



TUGAS AKHIR - RC184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA
0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)**

HENI PRASETYO
NRP. 03111640000005

Dosen Pembimbing I
Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD.

Dosen Pembimbing II
Anak Agung Gde K., ST, MSc

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



TUGAS AKHIR - RC184803

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA
0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)**

HENI PRASETYO
NRP. 0311164000005

Dosen Pembimbing I
Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD.

Dosen Pembimbing II
Anak Agung Gde K., ST. MSc

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR - RC184803

**GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF
KERTOSONO - KEDIRI HIGHWAY ROAD (KERTOSONO
STA 0+000 UNTIL KEDIRI STA 21+300)**

HENI PRASETYO
NRP. 03111640000005

Dosen Pembimbing I
Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD.

Dosen Pembimbing II
Anak Agung Gde K., ST. MSc

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA
0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

HENI PRASETYO
NRP. 0311164000005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir.

1. Ir. Hera Widayastuti, MT, Ph.D. (Pembimbing I)

2. Anak Agung Gde K, ST, MSc. (Pembimbing II)



**SURABAYA,
JANUARI 2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA
0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)**

Nama Mahasiswa : Heni Prasetyo
NRP : 0311164000005
Departemen : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Hera Widyastuti, MT. Ph.D
Dosen Pembimbing II : Anak Agung Gde K., ST. MSc.

ABSTRAK

Dengan terus meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama di wilayah Kertosono dan Kediri, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah ini pun semakin meningkat. Hal itu tentu menuntut akan adanya perkembangan di segi fasilitas transportasi. Jalur yang menghubungkan wilayah Kertosono dengan Kota Kediri adalah jalur Kertosono-Kediri yang dikategorikan sebagai jalan nasional menurut UU No.38 Tahun 2004. Jalur ini adalah jalur yang vital dikarenakan banyak dilewati oleh kendaraan berat, dan kendaraan umum seperti bus, angkot, dan mobil penumpang, karena jalur ini merupakan jalur utama dan merupakan rute tercepat untuk menuju Kota Kediri jika dari Kertosono. Oleh karena itu diperlukan adanya jalur alternatif yang menghubungkan Kertosono-Kediri dan dipilih jalan tol sebagai jalur alternatif. Pembangunan jalan tol merupakan solusi karena dapat mengalihkan kepadatan lalu lintas yang terjadi di Simpang Tiga Mengkreg, Kertosono sehingga dapat menimbulkan kelancaran arus lalu lintas dan efisiensi.

Tugas Akhir ini berisi tentang perancangan geometrik, perancangan tebal perkerasan jalan, perancangan saluran drainase, besarnya volume pekerjaan, dan rencana anggaran biaya pada Jalan Tol Kertosono-Kediri. Trase yang digunakan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri mengacu pada studi terdahulu dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol

Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial”. Perancangan geometrik dilakukan berdasarkan “Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 tentang Jalan Bebas Hambatan” serta “Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009”, untuk perancangan tebal perkerasan berdasarkan “Manual Desain Perkerasan Jalan 2017”, sedangkan untuk perencanaan saluran drainase berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Drainase Pemukaan Jalan 03-3424-1994”. Perancangan geometrik dan perhitungan volume bahan dan volume cut and fill pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software AutoCAD Civil 3D 2018.

Dari hasil perancangan jalan tol ini didapatkan jumlah lengkung horizontal sebanyak 11 dan lengkung vertikal sebanyak 15. Tebal lapisan perkerasan kaku didapatkan 285 mm pada badan jalan dan 265 mm pada bahu jalan dengan lapisan tambahan pada keduanya yaitu lapisan beton kurus (LMC) 100 mm, lapisan drainase 150 mm dan lapisan stabilisasi semen 300 mm. Tipe saluran drainase sebanyak 6 tipe. Total anggaran biaya material untuk pembangunan Jalan Tol ini sebesar Rp 428.076.783.131.

Kata kunci : Perancangan Geometrik, Perkerasan Jalan, Jalan Tol

**GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF
KERTOSONO - KEDIRI HIGHWAY ROAD
(KERTOSONO STA 0+000 UNTIL KEDIRI STA 21+300)**

Student's Name : Heni Prasetyo
Student's Number : 0311164000005
Department : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Academic Supervisor I: Ir. Hera Widyastuti, MT. Ph.D
Academic Supervisor II: Anak Agung Gde K., ST. MSc.

ABSTRACT

With the increase in the economy in the East Java region, especially in the Kertosono and Kediri regions, the mobility or movement of goods and services between the two regions has also increased. It certainly requires the existence of developments in terms of transportation facilities. The lane that connects the Kertosono region with the Kediri is the Kertosono-Kediri lane which is categorized as a national road according to Law No.38 of 2004. This path is a vital route because it is traversed by heavy vehicles, and public vehicles such as buses, public transportation, and passenger cars , because this path is the main route and is the fastest route to get to the Kediri if from Kertosono. Therefore an alternative route connecting Kertosono-Kediri is needed and a toll road is chosen as an alternative route. The construction of the toll road is a solution because it can divert the traffic density that occurs at Simpang Tiga Mengkreg, Kertosono so that it can lead to smooth traffic flow and efficiency.

This Final Project contains the geometric design, the design of the thickness of the pavement, the design of drainage channels, the volume of work, and the budget plan for the Kertosono-Kediri Toll Road. The phase used in the Kertosono-Kediri Toll Road refers to a previous study entitled "Planning for the Kertosono-Kediri Toll Road Development in Terms of Economic and Financial Feasibility". Geometric design is based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) on

Freeway "and" Geometry of Freeway for Toll Roads, Ministry of Public Works of the Directorate General of Highways in 2009 ", for pavement thickness design based on" Road Pavement Design Manual 2017 ", while for drainage channel planning based on" Procedures for Road Surface Drainage Planning 03-3424-1994 ". The geometric design and calculation of the volume of material and the volume of cut and fill in this final project is done using AutoCAD Civil 3D 2018 software.

From the results of this toll road design, the number of horizontal alignment is 11 and the vertical alignment is 15. The thickness of the rigid pavement is 285 mm on the road body and 265 mm on the shoulder of the road with additional layers on both the thin concrete layer (LMC) 100 mm, the drainage layer 150 mm and a cement stabilization layer 300 mm. There are 6 types of drainage channels. The total material cost budget for the construction of this Toll Road is Rp 428,076,783,131.

Keywords: Geometric Design, Pavement Design, Highway Road

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karuniaNya-lah penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono – Kediri (Kertosono STA 0+000 sampai Kediri STA 21+300)”

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan Program Sarjana 1 Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama mengikuti pendidikan S1 Teknik Sipil sampai dengan proses penyelesaian Tugas Akhir, berbagai pihak telah memberikan fasilitas, membantu, membina dan membimbing penulis khususnya kepada:

1. Kedua orang tua, saudara-saudara tercinta, sebagai pemberi semangat dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materiil, terutama doa.
2. Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., MSc. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
3. Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Anak Agung Gde K., ST., MSc selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak / Ibu Dosen khususnya Departemen Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
6. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan S59, yang telah banyak berdiskusi dan bekerjasama dengan penulis.

Penulis menyadari, Tugas Akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangannya. Karena itu kritik dan saran yang membangun akan diterima guna memperbaiki Tugas Akhir ini sehingga dapat bermanfaat dan menambah wawasan pembaca, khususnya tentang Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono – Kediri (Kertosono STA 0+000 sampai Kediri STA 21+300).

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Lingkup Perencanaan	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat	6
1.7 Lokasi yang Ditinjau	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Definisi Jalan.....	9
2.1.1 Sistem Jaringan Jalan	9
2.1.2 Fungsi Jalan.....	10
2.1.3 Status Jalan.....	10
2.1.4 Kelas Jalan	11
2.2 Tentang Jalan Tol.....	11
2.2.1 Pengertian dan Fungsi Jalan Tol	11
2.2.2 Persyaratan Jalan Tol	12
2.2.3 Spesifikasi Jalan Tol	13
2.3 Perancangan Geometrik Jalan	13
2.3.1 Analisa Kapasitas Lalu Lintas.....	13
2.3.2 Karakteristik Lalu Lintas Jalan.....	14
2.3.2.1 Kendaraan Rencana.....	14
2.3.2.2 Kecepatan Rencana	15
2.3.2.3 Jarak Pandang.....	15
2.4 Perancangan Alinemen Horizontal.....	17
2.4.1 Panjang Bagian Lurus	17
2.4.2 Standar Bentuk Tikungan.....	17

2.4.3	Jari-Jari Tikungan.....	21
2.4.4	Lengkung Peralihan.....	23
2.4.5	Superelevasi.....	28
2.4.6	Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan	31
2.4.7	Daerah Kebebasan Samping di Tikungan	33
2.5	Perancangan Alinemen Vertikal.....	34
2.5.1	Kelandaian Alinemen Vertikal.....	35
2.6	Koordinasi Alinemen Horizontal dan Alinemen Vertikal.....	39
2.7	Perancangan Perkerasan Jalan.....	40
2.7.1	Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	40
2.7.1.1	Karakteristik Lalu Lintas.....	40
2.7.1.2	Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan	44
2.7.2	Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	46
2.7.2.1	Penentuan Besaran Rencana.....	46
2.7.2.2	Perancangan Tebal Perkerasan	48
2.7.2.3	Perancangan Tebal Pelat	52
2.7.2.4	Perancangan Penulangan pada Perkerasan Kaku .	53
2.7.2.5	Teknik Penyambungan	56
2.7.2.6	Perancangan Sambungan pada Perkerasan Kaku .	56
2.7.2.7	Ruji (<i>Dowel</i>).....	60
2.8	Perancangan Saluran Tepi (Drainase)	60
2.8.1	Intensitas Curah Hujan	61
2.8.2	Waktu Konsentrasi (T_c)	63
2.8.3	Koefisien Pengaliran (C).....	63
2.8.4	Menghitung Luas Daerah Pengaliran (A).....	65
2.8.5	Menghitung Debit Air (Q).....	65
2.9.5	Menghitung Kemiringan Saluran	65
2.10	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	67
2.11	Studi Terdahulu	67
BAB III METODOLOGI.....		73
3.1	Langkah Pekerjaan	73
3.1.1	Pekerjaan Persiapan.....	73
3.1.2	Studi Pustaka dan Literatur	74
3.1.3	Pengumpulan dan Pengolahan Data	74

3.1.4	Perhitungan Perancangan	75
3.1.5	Gambar Desain.....	87
3.1.6	Perhitungan Volume Pekerjaan dan RAB	87
3.1.7	Kesimpulan dan Saran.....	88
3.2	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	88
BAB IV PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN		91
4.1	Alternatif Trase	91
4.2	Dasar Perancangan Geometrik Jalan	92
4.3	Perancangan Alinemen Horisontal	92
4.3.1.	Menentukan panjang bagian Lurus	93
4.3.2.	Perhitungan Sudut Azimut (β)	93
4.3.3.	Perhitungan Jari-jari Tikungan (R)	95
4.3.4.	Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)....	96
4.3.5.	Perhitungan Superelevasi (e).....	97
4.3.6.	Penentuan Tipe Lengkung Horizontal.....	99
4.3.7.	Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S	99
4.3.8.	<i>Stasioning</i> Titik Parameter Lengkung <i>Horizontal</i> SCS.....	100
4.3.9.	Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi...	101
4.4.	Perancangan Alinemen Vertikal.....	101
4.4.1	Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan	101
4.4.2	Kelandaian Rancangan dan Tipe Lengkung Cekung	102
4.4.3	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung	102
4.4.4	<i>Stasioning</i> Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung	103
4.4.5	Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung	103
4.4.6	Kelandaian Rancangan dan Tipe Lengkung Cembung	103
4.4.7	Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung	104
4.5	Perhitungan Daerah Kebebasan Samping	105
4.6	Pelebaran Pada Tikungan	106

BAB V PERANCANGAN PERKERASAN JALAN	109
5.1	Dasar Perancangan Perkerasan..... 109
5.2	Pengolahan Data CBR..... 109
5.3	Pengolahan Data Lalu Lintas..... 109
5.4	Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan 111
5.5	Faktor Perumbuhan Lalu Lintas 114
5.6	Trip Assignment..... 115
5.7	Distribusi Sumbu Kendaraan..... 116
5.8	Perancangan Pondasi Bawah..... 117
5.9	Perancangan Tebal Perkerasan Kaku 118
5.10	Perancangan Tulangan 120
5.11	Perancangan Sambungan..... 124
BAB VI PERANCANGAN SALURAN DRAINASE	127
6.1	Perancangan Drainase 127
6.2	Data Curah Hujan..... 127
6.3	Pengolahan Data Curah Hujan 128
6.4	Analisa Hidrologi 130
6.5	Analisa Hidrolika 134
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA.....	147
7.1	Umum..... 147
7.2	Analisa Harga Satuan Pekerjaan 148
7.3	Perhitungan Volume Pekerjaan 153
BAB VIII KESIMPULAN	163
8.1	Kesimpulan..... 163
DAFTAR PUSTAKA	165
LAMPIRAN	168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Wilayah Jawa Timur	2
Gambar 2. 1 Tikungan Full Circle.....	18
Gambar 2. 2 Tikungan Spiral-Circle-Spiral	20
Gambar 2. 3 Tikungan Spiral- Spiral	21
Gambar 2. 4 Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan ..	29
Gambar 2. 5 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS30	
Gambar 2. 6 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe FC .	30
Gambar 2. 7 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SS..	31
Gambar 2. 8 Pelebaran Jalan pada Tikungan	32
Gambar 2. 9 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $SS < LC$	33
Gambar 2. 10 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $SS > LC$	33
Gambar 2. 11 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung	34
Gambar 2. 12 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung	37
Gambar 2. 13 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung	37
Gambar 2. 14 Grafik Hubungan Tebal Minimum Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Rencana	48
Gambar 2. 15 Grafik Hubungan Tebal Perkerasan dengan beban Sumbu Kendaraan Rencana	53
Gambar 2. 16 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji.....	57
Gambar 2. 17 Sambungan Isolasi Melintang dengan Ruji	58
Gambar 2. 18 Sambungan Isolasi dengan Penebalan Tepi.....	58
Gambar 2. 19 Sambungan Isolasi Tanpa Ruji.....	58
Gambar 2. 20 Tipikal Sambungan Pelaksanaan Arah Memanjang	59
Gambar 2. 21 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang.....	59

Gambar 2. 22 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Per Lajur	59
Gambar 2. 23 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan.....	60
Gambar 2. 24 Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan	65
Gambar 2. 25 Kemiringan Tanah	66
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart/</i> Diagram Alir	89
Gambar 4. 1 Trase Rencana Jalan TolKertosono-Kediri.....	91
Gambar 4. 2 Sudut Azimuth pada PI 1	95
Gambar 4. 3 Parameter Tikungan PI3	101
Gambar 4. 4 Diagram Superelevasi Tikungan PI3	101
Gambar 4. 5 Daerah Kebebasan Samping untuk $SS < LC$	106
Gambar 5. 1 Tebal Perkerasan Badan Jalan	120
Gambar 5. 2 Tebal Perkerasan Bahu Jalan	120
Gambar 5. 3 Penulangan Bersambung	122
Gambar 5. 4 Detail Penulangan <i>Tie Bar</i>	125
Gambar 5. 5 Detail Penulangan Dowel	125
Gambar 5. 6 Sketsa Gambar Sambungan	126
Gambar 6. 1 Saluran Tipe 1.....	126
Gambar 6. 2 Saluran Tipe 2.....	126
Gambar 6. 3 Saluran Tipe 3.....	126
Gambar 6. 4 Saluran Tipe 4.....	126
Gambar 6. 5 Saluran Tipe 5.....	126
Gambar 6. 6 Saluran Tipe 6.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Indeks Gini (Gini Index) Wilayah Jawa Timur	2
Tabel 2. 1 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan 4 lajur 2 arah.....	14
Tabel 2. 2 Golongan Kendaraan Rencana	14
Tabel 2. 3 Kecepatan rencana VR sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan	15
Tabel 2. 4 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum.....	16
Tabel 2. 5 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian.....	16
Tabel 2. 6 Panjang Bagian Lurus Maksimum	17
Tabel 2. 7 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim	22
Tabel 2. 8 Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR.....	22
Tabel 2. 9 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan).....	22
Tabel 2. 10 Ls Min Berdasarkan Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan.....	24
Tabel 2. 11 Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan	25
Tabel 2. 12 Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal	26
Tabel 2. 13 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum	28
Tabel 2. 14 Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan.....	32
Tabel 2. 15 Kelandaian Maksimum.....	35
Tabel 2. 16 Panjang Landai Kritis.....	36
Tabel 2. 17 Panjang Minimum Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti.....	39
Tabel 2. 18 Golongan dan Jenis Kendaraan	47
Tabel 2. 19 Konfigurasi Beban Sumbu	47
Tabel 2. 20 VDF Setiap Jenis Kendaraan.....	48
Tabel 2. 21 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan.....	48
Tabel 2. 22 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	48

Tabel 2. 23 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG).....	49
Tabel 2. 24 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (DD) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.....	51
Tabel 2. 25 Faktor Distribusi Lajur (DL)	52
Tabel 2. 26 Koefisien Gesekan Pelat Beton	54
Tabel 2. 27 Ukuran dan Berat Tulangan Polos Anyaman Las.....	54
Tabel 2. 28 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Ekuivalensi Baja dan Beton.....	55
Tabel 2. 29 Ukuran Diameter Tie Bar	56
Tabel 2. 30 Ukuran Diameter Ruji	60
Tabel 2. 31 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan..	61
Tabel 2. 32 Nilai Y_T	61
Tabel 2. 33 Nilai Y_n	62
Tabel 2. 34 Nilai S_n	62
Tabel 2. 35 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan.....	63
Tabel 2. 36 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C).....	64
Tabel 2. 37 Harga n untuk Rumus Manning	66
Tabel 5. 1 Rekapitan Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2016.....	110
Tabel 5. 2 Klasifikasi Ulang Kendaraan Menurut MDP 2017 ..	111
Tabel 5. 3 Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten atau Kota, 2012-2063 untuk Pertumbuhan Mobil Penumpang	112
Tabel 5. 4 Data PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten atau Kota, 2012-2063 untuk Pertumbuhan Truk.....	112
Tabel 5. 5 Data Pertumbuhan Penduduk, 2012-2063 untuk Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum ..	113
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Forecasting Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2023.....	114
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R).....	115

Tabel 5. 8	<i>Trip Assignment</i> pada Jalan Tol Kertosono-Kediri ..	115
Tabel 5. 9	Rekapan Hasil <i>Trip Assignment</i> atau Perpindahan Kendaraan pada Tahun 2023	116
Tabel 5. 10	Rekapitulasi Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif untuk Segmen Kertosono-Papar	117
Tabel 5. 11	Rekapitulasi Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif untuk Segmen Papar-Kediri.....	117
Tabel 5. 12	Desain Perekerasan Kaku	118
Tabel 5. 13	Desain Perekerasan Kaku	119
Tabel 5. 14	Desain Perekerasan Kaku	119
Tabel 5. 15	Rekapitulasi Rencana Tulangan	122
Tabel 5. 16	Rekapitulasi Rencana Tulangan	124
Tabel 6. 1	Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang	127
Tabel 6. 2	Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang	128
Tabel 6. 3	Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang	128
Tabel 6. 4	Metode Gumbell Nilai Y_N	129
Tabel 6. 5	Metode Gumbell Nilai S_N	130
Tabel 6. 6	Rekapitulasi Perhitungan t_0 jalan.....	137
Tabel 6. 7	Rekapitulasi Perhitungan t_0 bahu dalam	138
Tabel 6. 8	Rekapitulasi Perhitungan t_0 bahu luar	139
Tabel 6. 9	Rekapitulasi Perhitungan t_0 lereng, t_0 pakai, t_f , dan t_c	140
Tabel 6. 10	Rekapitulasi Perhitungan $C_{gabungan}$ dan $Q_{hidrologi}$	141
Tabel 7. 1	Analisa HSPK Pembersihan Lapangan	148
Tabel 7. 2	Analisa HSPK Pembuatan <i>Bouwplank</i>	148
Tabel 7. 3	Analisa HSPK Penggalian Tanah dengan Alat Berat	149
Tabel 7. 4	Analisa HSPK Pengurangan Tanah dengan Pemadatan	149
Tabel 7. 5	Analisa HSPK Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	150
Tabel 7. 6	Analisa HSPK Pekerjaan Beton K-100 untuk Drainase	150
Tabel 7. 7	Analisa HSPK Pekerjaan Beton K-350 untuk Perekerasan Jalan.....	150
Tabel 7. 8	Analisa HSPK Pekerjaan Lapis Pondasi LMC (K-125)	151

Tabel 7. 9 Analisa HSPK Pekerjaan Agregat Lapisan Atas (LPA) Kelas A.....	151
Tabel 7. 10 Analisa HSPK Pekerjaan Pembesian Besi.....	152
Tabel 7. 11 Analisa HSPK Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton 16 mm.....	152
Tabel 7. 12 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	155
Tabel 7. 13 Rekapitulasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	162

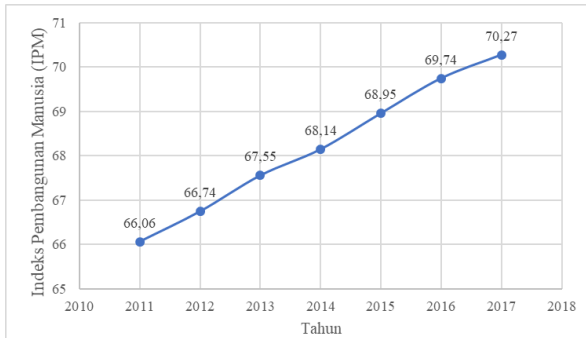
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas (Undang Undang No. 38, 2004). Jalan merupakan salah satu elemen transportasi darat yang ditujukan untuk memudahkan pergerakan orang dan atau barang yang dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan suatu negara. Jalan raya sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Seiring dengan perkembangan ekonomi, kesejahteraan masyarakat pun meningkat sehingga intensitas penggunaan jalan juga meningkat.

Jawa Timur yang merupakan salah satu provinsi terbesar di Indonesia memiliki peran penting dalam pembangunan nasional, dengan jumlah penduduk mencapai 39.292.972 jiwa dan luas wilayah 47.992 km² (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2017). Jawa Timur menjadi provinsi tujuan migrasi bagi penduduk yang tinggal di wilayah sekitarnya, sehingga kepadatan penduduk Provinsi Jawa Timur meningkat per tahunnya. Rata-rata laju pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Timur pada tahun 2016 hingga tahun 2017 adalah 0,56% per tahun. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur kontinu mengalami kemajuan pada tahun 2011 hingga tahun 2017. Dari 66,06 (tahun 2011) meningkat menjadi 70,27 (tahun 2017) atau selama periode tersebut tumbuh sebesar 6,4 persen sesuai dengan yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, menjadikan Provinsi Jawa Timur semakin padat, sehingga mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah ini pun semakin meningkat. Hal itu tentu menuntut akan adanya perkembangan di segi fasilitas transportasi.



Gambar 1.1 Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Wilayah Jawa Timur

(Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2017)

Dengan terus meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama di wilayah Kertosono dan Kediri, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah ini pun semakin meningkat. Hal ini dapat ditunjukkan dengan data dari Badan Pusat Statistik, bahwa laju perkembangan ekonomi di kota Kediri terkendali dan telah mengalami peningkatan sebesar 5,14 persen pada tahun 2018. Sedangkan jika ditinjau dari perkembangan indeks gini (*gini index*) pada tahun 2015, kota Kediri menempati posisi kedua dengan nilai 0,40 dibawah kota Surabaya sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2017).

Tabel 1.1 Perkembangan Indeks Gini (Gini Index) Wilayah Jawa Timur

URAIAN	2011	2012	2013	2014	2015
Kota Kediri	0,39	0,39	0,33	0,31	0,40
Kota Blitar	0,34	0,38	0,40	0,35	0,37
Kota Malang	0,36	0,48	0,38	0,37	0,38
Kota Probolinggo	0,33	0,28	0,38	0,33	0,36
Kota Pasuruan	0,37	0,37	0,32	0,31	0,39

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017)

Tabel1.1-Lanjutan Perkembangan Indeks Gini (Gini Index)
Wilayah Jawa Timur

URAIAN	2011	2012	2013	2014	2015
Kota Pasuruan	0,37	0,37	0,32	0,31	0,39
Kota Mojokerto	0,36	0,30	0,32	0,31	0,36
Kota Madiun	0,33	0,35	0,43	0,34	0,38
Kota Surabaya	0,37	0,40	0,37	0,39	0,42
Kota Batu	0,32	0,32	0,31	0,29	0,36
Jawa Timur	0,36	0,36	0,36	0,37	0,40

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017)

Di sisi lain, jalan Kertosono-Kediri merupakan jalan provinsi yang seringkali dilewati oleh bus dan kendaraan berat. Belum adanya jalur alternatif yang menghubungkan antara Kertosono dengan kota Kediri menyebabkan gangguan pada kelancaran arus lalu lintas, sehingga tidak jarang berbagai jenis kendaraan melambat dan menumpuk di jalur ini. Kemacetan sering terjadi pada pertigaan simpang tiga Mengkreng Kertosono yang merupakan titik temu dari Kabupaten Kediri, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, dan persimpangan sebidang rel kereta api. Kemacetan juga disebabkan oleh adanya aktivitas perbaikan jalan oleh dinas terkait. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah kendaraan berat yang melalui jalur ini dan tidak jarang kendaraan berat tersebut mengangkut muatan yang melebihi muatan maksimum yang boleh dibawa oleh kendaraan tersebut. Kendaraan berat dengan muatan melebihi kapasitas maksimum inilah yang dapat memperpendek umur pelayanan perkerasan jalan pada jalur Kertosono-Kediri.

Program pembangunan jalan tol antar kota di Pulau Jawa yang telah tercantum pada Lampiran III Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) terdiri dari 38 ruas, satu diantaranya adalah ruas Ngawi-Kertosono. Jalan Tol Ruas Ngawi-Kertosono, terdiri dari 4 (empat) seksi, yaitu : Ngawi-Madiun, Madiun-Caruban, Caruban-Nganjuk dan Nganjuk-Kertosono [PP No. 26, 2008]. Dari

hasil survey lalu lintas pada tahun 2014, didapatkan informasi bahwa pada seksi Nganjuk-Caruban terjadi peningkatan jumlah lalu lintas harian, hal ini terjadi karena di Nganjuk terkoneksi dengan jalan arteri menuju Kota Kediri, sebagai pusat kegiatan wilayah (PKW) Kabupaten Kediri eks Ibukota Karisidenan Kediri. Sehingga muncul hipotesa bahwa adanya tambahan lalu lintas dari Kota Kediri dan sekitarnya menuju arah Barat. Hal lain, kondisi saat ini jalan arteri Kediri-Kertosono dan jalan provinsi Kediri Nganjuk hanya terdiri 2 lajur tanpa pembatas lajur, 1 lajur hanya untuk 1 kendaraan besar. Dari hal tersebut, pemerintah dan investor pembangunan Jalan Tol Ngawi-Kertosono melihat potensi besar untuk penambahan seksi Jalan Tol Ngawi-Kertosono, yaitu seksi Kertosono-Kediri, sehingga menjadi ruas Ngawi-Kertosono-Kediri.

Maka, dilatarbelakangi oleh ketiga masalah yang terjadi pada jalur yang menghubungkan kota Kertosono dengan Kota Kediri tersebut, Pemerintah Kota Kediri berencana membangun Jalan Tol Kertosono-Kediri sepanjang 21,30 km sebagai alternatif jalur baru. Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri sudah memasuki proses *Pra Feasibility Study* yang sedang disiapkan oleh Badan Usaha, dan sudah masuk dalam PP No.13 Tahun 2017 (Bina Marga Provinsi Jawa Timur, 2018). Diharapkan dengan adanya jalan tol yang akan dibangun ini, masyarakat kini memiliki alternatif yang bisa dipilih dalam melakukan perjalanan baik dari Kertosono menuju Kediri atau sebaliknya. Oleh karena itu, diajukan Tugas Akhir dengan judul “**Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono – Kediri (Kertosono STA + 0.00 sampai Kediri STA + 21.30)**”

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana geometrik jalan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri ?

2. Bagaimana merencanakan tebal perkerasan yang akan digunakan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri ?
3. Bagaimana merencanakan saluran drainase pada Jalan Tol Kertosono-Kediri ?
4. Berapakah rencana anggaran biaya pada Jalan Tol Kertosono-Kediri ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan detail geometrik jalan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
2. Merencanakan detail struktur tebal perkerasan yang akan digunakan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
3. Merencanakan saluran drainase pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
4. Mendapatkan rencana anggaran biaya pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.

1.4 Lingkup Perencanaan

Lingkup perencanaan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder.
2. Mengevaluasi data sekunder berupa data peta topografi, data volume lalu lintas, data tanah (CBR), dan data curah hujan.
3. Merencanakan geometrik jalan tol berdasarkan Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009.
4. Merencanakan tebal struktur pekerasan jalan.
5. Menghitung volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Jalan yang menjadi studi kasus adalah jalan penghubung Kertosono-Kediri.
2. Jenis perkerasan yang digunakan adalah perkerasan kaku (*rigid pavement*).
3. Tidak membahas metode pelaksanaan, penggunaan alat berat, perancangan gorong-gorong, dan jembatan.
4. Tidak membahas perbaikan tanah.
5. Tidak merencanakan *interchange* dan gerbang tol.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

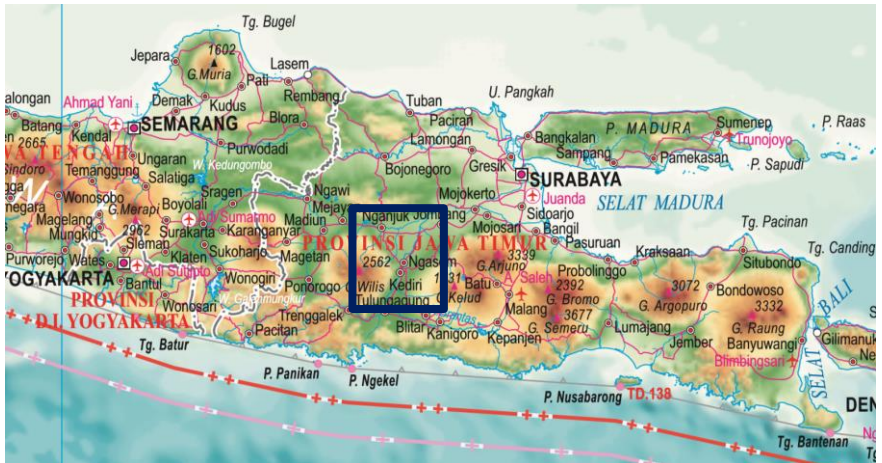
1. Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi tentang pertimbangan dalam pembangunan jalan tol Kertosono-Kediri.
2. Menambah wawasan untuk menangani kemacetan lalu lintas di jalur Kertosono-Kediri.
3. Menambah pengalaman dan pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam dunia kerja.

1.7 Lokasi yang Ditinjau

Lokasi yang ditinjau pada Tugas Akhir ini adalah Kertosono sebagai titik awal pembangunan jalan tol sampai dengan kota Kediri.



Gambar 1.1 Peta Satelit Indonesia
(Sumber: Badan Informasi Geospasial (BIG), 2017)



Gambar 1.2 Peta Satelit Jawa Timur
(Sumber: Badan Informasi Geospasial (BIG), 2017)



Gambar 1.3 Peta Ruang Lingkup Perencanaan
(Sumber: Google Maps, diunduh tanggal 28/04/2019 pukul 18.53)



Gambar 1.4 Peta Pengembangan Sistem Jaringan Jalan Bebas Hambatan

(Sumber: Badan Pengatur Jalan Tol, 2019)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan diklasifikasikan menurut sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan dan kelas jalan (Undang Undang No. 38, 2004). Berikut adalah klasifikasi jalan, berdasarkan sistem jaringan jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan.

2.1.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan hubungan antar kawasan atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan. Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

1. **Sistem Jaringan Jalan Primer**

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

2. **Sistem Jaringan Jalan Sekunder**

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder

kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya.

2.1.2 Fungsi Jalan

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

1. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.1.3 Status Jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

1. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. **Jalan Provinsi**
Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. **Jalan Kabupaten**
Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. **Jalan Kota**
Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antara persil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. **Jalan Desa**
Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.4 Kelas Jalan

Pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil.

2.2 Tentang Jalan Tol

2.2.1 Pengertian dan Fungsi Jalan Tol

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunanya

diwajibkan membayar tol. Di dalam peraturan yang sama, pengertian tol sendiri adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol (Undang Undang No. 38, 2004).

Adapun fungsi dari jalan tol itu sendiri terdapat di dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 pasal 43 tahun 2004 yaitu:

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang.
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi
3. Meringankan beban dana pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan.
4. Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan.

2.2.2 Persyaratan Jalan Tol

Dalam berbagai perencanaan, diperlukan aspek persyaratan yang dapat mendukung pelaksanaannya, begitu juga jalan tol. Jalan tol mempunyai beberapa persyaratan, dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 pasal 44 tahun 2004, jalan tol mempunyai syarat-syarat antara lain :

1. Jalan tol sebagai bagian dari sistem jaringan jalan umum merupakan lintas alternatif.
2. Dalam keadaan tertentu, jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif.
3. Jalan tol harus mempunyai spesifikasi dan pelayanan yang lebih tinggi daripada jalan umum yang ada.
4. Ketentuan lebih lanjut mengenai spesifikasi dan pelayanan jalan tol sebagaimana dimaksud pada poin ke 3 diatur dalam peraturan pemerintah

2.2.3 Spesifikasi Jalan Tol

Dalam Pasal 6 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, menjelaskan bahwa jalan tol harus mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya.
2. Jumlah jalan masuk dan jalan keluar ke dan dari jalan tol dibatasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh.
3. Jarak antar simpang susun, paling rendah 5 km untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 km untuk jalan tol perkotaan.
4. Jumlah lajur sekurang-kurangnya dua lajur per arah.
5. Menggunakan pemisah tengah atau median.
6. Lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalur lalu lintas sementara dalam keadaan darurat

2.3 Perancangan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan raya merupakan bagian dari perencanaan jalan, dimana mempunyai suatu dimensi yang nyata dari ruas jalan dan bagian-bagiannya disesuaikan dengan sifat-sifat lalu lintas dan sesuai dengan tuntutan keperluan.

Tujuan perancangan geometrik jalan adalah untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisien dalam pelayanan arus lalu lintas serta memaksimalkan rasio tingkat penggunaan ruang, bentuk, dan ukuran jalan.

2.3.1 Analisa Kapasitas Lalu Lintas

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk menganalisa kemampuan ruas jalan dalam menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan. Dalam perencanaan geometrik jalan, analisis lalu lintas sangat diperlukan karena untuk menentukan segmen suatu jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan 4 lajur 2 arah

Tipe JBH/ Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (skr/jam/lajur)
JBH 4/2 dan JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

2.3.2 Karakteristik Lalu Lintas Jalan

Data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Dalam menentukan karakteristik jalan, jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh pada perencanaan perkerasan. Analisis data lalu lintas dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perancangan geometrik jalan dan lainnya.

2.3.2.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan yang direncanakan akan melewati jalan tol tersebut Keputusan Pemerintah Pekerjaan Umum No.370/KPTS/M/2007 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Golongan Kendaraan Rencana

Golongan	Jenis Kendaraan
Golongan I	Sedan, Jip, Pick Up/Truk Kecil, dan Bus
Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
Golongan IV	Truk dengan 3(empat) gandar
Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2007)

2.3.2.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman. Kecepatan rencana berdasarkan kelas jalan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Kecepatan rencana VR sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan

Medan Jalan	VR (km/jam) minimal	
	Antarkota	Perkotaan
Datar	120	80-100
Perbukitan	100	80
Pegunungan	80	60

(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.3.2.3 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas dari titik kedudukan pengemudi. Dengan jarak pandang tersebut, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya dengan aman. Jarak pandang dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti (S_s) adalah jarak pandang diperlukan untuk menghentikan kendaraan dengan aman ketika melihat adanya halangan didepannya. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Jarak pandang henti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- a) Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \times \frac{V_R^2}{a} \quad (2.1)$$

- b) Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \times \frac{V_R^2}{254 \times (\frac{a}{9,81} \pm G)} \quad (2.2)$$

Dimana :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan (m/detik²), ditetapkan 3,4 meter/detik²

G = kelandaian jalan (%)

Selain menggunakan rumus, jarak pandang henti berdasarkan Peraturan Bina Marga No.007 Tahun 2009 bisa didapatkan dengan membaca Tabel 2.4 dan Tabel 2.5

Tabel 2.4 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum

VR (km/jam)	Jarak Awal Reaksi (m)	Jarak Awal Pengereman (m)	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Tabel 2.5 Jarak Pandang Henti (SS) Minimum dengan Kelandaian

VR (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	92	82	81	80	79	78	77

(Sumber: Bina Marga, 2009)

b. Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke keadaan semula.

2.4 Perancangan Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal (BinaMarga/2009). Alinemen horizontal sering disebut dengan situasi jalan atau trase jalan. Alinemen horizontal terdiri atas garis lurus dan garis lengkung yang berupa bagian dari lingkaran dan lengkung peralihan. Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan tertentu. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan sehingga terdapat pertimbangan sebagai berikut:

2.4.1 Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_R). Panjang bagian lurus ditetapkan menurut Tabel 2.6 di bawah ini :

Tabel 2. 6 Panjang Bagian Lurus Maksimum

VR (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000,0	5000
100	4166,7	4200
80	3333,3	3350
60	2500,0	2500

(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.4.2 Standar Bentuk Tikungan

Pada umumnya, bentuk lengkung horisontal pada jalan terdiri atas 3 tipe, yaitu:

1. *Full Circle (FC)*,

Tikungan *Full Circle* yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan *Full Circle* digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relative kecil.

Berikut ini adalah standar bentuk tikungan *Full Circle* dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

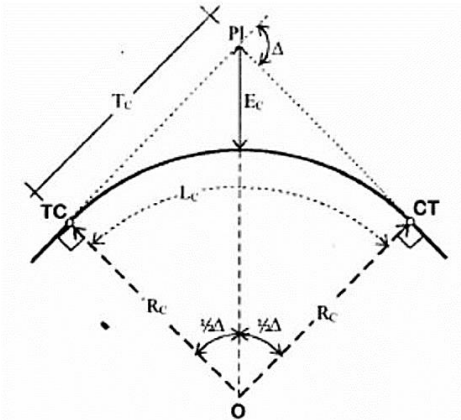
$$T_c = R_c \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.3)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi R \quad (2.4)$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \text{ atau} \quad (2.5)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.6)$$

Untuk rencana gambar tikungan *Full Circle* dapat dilihat di Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tikungan Full Circle
(Sumber: Bina Marga, 2009)

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

Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral.

Lengkung *Spiral-Circle-Spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ m.

Rumus – rumus yang digunakan dalam lengkung Spiral-Circle-Spiral (S-C-S) adalah sebagai berikut:

$$\Theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot Rc} \quad (2.7)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s \quad (2.8)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi Rc \quad (2.9)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6 \cdot Rc} \quad (2.10)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot Rc^2} \quad (2.11)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot Rc} \quad (2.12)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s) \quad (2.13)$$

$$E_s = \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.14)$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s \quad (2.15)$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC (0)

Δ = Sudut alinemen horizontal (0)

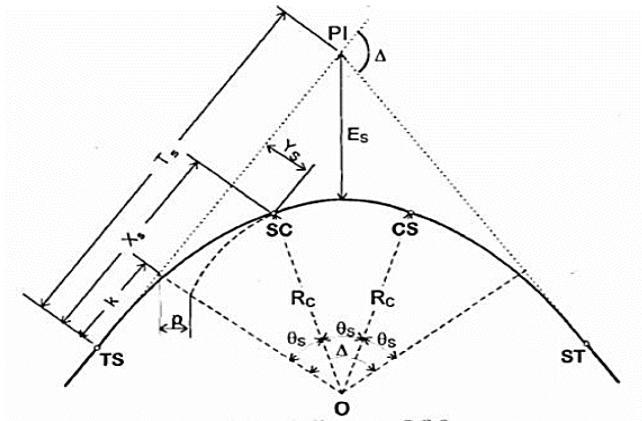
L_c = Panjang busur lingkaran (m)

T_s = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

X_c, Y_c = Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m)

Untuk rencana gambar tikungan Spiral Circle Spiral dapat dilihat di Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Tikungan Spiral-Circle-Spiral
(Sumber: Bina Marga, 2009)

3. *Spiral-Spiral (SS)*,

Tikungan *spiral-spiral* adalah tikungan yang terdiri dari dua lengkung spiral. Tikungan ini digunakan pada tikungan dengan jari-jari kecil.

Berikut ini adalah rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-spiral*:

$$kc = Xc - R \sin \theta_s \quad (2.16)$$

$$p = Yc - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.17)$$

$$Ts = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.18)$$

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.19)$$

$$\Theta_s = \frac{\Delta}{2} \quad (2.20)$$

$$\Delta_c = 0 \quad (2.21)$$

$$L_c = 0 \quad (2.22)$$

$$Yc = \frac{Ls^2}{6 \cdot R} \quad (2.23)$$

$$Xc = Ls - \frac{Ls^3}{40 \cdot R^2} \quad (2.24)$$

$$L \text{ total} = 2 \cdot Ls \quad (2.25)$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC (0)

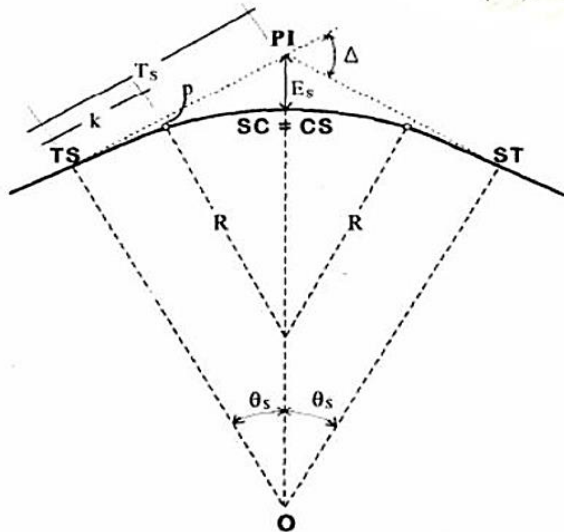
Δ = Sudut alinemen horizontal (0)

LC = Panjang busur lingkaran (m)

T_s = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

X_c, Y_c = Koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m). Untuk rencana gambar tikungan Spiral-Circle-Spiral dapat dilihat di Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tikungan Spiral- Spiral
(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.4.3 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) ditetapkan sebagai berikut :

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \quad (2.26)$$

Dimana:

R_{\min} = Jari – jari tikungan minimum (m)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

E_{maks} = Super elevasi maksimum (%)

f_{maks} = Koefisien gesek maksimum

Besaran nilai super elevasi maksimum ditentukan menggunakan Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2. 7 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi yang Digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antarkota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Besaran nilai koefisien gesek maksimum ditentukan menggunakan Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2. 8 Koefisien gesek maksimum berdasarkan VR

VR (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Hasil perhitungan $R_{minimum}$ ditampilkan pada Tabel 2.9 sebagai berikut.

Tabel 2. 9 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan)

e_{maks} (%)	VR (km/jam)	f_{maks}	$(e/100+f)$	R_{min} (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590

(Sumber : Bina Marga, 2009)

Tabel 2.9-Lanjutan Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan)

emax (%)	VR (km/jam)	fmax	(e/100+f)	Rmin (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

(Sumber : Bina Marga, 2009)

2.4.4 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, agar gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

1. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (*clothoide*)

2. Panjanglengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
 - a. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan.
 - b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan.
 - c. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan.
 - d. Tingkat perubahan kelandaian relatif.
3. Ls ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai Ls yang terpanjang.
 - a. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$Ls = \frac{V_R}{3,6} \cdot T \quad (2.27)$$

Dimana :

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

Besarnya Lengkung Peralihan (Ls) dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Ls Min Berdasarkan Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan

VR (km/jam)	Ls min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

(Sumber: Bina Marga, 2009)

- b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui re-max yang ditetapkan sebagai berikut:

- Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_e\text{-max} = 0,035$ m/m/detik,
- Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_e\text{-max} = 0,025$ m/m/detik.

Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right)}{3,6 \cdot r_e} \cdot V_R \quad (2.28)$$

Dimana :

e_m = Superelevasi maksimum (%)

e_n = Superelevasi normal (%)

V_R = Kecepatan rencana (km'jam)

r_e = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Besarnya Lengkung Peralihan (L_s) dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 11 L_s Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan

e_m (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29
7,5	73	61	49	26
7,0	67	56	44	24
6,5	60	50	40	21
6,0	53	44	36	19
5,5	47	39	31	17
5,0	40	33	27	14

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Tabel 2.11-Lanjutan Ls Min Berdasarkan Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Jalan

em (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
4,5	33	28	22	12
4,0	27	22	18	10
3,5	20	17	13	7
3,0	13	11	9	5
2,5	7	6	4	2
2,0	0	0	0	0

(Sumber: Bina Marga, 2009)

- c. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
 Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot V_R^3}{Rc} \quad (2.29)$$

Dimana :

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

R = Radius tikungan (m)

C = Perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det³), digunakan 1,2 m/det³

Besarnya Lengkung Peralihan (Ls) dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal

em (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
2500	12	7		
2000	15	9	5	
1500	21	12	6	3

(Sumber: Bina Marga 2009)

Tabel 2.12-Lanjutan Ls Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal

em (%)	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
1400	22	13	7	3
1300	24	14	7	3
1200	26	15	8	3
1000	31	18	9	4
900	34	20	10	4
800	39	22	11	5
700	44	26	13	6
600	51	30	15	6
500		36	18	8
400		45	23	10
300			30	13
250			37	15
200				19
175				22
150				26
140				28
130				30
120				32
110				35

(Sumber: Bina Marga 2009)

- d. Tingkat perubahan kelandaian relatif
 Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui Δ maksimum yang ditetapkan seperti pada Tabel 2.13

Tabel 2. 13 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

VR (km/jam)	Δ (m/m)
120	1 /263
100	1 /227
80	1 /200
60	1 /167

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh (L_s) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{(wn_1) e_d}{\Delta} (b_w) \quad (2.30)$$

Dimana:

w = lebar satu jalur lalu lintas (m)

e_d = superelevasi rencana (%)

n_1 = jumlah lajur yang diputar

b_w = faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

n1	1	1,5	2
bw	1,00	0,83	0,75

Δ = tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = LN$ tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = RC$ tidak memerlukan superelevasi.

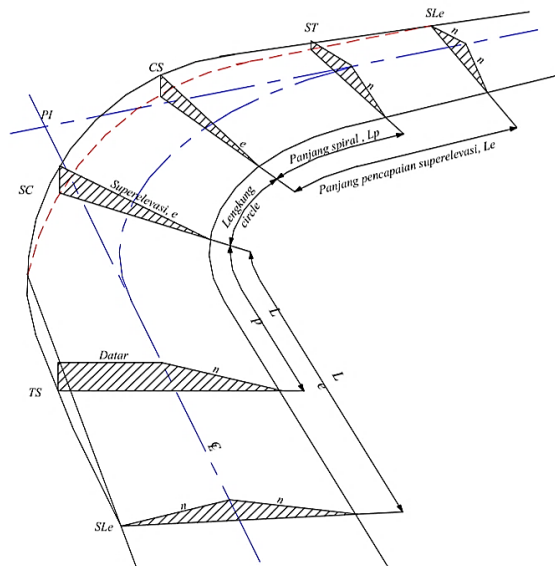
2.4.5 Superelevasi

Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan kecepatan rencana. Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan

antara 4%-10 %. Masalah drainase harus diperhatikan pada pencapaian kemiringan.

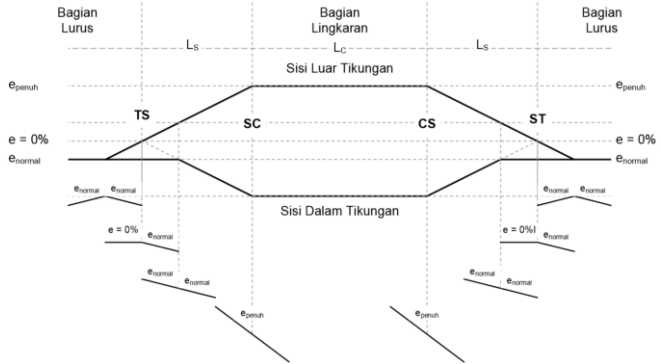
1. Diagram Superelevasi

- Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada Gambar 2.4.



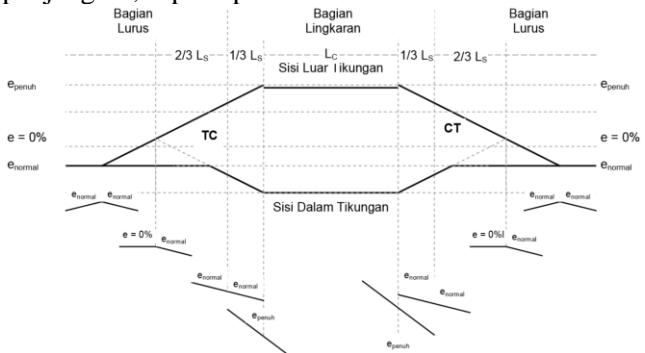
Gambar 2.4 Metode Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan pada titik TS, kemudian meningkat secara bertahap sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC, seperti pada Gambar 2.5.



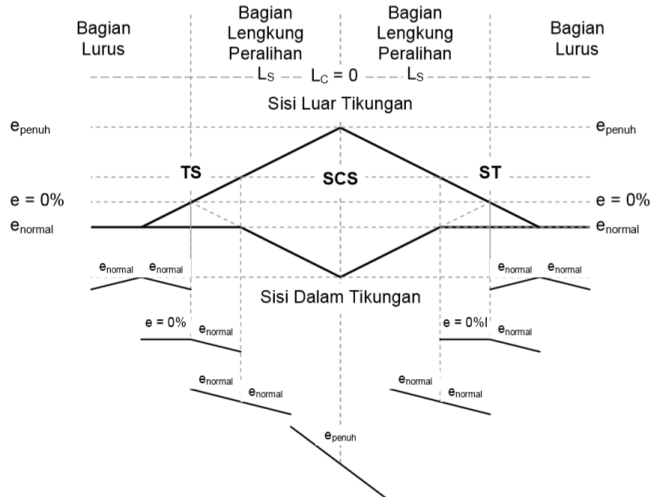
Gambar 2. 5 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3$ bagian panjang L_s , seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe FC
(Sumber: Bina Marga, 2009)

- Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SS
(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.4.6 Pelebaran Jalur Lalu Lintas pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada waktu membelok. Hal ini dikarenakan roda yang membelok hanya bagian depan saja sedangkan roda bagian belakang keluar jalur (off tracking) seperti pada Gambar 2.8. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan – tikungan yang tajam perkerasan jalan harus diperlebar. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus:

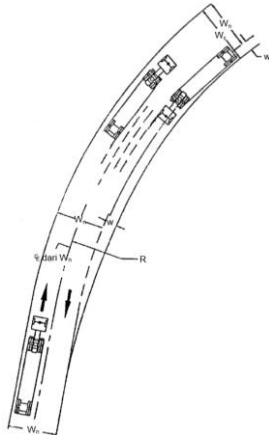
$$W = W_C - W_N \quad (2.31)$$

Dimana,

W = Pelebaran jalan pada tikungan (m)

W_C = Lebar jalan pada tikungan (m)

W_N = Lebar jalan pada jalan lurus (m)



Gambar 2. 8 Pelebaran Jalan pada Tikungan
(Sumber: Bina Marga, 2009)

Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan berdasarkan kecepatan rencana dan radius tikungan seperti pada Tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan

R (m)	VR = 120 km/jam		VR = 100 km/jam		VR = 80 km/jam		VR = 60 km/jam	
	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)	Wc (m)
3000	7,24	0,04	7,21	0,01	7,17	0,00	7,13	0,00
2500	7,27	0,07	7,23	0,03	7,19	0,00	7,15	0,00
2000	7,31	0,11	7,27	0,07	7,22	0,02	7,18	0,00
1500	7,38	0,18	7,33	0,13	7,27	0,07	7,22	0,02
1000	7,49	0,29	7,43	0,23	7,37	0,17	7,30	0,10
900	7,53	0,33	7,46	0,26	7,39	0,19	7,33	0,13
800	7,57	0,37	7,50	0,30	7,43	0,23	7,36	0,16
700	7,62	0,42	7,55	0,35	7,47	0,27	7,40	0,20
600	7,69	0,49	7,61	0,41	7,53	0,33	7,45	0,25
500	Rmin = 590 m		7,69	0,49	7,60	0,40	7,51	0,31
400			7,81	0,61	7,71	0,51	7,61	0,41
300			Rmin = 365 m		7,88	0,68	7,77	0,57
250					8,02	0,82	7,89	0,69
200					Rmin = 210 m		8,07	0,87
150							8,35	1,15
140							8,43	1,23
130							8,52	1,32
120							8,63	1,43
110							8,76	1,56
100							Rmin = 110 m	

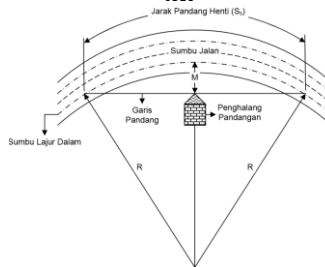
(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.4.7 Daerah Kebebasan Samping di Tikungan

Jarak pandang pengemudi pada lengkung horizontal (pada tikungan) adalah pandangan bebas pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan. Demi menjaga keamanan pemakai jalan, jarak pandangan henti minimum harus terpenuhi di sepanjang lengkung horizontal. Jarak pandangan pada lengkung horizontal dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

1. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan ($S_s < L_c$) dapat dilihat di Gambar 2.9.

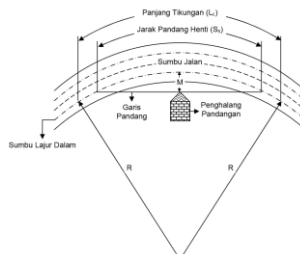
$$M = R \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot S_s}{\pi R}\right) \right) \quad (2.32)$$



Gambar 2. 9 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $SS < LC$
(Sumber: Bina Marga, 2009)

2. Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S_s > L_c$) dapat dilihat di Gambar 2.10

$$M = R \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R}\right) \right) + 0,5 (S_s - L_c) \cdot \sin\left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R}\right) \quad (2.33)$$



Gambar 2. 10 Diagram Ilustrasi Daerah Kebebasan Samping di Tikungan untuk $SS > LC$
(Sumber: Bina Marga, 2009)

Dimana:

R = Jari-jari tikungan (m)

SS = Jarak pandang henti (m)

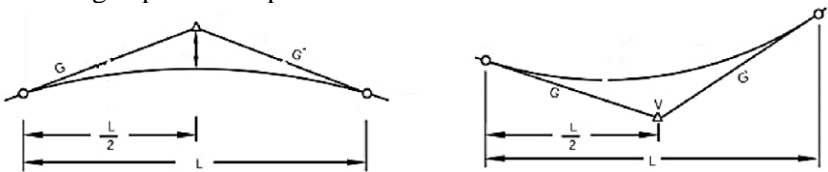
M = Jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

Lc = Panjang lengkung horizontal (m)

Pada tikungan, tidak harus selalu dilengkapi dengan ruang kebebasan samping. Hal ini tergantung dari jari-jari tikungan (R), kecepatan rencana (VR), dan keadaan medan lapangan. Seandainya dalam perhitungan diperlukan adanya ruang kebebasan samping, tetapi kondisi lapangan tidak memungkinkan maka dapat diatasi dengan memberi rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diijinkan.

2.5 Perancangan Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah proyeksi vertikal pada peta jalan. Dari alinemen vertikal, dapat diketahui elevasi tanah pada jalan (Bina Marga/2009). Alinemen vertikal terdiri dari dua bagian yaitu bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari perencanaan titik awal, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar) sedangkan bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Bila pelaksanaan konstruksi dilakukan secara bertahap selama masa konsesi jalan tol, maka harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dengan pelaksanaan pembiayaan yang efisien, dan dianjurkan, perubahan

alinemen vertikal dimasa yang akan datang seharusnya dihindarkan.

2.5.1 Kelandaian Alinemen Vertikal

Dalam perancangan alinemen vertikal akan dijelaskan tentang kelandaian dari jalan rencana yang meliputi kelandaian minimum, kelandaian maksimum, panjanglandai kritis serta lengkung vertikal. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Kelandaian minimum

Jalan dengan kelandaian 0% berarti datar yang merupakan kelandaian minimum. Jika ditinjau dari segi kemudahan pengaliran air, di dalam penarikan alinemen vertikal harus diupayakan adanya kelandaian untuk mengatasi masalah pengaliran air. Pada daerah timbunan dianjurkan agar menggunakan kelandaian 0,3 – 0.5 % untuk jalan dengan kerb. Sedangkan kelandaian jalan diperlukan untuk perancangan saluran tepi jalan.

2. Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum jalan untuk alinemen vertikal harus memenuhi Tabel 2.15 sebagai berikut :

Tabel 2. 15 Kelandaian Maksimum

VR (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

(Sumber: Bina Marga, 2009)

3. Panjang Landai Kritis

Panjang landai kritis yaitu panjang landai maksimum dimana kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, yang ditetapkan atas dasar besarnya landai (tanjakan) dan penurunan kecepatan kendaraan berat sebesar 15 km/jam. Panjang kritis ditetapkan dari Tabel 2.16 sebagai berikut.

Tabel 2. 16 Panjang Landai Kritis

VR (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
60	6	500

(Sumber: Bina Marga, 2009)

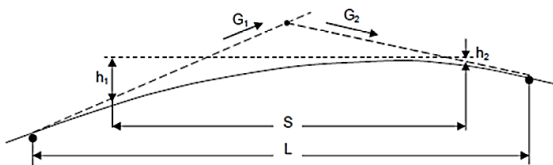
4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah kelandaian memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan jalan bagian lurus (tangen), adalah:

a. Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan. Pada lengkung vertikal cembung, pembatasan berdasarkan jarak pandangan dapat dibedakan atas 2 keadaan, yaitu:

- a. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S < L$), seperti pada Gambar 2.12



Gambar 2. 12 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung (Sumber: Bina Marga, 2009)

$$L = \frac{A \cdot S^2}{658} \quad (2.34)$$

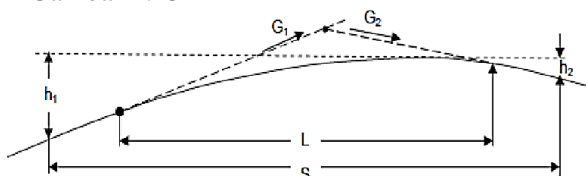
Dimana:

L = panjang lengkung vertikal (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandang henti (m)

- b. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ($S > L$), seperti pada Gambar 2.13



Gambar 2. 13 Jarak Pandang Henti terhadap Panjang Lengkung Vertical Cembung (Sumber: Bina Marga, 2009)

$$L = 2 \cdot S - \frac{658}{A} \quad (2.35)$$

Dimana:

L = panjang lengkung vertikal (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandang henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu $L_{\min} = 0,6 VR$, dimana VR dalam km/jam dan L_{\min} dalam meter.

b. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Panjang lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak pandang kendaraan ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

- a. Apabila jarak pandangan kendaraan pada lengkung vertikal cekung kurang dari panjang jalan yang ditinjau (L_0), maka rumus yang digunakan adalah :

$$L = \frac{A \cdot S^2}{120 + 3,5 \cdot S} \quad (2.36)$$

Dimana :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 V = kecepatan rencana (km/jam)

- b. Apabila jarak pandang penyinaran lampu kendaraan pada lengkung vertikal cekung lebih besar dari panjang jalan yang ditinjau (L_0), maka rumus yang digunakan adalah:

$$L = 2 \cdot S - \frac{120 + 3,5 \cdot S}{A} \quad (2.37)$$

Dimana :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan aljabar landai (%)
 V = kecepatan rencana (km/jam)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besarpanjang lengkung vertikal, yaitu:

$$L_{\min} = 0,6 VR \quad (2.38)$$

Dimana:

L_{min} = Panjang lengkung vertikal minimum (m)

VR = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung dapat juga dilihat pada Tabel 2.17 berikut:

Tabel 2. 17 Panjang Minimum Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	VR = 120 km/jam	VR = 100 km/jam	VR = 80 km/jam	VR = 60 km/jam
12		536	353	208
11		491	324	191
10		446	294	174
9		402	265	156
8	503	357	236	139
7	440	313	206	122
6	377	268	177	104
5	315	223	147	87
4	252	179	117	66
3	169	115	69	36
2	72	60	48	36
1	72	60	48	36

(Sumber: Bina Marga, 2009)

2.6 Koordinasi Alinemen Horizontal dan Alinemen Vertikal

Koordinasi antara alinemen horizontal dan alinemen vertikal sangat penting bagi kenyamanan pengemudi. Penempatan alinemen horizontal dan vertikal yang tidak tepat akan menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi menimbulkan kecelakaan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan alinemen, adalah sebagai berikut :

1. Menghindari penempatan alinemen vertikal dan alinemen horizontal dalam satu fase dikarenakan pengemudi akan sukar untuk memperkirakan bentuk jalan selanjutnya dan bentuk jalan terkesan patah di suatu tempat.

2. Tikungan yang cukup tajam sebaiknya tidak ditempatkan pada bagian atas lengkung vertikal cembung atau pada bagian bawah lengkung vertikal cekung. Alinemen vertikal akan menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki awal tikungan. Hal ini dapat memberikan kesan jalan yang terputusnya jalan yang sangat berbahaya pada pengemudi
3. Tidak menempatkan jalan lurus yang cukup pendek pada lengkung cembung karena dapat memberikan efek loncatan pada pengemudi.

2.7 Perancangan Perkerasan Jalan

Perancangan Perkerasan Jalan direncanakan menggunakan perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan acuan Bina Marga tentang Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Perkerasan kaku memiliki keuntungan dibandingkan jenis perkerasan yang lain, antara lain pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah, dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah.

2.7.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan campuran untuk lapis permukaan dan bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga perkerasan tersebut mempunyai kelenturan atau fleksibilitas yang dapat meningkatkan segi kenyamanan dalam berkendara.

2.7.1.1 Karakteristik Lalu Lintas







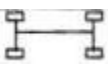








Dalam menghitung karakteristik lalu lintas, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan lalu lintas secara garis besar dibagi menjadi 8 golongan, yang setiap golongan terdiri atas beberapa jenis kendaraan yang dinyatakan dalam Pd T-19-2004-B tentang Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas. Untuk golongan dan kelompok jenis kendaraan dapat di lihat pada Tabel 2.18. Dari hasil survei rutin Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, maka dapat diketahui jumlah setiap kelompok jenis kendaraan sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase setiap kelompok jenis kendaraan terhadap total kendaraan. Untuk menunjukkan bahwa jenis kendaraan yang paling dominan melintas adalah yang memiliki nilai persentase terbesar. Seperti pada persamaan 3.1.


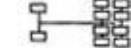





$$\% \text{ jenis kendaraan} = \frac{\text{Jumlah kelompok kendaraan terbesar}}{\text{Total jumlah kendaraan}} \quad (2.39)$$

Tabel 2. 18 Golongan dan Jenis Kendaraan

Gol.	Kelompok Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truck dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2

Sumber: Pd T-19 Survei Pencacahan Lalu Lintas, 2004-B

Tabel 2.18-Lanjutan Golongan dan Jenis Kendaraan

7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandeng			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

Sumber: Pd T-19 Survei Pencacahan Lalu Lintas, 2004-B

2. Mengetahui Faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*)

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif beban sumbu standar ekivalen (CESAL) pada lajur rencana selama umur rencana. Beban lalu lintas akan dikonversi dengan menggunakan faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*). Perhitungan ekivalen beban (*vehicle damage factor*) setiap jenis konfigurasi beban sumbu dengan perhitungan manual dan melihat Tabel 3.5. Lalu, dari hasil perhitungan manual dan Tabel 3.5 setiap jenis konfigurasi beban sumbu dibandingkan dan diambil nilai ekivalen beban (*vehicle damage factor*) yang paling besar.

3. Perhitungan Manual

Untuk mengetahui faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*) secara manual didasarkan pada jenis konfigurasi beban sumbu yang ada pada Tabel 3.5 lalu dihitung menggunakan persamaan 3.2, persamaan 3.3, persamaan 3.4, atau persamaan 3.5. Setelah melakukan perhitungan faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*) masing - masing sumbu, selanjutnya ditotal dan didapat Nilai VDF untuk suatu konfigurasi sumbunya.

$$\text{Sumbu tunggal roda tunggal (STRT), VDF} = \left(\frac{P}{5,40}\right)^5 \quad (2.40)$$

$$\text{Sumbu tunggal roda ganda (STRG), VDF} = \left(\frac{P}{8,16}\right)^5 \quad (2.41)$$

$$\text{Sumbu tandem roda ganda (STdRG), VDF} = \left(\frac{P}{13,76}\right)^5 \quad (2.42)$$

$$\text{Sumbu tridem roda ganda (STrRG), VDF} = \left(\frac{P}{18,45}\right)^5 \quad (2.43)$$

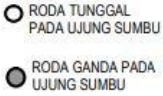

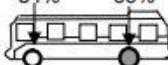

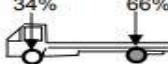




dimana:

VDF : Faktor ekivalen beban satu sumbu

P : Beban satu sumbu (ton)

Setelah VDF masing-masing sumbu dihitung, selanjutnya ditotal dan didapatkan VDF total untuk suatu jenis konfigurasi sumbu. Perlu dicatat bahwa beban satu sumbu (P) sesuai dengan Tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Konfigurasi Beban Sumbu

Konfigurasi Ssumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan	Berat Total Maksimum	UE 18 Ksal Kosong	UE 18 Ksal Maksimum	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1.2 Bus	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2 L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2 H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 Truk	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 Trailer	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1.2-2 Trailer	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-2.2 Trailer	10	32	42	0,0327	10,1830	

Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/8

4. Berdasarkan Tabel Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Selain menghitung secara manual, untuk mendapatkan nilai faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*) setiap jenis konfigurasi beban sumbu dapat dilihat pada Tabel 2.20.

Tabel 2. 20 VDF Setiap jenis kendaraan

Uraian	Konfigurasi Sumbu	Faktor Ekivalen Beban (VDF)	
		VDF Pangkat 4	VDF Pangkat 5
Sepeda Motor	1.1		
Sedan/Angkot/Pickup/ Station Wagon	1.1		
Bus Kecil	1.2	0.3	0.2
Bus Besar	1.2	1.0	1.0
Truk 2 sumbu – cango ringan	1.1	0.3	0.2
Truk 2 sumbu – ringan	1.2	0.8	0.8
Truk 2 sumbu – cango sedang	1.2	0.7	0.7
Truk 2 sumbu – sedang	1.2	1.6	1.7
Truk 2 sumbu – berat	1.2	0.9	0.8
Truk 2 sumbu – berat	1.2	7.3	11.2
Truk 3 sumbu – ringan	1.2	7.6	11.2
Truk 3 sumbu – sedang	1.22	28.1	64.4
Truk 3 sumbu – berat	1.1.2	28.9	62.2
Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2	36.9	90.4
Truk 4 sumbu – trailer	1.2-22	13.6	24.0
Truk 5 sumbu – trailer	1.2-22	19.0	33.2
Truk 5 sumbu – trailer	1.2-222	30.3	69.7
Truk 6 sumbu – trailer	1.22-222	41.6	93.7

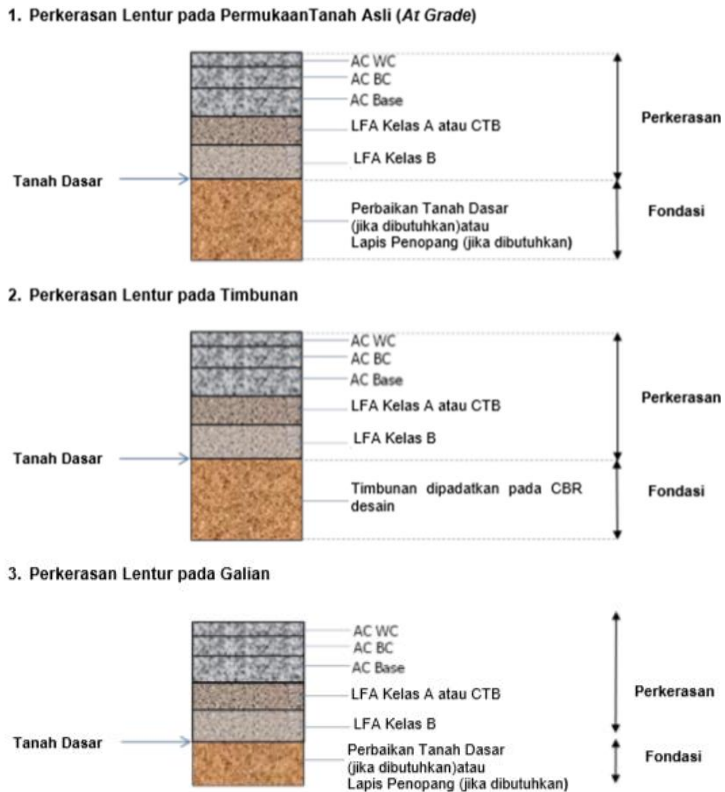
Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017

2.7.1.2 Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan

Dalam tebal struktur perencanaan jenis perkerasan baru, ada 3 jenis perkerasan diantaranya adalah:

1. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Perkerasan pada timbunan.
3. Perkerasan pada galian.

Tipikal struktur perkerasan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Tipikal Struktur Perkerasan Lentur
Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017

Untuk menentukan tebal struktur perkerasan lentur dan perkerasan kaku ada beberapa data yang perlu diolah terlebih dahulu, antara lain:

2.7.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan pelat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah diatas tanah dasar.

2.7.2.1 Penentuan Besaran Rencana

Sebelum memulai untuk merencanakan perkerasan jalan, ada beberapa kriteria yang harus ditentukan, antara lain:

a) Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar perhitungan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana (UR) 40 tahun mendatang.

b) Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan atas hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi beban berdasarkan data terakhir (tahun 2016).

a. Karakteristik Kendaraan

Untuk keperluan perancangan perkerasan kaku hanya kendaraan niaga yang mempunyai berat minimum 5 ton yang ditinjau.

b. Konfigurasi Sumbu

Terdapat 4 konfigurasi sumbu rencana yaitu:

- 1)Sumbu Tunggal dengan Roda Tunggal (STRT)
- 2)Sumbu Tunggal dengan Roda Ganda (STRG)
- 3)Sumbu Tandem dengan Roda Ganda (STdRG)
- 4)Sumbu Tridem dengan Roda Ganda (STrRG)

Untuk lebih jelasnya dari setiap konfigurasi sumbu beban kendaraan dpat dilihat pada Tabel 2.21

Tabel 2. 21 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu
	Klasifikasi Lama	Alternatif		
	1	1	Sepeda motor	1.1
	2,3,4	2,3,4	Sedan/ wagon/ pickup/ station wagon	1.1
KENDARAAN NIAGA	5a	5a	Bus kecil	1.2
	5b	5b	Bus besar	1.2
	6a.1	6.1	Truk 2 sumbu- cargo ringan	1.1
	6a.2	6.2	Truk 2 sumbu - ringan	1.2
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu- cargo sedang	1.2
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu - sedang	1.2
	6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu - berat	1.2
	6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu - berat	1.2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.22
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.22
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2
	7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22
	7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22
7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222	
7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222	

(Sumber: Bina Marga, 2017)

c. Modul Reaksi *Sub Grade*

Kekuatan tanah dasar dinyatakan dalam nilai modulus reaksi tanah dasar (k). Modulus reaksi tanah dapat ditetapkan dengan pengujian “(Pelat Bearing)”. Dalam keadaan tertentu nilai k dapat juga ditentukan berdasarkan nilai CBR (California Bearing Ratio). Untuk perencanaan tebal pelat dianjurkan menggunakan nilai minimum CBR. Sehingga diperlukan pekerjaan pemilihan material untuk menaikkan nilai CBR lapangan bila didapat nilai CBR rencana $< 5\%$.

d. Kekuatan Beton

Kekuatan beton dinyatakan dalam nilai kekuatan Tarik lentur (f_{cf}) pada umur 28 hari. Kekuatan lentur tarik beton pada umur 28 hari dianjurkan 50-55 kg/cm². Namun ketika dalam keadaan terpaksa, boleh menggunakan beton dengan MR minimum 30 kg/cm².

2.7.2.2 Perancangan Tebal Perkerasan

Langkah-langkah dalam prosedur perancangan tebal perkerasan beton rencana adalah sebagai berikut:

- a) Menentukan nilai ketebalan minimum pondasi bawah (*subbase*) dari Gambar 2.15 berikut ini.

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku	
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESAS)				Stabilitas Semen (%)
			< 2	2 - 4	> 4		
Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Tebal minimum perbaikan tanah dasar				
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300	
5	SG5		-	-	100		
4	SG4		100	150	200		
3	SG3		150	200	300		
2,5	SG2,5		175	250	350		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur	
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽¹⁾	Lapis penopang ⁽³⁾	1000	1100	1200		
		-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾	650	750	850		
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)			Lapis penopang berbutir ⁽⁴⁾	1000	1250	1500	

Gambar 2. 15 Grafik Hubungan Tebal Minimum Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Rencana (Sumber: Bina Marga, 2017)

- b) Menghitung jumlah kendaraan niaga harian (JKNH) selama umur rencana (n)
- c) Menghitung factor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dengan rumus

$$R = \frac{(1+0,01.i)^{UR} - 1}{0,01.i} \tag{2.44}$$

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan juga dapat dilihat pada Tabel 2.22.

Tabel 2. 22 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	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: Bina Marga, 2017)

- d) Menghitung persentase masing-masing kombinasi konfigurasi beban sumbu terhadap jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH) yang bias dilihat di Tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
1 – 2	7,6				
2 – 3	16,5	0,2			
3 – 4	18,4	0,5			
4 – 5	11,8	1,1			
5 – 6	19	2,2			
6 – 7	7,6	4,9			
7 – 8	10,2	7,4			
8 – 9	0,7	6,9			
9 – 10	1,1	2,6			
10 – 11		1,8	1,8		
11 – 12		1,6		0,3	
12 – 13		3		0,1	
13 – 14		3,3	1,8	0,4	
14 – 15		1,5	1,8	0,7	
15 – 16		0,3	1,8	1	
16 – 17		3,6		1,1	
17 – 18		0,1		1,1	
18 – 19				0,5	
19 – 20				1,6	
20 – 21		0,4		2,7	0,13
21 – 22		2,4		0,8	

(Sumber: Bina Marga, 2017)

Tabel 2.23-Lanjutan Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
22 - 23		0,1		1	
23 - 24		0,1		0,9	
24 - 25				0,7	
25 - 26				0,3	
26 - 27				1,9	
27 - 28				1	
28 - 29				1,2	
29 - 30				0,1	
30 - 31					
31 - 32				0,7	0,13
32 - 33				0,4	0,13
33 - 34					
34 - 35					
35 - 36				0,4	
36 - 37					
37 - 38				0,9	0,13
38 - 39				0,4	
39 - 40					0,26
40 - 41					0,26
41 - 42					0,13
42 - 43					
43 - 44					
44 - 45					0,4
45 - 46					0,13

(Sumber: Bina Marga, 2017)

Tabel 2.23-Lanjutan2 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan (HVAG)

Beban Kelompok Sumbu (ton)	Jenis Kelompok Sumbu				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
46 – 47					
47 – 48					0,13
48 – 49					
49 – 50					
50 – 51					
51 – 52					0,13
52 – 53					
53 – 54					
54 – 55					
55 – 56					0,13

(Sumber: Bina Marga, 2017)

- e) Menghitung jumlah repetisi kumulatif tiap-tiap kombinasi konfigurasi / beban sumbu pada jalur rencana dengan rumus:

$$\text{Jml repetisi} = \% \text{ konfigurasi sumbu} \times \text{DD} \times \text{JSKN} \quad (2.45)$$

Dimana:

DD = Koefisien disribusi kendaraan pada jalur rencana, dapat dilihat pada Tabel 2.24

JSKN = Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Tabel 2. 24 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (DD) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (LP)	Jumlah lajur (n)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
LP < 5,50 m	1 lajur	1,00	1,000
5,50 < LP < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,500

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Tabel 2.24-Lanjutan Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (DD) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (LP)	Jumlah lajur (n)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
8,25 m < LP < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,25 m < LP < 15,00 m	4 lajur		0,450
15,00 m < LP < 18,75 m	5 lajur		0,425
18,75 m < LP < 22,00 m	6 lajur		0,400

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

- f) Menentukan beban sumbu rencana dengan rumus:

$$\text{Beban sumbu rencana} = \text{Beban sumbu} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (2.46)$$

Dimana:

DL = Faktor distribusi lajur pada Tabel 2.25

Tabel 2. 25 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: Bina Marga, 2017)

2.7.2.3 Perancangan Tebal Pelat

Langkah-langkah dalam prosedur perancangan tebal perkerasan beton rencana adalah sebagai berikut:

- a. Membaca beban sumbu rencana
- b. Melihat grafik perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat pada gambar 2.16

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Gambar 2. 16 Grafik Hubungan Tebal Perkerasan dengan beban Sumbu Kendaraan Rencana
(Sumber: Bina Marga, 2017)

2.7.2.4 Perancangan Penulangan pada Perkerasan Kaku

Pada perancangan perkerasan jalan ini akan direncanakan menggunakan tulangan besi. Tujuan diberikan tulangan tersebut agar jalan dapat menerima dan menyalurkan beban tarik pada kendaraan. Untuk lebih detailnya adalah sebagai berikut.

- a. Tujuan utama perancangan penulangan
Tujuan utama penulangan pada perkerasan kaku adalah:
 1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat dapat dipertahankan
 2. Memperhatikan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
 3. Mengurangi biaya pemeliharaan
- b. Penulangan pada perkerasan beton bersambung
Untuk perhitungan luas tulangan pada perkerasan ini dengan rumus sebagai berikut:

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad (2.47)$$

Dimana:

- As = Luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat)
- μ = Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan dibawahnya (Tabel 2.26)

- g = Gravitasi (m/detik²)
 L = Jarak antar sambungan (m)
 M = Berat per satuan volume pelat (kg/m³)
 H = Tebal pelat (m)
 fs = Kuat 54arik ijin tulangan = 0,6 fy (kg/cm²)

Tabel 2. 26 Koefisien Gesekan Pelat Beton

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien Gesekan (u)
1	Lapis resap ikat aspal diatas permukaan pondasi bawah	1
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chirinated rubber curing compound</i>)	2

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayan, 2003)

Luas penampang tulangan berbentuk anyaman empat persegi panjang dan bujur sangkar ditunjukkan pada Tabel 2.27

Tabel 2. 27 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)	Memanjang (mm ² /m)	Melintang (mm ² /m)	
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	396	251	5,091
9	200	8	250	318	251	4,076
8	200	8	250	251	251	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: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayan, 2003)

c. Penulangan pada perkerasan beton bertulang menerus

1. Penulangan memanjang

Prosedur tulangan memanjang yang dibutuhkan perkerasan beton bertulang menerus dihitung dari rumus:

$$P_s = \frac{100 f_{ct}}{f_y - n f_{ct}} (1,3 - 0,2\mu) \quad (2.48)$$

Dimana:

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

f_{ct} = Kuat Tarik langsung beton (0,4-0,5 fcf) (kg/cm²)

f_y = Tegangan kekuatan baja

n = Angka ekivalensi baja dan beton (E_s/E_c), dapat dilihat pada Tabel 2.28

μ = Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapis di bawahnya

Tabel 2. 28 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Ekivalensi Baja dan Beton

$f'c$ (kg/cm ²)	n
175 - 225	10
235 - 285	8
290 - keatas	6

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

Jarak antar retakan pada perkerasan beton bertulang menerus dapat dihitung menggunakan rumus:

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (\epsilon_s \cdot E_c - f_{ct})} \quad (2.49)$$

Dimana:

L_{cr} = Jarak teoritis antara retakan (cm), yang disyaratkan 150 - 250 cm

p = Luas tulangan memanjang per satuan luas beban (m²)

- u = Perbandingan keliling terhadap luas tulangan = $4/d$
 f_b = Tegangan lekat tulangan dengan beton = $(1,97 \cdot \sqrt{f'c})/d$
 (kg/cm²)
 f_{ct} = Kuat Tarik langsung beton (0,4-0,5 f_{ct}) (kg/cm²)
 E_s = Koefisien susut beton = 400×10^{-6}
 E_c = Modulus elastisitas beton = $14850 \cdot \sqrt{f'c}$ (kg/cm²)
 E_s = Modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm²)

2.7.2.5 Teknik Penyambungan

Pada dasarnya penyambungan pada suatu perkerasan jalan dibuat untuk mengontrol retakan akibat penyusutan dan pemuaihan tulangan. Penempatan sambungan akan menentukan letak dimana retakan tersebut harus terjadi akibat penyusutan beton dan juga pengendalian – pengendalian terhadap perubahan-perubahan temperature dan perkerasan (Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003).

2.7.2.6 Perancangan Sambungan pada Perkerasan Kaku

Sambungan adalah pertemuan 2 jenis perkerasan yang sama baik rigid atau flexible untuk menjaga keretakan permukaan jalan dengan cara membentuk celah pada perkerasan dengan lebar 4 – 6 mm sehingga keamanan dan kenyamanan tetap sesuai dengan yang diharapkan (Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah/2003). Berikut ini adalah tipe sambungan pada perkerasan kaku:

- a. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)
 Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Untuk menentukan ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 2.29

Tabel 2. 29 Ukuran Diameter Tie Bar

Tebal pelat (cm)	Diameter tie bar (mm)	Panjang tie bar (mm)	Jarak spasi tie bar (cm)
12,5	12	600	75
15	12	600	75

(Sumber: Portland Cement Association/1975)

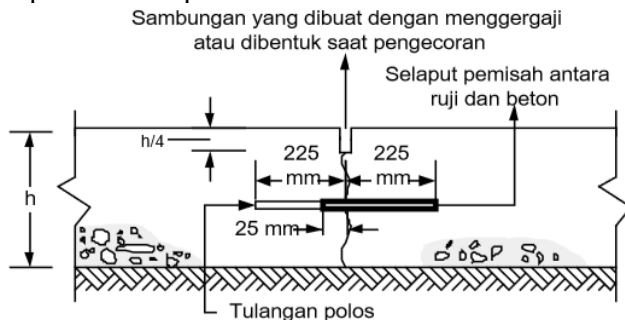
Tabel 2. 29-Lanjutan Ukuran Diameter Tie Bar

Tebal pelat (cm)	Diameter tie bar (mm)	Panjang tie bar (mm)	Jarak spasi tie bar (cm)
17,5	12	600	75
Seng 20	12	600	75
22,5	12	750	50
25	16	750	50

(Sumber: Portland Cement Association/1975)

b. Sambungan Susut (*Contraction Joint*)

Sambungan ini memerlukan ruji polos lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut akibat suhu, kelembaban, dan gesekan sehingga mencegah terjadinya retakan. Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 2.17.

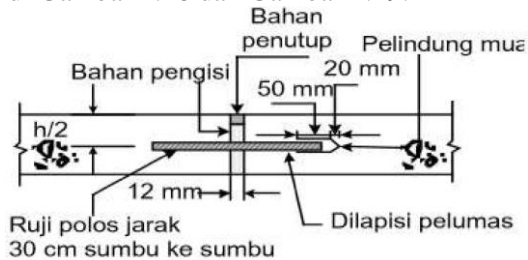
**Gambar 2. 17** Sambungan Susut Melintang dengan Ruji

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

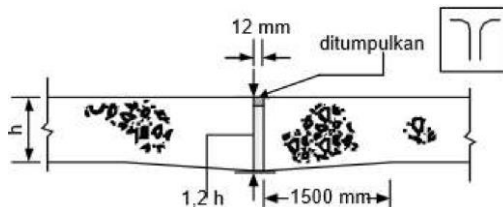
c. Sambungan Isolasi

Sambungan isolasi memisahkan perkerasan dengan bangunan yang lain, misalnya manhole, jembatan, tiang listrik, jalan lama, persimpangan dan lain sebagainya. Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (joint sealer) setebal 5 – 7 mm dan sisanya diisi

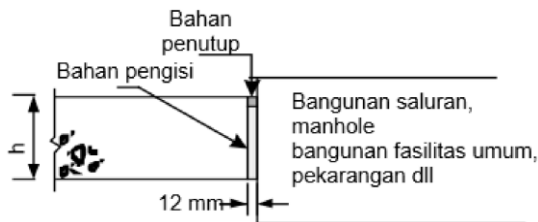
dengan bahan pengisi (joint filler). Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 2.18 dan Gambar 2.19.



Gambar 2. 18 Sambungan Isolasi Melintang dengan Ruji
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2. 19 Sambungan Isolasi dengan Penebalan Tepi
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

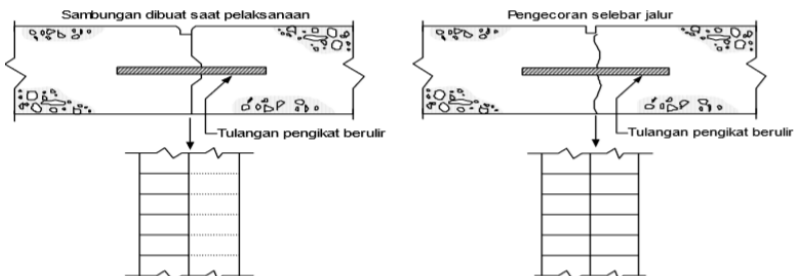


Gambar 2. 20 Sambungan Isolasi Tanpa Ruji
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

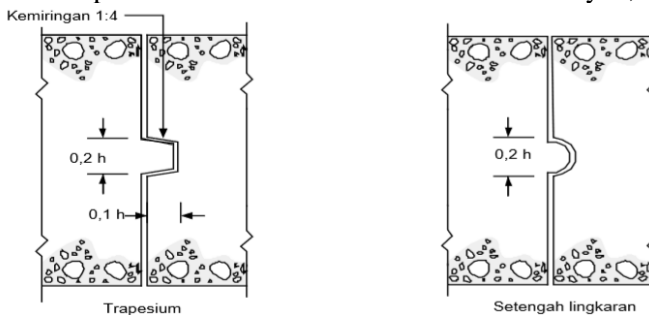
d. Sambungan Pelaksanaan

Sambungan yang diperlukan untuk kebutuhan pelaksanaan konstruksi. Jarak antar sambungan memanjang disesuaikan dengan lebar alas penganhampar dan tebal

perkerasan. Untuk perencanaan dapat dilihat di Gambar 2.21 – Gambar 2.24.

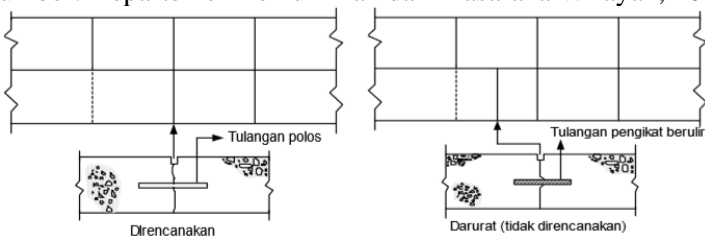


Gambar 2. 21 Tipikal Sambungan Pelaksanaan Arah Memanjang
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



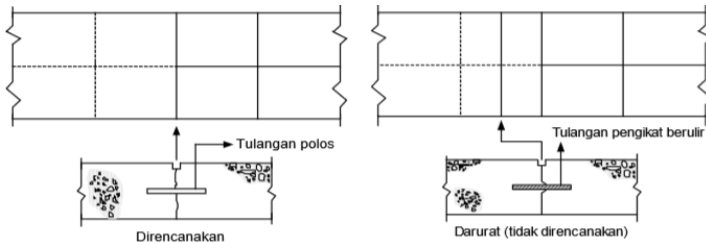
Gambar 2. 22 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2. 23 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Per Lajur

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2. 24 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.7.2.7 Ruji (*Dowel*)

Dowel berupa batang baja tulangan polos yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan plat beton pada perkerasan jalan. Untuk ukuran diameter ruji dapat di lihat di Tabel 2.30

Tabel 2. 30 Ukuran Diameter Ruji

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

(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.8 Perancangan Saluran Tepi (*Drainase*)

Drainase merupakan bagian yang harus diperhatikan sehingga konstruksi jalan tidak cepat rusak dan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana. Dalam perancangan konstruksi jalan perlu adanya kemiringan melintang, untuk memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke sistem drainase di tepi jalan seperti yang terdapat pada Tabel 2.31.

Tabel 2. 31 Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

2.8.1 Intensitas Curah Hujan

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi sebagai berikut :

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum(x1-x)^2}{n}} \quad (2.50)$$

$$Xt = \bar{x} + \frac{Sx}{Sn} \cdot (Yt - Yn) \quad (2.51)$$

$$I = \frac{90\% + Xt}{4} \quad (2.52)$$

Dimana:

XT = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam

x = Nilai rata – rata aritmatik hujan kumulatif

Sx = Standar deviasi

YT = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (Tabel 2.32)

Yn = Nilai yang tergantung pada n (Tabel 2.33)

Sn = Standar deviasi merupakan fungsi dari n (Tabel 2.34)

I = Intensitas curah hujan mm/jam

Tabel 2. 30 Nilai Y_T

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

Tabel 2. 31-Lanjutan Nilai Y_T

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

Tabel 2. 32 Nilai Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5368	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

Tabel 2. 33 Nilai S_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	10,206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	10,695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1066
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1338
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1967	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2050

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

2.8.2 Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi T_c dihitung dengan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad (2.53)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_o \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,67} \quad (2.54)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \cdot v} \quad (2.55)$$

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

t_1 = Waktu inlet (menit).

t_2 = Waktu aliran (menit).

L_o = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase

L = Panjang saluran.

N_d = Koefisien hambatan (Tabel 2.35)

S = Kemiringan daerah pengaliran.

V = Kecepatan air rata-rata di selokan (m/dt)

Tabel 2. 34 Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan

No.	Kondisi lapis permukaan	N_d
1	Lapis 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: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

2.8.3 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (c) dapat ditentukan dengan kondisi permukaan tanah seperti pada Tabel 3.36

Tabel 2. 35 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (c)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
3	Bahu jalan	
	tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	taah berbutir kasar	0,10 - 0,20
	batuan masif keras	0,70 - 0,85
	batuan masif lunak	0,60 - 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70
6	Daerah industri	0,60 - 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 - 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10	Persawahan	0,45 - 0,60
11	Perbukitan	0,70 - 0,80
12	Pegunungan	0,75 - 0,90

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

Dimana:

Untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang terbesar. Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, harga C rata – rata ditentukan dengan rumus berikut :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad (2.56)$$

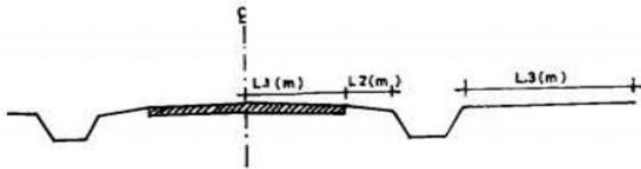
Dimana:

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

2.8.4 Menghitung Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari pembebasan dan daerah sekelilingnya.



Gambar 2. 25 Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L_1+L_2+L_3$)

Dimana:

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan ($L_1+L_2+L_3$)

L_1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L_2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

L_3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter

2.8.5 Menghitung Debit Air (Q)

Untuk menghitung debit air menggunakan rumus yaitu:

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2.57)$$

Dimana:

Q = Debit air (m^3)

C = Koefisien pengaliran

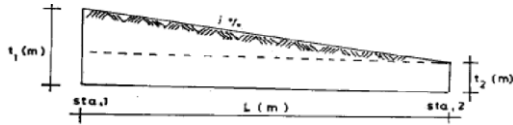
I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.8.6 Menghitung Kemiringan Saluran

a. Kemiringan tanah

Kemiringan tanah di tempat dibuatnya fasilitas saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dihitung dengan rumus :



Gambar 2. 26 Kemiringan Tanah

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \cdot 100\% \quad (2.58)$$

Dimana:

t1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t2 = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

b. Kemiringan Saluran

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (2.59)$$

$$i = \left(\frac{v \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad (2.60)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/detik).

n = Koefisien kekasaran manning

R = A/P = Jari-jari hidrolis

A = Luas penampang basah (m²)

P = keliling basah (m)

i = kemiringan saluran yang diizinkan

Tabel 2. 36 Harga n untuk Rumus Manning

No.	Tipe Saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI					
1	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.030	0.033	0.035
2	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0.017	0.020	0.025	0.030
3	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
4	Saluran beton halus dan rata	0.010	0.011	0.012	0.013
5	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
6	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.016

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994)

- Dari hasil kedua perhitungan diatas akan dibandingkan,
- Apabila (i lapangan $\leq i$ rencana) maka kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan i rencana
 - Apabila (i lapangan $> i$ rencana) maka kemiringan selokan direncanakan bangunan terjun

2.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya merupakan taksiran biaya yang diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi. Perhitungan rencana anggaran biaya pada Tugas Akhir Terapan ini mengacu pada HSPK setempat. Volume pada tiap komponen gambar detail akan dihitung agar dapat menentukan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan Tugas Akhir ini. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{RAB} = \sum(\mathbf{Volume} \cdot \mathbf{Harga\ Satuan\ Pekerjaan}) \quad (2.61)$$

Dimana :

Volume Pekerjaan = Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam suatu satuan. Untuk menghitung volume pekerjaan dapat dihitung dengan melihat pada gambar design baik long section ataupun cross section.

Harga Satuan Pekerjaan = Harga satuan pekerjaan merupakan hasil dari perhitungan bagian penunjang dari suatu pekerjaan antara lain bahan, peralatan, upah, tenaga kerja dan sebagainya yang dikalikan dengan koefisien pekerjaan.

2.10 Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan referensi untuk penunjang penulisan tugas akhir ini, yang meliputi informasi-informasi dari tugas akhir terdahulu yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini. Penulis mengambil beberapa topik yang sama dan berikut adalah beberapa topik yang penulis ambil, yaitu :

1. Perencanaan Trase Pada Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial

Penulis : Dea Adlina Tiara Wibowo
 Pembimbing : Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D.
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Tahun : 2019

Tugas Akhir tersebut memiliki tujuan yang dicapai, antara lain :

- a. Mengetahui trase yang terbaik untuk perencanaan pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- b. Mengetahui bagaimana kondisi lalu lintas jalan eksisting sebelum dan setelah adanya pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- c. Mengetahui persentase perpindahan kendaraan dari jalan eksisting ke Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- d. Mengetahui nilai penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) setelah adanya pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- e. Mengetahui penghematan nilai waktu setelah adanya pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- f. Mengetahui kelayakan pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri ditinjau dari aspek ekonomi dan finansial.

Kemudian melakukan pengumpulan data berupa data geometrik jalan, PDRB, data lalu lintas, inflasi suku bunga, biaya investasi, trase rencana, dan harga komponen BOK. Setelah data didapat, penulis dapat lanjut ke perhitungan hingga mendapat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan analisis pemilihan trase dengan menggunakan metode analisis multi kriteria, didapatkan trase terpilih untuk pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri adalah alternatif trase 3 dengan panjang total 26,41 km.
- b. a). Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan volume lalu lintas *without project* pada Tugas Akhir ini, maka didapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) pada jalan eksisting

tahun 2023 sebelum adanya pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri pada tahun pertama sebagai berikut.

- Jalan Nasional Kertosono-Papar = 0,89
- Jalan Nasional Papar-Kediri = 1,14
- Jalan Provinsi Nganjuk-Kediri = 1,12
- Jalan Nasional Nganjuk-Kertosono = 1,50
- Jalan Prambon-Kediri = 0,79

b). Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan volume lalu lintas *with project* pada Tugas Akhir ini, maka didapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) pada jalan eksisting dan jalan tol rencana tahun 2023 setelah adanya pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri pada tahun pertama sebagai berikut.

- Jalan Nasional Kertosono-Papar = 0,72
- Jalan Nasional Papar-Kediri = 0,88
- Jalan Provinsi Nganjuk-Kediri = 0,80
- Jalan Nasional Nganjuk-Kertosono = 0,94
- Jalan Prambon-Kediri = 0,59
- Jalan Tol Seksi I (Arah Kertosono-Kediri) = 0,18
- Jalan Tol Seksi I (Arah Kediri-Kertosono) = 0,16
- Jalan Tol Seksi II (Arah Kertosono-Kediri) = 0,28
- Jalan Tol Seksi II (Arah Kediri-Kertosono) = 0,25

c. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan *trip assignment* dengan menggunakan metode *smock*, didapatkan persentase kendaraan yang akan berpindah ke Jalan Tol Kertosono-Kediri adalah sebagai berikut.

- Jalan Nasional Kertosono-Papar = 30,00%
- Jalan Nasional Papar-Kediri = 36,67%
- Jalan Provinsi Nganjuk-Kediri = 63,33%
- Jalan Nasional Nganjuk-Kertosono = 53,33%
- Jalan Prambon-Kediri = 46,67%

d. Berdasarkan hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) *without project* dan *with project* didapatkan nilai penghematan BOK sebesar Rp. 225.327.931.865 pada tahun pertama Jalan Tol Kertosono-Kediri beroperasi dan mencapai Rp. 1.045.331.402.139 di akhir umur rencana.

- e. Berdasarkan hasil perhitungan nilai waktu *without project* dan *with project* didapatkan penghematan nilai waktu sebesar Rp. 442.866.541.405 pada tahun pertama Jalan Tol Kertosono-Kediri beroperasi dan mencapai Rp. 6.947.462.646.152 di akhir umur rencana.
- f. a) Berdasarkan hasil analisis kelayakan dari aspek ekonomi didapatkan hasil sebagai berikut.
- *Present worth benefit* = Rp. 34.376.745.799.960
 - *Present worth cost* = Rp 5.792.965.081.218
- Sehingga didapatkan nilai:
- BCR = 5,93 > 1
 - NPV = Rp. 28.583.780.718.742 > 0
 - EIRR = 24,3596% > 5,01%
- Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri “**LAYAK**” secara ekonomi.
- b). Berdasarkan hasil analisis kelayakan dari aspek finansial didapatkan hasil sebagai berikut.
- *Present worth benefit* = Rp. 11.357.812.092.402
 - *Present worth cost* = Rp 5.792.965.081.218
- Sehingga didapatkan nilai:
- BCR = 1,96 > 1
 - NPV = Rp.5.564.847.011.184 > 0
 - FIRR = 10,6953% > 5,01%
 - *Payback period* = 17 tahun 8 bulan < 35 tahun
- Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri “**LAYAK**” secara finansial.

2. Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Medan-Binjai Seksi I Menggunakan Perkerasan Kaku

Penulis : Intanius Jeka Saputra M.
 Pembimbing I : Ir. Wahyu Herijanto, MT
 Pembimbing II : Cahya Buana, S.T., M.T
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Tahun : 2019

Tugas Akhir tersebut memiliki tujuan yang dicapai, antara lain :

- a. Merencanakan geometrik jalan berupa alinemen horizontal dan alinemen vertikal.
- b. Merencanakan tebal perkerasan kaku yang diperlukan segmen jalan untuk umur rencana (UR) 20 tahun mendatang.
- c. Merencanakan marka jalan dan rambu lalu lintas jalan tol.

Kemudian melakukan pengumpulan data berupa peta lokasi, data CBR, dan data volume lalu lintas. Setelah data didapat, penulis dapat lanjut ke perhitungan hingga mendapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Geometrik Jalan

Direncanakan pada alinemen horisontal terdapat Point of Interest (PI) sebanyak 3 buah dan pada alinemen vertikal terdapat Point Vertical of Interest (PVI) sebanyak 12 buah.

2. Perkerasan Jalan

- a. Direncanakan menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan ketebalan 285 mm dan diberi lapisan tambahan berupa aspal dengan ketebalan 50 mm untuk kenyamanan. Direncanakan menggunakan Tulangan Anyaman Polos Bersambung pada pelat beton :
 - Tulangan Memanjang D9-200
 - Tulangan Melintang D9-200
 - Tie Bars D16-750
 - Dowel D42-300
- b. Direncanakan menggunakan Tulangan Anyaman Polos Menerus pada pelat beton :
 - Tulangan Memanjang D21-150
 - Tulangan Melintang D9-200
- c. Rambu dan Marka
 - Rambu yang digunakan pada perencanaan ini sebanyak 46 buah.
 - Marka jalan yang digunakan ada 2 macam yaitu, marka menerus dan marka putus-putus.

3. Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur

Penulis : Muhammad Bergas Wicaksono
 Pembimbing : Istiar, S.T., M.T.
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Tahun : 2016

Tugas Akhir tersebut melakukan studi yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah Anlinemen Horizontal dan Anlinemen Vertikal, mengetahui perpindahan volume lalu lintas dari jalan eksisting, detail struktur tebal perkerasan yang akan digunakan dan volume pekerjaan jalan tol Pandaan-Malang. Pertama penulis melakukan Studi Pustakaan dan Literatur setelah itu melakukan pengumpulan data berupa peta rupa bumi, data volume lalu lintas, dan data tanah (CBR). Setelah data didapat penulis dapat lanjut ke perhitungan hingga mendapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Trase alternatif yang dipilih memiliki panjang 39,523 km. Jalan tol Pandaan-Malang ini didesain dengan kecepatan rencana 100 km/jam. Tipe jalan tol ini adalah 4/2 D.
2. Perencanaan geometrik yang dihitung meliputi perencanaan alinemen horizontal, perencanaan alinemen vertikal, perhitungan daerah kebebasan samping. Pada perencanaan alinemen horizontal didapatkan PI sebanyak 14 dengan radius minimum 500 m. dan pada perencanaan alinemen vertikal didapatkan PPV sebanyak 168 dengan kelandaian maksimum direncanakan 4%.
3. Tebal lapisan perkerasan yang didapatkan dari perhitungan perencanaan adalah sebagai berikut :
 - a. Lapisan permukaan (surface) Laston MS=744 kg dengan tebal 15 cm.
 - b. Lapisan pondasi atas (base course) batu pecah kelas A dengan tebal 20 cm.
 - c. Lapisan pondasi bawah (subbase course) sirtu kelas A dengan tebal 15

BAB III METODOLOGI

3.1 Langkah Pekerjaan

Dalam mempermudah pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini diperlukan sebuah metodologi yang bertujuan untuk mengarahkan dan mengefektifkan proses pengerjaan dan penyusunan tersebut agar sesuai dengan pencapaian. Hal-hal yang dibahas dalam bab ini menerangkan mengenai uraian bagian yang akan dilakukan selama penyelesaian Tugas Akhir mengenai “Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono-Kediri”. Secara umum langkah-langkah pengerjaan yang ditempuh dalam penyusunan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Studi Pustaka dan Literatur
3. Pengumpulan dan Pengolahan Data
4. Perhitungan Perancangan Geometrik dan Tebal Perkerasan Jalan Tol
5. Gambar Desain
6. Perhitungan Volume Pekerjaan dan RAB
7. Kesimpulan dan Saran

3.1.1 Pekerjaan Persiapan

Sebelum memulai suatu pekerjaan yang pertama kali dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap persiapan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Beberapa tahap persiapan antara lain:

1. Mencari informasi pada instansi terkait sesuai data yang dibutuhkan.
2. Mengurus surat-surat yang diperlukan, yaitu proposal dan surat pengantar untuk instansi terkait.
3. Mencari, mengumpulkan dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang sekiranya dapat mendukung dalam pembuatan kegiatan ini.

3.1.2 Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur dilakukan dengan membaca sumber bacaan yang mendasari topik dan membantu pengerjaan berupa teori yang berkaitan dengan topik dalam Tugas Akhir ini. Sumbernya dapat berupa buku Tugas Akhir yang telah ada dengan topik yang relevan, buku-buku dengan topik terkait, dan halaman-halaman yang diunduh dari website mengenai hal yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan mengacu pada buku-buku perencanaan jalan yang terdapat dalam daftar pustaka.

3.1.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri diperlukan data teknis yang dapat diperoleh dari instansi terkait, misalnya dari Pemilik (Owner), Konsultan atau Kontraktor. Dari data yang didapat, data tersebut diolah agar dapat menjadi input dalam proses perhitungan. Data teknis yang diperlukan sebagai acuan antara lain:

1. Peta Topografi
Peta Topografi merupakan data sekunder yang didapatkan dari Google Earth dengan menggunakan aplikasi Global Mapper.
2. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata
Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dari jalan tol rencana yang dianalisa untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan rata-rata dari tiap jenis kendaraan sampai dengan umur rencana. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata merupakan data sekunder yang didapat dari studi terdahulu “Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono-Kediri” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.
3. Data Tanah Dasar
Dalam perancangan perkerasan kaku kita menentukan California Bearing Ratio (CBR) yang ingin direncanakan. Dari nilai modulus reaksi tanah dasar tersebut dapat digunakan sebagai dasar perancangan untuk menentukan

tebal perkerasan kaku yang dibutuhkan. Data CBR menggunakan asumsi CBR tanah efektif 6%.

4. Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data sekunder yang didapatkan dari Stasiun Hujan Gading Parang Kediri. Data curah hujan digunakan dalam input perhitungan untuk merencanakan dimensi saluran drainase jalan tol Kertosono-Kediri.

5. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) menggunakan HSPK Kota Surabaya yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah.

3.1.4 Perhitungan Perancangan

Pada perhitungan perancangan akan dibahas mengenai permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan teori-teori yang ada dan hasil pengolahan data. Permasalahan teknis yang akan dibahas antara lain :

1. Penentuan Trase Jalan Tol Kertosono-Kediri

Penentuan trase jalan tol Kertosono-Kediri menggunakan trase terpilih berdasarkan studi terdahulu dengan judul, “Perencanaan Trase Pada Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.

2. Perancangan Geometrik Jalan Tol Kertosono-Kediri

Perancangan geometrik jalan berdasarkan “Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009” meliputi,

a. Perancangan Alinemen Horizontal

Perancangan alinemen horisontal ruas jalan tol Kertosono-Kediri menggunakan tikungan tipe Spiral-Circle-Spiral (S-C-S). Pada tikungan S-C-S menggunakan lengkung peralihan untuk menghindari terjadinya perubahan kemiringan secara mendadak.

- a). Perhitungan sudut azimuth
 b). Perhitungan jari-jari tikungan minimum
 Dalam menghitung jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) ditetapkan sesuai dengan Persamaan 3.1

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

Dimana:

R_{\min} = Jari – jari tikungan minimum (m)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = Superelevasi maksimum (Tabel 2.7)

f_{\max} = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal (Tabel 2.8)

- c). Rencana lengkung peralihan (L_s)

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, agar gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Nilai L_s yang dipakai merupakan nilai yang terbesar, dengan mempertimbangkan :

- Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \cdot T$$

Dimana :

L_s = Lengkung peralihan berdasarkan waktu perjalanan melintasi lengkungperalihan (Tabel 2.10)

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

- Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right)}{3,6 \cdot r_e} \cdot V_R$$

Dimana:

L_s = Lengkung peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (Tabel 2.11)

e_m = Superelevasi maksimum (%)

e_n = Superelevasi normal (%)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam), untuk

- $V_R \leq 70$ km/jam, r_e -max = 0,035 m/m/detik.

- $V_R \geq 80$ km/jam, r_e -max = 0,025 m/m/detik.

r_e = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

- Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot V_R^3}{Rc}$$

Dimana:

L_s = Lengkung peralihan berdasarkan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan (Tabel 2.12)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

R = Radius tikungan (m)

C = Perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det³), digunakan 1,2 m/det³

- Tingkat perubahan kelandaian relatif

$$L_s = \frac{(wn_1) e_d}{\Delta} (b_w)$$

Dimana:

w = Lebar satu jalur lalu lintas (m)

e_d = Superelevasi rencana (%)

n_1 = Jumlah lajur yang diputar

b_w = Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

n1	1	1,5	2
bw	1,00	0,83	0,75

Δ = Tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

d). Perhitungan superelevasi

Perhitungan superelevasi (e) pada perencanaan ini menggunakan cara AASHTO. Berikut ini adalah langkah dalam perhitungan superelevasi.

- Menentukan kecepatan aktual (V_D)

Kecepatan aktual (V_D) yang ideal adalah 80%-90% kecepatan rencana.

$$V_D = (80\% - 90\%) \times V_R$$

- Menentukan derajat lengkung (D)

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

- Menentukan derajat lengkung maksimum (D_{\max})

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

- Menentukan nilai (e+f)

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

- Menentukan nilai D_p

$$D_p = \frac{181915,53 \times e_{\max}}{(VD)^2}$$

- Menentukan nilai h

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

- Menentukan nilai $\tan \alpha_1$ dan $\tan \alpha_2$

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

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

- Menentukan nilai M_o

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

- Menentukan nilai $f(D)$

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

- Menentukan superelevasi (e)

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

Dimana:

V_D = Kecepatan aktual

V_R = Kecepatan rencana

D = Derajat lengkung

R = Jari-jari tikungan rencana

D_{maks} = Derajat lengkung maksimum

e_{maks} = Superelevasi maksimum (Tabel 2.7)

f_{maks} = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal (Tabel 2.8)

e). Parameter lengkung (FC, SCS, SS)

Jika,

$e \leq 3\%$, maka yang digunakan adalah parameter lengkung *Full Circle*

$e \geq 3\%$, maka yang digunakan adalah parameter lengkung *Spiral Circle Spiral* atau *Spiral Spiral*

- Parameter lengkung *Full Circle*

- Menghitung $Ls1$ (Cara *Short*)

$$Ls1 = 0,022 \times \frac{V^3}{R \cdot C}$$

- Menghitung $Ls2$ (Cara *Mod Short*)

$$Ls2 = 0,022 \times \frac{V^3}{R \cdot C} - 2,727 \times \frac{V \cdot e}{C}$$

- Menghitung Lr (Cara Bina Marga/ AASHTO)

$$Lr = \frac{V \cdot t}{3,6}$$

- Syarat, $Ls' > Ls1$

$$Ls' > Ls2$$

$$Ls' > Lr$$

- Jika tidak, pilih Ls paling besar diantara nilai $Ls1$, $Ls2$, atau Lr

- Jika benar, pilih $Ls = Ls'$

- Menghitung nilai Tc

$$Tc = Rc \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta$$

- Menghitung nilai L_c

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi R$$

- Menghitung nilai E_c

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

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

T_c = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

Δ = Sudut alinemen horizontal (0)

- Parameter lengkung *Spiral Circle Spiral*

- Menghitung nilai Θ_s

$$\Theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R_c}$$

- Menghitung nilai Δ_c

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot \Theta_s$$

- Menghitung nilai p

$$p = Y_c - R (1 - \cos \Theta_s)$$

- Menghitung nilai k

$$k = X_c - R \sin \Theta_s$$

- Menghitung nilai T_s

$$T_s = (R+p) \tan (0,5 \Delta) + k$$

- Menghitung nilai E_s

$$E_s = (R+p) \sec (0,5 \Delta) - R$$

- Menghitung nilai L_c

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \cdot 2\pi R_c$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC (0)

Δ = Sudut alinemen horizontal (0)

L_c = Panjang busur lingkaran (m)

T_s = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

- Parameter lengkung *Spiral Spiral*

- Menghitung nilai Θ_s

$$\Theta_s = \Delta/2$$

- Menghitung nilai L_s

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90}$$

- Menghitung nilai p

$$P = p^* \cdot L_s$$

- Menghitung nilai k

$$k = k^* \cdot L_s$$

- Menghitung nilai T_s

$$T_s = (R_c + p) \operatorname{tg} (1/2\beta) + k$$

- Menghitung nilai E_s

$$E_s = (R_c + p) \sec (1/2\beta) - R_c$$

Dimana:

R = Jari-jari alinemen horizontal (m)

θ_s = Sudut spiral pada titik SC (0)

Δ = Sudut alinemen horizontal (0)

LC = Panjang busur lingkaran (m)

T_s = Titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

P = Pergeseran tangen secara spiral

f). Stasioning

Setelah menghitung parameter Lengkung Horizontal, maka selanjutnya adalah menentukan stasioning titik parameter lengkung horizontal.

b. Alinemen vertikal

Perancangan alinemen vertikal meliputi alinemen vertikal cekung dan alinemen vertikal cembung. Pada tugas akhir ini, dalam menentukan panjang lengkung vertikal ini hanya menggunakan jarak pandang henti (S_s) karena jalan direncanakan satu arah.

a). Perancangan jarak pandang kendaraan

Dalam perancangan jalan ini, akan ditentukan jarak pandang kendaraan agar pengendara aman

dan nyaman dalam berkendara. Pada perencanaan jalan tol yang ditinjau hanya jarak pandang henti (S_s). Dari Tabel 2.4 didapatkan jarak pandang henti minimum sebesar 250 m.

b). Kelandaian rencana dan tipe lengkung

- Menentukan gradien (g_1)

$$g_1 = \frac{E_1 - E_2}{L}$$

- Menentukan gradien (g_2) Persamaan 3.36

- Menentukan perbedaan aljabar (A)

$$A = g_1 - g_2$$

c). Menentukan panjang lengkung vertikal cembung

- Menentukan panjang lengkung untuk $S_s < L$

- Menentukan panjang lengkung untuk $S_s > L$

- Menentukan panjang lengkung berdasarkan faktor kenyamanan

d). Stasioning lengkung vertikal cembung

e). Elevasi titik parameter lengkung vertikal cembung

f). Menentukan panjang lengkung vertikal cekung

c. Koordinasi alinemen

Koordinasi antara alinemen horizontal dan alinemen vertikal sangat penting bagi kenyamanan pengemudi. Penempatan alinemen horizontal dan vertikal yang tidak tepat akan menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi menimbulkan kecelakaan.

d. Daerah kebebasan samping

Daerah kebebasan samping ini perlu dihitung di setiap tikungan agar kita dapat memastikan lereng / daerah samping jalan tidak akan menghalangi pandangan pengemudi. Daerah kebebasan samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti (S_s) dapat dipenuhi.

a). Menentukan jari-jari sumbu dalam

b). Syarat,

- Jika $S_s < L_c$, maka

$$M = R \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot S_s}{\pi R}\right) \right)$$

- Jika $S_s > L_c$, maka

$$M = R \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R}\right) \right) + 0,5 (S_s - L_c) \cdot \sin\left(\frac{90 \cdot L_c}{\pi R}\right)$$

Dimana:

R = Jari-jari tikungan (m)

SS = Jarak pandang henti (m)

M = Jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

Lc = Panjang lengkung horizontal (m)

e. **Pelebaran jalan**

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada waktu membelok. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan – tikungan yang tajam perkerasan jalan harus diperlebar. Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan harus diperhatikan, sesuai dengan rumus:

$$W = W_C - W_N$$

Dimana,

W = Pelebaran jalan pada tikungan (m)

Wc = Lebar jalan pada tikungan (m)

Wn = Lebar jalan pada jalan lurus (m)

3. **Perancangan Tebal Perkerasan Jalan Tol Kertosono-Kediri**

Perancangan tebal lapis perkerasan berdasarkan “Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017”

a. **Pengolahan data CBR**

Data CBR yang digunakan dalam perencanaan ini didapatkan dari asumsi CBR tanah dasar efektif.

b. **Pengolahan data lalu lintas**

Data lalu lintas rencana jalan tol Kertosono-Kediri didapatkan dari berdasarkan studi terdahulu dengan

judul, “Perencanaan Trase Pada Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.

c. Distribusi sumbu kendaraan

Untuk distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.20. Perhitungan presentase kendaraan tiap sumbu menurut klasifikasi Bina Marga.

- Menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

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

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintaskumulatif (Tabel 2.19)

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

- Perhitungan jumlah kendaraan niaga harian (JKNH)

- Perhitungan jumlah kelompok sumbu niaga kumulatif (JKSNK)

d. Repetisi sumbu beban

- Menentukan faktor distribusi arah (DD) (Tabel 2.21)

- Menentukan faktor distribusi lajur (DL) (Tabel 2.22)

- Menentukan repetisi yang terjadi (CESAL)

$$CESAL = JSKNK \times 365 \times DD \times DL \times R$$

e. Perencanaan pondasi bawah

Penentuan tebal pondasi bawah berdasarkan Gambar 2.15 dan nilai CBR efektif.

f. Perencanaan tebal pelat

Penentuan tebal pelat berdasarkan nilai dari perhitungan CESAL lalu dihubungkan dengan Gambar 2.15.

g. Perencanaan pelapis tambahan

Perencanaan pelapis tambahan ditinjau dari aspek kenyamanan pengendara yang menggunakan jalan tol Kertosono-Kediri.

h. Perencanaan tulangan

Penulangan pada perkerasan kaku (Rigid Pavement) ada 2, yaitu penulangan memanjang dan penulangan melintang.

- Perencanaan tulangan bersambung
 - Penulangan memanjang
 - Penulangan melintang
- Perencanaan tulangan menerus
 - Penulangan memanjang
 - Pengecekan jarak teoritis antar retakan
 - Penulangan melintang

i. Perencanaan sambungan

Pada perencanaan sambungan antarpelat ada dua yaitu menggunakan batang pengikat (*Tie bars*) dan Ruji (*Dowel*)

- Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*Tie bars*).

Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 2.27.

- Sambungan melintang dengan batang ruji (*Dowel*).

Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 2.27.

4. Perancangan Dimensi Saluran Drainase Jalan Tol Kertosono-Kediri

Perancangan dimensi saluran drainase berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 03-3424-1994” meliputi,

a. Menghitung intensitas hujan (i)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x1-x)^2}{n}}$$

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} \cdot (Y_t - Y_n)$$

$$I = \frac{90\% + Xt}{4}$$

Dimana:

XT = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam

x = Nilai rata – rata aritmatik hujan kumulatif

Sx = Standar deviasi

YT = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (Tabel 2.29)

Yn = Nilai yang tergantung pada n (Tabel 2.30)

Sn = Standar deviasi merupakan fungsi dari n (Tabel 2.31)

I = Intensitas curah hujan mm/jam

b. Menentukan luas daerah aliran (A)

Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari pembebasan dan daerah sekelilingnya.

c. Menghitung waktu konsentrasi (tc)

$$Tc = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot Lo \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,67}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \cdot v}$$

Dimana:

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t1 = Waktu inlet (menit).

t2 = Waktu aliran (menit).

Lo = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase

L = Panjang saluran.

Nd = Koefisien hambatan (Tabel 2.32)

S = Kemiringan daerah pengaliran.

V = Kecepatan air rata-rata di selokan (m/dt)

d. Menghitung koefisien pengaliran (c)

$$C = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2 + C3 \cdot A3 + \dots}{A1 + A2 + A3 + \dots}$$

Dimana:

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

e. Menghitung debit aliran (Q)

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q = Debit air (m³)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

f. Merencanakan dimensi saluran

Perencanaan besarnya dimensi saluran disesuaikan dengan dengan nilai debit aliran (Q), kecepatan rencana aliran, dan kemiringan dari saluran. Dalam perencanaan saluran drainase jalan tol Kertosoni-Kediri ini digunakan lebar saluran (B) sama dengan tinggi saluran (H).

3.1.5 Gambar Desain

Setelah perhitungan perencanaan telah selesai dilakukan, dibuatlah gambar desain teknik berdasarkan hasil perhitungan perencanaan.

3.1.6 Perhitungan Volume Pekerjaan dan RAB

Perhitungan besarnya volume pekerjaan, dapat dihitung dari gambar teknis penampang melintang jalan dan panjang antar *stasioning*. Dari gambar teknis didapatkan luas dari galian dan timbunan dari suatu *stasioning* serta luasan lapis pondasi, lalu luas galian dan timbunan dikalikan panjang antar *stasioning* untuk mendapatkan besar volume galian dan timbunan.

Setelah didapatkan volume pekerjaan, dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan mengalikan

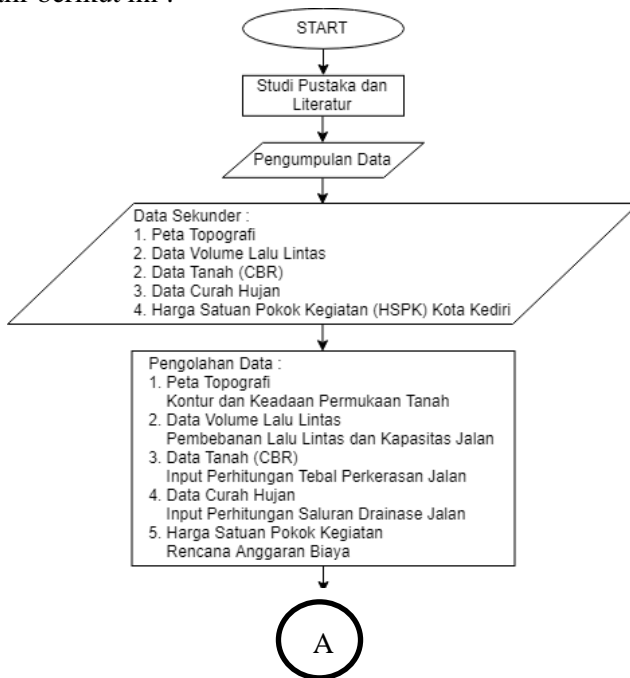
hasil dari volume pekerjaan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Kediri.

3.1.7 Kesimpulan dan Saran

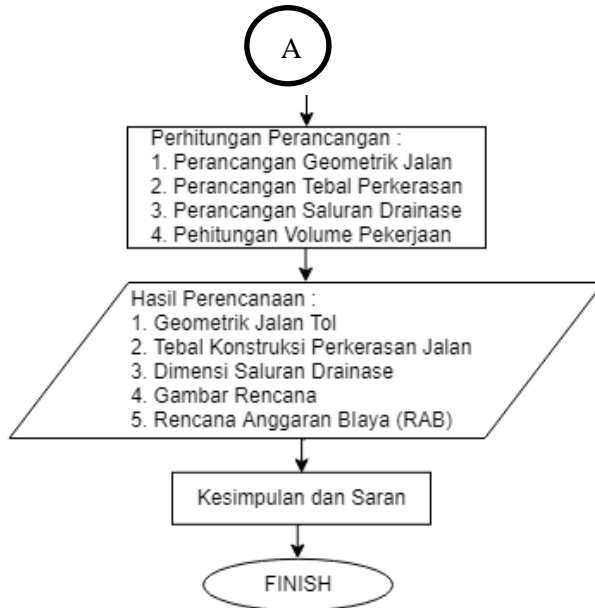
Pada akhir perhitungan dan perencanaan maka akan didapatkan kesimpulan berupa rencana geometrik, tebal perkerasan kaku jalan tol, dan dimensi saluran drainase yang telah dianalisa sesuai dengan peraturan-peraturan dan ketentuan yang berlaku. Dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

3.2 Diagram Alir (Flow Chart)

Diagram alir ini berisi urutan pengerjaan dari Tugas Akhir ini. Langkah pengerjaan ini secara lebih jelas dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3. 1 Flow Chart/ Diagram Alir



Gambar 3. 2-Lanjutan *Flow Chart/* Diagram Alir

“Halaman Ini Sedangkan Dikosongkan”

BAB IV PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN

4.1 Alternatif Trase

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai dasar pemilihan trase rencana Jalan Tol Kertosono–Kediri. Perancangan trase menggunakan trase yang sudah dianalisa dari studi sebelumnya dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D. Sehingga didapatkan trase rencana Jalan Tol Kertosono-Kediri sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Trase Rencana Jalan TolKertosono-Kediri
Sumber: Wibowo, 2019

Dalam merencanakan trase Jalan Tol Kertosono–Kediri, ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan yaitu :

1. Faktor biaya
 - a. Panjang trase
 - b. Struktur jembatan
 - c. Pembebasan sawah

- d. Pembebasan perkebunan
- e. Pembebasan pemukiman
- 2. Faktor geometrik jalan
 - a. Jumlah tikungan
 - b. Kelandaian rata-rata jalan
- 3. Faktor kepadatan penduduk
 - a. Pertumbuhan penduduk rata-rata

4.2 Dasar Perancangan Geometrik Jalan

Dalam subbab ini akan ditentukan besaran sebagai dasar perancangan untuk Jalan Tol Kertosono-Kediri. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut :

Nama jalan	: Jalan Tol Kertosono-Kediri
Klasifikasi jalan	: Jalan Bebas Hambatan
Tipe jalan	: Empat lajur, dua arah, terbagi (4/2 D)
Lebar jalan	: 2 x 7,2 m
Lebar bahu luar	: 3,5 m
Lebar bahu dalam	: 1,5 m
Kecepatan rencana	: 120 km/jam
Kelandaian maksimum	: 10%

4.3 Perancangan Alinemen Horisontal

Perencanaan alinemen horisontal ruas Jalan Tol Kertosono-Kediri menggunakan tikungan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Pada tikungan S-C-S menggunakan lengkung peralihan untuk menghindari terjadinya perubahan kemiringan secara mendadak. Untuk menghitung perencanaan alinemen horisontal menggunakan program bantu *Microsoft Excel*.

Berikut ini urutan perencanaan alinemen horisontal tipe S-C-S beserta contoh perhitungan pada titik **PI 1** akan dijelaskan berikut ini.

4.3.1. Menentukan panjang bagian Lurus

Berdasarkan Tabel 2.6, panjang bagian lurus maksimum yang diijinkan dengan kecepatan rencana (VR) 120 km/jam adalah 5000 m.

4.3.2. Perhitungan Sudut Azimut (β)

Berikut ini adalah contoh perhitungan sudut azimuth pada titik **PI 1**.

a. Perhitungan sudut azimuth pada titik *START*– **PI 1**

- Titik *START* (613815,605; -839871,556)
- Titik **PI 1** (613804,571; -841103,14)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Titik } \textit{START} & : \quad X_{\textit{START}} = 613815,605 \\ & \quad Y_{\textit{START}} = -839871,556 \\ \text{Titik } \textbf{PI 1} & : \quad X_{\textit{FINISH}} = 613804,571 \\ & \quad Y_{\textit{FINISH}} = -841103,14 \end{aligned}$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X & = X_{\textit{FINISH}} - X_{\textit{START}} \\ & = 613804,571 - 613815,605 \\ & = -11,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y & = Y_{\textit{FINISH}} - Y_{\textit{START}} \\ & = -841103,14 - -839871,556 \\ & = -1231,58 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik *START* Sampai titik **PI 1**:

$$\begin{aligned} L & = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ & = \sqrt{11,03^2 + (1231,58)^2} = 1231,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan kuadran:

Karena nilai dari ΔX **negatif** sedangkan nilai ΔY **negatif**, maka letak dari garis *START*-**PI 1** pada **Kuadran 3**.

Menentukan sudut Azimut (β): Karena garis terletak pada Kuadran 3, maka:

$$\begin{aligned} \beta_1 & = \text{arc tan} \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\ & = \text{arc tan} \frac{-11,03}{-1231,58} = 180,51^\circ \end{aligned}$$

b. Perhitungan sudut azimuth pada titik PI 1–PI2

- Titik START (613804,571; -841103,14)
- Titik PI 1 (614952,797; -843127,83)

Dari titik koordinat tersebut, didapatkan:

$$\text{Titik START} : X_{\text{START}} = 613804,571$$

$$Y_{\text{START}} = -841103,14$$

$$\text{Titik PI 1} : X_{\text{FINISH}} = 614952,797$$

$$Y_{\text{FINISH}} = -843127,83$$

Menentukan ΔX dan ΔY :

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_{\text{FINISH}} - X_{\text{START}} \\ &= 614952,797 - 613804,571 \\ &= 1148,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y_{\text{FINISH}} - Y_{\text{START}} \\ &= -843127,83 - -841103,14 \\ &= -2024,69 \end{aligned}$$

Panjang jalan dari titik START Sampai titik PI 1:

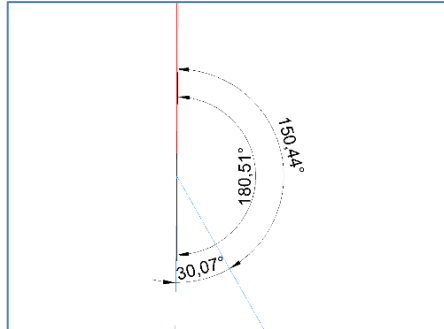
$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ &= \sqrt{1148,23^2 + (-2024,69)^2} \\ &= 2327,62 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan kuadran:

Karena nilai dari ΔX **positif** sedangkan nilai ΔY **negatif**, maka letak dari garis START-PI 1 pada **Kuadran 2**.

Menentukan sudut Azimut (β): Karena garis terletak pada Kuadran 3, maka:

$$\begin{aligned} \Delta\beta \text{ PI 1} &= \text{arc tan} \frac{\Delta X}{\Delta Y} \\ &= \text{arc tan} \frac{1148,23}{-2024,69} = 150,44^\circ \end{aligned}$$



Gambar 4. 2 Sudut Azimuth pada PI 1

Untuk perhitungan semua sudut azimuth dan sudut tikungan trase rencana dapat dilihat pada Lampiran I.

4.3.3. Perhitungan Jari-jari Tikungan (R)

Berikut ini adalah contoh perhitungan jari-jari tikungan pada titik **PI 1**.

Menentukan jari-jari tikungan minimum (R_{min}):

$$VR = 120 \text{ km/jam}$$

$$e_{max} = 10\% \quad (\text{Tabel 2.7})$$

$$f_{max} = 0,092 \quad (\text{Tabel 2.8})$$

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{(V_R)^2}{127(e_{max} + f_{max})} \\ &= \frac{120^2}{127(10\% + 0,092)} \\ &= 591 \text{ m} \approx 590 \text{ m} \end{aligned}$$

Selain dari perhitungan diatas, R_{min} juga didapatkan dari Tabel 2.9, dari data kecepatan rencana (VR) dan superelevasi maksimum (e_{max}) didapatkan panjang jari-jari minimum sebesar 590 m.

Menentukan jari-jari tikungan rencana (R_0):

Berikut ini adalah contoh pada titik **PI 1**.

Dari jari-jari tikungan minimum yang didapatkan, maka direncanakan menggunakan jari-jari tikungan rencana (R_0) sebesar 750 m.

Untuk perhitungan semua jari-jari tikungan rencana (R) dapat dilihat pada Lampiran II.

4.3.4. Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Berikut ini adalah contoh perhitungan lengkung peralihan pada titik **PI 1**. Dalam perencanaan panjang lengkung peralihan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan waktu tempuh

Data yang dibutuhkan :

$$V_D = 120 \text{ km/jam} \quad (\text{Direncanakan})$$

$$T = 3 \text{ detik} \quad (\text{No.007/BM/2009})$$

Maka :

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times T = \frac{120}{3,6} \times 3 = 100 \text{ m}$$

2. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan mengatasi gaya sentrifugal.

Data yang dibutuhkan :

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

$$C = 1,2 \text{ m/dt}^3$$

$$R = 750 \text{ m}$$

Maka :

$$L_s = \frac{0,0214 (V_R)^3}{R \times C} - \frac{2,727 \times V_R \times e}{C}$$

$$L_s = \frac{0,0214 (120)^3}{750 \times 1,2} - \frac{2,727 \times 120 \times 0,0879}{1,2} = 17,120 \text{ m}$$

3. Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan perubahan kelandaian melintang jalan

Data yang dibutuhkan :

$$e_{maks} = 10\%$$

$$e_n = 2\%$$

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

$$r_e = 0,025$$

Maka :

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) V r}{3,6 \times r_e} = \frac{(10\% - 2\%) 120}{3,6 \times 0,025} = 107 \text{ m}$$

4. Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif

Data yang dibutuhkan:

Lebar satu lajur (w)	= 3,6 m
Superelevasi renc. (e_d)	= 8,79%
Jumlah lajur diputar (n_1)	= 2
Faktor penyesuaian (b_w)	= 0,75
Tingkat perubahan (Δ)	= 1/263 m/m

Maka:

$$L_s = \frac{(w \cdot n_1) \cdot e_d}{\Delta} \cdot (b_w)$$

$$L_s = \frac{(3,6 \cdot 2) \cdot 0,0879}{\frac{1}{263}} \cdot (0,75) = 125 \text{ m}$$

Berdasarkan dari penentuan nilai panjang lengkung peralihan diatas, maka dipilih panjang lengkung maksimum terbesar sebagai acuan yaitu 125 m.

Untuk perhitungan semua panjang lengkung peralihan (L_s) dapat dilihat pada Lampiran III.

4.3.5. Perhitungan Superelevasi (e)

Perhitungan superelevasi (e), pada perancangan ini menggunakan cara AASHTO. Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik **PI 1**.

Kecepatan desain (V_D):

Kecepatan desain direncanakan 120 km/jam sehingga:

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

Menentukan kecepatan aktual (V_R):

Kecepatan aktual yang ideal adalah 80%-90% kecepatan rencana. Dalam perencanaan ini, kecepatan aktual direncanakan 80% dari kecepatan rencana sehingga:

$$V_R = 80\% \times V_D = 80\% \times 120 = 96 \text{ km/jam}$$

Menentukan derajat lengkung (D):

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{750} = 1,91$$

Menentukan darajat lengkung maksimum (D_{\max}):

$$D_{\max} = \frac{181913,53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{120^2}$$

$$= \frac{181913,53 \times (0,10 + 0,092)}{120^2} = 2,426$$

Menentukan nilai $(e + f)$:

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

$$= (0,10 + 0,092) \times \frac{1,91}{2,426}$$

$$= 0,151$$

Menentukan nilai D_p :

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

$$= \frac{181913,53 \times 0,10}{120^2} = 1,974$$

Menentukan nilai h :

$$h = e_{\max} \times \frac{VD^2}{VR^2} - e_{\max}$$

$$= 0,10 \times \frac{96^2}{120^2} - 0,10 = 0,056$$

Menentukan nilai $\tan \alpha_1$ dan $\tan \alpha_2$:

$$\tan \alpha_1 = \frac{h}{D_p} = \frac{0,056}{1,974} = 0,028$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{f_{\max} - h}{D_{\max} - D_p} = \frac{0,092 - 0,056}{2,426 - 1,974} = 0,079$$

Menentukan nilai M_o :

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

$$= 1,974 \times (2,426 - 1,974) \times \frac{0,028 - 0,079}{2 \times 2,426}$$

$$= 0,009$$

Menentukan nilai $f(D)$:

Karena nilai $D < D_p$, maka:

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

$$= 0,009 \times \left(\frac{1,91}{1,974}\right)^2 + 1,91 \times 0,028$$

$$= 0,063$$

Menentukan superelevasi (e) :

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

$$= 0,151 - (0,063) = 0,087 \approx 8,79\%$$

Jadi, besar superelevasi pada titik **PI 1** adalah $8,79\% < 10\%$ (OK)

Untuk perhitungan semua superelevasi (e) dapat dilihat pada Lampiran IV.

4.3.6. Penentuan Tipe Lengkung Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi (e) pada titik PI 1 yang didapatkan adalah $8,79\% \geq 3\%$, maka tipe lengkung horizontal yang digunakan ada *Spiral-CircleSpiral* (S-C-S).

4.3.7. Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi, dapat diketahui bahwa tipe lengkung horizontal titik PI 1 adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Setelah diketahui tipe lengkung horizontalnya, maka kemudian menghitung parameter pada tipe lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-CS). Berikut ini adalah contoh perhitungan parameter tipe lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S) pada titik **PI 1**:

Menentukan koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (Xc;Yc):

$$\begin{aligned} X_c &= L_s \left(1 - \frac{(L_s)^2}{40R^2} \right) \\ &= 125 \left(1 - \frac{(125)^2}{40 \times 750^2} \right) = 114,033 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= \frac{(L_s)^2}{6R} \\ &= \frac{(125)^2}{6 \times 750} = 3,462 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (Xc;Yc):

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90 \times 125}{\pi \times 750} = 4,766$$

Menentukan sudut alinemen horizontal (Δc):

$$\Delta c = \Delta \beta - 2\theta_s = 30,07 - 2 \times 4,766 = 20,540$$

Menentukan pergeseran tangen secara spiral (p):

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) = \frac{125^2}{6 \times 750} - 750 (1 - \cos 4,766) \\ &= 0,869 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan Absis dari p pada garis tangen spiral (k):

$$k = X_c - R \sin \theta_s = 114,033 - 750 (\sin 4,766^\circ) = 62,507 \text{ m}$$

Menentukan titik awal mulai masuk ke daerah lengkung (Ts):

$$\begin{aligned}
 T_s &= (R + p) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \\
 &= (750 + 0,869) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \times 30,07^\circ \right) + 62,507 = 264,203
 \end{aligned}$$

Menentukan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (Es):

$$E_s = \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R = \frac{(750+0,869)}{\cos\left(\frac{1}{2} \times 30,07^\circ\right)} - 750 = 27,49 \text{ m}$$

Menentukan panjang busur lingkaran (Lc):

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta - 2\theta_s \times \pi \times R}{180} \\
 &= \frac{30,07^\circ - 2 \times 4,766 \times \pi \times 750}{180} = 268,97 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan panjang busur total (Ltot):

$$L_{tot} = L_c + 2L_s = 268,97 + (2 \times 125) = 518,613 \text{ m}$$

Untuk perhitungan semua parameter lengkung horizontal dapat dilihat pada Lampiran V.

4.3.8. Stasioning Titik Parameter Lengkung *Horizontal SCS*

Setelah menghitung parameter Lengkung Horizontal, maka selanjutnya adalah menentukan stasioning titik parameter lengkung horizontal. Berikut ini adalah contoh penentuan titik stasioning pada titik **PI 1**:

Titik Stasioning dari Tangen – Spiral:

$$STA. TS = 0+968$$

Titik Stasioning dari *Spiral - Circle*:

$$\begin{aligned}
 STA. SC &= STA. TS + L_s \\
 &= 0+968 + 125 = 1+092
 \end{aligned}$$

Titik Stasioning dari *Mid*:

$$\begin{aligned}
 STA. Mid &= STA. SC + 0,5L_c \\
 &= 1+092 + 0,5 (269) = 1+227
 \end{aligned}$$

Titik Stasioning dari *Circle - Spiral*:

$$\begin{aligned}
 STA. CS &= STA. SC + L_c \\
 &= 1+092 + 269 = 1+361
 \end{aligned}$$

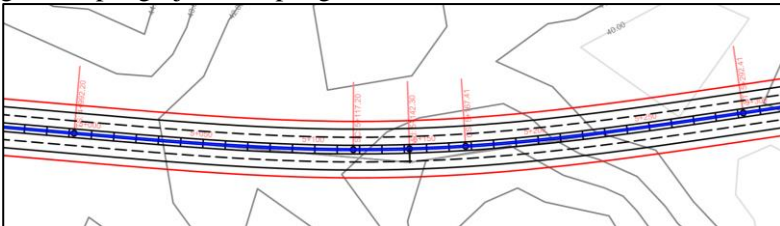
Titik Stasioning dari *Spiral - Tangen*:

$$\begin{aligned}
 STA. ST &= STA. CS + L_s \\
 &= 1+361 + 125 = 1+486
 \end{aligned}$$

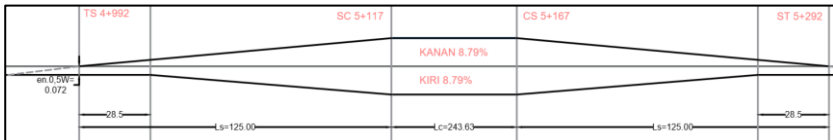
Untuk perhitungan semua *stasioning* dapat dilihat pada Lampiran VI.

4.3.9. Gambar Parameter dan Diagram Superelevasi

Setelah semua parameter dan superelevasi dihitung, maka selanjutnya adalah menggambar secara lengkap parameter dan diagram superelevasi pada tiap titik tikungan untuk memperjelas gambar pengerjaan dilapangan.



Gambar 4. 3 Parameter Tikungan PI3



Gambar 4. 4 Diagram Superelevasi Tikungan PI3

4.4. Perancangan Alinemen Vertikal

Perencanaan alinemen vertikal meliputi alinemen vertikal cekung dan anlinemen vertikal cembung. Pada tugas akhir ini, dalam menentukan panjang lengkung vertikal ini hanya menggunakan jarak pandang henti (S_s) karena jalan direncanakan satu arah.

4.4.1 Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan

Dalam perencanaan jalan ini, akan ditentukan jarak pandang kendaraan agar pengendara aman dan nyaman dalam berkendara. Pada perencanaan Jalan Tol yang ditinjau hanya jarak pandang henti (S_s). Dengan kecepatan desain 120 km/jam didapatkan jarak pandang henti minimum sebesar 250 m.

4.4.2 Kelandaian Rancangan dan Tipe Lengkung Cekung

Berikut adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari

PV 2.

Menentukan Gradien 1 dan Gradien 2 dari program bantu AutoCAD civil 3D:

$$g1 = -0,420 \% \quad (\text{Turunan})$$

$$g2 = 0,070 \% \quad (\text{Tanjakan})$$

Menentukan Perbedaan Aljabar (A)

$$A = g1 - g2 = -0,420\% - 0,070 = -0,490 \% \quad (\text{Cekung})$$

Karena nilai A adalah $-0,49\% < 0\%$, maka Lengkung yang digunakan adalah Lengkung Cekung.

4.4.3 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung pada PV 2.

Menentukan nilai $g1$, $g2$ dan A

$$g1 = -0,420\% \quad (\text{Turunan})$$

$$g2 = 0,070\% \quad (\text{Tanjakan})$$

$$A = g1 - g2 = -0,420\% - 0,070\% = -0,490\%$$

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cekung, maka:

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss < L$

$$L = \frac{A \times Ss^2}{120 + 3,5 \times Ss} = \frac{0,49 \times 250^2}{120 + 3,5 \times 250} = 30,779$$

$$\text{Cek: } 250 \text{ m} < 35 \text{ m} \quad (\text{NOT OK})$$

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss > L$

$$L = 2 \times Ss - \frac{120 + 3,5 \times Ss}{0,49}$$

$$= 2 \times 250 - \frac{120 + 3,5 \times 250}{0,49} = -1530,612$$

$$\text{Cek: } 250 \text{ m} > -1530,612 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

Menentukan L_{Min}

$$L_{\text{Min}} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 120 = 72 \text{ m}$$

Menentukan L_{Min} berdasarkan Tabel 2.32

Berdasarkan Tabel 2.32 dengan kecepatan rencana (V_R) = 120 km/jam dan perbedaan aljabar landai (A) = 0,49 %, didapatkan nilai L_{Min} sebesar 72 meter.

Menentukan L_{Min} berdasarkan syarat bentuk visual untuk panjang lengkung vertikal digunakan untuk lengkung cekung.

$$L = \frac{A \times V d^2}{395} = \frac{0,49 \times 120^2}{395} = 17,863 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan faktor kenyamanan :

$$L = \frac{VD}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{120}{3600} \times 1000 \times 3 = 100 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas, diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipilih adalah 100 m. Kemudian menentukan jarak antara elevasi lengkung vertikal dengan titik perpotongan (Ev).

$$Ev = \frac{A \times L}{800} = \frac{0,49 \times 100}{800} = 6,125\%$$

Untuk perhitungan semua parameter lengkung vertikal dapat dilihat pada Lampiran VII.

4.4.4 Stasioning Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah stasioning titik parameter lengkung vertikal cekung sebagai berikut:

$$\text{STA. PV1} = 0+415 \text{ (Pusat perpotongan)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA. PLV} &= \text{STA. PV1} - L/2 \\ &= 0+415 - 83,33/2 = 0+457 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA. PTV} &= \text{STA. PV1} + L/2 \\ &= 0+415 + 83,33/2 = 0+373 \end{aligned}$$

4.4.5 Elevasi Titik Parameter Lengkung Vertikal Cekung

Berikut ini adalah elevasi titik parameter lengkung vertikal cekung sebagai berikut:

$$\text{STA. PV1} = 0+415 \text{ (Pusat perpotongan)}$$

$$\begin{aligned} \text{STA. PTV} &= \text{STA. PV1} + (g_1 \times L/2) \\ &= 0+415 + 83,33/2 = 0+457 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA. PLV} &= \text{STA. PV1} + (g_2 \times L/2) \\ &= 0+415 - 83,33/2 = 0+373 \end{aligned}$$

4.4.6 Kelandaian Rancangan dan Tipe Lengkung Cembung

Berikut adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari PV 1.

Menentukan Gradien 1 dan Gradien 2 dari program bantu AutoCAD civil 3D:

$$g1 = 0,390\% \quad (\text{Tanjakan})$$

$$g2 = -0,500\% \quad (\text{Turunan})$$

Menentukan Perbedaan Aljabar (A)

$$A = g1 - g2 = 0,390\% - (-0,500\%) = 0,750\% \quad (\text{Cembung})$$

Karena nilai A adalah $0,89\% > 0\%$, maka Lengkung yang digunakan adalah Lengkung Cembung.

4.4.7 Menentukan Panjang Lengkung Vertikal Cembung

Berikut ini adalah contoh perhitungan panjang lengkung cembung pada **PV 1**.

Menentukan nilai $g1$, $g2$ dan A

$$g1 = 0,330\% \quad (\text{Turunan})$$

$$g2 = -0,420\% \quad (\text{Tanjakan})$$

$$A = g1 - g2 = 0,330\% - (-0,420\%) = 0,750\%$$

Karena tipe lengkung adalah lengkung vertikal cembung, maka:

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss < L$

$$L = \frac{A \times Ss^2}{658} = \frac{0,75 \times 250^2}{658} = 71,239 \text{ m}$$

$$\text{Cek: } 250 \text{ m} < 84,536 \text{ m} \quad (\text{NOT OK})$$

Menentukan Panjang Lengkung untuk $Ss > L$

$$L = 2 \times Ss - \frac{658}{A} = 2 \times 250 - \frac{658}{0,089} = -337,333 \text{ m}$$

$$\text{Cek: } 250 \text{ m} > -337,333 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

Menentukan L_{Min}

$$L_{\text{Min}} = 0,6 \times V_R = 0,6 \times 120 = 72 \text{ m}$$

Menentukan L_{Min} berdasarkan Tabel 2.17

Berdasarkan Tabel 2.17 dengan kecepatan rencana (V_R) = 120 km/jam dan perbedaan aljabar landai (A) = 0,75%, didapatkan nilai L_{Min} sebesar 72 meter.

Menentukan L_{Min} berdasarkan syarat bentuk visual untuk panjang lengkung vertikal digunakan untuk lengkung cembung.

$$L = \frac{A \times Vr^2}{395} = \frac{0,75 \times 250^2}{395} = 27,342 \text{ m}$$

Menentukan panjang lengkung berdasarkan faktor kenyamanan :

$$L = \frac{VD}{3600} \times 1000 \times 3 = \frac{120}{3600} \times 1000 \times 3 = 100 \text{ m}$$

Dari kriteria diatas, diambil nilai yang terbesar. Maka panjang lengkung yang dipilih adalah 100 m. Kemudian menentukan jarak antara elevasi lengkung vertikal dengan titik perpotongan (Ev).

$$Ev = \frac{A \times L}{800} = \frac{0,75 \times 100}{800} = 9,375\%$$

Untuk perhitungan stasioning titik parameter dan elevasi titik parameter sama seperti Lengkung Cekung. Untuk perhitungan semua parameter lengkung vertikal dapat dilihat pada Lampiran VII.

4.5 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping ini perlu dihitung di setiap tikungan agar kita dapat memastikan lereng/daerah samping jalan tidak akan menghalangi pandangan pengemudi. Daerah kebebasan samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga jarak pandang henti (Ss) dapat dipenuhi.

Dasar perencanaan untuk hitungan ini adalah jari-jari lengkung dan panjang lengkung total yang didapatkan dari hasil perhitungan alinemen horisontal sebelumnya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk **PI 1**:

Data yang dibutuhkan:

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

$$R = 750 \text{ m}$$

$$S_S = 250 \text{ m}$$

$$L_c = 268,97 \text{ m}$$

$$L_1 \text{ jalur} = 7,2 \text{ m}$$

Jari-jari sumbu dalam:

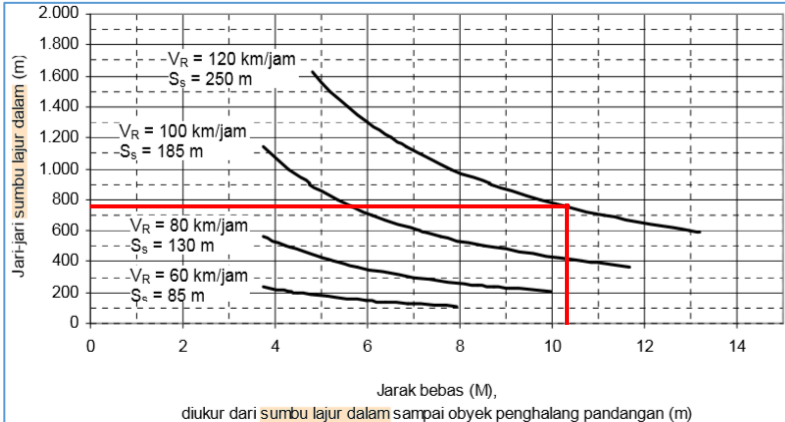
$$R' = R - (0,5 \times L_1 \text{ jalur}) = 750 - (0,5 \times 7,2) = 746,40 \text{ m}$$

Karena nilai $S_S < L_c$, maka rumus kebebasan samping di tikungan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} M &= R' \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot S_S}{\pi R}\right)\right) \\ &= 746,40 \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot 250}{\pi \cdot 746,40}\right)\right) = 10,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka kebebasan samping yang diperlukan pada titik tikungan PI-1 sebesar 10,4 meter dari jari-jari sumbu lajur dalam.

Berdasarkan Gambar 4.2 untuk $S_s < L_c$, dengan nilai kecepatan desain (V_D) 120 km/jam dan jarak pandang henti (S_s) sebesar 250 m. Didapatkan nilai jarak kebebasan samping sebesar 10,4 m.



Gambar 4.5 Daerah Kebebasan Samping untuk $SS < LC$

Untuk perhitungan semua daerah kebebasan samping dapat dilihat pada Lampiran VIII.

4.6 Pelebaran Pada Tikungan

Pada bagian terakhir perhitungan alinemen horisontal adalah menghitung pelebaran pada jalan yang bertujuan untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan. Perancangan pelebaran jalan berdasarkan Tabel 2.14. Pelebaran pada tikungan menggunakan kendaraan rencana single unit truck dengan overhang belakang.

Berikut ini adalah contoh dari pelebaran jalan pada tikungan di titik **PI 1**:

Direncanakan :

Dari Tabel 2.14, didapatkan:

$W_c = 7,60$ m

$W_n = 7,20$ m

Maka:

$$W = W_c - W_n = 7,60 - 7,20 = 0,40 \text{ m}$$

Berdasarkan Tabel 4.8, dengan nilai kecepatan desain (V_D) 120 km/jam dan jari-jari tikungan (R) sebesar 750 m. Didapatkan nilai pelebaran jalur lalu lintas di tikungan sebesar 0,40 m dengan menggunakan interpolasi.

Tabel 4. 1 Pelebaran Jalur Lalu Lintas di Tikungan

R (m)	VR = 120 km/jam		VR = 100 km/jam		VR = 80 km/jam		VR = 60 km/jam	
	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)	Wc (m)	W (m)
3000	7,24	0,04	7,21	0,01	7,17	0,00	7,13	0,00
2500	7,27	0,07	7,23	0,03	7,19	0,00	7,15	0,00
2000	7,31	0,11	7,27	0,07	7,22	0,02	7,18	0,00
1500	7,38	0,18	7,33	0,13	7,27	0,07	7,22	0,02
1000	7,49	0,29	7,43	0,23	7,37	0,17	7,30	0,10
900	7,53	0,33	7,46	0,26	7,39	0,19	7,33	0,13
800	7,57	0,37	7,50	0,30	7,43	0,23	7,36	0,16
700	7,62	0,42	7,55	0,35	7,47	0,27	7,40	0,20
600	7,69	0,49	7,61	0,41	7,53	0,33	7,45	0,25
500	Rmin = 590 m		7,69	0,49	7,60	0,40	7,51	0,31
400			7,81	0,61	7,71	0,51	7,61	0,41
300			Rmin = 365 m		7,88	0,68	7,77	0,57
250					8,02	0,82	7,89	0,69
200					Rmin = 210 m		8,07	0,87
150							8,35	1,15
140							8,43	1,23
130							8,52	1,32
120							8,63	1,43
110							8,76	1,56
100							Rmin = 110 m	

(Sumber: Bina Marga, 2009)

Menentukan daerah kebebasan samping untuk jari-jari tikungan 750 m.

$$\begin{aligned}
 W_{750 \text{ m}} &= W_{800 \text{ m}} - \left(\frac{R_{800 \text{ m}} - R_{750 \text{ m}}}{R_{800 \text{ m}} - R_{700 \text{ m}}} \right) \times (W_{800 \text{ m}} - W_{700 \text{ m}}) \\
 &= 0,37 - \left(\frac{800 - 750}{800 - 700} \right) \times (0,37 - 0,42) \\
 &= 0,395 \text{ m} \approx 0,40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pelebaran pada tikungan di semua tikungan dapat dilihat pada Lampiran VIII.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB V

PERANCANGAN PERKERASAN JALAN

5.1 Dasar Perancangan Perkerasan

Jalan Tol Kertosono–Kediri direncanakan menggunakan perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) tahun 2017 Nomor 04/SE/Db/2017. Berdasarkan peraturan tersebut, jalan tol Kertosono-Kediri memiliki umur rencana 40 tahun dan direncanakan akan dibuka pada tahun 2023. Data laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) menggunakan Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah yang berdekatan dengan lokasi perencanaan jalan tol.

Dasar subbab ini, akan ditentukan besaran sebagai dasar perancangan perkerasan untuk Jalan Tol Kertosono-Kediri. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut:

Nama Jalan	: Jalan Tol Kertosono-Kediri
Klasifikasi Jalan	: Jalan Bebas Hambatan
Tipe Jalan	: Empat lajur, dua arah terbagi (4/2 D)
Tahun dibuka	: 2023
Umur Rencana	: 40 Tahun
Perkerasan Inti	: Kaku (<i>Rigid</i>)
Pelapis Tambahan	: Aspal (<i>Flexible</i>)
CBR Alternatif	: 6% (CBR efektif tanah dasar)

5.2 Pengolahan Data CBR

Data CBR yang digunakan dalam perencananan ini didapatkan dari Asumsi CBR tanah dasar efektif yaitu 6%, maka perlu dilakukan stabilisasi tanah dasar dengan melakukan pemadatan setinggi 300 mm.

5.3 Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas rencana Jalan Tol Kertosono-Kediri didapatkan dari studi sebelumnya dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara

Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.. Data lalu lintas yang didapatkan berupa data volume kendaraan per hari pada ruas-ruas yang ditinjau yaitu ruas Jalan Nasional Kertosono-Papar, dan Jalan Nasional Papar-Kediri.

Klasifikasi jenis kendaraan berdasarkan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Untuk Golongan I (sedan, jip, pick up/truk kecil, dan bus), Golongan II (Truk dengan dua gandar), Golongan III (Truk dengan tiga gandar), Golongan IV (Truk dengan empat gandar), Golongan V (Truk dengan lima gandar), dan Golongan VI (Truk dengan enam gandar). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Rekapitan Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2016

Jenis Kendaraan		Kertosono-Papar	Papar-Kediri
Gol. I	KR	1412	1809
	KBM	590	756
	BB	105	135
Gol. II	KBM	385	436
Gol. III	TB	533	463
Gol. IV	TB	219	140
Gol. V	TB	236	508
Gol. VI	SM	3367	4830
Jumlah		6847	9077

(Sumber: Wibowo, 2019)

Volume kendaraan berdasarkan data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tahun 2016 merupakan volume kendaraan untuk 1 arah. Dalam perencanaan perkerasan jalan tol, volume kendaraan yang digunakan yaitu 1 arah. Setelah itu dilakukan klasifikasi ulang terhadap jenis kendaraan sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Klasifikasi Ulang Kendaraan Menurut MDP 2017

Jenis Kendaraan		Klasifikasi Lama	Alternatif	Kertosono-Papar	Papar-Kediri
Gol. I	KR	2,3,4	2,3,4	2002	2565
	KBM				
	BB	5a	5a	105	135
Gol. II	KBM	6b2.2	8.2	385	436
Gol. III	TB	7a3	9.3	533	463
Gol. IV	TB	7c1	11	219	140
Gol. V	TB	7c2.2	13	236	508
			Jumlah	3480	4247

5.4 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan

Data PDRB adalah data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Data PDRB ini selanjutnya digunakan sebagai nilai laju pertumbuhan lalu lintas untuk melakukan perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan yang ditinjau sesuai dengan umur rencana jalan yaitu 40 tahun.

Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) digunakan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas. Pertumbuhan lalu lintas untuk kendaraan pribadi dihitung berdasarkan data PDRB atas dasar harga konstan, pertumbuhan lalu lintas truk menggunakan data PDRB per kapita atas dasar harga konstan, sedangkan untuk pertumbuhan lalu lintas bus dan angkutan umum menggunakan data pertumbuhan penduduk.

Data PDRB yang digunakan adalah PDRB Provinsi Jawa Timur yang besaran nilainya dapat dilihat pada tabel 5.3, 5.4, dan 5.5 berikut ini.

Berikut adalah contoh perhitungan laju pertumbuhan PDRB ADHK rata-rata pada tahun 2012-2063.

- a. Kabupaten Kediri

$$\frac{(21.733,50 - 20.538,30)}{20.538,30} \times 100 = 5,82\%$$

b. Kabupaten Nganjuk

$$\frac{(13.456,00-12.767,00)}{12.767,00} \times 100 = 5,40\%$$

c. Kota Kediri

$$\frac{(65.408,80-63.185,10)}{63.185,10} \times 100 = 3,52\%$$

d. Laju PDRB rata-rata

$$\frac{4,91\%+5,42\%+5,14\%+5,28\%+ \dots +1,48\%}{51} \times 100 = 2,69\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung laju pertumbuhan PDRB rata-rata, kemudian hasil setiap tahun tersebut dirata-rata dan diperoleh hasil 2,69%.

Tabel 5. 3 Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten atau Kota, 2012-2063 untuk Pertumbuhan Mobil Penumpang

Tahun	Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	Laju PDRB			Laju PDRB rata-rata
				Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	
2012	20.538,30	12.767,00	63.185,10				
2013	21.733,50	13.456,00	65.408,80	5,82%	5,40%	3,52%	4,91%
2014	22.890,00	14.142,90	69.232,90	5,32%	5,10%	5,85%	5,42%
2015	24.007,72	14.875,35	72.945,53	4,88%	5,18%	5,36%	5,14%
2016	25.211,90	15.661,81	76.988,36	5,02%	5,29%	5,54%	5,28%
2023	33.250,30	20.877,00	101.130,90	3,62%	3,58%	3,60%	3,60%
2063	79.734,30	49.717,00	241.702,90	1,48%	1,47%	1,48%	1,48%
Laju PDRB 2010							2,69%

Sumber : Produk Domestik Regional Bruto (BPS Provinsi Jawa Timur)

Tabel 5. 4 Data PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten atau Kota, 2012-2063 untuk Pertumbuhan Truk

Tahun	Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	Laju PDRB			Laju PDRB rata-rata
				Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	
2012	13.495,20	12.408,40	230.855,20				
2013	14.200,20	13.018,60	236.474,30	5,22%	4,92%	2,43%	4,19%
2014	14.874,20	13.629,10	248.949,60	4,75%	4,69%	5,28%	4,90%
2015	15.519,90	14.279,90	260.519,70	4,34%	4,78%	4,65%	4,59%
2016	16.219,70	14.891,60	272.905,70	4,51%	4,28%	4,75%	4,52%
2023	21.217,00	19.716,00	348.001,00	3,30%	3,26%	3,21%	3,26%
2063	48.297,00	44.636,00	780.601,00	1,42%	1,42%	1,40%	1,41%
Laju PDRB Per Kapita 2010							2,50%

Sumber : Produk Domestik Regional Bruto (BPS Provinsi Jawa Timur)

Tabel 5. 5 Data Pertumbuhan Penduduk, 2012-2063 untuk
Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

Tahun	Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	Laju PDRB			Laju PDRB rata-rata
				Kab. Kediri	Kab. Nganjuk	Kota Kediri	
2012	1.521.895	1.028.914	273.695				
2013	1.530.504	1.033.597	276.619	0,57%	0,46%	1,07%	0,70%
2014	1.538.929	1.037.723	278.072	0,55%	0,40%	0,53%	0,49%
2015	1.546.883	1.041.716	280.004	0,52%	0,38%	0,69%	0,53%
2016	1.554.385	1.045.375	284.002	0,48%	0,35%	1,43%	0,75%
2023	1.611.945	1.074.200	300.280	0,51%	0,38%	0,81%	0,57%
2063	1.937.385	1.238.360	396.280	0,42%	0,33%	0,61%	0,45%
Laju Pertumbuhan Penduduk							0,52%

Sumber : Pertumbuhan Penduduk (BPS Provinsi Jawa Timur)

Dari tabel perhitungan diatas di dapat nilai laju pertumbuhan lalu lintas tahunan yang beragam. Kemudian dilakukan perhitungan pertumbuhan volume kendaraan dari tahun 2016 ke tahun jalan tol dibuka yaitu pada tahun 2023.

Berikut adalah contoh perhitungan pertumbuhan kendaraan bus jenis kendaraan 5a untuk segmen Kertosono-Papar.

Jenis kendaraan = 5a

Jumlah LHR tahun 2016 = 105

Laju pertumbuhan lalu lintas = 0,52%

Jumlah tahun (n) = 7 tahun (dari 2023-2016)

Menentukan Jumlah LHR tahun 2023:

LHR 2023 = LHR 2016 x (1 + i)ⁿ

= 105 x (1 + 0,52%)⁷

= 109

Maka didapatkan jumlah LHR tahun 2023 untuk jenis kendaraan 5a sejumlah 110. Untuk jenis kendaraan lain dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Forecasting Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting Tahun 2023

Jenis Kendaraan		Klasifikasi Lama	Alternatif	Kertosono-Papar	Papar-Kediri
Gol. I	KR	2,3,4	2,3,4	2411	3089
	KBM				
	BB	5a	5a	109	140
Gol. II	KBM	6b1.2	8.2	464	525
Gol. III	TB	7a3	9.3	634	550
Gol. IV	TB	7c1	11	260	166
Gol. V	TB	7c2.2	13	281	604
		Jumlah		4159	5075

5.5 Faktor Perumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan akan bertambah setiap tahunnya selama umur rencana. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas tersebut diperlukan faktor pertumbuhan kumulatif sebagai berikut.

Data perencangan:

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) = Berdasarkan subbab 5.3

Umur rencana (UR) = 40 tahun

Menentukan faktor pertumbuhan kumulatif (R):

Berikut adalah contoh perhitungan untuk pertumbuhan pada kendaraan bus (klasifikasi kendaraan 5a).

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

$$R = \frac{(1+0,001 \cdot i)^{UR}-1}{0,01 \cdot i}$$

$$R = \frac{(1+0,001 \cdot 0,52)^{40}-1}{0,01 \cdot 0,52}$$

$$R = 40,04$$

Untuk rekapitulasi faktor pertumbuhan kumulatif (R) di semua kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Jenis Kendaraan		Klasifikasi Lama	Alternatif	Kertosono-Papar	Papar-Kediri	R
Gol. I	KR	2,3,4	2,3,4	2411	3089	40,21
	KBM					
	BB	5a	5a	109	140	40,04
Gol. II	KBM	6b1.2	8.2	464	525	40,20
Gol. III	TB	7a3	9.3	634	550	40,20
Gol. IV	TB	7c1	11	260	166	40,20
Gol. V	TB	7c2.2	13	281	604	40,20
		Jumlah		4159	5075	

5.6 Trip Assignment

Analisis trip assignment digunakan untuk mengetahui dan memprediksi jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalan eksisting menuju ke Jalan Tol Kertosono-Kediri pada saat Jalan Tol tersebut dibuka pada tahun 2023. Persentase perpindahan kendaraan atau *trip assignment* didapatkan dari studi sebelumnya dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.

Hasil analisis *trip assignment* menggunakan data dari studi terdahulu dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial”. Sehingga didapatkan persentase perpindahan kendaraan untuk masing-masing jalan eksisting ke Jalan Tol sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.8

Tabel 5. 8 *Trip Assignment* pada Jalan Tol Kertosono-Kediri

Ruas	Tujuan	Tidak Berpindah	Berpindah
Kertosono-Papar	Jalan Tol Kertosono-Kediri	63,33%	36,67%
Papar-Kediri	Jalan Tol Kertosono-Kediri	46,67%	53,33%

(Sumber: Wibowo, 2019)

Dari data LHR yang sudah didapat, dikalikan dengan persentase perpindahan kendaraan untuk masing-masing jalan eksisting ke Jalan Tol sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Rekapitan Hasil Trip Assignment atau Perpindahan Kendaraan pada Tahun 2023

Ruas	Tujuan	(kend/hari)						Jumlah
		Jenis Kendaraan						
		2,3,4	5a	6b1.2	7a3	7c1	7c2.2	
		2,3,4	5a	8.2	9.3	11	13	
		Berpindah						
Kertosono-Papar	Jalan Tol Kertosono-Kediri	884	40	170	232	95	103	1525
Papar-Kediri	Jalan Tol Kertosono-Kediri	1648	75	280	294	89	322	2707
		Tidak Berpindah						
Kertosono-Papar	Jalan Tol Kertosono-Kediri	1527	69	294	401	165	178	2634
Papar-Kediri	Jalan Tol Kertosono-Kediri	1442	65	245	257	78	282	2369

5.7 Distribusi Sumbu Kendaraan

Untuk ditribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.20. Berikut contoh perhitungan beban sumbu kendaraan niaga pada kendaraan bus (klasifikasi kendaraan 5a).

Data perancangan:

Jenis kendaraan = 5a

Jumlah sumbu kendaraan = 2

LHR Tahun 2023 = 40

Faktor distribusi arah (DD) = 0,5 (Tabel 2.21)

Faktor distribusi lajur (DL) = 80% (Tabel 2.22)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) = 40,04

Perhitungan Jumlah Kendaraan Niaga Harian (JKSNH)

$JKSNH = LHR \times \text{jumlah sumbu kendaraan} = 40 \times 2 = 80$

Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif (JKSNK)

$JSKNK = JKSNH \times DD \times DL \times R \times 365$

$= 80 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,04 \times 365 = 466.897$

Perhitungan jumlah kelompok sumbu niaga kumulatif untuk kendaraan lain dapat dilihat di Tabel 5.10 dan Tabel 5.11.

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif untuk Segmen Kertosono-Papar

Jenis Kendaraan	LHR 2023	Jumlah Sumbu	JKSNH 2023	JSKNK (2023-2063)
2,3,4	884	-	-	-
5a	40	2	80	466.897
6b1.2	170	2	340	1.995.880
7a3	232	3	697	4.090.959
7c1	95	4	382	2.241.201
7c2.2	103	5	514	3.018.969
TOTAL			2.013	11.813.907

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Jumlah Kelompok Sumbu Niaga Kumulatif untuk Segmen Papar-Kediri

Jenis Kendaraan	LHR 2023	Jumlah Sumbu	JKSNH 2023	JSKNK (2023-2063)
2,3,4	1648	-	-	-
5a	75	2	149	873.025
6b1.2	280	2	560	3.287.161
7a3	294	3	881	5.168.204
7c1	89	4	355	2.083.653
7c2.2	322	5	1.610	9.450.855
TOTAL			3.556	20.862.897

5.8 Perancangan Pondasi Bawah

Dari gambar Grafik pada Gambar 2.14 dan CBR efektif didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 5. 12 Desain Perkerasan Kaku

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku	
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)				Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
			< 2	2 - 4	> 4		
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar				
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah)	Tidak diperlukan perbaikan			300	
5	SG5	(pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	-	-	100		
4	SG4		100	150	200		
3	SG3		150	200	300		
2,5	SG2.5		175	250	350		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur	
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾		-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾	1000	1100	1200		
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ^{(4) (5)}	650	750	850		

(1) Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal; syarat tambahan mungkin berlaku.
(2) Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah.
(3) Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan.
(4) Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2.5%, dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 jt ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6.
(5) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.
(6) Untuk perkerasan kaku, material perbaikan tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 sampai dengan A6) harus berupa stabilisasi semen.

Sumber: Manual Desain Perkerasan (MDP), 2017

Tebal pondasi bawah = 300 mm (dengan Bahan Pengikat)
 CBR efektif = 6%

5.9 Perancangan Tebal Perkerasan Kaku

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai desain perkerasan kaku sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 Nomor 02/M/BM/2017. Setelah menghitung jumlah beban sumbu standar kumulatif pada akhir masa umur rencana, kemudian menentukan desain perkerasan kaku pada badan jalan dan bahu jalan.

a. Desain perkerasan kaku pada badan jalan

Perkerasan kaku pada badan jalan di desain berdasarkan jumlah beban sumbu standar kumulatif terbesar yakni sebesar 20.862.897. Angka tersebut diplot pada Gambar 2.15 untuk mendapatkan desain perkerasan yang disarankan. Berdasarkan Tabel 5.13 didapat desain perkerasan sebagai berikut.

Tabel 5. 13 Desain Perkerasan Kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber: Manual Desain Perkerasan (MDP), 2017

Tebal pelat beton = 285 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

b. Desain perkerasan kaku pada bahu jalan

Perkerasan kaku pada bahu jalan di desain berdasarkan 10% dari jumlah sumbu standar kumulatif kendaraan yakni sebesar 2.086.290. Angka tersebut diplot pada Gambar 2.15 untuk mendapatkan desain perkerasan yang disarankan. Berdasarkan Tabel 5.14 didapat desain perkerasan sebagai berikut.

Tabel 5. 14 Desain Perkerasan Kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber: Manual Desain Perkerasan (MDP), 2017

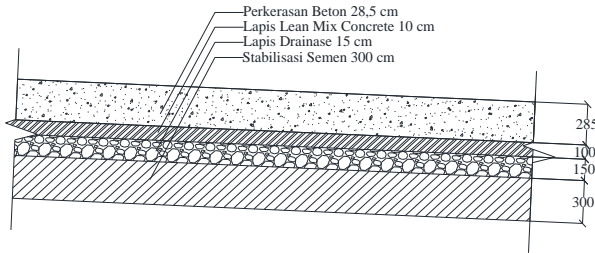
Tebal pelat beton = 265 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

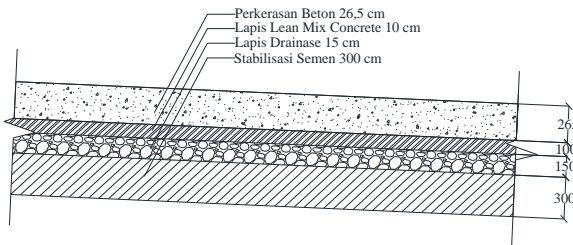
Lapis Drainase = 150 mm

Sedangkan pada perkerasan kaku, desain pondasi pada badan jalan dan bahu jalan adalah sama yaitu berdasarkan Tabel

5.12 dengan tebal stabilisasi semen sebesar 300 mm. Desain perkerasan dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5. 1 Tebal Perkerasan Badan Jalan



Gambar 5. 2 Tebal Perkerasan Bahu Jalan

5.10 Perancangan Tulangan

Penulangan pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) ada 2, yaitu penulangan memanjang dan penulangan melintang.

5.10.1 Perancangan Tulangan Bersambung

Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam menghitung tulangan bersambung:

- u = 1,0 (Koefisien gesek pelat = Tabel 2.23)
- M = 2400 kg/m³ (Berat jenis beton)
- g = 9,81 m/s² (Gravitasi)
- h = 28,5 cm (Tebal pelat)
- f_s = 2400 kg/cm² (Tegangan leleh baja minimum)

a. Penulangan Memanjang

Berikut ini adalah perhitungan penulangan memanjang:

- Panjang pelat memanjang (L) = 500 cm
- Menentukan nilai luas tulangan yang dibutuhkan (As)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{u.L.M.g.h}{2.f.s} \\ &= \frac{1,0 \times 5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,285}{2 \times 240} \\ &= 69,90 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan minimum (As min)
As min = 0,1% x 1000 x 285 = 285 mm²/m²
- Karena As < As min, maka dipakai As min

As tulangan = 69,90 mm²/m² < As_{min} = 285 (**NOT OK**)

Dipakai As_{min} = 285 mm²/m²

Bedasarkan Tabel 2.24 digunakan tulangan polos D9-200 (As_{tulangan} = 318 mm²/m) dengan pola anyaman las empat persegi panjang.

b. Penulangan Melintang

Berikut ini adalah perhitungan penulangan melintang:

- Panjang pelat memanjang (L) = 360 cm
- Menentukan nilai luas tulangan yang dibutuhkan (As)

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{u.L.M.g.h}{2.f.s} \\ &= \frac{1,0 \times 3,6 \times 2400 \times 9,81 \times 0,285}{2 \times 240} \\ &= 50,33 \text{ mm}^2/\text{m}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan minimum (As min)
As min = 0,1% x 1000 x 285 = 285 mm²/m²
- Karena As < As min, maka dipakai As min

As tulangan = 50,33 mm²/m² < As_{min} = 285 (**NOT OK**)

Dipakai As_{min} = 285 mm²/m²

Bedasarkan Tabel 2.24 digunakan tulangan polos D9-200 (As_{tulangan} = 251 mm²/m) dengan pola anyaman las empat persegi panjang.

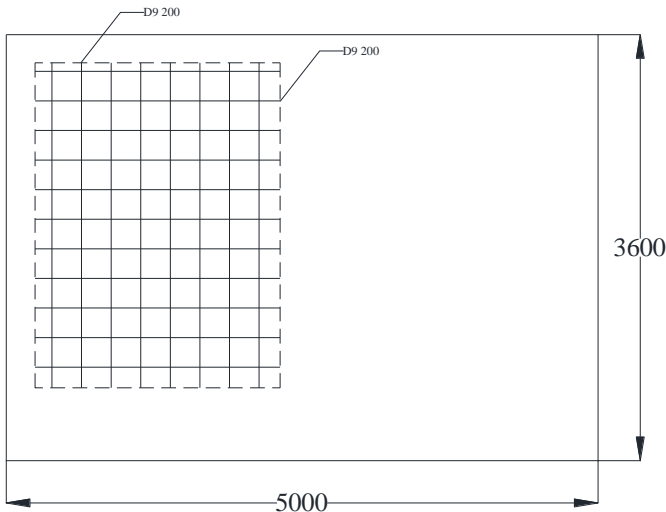
Jadi, rekapitulasi tulangan yang digunakan dengan pola anyaman empat persegi panjang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Rencana Tulangan

No.	Tipe Tulangan	Tulangan
1.	Memanjang	D9-200
2.	Melintang	D9-200

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah gambar penulangan pada pelat beton jalan



Gambar 5. 3 Penulangan Bersambung

5.10.2 Perancangan Tulangan Menerus

Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam menghitung tulangan menerus:

- $u = 1,0$ (Koefisien gesek pelat = Tabel 2.23)
- $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ (Tegangan leleh baja)
- $n = 10$ (E_s/E_c)
- $h = 28,5 \text{ cm}$ (Tebal pelat)
- $f_c' = 2400 \text{ kg/cm}^2$ (Berat jenis beton)
- $f_{ct} = 16,43 \text{ kg/cm}^2$ (Kuat tarik langsung beton)
- $es = 400 \times 10^{-6}$ (Koefisien susut beton)

p	= 0,008	(Perbandingan luas tulangan)
fb	= 14,07	(Tegangan lekat)
Ec	= 222750	(Modulus Elastisitas beton)
u	= 1,904	(Perbandingan keliling dengan luas)

a. Penulangan Memanjang

Berikut ini adalah perhitungan penulangan memanjang:

- Menentukan persentase luas tulangan memanjang (P_s)

$$\begin{aligned}
 P_s &= \frac{100 \cdot f_{ct} \cdot (1,3 - 0,2u)}{f_y - n \cdot c \cdot t} \\
 &= \frac{100 \times 16,43 \times (1,3 - 0,2 \times 1)}{2400 - 10 \times 16,43} \\
 &= 0,81\%
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan yang dibutuhkan (A_s)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ perlu} &= P_s \times 100 \times h \\
 &= 0,81\% \times 100 \times 28,5 \\
 &= 23,4 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai luas tulangan minimum ($A_s \text{ min}$)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ min} &= 0,6\% \times 100 \times h \\
 &= 0,6\% \times 100 \times 28,5 \\
 &= 17,1 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Karena $A_s \text{ perlu} > A_s \text{ min}$, maka dipakai $A_s \text{ perlu}$

Dicoba tulangan dengan diameter 21 jarak 150 mm ($A_s = 23,07 \text{ cm}^2/\text{m}$).

b. Pengecekan Jarak Teoritis Antar Retakan

Berikut ini adalah perhitungan teoritis antar retakan:

- Menentukan jarak teoritis antar retakan (L_{cr})

$$\begin{aligned}
 L_{cr} &= \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b \cdot (\epsilon_s \cdot E_c - f_{ct})} \\
 &= \frac{16,43^2}{10 \times 0,008^2 \times 1,9 \times 14,07 \times (0,0004 \times 222750 - 16,43)} \\
 &= 211,58 \text{ cm} < L_{cr} \text{ maks (250 cm) (OK)}
 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan memanjang yang digunakan diameter 21mm dengan jarak 150 mm.

c. Penulangan Melintang

- Digunakan tulangan polos D9-200 dengan pola anyaman las empat persegi panjang.

Jadi, rekapitulasi tulangan yang digunakan dengan pola anyaman empat persegi panjang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Rencana Tulangan

No.	Tipe Tulangan	Tulangan
1.	Memanjang	D21-150
2.	Melintang	D9-200

Sumber: Hasil Perhitungan

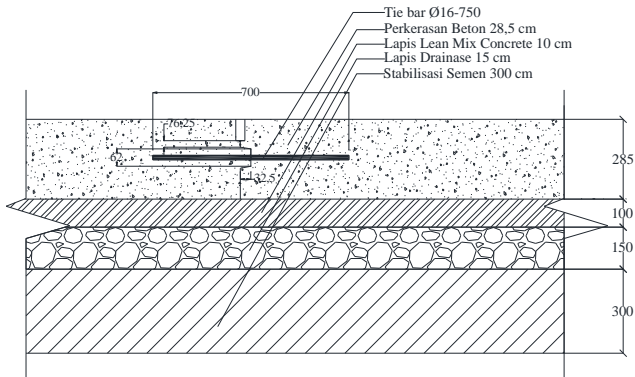
5.11 Perancangan Sambungan

Pada perencanaan sambungan antarpelat ada dua yaitu menggunakan Ruji (Dowel). Berikut ini adalah rencana sambungan untuk perencanaan Jalan Tol ini:

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

Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 2.26. Berdasarkan Tabel 2.26 didapatkan:

- Tebal Pelat = 285 mm
- Diameter Batang Pengikat = 16 mm
- Panjang Batang Pengikat = 700 mm
- Jarak antar batang = 750 mm

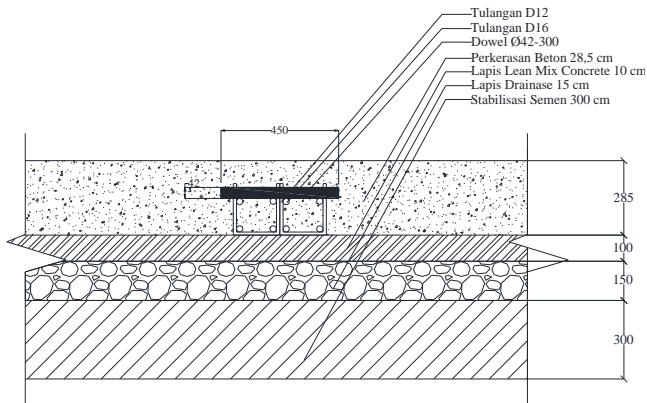


Gambar 5. 4 Detail Penulangan *Tie Bar*

b. Sambungan melintang dengan batang ruji (*dowel*)

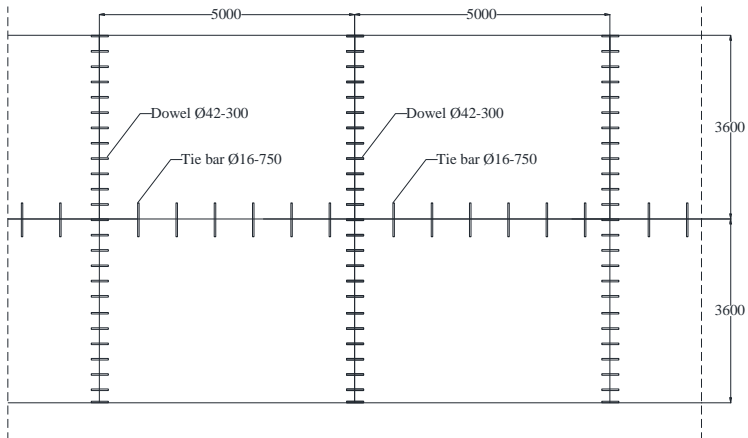
Sambungan ini digunakan untuk menghubungkan antar pelat melintang dengan batang ruji (*dowel*). Untuk ukuran batang pengikat dapat dilihat pada Tabel 2.26. Berdasarkan Tabel 2.26 didapatkan:

- Tebal Pelat = 285 mm
- Diameter Batang Ruji = 42 mm
- Panjang Batang Ruji = 450 mm
- Jarak Antar Batang = 300 mm



Gambar 5. 5 Detail Penulangan Dowel

Berikut ini adalah sketsa gambar sambungan yang direncanakan:



Gambar 5. 6 Sketsa Gambar Sambungan

BAB VI

PERANCANGAN SALURAN DRAINASE

6.1 Perancangan Drainase

Pada suatu perencanaan jalan tol harus memenuhi standar harus mempunyai sistem drainase yang baik. Dalam hal ini harus merencanakan drainase agar disaat hujan, air yang mengalir di permukaan jalan dapat mengalir menuju saluran samping secepat mungkin menuju saluran pembuangan akhir sehingga tidak terjadi genangan. Pada perencanaan drainase ini hanya menghitung dimensi saluran tepi yang digunakan.

6.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk mengetahui tinggi hujan maksimum rata-rata pada setasiun hujan di daerah lokasi. Data hujan pada perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri menggunakan stasiun Gading Parang, yang akan digunakan pada perencanaan saluran drainase tepi jalan. Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum setiap tahun sejak tahun 2001 hingga 2014. Data hujan dari satu stasiun tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6. 1 Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang

No.	Tahun	Waktu Kejadian	Rmaks (mm)
1	2001	12-Maret	141
2	2002	9-Januari	90
3	2003	29-Januari	100
4	2004	12-Maret	102
5	2005	17-Desember	114
6	2006	24-April	70
7	2007	19-Mei	110

Sumber: Data Dinas Pengairan, Pertambangan, dan Energi
Kabupaten Kediri

Tabel 6. 1-Lanjutan Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang

No.	Tahun	Waktu Kejadian	Rmaks (mm)
8	2008	5-Februari	73
9	2009	25-Maret	60
10	2010	20-Januari	118
11	2011	30- Januari	85
12	2012	26-Februari	71
13	2013	17-Juni	118
14	2014	22-Februari	100

Sumber: Data Dinas Pengairan, Pertambangan, dan Energi Kabupaten Kediri

6.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Dengan menggunakan data curah hujan dari stasiun hujan disekitar lokasi perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri, diperoleh hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.3 sebagai berikut.

Tabel 6. 2 Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang

No.	Tahun	Waktu Kejadian	Rmaks (mm)	Rata-Rata	Xi - \bar{x}	Xi - \bar{x}^2
			Xi	\bar{x}		
1	2001	12-Maret	141	96,57	44,43	1973,90
2	2002	9-Januari	90	96,57	-6,57	43,18
3	2003	29-Januari	100	96,57	3,43	11,76
4	2004	12-Maret	102	96,57	5,43	29,47
5	2005	17-Desember	114	96,57	17,43	303,76
6	2006	24-April	70	96,57	-26,57	706,04
7	2007	19-Mei	110	96,57	13,43	180,33
8	2008	5-Februari	73	96,57	-23,57	555,61
9	2009	25-Maret	60	96,57	-36,57	1337,47
10	2010	20-Januari	118	96,57	21,43	459,18
11	2011	30- Januari	85	96,57	-11,57	133,90
12	2012	26-Februari	71	96,57	-25,57	653,90
13	2013	17-Juni	118	96,57	21,43	459,18
14	2014	22-Februari	100	96,57	3,43	11,76
Jumlah						6859,43

Dalam mengolah data curah hujan ini pada periode T tahun perencanaan menggunakan umur rencana 20 tahun. Dalam hal ini menggunakan Persamaan 2.87, 2.88, 2.89 dan 2.90.

Menentukan periode ulang

$$T = 20 \text{ tahun}$$

Menentukan rata-rata curah hujan

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{1352}{14} \\ &= 96,57 \text{ mm}\end{aligned}$$

Menentukan standar deviasi

$$\begin{aligned}S_x &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{6859,43}{14-1}} \\ &= 22,97\end{aligned}$$

Menentukan nilai Y_T

$$Y_T = \left(\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \right) = \left(\ln \left(\ln \frac{20}{20-1} \right) \right) = 2,97$$

Menentukan nilai Y_N dan S_N

Dari Tabel 6.3 dan 6.4 dengan jumlah data 14 buah didapatkan nilai Y_N dan S_N

$$Y_N = 0,5100$$

$$S_N = 1,0095$$

Tabel 6.3 Metode Gumbell Nilai Y_N

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	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	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, 2004

Tabel 6. 4 Metode Gumbell Nilai S_N

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	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2066
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, 2004

Menentukan nilai K

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{2,9702 - 0,5100}{1,0095} = 2,437$$

Menentukan R_{20}

$$R_{20} = \bar{x} + K \cdot S_x \\ = 96,57 + 2,437 \cdot 22,97 = 152,552 \text{ mm/jam}$$

6.4 Analisa Hidrologi

Untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana maka dilakukan analisa hidrologi. Parameter yang dapat digunakan dalam analisa hidrologi ini adalah sebagai berikut.

- Keliling basah saluran (P)
- Luas penampang basah (A)
- Kemiringan saluran melintang (i)
- Perhitungan debit hidrolika ($Q_{\text{hidrolika}}$)

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrolika pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana : STA 0+000 sampai dengan STA 0+420.

Data perancangan

$$\begin{aligned} \text{Tipe jalan} &= 4/2 \text{ D} \\ g &= 0,33\% \\ S_{\text{jalan}} &= 2\% \end{aligned}$$

$S_{\text{bahu dalam}}$	$= 3\%$
$S_{\text{bahu luar}}$	$= 5\%$
S_{lereng}	$= 50\%$
W_{jalan}	$= 7,2 \text{ m (2 arah)} = 3,6 \text{ (per lajur)}$
$W_{\text{bahu dalam}}$	$= 1,5 \text{ m}$
$W_{\text{bahu luar}}$	$= 3,5 \text{ m}$
W_{lereng}	$= 26,355 \text{ m}$
L_{saluran}	$= 1500 \text{ m}$
V_{ijin}	$= 1,5 \text{ (bahan dasar saluran beton) (Tabel 2.48)}$

a. Perhitungan waku konsentrasi ($t_{0 \text{ jalan}}$)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{jalan}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,33\%}{2\%} \times 7,2 = 1,188 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{7,2^2 + 1,188^2} = 7,297$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 1,188 \times 0,33\% = 0,0039$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 7,2 \times 2\% = 0,144$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0039 + 0,144 = 0,144$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,144}{7,297} = 0,0203$$

$$nd = 0,013 \text{ (Beton)}$$

Menghitung waktu pengaliran di permukaan ($t_{0 \text{ jalan}}$)

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

$$= 1,44 \times \left(7,336 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,0203}} \right)^{0,467} = 0,019 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan $t_{0 \text{ jalan}}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.5

b. Perhitungan waku konsentrasi ($t_{0 \text{ bahu dalam}}$)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{bahu dalam}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,33\%}{3\%} \times 1,5 = 0,165 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,165^2} = 1,509$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,165 \times 0,33\% = 0,0005$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 1,5 \times 3\% = 0,045$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0005 + 0,045 = 0,0455$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,0455}{1,509} = 0,0302$$

$$nd = 0,013 \text{ (Beton)}$$

Menghitung waktu pengaliran di permukaan

(t_0 bahu dalam)

$$\begin{aligned} t_{0 \text{ b.dalam}} &= 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(1,509 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,0302}} \right)^{0,467} = 0,0087 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan t_0 bahu dalam yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.6.

- c. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 bahu luar)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$X_{\text{bahu luar}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,33\%}{5\%} \times 3,5 = 0,099 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{3,5^2 + 0,099^2} = 3,501$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0,099 \times 0,33\% = 0,0003$$

$$\Delta h_s = W \cdot s = 3,5 \times 5\% = 0,175$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0003 + 0,175 = 0,1753$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,1753}{3,501} = 0,0203$$

$$nd = 0,013 \text{ (Beton)}$$

Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0 bahu luar)

$$\begin{aligned} t_{0 \text{ b.luar}} &= 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(3,501 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,0203}} \right)^{0,467} = 0,0141 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan t_0 bahu luar yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.7.

- d. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 lereng)

Menentukan lebar lereng (W)

$$W_{\text{lereng}} = 1800 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

$$L = 6,295$$

Menentukan kemiringan lereng (i_{lereng})

$$i = 0,50$$

$C_{\text{lereng}} = 0,80$ (Hutan rimbu & hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat)

Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0 lereng)

$$\begin{aligned} t_{0 \text{ lereng}} &= 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(6,295 \times \frac{0,8}{\sqrt{0,5}} \right)^{0,467} = 0,060 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan t_0 lereng yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.8.

e. Menentukan t_0 pakai

$$\begin{aligned} t_{0 \text{ jalan}} &= t_0 \text{ bahu dalam} + t_0 \text{ badan jalan} + t_0 \text{ bahu luar} \\ &= 0,0087 + 0,0199 + 0,0141 = 0,0426 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$t_{0 \text{ lereng}} = 0,060 \text{ jam}$$

$$t_{0 \text{ jalan}} < t_{0 \text{ lereng}}$$

$$0,0426 \text{ jam} < 0,060 \text{ jam}$$

$$t_0 \text{ pakai} = t_{0 \text{ lereng}} = 0,060 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan t_0 lereng yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.8.

f. Menghitung waktu pengaliran di saluran (t_f)

$$t_f = \frac{L_{\text{saluran}}}{60 \times V} = \frac{420}{60 \times 0,5} = 0,233 \text{ jam}$$

g. Menghitung waktu konsentrasi (t_c)

$$t_c = t_0 + t_f = 0,060 + 0,233 = 0,293 \text{ jam}$$

h. Menghitung intensitas hujan (I)

Rumus *Mononobe*

$$R_{24} = Rt = 152,552 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{152,552}{24} \times \left(\frac{24}{0,293} \right)^{\frac{2}{3}} = 119,787 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

i. Menghitung Koefisien Perngaliran ($C_{gabungan}$)

$$A_{\text{bahu dalam}} = 1,5 \times 420 = 0,0006 \text{ km}^2$$

$$A_{\text{badan jalan}} = 7,2 \times 420 = 0,0030 \text{ km}^2$$

$$A_{\text{bahu luar}} = 3,5 \times 420 = 0,0015 \text{ km}^2$$

$$A_{\text{lereng}} = 6,295 \times 420 = 0,0026 \text{ km}^2$$

$$C_{\text{bahu dalam}} = C_{\text{badan jalan}} = C_{\text{bahu luar}} = 0,80 \text{ (Beton)}$$

$$C_{\text{lereng}} = 0,80 \text{ (Hutan rimburn \& hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat)}$$

$$F_k = 0,30$$

$$C_{\text{gabungan}} =$$

$$\frac{C_{b.dlm} \cdot A_{b.dlm} + C_{bdn.jln} \cdot A_{bdn.jln} + C_{b.luar} \cdot A_{b.luar} + C_{lrng} \cdot A_{lrng} \cdot f_k}{A_{b.dalam} + A_{badan jalan} + A_{b.luar} + A_{lereng}}$$

$$C_{\text{gabungan}} =$$

$$\frac{0,80 \times 0,0006 + 0,80 \times 0,0030 + 0,80 \times 0,0015 + 0,80 \times 0,0026 \times 0,3}{0,0006 + 0,0030 + 0,0015 + 0,0026}$$

$$C_{\text{gabungan}} = 0,6094$$

Untuk perhitungan $C_{gabungan}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.9

j. Menghitung debit saluran (Q)

Data perancangan:

$$C_{\text{gabungan}} = 0,6094$$

$$I = 119,787 \text{ mm/jam}$$

$$A_{\text{total}} = 0,0078 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,278 \times C_{\text{gabungan}} \times I \times A_{\text{total}}$$

$$= 0,278 \times 0,6094 \times 119,787 \times 0,0078$$

$$= 0,158 \text{ m}^3$$

6.5 Analisa Hidrolika

Dalam analisa hidrolika berikut bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana sesuai dengan umur rencana jalan. Adapun parameter dalam menghitung debit aliran pada saluran, yaitu :

- Keliling basah saluran (P)
- Luas penampang basah (A)

- Kemiringan saluran melintang (i)
- Perhitungan debit hidrolika ($Q_{\text{hidrolika}}$)

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrolika pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana : STA 0 sampai dengan STA 0+1800.

- a. Perhitungan luas penampang saluran (A)

Data perancangan:

$$V_{\text{ijin}} = 1,50 \text{ m/detik}$$

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,158 \text{ m}^3$$

- b. Perhitungan dimensi saluran

Data perancangan

$$B_{\text{rencana}} = 0,27 \text{ m}$$

$$H_{\text{rencana}} = 0,13 \text{ m}$$

$$Z = 1,5$$

$$\begin{aligned} A_{\text{saluran}} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (0,27 + 1,0 \cdot 0,13) \cdot 0,13 \\ &= 0,333 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jagaan (w)} &= \sqrt{0,5 \times h_{\text{rencana}}} \\ &= \sqrt{0,5 \times 0,13} = 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah (P)} &= b + 2h \cdot \sqrt{z^2 + 1} \\ &= 0,27 + 2 \cdot 0,13 \cdot \sqrt{1,5^2 + 1} \\ &= 1,675 \end{aligned}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,333}{1,675} = 0,199 \text{ m}$$

$$I_{\text{rencana}} = 0,0005$$

$$\begin{aligned} V_{\text{hidrolika}} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,016} \times 0,199^{\frac{2}{3}} \times 0,0033^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,121 \end{aligned}$$

- c. Kontrol kecepatan aliran (v)

$$V_{\text{hidrolika}} < V_{\text{ijin}}$$

$$0,476 \text{ m/detik} < 1,50 \text{ m/detik (OK)}$$

d. Kontrol debit (Q)

$$Q_{\text{hidrolika}} = V_{\text{hidrolika}} \times A_{\text{hidrolika}}$$

$$= 0,576 \times 0,333 = 0,158 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{hidrologi}} < Q_{\text{hidrolika}}$$

$$0,158 \text{ m}^3/\text{detik} < 0,158 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} - Q_{\text{hidrologi}} = 0,158 - 0,158 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0 \text{ m}^3/\text{detik} < 4\% \text{ (OK)}$$

Untuk perhitungan analisa hidrolika dan kontrol yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6. 5 Rekapitulasi Perhitungan t_0 jalan

STA			Jalan								
			Panjang	g jalan	X	L jalan	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 jalan (jam)
0+000	-	+420	420	0,0033	1,188	7,297	0,0039	0,144	0,1479	0,0203	0,0199
+420	-	1+800	1380	0,0033	1,188	7,297	0,0039	0,144	0,1479	0,0203	0,0199
1+800	-	2+420	620	0,0042	1,512	7,357	0,0064	0,144	0,1504	0,0204	0,0199
2+420	-	3+000	580	0,0042	1,512	7,357	0,0064	0,144	0,1504	0,0204	0,0199
3+000		4+500	1500	0,0007	0,252	7,204	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
4+500	-	4+765	265	0,0020	0,720	7,236	0,0014	0,144	0,1454	0,0201	0,0198
4+765	-	6+000	1235	0,0020	0,720	7,236	0,0014	0,144	0,1454	0,0201	0,0198
6+000	-	7+500	1500	0,0007	0,252	7,204	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
7+500	-	7+825	325	0,0013	0,468	7,215	0,0006	0,144	0,1446	0,0200	0,0198
7+825	-	9+000	1175	0,0013	0,468	7,215	0,0006	0,144	0,1446	0,0200	0,0198
9+000	-	12+000	3000	0,0023	0,828	7,247	0,0019	0,144	0,1459	0,0201	0,0198
12+000		13+220	1220	0,0007	0,252	7,204	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
13+220		13+500	280	0,0007	0,252	7,204	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
13+500		14+665	1165	0,0026	0,936	7,261	0,0024	0,144	0,1464	0,0202	0,0198
14+665		16+160	1495	0,0027	0,972	7,265	0,0026	0,144	0,1466	0,0202	0,0198
16+160		16+500	340	0,0027	0,972	7,265	0,0026	0,144	0,1466	0,0202	0,0198
16+500		18+000	1500	0,0007	0,252	7,204	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
18+000		19+500	1500	0,0053	1,908	7,449	0,0101	0,144	0,1541	0,0207	0,0200
19+500		21+000	1500	0,0040	1,440	7,343	0,0058	0,144	0,1498	0,0204	0,0199
21+000		21+605	605	0,0040	1,440	7,343	0,0058	0,144	0,1498	0,0204	0,0199
21+605		22+765	1160	0,0040	1,440	7,343	0,0058	0,144	0,1498	0,0204	0,0199
22+765		24+000	1235	0,0008	0,288	7,206	0,0002	0,144	0,1442	0,0200	0,0198
24+000		25+123	1123	0,0045	1,620	7,380	0,0073	0,144	0,1513	0,0205	0,0199

Tabel 6. 6 Rekapitulasi Perhitungan t_0 bahu dalam

STA			Bahu Dalam Jalan								
			Panjang	g bahu	X	L bahu	Δhg	Δhs	Δh	i	t_0 bahu
0+000	-	+420	420	0,0033	0,165	1,509	0,0005	0,045	0,0455	0,0302	0,0087
+420	-	1+800	1380	0,0033	0,165	1,509	0,0005	0,045	0,0455	0,0302	0,0087
1+800	-	2+420	620	0,0042	0,210	1,515	0,0009	0,045	0,0459	0,0303	0,0087
2+420	-	3+000	580	0,0042	0,210	1,515	0,0009	0,045	0,0459	0,0303	0,0087
3+000		4+500	1500	0,0007	0,035	1,500	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
4+500	-	4+765	265	0,0020	0,100	1,503	0,0002	0,045	0,0452	0,0301	0,0087
4+765	-	6+000	1235	0,0020	0,100	1,503	0,0002	0,045	0,0452	0,0301	0,0087
6+000	-	7+500	1500	0,0007	0,035	1,500	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
7+500	-	7+825	325	0,0013	0,065	1,501	0,0001	0,045	0,0451	0,0300	0,0087
7+825	-	9+000	1175	0,0013	0,065	1,501	0,0001	0,045	0,0451	0,0300	0,0087
9+000	-	12+000	3000	0,0023	0,115	1,504	0,0003	0,045	0,0453	0,0301	0,0087
12+000		13+220	1220	0,0007	0,035	1,500	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
13+220		13+500	280	0,0007	0,035	1,500	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
13+500		14+665	1165	0,0026	0,130	1,506	0,0003	0,045	0,0453	0,0301	0,0087
14+665		16+160	1495	0,0027	0,135	1,506	0,0004	0,045	0,0454	0,0301	0,0087
16+160		16+500	340	0,0027	0,135	1,506	0,0004	0,045	0,0454	0,0301	0,0087
16+500		18+000	1500	0,0007	0,035	1,500	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
18+000		19+500	1500	0,0053	0,265	1,523	0,0014	0,045	0,0464	0,0305	0,0087
19+500		21+000	1500	0,0040	0,200	1,513	0,0008	0,045	0,0458	0,0303	0,0087
21+000		21+605	605	0,0040	0,200	1,513	0,0008	0,045	0,0458	0,0303	0,0087
21+605		22+765	1160	0,0040	0,200	1,513	0,0008	0,045	0,0458	0,0303	0,0087
22+765		24+000	1235	0,0008	0,040	1,501	0,0000	0,045	0,0450	0,0300	0,0087
24+000		25+123	1123	0,0045	0,225	1,517	0,0010	0,045	0,0460	0,0303	0,0087

Tabel 6. 7 Rekapitulasi Perhitungan t_0 bahu luar

STA			Bahu Luar Jalan								
			Panjang	g bahu	X	L bahu	Δhg	Δhs	Δh	i	t_0 bahu
0+000	-	+420	420	0,0033	0,099	3,501	0,0003	0,175	0,1753	0,0203	0,0141
+420	-	1+800	1380	0,0033	0,099	3,501	0,0003	0,175	0,1753	0,0203	0,0141
1+800	-	2+420	620	0,0042	0,126	3,502	0,0005	0,175	0,1755	0,0204	0,0141
2+420	-	3+000	580	0,0042	0,126	3,502	0,0005	0,175	0,1755	0,0204	0,0141
3+000		4+500	1500	0,0007	0,021	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
4+500	-	4+765	265	0,0020	0,060	3,501	0,0001	0,175	0,1751	0,0201	0,0141
4+765	-	6+000	1235	0,0020	0,060	3,501	0,0001	0,175	0,1751	0,0201	0,0141
6+000	-	7+500	1500	0,0007	0,021	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
7+500	-	7+825	325	0,0013	0,039	3,500	0,0001	0,175	0,1751	0,0200	0,0141
7+825	-	9+000	1175	0,0013	0,039	3,500	0,0001	0,175	0,1751	0,0200	0,0141
9+000	-	12+000	3000	0,0023	0,069	3,501	0,0002	0,175	0,1752	0,0201	0,0141
12+000		13+220	1220	0,0007	0,021	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
13+220		13+500	280	0,0007	0,021	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
13+500		14+665	1165	0,0026	0,078	3,501	0,0002	0,175	0,1752	0,0202	0,0141
14+665		16+160	1495	0,0027	0,081	3,501	0,0002	0,175	0,1752	0,0202	0,0141
16+160		16+500	340	0,0027	0,081	3,501	0,0002	0,175	0,1752	0,0202	0,0141
16+500		18+000	1500	0,0007	0,021	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
18+000		19+500	1500	0,0053	0,159	3,504	0,0008	0,175	0,1758	0,0207	0,0140
19+500		21+000	1500	0,0040	0,120	3,502	0,0005	0,175	0,1755	0,0204	0,0141
21+000		21+605	605	0,0040	0,120	3,502	0,0005	0,175	0,1755	0,0204	0,0141
21+605		22+765	1160	0,0040	0,120	3,502	0,0005	0,175	0,1755	0,0204	0,0141
22+765		24+000	1235	0,0008	0,024	3,500	0,0000	0,175	0,1750	0,0200	0,0141
24+000		25+123	1123	0,0045	0,135	3,503	0,0006	0,175	0,1756	0,0205	0,0141

Tabel 6. 8 Rekapitulasi Perhitungan t_0 lereng, t_0 pakai, t_f , dan t_c

STA			Lereng					t_0 pakai, t_f , t_c						
			Panjang	g lereng	h lereng	w lereng	X	L lereng	i lereng	t_0 lereng	$h + t_0$ b.dalam + t_0	t_0 pakai	t_f	t_c
0+000	-	+420	420	0,0033	5,6300	420	2,772	6,295	0,5	0,0600	0,0426	0,060	0,233	0,293
+420	-	1+800	1380	0,0033	6,6300	1380	9,108	7,413	1,5	0,0501	0,0426	0,050	0,767	0,817
1+800	-	2+420	620	0,0042	7,6300	620	5,208	8,531	2,5	0,0475	0,0426	0,048	0,344	0,392
2+420	-	3+000	580	0,0042	8,6300	580	4,872	9,649	3,5	0,0465	0,0426	0,047	0,322	0,369
3+000		4+500	1500	0,0007	9,6300	1500	2,100	10,767	4,5	0,0462	0,0426	0,046	0,833	0,880
4+500	-	4+765	265	0,0020	10,6300	265	1,060	11,885	5,5	0,0461	0,0426	0,046	0,147	0,193
4+765	-	6+000	1235	0,0020	11,6300	1235	4,940	13,003	6,5	0,0463	0,0426	0,046	0,686	0,732
6+000	-	7+500	1500	0,0007	12,6300	1500	2,100	14,121	7,5	0,0465	0,0426	0,047	0,833	0,880
7+500	-	7+825	325	0,0013	13,6300	325	0,845	15,239	8,5	0,0468	0,0426	0,047	0,181	0,227
7+825	-	9+000	1175	0,0013	14,6300	1175	3,055	16,357	9,5	0,0471	0,0426	0,047	0,653	0,700
9+000	-	12+000	3000	0,0023	15,6300	3000	13,800	17,475	10,5	0,0475	0,0426	0,048	1,667	1,714
12+000		13+220	1220	0,0007	16,6300	1220	1,708	18,593	11,5	0,0479	0,0426	0,048	0,678	0,726
13+220		13+500	280	0,0007	17,6300	280	0,392	19,711	12,5	0,0482	0,0426	0,048	0,156	0,204
13+500		14+665	1165	0,0026	18,6300	1165	6,058	20,829	13,5	0,0486	0,0426	0,049	0,647	0,696
14+665		16+160	1495	0,0027	19,6300	1495	8,073	21,947	14,5	0,0490	0,0426	0,049	0,831	0,880
16+160		16+500	340	0,0027	20,6300	340	1,836	23,065	15,5	0,0494	0,0426	0,049	0,189	0,238
16+500		18+000	1500	0,0007	21,6300	1500	2,100	24,183	16,5	0,0497	0,0426	0,050	0,833	0,883
18+000		19+500	1500	0,0053	22,6300	1500	15,900	25,301	17,5	0,0501	0,0427	0,050	0,833	0,883
19+500		21+000	1500	0,0040	23,6300	1500	12,000	26,419	18,5	0,0505	0,0426	0,050	0,833	0,884
21+000		21+605	605	0,0040	24,6300	605	4,840	27,537	19,5	0,0508	0,0426	0,051	0,336	0,387
21+605		22+765	1160	0,0040	25,6300	1160	9,280	28,655	20,5	0,0512	0,0426	0,051	0,644	0,696
22+765		24+000	1235	0,0008	26,6300	1235	1,976	29,773	21,5	0,0515	0,0426	0,052	0,686	0,738
24+000		25+123	1123	0,0045	27,6300	1123	10,107	30,891	22,5	0,0519	0,0426	0,052	0,624	0,676

Tabel 6. 9 Rekapitulasi Perhitungan $C_{gabungan}$ dan $Q_{hidrologi}$

STA			Luas Area				C gab	I	Q hidrologi	Q hidrologi akumulatif
			A b.dalam	A jalan	A b.luar	A lereng				
0+000	-	+420	0,0006	0,0030	0,0015	0,0026	0,6094	119,787	0,158	0,158
+420	-	1+800	0,0021	0,0099	0,0048	0,0102	0,5883	60,525	0,268	0,268
1+800	-	2+420	0,0009	0,0045	0,0022	0,0053	0,5696	98,746	0,201	0,201
2+420	-	3+000	0,0009	0,0042	0,0020	0,0056	0,5527	102,848	0,200	0,200
3+000		4+500	0,0023	0,0108	0,0053	0,0162	0,5375	57,613	0,296	0,496
4+500	-	4+765	0,0004	0,0019	0,0009	0,0031	0,5237	158,160	0,147	0,147
4+765	-	6+000	0,0019	0,0089	0,0043	0,0161	0,5111	65,091	0,288	0,434
6+000	-	7+500	0,0023	0,0108	0,0053	0,0212	0,4996	57,598	0,316	0,750
7+500	-	7+825	0,0005	0,0023	0,0011	0,0050	0,4890	141,969	0,172	0,172
7+825	-	9+000	0,0018	0,0085	0,0041	0,0192	0,4792	67,088	0,300	0,472
9+000	-	12+000	0,0045	0,0216	0,0105	0,0524	0,4702	36,924	0,429	0,901
12+000		13+220	0,0018	0,0088	0,0043	0,0227	0,4619	65,493	0,316	0,316
13+220		13+500	0,0004	0,0020	0,0010	0,0055	0,4541	152,713	0,172	0,172
13+500		14+665	0,0017	0,0084	0,0041	0,0243	0,4468	67,350	0,322	0,494
14+665		16+160	0,0022	0,0108	0,0052	0,0328	0,4401	57,611	0,360	0,360
16+160		16+500	0,0005	0,0024	0,0012	0,0078	0,4337	137,607	0,199	0,199
16+500		18+000	0,0023	0,0108	0,0053	0,0363	0,4278	57,457	0,373	0,571
18+000		19+500	0,0023	0,0108	0,0053	0,0380	0,4222	57,442	0,379	0,950
19+500		21+000	0,0023	0,0108	0,0053	0,0396	0,4169	57,426	0,385	0,385
21+000		21+605	0,0009	0,0044	0,0021	0,0167	0,4119	99,597	0,274	0,659
21+605		22+765	0,0017	0,0084	0,0041	0,0332	0,4072	67,364	0,361	0,361
22+765		24+000	0,0019	0,0089	0,0043	0,0368	0,4028	64,781	0,376	0,376
24+000		25+123	0,0017	0,0081	0,0039	0,0347	0,3985	68,678	0,368	0,744

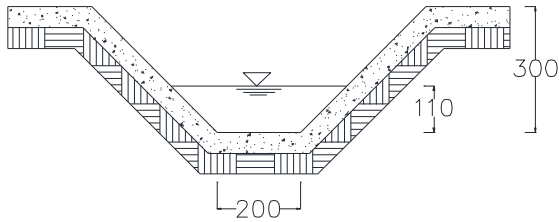
Tabel 6.10 Rekapitulasi Perhitungan Analisa Hidrolika dan Kontrol terhadap Kecepatan Aliran (v) dan Selisih Debit (ΔQ)

STA			Q hidrologi	n	B	H	RENCANA	B pakai (m)	H SALURAN	z
					(m)	(m)				
0+000	-	+420	0,158	0,016	0,27	0,13	0,26	0,30	0,4	1,5
+420	-	1+800	0,268	0,016	0,21	0,11	0,23	0,20	0,3	1,5
1+800	-	2+420	0,201	0,016	0,17	0,09	0,21	0,20	0,3	1,5
2+420	-	3+000	0,200	0,016	0,30	0,15	0,27	0,30	0,4	1,5
3+000		4+500	0,496	0,016	0,44	0,22	0,33	0,45	0,5	1,5
4+500	-	4+765	0,147	0,016	0,26	0,13	0,25	0,30	0,4	1,5
4+765	-	6+000	0,434	0,016	0,31	0,16	0,28	0,30	0,4	1,5
6+000	-	7+500	0,750	0,016	0,54	0,27	0,37	0,55	0,6	1,5
7+500	-	7+825	0,172	0,016	0,28	0,14	0,26	0,30	0,4	1,5
7+825	-	9+000	0,472	0,016	0,36	0,18	0,30	0,45	0,5	1,5
9+000	-	12+000	0,901	0,016	0,44	0,22	0,33	0,45	0,5	1,5
12+000		13+220	0,316	0,016	0,35	0,17	0,29	0,35	0,5	1,5
13+220		13+500	0,172	0,016	0,28	0,14	0,26	0,30	0,4	1,5
13+500		14+665	0,494	0,016	0,31	0,16	0,28	0,30	0,4	1,5
14+665		16+160	0,360	0,016	0,26	0,13	0,26	0,25	0,4	1,5
16+160		16+500	0,199	0,016	0,24	0,12	0,25	0,25	0,4	2,5
16+500		18+000	0,571	0,016	0,34	0,17	0,29	0,35	0,5	3,5
18+000		19+500	0,950	0,016	0,23	0,11	0,24	0,25	0,4	4,5
19+500		21+000	0,385	0,016	0,13	0,07	0,18	0,20	0,3	5,5
21+000		21+605	0,659	0,016	0,30	0,15	0,27	0,30	0,4	6,5
21+605		22+765	0,361	0,016	0,11	0,06	0,17	0,20	0,2	7,5
22+765		24+000	0,376	0,016	0,17	0,08	0,20	0,20	0,3	8,5
24+000		25+123	0,744	0,016	0,14	0,07	0,19	0,20	0,3	9,5

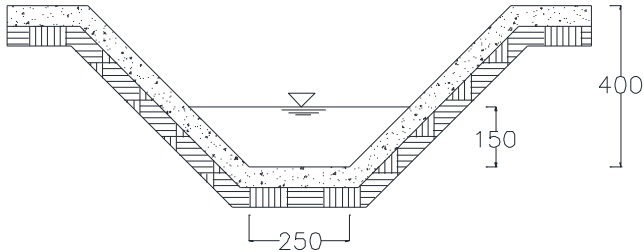
Tabel 6.10-Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Analisa Hidrolika dan Kontrol terhadap Kecepatan Aliran (v) dan Selisih Debit (ΔQ)

STA			A	P	R	SALURAN	RENCANA	v	v ijin	KET.	HIDROLI (m3/s)	ΔQ (m3/s)	KET.
			(m2)	(m)	(m)	(m)	(i)	(m/s)	(m/s)				
0+000	-	+420	0,333	1,675	0,199	420	0,001	0,476	1,500	OK	0,158	0,00	OK
+420	-	1+800	0,243	1,431	0,170	1380	0,003	1,101	1,500	OK	0,268	0,00	OK
1+800	-	2+420	0,179	1,228	0,146	620	0,004	1,122	1,500	OK	0,201	0,00	OK
2+420	-	3+000	0,396	1,828	0,217	580	0,001	0,504	1,500	OK	0,200	0,00	OK
3+000	-	4+500	0,690	2,413	0,286	1500	0,001	0,718	1,500	OK	0,496	0,00	OK
4+500	-	4+765	0,314	1,628	0,193	265	0,001	0,467	1,500	OK	0,147	0,00	OK
4+765	-	6+000	0,422	1,886	0,224	1235	0,002	1,030	1,500	OK	0,435	0,00	OK
6+000	-	7+500	0,942	2,821	0,334	1500	0,001	0,796	1,500	OK	0,750	0,00	OK
7+500	-	7+825	0,354	1,727	0,205	325	0,001	0,486	1,500	OK	0,172	0,00	OK
7+825	-	9+000	0,527	2,108	0,250	1175	0,001	0,894	1,500	OK	0,472	0,00	OK
9+000	-	#####	0,692	2,416	0,286	3000	0,002	1,302	1,500	OK	0,900	0,00	OK
12+000	-	#####	0,491	2,035	0,241	1220	0,001	0,641	1,500	OK	0,315	0,00	OK
13+220	-	#####	0,354	1,727	0,205	280	0,001	0,486	1,500	OK	0,172	0,00	OK
13+500	-	#####	0,421	1,883	0,223	1165	0,003	1,173	1,500	OK	0,494	0,00	OK
14+665	-	#####	0,327	1,660	0,197	1495	0,003	1,100	1,500	OK	0,360	0,00	OK
16+160	-	#####	0,428	2,224	0,192	340	0,001	0,466	1,500	OK	0,199	0,00	OK
16+500	-	#####	0,889	3,673	0,242	1500	0,001	0,642	1,500	OK	0,571	0,00	OK
18+000	-	#####	0,644	3,491	0,185	1500	0,005	1,475	1,500	OK	0,950	0,00	OK
19+500	-	#####	0,381	2,943	0,129	1500	0,004	1,011	1,500	OK	0,385	0,00	OK
21+000	-	#####	1,294	5,874	0,220	605	0,001	0,510	1,500	OK	0,660	0,00	OK
21+605	-	#####	0,391	3,455	0,113	1160	0,004	0,924	1,500	OK	0,361	0,00	OK
22+765	-	#####	0,759	5,116	0,148	1235	0,001	0,495	1,500	OK	0,376	0,00	OK
24+000	-	#####	0,681	5,115	0,133	1123	0,005	1,093	1,500	OK	0,744	0,00	OK

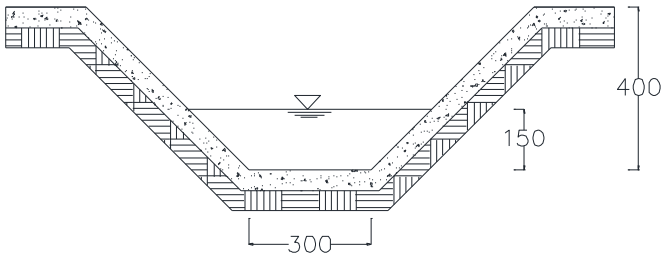
Penampang saluran yang direncanakan terdiri dari 2 jenis penampang mempertimbangkan pada pelaksanaan saat dilapangan. Desain penampang saluran dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2



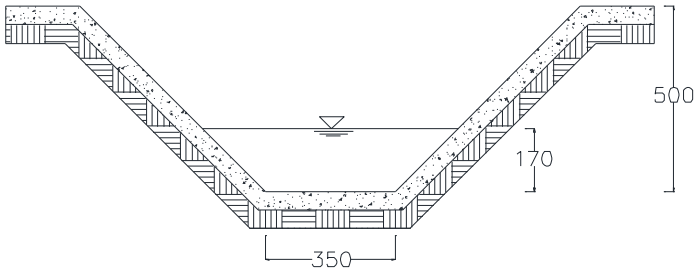
Gambar 6. 1 Saluran Tipe I



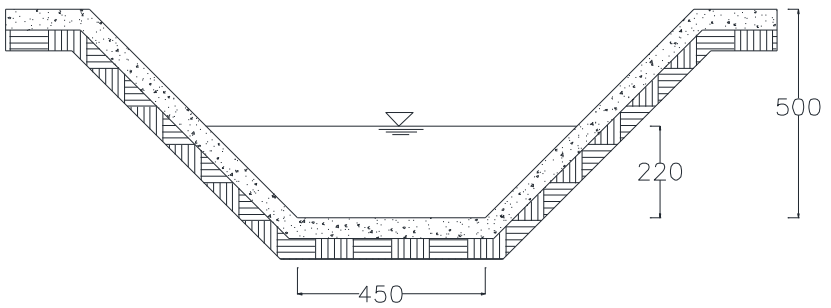
Gambar 6. 2 Saluran Tipe 2



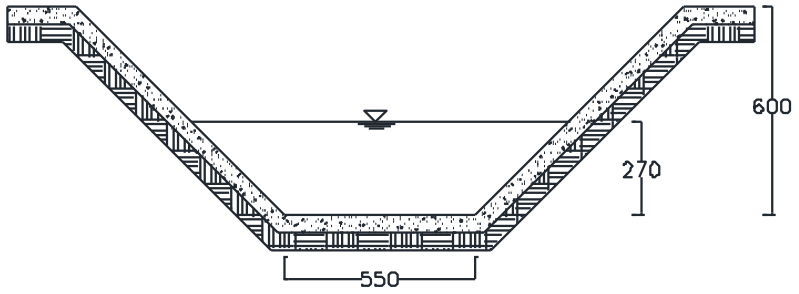
Gambar 6. 3 Saluran Tipe 3



Gambar 6. 4 Saluran Tipe 4



Gambar 6. 5 Saluran Tipe 5



Gambar 6. 6 Saluran Tipe 6

BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Umum

Pada pelaksanaan proyek konstruksi Jalan Tol Kertosono-Kediri sangat berkaitan dengan proses manajemen yaitu pengelolaan anggaran biaya untuk melaksanakan pekerjaan tersebut, yang perlu dirancang dan disusun sedemikian rupa berdasarkan konsep estimasi rancangan yang tepat dalam arti ekonomis. Rencana anggaran biaya pada konstruksi bangunan yang sama akan berbeda di masing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Perhitungan anggaran biaya ini tidak menghitung tentang pembebasan lahan, bangunan pelengkap jalan, rambu dan marka jalan, dan penerangan jalan. Perhitungan anggaran biaya berdasarkan volume dari pekerjaan sebagai berikut :

- a. Pekerjaan Pendahuluan
 - Pembersihan lahan/lokasi
 - Pembuatan bouwplank
- b. Pekerjaan Tanah
 - Galian tanah dengan alat berat
 - Timbunan tanah dengan alat berat
 - Pengangkutan tanah keluar proyek
- c. Pekerjaan Drainase
 - Saluran drainase pasangan beton
- d. Pekerjaan Perkerasan Jalan
 - Perkerasan beton semen
 - Beton kurus (Lean Mix Concrete)
 - Lapis drainase
 - Lapis stabilisasi semen
 - Median jalan (Barrier)
 - Kebutuhan batang pengikat (tie bars)
 - Kebutuhan batang ruji (dowel)

7.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Pada subbab ini akan di *breakdown* analisa harga satuan pekerjaan. HSPK yang digunakan merupakan HSPK Surabaya Tahun 2019 dengan melakukan penyesuaian terhadap HSPK Kota Kediri. Penyesuaian terhadap HSPK Kota Kediri menggunakan faktor 97,85 yang didapatkan dari *website* Badan Pusat Statistik Nasional.

Berikut ini adalah contoh perhitungan penyesuaian untuk HSPK pembersihan lapangan:

Koefisien Daerah Kota Surabaya = 113,23

Koefisien Daerah Kota Madiun = 98,75

Nilai HSPK = Rp 12.250

Penyesuaian = $\frac{98,75}{113,23} \times \text{Rp } 12.250$

Penyesuaian = Rp 10.586

Tabel 7. 1 Analisa HSPK Pembersihan Lapangan

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pembersihan Lapangan		m2		
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,025	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 4.500,00
Pembantu Tukang	0,05	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 7.750,00
			Jumlah :	Rp 12.250,00
			Nilai HSPK :	Rp 12.250,00
			Penyesuaian	Rp 10.586,09

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 2 Analisa HSPK Pembuatan *Bouwplank*

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pembuatan Bouwplank/Titik		Titik		
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,01	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 1.800,00
Kepala Tukang/Mandor	0,0045	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 810,00
Tukang	0,1	Orang Hari	Rp 165.000	Rp 16.500,00
Pembantu Tukang	0,1	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 15.500,00
			Jumlah :	Rp 34.610,00

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7.2-Lanjutan Analisa HSPK Pembuatan *Bouwplank*

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Bahan/Material :				
Paku Biasa 2-5 inchi	0,05	Doz	Rp 29.100	Rp 1.455,00
Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	0,012	m3	Rp 4.347.000	Rp 52.164,00
Kayu Meranti Bekisting	0,008	m3	Rp 3.622.500	Rp 28.980,00
			Jumlah :	Rp 82.599,00
			Nilai HSPK :	Rp 117.209,00
			Penyesuaian	Rp 101.288,53

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7.3 Analisa HSPK Penggalian Tanah dengan Alat Berat

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Penggalian Tanah dengan Alat Berat				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,007	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 1.260,00
Pembantu Tukang	0,226	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 35.030,00
			Jumlah :	Rp 36.290,00
Sewa Peralatan :				
Sewa Dump Truk 5 Ton	0,067	Jam	Rp 70.000	Rp 4.690,00
Sewa Excavator 6 m3	0,067	Jam	Rp 153.300	Rp 10.271,10
			Jumlah :	Rp 14.961,10
			Nilai HSPK :	Rp 51.251,10
			Penyesuaian	Rp 44.289,68

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7.4 Analisa HSPK Pengurangan Tanah dengan Pematatan

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pengurangan Tanah dengan Pematatan				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,01	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 1.800,00
Pembantu Tukang	0,3	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 46.500,00
			Jumlah :	Rp 48.300,00
Bahan :				
Tanah Urug	1,2	m3	Rp 140.600	Rp 168.720,00
			Jumlah :	Rp 168.720,00
Sewa Peralatan :				
Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	8	m3	Rp 1.100	Rp 8.800,00
			Jumlah :	Rp 8.800,00
			Nilai HSPK :	Rp 225.820,00
			Penyesuaian	Rp 195.146,93

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 5 Analisa HSPK Pengangkutan Tanah Keluar Proyek

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek		m ³		
Upah :				
Pembantu Tukang	0,25	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 38.750,00
			Jumlah :	Rp 38.750,00
Sewa Peralatan :				
Sewa Dump Truk 5 Ton	0,25	Jam	Rp 70.000	Rp 17.500,00
			Jumlah :	Rp 17.500,00
			Nilai HSPK :	Rp 56.250,00
			Penyesuaian :	Rp 48.609,58

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 6 Analisa HSPK Pekerjaan Beton K-100 untuk Drainase

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerjaan Beton K-100		m ³		
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,028	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 5.040,00
Tukang	0,275	Orang Hari	Rp 165.000	Rp 45.375,00
Pembantu Tukang	1,65	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 255.750,00
			Jumlah:	Rp 306.165,00
Bahan :				
Semen PC 40 Kg	6,175	Zak	Rp 63.000	Rp 389.025,00
Pasir Cor	0,543125	m ³	Rp 265.300	Rp 144.091,06
Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,525789	m ³	Rp 143.000	Rp 75.187,83
Air kerja	215	Liter	Rp 6	Rp 1.290,00
			Jumlah :	Rp 609.593,89
			Nilai HSPK :	Rp 915.758,89
			Penyesuaian	Rp 791.371,61

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 7 Analisa HSPK Pekerjaan Beton K-350 untuk Perkerasan Jalan

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerjaan Beton K-350		m ³		
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,035	Orang Hari	180.000	6.300
Tukang	0,35	Orang Hari	165.000	57.750
Pembantu Tukang	2,1	Orang Hari	155.000	325.500
			Jumlah:	Rp 389.550,00

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7.7-Lanjutan Analisa HSPK Pekerjaan Beton K-350
untuk Perkerasan Jalan

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Bahan:				
Semen PC 40 kg	11,2	zak	63.000	705.600
Pasir Cor	0,416875	m ³	265.300	110.597
Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,526316	m ³	243.300	128.053
Biaya Air	215	liter	6	1.290
			Jumlah:	945.540
			Nilai HSPK :	Rp 1.335.089,62
			Penyesuaian	Rp 1.153.744,76

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 8 Analisa HSPK Pekerjaan Lapis Pondasi LMC (K-125)

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Lapis Pondasi LMC (K-125)				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,028	Orang Hari	180.000	5.040
Tukang	0,275	Orang Hari	165.000	45.375
Pembantu Tukang	1,65	Orang Hari	155.000	255.750
			Jumlah:	Rp 306.165,00
Bahan:				
Semen PC 40 kg	6,9	Zak	63.000	434.700
Pasir Cor	0,5175	m ³	265.300	137.293
Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,532632	m ³	243.300	129.589
Biaya Air	215	Liter	6	1.290
			Jumlah:	702.872
			Nilai HSPK :	Rp 1.009.037,12
			Penyesuaian	Rp 871.979,88

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 9 Analisa HSPK Pekerjaan Agregat Lapisan Atas (LPA)
Kelas A

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Agregat Lapisan Atas (LPA) Kelas A				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,0084952	Orang Hari	180.000	1.529
Tukang	0,0594665	Orang Hari	155.000	9.217
			Jumlah:	Rp 10.746,44
Bahan:				
Agregat Klas A	1,2586	m ³	212.200	267.075
			Jumlah:	Rp 267.074,92

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7.9-Lanjutan Analisa HSPK Pekerjaan Agregat Lapisan Atas (LPA) Kelas A

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Sewa Peralatan:				
Sewa Truk Tangki Air min. 5 jam	0,0141	hari	527.000	7.431
Sewa Dump Truk Air min. 5 jam	0,5043	jam	70.000	35.301
Sewa <i>Tandem Roller</i>	0,0119	jam	292.200	3.477
Sewa <i>Motor Grader</i> 125-140 pk min. 5 jam	0,0094	jam	304.400	2.861
Sewa <i>Wheel Loader</i> 1,7-2 m ³ min. 5 jam	0,0085	jam	633.100	5.381
			Jumlah:	54.452
			Nilai HSPK :	Rp 332.272,95
			Penyesuaian	Rp 287.140,41

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 10 Analisa HSPK Pekerjaan Pembesian Besi

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton 42 mm				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,0007	Orang Hari	180.000	126
Tukang	0,007	Orang Hari	165.000	1.155
Pembantu Tukang	0,007	Orang Hari	155.000	1.085
			Jumlah:	Rp 2.366,00
Bahan:				
Besi Beton Polos 42 mm	1	m	93.633	93.633
			Jumlah:	93.633
			Nilai HSPK :	Rp 95.999,00
			Penyesuaian	Rp 82.959,48

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

Tabel 7. 11 Analisa HSPK Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton 16 mm

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton 16 mm				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,0007	Orang Hari	180.000	126
Tukang	0,007	Orang Hari	165.000	1.155
Pembantu Tukang	0,007	Orang Hari	155.000	1.085
			Jumlah:	Rp 2.366,00
Bahan:				
Besi Beton Polos 16 mm	1	m	12.583	12.583
			Jumlah:	12.583
			Nilai HSPK :	Rp 14.949,00
			Penyesuaian	Rp 12.918,48

Sumber: HSPK Kota Surabaya Tahun 2019 Dikonversi

7.3 Perhitungan Volume Pekerjaan

7.3.1 Pekerjaan Pendahuluan

Pada pekerjaan pembangunan suatu proyek biasanya diawali dengan pekerjaan pendahuluan, yang meliputi sebagai berikut :

- a. Pembersihan lahan/lokasi

Tahap Pertama yang dilakukan dalam pelaksanaan pekerjaan ini adalah membersihkan areal pekerjaan sesuai dengan volume yang ada dengan cara membersihkan tanaman semak belukar yang ada disekitar lokasi agar dalam pelaksanaan pekerjaan nantinya tidak ada kendala.

- b. Pembuatan bouwplank

Bouwplank harus dibuat tegak lurus. Patok dan bouwplank harus dibuat kokoh, tidak mudah rusak dan tidak bergerak serta harus dijaga agar tidak rusak/hilang selama pelaksanaan pekerjaan dengan jarak antar patok 50 meter disesuaikan dengan perpotongan STA. Elevasi yang tercantum dalam bouwplank dan patok akan menjadi dasar pelaksanaan pekerjaan.

Perhitungan :

Diketahui : Panjang total pekerjaan 25.123,34 m

Pembagi per STA 250 m

$$X = \frac{25123,34}{250} = 100,50$$

$$Y = \frac{250}{50} = 5$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi pemasangan bouwplank} &= x \cdot y \\ &= 100,50 \times 5 = 503 \text{ titik} \end{aligned}$$

7.3.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah adalah semua kegiatan yang berkaitan dengan pematangan tanah, pengolahan tanah yang ada kaitannya dengan struktur bangunan antara lain galian tanah, urugan tanah/perataan, ataupun pembuangan tanah.

a. Galian tanah dengan alat berat

Galian tanah adalah penggalian tanah dengan menggunakan alat berat misalnya excavator (tergantung kebutuhan). Penyedia jasa harus melakukan penggalian ini dengan mengikuti gambar rencana.

Luas dari galian didapatkan dari program bantu AutoCad Civil3d yang dinilai lebih akurat :

Volume Galian (STA 0+500 – s/d STA 0+750)

$$\text{STA 0+500} = 91,94 \text{ m}^2$$

$$\text{STA 0+750} = 0,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume galian} = \frac{A_1+A_2}{2} \times \text{jarak STA}$$

$$= \frac{91,94+0,18}{2} \times 250 = 11.515 \text{ m}^3$$

Untuk rekapitulasi perhitungan volume galian dapat dilihat pada Tabel 7.1.

b. Timbunan tanah dengan alat berat

Timbunan Tanah dengan Alat Berat Timbunan tanah adalah kegiatan penimbunan untuk konstruksi pekerjaan tersebut dengan mempergunakan bahan timbunan dari galian pada suatu lokasi penggalian dengan jenis dan kualitas tanah yang tertentu.

Luas dari galian didapatkan dari program bantu AutoCad Civil3d yang dinilai lebih akurat :

Volume Timbunan (STA 0+500 – s/d STA 0+750)

$$\text{STA 0+500} = 0 \text{ m}^2$$

$$\text{STA 0+750} = 75,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume timbunan} = \frac{A_1+A_2}{2} \times \text{jarak STA}$$

$$= \frac{0+75,67}{2} \times 250$$

$$= 9458,75 \text{ m}^3$$

Untuk rekapitulasi perhitungan volume timbunan dapat dilihat pada Tabel

Tabel 7. 12 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+250.00	0.00	280.79	0.00	0.00	0.00	0.00
0+500.00	0.00	91.94	0.00	46592.11	0.00	46592.11
0+750.00	75.67	0.18	9459.05	11515.82	9459.05	58107.94
1+000.00	37.87	4.45	14192.27	579.55	23651.32	58687.48
1+250.00	254.52	0.00	36435.10	566.77	60086.42	59254.26
1+500.00	0.11	31.20	31760.81	3930.48	91847.23	63184.73
1+750.00	10.87	8.04	1372.41	4905.44	93219.64	68090.18
2+000.00	258.60	0.00	33683.75	1005.32	126903.39	69095.49
2+250.00	199.15	0.00	57218.77	0.01	184122.16	69095.50
2+500.00	137.87	0.00	42127.75	0.01	226249.91	69095.52
2+750.00	0.00	89.89	17234.07	11235.89	243483.98	80331.41
3+000.00	0.00	272.78	0.11	45333.69	243484.09	125665.10
3+250.00	0.00	93.51	0.00	45790.12	243484.09	171455.23
3+500.00	28.46	5.42	3563.68	12354.26	247047.77	183809.49
3+750.00	0.00	129.48	3564.02	16785.16	250611.79	200594.65
4+000.00	0.00	137.46	0.00	33322.33	250611.79	233916.98
4+250.00	7.40	10.80	925.01	18532.43	251536.81	252449.41
4+500.00	44.12	1.55	6440.00	1543.73	257976.81	253993.15
4+750.00	46.15	1.43	11284.27	371.94	269261.08	254365.08
5+000.00	0.00	36.65	5769.28	4760.03	275030.36	259125.12

Tabel 7.12-Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
5+250.00	62.25	1.21	7749.89	4733.15	282780.26	263858.27
5+500.00	0.00	98.98	7781.77	12523.54	290562.03	276381.81
5+750.00	86.37	0.53	10796.09	12438.36	301358.11	288820.17
6+000.00	81.30	0.16	20958.82	85.78	322316.93	288905.95
6+250.00	36.80	12.03	14762.17	1523.95	337079.10	290429.90
6+500.00	26.48	4.06	7909.82	2012.02	344988.92	292441.92
6+750.00	33.18	2.38	7458.44	805.40	352447.36	293247.32
7+000.00	0.00	32.22	4148.06	4325.28	356595.42	297572.60
7+250.00	89.34	0.23	11167.22	4056.86	367762.64	301629.47
7+500.00	17.39	7.73	13340.90	995.11	381103.54	302624.58
7+750.00	76.13	0.00	11689.43	966.67	392792.97	303591.25
8+000.00	0.00	31.79	9515.75	3974.27	402308.72	307565.52
8+250.00	0.00	131.18	0.00	20371.60	402308.72	327937.11
8+500.00	0.00	39.20	0.00	21300.79	402308.72	349237.90
8+750.00	0.00	59.05	0.00	12375.05	402308.72	361612.95
9+000.00	0.00	219.31	0.00	34823.63	402308.72	396436.58
9+250.00	0.72	20.50	90.36	29975.95	402399.08	426412.52
9+500.00	0.00	107.84	90.36	16042.15	402489.45	442454.68
9+750.00	52.78	0.97	6597.77	13602.12	409087.22	456056.80
10+000.00	0.00	496.68	6597.77	62206.29	415684.98	518263.09

Tabel 7.12-Lanjutan2 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
10+250.00	0.00	162.12	0.01	82363.02	415684.99	600626.11
10+500.00	0.00	49.98	0.01	26513.89	415684.99	627140.00
10+750.00	7.90	28.64	977.19	9894.13	416662.19	637034.13
11+000.00	16.71	5.99	3071.55	4384.54	419733.73	641418.67
11+250.00	68.70	0.65	10710.56	821.10	430444.29	642239.77
11+500.00	205.81	0.00	34320.58	81.23	464764.88	642321.00
11+750.00	60.95	2.79	33344.93	349.00	498109.80	642670.00
12+000.00	0.00	41.14	7618.85	5491.23	505728.66	648161.23
12+250.00	62.43	2.27	7803.79	5425.41	513532.44	653586.64
12+500.00	0.24	43.48	7834.35	5718.79	521366.80	659305.43
12+750.00	0.00	137.23	31.10	22589.17	521397.89	681894.60
13+000.00	22.05	9.01	2757.30	18279.21	524155.19	700173.80
13+250.00	53.07	1.26	9390.70	1283.11	533545.89	701456.92
13+500.00	0.00	100.79	6633.93	12756.35	540179.82	714213.26
13+750.00	159.75	0.00	19968.55	12599.20	560148.36	726812.47
14+000.00	107.45	0.05	33400.08	6.08	593548.44	726818.54
14+250.00	0.00	179.38	13431.86	22428.33	606980.31	749246.87
14+500.00	0.28	26.56	35.86	25743.02	607016.16	774989.89
14+750.00	0.00	184.49	35.53	26382.05	607051.69	801371.94
15+000.00	20.20	5.80	2528.18	23786.89	609579.87	825158.83

Tabel 7.12-Lanjutan3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
15+250.00	87.25	0.28	13498.63	748.76	623078.51	825907.59
15+500.00	294.04	0.00	47853.36	34.72	670931.87	825942.30
15+750.00	160.51	0.00	56861.09	0.00	727792.96	825942.30
16+000.00	278.59	0.00	54886.76	0.00	782679.72	825942.30
16+250.00	107.59	0.01	48272.47	1.00	830952.19	825943.30
16+500.00	10.35	10.85	14742.53	1357.82	845694.72	827301.13
16+750.00	63.70	0.34	9258.36	1393.41	854953.09	828694.54
17+000.00	0.00	207.69	7964.93	25835.60	862918.01	854530.14
17+250.00	0.00	60.86	0.02	33443.91	862918.03	887974.05
17+500.00	3.16	17.59	394.72	9848.14	863312.75	897822.18
17+750.00	11.00	12.94	1777.37	3796.49	865090.12	901618.67
18+000.00	1.12	20.22	1515.72	4144.78	866605.84	905763.46
18+250.00	0.00	195.82	140.13	27005.49	866745.97	932768.95
18+500.00	222.61	0.00	27825.68	24477.89	894571.64	957246.84
18+750.00	18.13	5.77	30091.88	720.84	924663.52	957967.68
19+000.00	102.44	0.00	15070.64	720.84	939734.16	958688.52
19+250.00	0.00	41.93	12804.51	5241.03	952538.67	963929.54
19+500.00	0.00	41.30	0.08	10403.56	952538.75	974333.11
19+750.00	241.65	0.00	30206.41	5162.58	982745.16	979495.69
20+000.00	14.65	10.93	32037.14	1366.78	1014782.31	980862.47

Tabel 7.12-Lanjutan3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
20+250.00	0.00	147.88	1830.73	19851.61	1016613.04	1000714.08
20+500.00	0.00	338.50	0.01	60797.80	1016613.04	1061511.88
20+750.00	0.00	568.59	0.00	113386.95	1016613.04	1174898.83
21+000.00	0.00	102.66	0.00	83906.38	1016613.04	1258805.22
21+250.00	0.00	84.20	0.20	23357.28	1016613.24	1282162.50
21+500.00	0.00	475.00	0.20	69964.35	1016613.44	1352126.85
21+750.00	87.38	0.00	10910.01	59441.88	1027523.45	1411568.72
22+000.00	33.80	19.93	15086.81	2547.79	1042610.26	1414116.51
22+250.00	18.31	6.23	6467.14	3319.38	1049077.40	1417435.89
22+500.00	23.40	11.51	5211.81	2231.57	1054289.22	1419667.46
22+750.00	149.42	0.00	21602.72	1439.27	1075891.94	1421106.74
23+000.00	0.00	256.96	18677.44	32119.59	1094569.37	1453226.33
23+250.00	9.96	13.55	1234.54	33751.03	1095803.92	1486977.36
23+500.00	24.66	15.77	4284.73	3727.01	1100088.64	1490704.37
23+750.00	87.04	0.00	13963.25	1971.78	11144051.90	1492676.14
24+000.00	167.89	0.00	31867.11	0.34	1145919.01	1492676.48
24+250.00	192.24	0.01	45016.88	1.57	1190935.89	1492678.06
24+500.00	170.70	0.00	45342.09	1.59	1236277.97	1492679.65
24+750.00	359.47	0.00	66327.69	0.00	1302605.67	1492679.65
25+000.00	257.50	0.00	77106.05	0.00	1379711.71	1492679.65

c. Pengangkutan tanah keluar proyek

Tanah yang sudah digali selanjutnya akan diangkut keluar untuk menuju lokasi penimbunan. Jika harus ada yang tanah yang harus dibuang sebaiknya diletakkan ditempat yang aman dan ditinggalkan dal keadaan rapi dan bersih.

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Vol. angkut tanah keluar proyek} &= \Sigma \text{vol.gal} - \Sigma \text{vol.tim} \\ &= 11.515 - 9.458,75 \\ &= 2.056,25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

7.3.3 Pekerjaan Drainase

Pekerjaan ini berkaitan dengan pembuatan drainase di sepanjang jalan rencana. Berawal dari pengukuran panjang pekerjaan dan elevasi dengan memasang patok – patok dan bouwplank untuk menyimpan elevasi. Setelah patok terpasangan, pekerjaan galian bisa dimulai. Elevasi galian dikontrol berdasarkan elevasi yang sudah disimpan pada patok. Penggalian tanah menggunakan excavator.

Volume dari pekerjaan drainase didapatkan secara otomatis berdasarkan volume galian dan timbunan dengan bantuan program bantu AutoCad Civil 3D.

7.3.4 Pekerjaan Perkerasan Jalan

Pekerjaan perkerasan jalan ini diperhitungkan berdasarkan tebal masing-masing lapisan perkerasan, berikut tiap lapisanya:

Perkerasan untuk badan jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 285 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

Perkerasan untuk bahu jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 265 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

Perhitungan volume pada perkerasan jalan menggunakan persamaan.

Volume lapisan = Luas lapisan x panjang STA

Untuk rekapitulasi hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan dan struktur jalan dapat dilihat pada Tabel 7.2.

Sedangkan perhitungan kebutuhan batang pengikat (*tie bars*) dan batang ruji (*dowel*) sebagai berikut.

$$\text{Jumlah sisi} = \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Panjang tiap sisi}} = \frac{25.123,24}{5} = 5024,6 \approx 5025 \text{ sisi}$$

Berdasarkan Gambar 5.4 kebutuhan *tie bars* setiap sisi berjumlah 6 batang. Sambungan *tie bars* pada ruas Jalan Tol Kertosono-Kediri berjumlah 6 sisi, maka:

Jumlah tie bars = jumlah sisi x jumlah tie bars tiap sisi x jumlah sisi dalam 1 ruas

$$= 5025 \times 6 \text{ batang} \times 6 \text{ sisi} = 180.900 \text{ batang}$$

Kemudian menghitung berat total kebutuhan *tie bars*. Diameter tie bars adalah 16 mm menggunakan besi polos dengan panjang setiap tie bars 0,75m, rasio perbandingan berat per meter sebesar 1,58 kg/m. Maka perhitungan berat total kebutuhan tie bars sebagai berikut.

Berat = jumlah tie bars x panjang tie bars x rasio berat

$$= 180.900 \times 0,75 \times 1,58 \text{ kg/m} = 214.366,5 \text{ kg}$$

Berdasarkan Gambar 5.4 kebutuhandowel satu sambungan dalam 1 jalur sejumlah 24 batang, maka:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sambungan} &= \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Panjang tiap sisi}} + 1 \\ &= \frac{25.123,34}{5} + 1 = 5025 \text{ sambungan} \end{aligned}$$

Jumlah dowel = jumlah sambungan x jumlah dowel dalam 1

$$= 5025 \times 24 = 120.600 \text{ batang}$$

Kemudian menghitung berat total kebutuhan dowel. Diameter dowel adalah 42 mm menggunakan besi polos dengan panjang setiap dowel 0,305 m, rasio perbandingan berat per meter sebesar 8,92 kg/m. Maka perhitungan berat total kebutuhan dowel sebagai berikut.

Berat = jumlah dowel x panjang dowel x rasio berat

$$= 120.600 \times 0,305 \times 8,92 \text{ kg/m} = 328.105 \text{ kg}$$

7.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pada subbab ini akan dipaparkan hasil perhitungan anggaran biaya material pada perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri. Anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 7.14.

Tabel 7. 13 Rekapitulasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan	Nilai HSPK (Rp)	Biaya (Rp)
Pekerjaan Pendahuluan					
1	Pembersihan Lahan/Lokasi	188.430	m ²	Rp 10.586,09	Rp 1.994.736.155,39
2	Pembuatan Bouwplank	503	Titik	Rp 101.288,53	Rp 50.948.132,36
Pekerjaan Tanah					
3	Galian Tanah dengan Alat Berat	1.492.679	m ³	Rp 44.289,68	Rp 66.110.270.883,97
4	Timbunan Tanah dengan Alat Berat	1.379.711	m ³	Rp 195.146,93	Rp 269.246.367.351,91
5	Pengangkutan Tanah Kehuar Proyek	112.968	m ³	Rp 48.609,58	Rp 5.491.326.790,60
Pekerjaan Drainase					
6	Saluran Drainase Pasangan Beton	4.883	m ³	Rp 890.768,21	Rp 4.349.706.669,00
Pekerjaan Perkerasan					
7	Pekerjaan Beton K-350	13.818,200	m ³	Rp 389.550,00	Rp 5.382.879.810,00
8	Lapis Beton LMC	5.025	m ³	Rp 871.979,88	Rp 4.381.524.498,76
9	Lapis Drainase Agregat Klas A	7.537	m ³	Rp 287.140,41	Rp 2.164.234.689,98
10	Dowel (42 mm)	328.105	kg	Rp 82.959,48	Rp 27.219.420.850,71
11	Tie Bars (16mm)	214.367	kg	Rp 12.918,48	Rp 2.769.296.104,31
Jumlah					Rp 389.160.711.937,00
PPN 10%					Rp 38.916.071.193,70
Jumlah +PPN 10%					Rp 428.076.783.130,70

BAB VIII

KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Geometrik Jalan

Pada Jalan Tol Kertosono-Kediri didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI 11 buah tikungan SpiralCircle-Spiral (SCS) dan lengkung vertikal PV sebanyak 15 buah.

2. Perkerasan Jalan

Perkerasan kaku di desain menggunakan *Rigid Pavement* yang didesain menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 meliputi perkerasan pada badan jalan dan bahu jalan. Berdasarkan Subbab 5.9 didapatkan tebal perkerasan sebagai berikut :

Perkerasan untuk badan jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 285 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

Perkerasan untuk bahu jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 265 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

3. Saluran Drainase

Saluran drainase dirancang menggunakan saluran tipe u-ditch berbentuk trapesium. Didapatkan 6 tipe saluran sebagai berikut:

Tipe 1 B = 200 mm H = 300 mm

Tipe 2 B = 250 mm H = 400 mm

Tipe 3 B = 300 mm H = 400 mm

Tipe 4 B = 350 mm H = 500 mm

Tipe 5 B = 450 mm H = 500 mm

Tipe 6 B = 550 mm H = 600 mm

4. Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan volume setiap pekerjaan dan analisa harga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebesar **Rp. 428.076.783.100,- (Empat Ratus Dua Puluh Delapan Miliar Tujuh Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Tiga Seratus Rupiah).**

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *RSNI T-14-2004 tentang Geometrik Jalan Perkotaan*. Jakarta
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Timur. 2018. *Pembangunan Infrastruktur di Jawa Timur*. Surabaya.
- Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur. 2017. *Jawa Timur Dalam Angka 2017*. (Tanggal akses : 1 Juni 2019)
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga
- Departemen Pekerjaan Umum. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tentang Kapasitas Jalan Bebas Hambatan*. Bandung : Direktorat Bina Marga
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Pd T-142003 tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *No.007/BM/2009 tentang Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Fadhilah, Tiara. 2016. *Perencanaan Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Seksi III Sta 19+000 – Sta 29+000 Jawa Timur Menggunakan Perkerasan Kaku*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Surabaya: ITS
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Direktur Jenderal Bina Marga

- Maman, Intanius. 2019. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Medan-Binjai Seksi I Menggunakan Perkerasan Kaku*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Surabaya: ITS
- Pemerintah Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional*. Jakarta: Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia dan Presiden Republik Indonesia
- Portland Cement Association. 1975. *Special Concretes and Concrete Products*. New York
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia dan Presiden Republik Indonesia
- Wibowo, DA. 2019. *Perencanaan Trase Pada Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau Dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial*. Tugas Akhir Terapan D-IV Teknik Infrastruktur Sipil, Surabaya: ITS
- Wicaksono, M. 2016. *Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Surabaya: ITS

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Heni Prasetyo, lahir di Kediri, Jawa Timur pada tanggal 22 April 1999. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDS Pawyatan Dhaha tahun 2005, SMP Negeri 1 Kediri tahun 2011 dan SMA Negeri 2 Kediri tahun 2014. Pada tahun 2016, penulis diterima di Program Studi S1 Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03111640000005.

Selama dalam masa perkuliahan, penulis aktif dalam bidang organisasi kemahasiswaan. Pada tahun pertama, Penulis pernah mengikuti kegiatan UKM Taekwondo. Pada tahun kedua, Penulis pernah menjadi staf di Divisi CECC HMS FTSP ITS dan AL-HADIID. Pada tahun ketiga, Penulis mengikuti lomba lomba dibidang ketekniksipilan dan berhasil menjadi Finalis Bridge Competition yang diselenggarakan oleh PNJ. Pada tahun keempat, Penulis fokus pada pengerjaan Tugas Akhir bidang Perhubungan dengan judul Tugas Akhir “PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)”. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : magna.heniprasetyo@gmail.com

LAMPIRAN

Lampiran I Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH									
1	XSTART		Titik koordinat X awal	613815,61	613804,57	614952,80	614544,35	614472,61	613699,46
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	-839871,56	-841103,14	-843127,83	-844699,85	-848183,33	-849485,51
3	XFINISH		Titik koodinat X akhir	613804,57	614952,80	614544,35	614472,61	613699,46	613124,74
4	YFINISH		Titik koodinat Y akhir	-841103,14	-843127,83	-844699,85	-848183,33	-849485,51	-849998,56
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	-11,03	1148,23	-408,45	-71,74	-773,15	-574,71
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	-1231,58	-2024,69	-1572,02	-3483,48	-1302,18	-513,05
7	L	m	Panjang Jalan	1231,63	2327,62	1624,21	3484,22	1514,41	770,40
8	Kuadran			Kuadran 3	Kuadran 2	Kuadran 3	Kuadran 3	Kuadran 3	Kuadran 3
9	Azimuth (β)	$^\circ$	Sudut Azimuth	180,51	150,44	194,56	181,18	210,70	228,24
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^\circ$	Perbedaan Sudut Azimuth		30,07	44,12	13,39	29,52	17,55
	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^\circ$	CEK AutoCAD Civil 3D		30,07	44,12	13,39	29,52	17,55

Lampiran I-Lanjutan Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
PERHITUNGAN SUDUT AZIMUTH										
1	XSTART		Titik koordinat X awal	613124,74	613982,76	615791,15	614892,36	613397,56	612155,85	611849,53
2	YSTART		Titik koordinat Y awal	-849998,56	-854423,78	-855255,49	-860112,98	-860013,70	-860613,89	-860565,58
3	XFINISH		Titik koodinat X akhir	613982,76	615791,15	614892,36	613397,56	612155,85	611849,53	
4	YFINISH		Titik koodinat Y akhir	-854423,78	-855255,49	-860112,98	-860013,70	-860613,89	-860565,58	
5	ΔX	m	Jarak titik X awal sampai titik X akhir	858,02	1808,39	-898,78	-1494,81	-1241,71	-306,32	
6	ΔY	m	Jarak titik Y awal sampai titik Y akhir	-4425,21	-831,72	-4857,49	99,29	-600,19	48,31	
7	L	m	Panjang Jalan	4507,63	1990,48	4939,94	1498,10	1379,16	310,10	
8	Kuadran			Kuadran 2	Kuadran 2	Kuadran 3	Kuadran 4	Kuadran 3	Kuadran 4	
9	Azimuth (β)	$^\circ$	Sudut Azimuth	169,03	114,70	190,48	273,80	244,20	278,96	
10	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^\circ$	Perbedaan Sudut Azimuth	59,22	54,33	75,78	83,32	29,60	34,76	
	Δ Azimuth ($\Delta\beta$)	$^\circ$	CEK AutoCAD Civil 3D	59,22	54,33	75,78	83,32	29,6	34,76	

Lampiran II Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
PERHITUNGAN RMIN									
1	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		120	120	120	120	120
2	eMAX	%	Kelandaian Maksimum		10%	10%	10%	10%	10%
3	fMAX		Koefisien Gesek maksimum		0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
4	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum		591	591	591	591	591
5	Ro	m	jari-jari tikungan rencana		750	750	750	750	750

Lampiran II-Lanjutan Perhitungan Jari-Jari Tikungan Rencana (R)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
PERHITUNGAN RMIN										
1	Vd	km/jam	Kecepatan rencana	120	120	120	120	120	120	
2	eMAX	%	Kelandaian Maksimum	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
3	fMAX		Koefisien Gesek maksimum	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	
4	Rmin	m	jari-jari tikungan minimum	591	591	591	591	591	591	
5	Ro	m	jari-jari tikungan rencana	750	750	750	750	750	750	

Lampiran III Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (LS)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
RENCANA LINGKUNG PERALIHAN									
1	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan		3	3	3	3	3
2	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
3	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu tempuh		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
4	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal		17,120	17,120	17,120	17,120	17,120
5	Ls	m	Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan		107	107	107	107	107
7	Ls	m	Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif maksimum		125	125	125	125	125
8	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai		125	125	125	125	125

Lampiran III-Lanjutan Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
RENCANA LINGKUNG PERALIHAN										
1	T	s	Waktu tempuh pada lengkung Peralihan	3	3	3	3	3	3	
2	C	m/s ³	Perubahan maksimum percepatan arah radial	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
3	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan waktu tempuh	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	
4	Ls	m	Panjang Lengkung Peralihan untuk mengatasi gaya sentrifugal	17,120	17,120	17,120	17,120	17,120	17,120	
5	Ls	m	Lengkung Peralihan berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan	107	107	107	107	107	107	
7	Ls	m	Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif maksimum	125	125	125	125	125	125	
8	Ls pakai	m	Lengkung Peralihan yang dipakai	125	125	125	125	125	125	

Lampiran IV Perhitungan Superelevasi (e)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)									
1	Vr	km/jam	Kecepatan aktual		96	96	96	96	96
2	D	°	Derajat Lengkung		1,910	1,910	1,910	1,910	1,910
3	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum		2,426	2,426	2,426	2,426	2,426
4	(e+f)				0,151	0,151	0,151	0,151	0,151
5	Dp		Derajat Lengkung p		1,974	1,974	1,974	1,974	1,974
6	h				0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
7	tan α1				0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
8	tan α2				0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
9	Mo				0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
10	f(D)				0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
11	e		Superelevasi		8,79%	8,79%	8,79%	8,79%	8,79%

Lampiran IV-Lanjutan Perhitungan Superelevasi (e)

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
PERHITUNGAN SUPERELEVASI (e)										
1	Vr	km/jam	Kecepatan aktual	96	96	96	96	96	96	
2	D	°	Derajat Lengkung	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	
3	Dmax	°	Derajat Lengkung Maksimum	2,426	2,426	2,426	2,426	2,426	2,426	
4	(e+f)			0,1512	0,1512	0,1512	0,1512	0,1512	0,1512	
5	Dp		Derajat Lengkung p	1,9739	1,9739	1,9739	1,9739	1,9739	1,9739	
6	h			0,0563	0,0563	0,0563	0,0563	0,0563	0,0563	
7	tan α1			0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	
8	tan α2			0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	
9	Mo			0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	
10	f(D)			0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	
11	e		Superelevasi	8,79%	8,79%	8,79%	8,79%	8,79%	8,79%	

Lampiran V Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>									
1	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen		114,033	114,033	114,033	114,033	114,033
2	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen		3,462	3,462	3,462	3,462	3,462
3	Øs	°	Sudut Lengkung Spiral		4,766	4,766	4,766	4,766	4,766
4	Δc	°	Sudut Lingkaran		20,540	34,591	3,853	19,987	8,014
5	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral		0,869	0,869	0,869	0,869	0,869
6	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral		62,507	62,507	62,507	62,507	62,507
7	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST		264,203	366,815	150,614	260,329	178,381
8	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran		27,49	60,19	6,02	26,49	9,76
10	Lc	m	Panjang busur lingkaran		268,97	452,98	50,46	261,74	104,94
12	Ltot	m	Panjang total		518,613	702,622	300,101	511,382	354,582
TIKUNGAN RENCANA									
13	Tipe Lengkung Horizontal Rencana				S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S

Lampiran V-Lanjutan Perhitungan Parameter Lengkung Horizontal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>										
1	Xc	m	Titik absis SC pada garis tangen	114,033	114,033	114,033	114,033	114,033	114,033	
2	Yc	m	Titik ordinat SC pada garis tangen	3,462	3,462	3,462	3,462	3,462	3,462	
3	Øs	°	Sudut Lengkung Spiral	4,766	4,766	4,766	4,766	4,766	4,766	
4	Δc	°	Sudut Lingkaran	49,686	44,796	66,252	73,785	20,065	25,227	
5	p	m	Pergeseran tangen terhadap spiral	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	0,869	
6	k	m	Absis dari p pada garis tangen spiral	62,507	62,507	62,507	62,507	62,507	62,507	
7	Ts	m	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST	489,211	447,807	646,876	730,535	260,876	297,518	
8	Es	m	Jarak dari PI ke busur lingkaran	113,64	93,96	201,47	255,02	26,63	36,79	
10	Lc	m	Panjang busur lingkaran	650,64	586,62	867,59	966,24	262,76	330,35	
12	Ltot	m	Panjang total	900,287	836,262	1117,233	1215,880	512,405	579,994	
TIKUNGAN RENCANA										
13	Tipe Lengkung Horizontal Rencana			S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	S-C-S	

Lampiran VI Stasioning Parameter Lengkung Horizontal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
STASIONING TITIK PARAMETER									
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>									
1	Sta. TS				+968	3+183	4+992	8+366	9+953
2	Sta. SC				1+092	3+308	5+117	8+491	10+078
3	Sta. Mid				1+227	3+534	5+142	8+621	10+130
4	Sta. CS				1+361	3+761	5+167	8+752	10+183
5	Sta. ST				1+486	3+885	5+292	8+877	10+307

Lampiran VI-Lanjutan Stasioning Parameter Lengkung Horizontal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
STASIONING TITIK PARAMETER										
<i>Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)</i>										
1	Sta. TS			10+410	14+881	16+613	21+293	23+015	24+348	
2	Sta. SC			10+535	15+006	16+738	21+418	23+140	24+473	
3	Sta. Mid			10+861	15+299	17+172	21+901	23+271	24+638	
4	Sta. CS			11+186	15+593	17+606	22+384	23+403	24+804	
5	Sta. ST			11+311	15+717	17+730	22+509	23+528	24+928	

Lampiran VII Parameter dan Stasioning pada Lengkung Vertikal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5	PV 6	PV 7	PV 8
DATA PERENCANAAN											
1	Vr	km/jam	Kecepatan Rencana	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
KELANDAIAAN RENCANA											
2	g1	%	gradien 1	0,330%	-0,420%	0,070%	0,200%	-0,070%	0,130%	0,230%	-0,070%
3	g2	%	gradien 2	-0,420%	0,070%	0,200%	-0,070%	0,130%	0,230%	-0,070%	0,260%
4	A	%	Beda gradien	0,750%	-0,490%	-0,130%	0,270%	-0,200%	-0,100%	0,300%	-0,330%
5	A abs	%		0,750	0,490	0,130	0,270	0,200	0,100	0,300	0,330
6	Tipe Lengkung			Cembung	Cekung	Cekung	Cembung	Cekung	Cekung	Cembung	Cekung
JARAK PANDANG											
7	Ss	m	Jarak Pandang Henti	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
8	h1	m	Tinggi Mata Pengemudi	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
9	h2	m	Tinggi Objek	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
PERHITUNGAN PANJANG LENGKUNG											
Lengkung Vertikal Cembung											
10	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	71,239	46,543	12,348	25,646	18,997	9,498	28,495	31,345
11			Ss < L	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-377,333	-842,857	-4561,538	-1937,037	-2790,000	-6080,000	-1693,333	-1493,939
13			Ss > L	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Lengkung Vertikal Cekung											
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	47,111	30,779	8,166	16,960	12,563	6,281	18,844	20,729
15			Ss < L	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-826,667	-1530,612	-7153,846	-3185,185	-4475,000	-9450,000	-2816,667	-2515,152
17			Ss > L	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	-377,333	-842,857	-4561,538	-1937,037	-2790,000	-6080,000	-1693,333	-1493,939
Kontrol											
	Lmin	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
19	L	m	Koreksi Terhadap Visual	27,342	17,863	4,739	9,843	7,291	3,646	10,937	12,030
20	L	m	Koreksi Terhadap Kenyamanan (3 detik)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
PANJANG LENGKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA											
21	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Sesungguhnya	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
22	Ev	m		9,375%	6,125%	1,625%	3,375%	2,500%	1,250%	3,750%	4,125%
STASIONING											
24	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	1+750	2+950	4+450	5+950	7+450	8+950	11+950	13+450
25	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	1+800	3+000	4+500	6+000	7+500	9+000	12+000	13+500
26	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	1+850	3+050	4+550	6+050	7+550	9+050	12+050	13+550
ELEVASI											
27	PVI		Peralihan Lengkung Vertikal	+45	+40	+41	+44	+45	+47	+54	+53
28	PTV		Pusat Perpotongan Vertikal	+45,00	+40,00	+41,01	+44,00	+44,94	+47,00	+54,00	+53,00
29	PLV		Peralihan Tangen Vertikal	+44,62	+40,18	+40,87	+43,87	+44,91	+46,82	+53,85	+52,90

Lampiran VII-Lanjutan Parameter dan Stasioning pada Lengkung Vertikal

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PV 9	PV 10	PV 11	PV 12	PV 13	PV 14	PV 15
DATA PERENCANAAN										
1	V _R	km/jam	Kecepatan Rencana	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
KELANDAIAAN RENCANA										
4	g ₁	%	gradien 1	0,260%	-0,270%	0,070%	0,530%	-0,400%	0,400%	-0,080%
5	g ₂	%	gradien 2	-0,270%	0,070%	0,530%	-0,400%	0,400%	-0,080%	0,450%
6	A	%	Beda gradien	0,530%	-0,340%	-0,460%	0,930%	-0,800%	0,480%	-0,530%
7	A abs	%		0,530	0,340	0,460	0,930	0,800	0,480	0,530
8	Tipe Lengkung			Cembung	Cekung	Cekung	Cembung	Cekung	Cembung	Cekung
JARAK PANDANG										
9	S _s	m	Jarak Pandang Henti	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
10	h ₁	m	Tinggi Mata Pengemudi	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
11	h ₂	m	Tinggi Objek	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
PERHITUNGAN PANJANG LENKUNG										
Lengkung Vertikal Cembung										
12	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	50,342	32,295	43,693	88,336	75,988	45,593	50,342
13	S _s < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
14	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-741,509	-1435,294	-930,435	-207,527	-322,500	-870,833	-741,509
15	S _s > L			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Lengkung Vertikal Cekung										
16	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	33,291	21,357	28,894	58,417	50,251	30,151	33,291
17	S _s < L			NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK
18	L	m	Panjang Lengkung Vertikal	-1377,358	-2426,471	-1663,043	-569,892	-743,750	-1572,917	-1377,358
19	S _s > L			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	L pakai	m	Panjang Lengkung Vertikal Pakai	-741,509	-1435,294	-930,435	-207,527	-322,500	-870,833	-741,509
Kontrol										
	L _{min}	m	Panjang Lengkung Vertikal Minimum	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
21	L	m	Koreksi Terhadap Visual	19,322	12,395	16,770	33,904	29,165	17,499	19,322
21	L	m	Koreksi Terhadap Kenyamanan (3 detik)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
PANJANG LENKUNG VERTIKAL SESUNGUHNYA										
22	L sesungguhnya	m	Panjang Lengkung Vertikal Sesungguhnya	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
23	E _v	m		6,625%	4,250%	5,750%	11,625%	10,000%	6,000%	6,625%
STASIONING										
24	PLV		Peralihan Lengkung Vertikal	14+615	16+450	17+950	19+450	20+950	22+715	23+950
25	PPV		Pusat Perpotongan Vertikal	14+665	16+500	18+000	19+500	21+000	22+765	24+000
26	PTV		Peralihan Tangen Vertikal	14+715	16+550	18+050	19+550	21+050	22+815	24+050
ELEVASI										
27	PLV		Peralihan Lengkung Vertikal	+56	+51	+52	+60	+54	+61	+60
28	PPV		Pusat Perpotongan Vertikal	+56,00	+51,01	+52,01	+60,00	+54,00	+61,00	+60,00
29	PTV		Peralihan Tangen Vertikal	+55,74	+51,11	+51,71	+59,53	+54,00	+60,76	+59,82

Lampiran VIII Perhitungan Daerah Kebebasan Samping dan Pelebaran Tikungan

No	Parameter	Satuan	Keterangan	START	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
DATA PERENCANAAN									
1	Vd	km/jam	Kecepatan rencana		120	120	120	120	120
2	R	m	Jari-jari tikungan		750	750	750	750	750
3	Ss	m	Jarak pandang henti		250	250	250	250	250
4	Lc	m	Panjang tikungan		268,97	452,98	50,46	261,74	104,94
			Ss < Lc		OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK
			Ss > Lc		NOT OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK
DAERAH BEBAS SAMPING									
1	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam		746,40	746,40	746,40	746,40	746,40
2	M	m	Daerah bebas samping		10,4	10,4	3,8	10,4	6,9
PELEBARAN JALUR TIKUNGAN									
3	Wc	m	Lebar jalan pada tikungan		7,60	7,60	7,60	7,60	7,60
4	Wn	m	Lebar jalan pada jalan lurus		7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
5	W	m	Pelebaran jalan pada tikungan		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Lampiran VIII-Lanjutan Perhitungan Daerah Kebebasan Samping dan Pelebaran Tikungan

No	Parameter	Satuan	Keterangan	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 10	FINISH
DATA PERENCANAAN										
1	Vd	km/jam	Kecepatan rencana	120	120	120	120	120	120	
2	R	m	Jari-jari tikungan	750	750	750	750	750	750	
3	Ss	m	Jarak pandang henti	250	250	250	250	250	250	
4	Lc	m	Panjang tikungan	650,64	586,62	867,59	966,24	262,76	330,35	
			Ss < Lc	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
			Ss > Lc	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	NOT OK	
DAERAH BEBAS SAMPING										
5	R'	m	Jari-jari sumbu lajur dalam	748,20	748,20	748,20	748,20	748,20	748,20	
6	M	m	Daerah bebas samping	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	
PELEBARAN JALUR TIKUNGAN										
8	Wc	m	Lebar jalan pada tikungan	7,60	7,60	7,60	7,60	7,60	7,60	
9	Wn	m	Lebar jalan pada jalan lurus	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	
10	W	m	Pelebaran jalan pada tikungan	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Layout Jalan Tol

SKALA

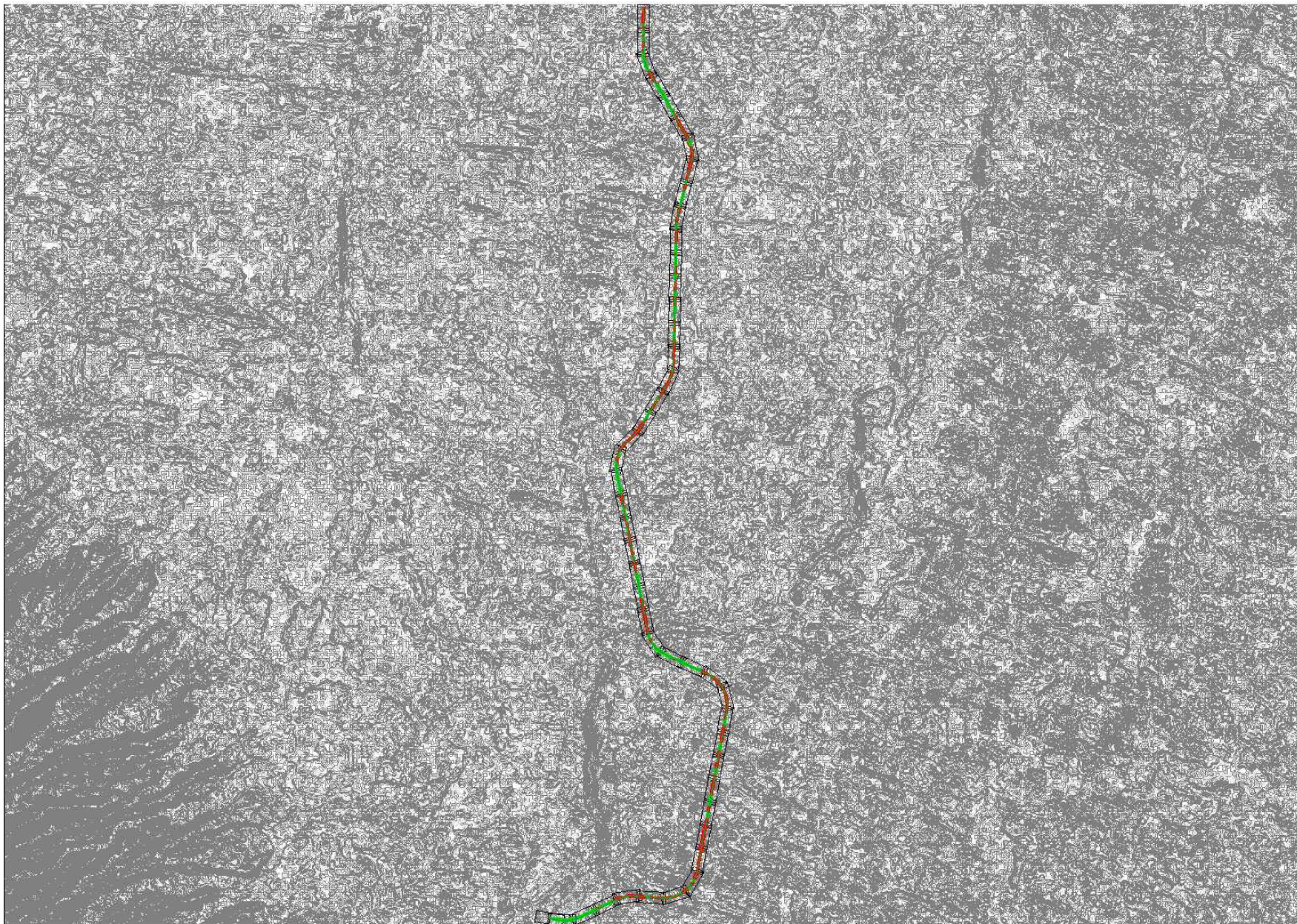
1:10000

NOMOR GAMBAR

1

JUMLAH GAMBAR

97





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 0+000 - Sta 0+534

SKALA

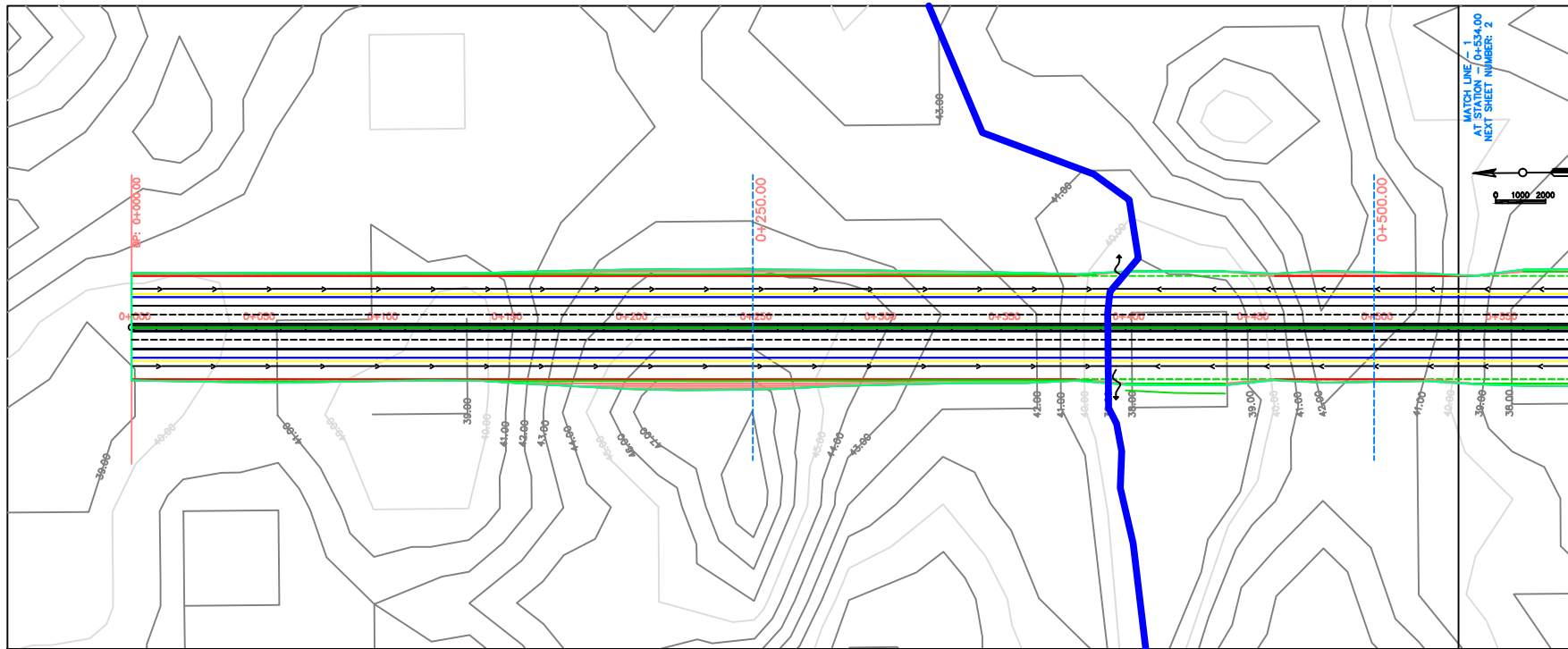
1:1500

NOMOR GAMBAR

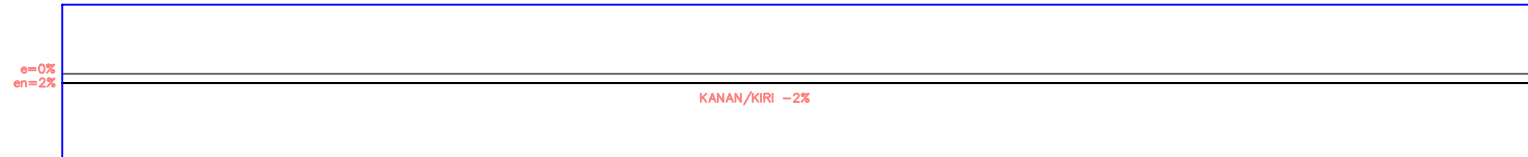
2

JUMLAH GAMBAR

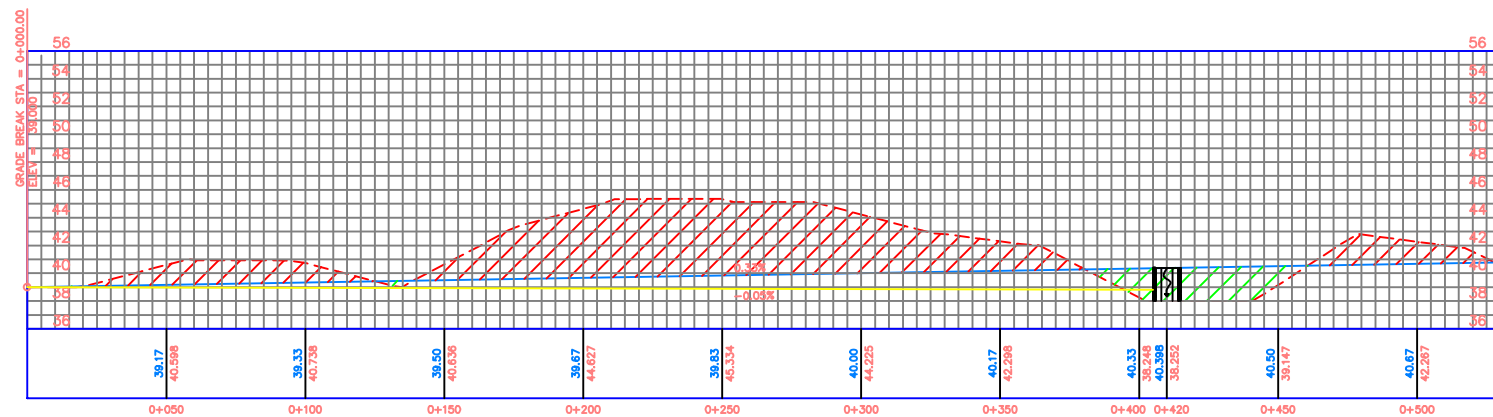
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 0+534 - Sta 1+068

SKALA

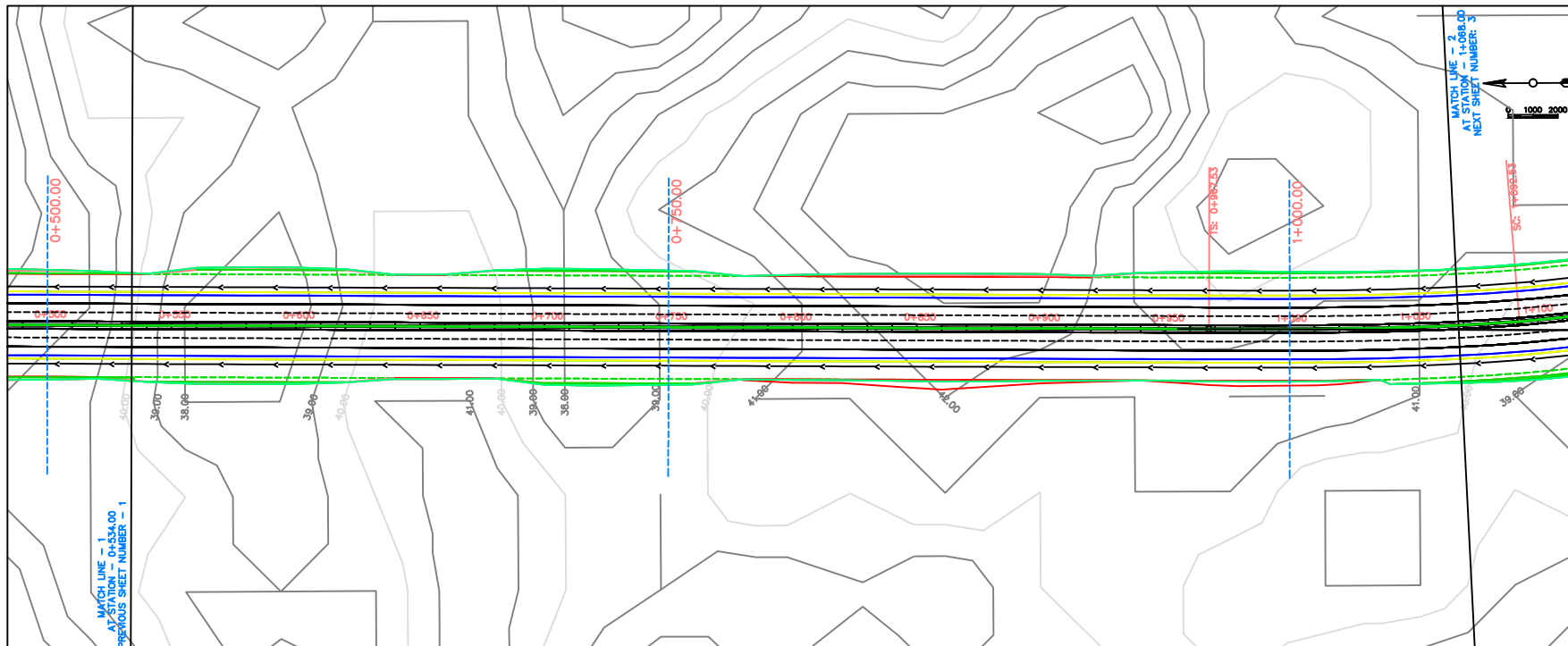
1:1500

NOMOR GAMBAR

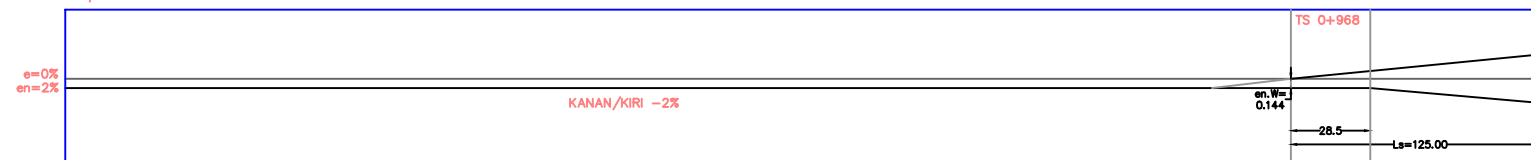
3

JUMLAH GAMBAR

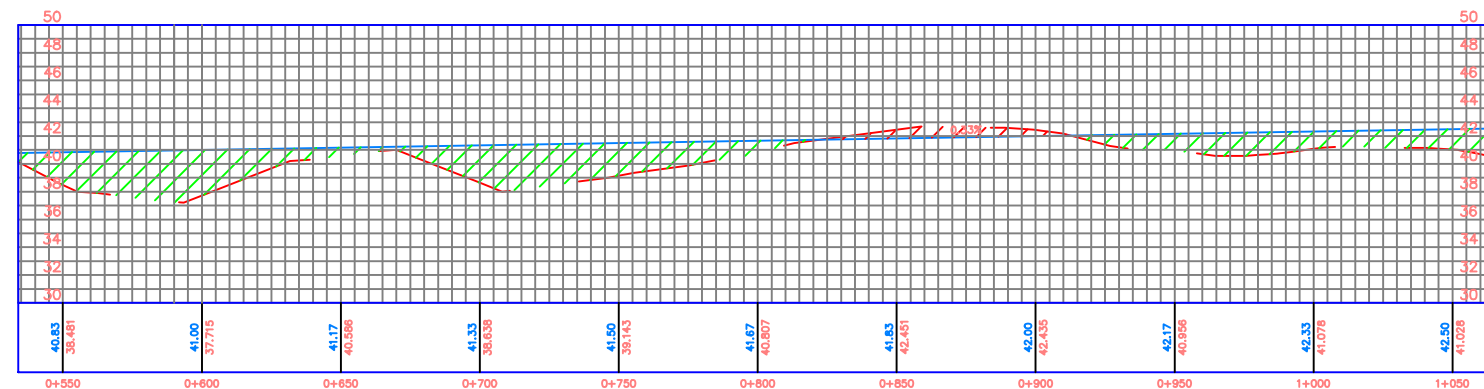
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, M.Sc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 1+068 - Sta 1+602

SKALA

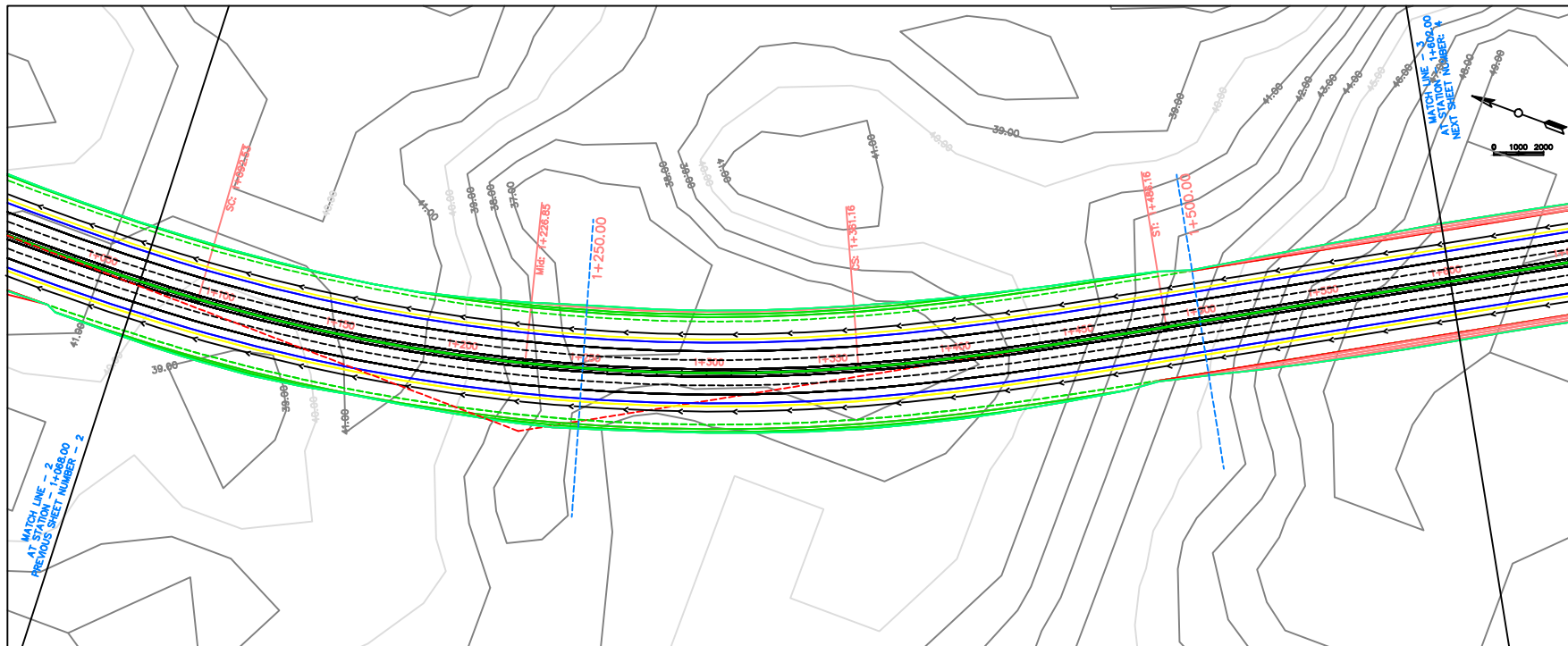
1:1500

NOMOR GAMBAR

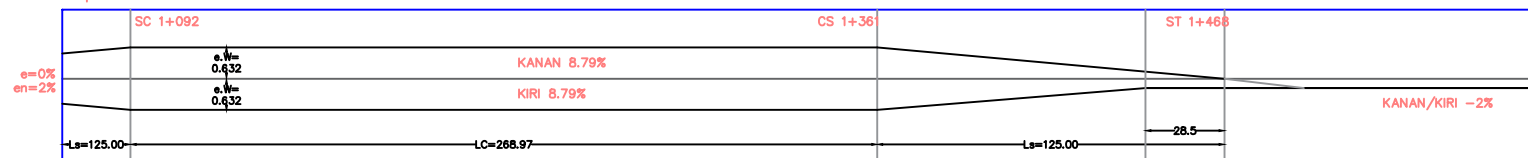
4

JUMLAH GAMBAR

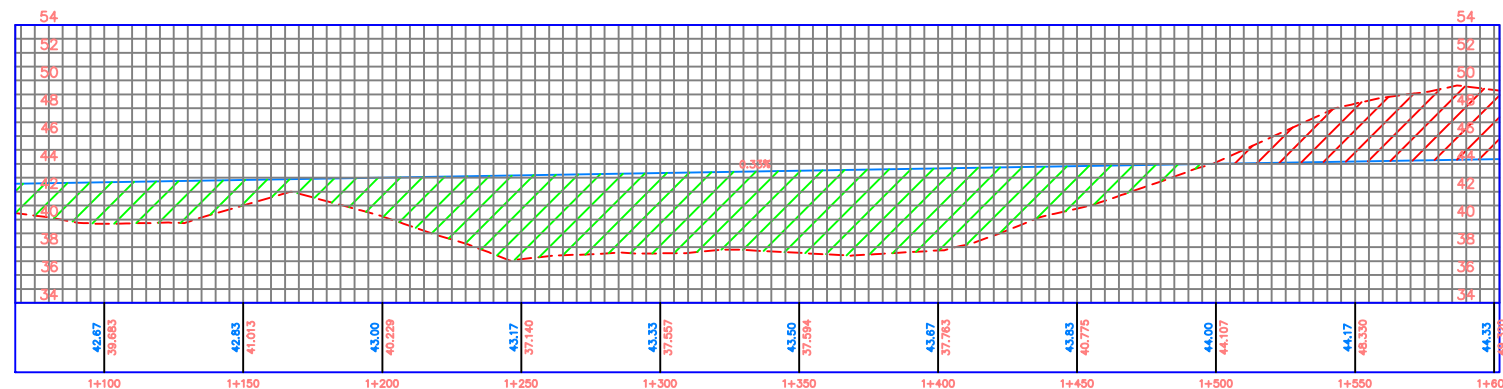
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 1+602 - Sta 2+136

SKALA

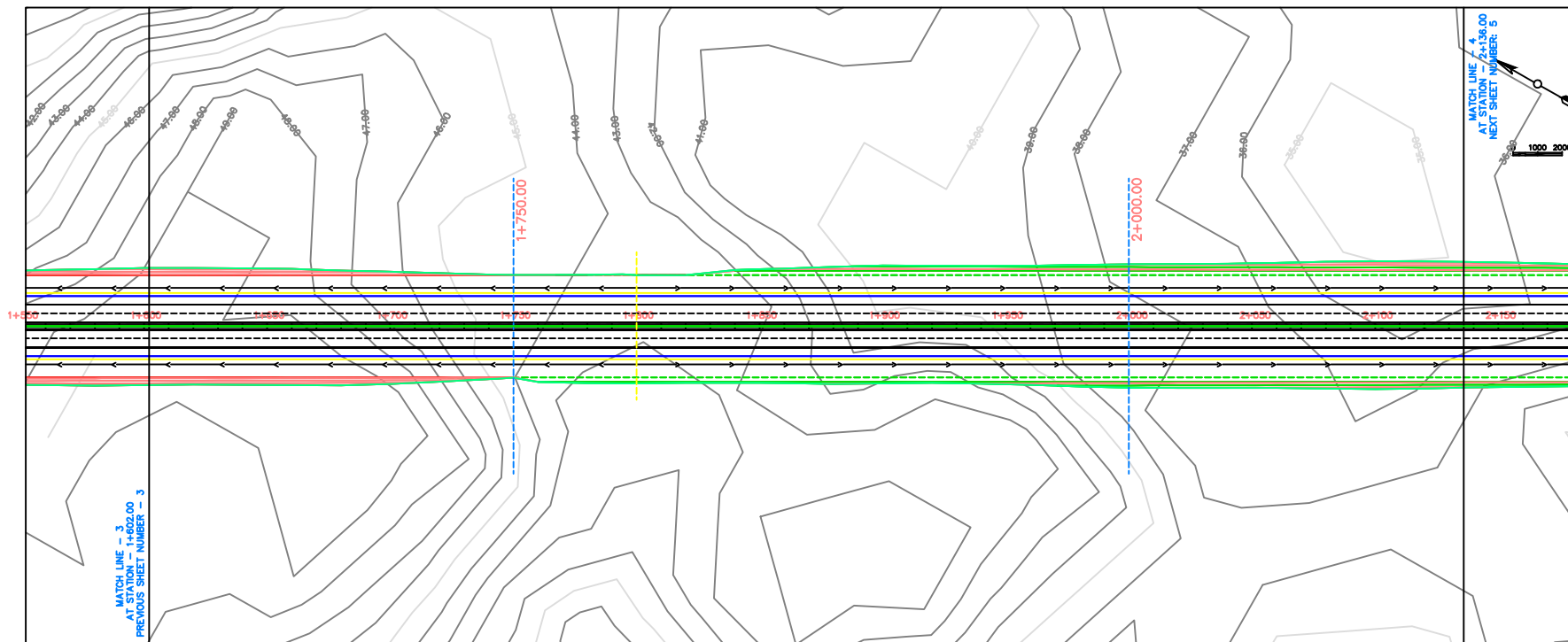
1:1500

NOMOR GAMBAR

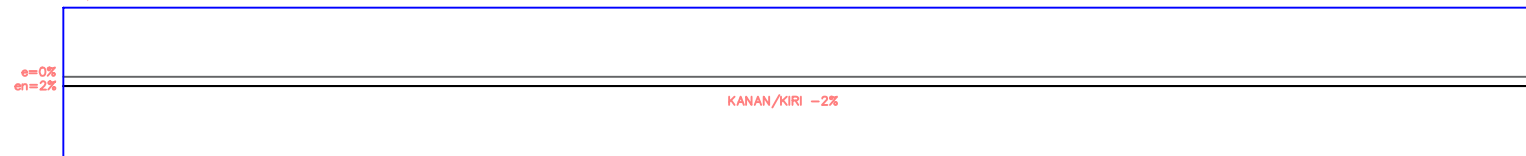
5

JUMLAH GAMBAR

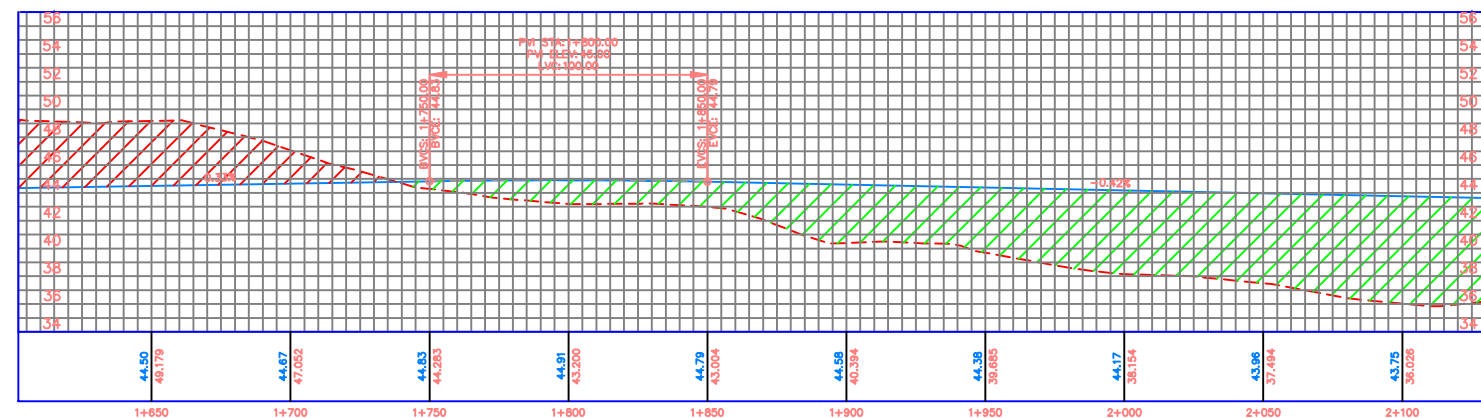
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 2+136 - Sta 2+670

SKALA

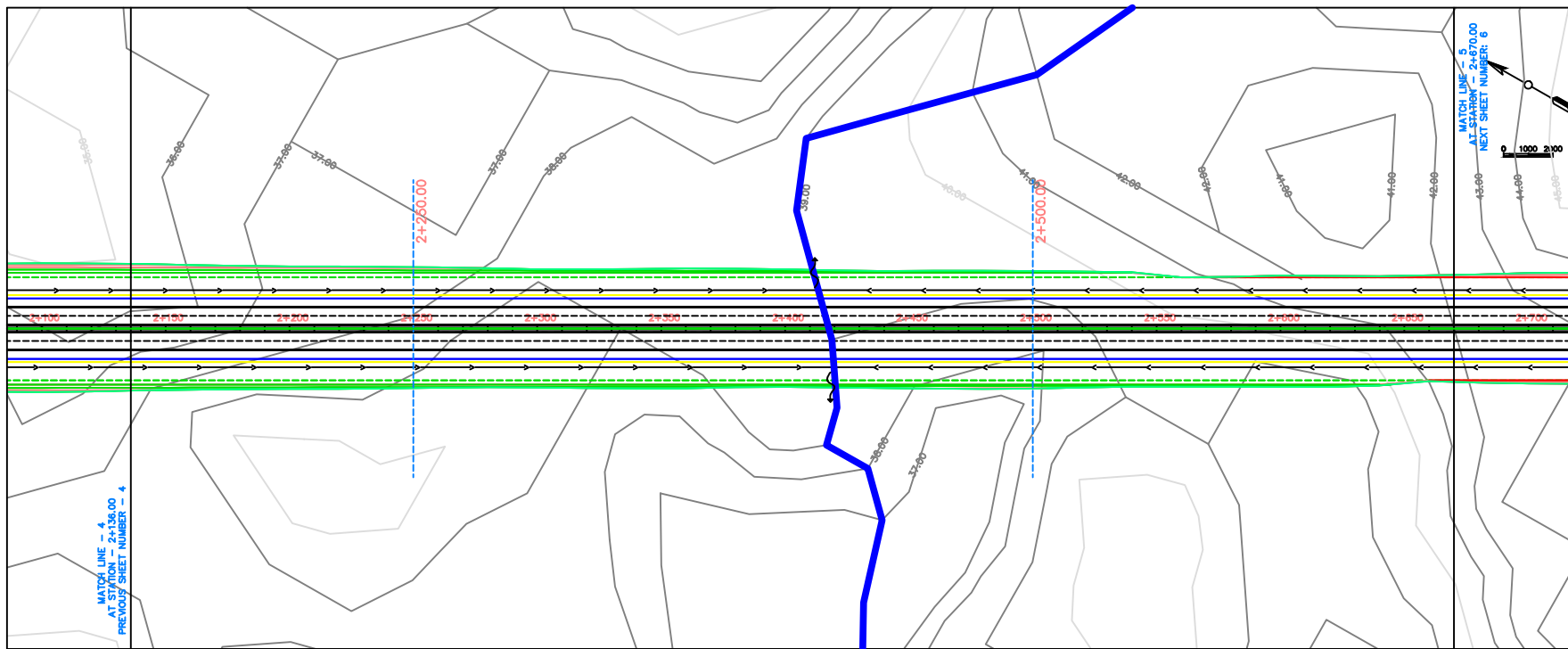
1:1500

NOMOR GAMBAR

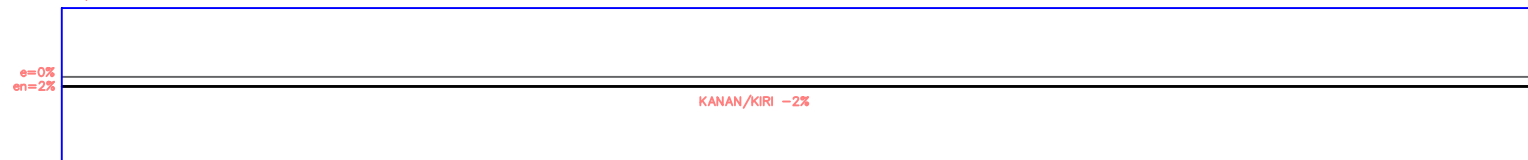
6

JUMLAH GAMBAR

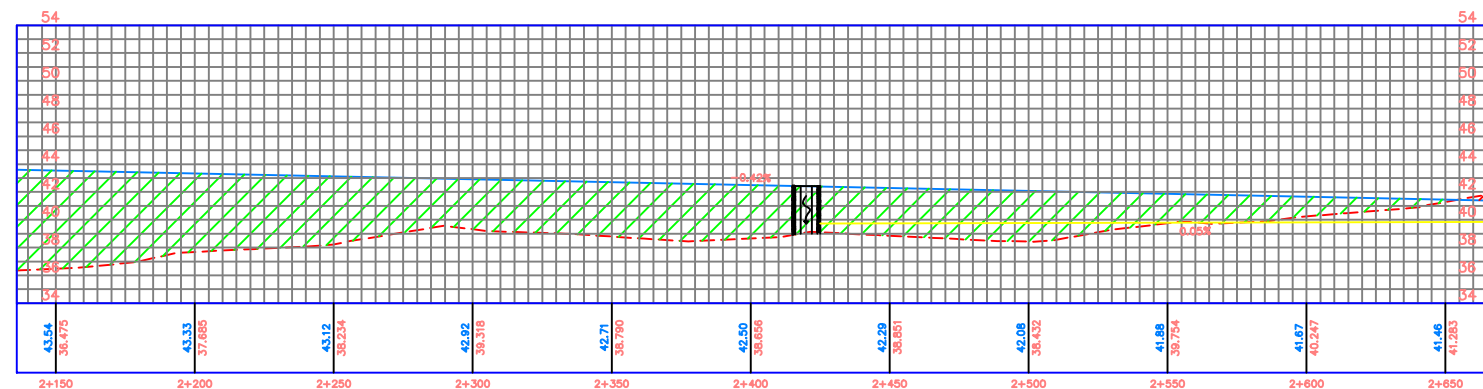
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 2+670 - Sta 3+204

SKALA

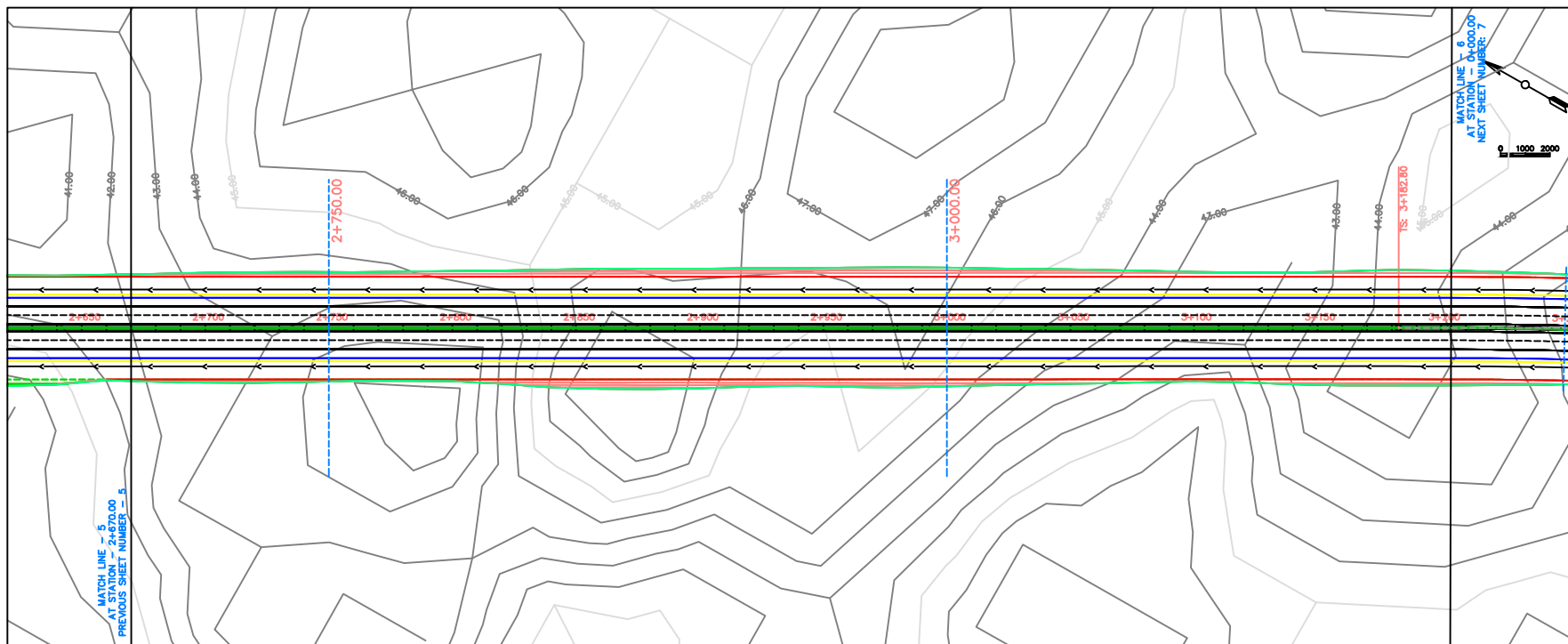
1:1500

NOMOR GAMBAR

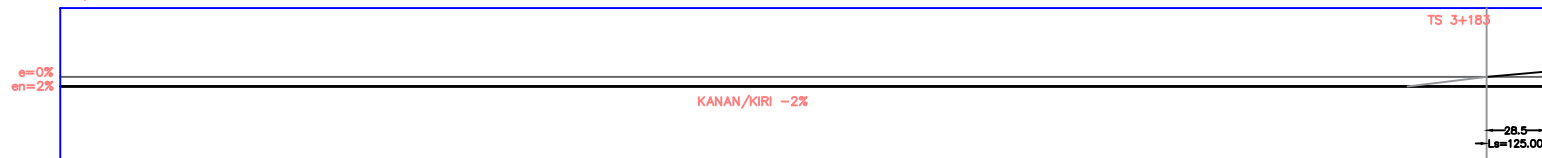
7

JUMLAH GAMBAR

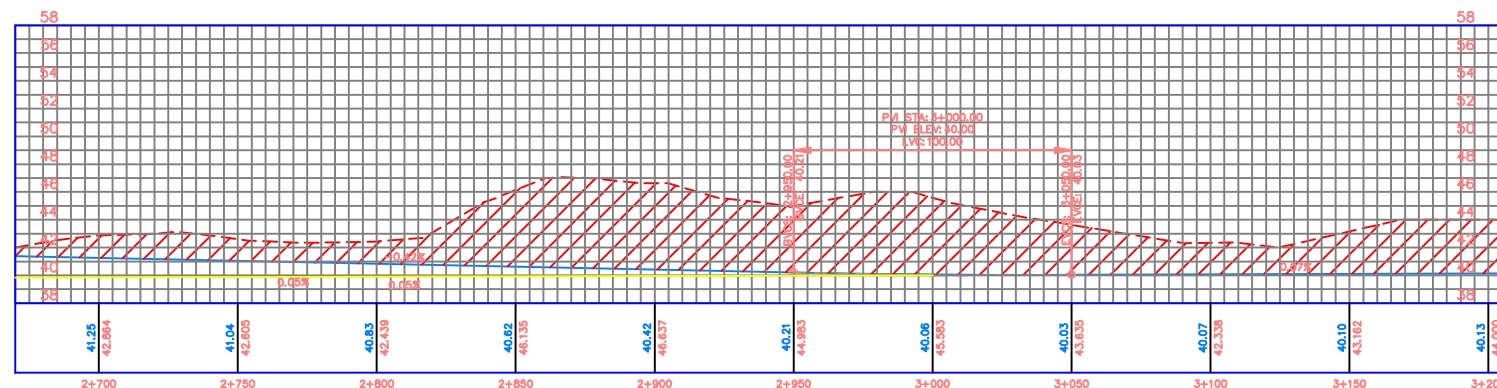
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 3+204 - Sta 3+738

SKALA

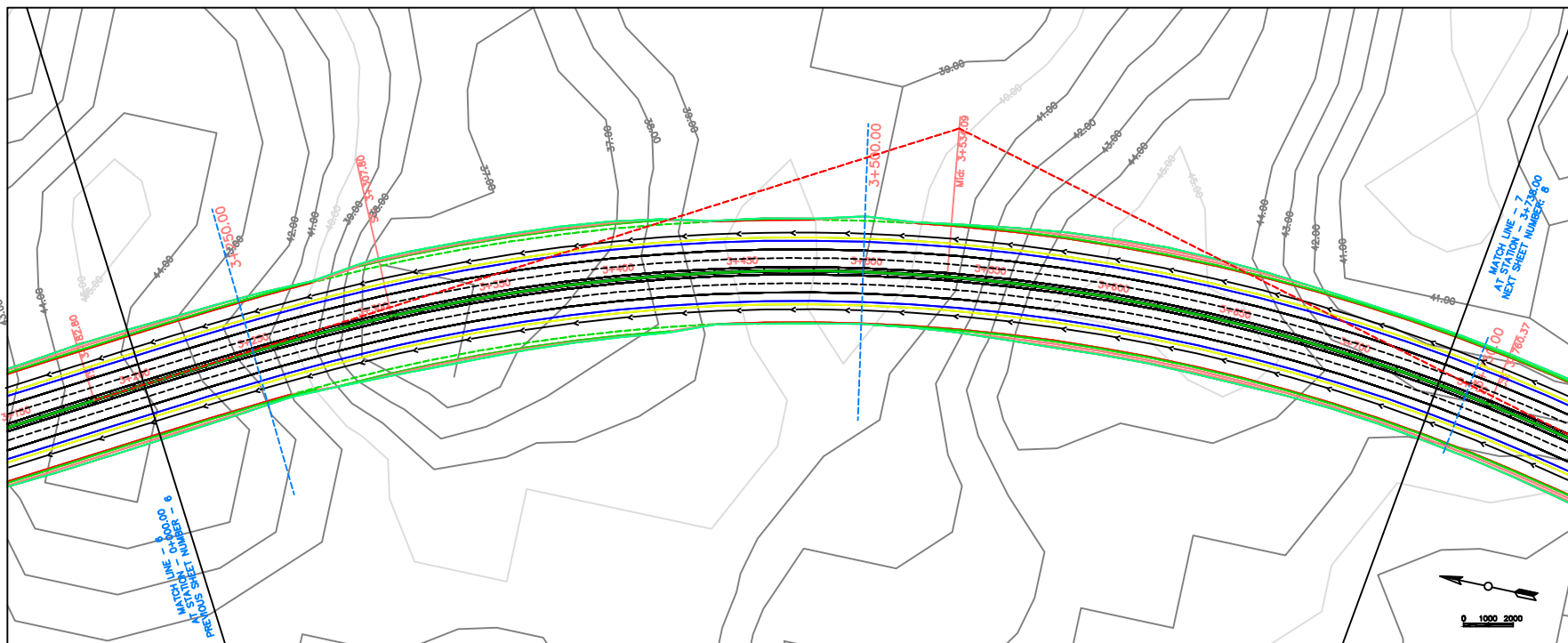
1:1500

NOMOR GAMBAR

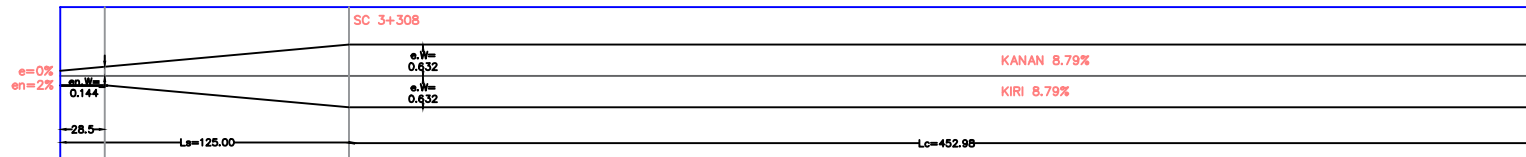
8

JUMLAH GAMBAR

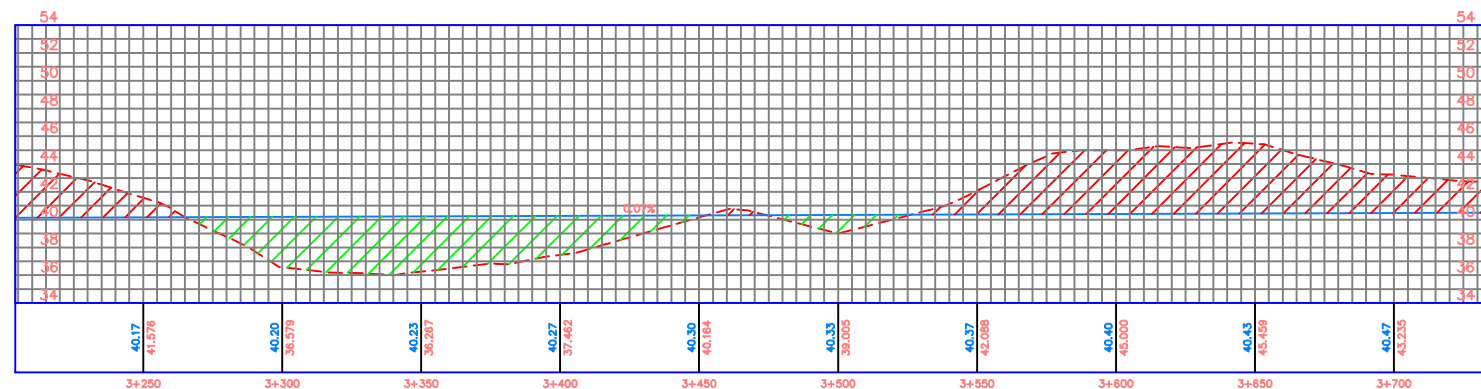
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 3+738 - Sta 4+272

SKALA

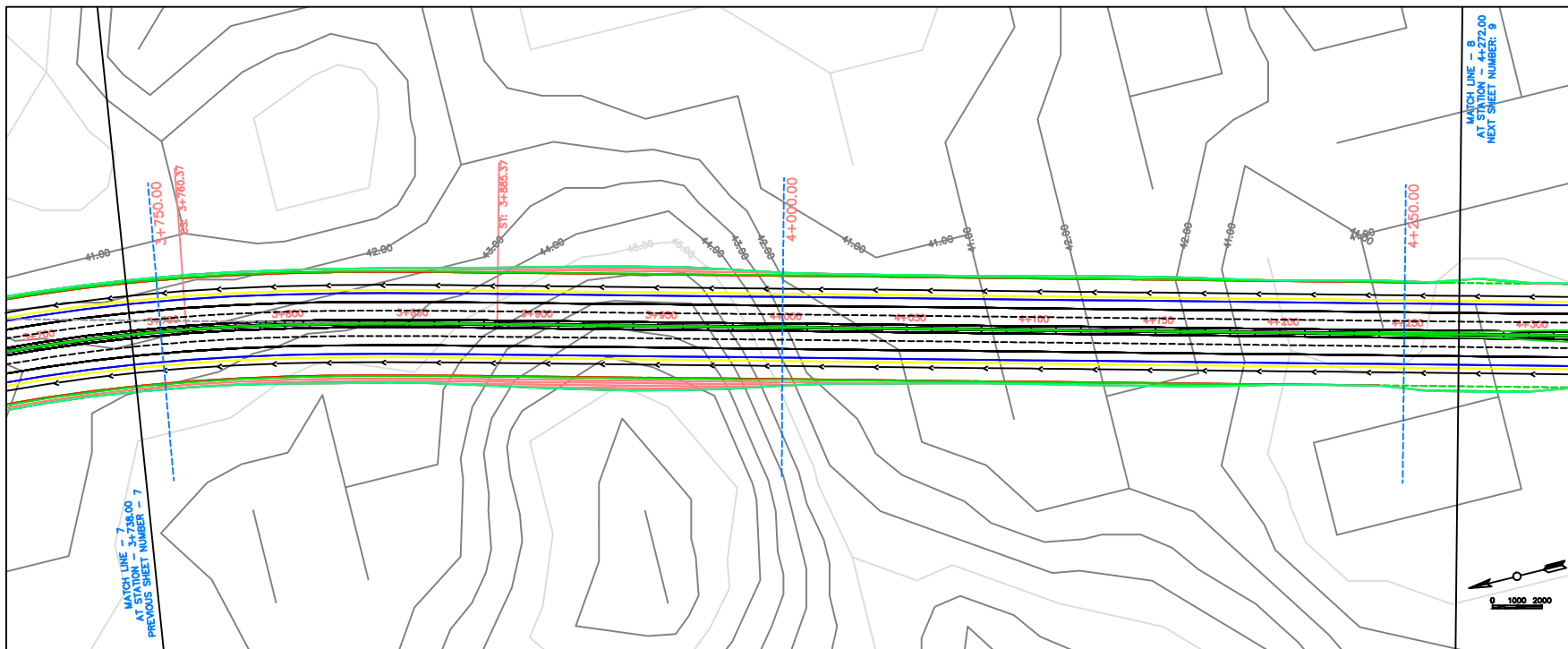
1:1500

NOMOR GAMBAR

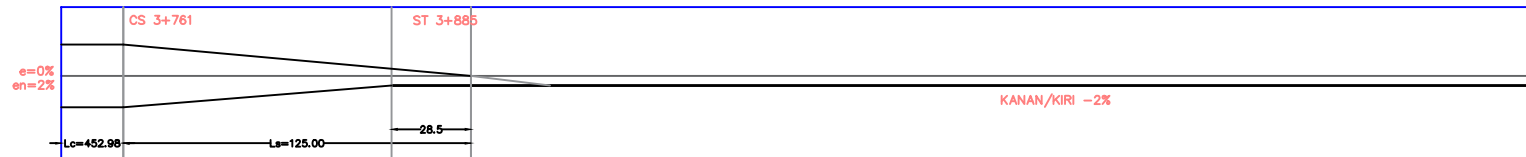
9

JUMLAH GAMBAR

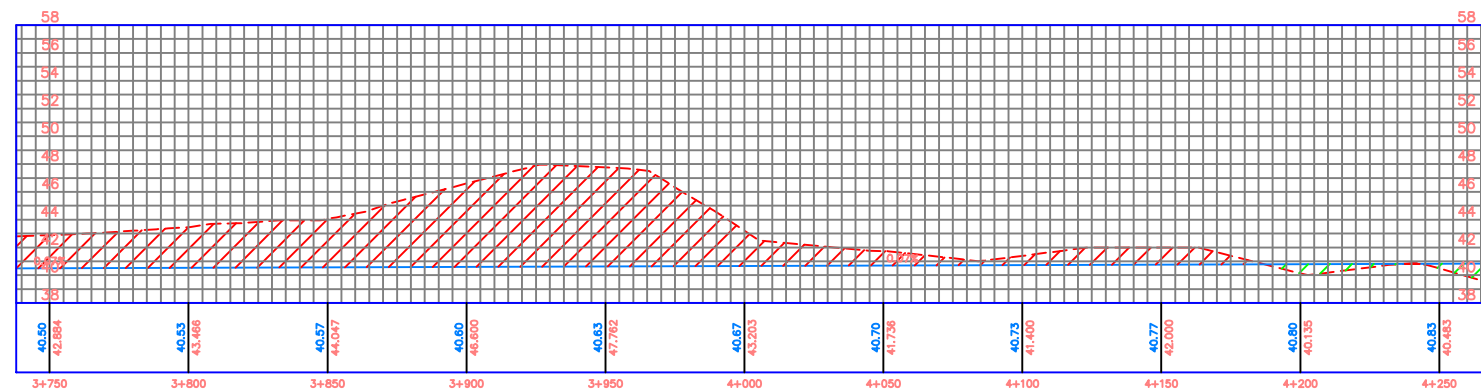
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 4+272 - Sta 4+806

SKALA

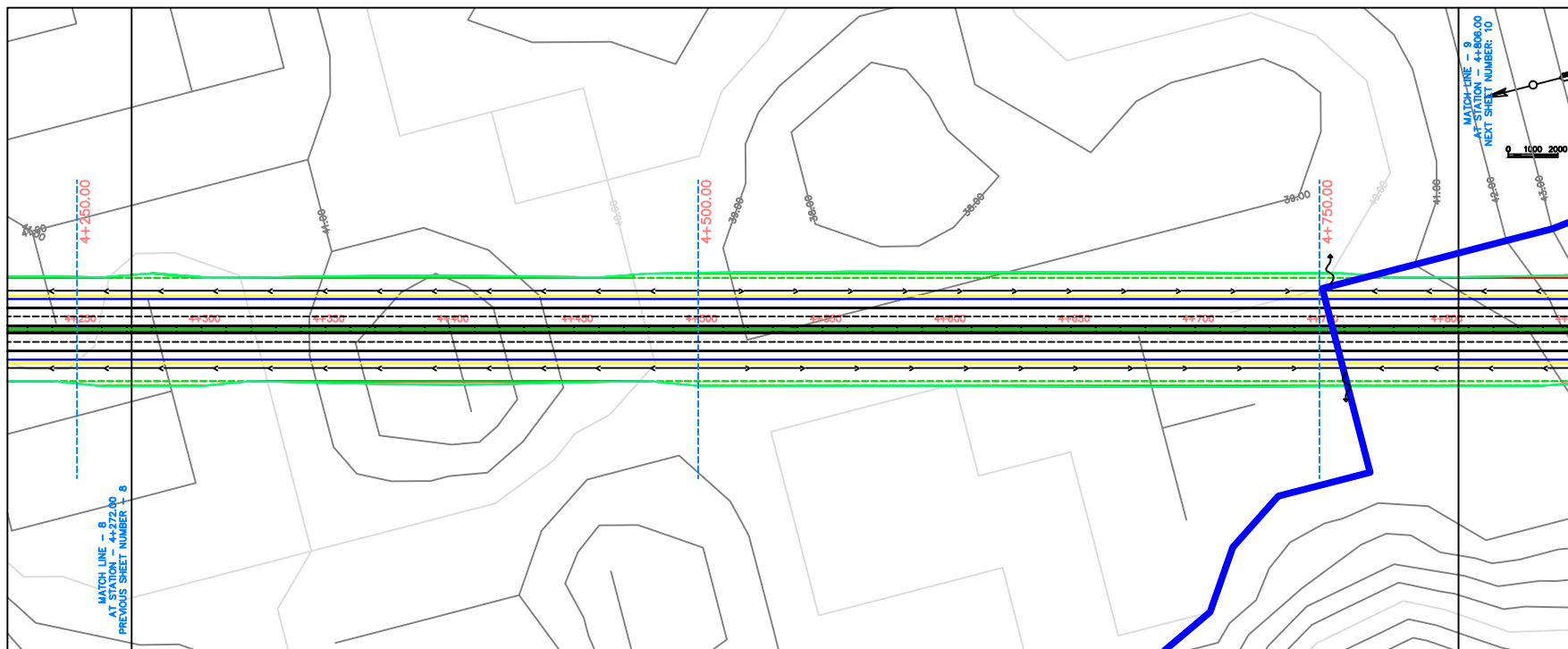
1:1500

NOMOR GAMBAR

10

JUMLAH GAMBAR

97

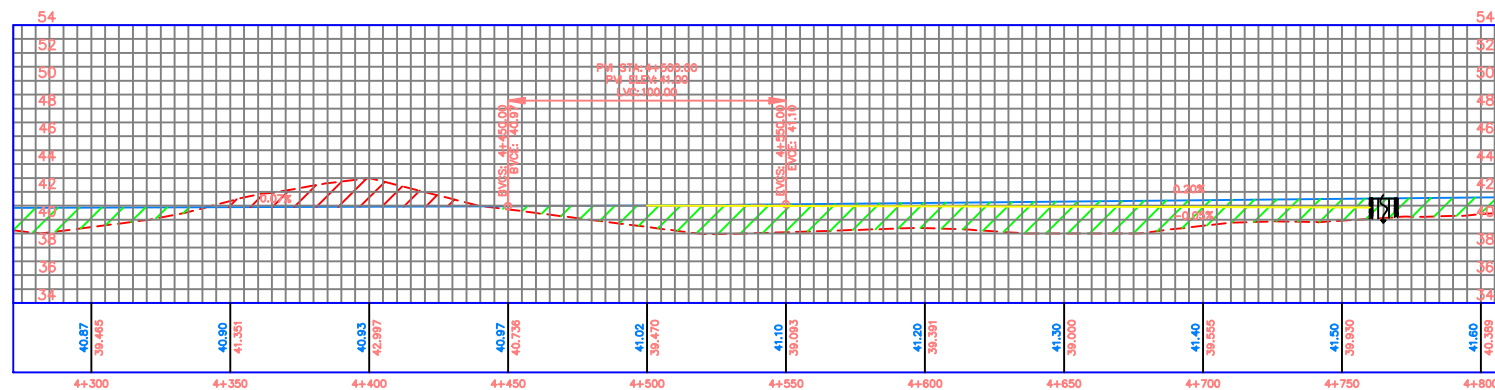


Superelevasi

$e=0\%$
 $e_n=2\%$

KANAN/KIRI -2%

Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 4+806 - Sta 5+340

SKALA

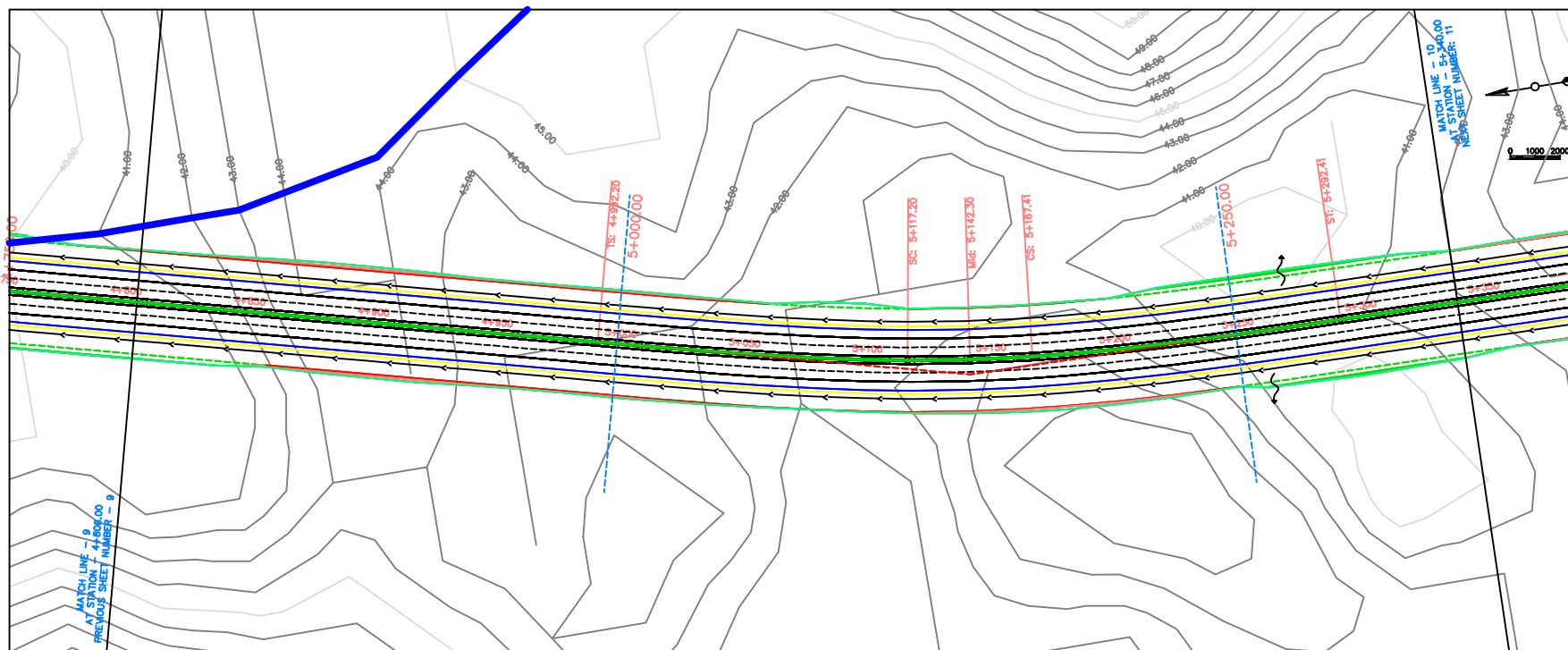
1:1500

NOMOR GAMBAR

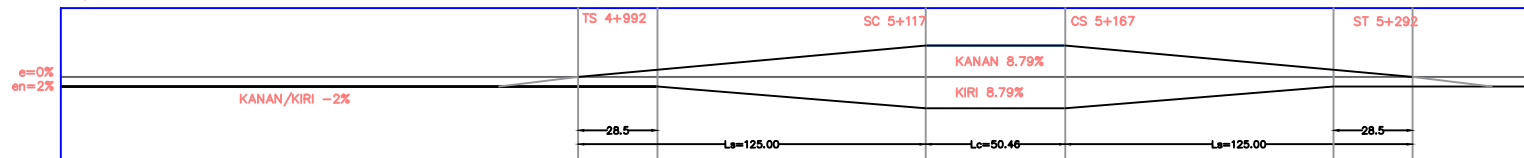
11

JUMLAH GAMBAR

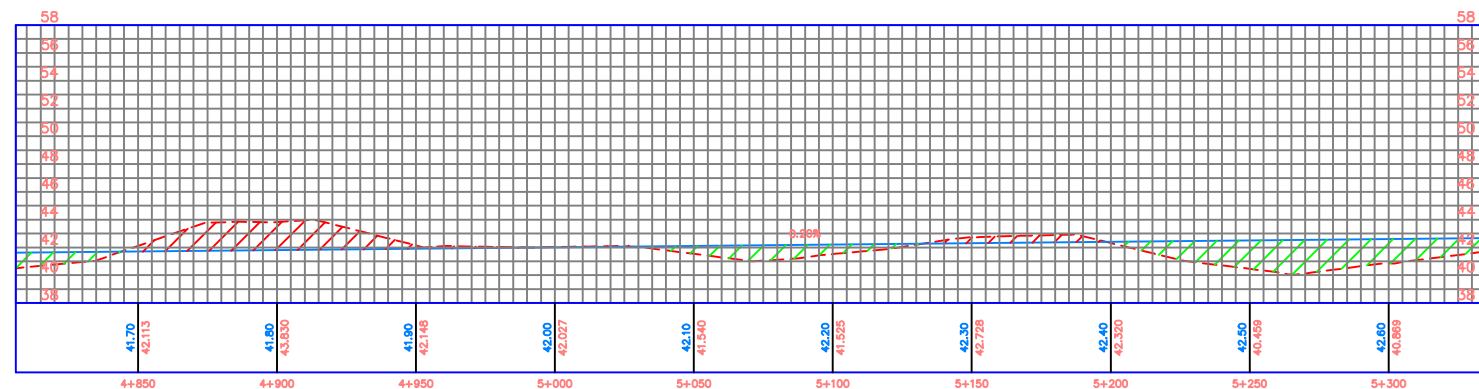
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 5+340 - Sta 5+874

SKALA

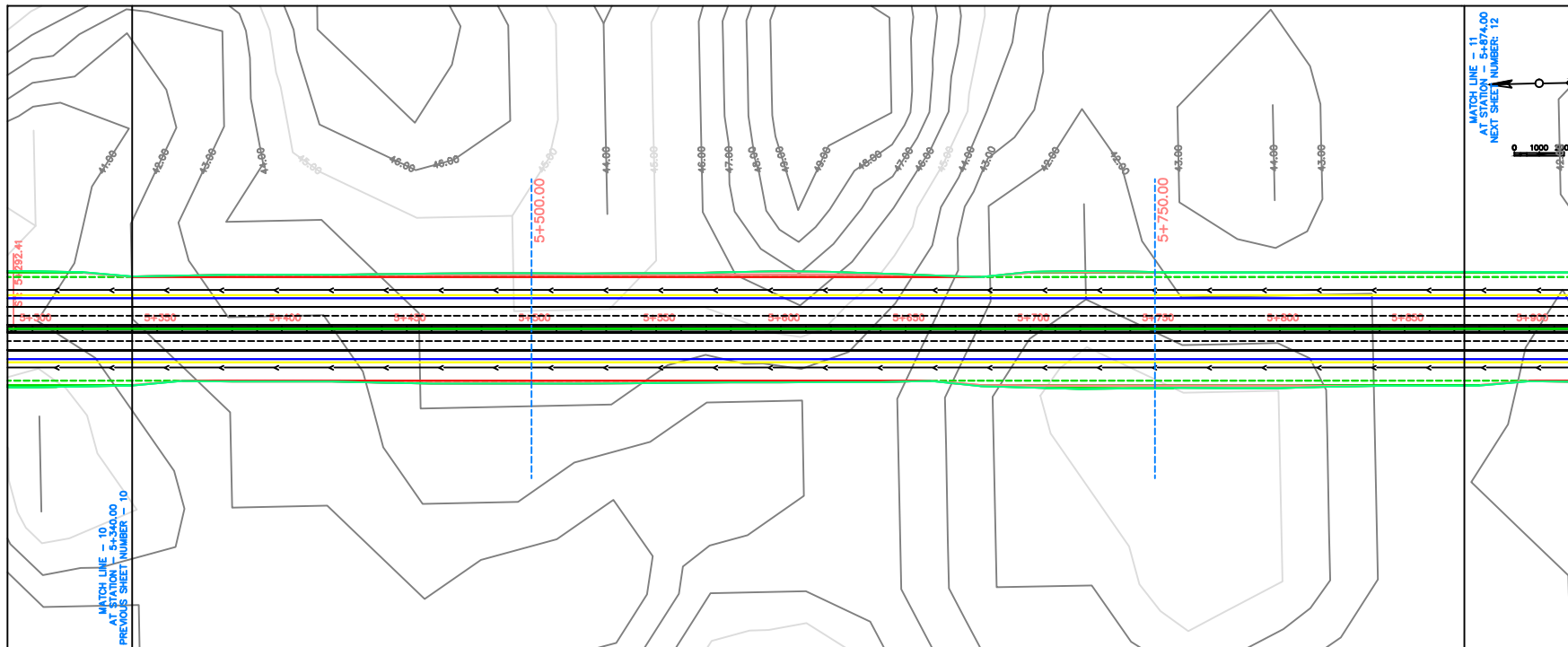
1:1500

NOMOR GAMBAR

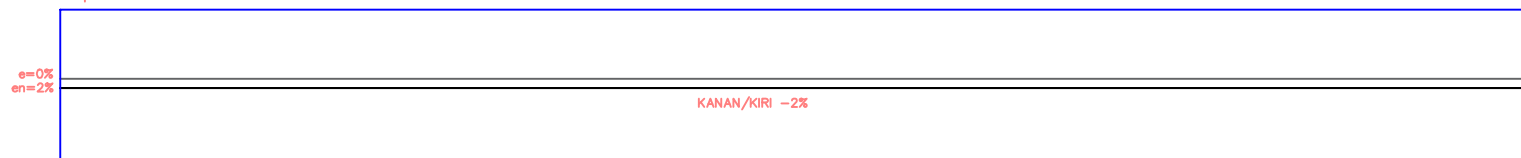
12

JUMLAH GAMBAR

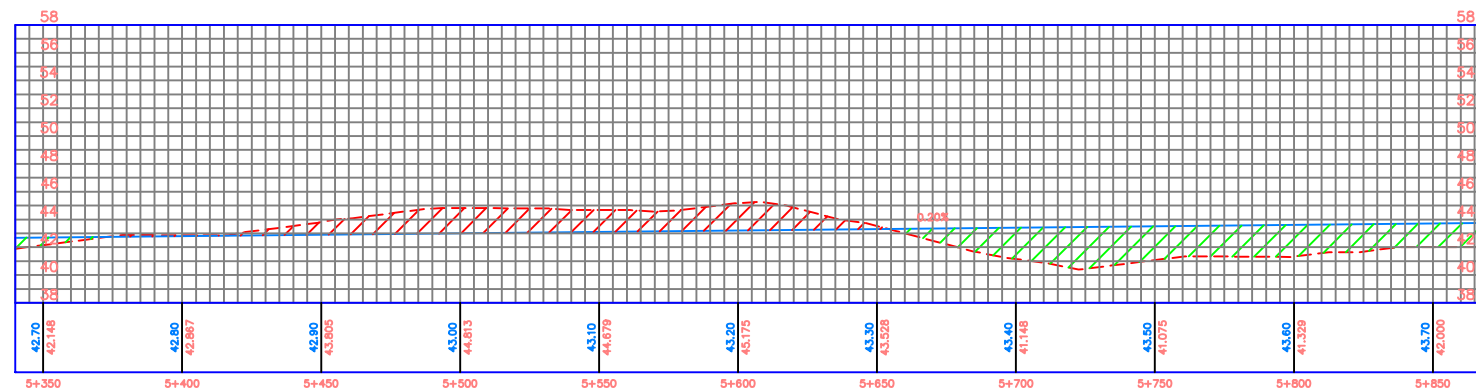
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 5+874 - Sta 6+408

SKALA

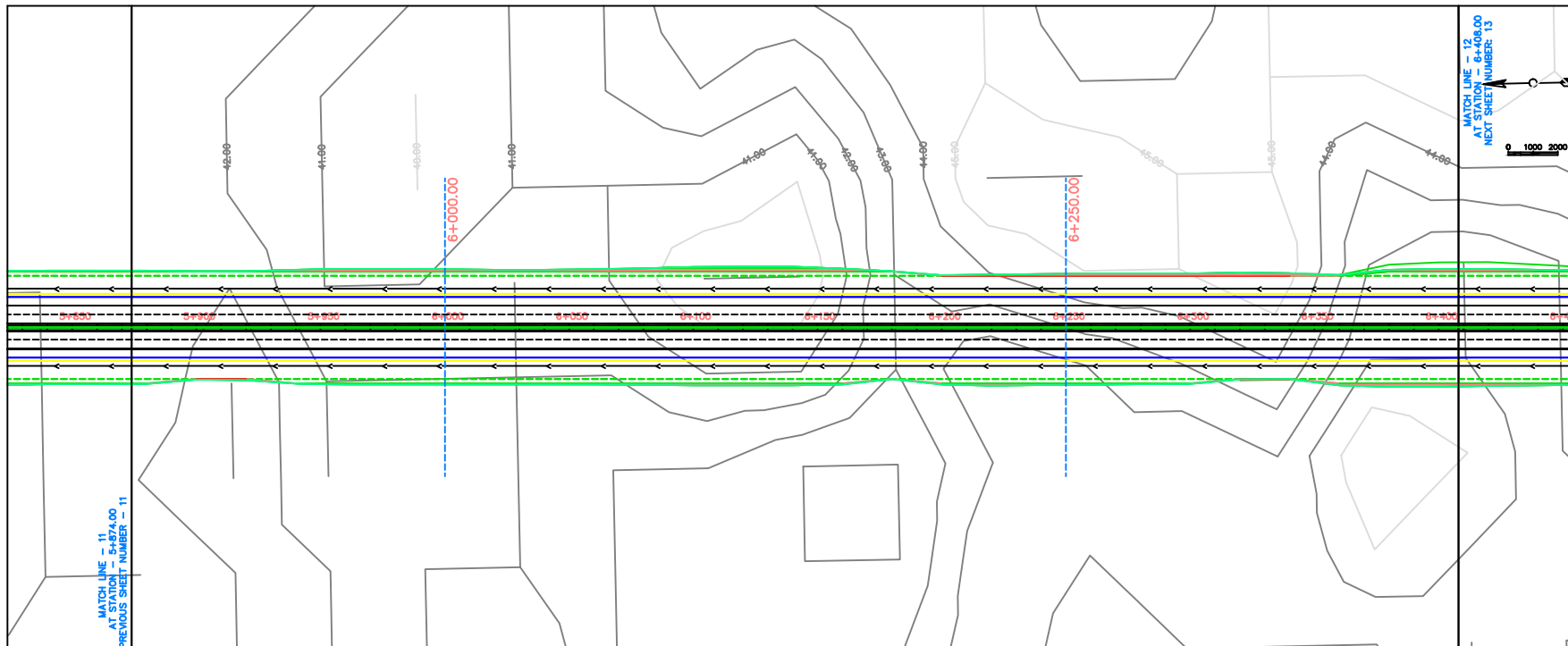
1:1500

NOMOR GAMBAR

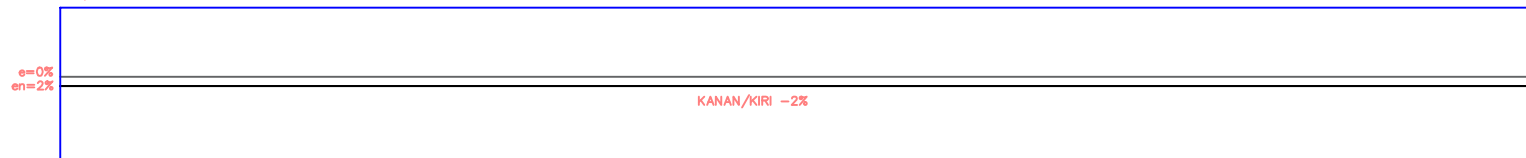
13

JUMLAH GAMBAR

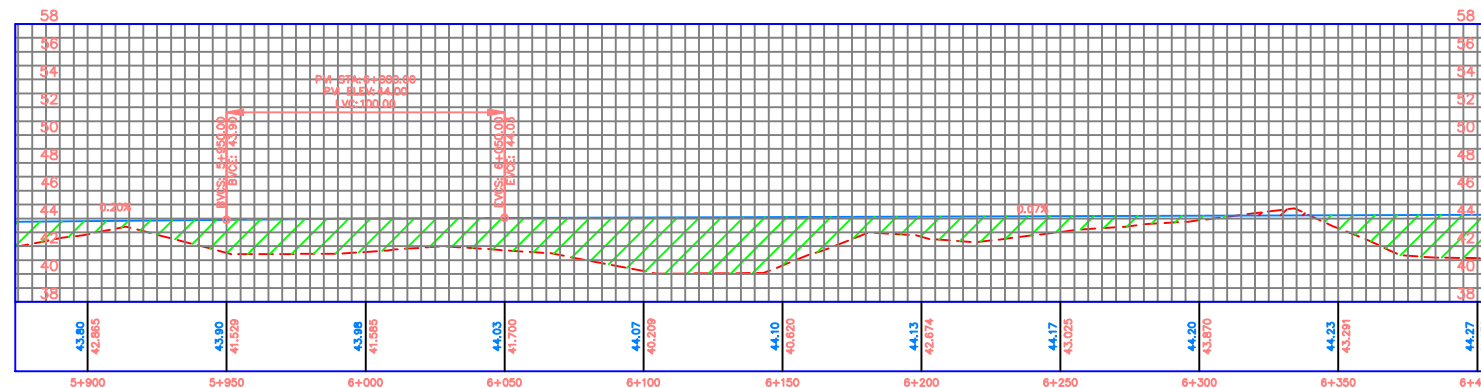
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 6+408 - Sta 6+942

SKALA

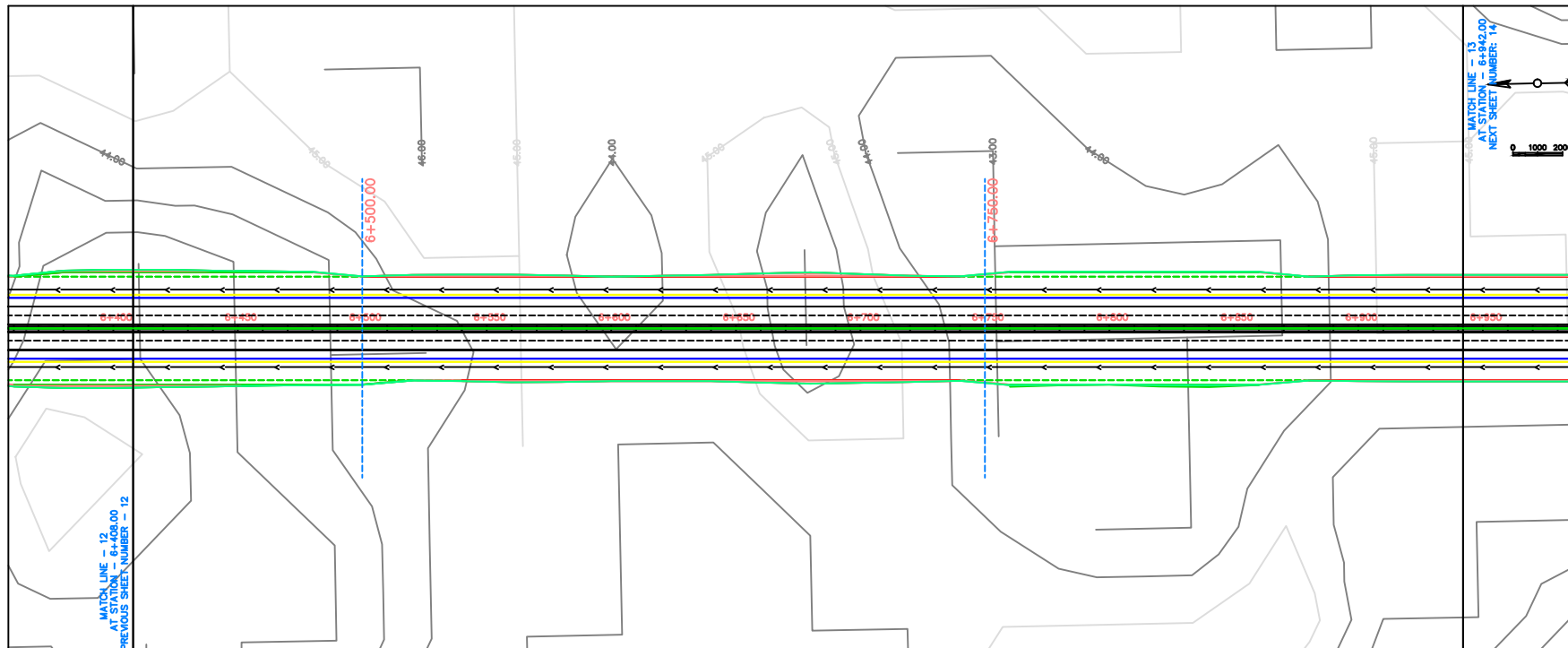
1:1500

NOMOR GAMBAR

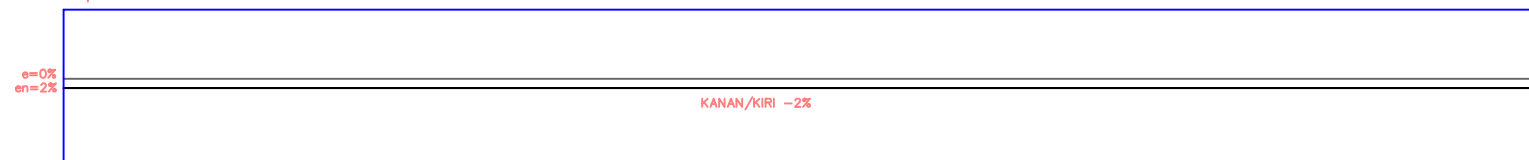
14

JUMLAH GAMBAR

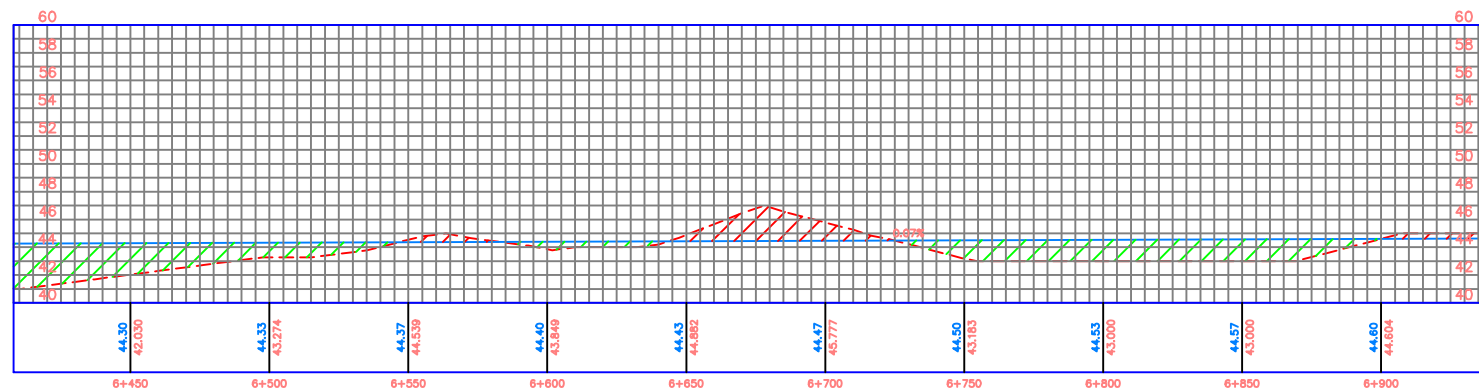
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 6+942 - Sta 7+476

SKALA

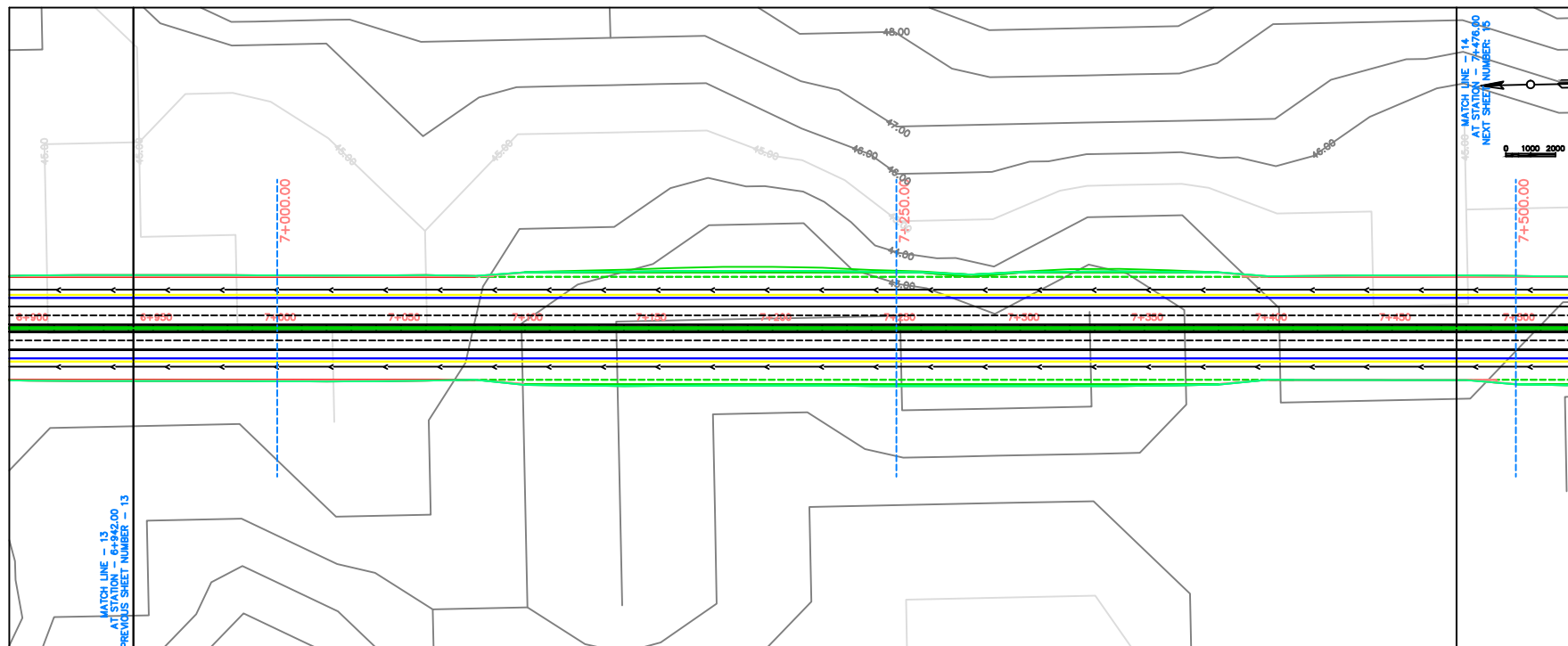
1:1500

NOMOR GAMBAR

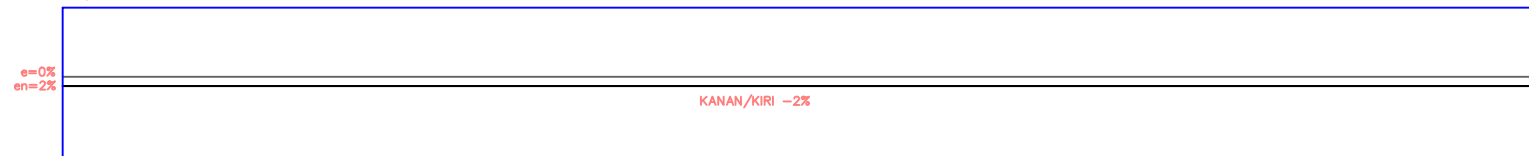
15

JUMLAH GAMBAR

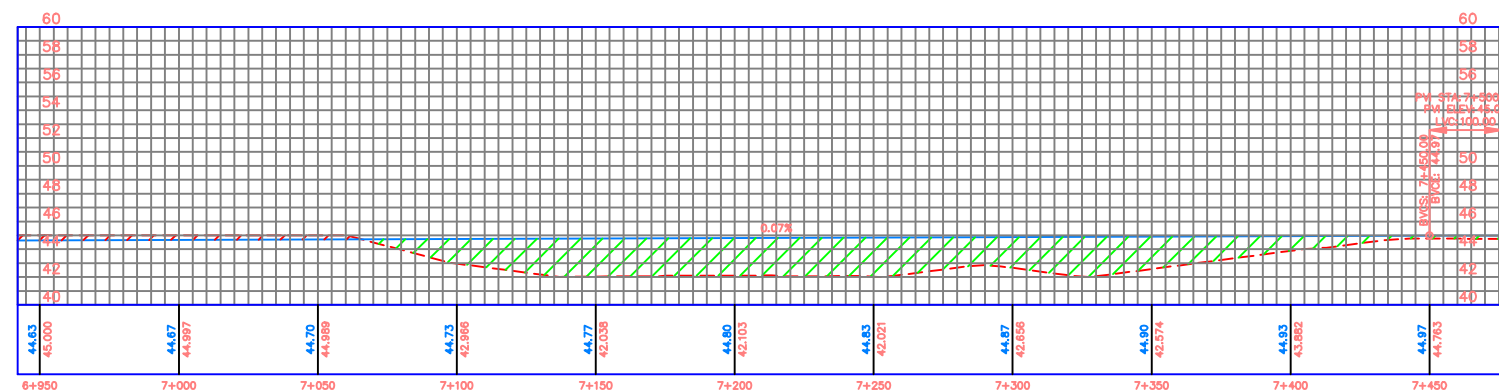
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 7+476 - Sta 8+010

SKALA

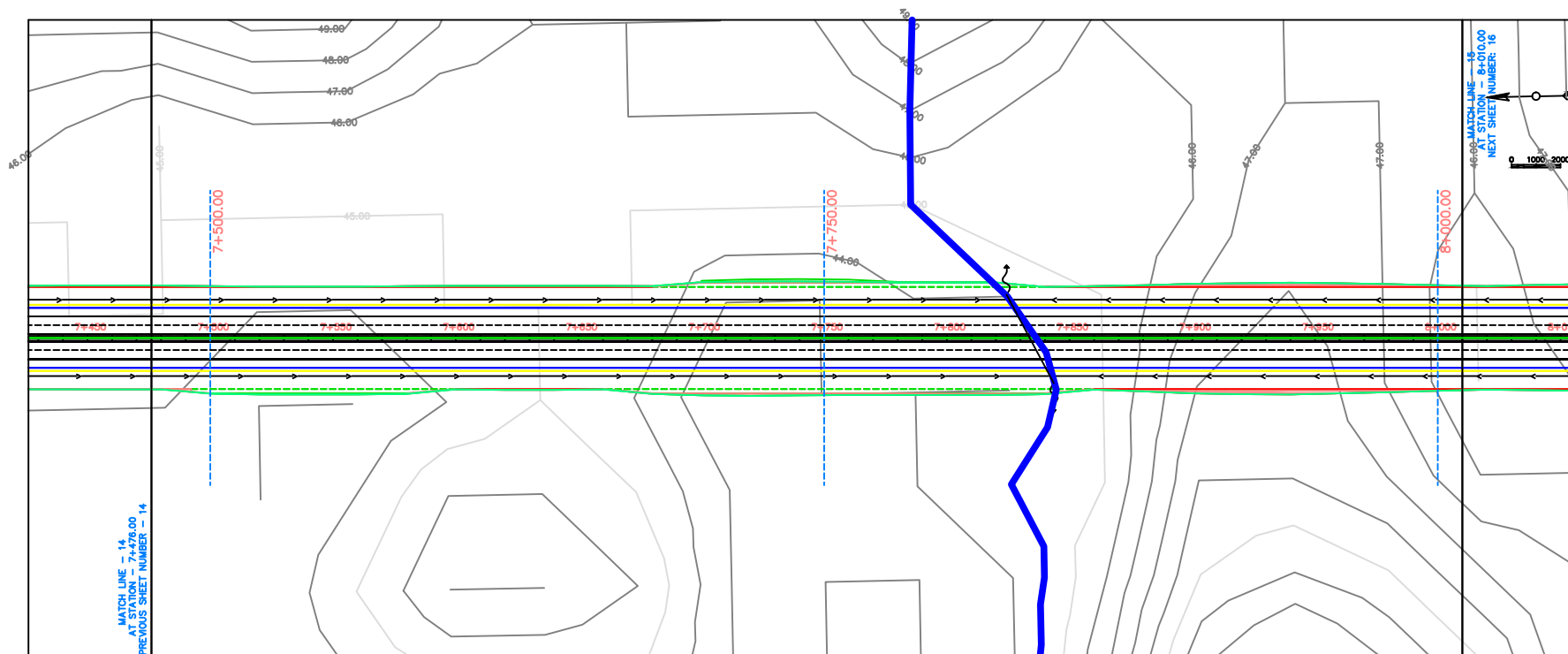
1:1500

NOMOR GAMBAR

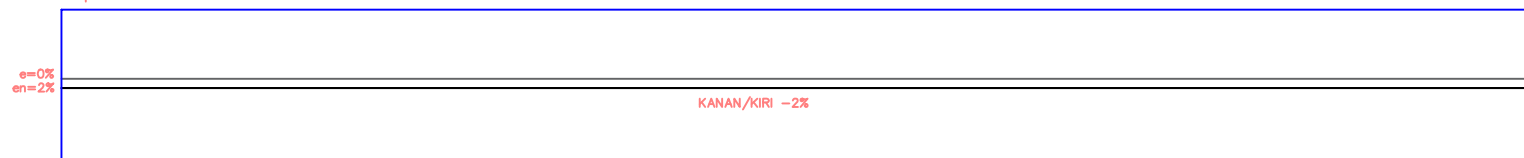
16

JUMLAH GAMBAR

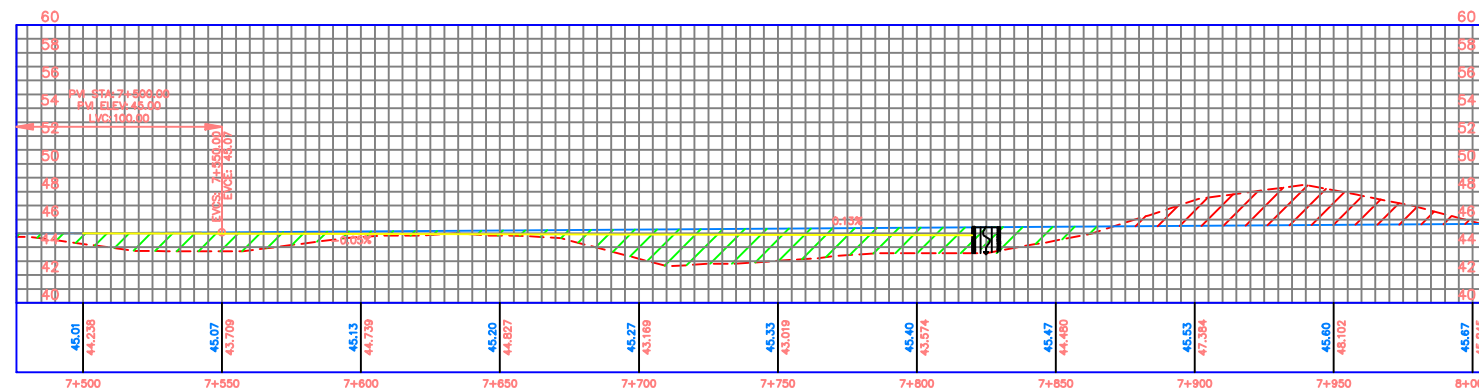
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 8+010 - Sta 8+544

SKALA

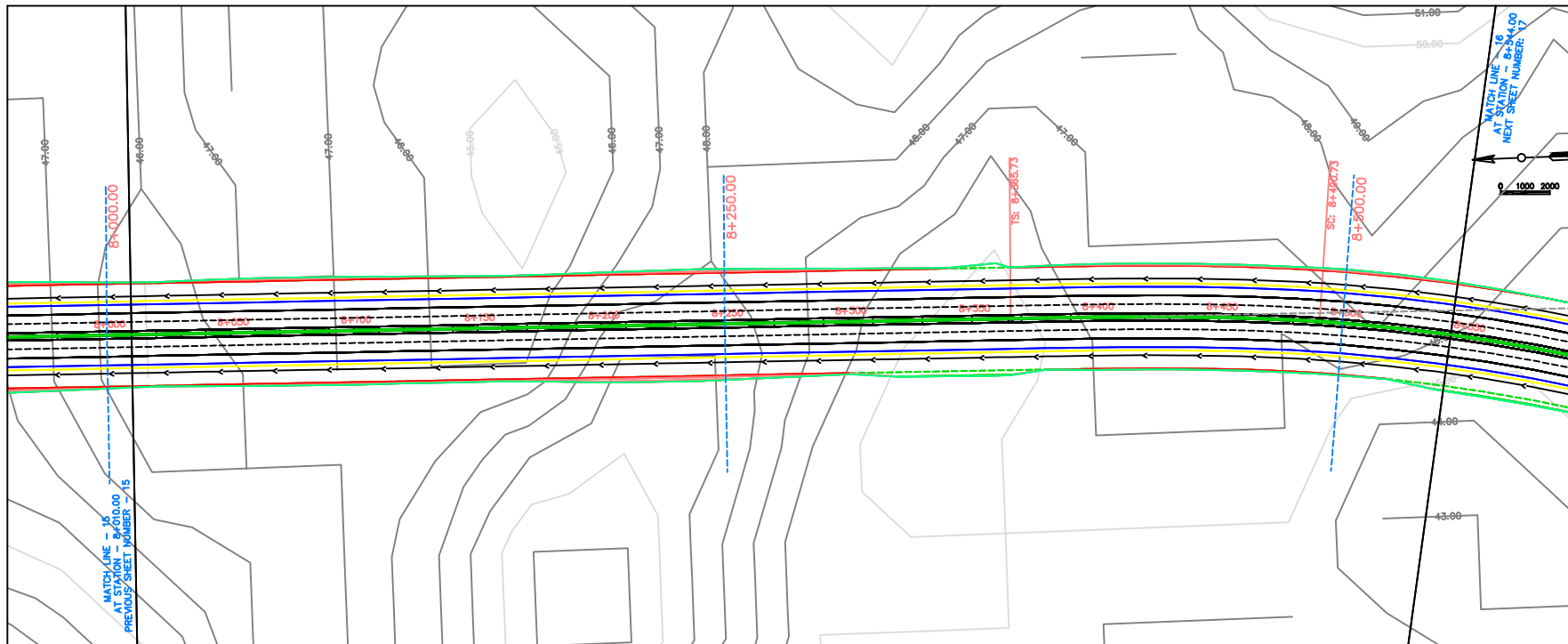
1:1500

NOMOR GAMBAR

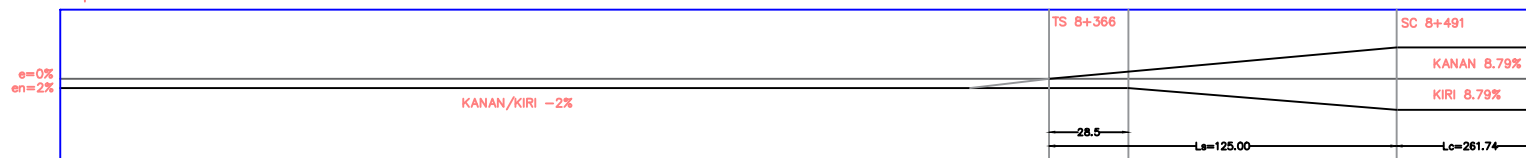
17

JUMLAH GAMBAR

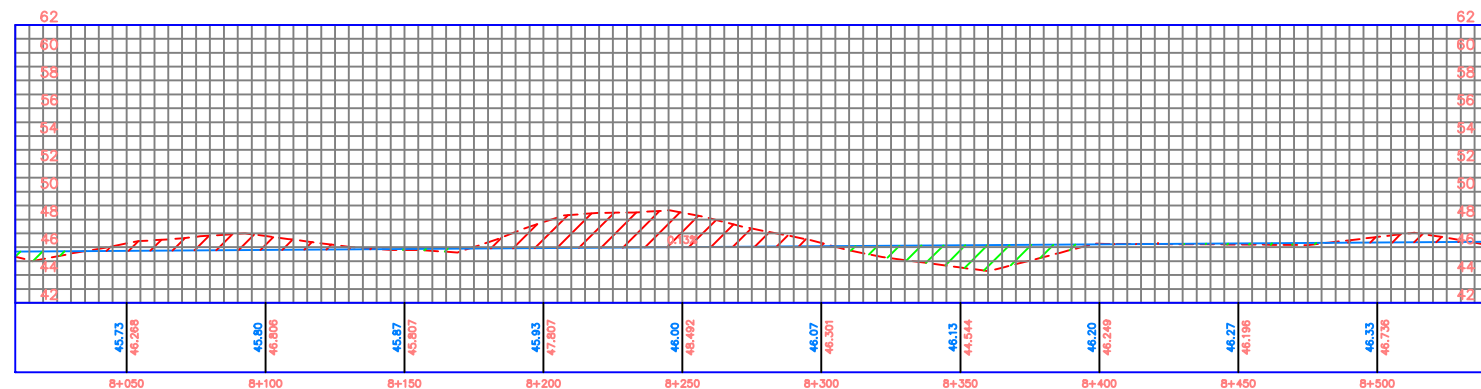
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 8+544 - Sta 9+078

SKALA

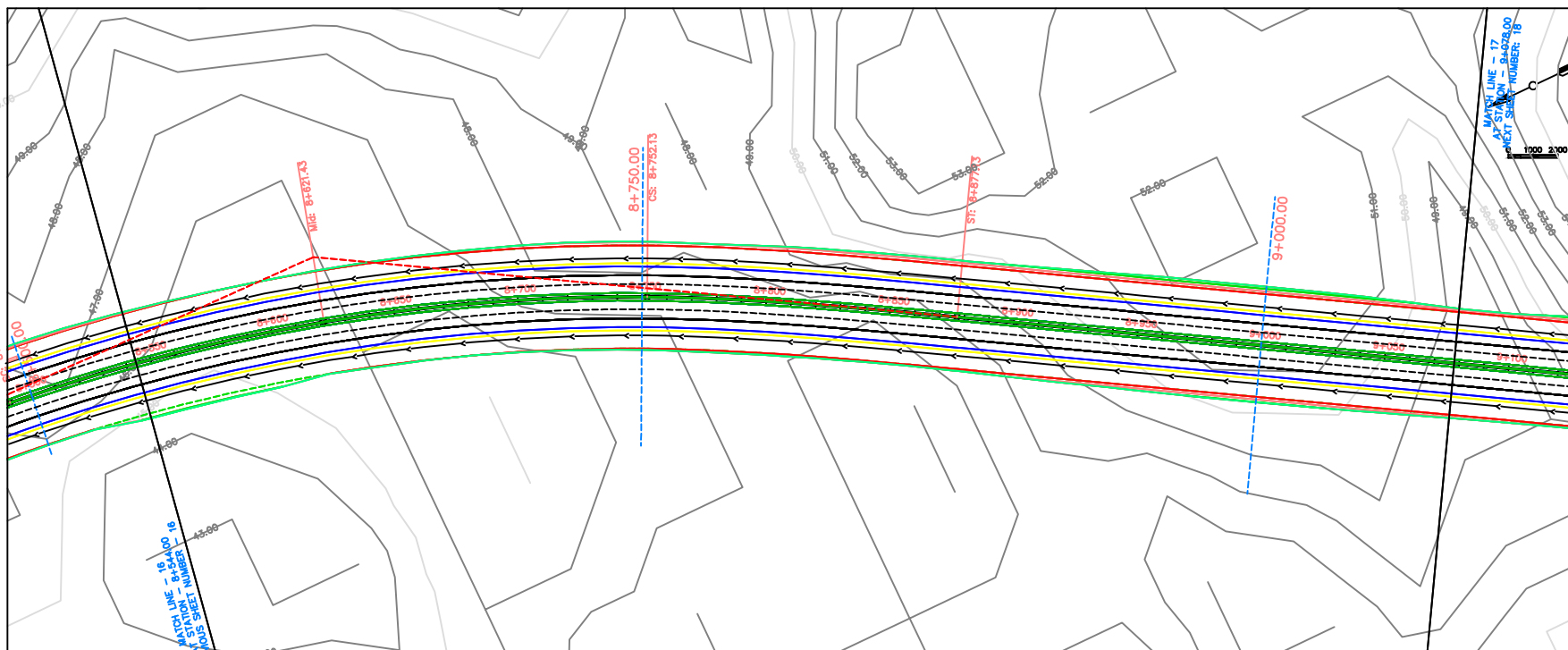
1:1500

NOMOR GAMBAR

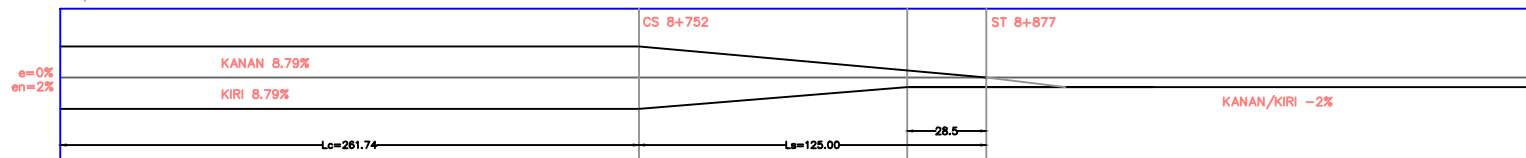
18

JUMLAH GAMBAR

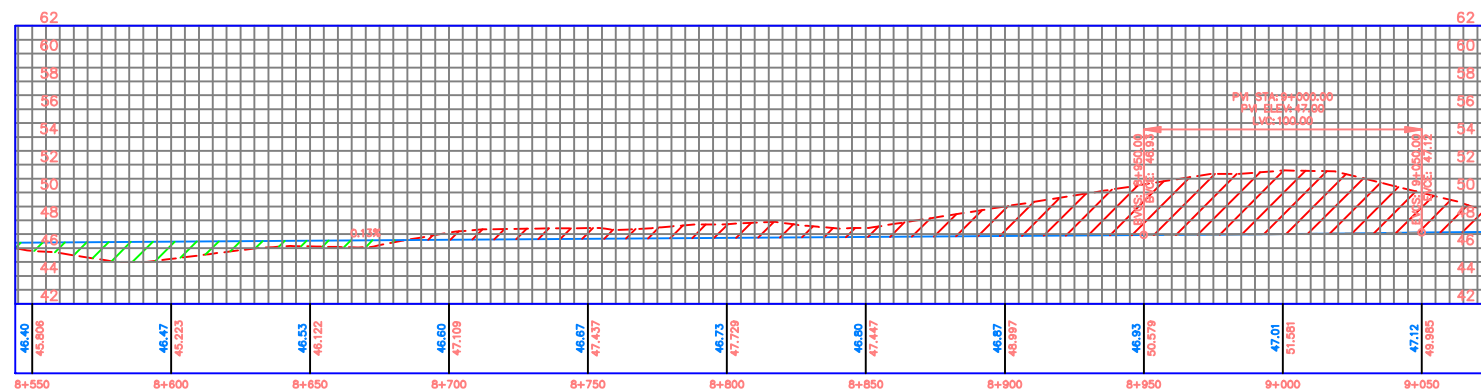
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 9+078 - Sta 9+612

SKALA

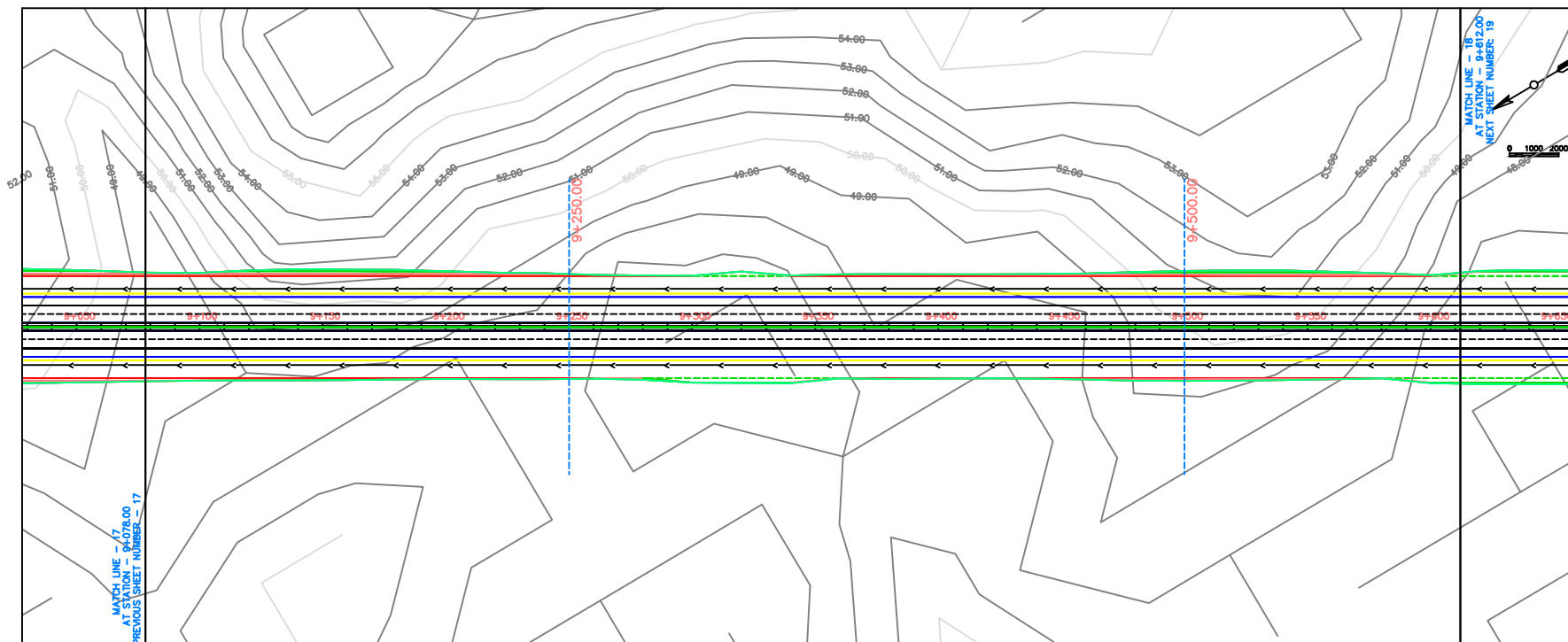
1:1500

NOMOR GAMBAR

19

JUMLAH GAMBAR

97

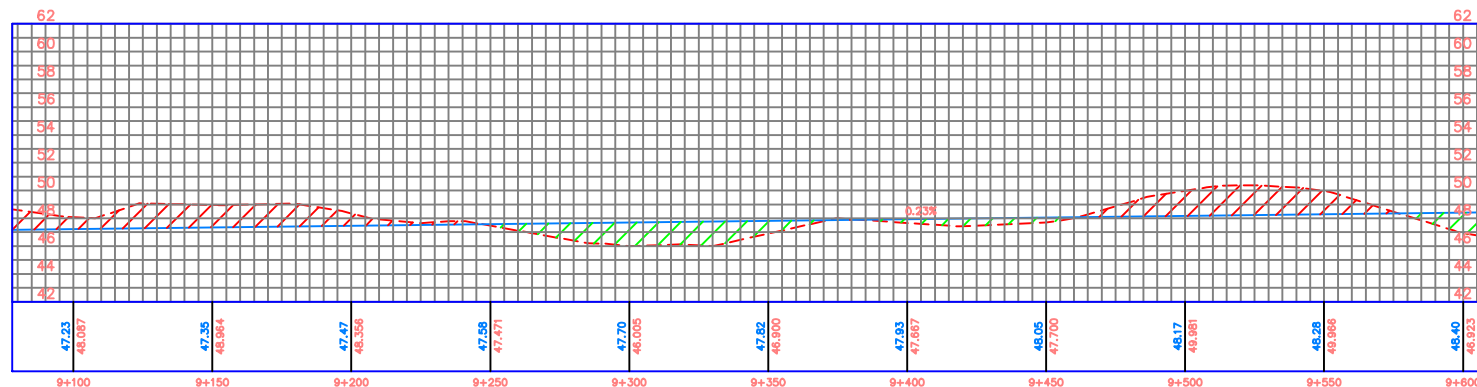


Superelevasi

$e=0\%$
 $e_n=2\%$

KANAN/KIRI -2%

Alinemen Vertikal



9+100	9+150	9+200	9+250	9+300	9+350	9+400	9+450	9+500	9+550	9+600
47.23 46.067	47.35 46.964	47.47 46.356	47.58 47.471	47.70 46.005	47.82 46.900	47.93 47.067	48.05 47.700	48.17 46.981	48.28 46.266	48.40 46.923



JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 9+612 - Sta 10+146

SKALA

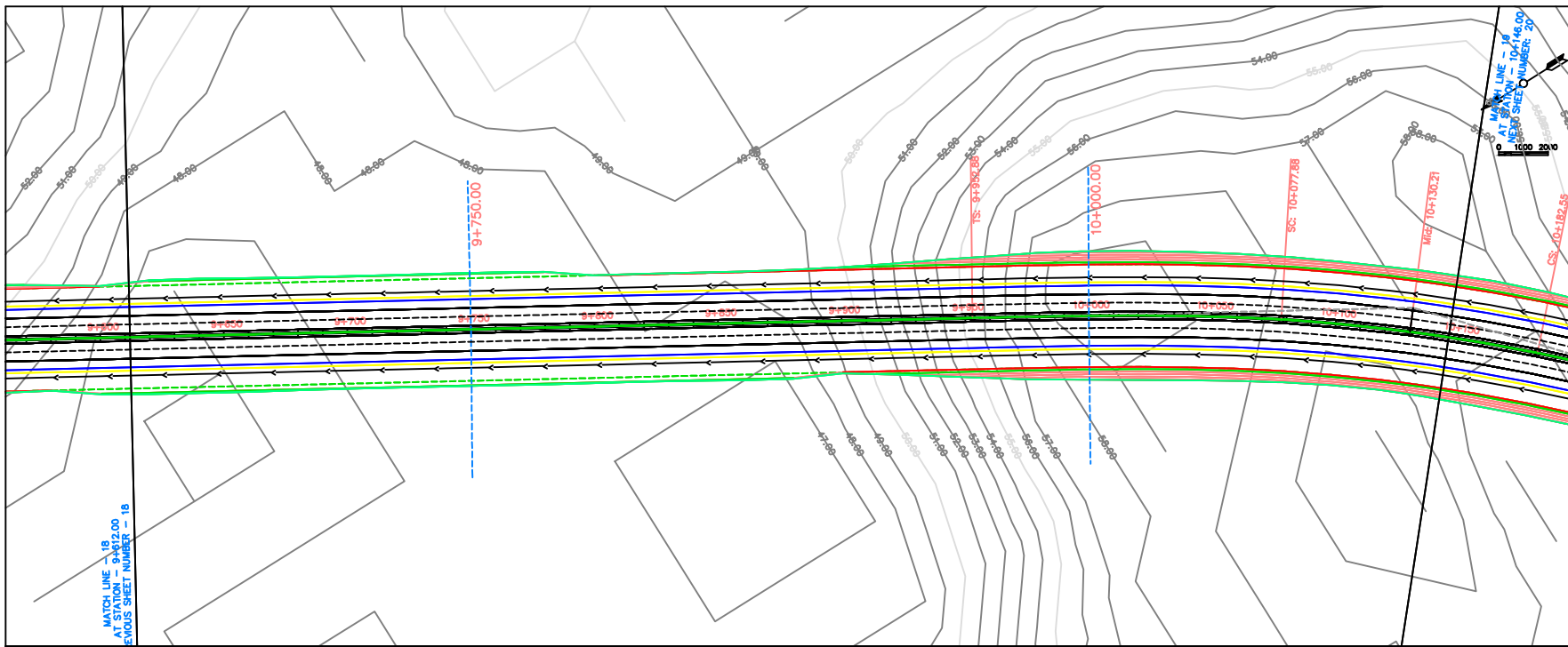
1:1500

NOMOR GAMBAR

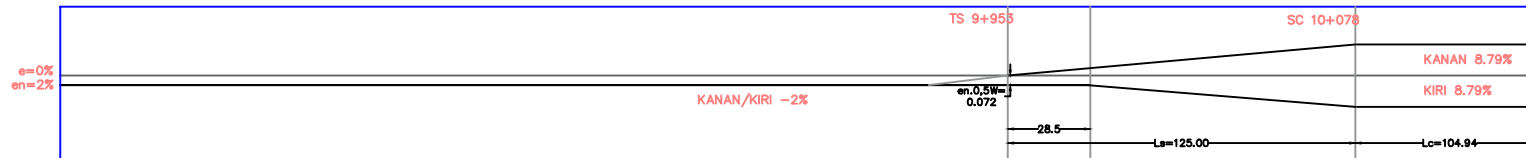
20

JUMLAH GAMBAR

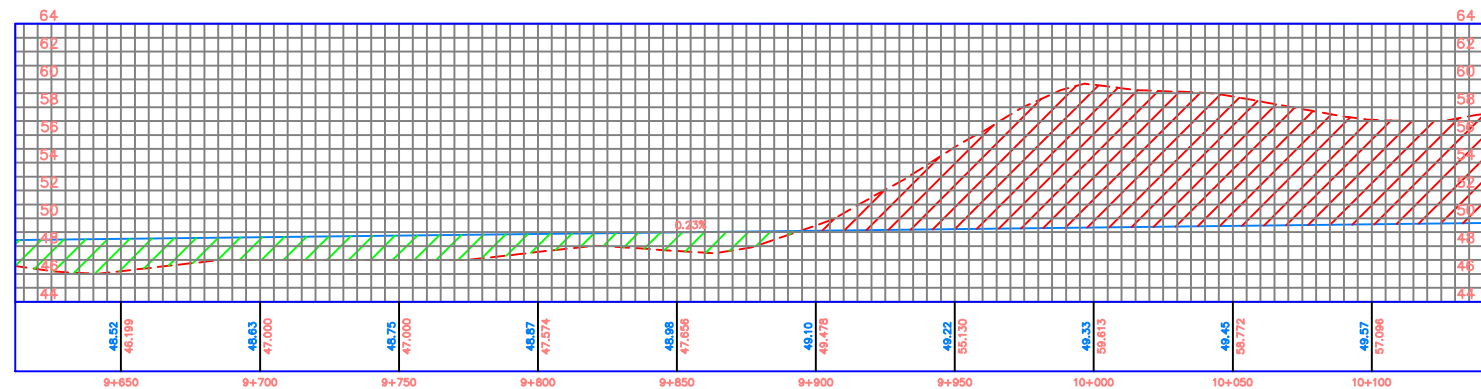
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 10+146 - Sta 10+680

SKALA

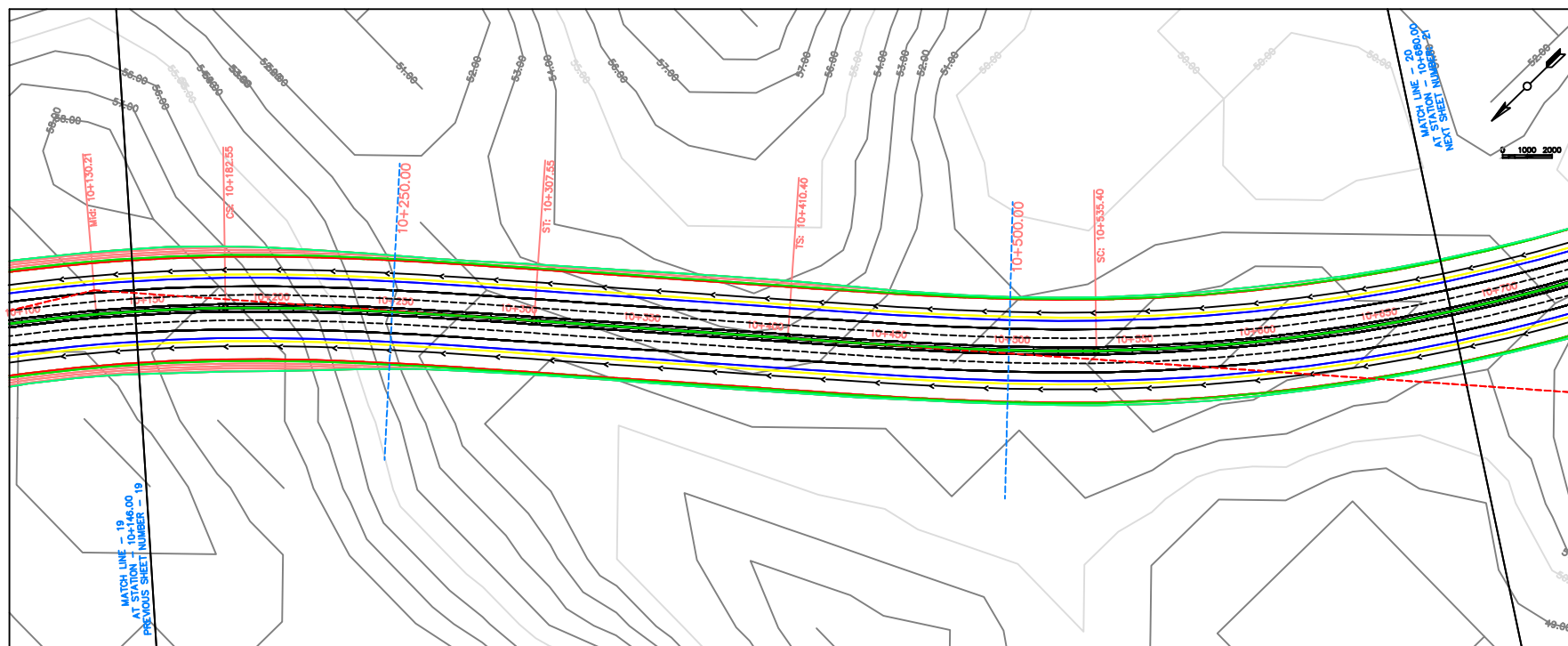
1:1500

NOMOR GAMBAR

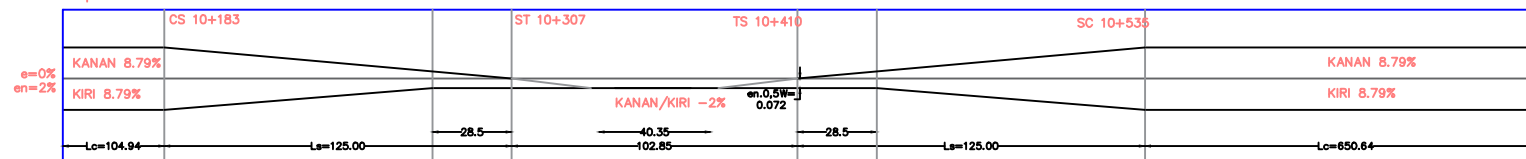
21

JUMLAH GAMBAR

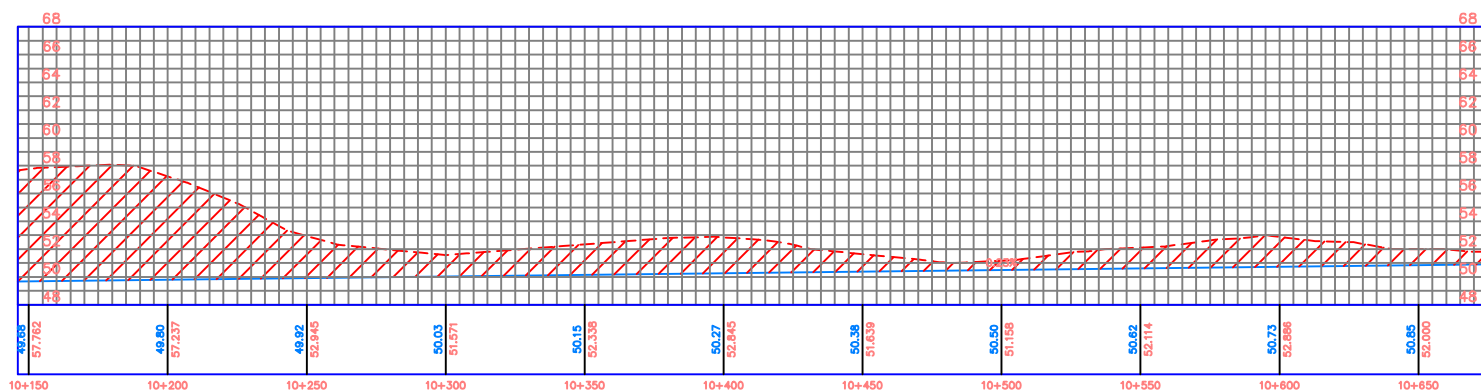
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 10+680 - Sta 11+214

SKALA

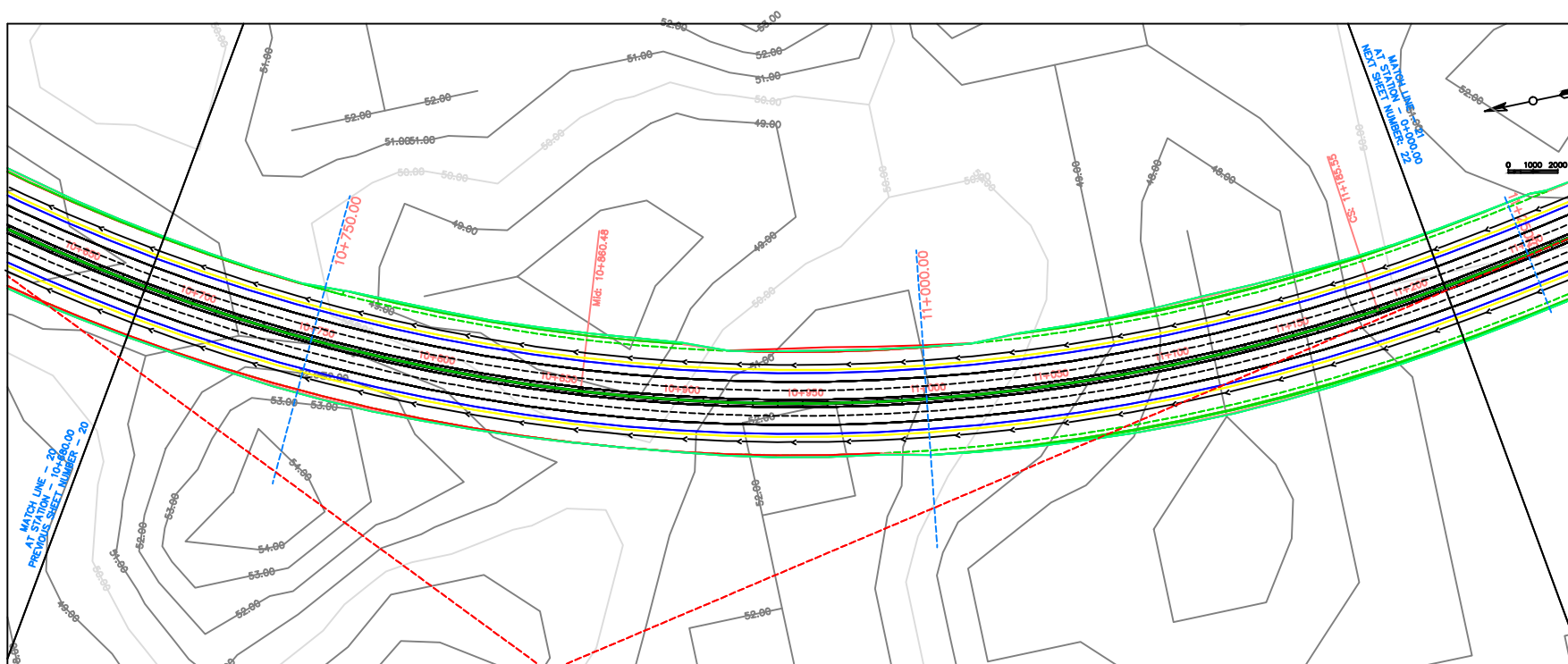
1:1500

NOMOR GAMBAR

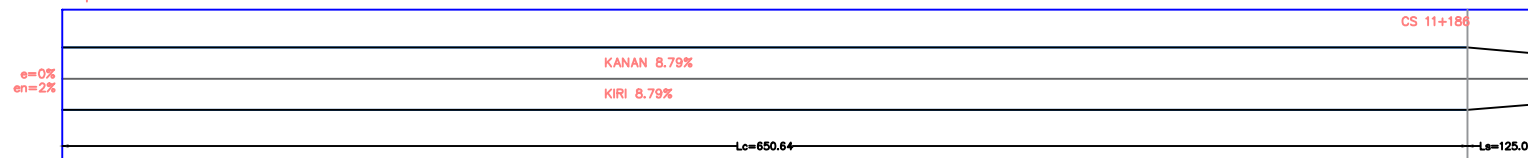
22

JUMLAH GAMBAR

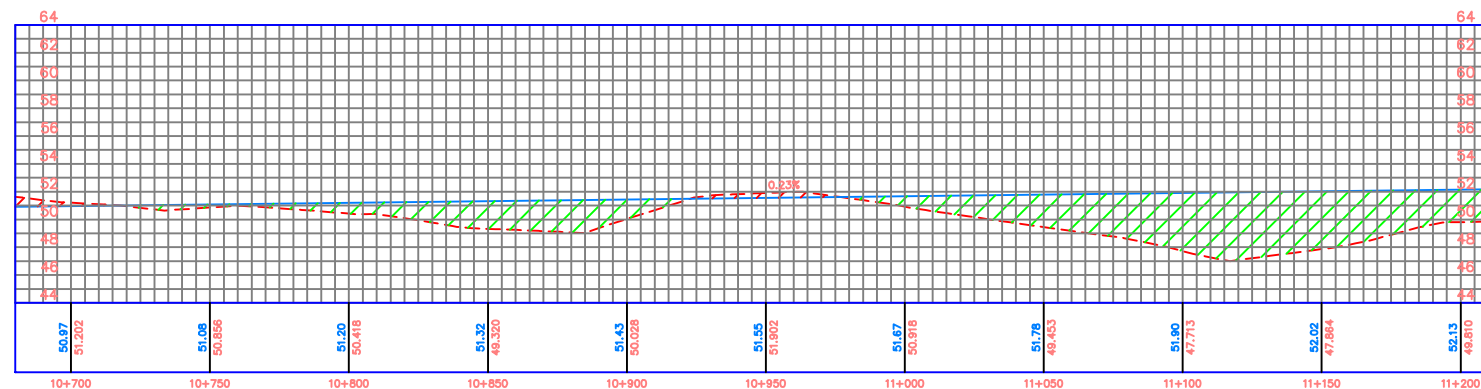
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 11+214 - Sta 11+748

SKALA

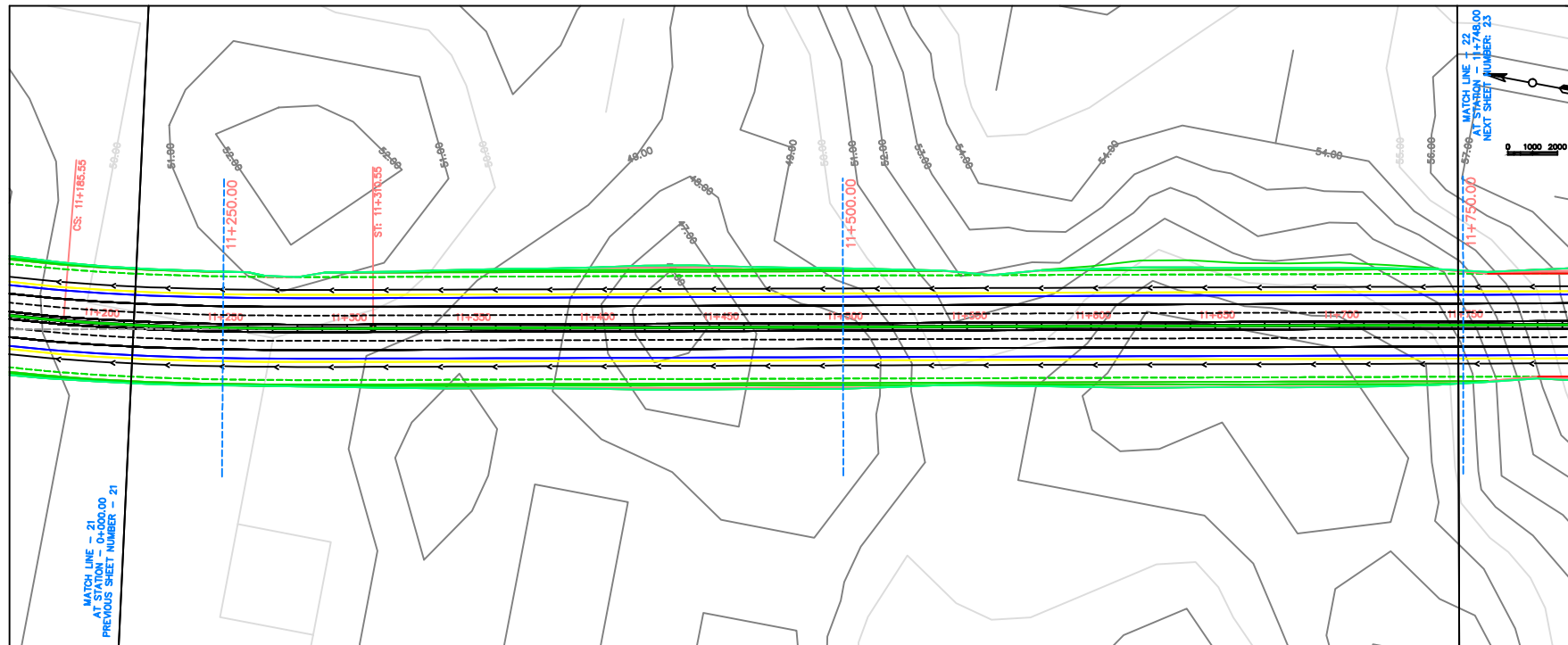
1:1500

NOMOR GAMBAR

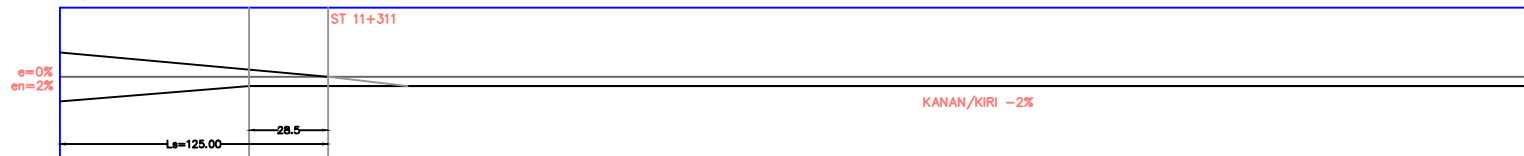
23

JUMLAH GAMBAR

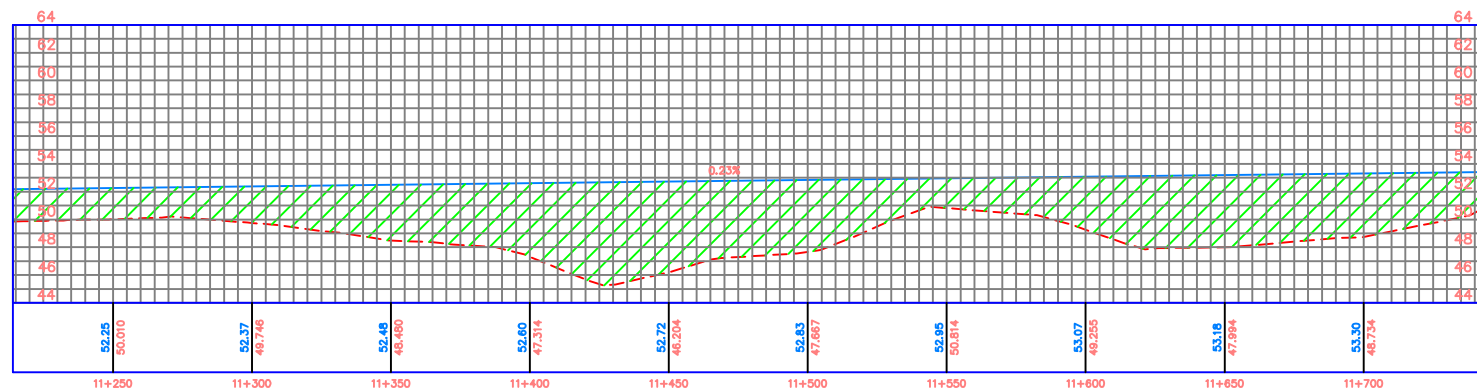
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 11+748 - Sta 12+282

SKALA

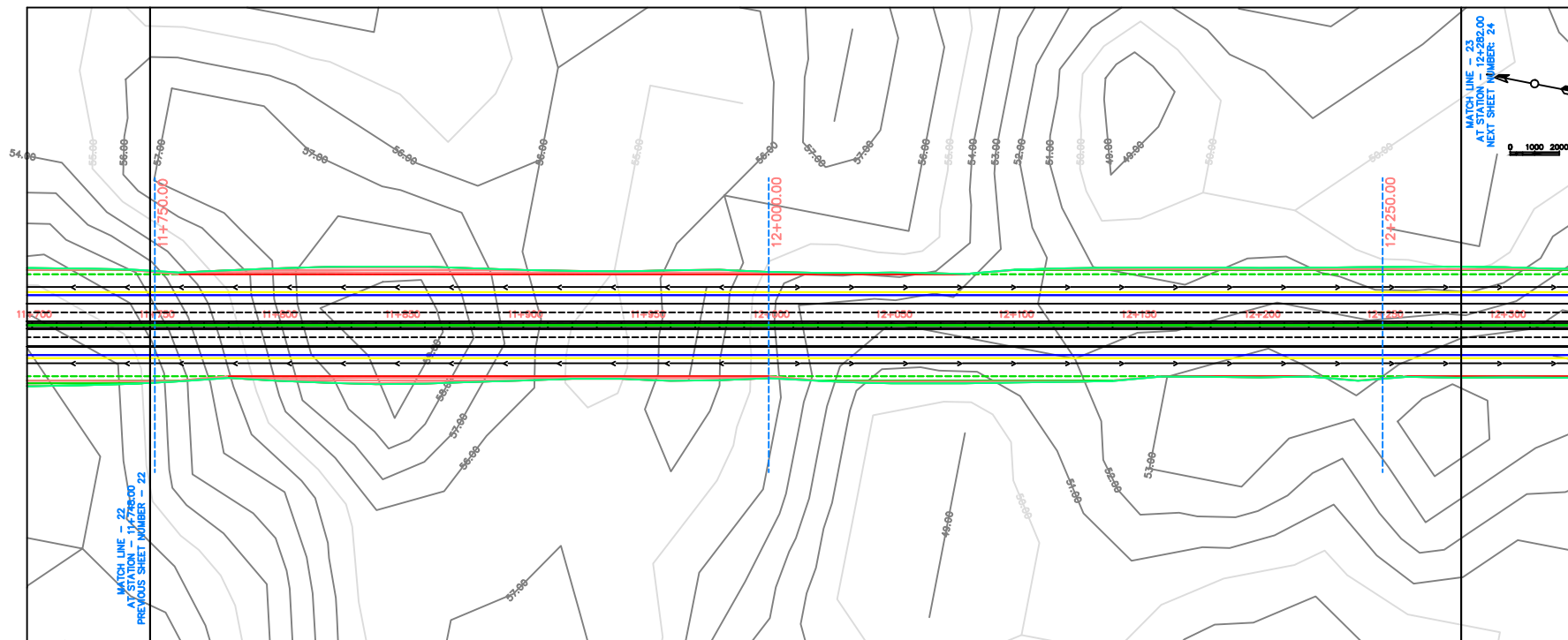
1:1500

NOMOR GAMBAR

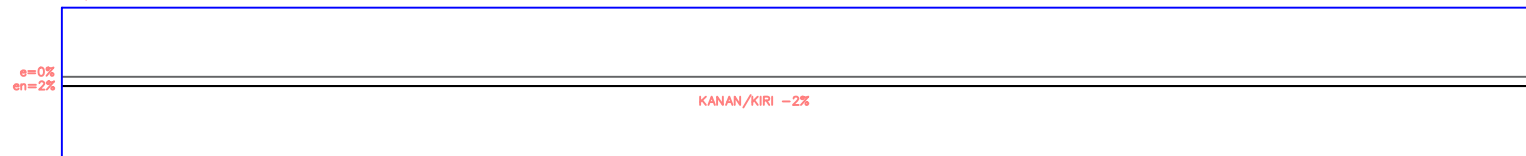
24

JUMLAH GAMBAR

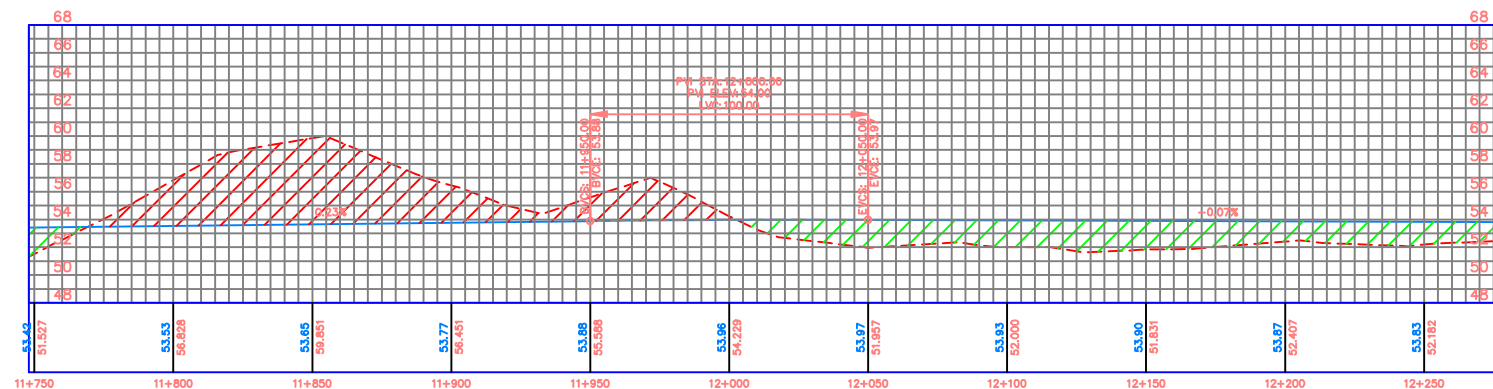
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 12+282 - Sta 12+816

SKALA

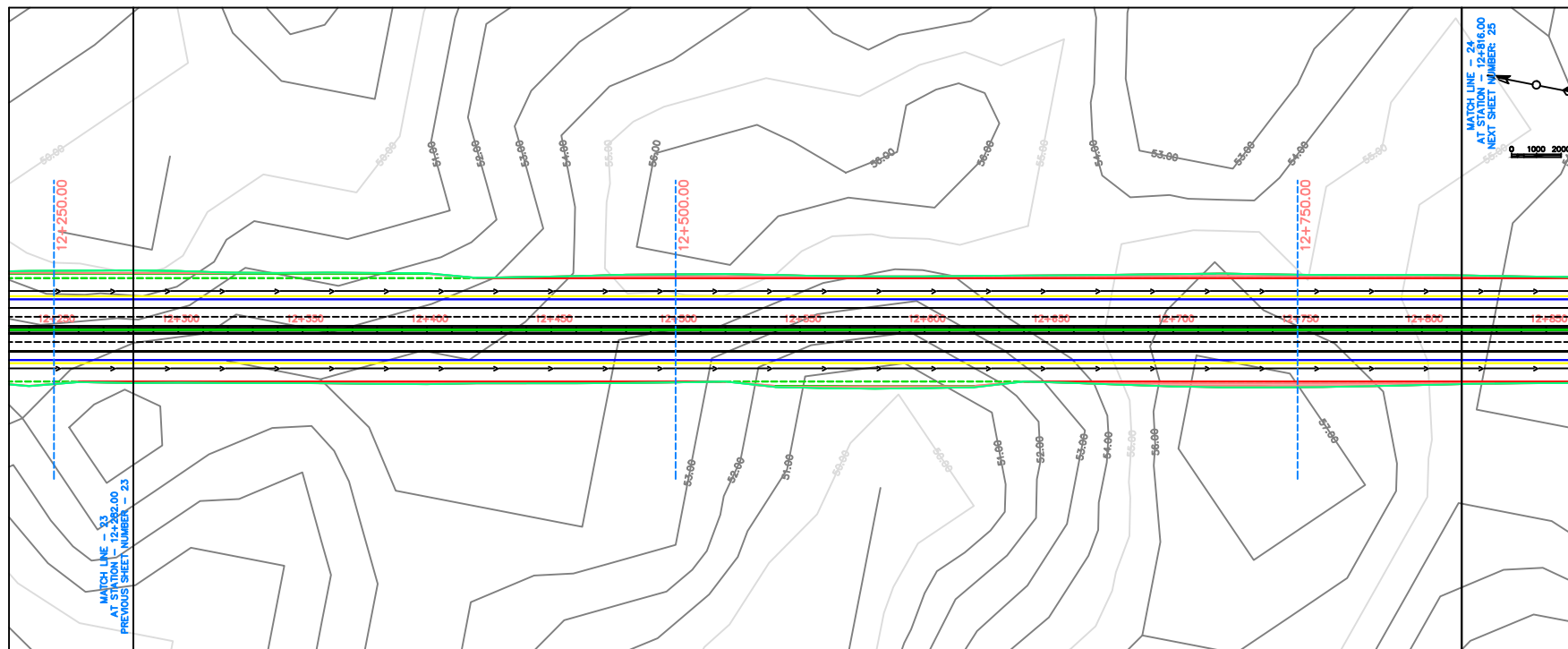
1:1500

NOMOR GAMBAR

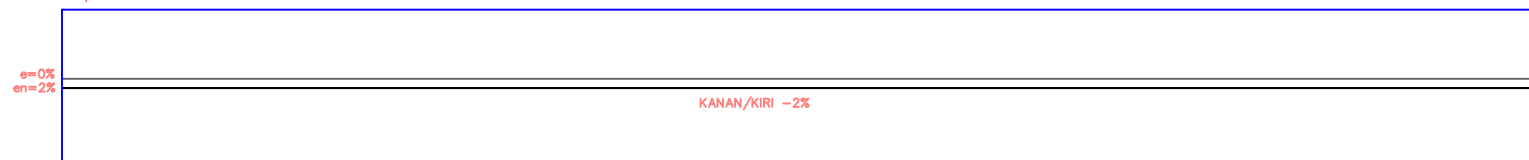
25

JUMLAH GAMBAR

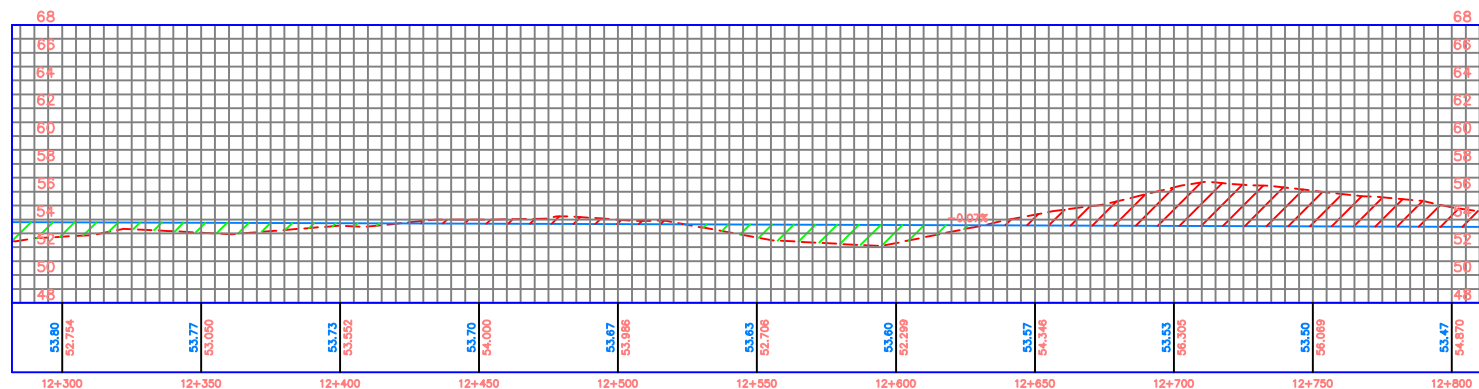
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 12+816 - Sta 13+350

SKALA

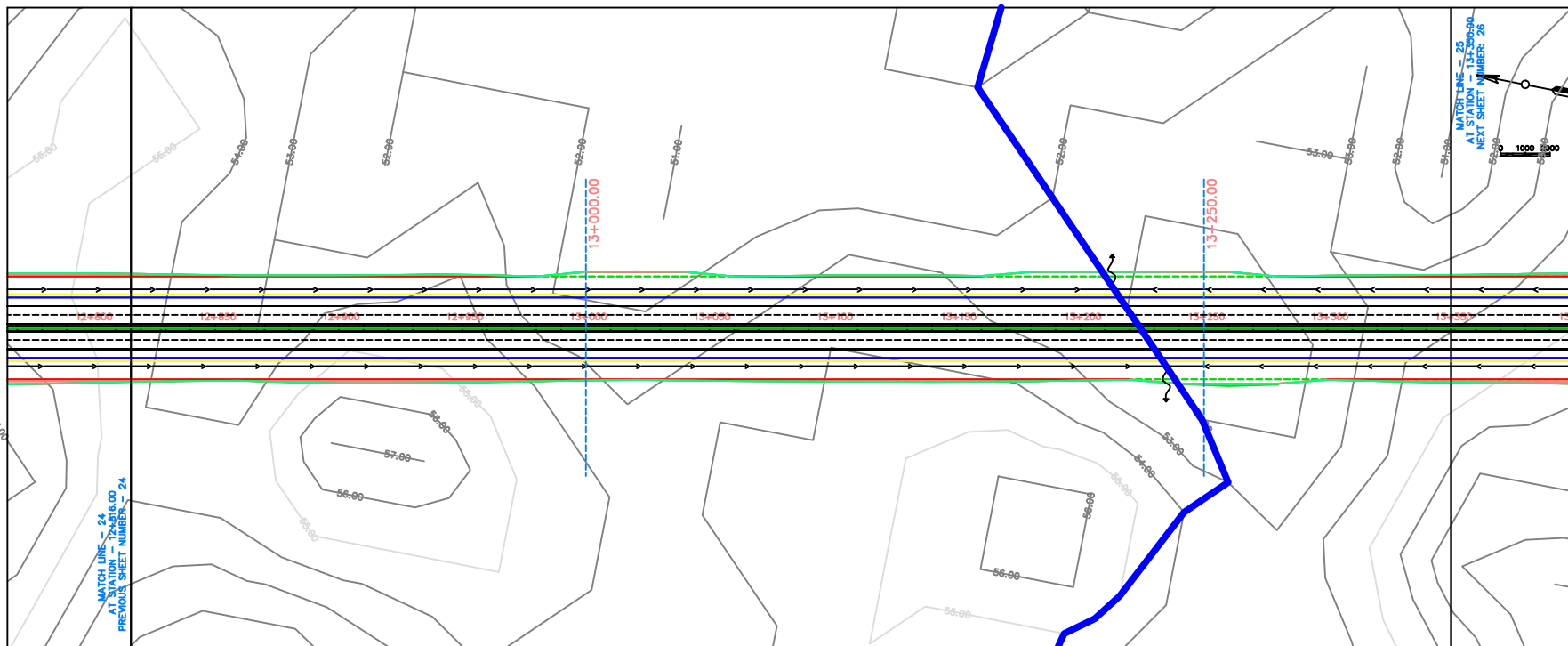
1:1500

NOMOR GAMBAR

26

JUMLAH GAMBAR

97

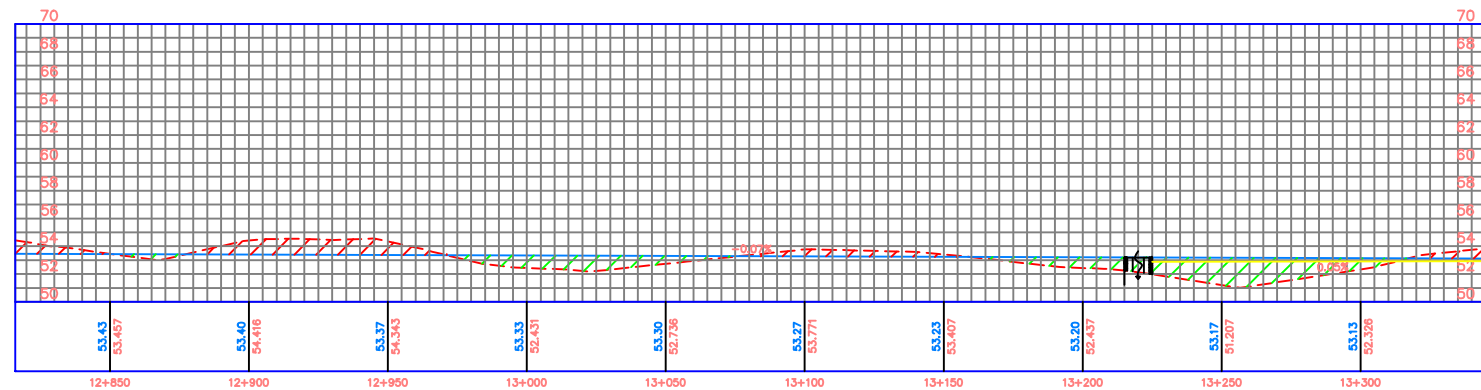


Superelevasi

$e=0\%$
 $en=2\%$

KANAN/KIRI -2%

Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 13+350 - Sta 13+884

SKALA

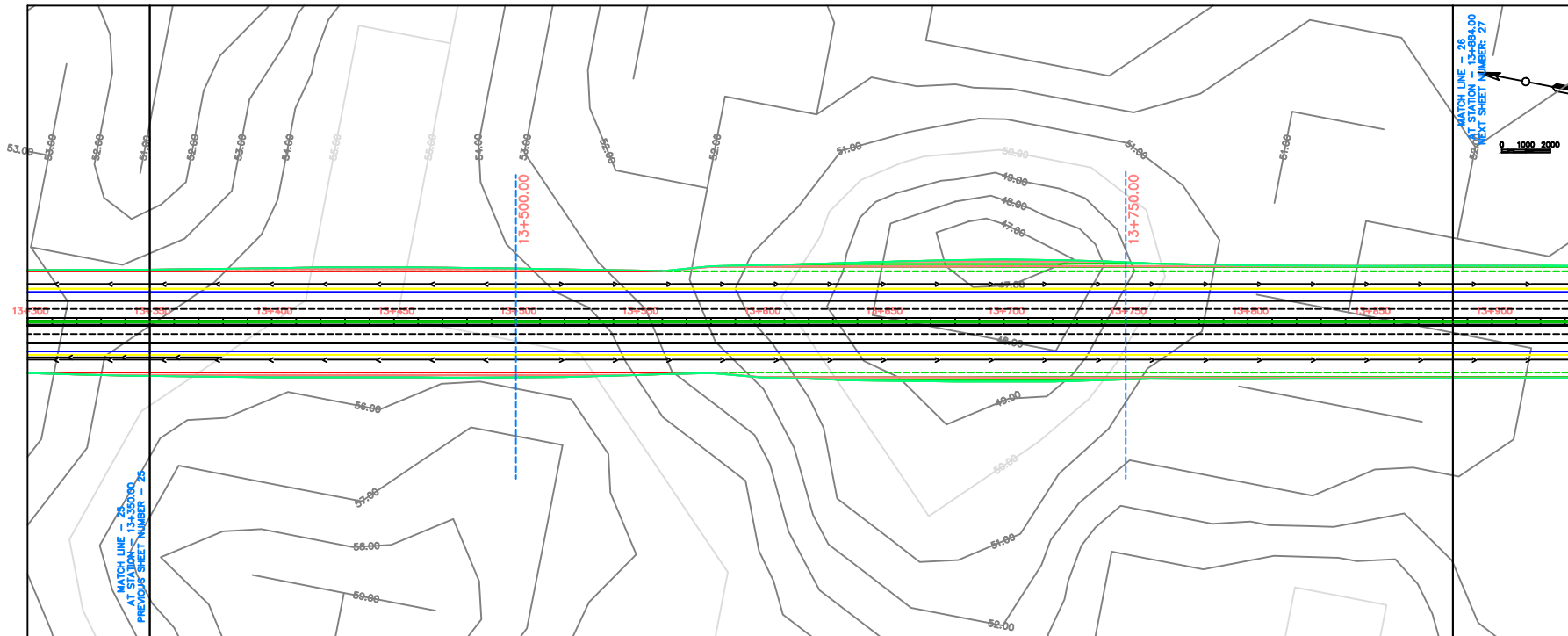
1:1500

NOMOR GAMBAR

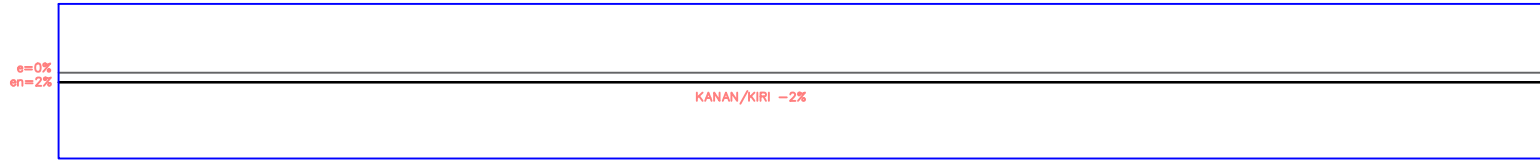
27

JUMLAH GAMBAR

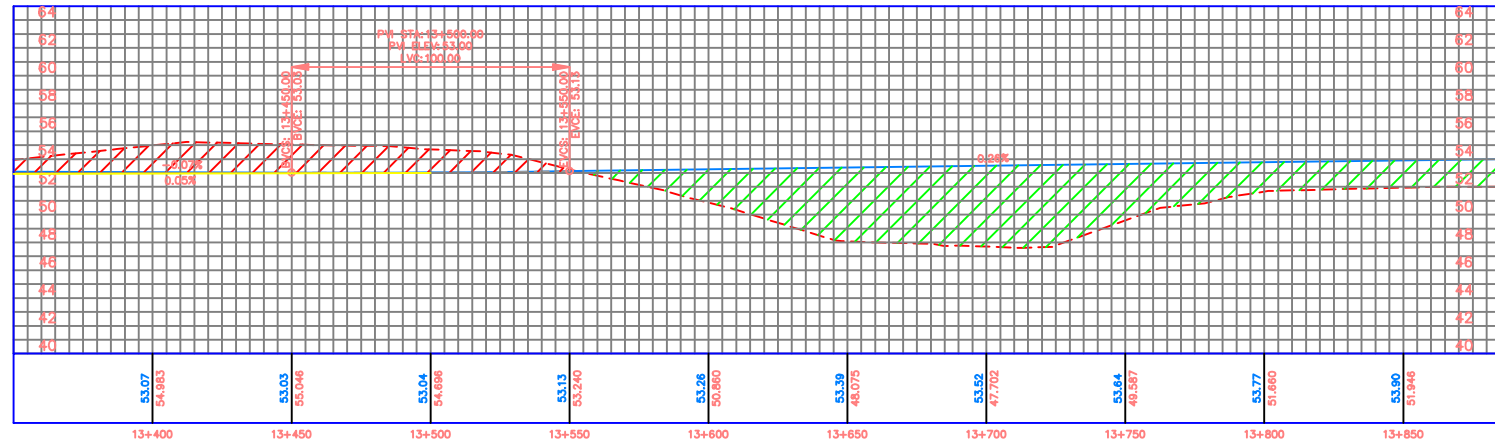
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 13+884- Sta 14+418

SKALA

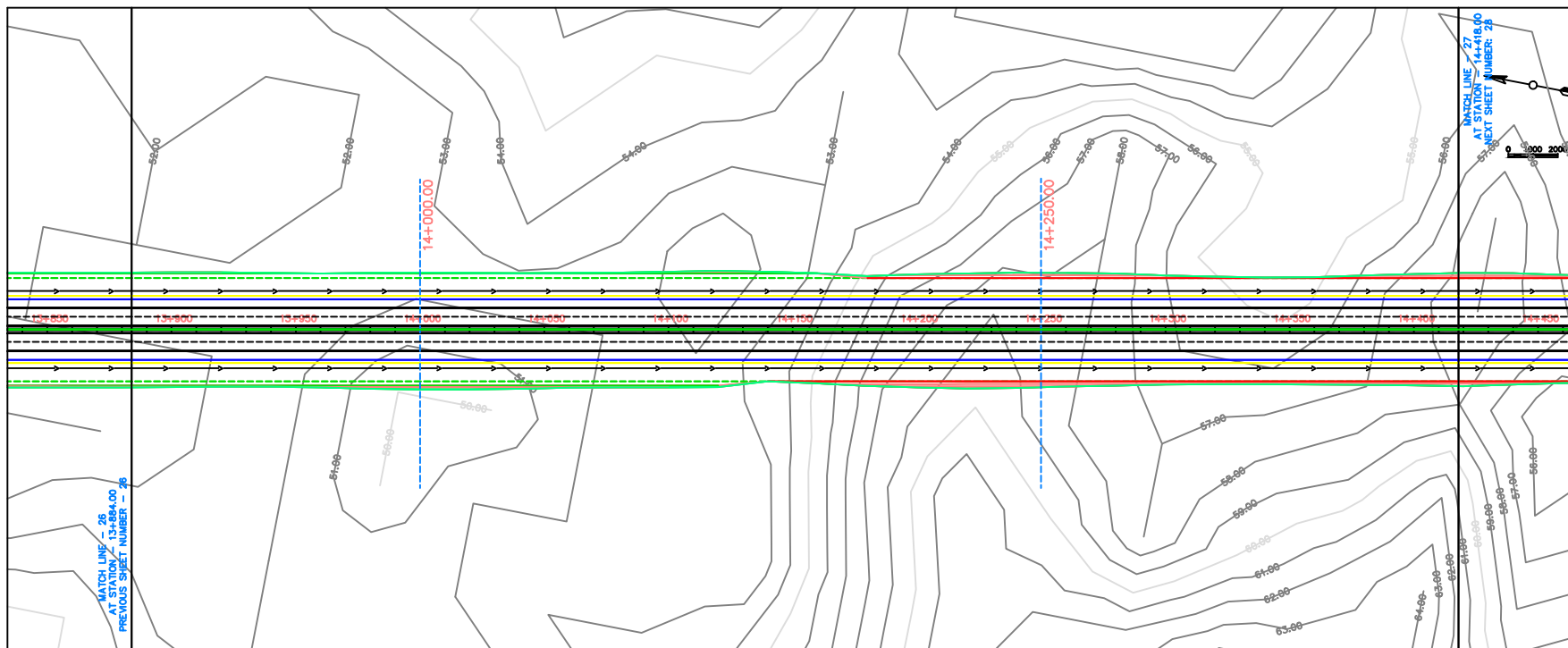
1:1500

NOMOR GAMBAR

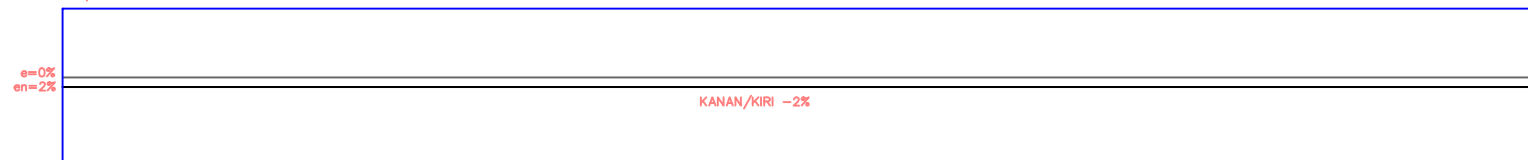
28

JUMLAH GAMBAR

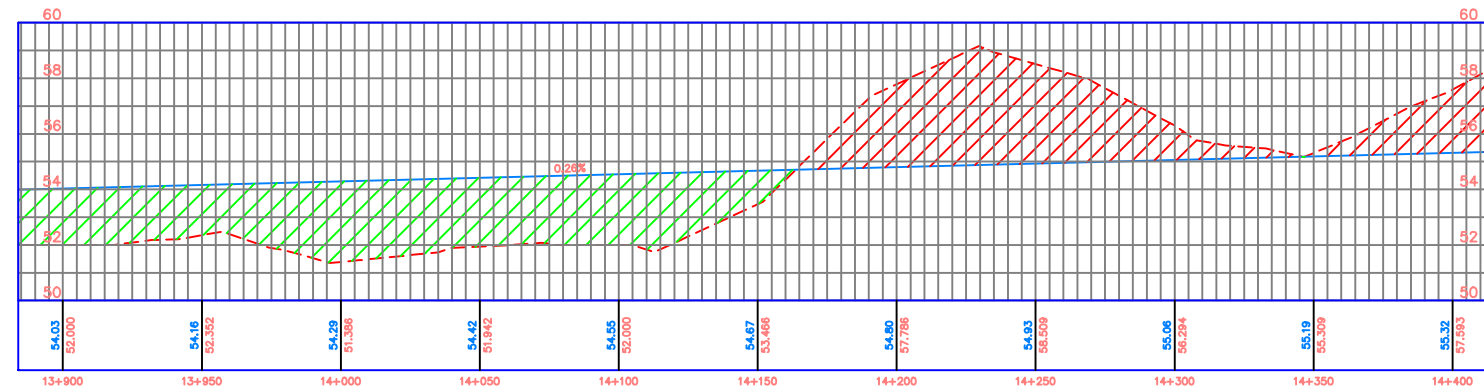
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 14+418 - Sta 14+952

SKALA

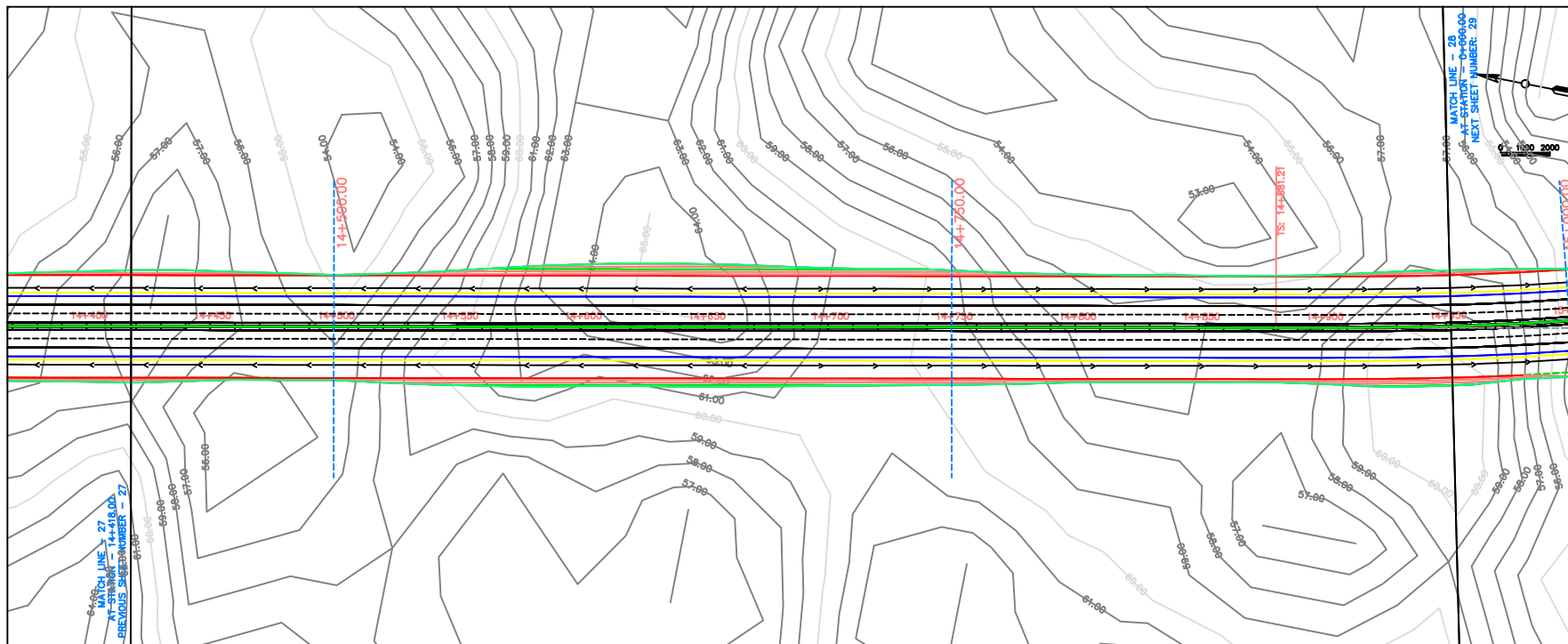
1:1500

NOMOR GAMBAR

29

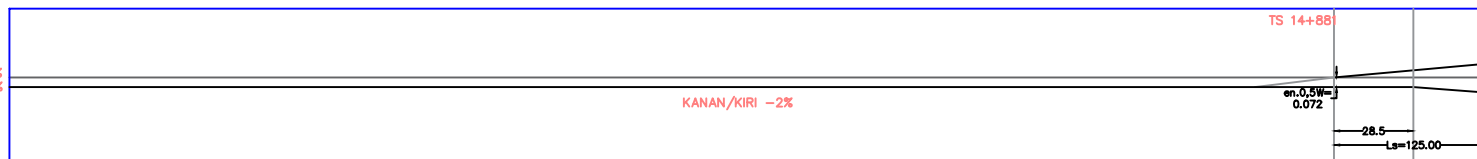
JUMLAH GAMBAR

97

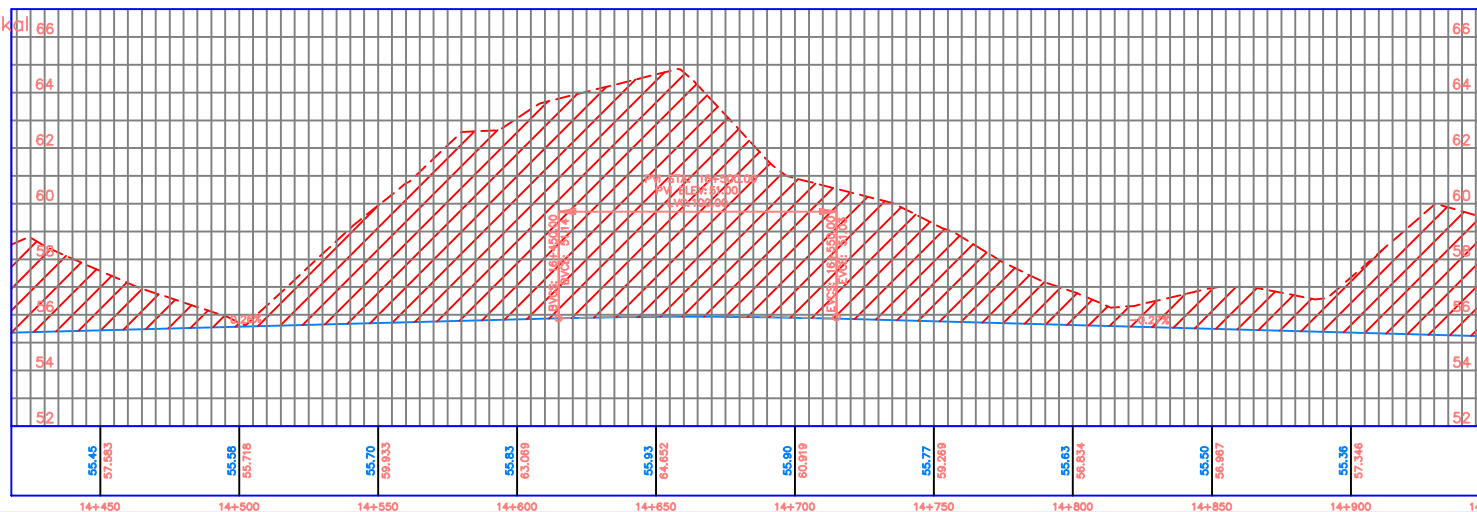


Superelevasi

$e=0\%$
 $e_n=2\%$



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 14+952 - Sta 15+486

SKALA

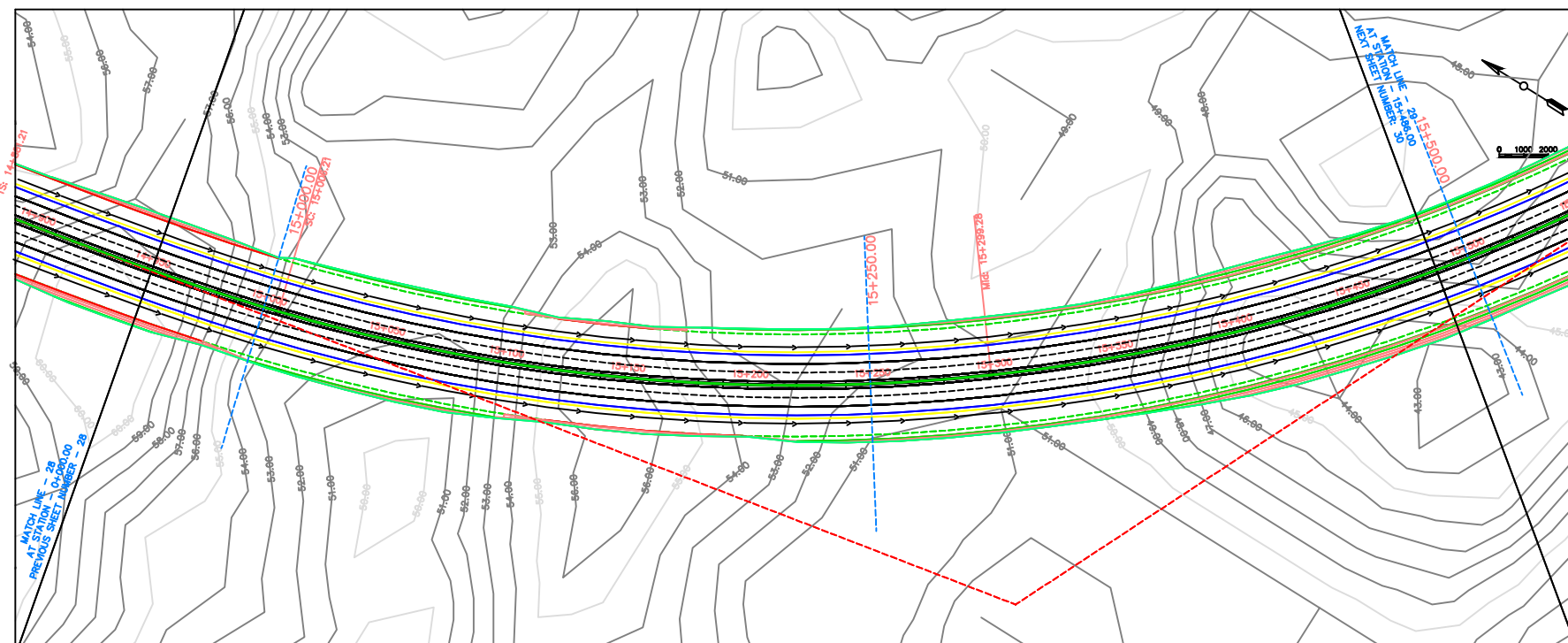
1:1500

NOMOR GAMBAR

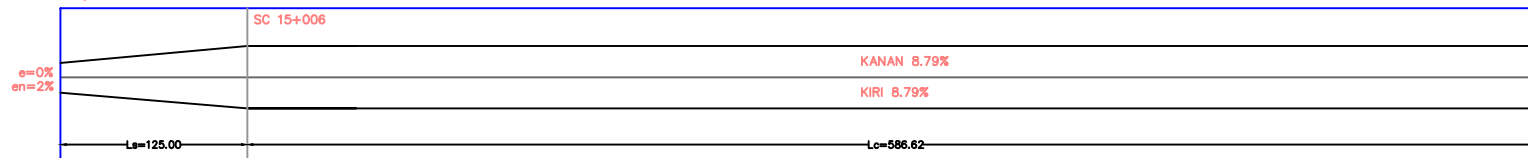
30

JUMLAH GAMBAR

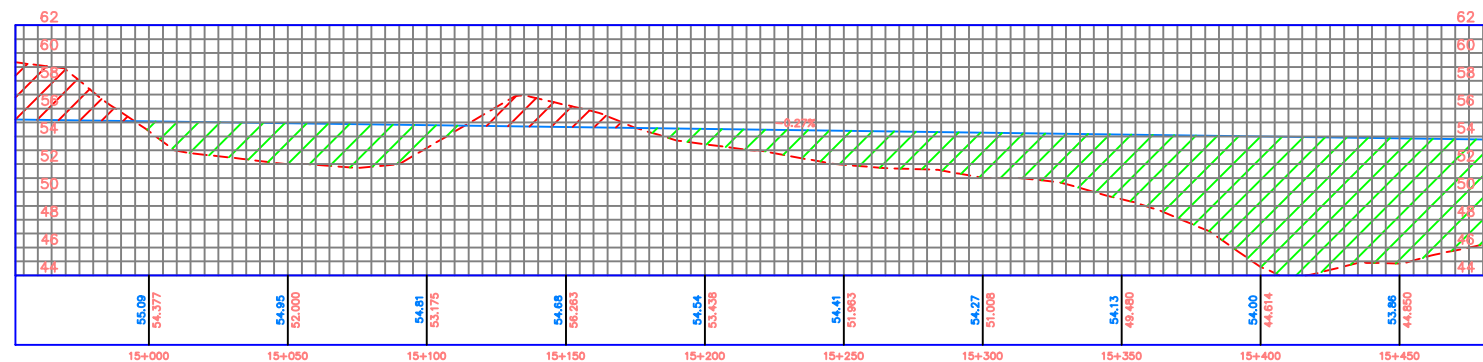
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 15+486 - Sta 16+020

SKALA

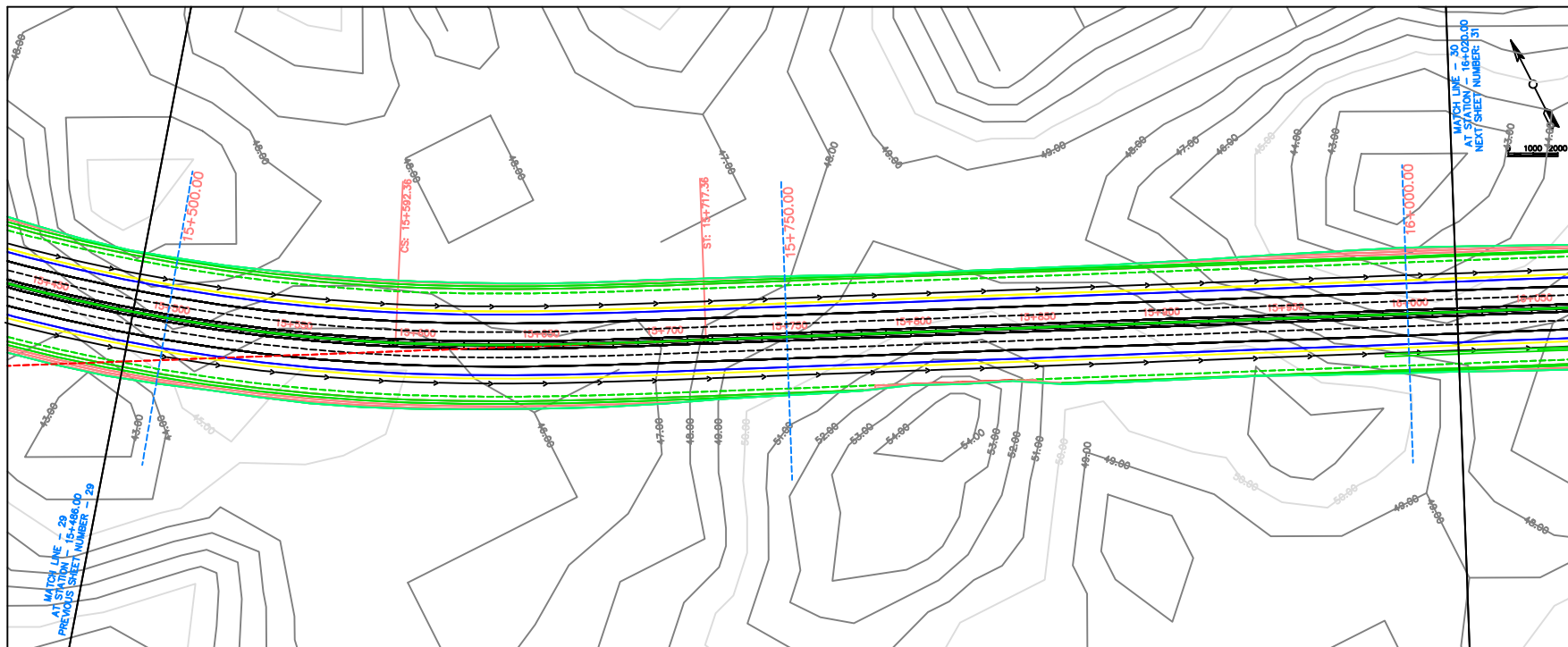
1:1500

NOMOR GAMBAR

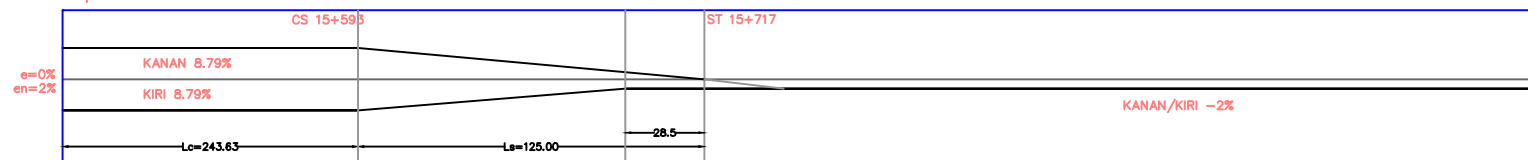
31

JUMLAH GAMBAR

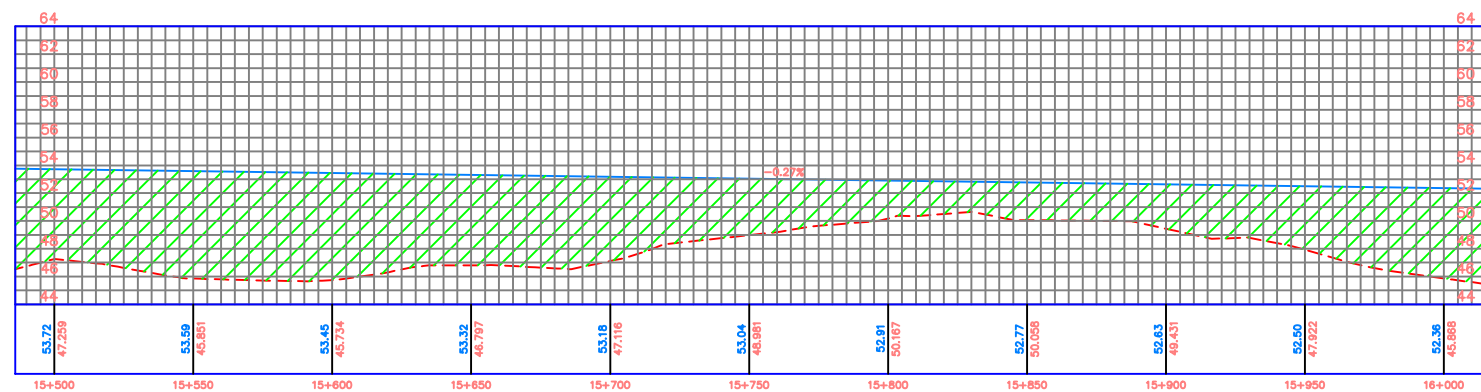
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 16+020 - Sta 16+554

SKALA

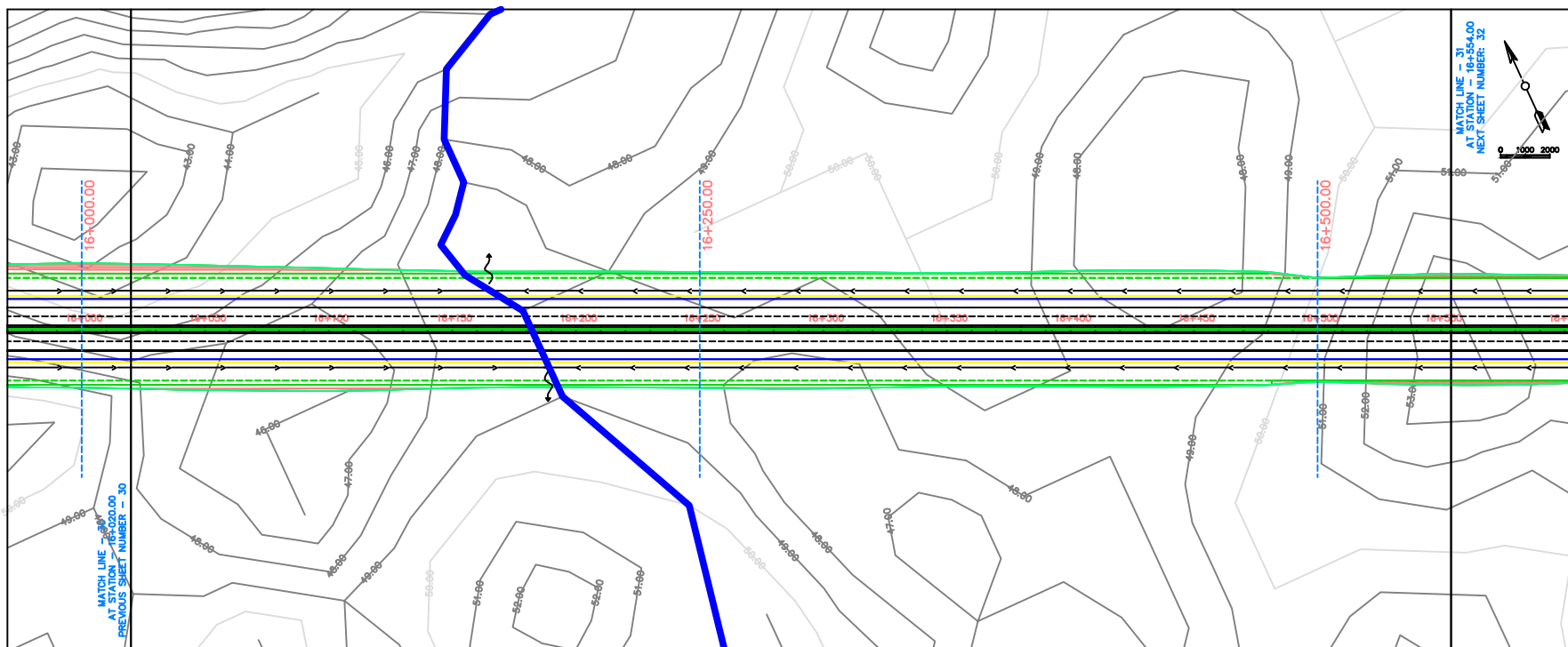
1:1500

NOMOR GAMBAR

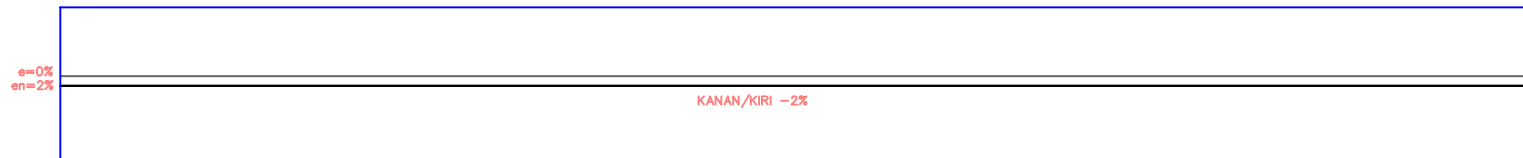
32

JUMLAH GAMBAR

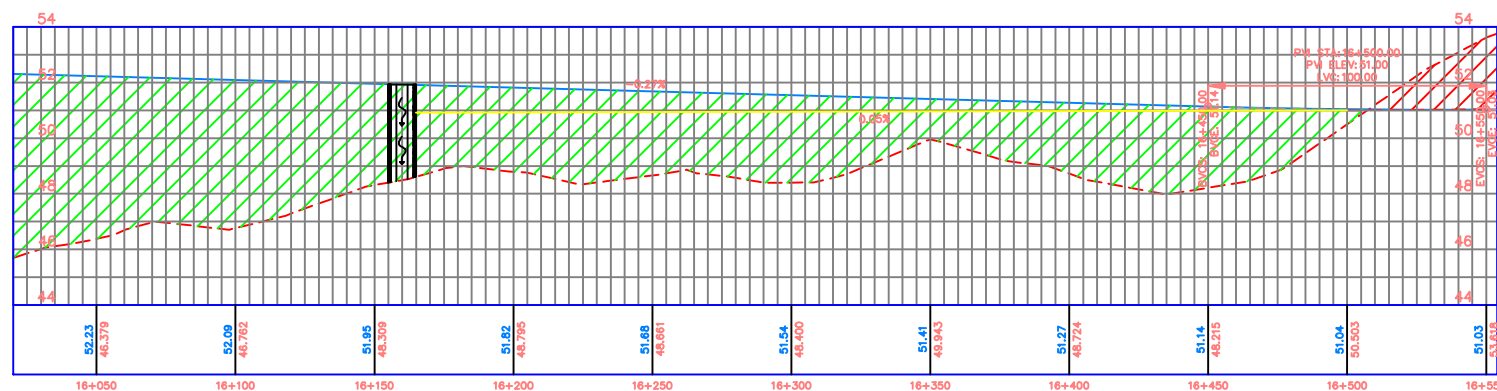
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 16+554 - Sta 17+088

SKALA

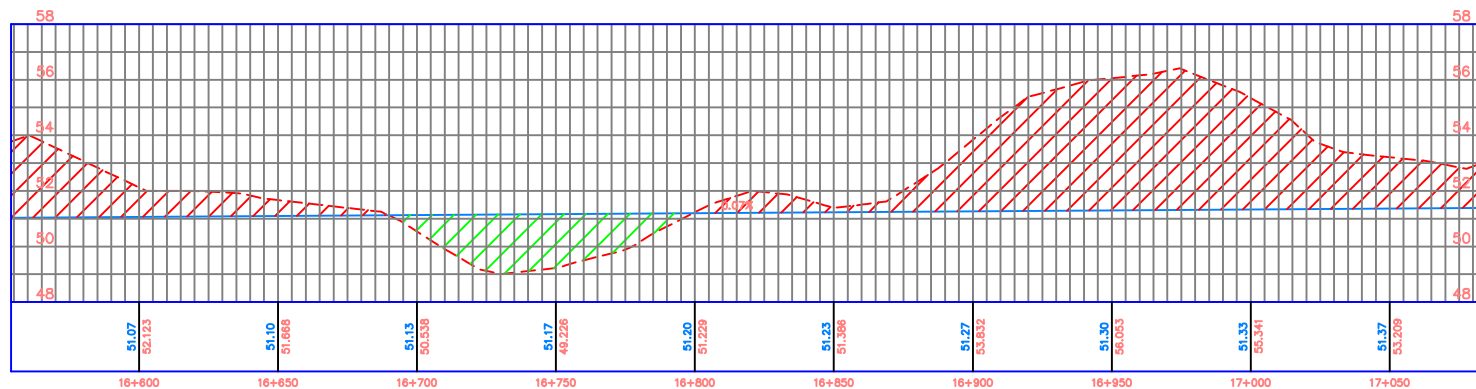
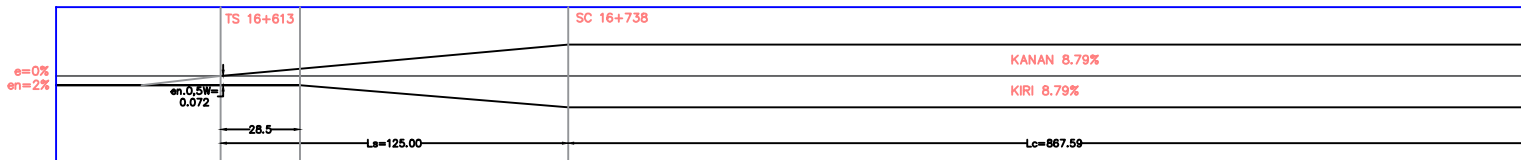
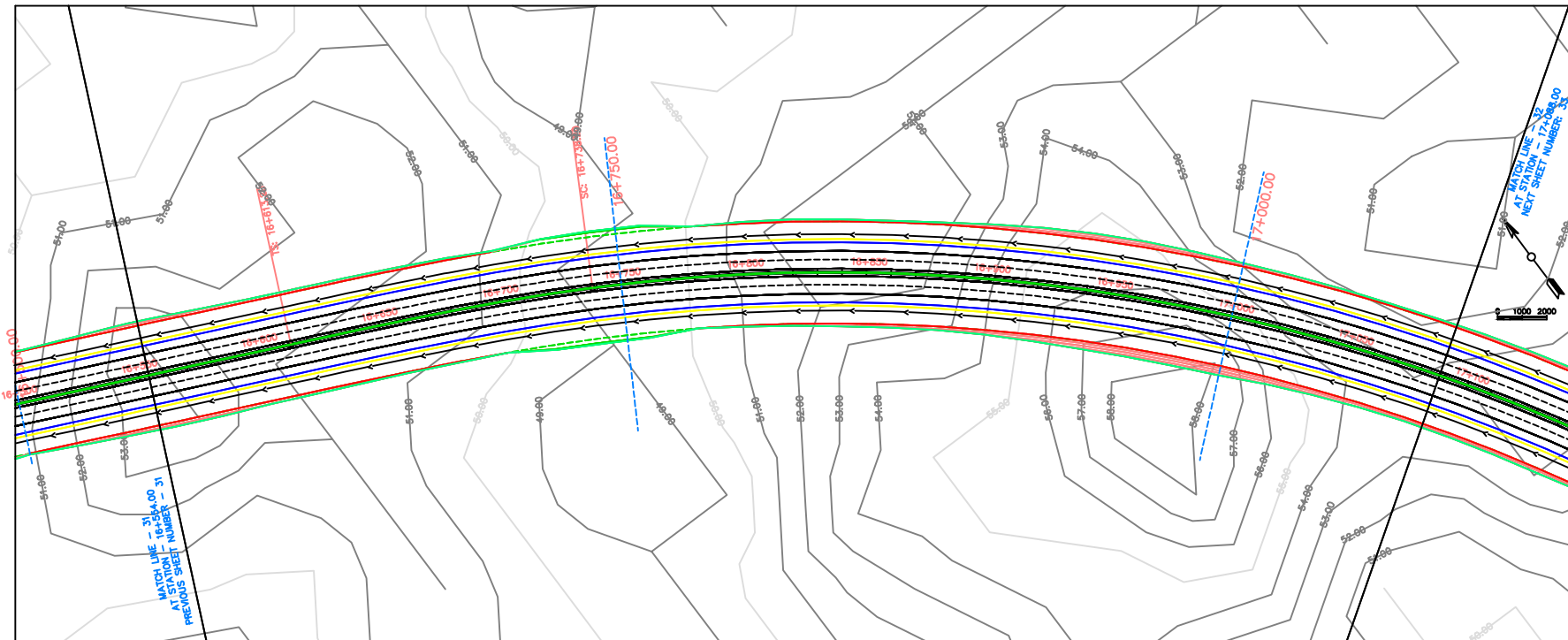
1:1500

NOMOR GAMBAR

33

JUMLAH GAMBAR

97





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 17+088 - Sta 17+622

SKALA

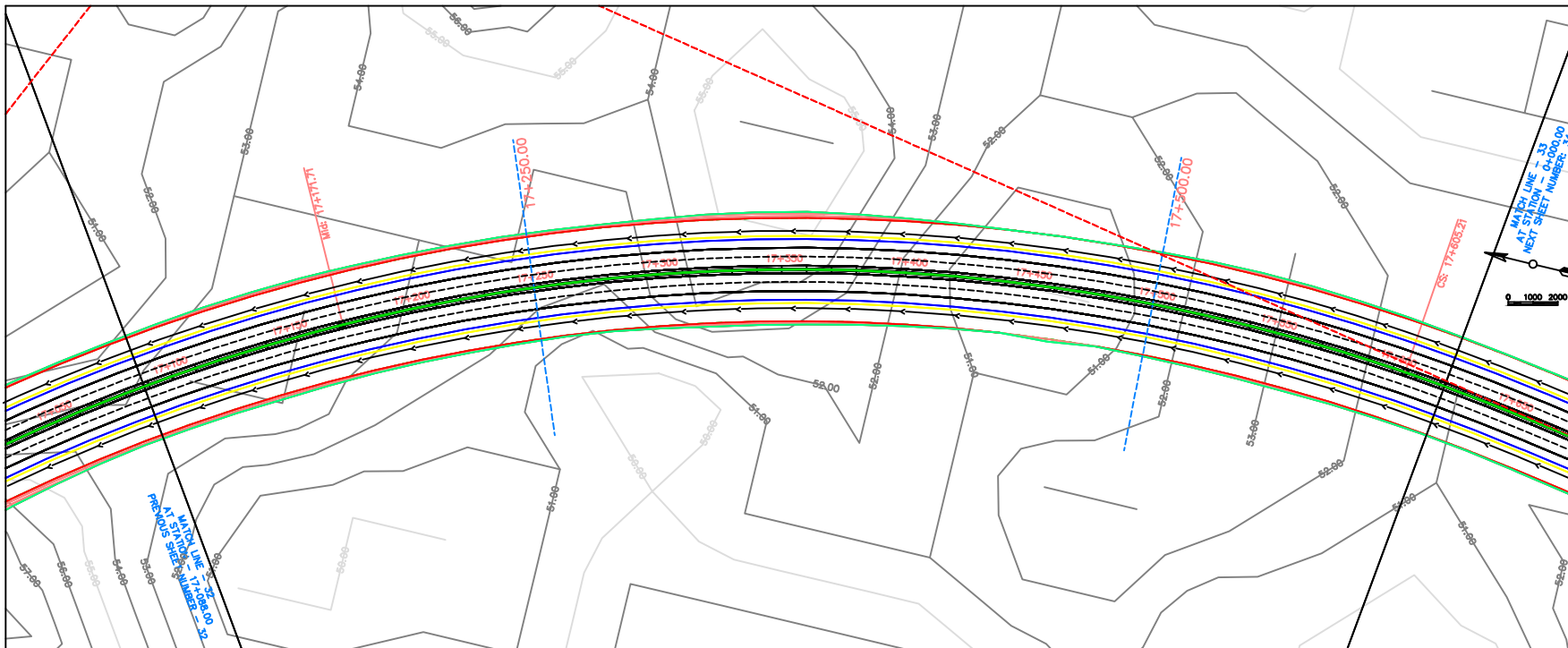
1:1500

NOMOR GAMBAR

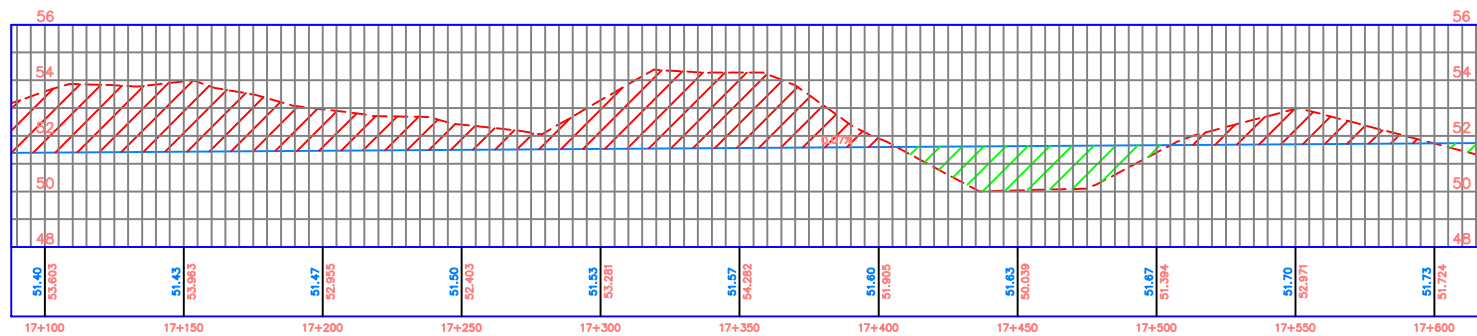
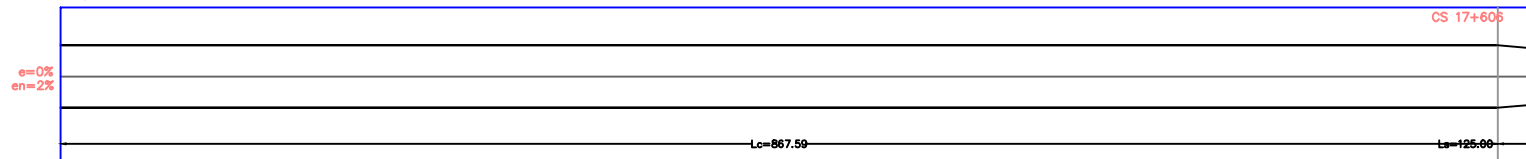
34

JUMLAH GAMBAR

97



Superelevasi





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 17+622 - Sta 18+156

SKALA

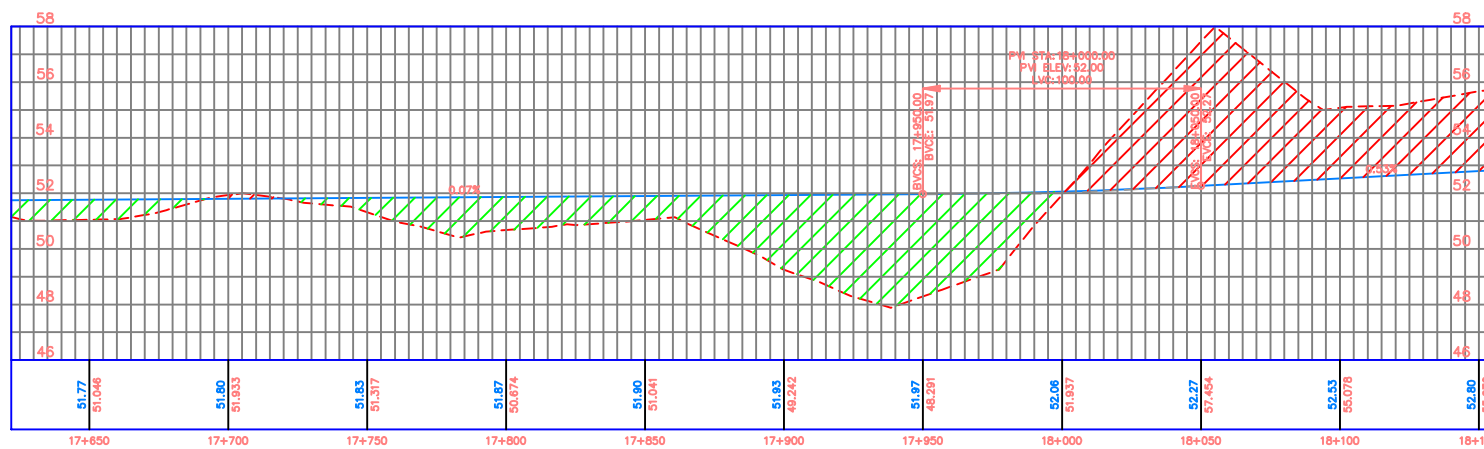
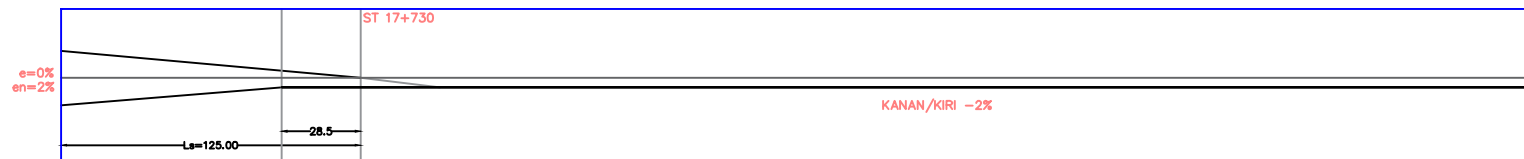
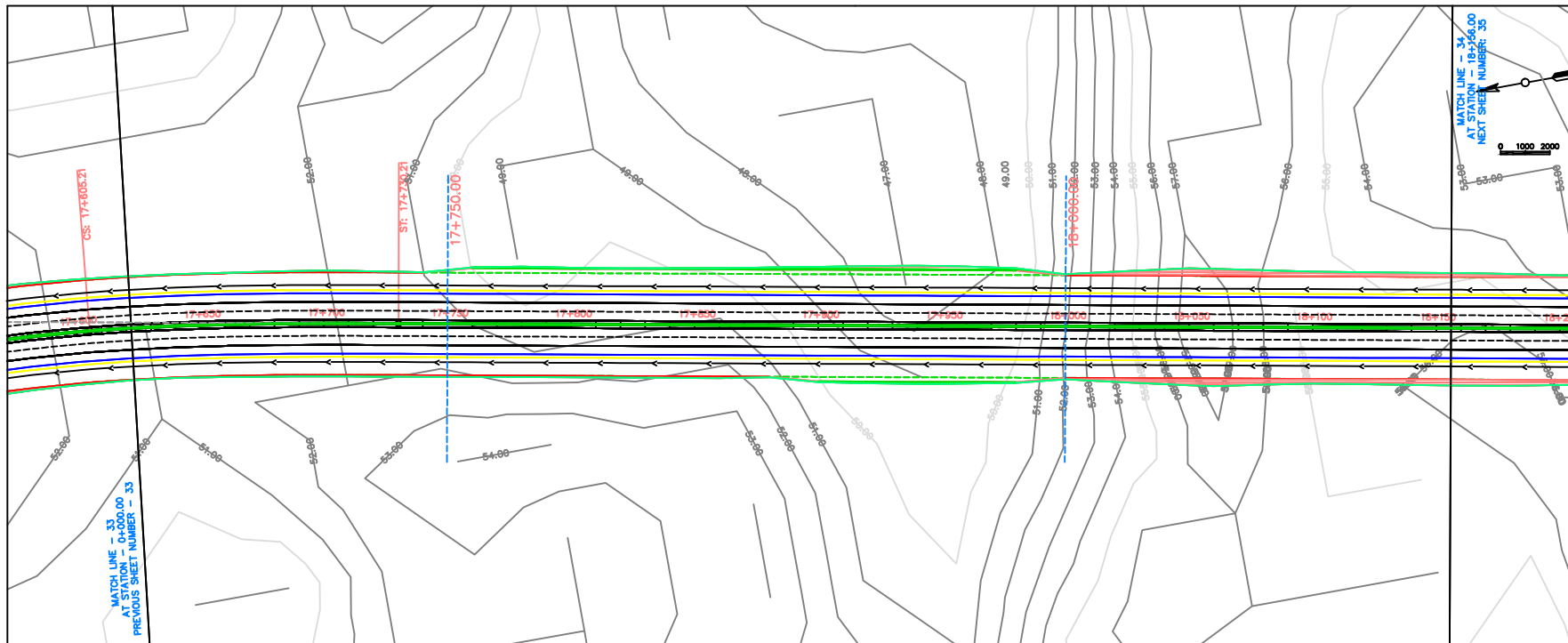
1:1500

NOMOR GAMBAR

35

JUMLAH GAMBAR

97





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 18+156 - Sta 18+690

SKALA

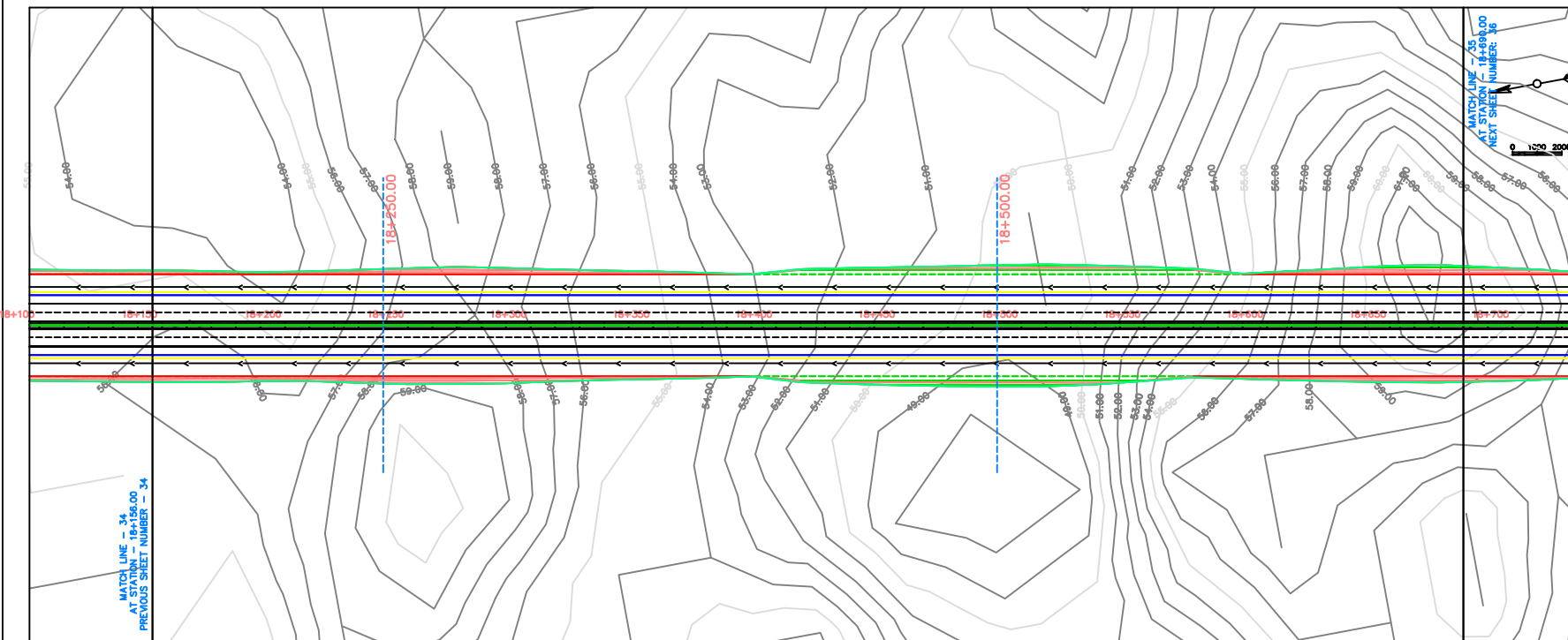
1:1500

NOMOR GAMBAR

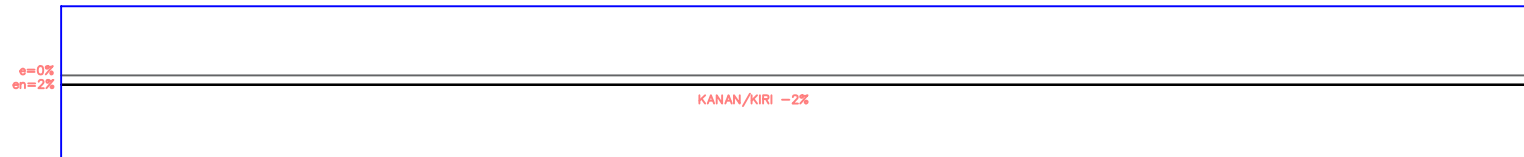
36

JUMLAH GAMBAR

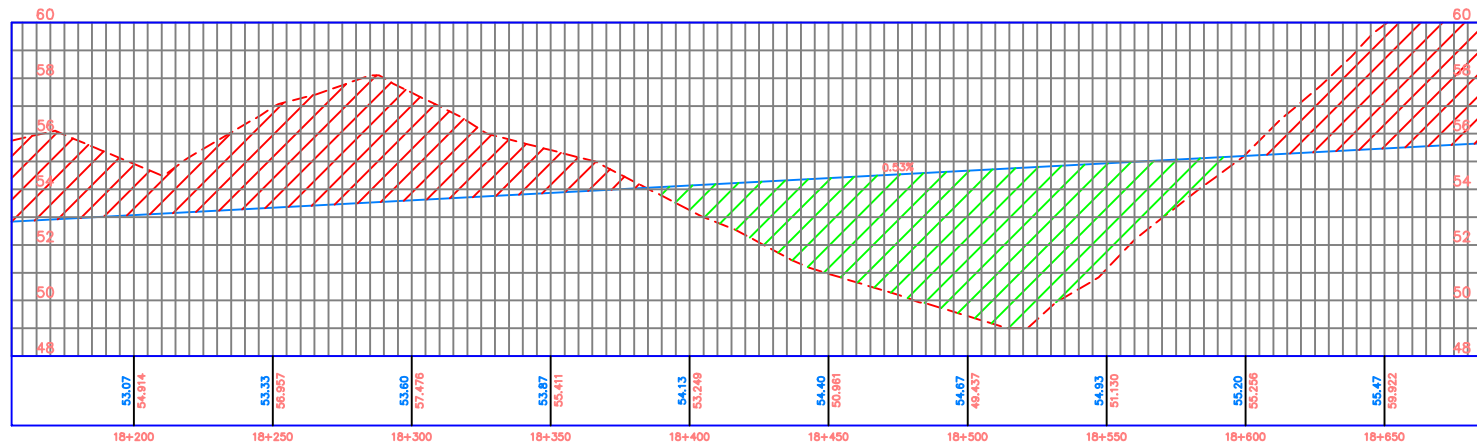
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 18+690 - Sta 19+224

SKALA

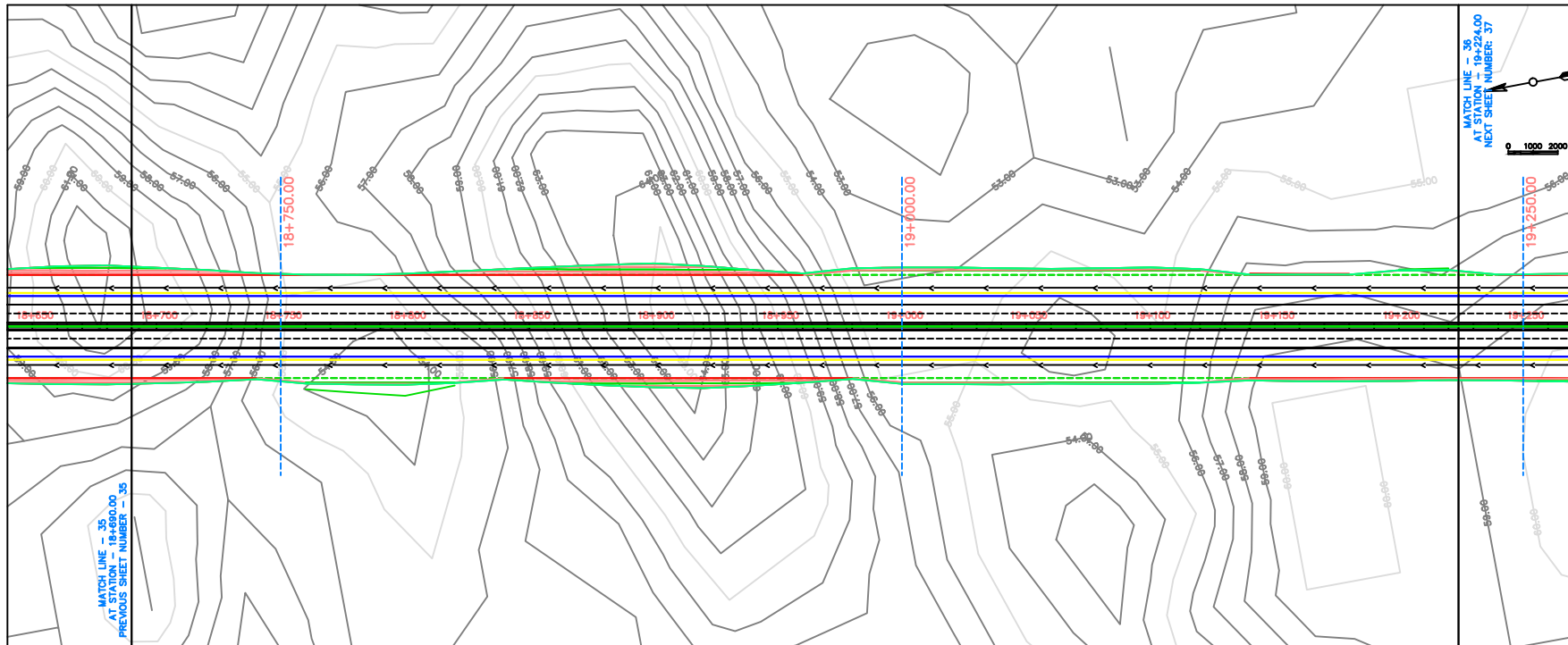
1:1500

NOMOR GAMBAR

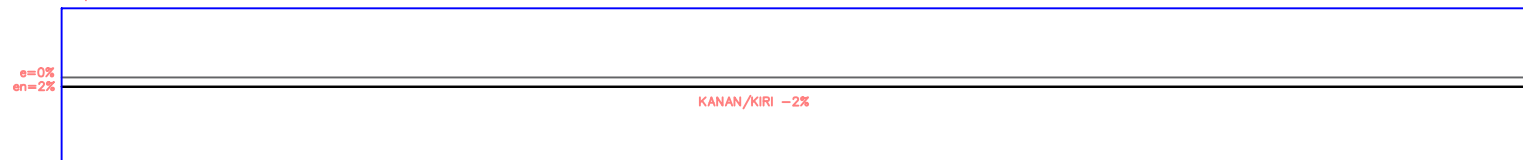
37

JUMLAH GAMBAR

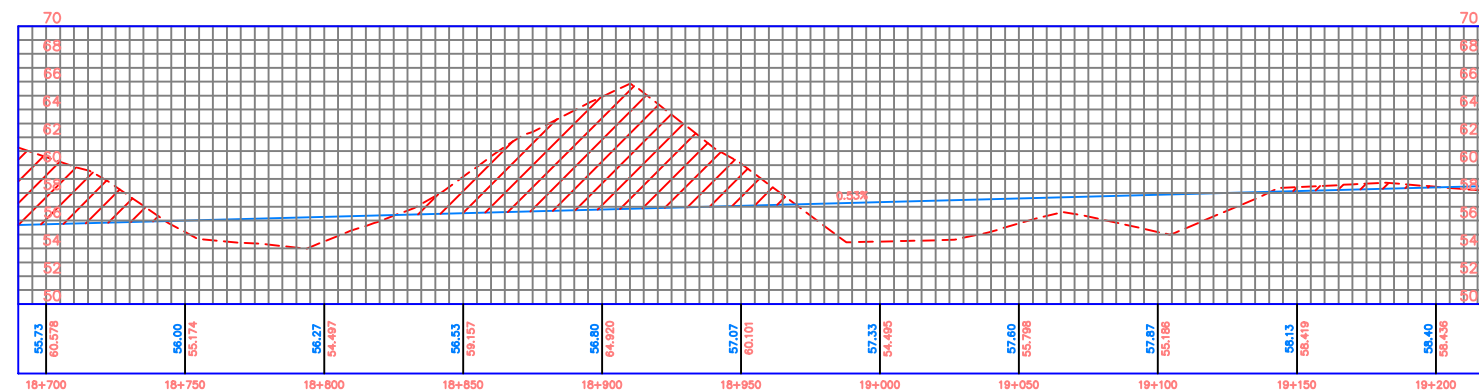
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 19+224 - Sta 19+758

SKALA

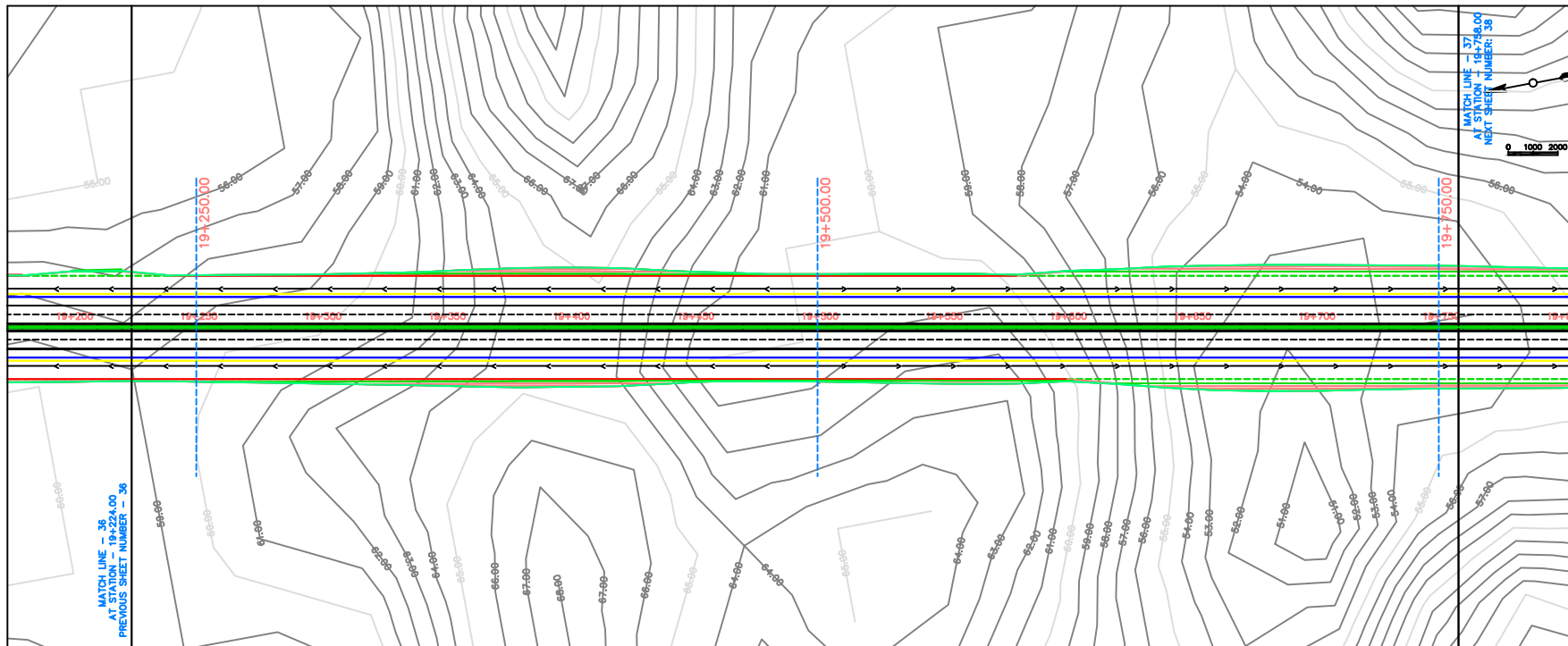
1:1500

NOMOR GAMBAR

38

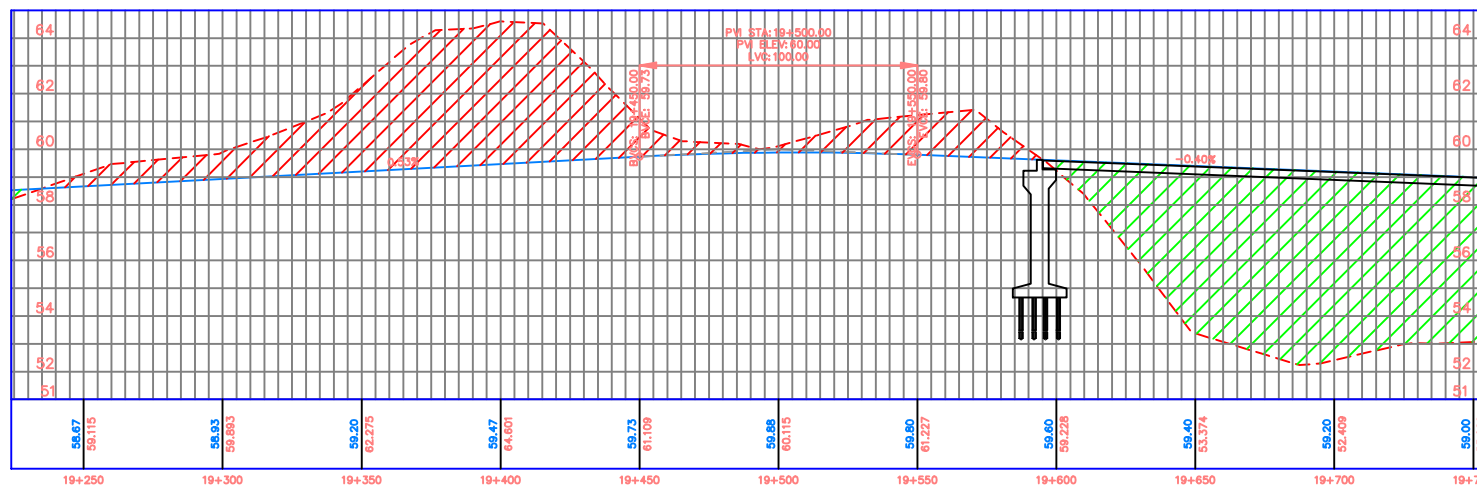
JUMLAH GAMBAR

97



$e = 0\%$
 $n = 2\%$

KANAN/KIRI -2%





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 19+758 - Sta 20+292

SKALA

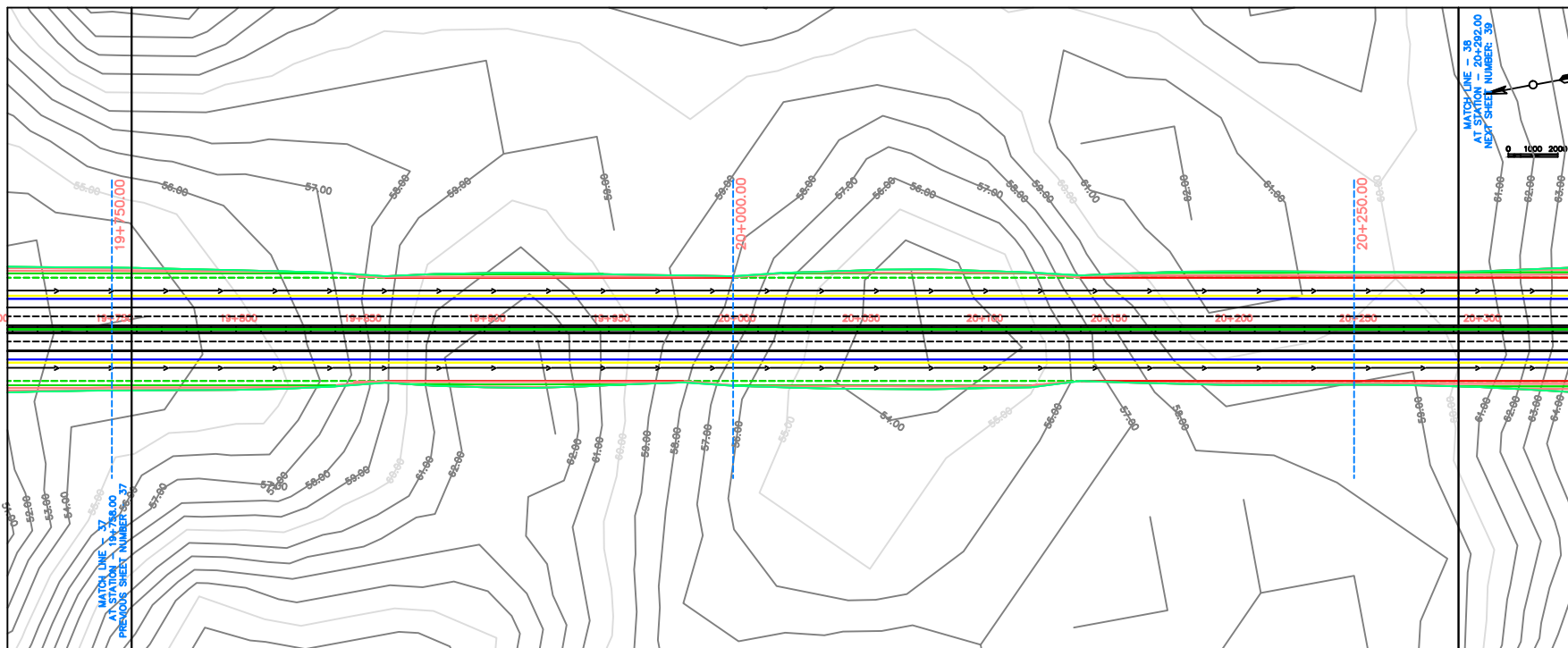
1:1500

NOMOR GAMBAR

39

JUMLAH GAMBAR

97

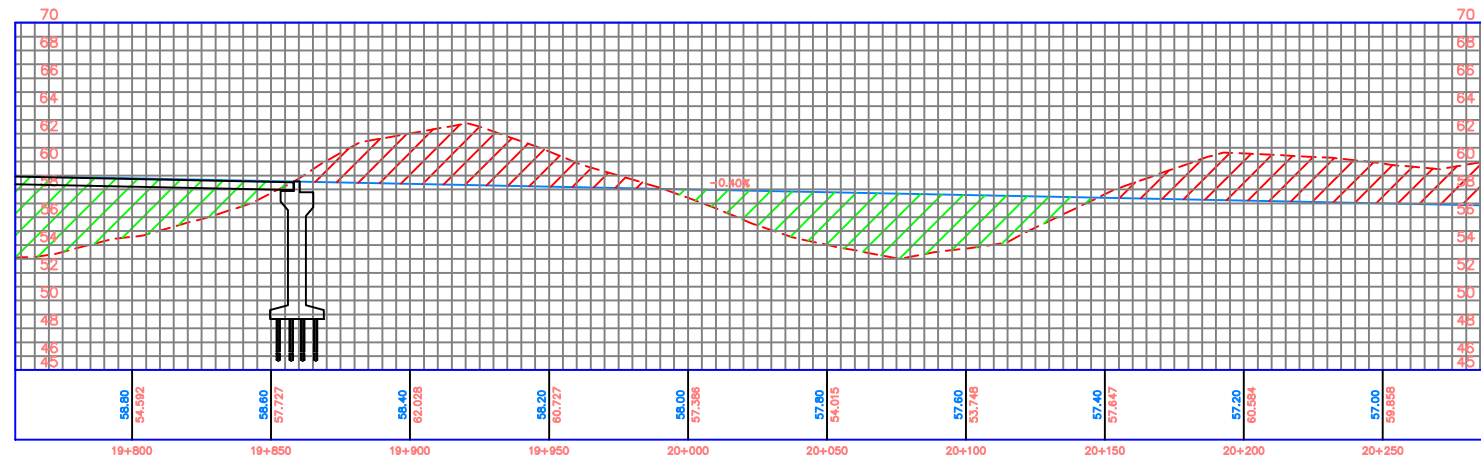


Superelevasi

e=0%
en=2%

KANAN/KIRI -2%

Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 20+292 - Sta 10+826

SKALA

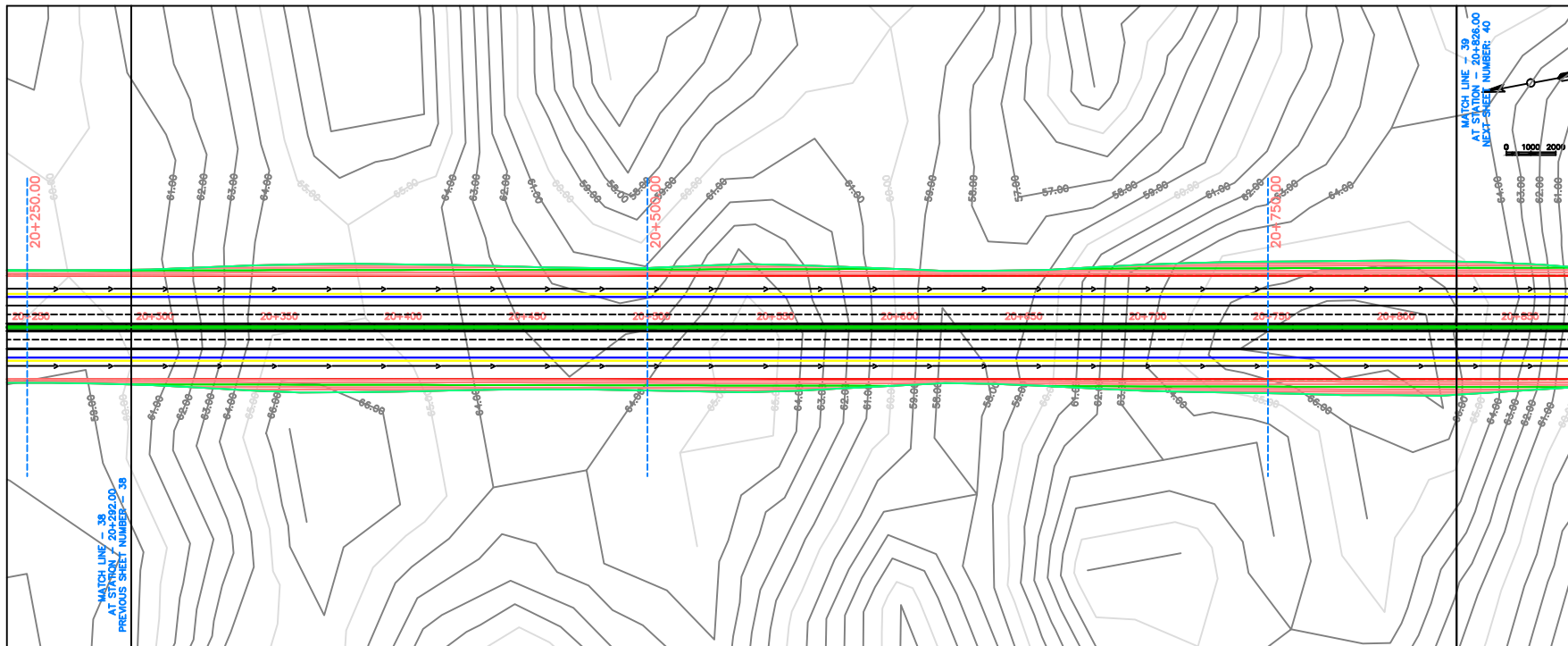
1:1500

NOMOR GAMBAR

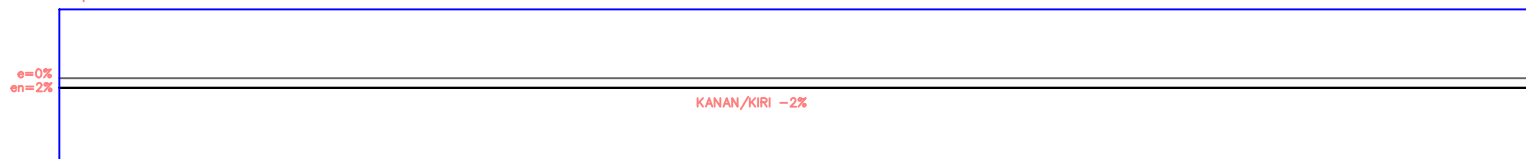
40

JUMLAH GAMBAR

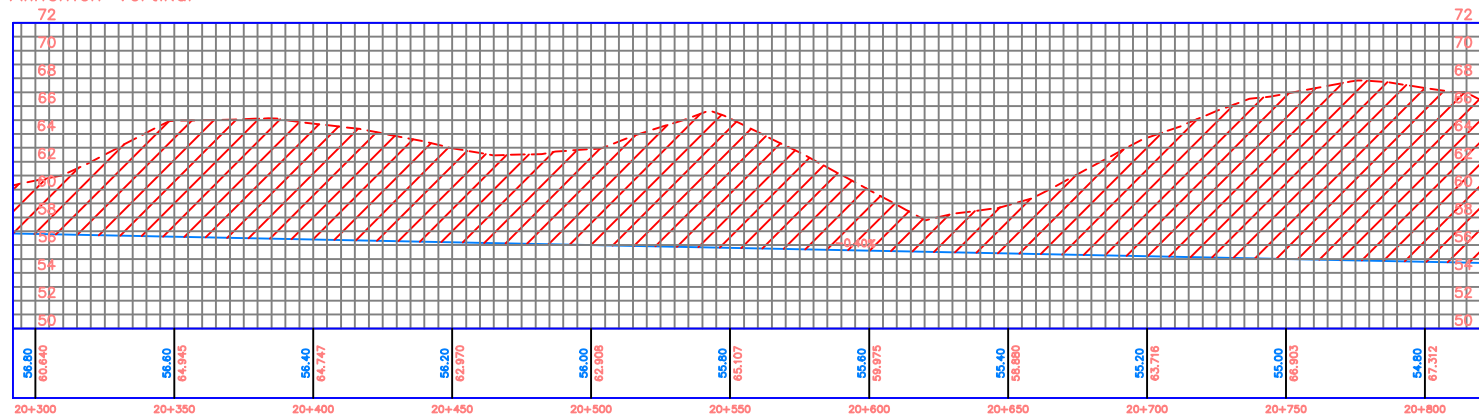
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 20+826 - Sta 21+360

SKALA

1:1500

NOMOR GAMBAR

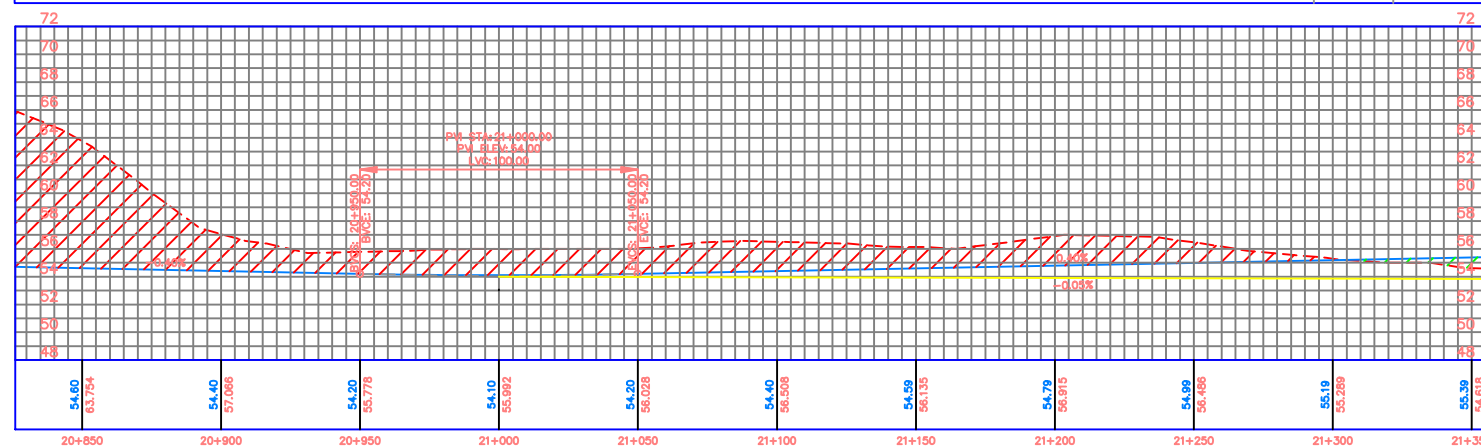
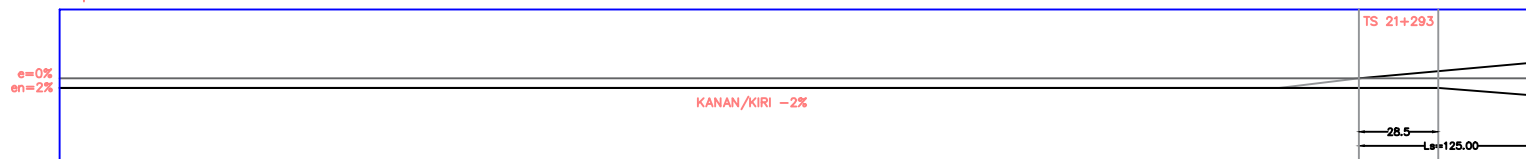
41

JUMLAH GAMBAR

97



Superelevasi





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 21+360 - Sta 21+894

SKALA

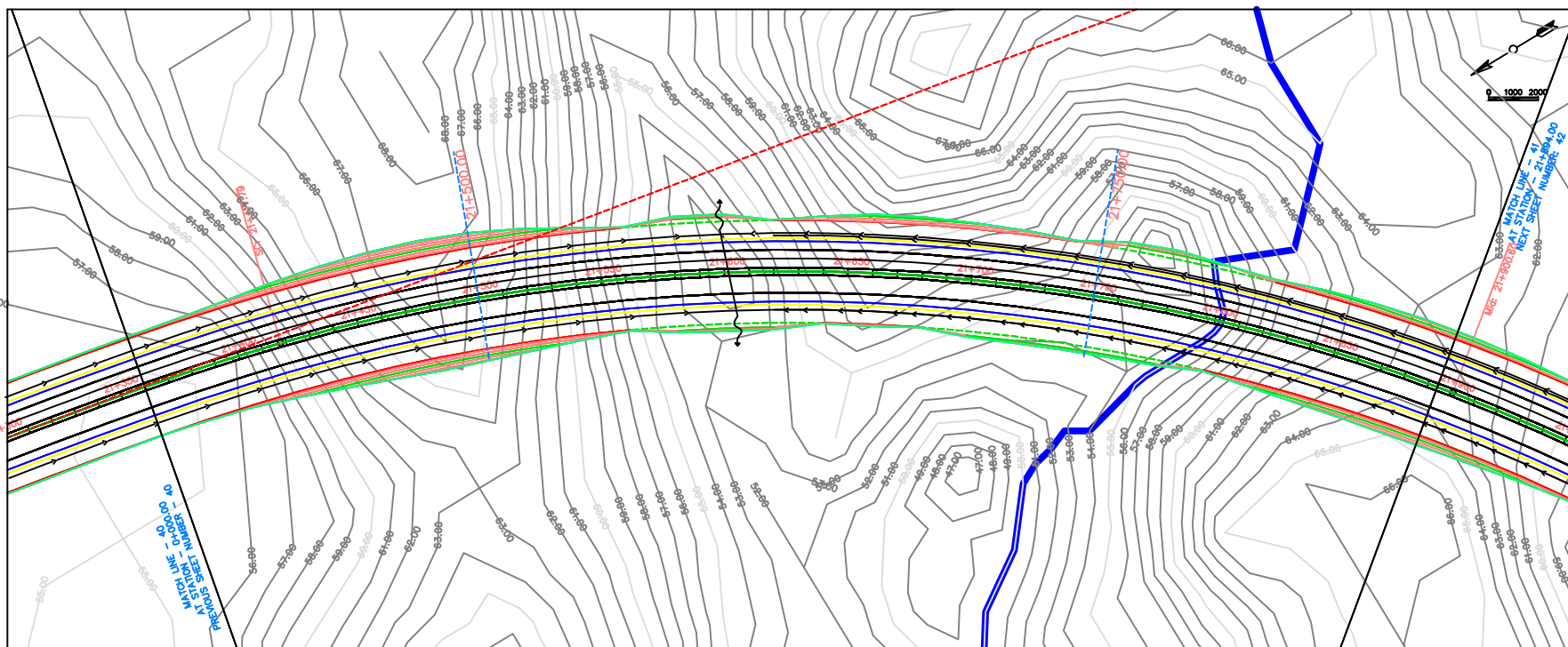
1:1500

NOMOR GAMBAR

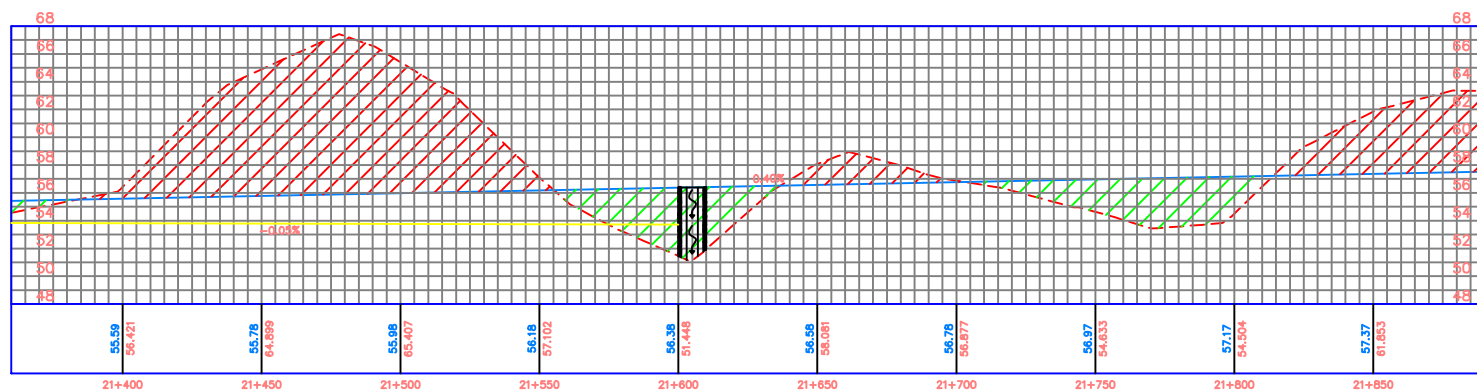
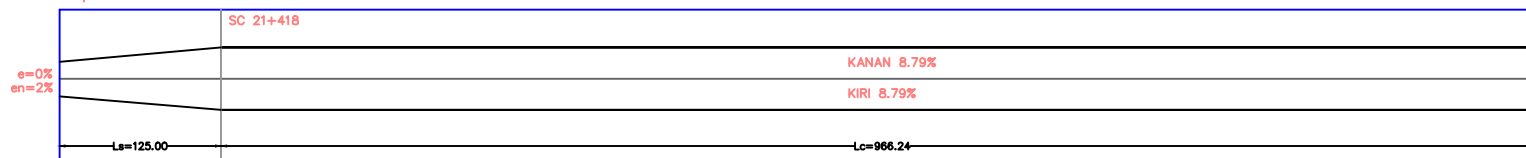
42

JUMLAH GAMBAR

97



Superelevasi



21+400 21+450 21+500 21+550 21+600 21+650 21+700 21+750 21+800 21+850



JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 21+894 - Sta 22+428

SKALA

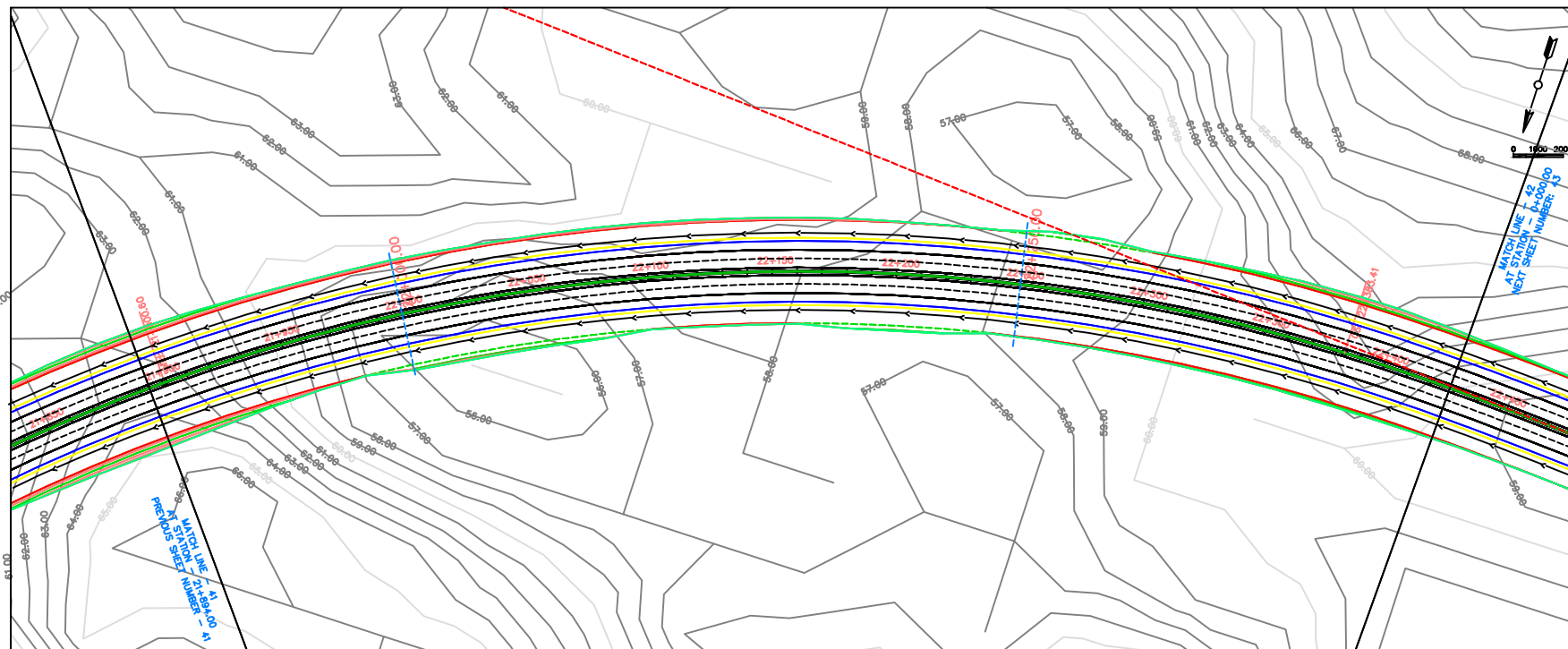
1:1500

NOMOR GAMBAR

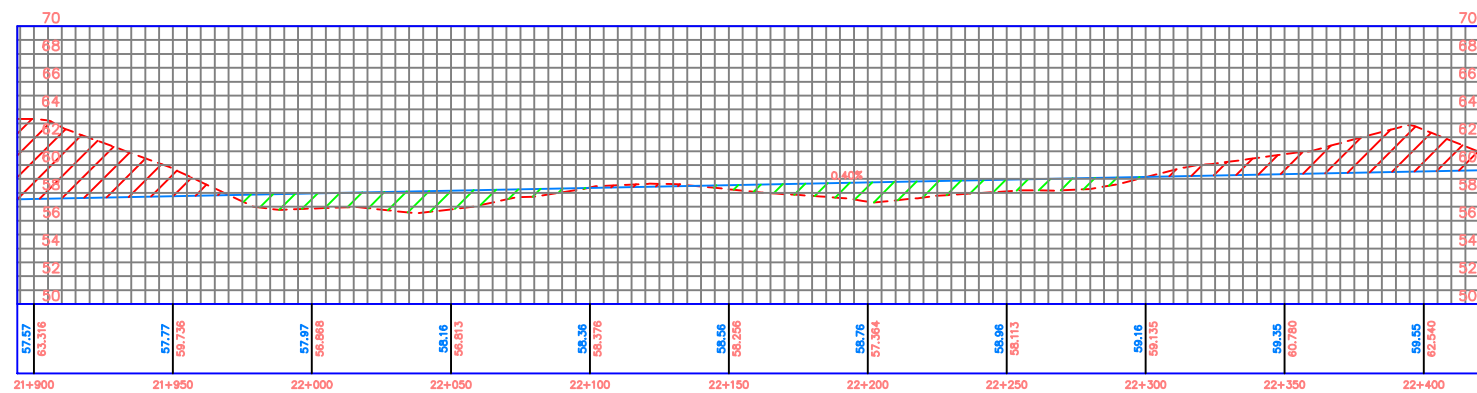
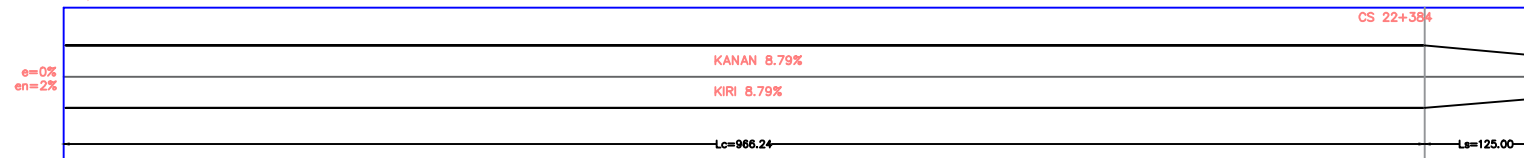
43

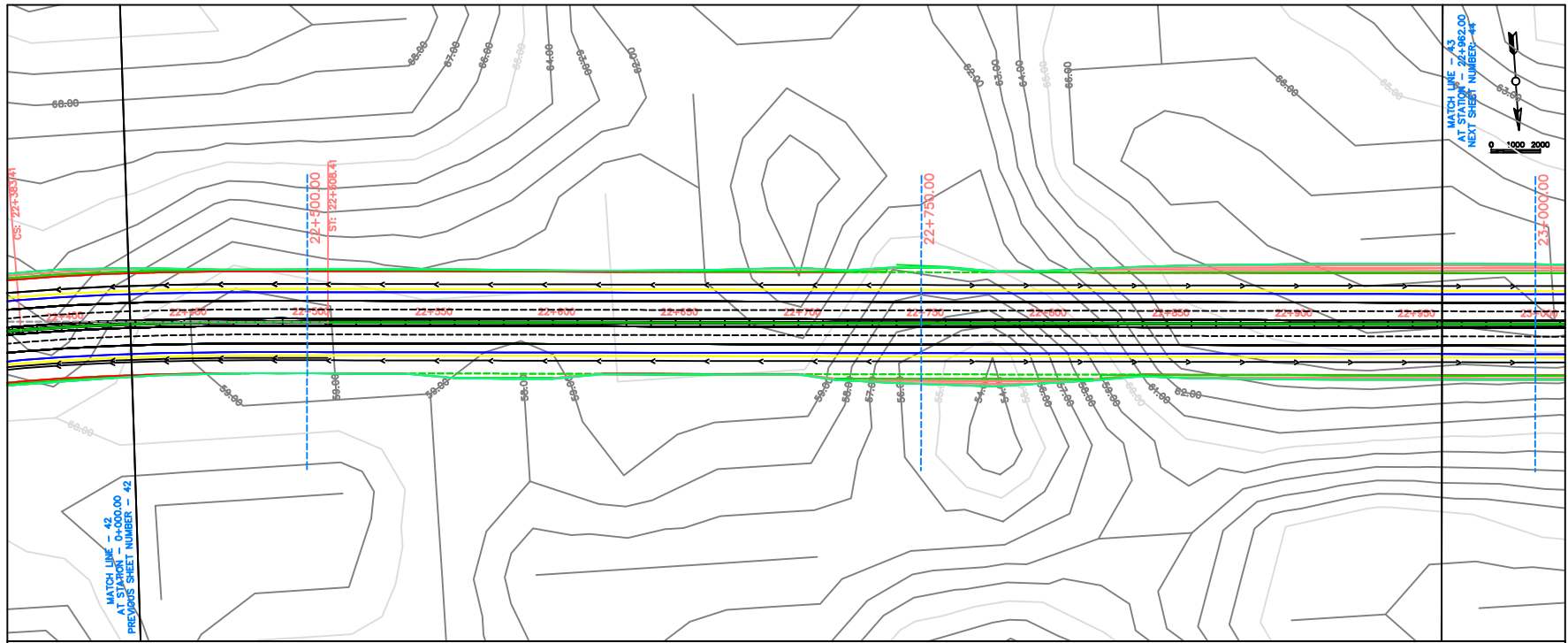
JUMLAH GAMBAR

97



Superelevasi





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

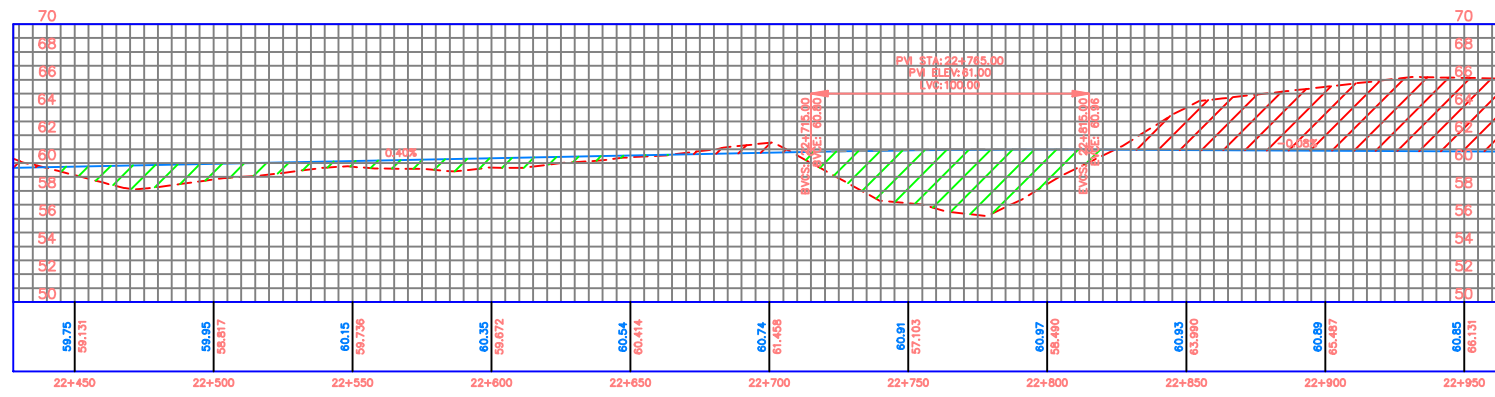
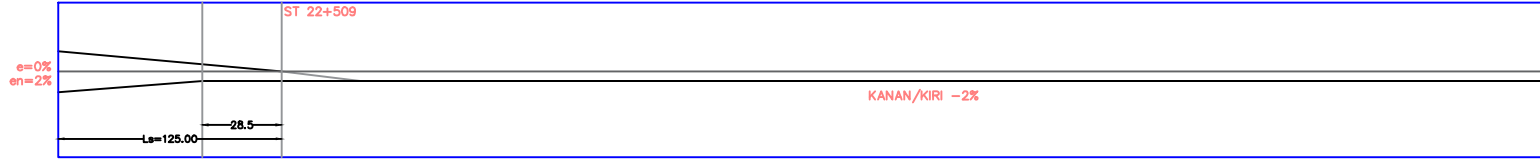
Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

Superelevasi



JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 22+428 - Sta 22+962

SKALA

1:1500

NOMOR GAMBAR

44

JUMLAH GAMBAR

97



JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 22+962 - Sta 23+496

SKALA

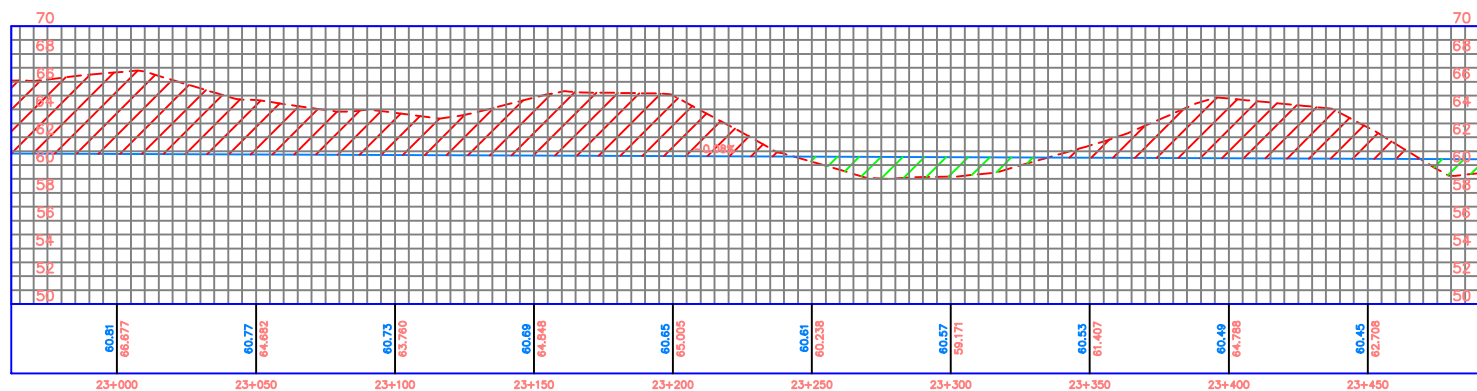
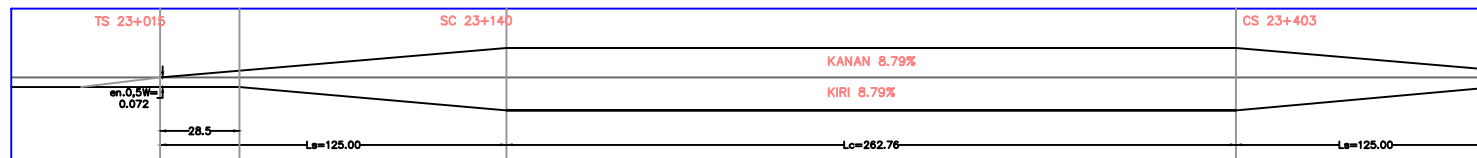
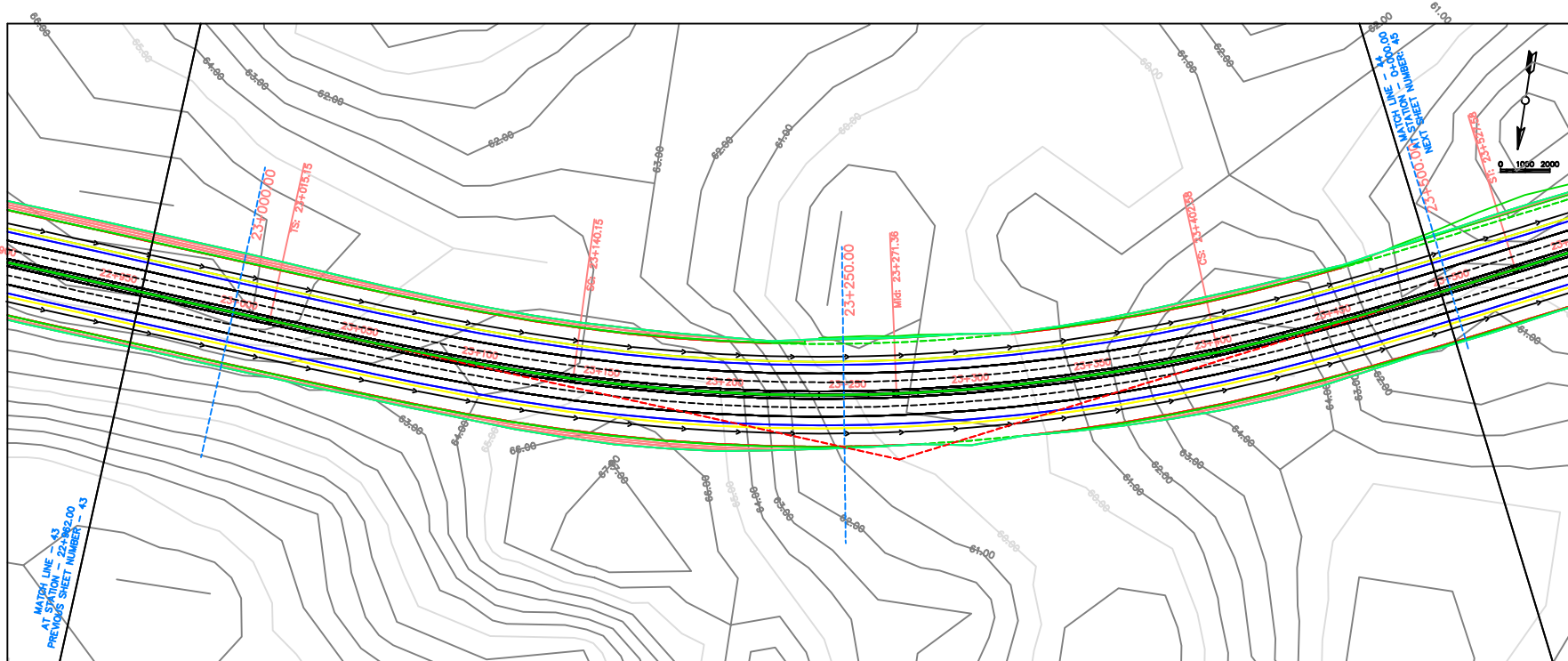
1:1500

NOMOR GAMBAR

45

JUMLAH GAMBAR

97





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 23+496 - Sta 24+030

SKALA

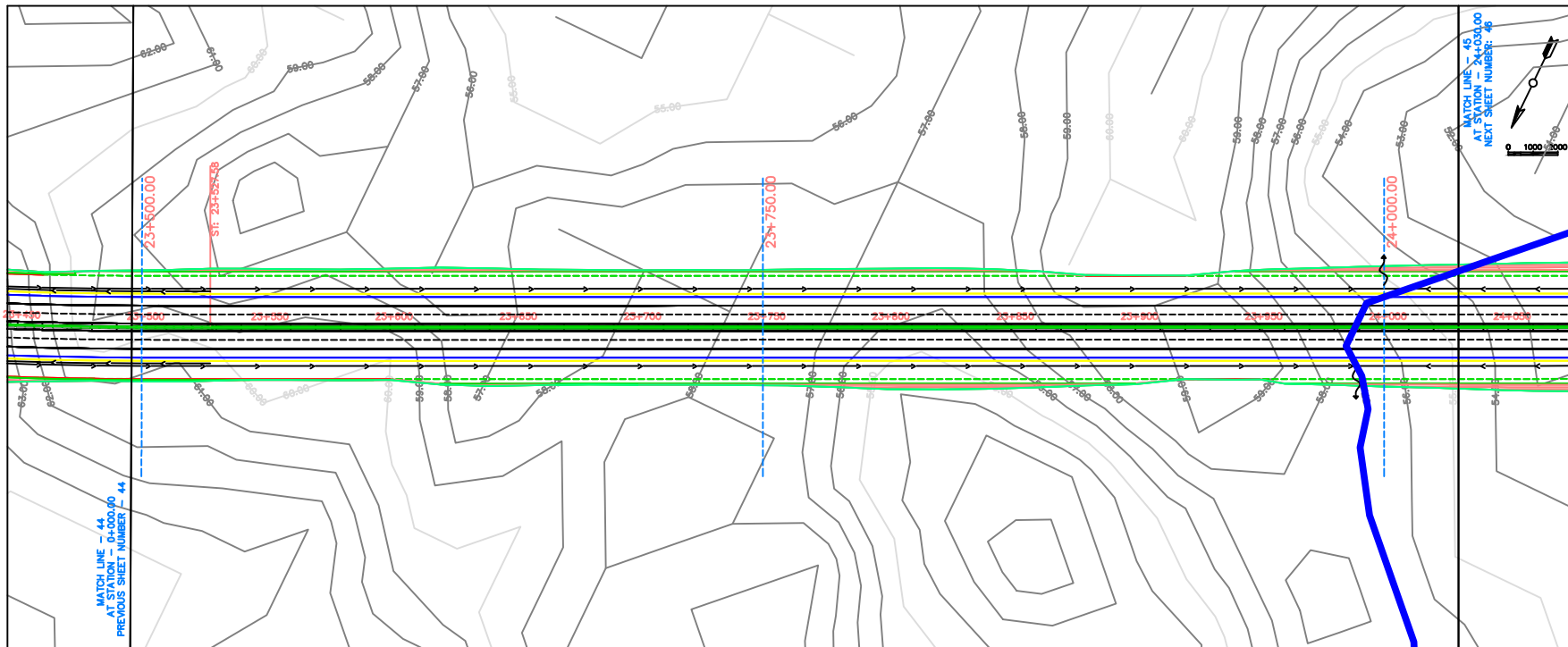
1:1500

NOMOR GAMBAR

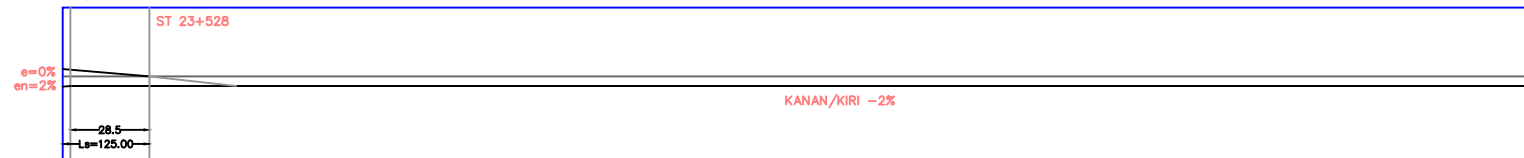
46

JUMLAH GAMBAR

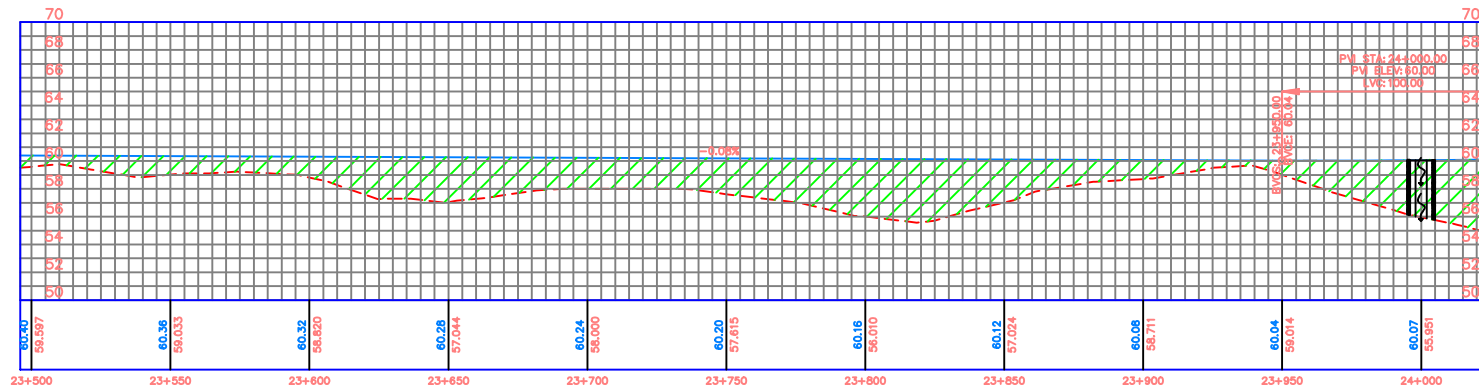
97



Superelevasi



Alinemen Vertikal





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 24+030 - Sta 24+564

SKALA

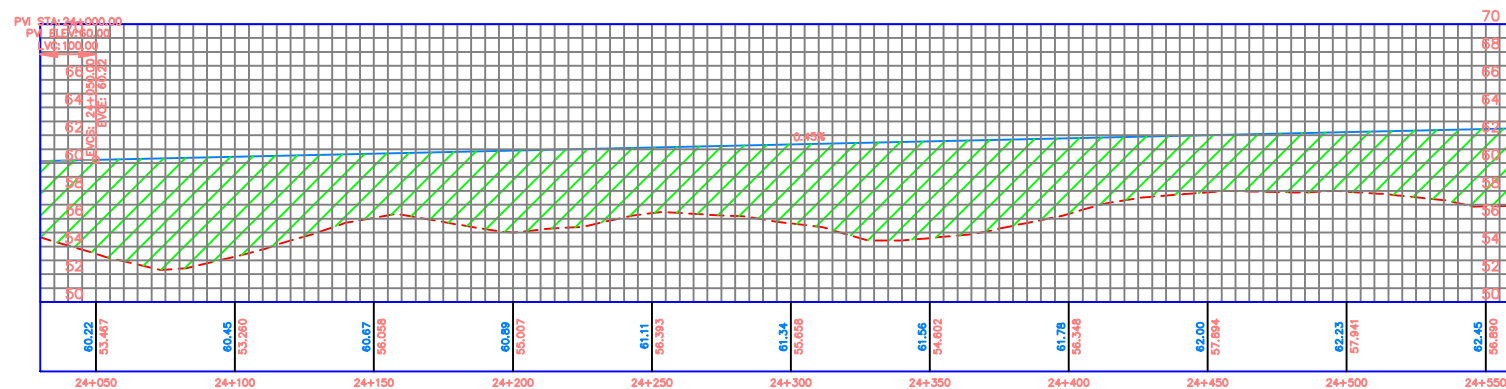
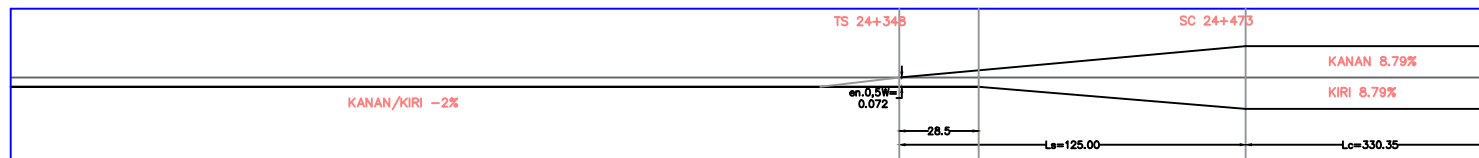
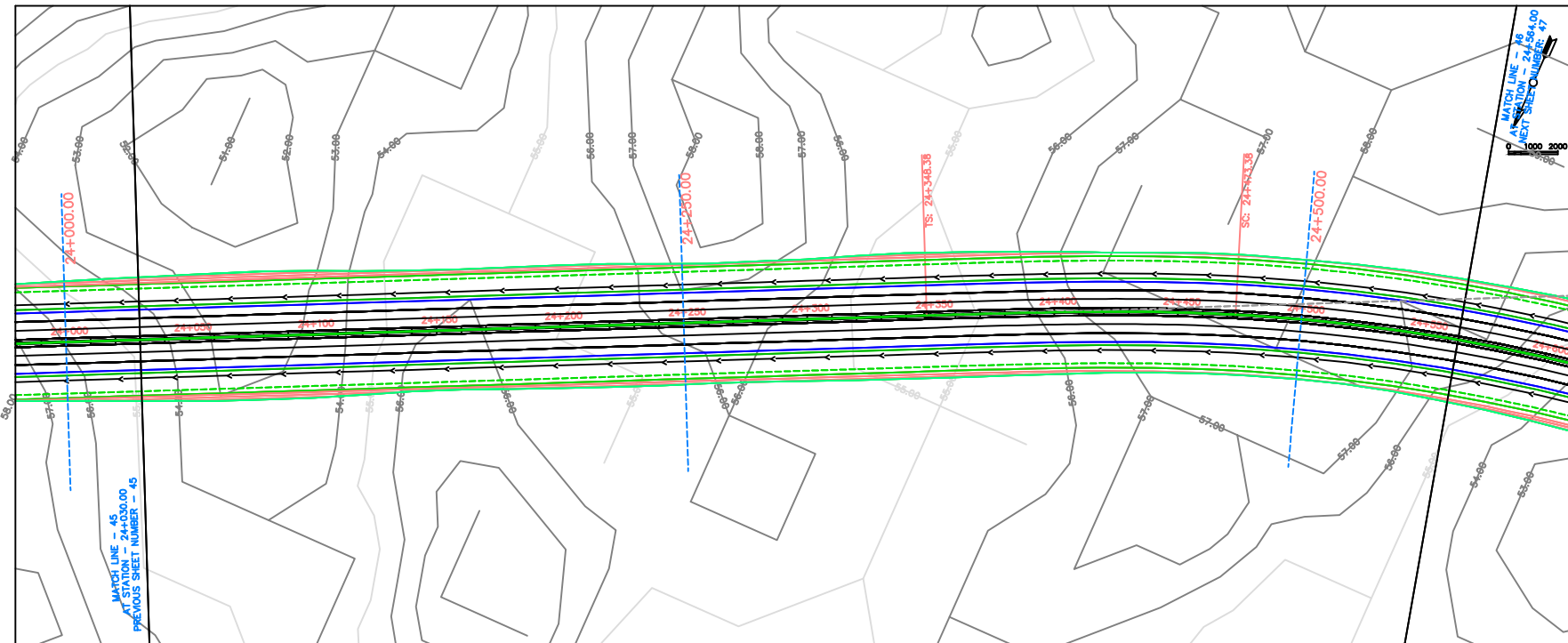
1:1500

NOMOR GAMBAR

47

JUMLAH GAMBAR

97





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., ST, MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 24+564 - Sta 25+098

SKALA

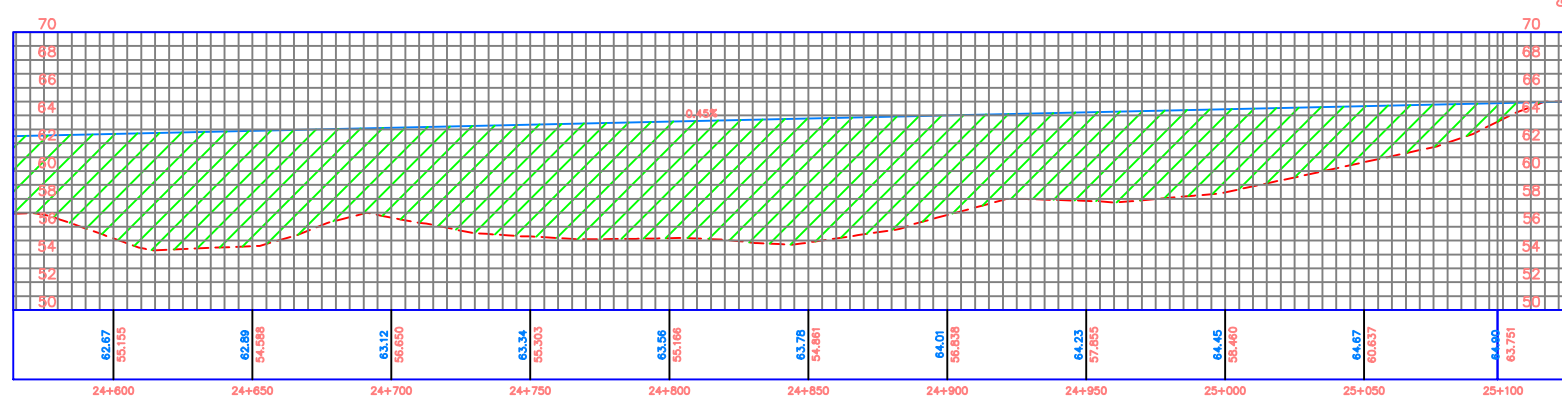
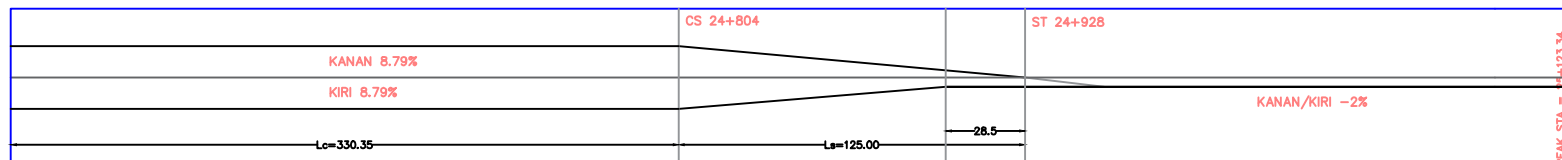
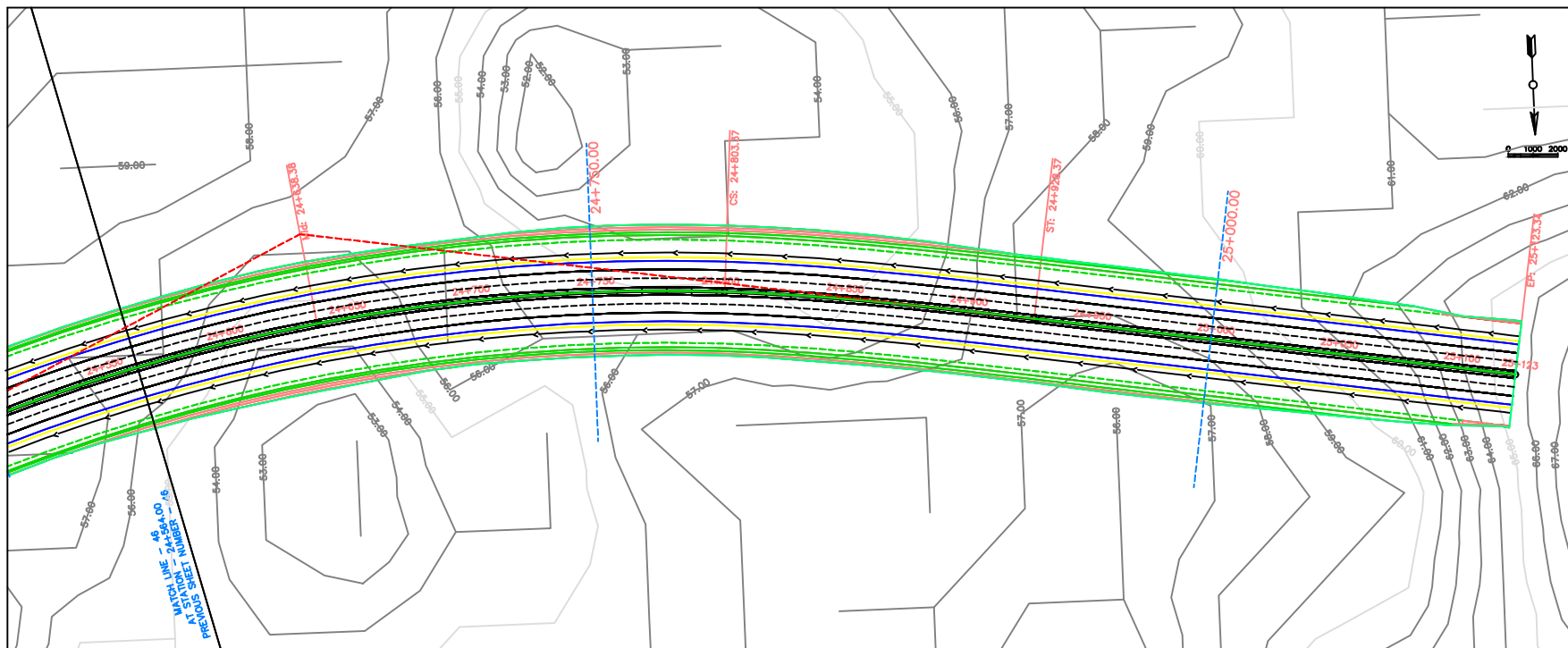
1:1500

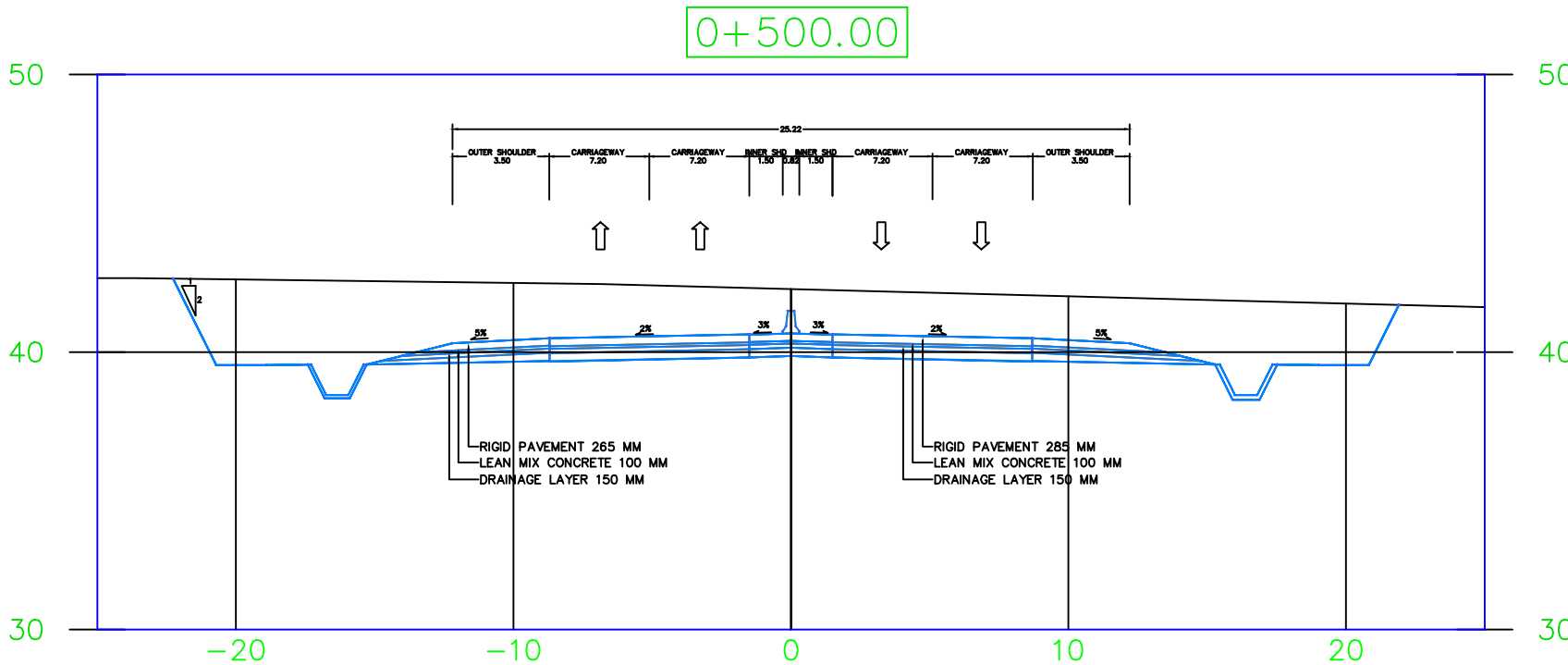
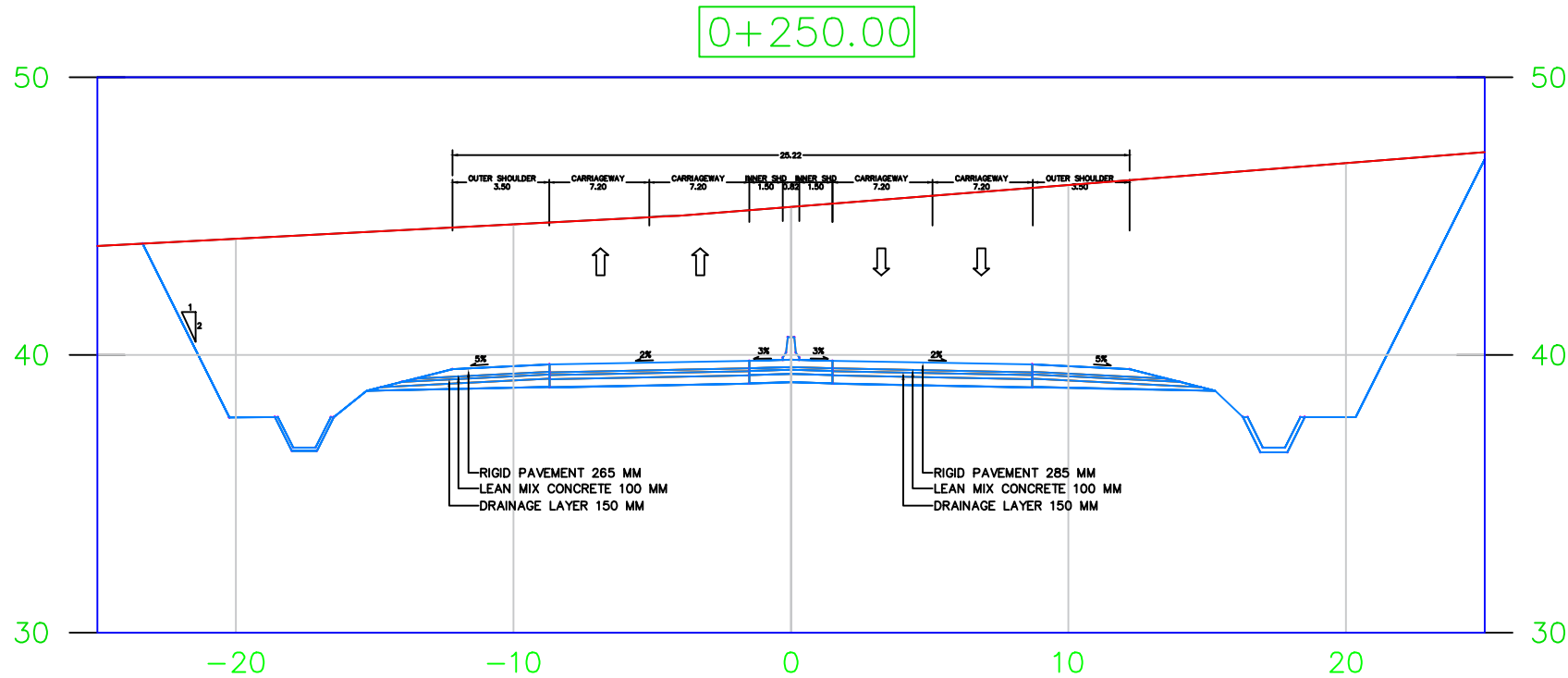
NOMOR GAMBAR

48

JUMLAH GAMBAR

97





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+250 & Sta 0+500

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

49

JUMLAH GAMBAR

97



JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750 & Sta 0+1000

SKALA

1:250

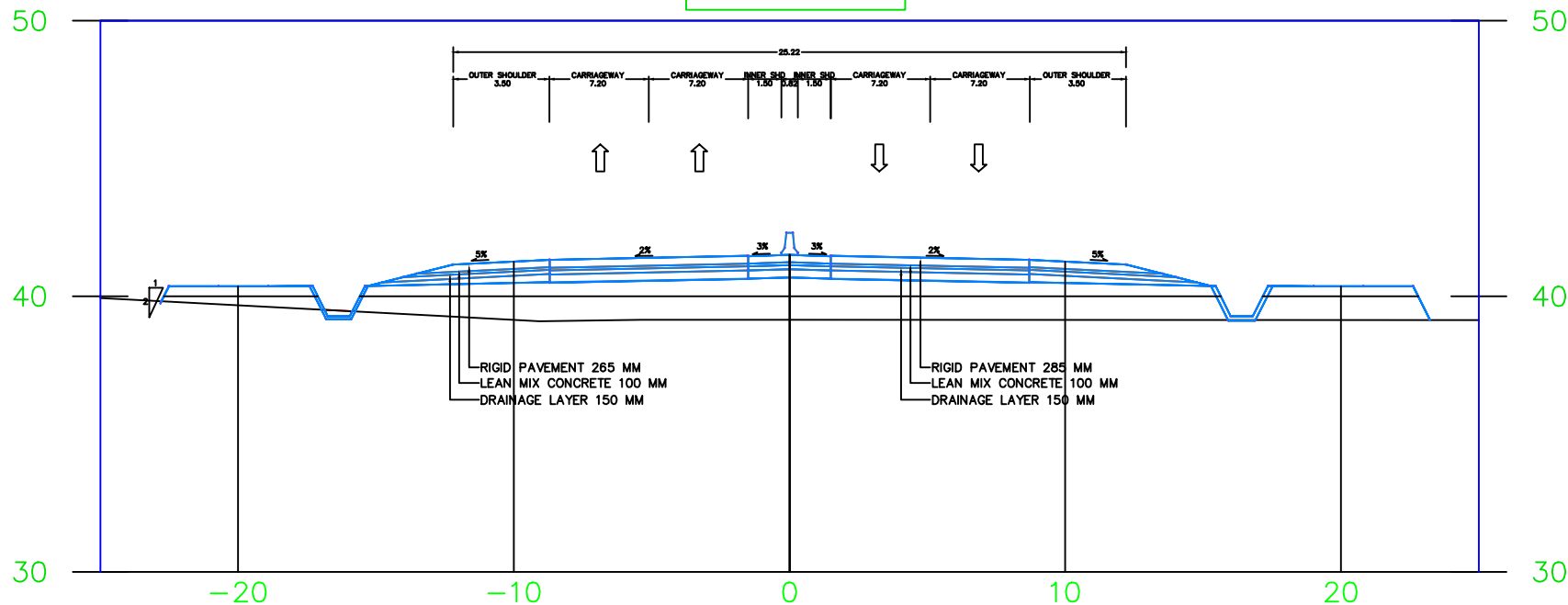
NOMOR GAMBAR

50

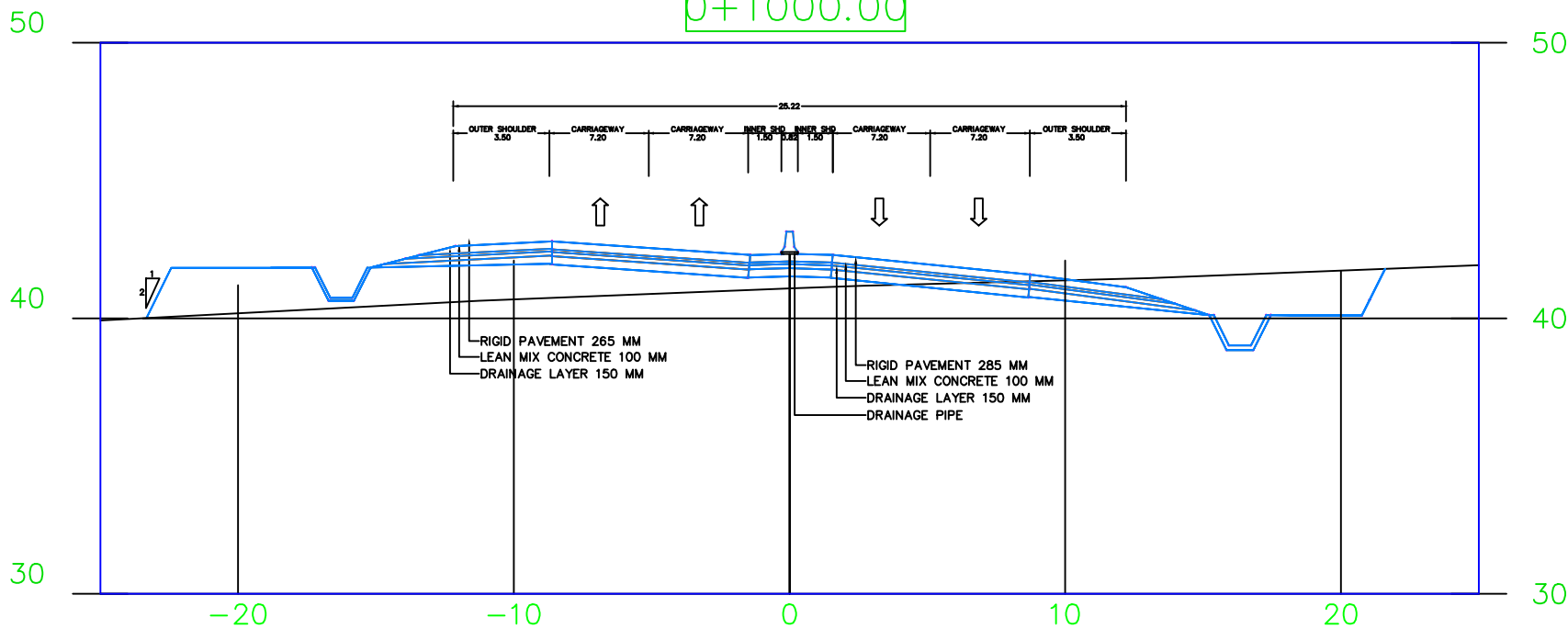
JUMLAH GAMBAR

97

0+750.00



0+1000.00





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views

Sta 0+750

SKALA

1:250

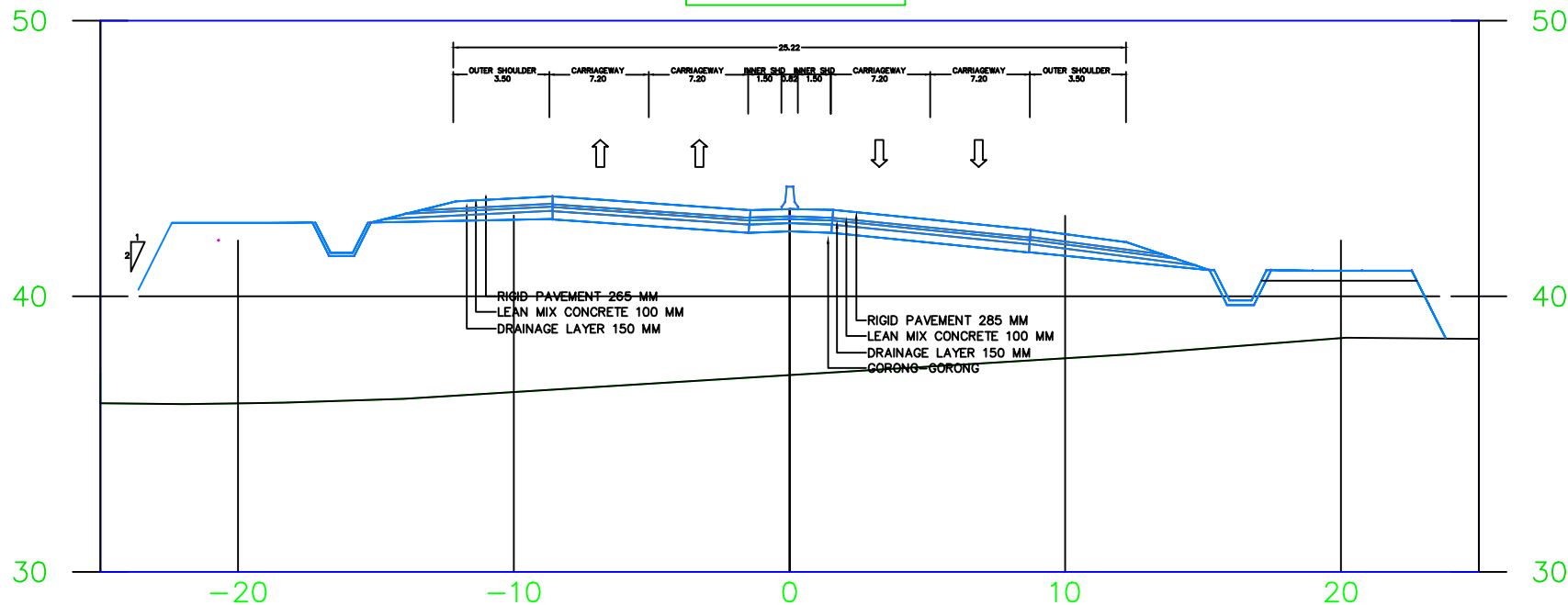
NOMOR GAMBAR

51

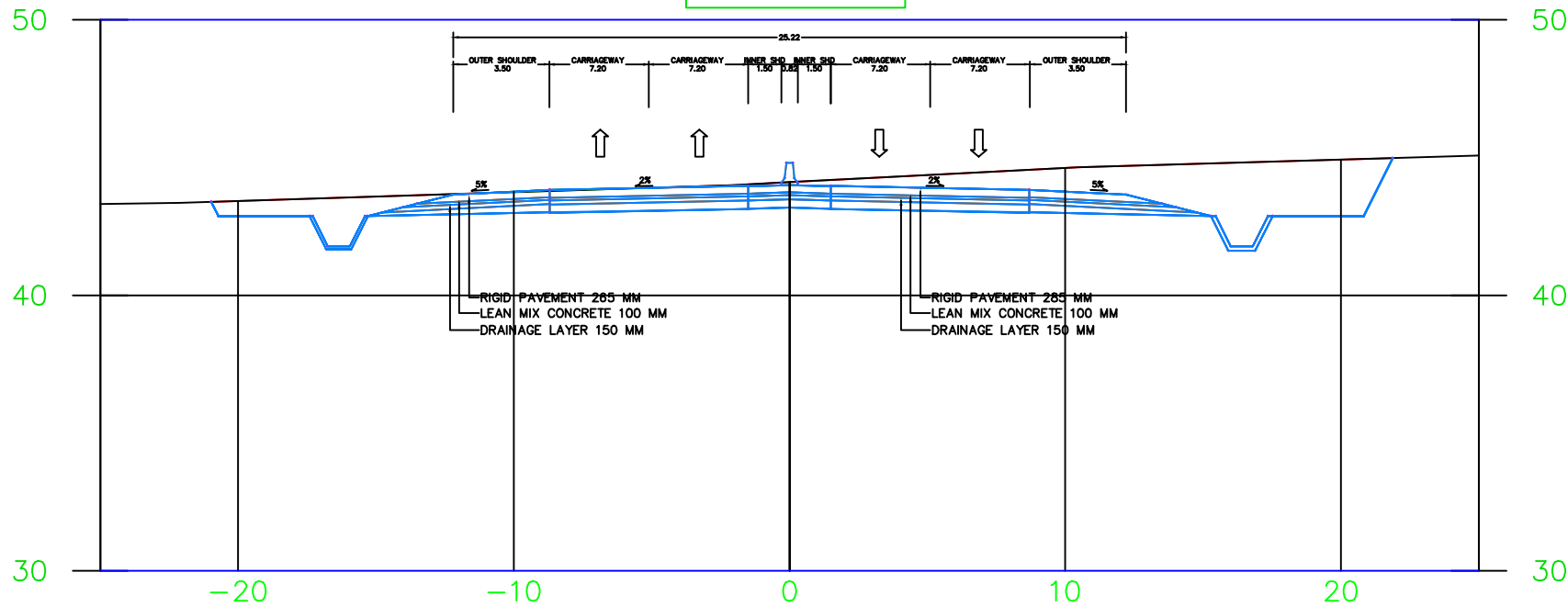
JUMLAH GAMBAR

97

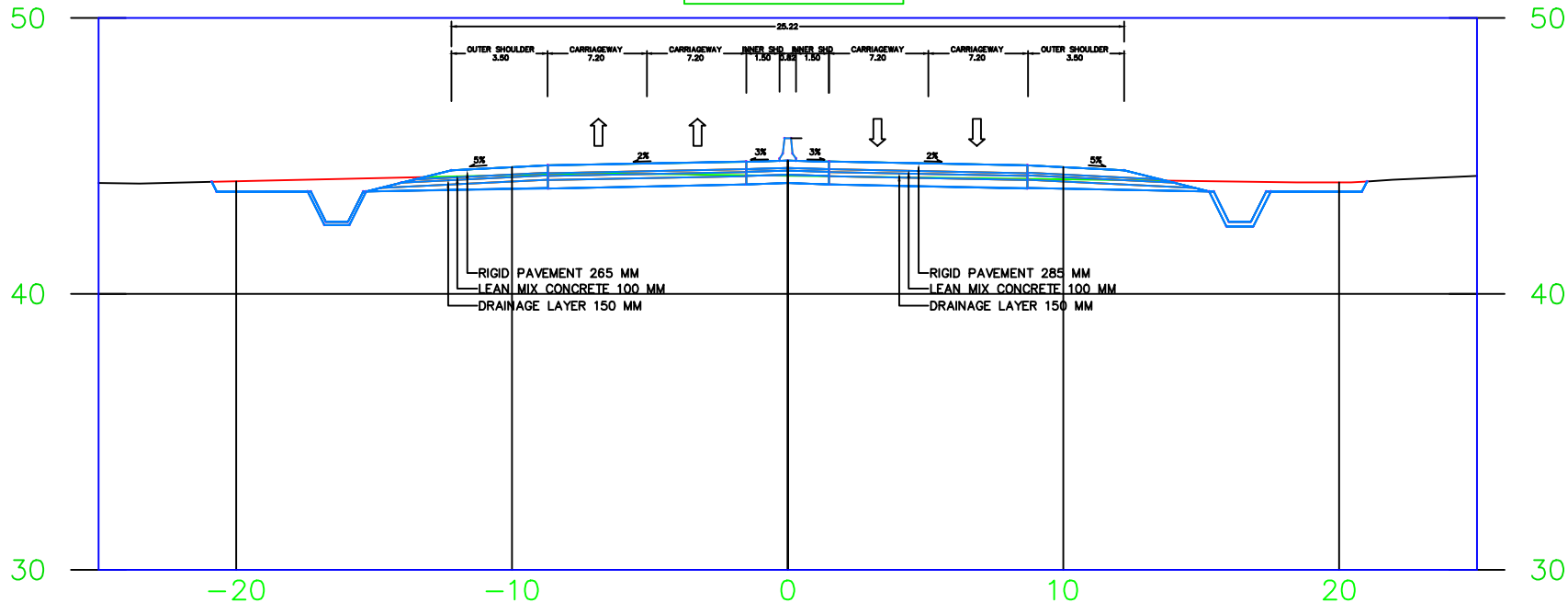
1+250.00



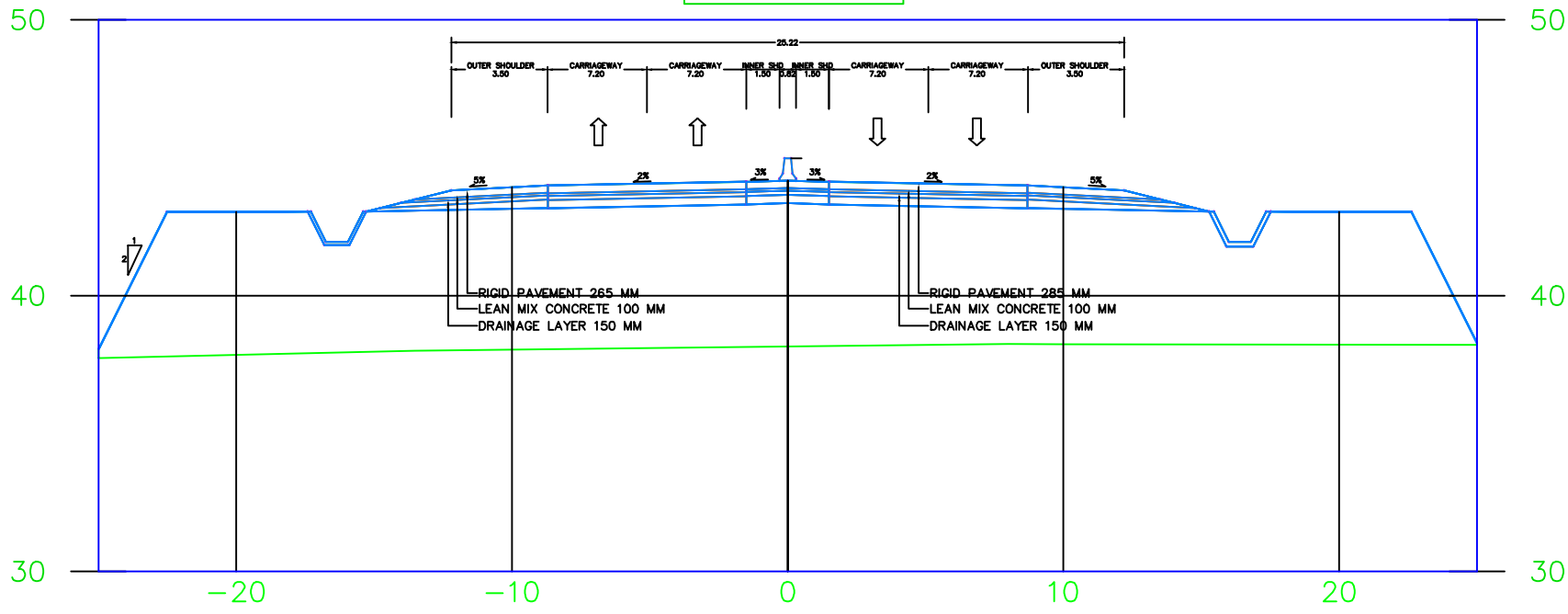
1+500.00



1+750.00



2+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
 TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
 SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
 0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
 Sta 0+750

SKALA

1:250

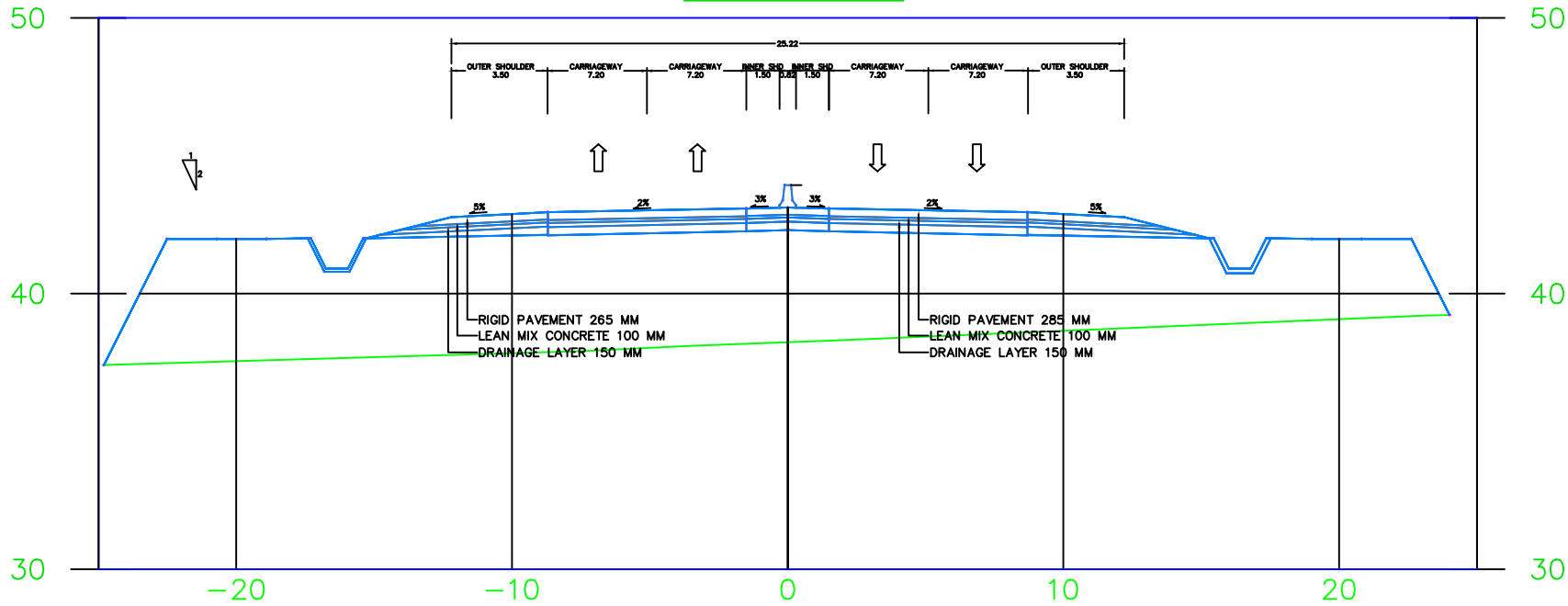
NOMOR GAMBAR

52

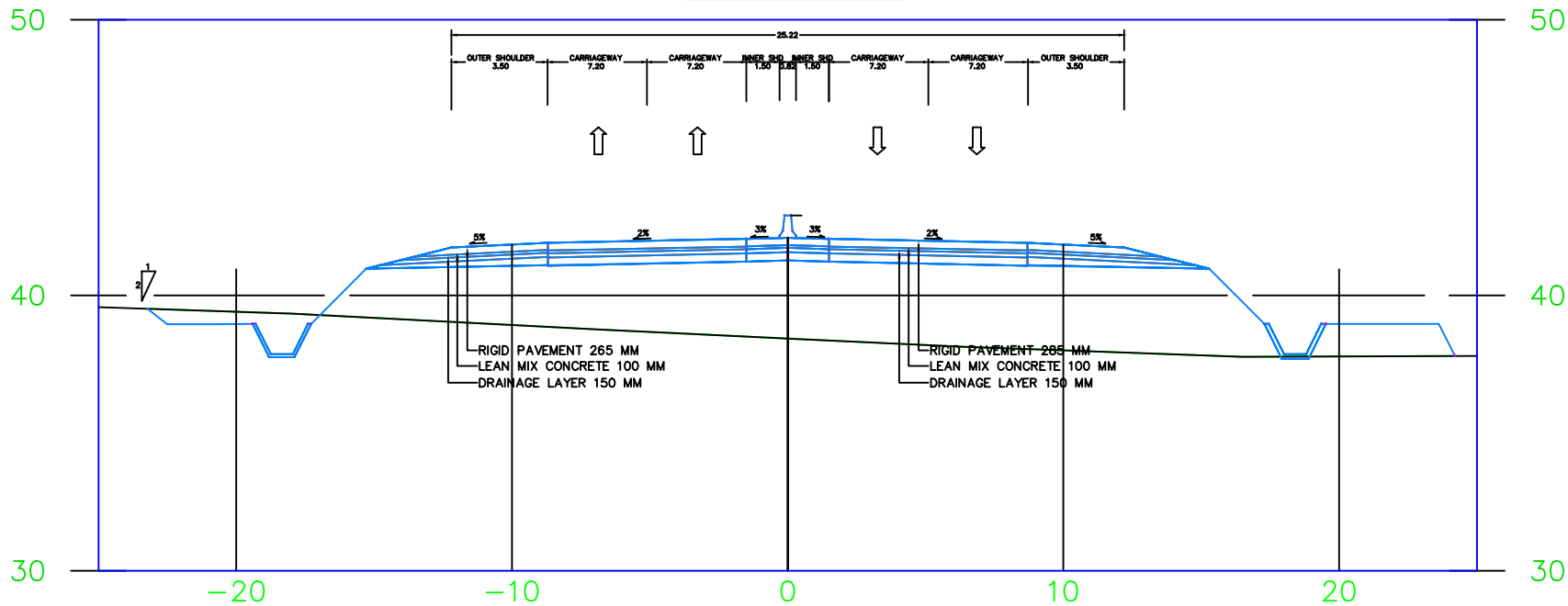
JUMLAH GAMBAR

97

2+250.00



2+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

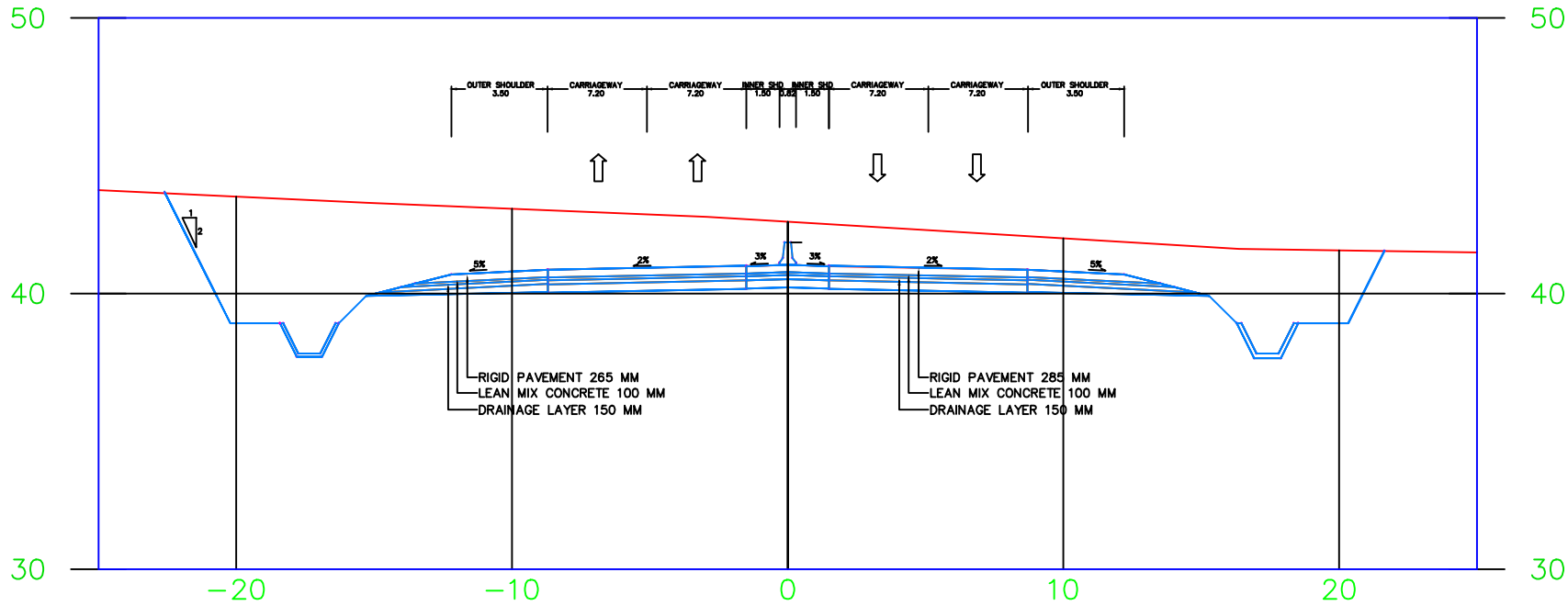
NOMOR GAMBAR

53

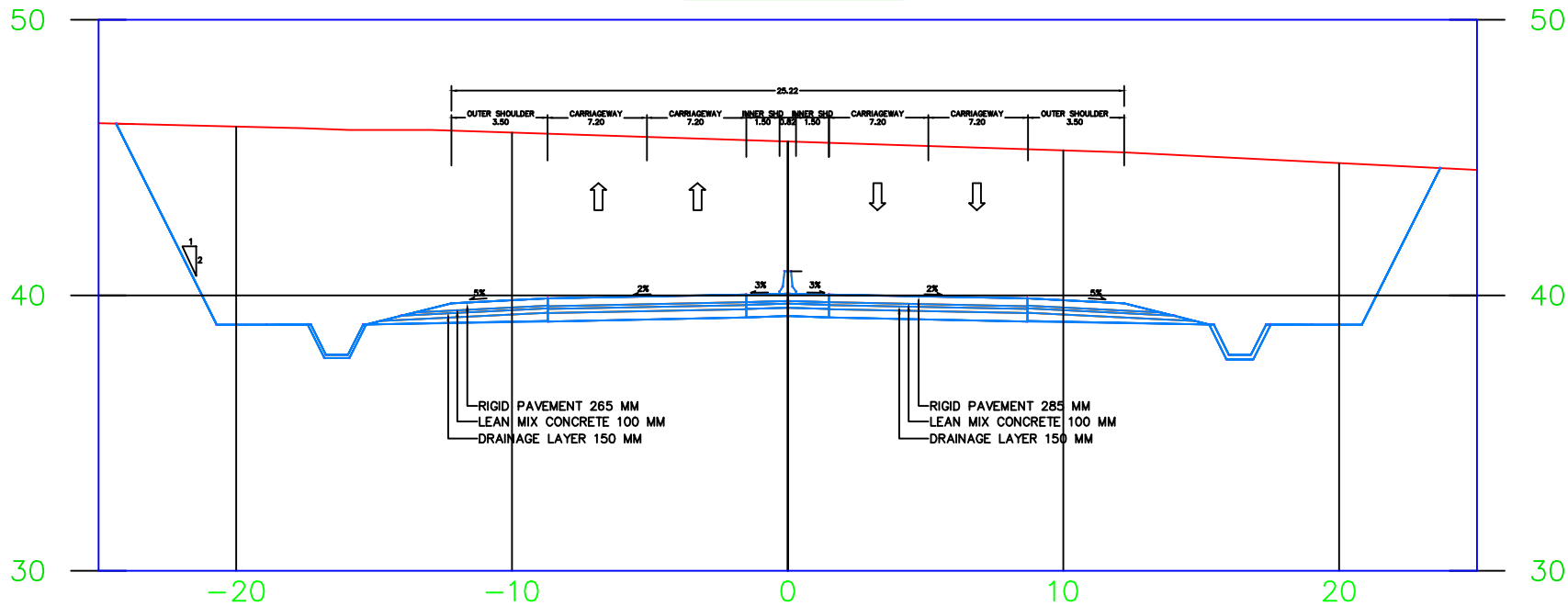
JUMLAH GAMBAR

97

2+750.00



3+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

54

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

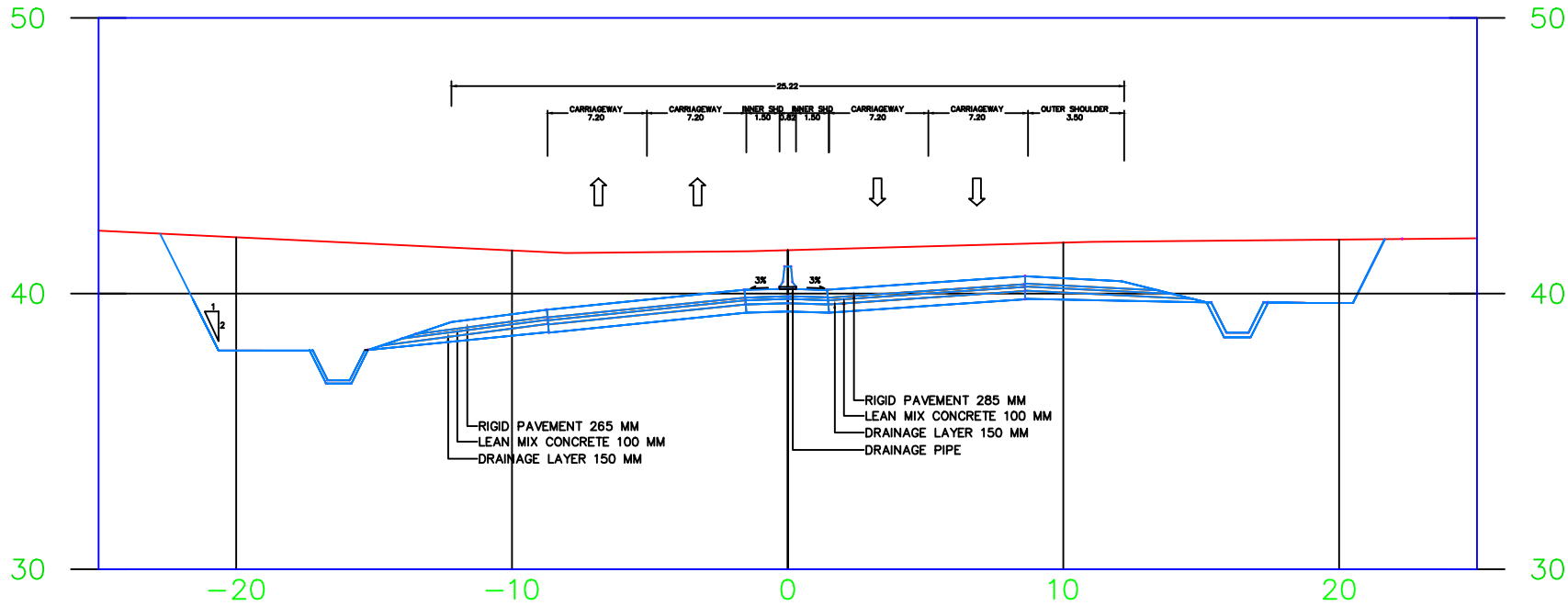
NOMOR GAMBAR

55

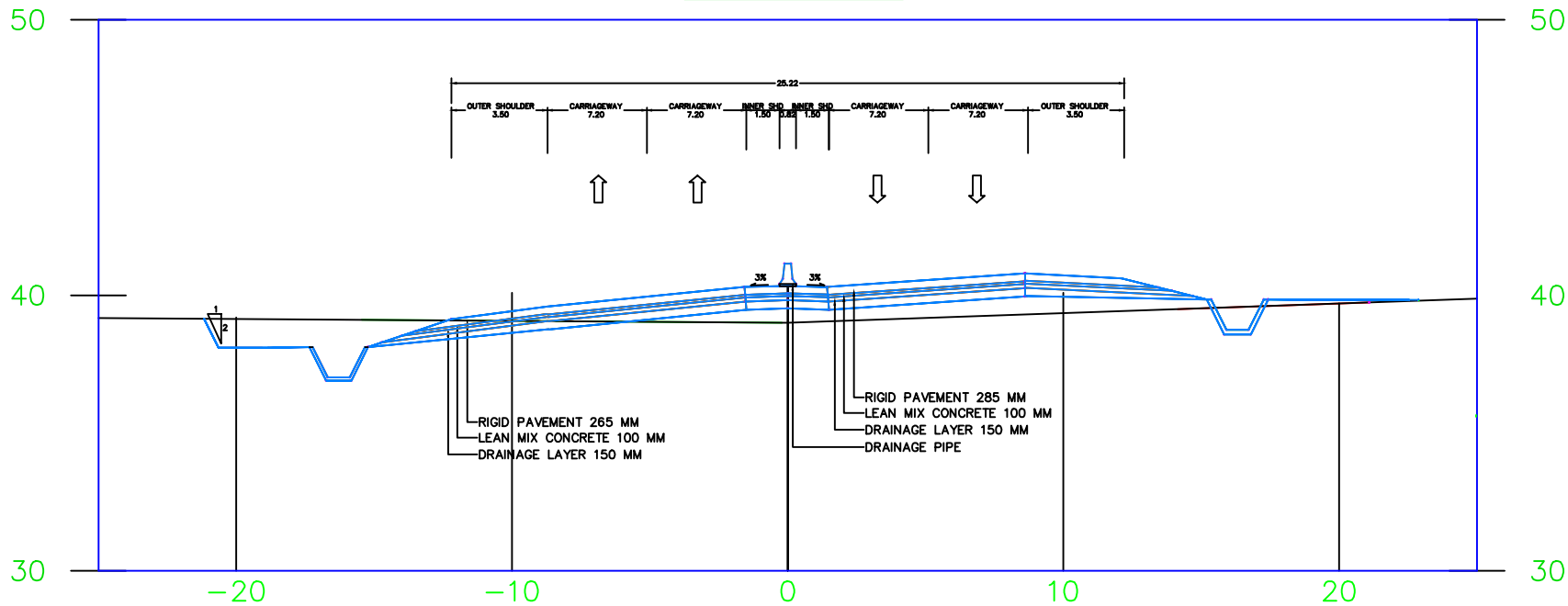
JUMLAH GAMBAR

97

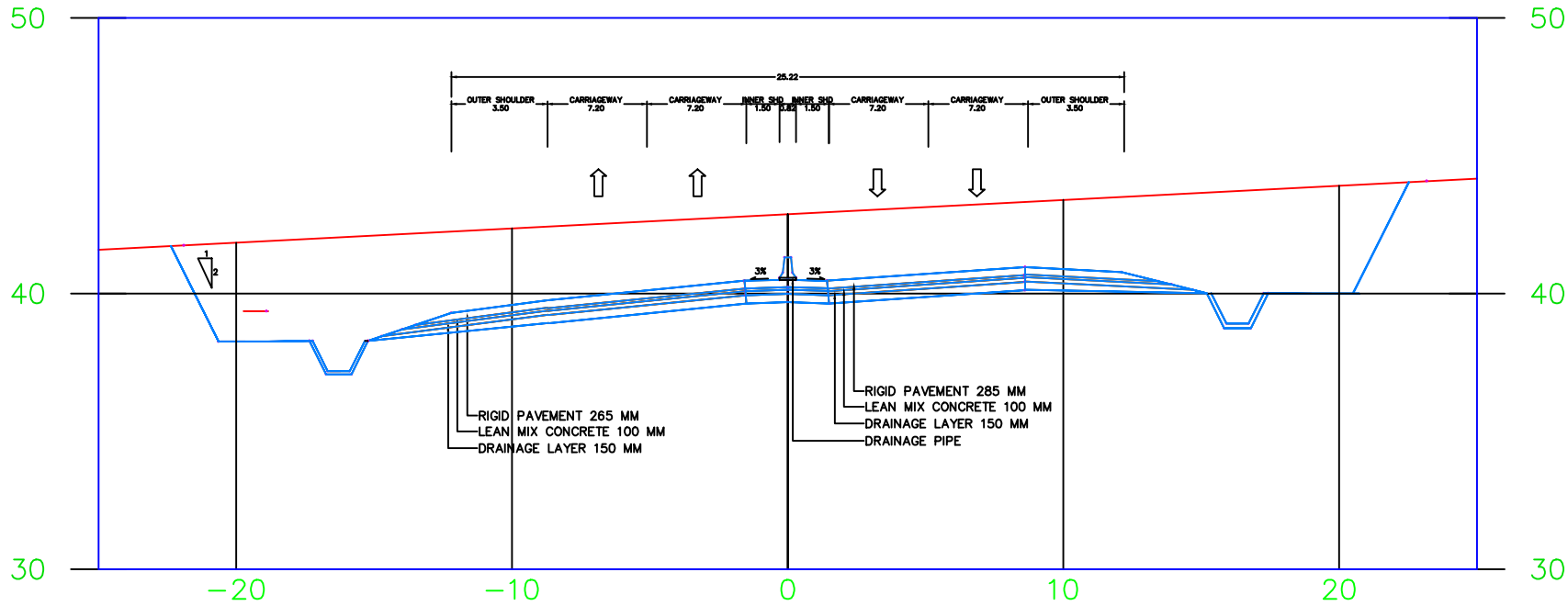
2+750.00



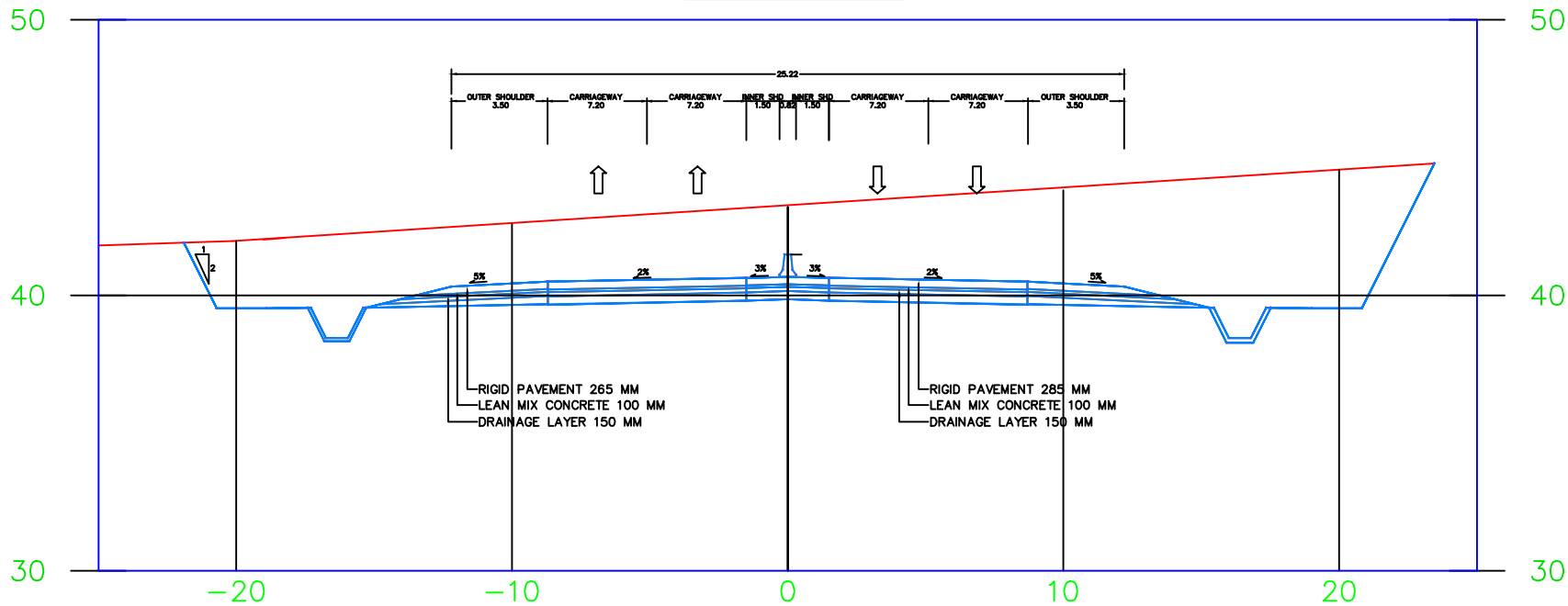
3+500.00



3+750.00



4+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

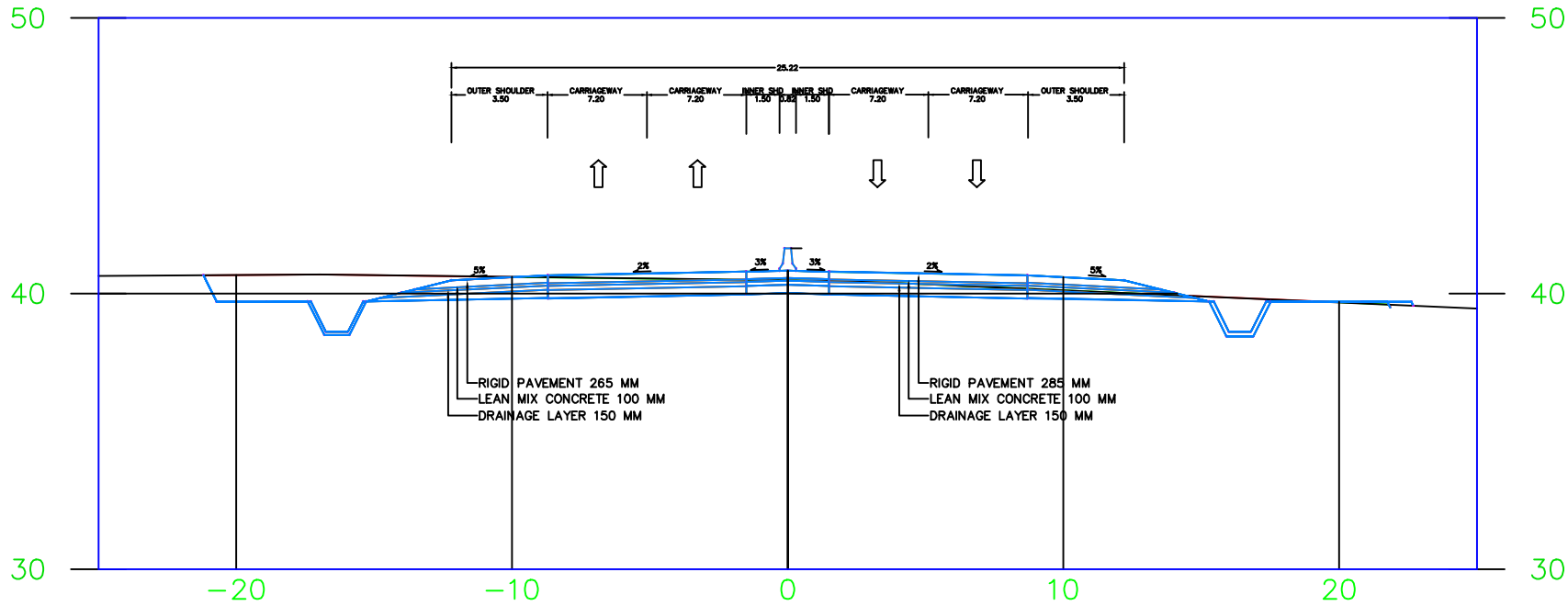
NOMOR GAMBAR

56

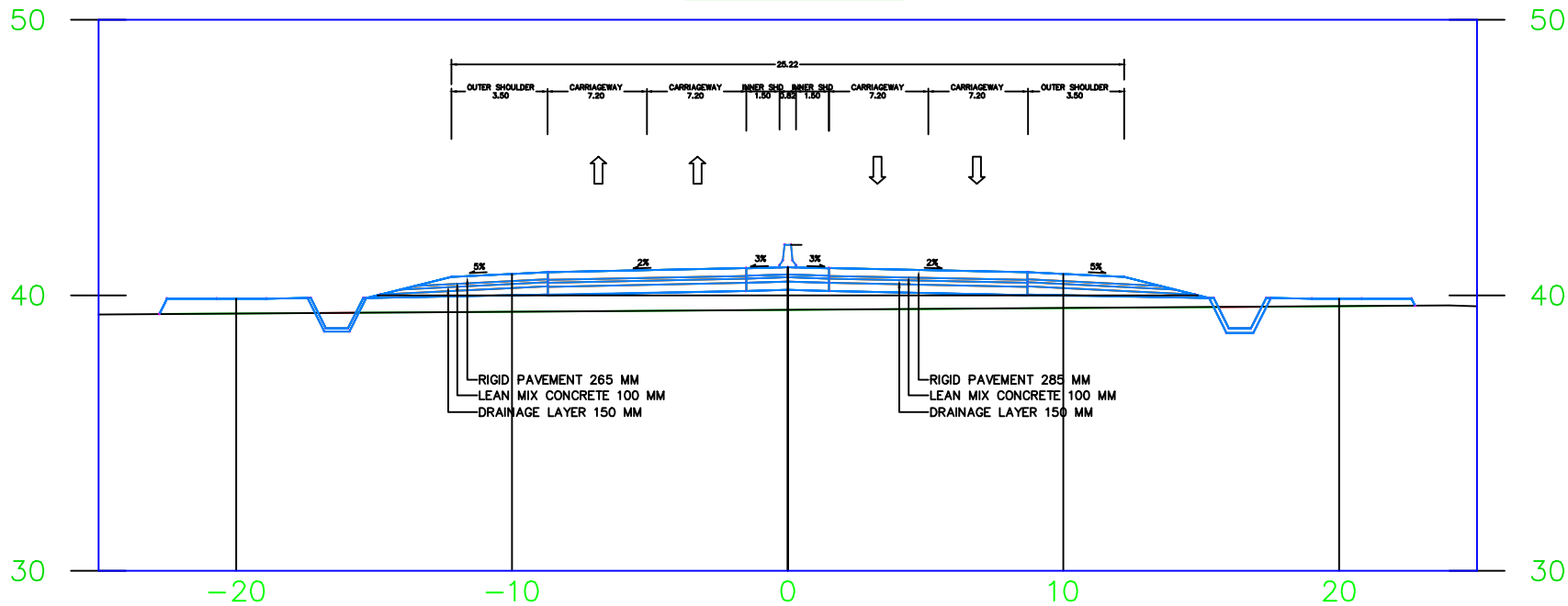
JUMLAH GAMBAR

97

4+250.00



4+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

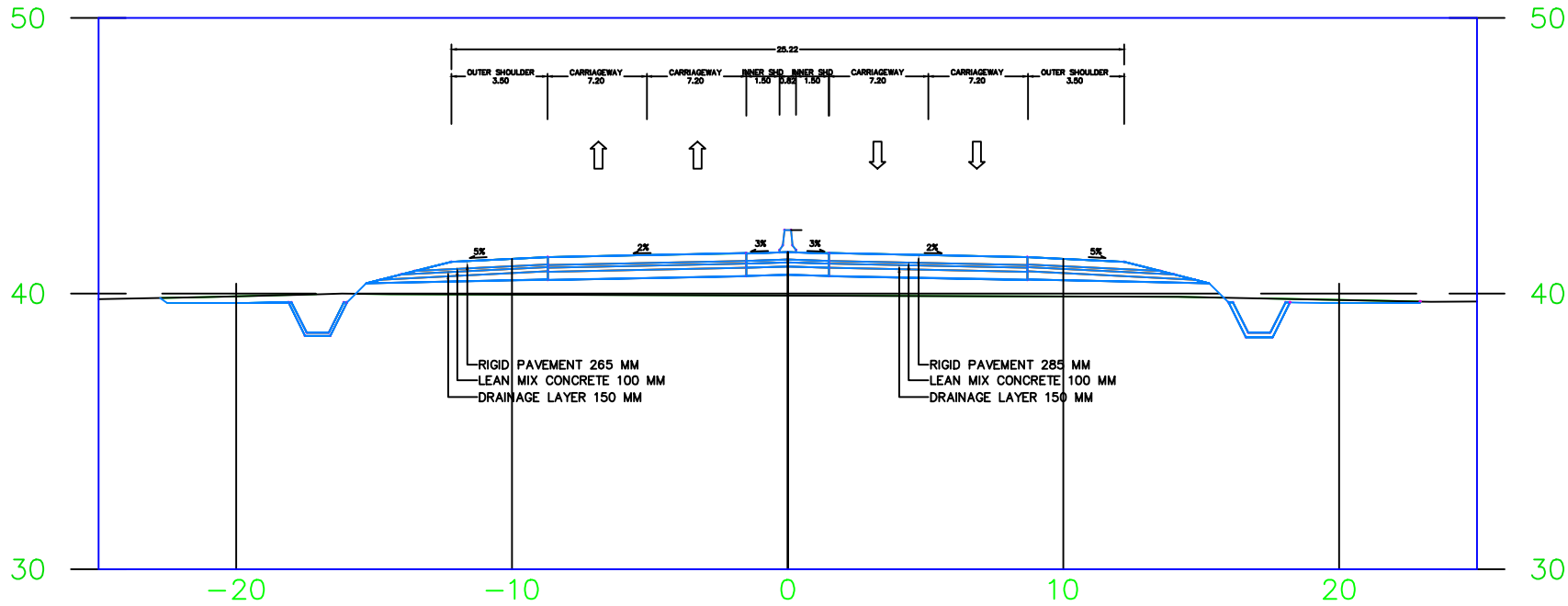
NOMOR GAMBAR

57

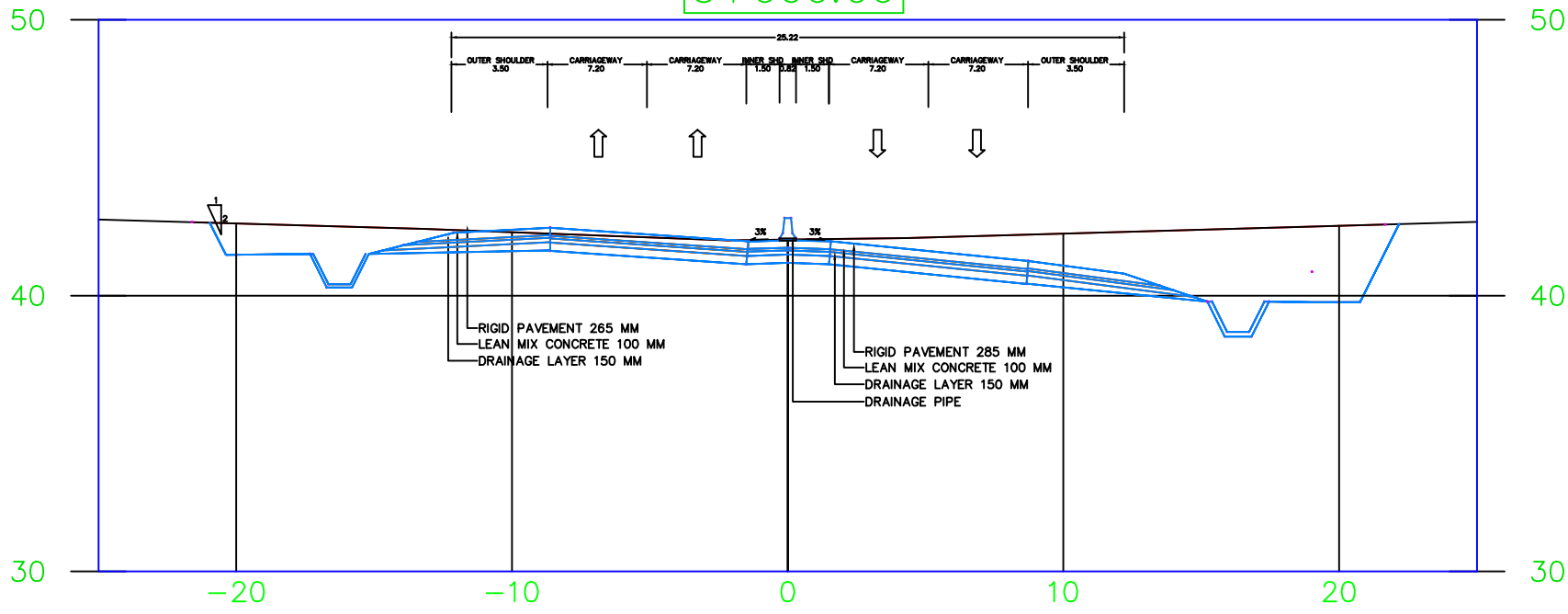
JUMLAH GAMBAR

97

4+750.00



5+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

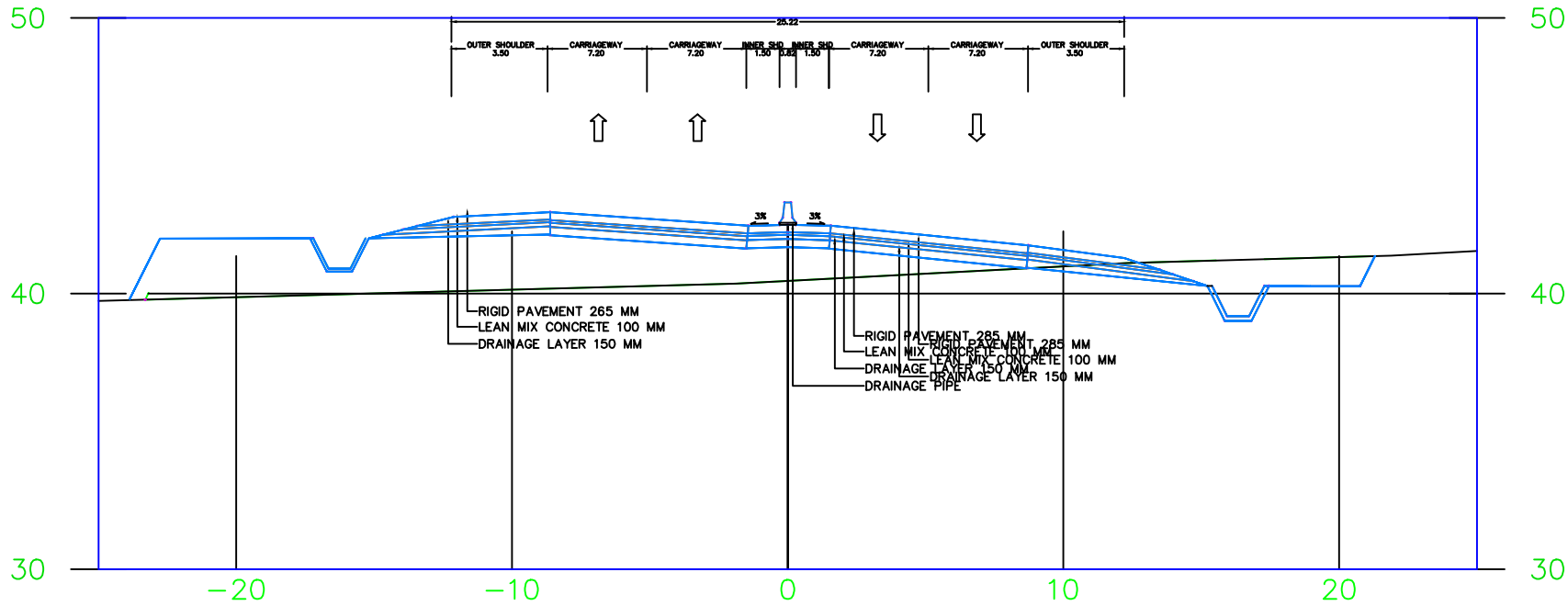
NOMOR GAMBAR

58

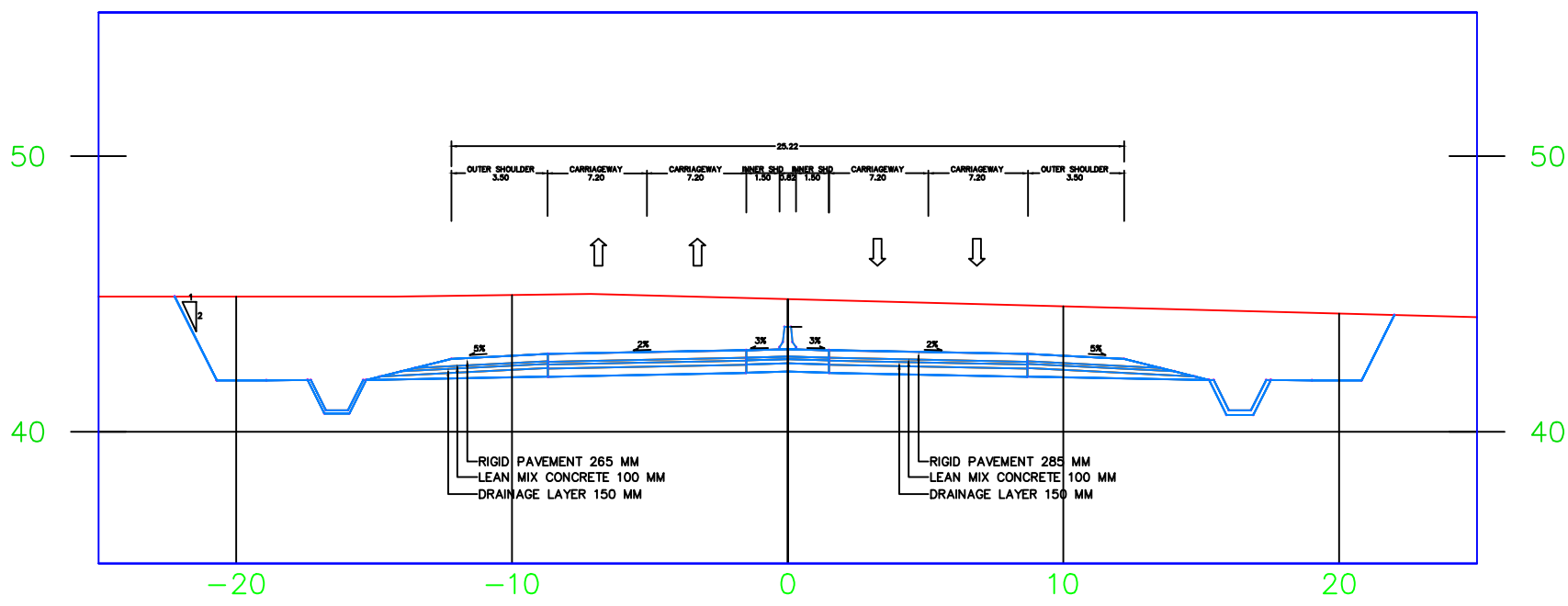
JUMLAH GAMBAR

97

5+250.00



5+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

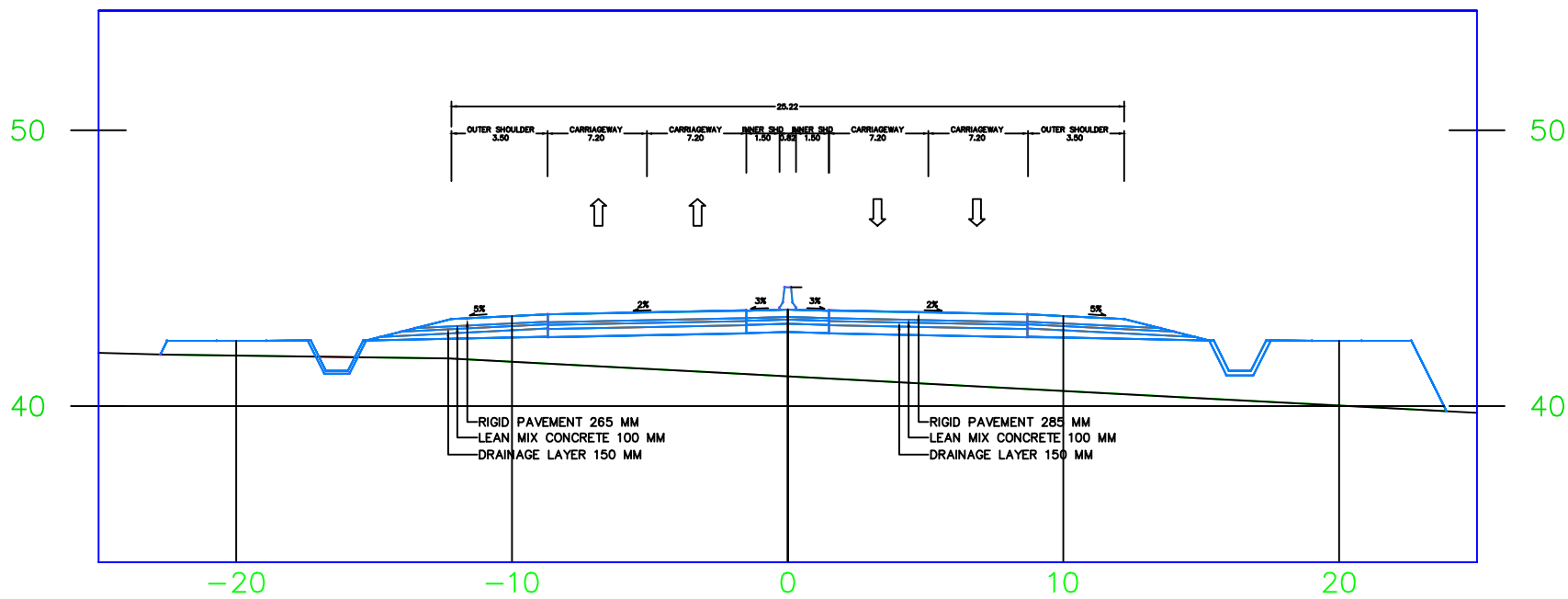
NOMOR GAMBAR

59

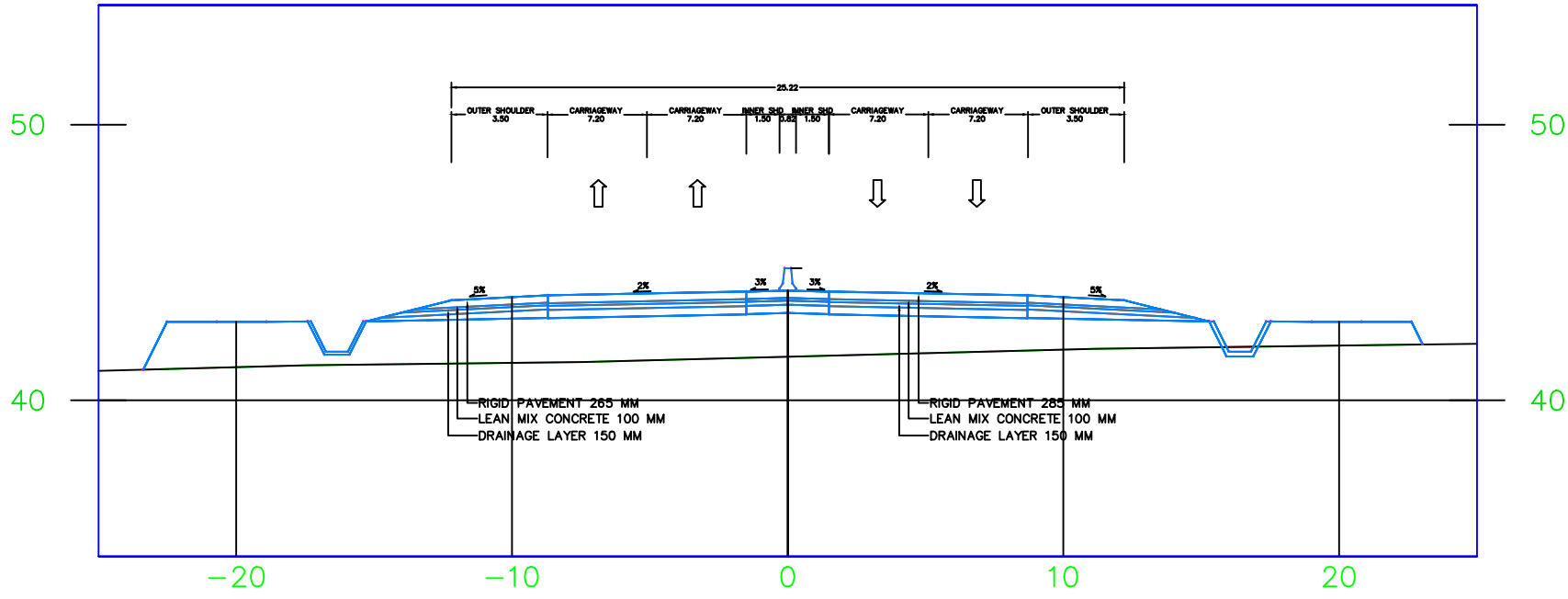
JUMLAH GAMBAR

97

5+750.00



6+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

60

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

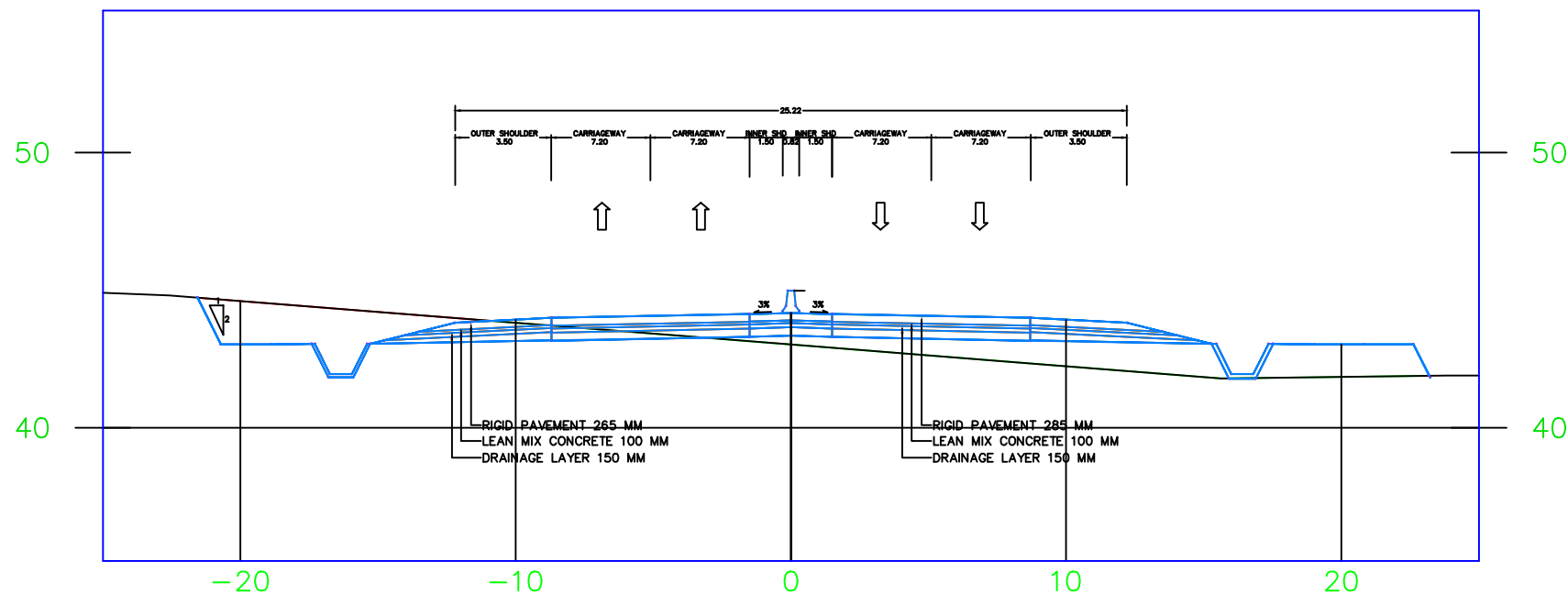
NOMOR GAMBAR

61

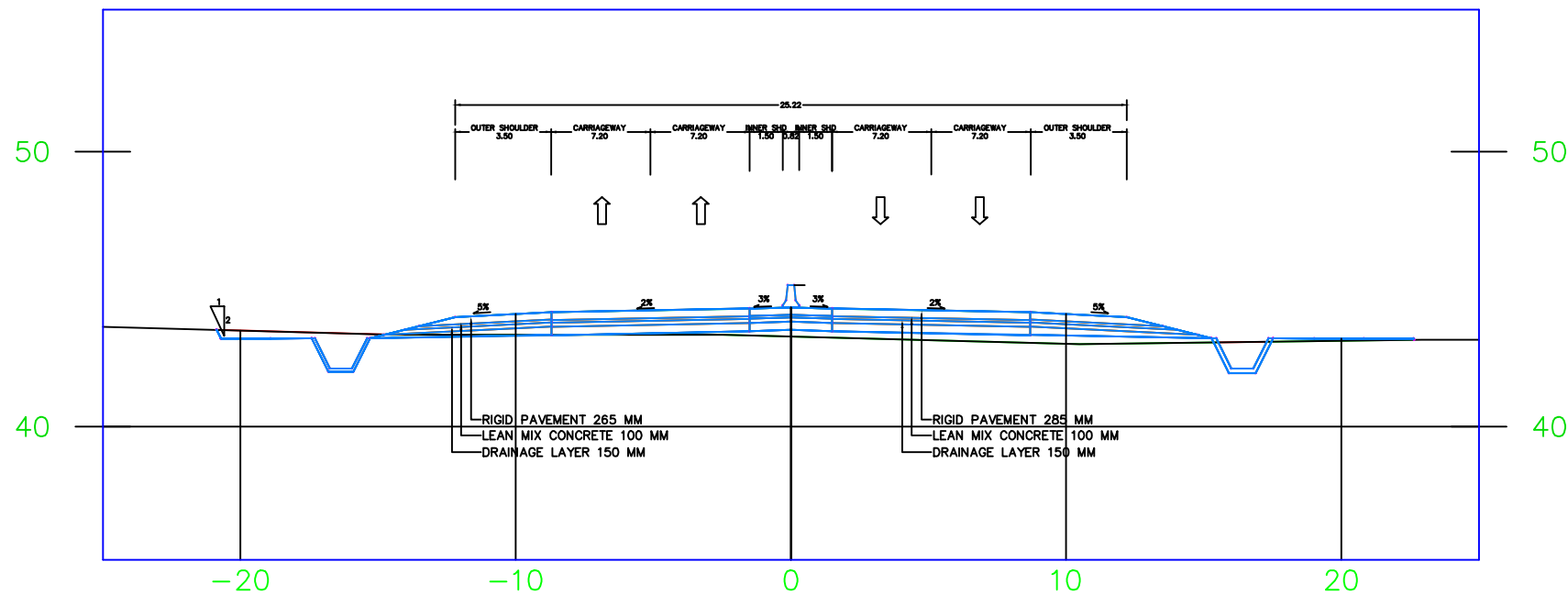
JUMLAH GAMBAR

97

6+250.00



6+500.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

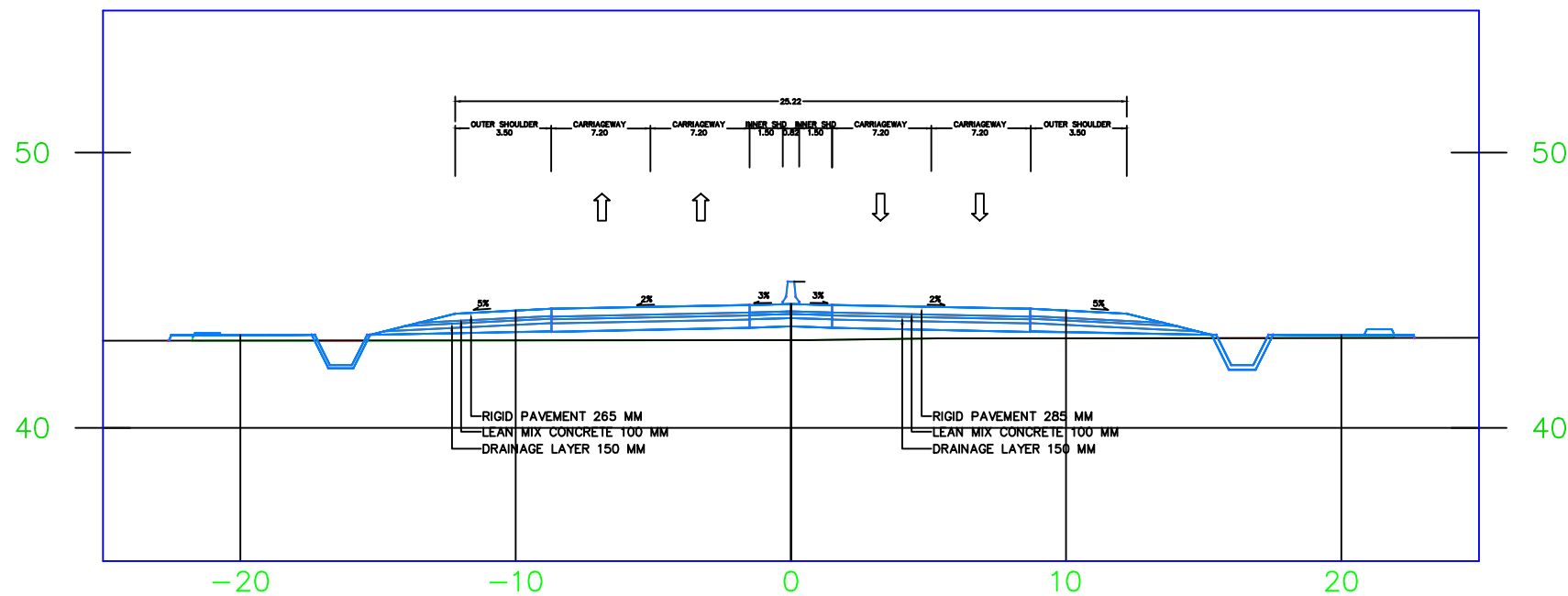
NOMOR GAMBAR

62

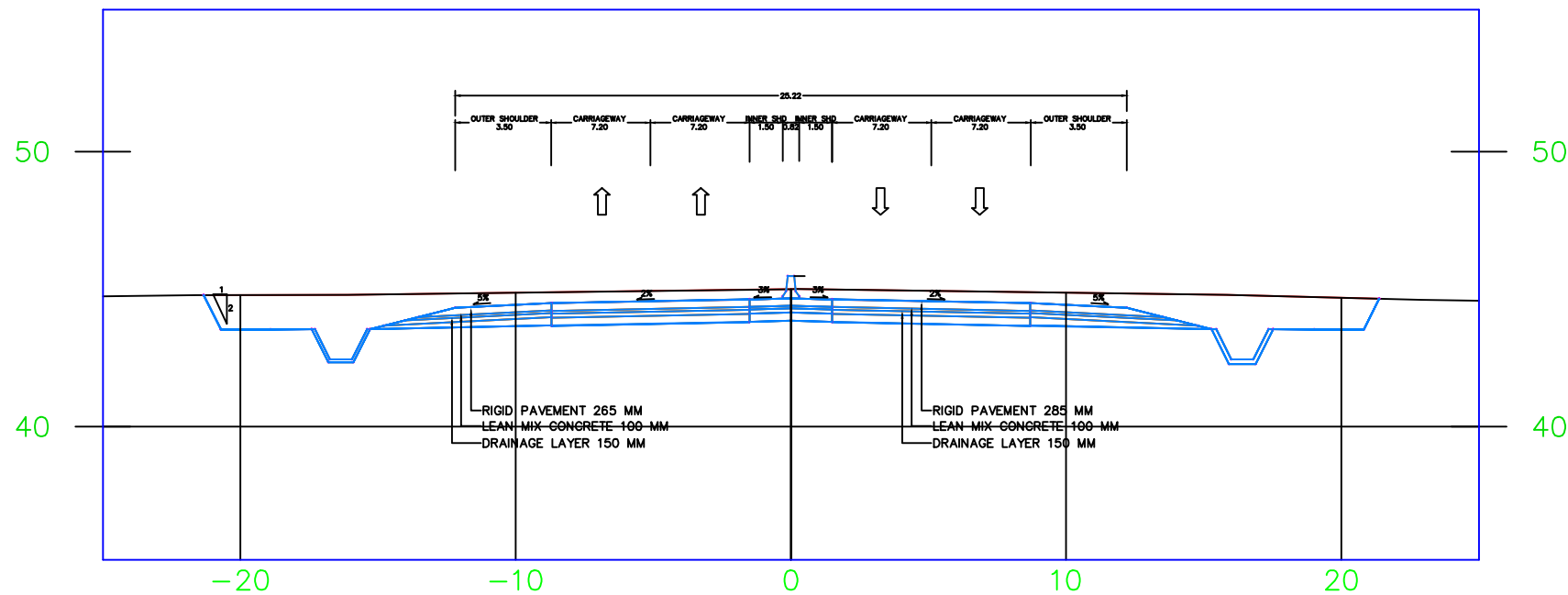
JUMLAH GAMBAR

97

6+750.00



7+000.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

1:250

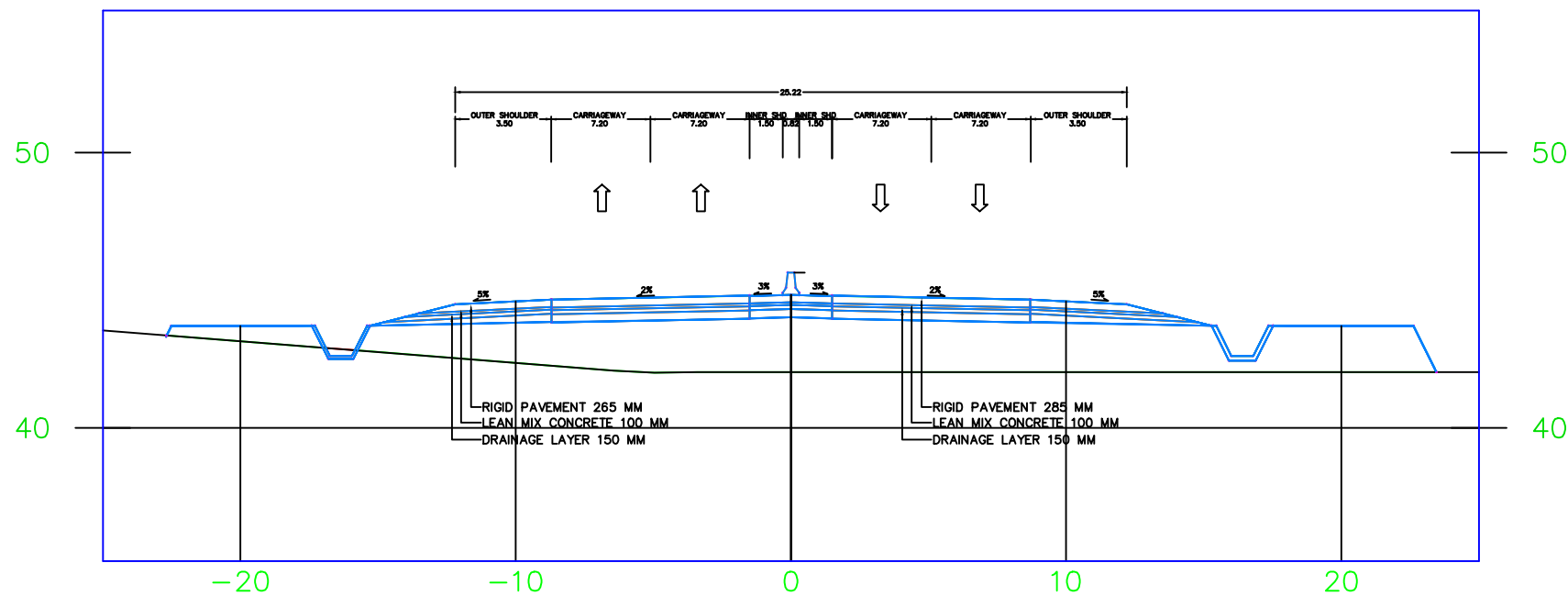
NOMOR GAMBAR

63

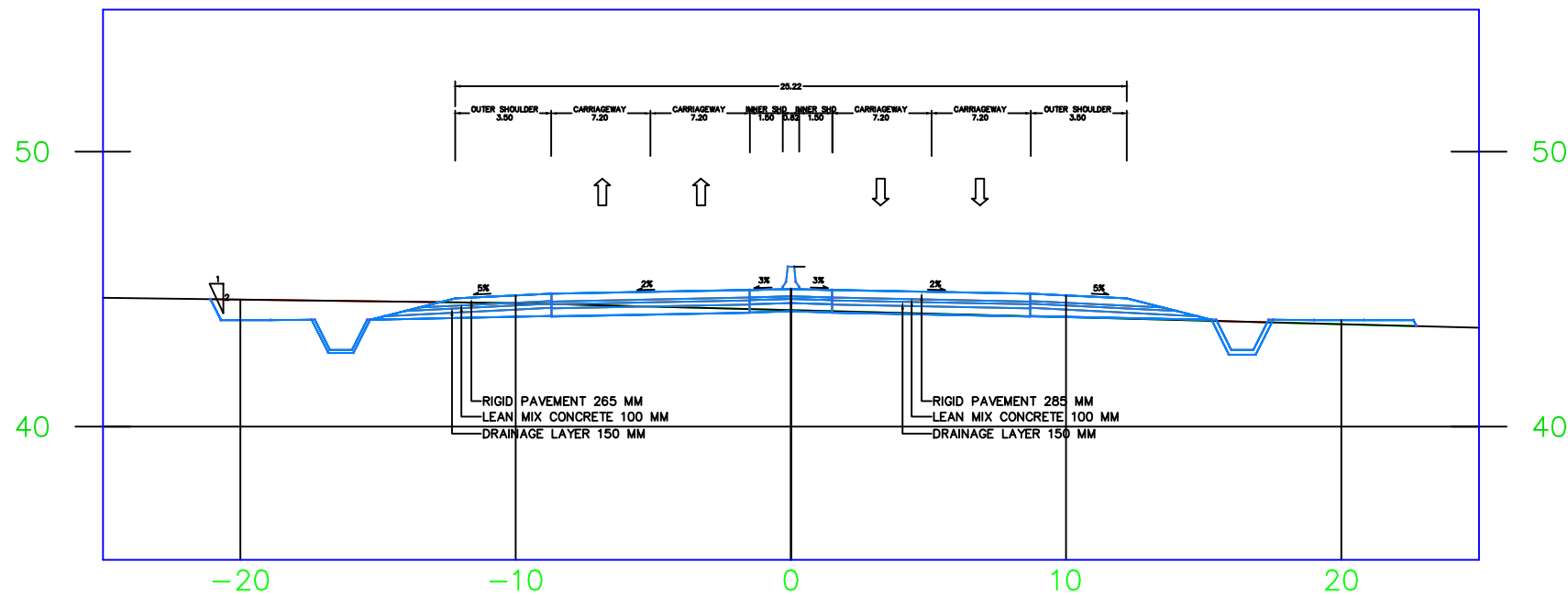
JUMLAH GAMBAR

97

7+250.00



7+500.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 7+750 & Sta 8+000

SKALA

1:250

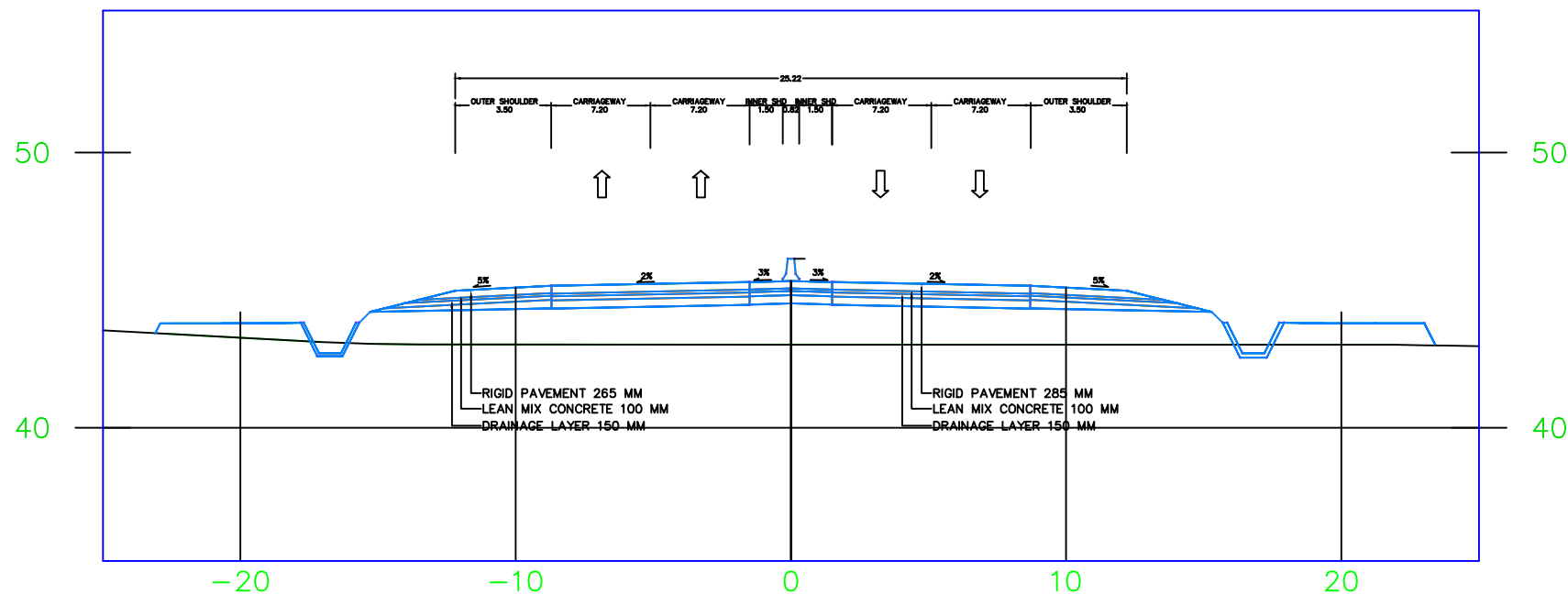
NOMOR GAMBAR

64

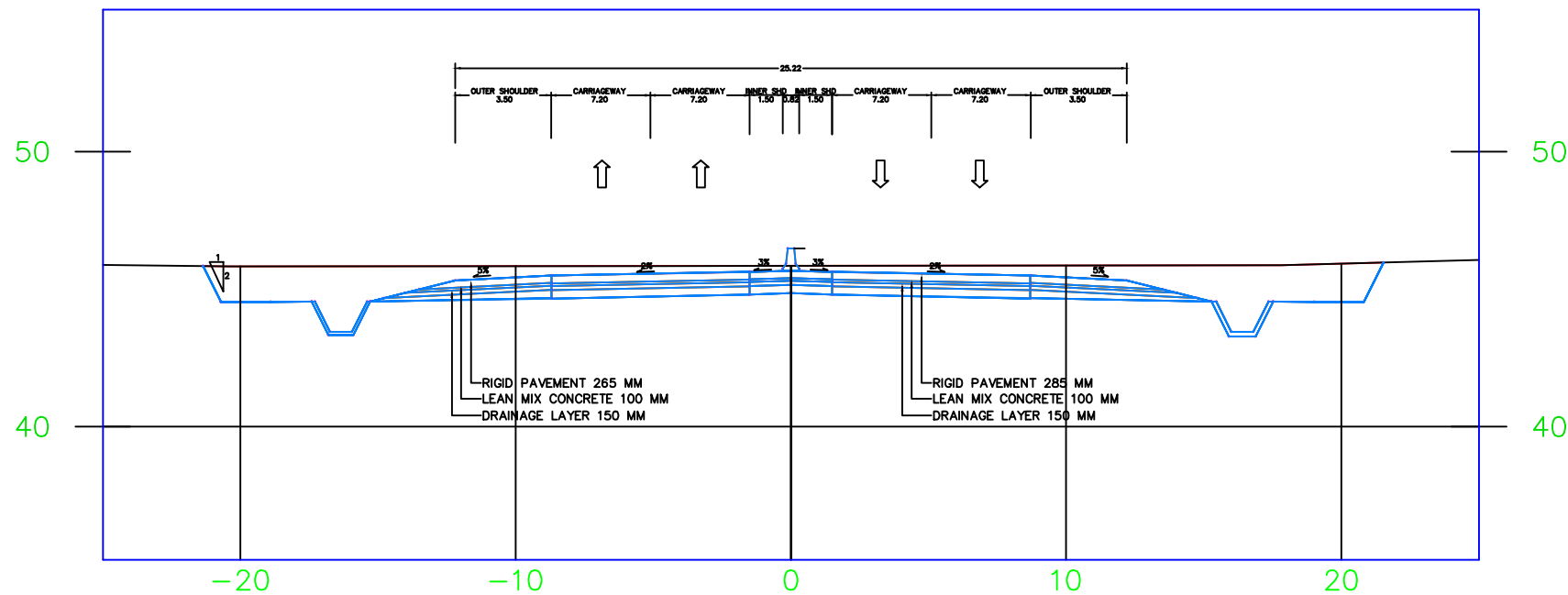
JUMLAH GAMBAR

97

7+750.00



8+000.00





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 8+250 & Sta 8+500

SKALA

1:250

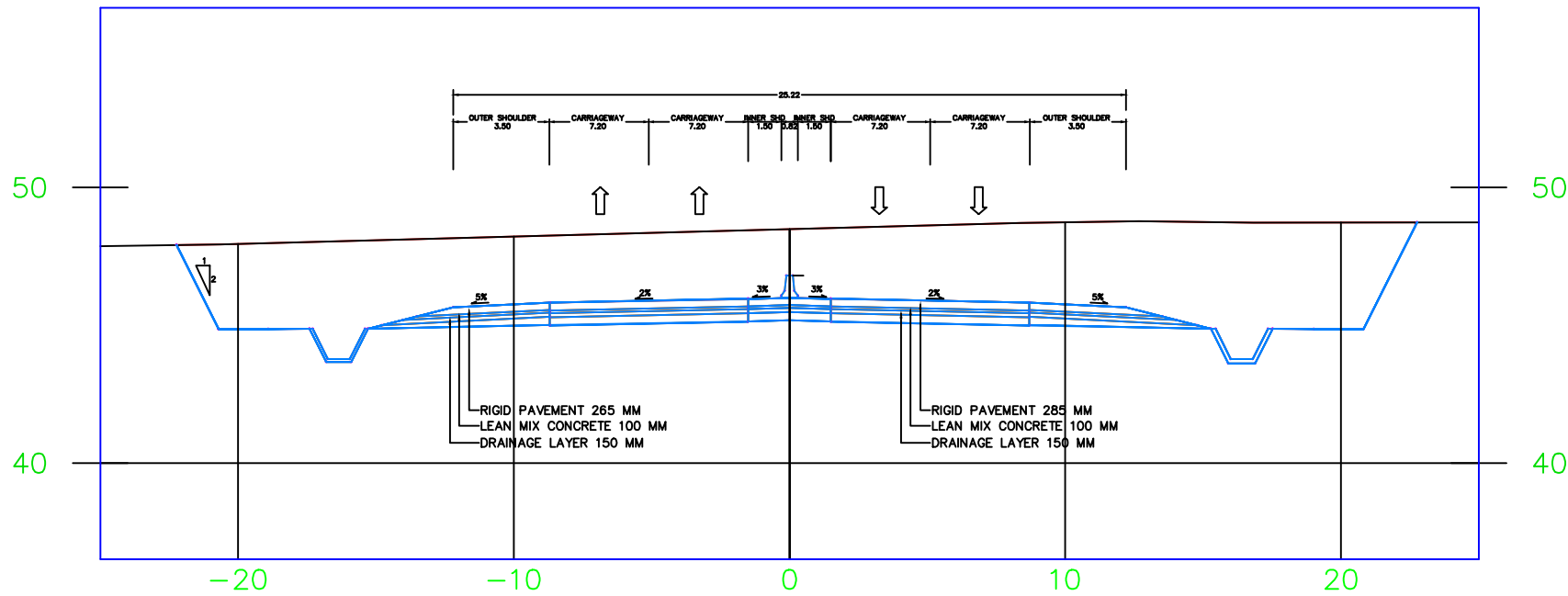
NOMOR GAMBAR

65

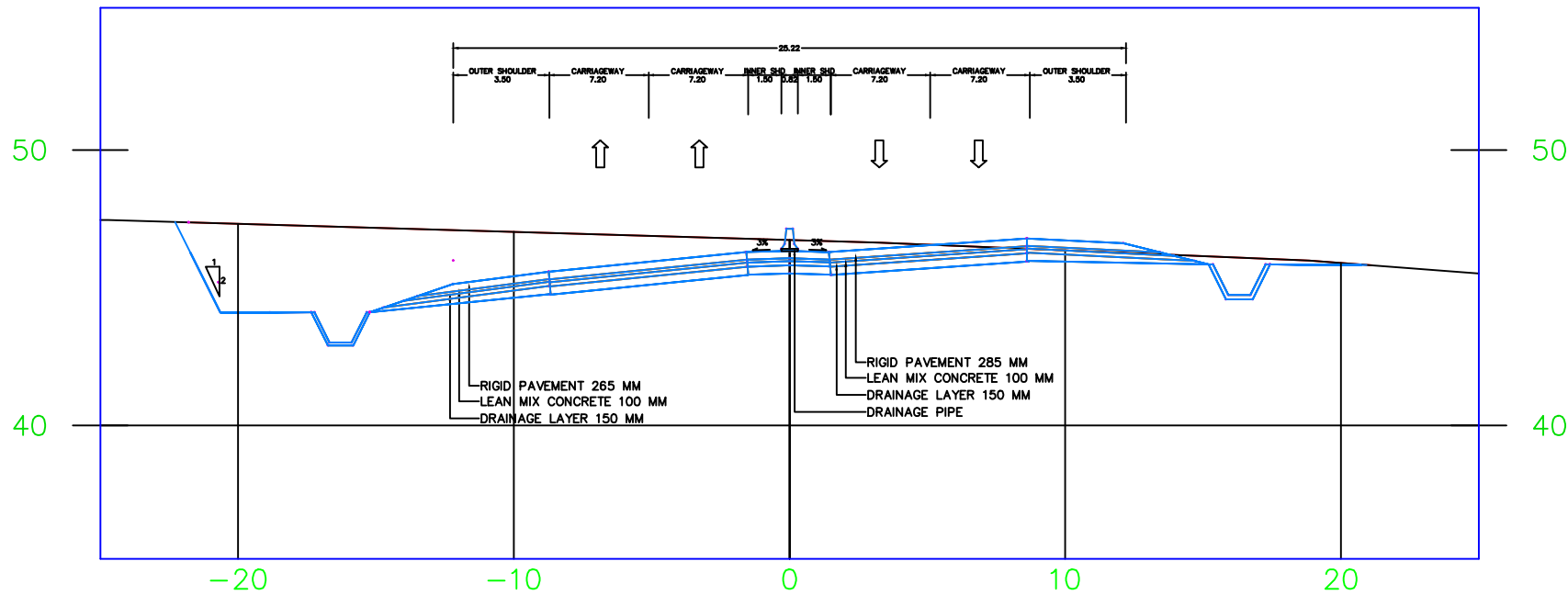
JUMLAH GAMBAR

97

8+250.00



8+500.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 8+750 & Sta 9+000

SKALA

1:250

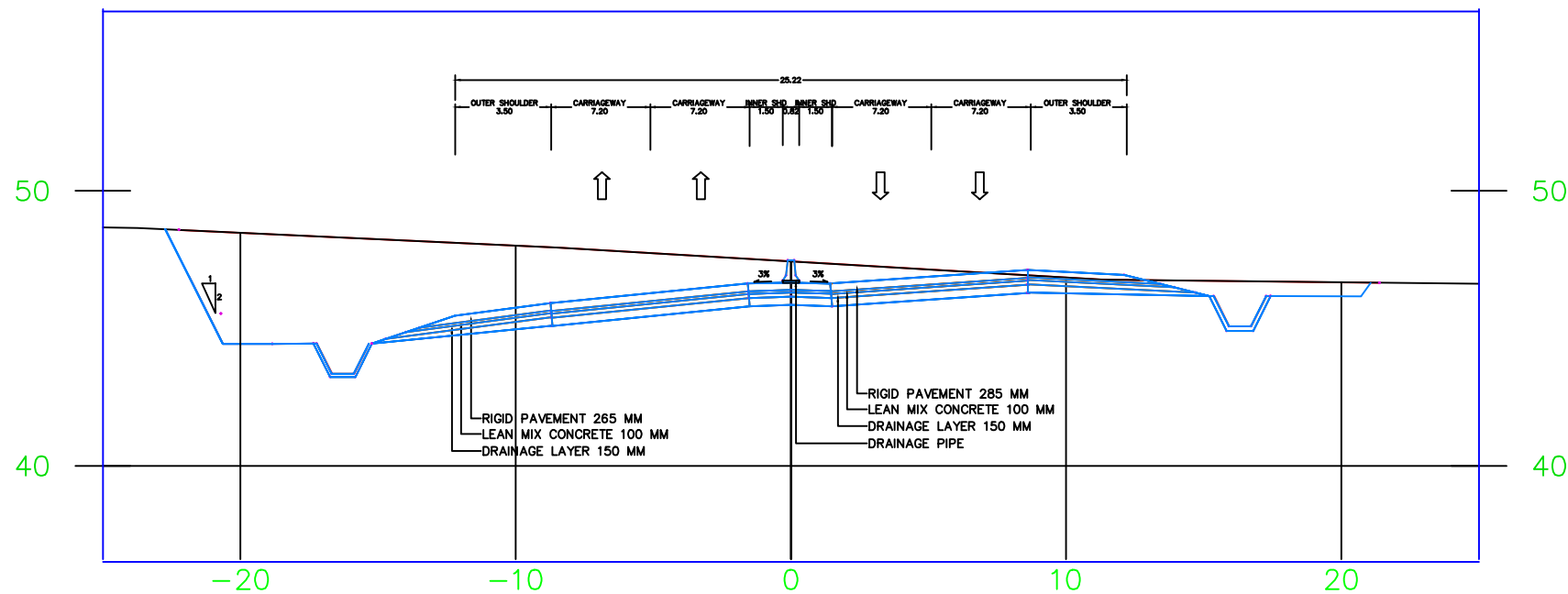
NOMOR GAMBAR

66

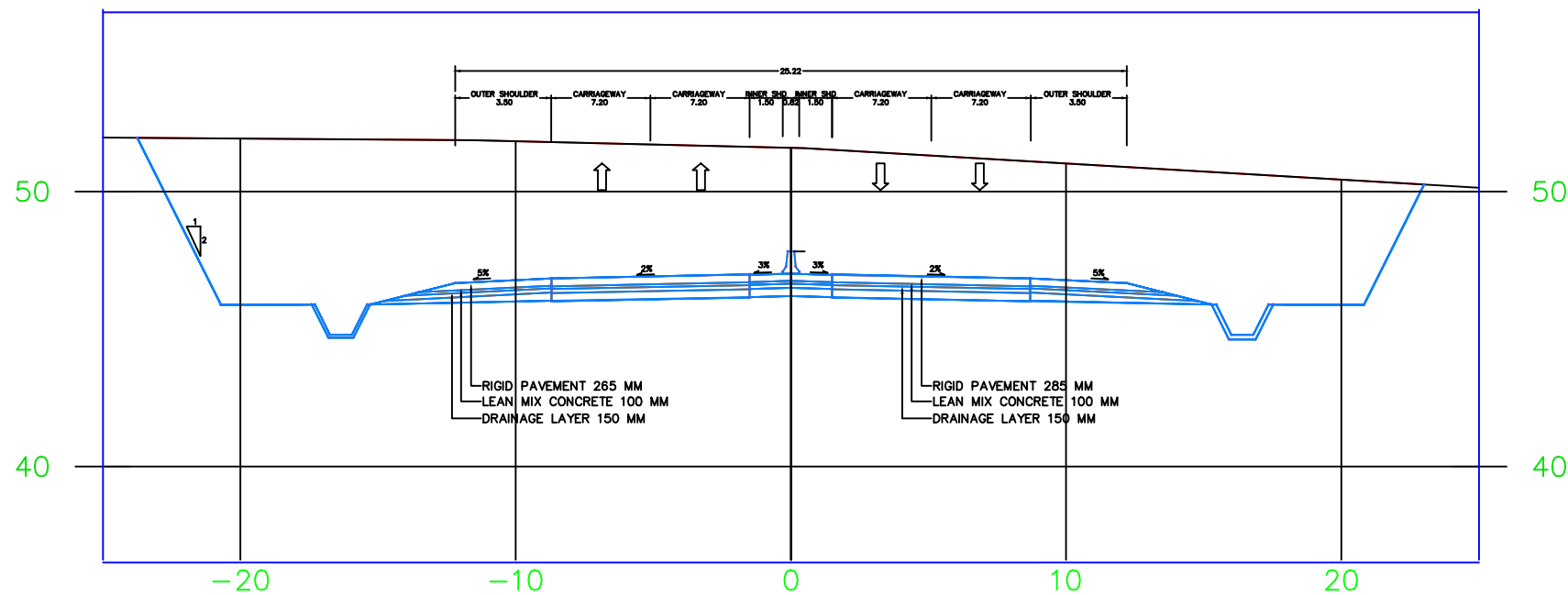
JUMLAH GAMBAR

97

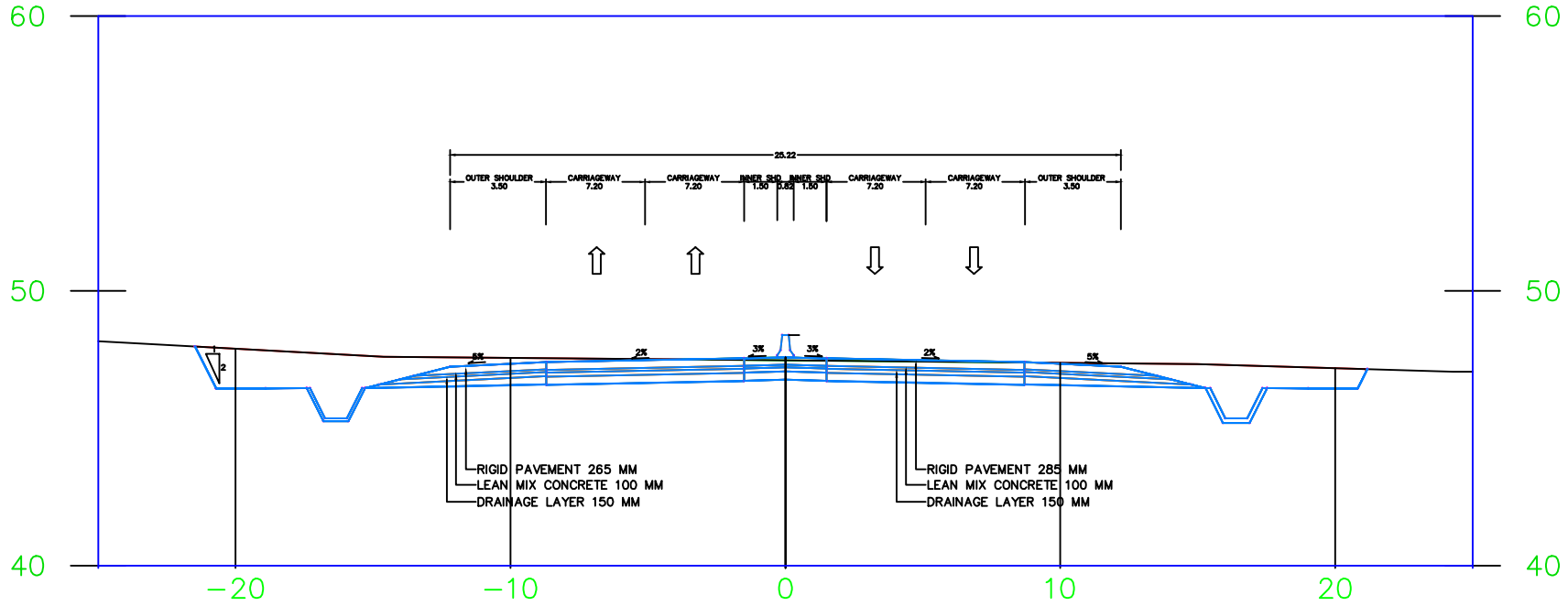
8+750.00



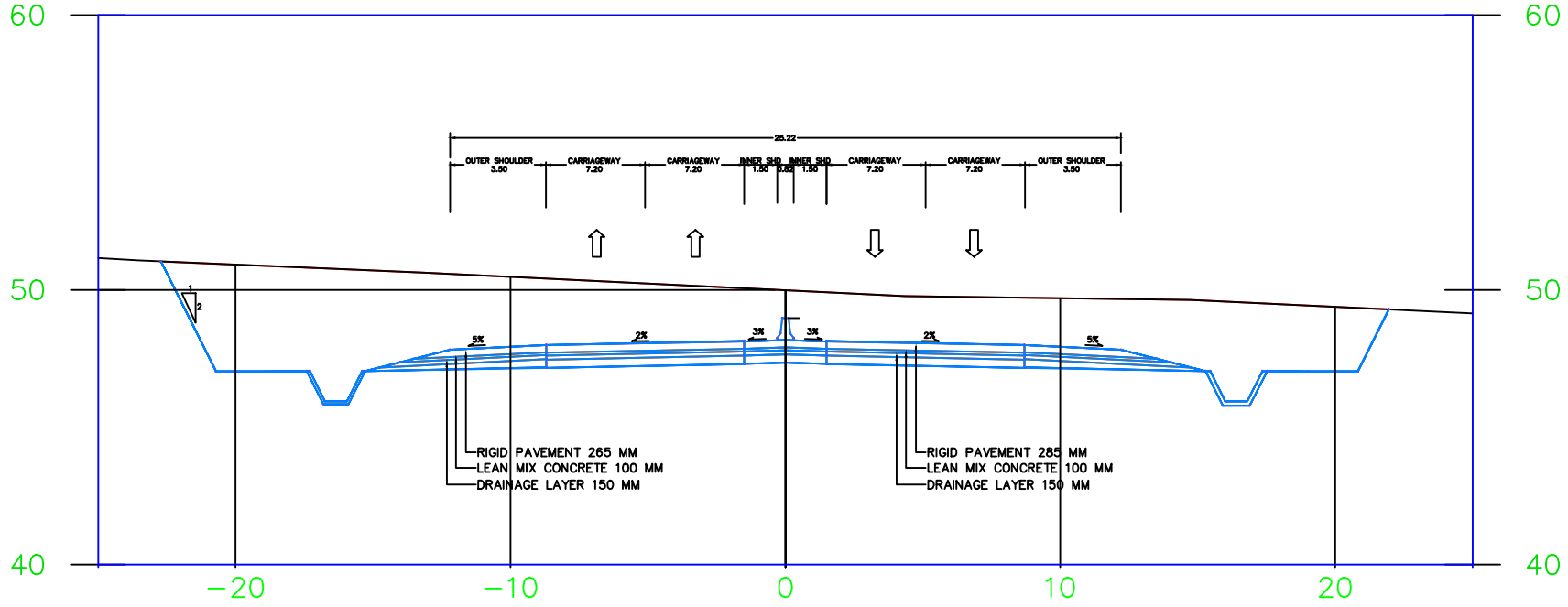
9+000.00



9+250.00



9+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 9+250 & Sta 9+500

SKALA

1:250

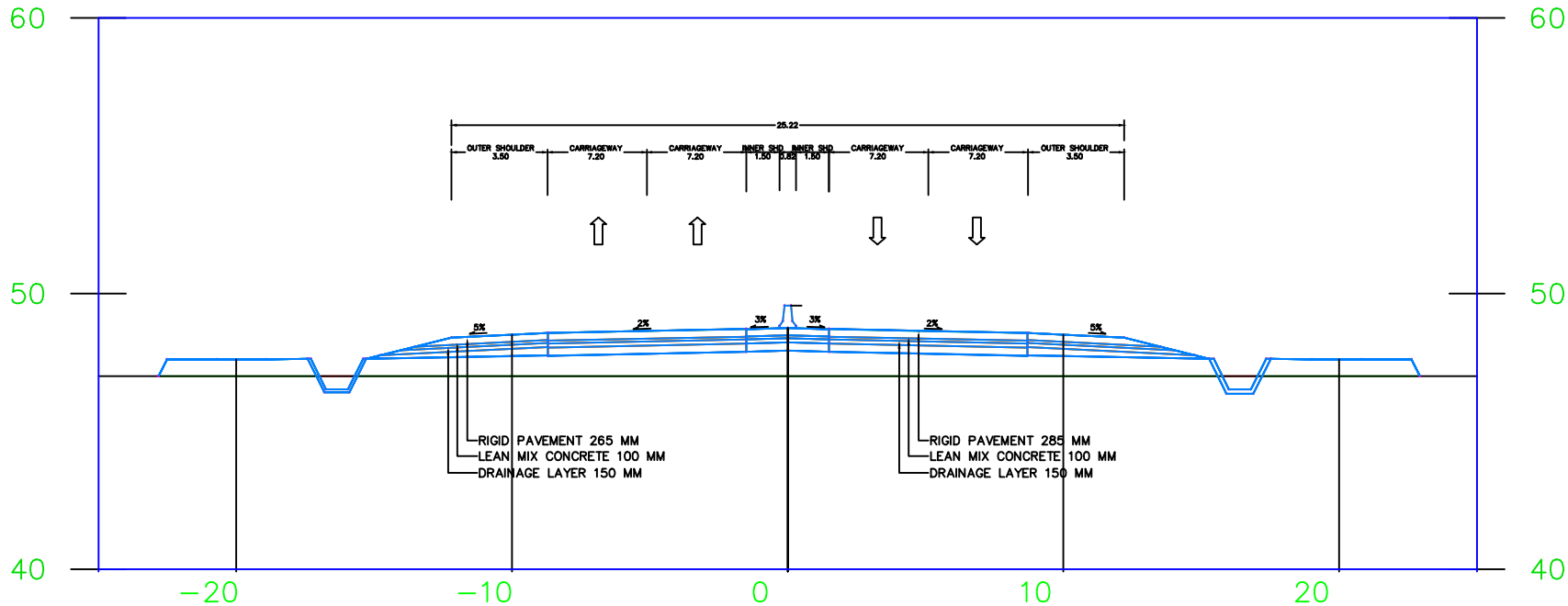
NOMOR GAMBAR

67

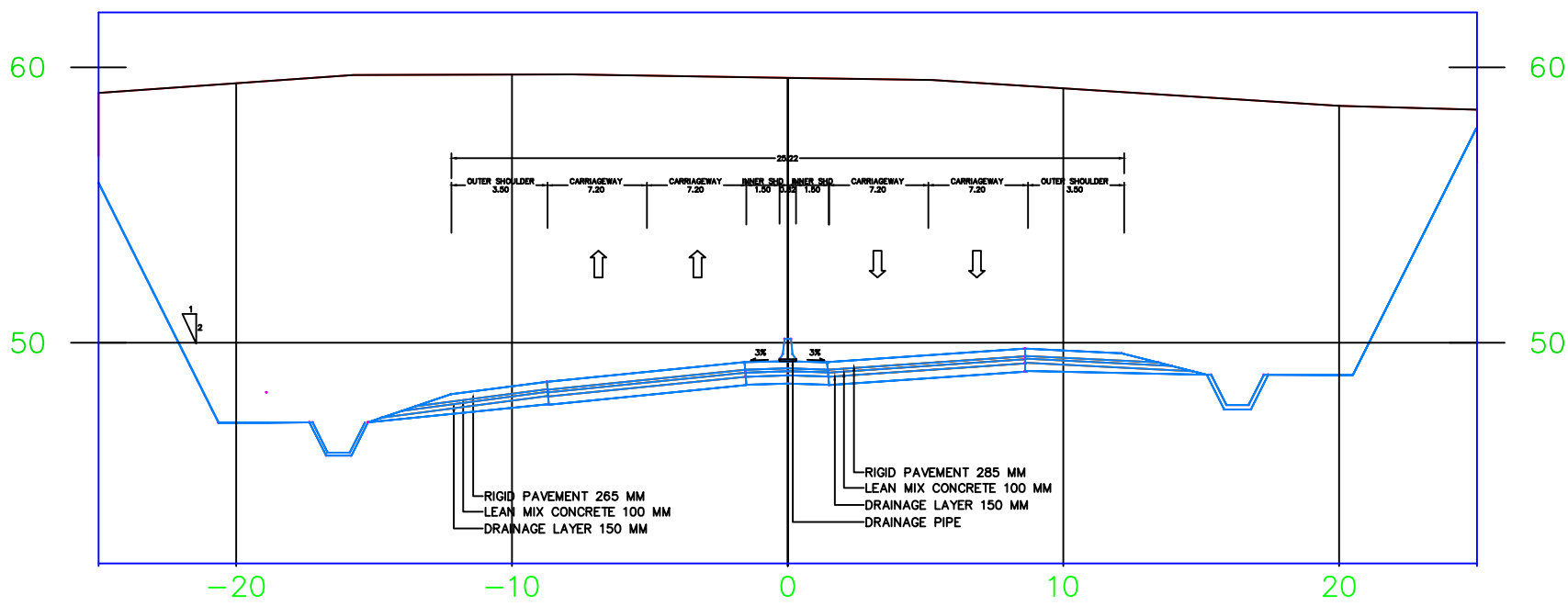
JUMLAH GAMBAR

97

9+750.00



10+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 9+750 & Sta 10+000

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

68

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 10+250 & Sta 10+500

SKALA

1:250

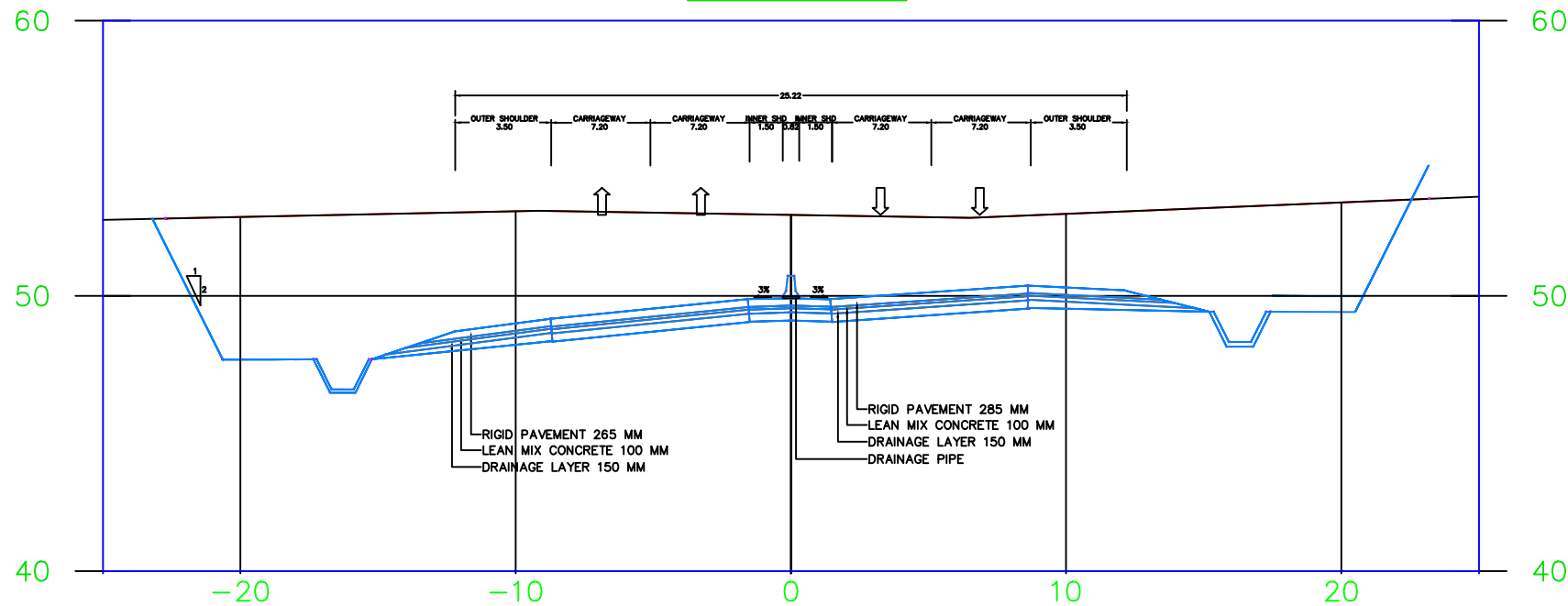
NOMOR GAMBAR

69

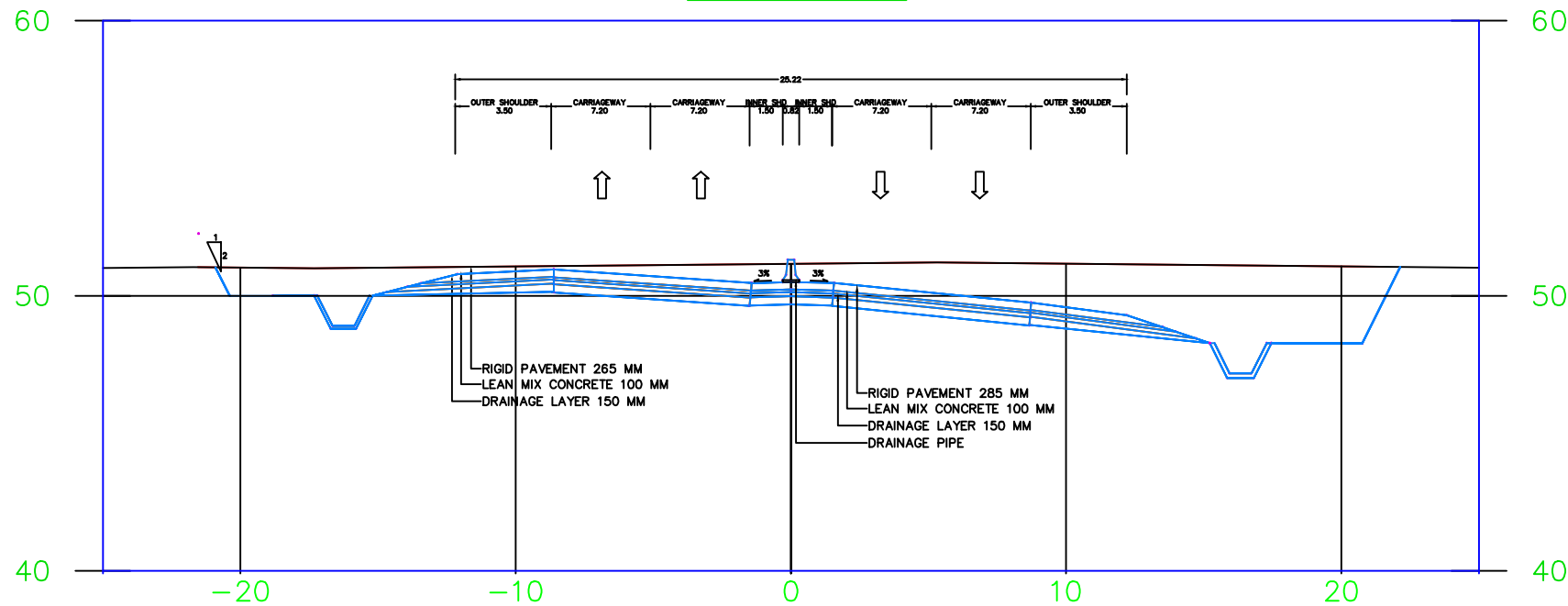
JUMLAH GAMBAR

97

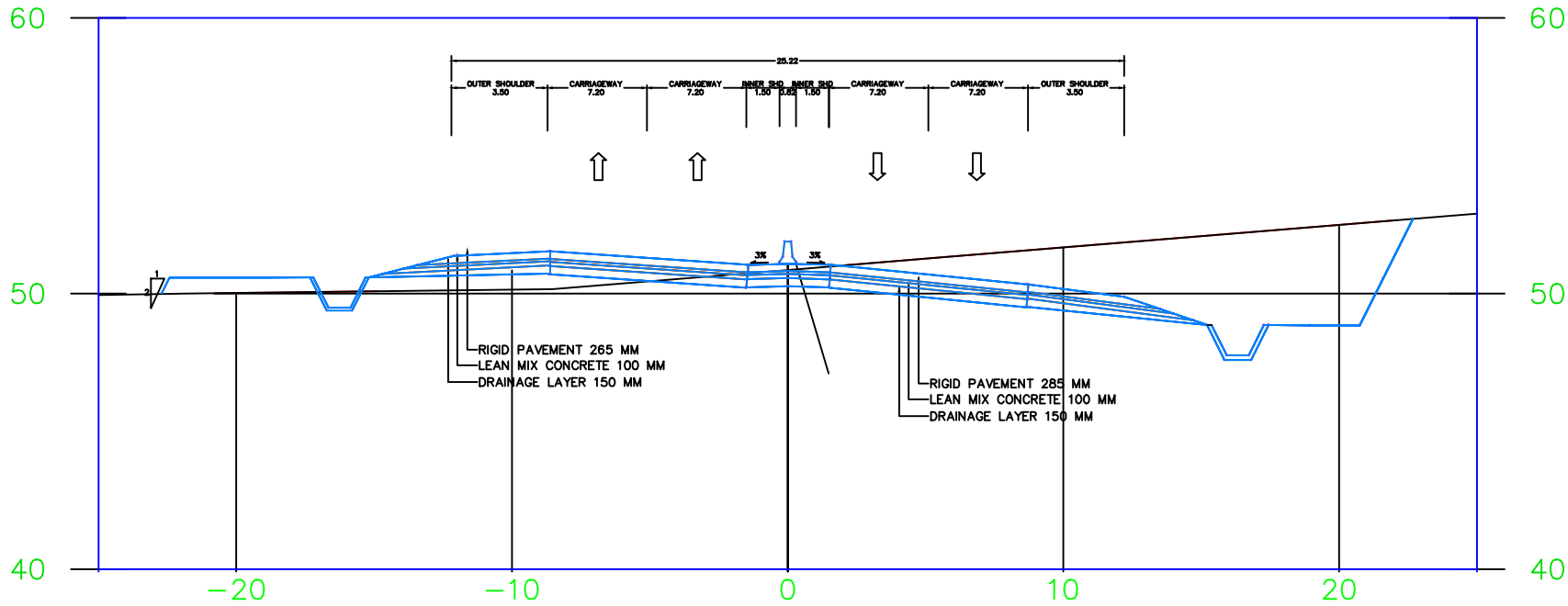
10+250.00



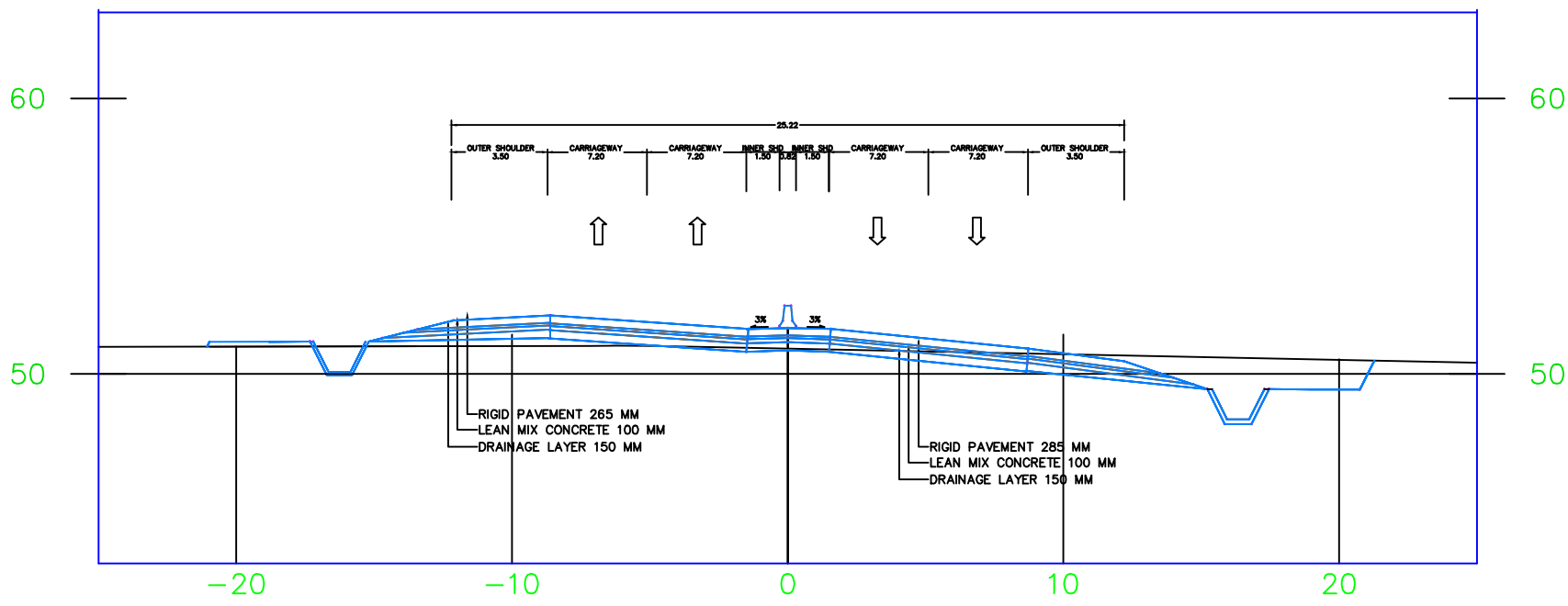
10+500.00



10+750.00



11+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 10+750 & Sta 11+000

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

70

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 11+250 & Sta 11+500

SKALA

1:250

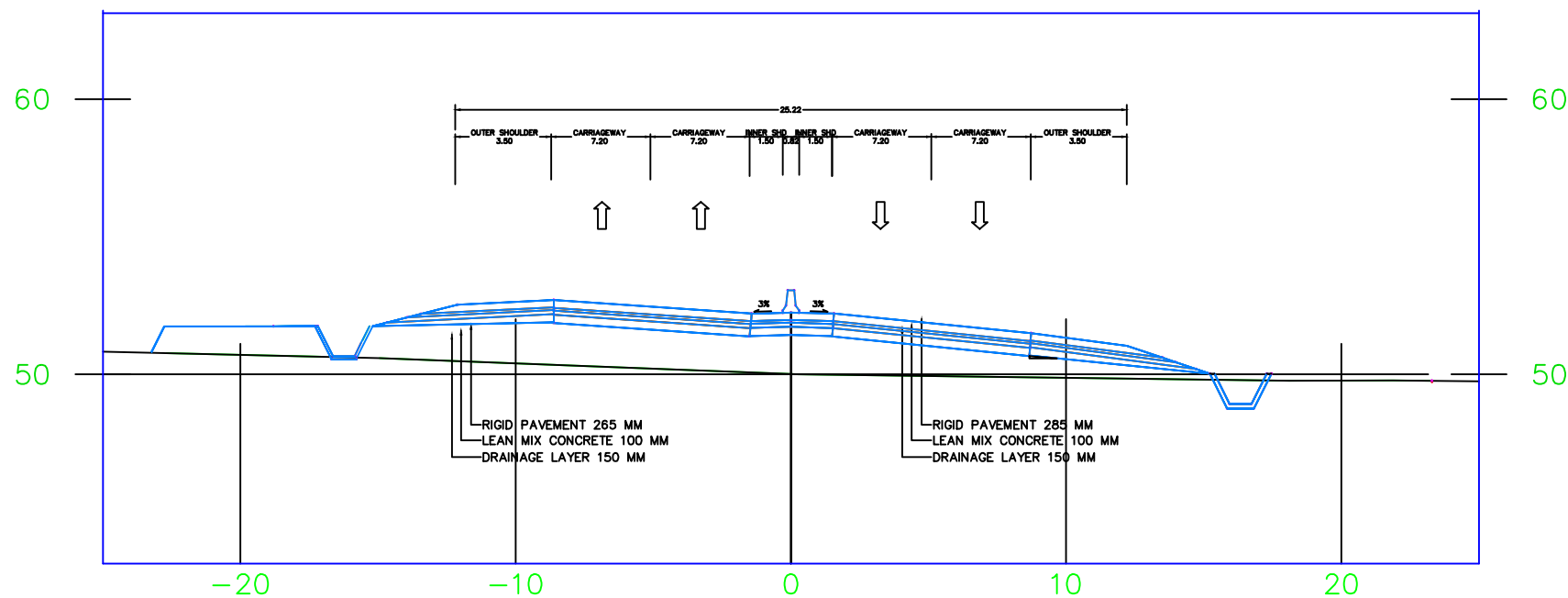
NOMOR GAMBAR

71

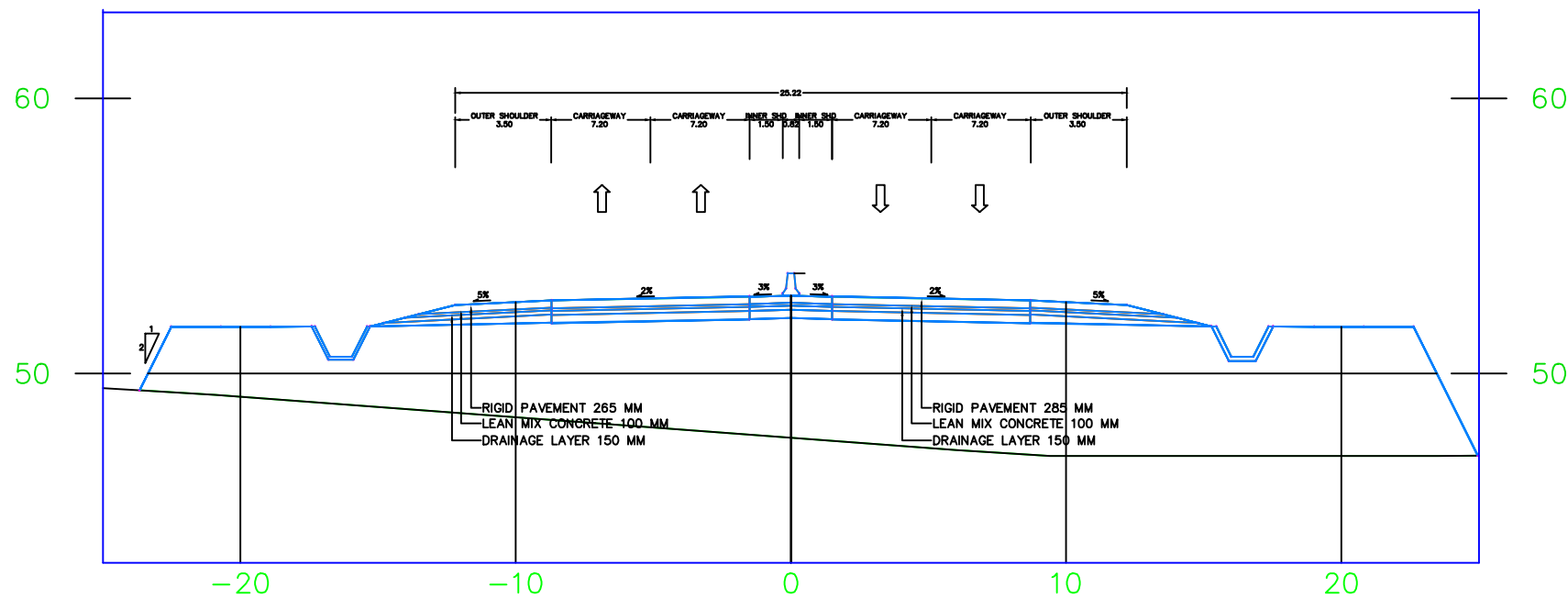
JUMLAH GAMBAR

97

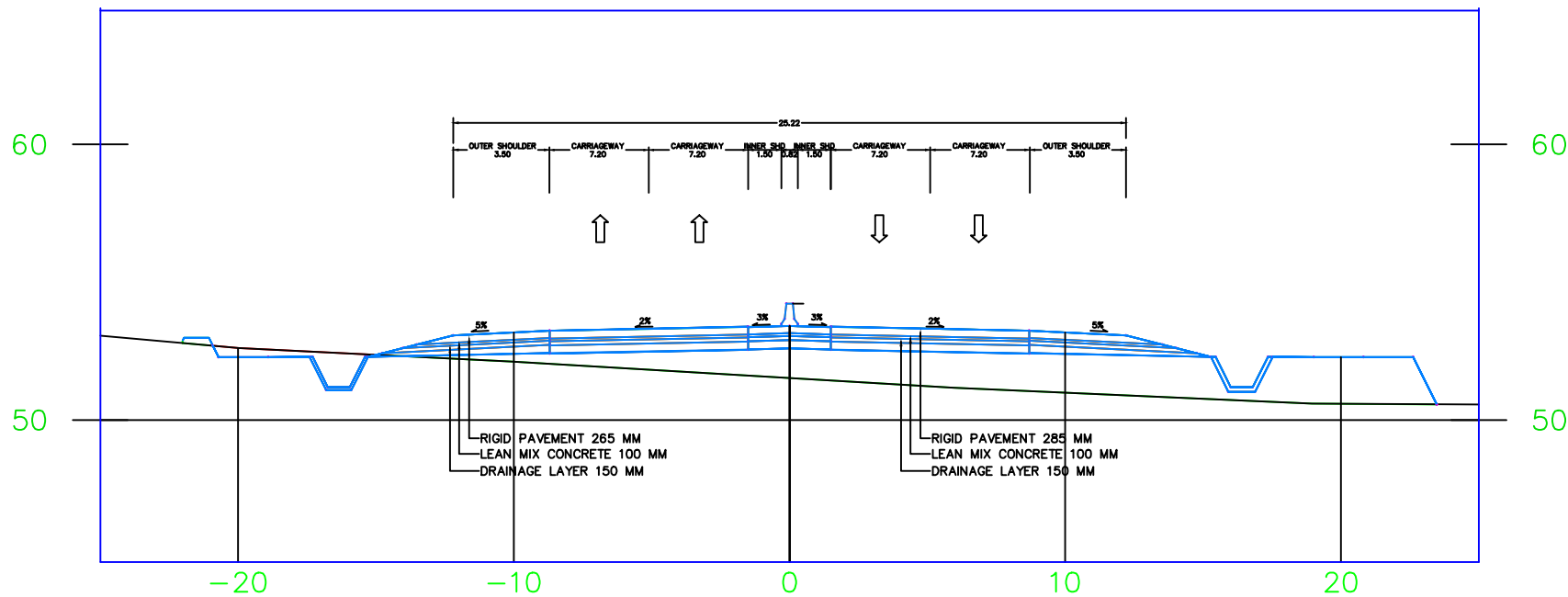
11+250.00



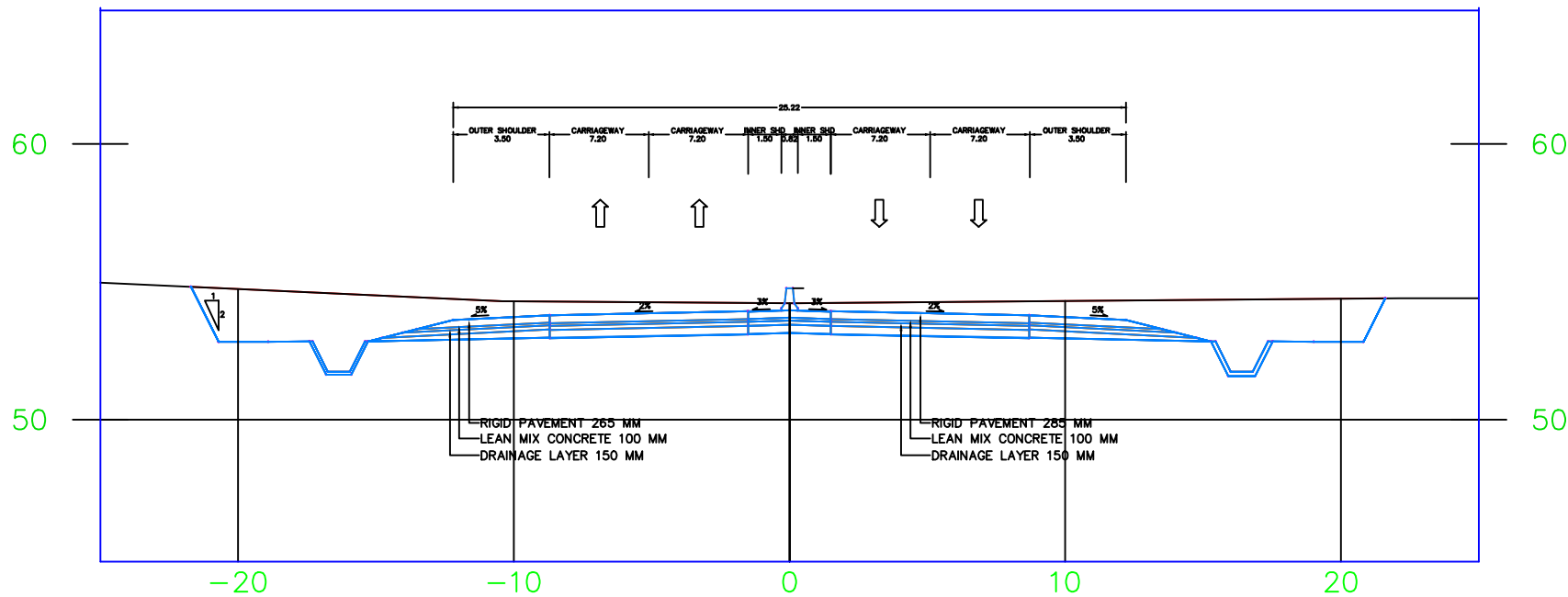
11+500.00



11+750.00



12+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 11+750 & Sta 12+000

SKALA

1:250

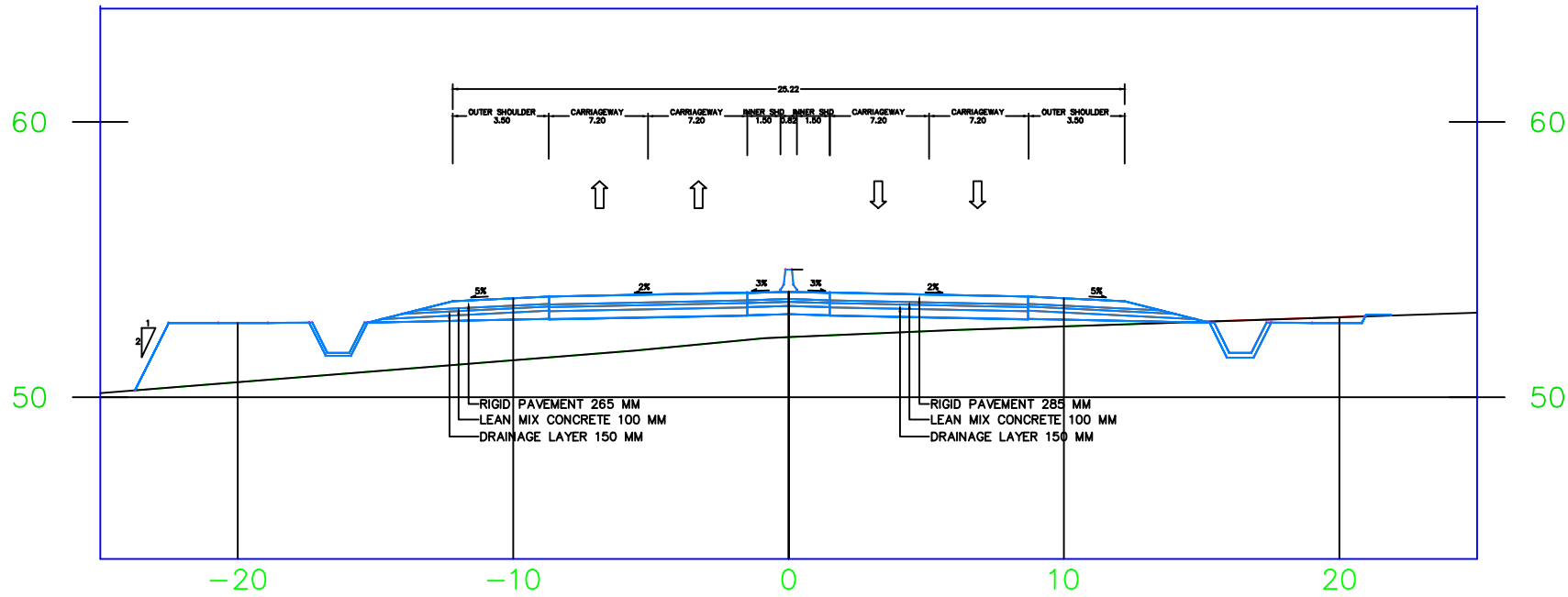
NOMOR GAMBAR

72

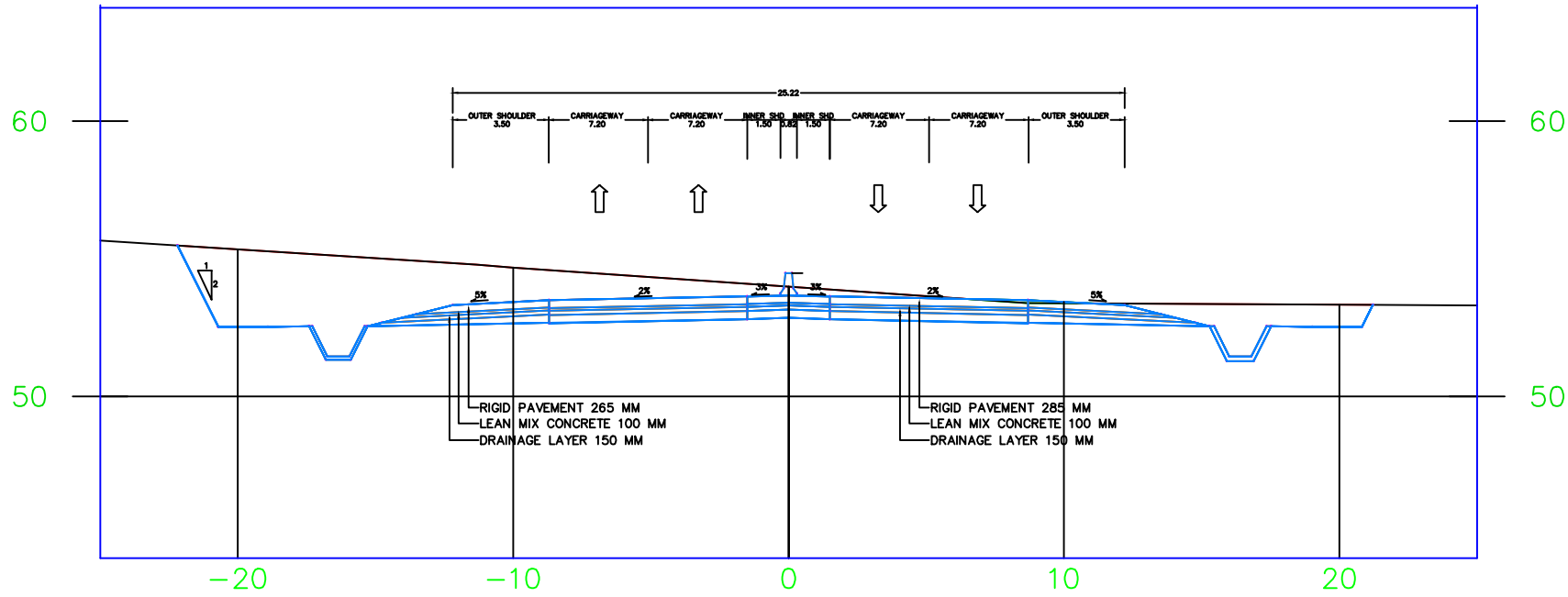
JUMLAH GAMBAR

97

12+250.00



12+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 12+250 & Sta 12+500

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

73

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 12+750 & Sta 13+000

SKALA

1:250

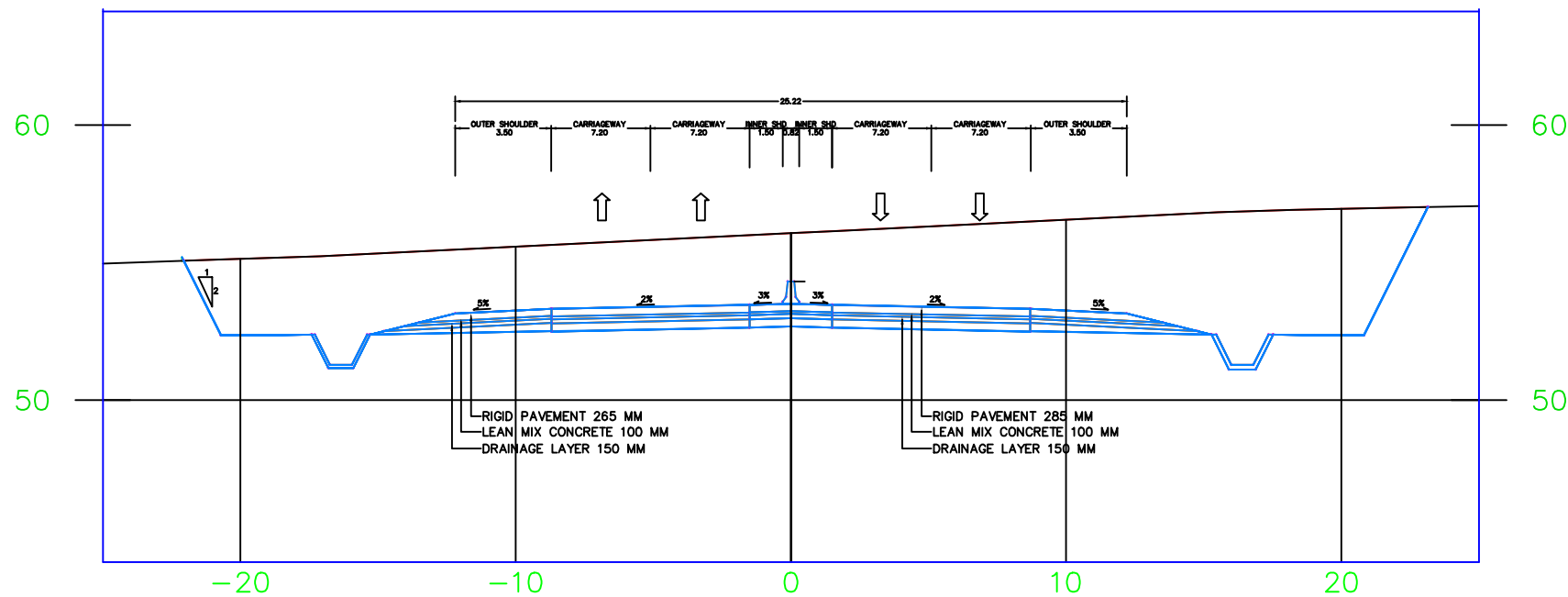
NOMOR GAMBAR

74

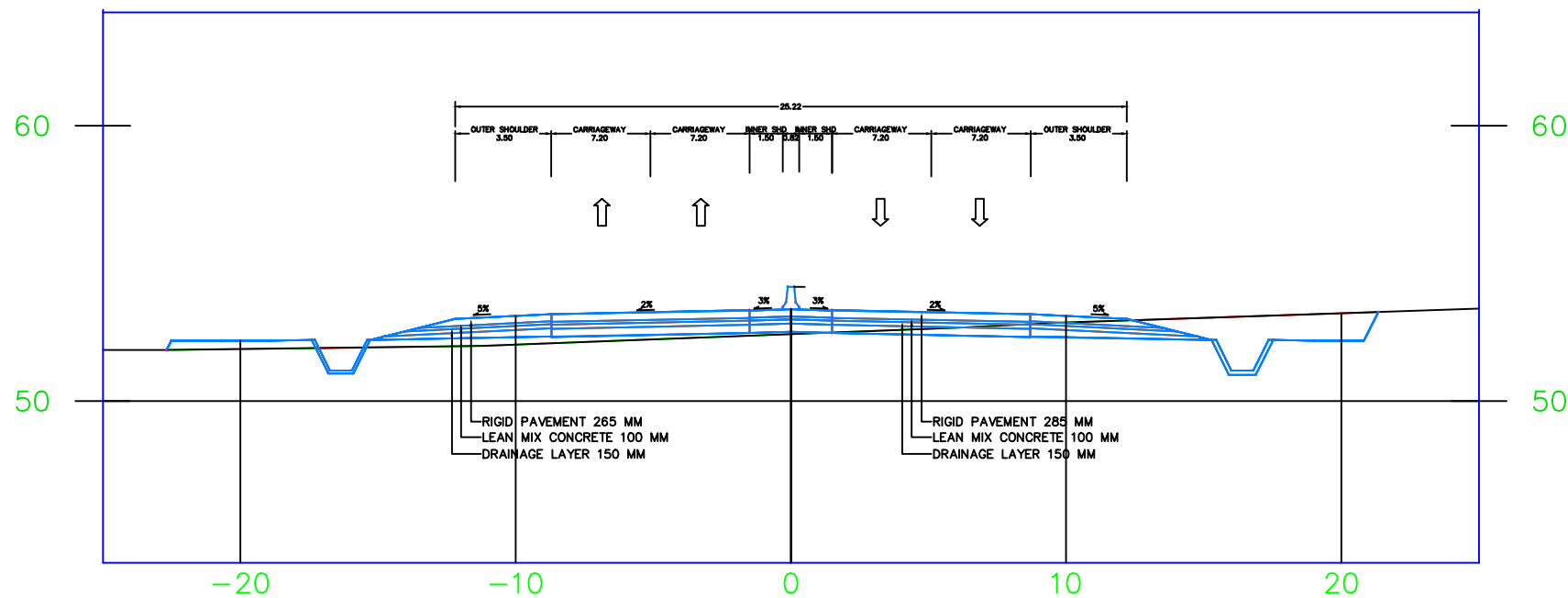
JUMLAH GAMBAR

97

12+750.00



13+000.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+250 & Sta 13+500

SKALA

1:250

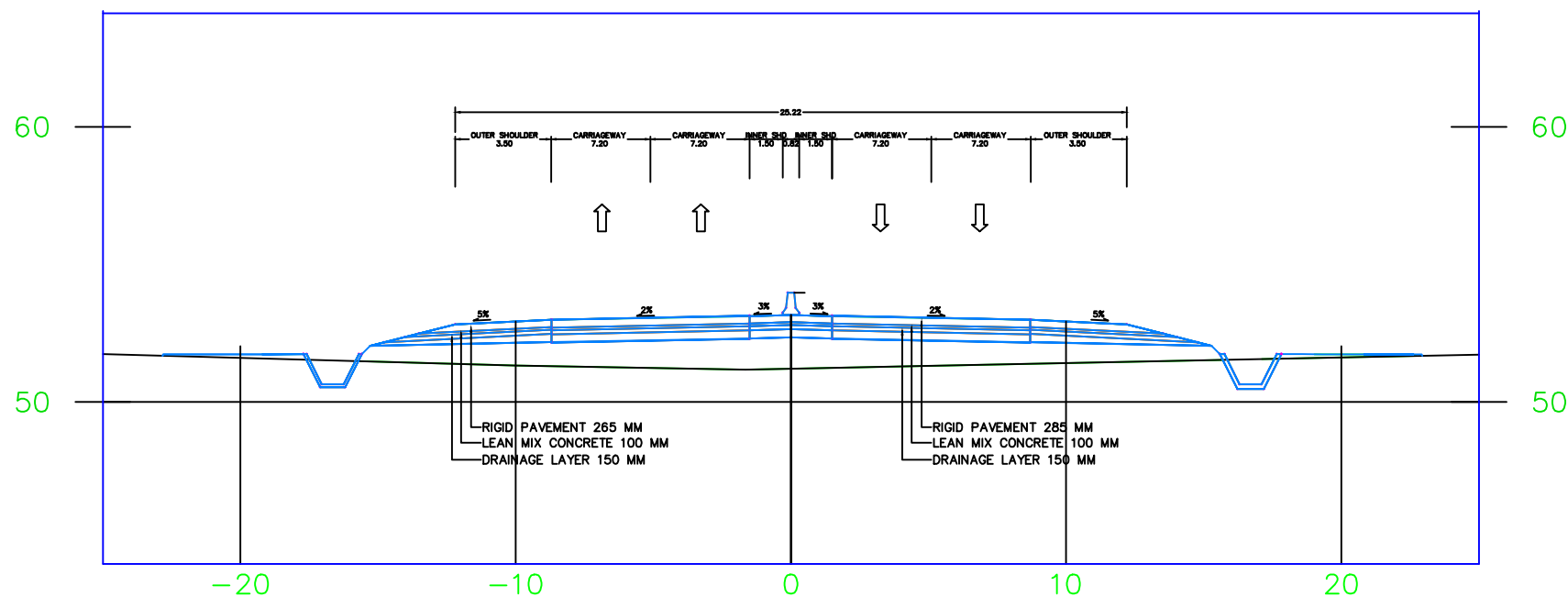
NOMOR GAMBAR

75

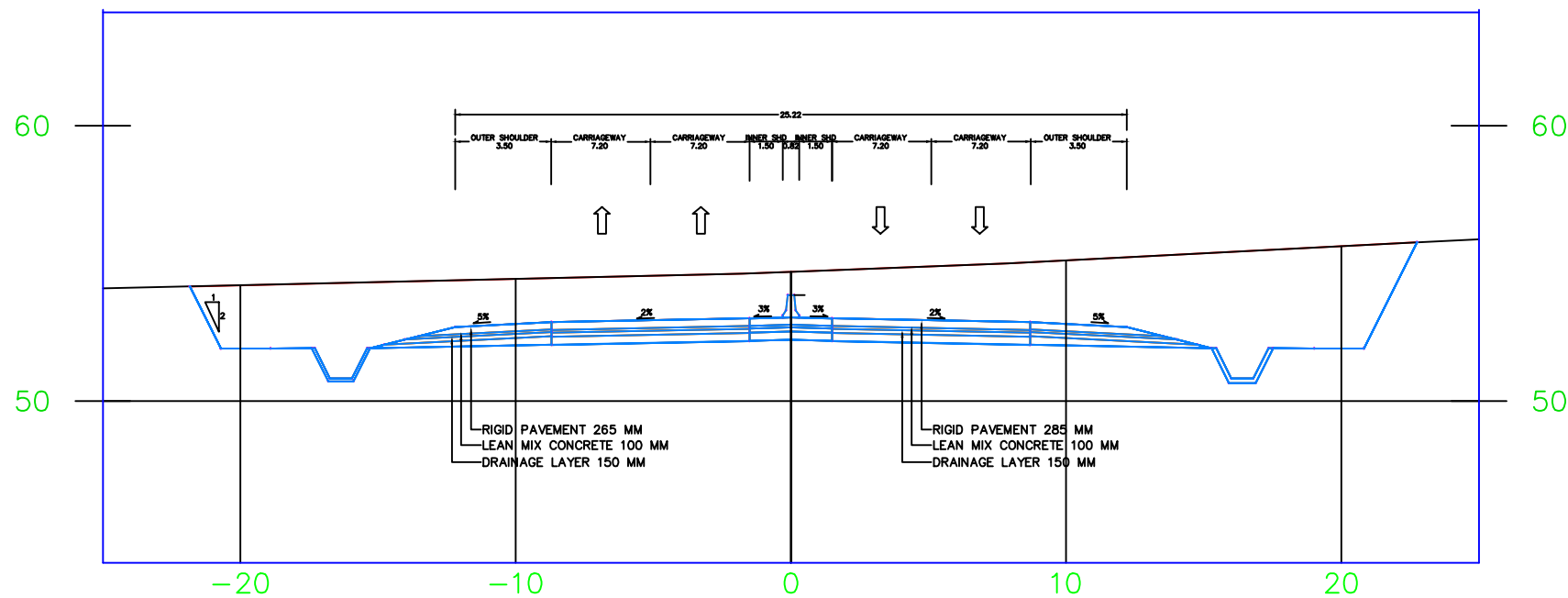
JUMLAH GAMBAR

97

13+250.00



13+500.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+750 & Sta 14+000

SKALA

1:250

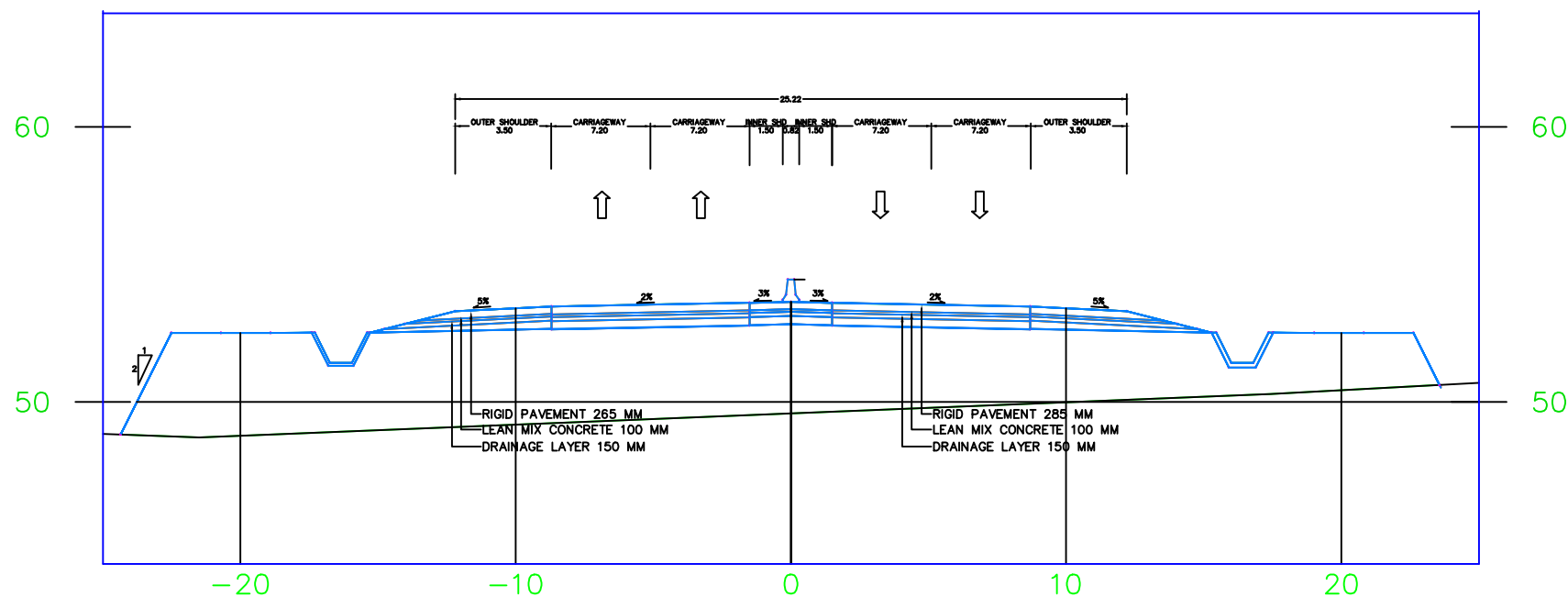
NOMOR GAMBAR

76

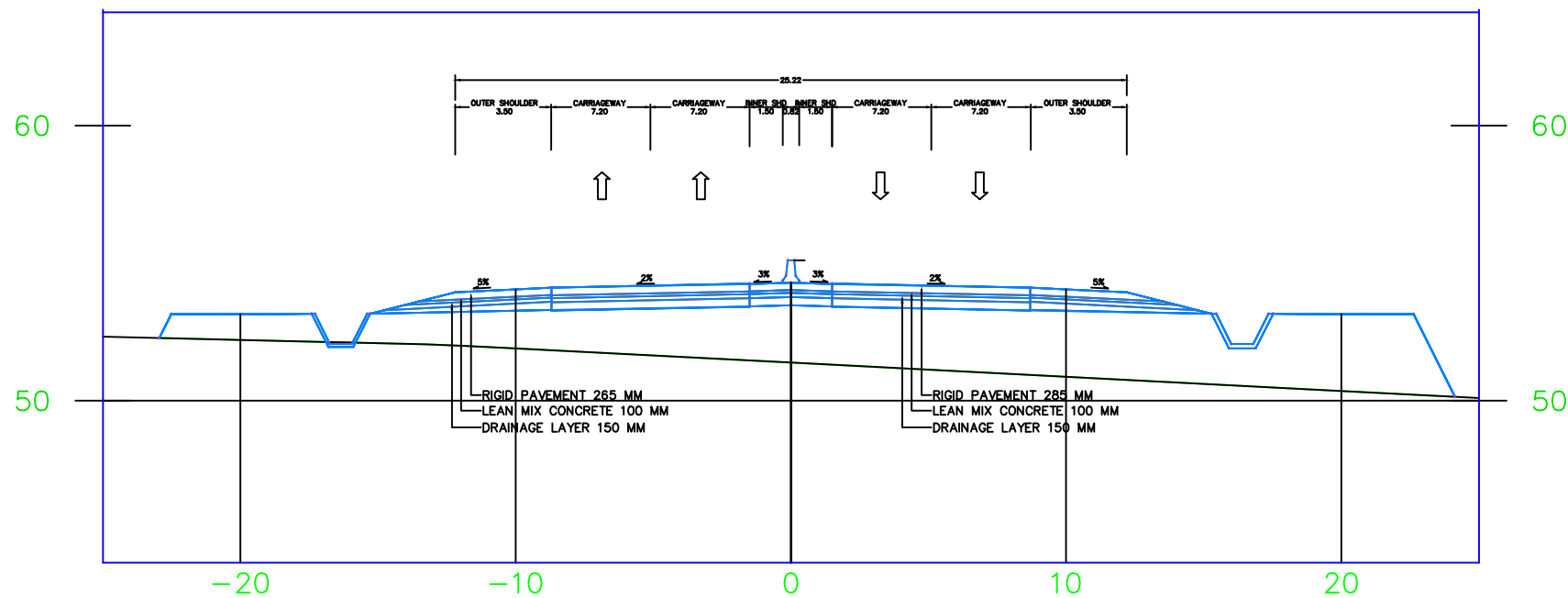
JUMLAH GAMBAR

97

13+750.00



14+000.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 14+250 & Sta 14+500

SKALA

1:250

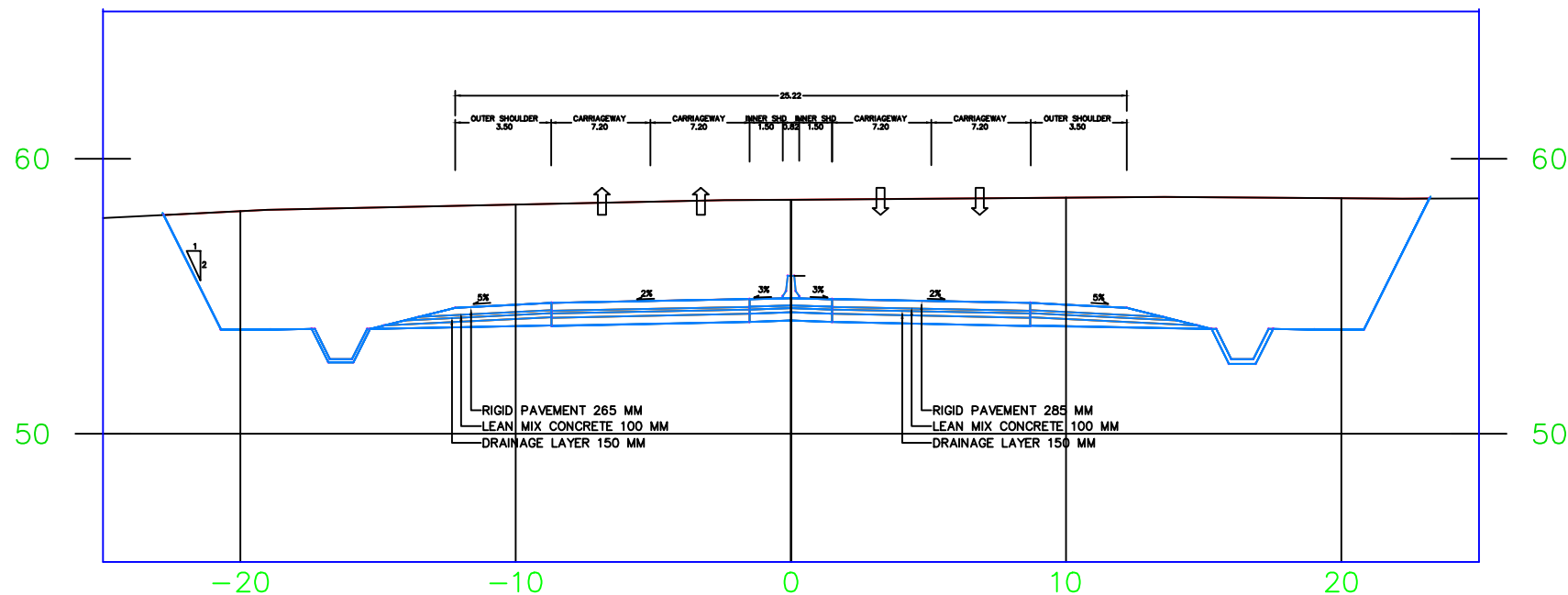
NOMOR GAMBAR

77

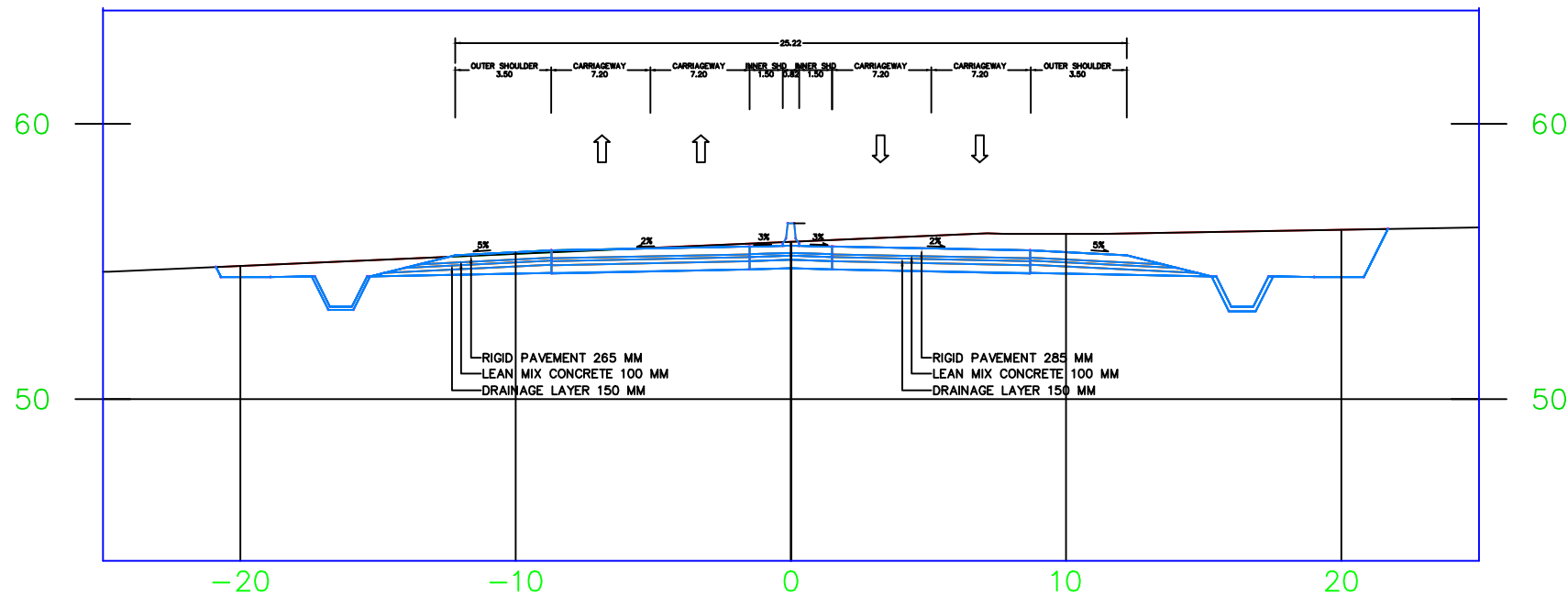
JUMLAH GAMBAR

97

14+250.00



14+500.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 14+750 & Sta 15+000

SKALA

1:250

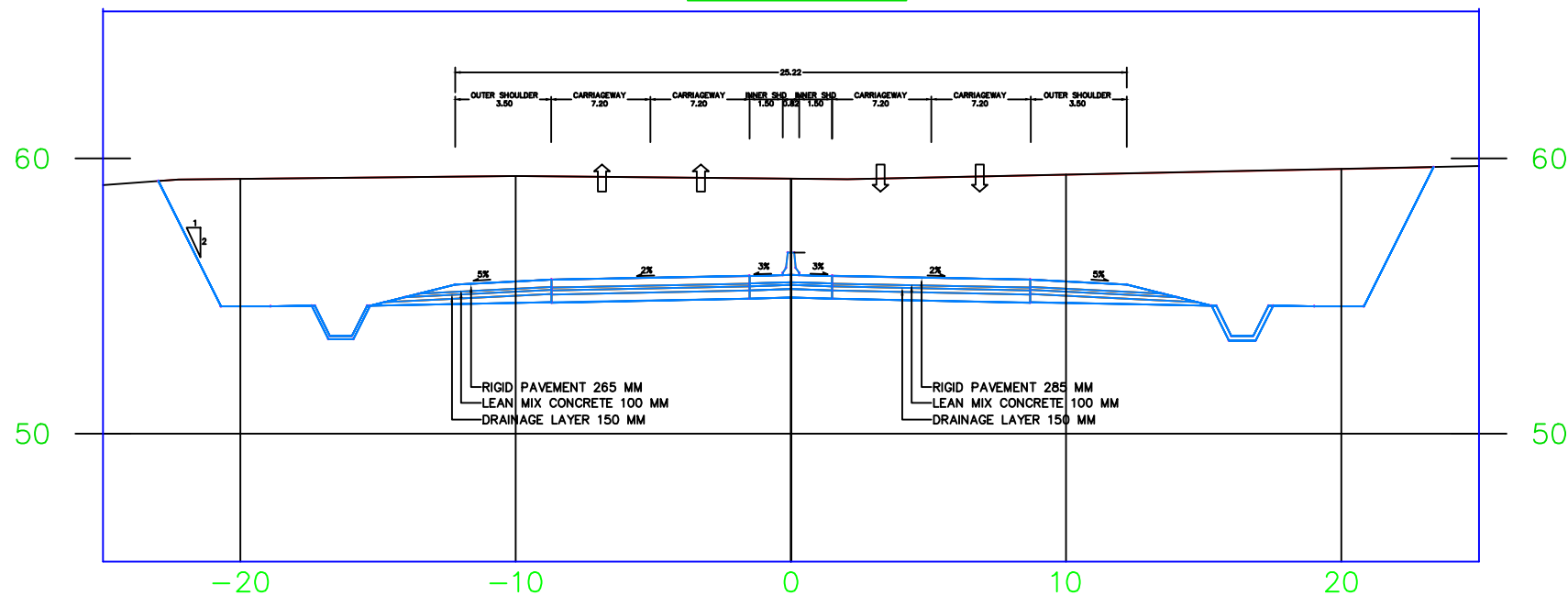
NOMOR GAMBAR

78

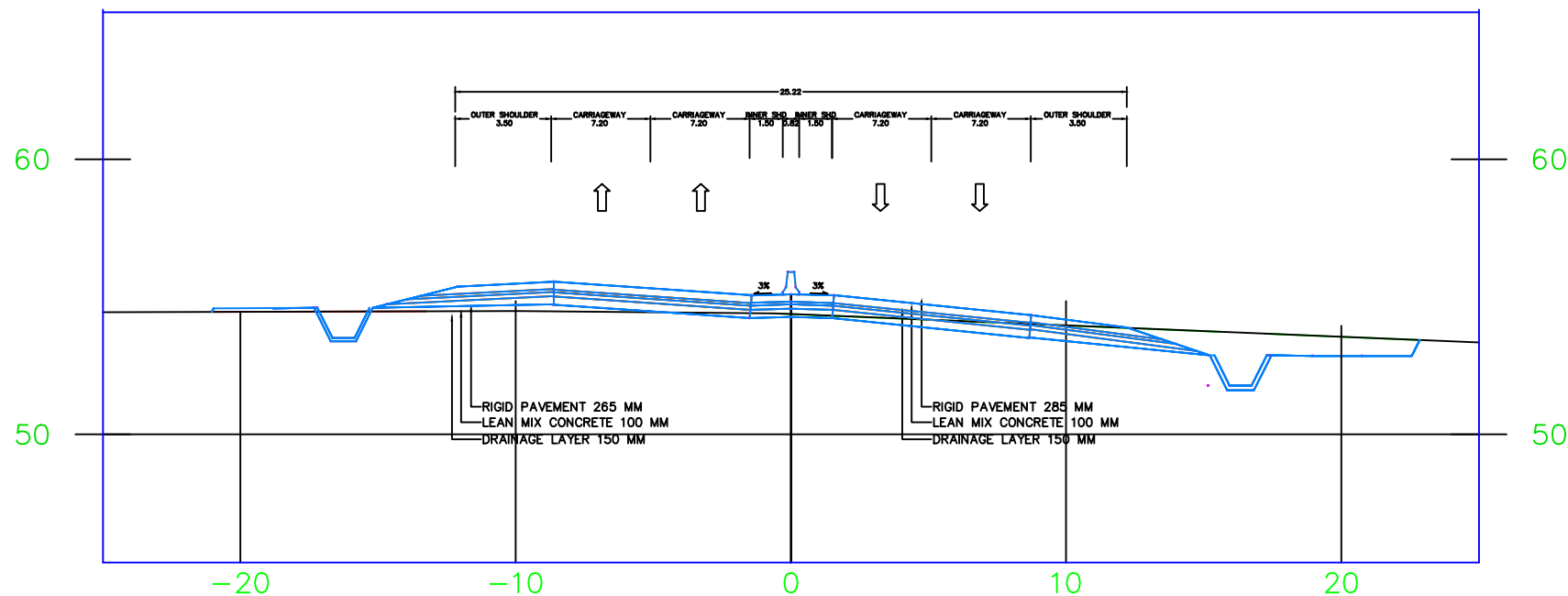
JUMLAH GAMBAR

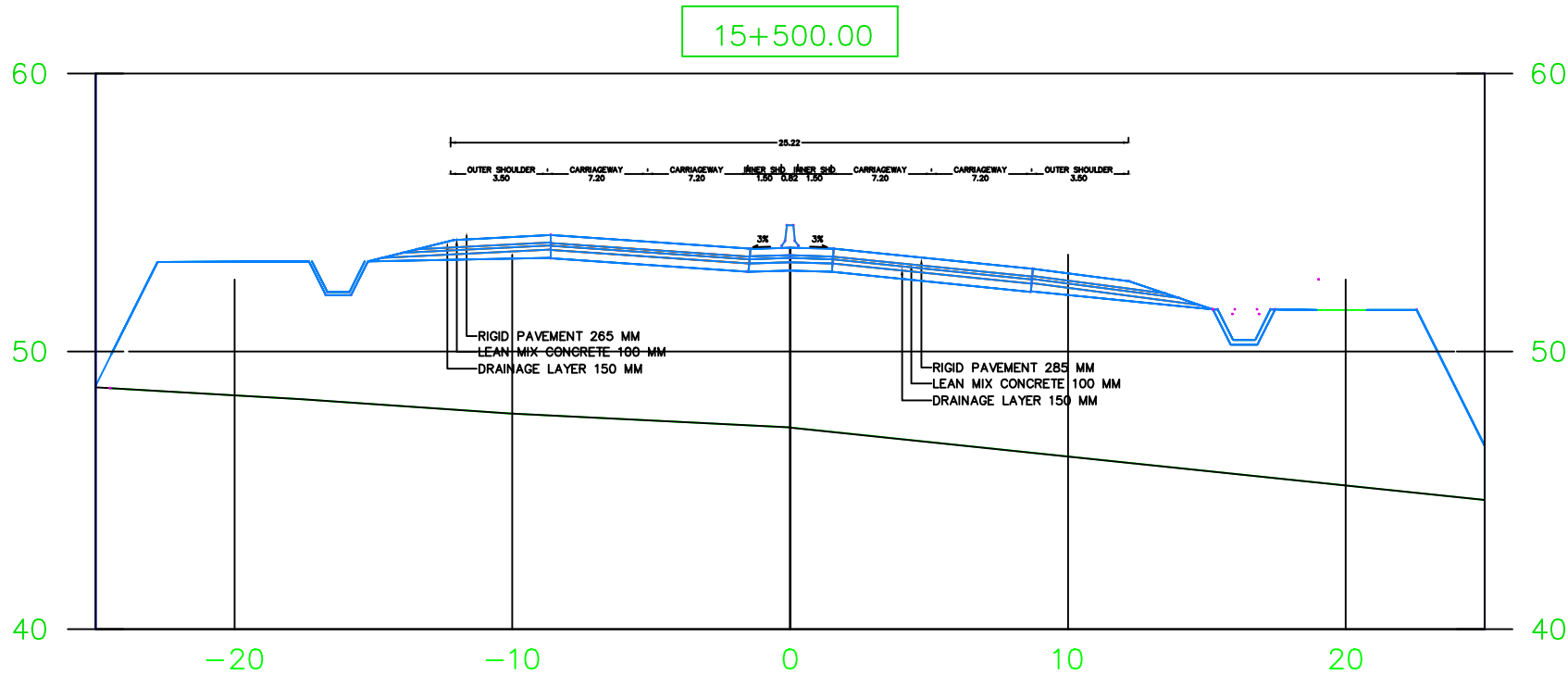
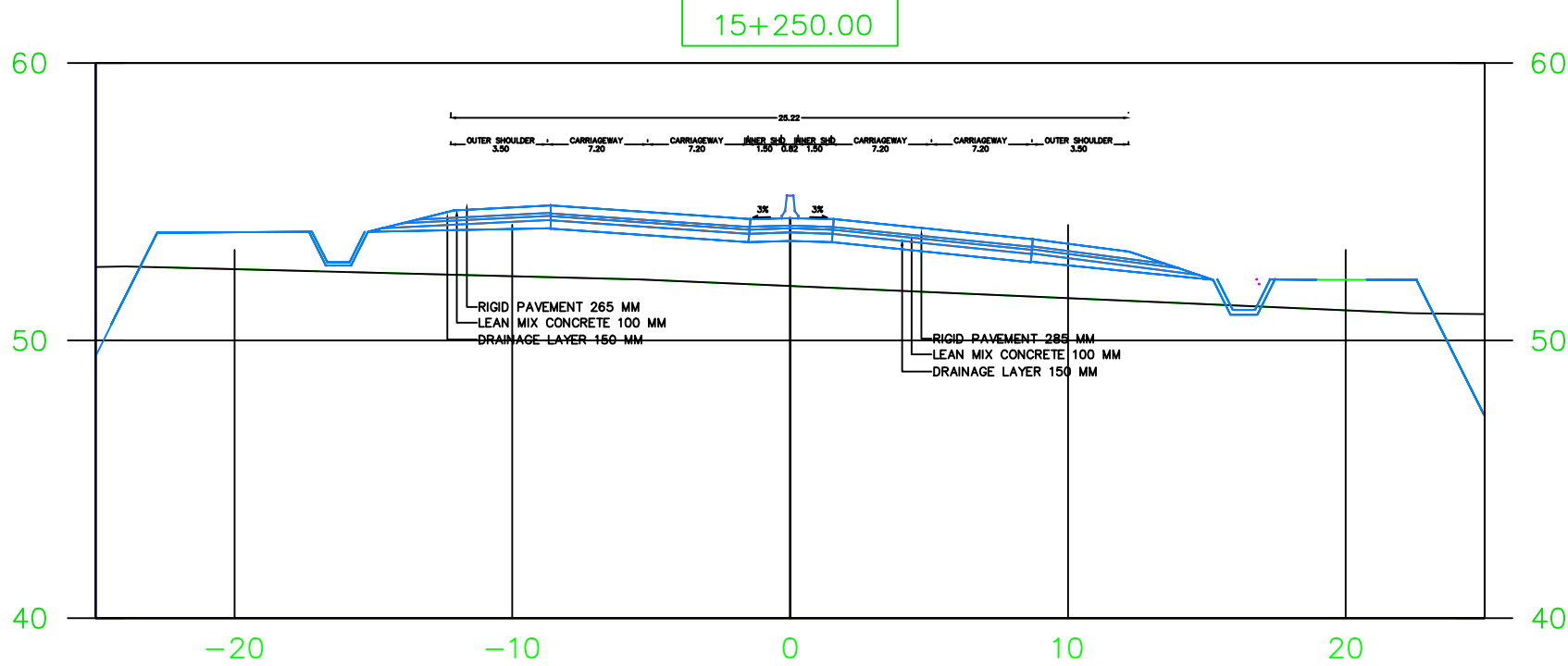
97

14+750.00



15+000.00





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 15+250 & Sta 15+500

SKALA

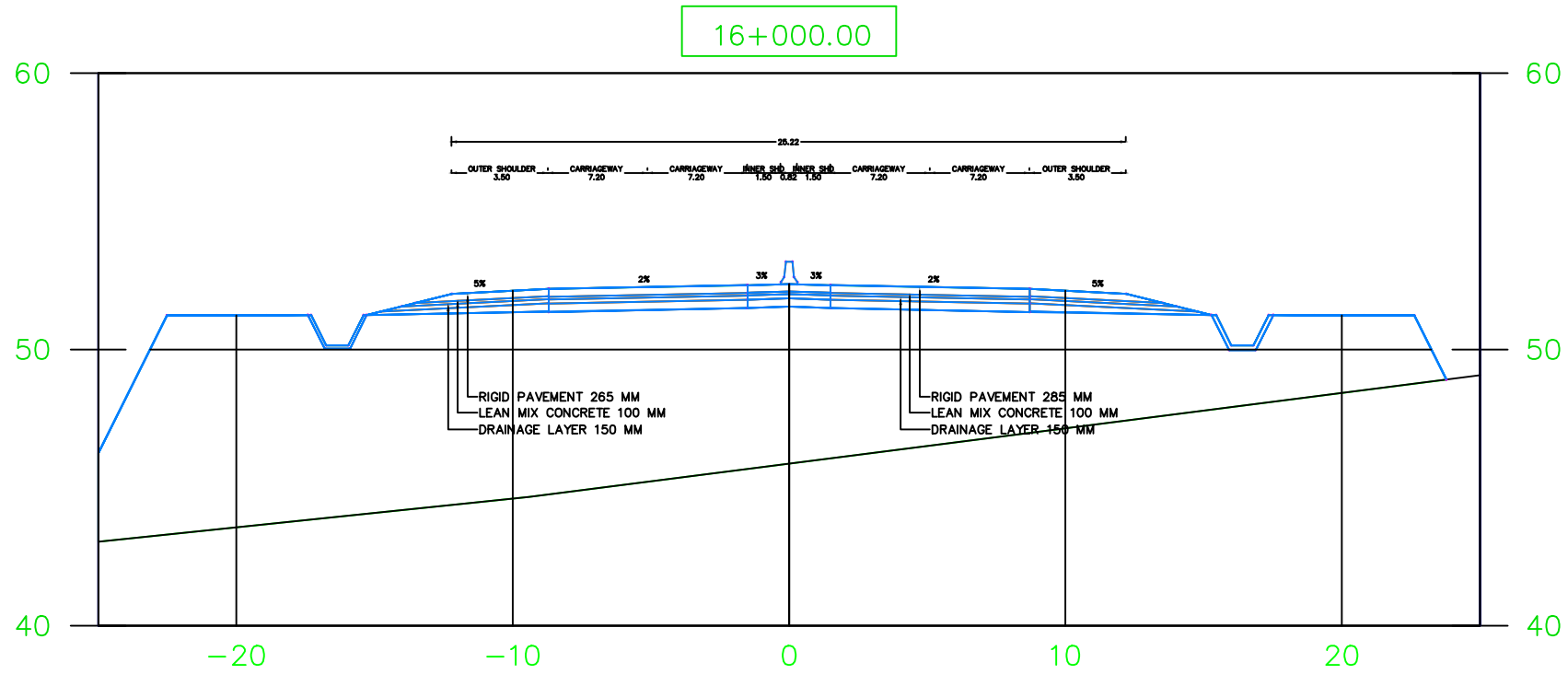
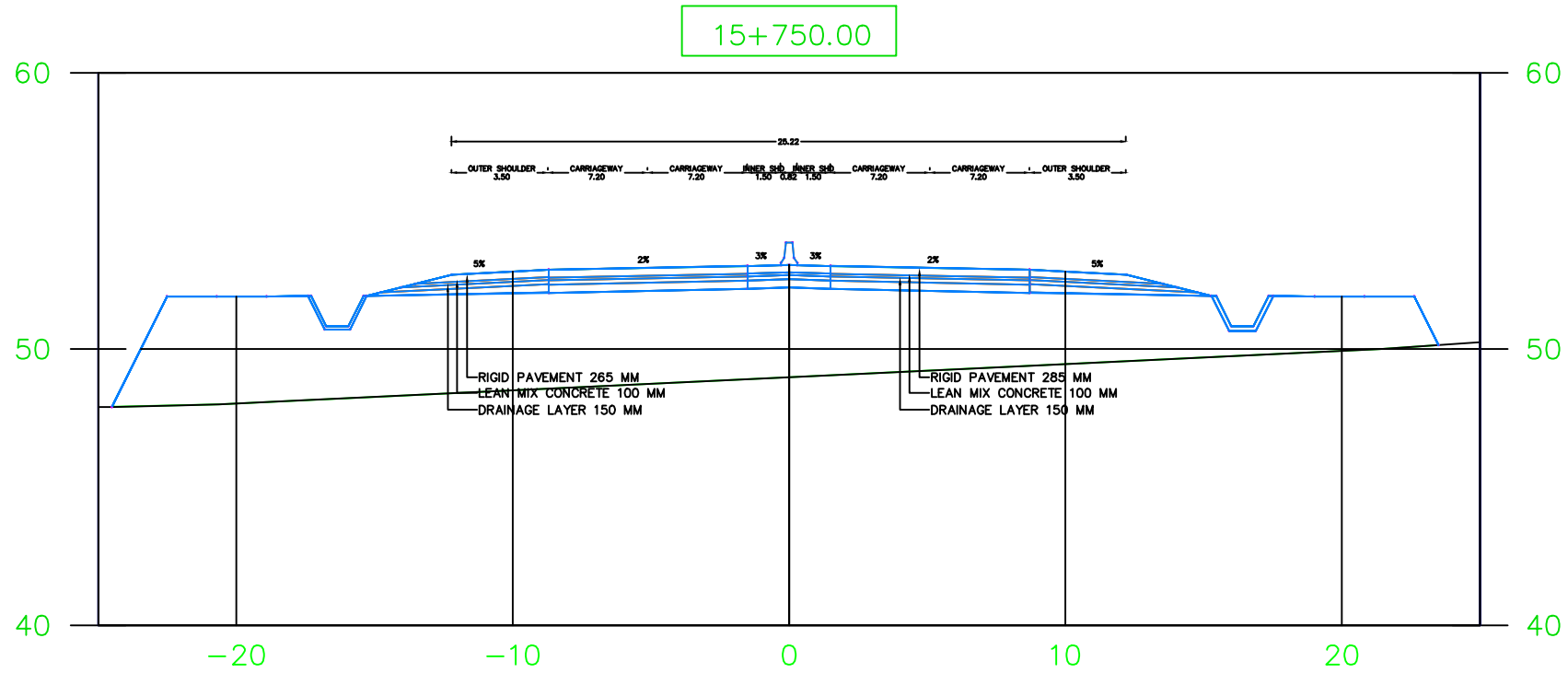
1:250

NOMOR GAMBAR

79

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta15+750 & Sta 16+000

SKALA

1:250

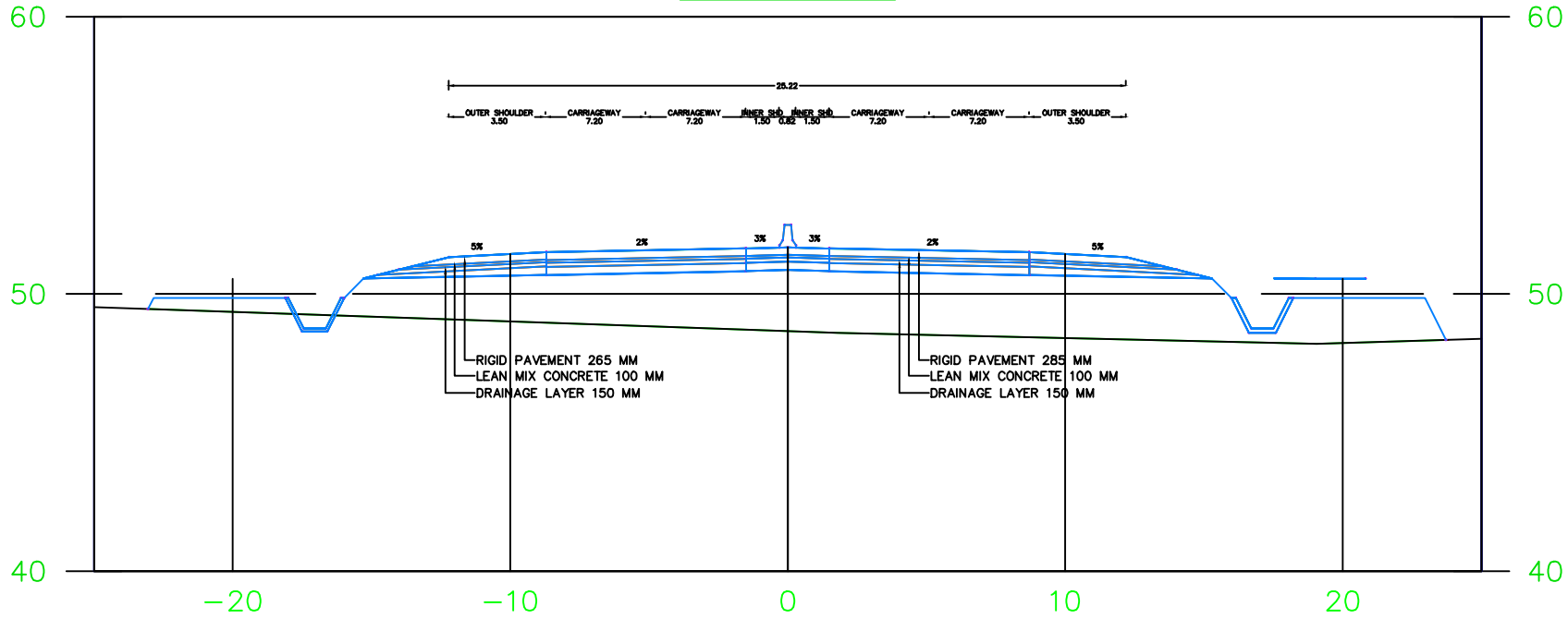
NOMOR GAMBAR

80

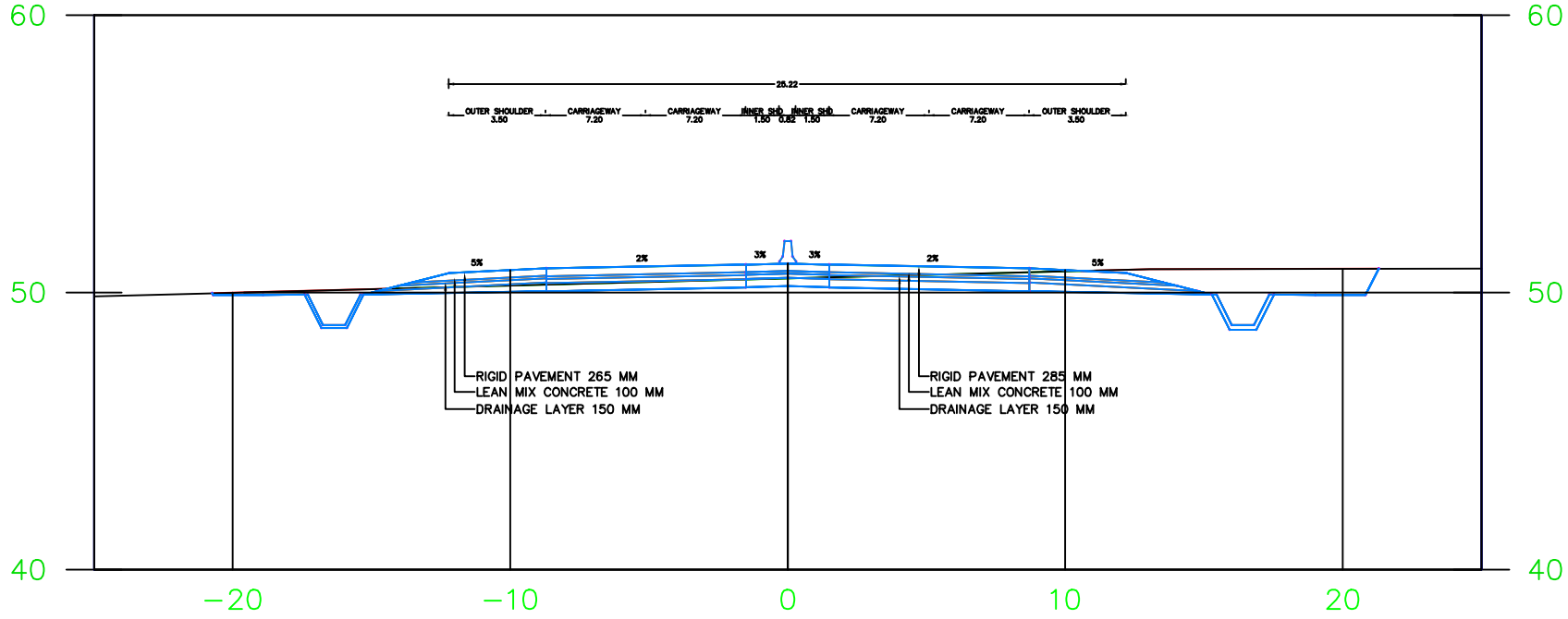
JUMLAH GAMBAR

97

16+250.00



16+500.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 16+250 & Sta 16+500

SKALA

1:250

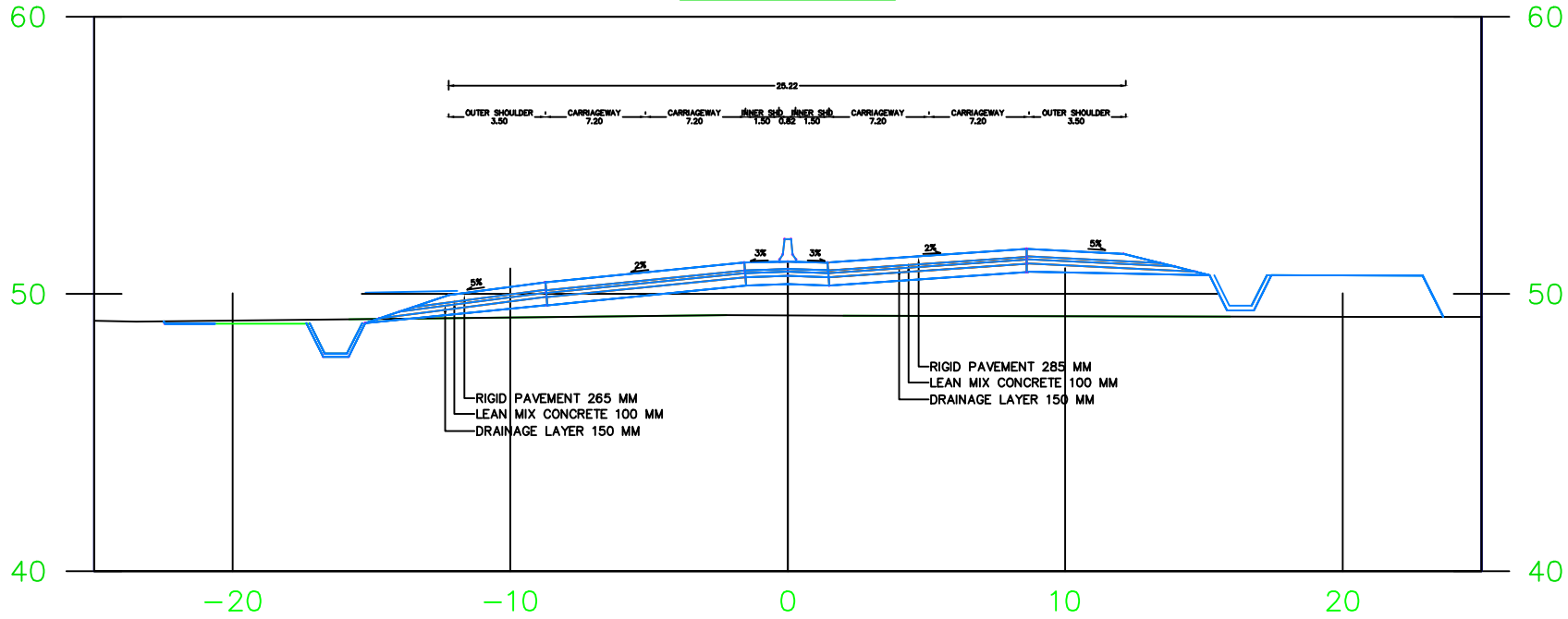
NOMOR GAMBAR

81

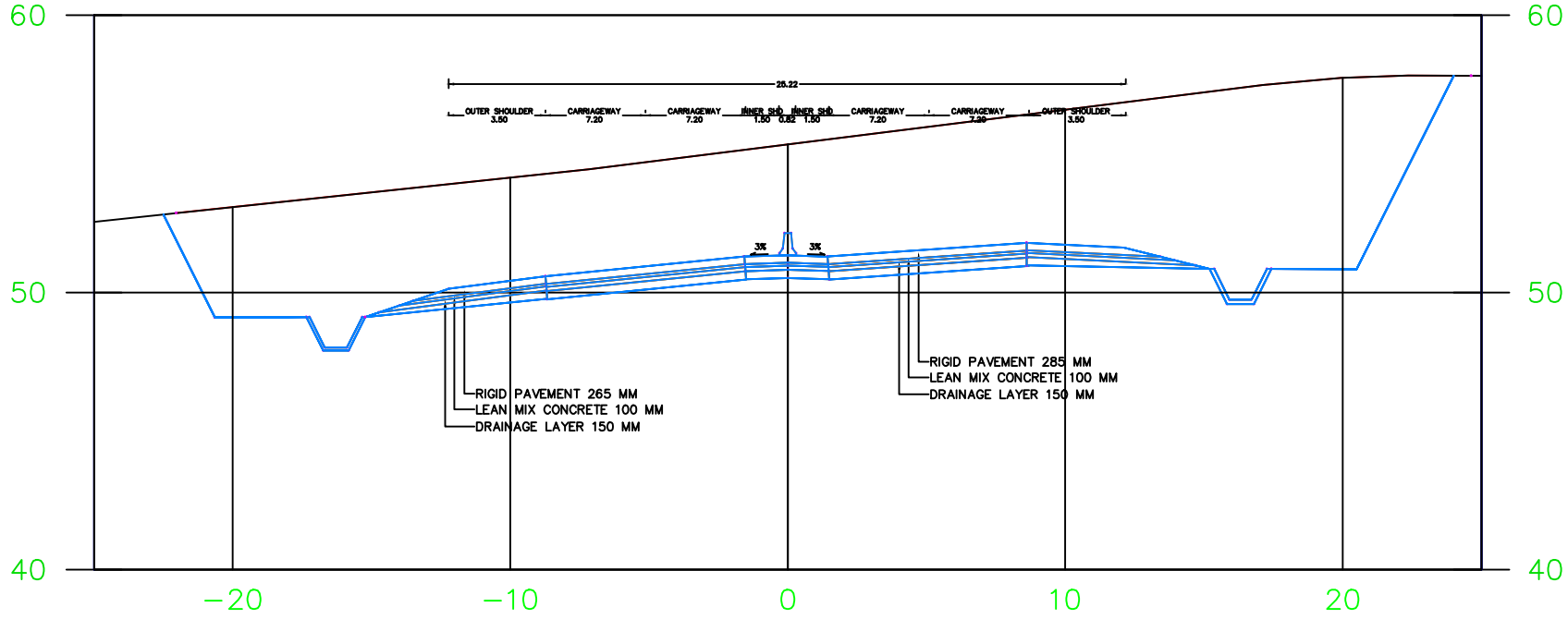
JUMLAH GAMBAR

97

16+750.00



17+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 16+750 & Sta 17+000

SKALA

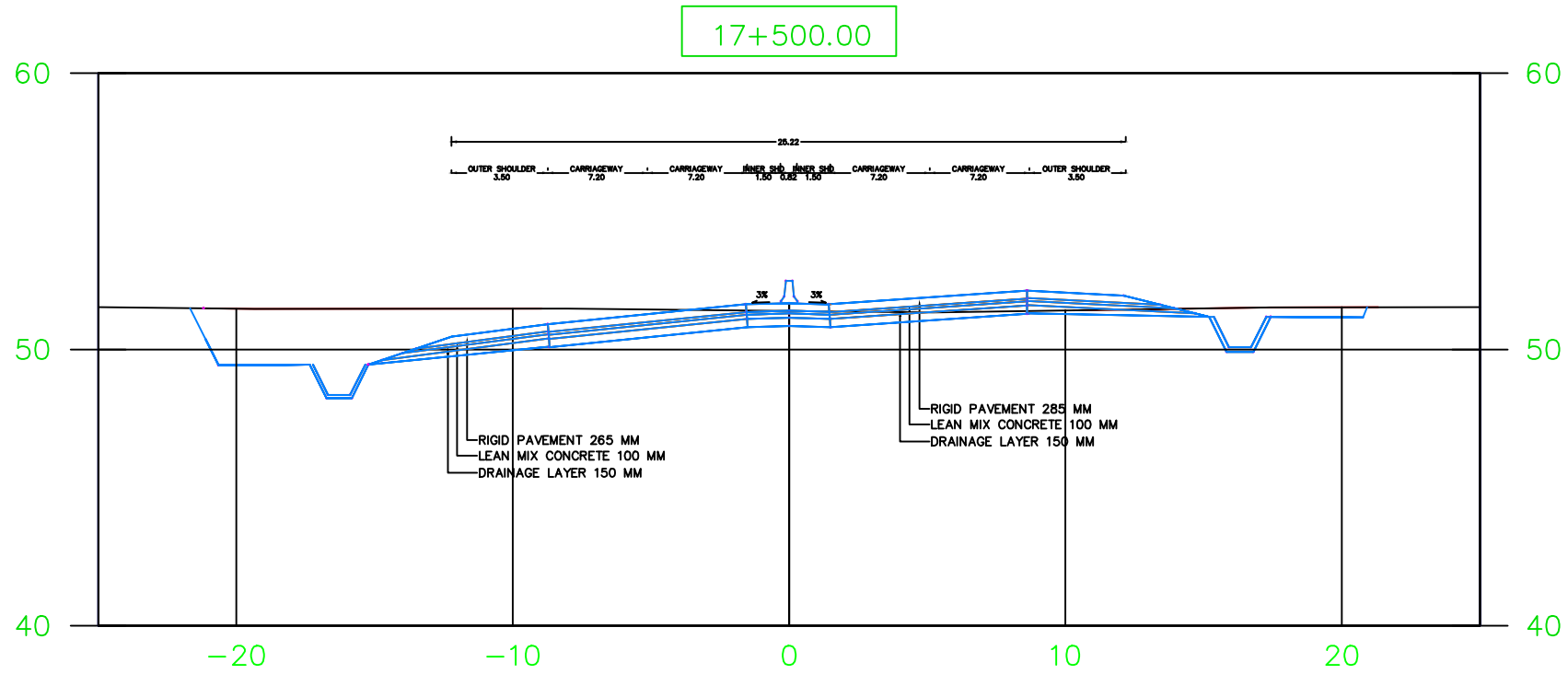
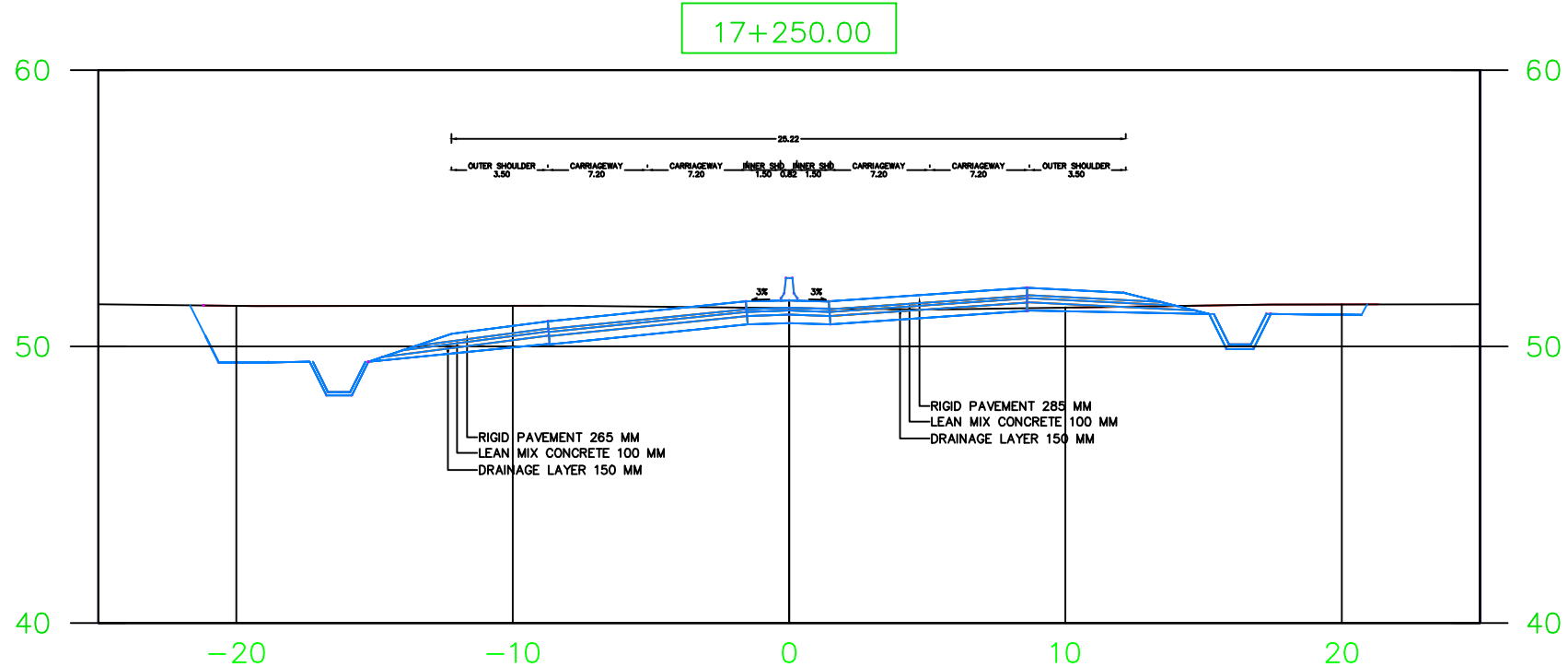
1:250

NOMOR GAMBAR

82

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 17+250 & Sta 17+500

SKALA

1:250

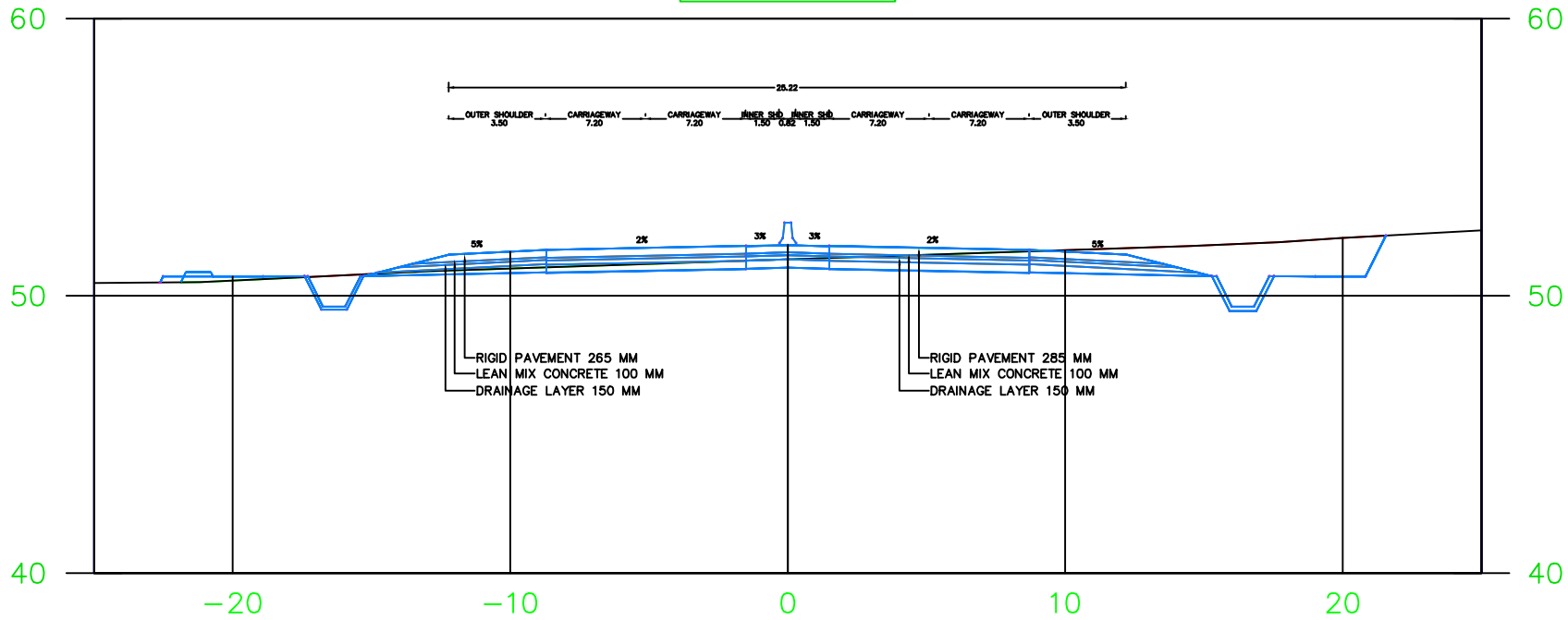
NOMOR GAMBAR

83

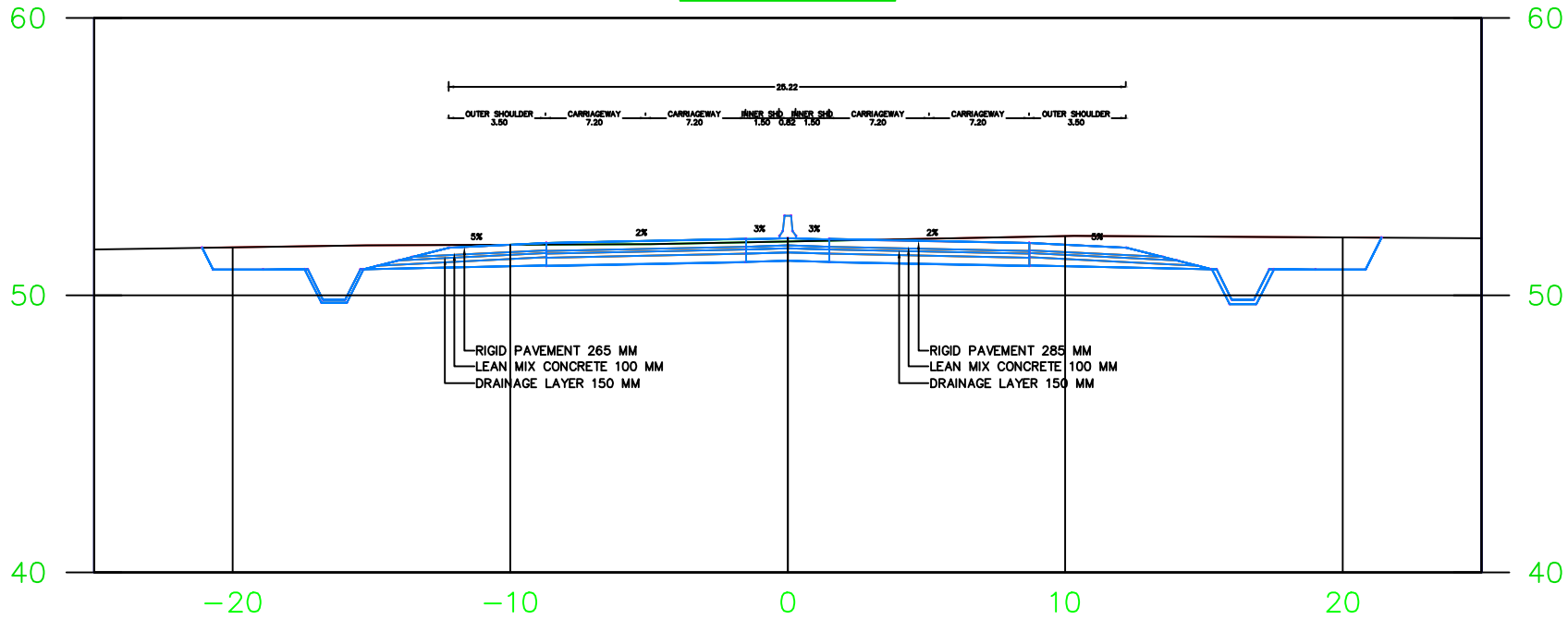
JUMLAH GAMBAR

97

17+750.00



18+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
0311164000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 17+750 & Sta 18+000

SKALA

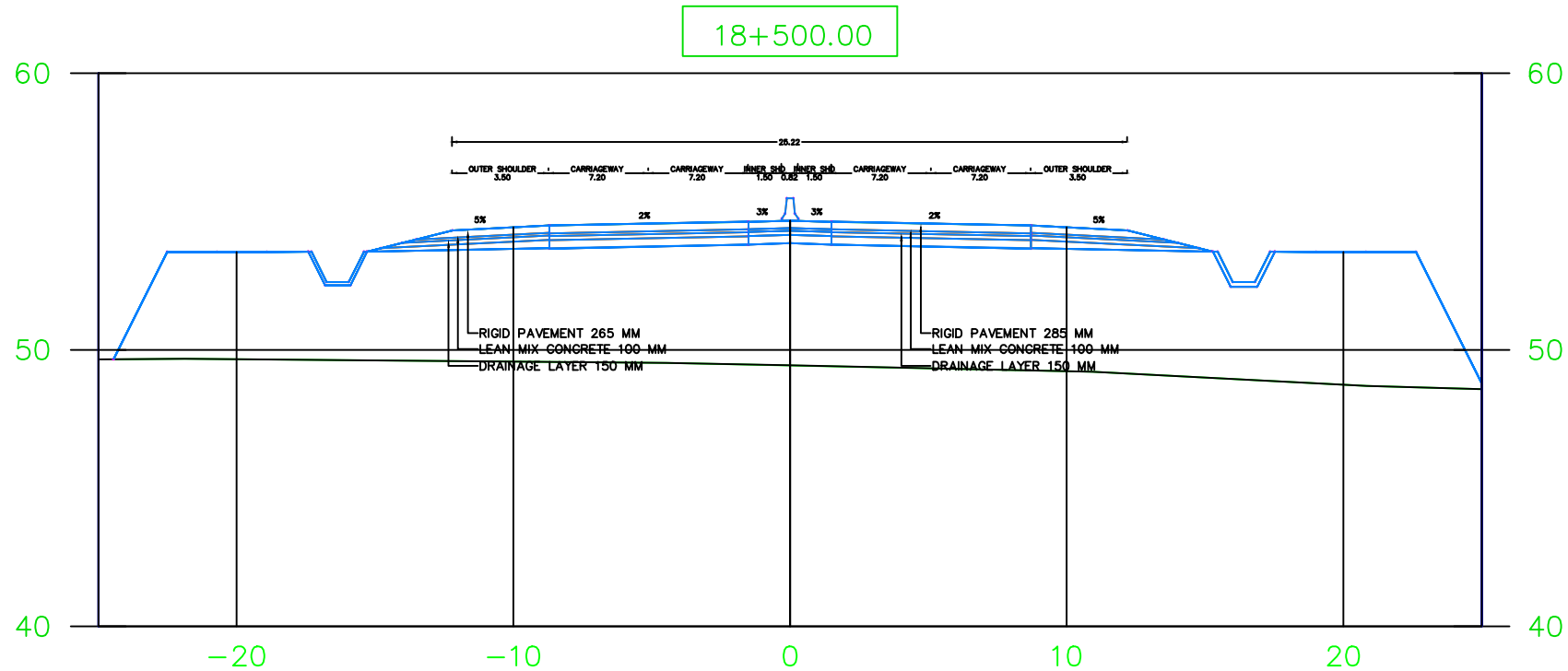
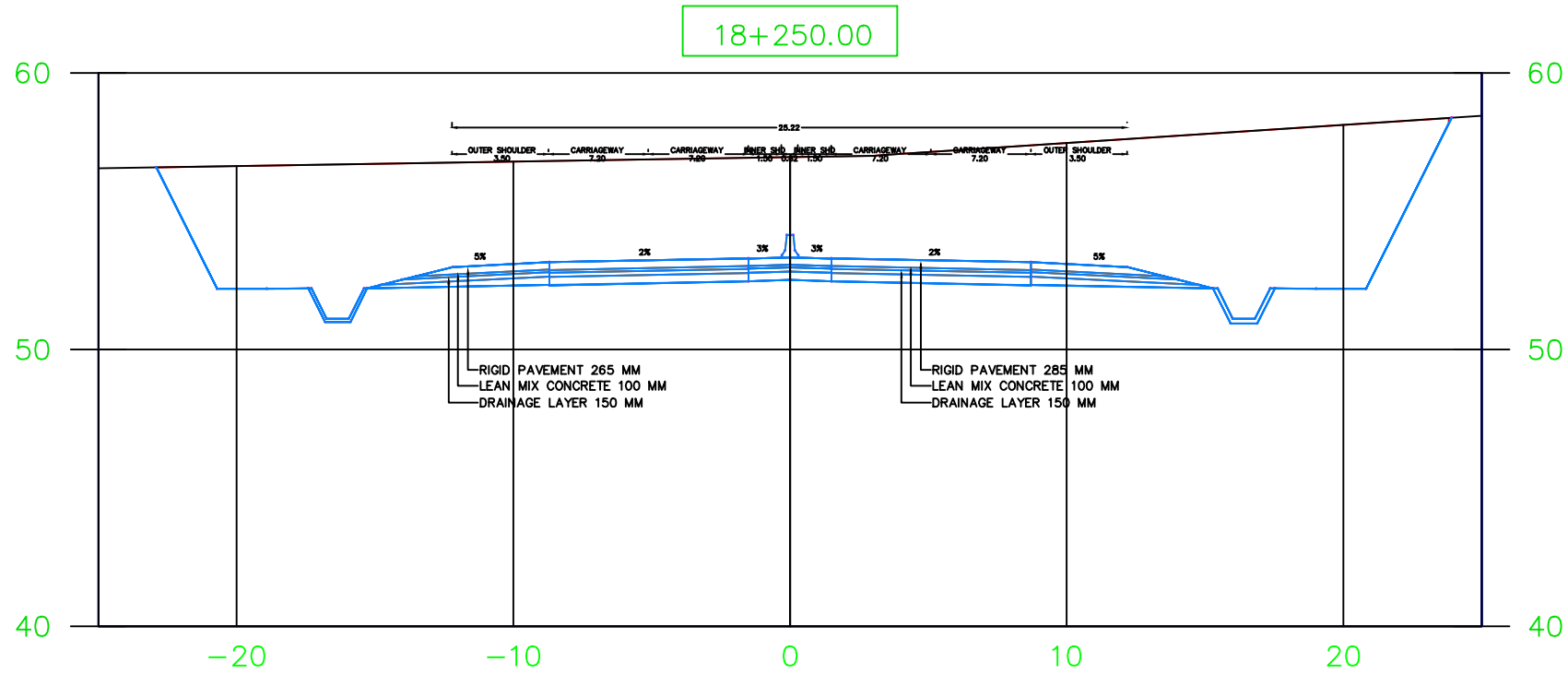
1:250

NOMOR GAMBAR

84

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 18+250 & Sta 18+500

SKALA

1:250

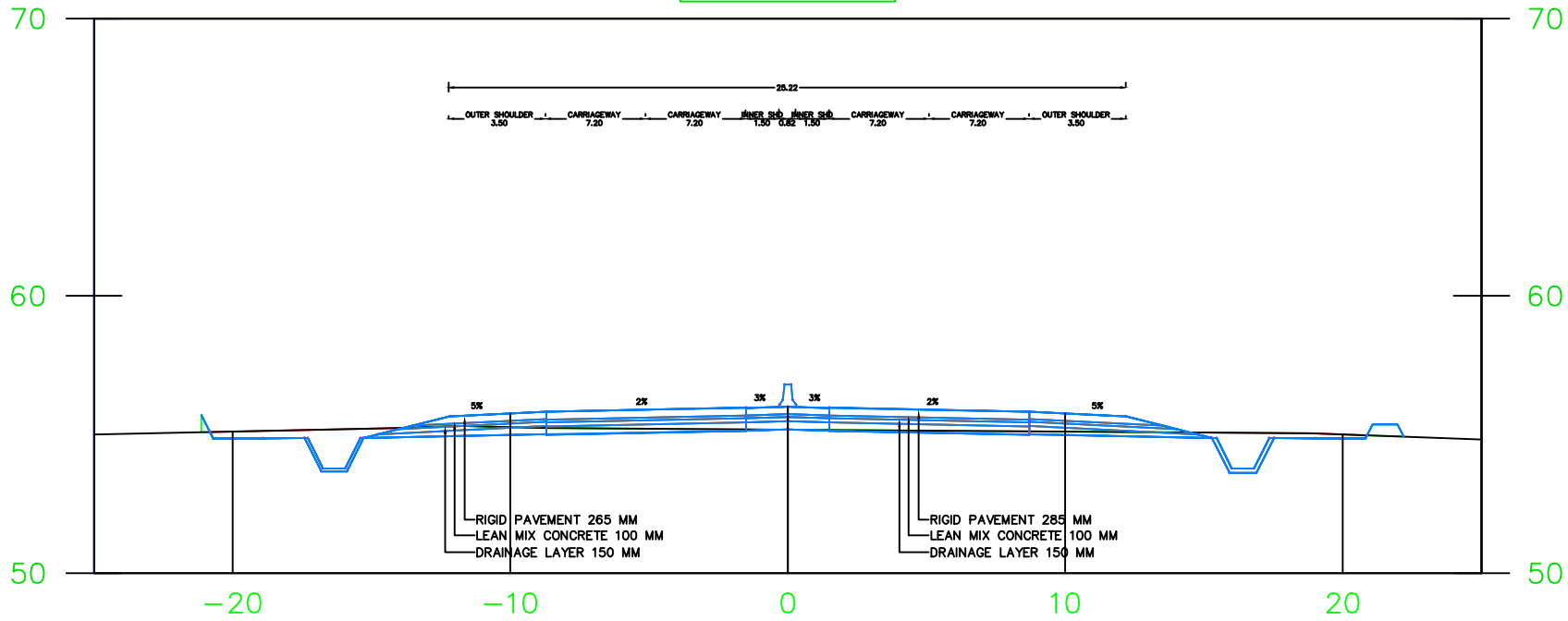
NOMOR GAMBAR

85

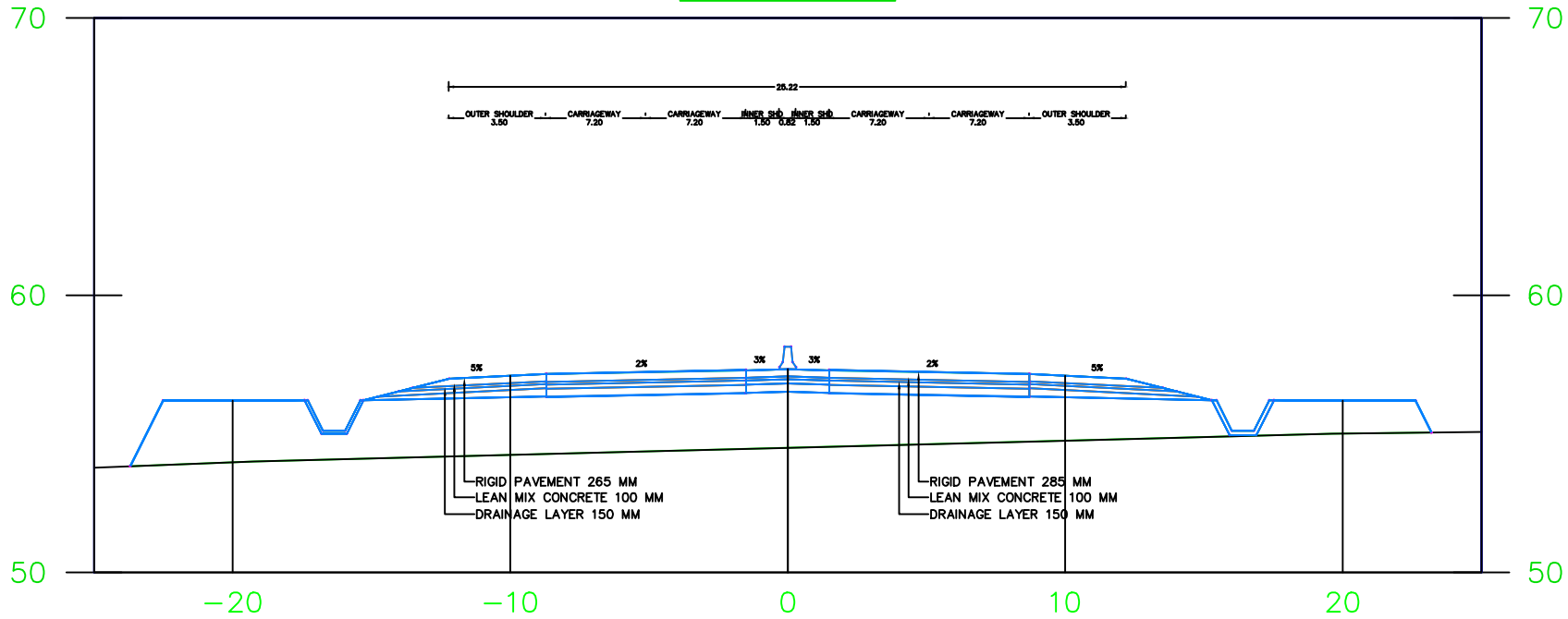
JUMLAH GAMBAR

97

18+750.00



19+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 18+750 & Sta 19+000

SKALA

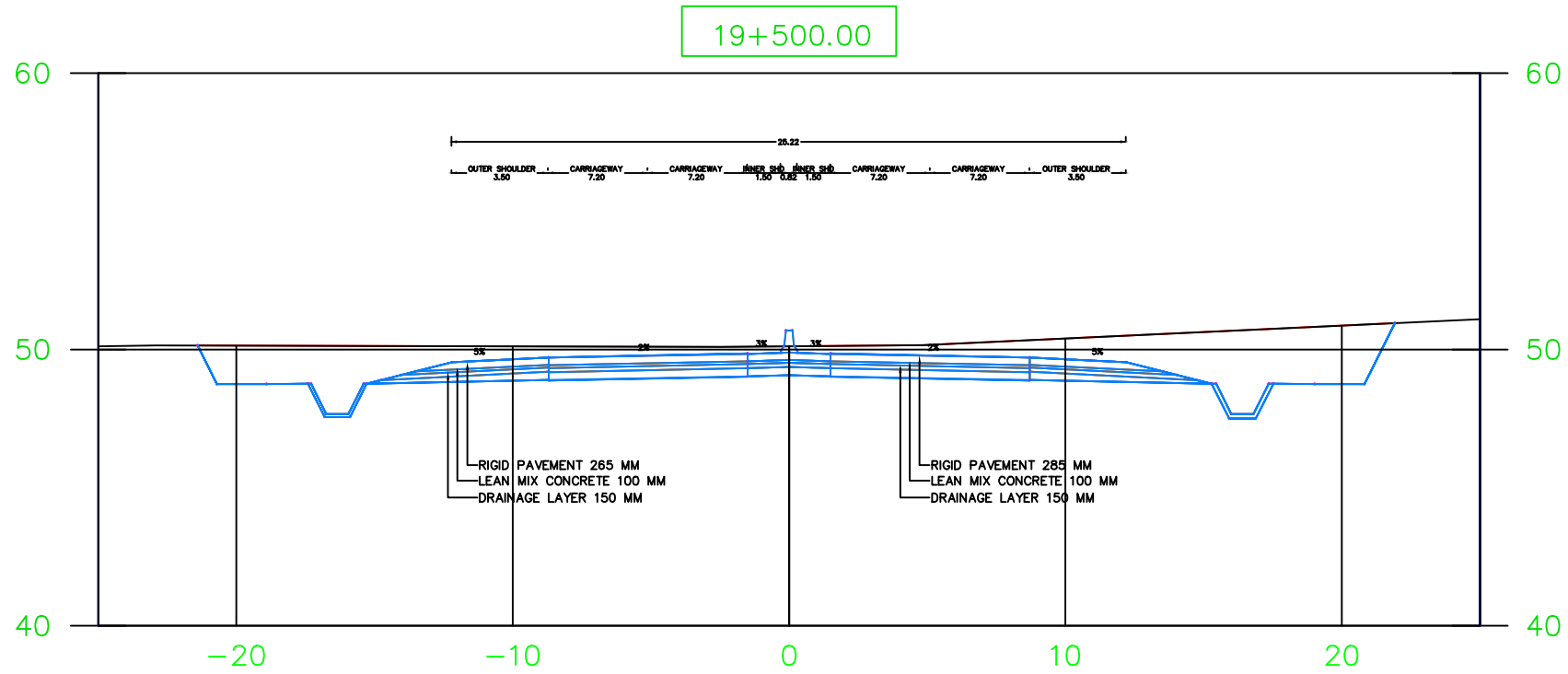
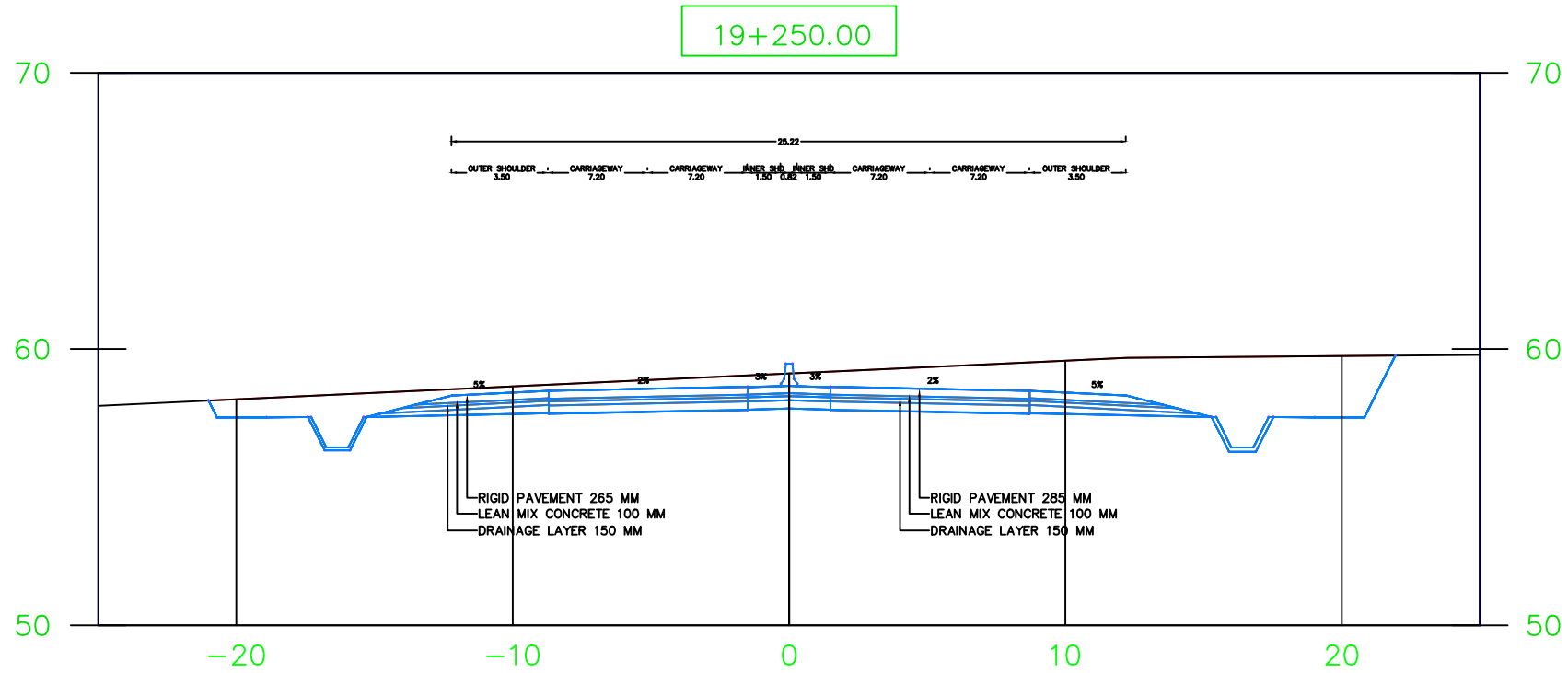
1:250

NOMOR GAMBAR

86

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 19+250 & Sta 19+500

SKALA

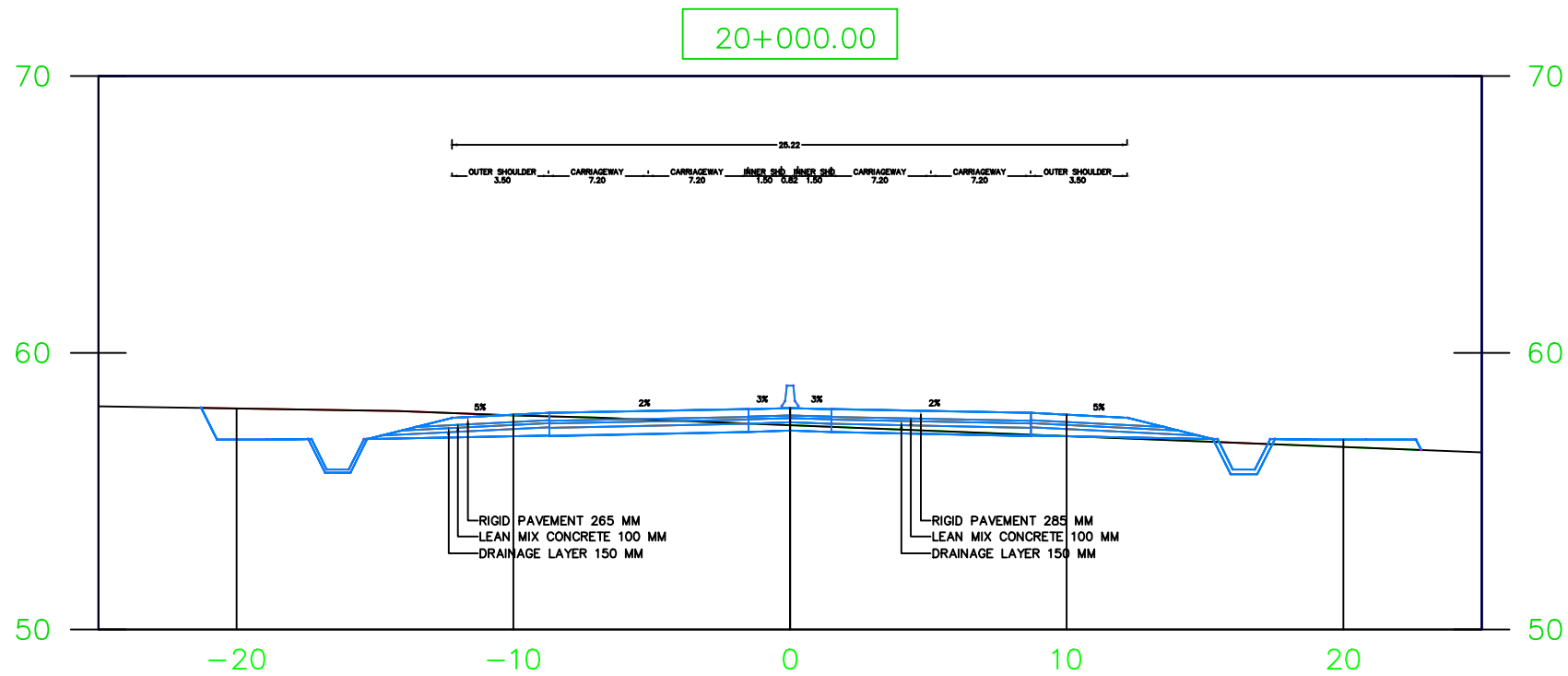
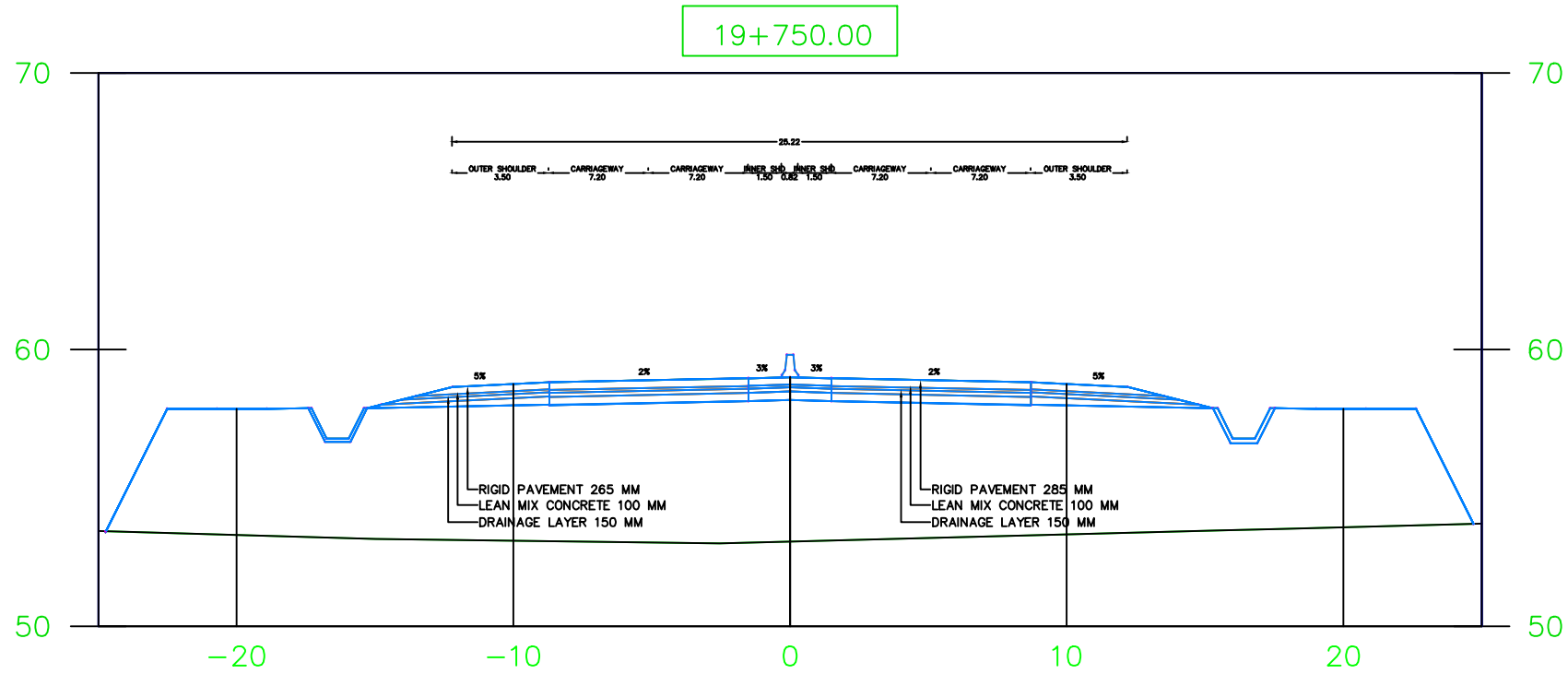
1:250

NOMOR GAMBAR

87

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 19+750 & Sta 20+000

SKALA

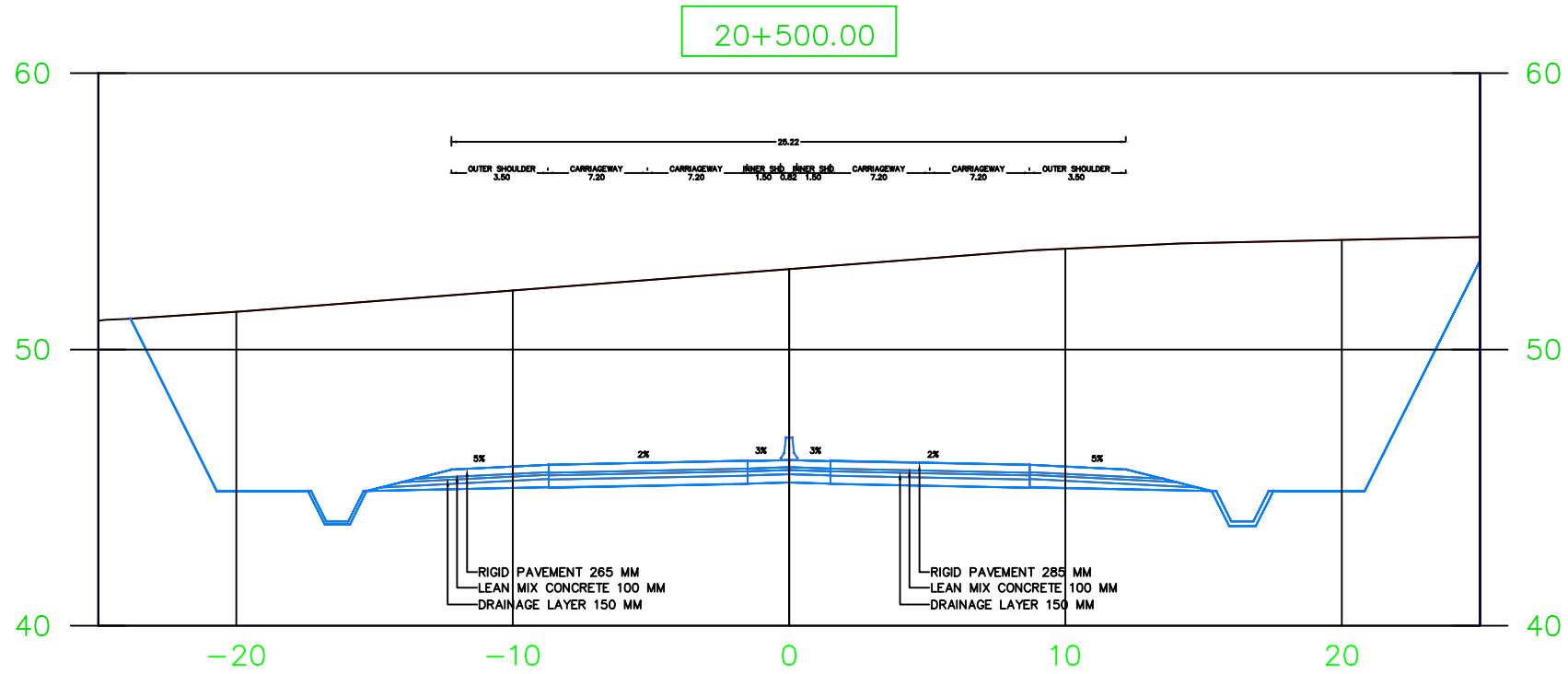
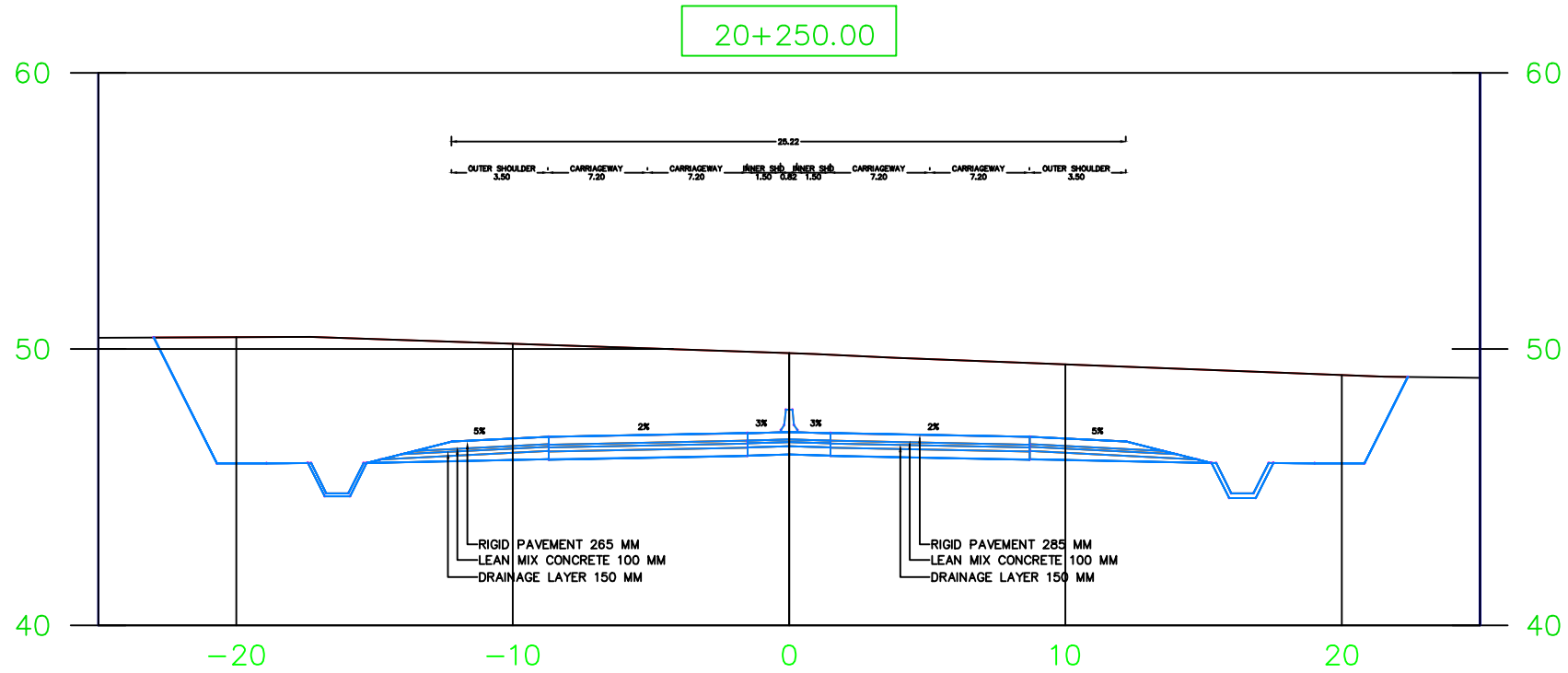
1:250

NOMOR GAMBAR

88

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 20+250 & Sta 20+500

SKALA

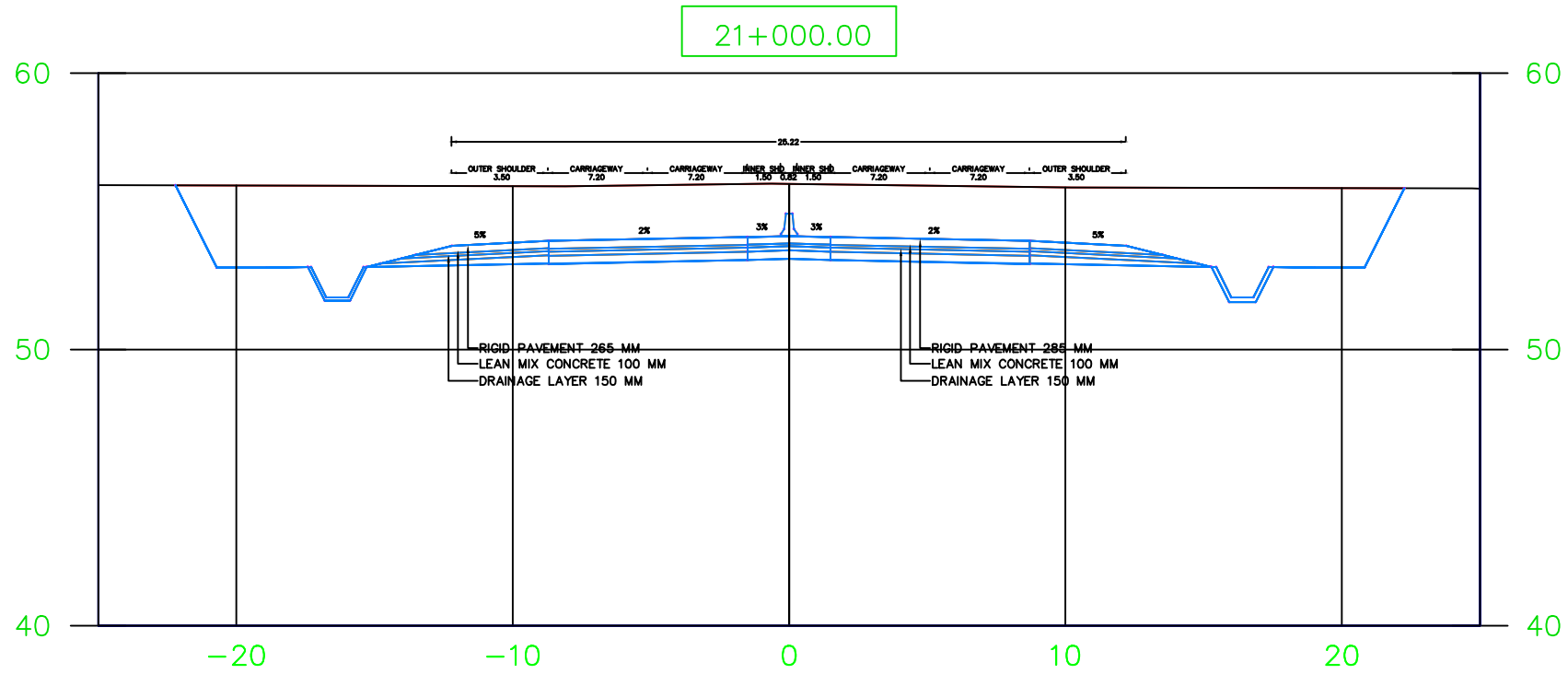
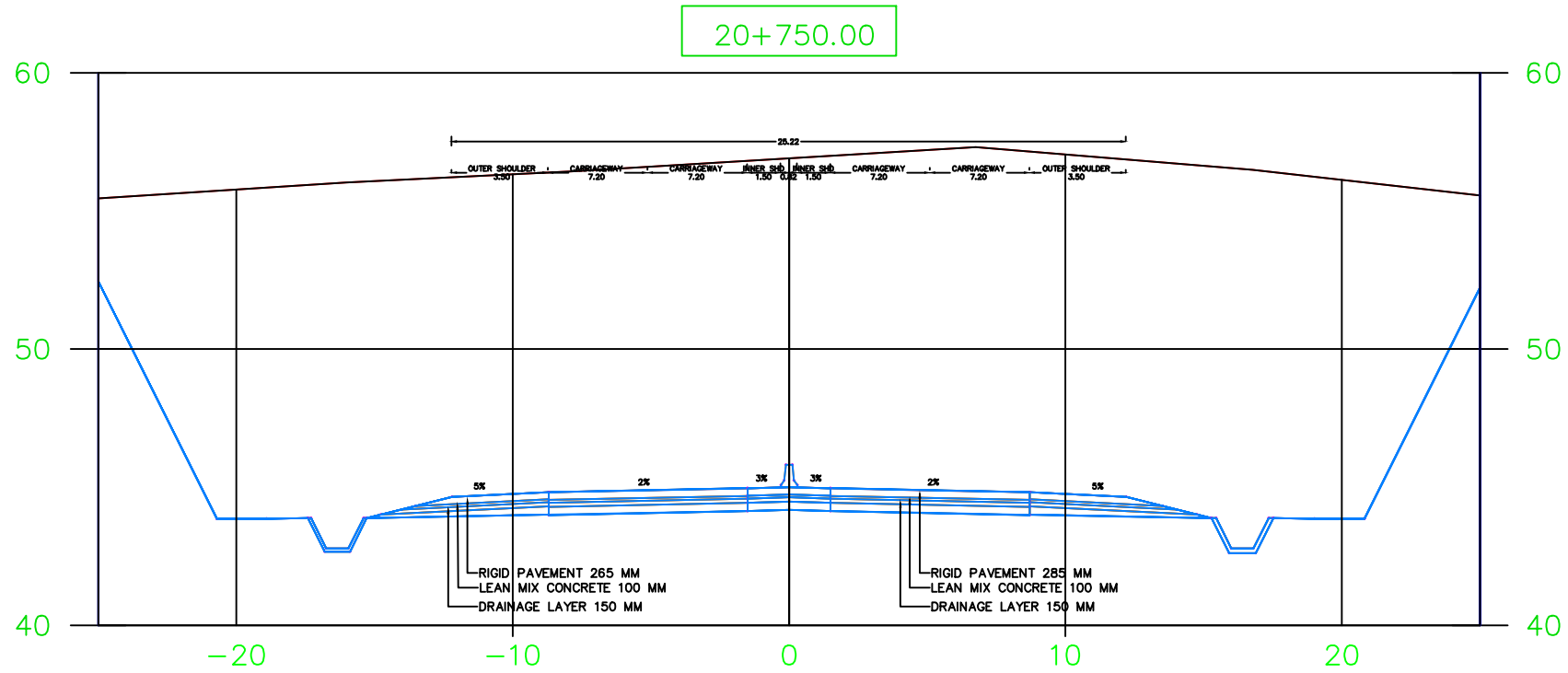
1:250

NOMOR GAMBAR

89

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 20+750 & Sta 21+000

SKALA

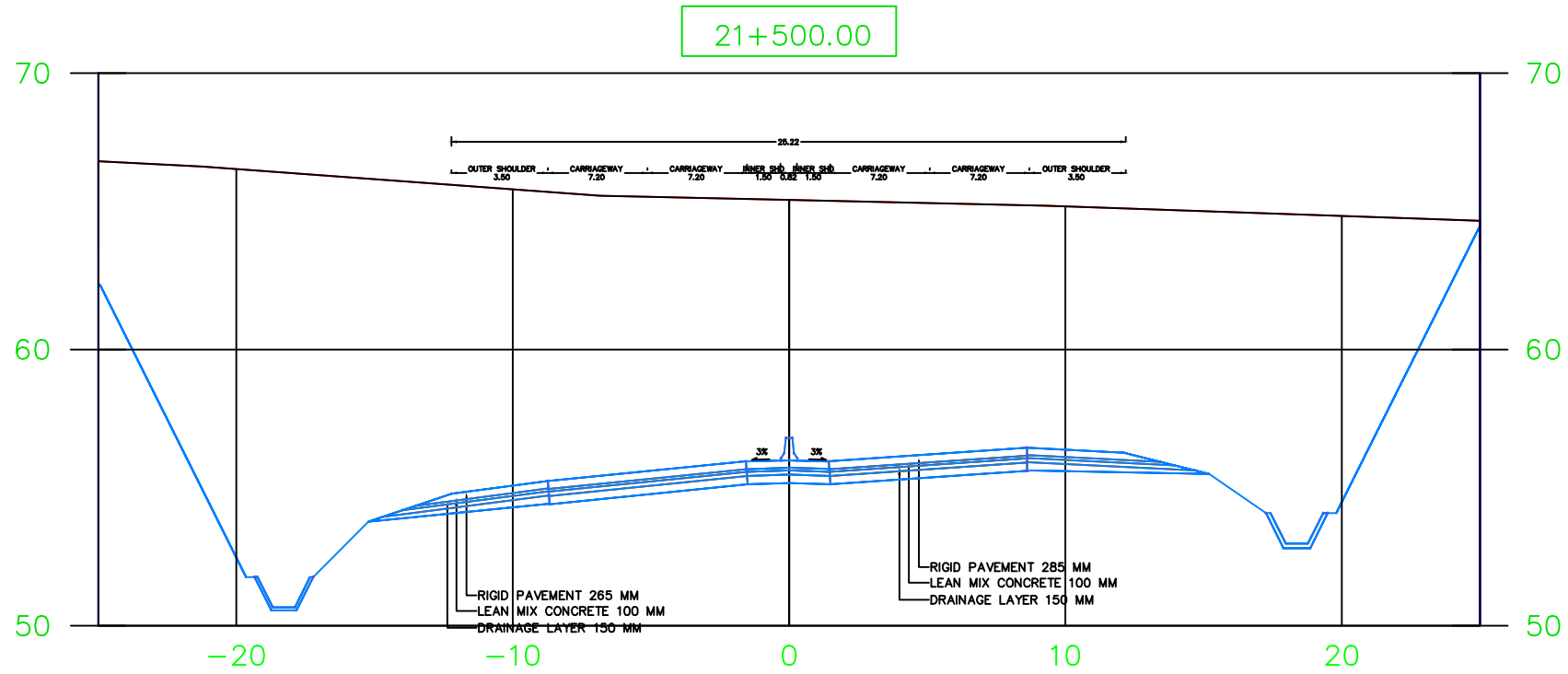
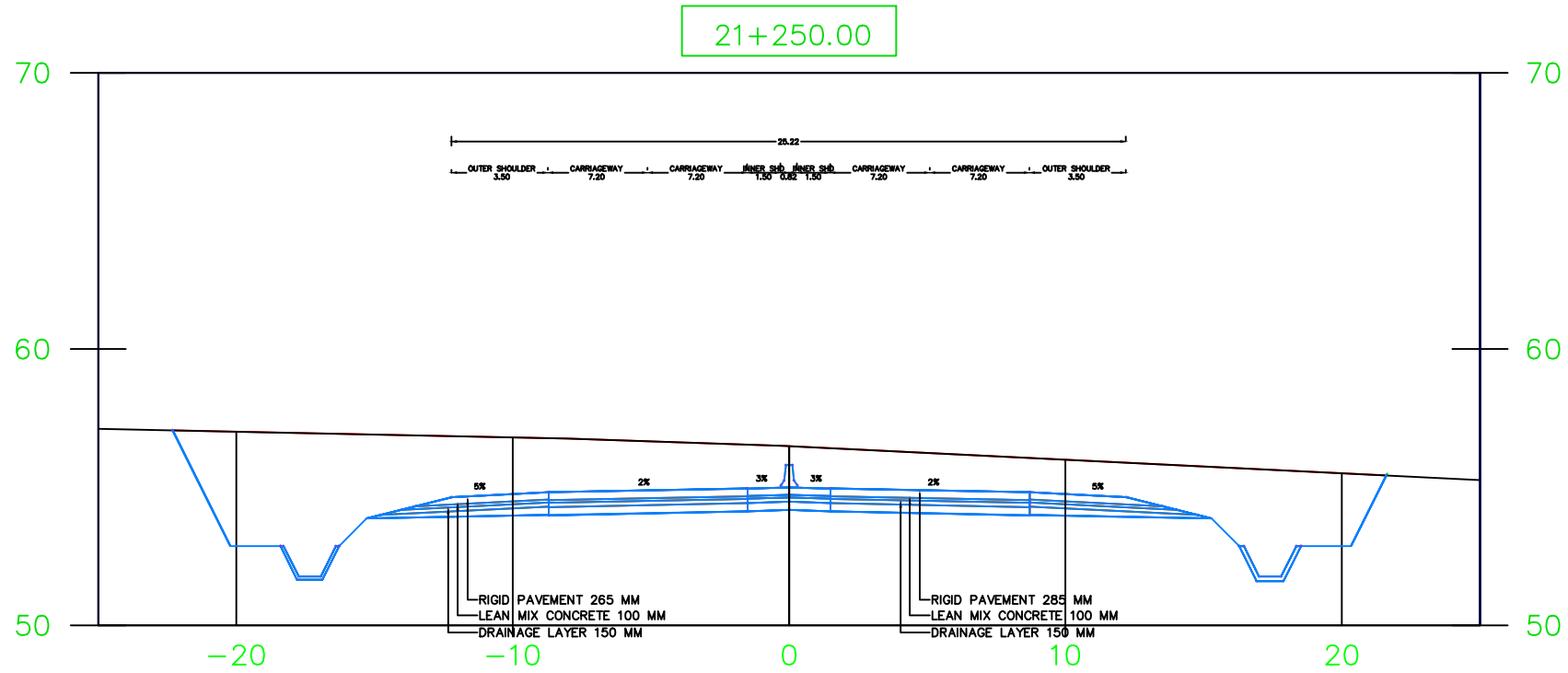
1:250

NOMOR GAMBAR

90

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 21+250 & Sta 21+500

SKALA

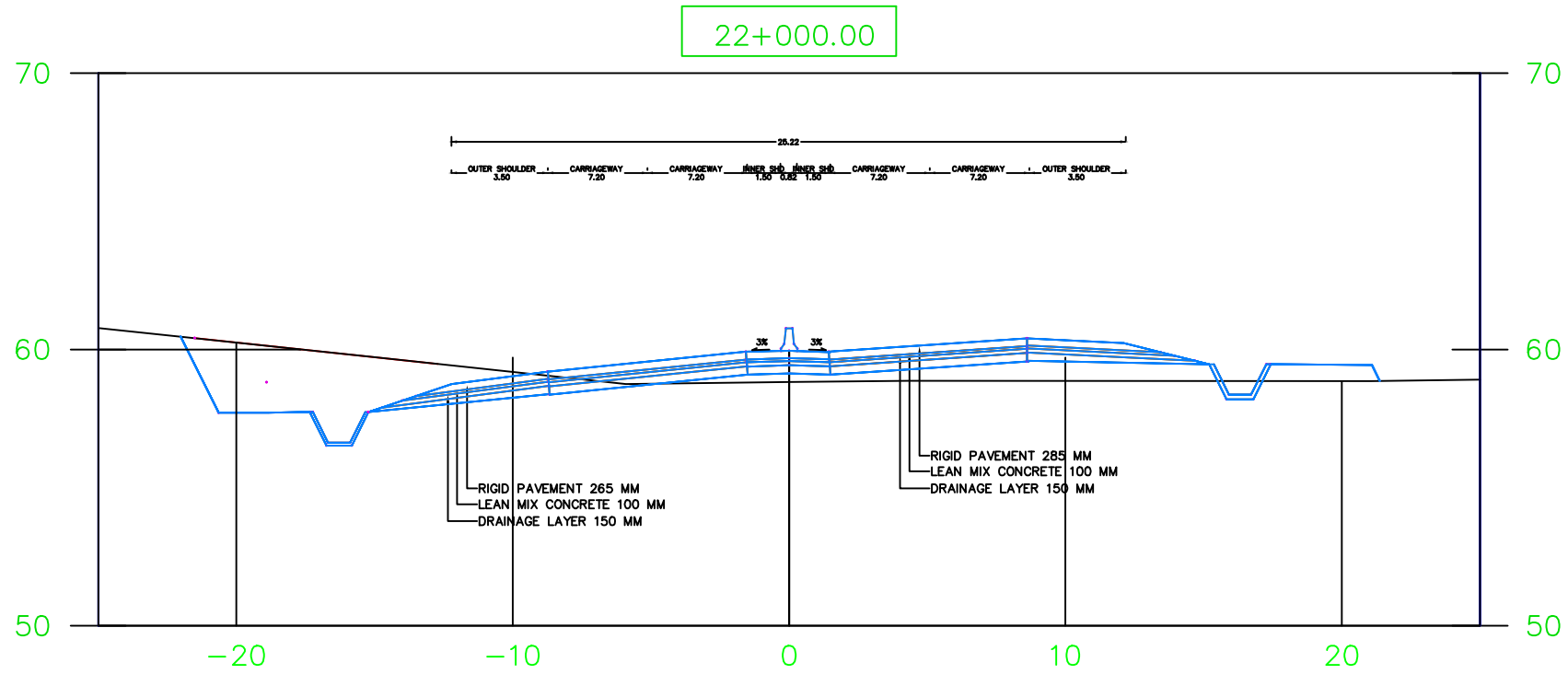
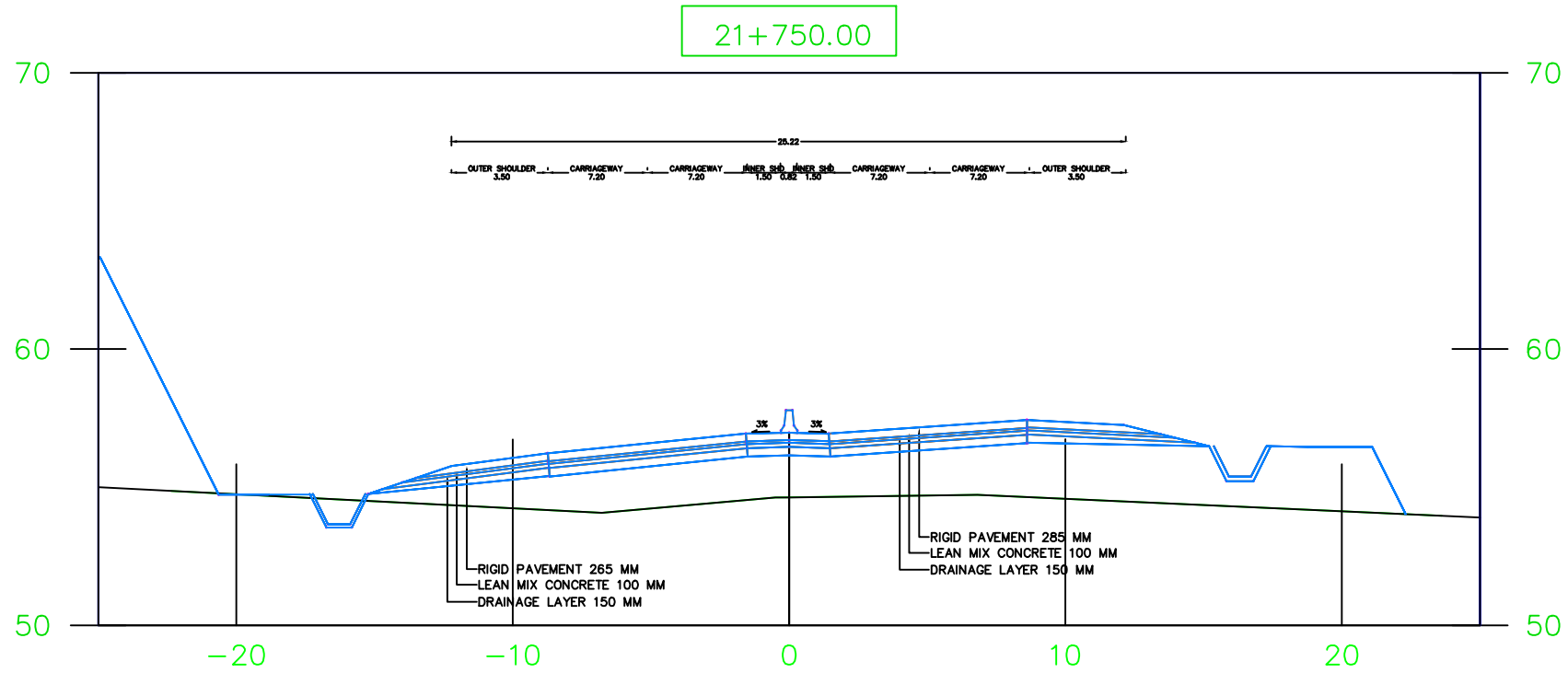
1:250

NOMOR GAMBAR

91

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 21+750 & Sta 22+000

SKALA

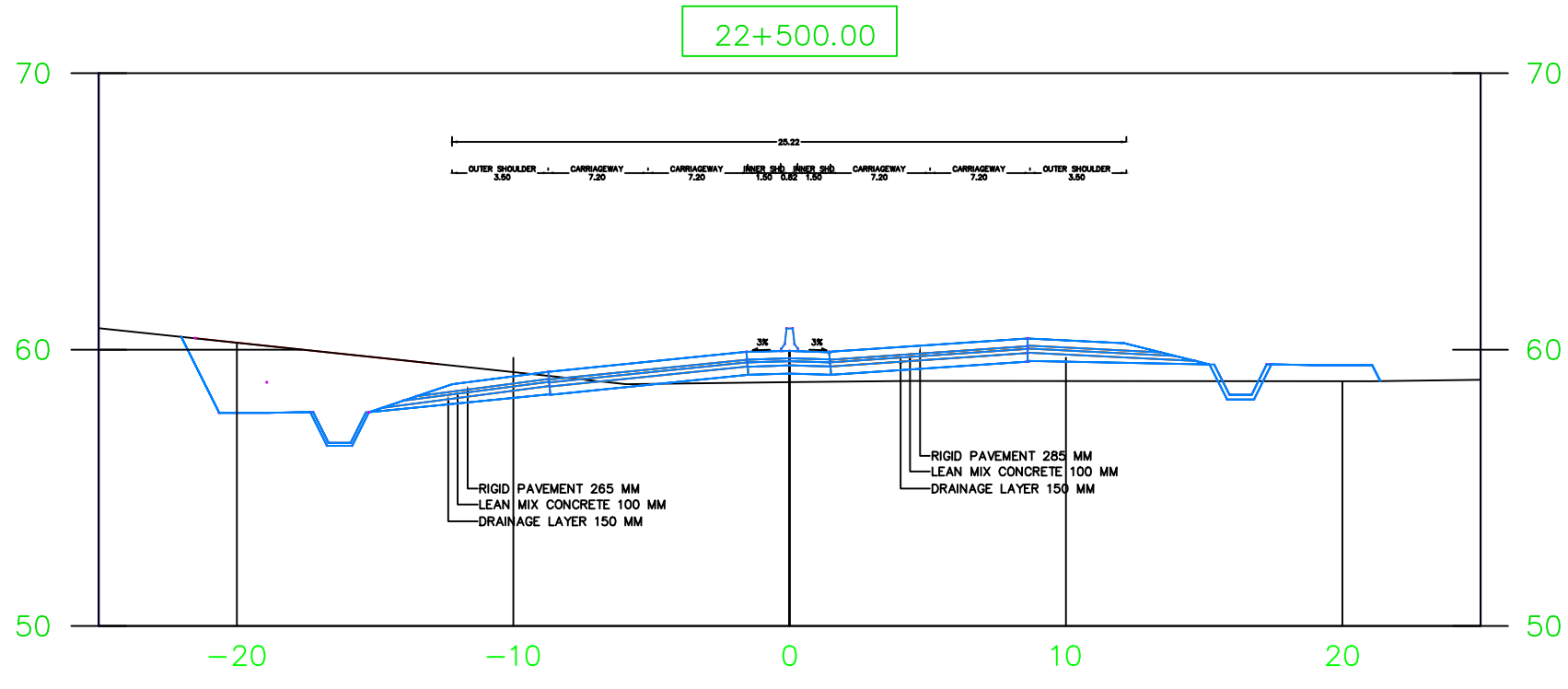
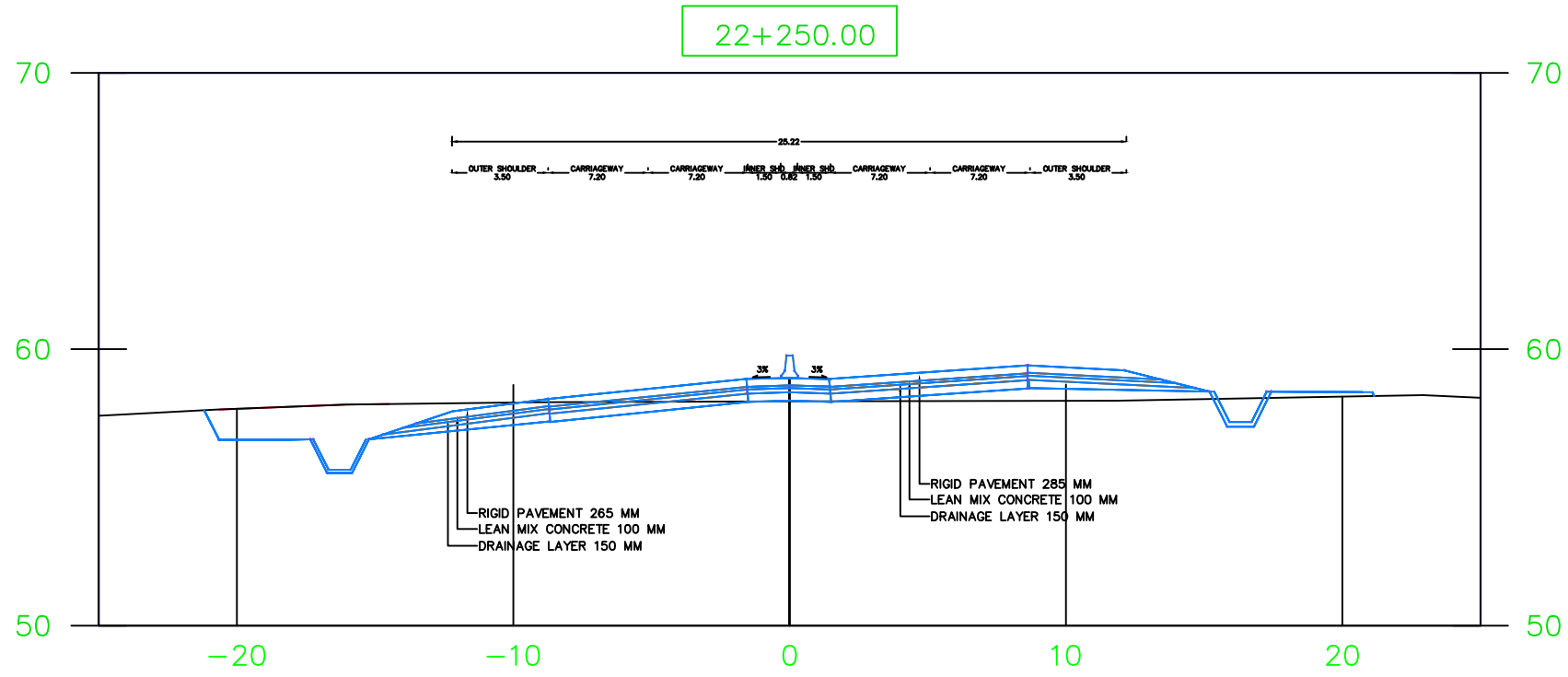
1:250

NOMOR GAMBAR

92

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 22+250 & Sta 22+500

SKALA

1:250

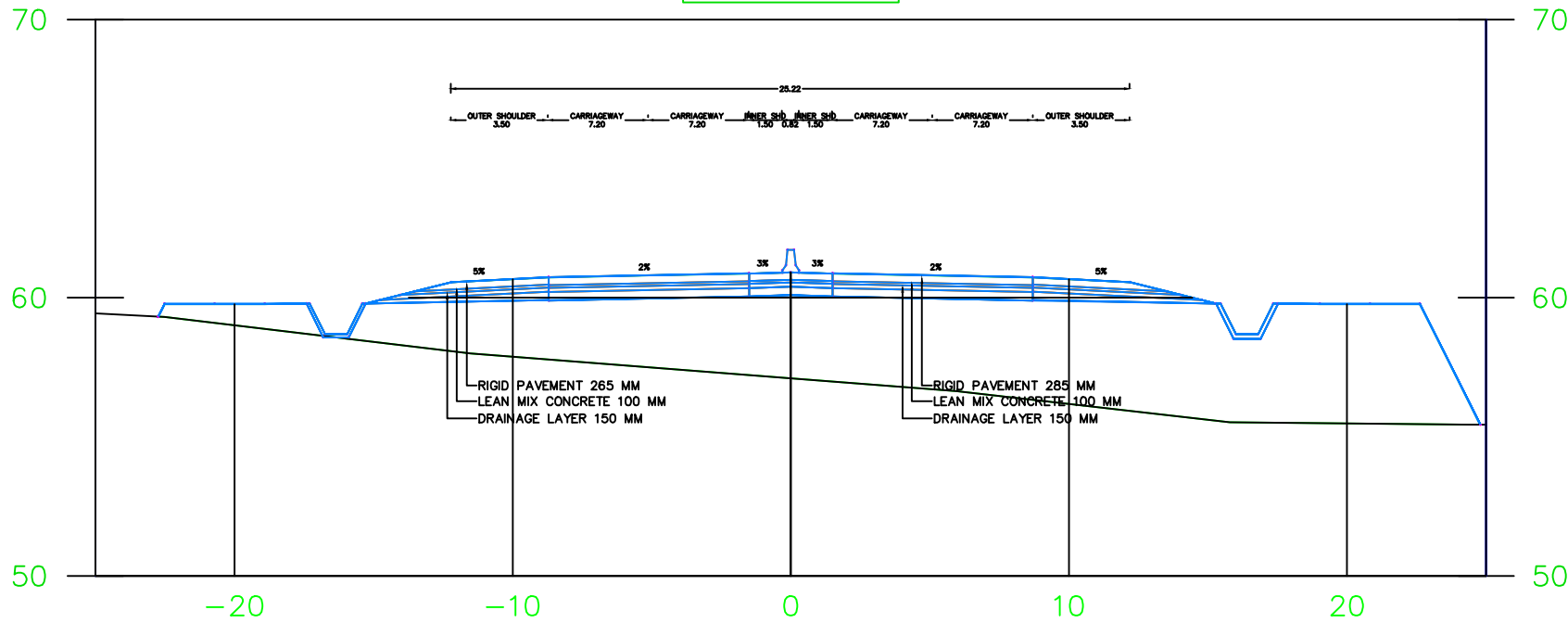
NOMOR GAMBAR

93

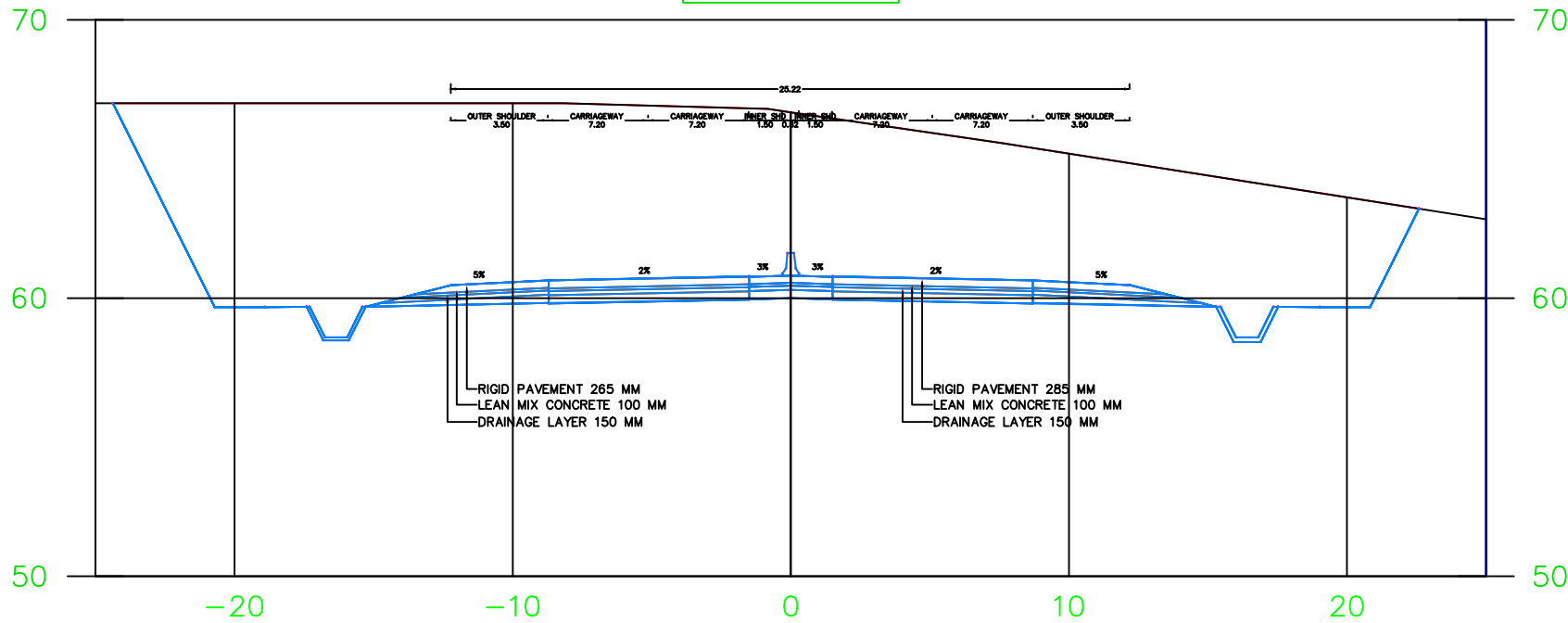
JUMLAH GAMBAR

97

22+750.00



23+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 22+750 & Sta 23+000

SKALA

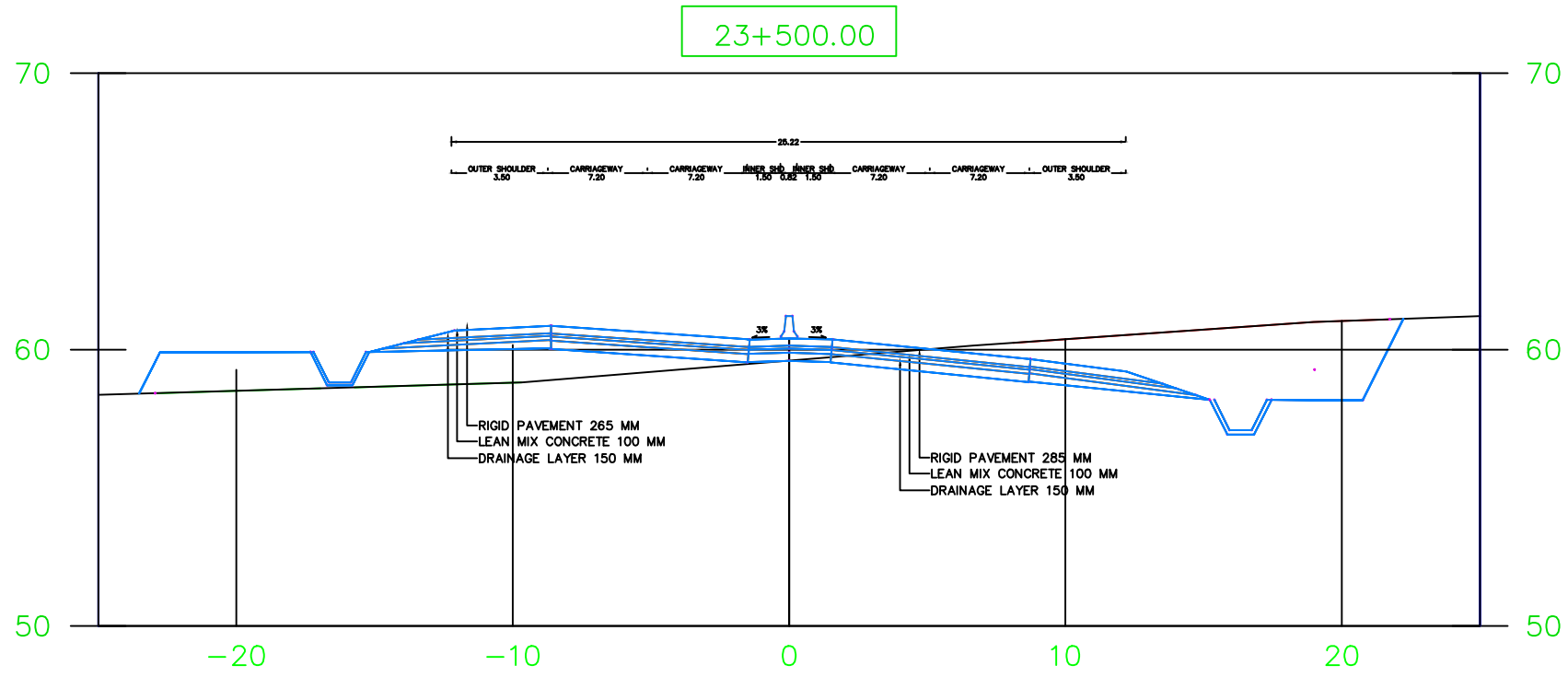
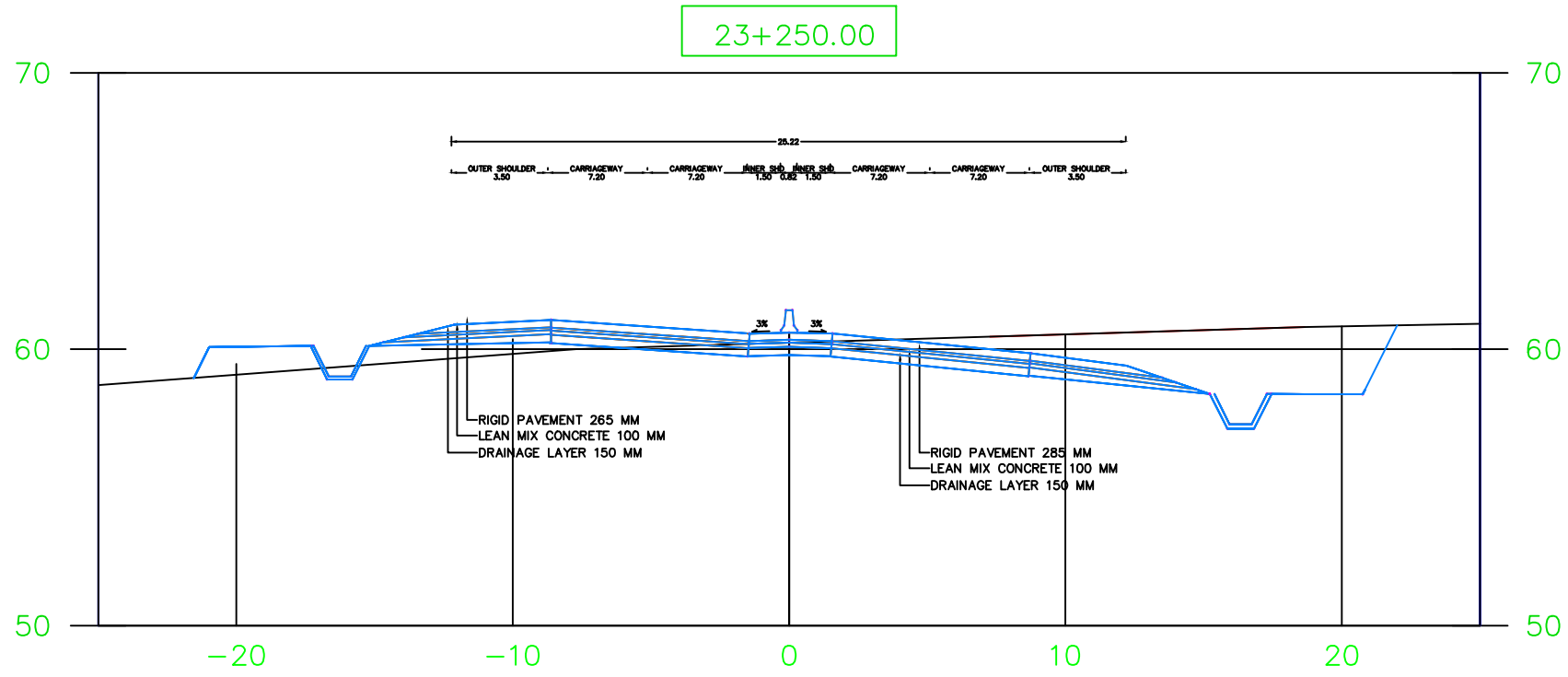
1:250

NOMOR GAMBAR

94

JUMLAH GAMBAR

97



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 23+250 & Sta 23+500

SKALA

1:250

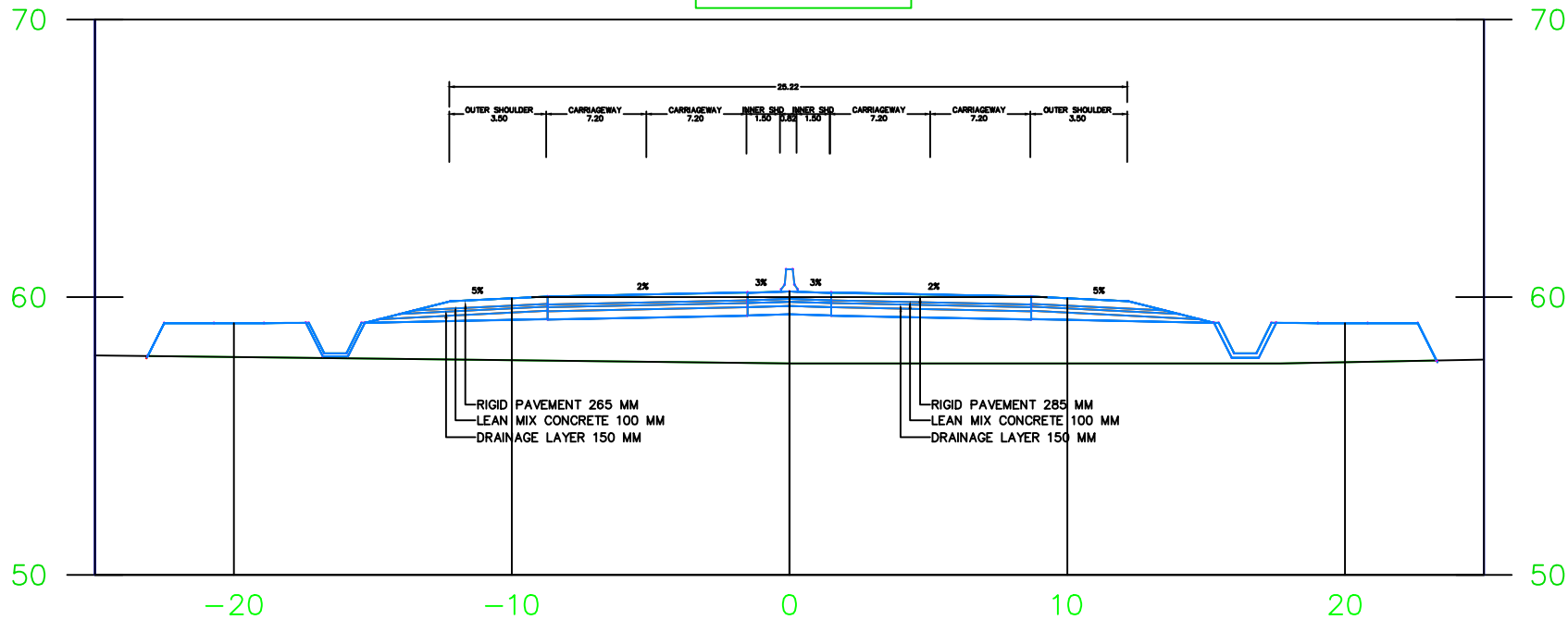
NOMOR GAMBAR

95

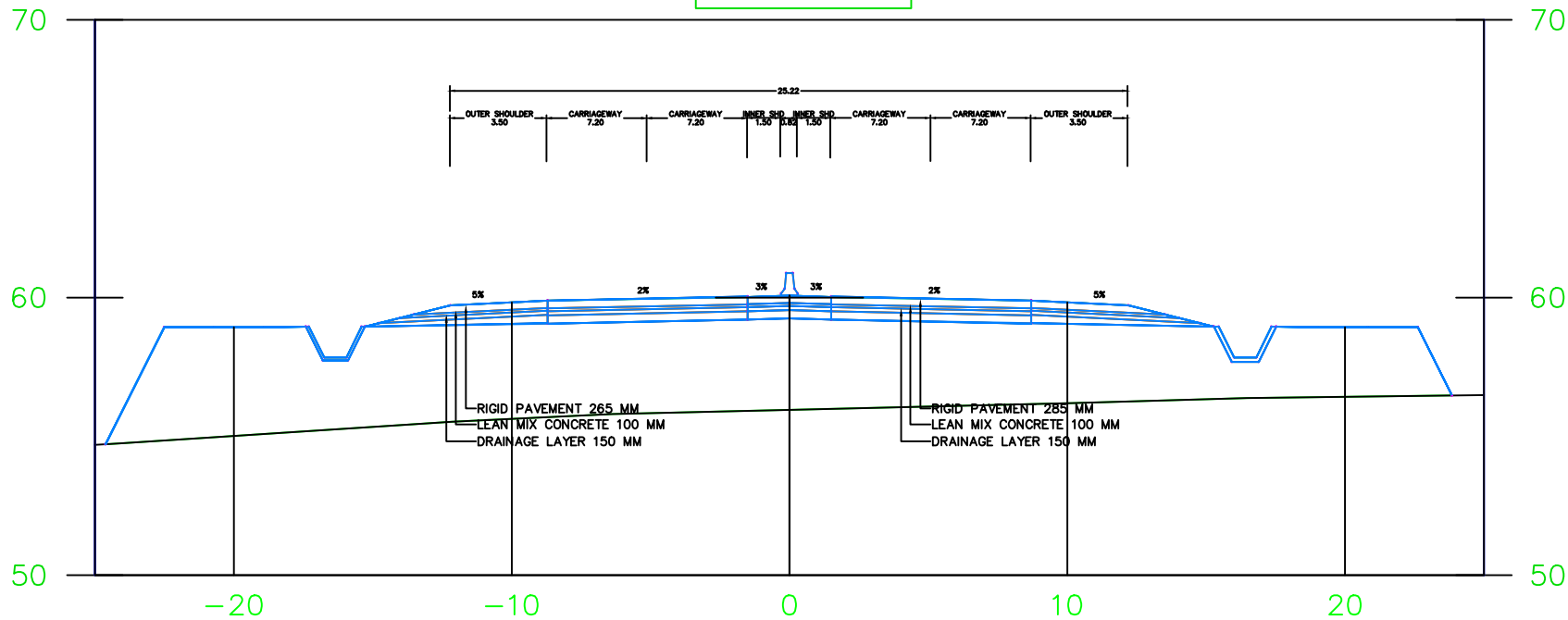
JUMLAH GAMBAR

97

23+750.00



24+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 23+750 & Sta 24+000

SKALA

1:250

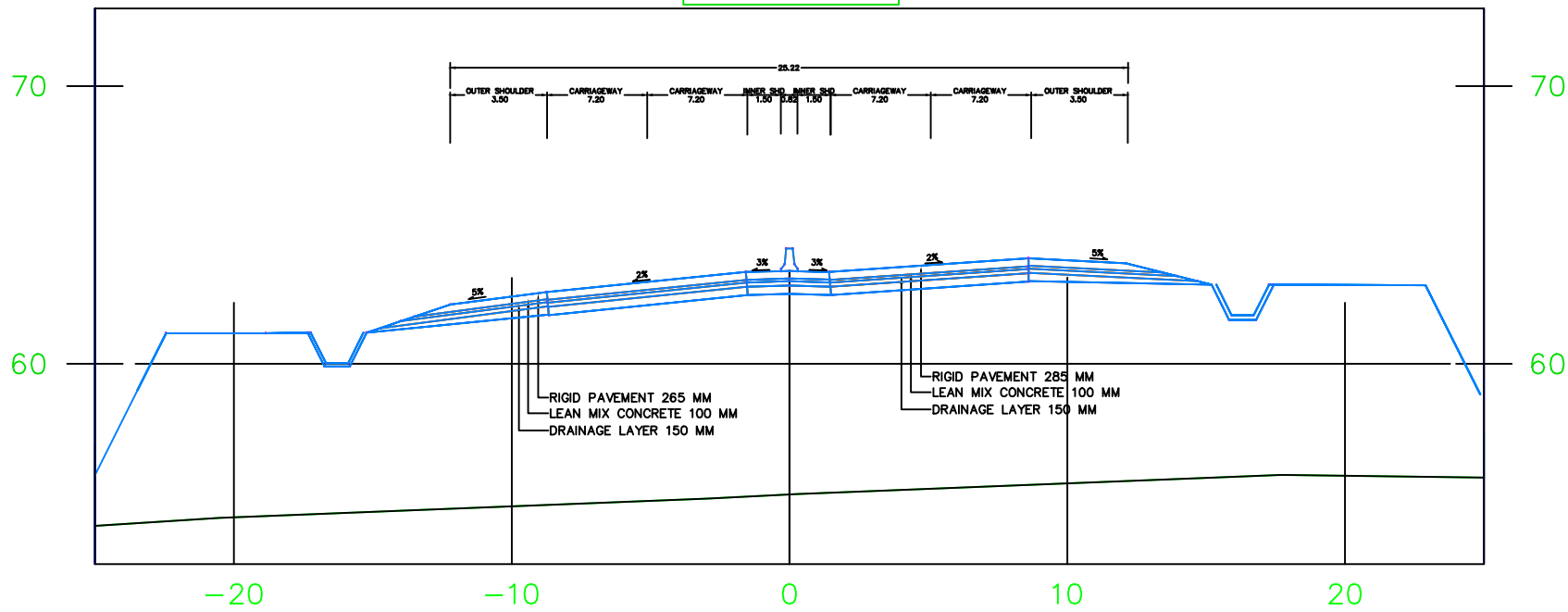
NOMOR GAMBAR

96

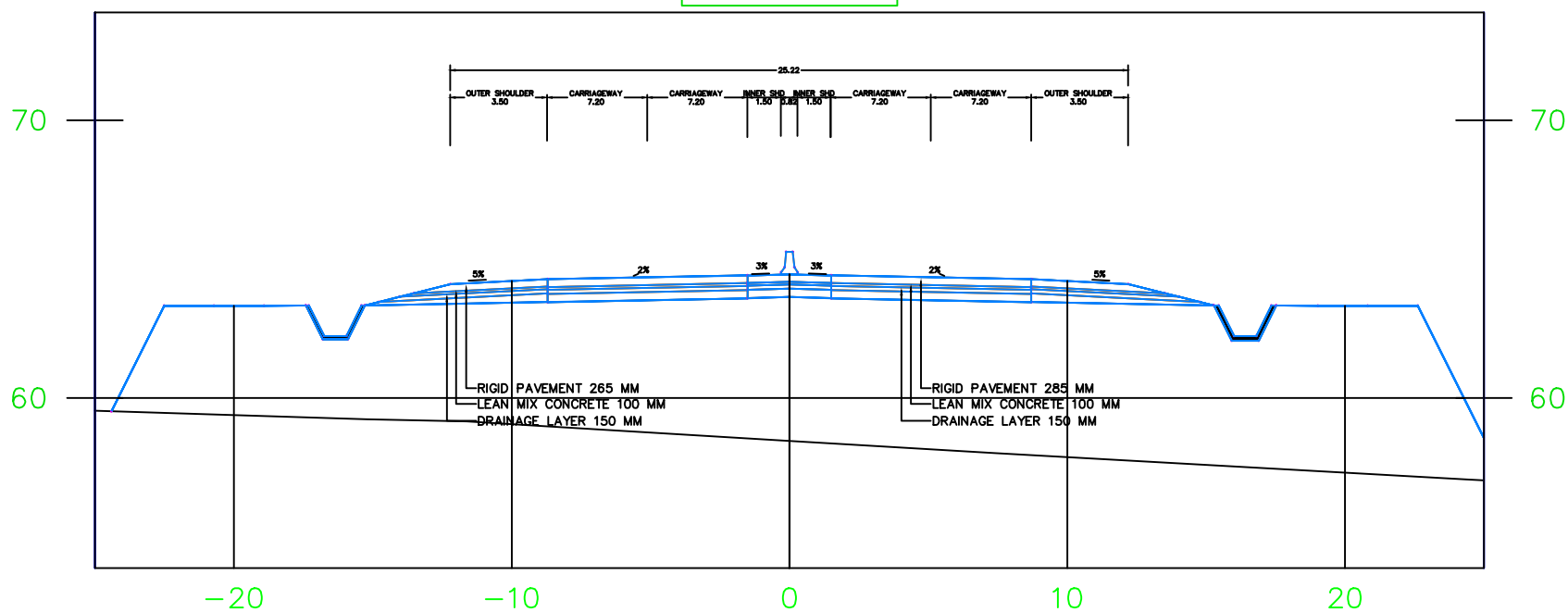
JUMLAH GAMBAR

97

24+750.00



25+000.00



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN
TOL KERTOSONO-KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000
SAMPAI KEDIRI STA 21+300)

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Hera Widayastuti, MT, PhD

DOSEN PEMBIMBING 2

Anak Agung Gde K., St. MSc

NAMA MAHASISWA

Heni Prasetyo
03111640000005

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 24+750 & Sta 25+000

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

97

JUMLAH GAMBAR

97



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

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D Anak Agung Gde Kartika, ST., M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: Heni Prasebyo
NRP	: 0311640000005
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL KERTOSONO - KEDIRI (KERTOSONO STA 0+000 SAMPAI KEDIRI STA 21+300).
TANGGAL PROPOSAL	: 21 AGUSTUS 2019.
NO. SP-MMTA	: B/78767/IT2.V1A1/PP.05.02.00/2019.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.		PENENTUAN TRASE	PERANCANGAN ALINEMEN HORIZONTAL & ALINEMEN VERTIKAL	
2.	11/11 2019	ALINEMEN HORIZONTAL ALINEMEN VERTIKAL	- ALINEMEN HORIZONTAL & VERTIKAL DIJADIKAN 1 HALAMAN, KOP BELUM - KURANG DIAGRAM SUPERELEVATI - DIBERI PARAMETER LENGKUNG DIAGRAM SUPERELEVATI	
3.	15/11 2019	DIAGRAM SUPERELEVATI SET DRAWING JALAN TOL	- DIAGRAM SUPERELEVATI MASIH KURANG LENGKAT - PEMBERIAN STRUKTUR JEMBATAN SAAT MELEWATI SUNGAI	
4.	21/11 2019	DETAIL DIAGRAM SUPERELEVATI STRUKTUR JEMBATAN	- PERKERASAN JALAN - GAMBAR POTONGAN MELINTANG	
5.	25/11 2019	- GAMBAR POTONGAN MELINTANG - TEBAL PERKERASAN JALAN - DETAIL GAMBAR TEBAL PERKERASAN	- GAMBAR DETAIL TEBAL PERKERASAN DIPERBESAR. - SALURAN DRAINASE.	
6.	28/12 2019	- GAMBAR POTONGAN MELINTANG - DIMENSI SALURAN DRAINASE	- DIBERI PEMBUANGAN. - DIBERI ARAH ALIRAN	
7.	31/12 2019	- RENCANA ANGGARAN BIAYA	- PENGUMPULAN DRAFT TA.	
8.	23/12 2019	- KOREKSI DRAFT TA.	- PENGUMPULAN DRAFT TA.	