 + 14,57 \cdot \frac{\ln(75\%)}{300} + \frac{-861548}{300^3} + 0,0031 \cdot (\ln(75\%))^3 + 1,31 \cdot \frac{(\ln(75\%))^2}{300^2}$$

$$S_e = 0,44$$

$$S_r = \frac{0,44}{0,944 \times 5} \left(\frac{132}{4,45 \times 9} \right)^{0,94}$$

$$S_r = 0,28$$

Karena nilai $S_r < 0,45$ maka kelelahan izin yang terjadi (N_f) bernilai *Unlimited*. Perhitungan faktor kelelahan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.36, Tabel 4.37, dan Tabel 4.38.

b. Faktor erosi

Perhitungan faktor erosi (N_e) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\log_{10}(F_2 N_e) = 14,525 - 6,77 \left(\max \left(0 \text{ atau } \left(\frac{PLsf}{4,45F_4} \right)^2 \cdot \frac{10^{F_3}}{41,35} - 9 \right) \right)^{0,103}$$

Keterangan

F2 = Penyesuaian efek sisi pelat (0,06 bahu bukan beton dan 0,94 untuk pelat dengan bahu beton)

F3 = Faktor erosi

F4 = 9 (STRT), 18 (STRG), 18 (STdRT), 36 (STdRG), 54 (STrRG), 54 (SQdRG)

Contoh perhitungan faktor erosi adalah sebagai berikut

Beban sumbu = 110 kN

F2 = 0,94

$$F_3 = -0,184 + \frac{602,3}{300} \pm 0,0085 \cdot \ln(75\%) + \frac{-50,996}{300^2} \pm 0,01222 \cdot (\ln(75\%))^2 + 8,99 \cdot \frac{\ln(75\%)}{300} + \frac{1874370}{300^3} + 0,0008 \cdot (\ln(75\%))^3 - 0,4759 \cdot \frac{(\ln(75\%))^2}{300}$$

$$F_3 = 1,21$$

F4 = 9 (STRT)

Repetisi beban rencana = Beban sumbu x Lsf = 110 x 1,2 = 132 kN

$$(F_2 N_e) = 10 \left(14,525 - 6,77 \left(\max \left(0 \text{ atau } \left(\frac{PLsf}{4,45F_4} \right)^2 \cdot \frac{10^{F_3}}{41,35} - 9 \right) \right) \right)^{0,103}$$

$$(F2Ne)=33 \times 10^{13}$$

$$(Ne) = \frac{33 \times 10^{13}}{0,94} = 35 \times 10^{12}$$

$$\%Erosi = \frac{\text{Repetisi beban yang diizinkan}}{Ne} = \frac{648429}{35 \times 10^{12}} = 0,000002\%$$

Perhitungan %erosi lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.36, Tabel 4.37, dan Tabel 4.38.

Tabel 4. 36 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STRT

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang diizinkan	Analisis Faktor Fatigue			Analisis Faktor Erosi		
			Se= 0,44			F3= 1,21		
			Sr	Repetisi yang diizinkan	Fatigue (%)	Ne/F2	Repetisi yang diizinkan	Erosi (%)
110	132	648429	0,28	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
100	103749	103749	0,26	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00000003
90	324215	324215	0,23	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
80	1119621	1119621	0,21	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
70	4106718	4106718	0,18	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000012
60	3613912	3613912	0,16	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000010
50	6263825	6263825	0,13	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000018
40	11408030	11408030	0,11	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000032
30	11580944	11580944	0,08	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000033
20	4028906	4028906	0,06	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000011
10	30260	30260	0,03	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000000
Total			0,000000			0,00001216		

abel 4. 37 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STRG

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang diizinkan	Analisis Faktor Fatigue			Analisis Faktor Erosi		
			Se= 0,66			F3= 1,81		
			Sr	Repetisi yang diizinkan	Fatigue (%)	Ne/F2	Repetisi yang diizinkan	Erosi (%)
190	228	38678	0,37	Unlimited	0	5913249,19	6290690,63	0,61
180	216	26591	0,35	Unlimited	0	12921326,12	13746091,62	0,19
170	204	7252	0,33	Unlimited	0	44046339,24	46857807,70	0,02
160	192	48347	0,31	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
150	180	1382723	0,30	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
140	168	1960469	0,28	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
130	156	937931	0,26	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
120	144	1228013	0,24	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
110	132	1450409	0,22	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000004
100	120	1404479	0,20	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000004
90	108	1670387	0,18	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000005
80	96	1515677	0,16	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000004
70	84	2284393	0,14	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000006
60	72	3500319	0,12	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000010
50	60	3106292	0,11	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000009
40	48	2443938	0,09	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000007
30	36	1150657	0,07	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
20	24	14504	0,04	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,000000004
10	12	4835	0,02	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,000000001
Total			0,00			0,82		

Tabel 4. 38 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STdRG

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang diizinkan	Analisis Faktor Fatigue			Analisis Faktor Erosi		
			Se= 0,56			F3= 1,89		
			Sr	Repetisi yang diizinkan	Fatigue (%)	Ne/F2	Repetisi yang diizinkan	Erosi (%)
330	396	2042	0,27	Unlimited	0	12299823,49	13084918,61	0,02
320	384	2896263	0,27	Unlimited	0	21657770,18	23040181,05	12,57
310	372	408500	0,26	Unlimited	0	47225222,78	50239598,70	0,81
300	360	853764	0,25	Unlimited	0	180837811,06	192380650,06	0,44
290	348	635217	0,24	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
280	336	651557	0,24	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
270	324	1991436	0,23	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00
260	312	723045	0,22	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
250	300	1556384	0,21	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000004
240	288	1227542	0,20	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
230	276	1017164	0,20	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000003
220	264	884402	0,19	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
210	252	829254	0,18	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
200	240	835382	0,17	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
190	228	804744	0,16	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
180	216	698535	0,16	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
170	204	651557	0,15	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
160	192	710790	0,14	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000002
150	180	447307	0,13	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
140	168	465690	0,12	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
130	156	396245	0,11	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001

Tabel 4.38 Perhitungan faktor kelelahan dan erosi STdRG (Lanjutan)

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang Diizinkan	Analisis Faktor Fatigue			Analisis Faktor Erosi		
			Se=	0,56		F3=	1,89	
			Sr	Repetisi yang diizinkan	Fatigue (%)	Ne/F2	Repetisi yang diizinkan	Erosi (%)
120	144	381947	0,11	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
110	132	388075	0,10	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
100	120	398287	0,09	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
90	108	267567	0,08	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,0000001
80	96	169527	0,07	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00000005
70	84	81700	0,06	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00000002
60	72	28595	0,06	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00000001
50	60	20425	0,05	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,00000001
40	48	2042	0,04	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0,000000001
30	36	0	0,03	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0
20	24	0	0,02	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0
10	12	0	0,01	Unlimited	0	334195040026114,00	355526638325653,00	0
Total			0,00			13,84		

- Perhitungan Sambungan dan tulangan

Tulangan:

$$f_y = 420 \text{ Mpa}$$

$$F_s = 252 \text{ Mpa}$$

$$h = 0,3 \text{ cm}$$

$$L = 12 \text{ m}$$

$$\mu = 1$$

Tulangan memanjang:

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} = \frac{1 \times 12 \times 2400 \times 9,81 \times 0,3}{2 \times 252} = 168,17 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s\text{min}} = 0,1\% \times h \times 1000 = 0,1\% \times 300 \times 1000 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Digunakan tulangan bujur sangkar D-10

$$A_{stul} = 393 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s\text{perlu}} \text{ (OK)}$$

$$\text{Spasi} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan melintang:

$$L = 3,75 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} = \frac{1 \times 3,75 \times 2400 \times 9,81 \times 0,3}{2 \times 252} = 105,11 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s\text{min}} = 0,1\% \times h \times 1000 = 0,1\% \times 300 \times 1000 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Digunakan tulangan bujur sangkar D-10

$$A_{stul} = 393 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s\text{perlu}} \text{ (OK)}$$

$$\text{Spasi} = 200 \text{ mm}$$

Sambungan memanjang dengan *tiebars*:

Mutu tulangan = BJTU 24

$$\phi = 16 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

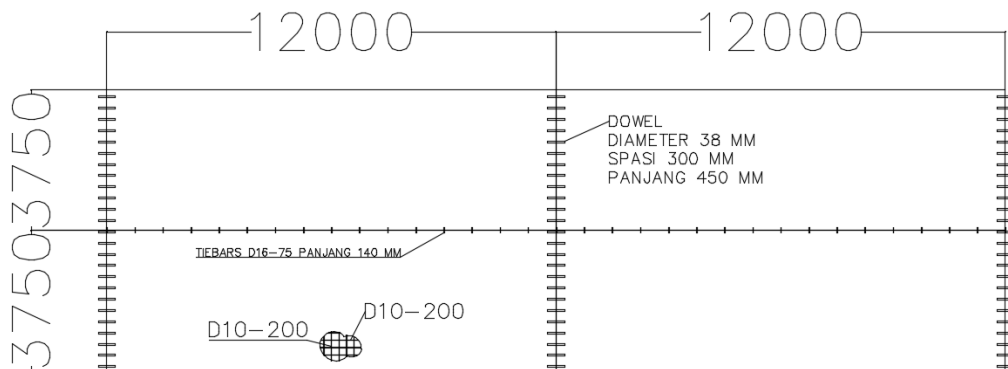
$$A_t = 204 \times h \times 0,75 = 204 \times 300 \times 0,75 = 45,9 \text{ mm}^2$$

$$I = 3,83 \times 16 + 75 = 136,28 \text{ mm}$$

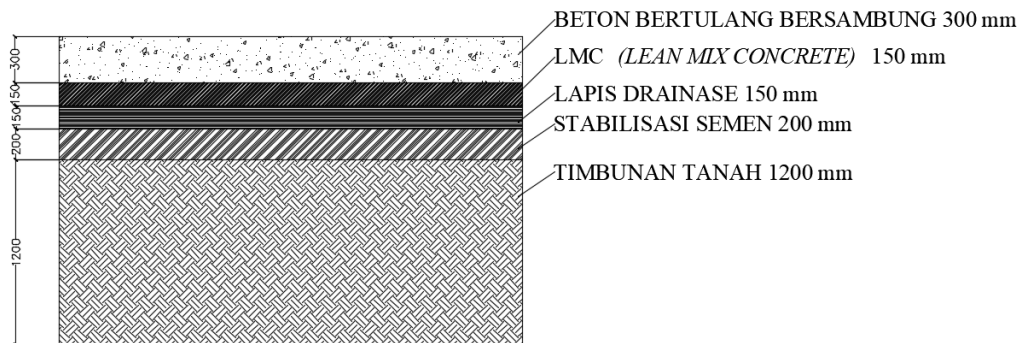
Sehingga digunakan batang pengikat dengan baja ulir D16 dengan panjang 140 mm dengan jarak antar batang 75 cm.

Sambungan melintang dengan dowel:

Dari Tabel 3.29 didapatkan diameter 38 mm untuk tebal pelat beton 300 mm dengan jarak antar ruji 30 cm dan panjang ruji 45 cm.



Gambar 4. 6 Penulangan Perkerasan Jalan



Gambar 4. 7 Perkerasan Jalan

4.5 Perencanaan Drainase

Drainase jalan pada Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban direncanakan dengan saluran terbuka berbentuk persegi berupa *u-ditch*. Berikut perencanaan drainase rencana.

4.5.1 Curah Hujan

Perencanaan drainase menggunakan data curah hujan sebagai data utama dalam merencanakan dimensi drainase. Data curah hujan didapatkan dari Stasiun Karangbinangun, Lamongan. Stasiun tersebut dipilih karena kelengkapan data dan lokasinya yang berdekatan dengan trase rencana. Data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4. 39 Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)												Rata-Rata
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sept	Okt	Nov	Des	
1	2014	29	26	29	96	96	96	0	0	0	0	15	67	38
2	2015	54	95	32	43	44	0	0	4	0	0	20	110	34
3	2016	37	54	65	16	140	26	26	40	0	70	43	41	47
4	2017	64	65	75	51	26	52	2	10	8	37	60	71	43
5	2018	85	118	66	20	75	20	8	0	0	53	36	31	43
6	2019	80	85	47	73	3	0	8	0	0	12	42	42	33
7	2020	43	77	28	73	136	15	0	42	1	17	76	98	51
8	2021	63	53	74	36	3	26	6	6	20	21	112	103	44
9	2022	61	46	53	83	30	16	101	73	2	114	59	38	56
10	2023	58	26	62	53	7	0	46	5	0	0	97	37	33
Total													420	

(Sumber: <https://hidrologi.dpuair.jatimprov.go.id/>)

Data curah hujan dianalisa sebagai berikut.

- a) Tinggi hujan rata-rata

Data curah hujan dihitung rerata tiap tahun dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4. 40 Curah Hujan Rata-Rata

Tahun	Curah Hujan Max	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^2$
2014	96	-12,3	151,29
2015	110	1,7	2,89
2016	140	31,7	1004,89
2017	75	-33,3	1108,89
2018	118	9,7	94,09
2019	85	-23,3	542,89
2020	136	27,7	767,29
2021	112	3,7	13,69
2022	114	5,7	32,49
2023	97	-11,3	127,69
Total	1083		3846

Didapatkan curah hujan rata rata maksimum sebesar $1083/10=108,3$ mm/hari.

b) Standar deviasi (S_x)

Berikut merupakan perhitungan standar deviasi (S_x):

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{3846}{10-1}} = 20,67$$

c) Faktor reduksi (Y_t)

Faktor reduksi (Y_t) didapatkan dari tabel Gumbell pada Tabel 4.41.

Tabel 4. 41 Faktor Reduksi (Y_t)

Periode Ulang (Tahun)	Faktor Reduksi (Y_T)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Dengan periode ulang 100 tahun didapatkan faktor reduksi 4,6001.

d) Nilai rata-rata reduksi (Y_n) dan Nilai S_n

Nilai rata-rata reduksi (Y_n) dan S_n didapatkan pada Tabel 4.42 dan Tabel 4.43.

Tabel 4. 42 Nilai Rata-Rata Reduksi (Yn)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5402	0,5402	0,541	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5555	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5585	0,5586
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Tabel 4. 43 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1265	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1436	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
60	1,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1934	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206

Dari tabel didapatkan nilai Yn sebesar 0,5599 dan nilai Sn 1,206.

e) Faktor frekuensi (K)

Faktor frekuensi ditentukan dengan cara berikut.

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$K = \frac{4,6001 - 0,5599}{1,206} = 3,35$$

f) Nilai tinggi hujan rencana (RT)

Curah hujan rencana dengan periode ulang terpilih dihitung dengan cara berikut.

$$R_t = R + K \cdot S_x$$

$$R_t = 108,3 + 3,35 \cdot 20,67 = 177,55 \text{ mm/jam}$$

4.5.2 Analisis Hidrologi

Berikut merupakan data perencanaan yang digunakan dalam melakukan analisis hidrologi.

Lebar bahu luar	=	3 m
Lebar bahu dalam	=	1,5 m
Lebar jalan	=	7,5 m

Lebar median	=	3,8 m
Lebar lereng	=	28,80 m
Panjang jalan	=	37231,01 m
Sjalan	=	2%
Sbahu dalam	=	2%
Sbahu luar	=	4%
Slereng	=	33%
nd beton	=	0,013
nd rerumputan	=	0,1

Analisis hidrologi dilakukan dengan langkah berikut.

1. Waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh menuju titik tinjauan. Berikut contoh perhitungan waktu konsentrasi (Tc)

1. Perhitungan T0 Jalan

- Menghitung jarak aliran memanjang (x)

$$X = \frac{g \times w}{s} = \frac{0,5\% \times 7,5}{2\%} = 1,87 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{7,5^2 + 1,87^2} = 7,72 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 1,87 \times 0,5\% = 0,009$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 7,5 \times 2\% = 0,3$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,009 + 0,3 = 0,309$$

- Menghitung waktu pengaliran (t0)

$$t_0 = 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(7,72 \times \frac{0,013}{0,309} \right)^{0,467} = 2,21 \text{ menit}$$

Perhitungan T0 jalan dapat dilihat pada Tabel 4.44.

2. Perhitungan T0 Bahu dalam

- Menghitung jarak aliran memanjang (x)

$$X = \frac{g \times w}{s} = \frac{0,5\% \times 1,5}{2\%} = 0,37 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,37^2} = 1,54 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,37 \times 0,5\% = 0,0018$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 1,5 \times 2\% = 0,03$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0018 + 0,03 = 0,0318$$

- Menghitung waktu pengaliran (t_0)

$$t_0 = 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(1,54 \times \frac{0,013}{0,318} \right)^{0,467} = 1,4 \text{ menit}$$

Perhitungan T_0 bahu dalam dapat dilihat pada Tabel 4.45.

3. Perhitungan T_0 Bahu luar

- Menghitung jarak aliran memanjang (x)

$$X = \frac{g \times w}{s} = \frac{0,5\% \times 3}{4\%} = 0,37 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{3^2 + 0,37^2} = 3,02 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,37 \times 0,5\% = 0,0018$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 3 \times 4\% = 0,12$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0018 + 0,12 = 0,1218$$

- Menghitung waktu pengaliran (t_0)

$$t_0 = 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(3,02 \times \frac{0,013}{0,1218} \right)^{0,467} = 1,4 \text{ menit}$$

Perhitungan T_0 bahu luar dapat dilihat pada Tabel 4.46.

4. Perhitungan T_0 lereng

- Menghitung jarak aliran memanjang (x)

$$X = \frac{g \times w}{s} = \frac{0,5\% \times 28,8}{33\%} = 0,44 \text{ m}$$

- Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{28,8^2 + 0,44^2} = 28,8 \text{ m}$$

- Menghitung kemiringan aliran (i)

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,44 \times 0,5\% = 0,0022$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 28,8 \times 33\% = 9,38$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0022 + 9,38 = 9,391$$

- Menghitung waktu pengaliran (t_0)

$$t_0 = 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{i} \right)^{0,467}$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(28,8 \times \frac{0,1}{9,391} \right)^{0,467} = 3,98 \text{ menit}$$

Perhitungan lereng dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4. 44 Perhitungan T0 Jalan

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Jalan						
					X	L Jalan	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 Jalan
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
1	0+000	0+177	177	3,11%	11,645	13,851	0,362	0,300	0,662	0,048	2,676
2	0+177	0+657	480	0,10%	0,375	7,509	0,000	0,300	0,300	0,040	2,184
3	0+657	1+148	491	-1,14%	-4,257	8,624	0,048	0,300	0,348	0,040	2,320
4	1+148	2+347	1199	-0,53%	-1,974	7,755	0,010	0,300	0,310	0,040	2,217
5	2+347	2+782	436	0,10%	0,375	7,509	0,000	0,300	0,300	0,040	2,184
6	2+782	3+684	902	0,50%	1,875	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
7	3+684	3+997	313	0,10%	0,375	7,509	0,000	0,300	0,300	0,040	2,184
8	3+997	4+453	455	-0,51%	-1,903	7,738	0,010	0,300	0,310	0,040	2,215
9	4+453	5+134	681	0,50%	1,872	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
10	5+134	5+607	474	-0,50%	-1,869	7,729	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
11	5+607	6+134	526	0,50%	1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
12	6+134	7+067	934	-0,50%	-1,876	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
13	7+067	7+841	773	0,50%	1,877	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
14	7+841	8+224	383	-0,50%	-1,879	7,732	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
15	8+224	9+294	1071	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
16	9+294	10+318	1023	-0,50%	-1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
17	10+318	10+934	617	0,50%	1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
18	10+934	11+759	825	-0,50%	-1,877	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
19	11+759	12+131	371	0,50%	1,880	7,732	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
20	12+131	12+582	452	0,10%	0,375	7,509	0,000	0,300	0,300	0,040	2,184
21	12+582	14+162	1580	0,50%	1,875	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
22	14+162	14+606	444	-0,50%	-1,877	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214

Tabel 4. 44 Perhitungan T0 Jalan (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Jalan						
					X (m)	L Jalan (m)	Δh_g (m)	Δh_s (m)	Δh (m)	i	t0 Jalan (menit)
23	14+606	15+318	712	-1,00%	-3,748	8,385	0,037	0,300	0,337	0,040	2,293
24	15+318	15+784	465	0,50%	1,870	7,729	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
25	15+784	16+383	600	-0,50%	-1,876	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
26	16+383	17+111	727	0,80%	3,000	8,078	0,024	0,300	0,324	0,040	2,257
27	17+111	17+928	817	-0,50%	-1,872	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
28	17+928	18+589	661	0,50%	1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
29	18+589	19+281	692	-0,50%	-1,875	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
30	19+281	20+163	882	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
31	20+163	20+878	715	-0,50%	-1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
32	20+878	21+542	664	0,50%	1,875	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
33	21+542	22+361	819	-0,50%	-1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
34	22+361	23+069	708	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
35	23+069	24+276	1207	-0,50%	-1,876	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
36	24+276	25+393	1116	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
37	25+393	26+364	972	-0,50%	-1,872	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
38	26+364	27+686	1321	0,50%	1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
39	27+686	28+837	1151	-0,50%	-1,873	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
40	28+837	29+496	659	0,50%	1,872	7,730	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
41	29+496	30+080	584	-0,50%	-1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
42	30+080	30+664	584	0,50%	1,876	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
43	30+664	31+726	1063	-0,50%	-1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
44	31+726	33+339	1613	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
45	33+339	34+354	1015	-0,50%	-1,877	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
46	34+354	36+103	1749	0,50%	1,876	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214

Tabel 4. 44 Perhitungan T0 Jalan (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Jalan						
					X (m)	L Jalan (m)	Δh_g (m)	Δh_s (m)	Δh (m)	i	t0 Jalan (menit)
47	36+103	36+886	783	-1,00%	-3,750	8,385	0,038	0,300	0,338	0,040	2,293
48	36+886	37+578	692	0,50%	1,874	7,731	0,009	0,300	0,309	0,040	2,214
49	37+578	37+715	137	-0,50%	-1,860	7,727	0,009	0,300	0,309	0,040	2,213

Tabel 4. 45 Perhitungan T0 bahu dalam

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Bahu Dalam						
					X (m)	L Bahu Dalam (m)	Δh_g (m)	Δh_s (m)	Δh (m)	i	t0 Bahu Dalam (menit)
1	0+000	0+177	177,110	0,031	2,329	2,770	0,072	0,030	0,102	0,037	1,423
2	0+177	0+657	480,150	0,001	0,075	1,502	0,000	0,030	0,030	0,020	1,423
3	0+657	1+148	490,650	-0,011	-0,851	1,725	0,010	0,030	0,040	0,023	1,423
4	1+148	2+347	1198,870	-0,005	-0,395	1,551	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
5	2+347	2+782	435,610	0,001	0,075	1,502	0,000	0,030	0,030	0,020	1,423
6	2+782	3+684	901,970	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
7	3+684	3+997	313,090	0,001	0,075	1,502	0,000	0,030	0,030	0,020	1,423
8	3+997	4+453	455,090	-0,005	-0,381	1,548	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
9	4+453	5+134	681,140	0,005	0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
10	5+134	5+607	473,600	-0,005	-0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
11	5+607	6+134	526,480	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
12	6+134	7+067	933,600	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
13	7+067	7+841	773,200	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423

Tabel 4. 45 Perhitungan T0 bahu dalam (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Bahu Dalam						
					X	L Bahu Dalam	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 Bahu Dalam
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
14	7+841	8+224	383,280	-0,005	-0,376	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
15	8+224	9+294	1070,550	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
16	9+294	10+318	1023,270	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
17	10+318	10+934	616,560	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
18	10+934	11+759	825,270	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
19	11+759	12+131	371,040	0,005	0,376	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
20	12+131	12+582	451,910	0,001	0,075	1,502	0,000	0,030	0,030	0,020	1,423
21	12+582	14+162	1579,780	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
22	14+162	14+606	443,600	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
23	14+606	15+318	712,320	-0,010	-0,750	1,677	0,007	0,030	0,037	0,022	1,423
24	15+318	15+784	465,360	0,005	0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
25	15+784	16+383	599,810	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
26	16+383	17+111	727,490	0,008	0,600	1,616	0,005	0,030	0,035	0,022	1,423
27	17+111	17+928	817,190	-0,005	-0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
28	17+928	18+589	660,760	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
29	18+589	19+281	692,080	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
30	19+281	20+163	882,340	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
31	20+163	20+878	714,610	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
32	20+878	21+542	664,050	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
33	21+542	22+361	818,960	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
34	22+361	23+069	708,430	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
35	23+069	24+276	1207,100	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
36	24+276	25+393	1116,440	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423

Tabel 4. 45 Perhitungan T0 bahu dalam (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Bahu Dalam						
					X	L Bahu Dalam	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 Bahu Dalam
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
37	25+393	26+364	971,610	-0,005	-0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
38	26+364	27+686	1321,380	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
39	27+686	28+837	1151,170	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
40	28+837	29+496	658,900	0,005	0,374	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
41	29+496	30+080	584,270	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
42	30+080	30+664	583,730	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
43	30+664	31+726	1062,560	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
44	31+726	33+339	1612,520	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
45	33+339	34+354	1014,890	-0,005	-0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
46	34+354	36+103	1748,980	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
47	36+103	36+886	782,900	-0,010	-0,750	1,677	0,008	0,030	0,038	0,022	1,423
48	36+886	37+578	692,410	0,005	0,375	1,546	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423
49	37+578	37+715	137,090	-0,005	-0,372	1,545	0,002	0,030	0,032	0,021	1,423

Tabel 4. 46 Perhitungan T0 bahu luar

No.	STA		Panjang Jalan	Gradien Jalan	Bahu Luar						
					X	L Bahu	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 Bahu
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
1	0+000	0+177	177,110	0,031	2,329	3,798	0,072	0,120	0,192	0,051	1,423
2	0+177	0+657	480,150	0,001	0,075	3,001	0,000	0,120	0,120	0,040	1,423
3	0+657	1+148	490,650	-0,011	-0,851	3,118	0,010	0,120	0,130	0,042	1,423
4	1+148	2+347	1198,870	-0,005	-0,395	3,026	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
5	2+347	2+782	435,610	0,001	0,075	3,001	0,000	0,120	0,120	0,040	1,423
6	2+782	3+684	901,970	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
7	3+684	3+997	313,090	0,001	0,075	3,001	0,000	0,120	0,120	0,040	1,423
8	3+997	4+453	455,090	-0,005	-0,381	3,024	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
9	4+453	5+134	681,140	0,005	0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
10	5+134	5+607	473,600	-0,005	-0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
11	5+607	6+134	526,480	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
12	6+134	7+067	933,600	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
13	7+067	7+841	773,200	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
14	7+841	8+224	383,280	-0,005	-0,376	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
15	8+224	9+294	1070,550	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
16	9+294	10+318	1023,270	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
17	10+318	10+934	616,560	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
18	10+934	11+759	825,270	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
19	11+759	12+131	371,040	0,005	0,376	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
20	12+131	12+582	451,910	0,001	0,075	3,001	0,000	0,120	0,120	0,040	1,423
21	12+582	14+162	1579,780	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
22	14+162	14+606	443,600	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
23	14+606	15+318	712,320	-0,010	-0,750	3,092	0,007	0,120	0,127	0,041	1,423

Tabel 4. 46 Perhitungan T0 bahu luar (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Bahu Luar						
					X	L Bahu	Δhg	Δhs	Δh	i	t0 Bahu
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
24	15+318	15+784	465,360	0,005	0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
25	15+784	16+383	599,810	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
26	16+383	17+111	727,490	0,008	0,600	3,059	0,005	0,120	0,125	0,041	1,423
27	17+111	17+928	817,190	-0,005	-0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
28	17+928	18+589	660,760	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
29	18+589	19+281	692,080	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
30	19+281	20+163	882,340	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
31	20+163	20+878	714,610	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
32	20+878	21+542	664,050	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
33	21+542	22+361	818,960	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
34	22+361	23+069	708,430	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
35	23+069	24+276	1207,100	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
36	24+276	25+393	1116,440	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
37	25+393	26+364	971,610	-0,005	-0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
38	26+364	27+686	1321,380	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
39	27+686	28+837	1151,170	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
40	28+837	29+496	658,900	0,005	0,374	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
41	29+496	30+080	584,270	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
42	30+080	30+664	583,730	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
43	30+664	31+726	1062,560	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
44	31+726	33+339	1612,520	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
45	33+339	34+354	1014,890	-0,005	-0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
46	34+354	36+103	1748,980	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
47	36+103	36+886	782,900	-0,010	-0,750	3,092	0,008	0,120	0,128	0,041	1,423

Tabel 4. 46 Perhitungan T0 bahu luar (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Bahu Luar						
					X	L Bahu	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 Bahu
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
48	36+886	37+578	692,410	0,005	0,375	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423
49	37+578	37+715	137,090	-0,005	-0,372	3,023	0,002	0,120	0,122	0,040	1,423

Tabel 4. 47 Perhitungan T0 lereng

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Lereng						
					X	L lereng	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 lereng (t02)
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
1	0+000	0+177	177,110	0,031	2,743	28,930	0,085	9,389	9,474	0,327	3,983
2	0+177	0+657	480,150	0,001	0,088	28,800	0,000	9,389	9,389	0,326	3,983
3	0+657	1+148	490,650	-0,011	-1,003	28,817	0,011	9,389	9,400	0,326	3,983
4	1+148	2+347	1198,870	-0,005	-0,465	28,804	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
5	2+347	2+782	435,610	0,001	0,088	28,800	0,000	9,389	9,389	0,326	3,983
6	2+782	3+684	901,970	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
7	3+684	3+997	313,090	0,001	0,088	28,800	0,000	9,389	9,389	0,326	3,983
8	3+997	4+453	455,090	-0,005	-0,448	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
9	4+453	5+134	681,140	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
10	5+134	5+607	473,600	-0,005	-0,440	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
11	5+607	6+134	526,480	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
12	6+134	7+067	933,600	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983

Tabel 4. 47 Perhitungan T0 lereng (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Lereng						
					X	L lereng	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 lereng (t02)
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
13	7+067	7+841	773,200	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
14	7+841	8+224	383,280	-0,005	-0,443	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
15	8+224	9+294	1070,550	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
16	9+294	10+318	1023,270	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
17	10+318	10+934	616,560	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
18	10+934	11+759	825,270	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
19	11+759	12+131	371,040	0,005	0,443	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
20	12+131	12+582	451,910	0,001	0,088	28,800	0,000	9,389	9,389	0,326	3,983
21	12+582	14+162	1579,780	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
22	14+162	14+606	443,600	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
23	14+606	15+318	712,320	-0,010	-0,883	28,814	0,009	9,389	9,398	0,326	3,983
24	15+318	15+784	465,360	0,005	0,440	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
25	15+784	16+383	599,810	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
26	16+383	17+111	727,490	0,008	0,707	28,809	0,006	9,389	9,394	0,326	3,983
27	17+111	17+928	817,190	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
28	17+928	18+589	660,760	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
29	18+589	19+281	692,080	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
30	19+281	20+163	882,340	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
31	20+163	20+878	714,610	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
32	20+878	21+542	664,050	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
33	21+542	22+361	818,960	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
34	22+361	23+069	708,430	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
35	23+069	24+276	1207,100	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983

Tabel 4. 47 Perhitungan T0 lereng (Lanjutan)

No.	STA		Panjang Jalan (m)	Gradien Jalan	Lereng						
					X	L lereng	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t0 lereng (t02)
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(menit)
36	24+276	25+393	1116,440	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
37	25+393	26+364	971,610	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
38	26+364	27+686	1321,380	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
39	27+686	28+837	1151,170	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
40	28+837	29+496	658,900	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
41	29+496	30+080	584,270	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
42	30+080	30+664	583,730	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
43	30+664	31+726	1062,560	-0,005	-0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
44	31+726	33+339	1612,520	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
45	33+339	34+354	1014,890	-0,005	-0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
46	34+354	36+103	1748,980	0,005	0,442	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
47	36+103	36+886	782,900	-0,010	-0,884	28,814	0,009	9,389	9,398	0,326	3,983
48	36+886	37+578	692,410	0,005	0,441	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983
49	37+578	37+715	137,090	-0,005	-0,438	28,803	0,002	9,389	9,391	0,326	3,983

5. Penentuan Tc

$$T01 = T0\text{bahu dalam} + T0 \text{Jalan} + T0 \text{ bahu luar} = 5,05 \text{ menit}$$

$$T02 = T0 \text{ lereng} = 3,98 \text{ menit}$$

Maka t0 terpilih adalah yang paling lama mencapai saluran yaitu T01.

Perhitungan waktu pengaliran di saluran dilakukan pada tiap stasiun.

Perhitungan tf dilakukan sebagai berikut.

$$tf = \frac{L_{\text{saluran}}}{60 \times v} = \frac{(177-0)}{60 \times 1,5} = 1,96 \text{ menit}$$

$$tc = t0 + tf = 9,4 \text{ menit} = 0,15 \text{ jam}$$

2. Intensitas Hujan (I)

Setelah didapatkan tc sebesar 10,18 menit, intensitas hujan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{100}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{177,55}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 246,43 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4. 48 Intensitas Hujan

No.	STA		T0	tf	tc	I
			(menit)	(menit)	(menit)	(mm/jam)
1	0+000	0+177	5,522	1,968	7,490	246,434
2	0+177	0+657	5,030	5,335	10,365	198,442
3	0+657	1+148	5,166	5,452	10,617	195,290
4	1+148	2+347	5,063	13,321	18,384	135,437
5	2+347	2+782	5,030	4,840	9,871	205,021
6	2+782	3+684	5,060	10,022	15,082	154,547
7	3+684	3+997	5,030	3,479	8,509	226,343
8	3+997	4+453	5,061	5,057	10,117	201,674
9	4+453	5+134	5,060	7,568	12,628	173,969
10	5+134	5+607	5,060	5,262	10,322	199,001
11	5+607	6+134	5,060	5,850	10,910	191,788
12	6+134	7+067	5,060	10,373	15,433	152,191
13	7+067	7+841	5,060	8,591	13,651	165,165
14	7+841	8+224	5,060	4,259	9,319	213,039
15	8+224	9+294	5,060	11,895	16,955	142,944
16	9+294	10+318	5,060	11,370	16,429	145,975

Tabel 4. 48 Intensitas Hujan (Lanjutan)

No.	STA		T0 (menit)	tf (menit)	tc (menit)	I (mm/jam)
17	10+318	10+934	5,060	6,851	11,910	180,887
18	10+934	11+759	5,060	9,170	14,230	160,657
19	11+759	12+131	5,060	4,123	9,183	215,137
20	12+131	12+582	5,030	5,021	10,052	202,551
21	12+582	14+162	5,060	17,553	22,613	117,975
22	14+162	14+606	5,060	4,929	9,989	203,400
23	14+606	15+318	5,139	7,915	13,054	170,164
24	15+318	15+784	5,060	5,171	10,230	200,186
25	15+784	16+383	5,060	6,665	11,724	182,796
26	16+383	17+111	5,103	8,083	13,187	169,021
27	17+111	17+928	5,060	9,080	14,140	161,337
28	17+928	18+589	5,060	7,342	12,402	176,080
29	18+589	19+281	5,060	7,690	12,750	172,861
30	19+281	20+163	5,060	9,804	14,864	156,055
31	20+163	20+878	5,060	7,940	13,000	170,635
32	20+878	21+542	5,060	7,378	12,438	175,734
33	21+542	22+361	5,060	9,100	14,159	161,188
34	22+361	23+069	5,060	7,871	12,931	171,238
35	23+069	24+276	5,060	13,412	18,472	135,005
36	24+276	25+393	5,060	12,405	17,465	140,148
37	25+393	26+364	5,060	10,796	15,855	149,477
38	26+364	27+686	5,060	14,682	19,742	129,153
39	27+686	28+837	5,060	12,791	17,851	138,121
40	28+837	29+496	5,060	7,321	12,381	176,276
41	29+496	30+080	5,060	6,492	11,552	184,613
42	30+080	30+664	5,060	6,486	11,546	184,677
43	30+664	31+726	5,060	11,806	16,866	143,445
44	31+726	33+339	5,060	17,917	22,977	116,726
45	33+339	34+354	5,060	11,277	16,336	146,528
46	34+354	36+103	5,060	19,433	24,493	111,858
47	36+103	36+886	5,139	8,699	13,838	163,672
48	36+886	37+578	5,060	7,693	12,753	172,828
49	37+578	37+715	5,059	1,523	6,583	268,593

3. Koefisien pengaliran

$$A \text{ bahu dalam} = 1,5 \times 177 = 265,66 \text{ m}^2$$

$$A \text{ jalan} = 7 \times 177 = 1328,32 \text{ m}^2$$

$$A \text{ bahu luar} = 3 \times 177 = 531,33 \text{ m}^2$$

$$A \text{ lereng} = 28,8 \times 177 = 5100,76 \text{ m}^2$$

$$C \text{ bahu} = C \text{ jalan} = 0,7$$

$$C \text{ lereng} = 0,2$$

$$C_{gab} = \sum \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_i A_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

$$C_{gab} = \frac{265,66 \times 0,7 + 1328,32 \times 0,7 + 531,33 \times 0,7 + 5100,76 \times 0,2}{0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,2} = 0,347$$

4. Debit hidrologi

$$C_{gab} = 0,347$$

$$I = 246,43 \text{ mm/jam}$$

$$A_{tot} = 0,007 \text{ km}^2$$

$$Q \text{ hidrologi} = 0,278 \times C_{gab} \times I \times A_{tot}$$

$$Q \text{ hidrologi} = 0,278 \times 0,347 \times 246,43 \times 0,007 = 0,172 \text{ m}^3/\text{detik. Perhitungan debit hidrologi lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.49.}$$

Tabel 4. 49 Debit Hidrologi

No.	STA		C Jalan	C bahu	C Lereng	A Jalan	A Bahu dalam	A Bahu luar	A Lereng	C Gab	I	A total	Q Hidrologi
						(m2)	(m2)	(m2)	(m2)		mm/jam	(km2)	(m2)
1	0+000	0+177	0,7	0,7	0,2	1328,325	265,665	531,330	5100,768	0,347	246,434	0,007	0,172
2	0+177	0+657	0,7	0,7	0,2	3601,125	720,225	1440,450	13828,320	0,347	198,442	0,020	0,375
3	0+657	1+148	0,7	0,7	0,2	3679,875	735,975	1471,950	14130,720	0,347	195,290	0,020	0,377
4	1+148	2+347	0,7	0,7	0,2	8991,525	1798,305	3596,610	34527,456	0,347	135,437	0,049	0,639
5	2+347	2+782	0,7	0,7	0,2	3267,075	653,415	1306,830	12545,568	0,347	205,021	0,018	0,352
6	2+782	3+684	0,7	0,7	0,2	6764,775	1352,955	2705,910	25976,736	0,347	154,547	0,037	0,549
7	3+684	3+997	0,7	0,7	0,2	2348,175	469,635	939,270	9016,992	0,347	226,343	0,013	0,279
8	3+997	4+453	0,7	0,7	0,2	3413,175	682,635	1365,270	13106,592	0,347	201,674	0,019	0,361
9	4+453	5+134	0,7	0,7	0,2	5108,550	1021,710	2043,420	19616,832	0,347	173,969	0,028	0,466
10	5+134	5+607	0,7	0,7	0,2	3552,000	710,400	1420,800	13639,680	0,347	199,001	0,019	0,371
11	5+607	6+134	0,7	0,7	0,2	3948,600	789,720	1579,440	15162,624	0,347	191,788	0,021	0,397
12	6+134	7+067	0,7	0,7	0,2	7002,000	1400,400	2800,800	26887,680	0,347	152,191	0,038	0,559
13	7+067	7+841	0,7	0,7	0,2	5799,000	1159,800	2319,600	22268,160	0,347	165,165	0,032	0,503
14	7+841	8+224	0,7	0,7	0,2	2874,600	574,920	1149,840	11038,464	0,347	213,039	0,016	0,321
15	8+224	9+294	0,7	0,7	0,2	8029,125	1605,825	3211,650	30831,840	0,347	142,944	0,044	0,602
16	9+294	10+318	0,7	0,7	0,2	7674,525	1534,905	3069,810	29470,176	0,347	145,975	0,042	0,588
17	10+318	10+934	0,7	0,7	0,2	4624,200	924,840	1849,680	17756,928	0,347	180,887	0,025	0,439
18	10+934	11+759	0,7	0,7	0,2	6189,525	1237,905	2475,810	23767,776	0,347	160,657	0,034	0,522
19	11+759	12+131	0,7	0,7	0,2	2782,800	556,560	1113,120	10685,952	0,347	215,137	0,015	0,314
20	12+131	12+582	0,7	0,7	0,2	3389,325	677,865	1355,730	13015,008	0,347	202,551	0,018	0,360
21	12+582	14+162	0,7	0,7	0,2	11848,350	2369,670	4739,340	45497,664	0,347	117,975	0,064	0,734

No.	STA		C Jalan	C bahu	C Lereng	A Jalan	A Bahu dalam	A Bahu luar	A Lereng	C Gab	I	A total	Q Hidrologi
						(m2)	(m2)	(m2)	(m2)		mm/jam	(km2)	(m2)
22	14+162	14+606	0,7	0,7	0,2	3327,000	665,400	1330,800	12775,680	0,347	203,400	0,018	0,355
23	14+606	15+318	0,7	0,7	0,2	5342,400	1068,480	2136,960	20514,816	0,347	170,164	0,029	0,477
24	15+318	15+784	0,7	0,7	0,2	3490,200	698,040	1396,080	13402,368	0,347	200,186	0,019	0,367
25	15+784	16+383	0,7	0,7	0,2	4498,575	899,715	1799,430	17274,528	0,347	182,796	0,024	0,432
26	16+383	17+111	0,7	0,7	0,2	5456,175	1091,235	2182,470	20951,712	0,347	169,021	0,030	0,484
27	17+111	17+928	0,7	0,7	0,2	6128,925	1225,785	2451,570	23535,072	0,347	161,337	0,033	0,519
28	17+928	18+589	0,7	0,7	0,2	4955,700	991,140	1982,280	19029,888	0,347	176,080	0,027	0,458
29	18+589	19+281	0,7	0,7	0,2	5190,600	1038,120	2076,240	19931,904	0,347	172,861	0,028	0,471
30	19+281	20+163	0,7	0,7	0,2	6617,550	1323,510	2647,020	25411,392	0,347	156,055	0,036	0,542
31	20+163	20+878	0,7	0,7	0,2	5359,575	1071,915	2143,830	20580,768	0,347	170,635	0,029	0,480
32	20+878	21+542	0,7	0,7	0,2	4980,375	996,075	1992,150	19124,640	0,347	175,734	0,027	0,459
33	21+542	22+361	0,7	0,7	0,2	6142,200	1228,440	2456,880	23586,048	0,347	161,188	0,033	0,520
34	22+361	23+069	0,7	0,7	0,2	5313,225	1062,645	2125,290	20402,784	0,347	171,238	0,029	0,478
35	23+069	24+276	0,7	0,7	0,2	9053,250	1810,650	3621,300	34764,480	0,347	135,005	0,049	0,642
36	24+276	25+393	0,7	0,7	0,2	8373,300	1674,660	3349,320	32153,472	0,347	140,148	0,046	0,616
37	25+393	26+364	0,7	0,7	0,2	7287,075	1457,415	2914,830	27982,368	0,347	149,477	0,040	0,572
38	26+364	27+686	0,7	0,7	0,2	9910,350	1982,070	3964,140	38055,744	0,347	129,153	0,054	0,672
39	27+686	28+837	0,7	0,7	0,2	8633,775	1726,755	3453,510	33153,696	0,347	138,121	0,047	0,626
40	28+837	29+496	0,7	0,7	0,2	4941,750	988,350	1976,700	18976,320	0,347	176,276	0,027	0,457
41	29+496	30+080	0,7	0,7	0,2	4382,025	876,405	1752,810	16826,976	0,347	184,613	0,024	0,425
42	30+080	30+664	0,7	0,7	0,2	4377,975	875,595	1751,190	16811,424	0,347	184,677	0,024	0,424
43	30+664	31+726	0,7	0,7	0,2	7969,200	1593,840	3187,680	30601,728	0,347	143,445	0,043	0,600
44	31+726	33+339	0,7	0,7	0,2	12093,900	2418,780	4837,560	46440,576	0,347	116,726	0,066	0,741
45	33+339	34+354	0,7	0,7	0,2	7611,675	1522,335	3044,670	29228,832	0,347	146,528	0,041	0,585

No.	STA		C Jalan	C bahu	C Lereng	A Jalan	A Bahu dalam	A Bahu luar	A Lereng	C Gab	I	A total	Q Hidrologi
						(m2)	(m2)	(m2)	(m2)		mm/jam	(km2)	(m2)
46	34+354	36+103	0,7	0,7	0,2	13117,350	2623,470	5246,940	50370,624	0,347	111,858	0,071	0,770
47	36+103	36+886	0,7	0,7	0,2	5871,750	1174,350	2348,700	22547,520	0,347	163,672	0,032	0,504
48	36+886	37+578	0,7	0,7	0,2	5193,075	1038,615	2077,230	19941,408	0,347	172,828	0,028	0,471
49	37+578	37+715	0,7	0,7	0,2	1028,175	205,635	411,270	3948,192	0,347	268,593	0,006	0,145
46	34+354	36+103	0,7	0,7	0,2	13117,350	2623,470	5246,940	50370,624	0,347	111,858	0,071	0,770

4.5.3 Analisis Hidrolika

Berikut merupakan contoh perhitungan analisis hidrolika pada STA 0+000 sampai STA 0+461.

1. Luas penampang saluran minimum

$$\text{Kecepatan ijin (v ijin)} = 3 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,364 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_{\text{saluran}} = Q/v = 0,364/3 = 0,12 \text{ m}^2$$

2. Parameter saluran

Saluran direncanakan dengan *u-ditch* U-100/100.

- Dimensi saluran

$$B = 1 \text{ m}$$

$$h_{\text{air}} = 0,417 \text{ (Iterasi)}$$

$$h_{\text{jagaan}} = \sqrt{\frac{h}{2}} = 0,45 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m} > h_{\text{air}} + h_{\text{jagaan}}$$

$$A_{\text{saluran}} = 1 \times 1 = 1 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{hidrolika}} = B \times h_{\text{air}} = 1 \times 0,417 = 0,417$$

$$\text{Keliling basah (P)} = B + 2 h_{\text{air}} = 1 + 2 \times 0,417 = 1,83 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = A/P = 0,417/1,83 = 0,227 \text{ m}$$

$$S_{\text{lapangan}} = 0,5 \%$$

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{s} = \frac{1}{0,015} \times 0,227^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,5\%} = 1,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = v \times A = 1,75 \times 0,417 = 0,731 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{hidrologi}}$$

Perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4. 50 Analisis Hidrolika

No.	STA		V ijin	A Saluran	h air	W	W Pakai	h rencana	b rencana	P	R	A hidrolika	S lap	V hidrolika	Kontrol v	Q hidrolika	Q hidrologi	ΔQ	Kontrol Q
			(m ² /dt)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	%	m/dt		m ²	m ²	m ²	
1	0+000	0+177	3	0,06	0,31	0,39	0,4	1,0	1,0	1,62	0,19	0,31	1,50%	2,71	OK	0,84	0,17	0,7	OK
2	0+177	0+657	3	0,13	0,69	0,59	0,6	1,0	1,0	2,38	0,29	0,69	0,10%	0,92	OK	0,64	0,38	0,3	OK
3	0+657	1+148	3	0,13	0,44	0,47	0,5	1,0	1,0	1,88	0,23	0,44	1,14%	2,69	OK	1,18	0,38	0,8	OK
4	1+148	2+347	3	0,21	0,84	0,65	0,7	1,0	1,0	2,68	0,31	0,84	0,53%	2,23	OK	1,88	0,64	1,2	OK
5	2+347	2+782	3	0,12	0,67	0,58	0,6	1,0	1,0	2,34	0,29	0,67	0,10%	0,92	OK	0,62	0,35	0,3	OK
6	2+782	3+684	3	0,18	0,59	0,54	0,6	1,0	1,0	2,17	0,27	0,59	0,50%	1,97	OK	1,16	0,55	0,6	OK
7	3+684	3+997	3	0,09	0,62	0,56	0,6	1,0	1,0	2,23	0,28	0,62	0,10%	0,89	OK	0,55	0,28	0,3	OK
8	3+997	4+453	3	0,12	0,50	0,50	0,6	1,0	1,0	2,00	0,25	0,50	0,51%	1,89	OK	0,94	0,36	0,6	OK
9	4+453	5+134	3	0,16	0,55	0,53	0,6	1,0	1,0	2,11	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,07	0,47	0,6	OK
10	5+134	5+607	3	0,12	0,51	0,50	0,6	1,0	1,0	2,02	0,25	0,51	0,50%	1,88	OK	0,95	0,37	0,6	OK
11	5+607	6+134	3	0,13	0,52	0,51	0,6	1,0	1,0	2,04	0,26	0,52	0,50%	1,89	OK	0,99	0,40	0,6	OK
12	6+134	7+067	3	0,19	0,59	0,54	0,6	1,0	1,0	2,18	0,27	0,59	0,50%	1,97	OK	1,17	0,56	0,6	OK
13	7+067	7+841	3	0,17	0,57	0,53	0,6	1,0	1,0	2,14	0,27	0,57	0,50%	1,95	OK	1,11	0,50	0,6	OK
14	7+841	8+224	3	0,11	0,48	0,49	0,5	1,0	1,0	1,96	0,25	0,48	0,50%	1,85	OK	0,89	0,32	0,6	OK
15	8+224	9+294	3	0,20	0,61	0,55	0,6	1,0	1,0	2,22	0,27	0,61	0,50%	1,99	OK	1,21	0,60	0,6	OK
16	9+294	10+318	3	0,20	0,60	0,55	0,6	1,0	1,0	2,21	0,27	0,60	0,50%	1,98	OK	1,20	0,59	0,6	OK
17	10+318	10+934	3	0,15	0,54	0,52	0,6	1,0	1,0	2,08	0,26	0,54	0,50%	1,92	OK	1,04	0,44	0,6	OK
18	10+934	11+759	3	0,17	0,58	0,54	0,6	1,0	1,0	2,15	0,27	0,58	0,50%	1,96	OK	1,13	0,52	0,6	OK

No.	STA		V ijin	A Saluran	h air	W	W Pakai	h rencana	b rencana	P	R	A hidrolika	S lap	V hidrolika	Kontrol v	Q hidrolika	Q hidrologi	ΔQ	Kontrol Q
			(m ² /dt)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	%		m/dt	m ²	m ²	
19	11+759	12+131	3	0,10	0,64	0,57	0,6	1,0	1,0	2,29	0,28	0,64	0,50%	2,03	OK	1,31	0,31	1,0	OK
20	12+131	12+582	3	0,12	0,68	0,58	0,6	1,0	1,0	2,36	0,29	0,68	0,10%	0,92	OK	0,62	0,36	0,3	OK
21	12+582	14+162	3	0,24	0,66	0,57	0,6	1,0	1,0	2,31	0,28	0,66	0,50%	2,03	OK	1,33	0,73	0,6	OK
22	14+162	14+606	3	0,12	0,50	0,50	0,5	1,0	1,0	2,00	0,25	0,50	0,50%	1,87	OK	0,93	0,36	0,6	OK
23	14+606	15+318	3	0,16	0,49	0,49	0,5	1,0	1,0	1,98	0,25	0,49	1,00%	2,63	OK	1,29	0,48	0,8	OK
24	15+318	15+784	3	0,12	0,51	0,50	0,6	1,0	1,0	2,01	0,25	0,51	0,50%	1,87	OK	0,95	0,37	0,6	OK
25	15+784	16+383	3	0,14	0,54	0,52	0,6	1,0	1,0	2,07	0,26	0,54	0,50%	1,91	OK	1,03	0,43	0,6	OK
26	16+383	17+111	3	0,16	0,51	0,51	0,6	1,0	1,0	2,03	0,25	0,51	0,80%	2,39	OK	1,22	0,48	0,7	OK
27	17+111	17+928	3	0,17	0,58	0,54	0,6	1,0	1,0	2,15	0,27	0,58	0,50%	1,96	OK	1,13	0,52	0,6	OK
28	17+928	18+589	3	0,15	0,55	0,52	0,6	1,0	1,0	2,10	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,06	0,46	0,6	OK
29	18+589	19+281	3	0,16	0,55	0,53	0,6	1,0	1,0	2,11	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,07	0,47	0,6	OK
30	19+281	20+163	3	0,18	0,58	0,54	0,6	1,0	1,0	2,17	0,27	0,58	0,50%	1,97	OK	1,15	0,54	0,6	OK
31	20+163	20+878	3	0,16	0,56	0,53	0,6	1,0	1,0	2,12	0,26	0,56	0,50%	1,94	OK	1,08	0,48	0,6	OK
32	20+878	21+542	3	0,15	0,55	0,52	0,6	1,0	1,0	2,10	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,06	0,46	0,6	OK
33	21+542	22+361	3	0,17	0,58	0,54	0,6	1,0	1,0	2,15	0,27	0,58	0,50%	1,96	OK	1,13	0,52	0,6	OK
34	22+361	23+069	3	0,16	0,56	0,53	0,6	1,0	1,0	2,12	0,26	0,56	0,50%	1,94	OK	1,08	0,48	0,6	OK
35	23+069	24+276	3	0,21	0,62	0,56	0,6	1,0	1,0	2,25	0,28	0,62	0,50%	2,01	OK	1,25	0,64	0,6	OK
36	24+276	25+393	3	0,21	0,61	0,55	0,6	1,0	1,0	2,23	0,28	0,61	0,50%	2,00	OK	1,22	0,62	0,6	OK
37	25+393	26+364	3	0,19	0,60	0,55	0,6	1,0	1,0	2,19	0,27	0,60	0,50%	1,98	OK	1,18	0,57	0,6	OK

No.	STA		V ijin	A Saluran	h air	W	W Pakai	h rencana	b rencana	P	R	A hidrolika	S lap	V hidrolika	Kontrol v	Q hidrolika	Q hidrologi	ΔQ	Kontrol Q
			(m ² /dt)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	%	m/dt		m ²	m ²	m ²	
38	26+364	27+686	3	0,22	0,63	0,56	0,6	1,0	1,0	2,27	0,28	0,63	0,50%	2,01	OK	1,28	0,67	0,6	OK
39	27+686	28+837	3	0,21	0,62	0,56	0,6	1,0	1,0	2,23	0,28	0,62	0,50%	2,00	OK	1,23	0,63	0,6	OK
40	28+837	29+496	3	0,15	0,55	0,52	0,6	1,0	1,0	2,10	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,06	0,46	0,6	OK
41	29+496	30+080	3	0,14	0,53	0,52	0,6	1,0	1,0	2,07	0,26	0,53	0,50%	1,91	OK	1,02	0,42	0,6	OK
42	30+080	30+664	3	0,14	0,53	0,52	0,6	1,0	1,0	2,07	0,26	0,53	0,50%	1,91	OK	1,02	0,42	0,6	OK
43	30+664	31+726	3	0,20	0,61	0,55	0,6	1,0	1,0	2,22	0,27	0,61	0,50%	1,99	OK	1,21	0,60	0,6	OK
44	31+726	33+339	3	0,25	0,66	0,57	0,6	1,0	1,0	2,31	0,28	0,66	0,50%	2,04	OK	1,34	0,74	0,6	OK
45	33+339	34+354	3	0,20	0,60	0,55	0,6	1,0	1,0	2,20	0,27	0,60	0,50%	1,99	OK	1,19	0,59	0,6	OK
46	34+354	36+103	3	0,26	0,67	0,58	0,6	1,0	1,0	2,33	0,29	0,67	0,50%	2,05	OK	1,36	0,77	0,6	OK
47	36+103	36+886	3	0,17	0,50	0,50	0,5	1,0	1,0	2,00	0,25	0,50	1,00%	2,65	OK	1,32	0,50	0,8	OK
48	36+886	37+578	3	0,16	0,55	0,53	0,6	1,0	1,0	2,11	0,26	0,55	0,50%	1,93	OK	1,07	0,47	0,6	OK
49	37+578	37+715	3	0,05	0,36	0,42	0,5	1,0	1,0	1,71	0,21	0,36	0,50%	1,65	OK	0,59	0,14	0,4	OK

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perencanaan dan perhitungan di bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kendaraan yang berpindah dari jalan eksisting yaitu Jl. Sadang-Bts Kota Gresik menuju Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban segmen Gresik-Lamongan sebesar 55%. Kendaraan yang melalui jalan eksisting sebelum terdapat Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban segmen Gresik-Lamongan berjumlah 135166 kendaraan/hari, setelah dibangun Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban segmen Gresik-Lamongan kendaraan melalui jalan eksisting berjumlah 74341 kendaraan/hari.
2. Alternatif trase jalan terbaik terpilih melalui kuisisioner dengan beberapa kriteria. Hasil pemilihan kriteria yaitu terpilihnya alternatif trase 1.
3. Didapatkan spesifikasi Jalan Tol Gresik-Lamongan-Tuban segmen Gresik-Lamongan sebagai berikut
 - Jalan bertipe 4/2D dengan lebar lajur 3,75 m, lebar bahu dalam 1,5 m, dan lebar bahu luar 3 m.
 - Kecepatan rencana yang digunakan sebesar 100 km/jam
 - Terdapat 20 *Point of Interest* dan 49 *Point Vertical of Interest* dengan jari jari 400 m sampai 600 m dan dengan kemiringan memanjang (*Grade*) tidak melebihi 4%. Superelevasi pada tiap *Point of Interest* 6%-7%.
4. Perkerasan jalan yang digunakan pada Jalan Tol Gresik-Lamongan Tuban segmen Gresik-Lamongan adalah sebagai berikut:
 - Tebal perkerasan beton bertulang = 300 mm, menghasilkan fatigue sebesar *Unlimited* dan fatigue sebesar 18%.
 - Tebal Lean Mix Concrete (LMC) = 150 mm
 - Lapis drainase = 150 mm
 - Stabilisasi semen = 200 mm
 - Timbunan tanah dengan material pilihan = 1200 mm
5. Dimensi drainase jalan yang digunakan sebesar 1,00 m x 1,00 m dengan tipe drainase *U-ditch*.

5.2 Saran

Terdapat beberapa hal yang sebaiknya perlu diperhatikan dalam perencanaan jalan tol ini, antara lain:

1. Perencanaan timbunan dapat direncanakan secara geoteknik dengan memberikan analisis yang lebih mendalam. Tanah pada kondisi eksisting merupakan tanah lunak dan memerlukan perhatian khusus. Selain itu juga perlu diperhatikan mengenai kekuatan lereng pada galian yang dilewati oleh trase rencana.
2. Perlu dilakukan perawatan dengan seksama agar umur perkerasan dapat mencapai umur rencana dan kerusakan dapat diminimalisir.

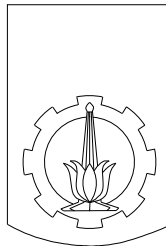
Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Gresik. (2023). *Kabupaten Gresik Dalam Angka*. Gresik.
- BPS Kabupaten Lamongan. (2023). *Kabupaten Lamongan Dalam Angka*. Kabupaten Lamongan.
- BPS Provinsi Jawa Timur. (2023). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka*. Surabaya.
- Bupati Gresik Provinsi Jawa Timur. (2011). *Peraturan Daerah Kabupaten Gresik No. 8 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik Tahun 2010-2030*.
- Bupati Lamongan Provinsi Jawa Timur. (2021a). *Peraturan Daerah Kabupaten Lamongan No. 3 Tahun 2021 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Lamongan Tahun 2020-2039*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Pd-T-14-2003 Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2003). *Pd. T-14-2003 tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). *Pedoman Perencanaan Persimpangan Jalan Tak Sebidang*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021b). *Pedoman Desain Drainase*. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pedoman Desain Geometrik Jalan*. Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023a). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian PUPR.
- Kementerian Perhubungan. (2014). *Peraturan Menteri No. 34 Tentang Marka*.
- Kementerian PUPR. (2023b). *Keputusan Menteri PUPR Nomor 367/KPTS/M/2023 tentang Rencana Umum Jaringan Jalan Nasional 2020-2040*. Kementerian PUPR.
- Kementerian PUPR. (2023c). *Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia No. 5 Tahun 2023 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan*. Kementerian PUPR.
- Kementerian PUPR. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan*.
- Mahardhika, D. R., & Herijanto, W. (2020). Perancangan Geometrik Jalan dan Interchange Jalan Tol Tanjung Api Api – Tanjung Carat Menggunakan Perkerasan. *Jurnal Teknik ITS*.
- Pradito, W. H., & Herijanto, W. (2021). Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Malang—Kepanjen. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), E139–E145. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.52924>
- Prayogata, R. S., Widyastuti, H., & Buana, C. (2017). Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gempol-Pasuruan Seksi III (Pasuruan Sta 20+367 Sampai Grati Sta 34+150). *Jurnal Teknik ITS*.
- Presiden Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Presiden Republik Indonesia No 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi di Kawasan Gresik-Bangkalan-Mojokerto-Surabaya-Sidoarjo-Tuban, Kawasan Bromo-Tengger-Semeru, serta Kawasan Selingkar Wilis dan Lintas Selatan*.
- Ramadhon, A., & Buana, C. (2021). Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Gedebage—Tasikmalaya—Cilacap Seksi II. *Jurnal Teknik ITS*.
- Ramdhani, D., & Buana, C. (2023). *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II*.
- Situngkir, E. M., Satria, T. R., & Soemitro, R. A. A. (2023). *Evaluasi Daya Dukung Tanah (CBR) dan Lapisan Bawah Permukaan Pada Subgrade Yang Diperbaiki Dengan Metode Grouting Water Cement Di Ruas Jalan Nasional Tuban-Babat-Lamongan-Gresik*.

- Smock, R. (1962). *An Iterative Assignment Approach to Capacity Restraint on Arterial Networks*.
- Sukirman, S. (1999a). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan* (3rd ed.). Nova.
- Sukirman, S. (1999b). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi* (2nd ed). Penerbit ITB.

LAMPIRAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

TRASE RENCANA

SKALA

1:100000

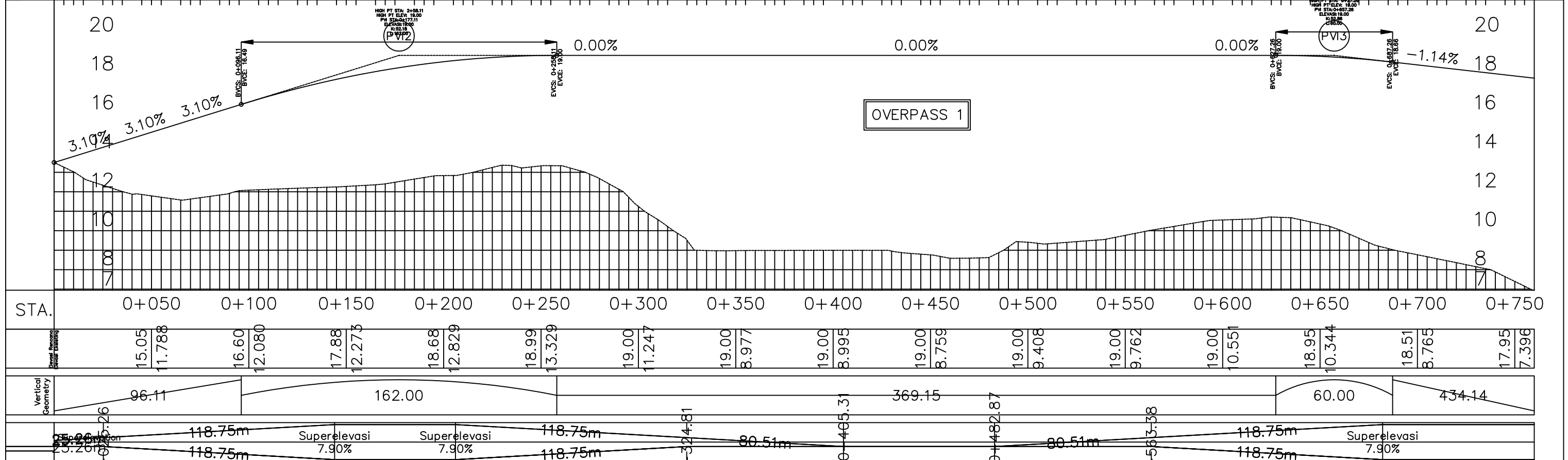
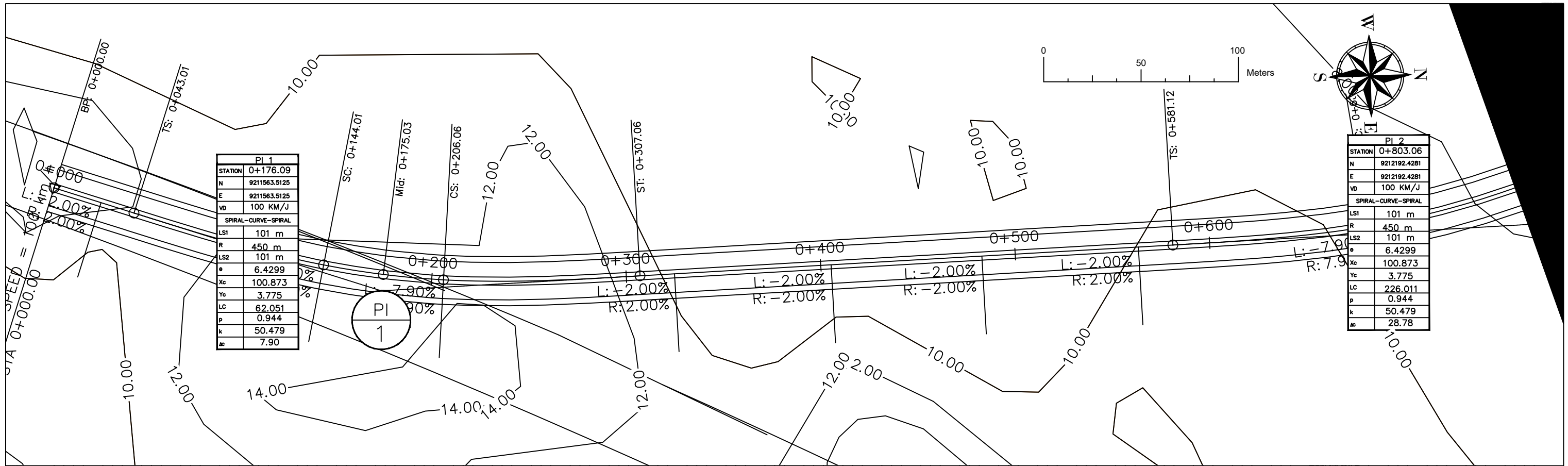
KETERANGAN

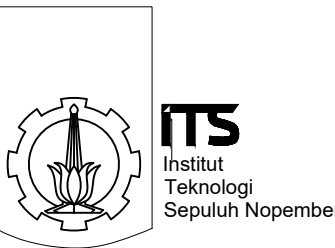
NO. GAMBAR

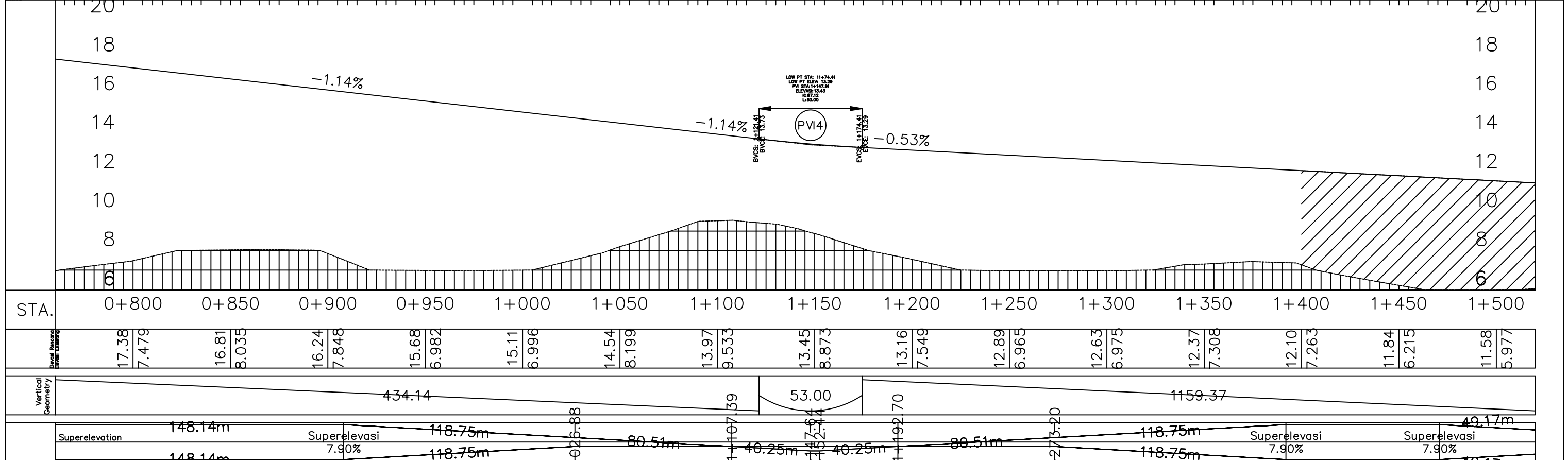
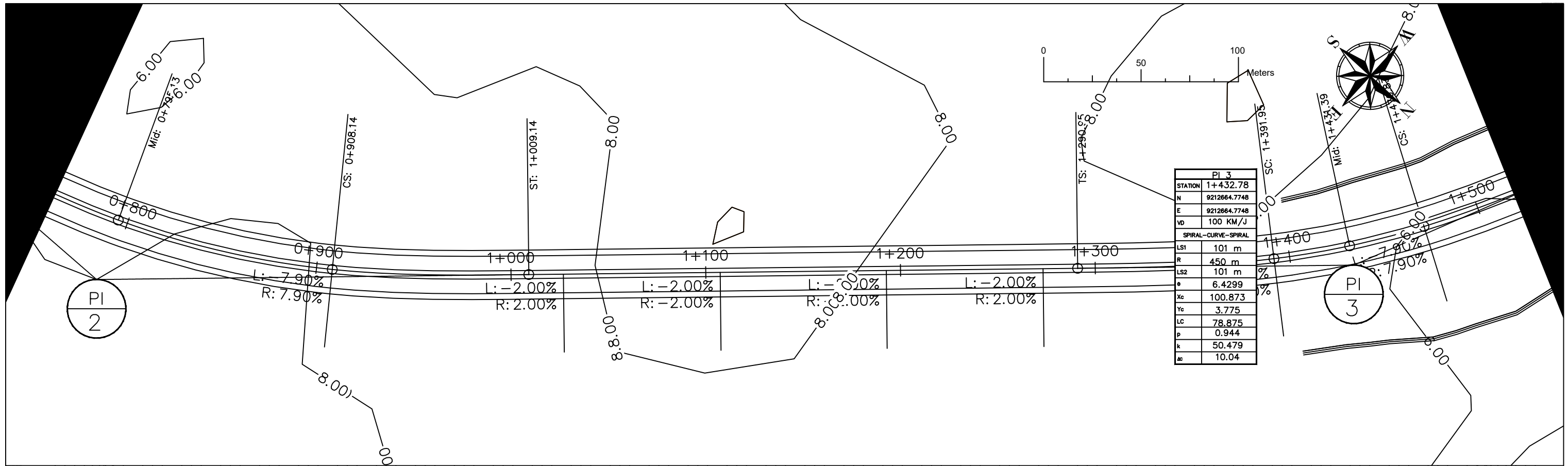
1

JUMLAH GAMBAR

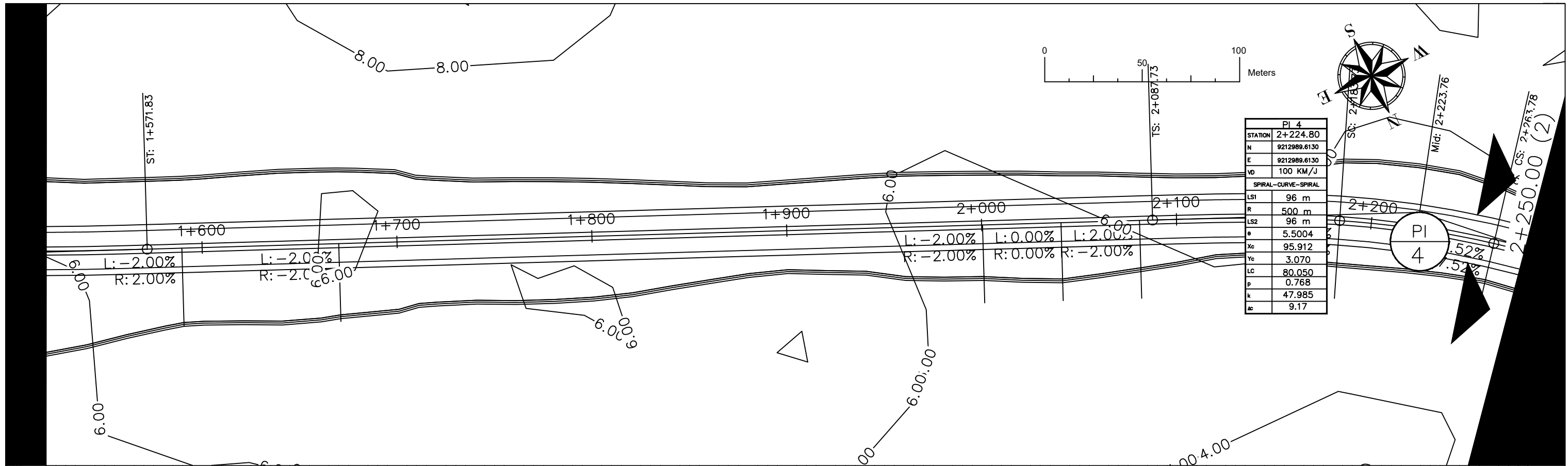
80



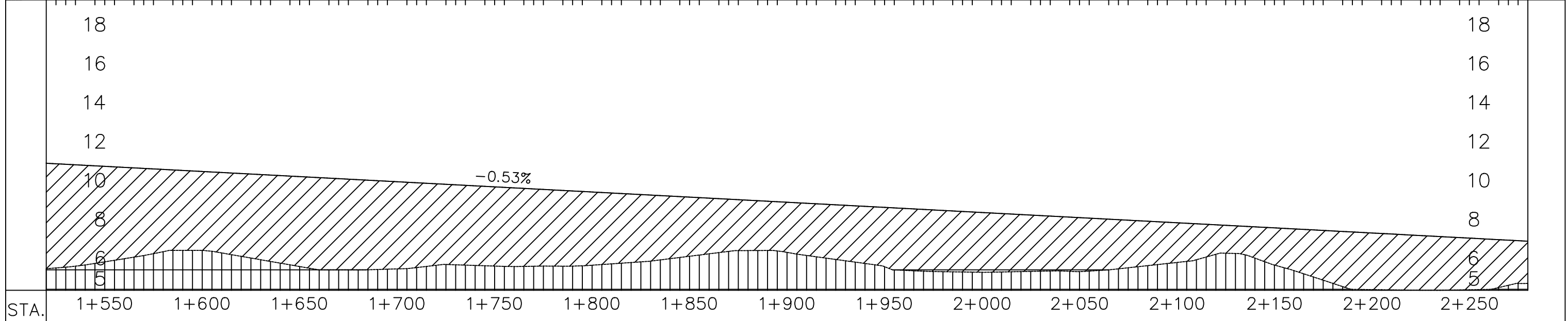
	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	2	80
						PROFILE		
					1:2000			



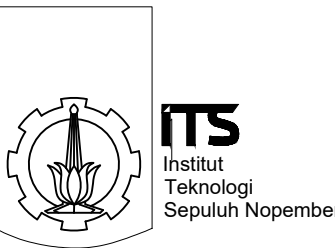
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	3	80
	SEGMENT GRESIK-LAMONGAN	2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	PROFILE				
DENGAN PERKERASAN KAKU		1:2000					

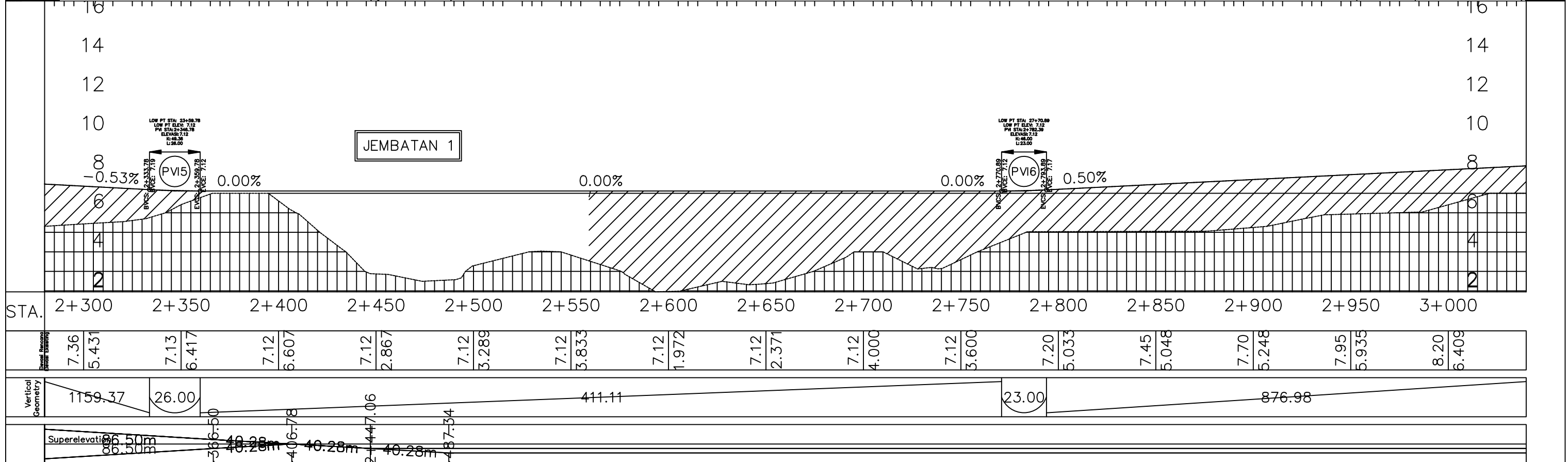
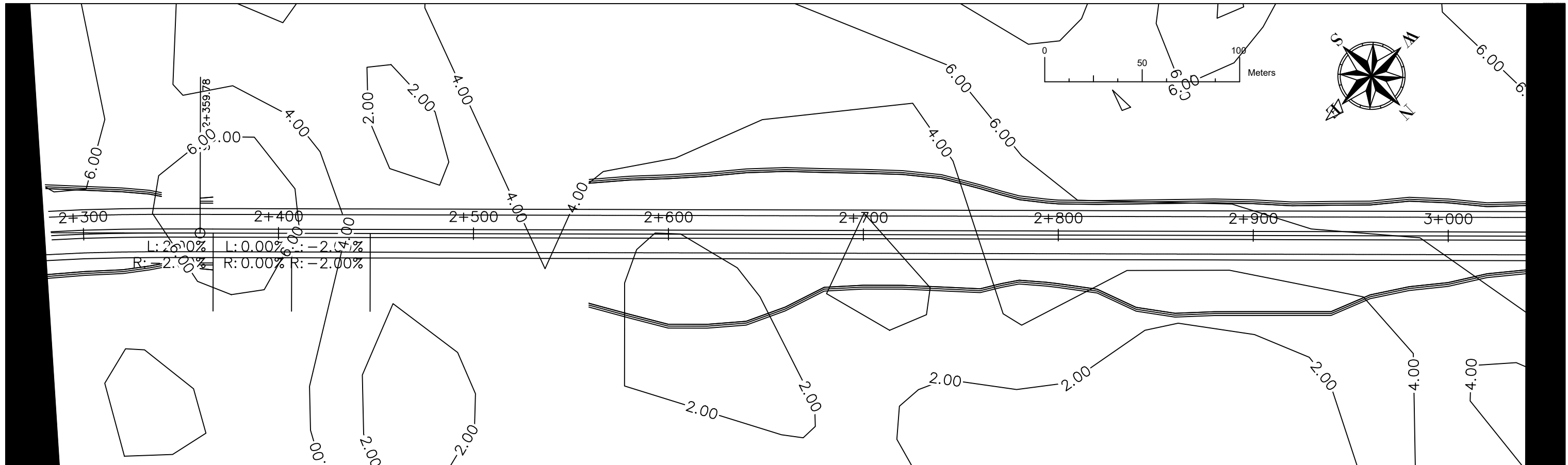


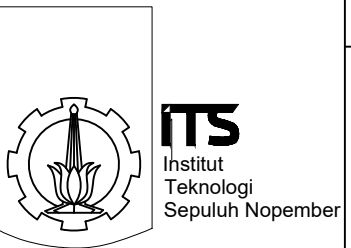
PI 4	
STATION	2+224.80
N	9212989.6130
E	9212989.6130
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	96 m
R	500 m
LS2	96 m
e	5.5004
Xc	95.912
Yc	3.070
LC	80.050
p	0.768
k	47.985
ac	9.17

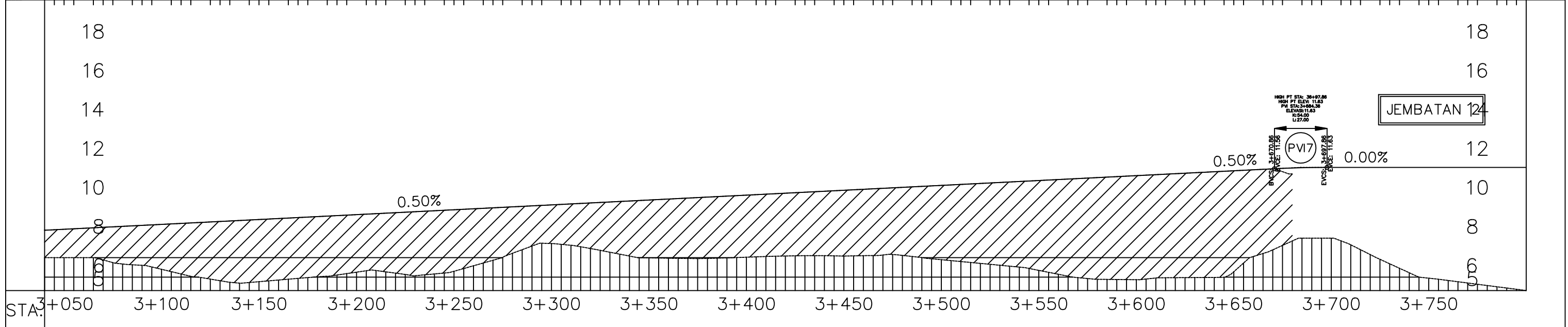
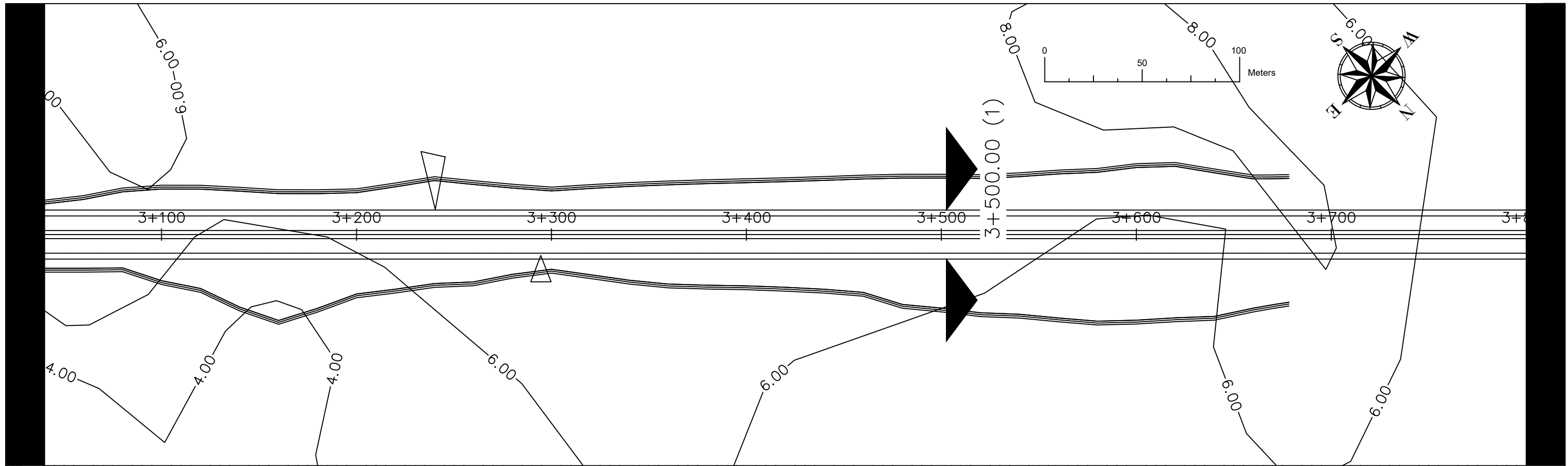


STA.	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000	2+050	2+100	2+150	2+200	2+250															
Vertical Elevation	11.31	6.411	11.05	7.000	10.79	6.170	10.52	6.048	10.26	6.193	10.00	6.238	9.73	6.698	9.47	6.897	9.21	6.161	8.94	5.876	8.68	5.911	8.42	6.379	8.15	6.244	7.89	4.986	7.63	4.978
Vertical Geometry	1159.37																													
Superelevation	58.0-57	59.5-7m	80.51m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	102.72m	102.72m	16.22m	16.22m													
Superelevasi	58.0-57	59.5-7m	80.51m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	102.72m	102.72m	16.22m	16.22m													
Superelevasi	58.0-57	59.5-7m	80.51m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	102.72m	102.72m	16.22m	16.22m													

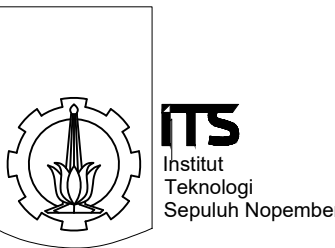
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	4	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

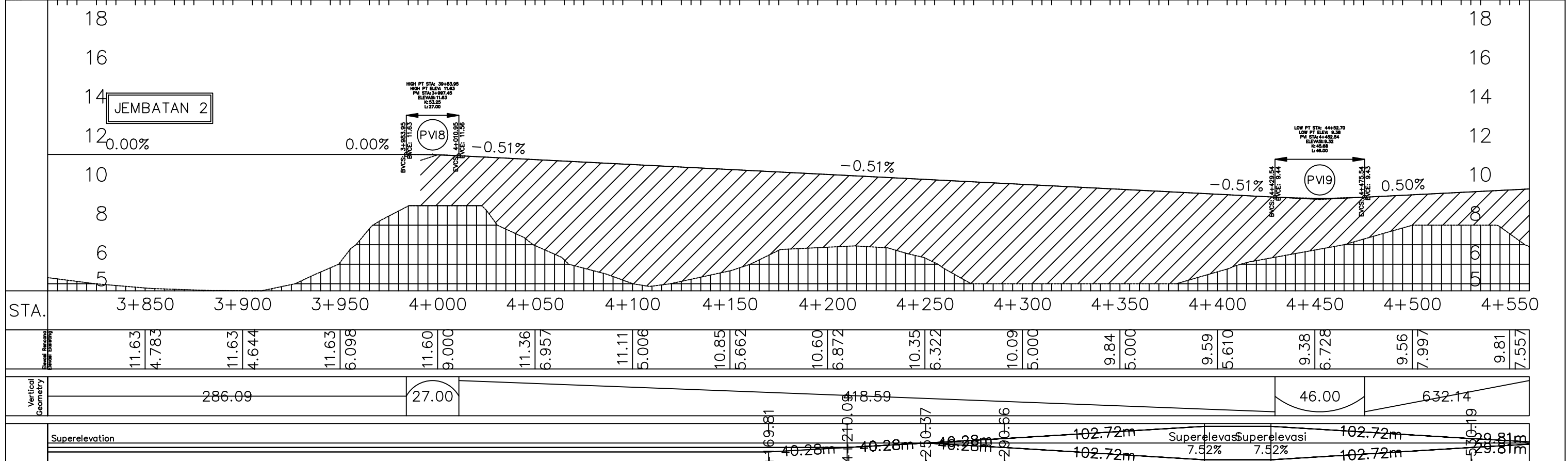
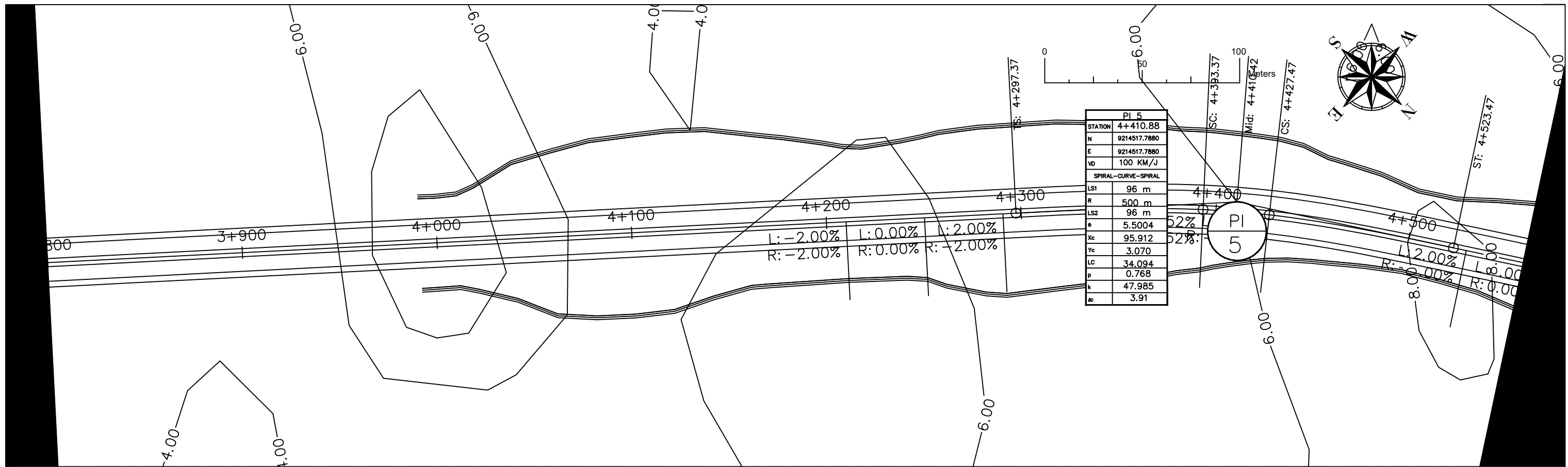


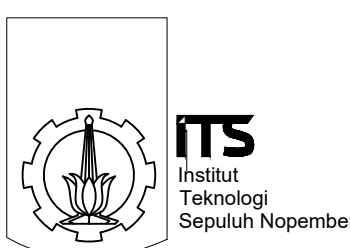
	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING		NAMA MAHASISWA		JUDUL GAMBAR		SKALA		NO. GAMBAR		JUMLAH GAMBAR	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001		HAFID AL KAHFI NRP 5012201056		PLAN PROFILE		PLAN		5		80	
									1:2000					
									PROFILE					
								1:2000						

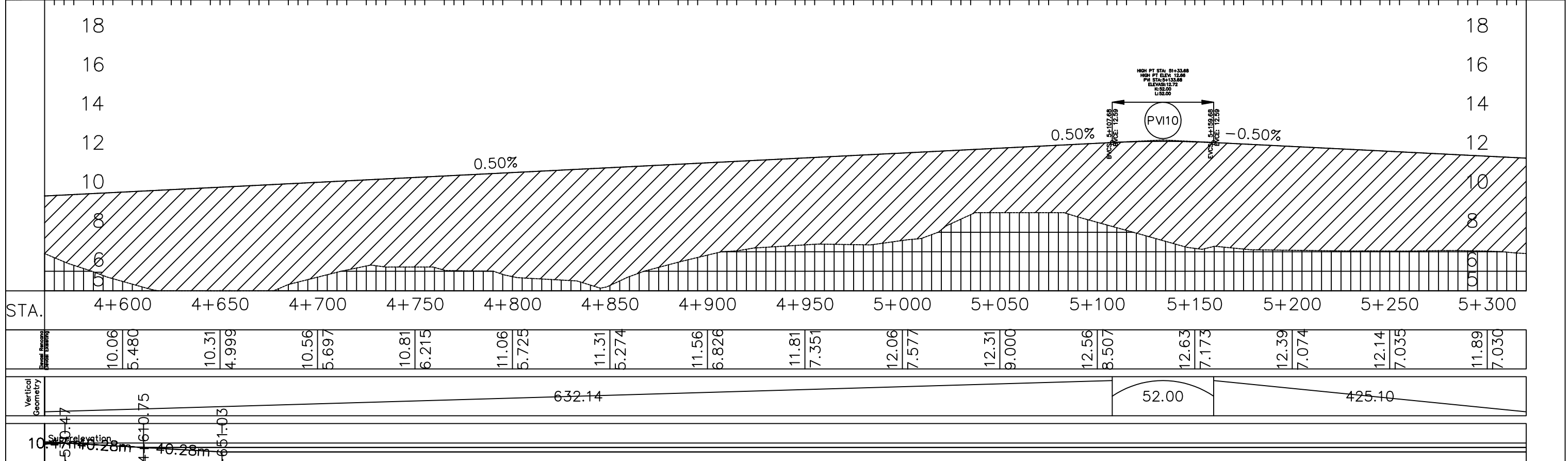
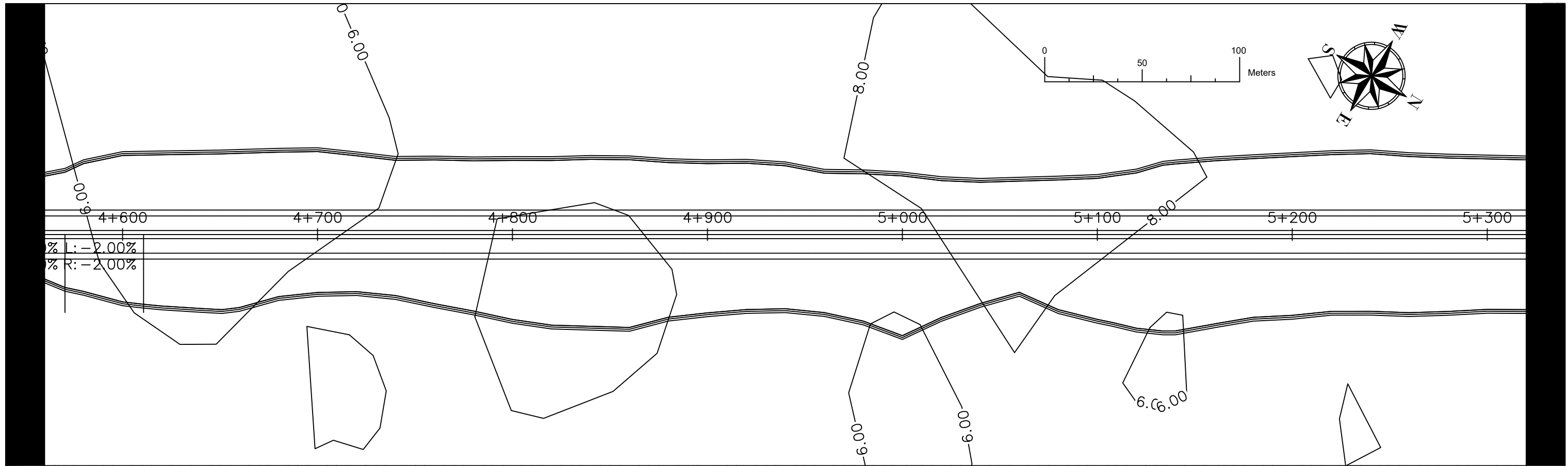


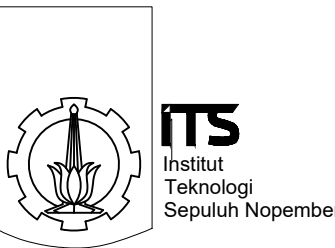
STA.	3+050	3+100	3+150	3+200	3+250	3+300	3+350	3+400	3+450	3+500	3+550	3+600	3+650	3+700	3+750															
Vertical Geometry	8.45	7.00	8.70	6.403	8.95	5.767	9.20	6.255	9.45	6.301	9.70	7.723	9.95	6.990	10.20	7.023	10.45	7.082	10.70	6.895	10.95	6.347	11.20	5.869	11.45	6.277	11.63	8.000	11.63	5.948
Superelevation	876.98														27.00	286.09														

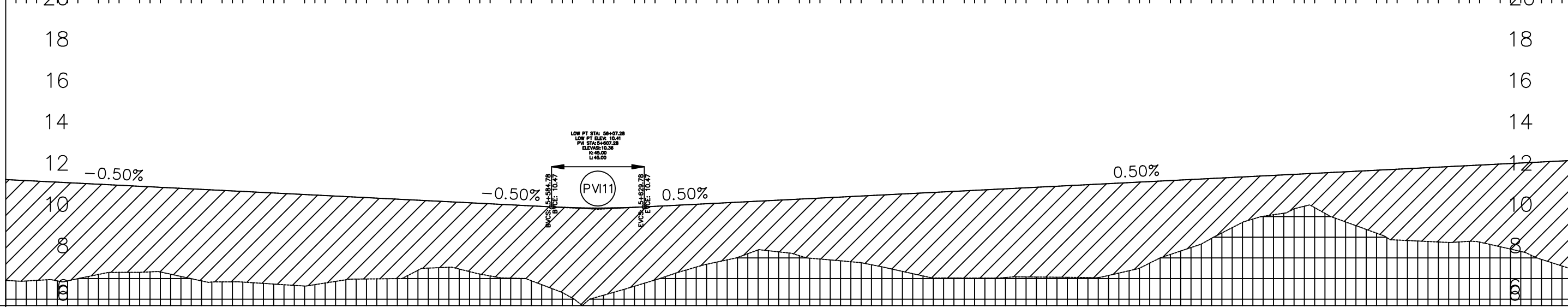
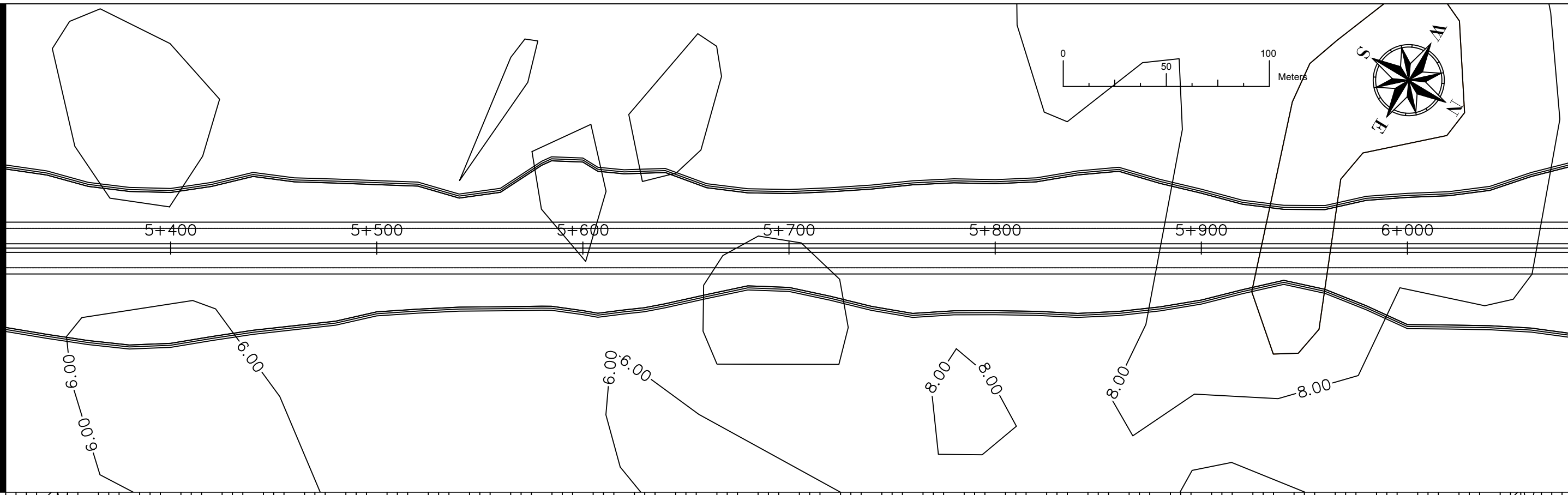
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	6	80
					PROFILE		
1:2000							



	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	7	80
						1:2000		
						PROFILE		
					1:2000			



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	8	80
					PROFILE		
					1:2000		

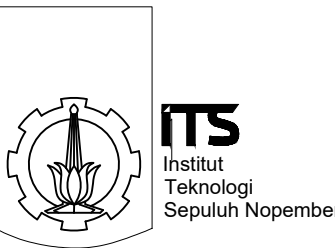


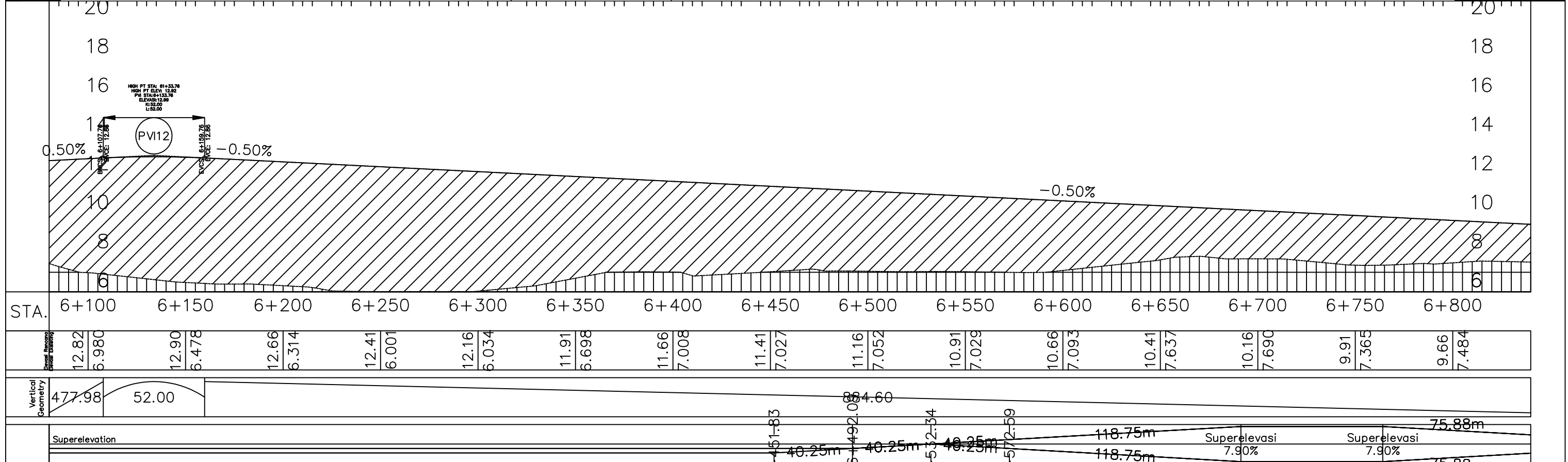
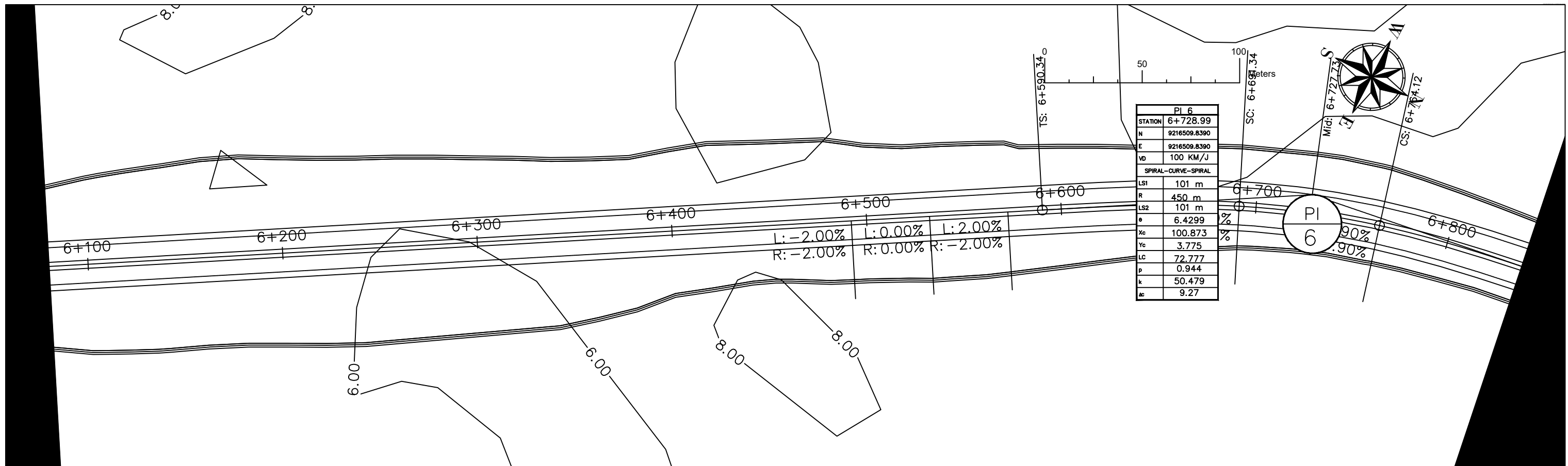
STA.	5+350	5+400	5+450	5+500	5+550	5+600	5+650	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	6+000	6+050
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

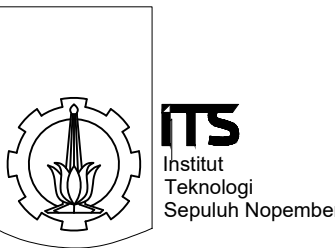
Vertical Geometry	11.64	6.886	11.39	7.210	11.14	6.733	10.89	6.986	10.64	7.219	10.42	5.721	10.57	7.411	10.82	8.237	11.07	7.458	11.32	7.022	11.57	7.049	11.82	8.669	12.07	10.503	12.32	8.842	12.57	8.426
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------

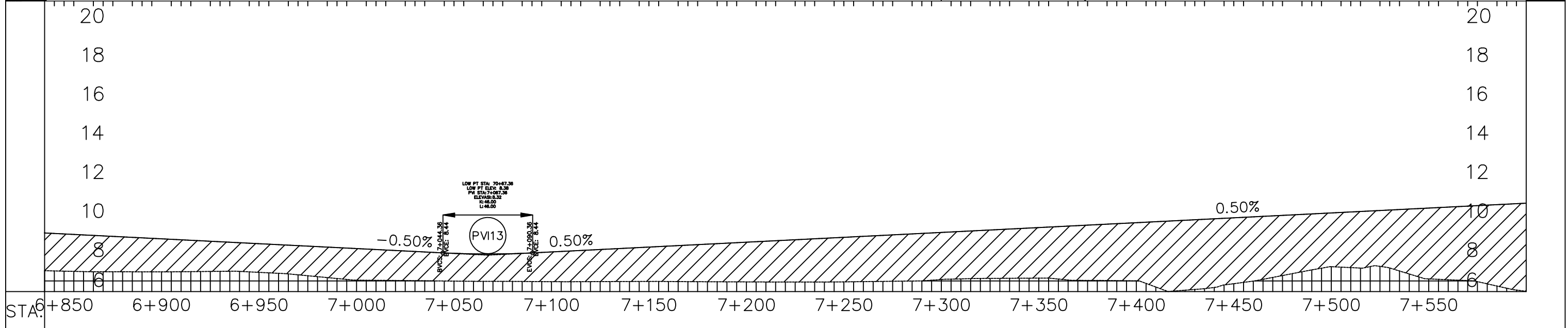
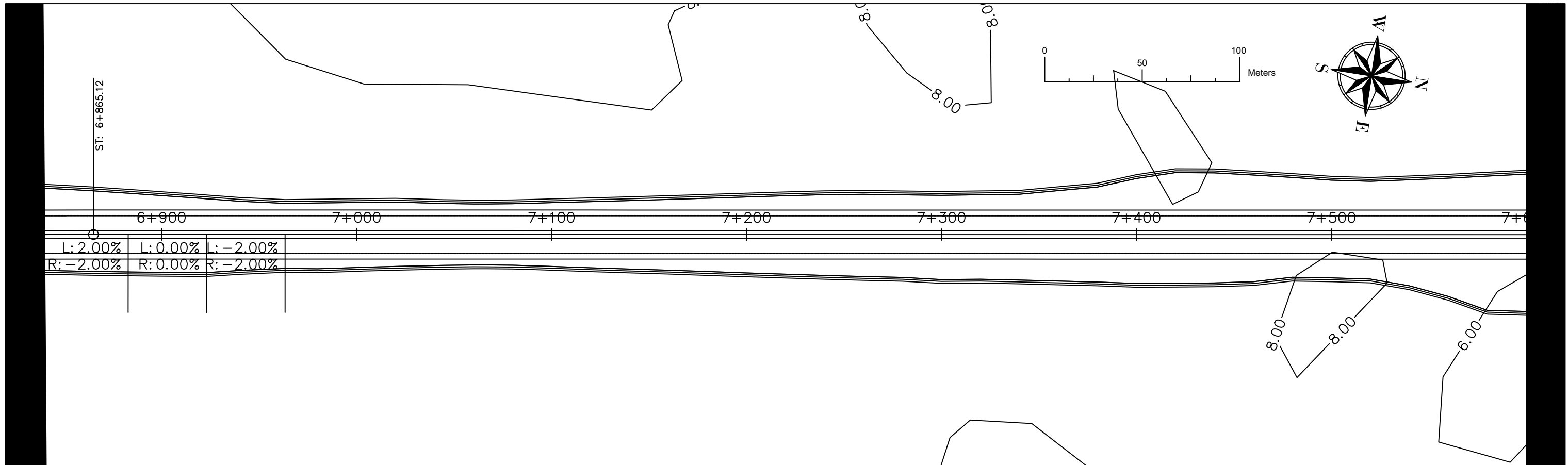
Vertical Geometry	425.10					45.00		477.98									
-------------------	--------	--	--	--	--	-------	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

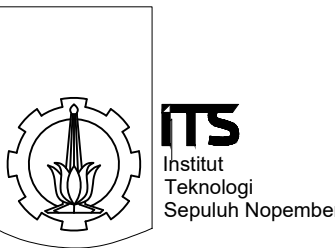
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	9	80
					1:2000		
					PROFILE		
				1:2000			

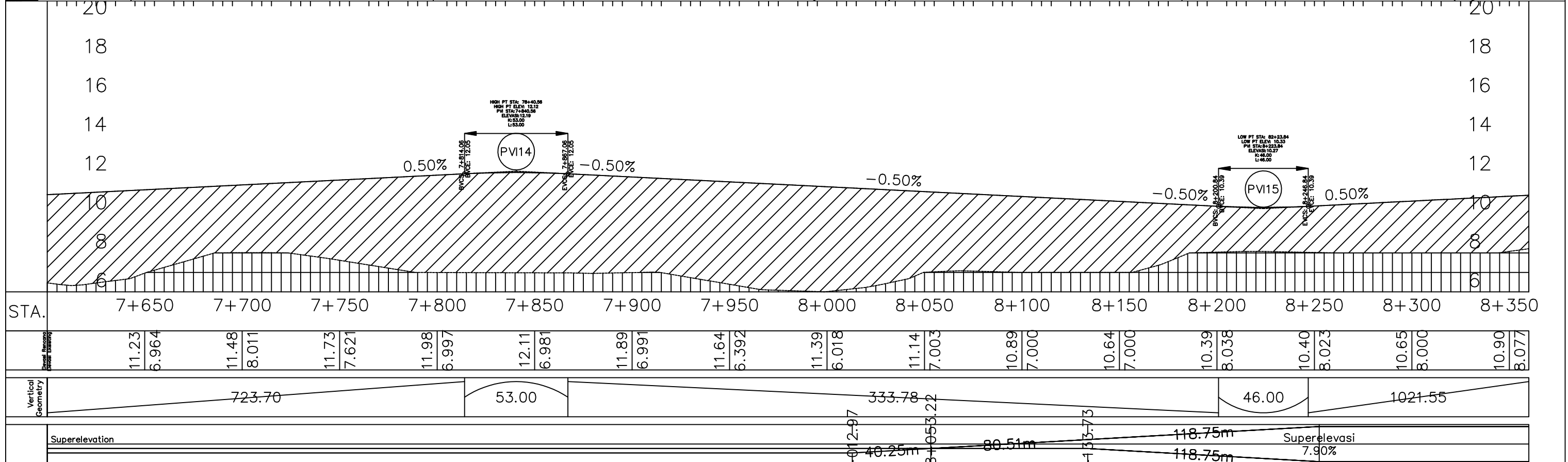
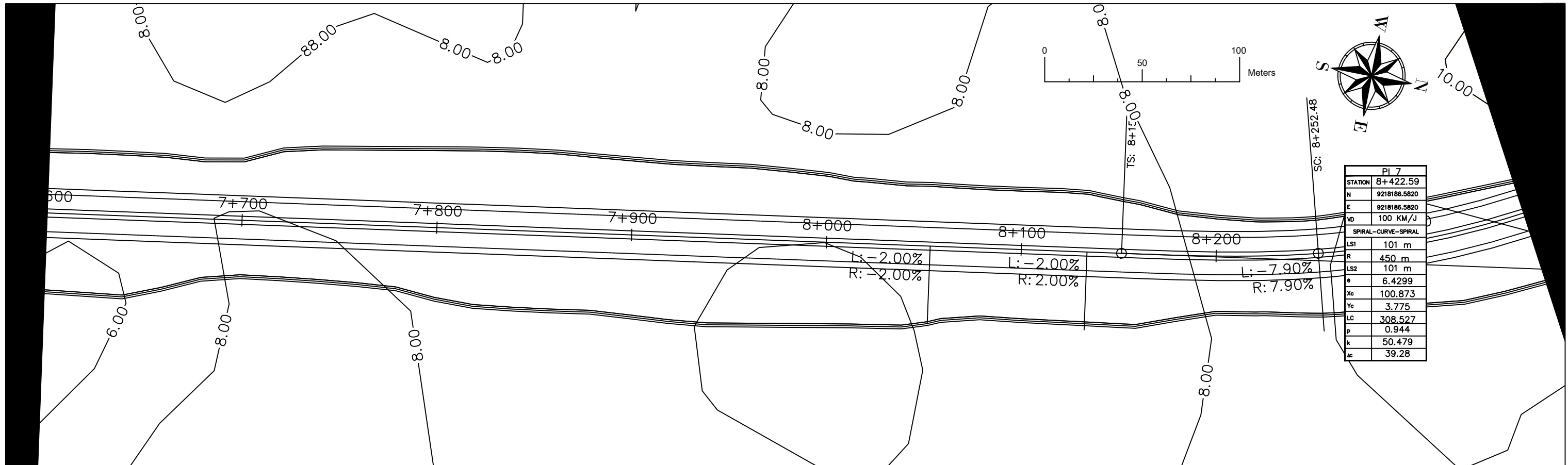


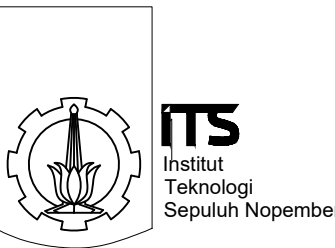
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	10	80
	SEGMENT GRESIK-LAMONGAN	2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001		PROFILE	1:2000		
DENGAN PERKERASAN KAKU				1:2000			

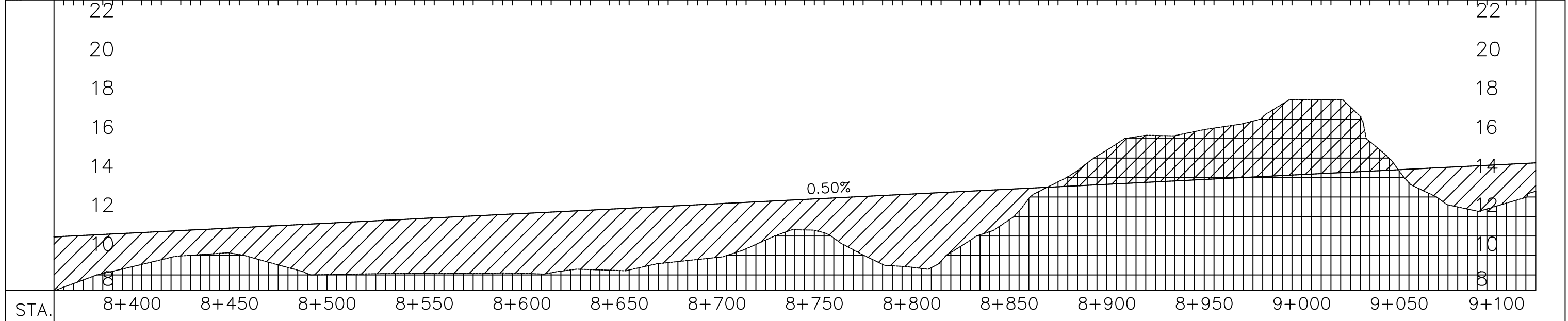
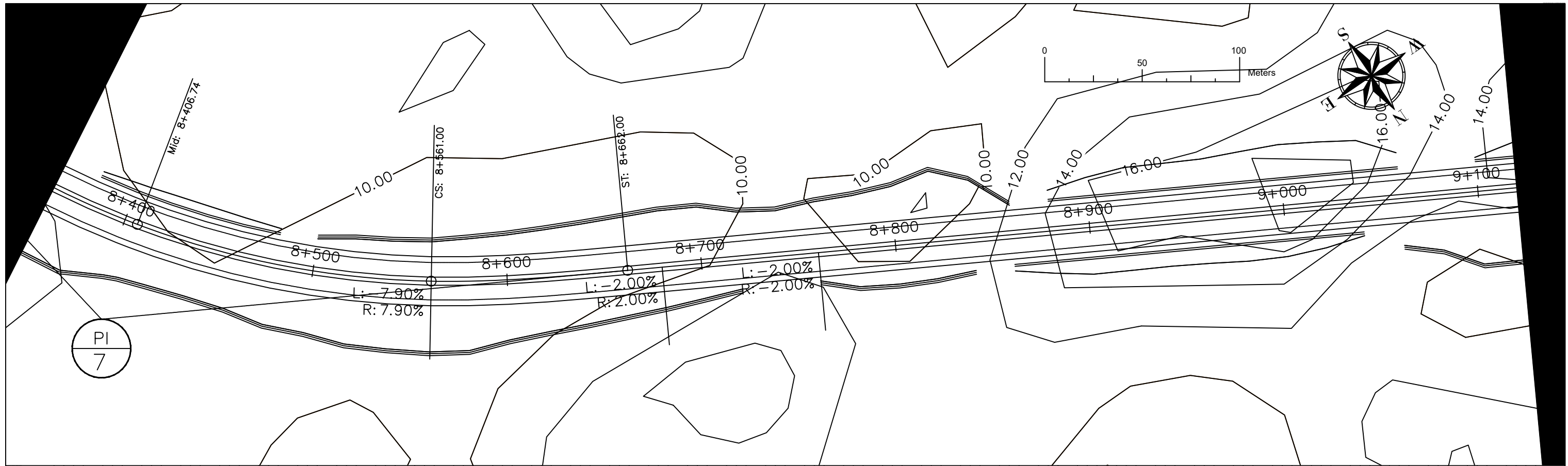


Vertical Geometry	9.41	7.500	9.16	7.465	8.91	7.439	8.66	7.039	8.41	6.990	8.48	6.960	8.73	6.974	8.98	6.950	9.23	6.951	9.48	7.073	9.73	7.142	9.98	7.002	10.23	6.857	10.48	7.730	10.73	7.104
Subgrade	42.87m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m

	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	11	80
						1:2000		
						PROFILE		
					1:2000			

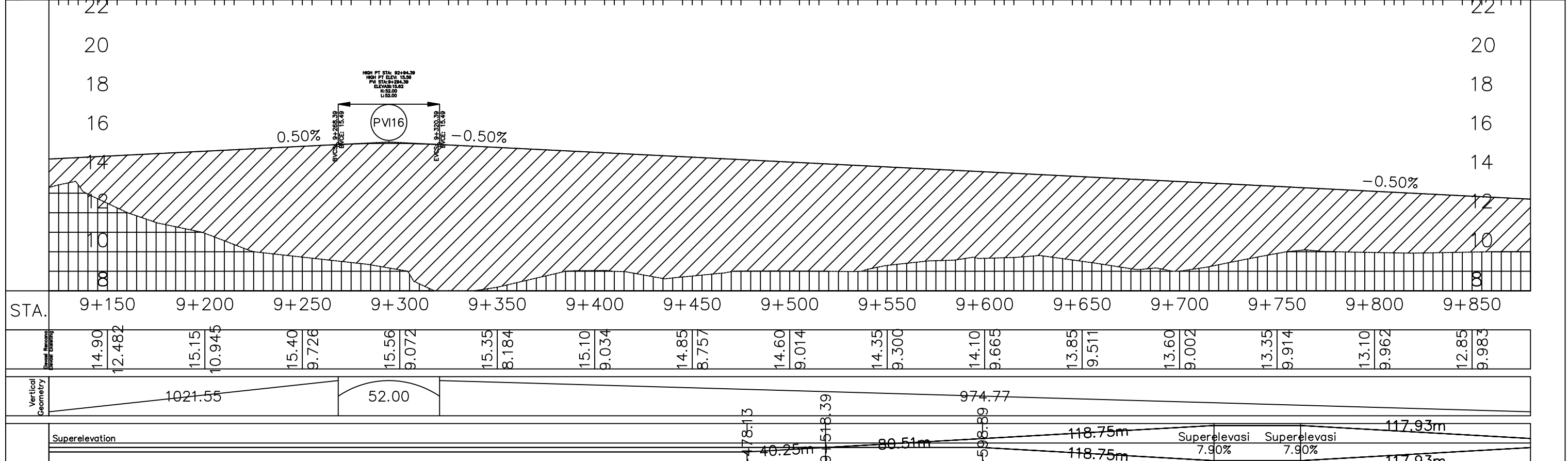
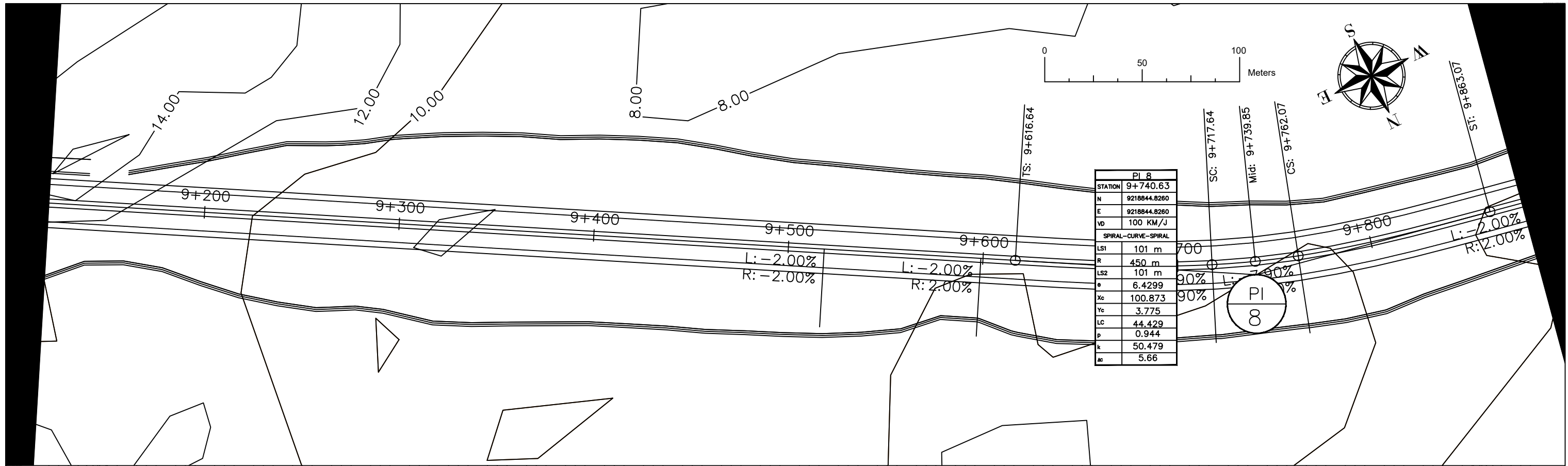


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	12	80
					1:2000		
					1:2000		

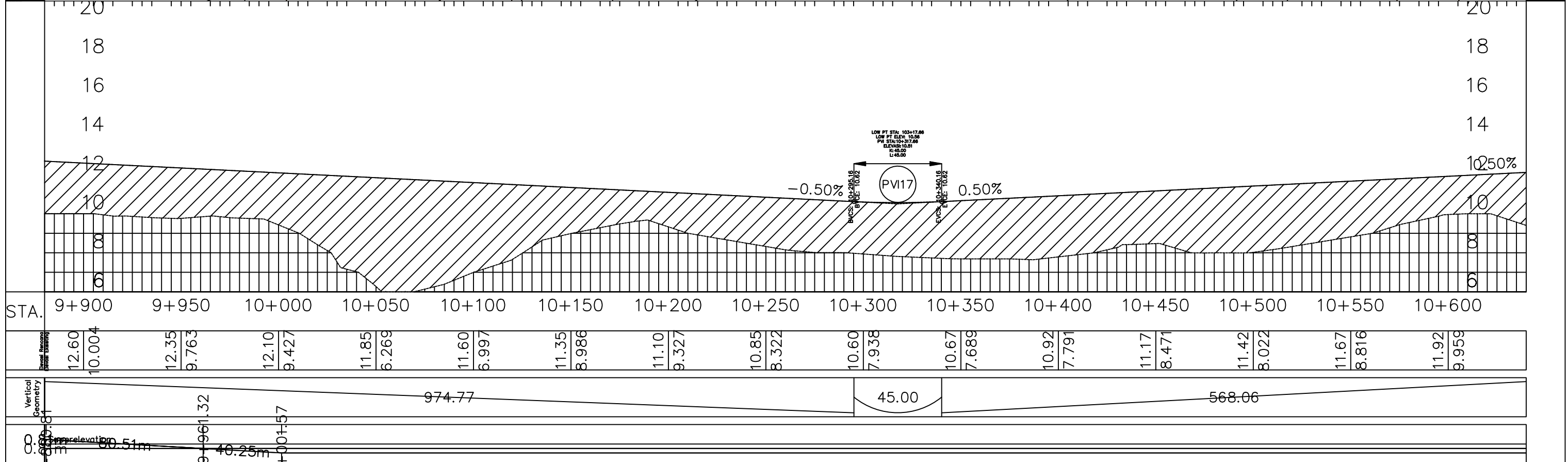
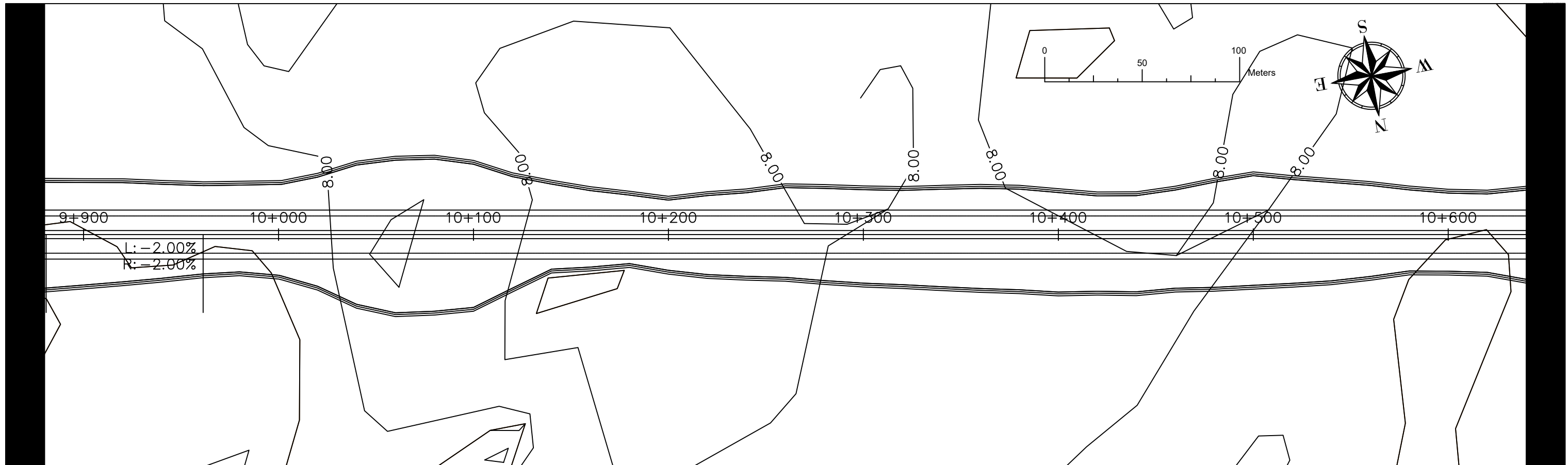


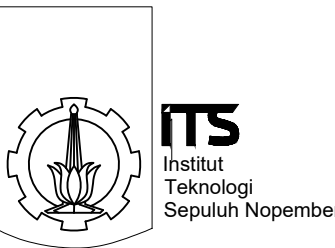
STA.	8+400	8+450	8+500	8+550	8+600	8+650	8+700	8+750	8+800	8+850	8+900	8+950	9+000	9+050	9+100															
Original Ground	11.15	9.422	11.40	10.133	11.65	9.016	11.90	9.077	12.15	9.082	12.40	9.226	12.65	9.899	12.90	11.291	13.15	9.396	13.40	11.834	13.65	15.403	13.90	16.461	14.15	18.000	14.40	14.342	14.65	12.538
Vertical Geometry	1021.55																													
Superelevation	201.00m		Superelevasi 7.90%		118.75m		67.9.75		80.51m		760.26		40.25m		800.51															

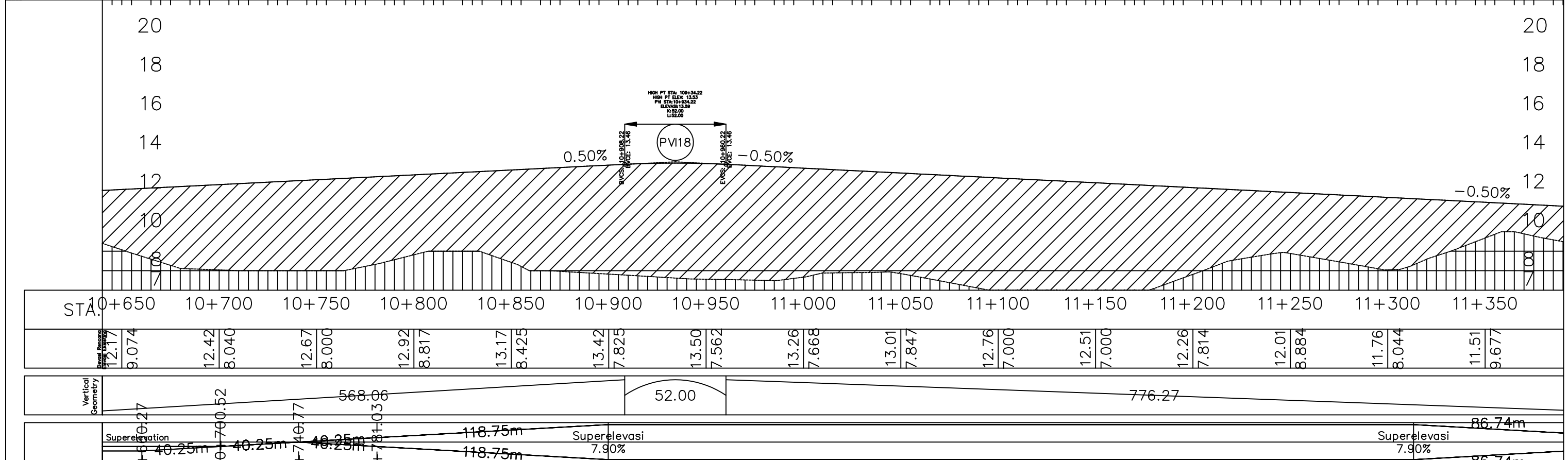
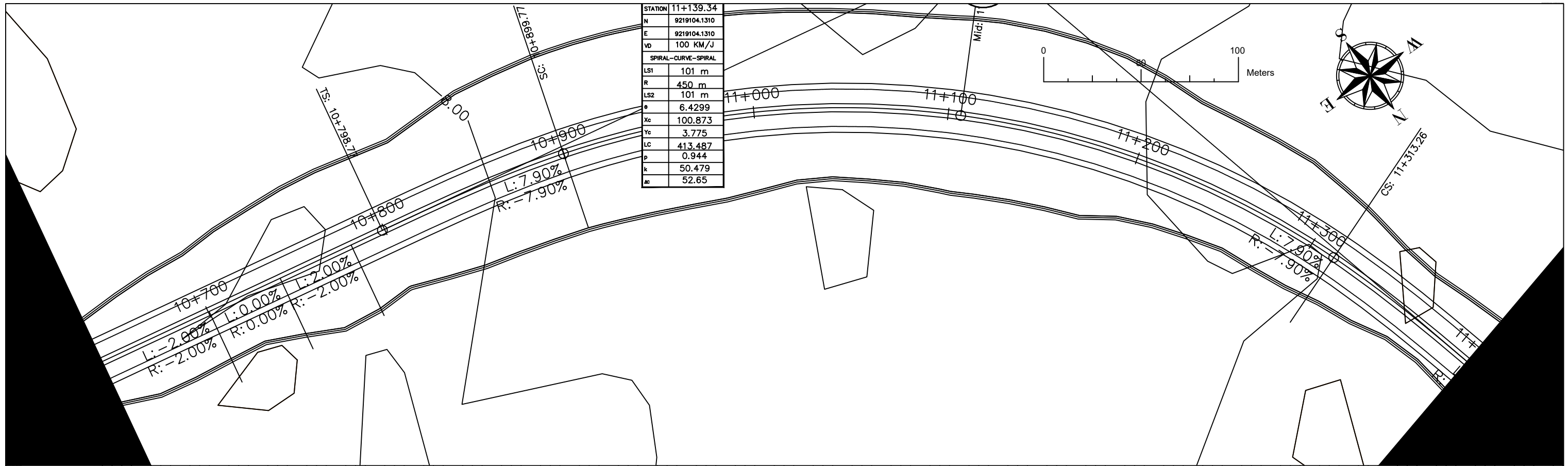
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	13	80
					PROFILE		
				1:2000			

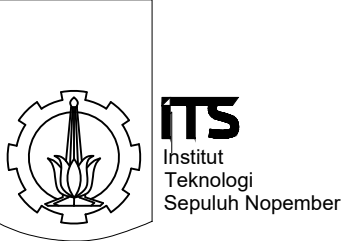


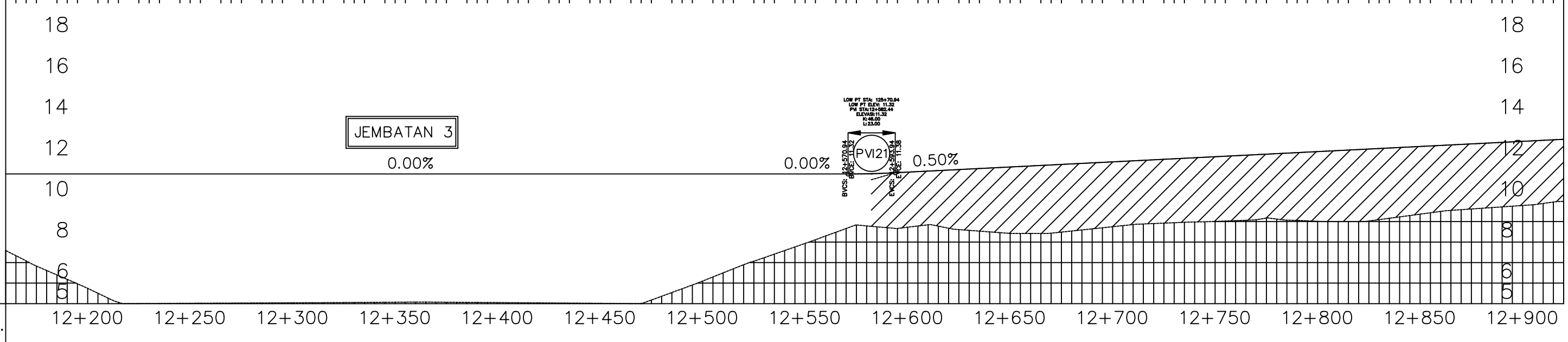
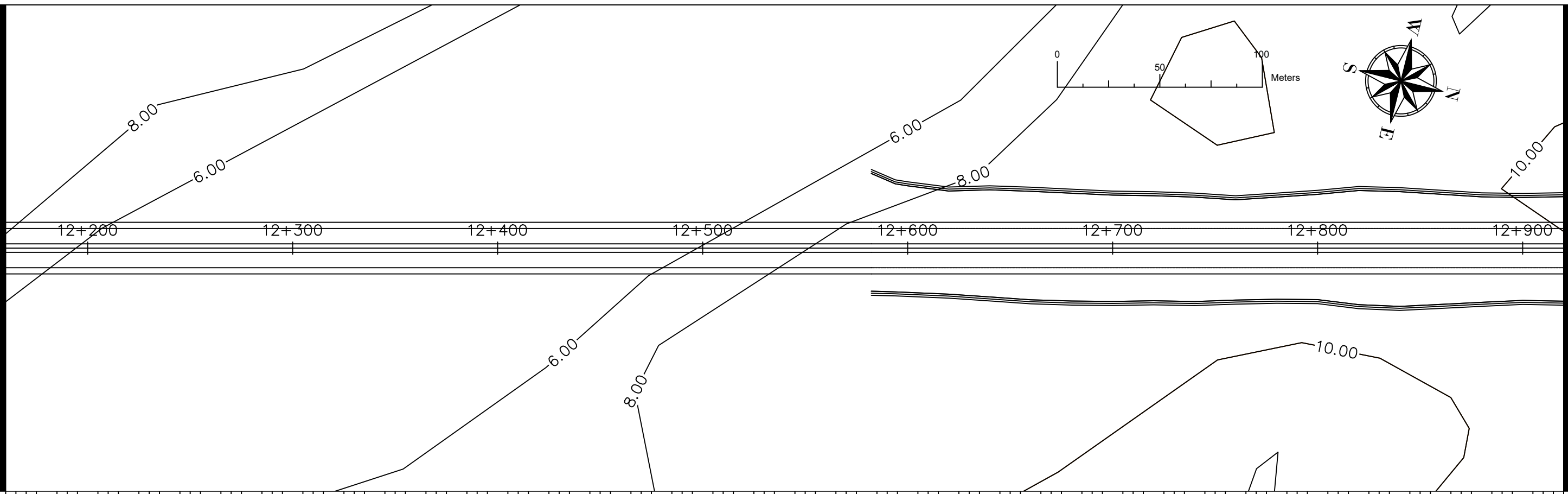
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	1:2000	14	80
					PROFILE			
				1:2000				



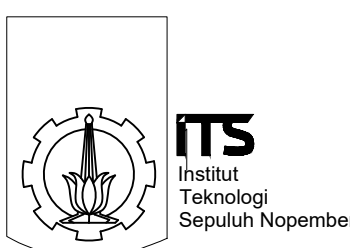
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	15	80
					PROFILE		
1:2000							

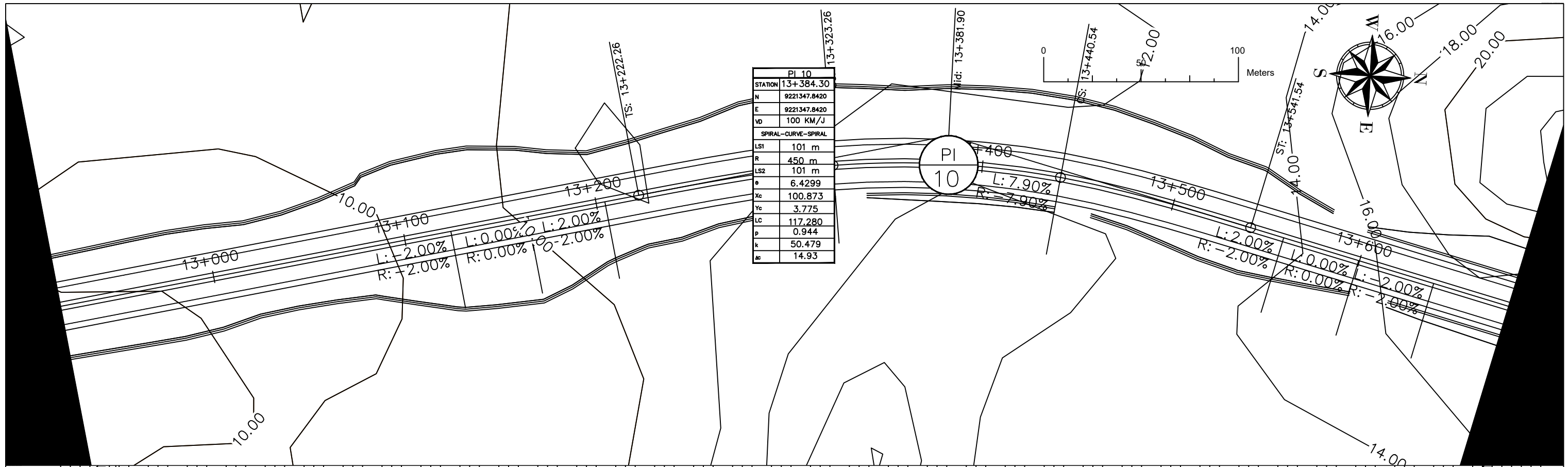


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	16	80
					1:2000		
					PROFILE		
					1:2000		

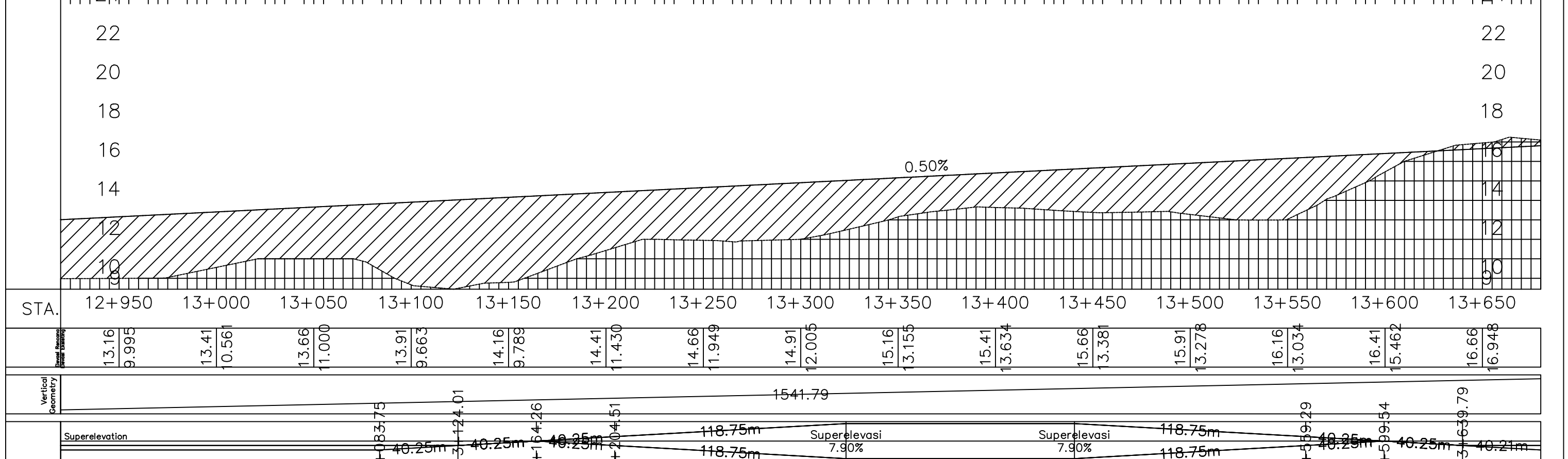


STA.	12+200	12+250	12+300	12+350	12+400	12+450	12+500	12+550	12+600	12+650	12+700	12+750	12+800	12+850	12+900
Vertical Geometry	11.32 5.744	11.32 5.016	11.32 5.040	11.32 5.068	11.32 5.050	11.32 5.014	11.32 6.100	11.32 7.935	11.41 8.724	11.66 8.420	11.91 8.747	12.16 9.004	12.41 9.010	12.66 9.359	12.91 9.782
Superelevation	426.91							23.00	1541.79						

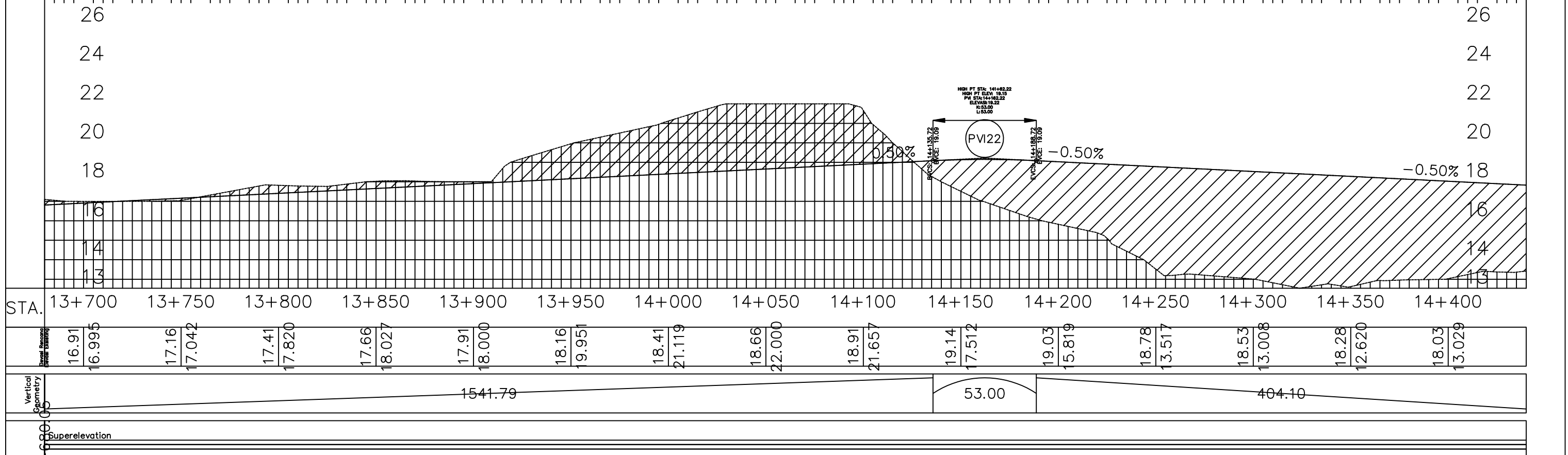
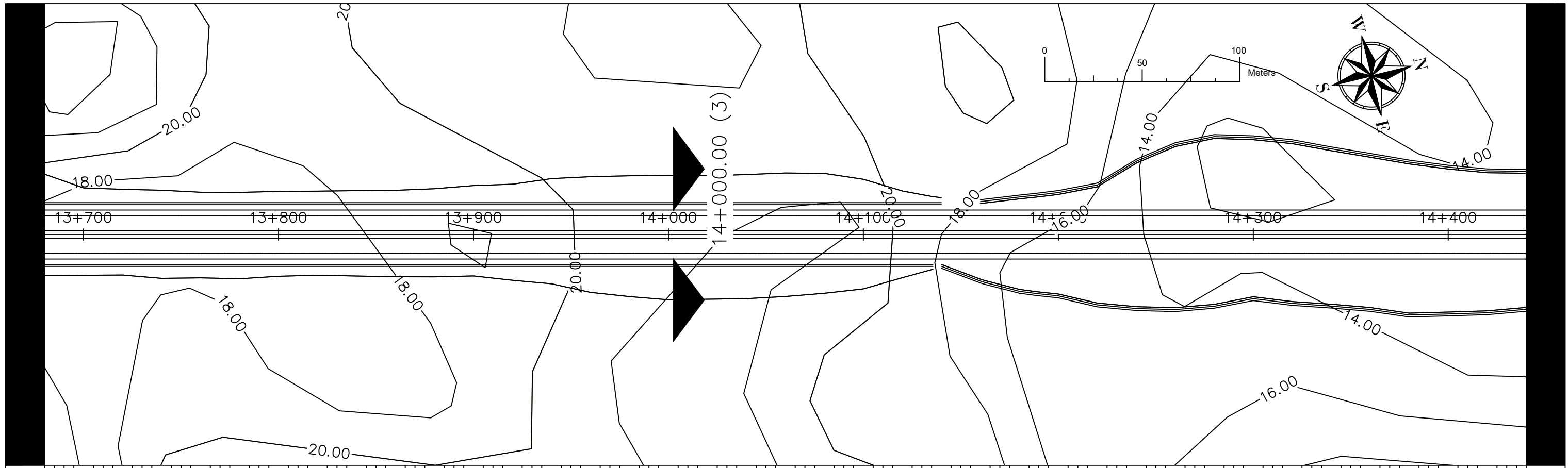
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	18	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

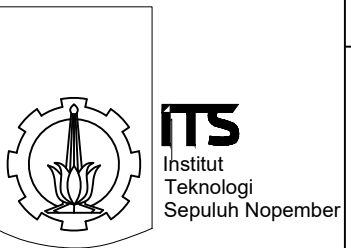


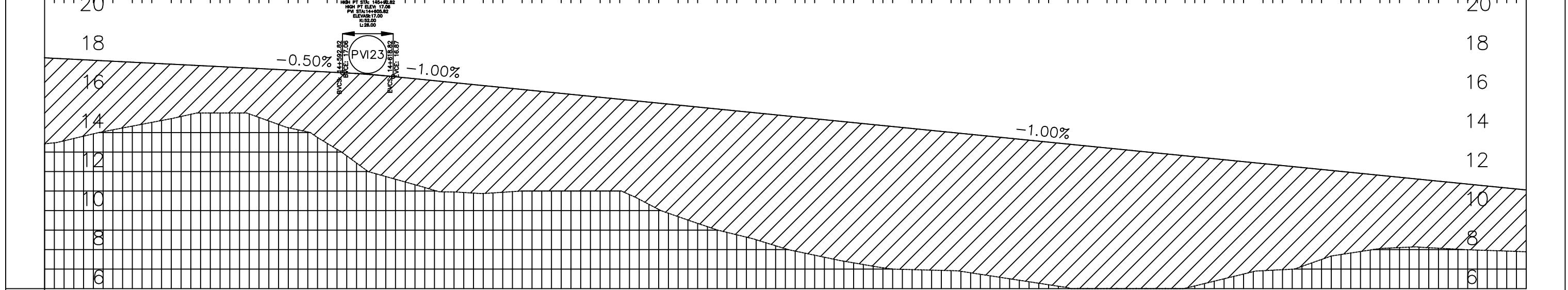
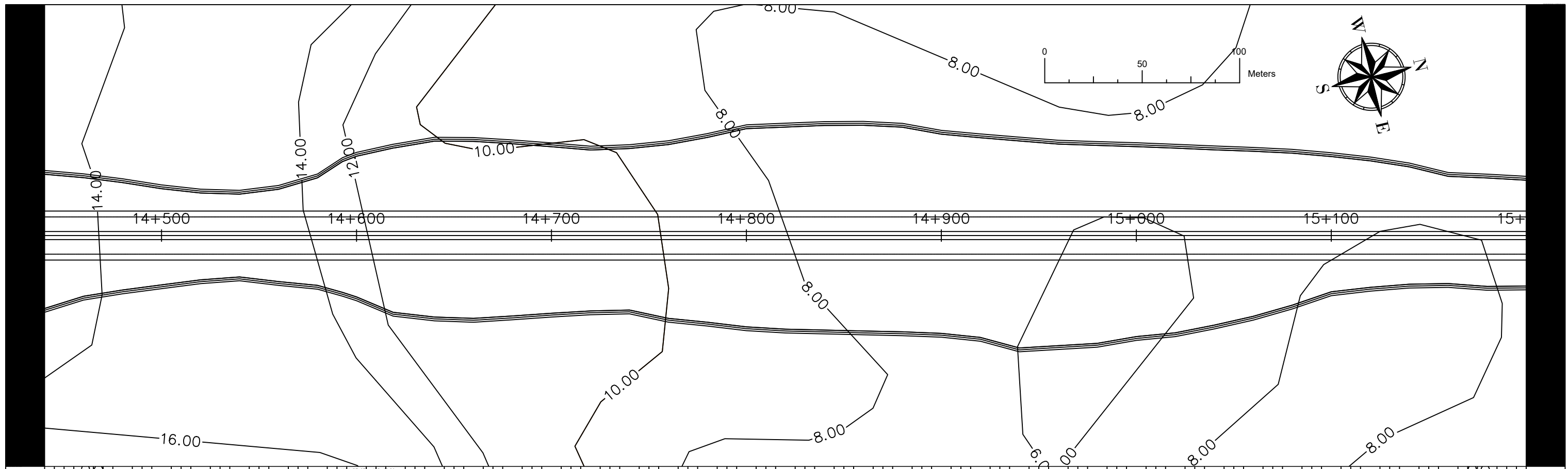
PI 10	
STATION	13+384.30
N	9221347.8420
E	9221347.8420
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	101 m
R	450 m
LS2	101 m
e	6.4299
Yc	100.873
Ye	3.775
LC	117.280
p	0.944
k	50.479
Ac	14.93



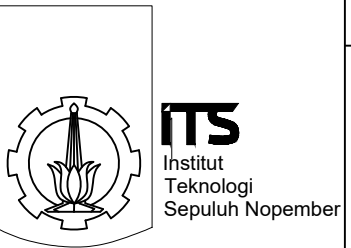
ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING		NAMA MAHASISWA		JUDUL GAMBAR		SKALA		NO. GAMBAR		JUMLAH GAMBAR	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012		HAFID AL KAHFI NRP 5012201056		PLAN PROFILE		PLAN		19		80	
	SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001						PROFILE					
								1:2000						

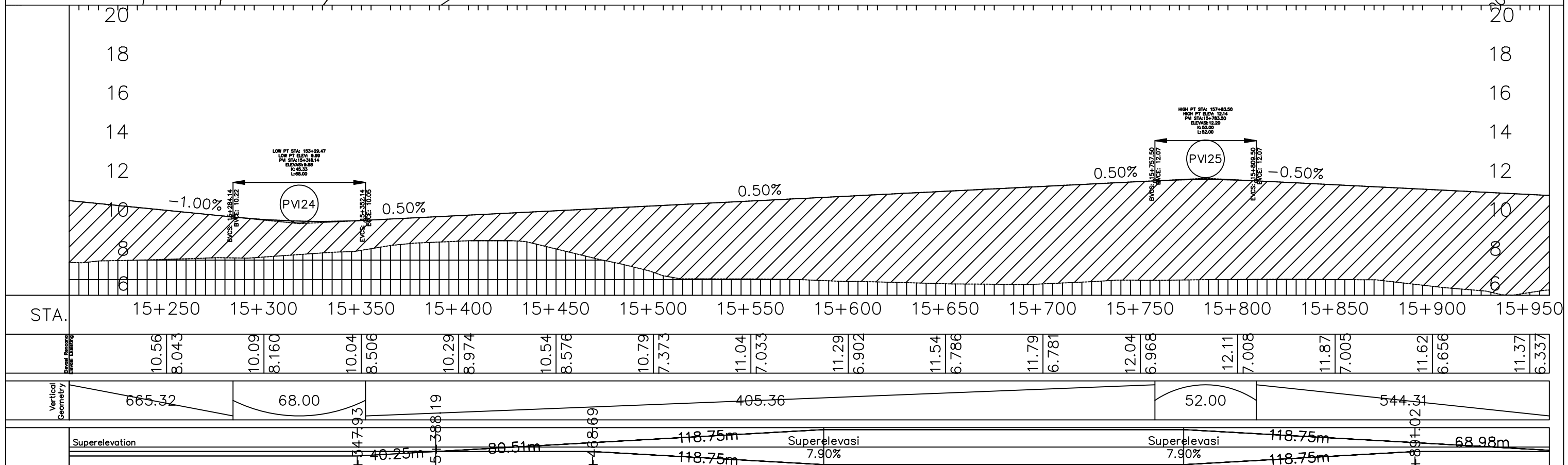
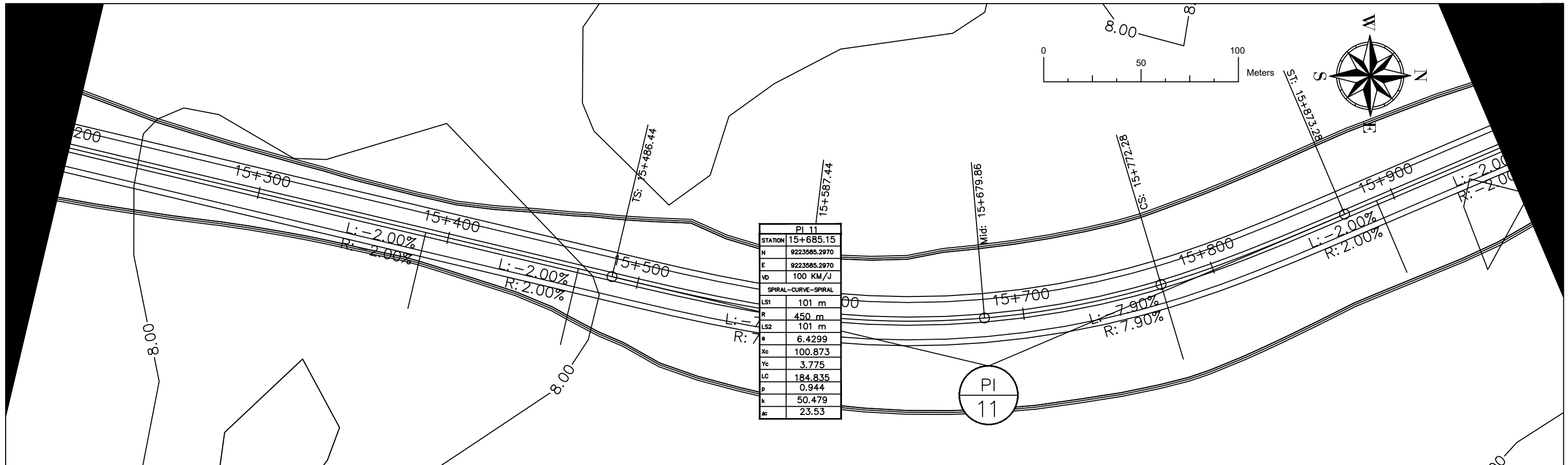


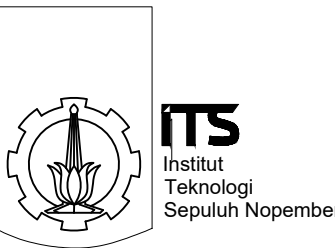
	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING		NAMA MAHASISWA		JUDUL GAMBAR		SKALA		NO. GAMBAR		JUMLAH GAMBAR	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001		HAFID AL KAHFI NRP 5012201056		PLAN PROFILE		PLAN		20		80	
									1:2000					
									PROFILE					
								1:2000						

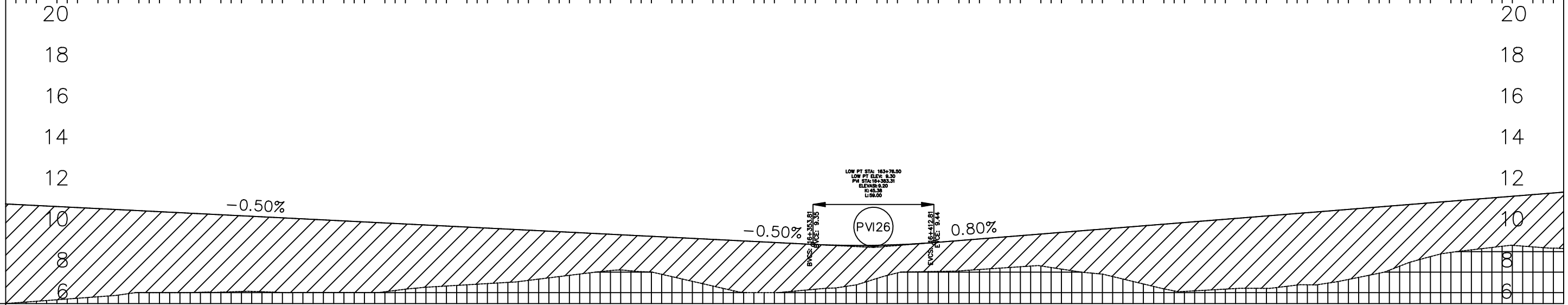
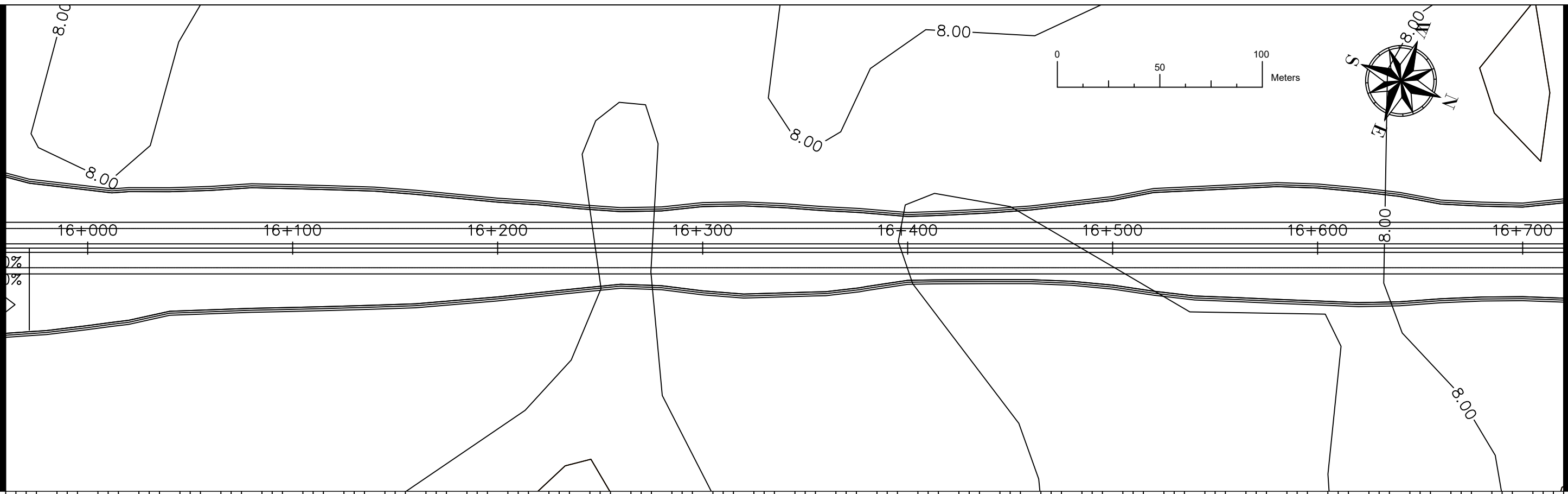


STA.	14+450	14+500	14+550	14+600	14+650	14+700	14+750	14+800	14+850	14+900	14+950	15+000	15+050	15+100	15+150
Ground Elevation	17.78	17.53	17.28	17.02	16.56	16.06	15.56	15.06	14.56	14.06	13.56	13.06	12.56	12.06	11.56
Proposed Elevation	13.576	14.616	14.775	12.437	10.953	11.000	10.319	8.638	7.407	6.934	6.275	6.000	6.626	7.670	8.098
Vertical Geometry	404.10			26.00		665.32									
Superelevation															

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	21	80
					1:2000		
PROFILE							
				1:2000			

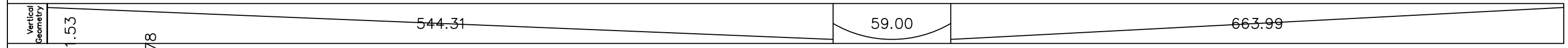


JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
				PLAN 1:2000 PROFILE 1:2000		
 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	22	80

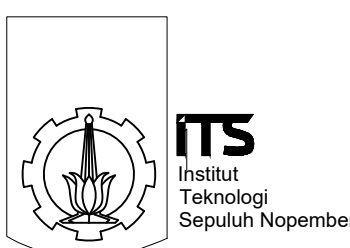


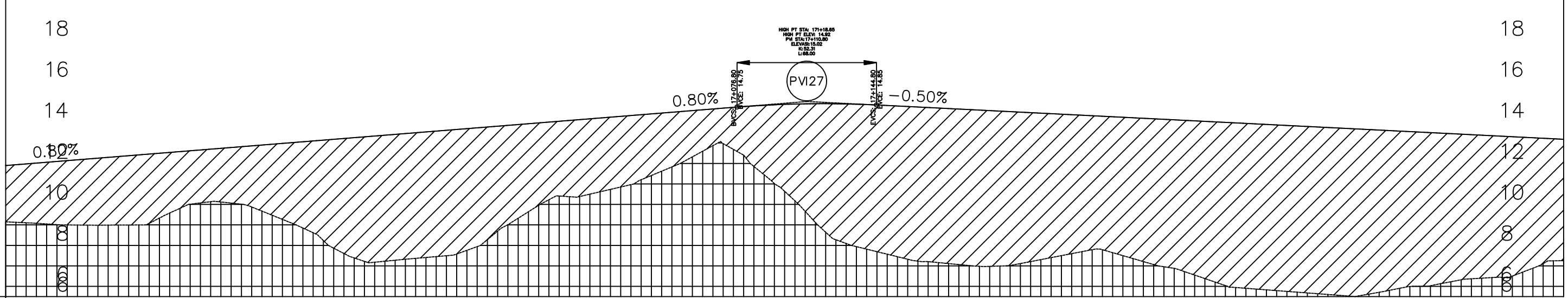
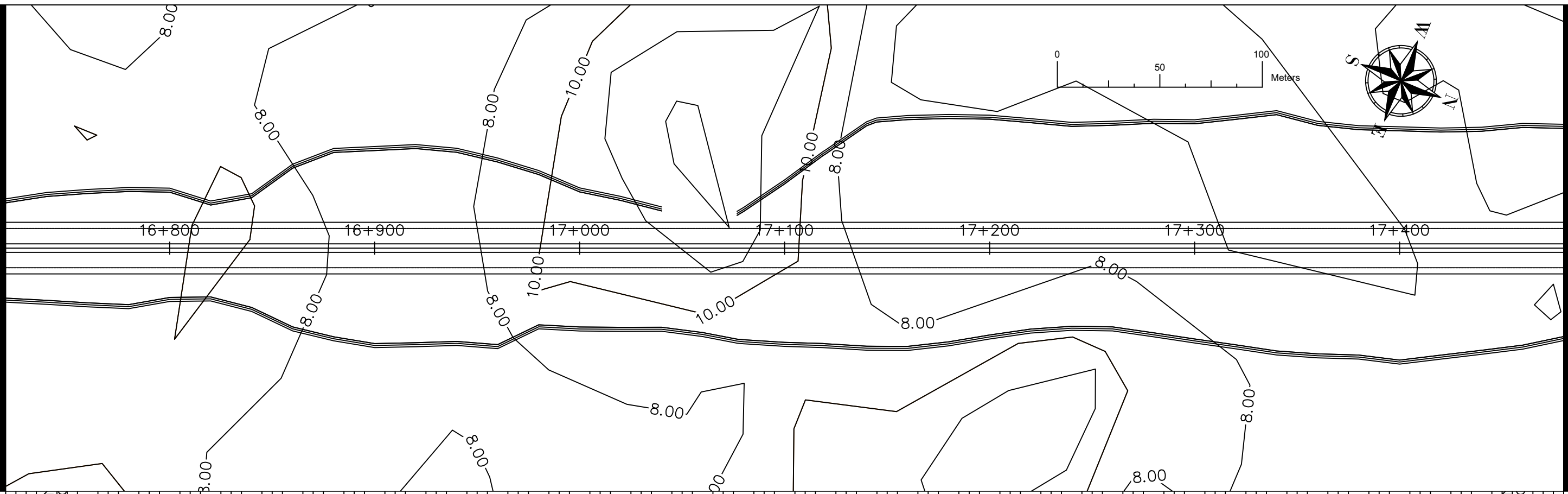
STA.	16+000	16+050	16+100	16+150	16+200	16+250	16+300	16+350	16+400	16+450	16+500	16+550	16+600	16+650	16+700
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Vertical Elevation	11.12	6.763	10.87	7.001	10.62	7.004	10.37	7.106	10.12	7.471	9.87	8.024	9.62	7.437	9.37	7.122	9.36	8.007	9.74	8.228	10.14	7.785	10.54	7.144	10.94	7.388	11.34	8.620	11.74	9.268
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



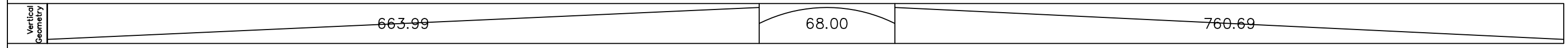
Superelevation	11.53	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	23	80
	SEGMENT GRESIK-LAMONGAN	2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	PROFILE				
	DENGAN PERKERASAN KAKU		1:2000				




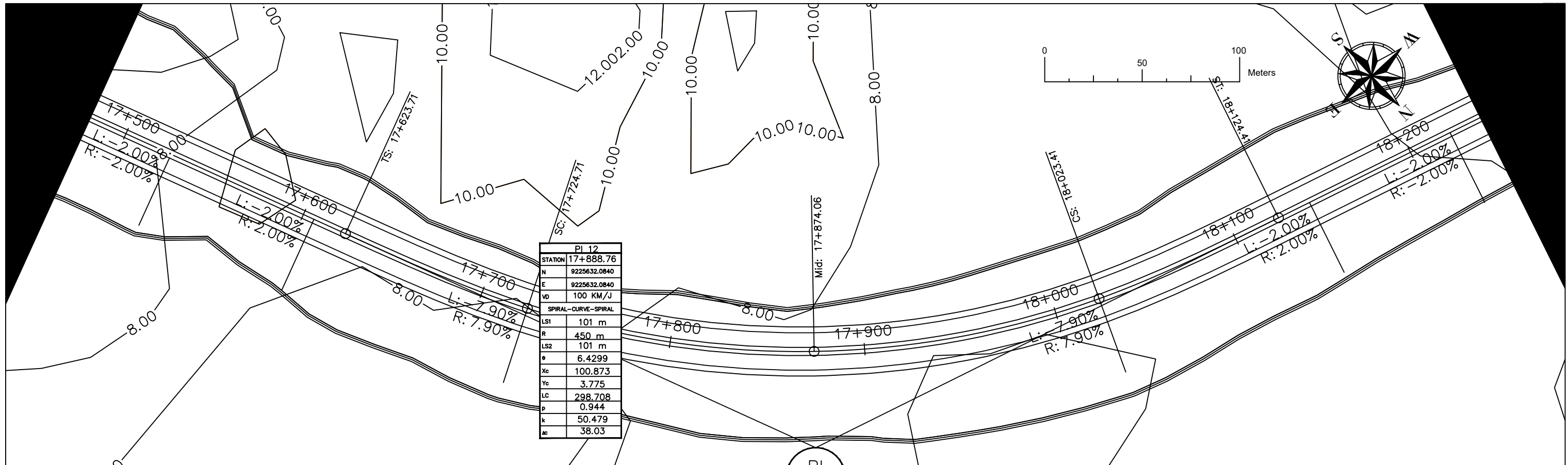
STA. 16+750 16+800 16+850 16+900 16+950 17+000 17+050 17+100 17+150 17+200 17+250 17+300 17+350 17+400 17+450

12.14	8.997	12.54	9.579	12.94	9.472	13.34	7.179	13.74	7.941	14.14	10.386	14.54	12.049	14.89	10.639	14.83	7.571	14.58	6.976	14.33	7.790	14.08	6.551	13.83	5.717	13.58	5.905	13.33	6.438
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

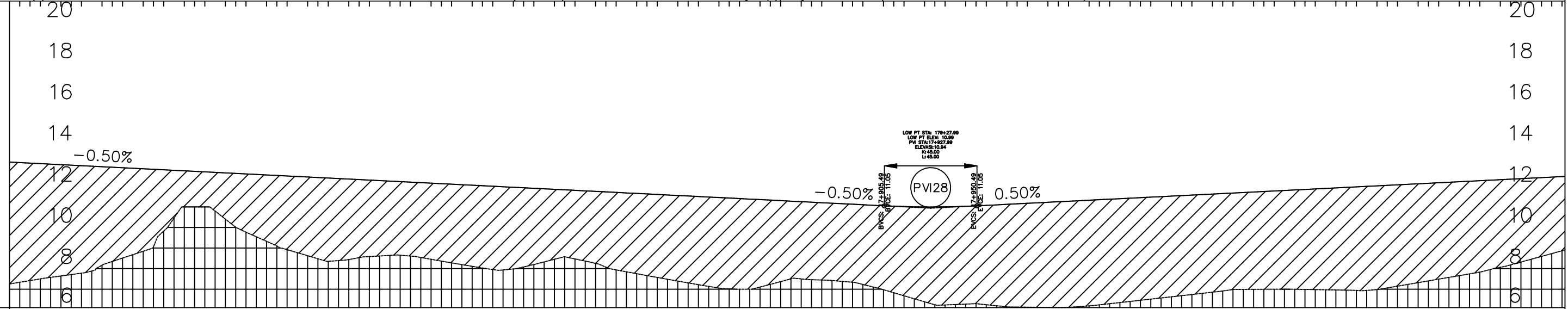


Superelevation	
----------------	--

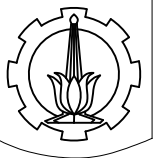
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	24	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

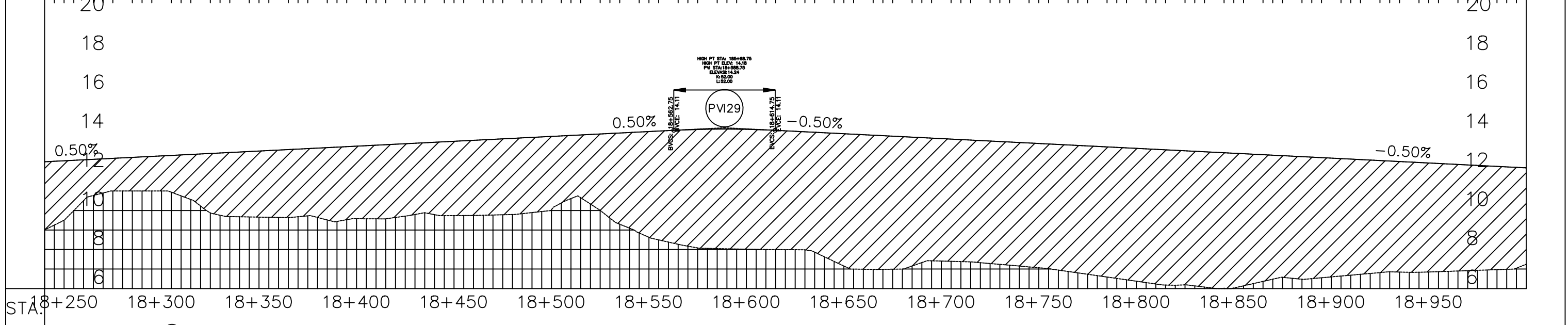
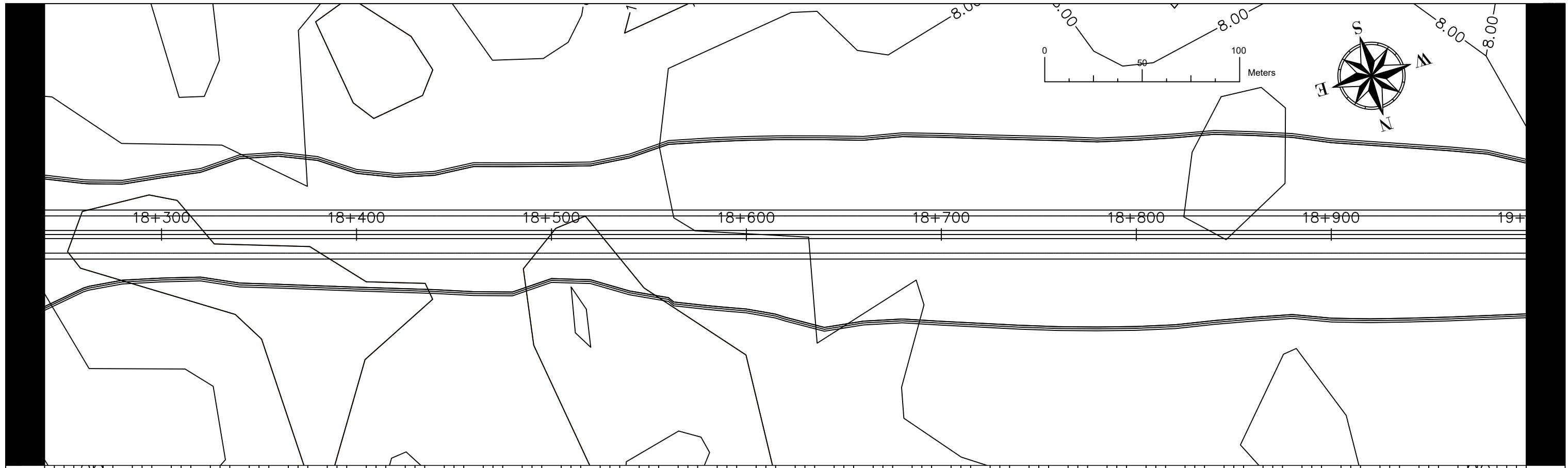


PI 12	
STATION	17+888.76
N	9225632.0840
E	9225632.0840
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	101 m
R	450 m
LS2	101 m
e	6.4299
Xc	100.873
Ye	3.775
LC	298.708
P	0.944
k	50.479
Ac	38.03

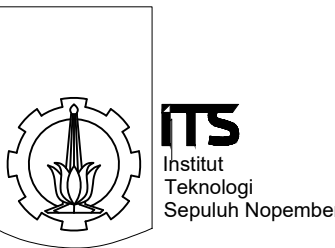


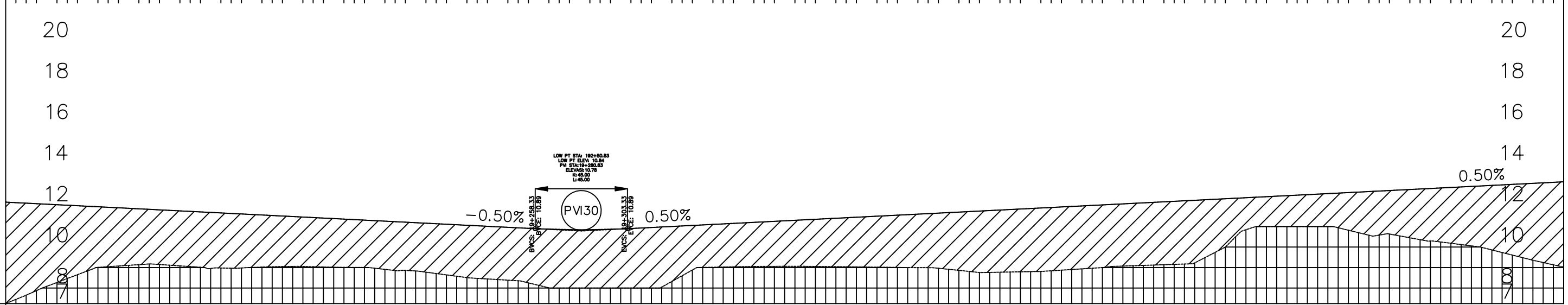
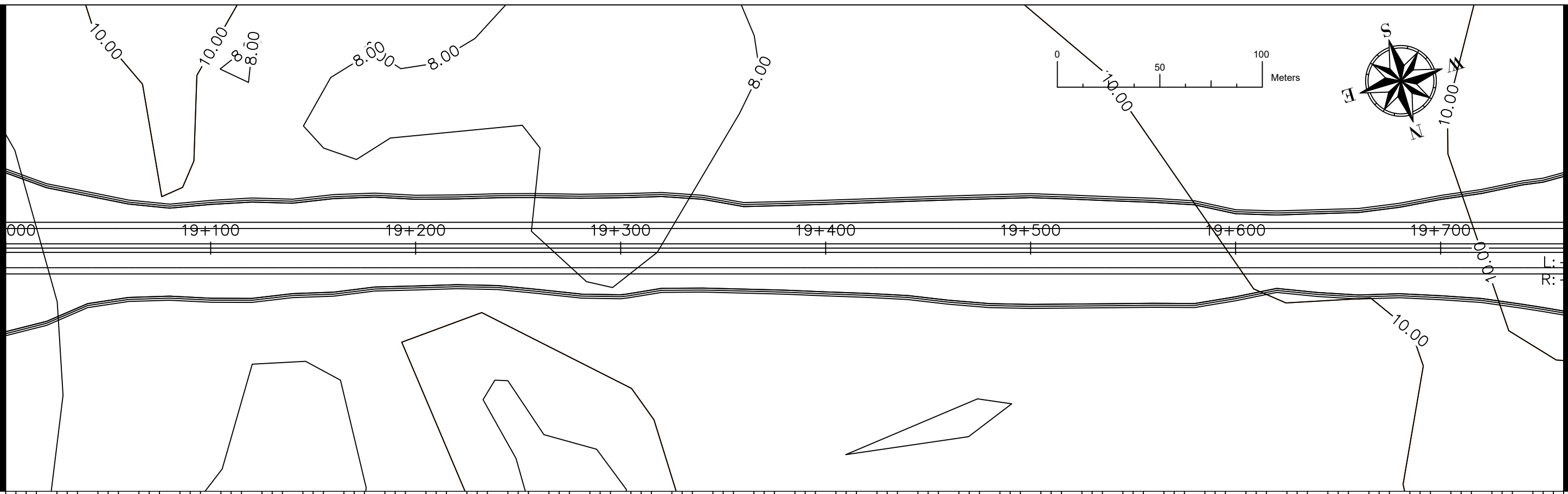
STA.	17+500	17+550	17+600	17+650	17+700	17+750	17+800	17+850	17+900	17+950	18+000	18+050	18+100	18+150	18+200																	
Vertical Elevation	13.08	7.574	12.83	9.057	12.58	9.549	12.33	8.531	12.08	8.194	11.83	8.577	11.58	7.482	11.33	7.235	11.08	7.104	11.05	6.295	11.30	6.151	11.55	6.685	11.80	7.000	12.05	7.058	12.30	7.954		
Vertical Geometry	5.20	525.45			760.69				45.00				612.26																			222.67
Superelevation	40.25m	80.51m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	80.51m	40.25m

 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN 1:2000 PROFILE 1:2000	25	80



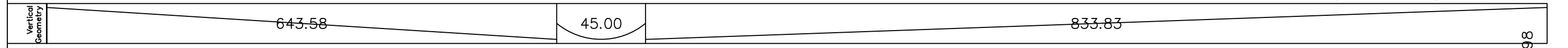
STA.	18+250	18+300	18+350	18+400	18+450	18+500	18+550	18+600	18+650	18+700	18+750	18+800	18+850	18+900	18+950															
Original Ground Elevation	12.55	9.500	12.80	11.000	13.05	9.661	13.30	9.578	13.55	9.739	13.80	10.041	14.05	8.627	14.17	8.016	13.94	7.154	13.69	7.409	13.44	7.065	13.19	6.376	12.94	6.026	12.69	6.597	12.44	6.847
Vertical Geometry	612.26						52.00				643.58																			
Superelevation	-2.92																													

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	26	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							




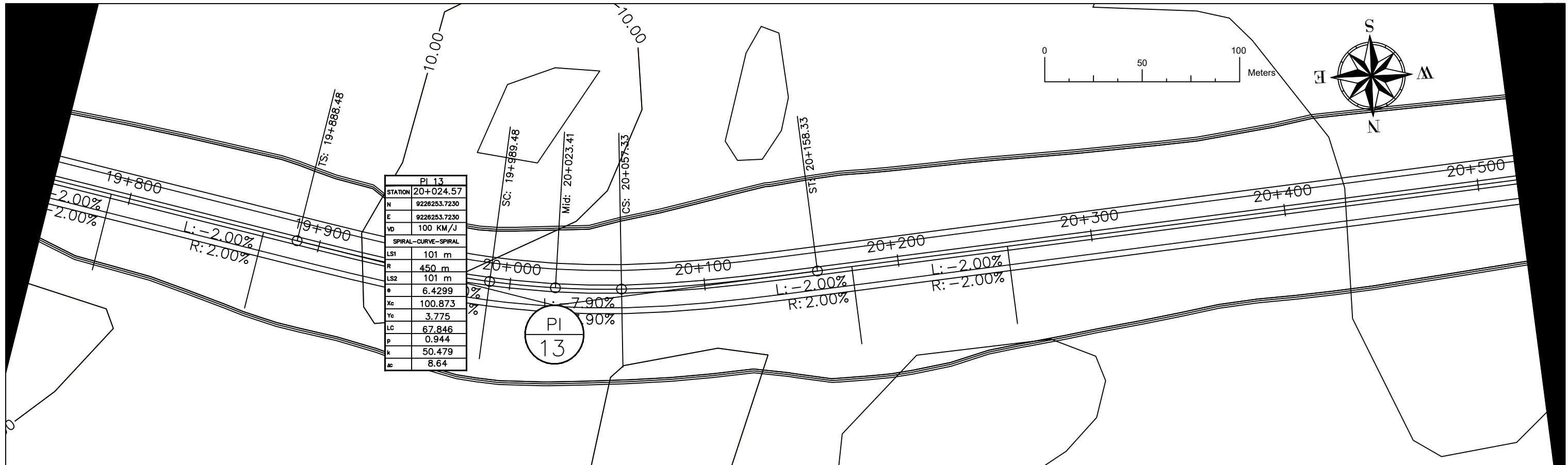
STA. 19+050 19+100 19+150 19+200 19+250 19+300 19+350 19+400 19+450 19+500 19+550 19+600 19+650 19+700 19+750

11.94	9.040	11.69	8.955	11.44	9.037	11.19	8.835	10.94	8.355	10.88	8.000	11.13	9.023	11.38	9.046	11.63	8.994	11.88	8.801	12.13	9.088	12.38	10.499	12.63	10.940	12.88	10.245	13.13	9.245
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------

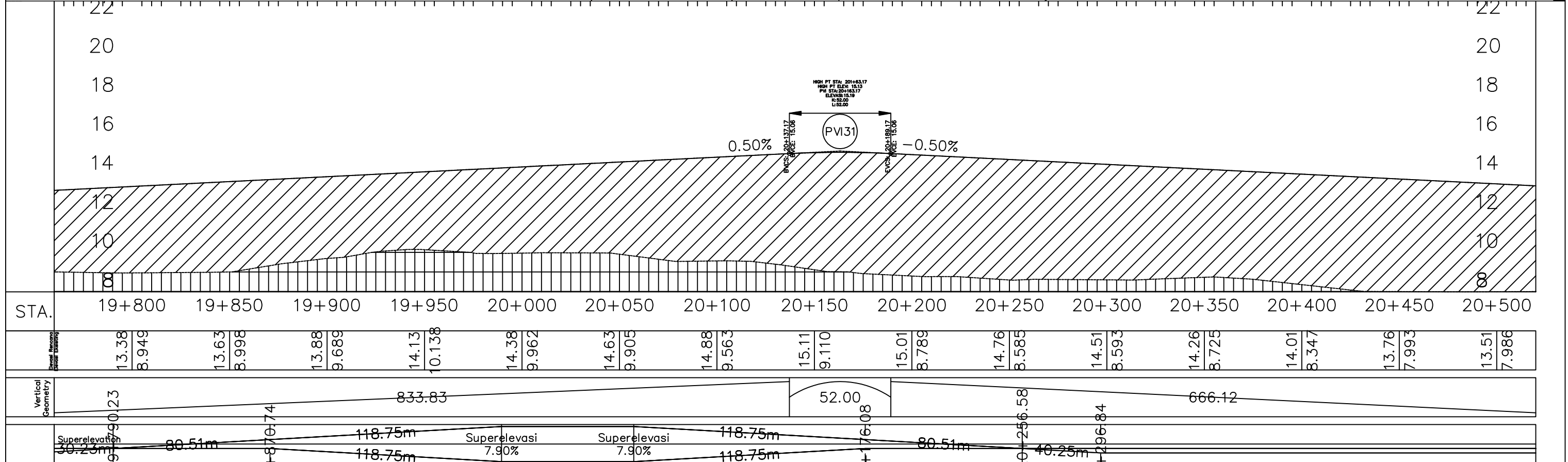


Superelevation	19+98	19+02m
----------------	-------	--------

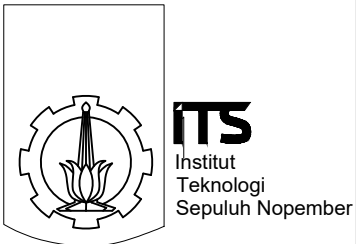
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	27	80
					1:2000		
					1:2000		



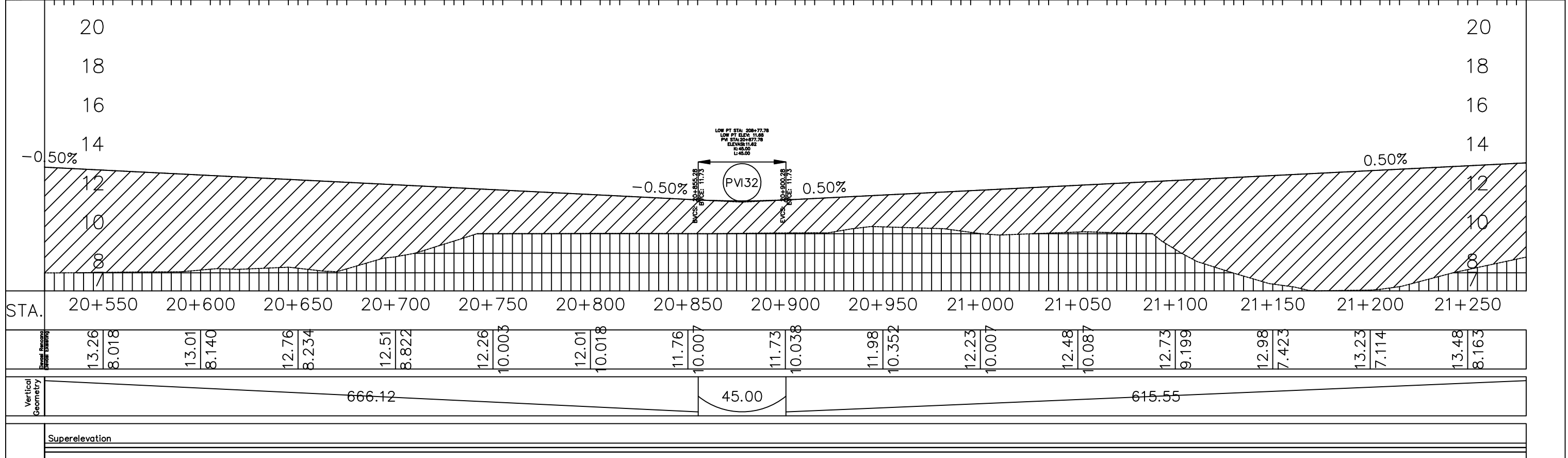
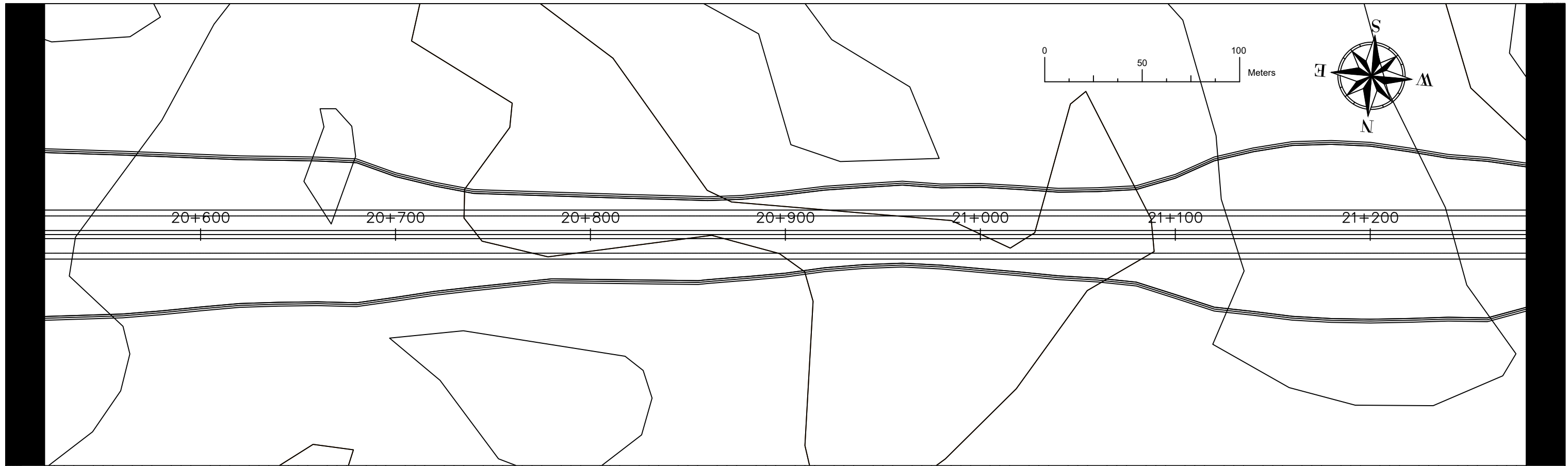
PI 13	
STATION	20+024.57
N	9226253.7230
E	9226253.7230
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	101 m
R	450 m
LS2	101 m
e	6.4299 %
Xc	100.873 m
Yc	3.775 m
LC	67.846 m
p	0.944 m
k	50.479 m
ac	8.64 m

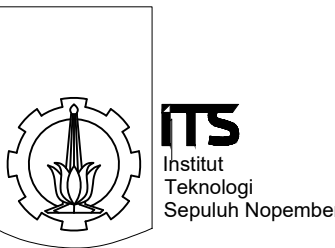


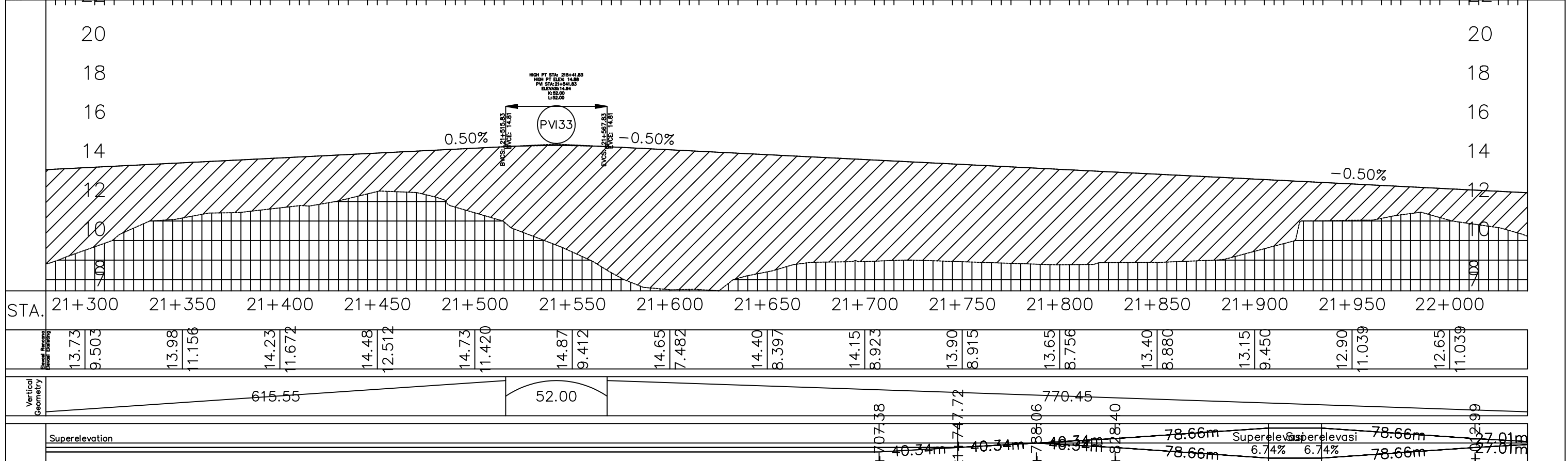
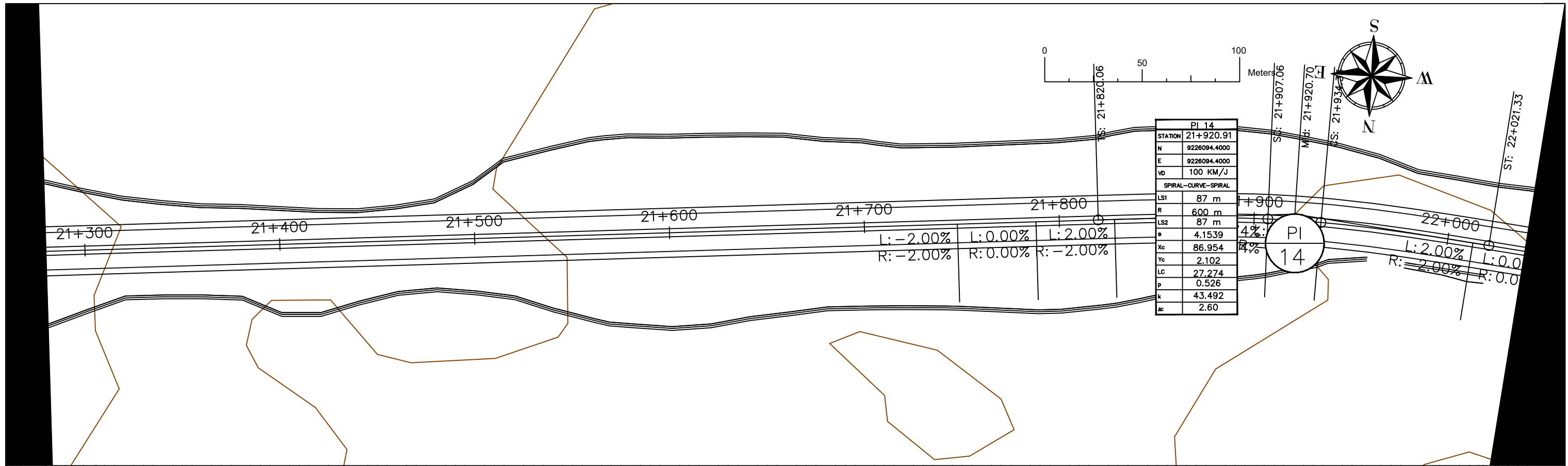
STA.	19+800	19+850	19+900	19+950	20+000	20+050	20+100	20+150	20+200	20+250	20+300	20+350	20+400	20+450	20+500															
Original Elevation	13.38	8.949	13.63	8.998	13.88	9.689	14.13	10.138	14.38	9.962	14.63	9.905	14.88	9.563	15.11	9.110	15.01	8.789	14.76	8.585	14.51	8.593	14.26	8.725	14.01	8.347	13.76	7.993	13.51	7.986
Vertical Geometry																														
Superelevation	30.23m	80.51m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	118.75m	80.51m	40.25m	296.84																		

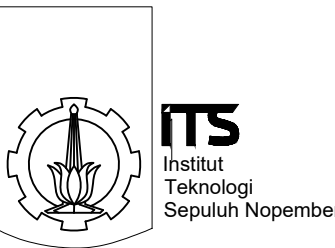


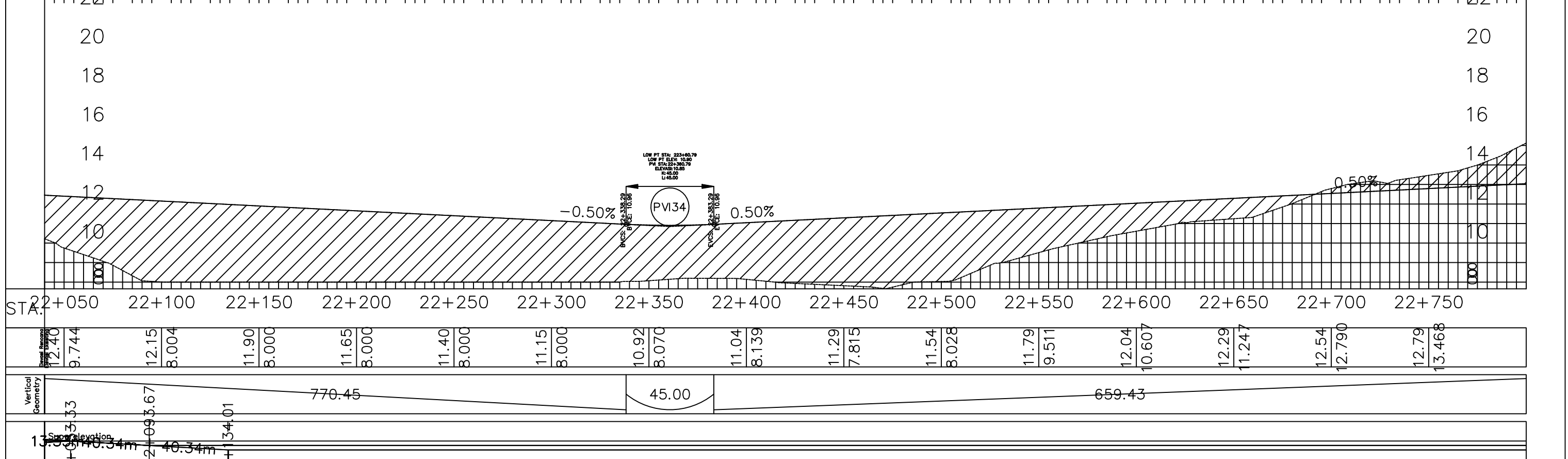
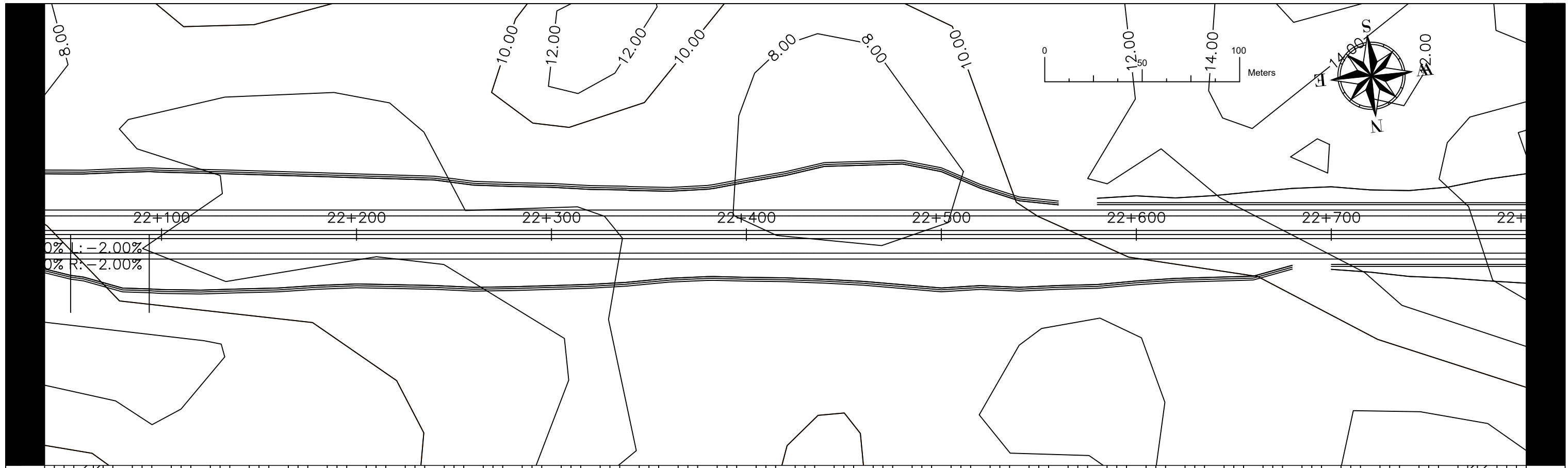
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	28	80
				1:2000		
				1:2000		

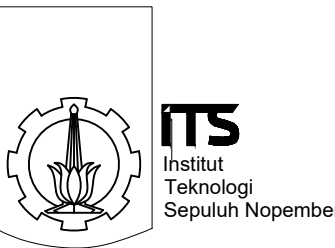


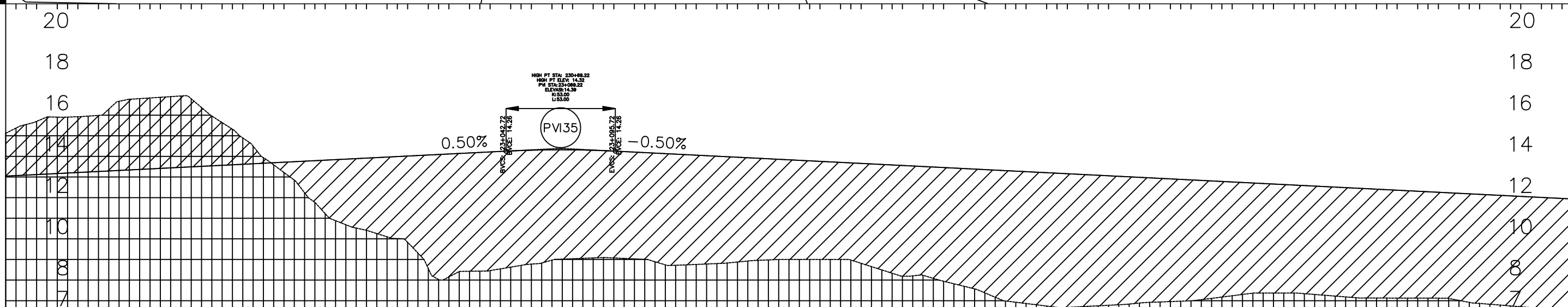
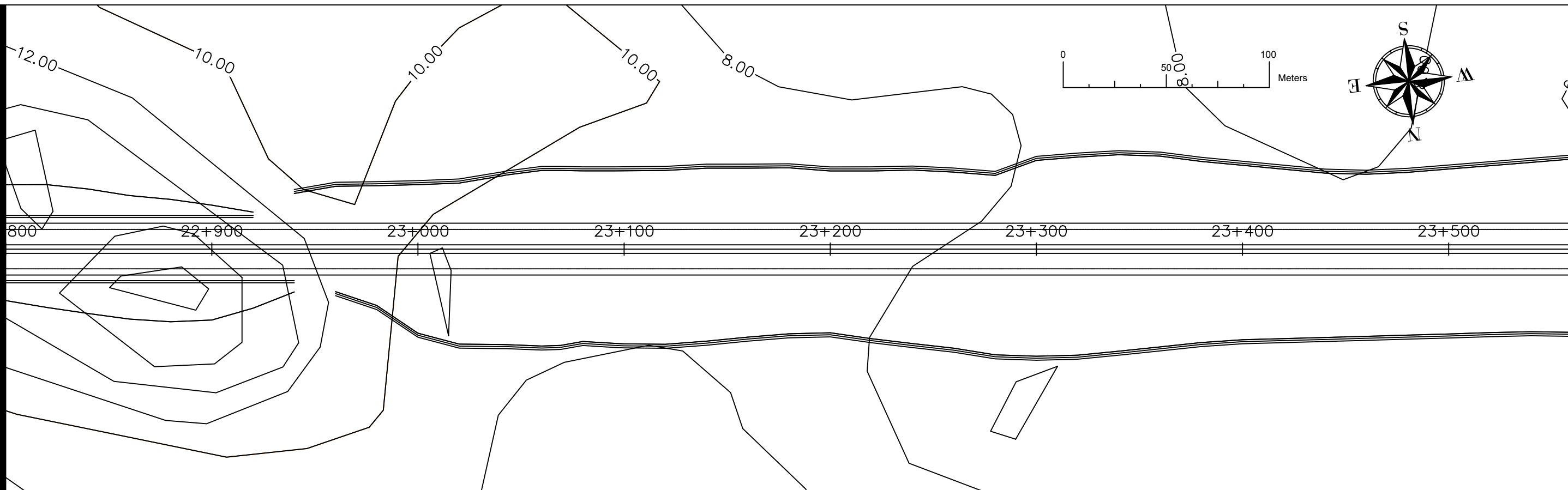
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	29	80
					1:2000		
1:2000							



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	30	80
	SEGMENT GRESIK-LAMONGAN	2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001		PROFILE	1:2000		
DENGAN PERKERASAN KAKU				1:2000			



	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	31	80
						1:2000		
1:2000								

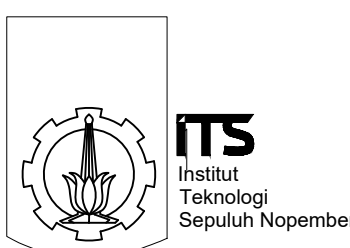


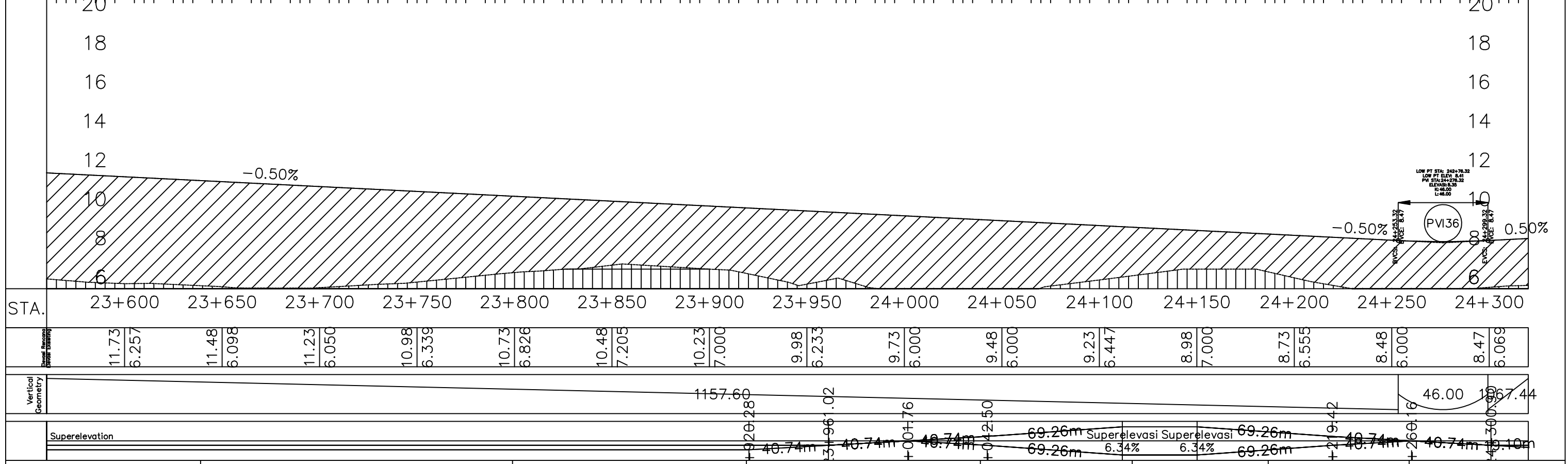
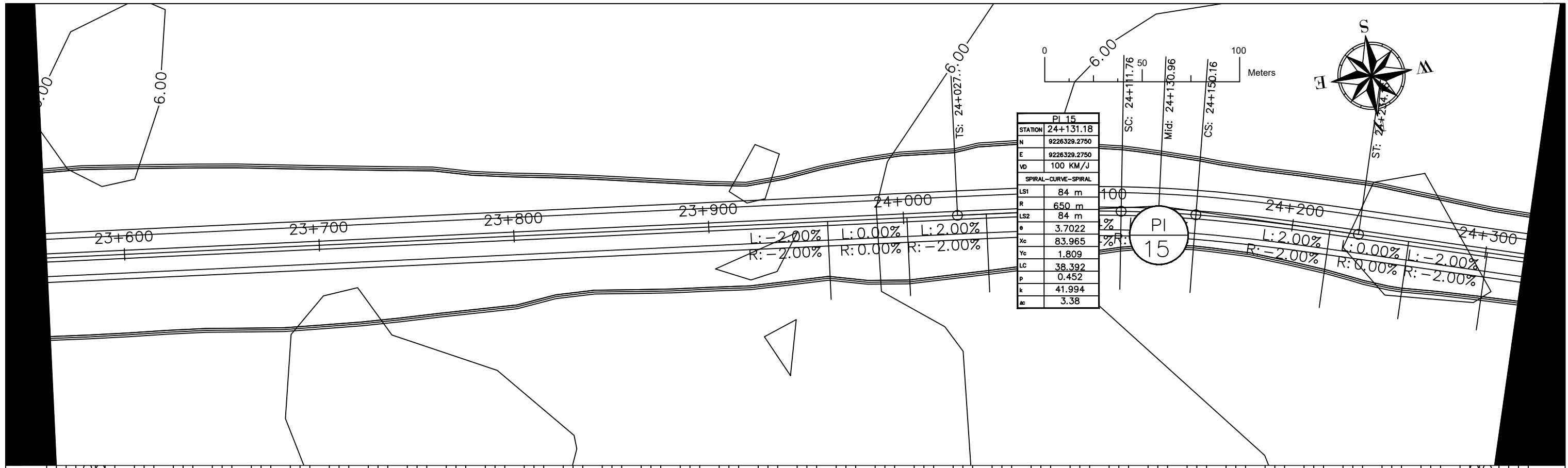
STA.	22+850	22+900	22+950	23+000	23+050	23+100	23+150	23+200	23+250	23+300	23+350	23+400	23+450	23+500	23+550
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

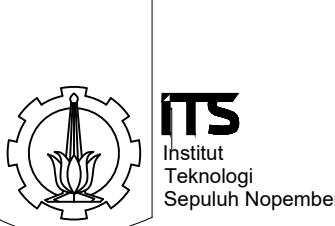
Vertical Elevation	13.29	16.290	13.54	15.957	13.79	11.767	14.04	9.308	14.29	8.712	14.23	9.050	13.98	8.828	13.73	9.000	13.48	8.083	13.23	6.802	12.98	6.886	12.73	7.304	12.48	7.184	12.23	7.110	11.98	6.583
--------------------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

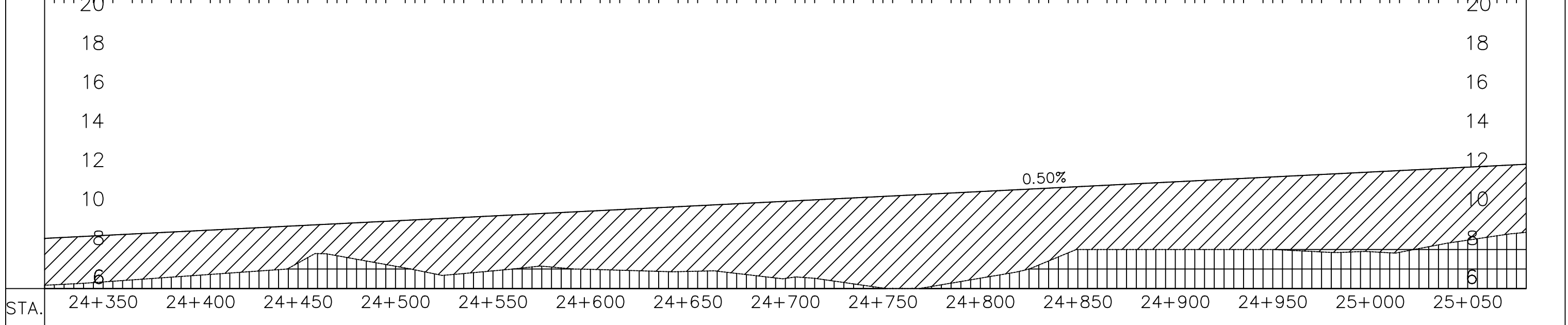
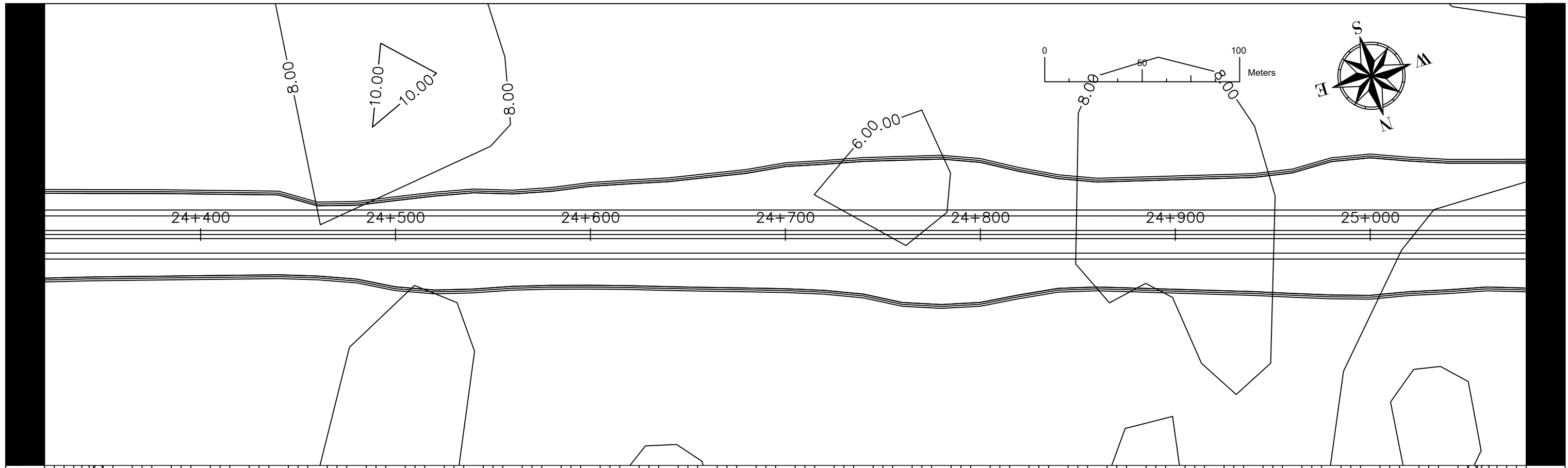
Vertical Geometry	659.43				53.00		1157.60									
-------------------	--------	--	--	--	-------	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

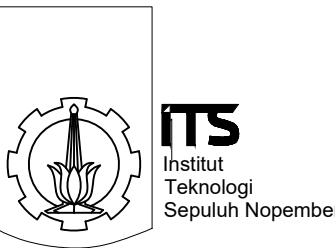
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	32	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

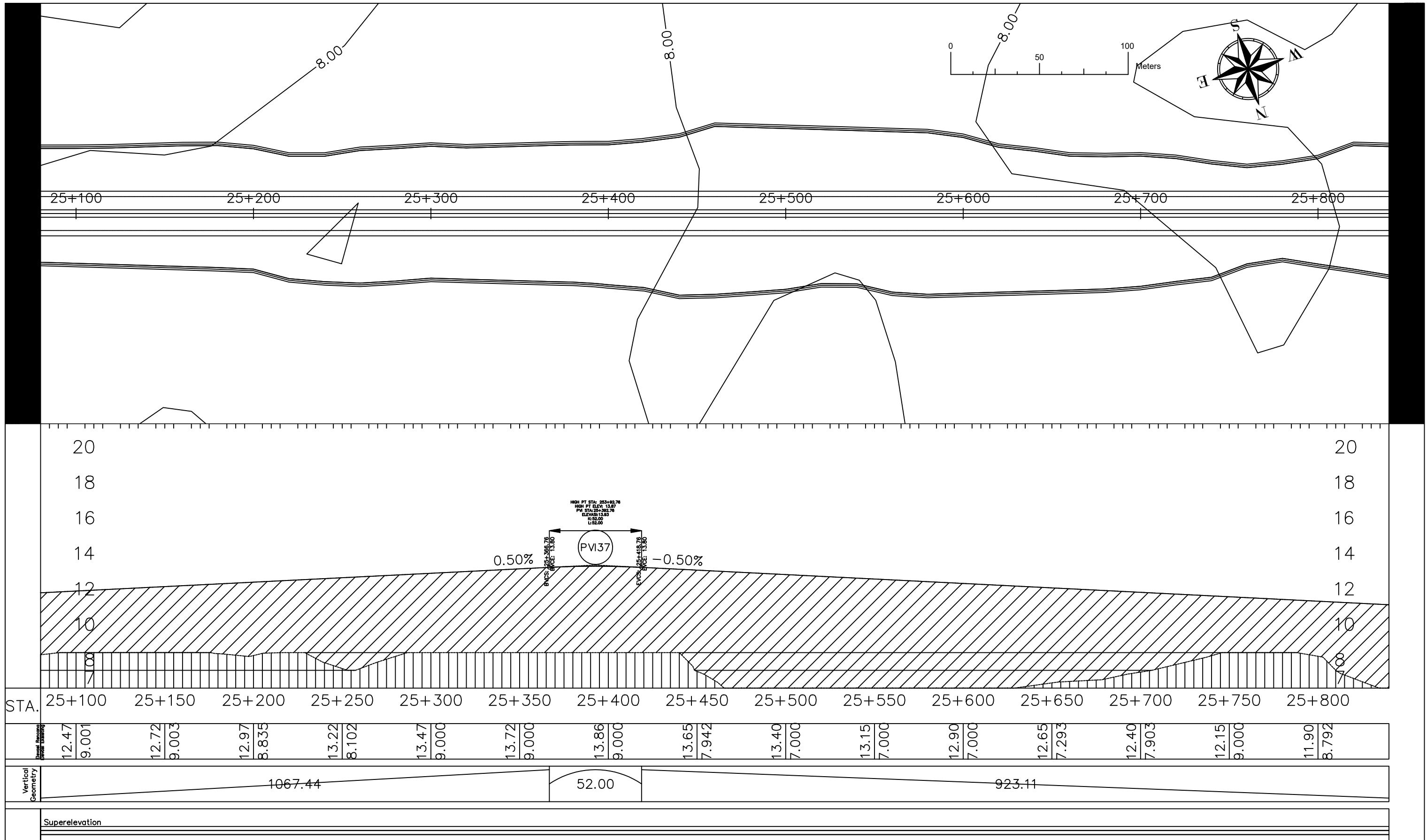


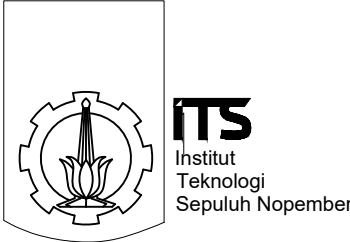
	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING		NAMA MAHASISWA		JUDUL GAMBAR		SKALA		NO. GAMBAR		JUMLAH GAMBAR	
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001		HAFID AL KAHFI NRP 5012201056		PLAN PROFILE		PLAN		33		80	
									1:2000					
									PROFILE					
								1:2000						

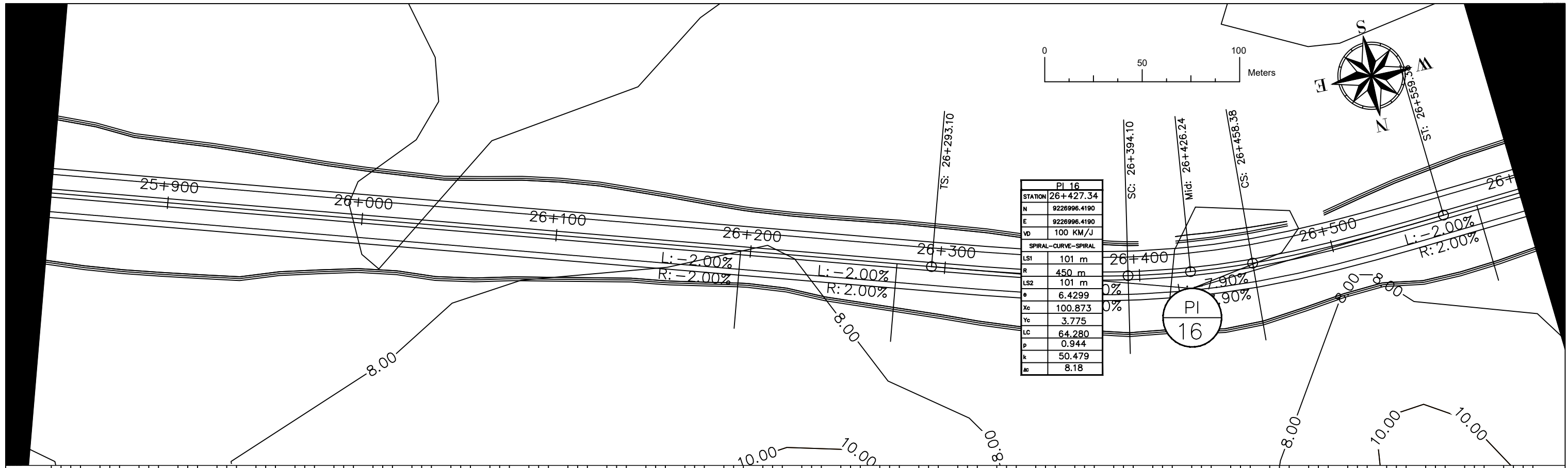


STA.	24+350	24+400	24+450	24+500	24+550	24+600	24+650	24+700	24+750	24+800	24+850	24+900	24+950	25+000	25+050
Vertical Geometry	8.72 6.339	8.97 6.689	9.22 7.309	9.47 7.142	9.72 6.907	9.97 6.984	10.22 6.877	10.47 6.518	10.72 6.023	10.97 6.530	11.22 8.000	11.47 8.000	11.72 8.000	11.97 7.889	12.22 8.481
Super-elevation	+5														
	+64														

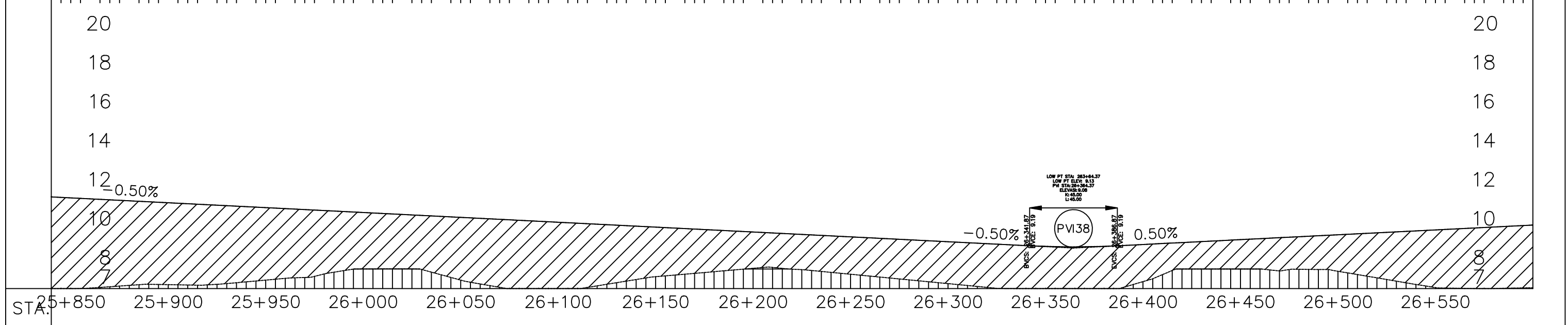
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	34	80
					1:2000		
PROFILE	1:2000						



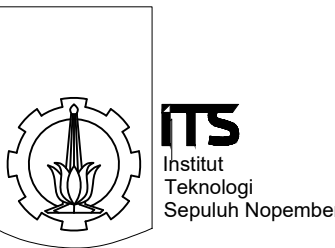
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	35	80
					PROFILE		
1:2000							

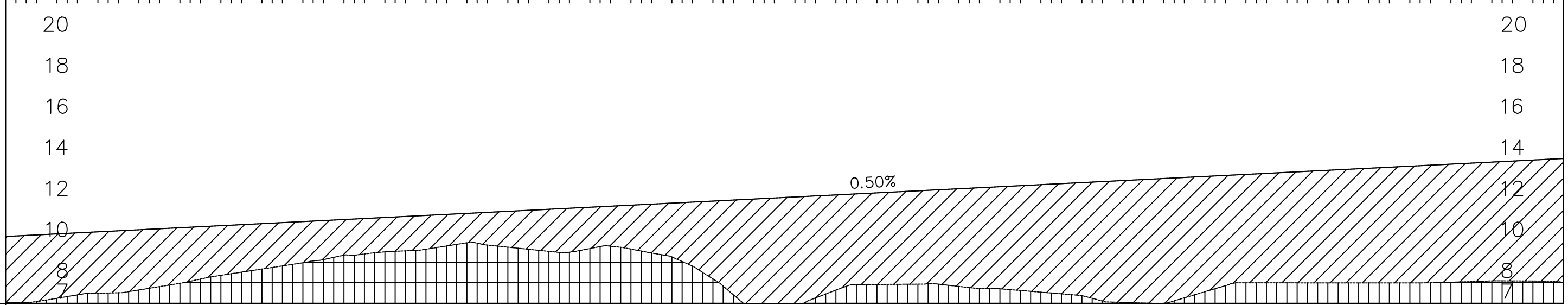
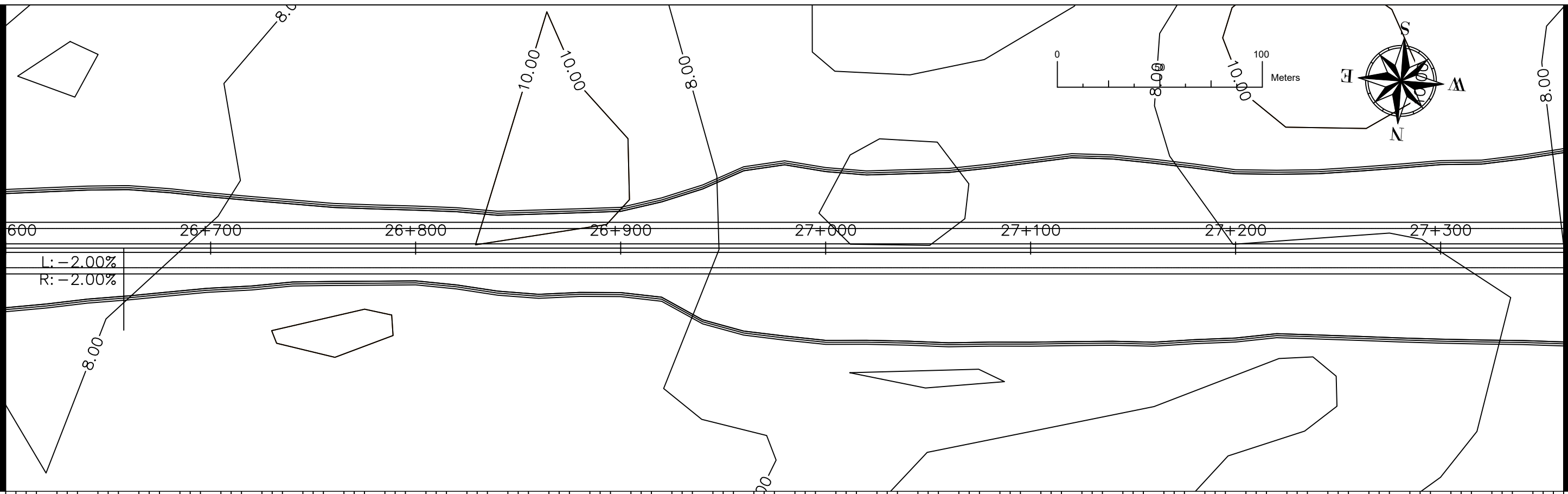


PI 16	
STATION	26+427.34
N	9226996.4190
E	9226996.4190
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	101 m
R	450 m
LS2	101 m
e	6.4299
Xc	100.873
Yc	3.775
LC	64.280
p	0.944
k	50.479
az	8.18




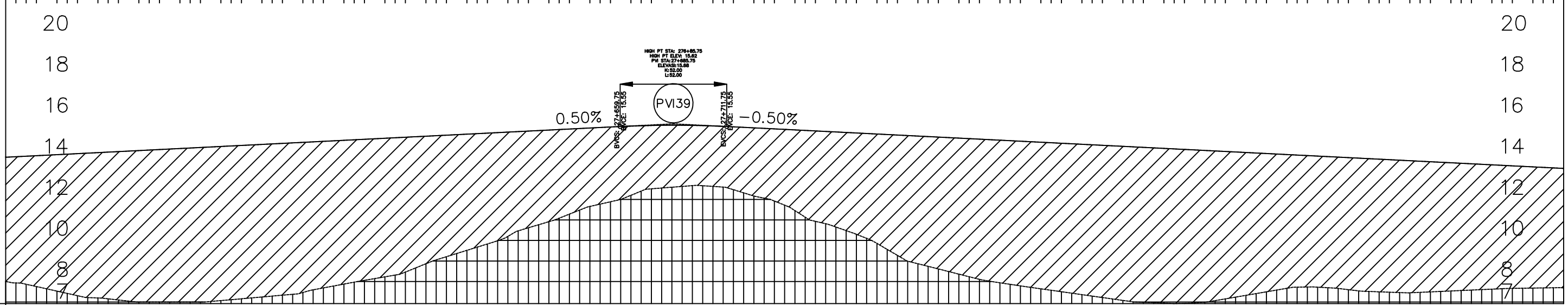
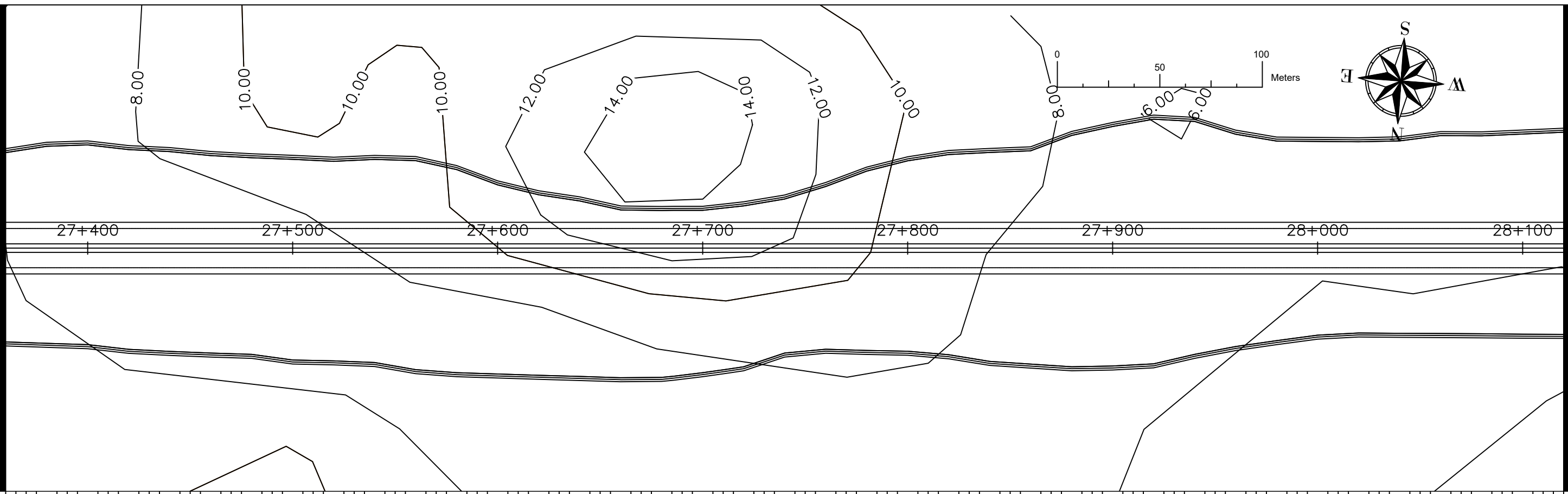
STA.	25+850	25+900	25+950	26+000	26+050	26+100	26+150	26+200	26+250	26+300	26+350	26+400	26+450	26+500	26+550		
Vertical Geometry	11.65	11.40	11.15	10.90	10.65	10.40	10.15	9.90	9.65	9.40	9.16	9.25	9.50	9.75	10.00		
Superelevation	7.000	7.199	7.432	8.004	7.433	7.000	7.606	8.036	7.733	7.252	7.000	7.354	8.000	7.885	7.048		
Vertical Curve	923.11											45.00		1272.88			
Superelevation	40.25m											80.51m		118.75m		118.75m	

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	36	80
					PROFILE		



STA.	26+650	26+700	26+750	26+800	26+850	26+900	26+950	27+000	27+050	27+100	27+150	27+200	27+250	27+300	27+350															
Vertical Elevation	10.50	7.501	10.75	8.286	11.00	9.072	11.25	9.576	11.50	9.683	11.75	9.728	12.00	7.838	12.25	7.454	12.50	7.954	12.75	7.583	13.00	7.026	13.25	7.997	13.50	7.992	13.75	8.008	14.00	8.081
Vertical Geometry	1272.88																													
Superelevation	57.64m	40.25m																												

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	37	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							




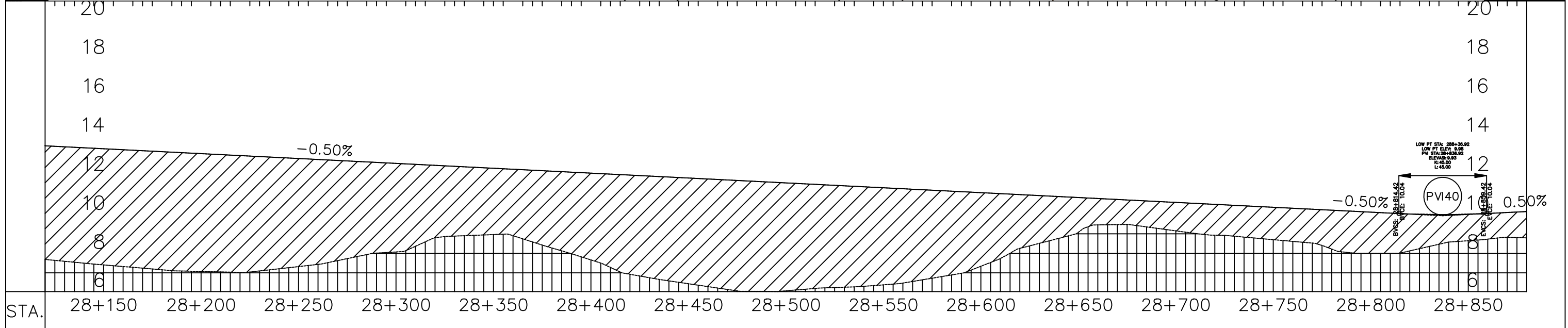
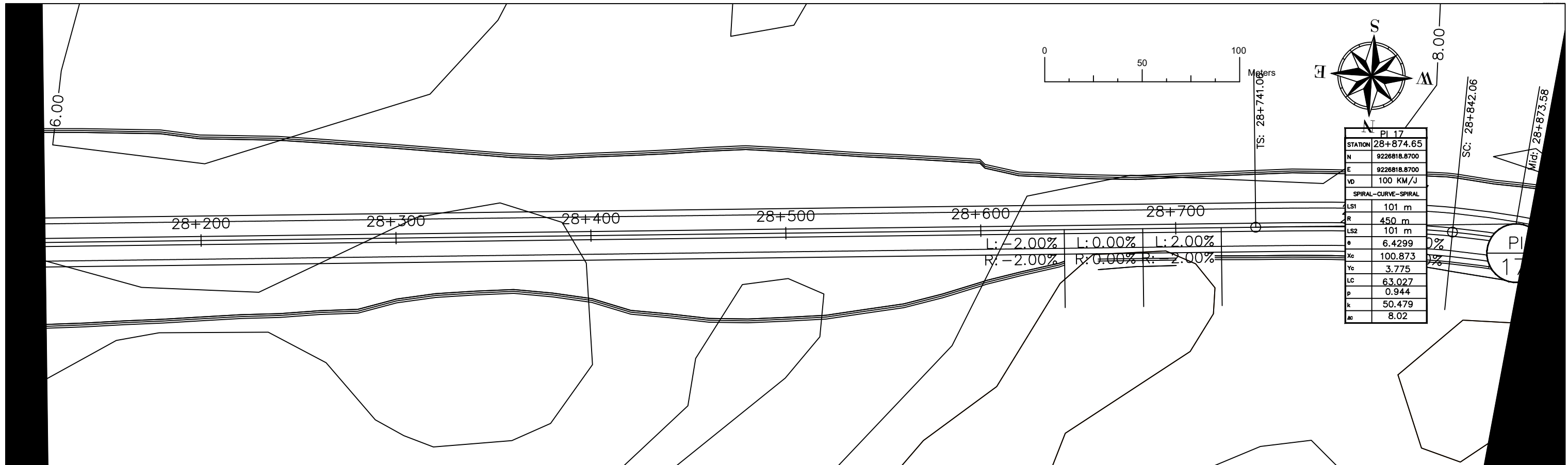
STA.	27+400	27+450	27+500	27+550	27+600	27+650	27+700	27+750	27+800	27+850	27+900	27+950	28+000	28+050	28+100
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Vertical Elevation	14.25	7.217	14.50	7.000	14.75	7.377	15.00	8.315	15.25	9.985	15.50	11.772	15.60	12.668	15.36	11.135	15.11	8.992	14.86	7.863	14.61	7.149	14.36	7.069	14.11	7.725	13.86	7.472	13.61	7.673
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Vertical Geometry	1272.88						52.00	1102.67								
-------------------	---------	--	--	--	--	--	-------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--

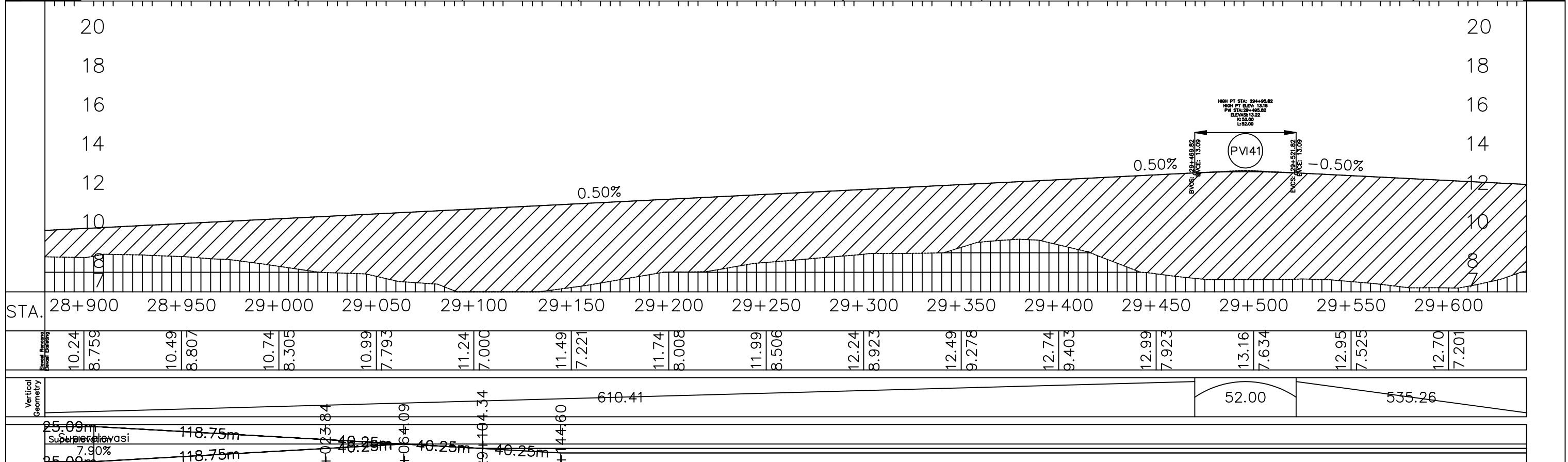
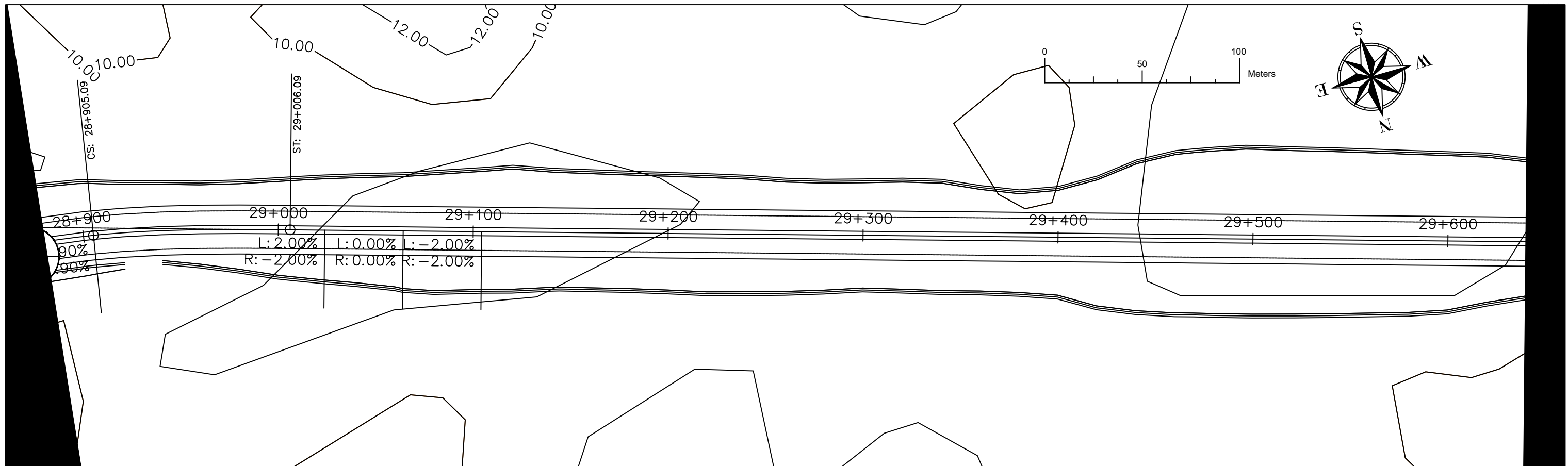
Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

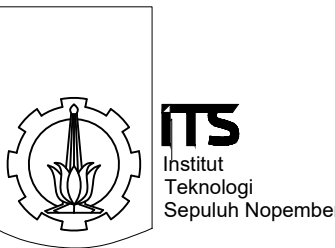
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	38	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

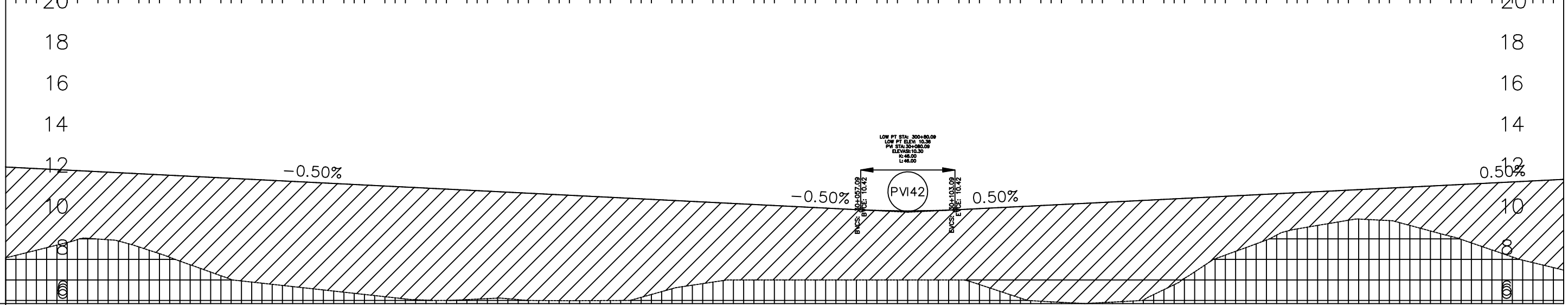
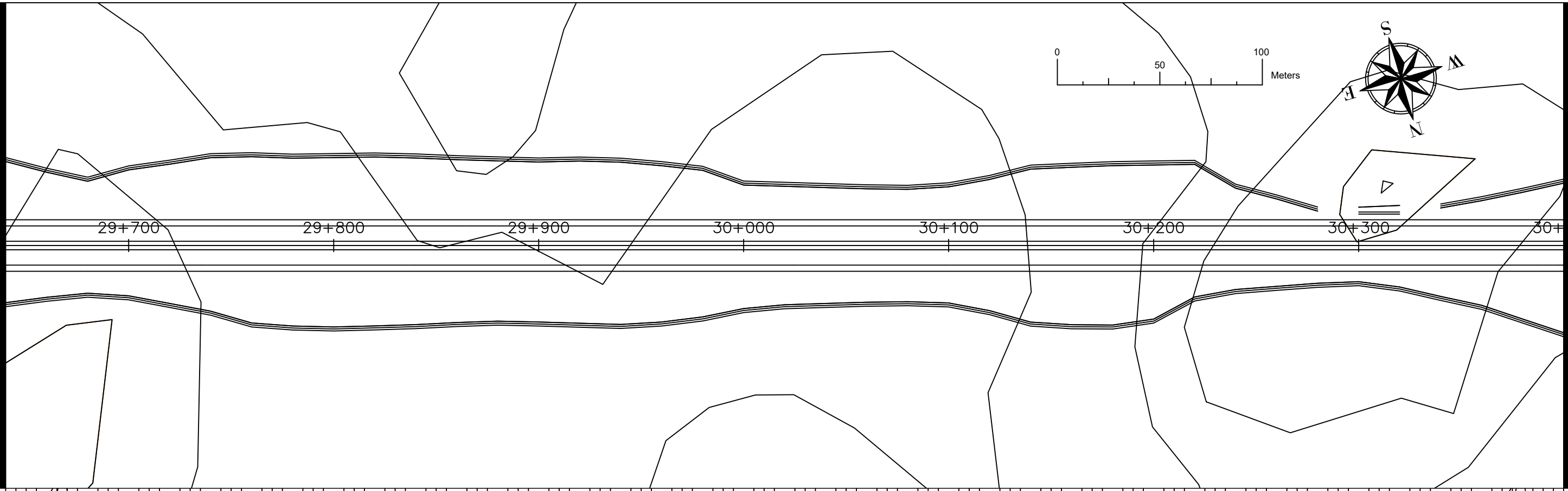


STA.	28+150	28+200	28+250	28+300	28+350	28+400	28+450	28+500	28+550	28+600	28+650	28+700	28+750	28+800	28+850															
Vertical Geometry	13.36	7.408	13.11	7.071	12.86	7.321	12.61	8.070	12.36	8.962	12.11	7.662	11.86	6.441	11.61	6.077	11.36	6.383	11.11	7.336	10.86	9.078	10.61	9.153	10.36	8.701	10.11	8.000	10.00	8.647
Superelevation															45.00	610.41														

ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	39	80
					PROFILE		
				1:2000			



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	40	80
					1:2000		
					PROFILE		
					1:2000		

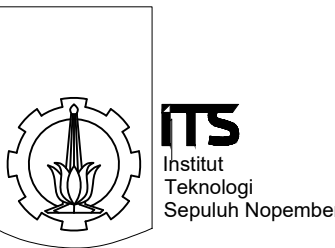


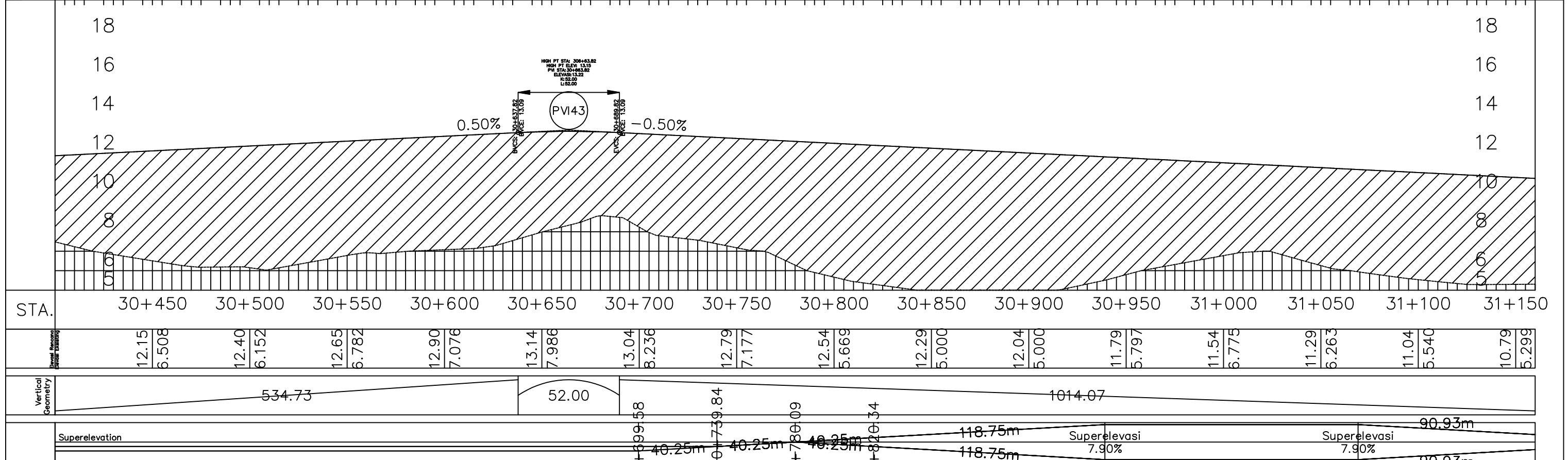
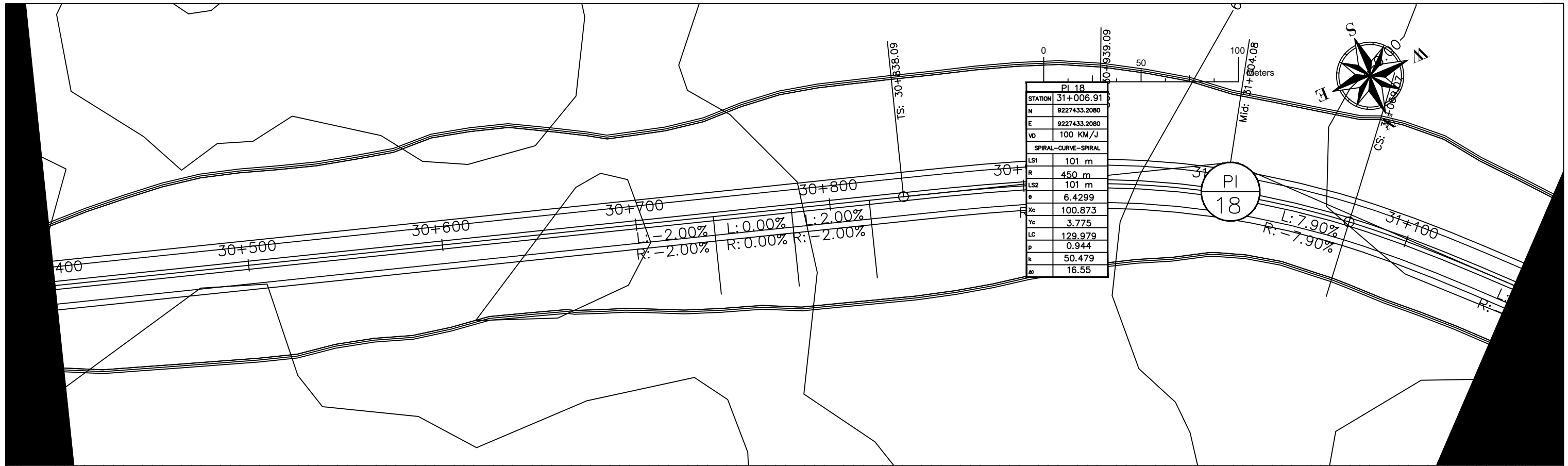
STA.	29+650	29+700	29+750	29+800	29+850	29+900	29+950	30+000	30+050	30+100	30+150	30+200	30+250	30+300	30+350
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

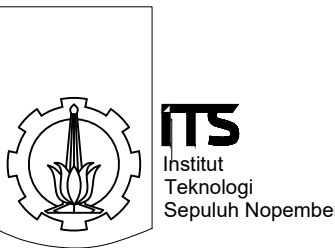
Original Ground Elevation	12.45	8.323	12.20	8.762	11.95	7.020	11.70	6.457	11.45	5.999	11.20	5.996	10.95	6.151	10.70	7.000	10.45	7.000	10.40	7.000	10.65	5.935	10.90	6.286	11.15	8.759	11.40	9.966	11.65	8.976
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

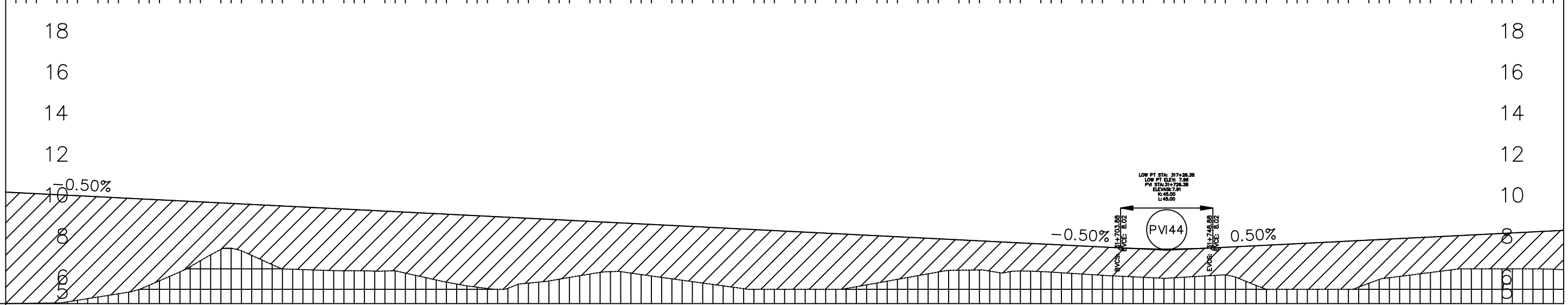
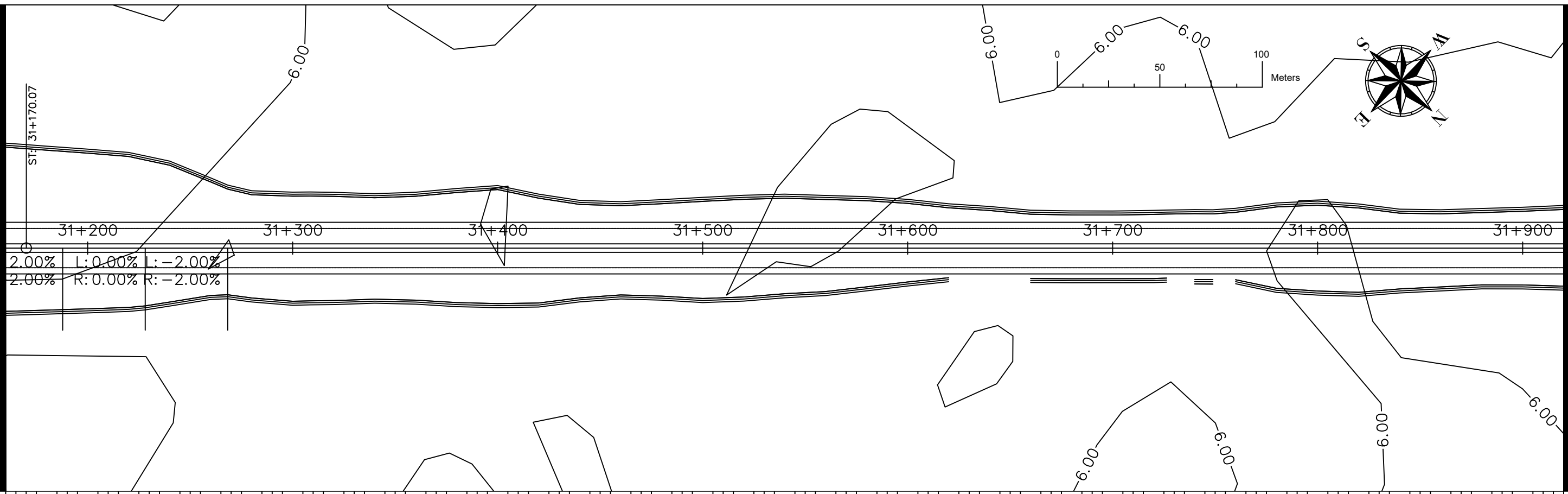
Vertical Geometry	535.26										46.00	534.73					
-------------------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	--------	--	--	--	--	--

Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

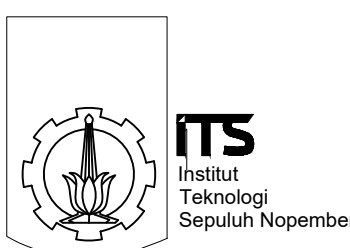
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	41	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

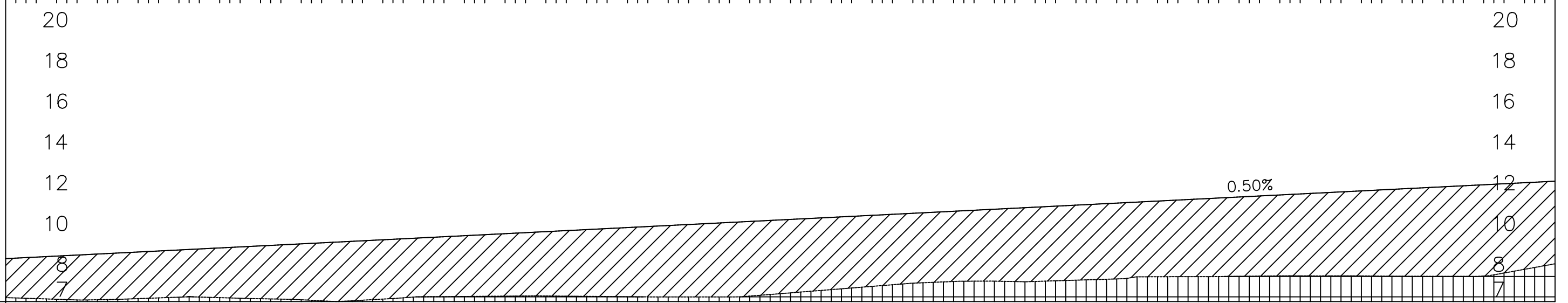
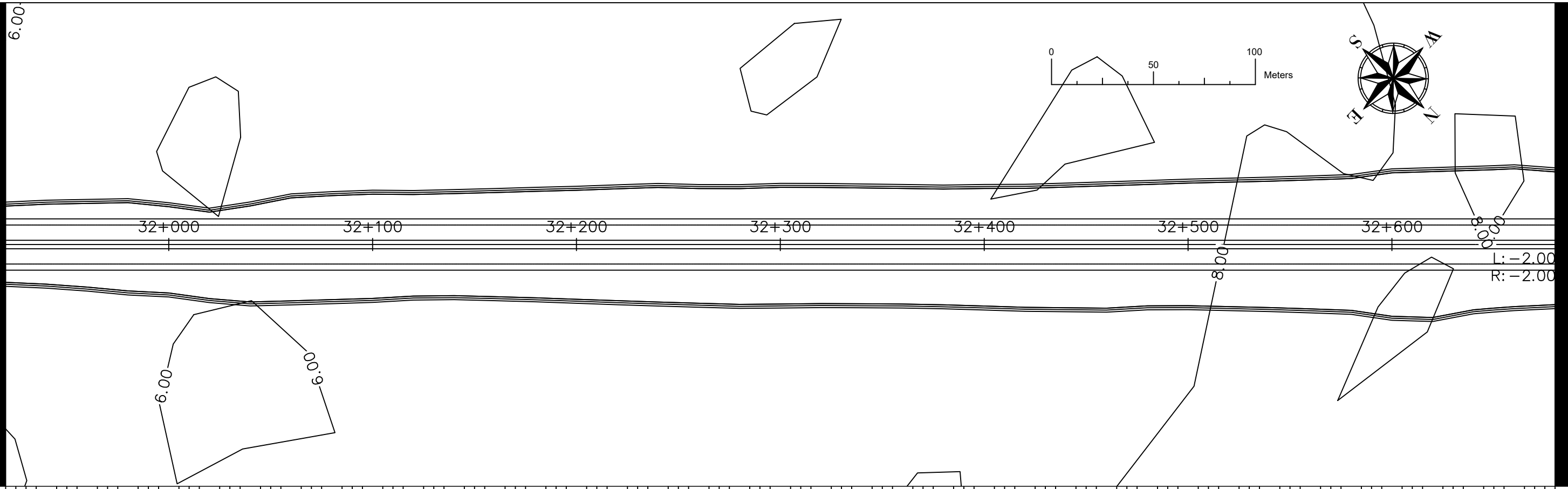


	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	42	80
					PROFILE		
1:2000							

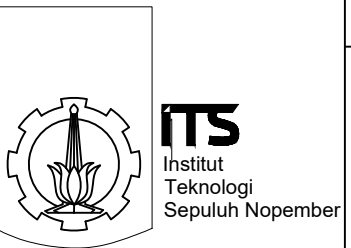


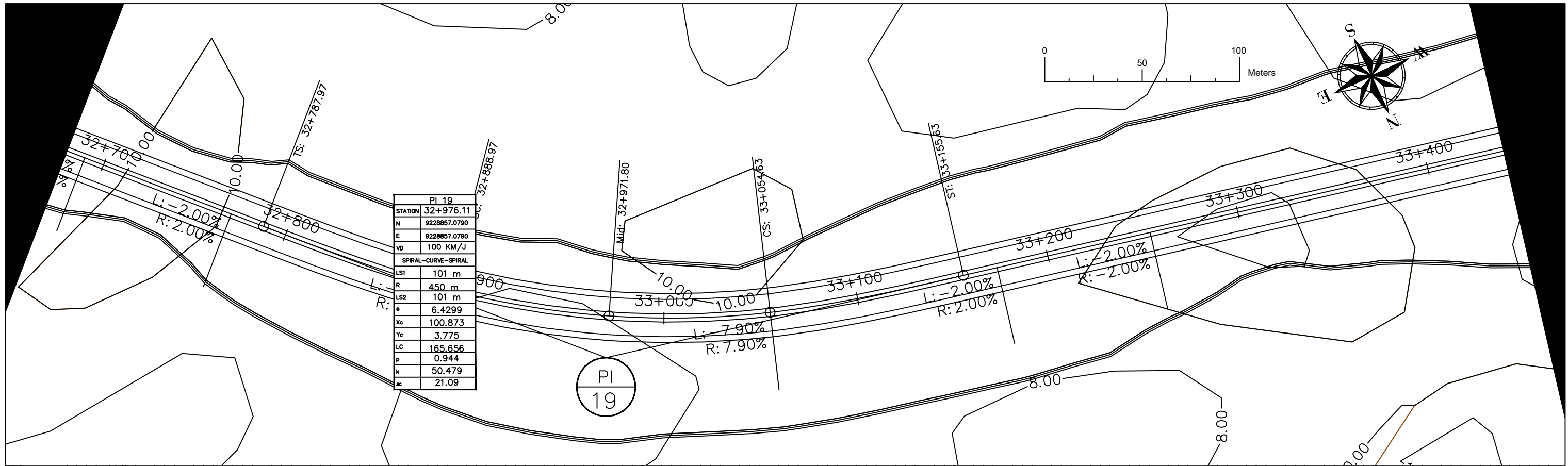
STA.	31+200	31+250	31+300	31+350	31+400	31+450	31+500	31+550	31+600	31+650	31+700	31+750	31+800	31+850	31+900																	
Ground Elevation	10.54	5.547	10.29	7.102	10.04	6.981	9.79	6.904	9.54	6.000	9.29	6.823	9.04	6.308	8.79	6.000	8.54	6.578	8.29	6.865	8.04	6.658	8.02	6.682	8.27	6.000	8.52	6.758	8.77	7.000		
Vertical Geometry	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82	27.82
	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m	40.25m

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	43	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							

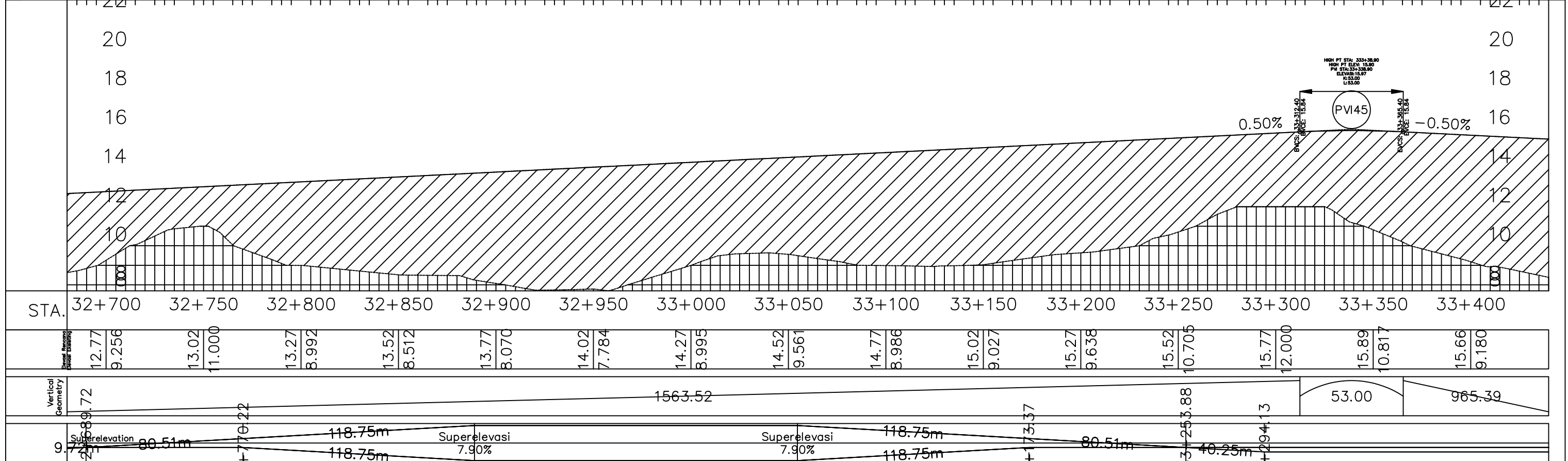


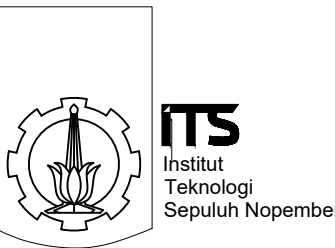
STA.	31+950	32+000	32+050	32+100	32+150	32+200	32+250	32+300	32+350	32+400	32+450	32+500	32+550	32+600	32+650
Vertical Geometry	9.02 6.867	9.27 6.968	9.52 6.899	9.77 6.865	10.02 7.022	10.27 7.030	10.52 6.997	10.77 7.157	11.02 7.555	11.27 7.772	11.52 7.834	11.77 7.992	12.02 8.033	12.27 8.014	12.52 8.082
Superelevation	1563.52														
	49.46														
	30.54m														

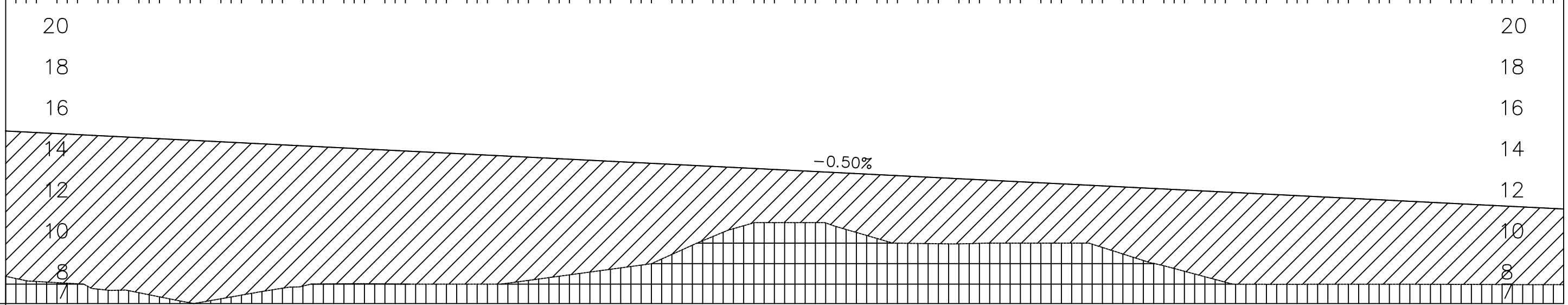
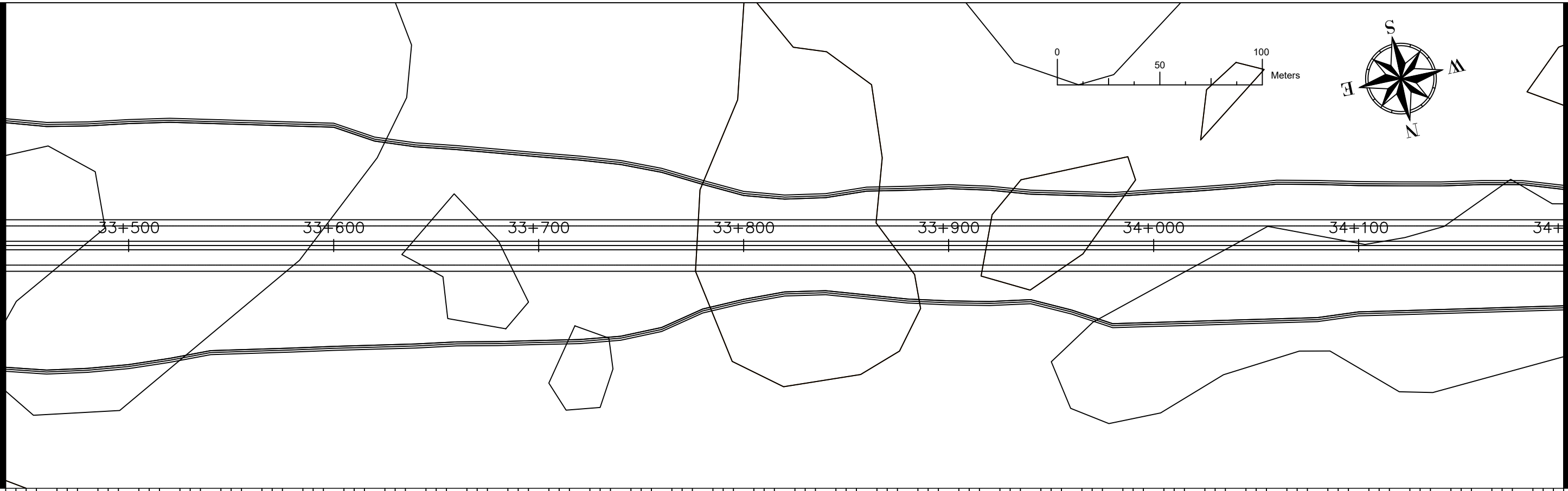
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	44	80
					1:2000		
					PROFILE		
				1:2000			



PI 19	
STATION	32+976.11
N	9228857.0790
E	9228857.0790
VD	100 KM/J
SPIRAL-CURVE-SPIRAL	
LS1	101 m
R	450 m
LS2	101 m
e	6.4299
Xc	100.873
Ye	3.775
Lc	165.656
p	0.944
k	50.479
ac	21.09



	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	45	80
					PROFILE		




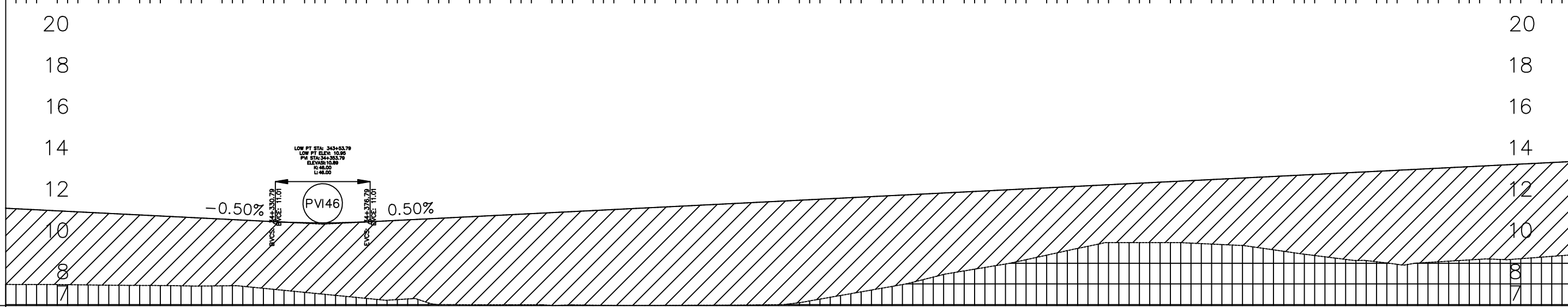
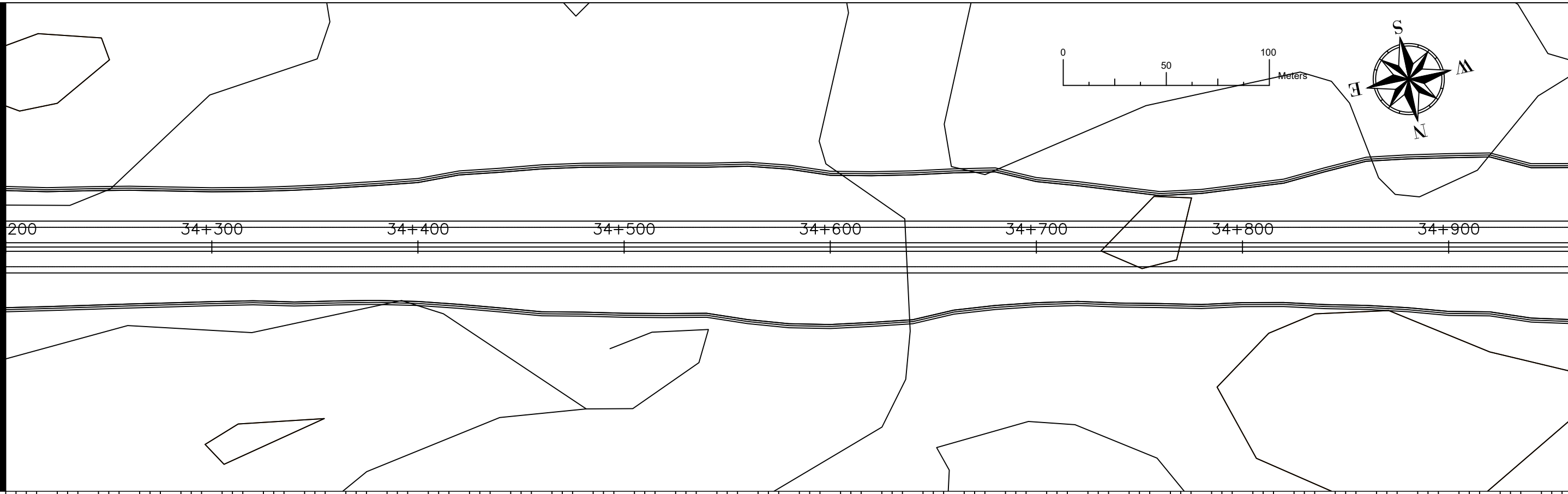
STA.	33+450	33+500	33+550	33+600	33+650	33+700	33+750	33+800	33+850	33+900	33+950	34+000	34+050	34+100	34+150
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Original Ground	15.41	15.16	14.91	14.66	14.41	14.16	13.91	13.66	13.41	13.16	12.91	12.66	12.41	12.16	11.91
Proposed Road	8.170	7.683	7.377	8.012	8.000	8.251	8.928	10.848	10.665	9.964	10.000	9.012	7.997	7.999	7.990

Vertical Geometry	965.39														
-------------------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Superelevation															
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	46	80
					1:2000		
					PROFILE		
				1:2000			




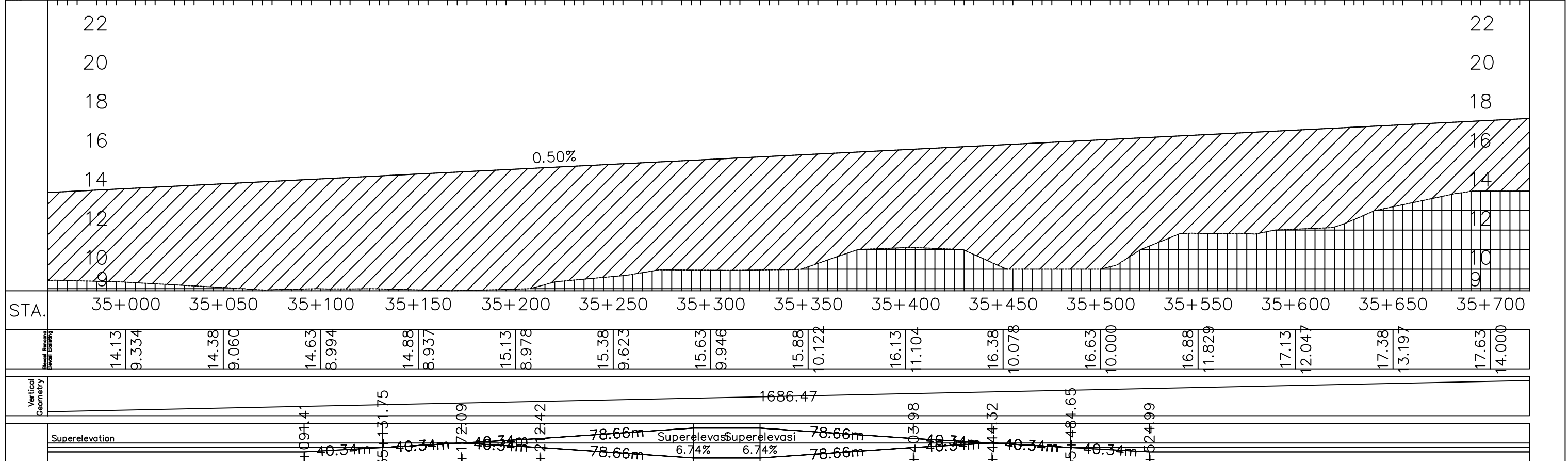
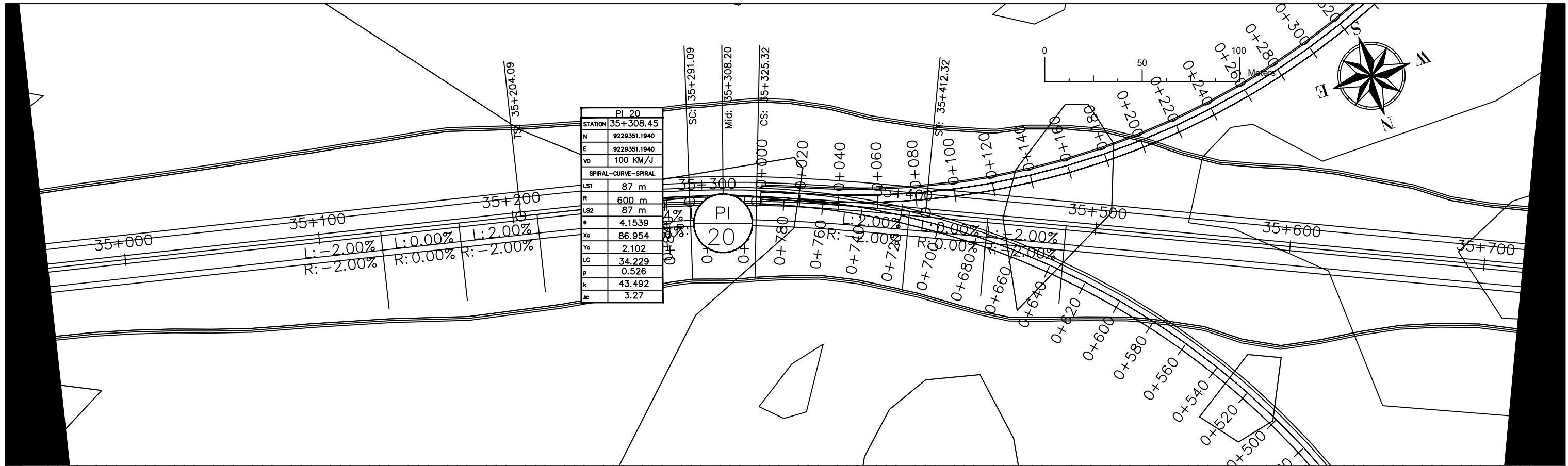
STA.	34+250	34+300	34+350	34+400	34+450	34+500	34+550	34+600	34+650	34+700	34+750	34+800	34+850	34+900	34+950
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

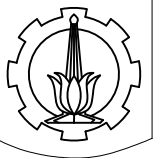
Vertical Elevation	11.41	7.937	11.16	7.903	10.95	7.543	11.13	7.249	11.38	6.990	11.63	6.960	11.88	6.973	12.13	7.352	12.38	8.331	12.63	9.282	12.88	10.000	13.13	9.859	13.38	9.188	13.63	9.100	13.88	9.333
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

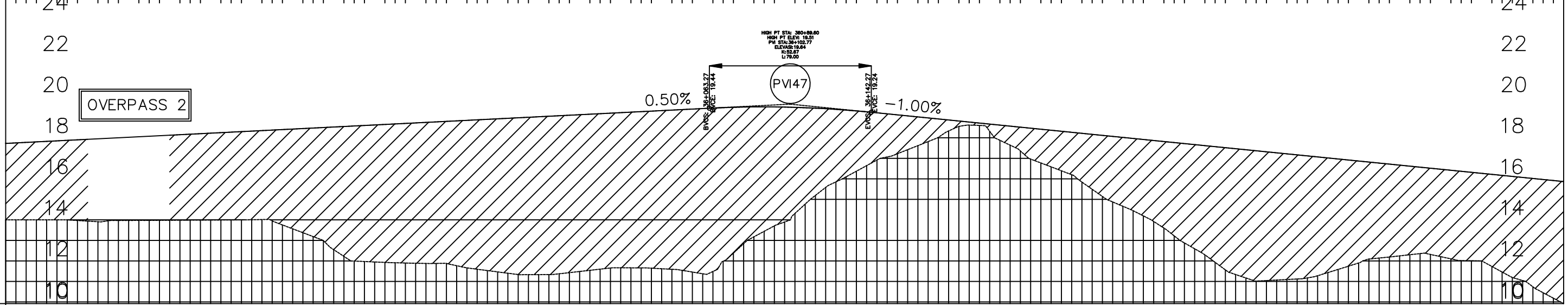
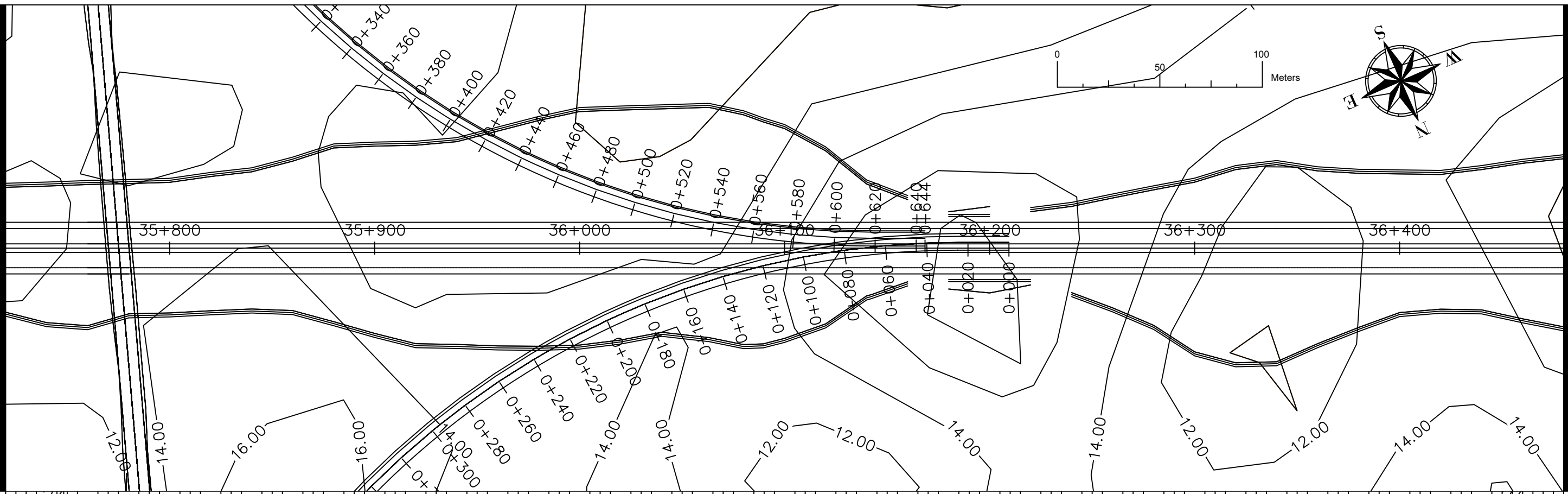
Vertical Geometry	965.39		46.00		1686.47											
-------------------	--------	--	-------	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	47	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							



 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	48	80
					PROFILE		
1:2000							




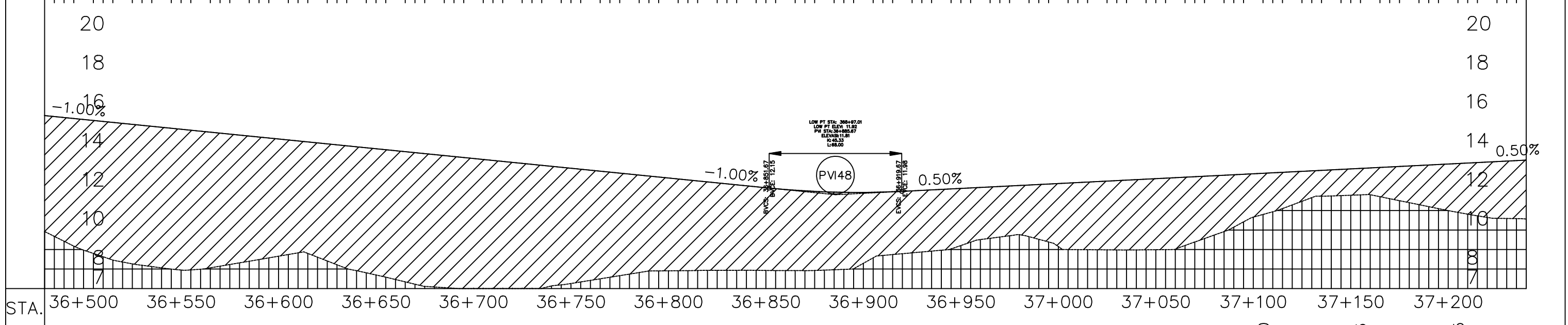
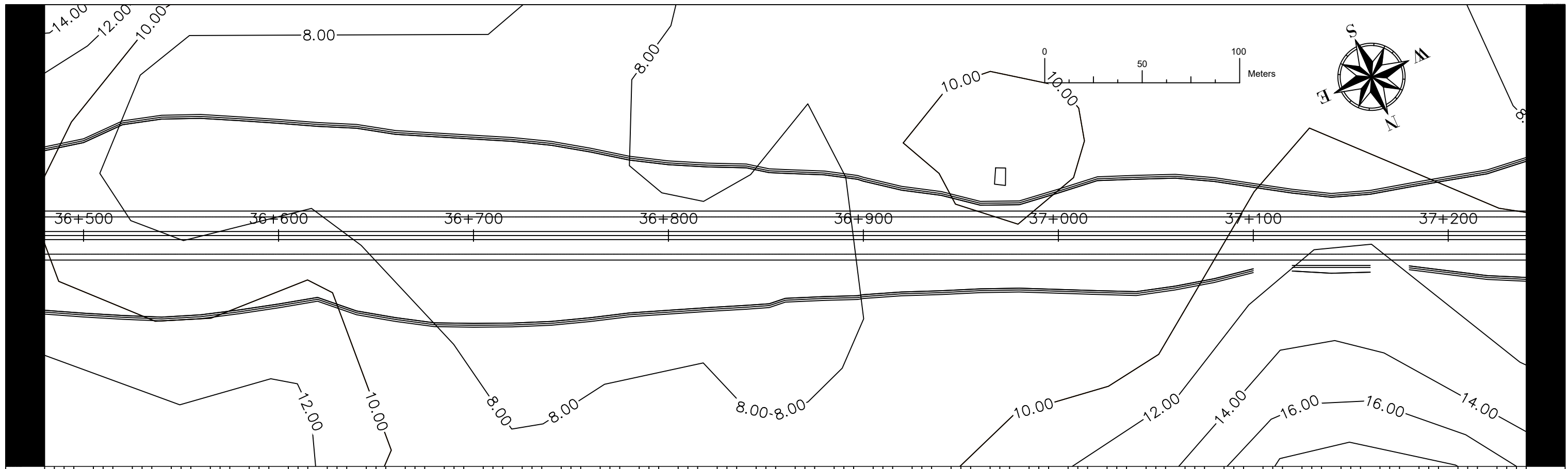
STA.	35+750	35+800	35+850	35+900	35+950	36+000	36+050	36+100	36+150	36+200	36+250	36+300	36+350	36+400	36+450
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Vertical Geometry	17.88	18.13	18.38	18.63	18.88	19.13	19.38	19.50	19.17	18.67	18.17	17.67	17.17	16.67	16.17
Original Ground	13.999	13.981	13.951	11.949	11.595	11.486	11.540	13.898	17.066	18.318	15.492	12.593	11.120	12.245	11.459


Vertical Geometry	1686.47						79.00	709.41					
-------------------	---------	--	--	--	--	--	-------	--------	--	--	--	--	--

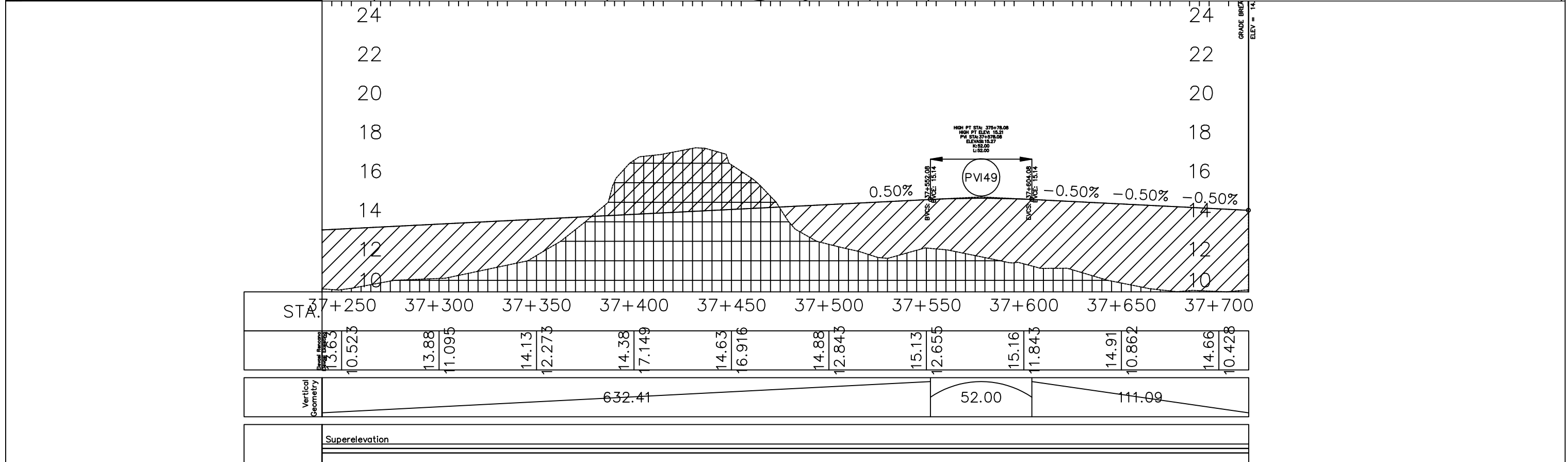
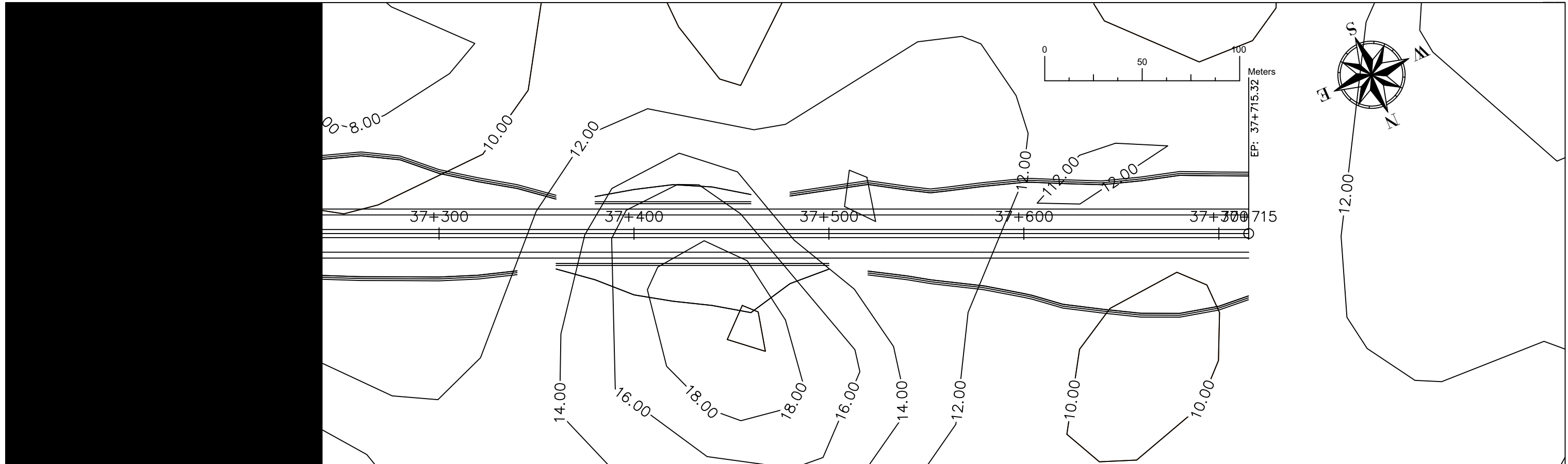
Superelevation																
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	49	80
					1:2000		
					PROFILE		
				1:2000			

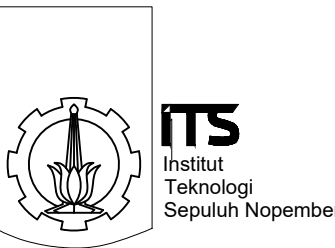


STA.	36+500	36+550	36+600	36+650	36+700	36+750	36+800	36+850	36+900	36+950	37+000	37+050	37+100	37+150	37+200	
Ground Elevation	15.67	15.17	14.67	14.17	13.67	13.17	12.67	12.17	11.93	12.13	12.38	12.63	12.88	13.13	13.38	
Proposed Elevation	8.970	7.949	8.658	7.695	7.000	7.258	7.908	7.927	8.293	9.204	9.152	8.990	10.660	11.783	10.995	
Vertical Geometry	709.41							68.00		632.41						
Superelevation																

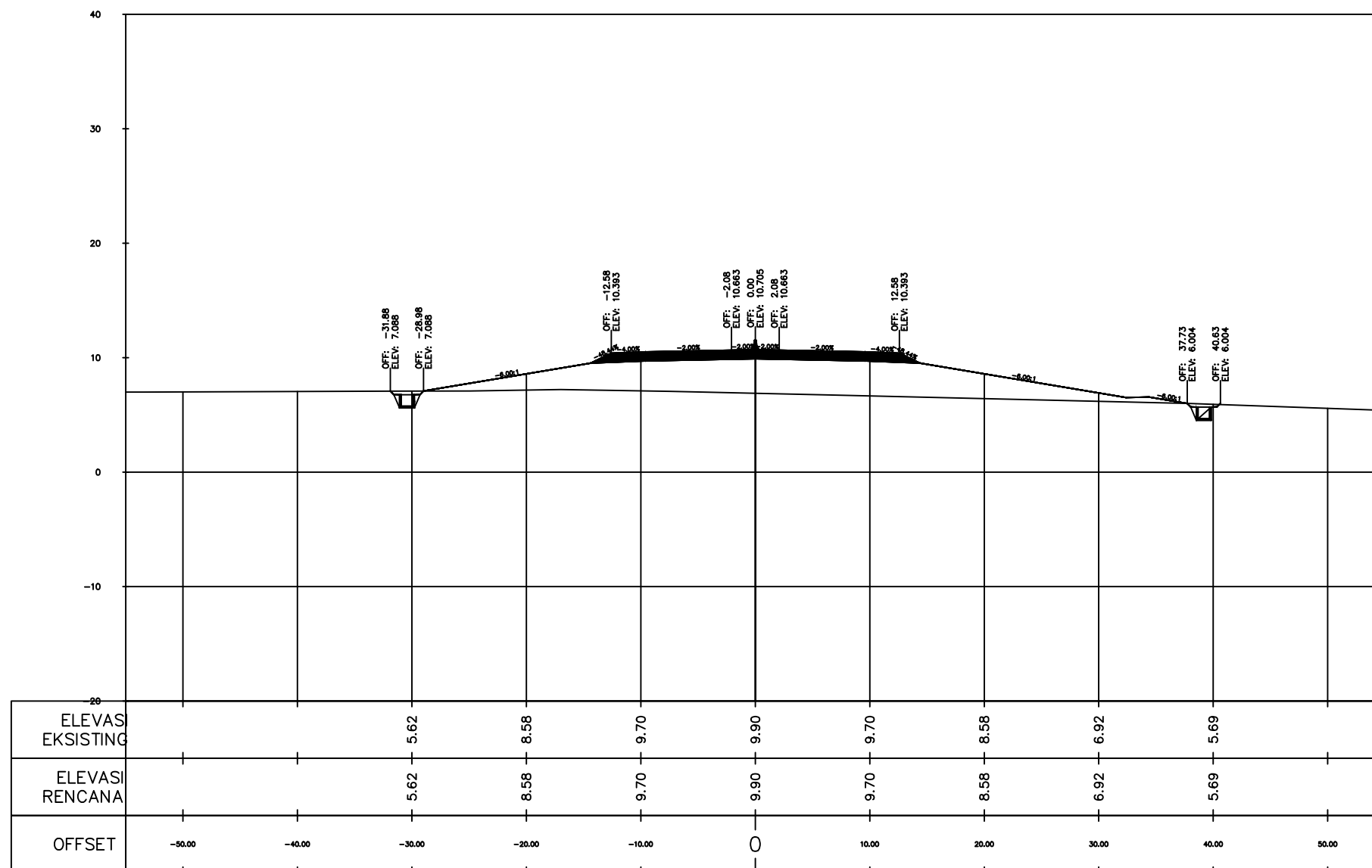
	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU	1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	50	80
					1:2000		
					PROFILE		
1:2000							



STA.	37+250	37+300	37+350	37+400	37+450	37+500	37+550	37+600	37+650	37+700
Proposed Road Elevation	13.63	10.523	13.88	11.095	14.13	12.273	14.38	17.149	14.63	16.916
Existing Ground Elevation	10.523	13.88	11.095	14.13	12.273	14.38	17.149	14.63	16.916	14.88
Vertical Curves	632.41					52.00		111.09		
Superelevation										

	JUDUL TUGAS AKHIR		DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU		1. WAHJU HERIJANTO NIP 19620961989031012 2. CAHYA BUANA NIP 197209272006041001	HAFID AL KAHFI NRP 5012201056	PLAN PROFILE	PLAN	51	80
						1:2000		
						PROFILE		
1:2000								

3+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:500

KETERANGAN

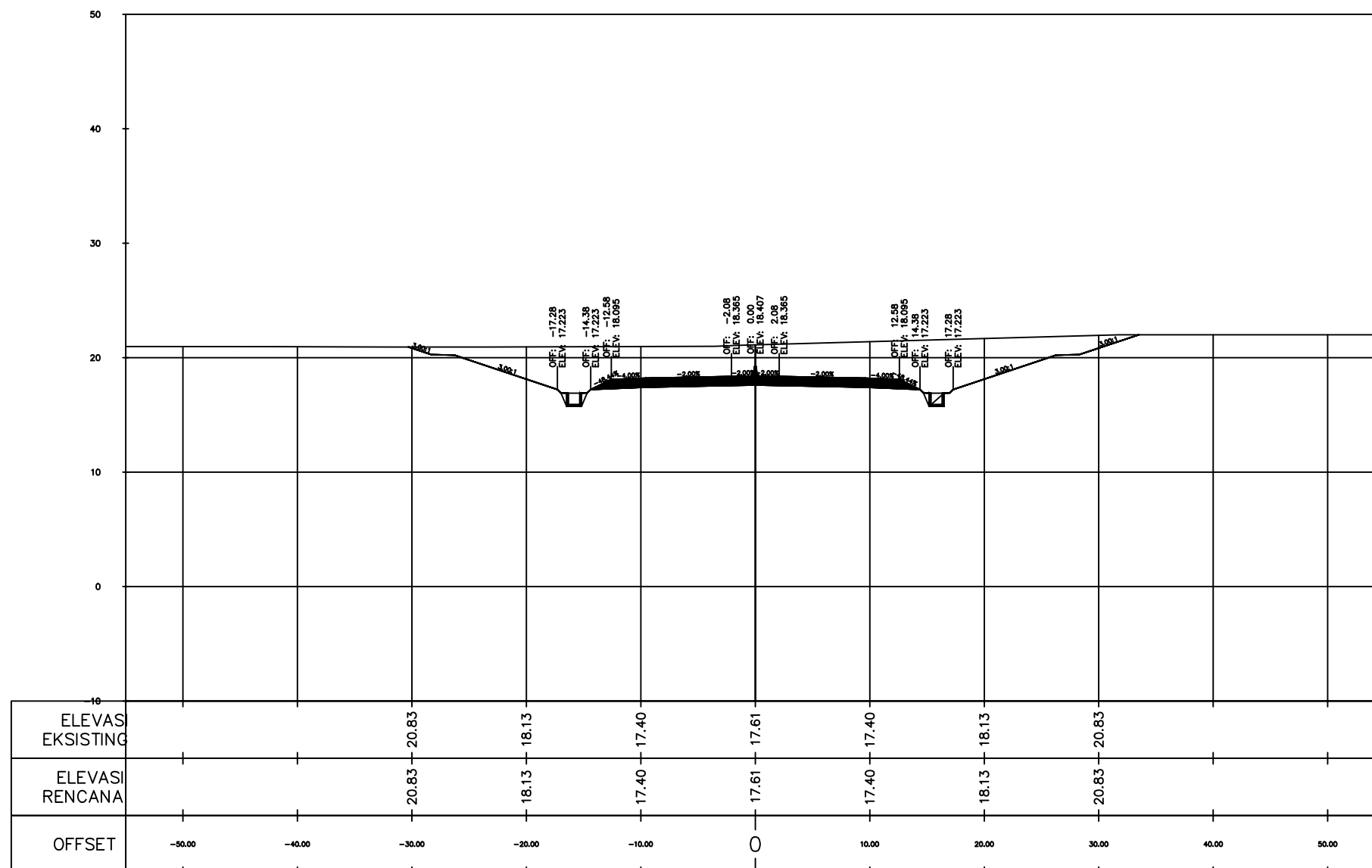
NO. GAMBAR

53

JUMLAH GAMBAR

79

14+000.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:500

KETERANGAN

NO. GAMBAR

54

JUMLAH GAMBAR

79

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

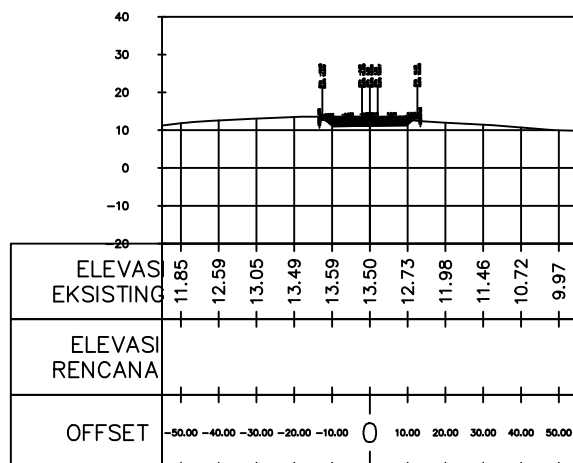
NO. GAMBAR

55

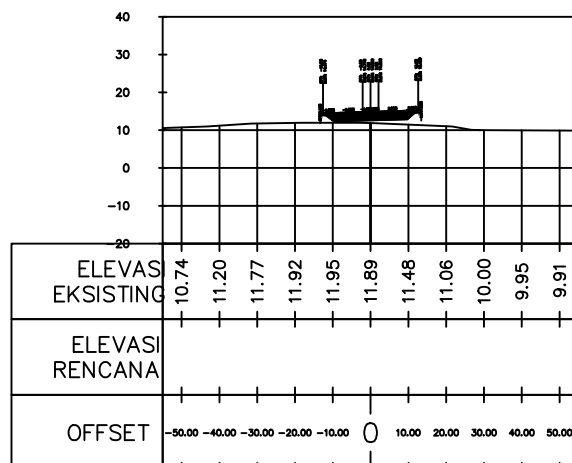
JUMLAH GAMBAR

80

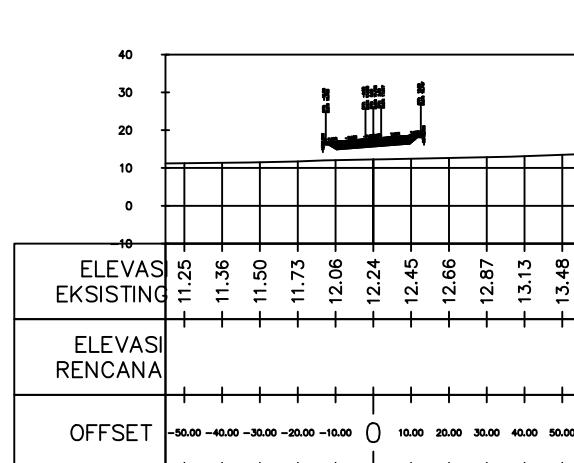
0+000.00



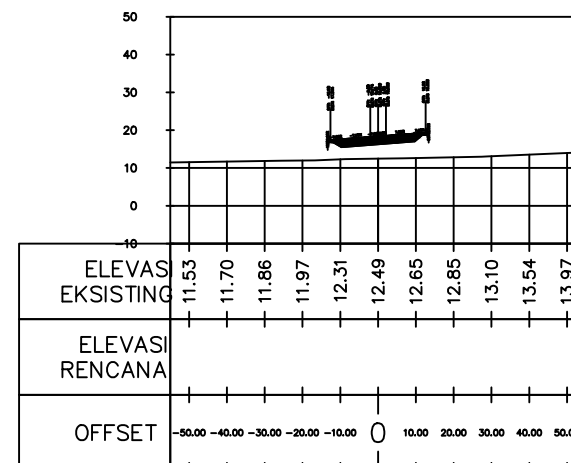
0+043.01



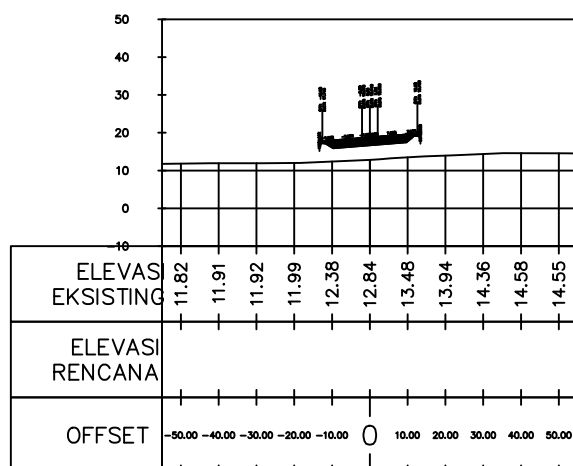
0+144.01



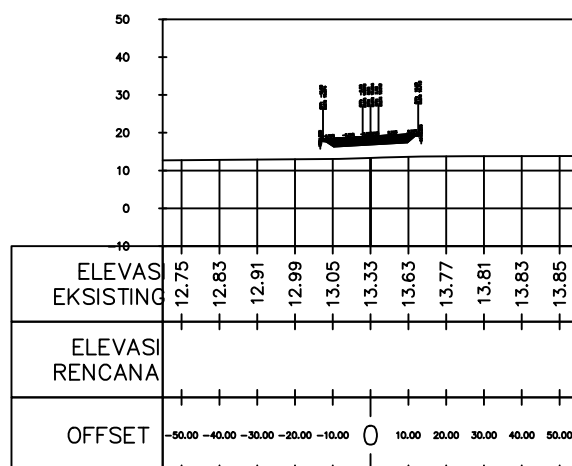
0+175.03



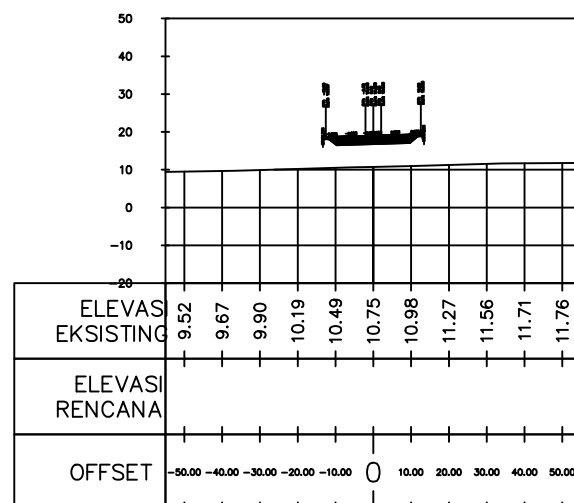
0+206.06



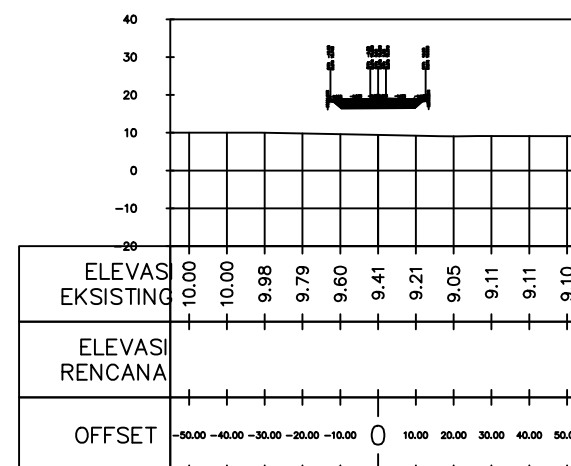
0+250.00



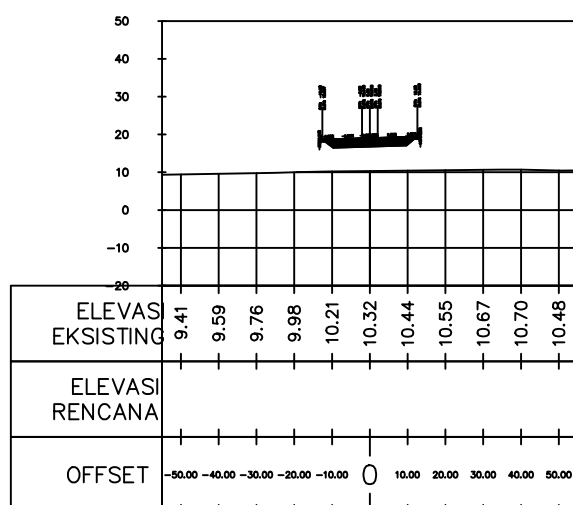
0+307.06



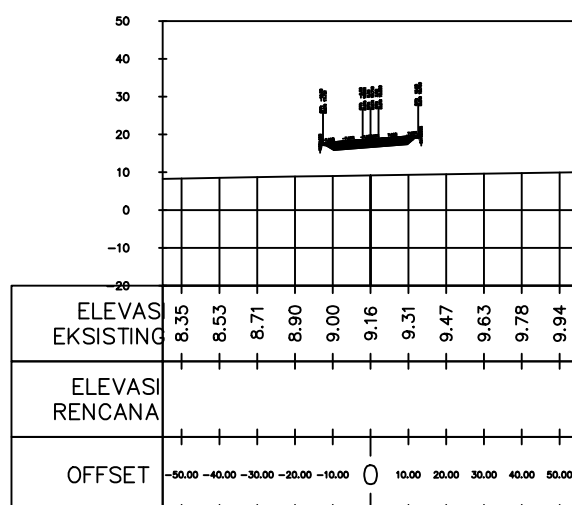
0+500.00



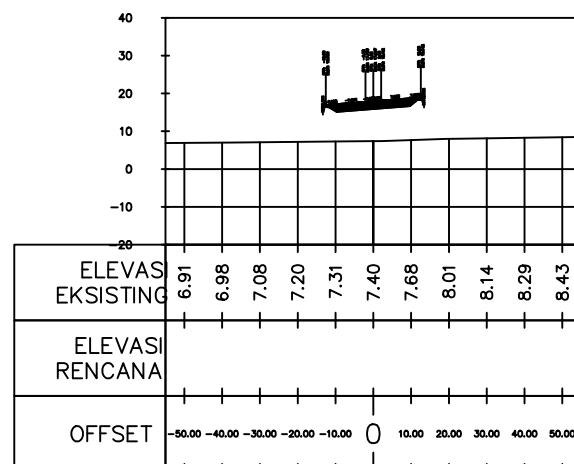
0+581.12



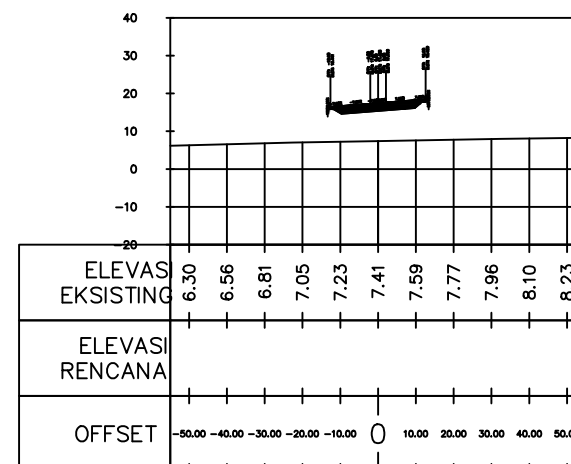
0+682.12



0+750.00



0+795.13



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

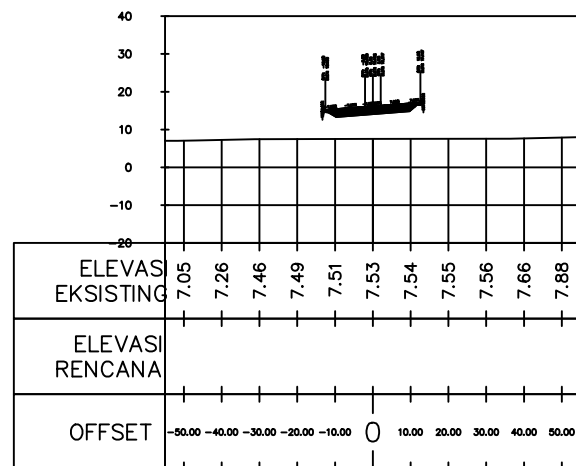
NO. GAMBAR

56

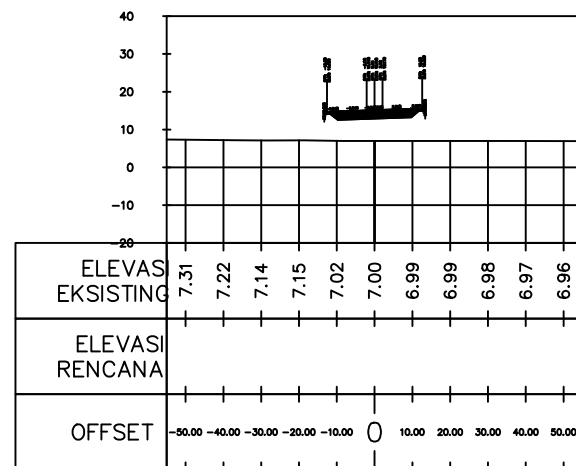
JUMLAH GAMBAR

80

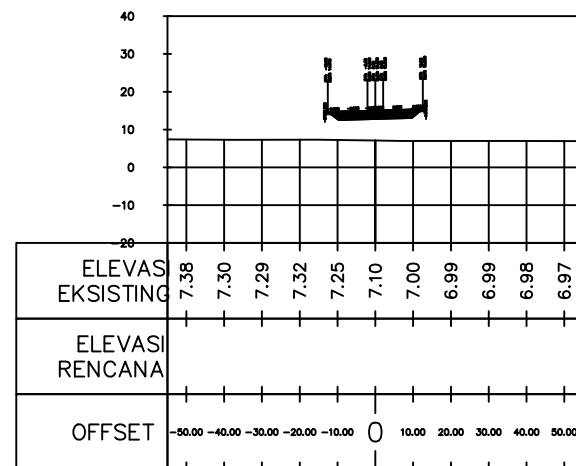
0+908.14



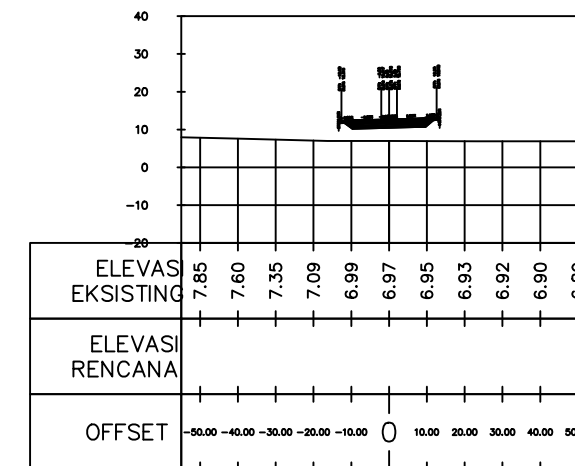
1+000.00



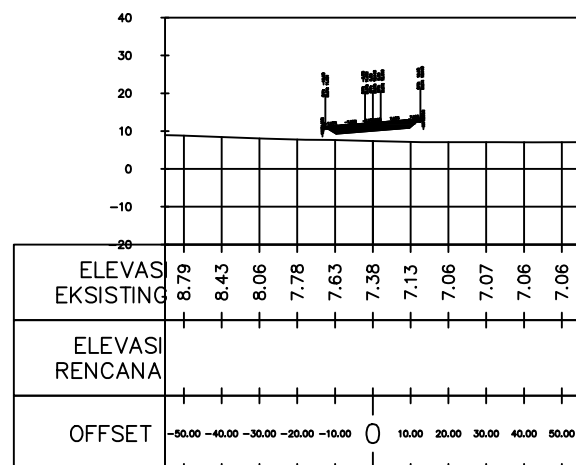
1+009.14



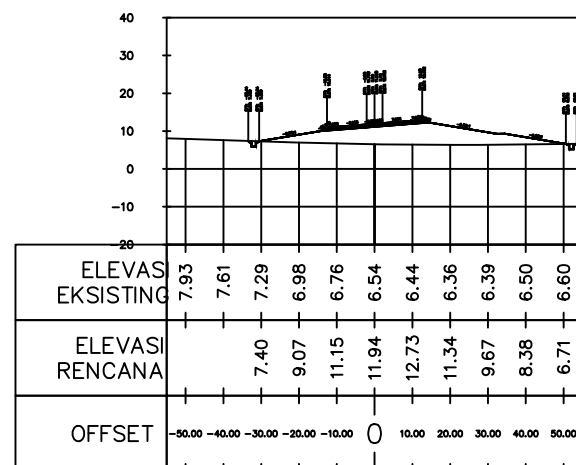
1+290.95



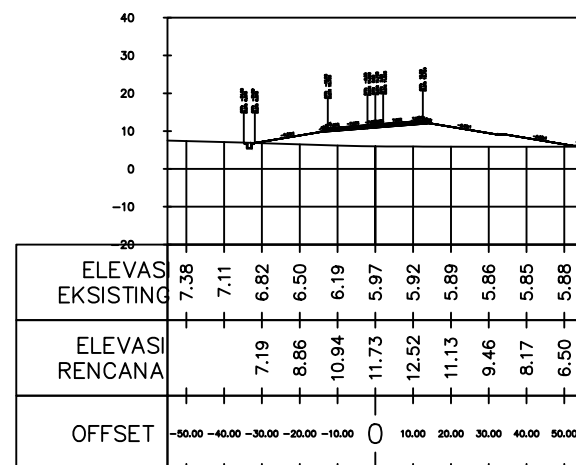
1+391.95



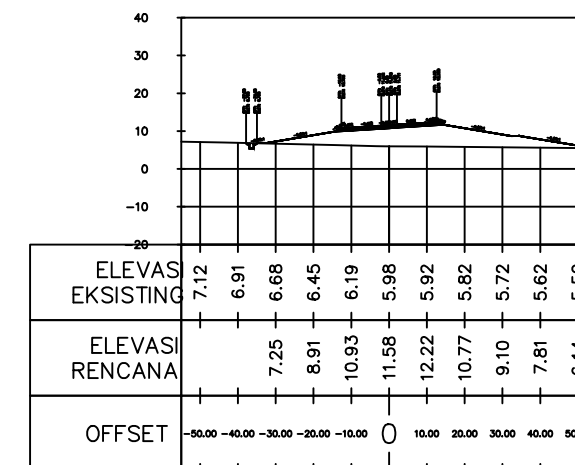
1+431.39



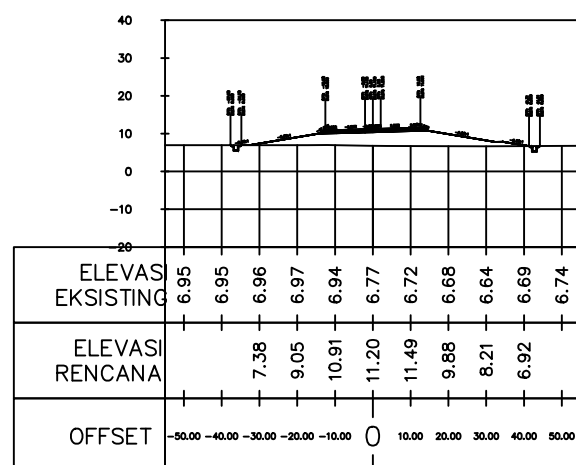
1+470.83



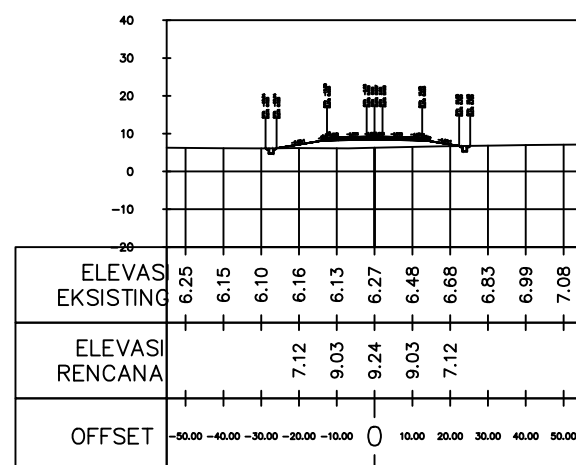
1+500.00



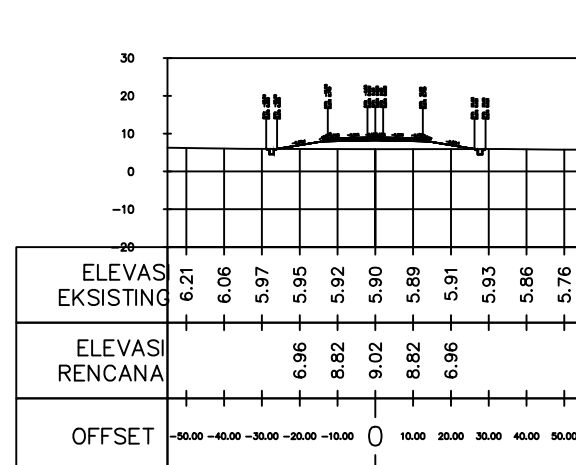
1+571.83



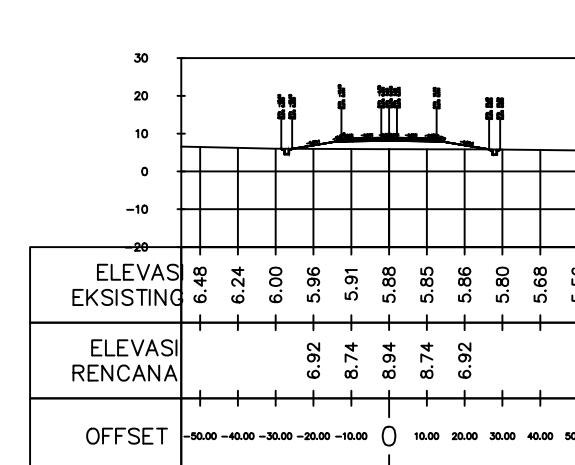
1+944.22



1+984.48



2+000.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012**
- 2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001**

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

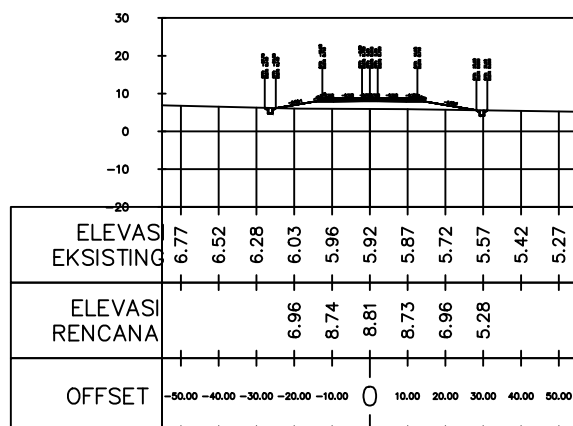
NO. GAMBAR

57

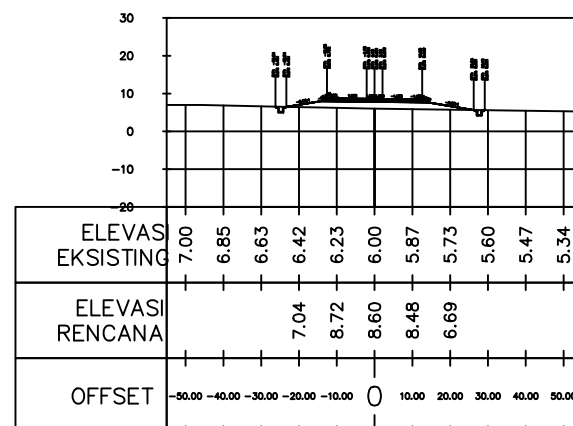
JUMLAH GAMBAR

80

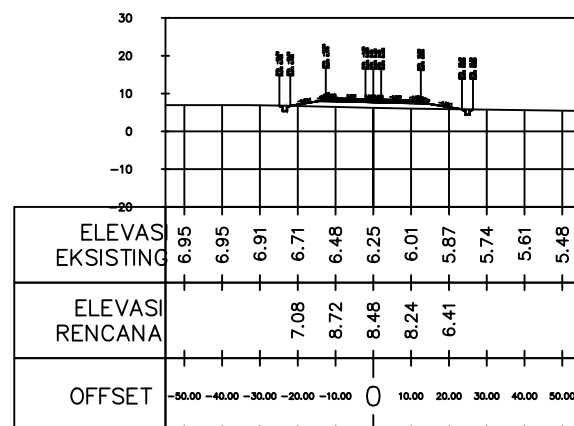
2+024.73



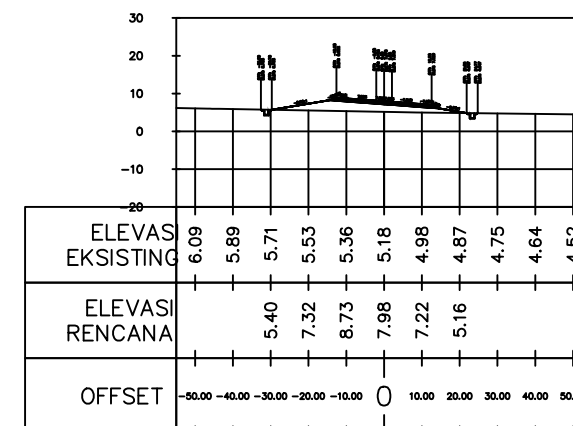
2+064.98



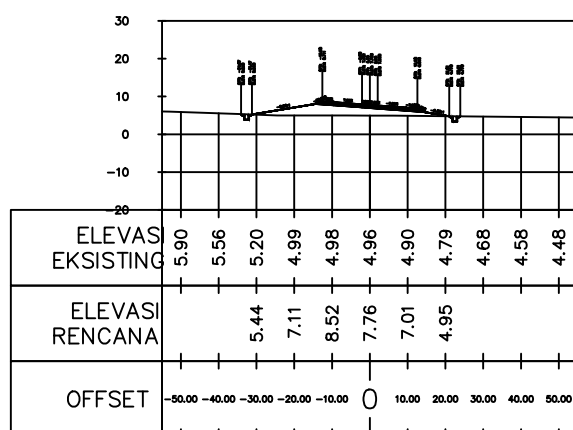
2+087.73



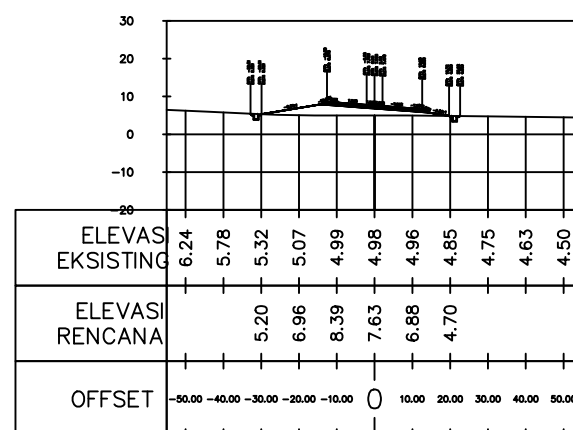
2+183.73



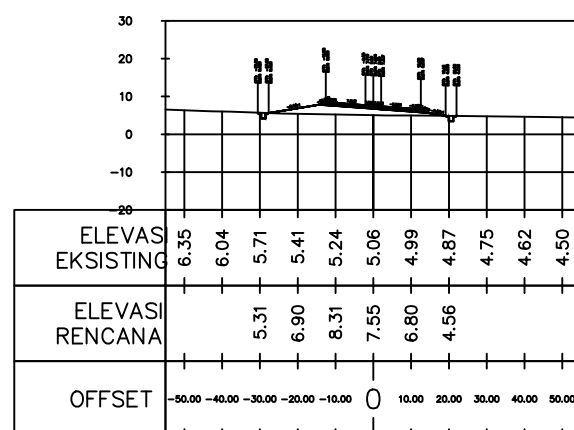
2+223.76



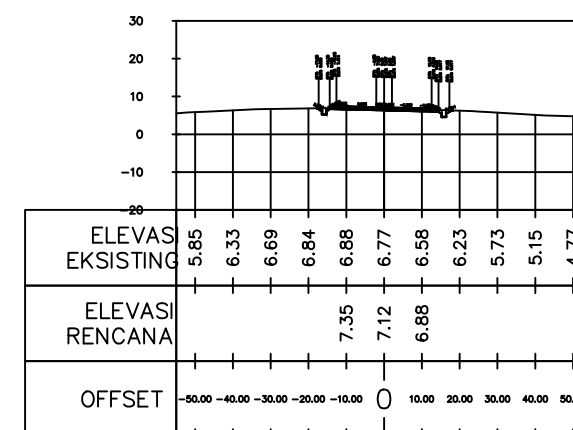
2+250.00



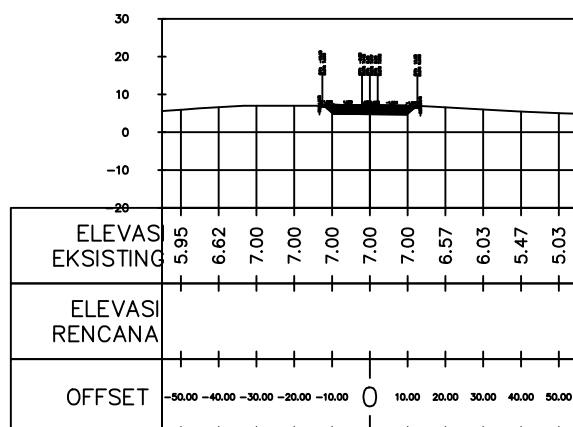
2+263.78



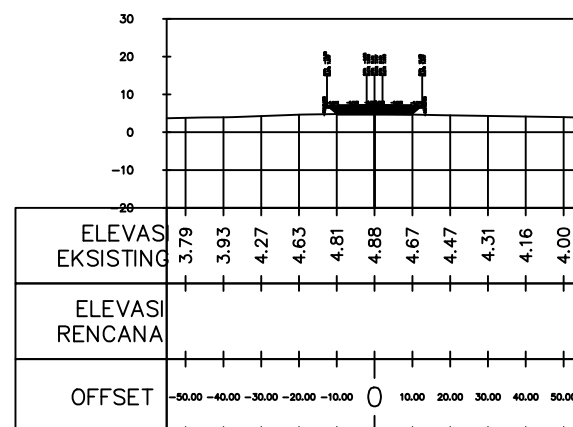
2+359.78



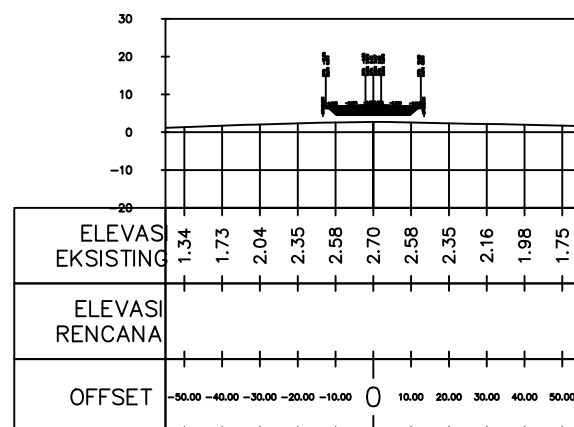
2+382.53



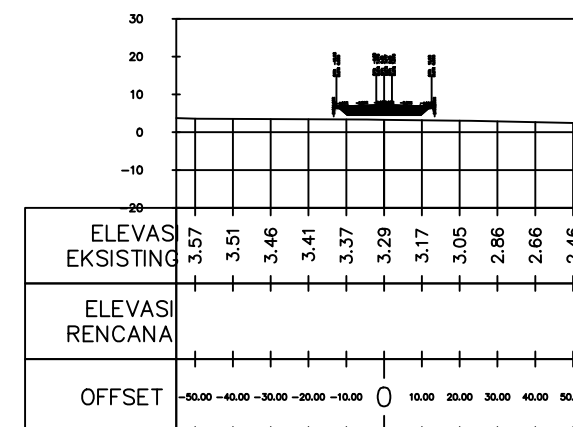
2+422.78



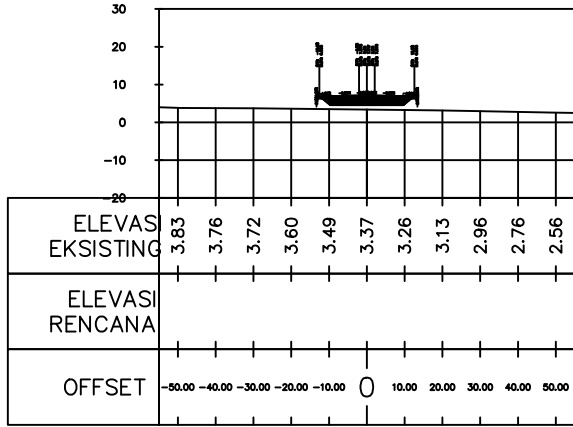
2+463.03



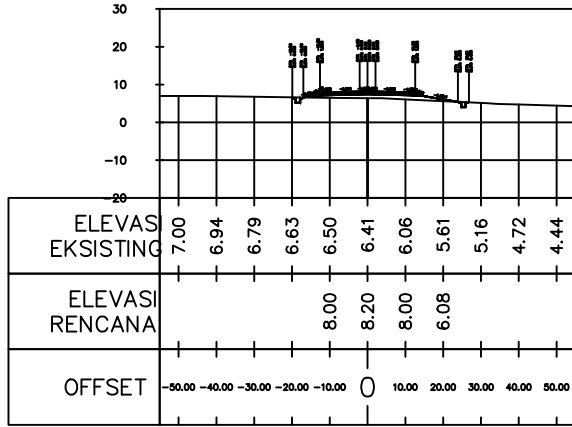
2+500.00



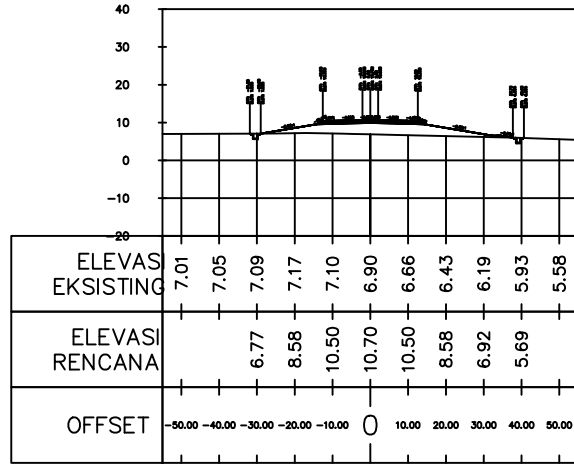
2+503.29



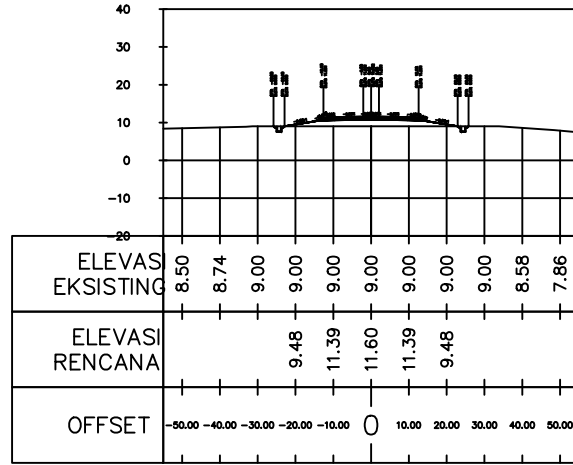
3+000.00



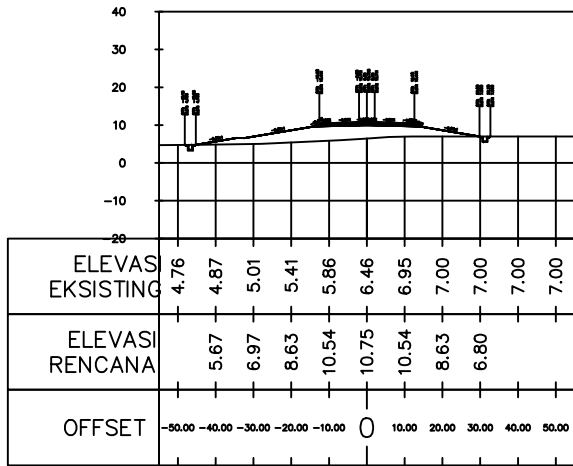
3+500.00



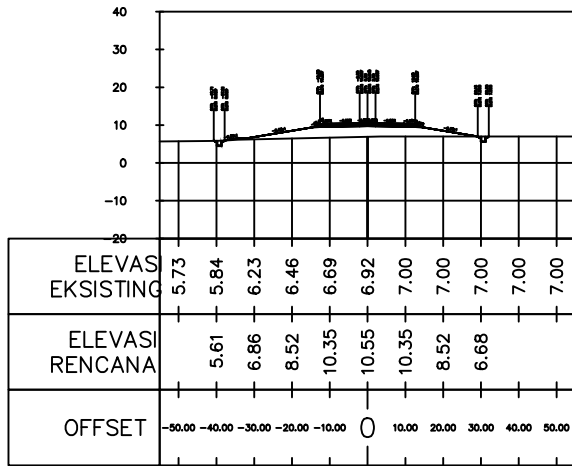
4+000.00



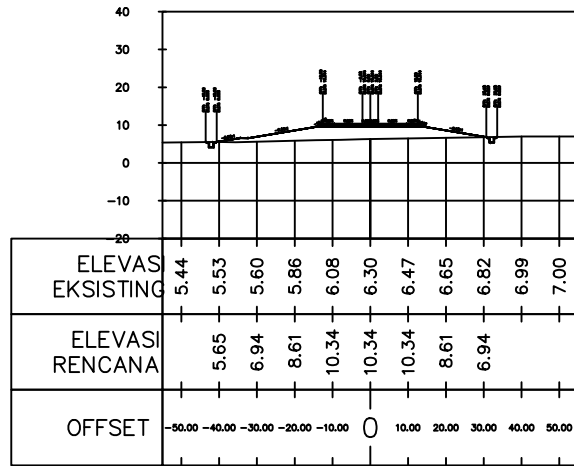
4+169.81



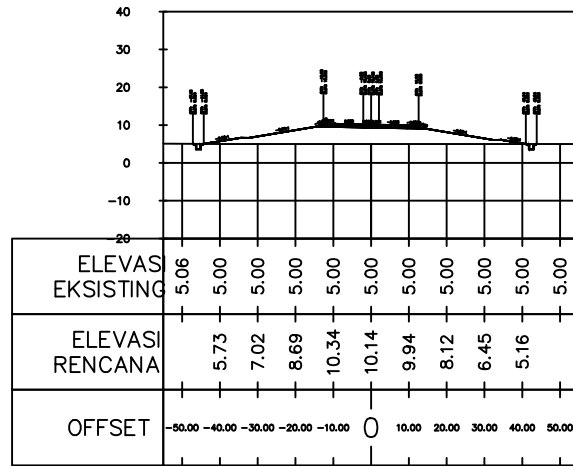
4+210.09



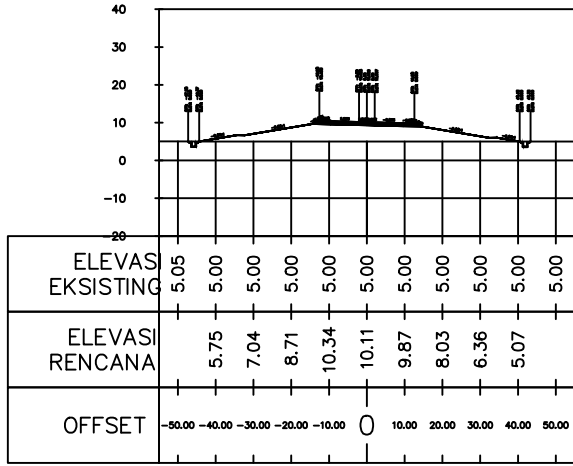
4+250.37



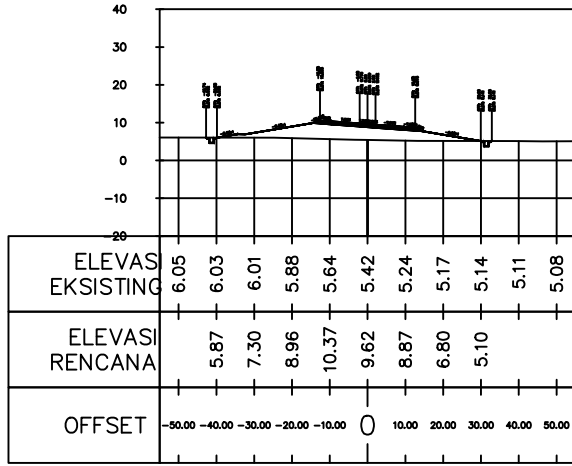
4+290.66



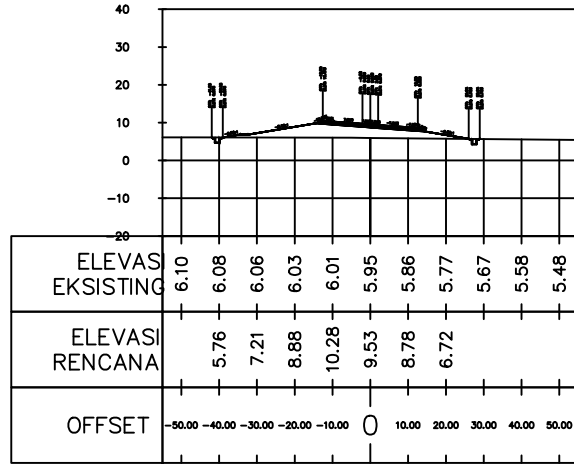
4+297.37



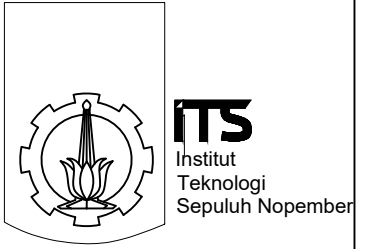
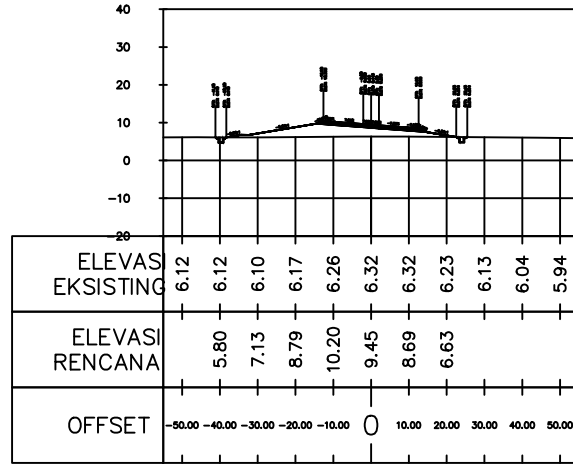
4+393.37



4+410.42



4+427.47



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

NO. GAMBAR

58

JUMLAH GAMBAR

80

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

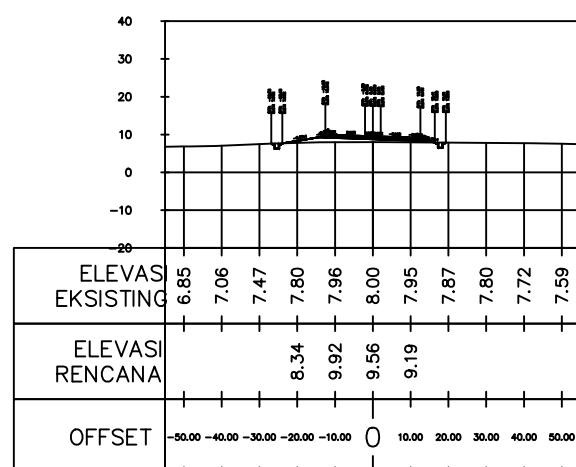
NO. GAMBAR

59

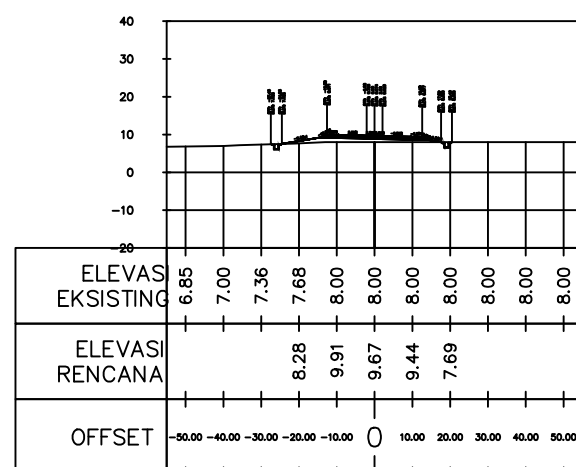
JUMLAH GAMBAR

80

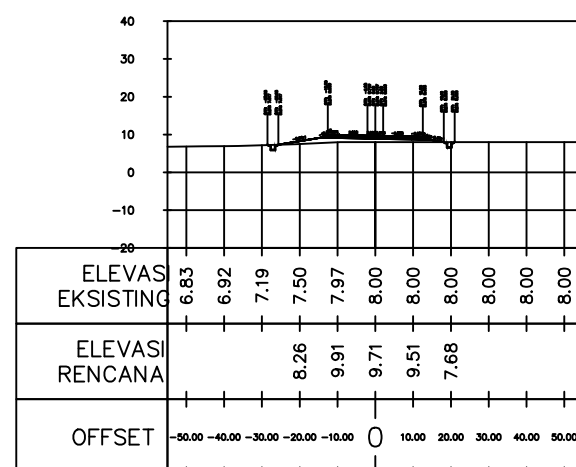
4+500.00



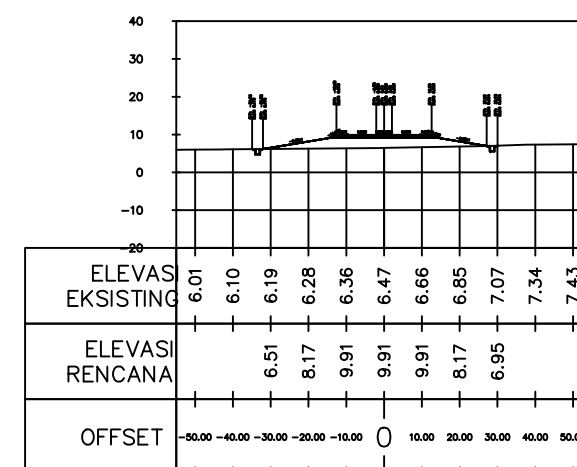
4+523.47



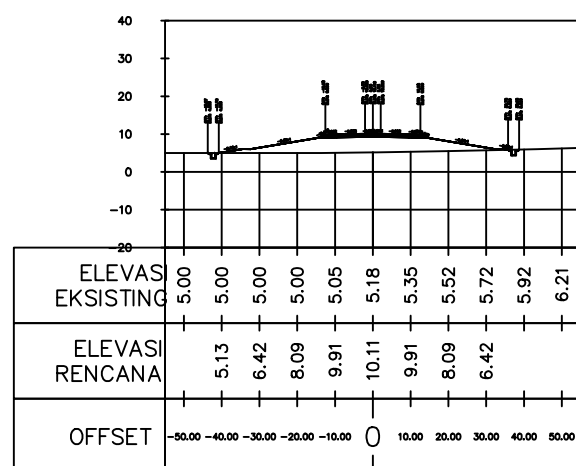
4+530.19



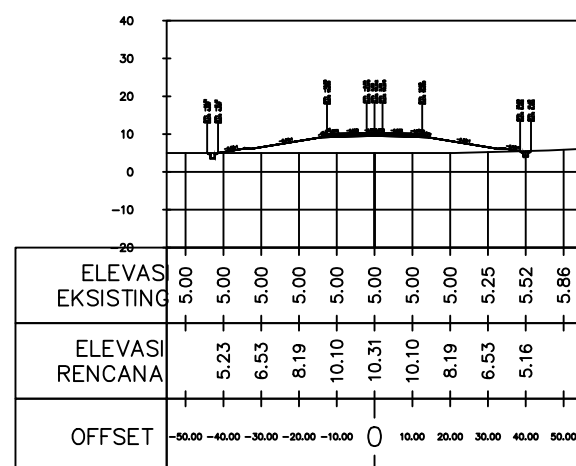
4+570.47



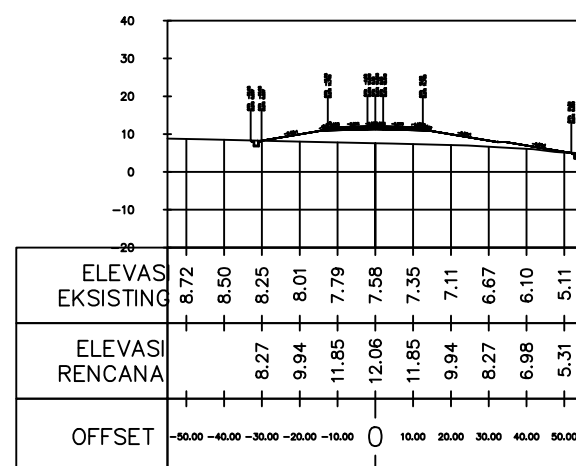
4+610.75



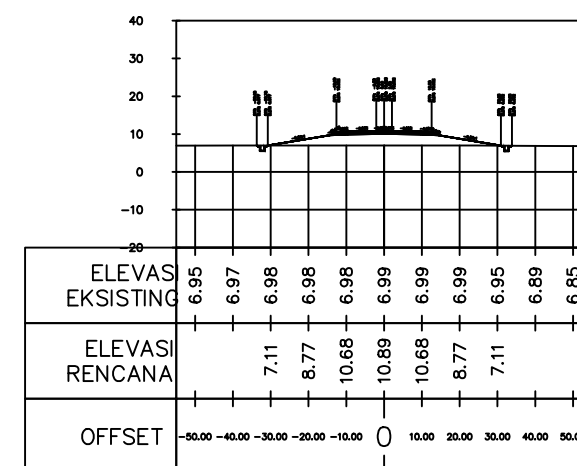
4+651.03



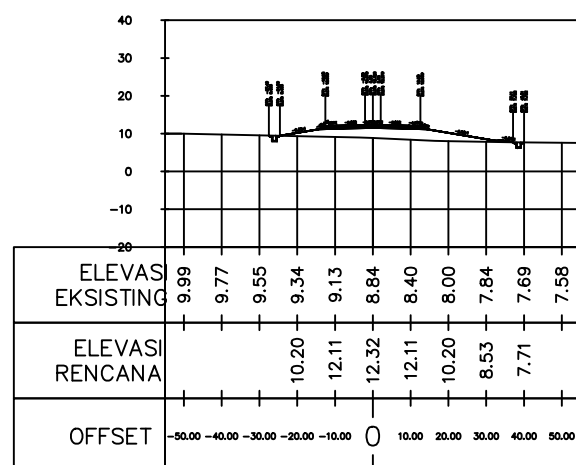
5+000.00



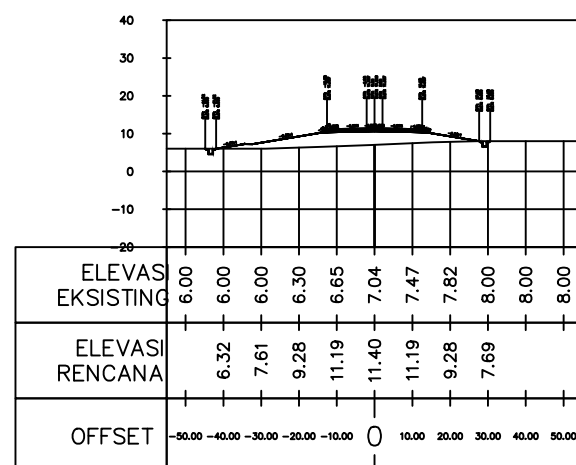
5+500.00



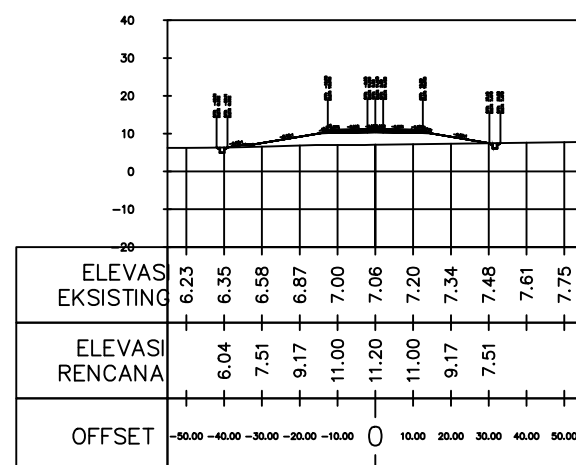
6+000.00



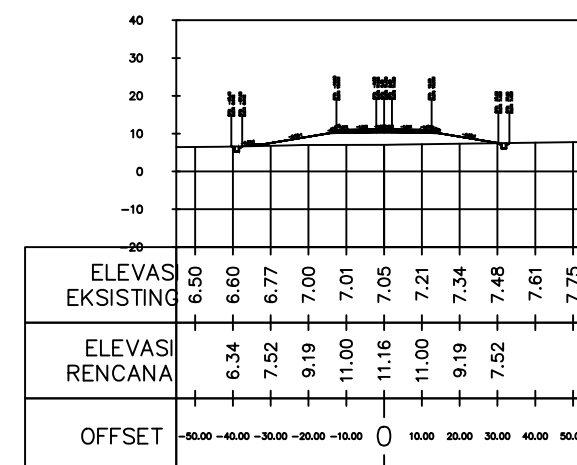
6+451.83



6+492.09



6+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

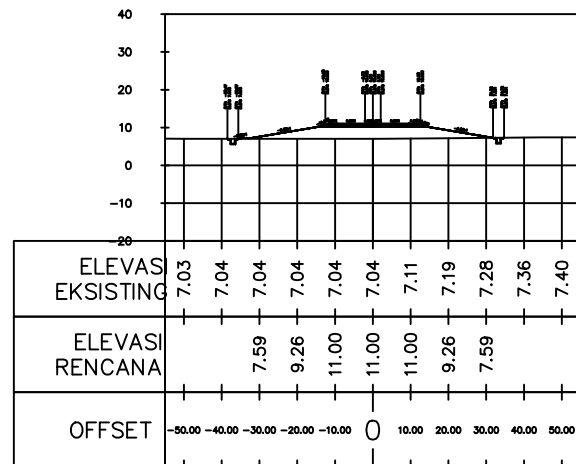
NO. GAMBAR

60

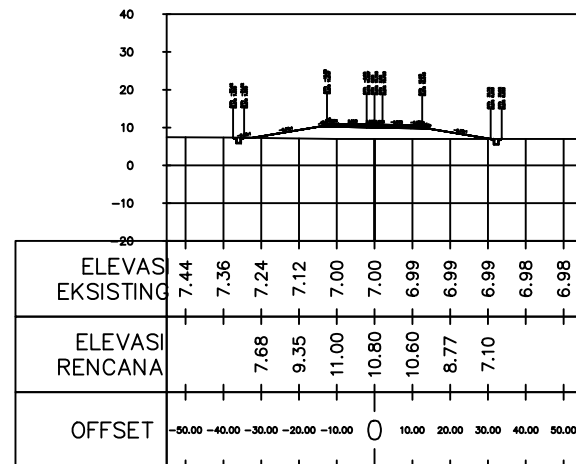
JUMLAH GAMBAR

80

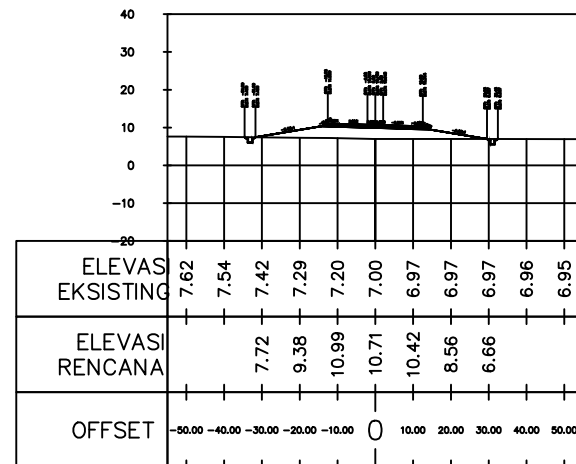
6+532.34



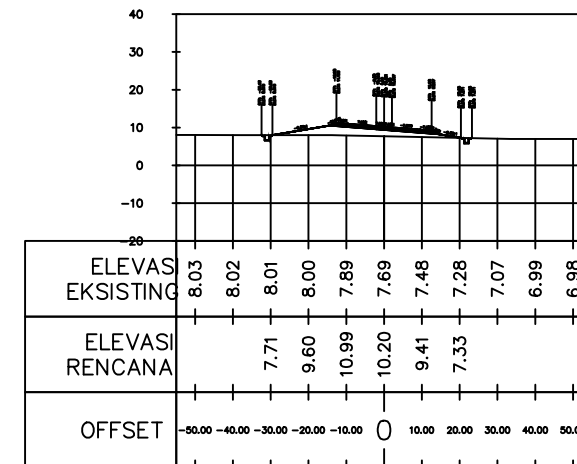
6+572.59



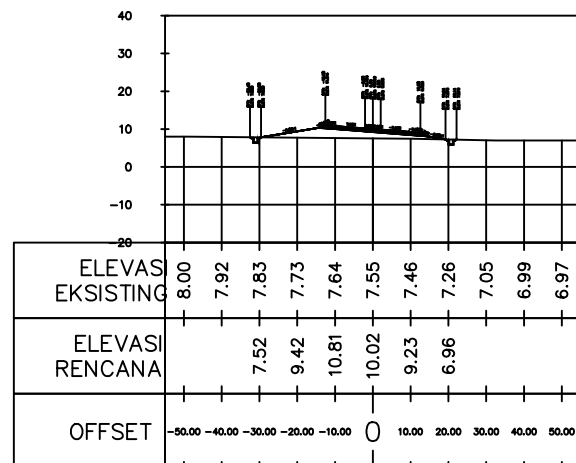
6+590.34



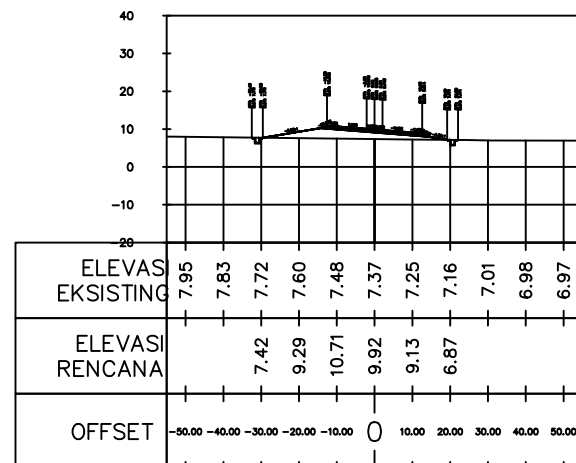
6+691.34



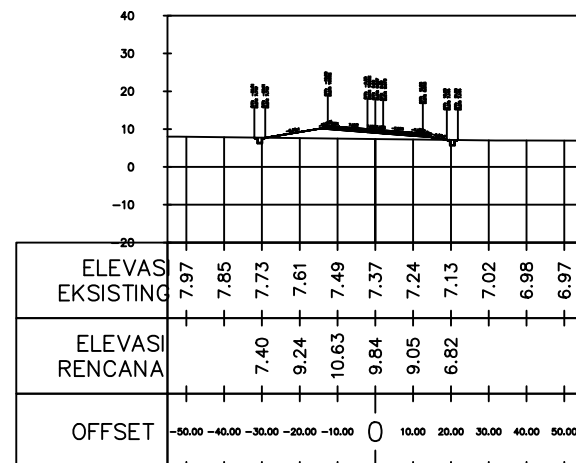
6+727.73



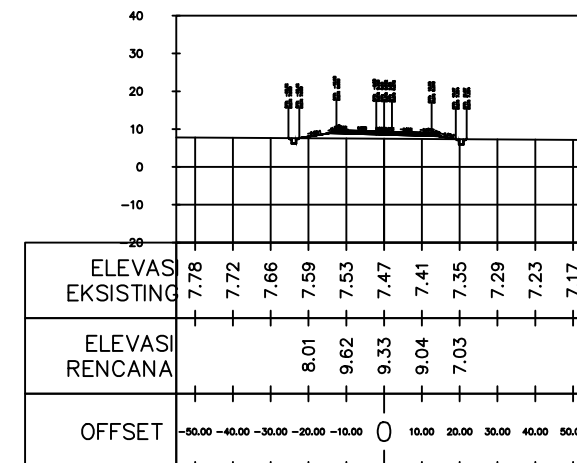
6+750.00



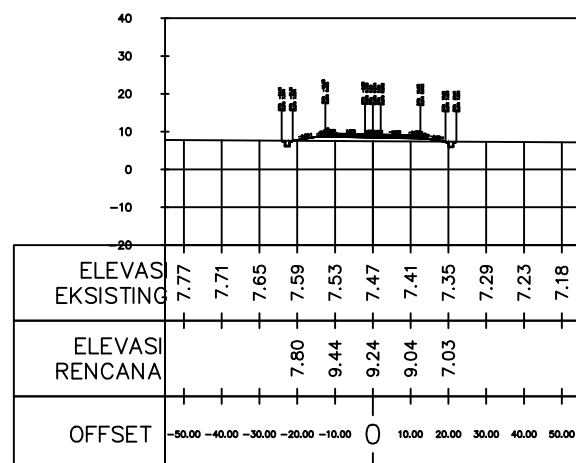
6+764.12



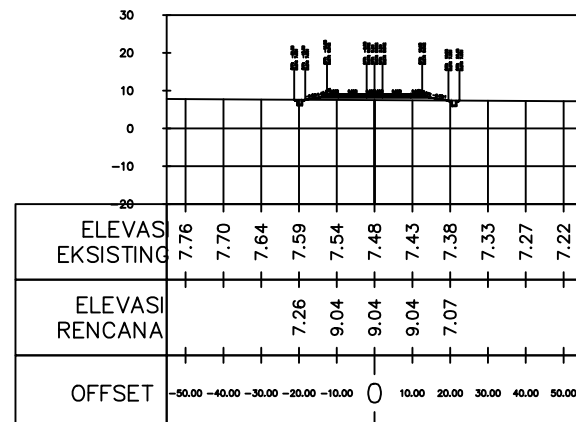
6+865.12



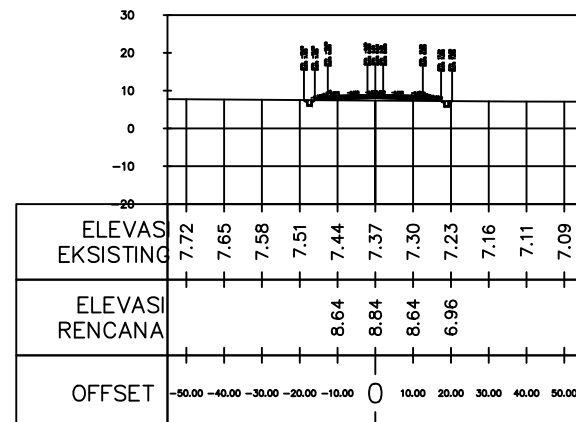
6+882.87



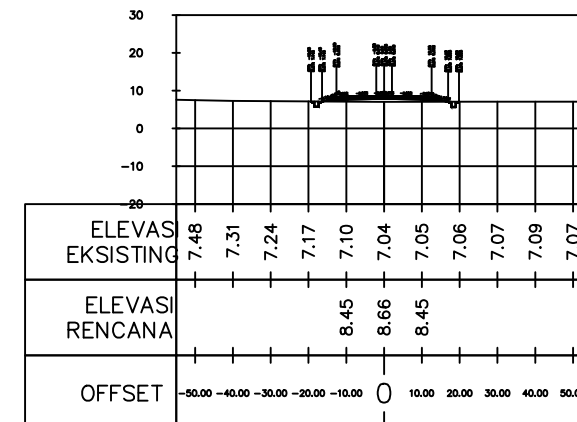
6+923.12



6+963.37



7+000.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

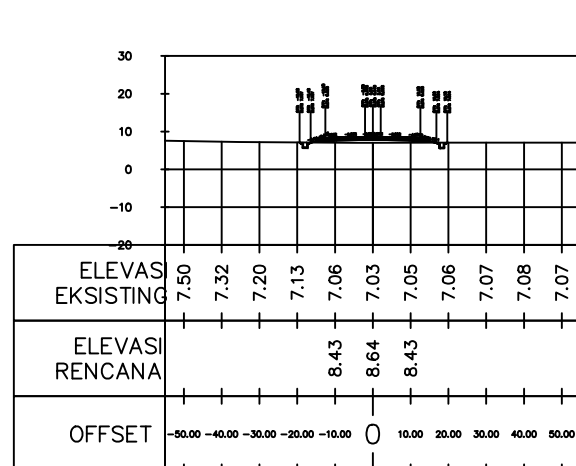
NO. GAMBAR

61

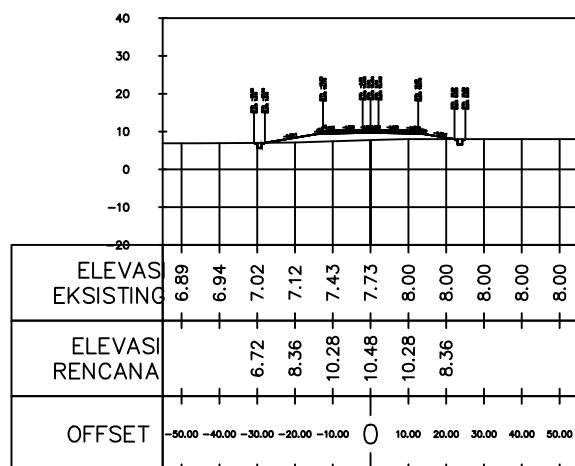
JUMLAH GAMBAR

80

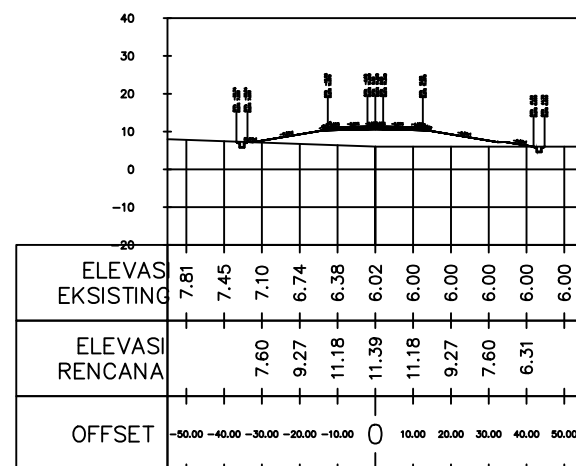
7+003.62



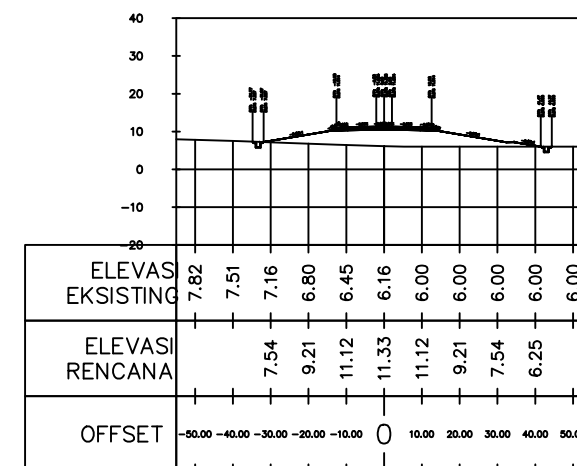
7+500.00



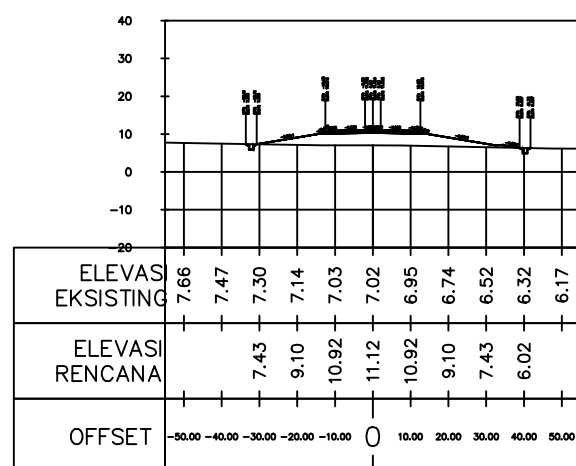
8+000.00



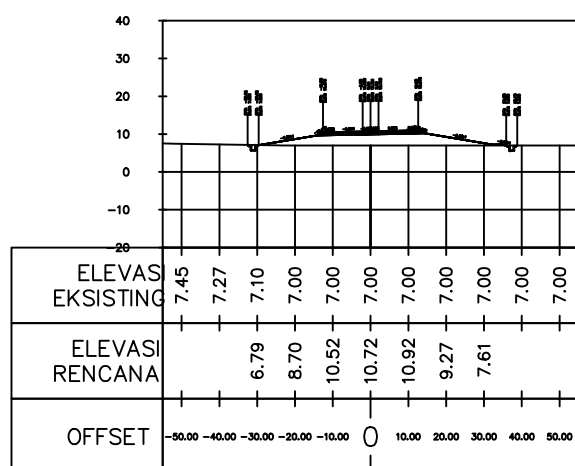
8+012.97



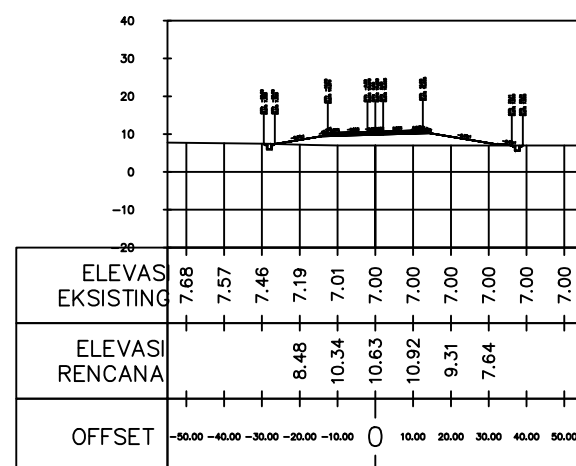
8+053.22



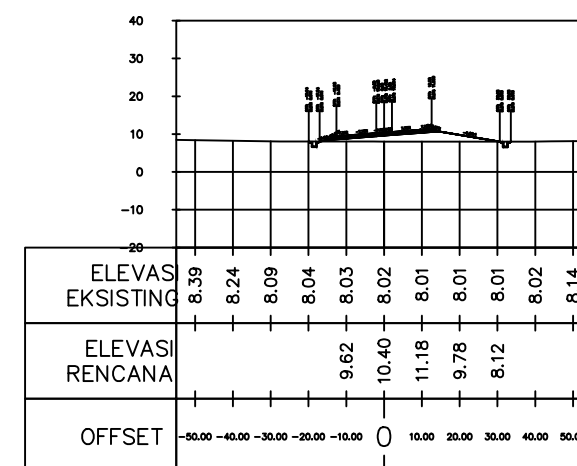
8+133.73



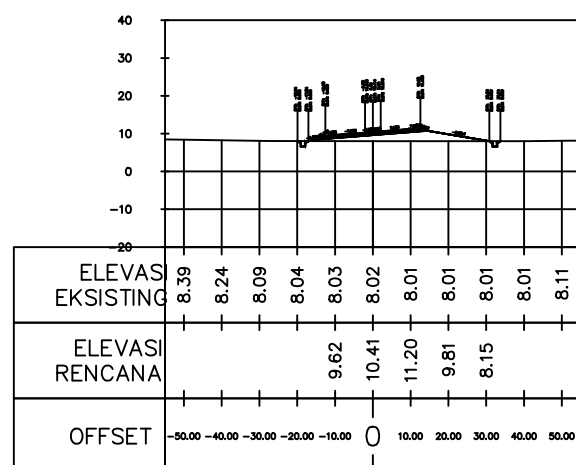
8+151.48



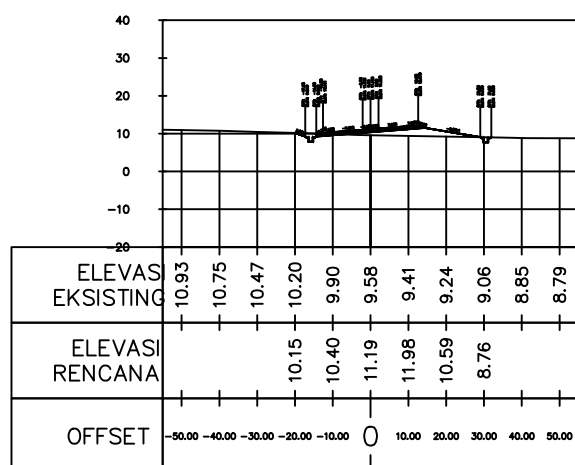
8+250.00



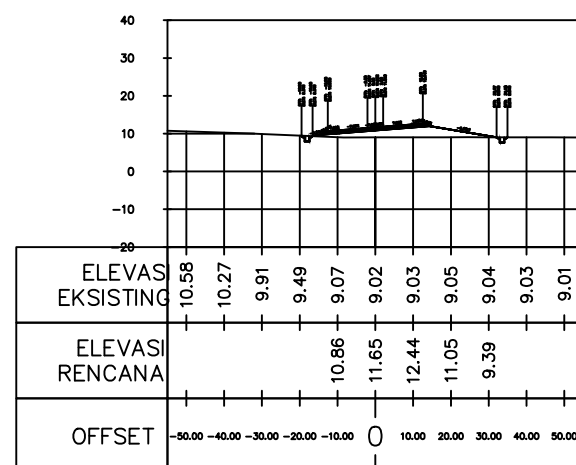
8+252.48



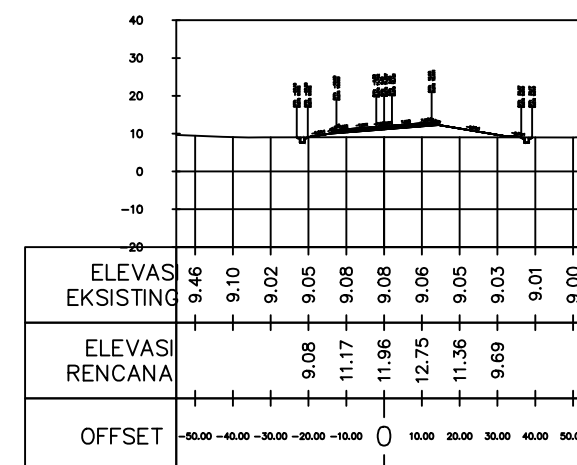
8+406.74



8+500.00



8+561.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

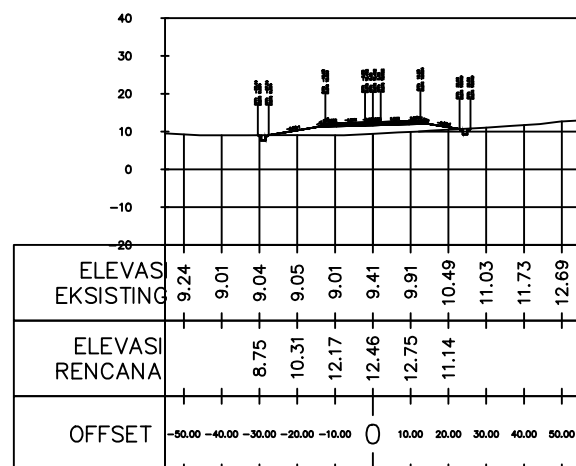
NO. GAMBAR

62

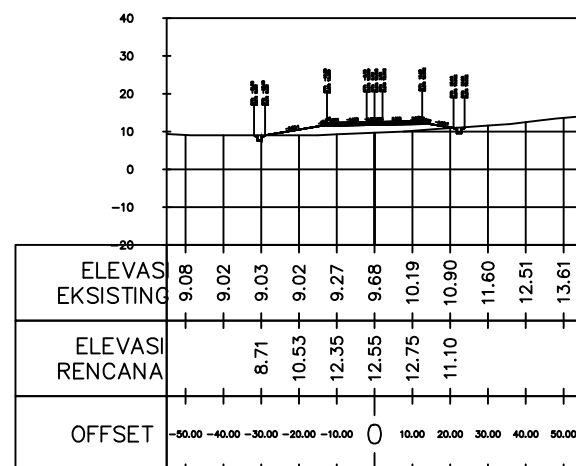
JUMLAH GAMBAR

80

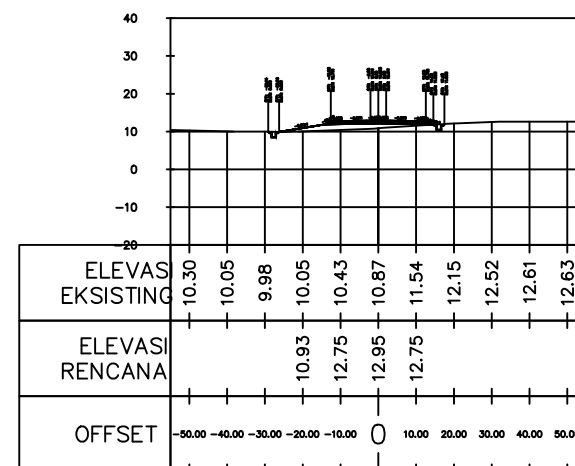
8+662.00



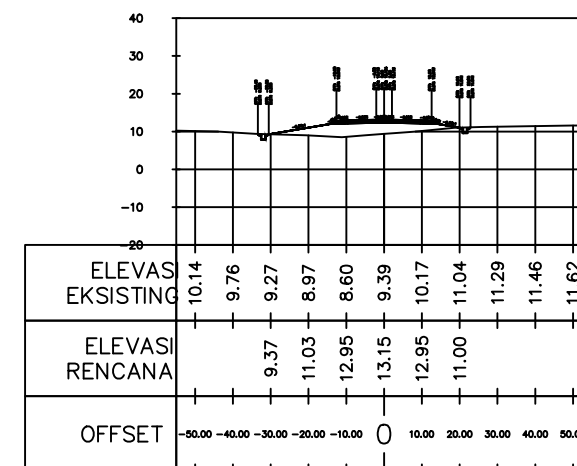
8+679.75



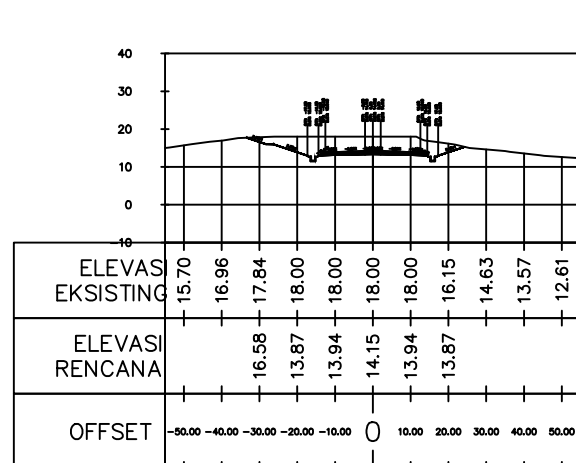
8+760.26



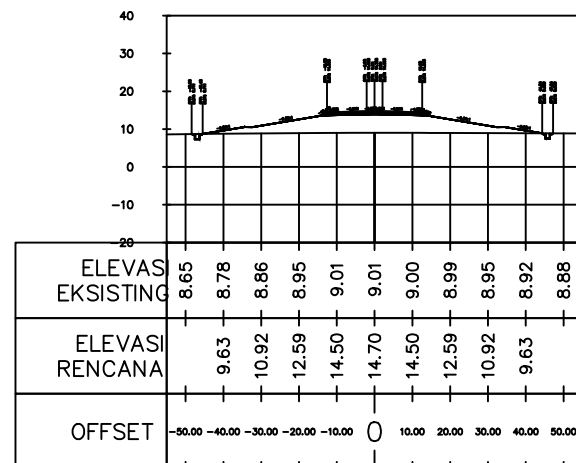
8+800.51



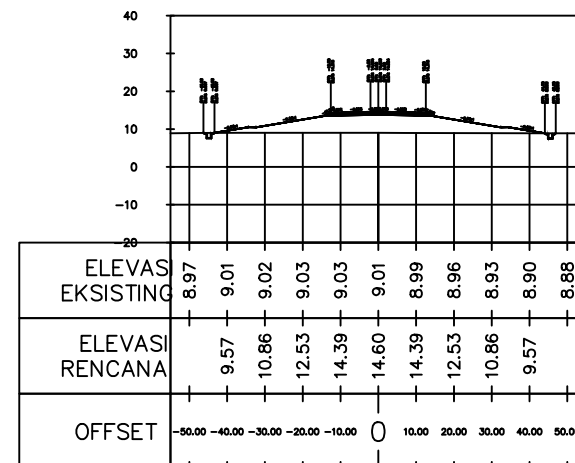
9+000.00



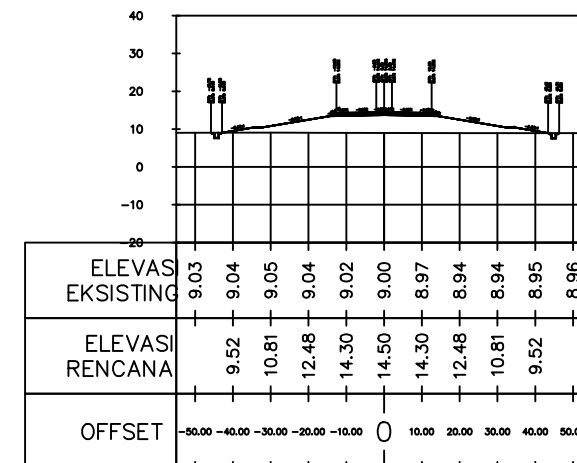
9+478.13



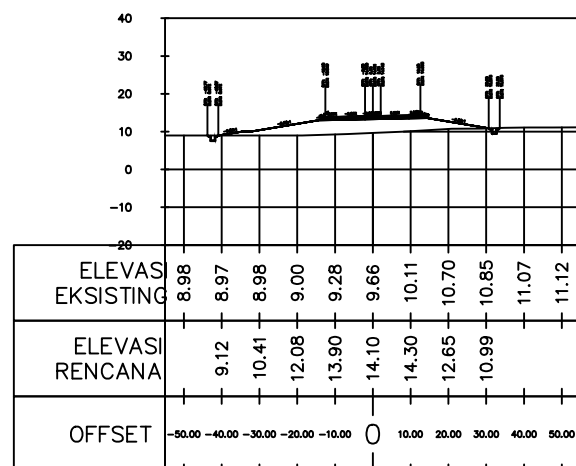
9+500.00



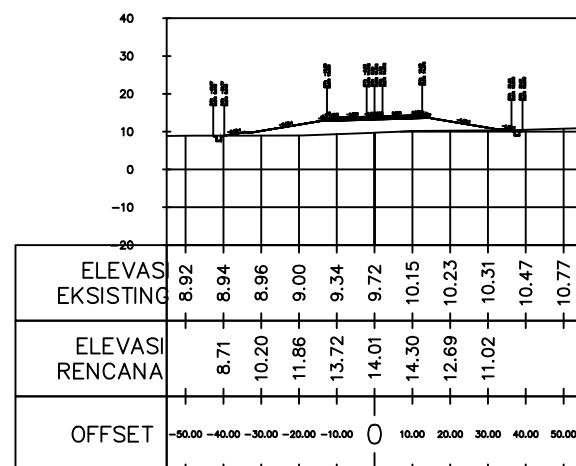
9+518.39



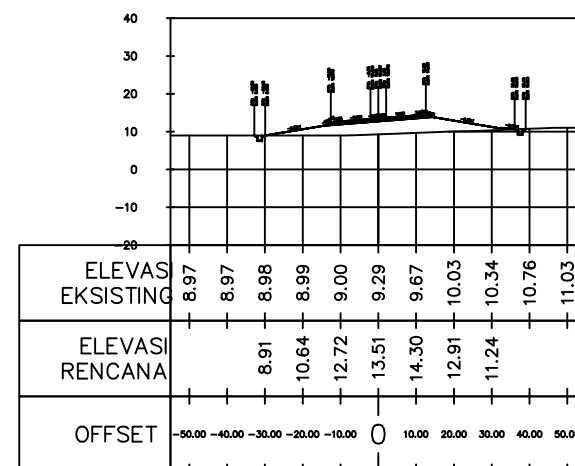
9+598.89



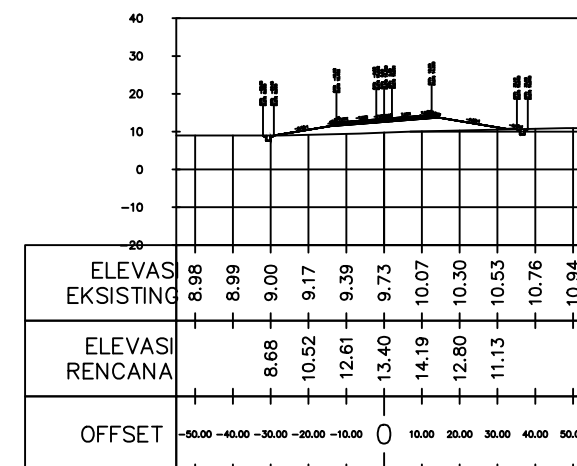
9+616.64



9+717.64



9+739.85



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

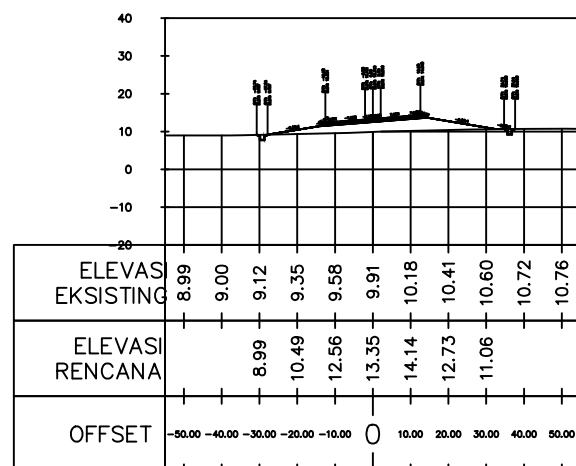
NO. GAMBAR

63

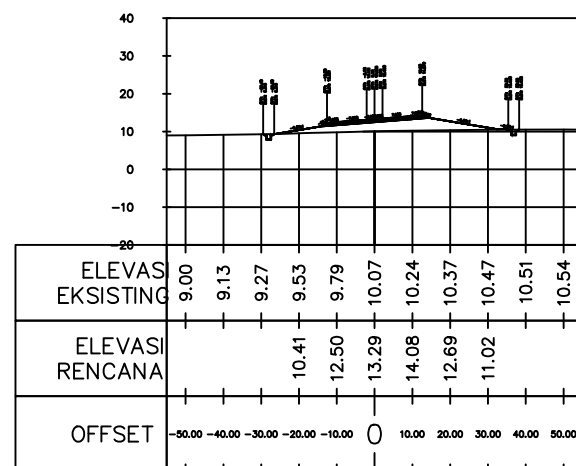
JUMLAH GAMBAR

80

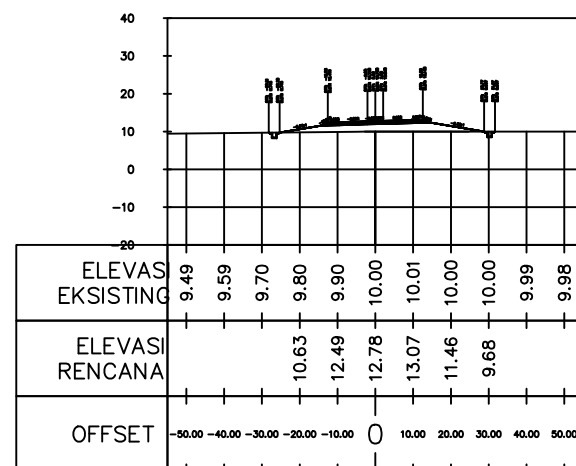
9+750.00



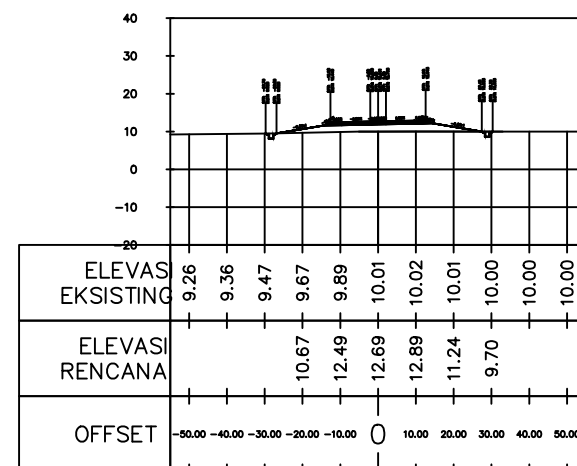
9+762.07



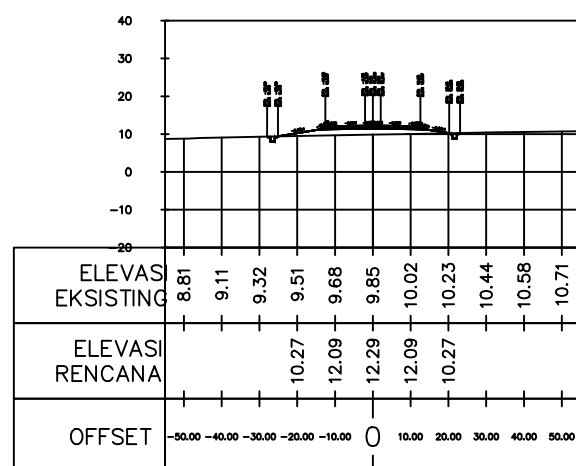
9+863.07



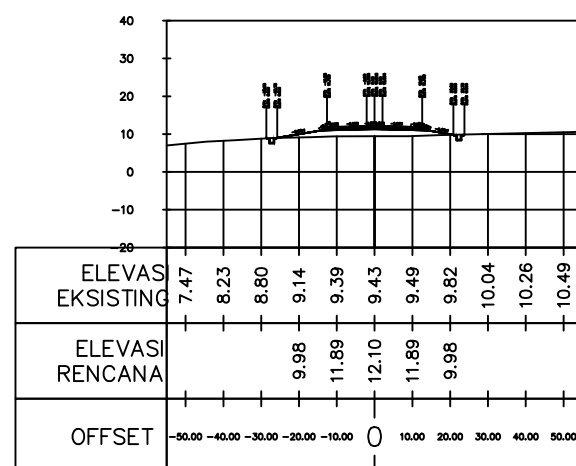
9+880.81



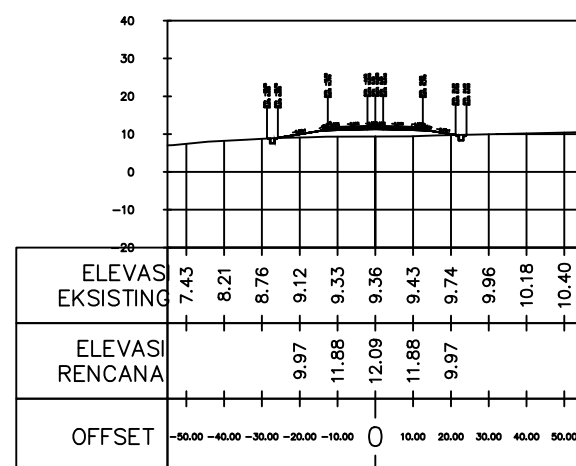
9+961.32



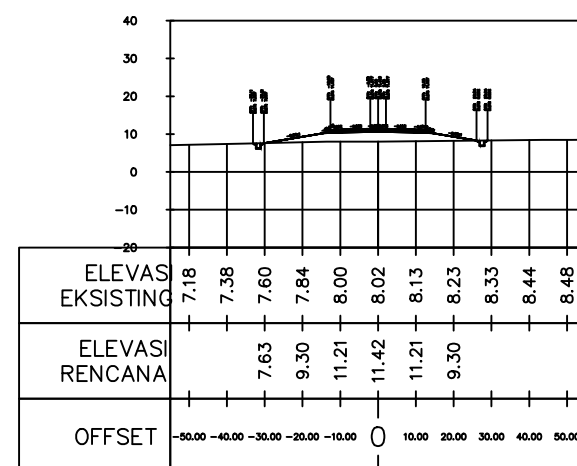
10+000.00



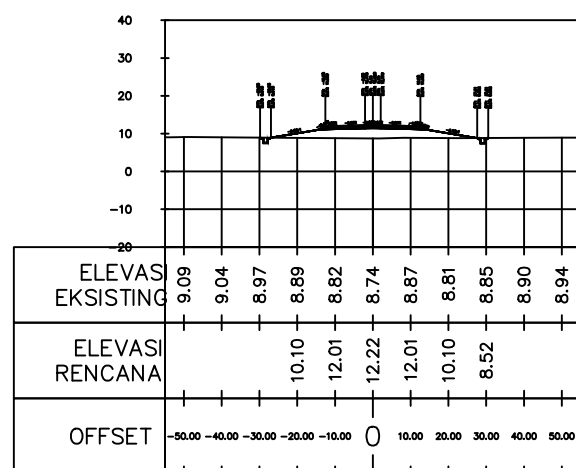
10+001.57



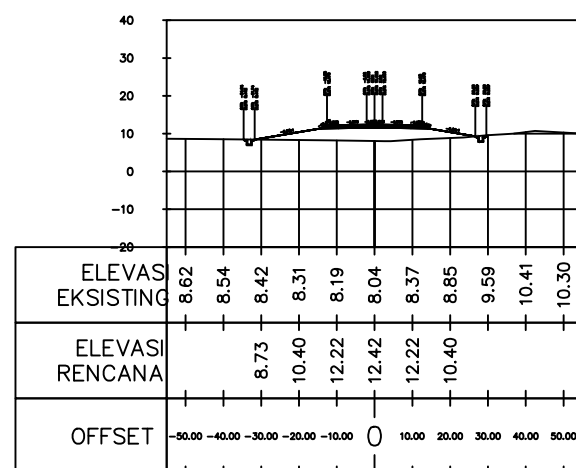
10+500.00



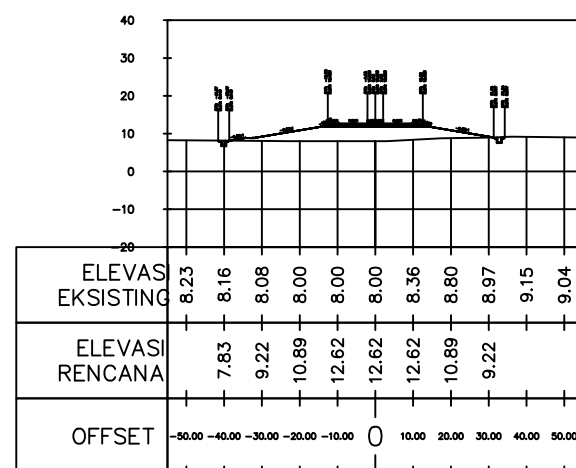
10+660.27



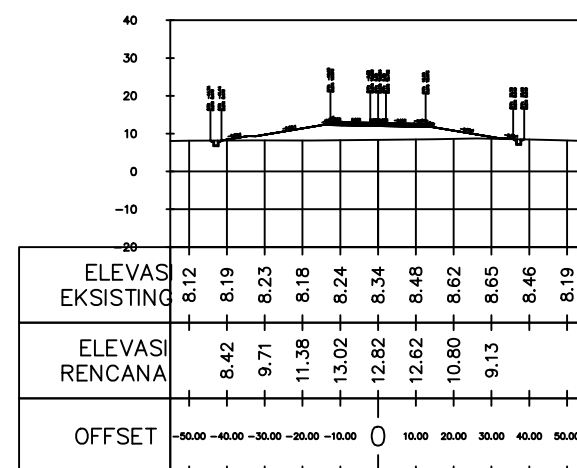
10+700.52



10+740.77



10+781.03



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

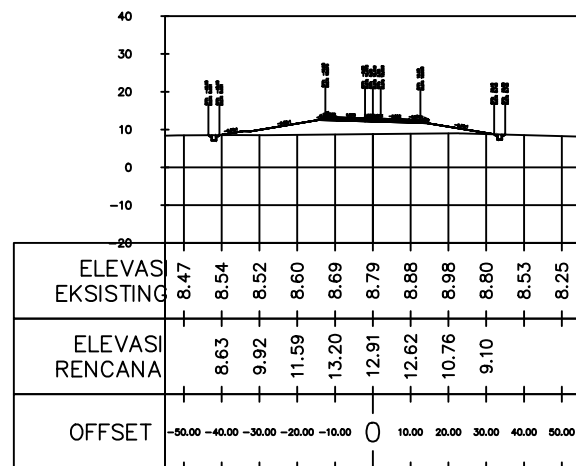
NO. GAMBAR

64

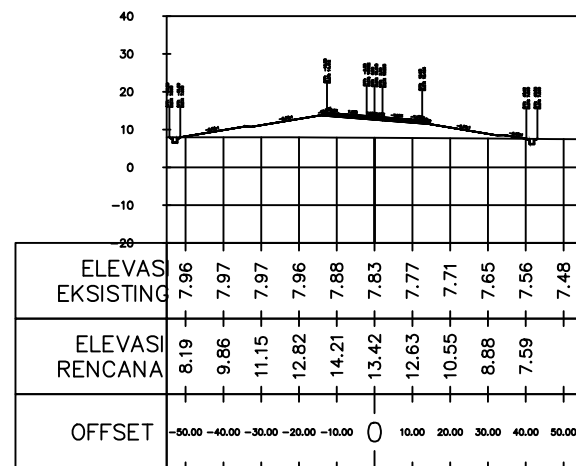
JUMLAH GAMBAR

80

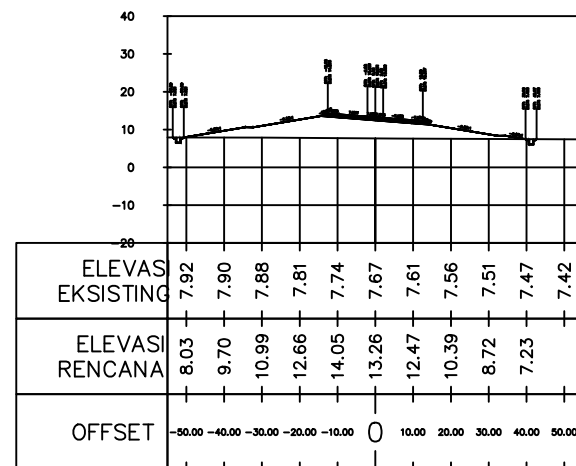
10+798.77



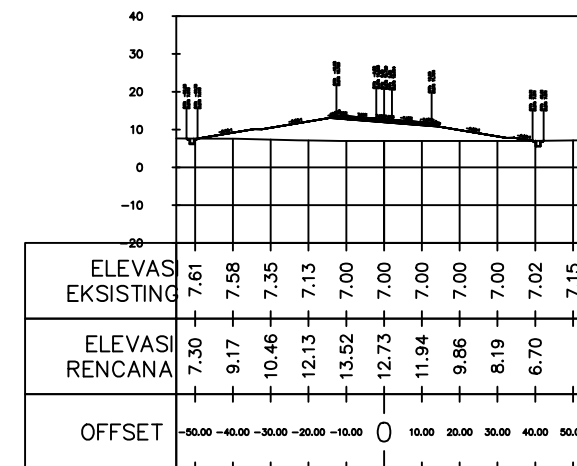
10+899.77



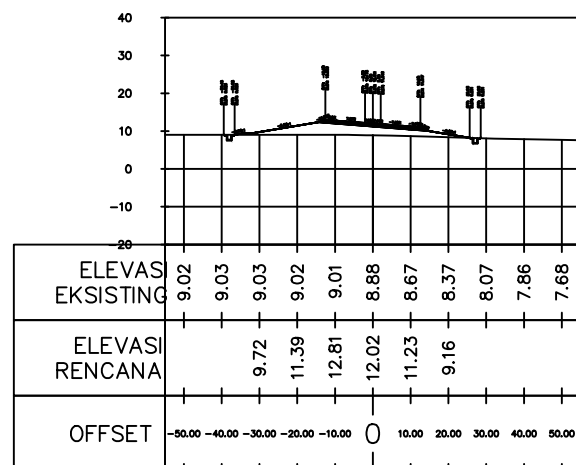
11+000.00



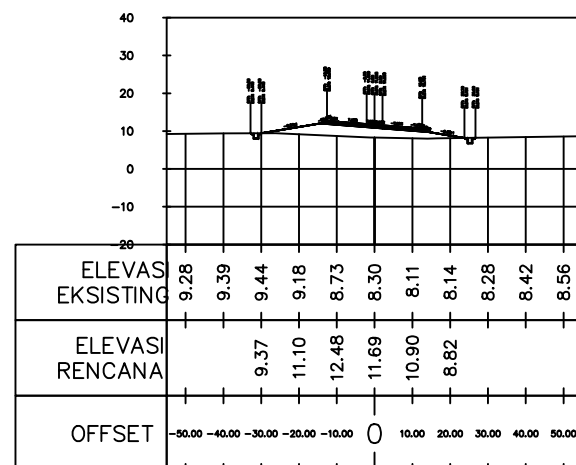
11+106.52



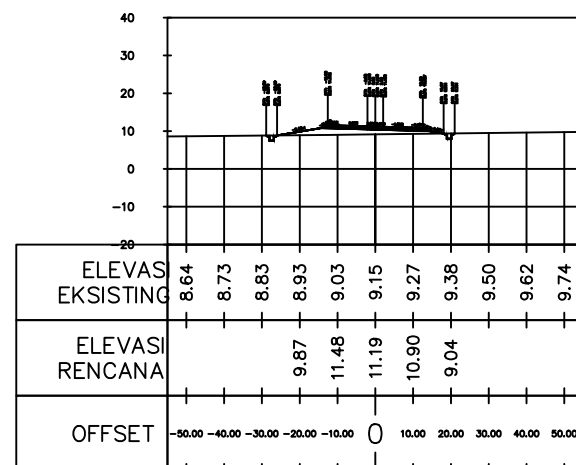
11+250.00



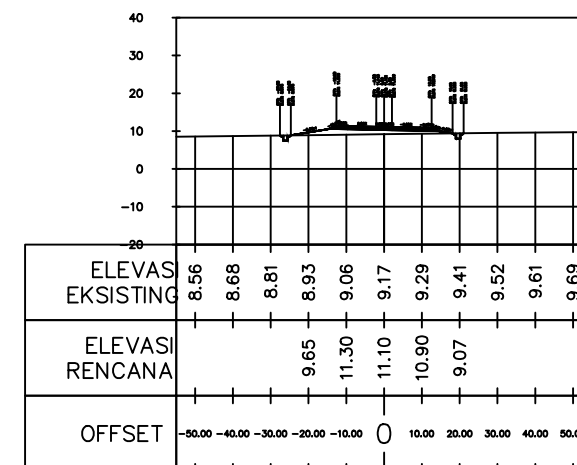
11+313.26



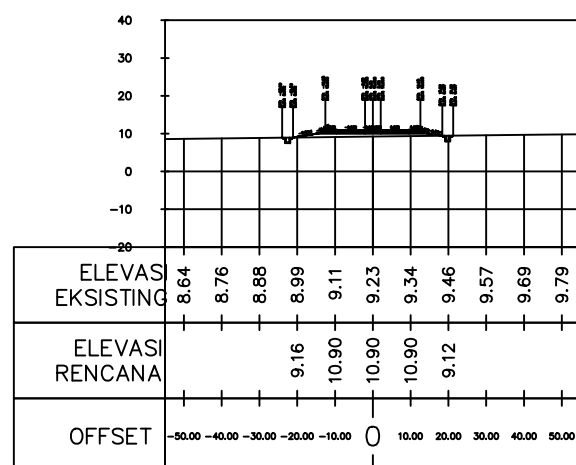
11+414.26



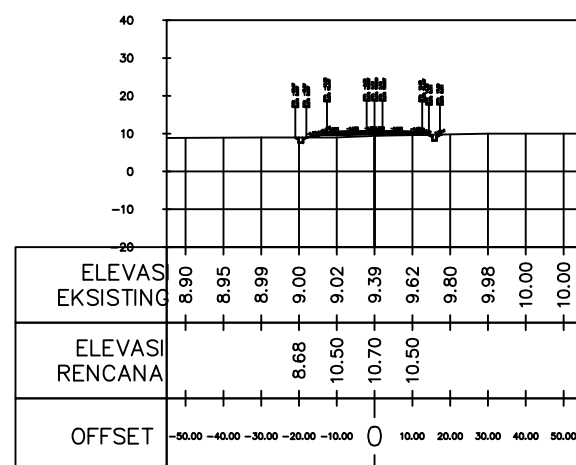
11+432.01



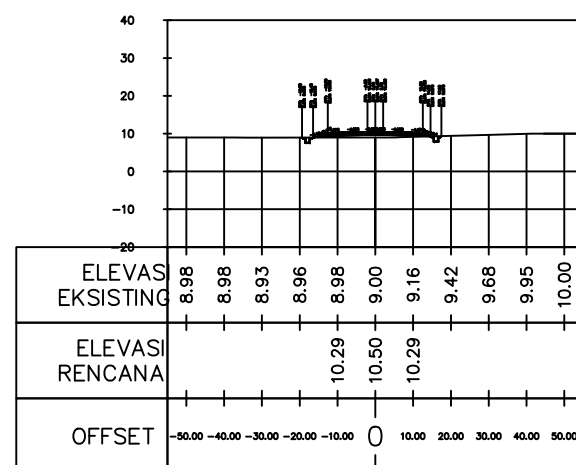
11+472.26



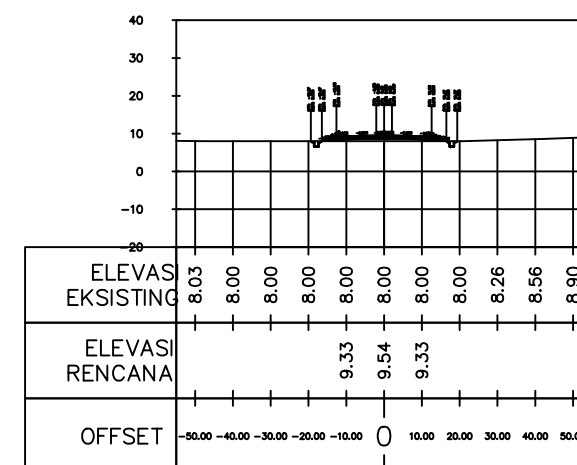
11+512.51



11+552.77



11+750.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

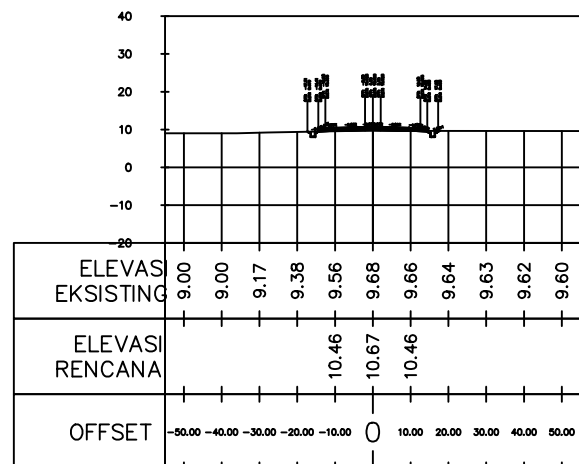
NO. GAMBAR

65

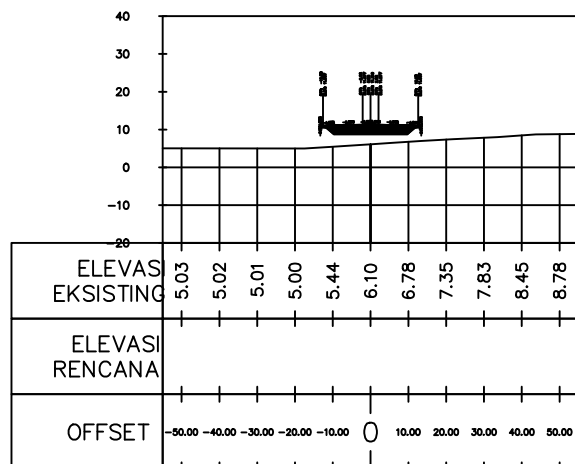
JUMLAH GAMBAR

80

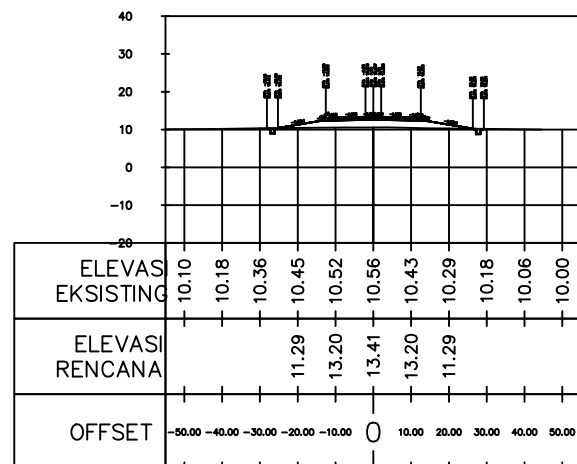
12+000.00



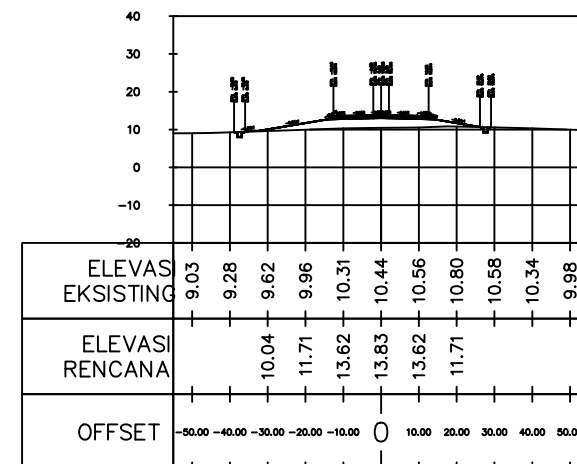
12+500.00



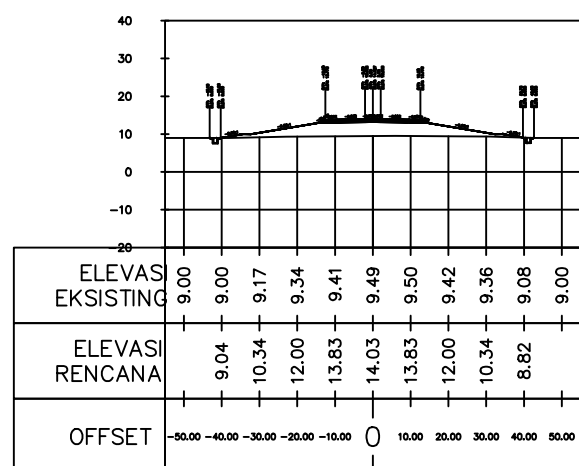
13+000.00



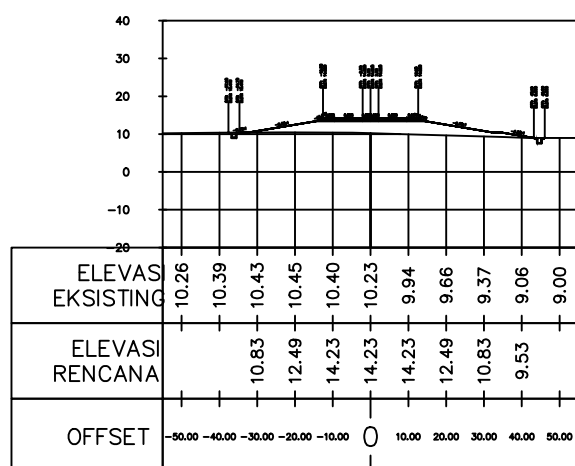
13+083.75



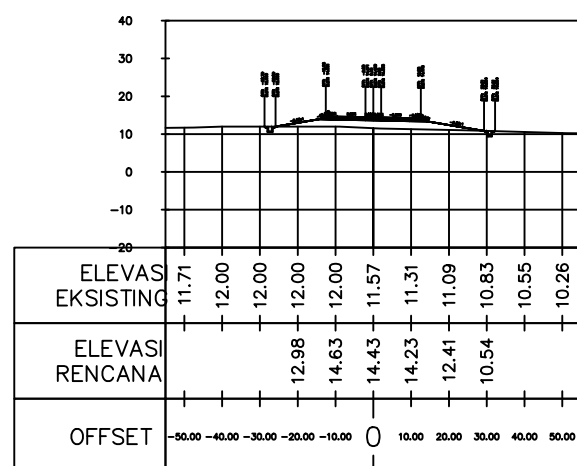
13+124.01



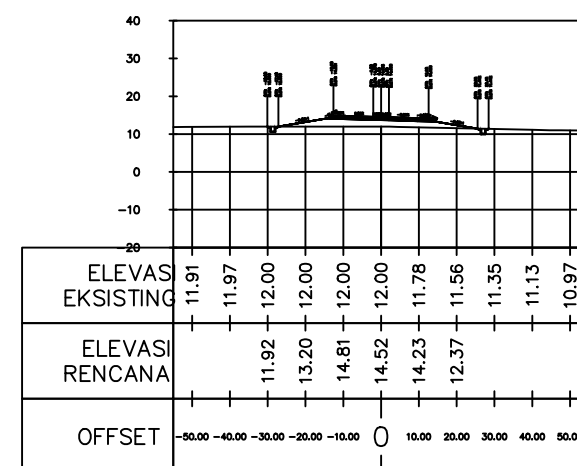
13+164.26



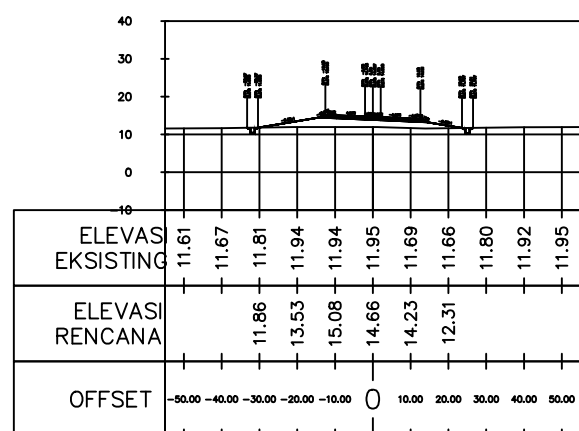
13+204.51



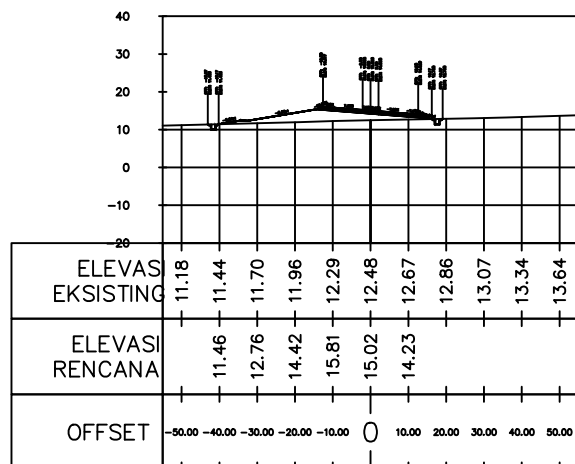
13+222.26



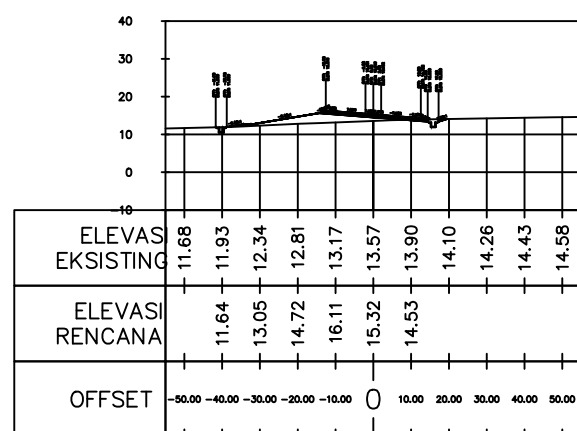
13+250.00



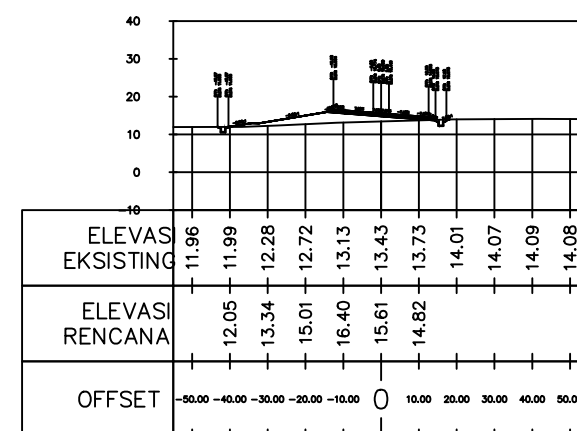
13+323.26



13+381.90



13+440.54



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

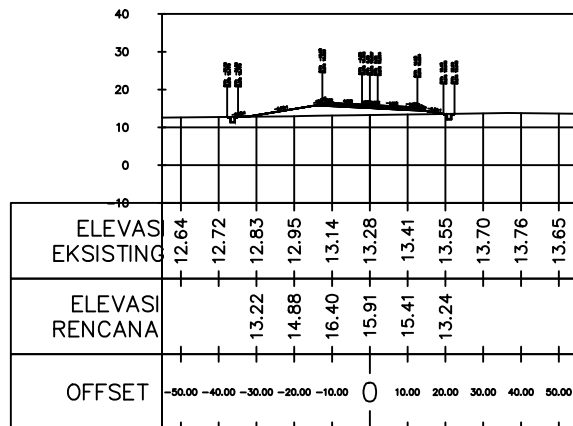
NO. GAMBAR

66

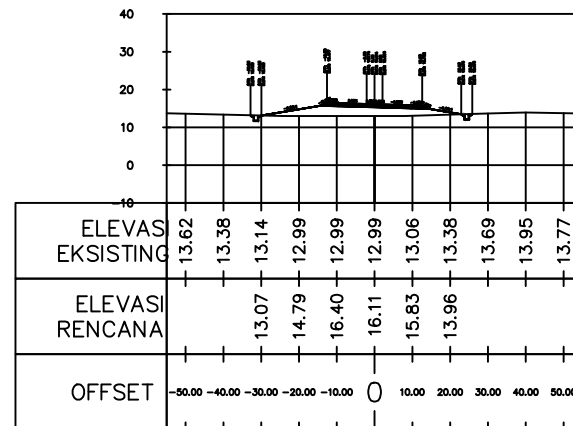
JUMLAH GAMBAR

80

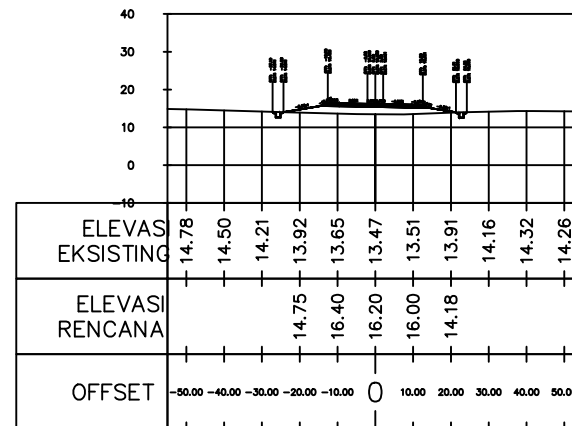
13+500.00



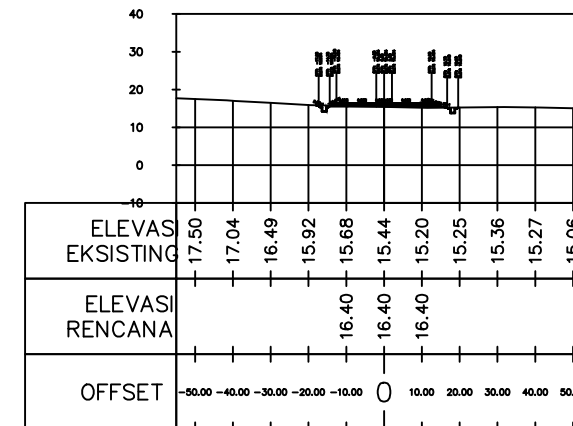
13+541.54



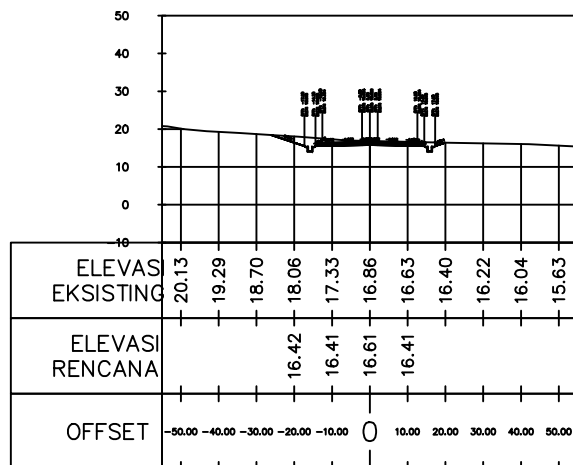
13+559.29



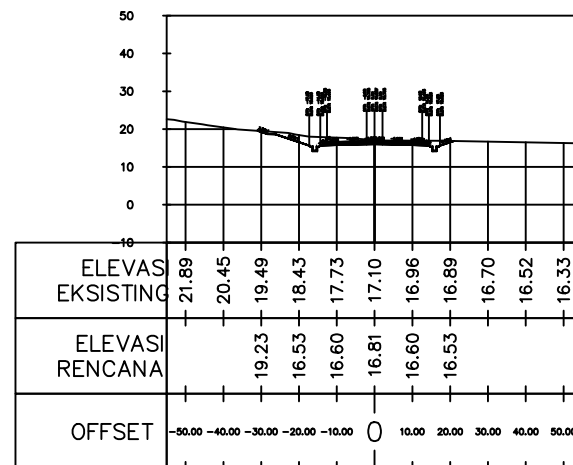
13+599.54



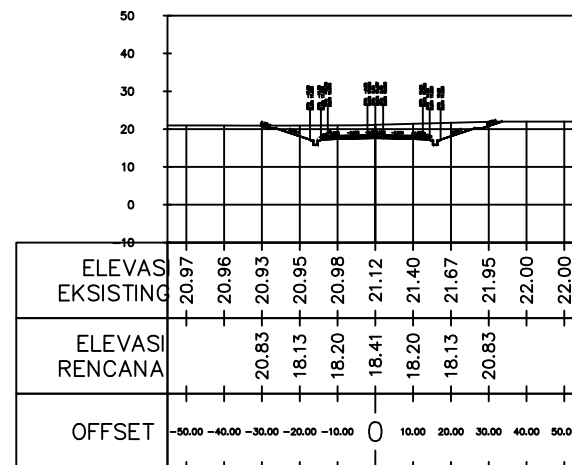
13+639.79



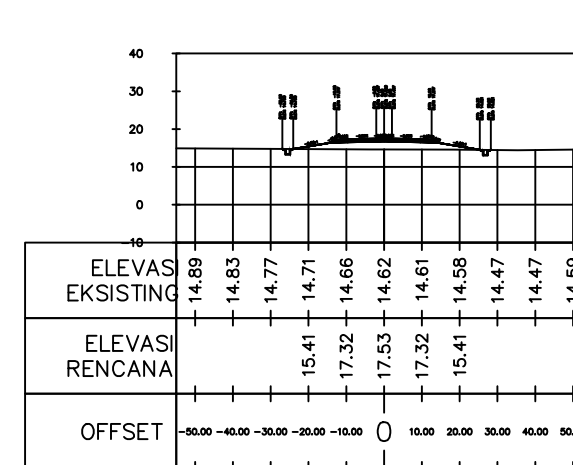
13+680.05



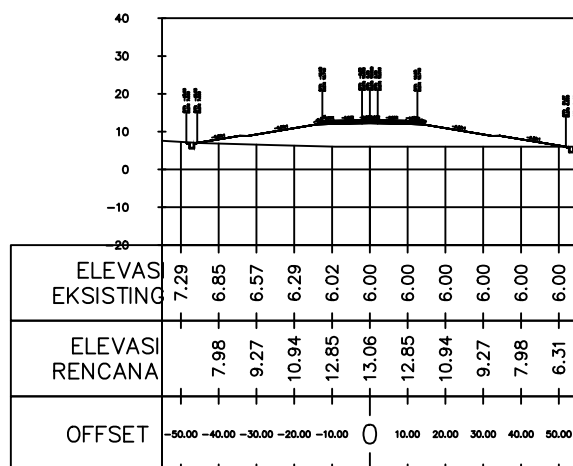
14+000.00



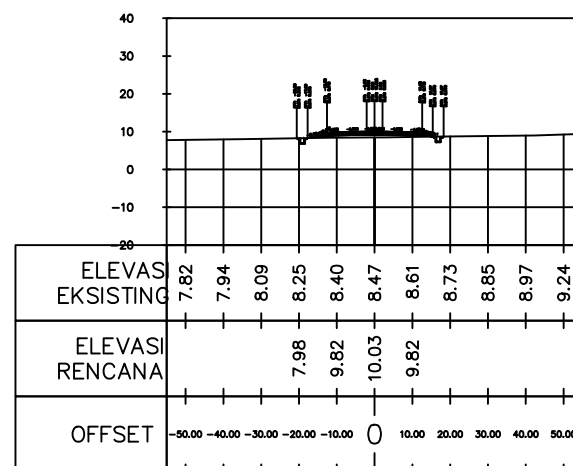
14+500.00



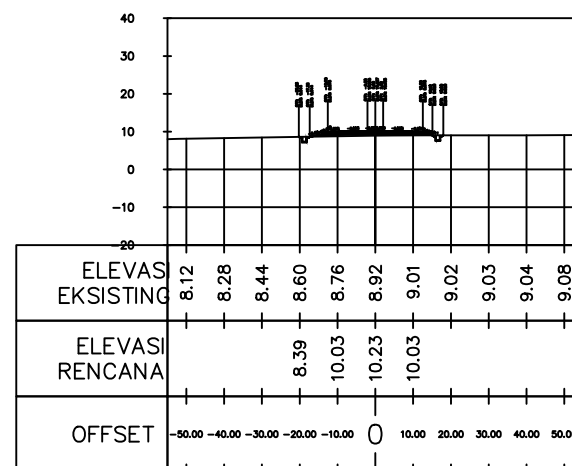
15+000.00



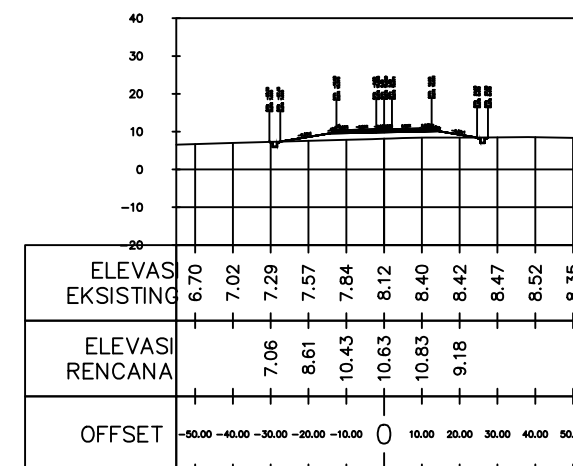
15+347.93



15+388.19



15+468.69



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012**
- 2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001**

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

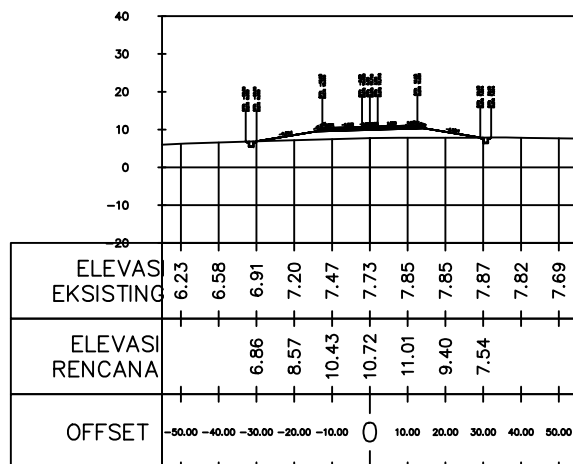
NO. GAMBAR

67

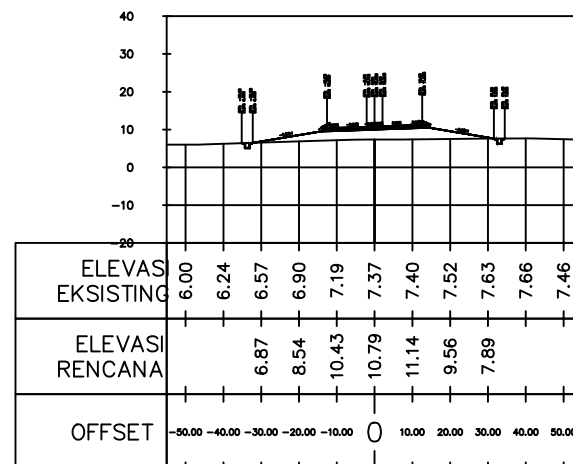
JUMLAH GAMBAR

80

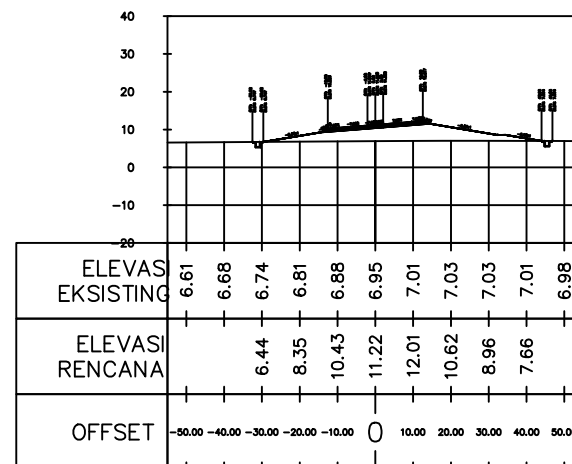
15+486.44



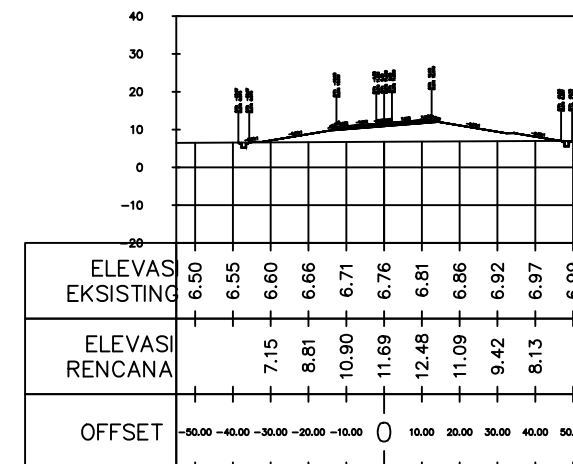
15+500.00



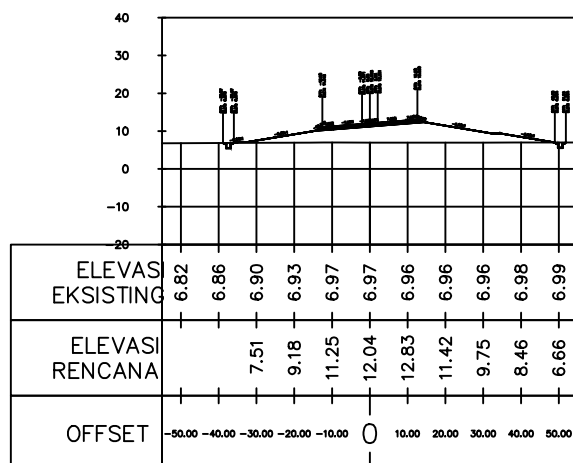
15+587.44



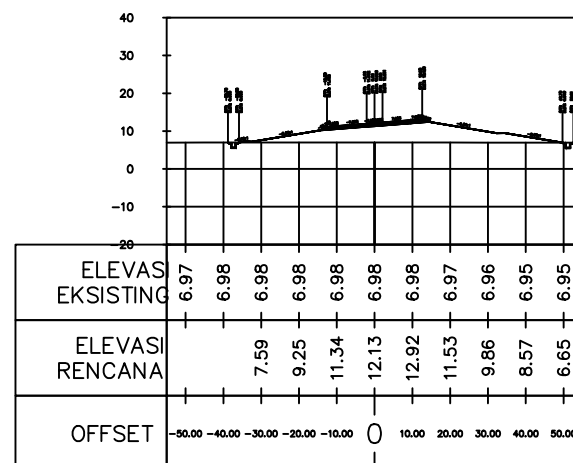
15+679.86



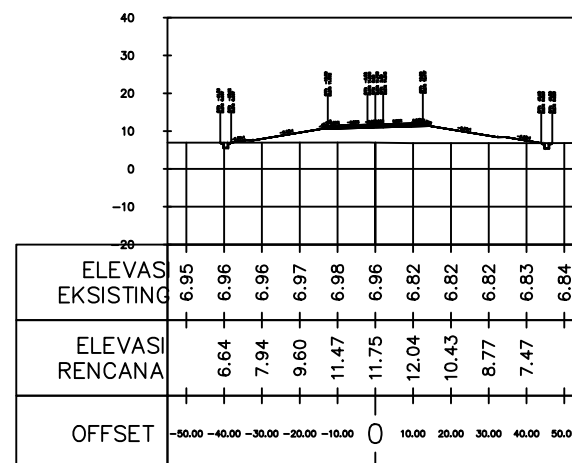
15+750.00



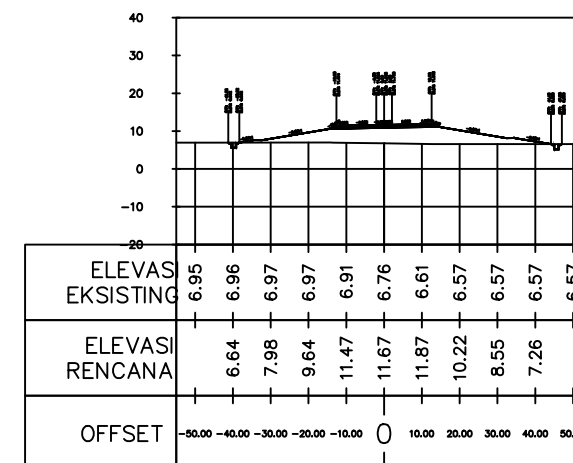
15+772.28



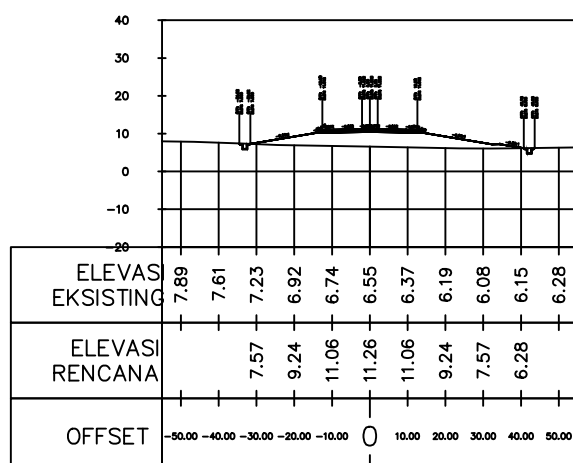
15+873.28



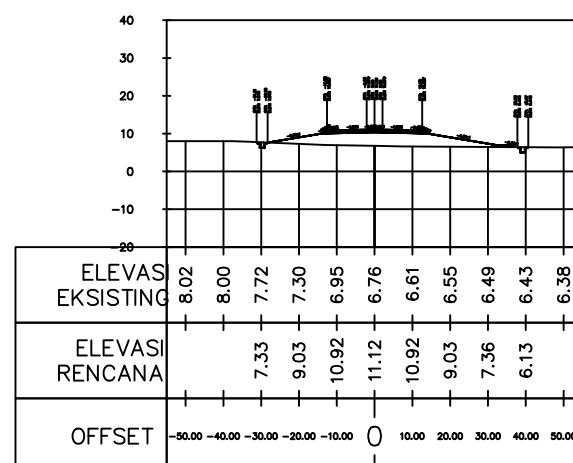
15+891.02



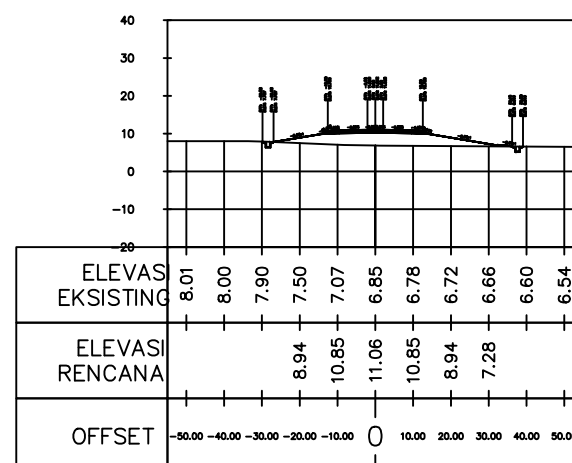
15+971.53



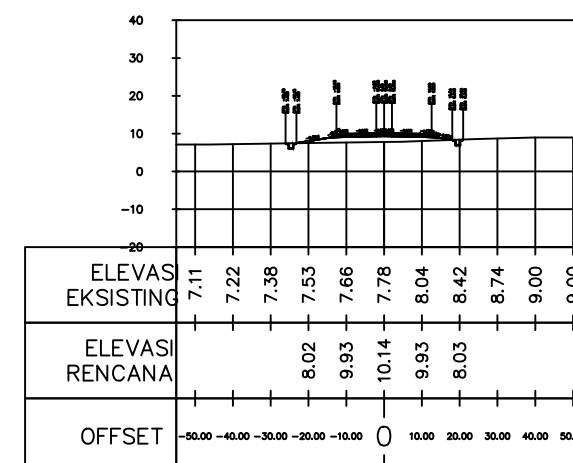
16+000.00



16+011.78



16+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

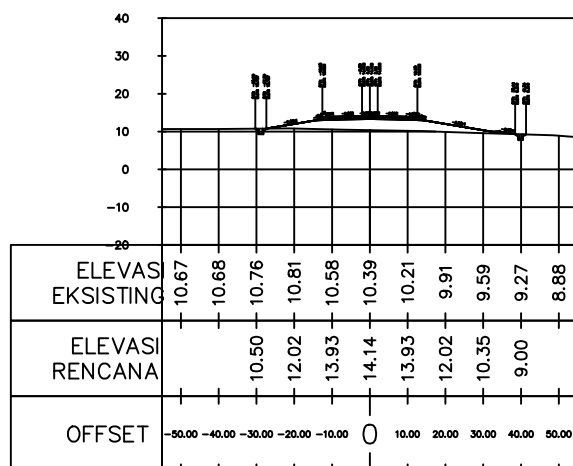
NO. GAMBAR

68

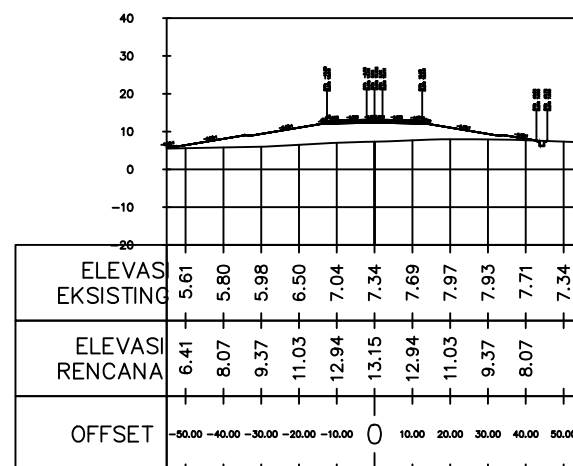
JUMLAH GAMBAR

80

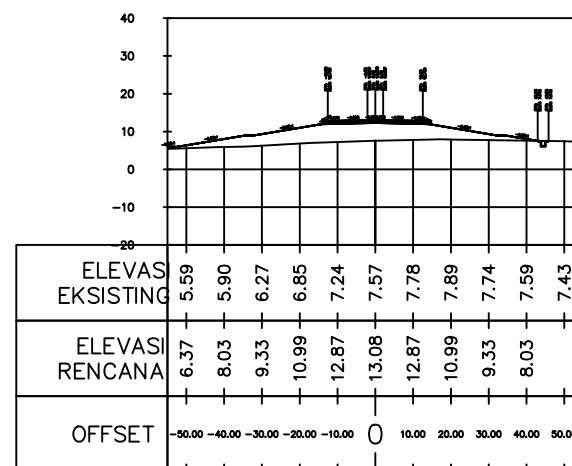
17+000.00



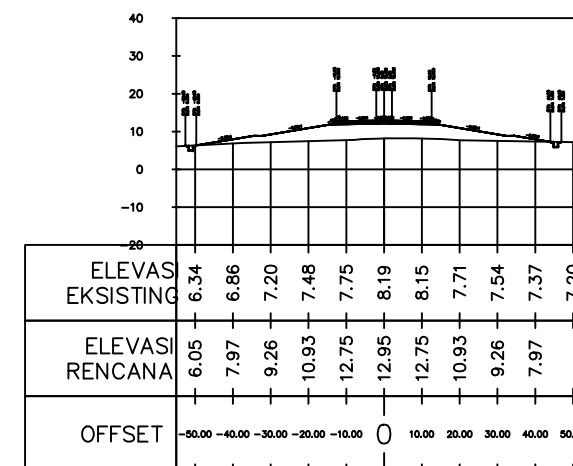
17+485.20



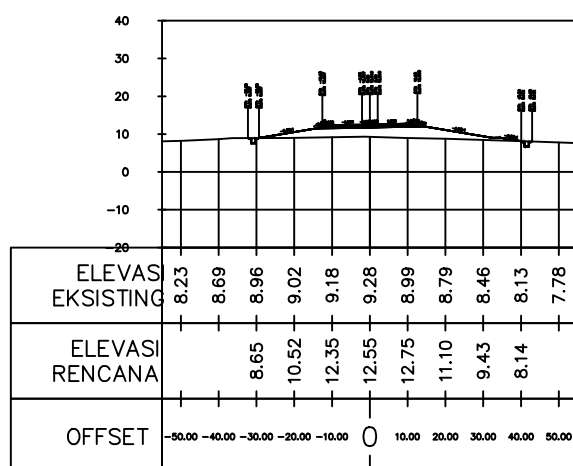
17+500.00



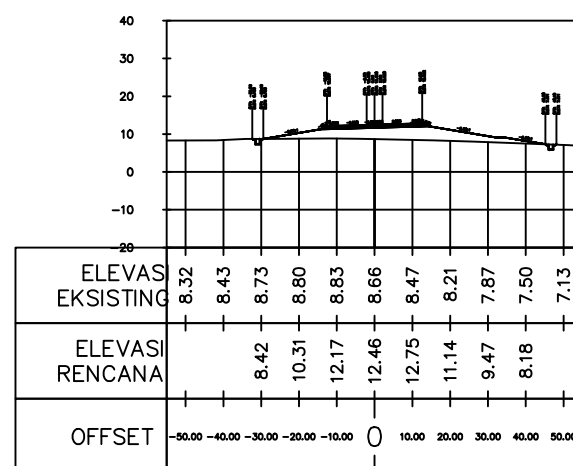
17+525.45



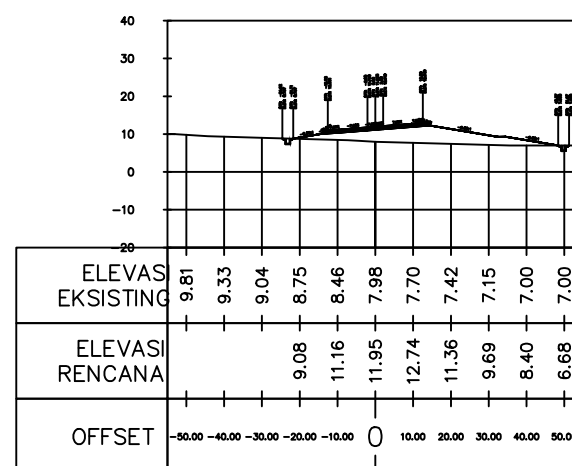
17+605.96



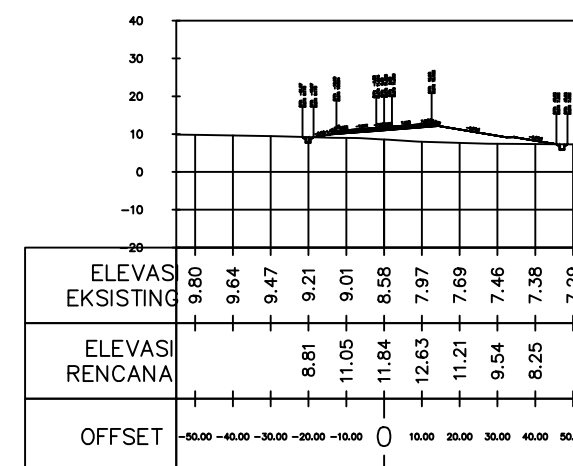
17+623.71



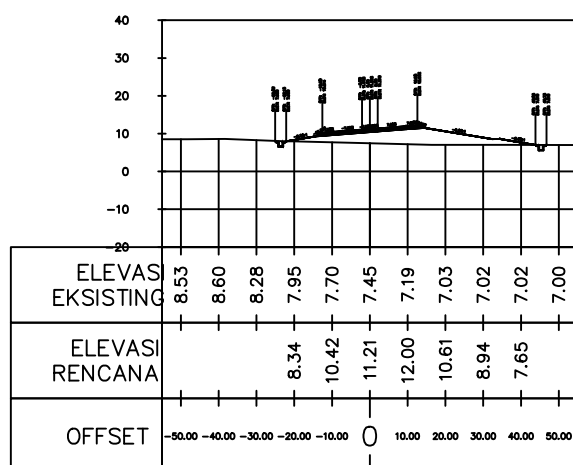
17+724.71



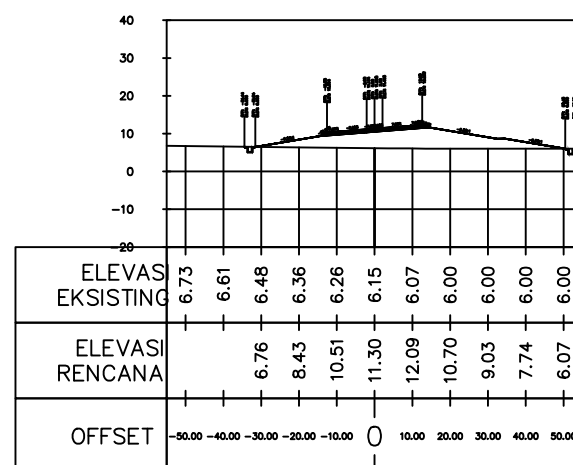
17+750.00



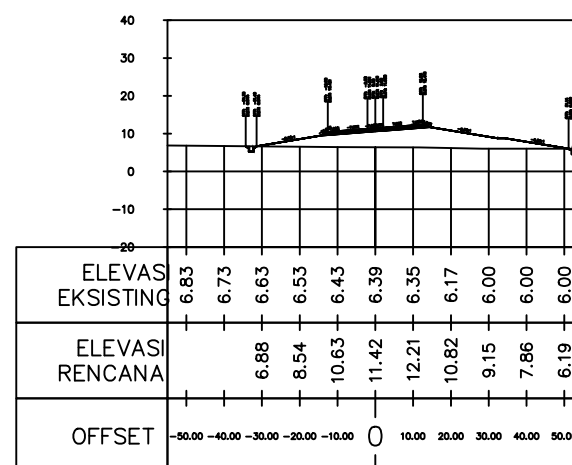
17+874.06



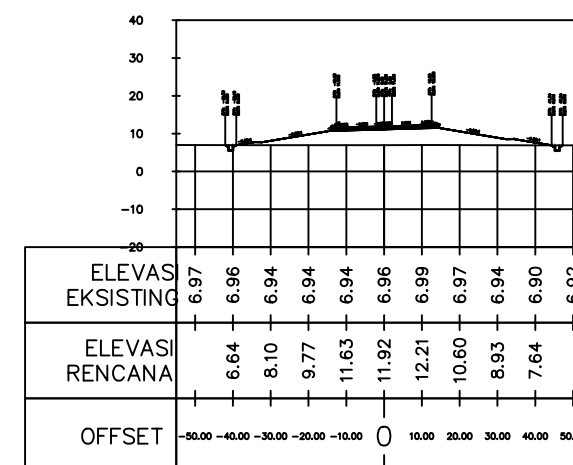
18+000.00



18+023.41



18+124.41



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

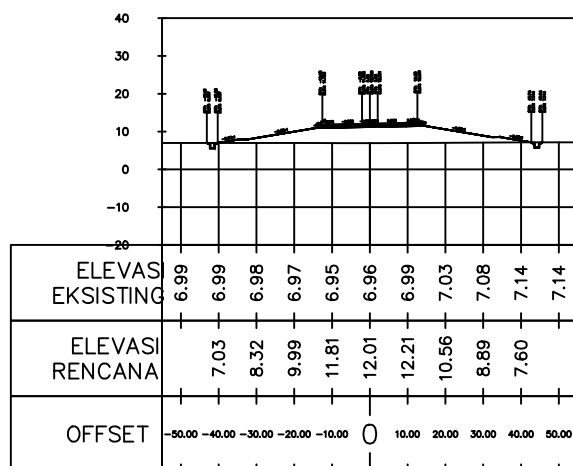
NO. GAMBAR

69

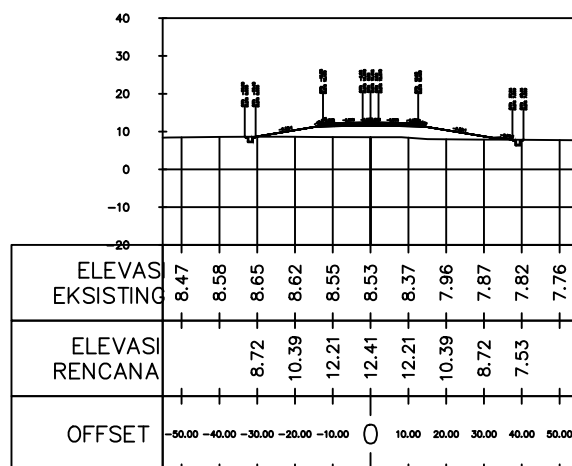
JUMLAH GAMBAR

80

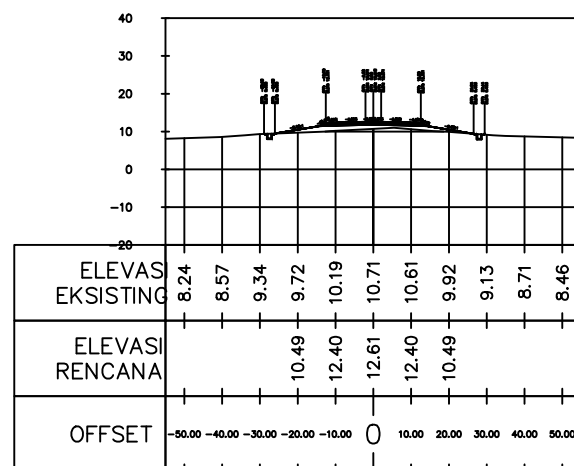
18+142.16



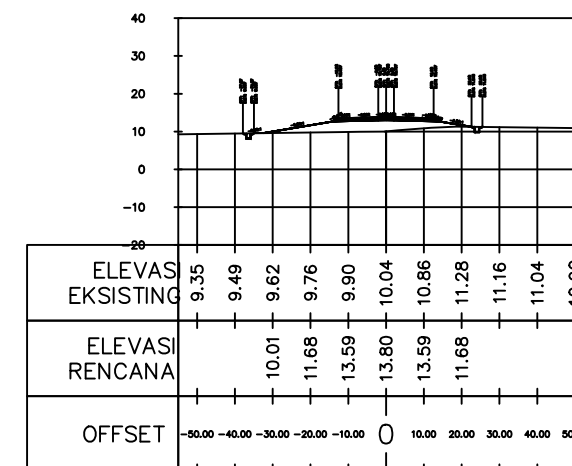
18+222.67



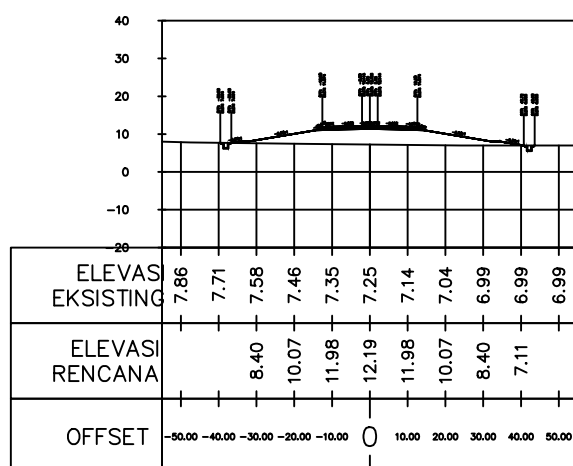
18+262.92



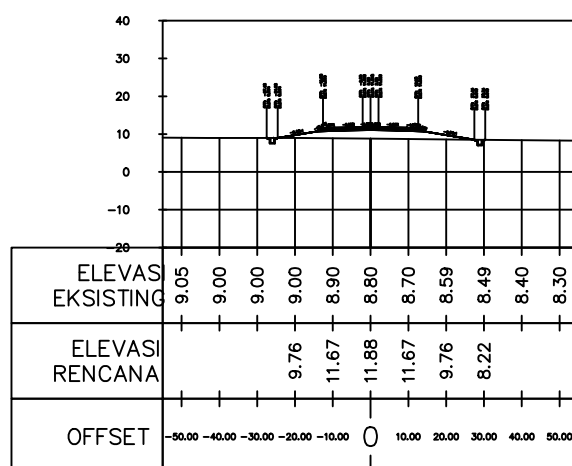
18+500.00



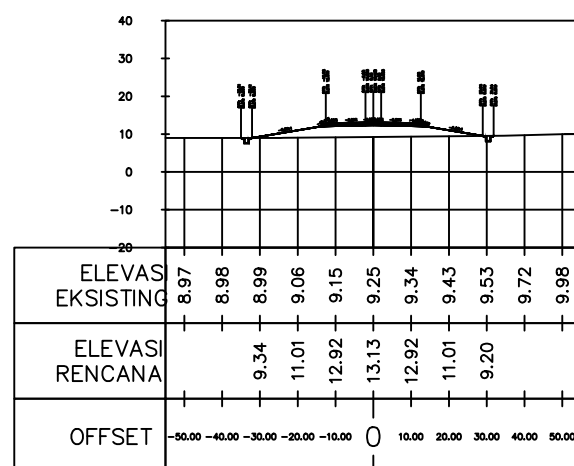
19+000.00



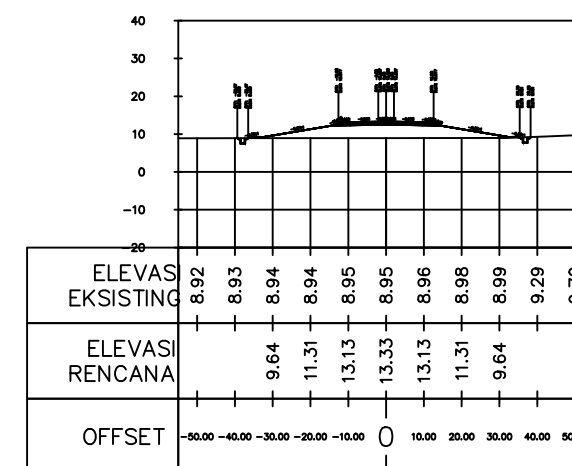
19+500.00



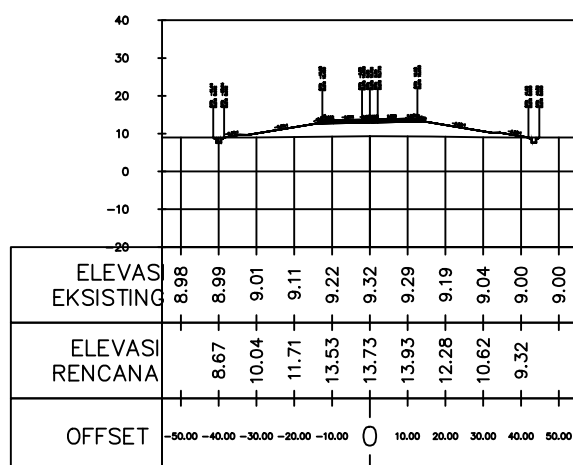
19+749.98



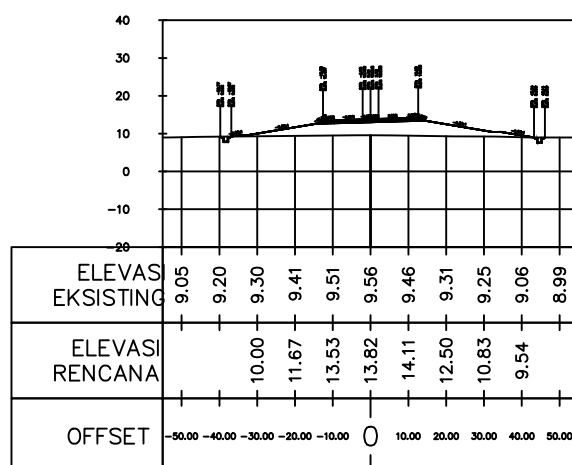
19+790.23



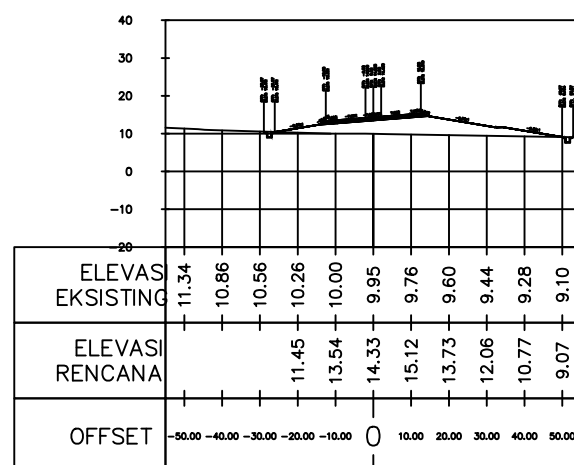
19+870.74



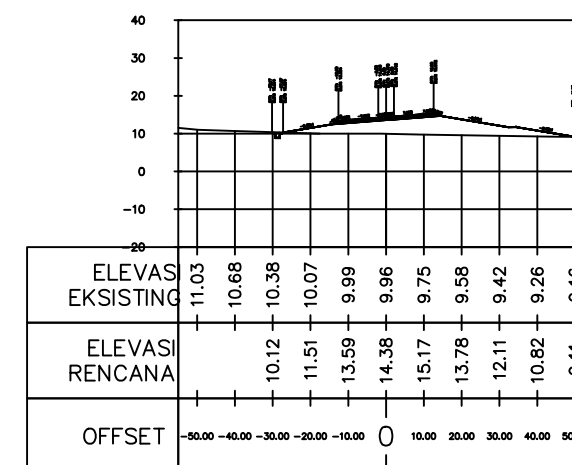
19+888.48



19+989.48



20+000.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

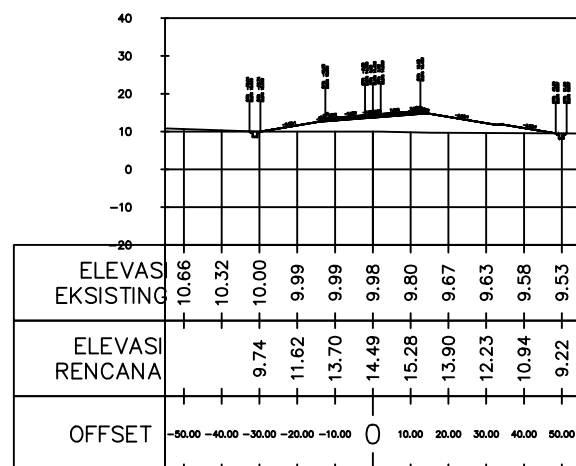
NO. GAMBAR

70

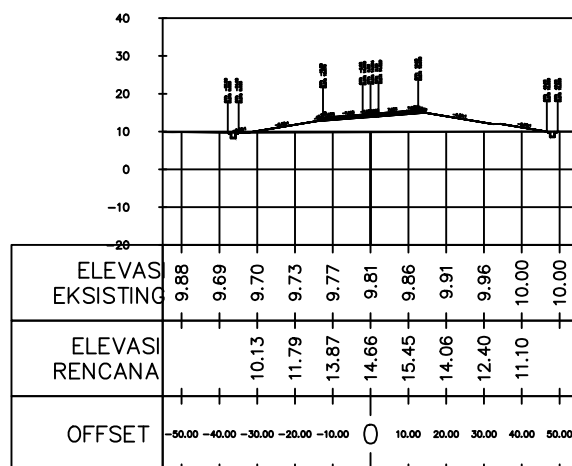
JUMLAH GAMBAR

80

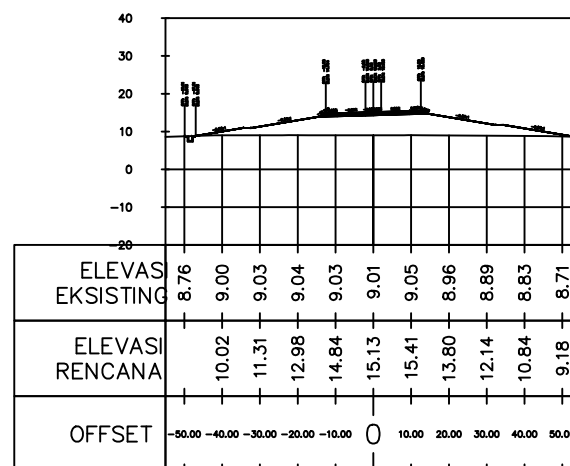
20+023.41



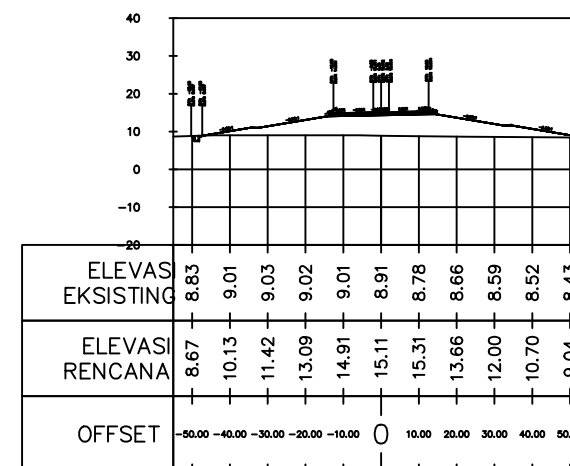
20+057.33



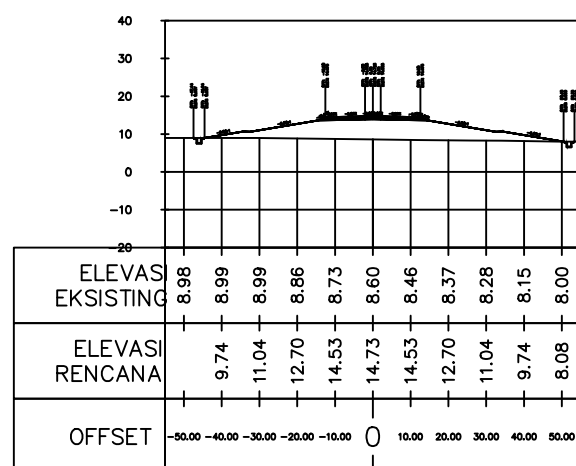
20+158.33



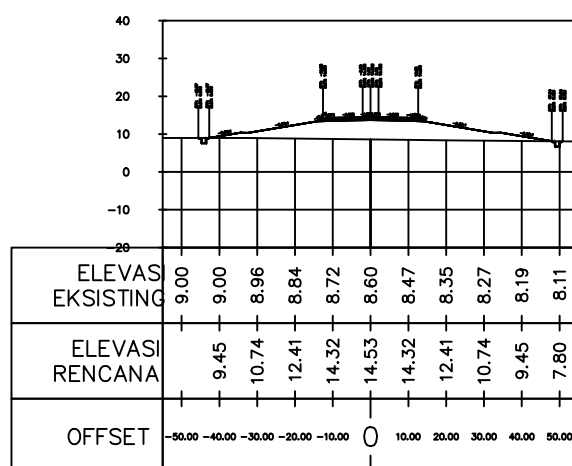
20+176.08



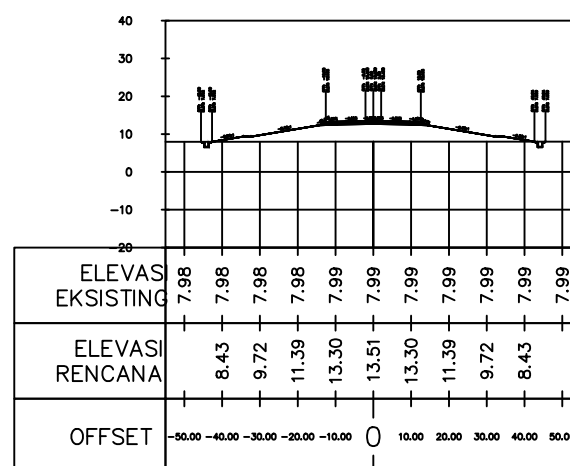
20+256.58



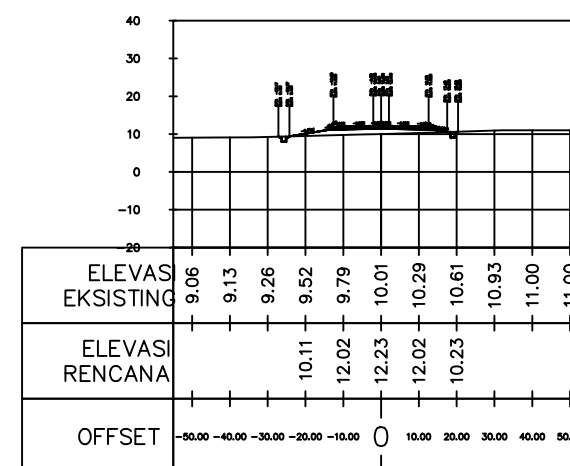
20+296.84



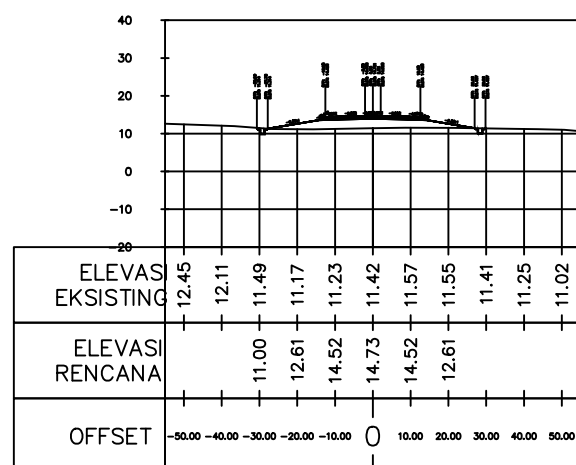
20+500.00



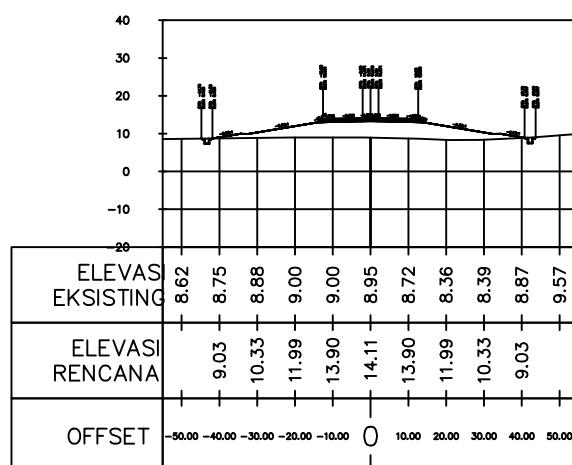
21+000.00



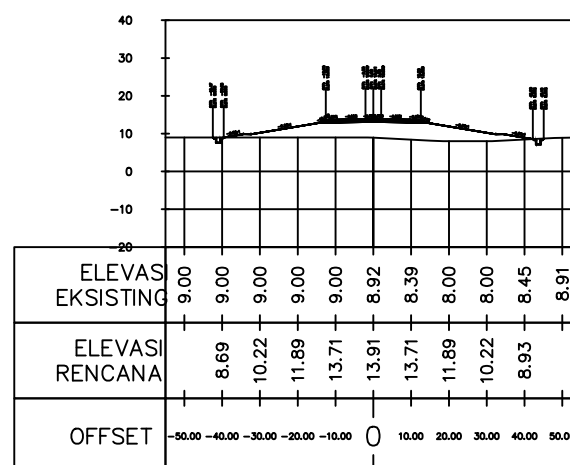
21+500.00



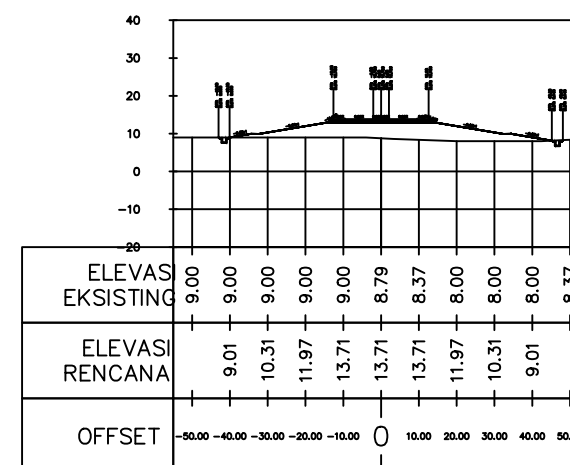
21+707.38



21+747.72



21+788.06



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

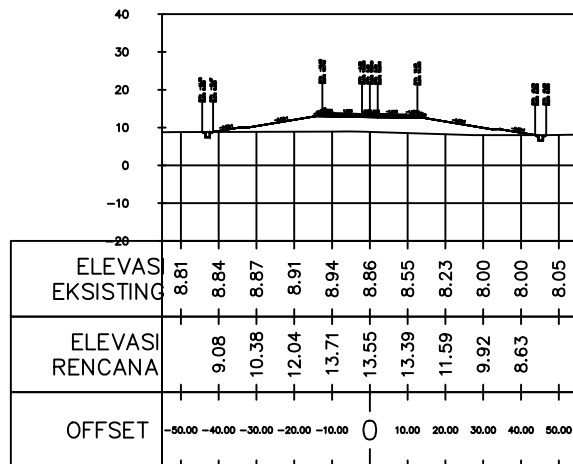
NO. GAMBAR

71

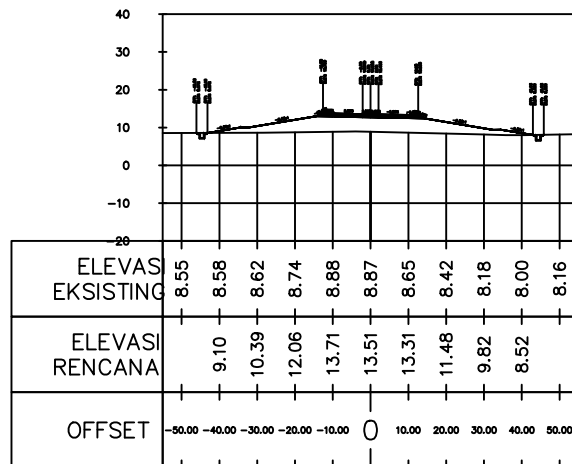
JUMLAH GAMBAR

80

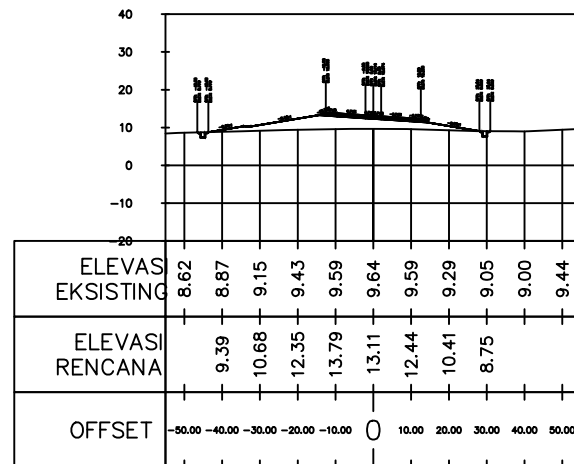
21+820.06



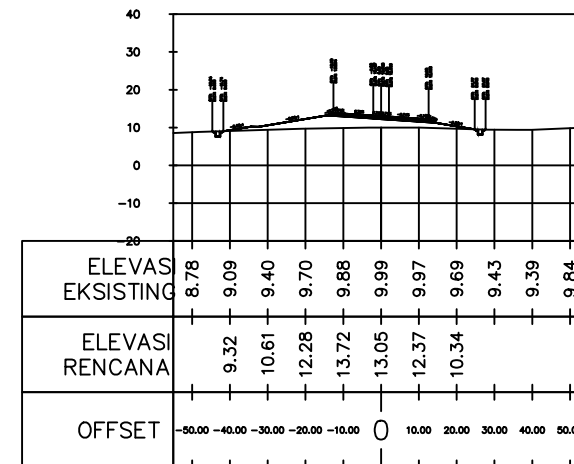
21+828.40



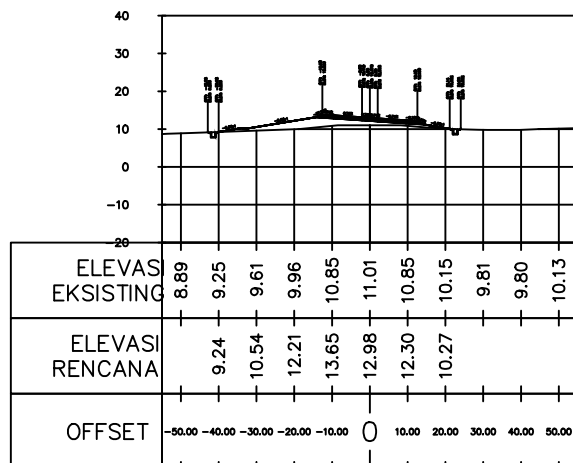
21+907.06



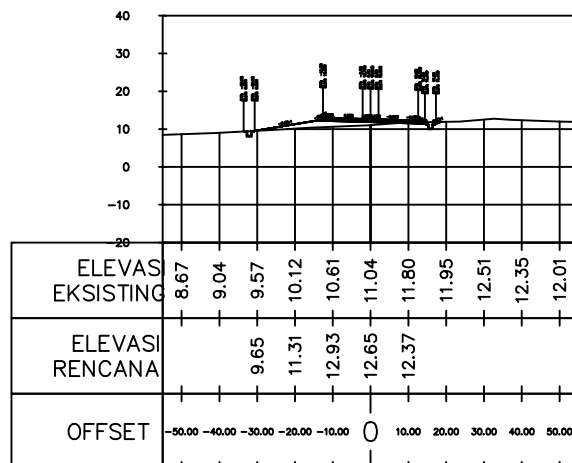
21+920.70



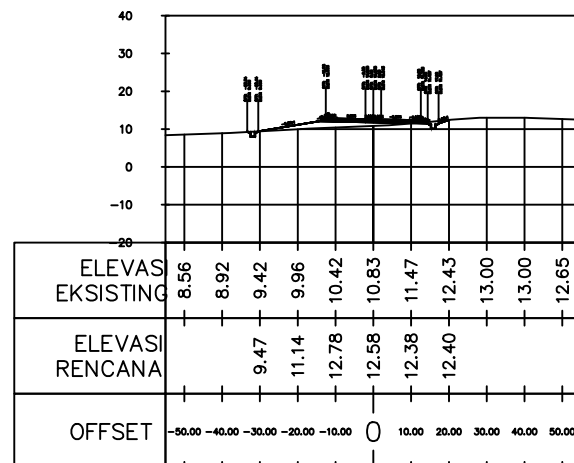
21+934.33



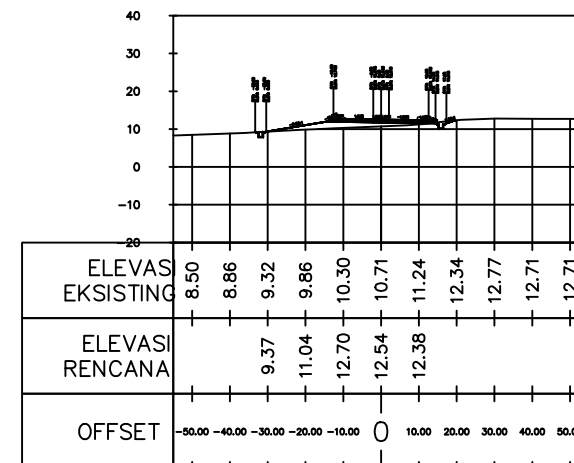
22+000.00



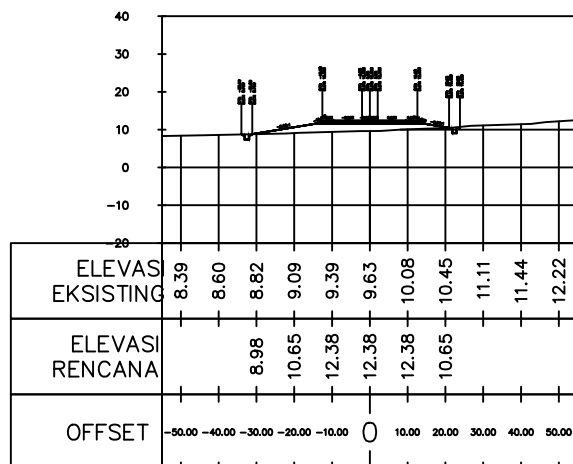
22+012.99



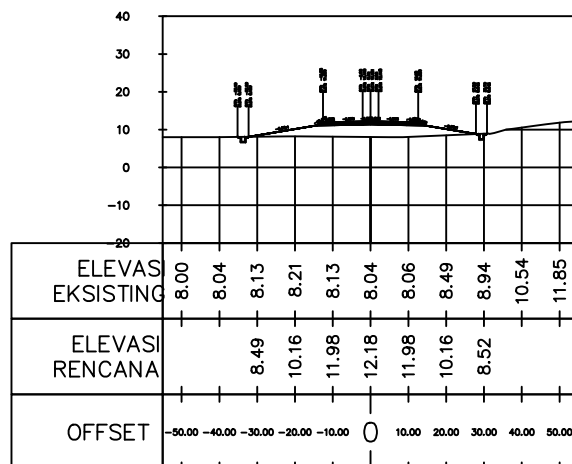
22+021.33



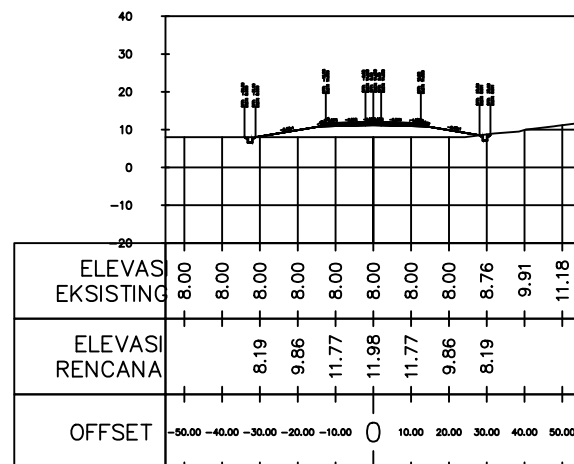
22+053.33



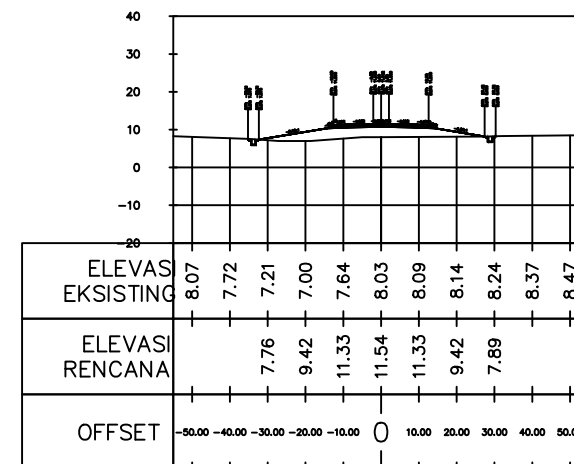
22+093.67



22+134.01



22+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

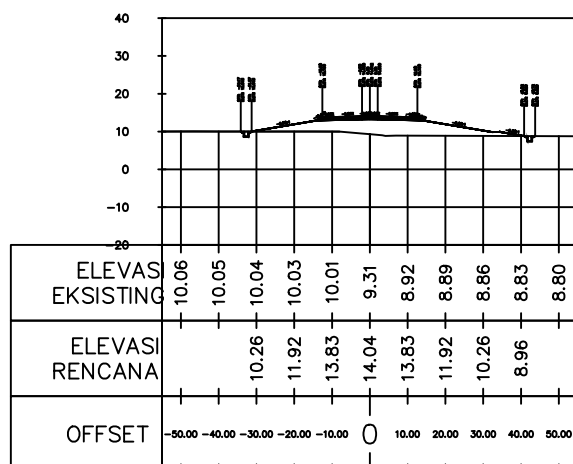
NO. GAMBAR

72

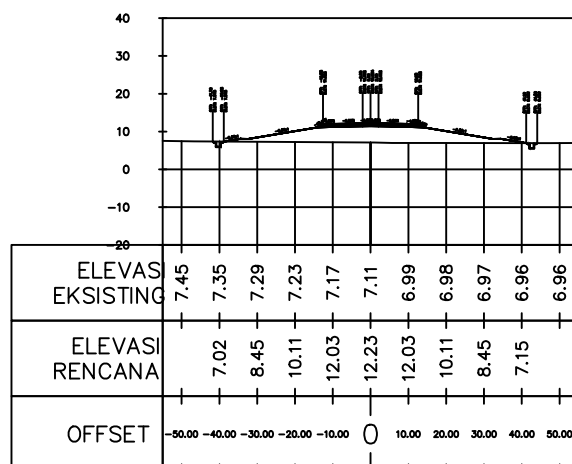
JUMLAH GAMBAR

80

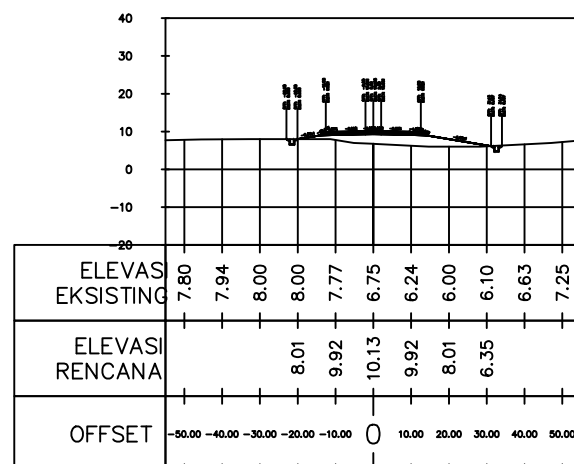
23+000.00



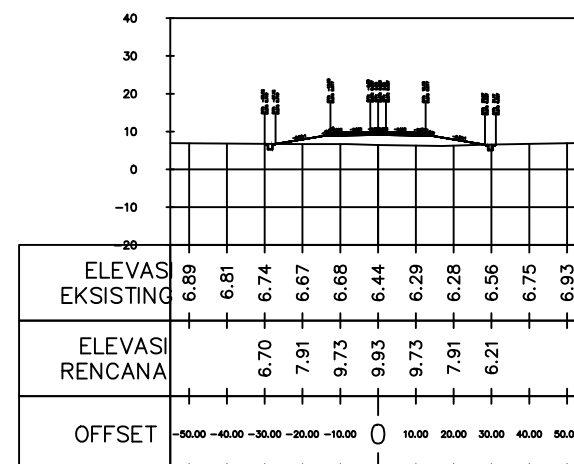
23+500.00



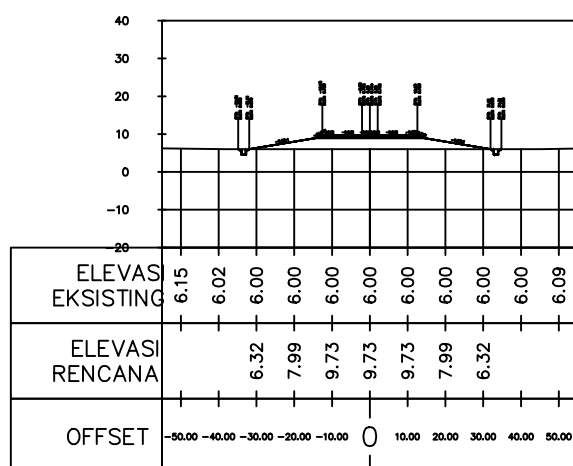
23+920.28



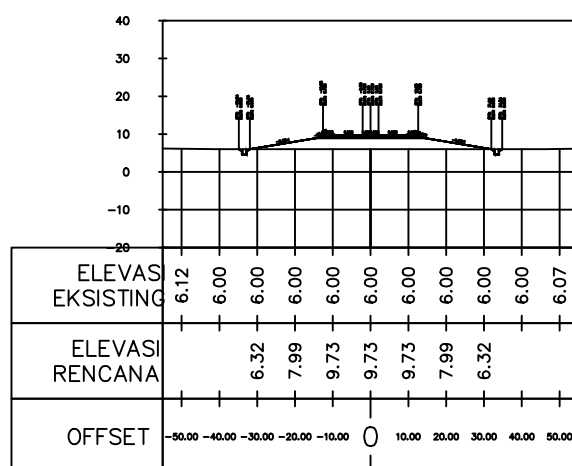
23+961.02



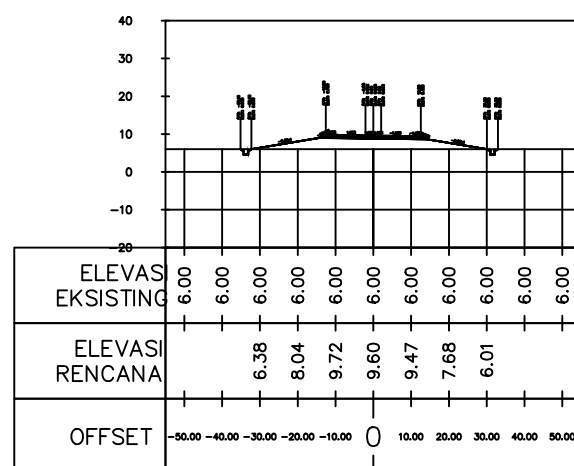
24+000.00



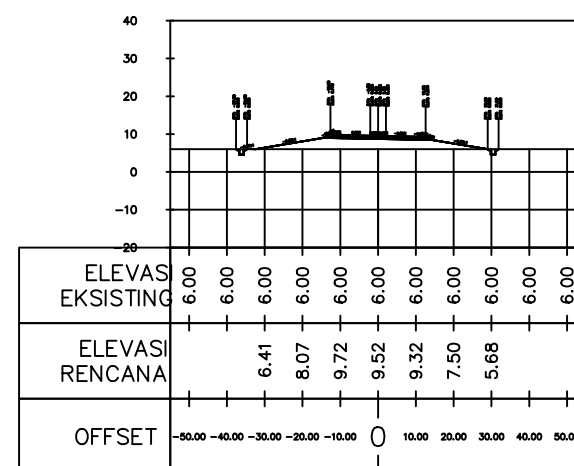
24+001.76



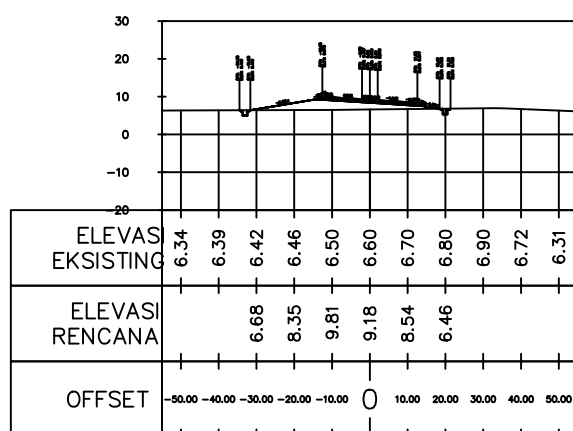
24+027.76



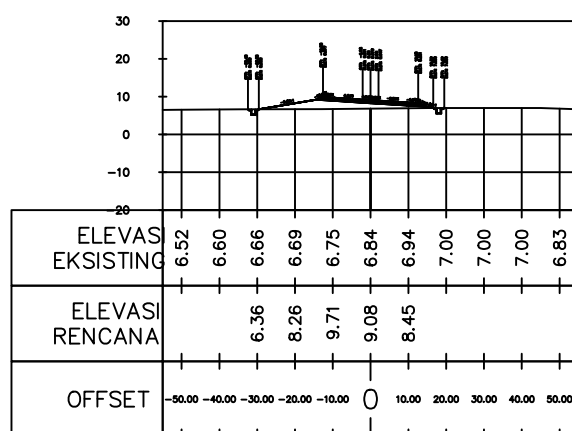
24+042.50



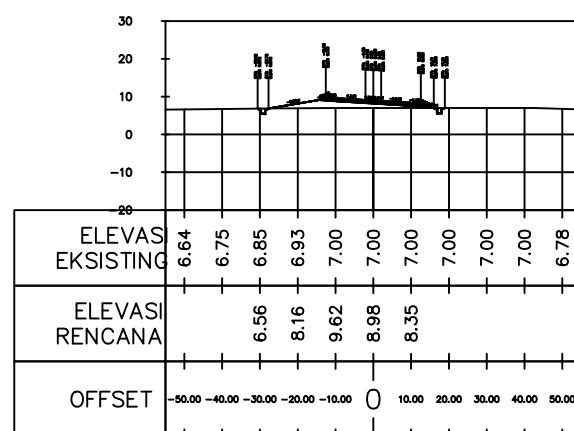
24+111.76



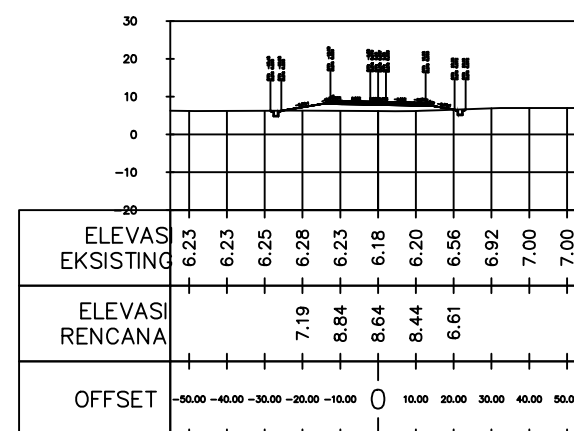
24+130.96



24+150.16



24+219.42



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

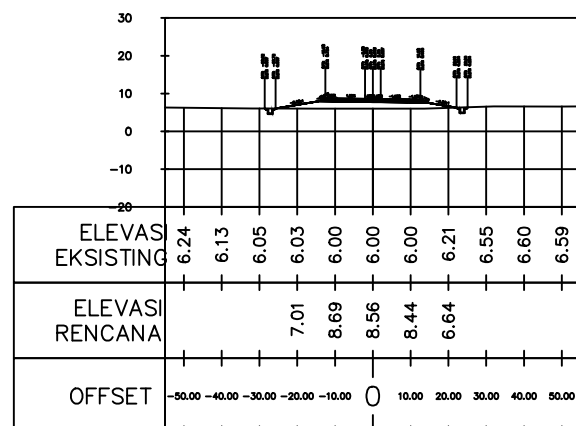
NO. GAMBAR

73

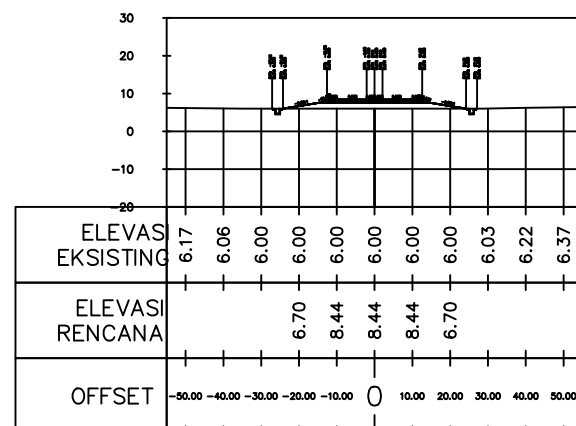
JUMLAH GAMBAR

80

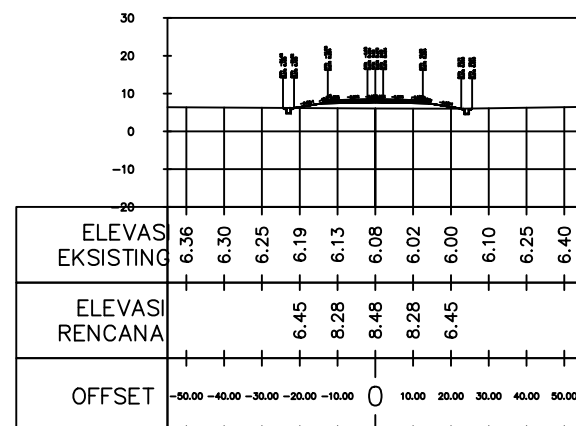
24+234.16



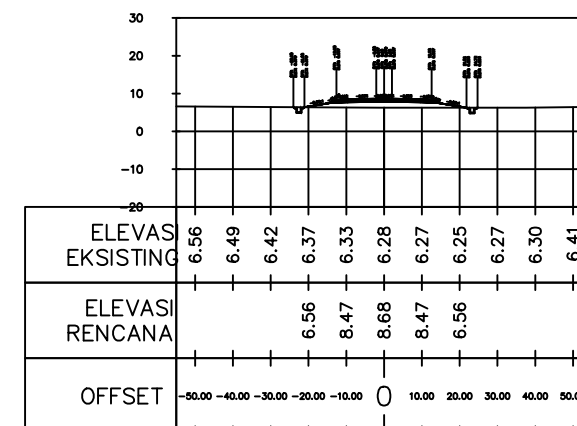
24+260.16



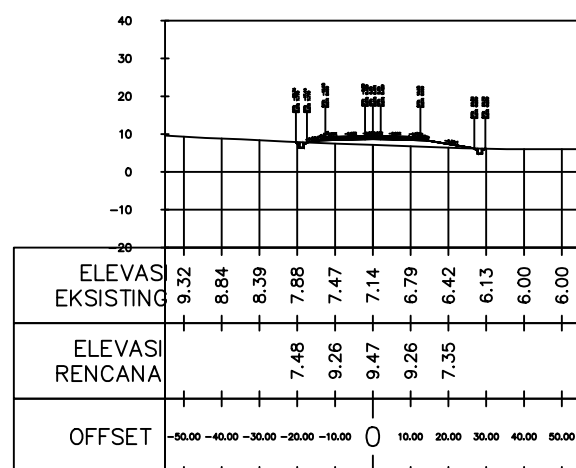
24+300.90



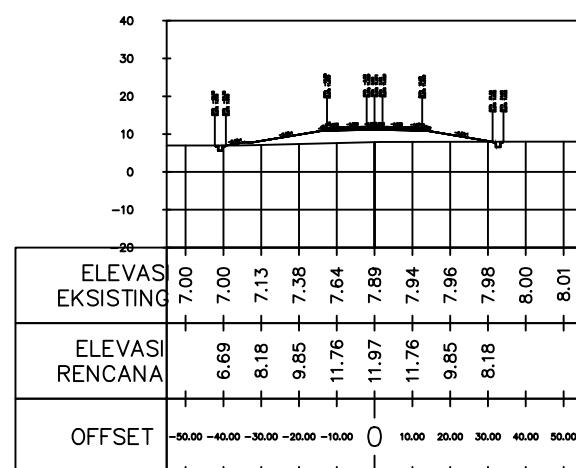
24+341.64



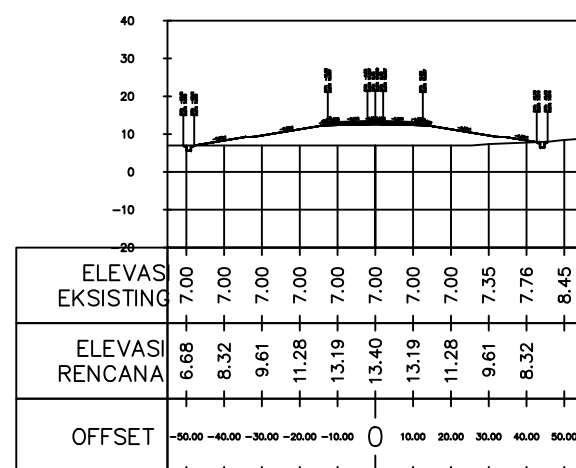
24+500.00



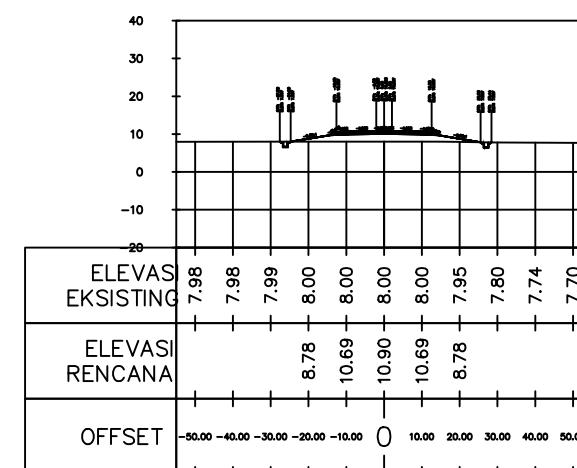
25+000.00



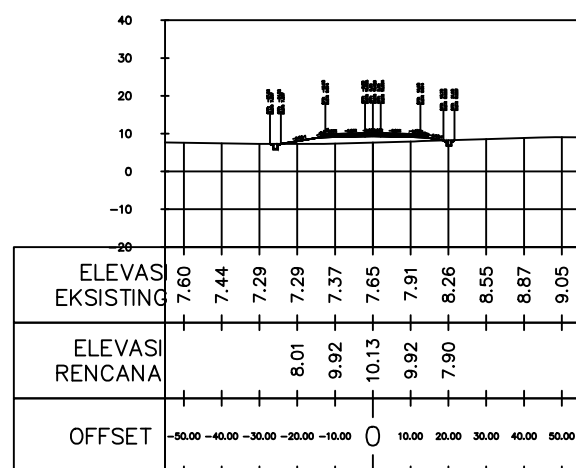
25+500.00



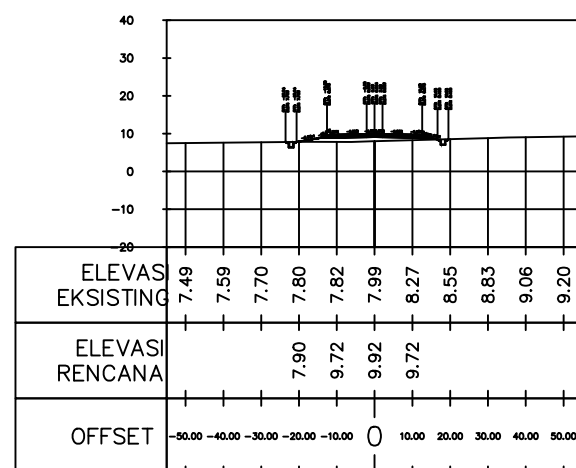
26+000.00



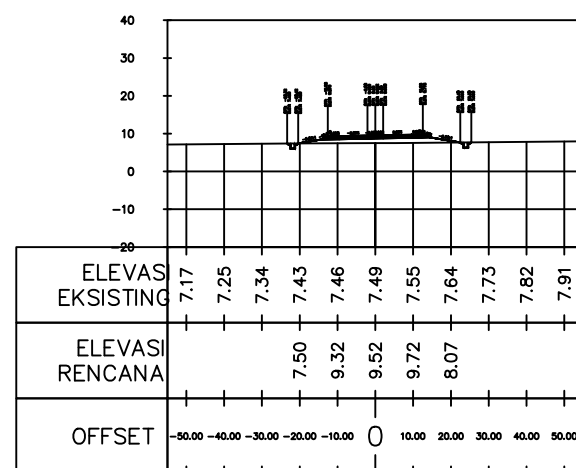
26+154.60



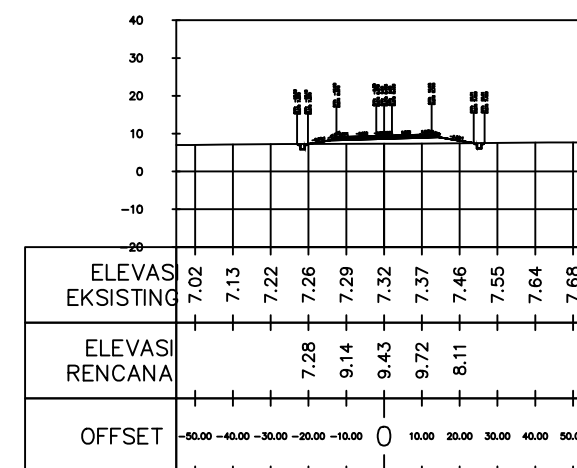
26+194.85



26+275.36



26+293.10



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

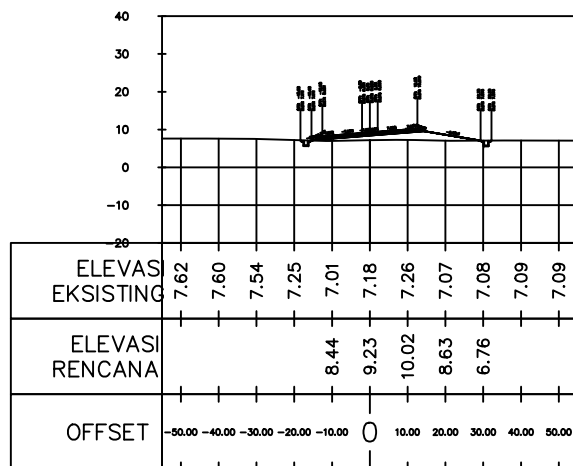
NO. GAMBAR

74

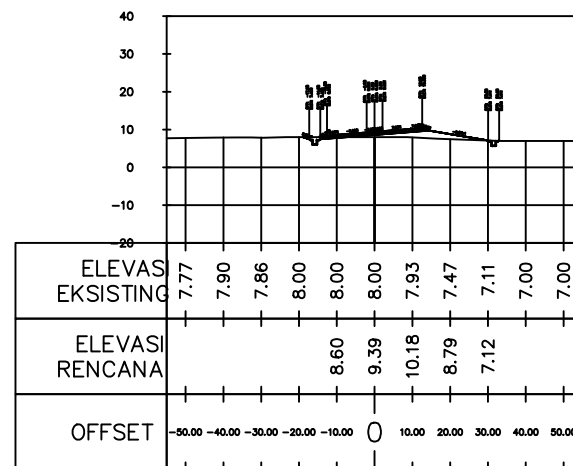
JUMLAH GAMBAR

80

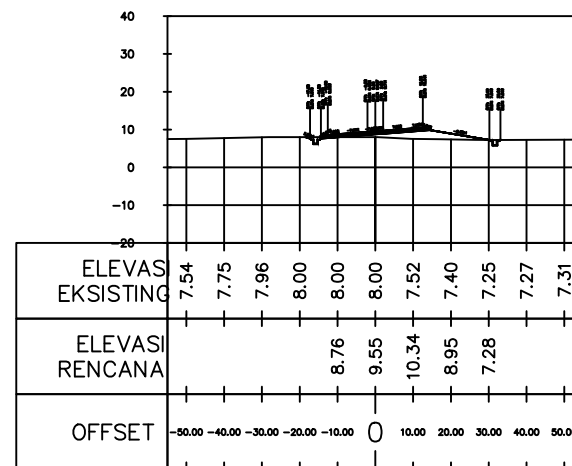
26+394.10



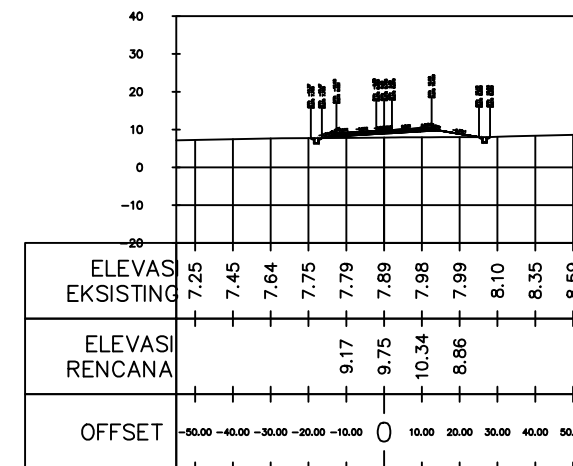
26+426.24



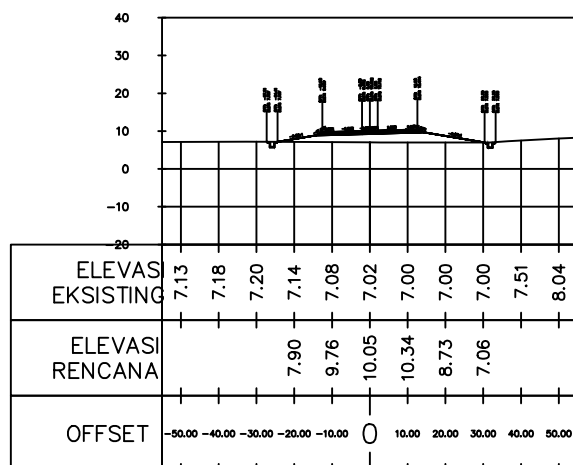
26+458.38



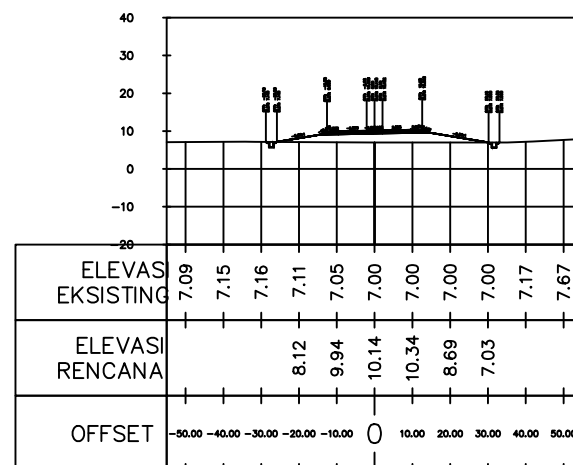
26+500.00



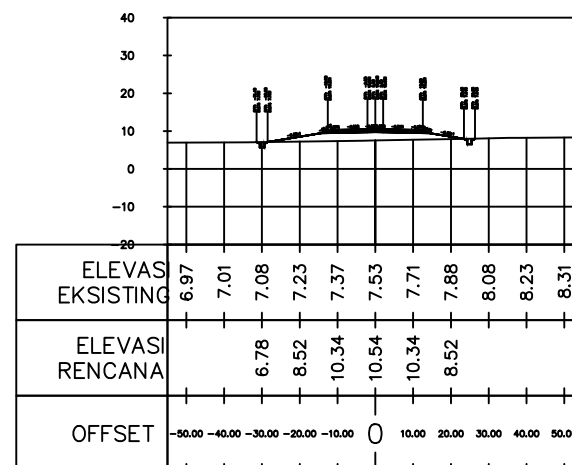
26+559.38



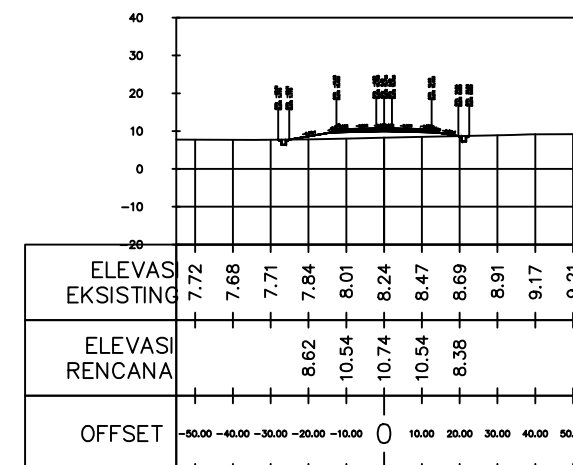
26+577.13



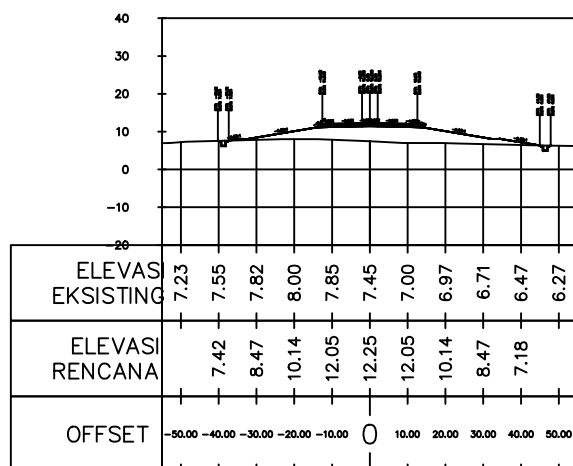
26+657.64



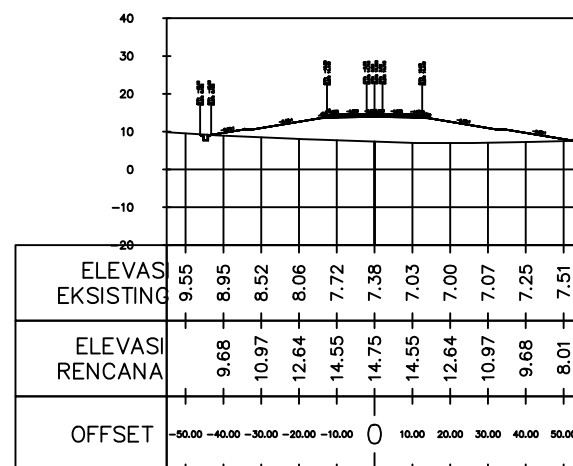
26+697.89



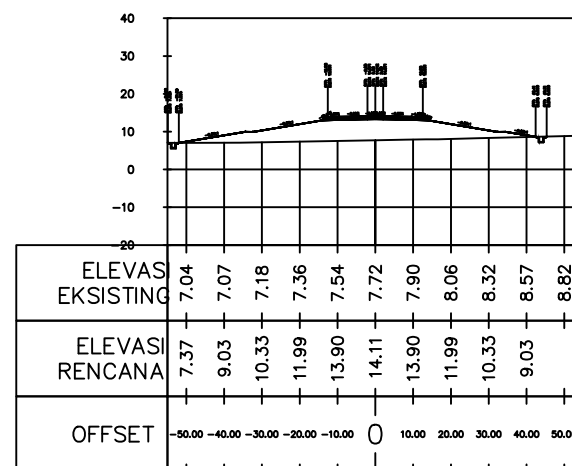
27+000.00



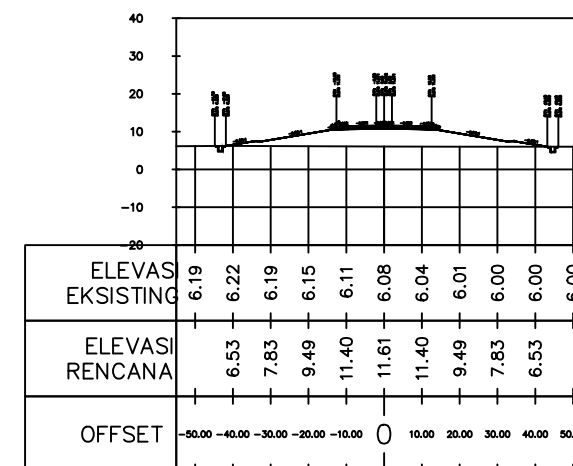
27+500.00



28+000.00



28+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012**
- 2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001**

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

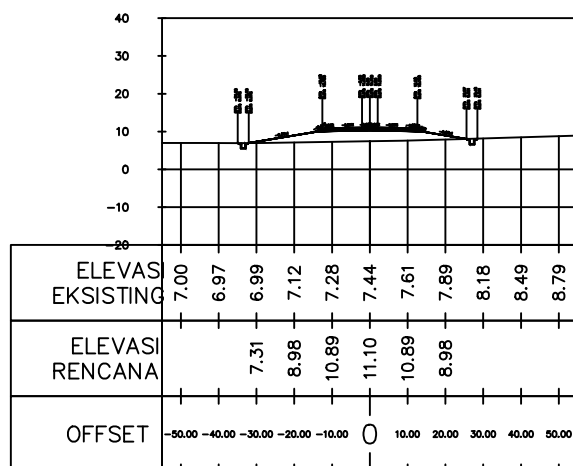
NO. GAMBAR

75

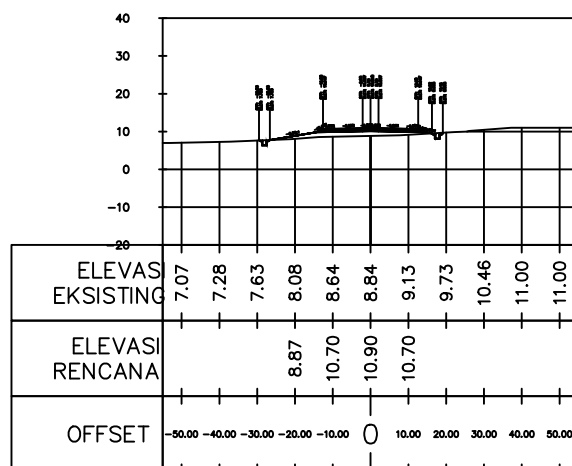
JUMLAH GAMBAR

80

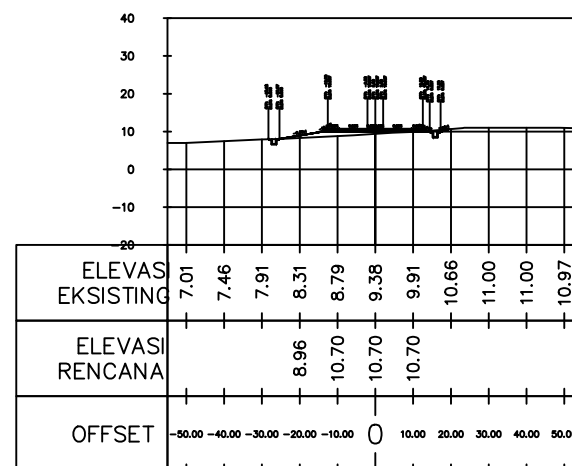
28+602.56



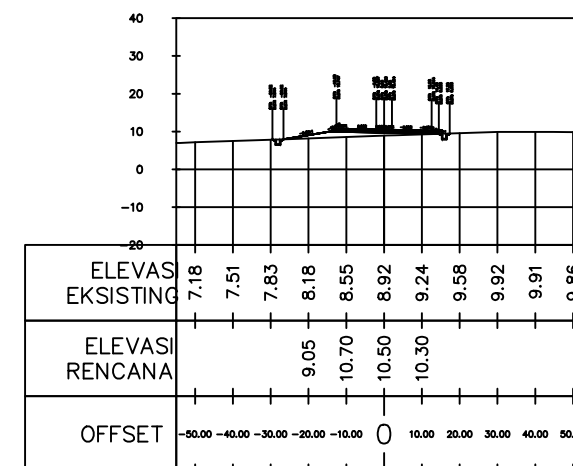
28+642.81



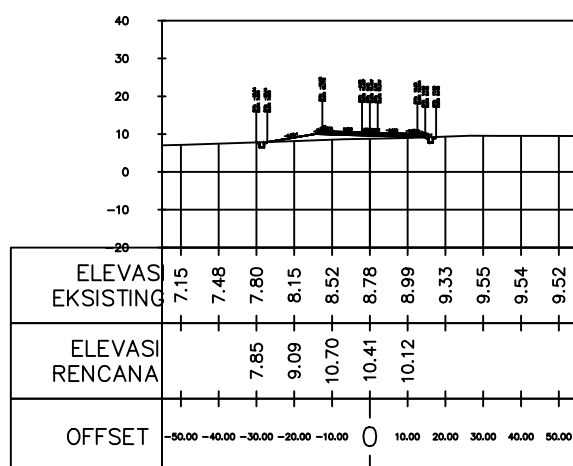
28+683.06



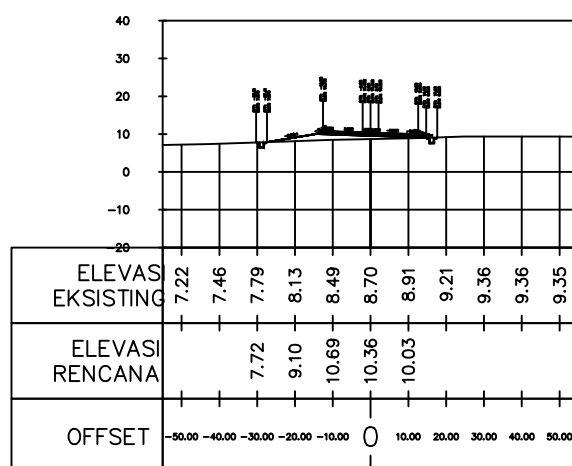
28+723.32



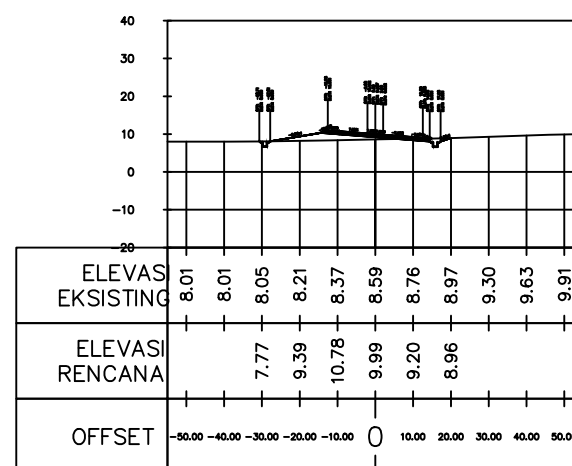
28+741.06



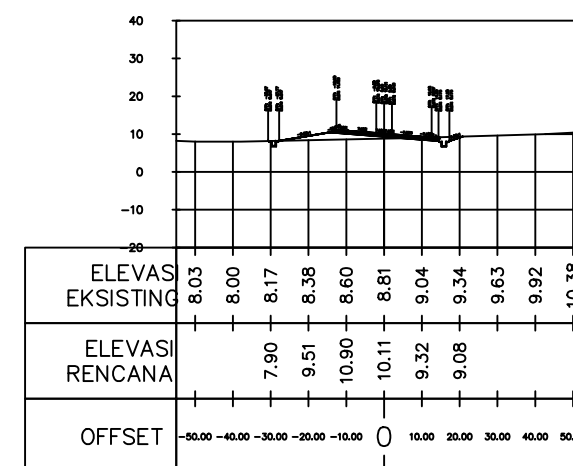
28+750.00



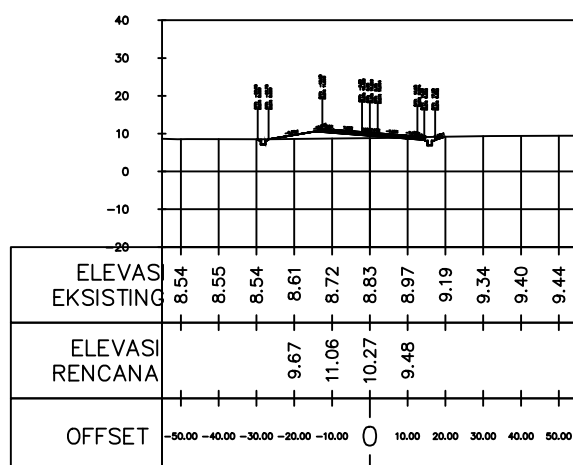
28+842.06



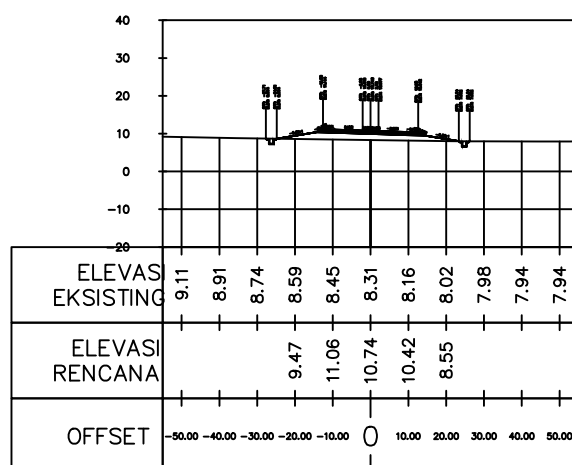
28+873.58



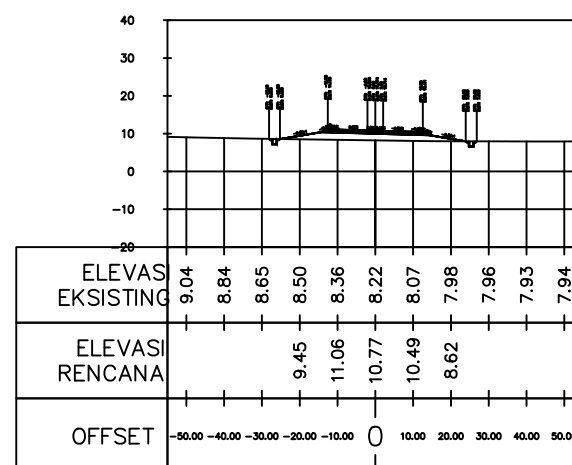
28+905.09



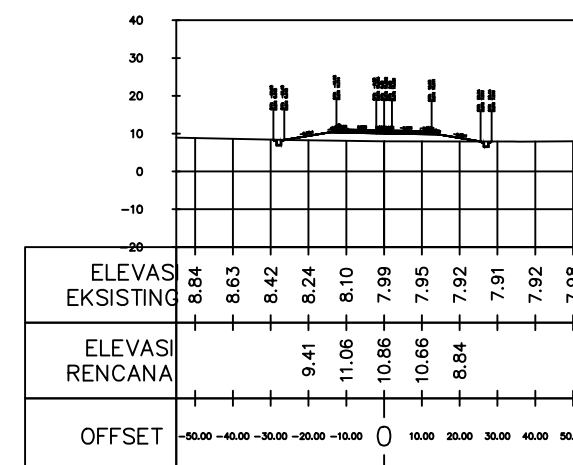
29+000.00



29+006.09



29+023.84



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

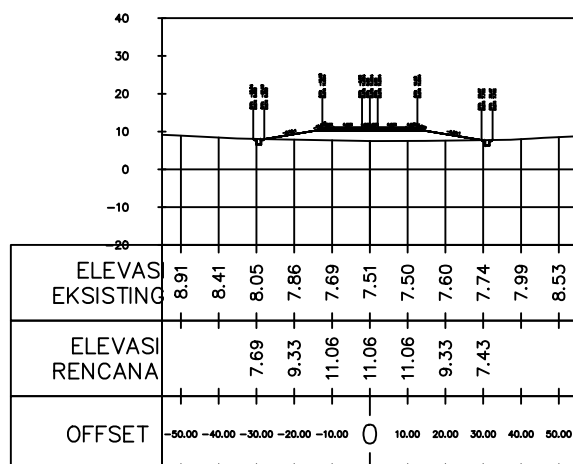
NO. GAMBAR

76

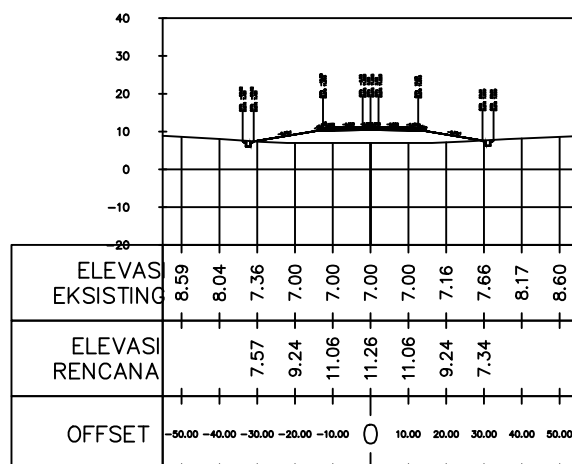
JUMLAH GAMBAR

80

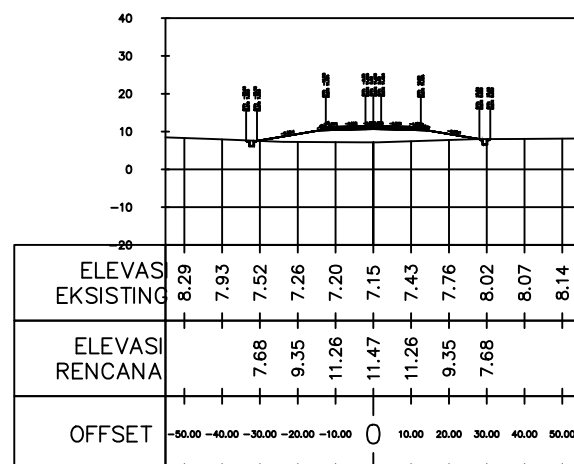
29+064.09



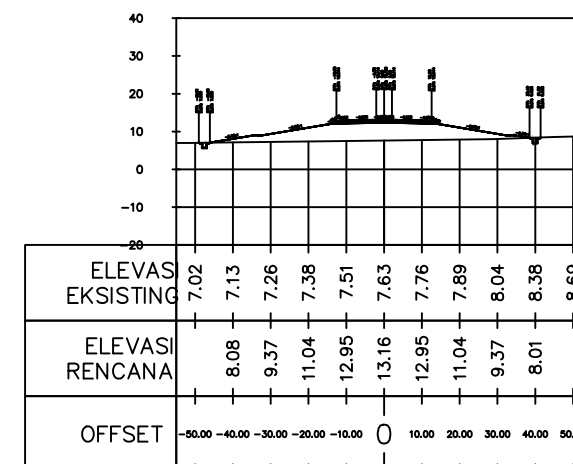
29+104.34



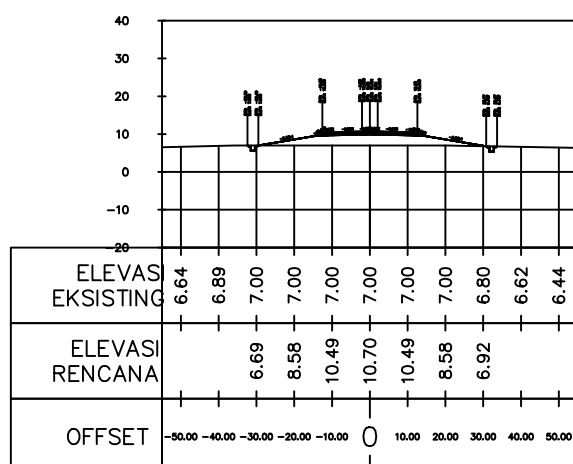
29+144.60



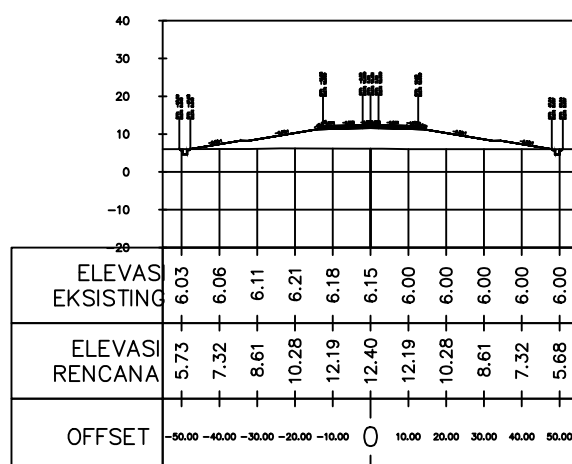
29+500.00



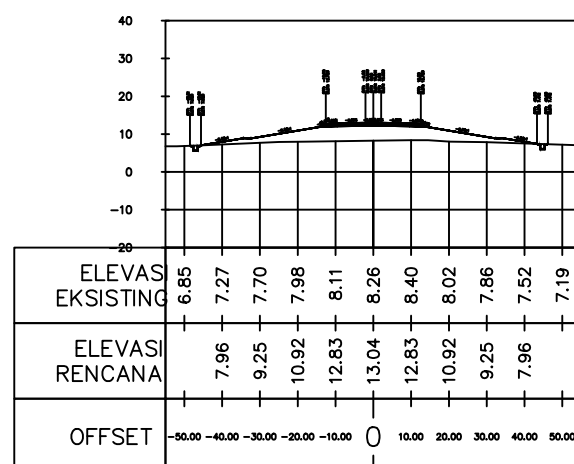
30+000.00



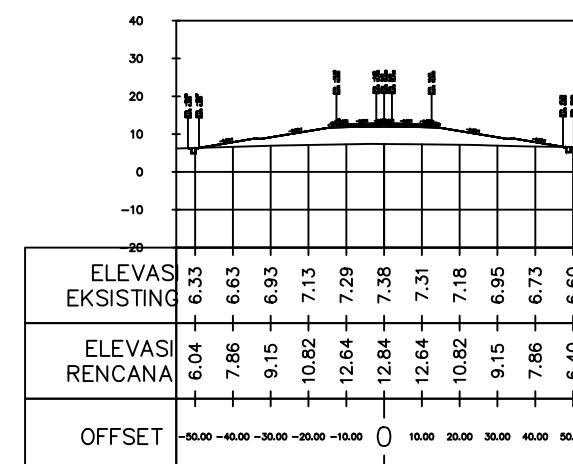
30+500.00



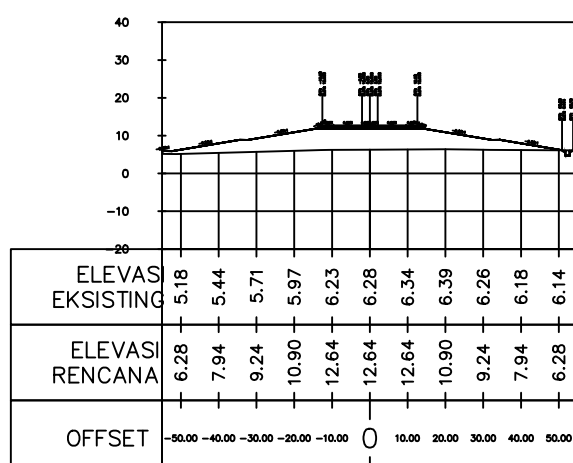
30+699.58



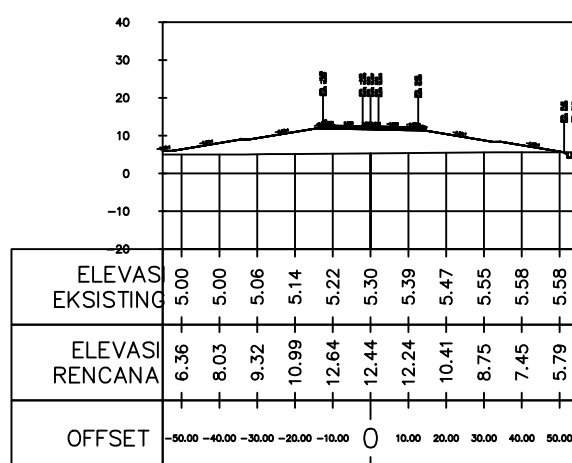
30+739.84



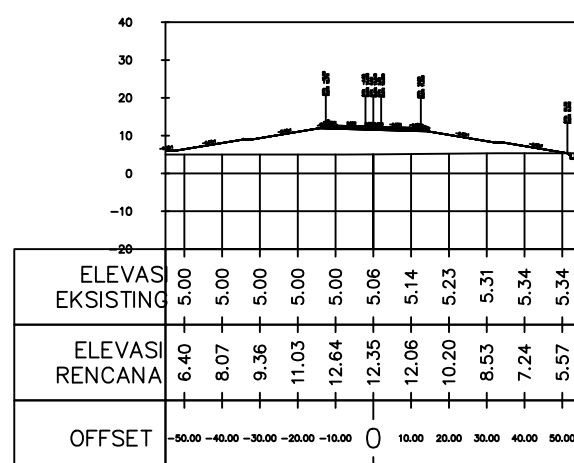
30+780.09



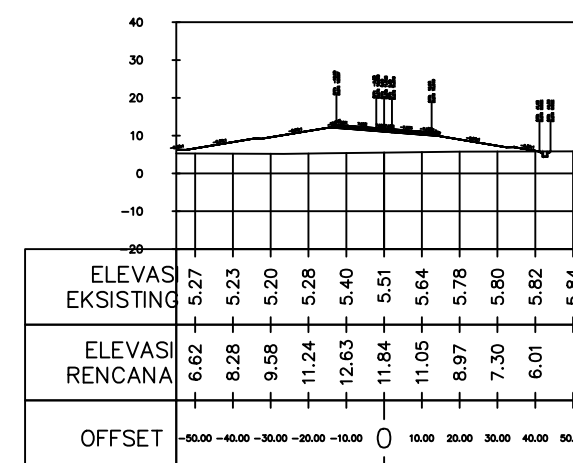
30+820.34



30+838.09



30+939.09



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

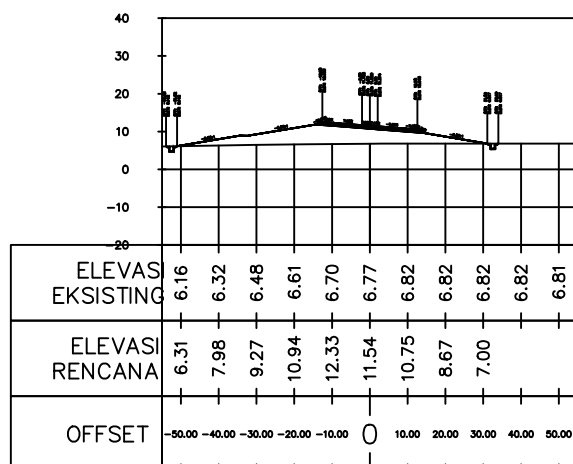
NO. GAMBAR

77

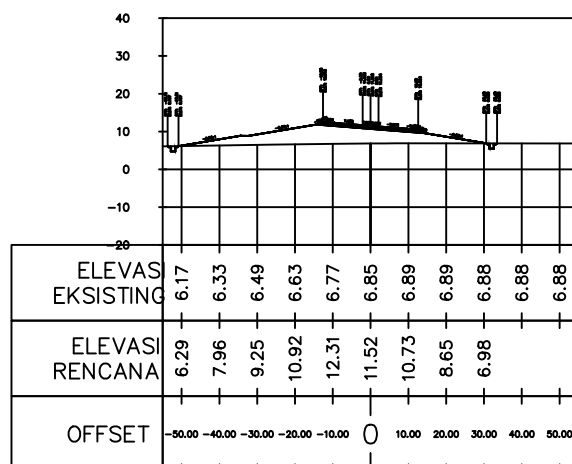
JUMLAH GAMBAR

80

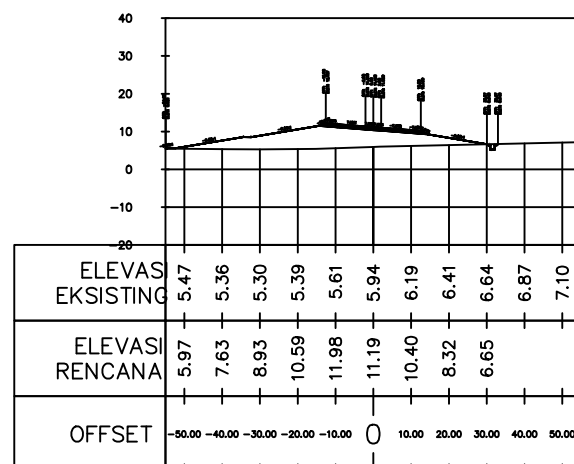
31+000.00



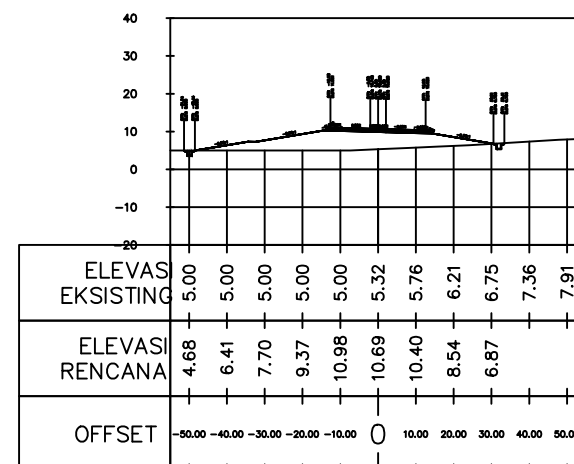
31+004.08



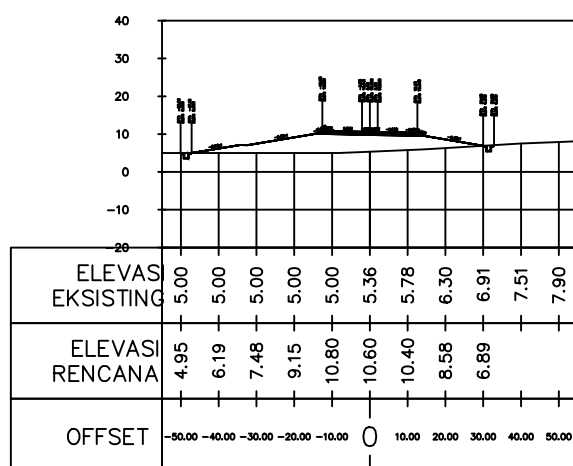
31+069.07



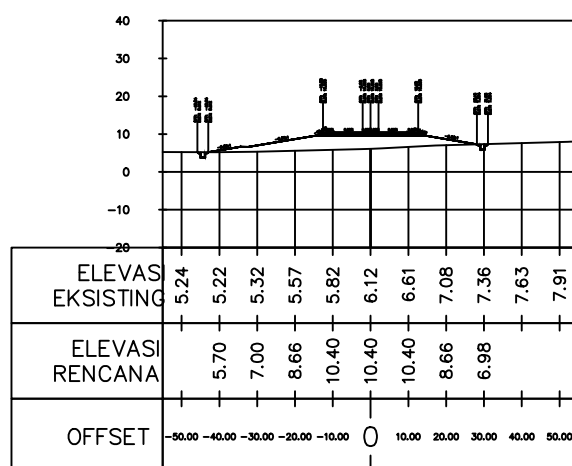
31+170.07



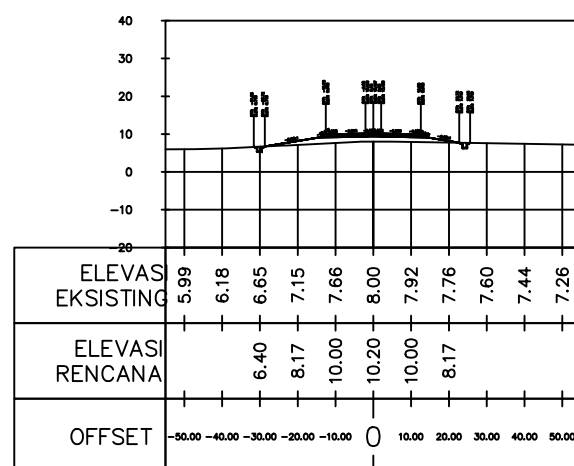
31+187.82



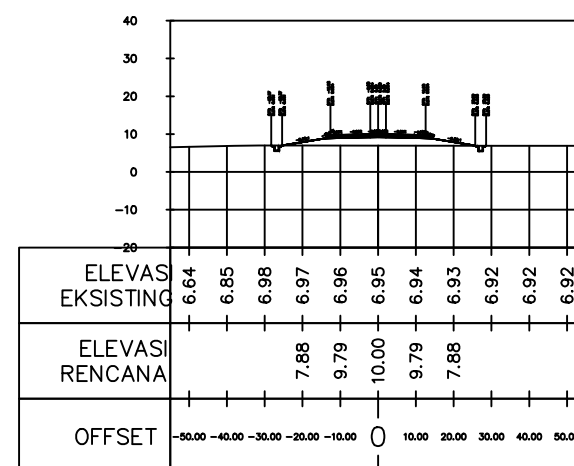
31+228.07



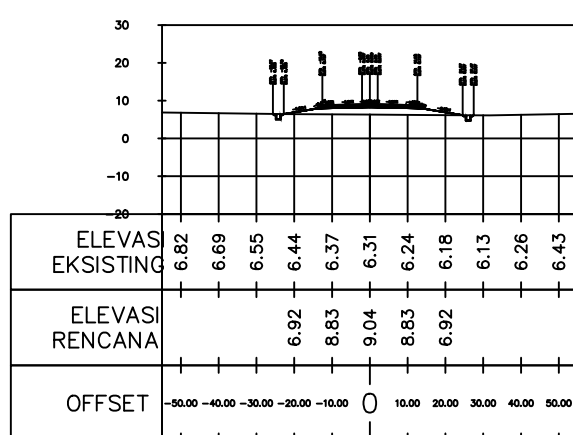
31+268.32



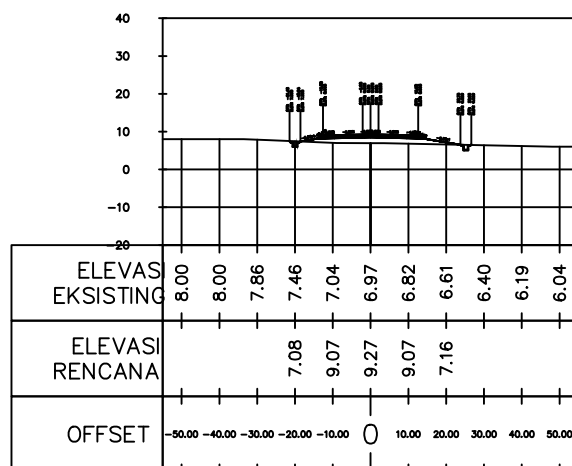
31+308.58



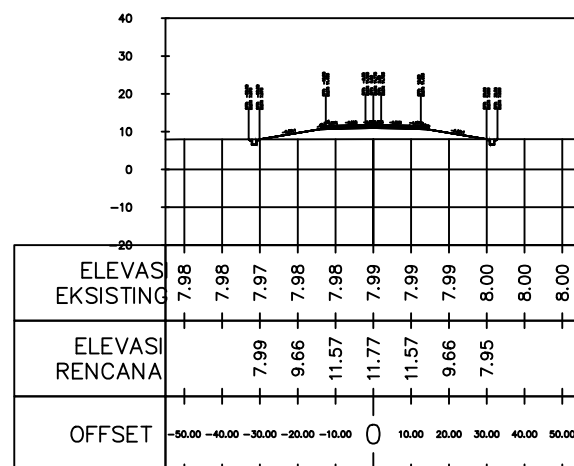
31+500.00



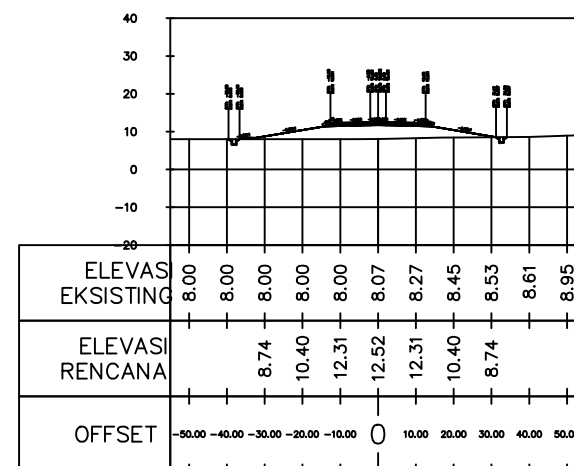
32+000.00



32+500.00



32+649.46



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL GRESIK-LAMONGAN-TUBAN SEGMENT GRESIK-LAMONGAN DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

**HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056**

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

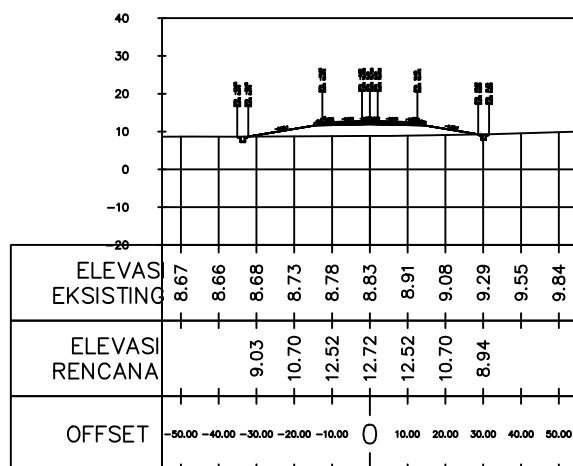
NO. GAMBAR

78

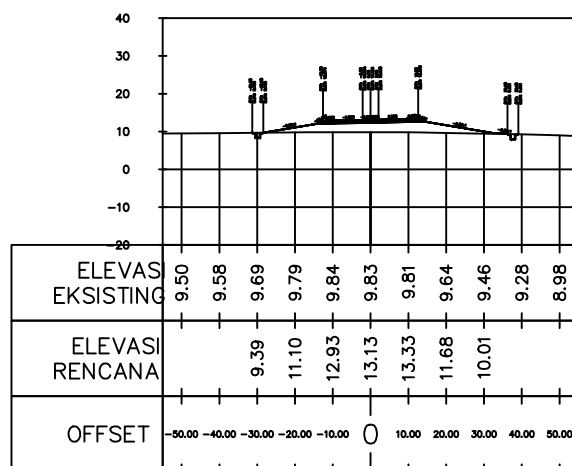
JUMLAH GAMBAR

80

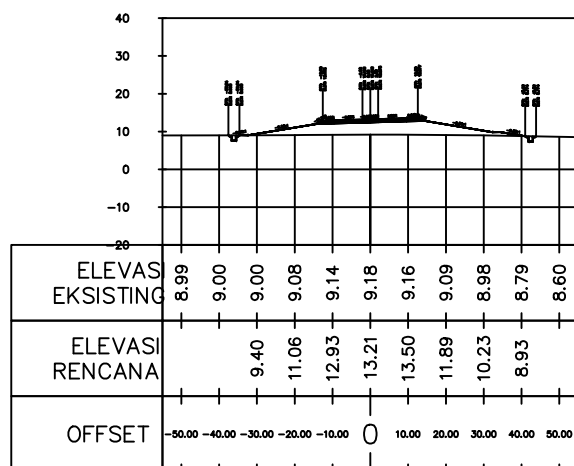
32+689.72



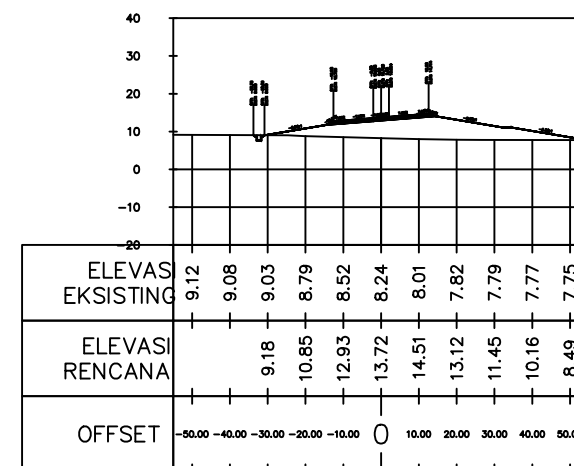
32+770.22



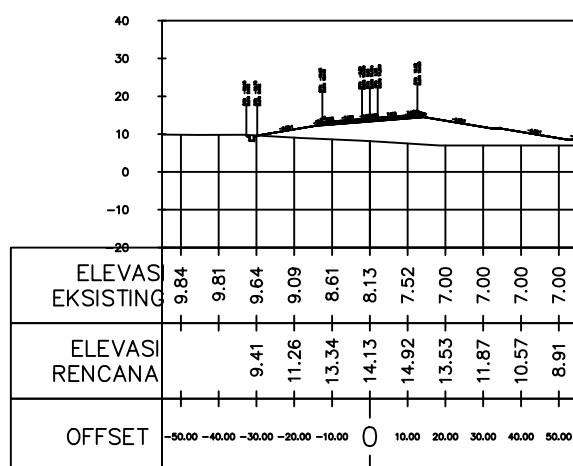
32+787.97



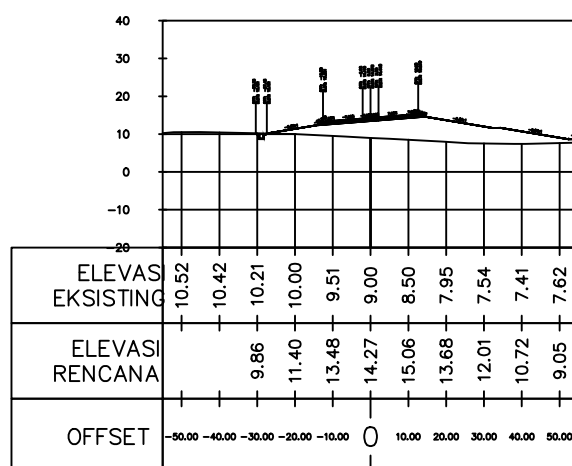
32+888.97



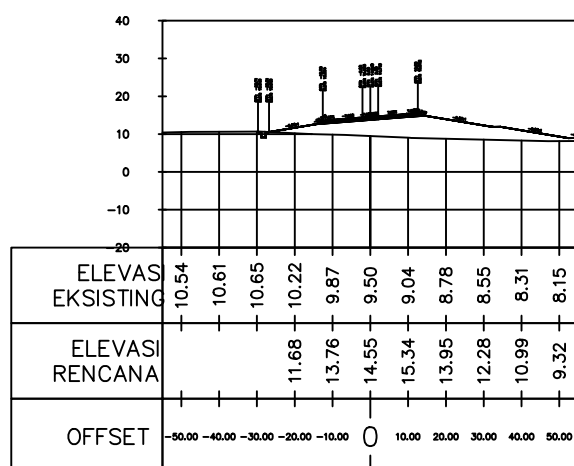
32+971.80



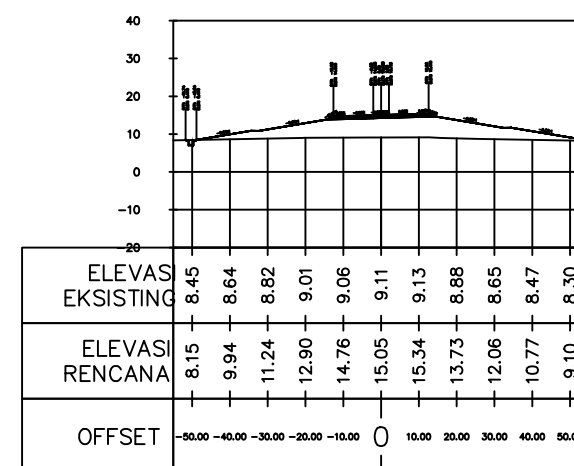
33+000.00



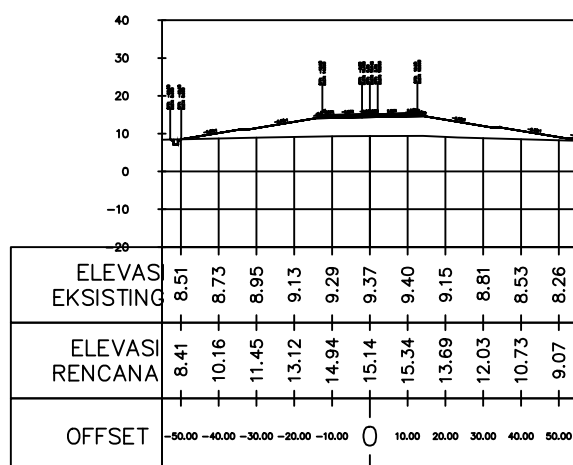
33+054.63



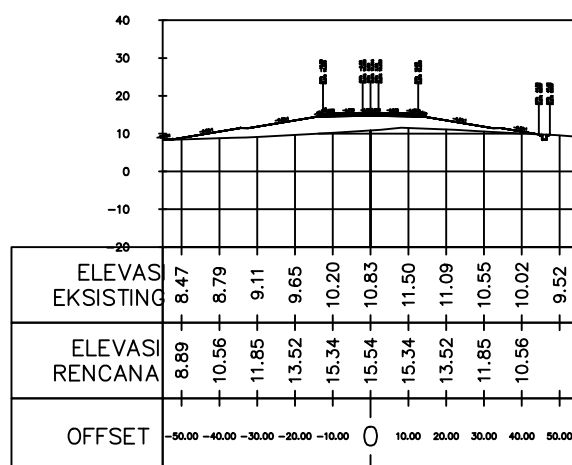
33+155.63



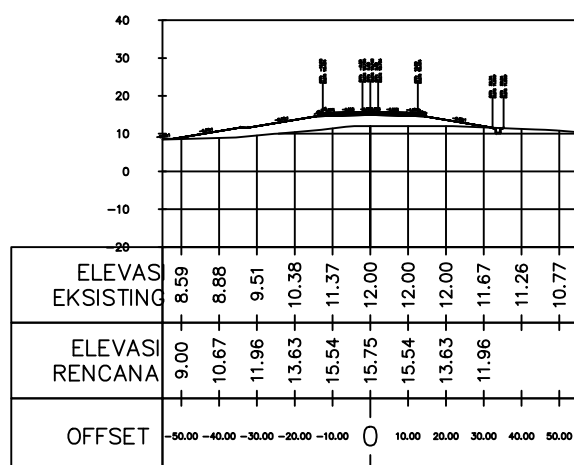
33+173.37



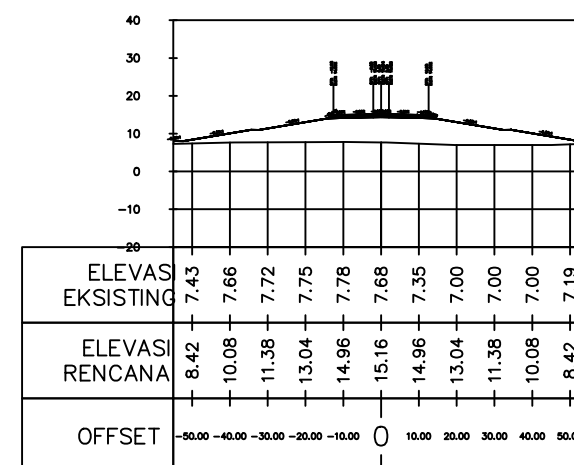
33+253.88



33+294.13



33+500.00



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU**

DOSEN PEMBIMBING

- 1. WAHJU HERIJANTO**
NIP 19620961989031012
- 2. CAHYA BUANA**
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

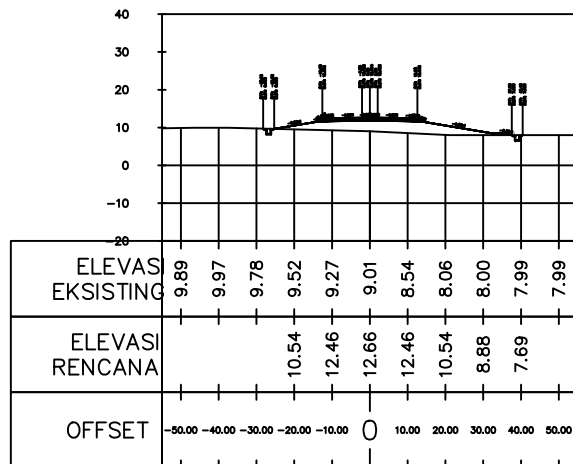
NO. GAMBAR

79

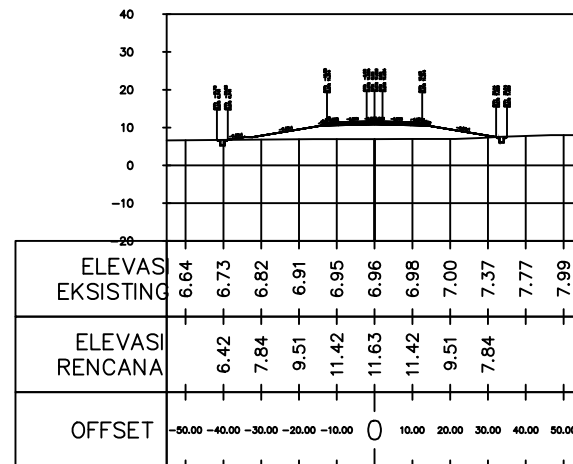
JUMLAH GAMBAR

80

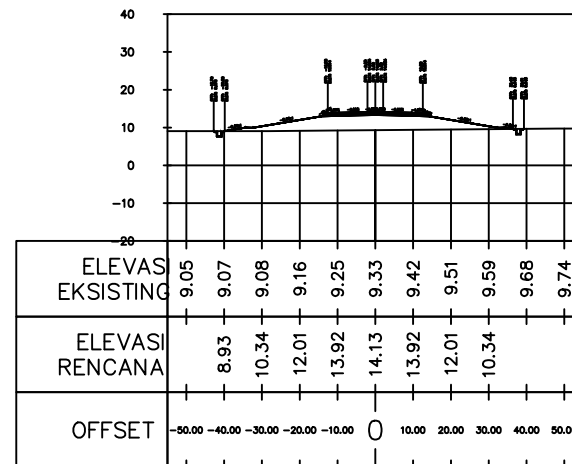
34+000.00



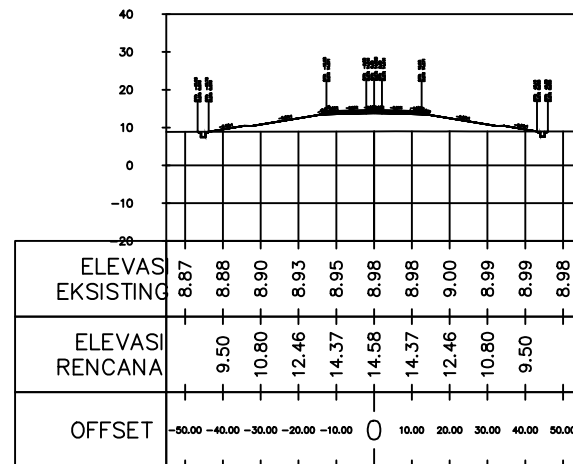
34+500.00



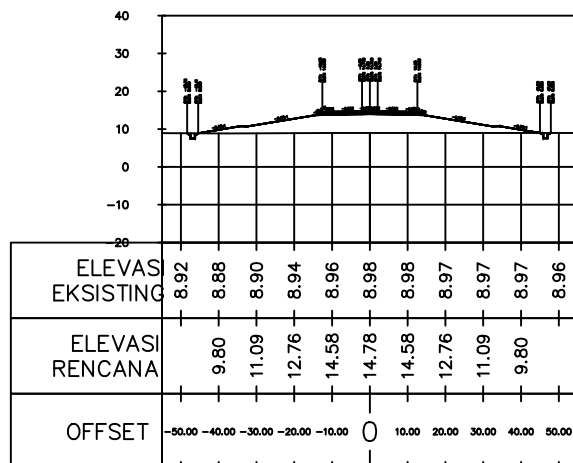
35+000.00



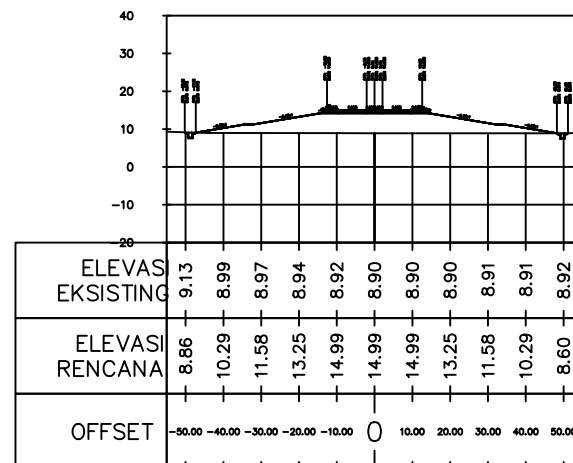
35+091.41



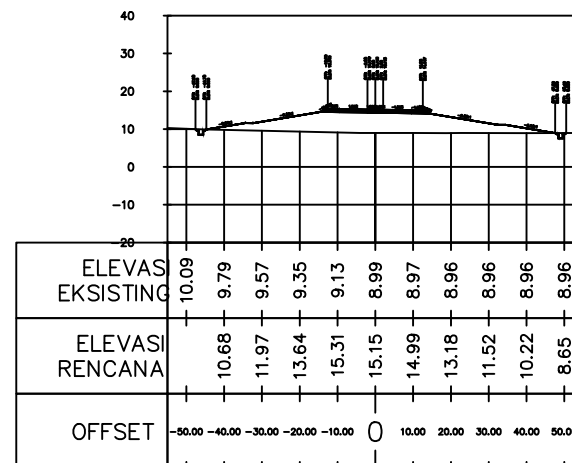
35+131.75



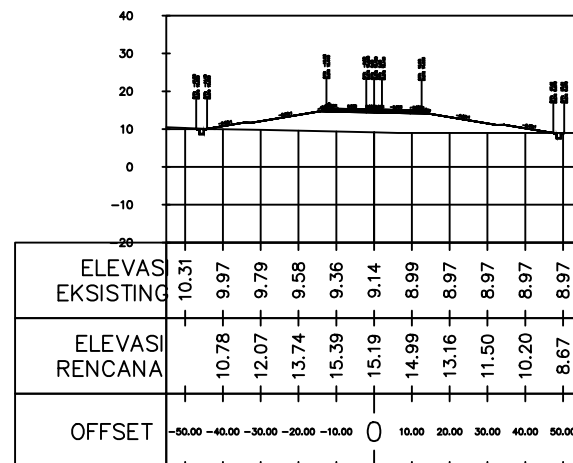
35+172.09



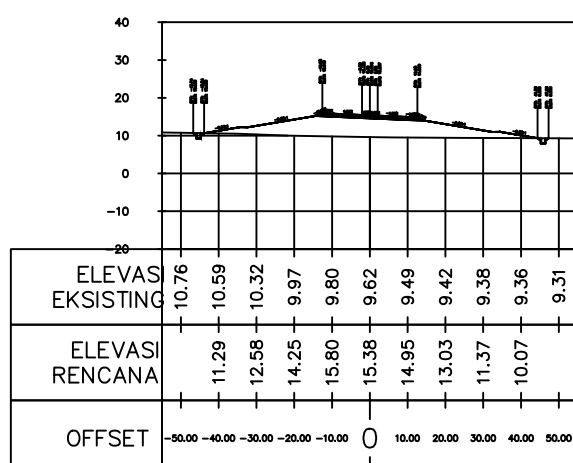
35+204.09



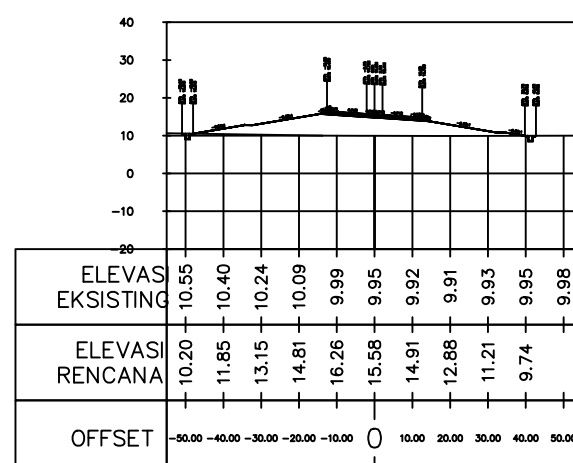
35+212.42



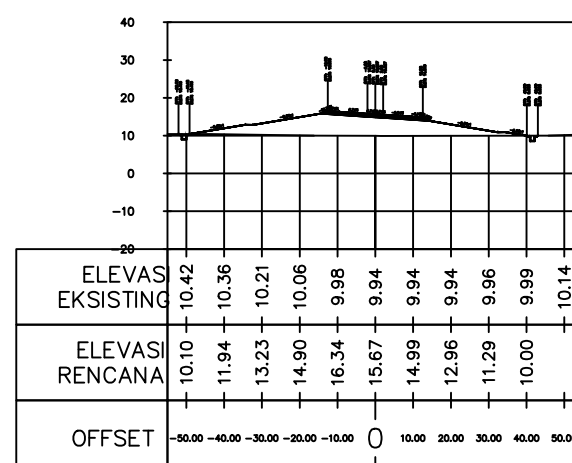
35+250.00



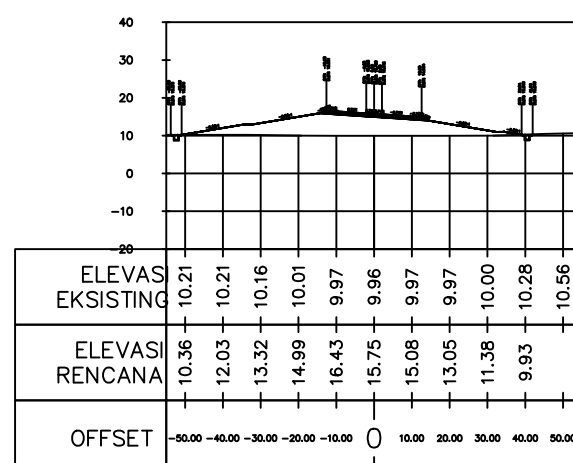
35+291.09



35+308.20



35+325.32



JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN JALAN TOL
GRESIK-LAMONGAN-TUBAN
SEGMENT GRESIK-LAMONGAN
DENGAN PERKERASAN KAKU

DOSEN PEMBIMBING

1. WAHJU HERIJANTO
NIP 19620961989031012
2. CAHYA BUANA
NIP 197209272006041001

NAMA MAHASISWA

HAFID AL KAHFI
NRP 5012201056

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:2000

KETERANGAN

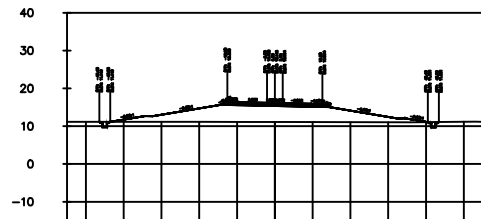
NO. GAMBAR

80

JUMLAH GAMBAR

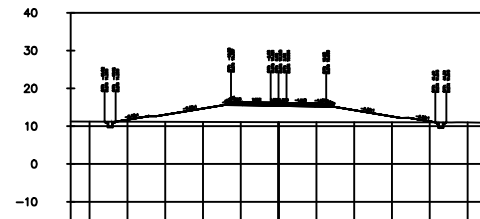
80

35+403.98



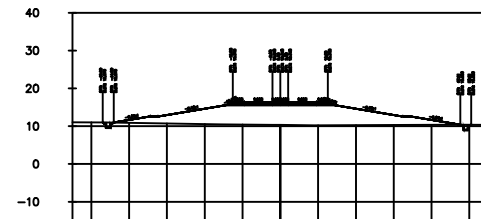
ELEVASI EKSISTING	11.16	11.15	11.15	11.15	11.13	11.11	11.09	11.07	11.05	11.08	11.18
ELEVASI RENCANA	11.74	13.03	14.70	16.35	16.15	15.95	14.12	12.46	11.16	11.18	
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+412.32



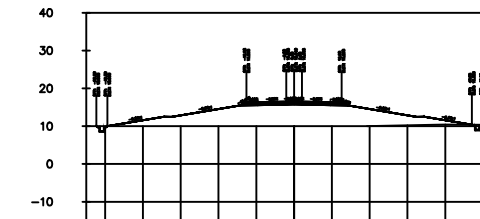
ELEVASI EKSISTING	11.21	11.20	11.16	11.13	11.10	11.07	11.06	11.05	11.03	11.02	11.01
ELEVASI RENCANA	11.72	13.01	14.68	16.35	16.19	16.03	14.22	12.56	11.26	11.01	
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+444.32



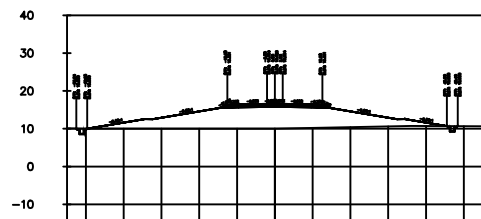
ELEVASI EKSISTING	11.01	10.90	10.72	10.54	10.42	10.33	10.21	10.26	10.31	10.36	10.37
ELEVASI RENCANA	11.65	12.94	14.61	16.35	16.35	16.35	14.61	12.94	11.65	10.36	
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+484.65



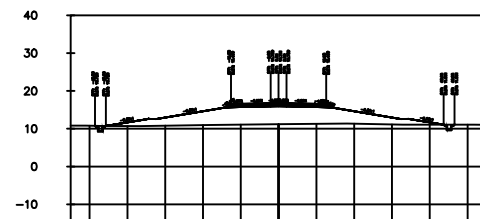
ELEVASI EKSISTING	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.02	10.22	10.43	10.37
ELEVASI RENCANA	9.69	11.57	12.86	14.53	16.35	16.55	16.35	14.53	12.86	11.57	10.37
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+500.00



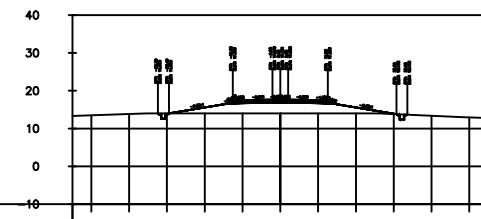
ELEVASI EKSISTING	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.21	10.41	10.62	10.72	10.66	
ELEVASI RENCANA	9.70	11.61	12.90	14.57	16.42	16.63	16.42	14.57	12.90	11.61	10.66
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+524.99



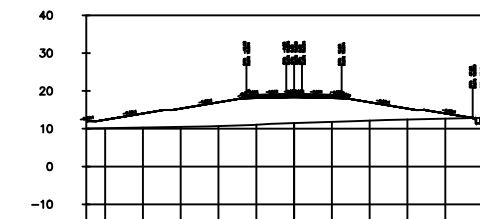
ELEVASI EKSISTING	10.80	10.71	10.81	10.97	11.08	11.18	11.28	11.33	11.12	11.06	11.06
ELEVASI RENCANA	11.67	12.96	14.63	16.54	16.75	16.54	14.63	12.96	11.67	11.06	
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

35+715.00



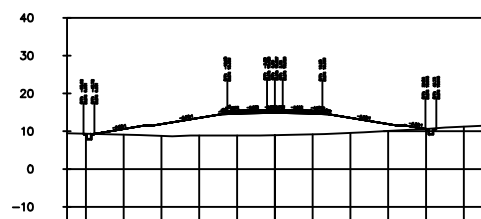
ELEVASI EKSISTING	13.51	13.85	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.83	13.38	12.95	
ELEVASI RENCANA	13.67	15.58	17.49	17.70	17.49	15.58	13.91	13.38	12.95		
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

36+000.00



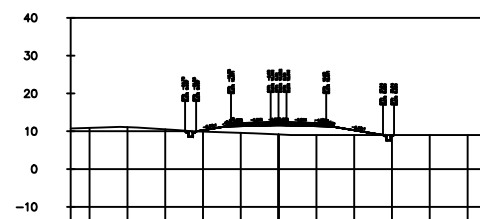
ELEVASI EKSISTING	10.16	10.33	10.50	10.71	11.06	11.49	11.80	12.15	12.45	12.68	12.90
ELEVASI RENCANA	12.38	14.05	15.34	17.01	18.92	19.13	18.92	17.01	15.34	14.05	12.68
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

36+500.00



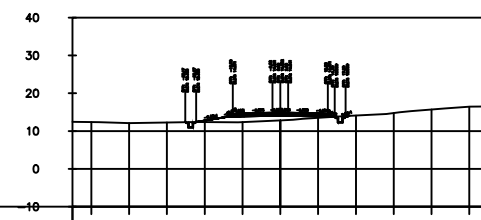
ELEVASI EKSISTING	9.36	9.11	8.78	8.86	8.88	8.97	9.19	9.56	10.07	10.63	11.22
ELEVASI RENCANA	8.99	10.59	11.88	13.55	15.46	15.67	15.46	13.55	11.88	10.45	11.22
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

37+000.00



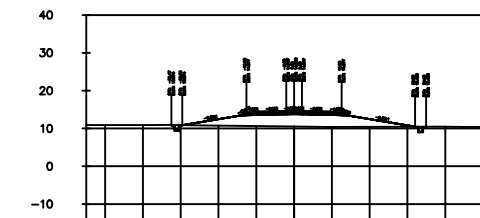
ELEVASI EKSISTING	10.90	11.10	10.52	9.90	9.58	9.15	9.00	8.99	8.99	8.99	
ELEVASI RENCANA	10.26	12.17	12.38	12.17	10.26	8.68	8.99	8.99			
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

37+500.00



ELEVASI EKSISTING	12.37	12.10	12.26	12.38	12.38	12.84	13.51	14.11	14.78	15.70	16.44
ELEVASI RENCANA	12.76	14.67	14.88	14.67	14.11	14.78	15.70	16.44			
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

37+715.00



ELEVASI EKSISTING	10.89	10.91	10.88	10.76	10.63	10.51	10.41	10.43	10.46	10.47	10.39
ELEVASI RENCANA	10.57	12.47	14.38	14.59	14.38	12.47	10.80	10.46	10.47	10.39	
OFFSET	-50.00	-40.00	-30.00	-20.00	-10.00	0	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00

BIODATA PENULIS



Hafid Al Kahfi, seorang mahasiswa Teknik Sipil kelahiran Madiun, 7 Juni 2002. Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Lahir tumbuh dan besar di Kota Madiun dengan menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN Grobogan 01, SMPN 3 Madiun, dan SMAN 3 Madiun. Tekad dalam merintis masa depan di ITS telah tumbuh ketika masa-masa awal di kelas 3 SMA. Masuk perkuliahan pada tahun 2020 dan diamanati menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Sipil pada semester 4 membuat saya telah berkembang menjadi mahasiswa yang lebih baik dari sebelumnya

Selama menempuh perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Jurusan Teknik Sipil, penulis aktif berorganisasi dengan menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Sipil Departemen Sosial Masyarakat selama 2 periode, aktif dalam UKM Sepakbola, dan mengikuti LKMM sampai tingkat LKMM-Dasar. Selain dalam bidang organisasi, penulis juga memiliki pengalaman profesional diantaranya Kerja Praktik pada Konstruksi Rumah Sakit UPT Vertikal WIKA WEGE Kso sebagai QC dan MSIB Kampus Merdeka di PT. Sumber Alfaria Trijaya sebagai Building Support. Penulisan tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan yang mungkin penulis buat. Oleh karena itu, ruang diskusi, saran, dan kritik terbuka lebar. Apabila terdapat diskusi, saran, maupun kritik penulis dapat dihubungi melalui email: hafid.kahfi17@gmail.com