



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN**

RIZKI GUSTI

NRP. 031116 40000 168

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Dosen Pembimbing II
Cahya Buana, ST., MT.

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



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN**

RIZKI GUSTI
NRP. 031116 40000 168

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Dosen Pembimbing II
Cahya Buana, ST., MT.

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



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**GEOMETRIC DESIGN AND FLEXIBLE PAVEMENT OF
THE EAST RING ROAD (JRRT) OF MADIUN CITY**

RIZKI GUSTI
NRP. 031116 40000 168

Supervisor I
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Supervisor II
Cahya Buana, ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

**PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RIZKI GUSTI
NRP. 03111640000168

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT. (Pembimbing I)
2. Cahya Buana, ST., MT. (Pembimbing II)

SURABAYA
JANUARI, 2020

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA MADIUN

Nama Mahasiswa : Rizki Gusti
NRP : 03111640000168
Departemen : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
: 2. Cahya Buana, ST., MT.

Abstrak

Ringroad memiliki peranan yang sangat penting dalam memecah kepadatan lalu lintas di dalam kota dan juga meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Di dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis ingin mengetahui bagaimana perancangan yang baik dalam merancang desain geometrik dan perkerasan jalan pada jalan ringroad timur (JRRT) kota Madiun, sehingga jalan yang akan dilalui dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Dalam merancang desain geometrik jalan raya dan perkerasan ini hal-hal yang menjadi acuan dalam perencanaan meliputi penentuan trase jalan, perhitungan alinyemen horizontal, perhitungan alinyemen vertikal, perhitungan volume cut dan fill, perhitungan tebal perkerasan lentur, perhitungan dimensi saluran drainase jalan, perhitungan rencana anggaran biaya, dan gambar teknis.

Metodologi yang digunakan berpedoman pada Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 untuk pemilihan trase yang baik, perhitungan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal. Perhitungan pembebanan lalu lintas (trip assignment) menggunakan metode Smock (1962). Pada perencanaan perkerasan lentur menggunakan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017 untuk mendapatkan tebal perkerasan sesuai umur rencana. Perencanaan drainase mengacu pada peraturan Pd-T-02-2006-B, serta peraturan rencana anggaran biaya total

menggunakan HSPK Kota Madiun yang diperlukan pada perencanaan ini.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan didapatkan desain geometrik jalan menggunakan tipe 4/2D dengan lebar jalur 7,5 m dengan lebar lajur 3,75 m. Dalam perencanaan alinyemen horizontal didapatkan 8 tikungan dengan tipe Spiral-Circle-Spiral dan perencanaan alinyemen vertikal yaitu 4 cekung dan 4 cembung. Hasil trip assignment menggunakan metode smock didapatkan perpindahan kendaraan ke jalan rencana sebesar 66,67 %. Susunan lapis perkerasan lentur didapatkan lapis AC-WC dengan tebal 40 mm, lapis AC-WC dengan tebal 60 mm, lapis AC Base dengan tebal 245 mm, dan lapis LPA dengan tebal 300 mm. Perhitungan dimensi saluran dengan tipe saluran trapesium didapatkan 4 tipe saluran untuk dimensi saluran 1 mempunyai lebar 0,6 m dan tinggi 1,15 m, untuk saluran 2 mempunyai lebar 0,45 m dan tinggi 0,95 m, untuk saluran 3 mempunyai lebar 0,45 m dan tinggi 0,85 m, dan untuk saluran 4 mempunyai lebar 0,50 dan tinggi 0,95 m. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) didapatkan biaya sebesar Rp 505.895.574.565,54

Kata Kunci : Ring Road, Geometrik Jalan, Perkerasan Jalan, Drainase.

GEOMETRIC DESIGN AND FLEXIBLE PAVEMENT OF THE EAST RING ROAD (JRRT) OF MADIUN CITY

Name : Rizki Gusti
NRP : 03111640000168
Department : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Supervisor : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
: 2. Cahya Buana, ST., MT.

Abstract

Ringroad has a very important role in breaking up the density of traffic within the city and also increasing economic growth. In writing this final project report, the writer wants to know how a good design in designing the geometric design and pavement of roads on the east ringroad (JRRT) of Madiun city, so that the road to be passed can provide a sense of security and comfort for road users. In designing the geometric design of this highway and pavement, the things that become references in the planning include the determination of road alignment, horizontal alignment calculation, vertical alignment calculation, volume cut and fill calculation, calculation of flexible pavement thickness, calculation of dimensions of road drainage channels, calculation of budget plan costs, and technical drawings.

The methodology guided by Regulation on Geometric Planning for Inter-City Road No. 038 / TBM / 1997 for good selection of lines, calculation of horizontal alignment and vertical alignment. Calculation of traffic load (trip assignment) using the Smock method (1962). In planning flexible pavement, use the Pavement Design Manual No.04 / SE / Db / 2017 to get the pavement thickness according to the age of the plan. Drainage planning refers to the regulation Pd-T-02-2006-B, as well as the regulation of the total cost budget plan using the Madiun City HSPK that is required in this plan.

Based on the analysis and calculation results obtained by the geometric design of the road using type 4 / 2D with a width of row is 7.5 m and width of lane is 3.75 m. In horizontal alignment

planning there are 8 bends with Spiral-Circle-Spiral type and vertical alignment planning that is 4 concave and 4 convex. The result of trip assignment using the smock method is that the vehicle transfer to the planned road is 66.67%. The composition of the flexible pavement layers is obtained AC-WC layer with a thickness of 40 mm, AC-WC layer with a thickness of 60 mm, AC Base layer with a thickness of 245 mm, and LPA layer with a thickness of 300 mm. Calculation of channel dimensions with trapezoid channel type obtained 4 channel types, for channel 1 dimension has 0.6 m width and 1.15 m height, for channel 2 has 0.45 m width and 0.95 m height, for channel 3 has width 0,45 m and height 0.85 m, and for channel 4 has a width of 0.50 and height of 0.95 m. Calculation of Cost Budget Plan (RAB) based on the Price of the Principal Activity Unit (HSPK) obtained a fee of Rp. 505.895.574.565,54

Keywords : Ring Road, Geometric Design, Flexible Pavement, Drainage

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan KaruniaNya-lah penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul “Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun”. Selama proses penyelesaian Tugas Akhir, berbagai pihak telah membantu penulis khususnya :

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penyusunan penulisan tugas akhir ini.
2. Cahya Buana, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penyusunan penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak / Ibu Dosen khususnya Departemen Teknik Sipil di yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
4. Teman–teman Mahasiswa Departemen Teknik Sipil khususnya 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 sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

<i>Abstrak</i>	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Peta Lokasi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Terdahulu.....	7
2.1.1 Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya Jawa Timur Oleh Septyanto, Ferdiansyah 2016.....	7
2.1.2 Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo STA 11125 SD 16125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur Oleh Lubis, Reysha Rizki Amanda 2016.....	9
2.1.3 Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Lentur Jalan Jalur Lintas Selatan Pada Ruas Jalan Popoh Ngrejo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur Oleh Shinduwari, Ike 2016.....	12
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1 Persiapan.....	15
3.2 Studi Literatur.....	15
3.3 Pengumpulan Data.....	15
3.4 Pengelompokan Jalan.....	17

3.4.1	Sistem Jaringan Jalan.....	17
3.4.2	Fungsi Jalan.....	17
3.4.3	Status Jalan.....	18
3.4.4	Kelas Jalan.....	19
3.4.5	Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan	20
3.5	Bagian-Bagian Jalan.....	20
3.5.1	Ruang Manfaat Jalan	20
3.5.2	Ruang Milik Jalan.....	20
3.5.3	Ruang Pengawasan Jalan.....	21
3.6	Komposisi Penampang Melintang Jalan.....	22
3.6.1	Jalur Lalu Lintas	23
3.6.2	Median.....	24
3.6.3	Lajur	25
3.6.4	Bahu Jalan	26
3.7	Kriteria Perencanaan	27
3.7.1	Kendaraan Rencana	27
3.7.2	Satuan Mobil Penumpang.....	29
3.7.3	Volume Lalu Lintas Rencana	30
3.7.4	Kecepatan Rencana	31
3.8	Analisis Kecepatan Arus Bebas.....	31
3.8.1	Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}).....	32
3.8.2	Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas.....	33
3.8.3	Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping.....	33
3.8.4	Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan	34
3.8.5	Penentuan Kecepatan Arus Bebas Pada Kondisi Lapangan.....	35
3.9	Analisis Kapasitas Jalan	36
3.9.1	Kapasitas Dasar	36
3.9.2	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas.....	37
3.9.3	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah.....	38

3.9.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping	38
3.9.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan	39
3.10 Derajat Kejenuhan.....	40
3.11 Kecepatan dan Waktu Tempuh.....	40
3.12 Permodelan <i>Trip Assignment</i>	42
3.13 Jarak Pandang	42
3.13.1 Jarak Pandangan Henti Minimum.....	43
3.13.2 Jarak Pandangan Mendahului	45
3.14 Kebebasan Samping di Tikungan	49
3.15 Alinyemen Horizontal	51
3.15.1 Nilai Kemiringan Melintang Jalan (Super Elevasi, e)	52
3.15.2 Panjang Bagian Lurus.....	53
3.15.3 Lengkung Peralihan.....	54
3.15.4 Tikungan	57
3.15.5 Pelebaran Tikungan	62
3.15.6 Tikungan Gabungan Alinyemen Horizontal ..	65
3.16 Alinyemen Vertikal	67
3.16.1 Kelandaian Jalan dan Panjang Kritis	67
3.16.2 Lengkung Vertikal.....	68
3.16.3 Lengkung Vertikal Cembung	70
3.16.4 Lengkung Vertikal Cekung.....	73
3.16.5 Koordinasi Alinyemen.....	75
3.17 Konstruksi Perkerasan Lentur	76
3.17.1 Umur Rencana Perkerasan.....	77
3.17.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	77
3.17.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Laju ..	78
3.17.4 Faktor Ekuivalensi Beban.....	79
3.17.5 Beban Sumbu Standart Kumulatif	80
3.17.6 Tipe Perkerasan	81
3.18 Perencanaan Saluran Drainase	82
3.18.1 Frekuensi Hujan Pada Periode Ulang T	83
3.18.2 Menghitung Intensitas Hujan (I).....	84

3.18.3	Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc).....	84
3.18.4	Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)	85
3.18.5	Perhitungan Debit Aliran (Q)	85
3.18.6	Merencanakan Dimensi Saluran	85
3.19	Penggambaran Hasil Perhitungan.....	86
3.20	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	86
3.21	Penyusunan Laporan	86
3.22	Bagan Alir	87
BAB IV	PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN	89
4.1	Alternatif Trase	89
4.1.1	Analisis Pemilihan Trase	90
4.1.2	Analisis Kondisi Setiap Alternatif Trase.....	92
4.1.3	Penentuan Skala Numerik.....	93
4.1.4	Penilaian Kriteria.....	94
4.1.5	Pembobotan	95
4.1.6	Penilaian Batasan Masing-masing Kriteria	96
4.1.7	Penilaian Masing-masing Alternatif	98
4.2	Dasar Perancangan Geometrik Jalan	100
4.3	Perancangan Alinyemen Horisontal	101
4.3.1	Kemiringan Medan	101
4.3.2	Perancangan Sudut Azimuth.....	102
4.3.3	Jari-jari Tikungan	106
4.3.4	Perhitungan Superelevasi (e)	106
4.3.5	Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)	110
4.3.6	Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S .	114
4.3.7	Stasioning Titik Parameter Lengkung Horizontal S-C-S	118
4.3.8	Jarak Kebebasan Sampung	119
4.3.9	Pelebaran Pada Tikungan	122
4.3.10	Perencanaan Alinyemen Vertikal	123
BAB V	PERANCANGAN PERKERASAN	129
5.1	Dasar Perancangan Perkerasan	129
5.2	Pengolahan Data CBR.....	129
5.3	Pengolahan Data PDRB	129
5.3.1	Data Perencanaan	130

5.3.2 Pengolahan Data Pertumbuhan Kendaraan	132
5.4 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata	138
5.4.1 Data Perencanaan	138
5.5 Analisis Kondisi Lalu Lintas <i>Without Project</i>	140
5.5.1 Perhitungan Lalu Lintas Jam Puncak.....	140
5.5.2 Ekuivalensi Kendaraan Ringan.....	142
5.5.3 Kapasitas Jalan	148
5.5.4 Derajat Kejenuhan <i>Without Project</i>	149
5.5.5 Analisis Kecepatan Arus Bebas	150
5.5.6 Analisis Waktu Tempuh	154
5.6 <i>Trip Assignment</i>	155
5.6.1 Metode <i>Smock</i>	155
5.6.2 Analisis Derajat Kejenuhan Jalan Rencana	159
5.7 Desain Perkerasan Lentur.....	165
5.7.1 Penentuan Umur Rencana	165
5.7.2 Perhitungan LHR Jalan Rencana di Buka Tahun 2020	165
5.7.3 Faktor Pertumbuhan (i).....	166
5.7.4 Faktor Pengali (R)	167
5.7.5 Faktor Distribusi Lajur (DL)	167
5.7.6 Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage</i> <i>Factor</i>)	167
5.7.7 Perhitungan Beban Sumbu Standart Kumulatif	168
5.7.8 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	169
BAB VI PERANCANGAN DRAINASE	171
6.1 Perancangan Drainase	171
6.2 Data Curah Hujan.....	171
6.3 Pengolahan Data Curah Hujan	172
6.4 Analisis Hidrologi	174
6.5 Analisis Hidrolika	195
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA	201
7.1 Umum	201
7.2 Perhitungan Volume Pekerjaan	202
7.2.1 Pekerjaan Pendahuluan	202

7.2.2 Pekerjaan Tanah	203
7.2.3 Pekerjaan Drainase	209
7.2.4 Pekerjaan Perkerasan Jalan	212
7.3 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan	216
7.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	226
BAB VIII KESIMPULAN	231
DAFTAR PUSTAKA	235

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi	4
Gambar 1.2 Peta Lokasi	5
Gambar 3.1 Bagian-bagian Jalan.....	22
Gambar 3.2 Penampang Melintang Jalan Tipikal	23
Gambar 3.3 Penampang Melintang Jalan Tipikal Dilengkapi Trotoar	23
Gambar 3.4 Median Drendahkan dan Ditinggikan	25
Gambar 3.5 Kemiringan Melintang Jalan Normal.....	26
Gambar 3.6 Bahu Jalan	27
Gambar 3.7 Dimensi Kendaraan (a) Kecil (b) Sedang (c) Besar.....	29
Gambar 3.8 Jari-jari Manuver Kendaraan (a) Kecil (b) Sedang (c) Besar.....	29
Gambar 3.9 Kecepatan Sebagai Fungsi dari Derajat Kejenuhan Pada Jalan 2/2 TT	41
Gambar 3.10 Kecepatan Sebagai Fungsi Dari Derajat Kejenuhan Pada Jalan Empat Lajur	41
Gambar 3.11 Korelasi Nilai f_m Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)	44
Gambar 3.12 Jarak Pandangan Mendahului	46
Gambar 3.13 Korelasi Nilai t_1 dan t_2 Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)	48
Gambar 3.14 Korelasi Nilai a Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)	49
Gambar 3.15 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S < L_t$	50
Gambar 3.16 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S > L_t$	51
Gambar 3.17 Koefisien Gesekan Melintang Maksimum Desain.....	53
Gambar 3.18 Ilustrasi Lengkung peralihan Pada Tikunga....	56
Gambar 3.19 Bentuk lengkung <i>full circle</i>	57
Gambar 3.20 Diagram superelevasi lengkung <i>full circle</i>	58
Gambar 3.21 Bentuk lengkung <i>spiral – circle – spiral</i>	59
Gambar 3.22 Diagram superelevasi lengkung <i>spiral – circle – spiral</i>	60

Gambar 3.23 Bentuk lengkung <i>spiral – spiral</i>	61
Gambar 3.24 Diagram Superelevasi Lengkung <i>Spiral – Spiral</i>	62
Gambar 3.25 Pelebaran Pada Tikungan.....	65
Gambar 3.26 (a) Tikungan Gabungan Searah (b) Tikungan Gabungan Searah dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 m	66
Gambar 3.27 (a) Tikungan Gabungan Balik (b) Tikungan Gabungan Balik dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 m	67
Gambar 3.28 Lengkung Vertikal Parabola	69
Gambar 3.29 Lengkung Vertikal Cembung.....	70
Gambar 3.30 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S < L$..	71
Gambar 3.31 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S > L$..	72
Gambar 3.32 Lengkung Vertikal Cekung.....	74
Gambar 3.33 Lengkung Vertikal Cekung Kondisi $S < L$	74
Gambar 3.34 Lengkung Vertikal Cekung Kondisi $S > L$	75
Gambar 3.35 Koordinasi Ideal Antara Alinyemen Horizontal dan Vertikal yang Berimpit.....	76
Gambar 3.36 Koordinasi yang Dihindari, Dimana Alinyemen Vertikal Menghalangi Pandangan Pengemudi pada saat Memasuki Tikungan Pertama.....	76
Gambar 3.37 Lapisan Perkerasan Lentur.....	82
Gambar 4.1 Alternatif Trase Jalan.....	89
Gambar 4.2 Dasar Perhitungan Sudut Tikungan	102
Gambar 5.1 Susunan Lapis Perkerasan.....	170
Gambar 8.1 Susunan Lapisan Perkerasan.....	231

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu.....	8
Tabel 2.2 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahul (Lanjutan)	9
Tabel 2.3 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu.....	11
Tabel 2.4 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu (Lanjutan).....	12
Tabel 2.5 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu.....	13
Tabel 2.6 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu (Lanjutan).....	14
Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan.....	20
Tabel 3.2 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan	24
Tabel 3.3 Lebar Minimum Median.....	24
Tabel 3.4 Lebar Lajur Jalan Ideal.....	26
Tabel 3.5 Dimensi Kendaraan Rencana.....	28
Tabel 3.6 Ekvivalen Mobil Penumpang (emp)	30
Tabel 3.7 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata.....	30
Tabel 3.8 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (Lanjutan).....	31
Tabel 3.9 Kecepatan Rencana (V_R) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan	31
Tabel 3.10 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}).....	32
Tabel 3.11 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas.....	33
Tabel 3.12 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping.....	34
Tabel 3.13 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan	34
Tabel 3.14 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan (Lanjutan).....	35

Tabel 3.15 Kapasitas Dasar Jalan 4/2 D	36
Tabel 3.16 Kapasitas Dasar Jalan 2/2 UD	37
Tabel 3.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas	37
Tabel 3.18 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (Lanjutan)	38
Tabel 3.19 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah.....	38
Tabel 3.20 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping	39
Tabel 3.21 Jarak Pandang Henti Minimum	45
Tabel 3.22 Jarak Pandang Henti Minimum	45
Tabel 3.23 Jarak Pandang Mendahului.....	47
Tabel 3.24 Jarak Pandang Mendahului.....	47
Tabel 3.25 Jarak Pandang Mendahului (Lanjutan)	48
Tabel 3.26 Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan).....	52
Tabel 3.27 Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	
Tabel 3.28 Kelandaian Relatif Maksimum	53
Tabel 3.29 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.50 m, 2 arah atau 1 arah.....	55
Tabel 3.30 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.3,00 m, 2 arah atau 1 arah.....	63
Tabel 3.31 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.3,00 m, 2 arah atau 1 arah (Lanjutan)	63
Tabel 3.32 Kelandaian Jalan.....	68
Tabel 3.33 Panjang Kritis.....	68
Tabel 3.34 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga'90 Berdasarkan JPM dan JPH kondisi $S < L$	71
Tabel 3.35 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga'90 Berdasarkan JPM dan JPH kondisi $S > L$	73
Tabel 3.36 Umur Perkerasan Jalan Baru (UR)	77
Tabel 3.37 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum (%).....	78

Tabel 3.38 Faktor Distribusi Lajur (D_L)	78
Tabel 3.39 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga	79
Tabel 3.40 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga	80
Tabel 3.41 Bagan Desain 3B : Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir.....	81
Tabel 4.1 Kriteria dan Sub-Kriteria Penilaian Pemilihan Trase.....	90
Tabel 4.2 Data Alternatif Trase 1	92
Tabel 4.3 Data Alternatif Trase 2	93
Tabel 4.4 Skala Penilaian Antar Kriteria	93
Tabel 4.5 Skala Penilaian Antar Kriteria (Lanjutan)	94
Tabel 4.6 Matriks <i>Pairwise Comparison</i>	95
Tabel 4.7 <i>Eigenvector</i> dan Bobot Kriteria	96
Tabel 4.8 Batasan Penilaian untuk Bobot Relatif	97
Tabel 4.9 Nilai Multi Kriteria Analisis.....	98
Tabel 4.10 Bobot Kriteria untuk Penilaian Analisis Multi Kriteria	98
Tabel 4.11 Bobot Kriteria untuk Penilaian Analisis Multi Kriteria (Lanjutan).....	99
Tabel 4.12 Hasil Multi Kriteria Analisis Alternatif Trase 1.....	99
Tabel 4.13 Hasil Multi Kriteria Analisis Alternatif Trase 2.....	100
Tabel 4.14 Kemiringan Medan.....	101
Tabel 4.15 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan	104
Tabel 4.16 Perhitungan Superelevasi (e)	108
Tabel 4.17 Panjang Lengkung Peralihan (L_s)	112
Tabel 4.18 Parameter Tikungan S-C-S.....	116
Tabel 4.19 Stasioning Alinyemen Horizontal.....	118
Tabel 4.20 Perhitungan Jarak Kebebasan Samping	120
Tabel 4.21 Perhitungan Pelebaran Tikungan	122
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal	126

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan).....	128
Tabel 5.1 Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan.....	130
Tabel 5.2 Data PDRB Perkapita Atas Dasar Harga Konstan	131
Tabel 5.3 Pertumbuhan Penduduk.....	131
Tabel 5.4 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi	132
Tabel 5.5 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi (Lanjutan).....	133
Tabel 5.6 Prosentase Pertumbuhan Truk	134
Tabel 5.7 Prosentase Pertumbuhan Truk (Lanjutan).....	135
Tabel 5.8 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum	136
Tabel 5.9 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum (Lanjutan).....	137
Tabel 5.10 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Ponorogo - Madiun	139
Tabel 5.11 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Madiun - Ponorogo	139
Tabel 5.12 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Madiun - Ponorogo (Lanjutan).....	140
Tabel 5.13 Arus Lalu Lintas Jam Puncak (Qjp) Arah Ponorogo - Madiun.....	141
Tabel 5.14 Arus Lalu Lintas Jam Puncak (Qjp) Arah Madiun - Ponorogo.....	142
Tabel 5.15 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo - Madiun Tahun 2015	143
Tabel 5.16 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun- Ponorogo Tahun 2015	144
Tabel 5.17 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo - Madiun Tahun 2020	145
Tabel 5.18 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun- Ponorogo Tahun 2020	146
Tabel 5.19 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo - Madiun Tahun 2040.....	147

Tabel 5.20 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2040	147
Tabel 5.21 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2040 (Lanjutan).....	148
Tabel 5.22 Rekapitulasi Kecepatan Arus Bebas Kendaraan.....	154
Tabel 5.23 <i>Trip Assignment</i> Metode <i>Smock</i>	157
Tabel 5.24 <i>Trip Assignment</i> Metode <i>Smock</i> (Lanjutan).....	158
Tabel 5.25 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2020.....	159
Tabel 5.26 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2020 (Lanjutan)	160
Tabel 5.27 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2040.....	160
Tabel 5.28 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2040 (Lanjutan).....	161
Tabel 5.29 Derajat Kejenuhan	163
Tabel 5.30 LHR Jalan Rencana Tahun 2020	166
Tabel 5.31 Faktor Ekuivalen Beban	167
Tabel 5.32 Faktor Ekuivalen Beban (Lanjutan).....	168
Tabel 5.33 Perhitungan CESA	169
Tabel 6.1 Curah Hujan Kota Madiun	171
Tabel 6.2 Perhitungan Curah Hujan	172
Tabel 6.3 Metode <i>Gumbell</i> Nilai Y_N	173
Tabel 6.4 Metode <i>Gumbell</i> Nilai S_N	174
Tabel 6.5 Perhitungan T_0 Jalan.....	177
Tabel 6.6 Perhitungan T_0 Bahu Dalam	181
Tabel 6.7 Perhitungan T_0 Bahu Luar	185
Tabel 6.8 Perhitungan T_0 Lereng.....	189
Tabel 6.9 Debit Hidrologi	193
Tabel 6.10 Debit Hidrolika.....	197
Tabel 6.11 Keperluan Bangunan Terjun.....	199
Tabel 6.12 Keperluan Bangunan Terjun (Lanjutan)	200
Tabel 7.1 Volume Galian dan Timbunan	205
Tabel 7.2 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan).....	207

Tabel 7.3 Rekapitulasi Volume Pekerjaan.....	216
Tabel 7.4 HSPK <i>Uitzet</i>	217
Tabel 7.5 HSPK Pembersihan Lahan	218
Tabel 7.6 HSPK <i>Bouwplank</i>	218
Tabel 7.7 HSPK Galian Tanah	219
Tabel 7.8 HSPK Pengurugan Tanah.....	219
Tabel 7.9 HSPK Pengurugan Tanah (Lanjutan)	220
Tabel 7.10 HSPK Pengangkutan Tanah	220
Tabel 7.11 HSPK Galian Drainase	221
Tabel 7.12 HSPK Beton Drainase	221
Tabel 7.13 HSPK Beton Drainase (Lanjutan).....	222
Tabel 7.14 HSPK Lapis Perekat/Tack Coat.....	222
Tabel 7.15 HSPK Lapis Resap/Prime Coat	223
Tabel 7.16 HSPK Laston AC-WC.....	224
Tabel 7.17 HSPK Laston AC-BC.....	225
Tabel 7.18 HSPK LPA	226
Tabel 7.19 Rencana Anggaran Biaya	229

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan ekonomi di Kota Madiun meningkat menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Madiun. Peningkatan perekonomian ini dikarenakan oleh tumbuhnya industri dan perdagangan di daerah tersebut. Banyak bermunculan industri-industri baru dan arus perdagangan yang tinggi. Hal ini diiringi dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor di wilayah tersebut.

Dengan adanya hal seperti diatas maka arus lalu lintas di pusat kota madiun khususnya yang menuju ke arah Kabupaten Ponorogo terjadi kepadatan. Mobilitas baik manusia maupun barang dan jasa sangat tinggi. Banyak kendaraan-kendaraan berat seperti bus dan truk yang melintasi Kota Madiun untuk menuju ke Kabupaten Ponorogo. Kendaraan-kendaraan tersebut menimbulkan kepadatan lalu lintas di pusat Kota Madiun. Hal itu dikarenakan tidak adanya akses jalan lain yang memadai selain jalanan di pusat kota.

Selama ini, kondisi lalu lintas di Kota Madiun rawan terjadi kemacetan. Seperti di pintu perlintasan kereta api Sukosari. Setiap hari, terutama saat pagi dan sore, kemacetan bahkan bisa parah. Banyak truk bermuatan besar yang melalui jalur utama penghubung antara Jalan Basuki Rahmat dengan Jalan S. Parman tersebut. Selain itu, jika jalur ganda kereta api mulai diberlakukan maka akan membuat volume kendaraan di titik tersebut dan pintu perlintasan kereta api Jalan Pahlawan semakin bertambah. Kemacetan juga terjadi di simpang lima Jalan S. Parman dan juga di simpang empat jalan Thamrin dimana panjang antrian kendaraanya bisa mencapai lebih dari lima ratus meter pada saat pagi dan sore hari.

Ditinjau dari berbagai aspek, kepadatan lalu lintas menimbulkan banyak kerugian baik dari segi materi, waktu dan

tenaga. Seperti dari aspek ekonomi kepadatan lalu lintas menghambat proses produksi dan distribusi sehingga laju perekonomian menjadi terganggu.

Pembangunan ringroad merupakan solusi pemecah kepadatan lalu lintas di kota Madiun. Ringroad merupakan jalan umum yang merupakan jalan yang melingkari pusat kota. Fungsinya adalah sebagai jalan untuk mengalihkan kepadatan lalu lintas dari pusat kota. Selain itu, konsep pembangunan JRRT akan menguatkan jalan ring road barat (JRRB). Pembangunan ringroad akan berpengaruh pada perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi di daerah tersebut. Dengan adanya ringroad tersebut maka kelancaran lalu lintas dan efisiensi menjadi meningkat.

Mengingat pentingnya ringroad tersebut sebagai sarana transportasi yang mendukung peningkatan perekonomian maka pemerintah kota Madiun memasukannya dalam program prioritas kecamatan Kartoharjo. Menurut Radar Madiun JRRT ini Dimulai dari Kelurahan Tawangrejo, Kelun, Pilangbango, dan Kanigoro. Pembangunannya juga akan melewati sebagian wilayah di Kecamatan Taman hingga tembus ke Jalan Raya Madiun-Ponorogo. Pembangunan jalan ini diharapkan dapat memperlancar arus lalu lintas atau mobilisasi baik manusia, barang dan jasa yang bertujuan untuk menunjang perkembangan ekonomi di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Uraian ringkasan permasalahan dalam perancangan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun dapat dirinci menjadi berikut ini.

1. Bagaimana rencana geometrik jalan agar memperoleh jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalan?
2. Berapa tebal perkerasan lentur yang sesuai dengan beban lalu lintas dan umur rencana 20 tahun?
3. Berapa dimensi saluran tepi yang dibutuhkan untuk menampung air hujan pada jalan ?

4. Berapa jumlah anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun jalan ?
5. Bagaimana gambar teknis desain jalan ?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan secara umum dalam penulisan tugas akhir dalam perancangan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun ini adalah sebagai berikut.

1. Merencanakan geometrik jalan yang sesuai dengan fungsi dan kelas jalan.
2. Mendapatkan tebal perkerasan lentur yang dapat menerima beban lalu lintas dan mampu bertahan 20 tahun.
3. Mendapatkan desain dimensi saluran drainase tepi jalan.
4. Menganalisis anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan jalan.
5. Mendapatkan gambar teknis desain jalan.

1.4 Batasan Masalah

Keterbatasan akses data, waktu, dan supaya lebih fokus terhadap permasalahan, maka diuraikan batasan masalah seperti berikut ini.

1. Tidak menghitung stabilitas tanah.
2. Tidak merencanakan bangunan perlintasan.
3. Tidak meninjau metode atau tahap pelaksanaan di lapangan dan lama waktu pembangunan.
4. Perancangan jalan digunakan untuk 20 tahun ke depan.
5. Gambar teknis desain jalan menggunakan program bantu AutoCad Civil 3D.
6. Perancangan geometrik jalan berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997”
7. Perancangan perkerasan jalan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017

8. Perancangan drainase jalan menggunakan Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd. T-02-2006-B
9. Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK Kota Surabaya Tahun Anggaran 2019 yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah.

1.5 Manfaat

Dengan adanya perancangan geometrik dan perkerasan Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun ini diharapkan tugas akhir ini akan menjadi tambahan referensi dalam perancangan geometrik dan perkerasan jalan ringroad. Adanya perlintasan jalan rel dan kemacetan yang panjang akibat variasi tipe kendaraan yang melalui lokasi studi akan memberikan permasalahan tersendiri dalam proses perancangan geometrik dan perkerasan jalan lingkaran.

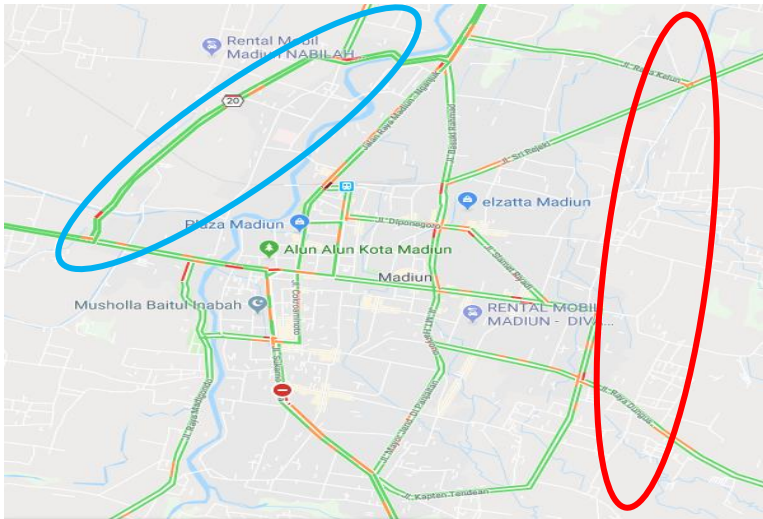
1.6 Peta Lokasi

Peta lokasi rencana Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun dapat dilihat pada gambar 1.1 dan gambar 1.2 berikut ini.



Gambar 1.1 Peta Lokasi

Sumber : <https://earth.google.com/web/>



Gambar 1.2 Peta Lokasi

Sumber : <https://www.google.com/maps/>

Keterangan :

- Jalan Ring Road Barat (JRRB)
- Rencana Trase Jalan Ring Road Timur (JRRT)

Gambar 1.1 adalah peta jalan yang diperoleh dari *Google Earth*, tampak dalam gambar lingkaran biru yang menunjukkan Jalan Ring Road Barat dan lingkaran merah yang merupakan letak rencana trase Jalan Ring Road Timur. Gambar 1.2 merupakan versi peta jaringan jalan yang diperoleh dari Google maps. Kedua peta ini menunjukkan lokasi studi.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Studi terdahulu ini menjadi salah satu acuan untuk memperkaya teori dan juga referensi penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. Studi terdahulu yang menjadi acuan penulis yaitu sebagai berikut.

2.2.1 Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya Jawa Timur Oleh Septyanto, Ferdiansyah 2016

Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini merupakan salah satu upaya untuk mempercepat kemajuan kawasan barat Surabaya. Pada Tugas akhir ini bertujuan untuk mencari tebal perkerasan konstruksi jalan, dimensi saluran drainase, mengontrol geometrik jalan serta menghitung rencana anggaran biaya yang diperlukan. Metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi perhitungan tebal perkerasan jalan pada ruas jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen 1987. Analisa kapasitas jalan dengan menggunakan program excel. Perencanaan drainase dengan menggunakan metode SNI-03-342-1994. Perencanaan geometrik jalan dengan menggunakan Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Rencana anggaran biaya menggunakan HSPK Kelompok IV Surabaya Gresik Sidoarjo Mojokerto dan Jombang. Dari hasil perhitungan perencanaan pada Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya diperoleh lebar perkerasan total 14 m median 1 m bahu jalan 4 m dan saluran tepi 2 m dengan tipe jalan 4/2 D. Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan dengan umur rencana 10 tahun diperoleh tebal total 45 cm dengan perincian lapisan pondasi bawah menggunakan Batu Pecah Kelas C CBR 50 setebal 20 cm lapisan pondasi atas menggunakan Agregat Kelas A CBR 80 setebal 15 cm dan lapis permukaan

menggunakan Laston MS 744 dengan tebal 10 cm. Perencanaan dimensi saluran tepi drainase berbentuk persegi empat dengan bahan terbuat dari batu kali dengan penyelesaiannya. RAB yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan ini sebesar Rp 602.532.557.676- Terbilang Enam Ratus Dua Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Dua Juta Lima Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Tujuh Puluh Enam Rupiah.

Perbedaan antara tugas akhir ini dengan studi terdahulu dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu

No	Kategori	Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
1	Tujuan Perencanaan	Mempercepat kemajuan kawasan barat Surabaya	Memperlancar arus lalu lintas di dalam Kota Madiun
2	Metode Perencanaan Geometrik Jalan	Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota	Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 & Silvia Sukirman 1999
3	Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan	Metode Analisa Komponen 1987	Metode Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017

Tabel 2.2 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu
(Lanjutan)

No	Kategori	Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
4	Metode Analisa Kapasitas Jalan	Menggunakan program excel	Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
5	Metode Perencanaan Saluran Drainase	Metode SNI-03-342-1994	Perencanaan Sistem Drainase jalan Pd.T-02-2006-B
6	Rencana Anggaran Biaya	Menggunakan HSPK Kelompok IV Surabaya Gresik Sidoarjo Mojokerto dan Jombang.	Menggunakan HSPK Kota Surabaya yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah

2.2.2 Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo STA 11125 SD 16125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur Oleh Lubis, Reysha Rizki Amanda 2016

Pembangunan jalan jalur lintas selatan Pulau Jawa ini bertujuan untuk menghubungkan Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Jawa Timur. Pada tugas akhir ini khususnya perencananan

geometrik jalan dengan digunakan literatur tata cara perencanaan jalan antar kota tahun 1997, perhitungan analisis kapasitas jalan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia MKJI 1997 jalan perkotaan, perencanaan tebal perkerasan struktur perkerasan lentur dengan menggunakan metode SNI 1723-1989-F sesuai petunjuk DPU Bina Marga dalam buku Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur oleh Silvia Sukirman, perencanaan saluran tepi jalan drainase berdasarkan SNI 03-3424-1994 perhitungan dimensi dinding penahan menggunakan literatur Braja M Das Mekanika Tanah 1994, perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Standard Satuan Harga Dasar Konstruksi dan Analisis Harga Satuan pekerjaan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur Tahun 2013. Hasil perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo Desa Sindurejo STA 11125 sd 16125 didapat alinyemen geometrik pegunungan dengan lebar jalan 7 meter dan bahu jalan 2 meter. Ruas jalan ini membutuhkan lapis perkerasan AC-WC sebesar 5 cm dan lapis perkerasan AC-BC sebesar 8 cm. Perencanaan saluran tepi drainase berbentuk trapesium menggunakan bahan dari pasangan batu kali. Saluran tepi drainase menggunakan lebar dasar saluran sebesar 04 11 meter dan tinggi saluran 115 275 meter. Total estimasi biaya Rp 141.921.461.000 Terbilang seratus empat puluh satu milyar sembilan ratus dua puluh satu juta empat ratus enam puluh satu ribu rupiah.

Perbedaan antara tugas akhir ini dengan studi terdahulu dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.2 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu

No	Kategori	Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo STA 11125 SD 16125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
1	Tujuan Perencanaan	Menghubungkan Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Jawa Timur	Memperlancar arus lalu lintas di dalam Kota Madiun
2	Metode Perencanaan Geometrik Jalan	Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997	Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 & Silvia Sukirman 1999
3	Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan	Metode SNI 1723-1989-F	Metode Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017
4	Metode Analisa Kapasitas Jalan	Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997	Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
5	Metode Perencanaan Saluran Drainase	Menggunakan SNI 03-3424-1994	Perencanaan Sistem Drainase jalan Pd.T-02-2006-B

Tabel 2.3 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu
(Lanjutan)

No	Kategori	Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo STA 11125 SD 16125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
6	Rencana Anggaran Biaya	Standard Satuan Harga Dasar Konstruksi dan Analisis Harga Satuan pekerjaan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur Tahun 2013.	Menggunakan HSPK Kota Surabaya yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah.

2.1.3 Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Lentur Jalan Jalur Lintas Selatan Pada Ruas Jalan Popoh Ngrejo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur Oleh Shinduwari, Ike 2016

Pembangunan jalan jalur lintas selatan Pulau Jawa ini bertujuan untuk memaksimalkan potensi ekonomi terutama sektor wisata di kawasan selatan Jawa Timur. Pada tugas akhir ini dalam perencanan geometrik jalan digunakan literatur Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997, perhitungan analisis kapasitas jalan dengan metode Manual Kapasitas Jalan

Indonesia MKJI 1997 untuk jalan perkotaan, perencanaan tebal perkerasan struktur perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2013, perencanaan saluran tepi jalan drainase berdasarkan Perencanaan Sistem Drainase jalan Pd.T-02-2006-B, serta perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan Harga Satuan Dasar Kabupaten Tulungagung.

Perbedaan antara tugas akhir ini dengan studi terdahulu dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 2.4 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu

No	Kategori	Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Lentur Jalan Jalur Lintas Selatan Pada Ruas Jalan Popoh Ngrejo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
1	Tujuan Perencanaan	Memaksimalkan potensi ekonomi terutama sektor wisata di kawasan selatan Jawa Timur	Memperlancar arus lalu lintas di dalam Kota Madiun
2	Metode Perencanaan Geometrik Jalan	Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997	Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997 & Silvia Sukirman 1999

Tabel 2.5 Perbedaan Tugas Akhir Dengan Studi Terdahulu
(Lanjutan)

No	Kategori	Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Lentur Jalan Jalur Lintas Selatan Pada Ruas Jalan Popoh Ngrejo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur	Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
3	Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan	Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2013	Metode Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017
4	Metode Analisa Kapasitas Jalan	Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997	Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
5	Metode Perencanaan Saluran Drainase	Perencanaan Sistem Drainase jalan Pd.T-02-2006-B	Perencanaan Sistem Drainase jalan Pd.T-02-2006-B
6	Rencana Anggaran Biaya	Menggunakan Harga Satuan Dasar Kabupaten Tulungagung.	Menggunakan HSPK Kota Surabaya yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah

BAB III

METODOLOGI

3.1 Persiapan

Mengidentifikasi masalah merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum merencanakan jalan ring road timur kota madiun. Identifikasi dilakukan berdasarkan latar belakang permasalahan yang sudah dibuat sebelumnya. Pada kondisi di lapangan arus lalu lintas dari arah Madiun menuju Ponorogo melintasi wilayah kota Madiun sehingga menyebabkan kepadatan lalu lintas di dalam kota Madiun. Oleh karena itu, untuk memecah kepadatan lalu lintas di dalam kota Madiun demi menunjang mobilitas dan peningkatan perekonomian di wilayah tersebut pemerintah kota Madiun merencanakan jalan baru yaitu Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun sebagai jalan antar kota dengan fungsi jalan arteri primer.

3.2 Studi Literatur

Berikut ini merupakan beberapa literatur yang relevan untuk perencanaan geometrik dan perkerasan jalan ringroad timur Kota Madiun :

1. Analisa lalu lintas dengan metode *Trip Assignment* digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang akan menggunakan jalan baru dan yang tetap menggunakan jalan lama.
2. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 yang digunakan untuk menghitung parameter-parameter dalam perencanaan geometrik Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun seperti kendaraan rencana, jarak pandang, volume lalu lintas, alinyemen vertikal, alinyemen horisontal, dan lainnya.
3. Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd.T-02-2006-B yang menjadi acuan untuk merencanakan drainase jalan dalam tugas akhir ini.

4. Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Peta Topografi
Digunakan untuk mengetahui tata guna lahan dan kontur pada wilayah jalan yang direncanakan. Peta topografi ini diperoleh dari Google Earth dengan Aplikasi Global Mapper.
2. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata
Data LHR digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan lentur dan jumlah lajur yang dibutuhkan pada ruas jalan yang direncanakan. Data LHR ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur.
3. Data CBR tanah dasar
Data CBR digunakan untuk merencanakan tebal pondasi pada perkerasan lentur. Data CBR menggunakan asumsi CBR tanah efektif 6%.
4. Data Curah Hujan
Data curah hujan digunakan untuk merencanakan saluran drainase pada samping jalan. Data curah hujan ini diperoleh dari Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai (PSAWS) Kota Madiun.
5. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK).
Data HSPK diperlukan untuk membuat Rencana Anggaran Biaya. Data yang digunakan yaitu menggunakan HSPK Kota Surabaya yang dikonversi menggunakan indeks kemahalan konstruksi daerah.
6. Data PDRB per-kapita
Data PDRB per-kapita digunakan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Data ini

didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur.

3.4 Pengelompokan Jalan

Pengelompokan jalan diperlukan sebelum merencanakan geometrik dan perkerasan lentur jalan, hal ini untuk mempermudah dalam perencanaan nantinya. Pengelompokan jalan mengacu pada peraturan UU No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan dan Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Pengelompokan jalan antara lain :

3.4.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

a. **Sistem Jaringan Jalan Primer**

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

b. **Sistem Jaringan Jalan Sekunder**

Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

3.4.2 Fungsi Jalan

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan menjadi berikut ini.

a. **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 (akses) dibatasi secara berdaya guna.

b. 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.

c. 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.

d. Jalan Lingkungan

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

3.4.3 Status Jalan

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi :

a. 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.

b. Jalan Provinsi

Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer 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.

d. Jalan Kota

Jalan kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan Desa

Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

3.4.4 Kelas Jalan

Untuk pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas, jalan dibagi dalam beberapa kelas jalan. Ketentuannya diatur dalam Peraturan Pemerintah. Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan menjadi :

a. Jalan Bebas Hambatan

Meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, terdapat pagar ruang milik jalan, dan dilengkapi dengan median, yang paling sedikit memiliki 2 (dua) lajur setiap arah, serta lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.

b. Spesifikasi Jalan Raya

Merupakan jalan umum untuk lalu lintas dengan akses jalan masuk yang dibatasi serta dilengkapi dengan median, yang paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.

c. Spesifikasi Jalan Sedang

Merupakan jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan akses jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.

d. Spesifikasi Jalan Kecil

Merupakan jalan umum yang dibuat untuk lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 (lima koma lima) meter.

3.4.5 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar medan yang diukur tegak lurus dengan garis konturnya. Klasifikasi medan jalan ini terdapat pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	> 25

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.5 Bagian-Bagian Jalan

Bagian-bagian jalan mengacu pada Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Bagian-bagian jalan antara lain:

3.5.1 Ruang Manfaat Jalan

Ruang manfaat jalan disingkat (rumaja) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang batas tertentu. Ruang tersebut diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap lainnya. Lebar Rumaja ditetapkan oleh Pembina Jalan sesuai dengan keperluannya. Tinggi minimum 5.0 meter dan kedalaman minimum 1,5 meter diukur dari permukaan perkerasan.

3.5.2 Ruang Milik Jalan

Ruang milik jalan disingkat (rumija) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu. Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar :

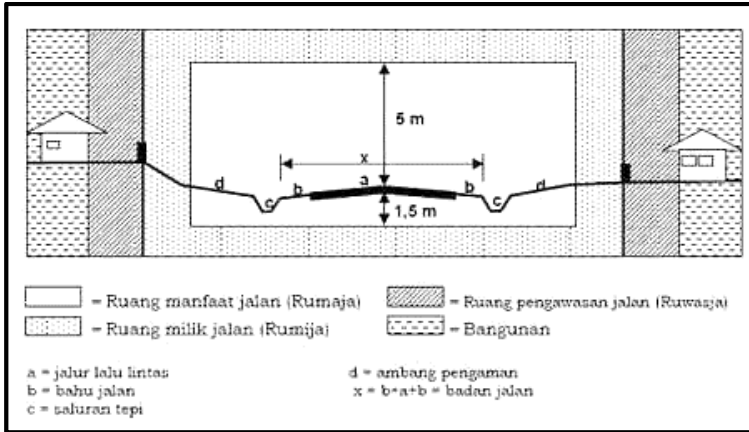
- a. Jalan bebas hambatan 30 (tiga puluh) meter;
- b. Jalan raya 25 (dua puluh lima) meter;
- c. Jalan sedang 15 (lima belas) meter; dan
- d. Jalan kecil 11 (sebelas) meter.

3.5.3 Ruang Pengawasan Jalan

Ruang pengawasan jalan disingkat (ruwasja) merupakan ruang sepanjang jalan diluar ruang milik jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu. Lebar ruang pengawasan jalan ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit :

- a. Jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
- b. Jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
- c. Jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
- d. Jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;
- e. Jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
- f. Jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;
- g. Jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
- h. Jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter;
- i. Jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

Gambar bagian-bagian jalan dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Bagian-bagian Jalan

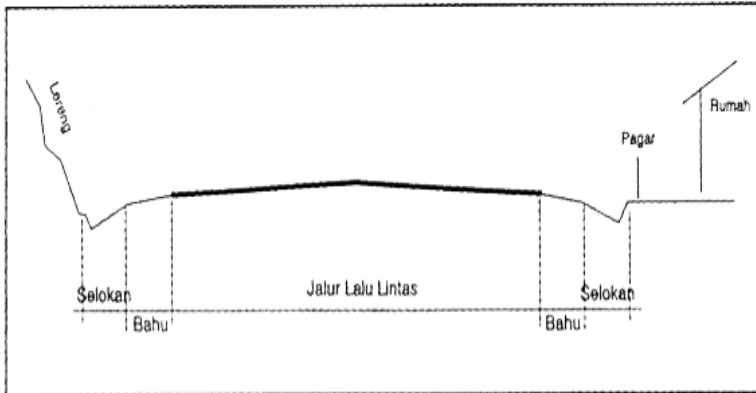
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.6 Komposisi Penampang Melintang Jalan

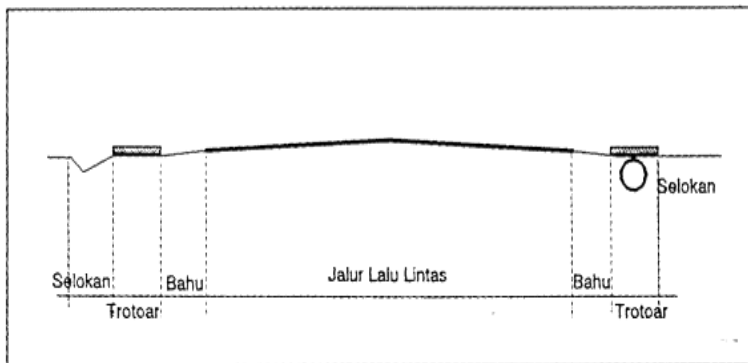
Komposisi penampang melintang jalan mengacu pada peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997. Penampang melintang jalan terdiri dari :

- a. Jalur Lalu Lintas
- b. Median
- c. Lajur
- d. Jalur Pejalan Kaki
- e. Bahu Jalan

Gambar penampang melintang jalan dapat dilihat pada gambar 3.2 untuk tanpa trotoar dan gambar 3.3 dengan trotoar berikut ini.



Gambar 3.2 Penampang Melintang Jalan Tipikal
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.3 Penampang Melintang Jalan Tipikal Dilengkapi
 Trottoar
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.6.1 Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Jalur lalu lintas terdiri atas beberapa tipe yaitu :

- a. 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 UD)

- b. 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 UD)
- c. 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 D)
- d. 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 D), dimana n = jumlah lajur

Penentuan lebar jalur dan bahu jalan dapat dilihat dalam tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/ hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3000-10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10001-25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25000	2n x 3,5*	2,5	2 x 7,0*	2,0	2n x 3,5*	2,0	**	**	-	-	-	-

Keterangan :
 ** = Mengacu pada persyaratan ideal
 * = 2 Jalur terbagi, masing-masing n x 3,5m, di mana n = Jumlah lajur per jalur
 - = Tidak ditentukan

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

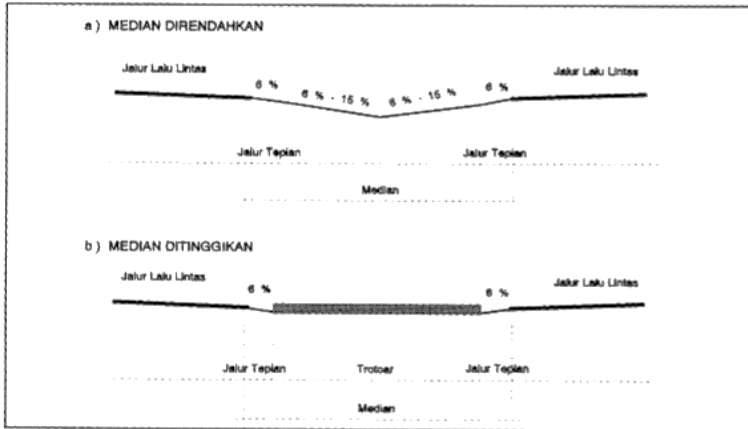
3.6.2 Median

Fungsi Median adalah memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah. Lebar minimum median diukur dari jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter. Lebar minimum median dapat dilihat pada tabel 3.3 dan gambar median 3.4 berikut ini.

Tabel 3.3 Lebar Minimum Median

Bentuk Median	Lebar Minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.4 Median Direndahkan dan Ditinggikan
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.6.3 Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur harus memenuhi kemiringan melintang normal sebagai berikut :

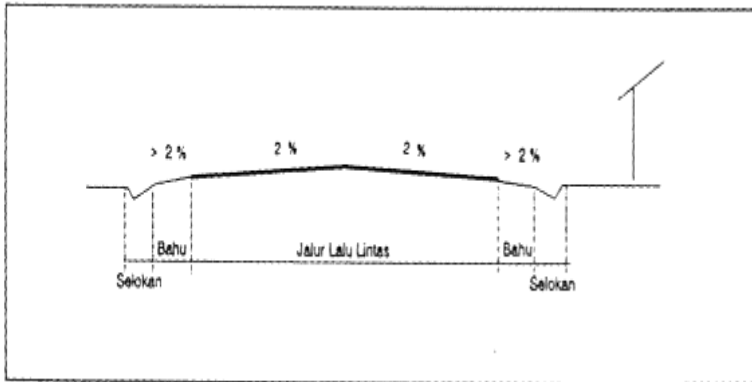
- a. 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
- b. 4-5% untuk perkerasan kerikil

Untuk penentuan lebar lajur ideal dapat dilihat dalam tabel 3.4 dan gambar kemiringan melintang jalan normal dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.

Tabel 3.4 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,5
Kolektor	III A, III B	3
Lokal	III C	3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.5 Kemiringan Melintang Jalan Normal

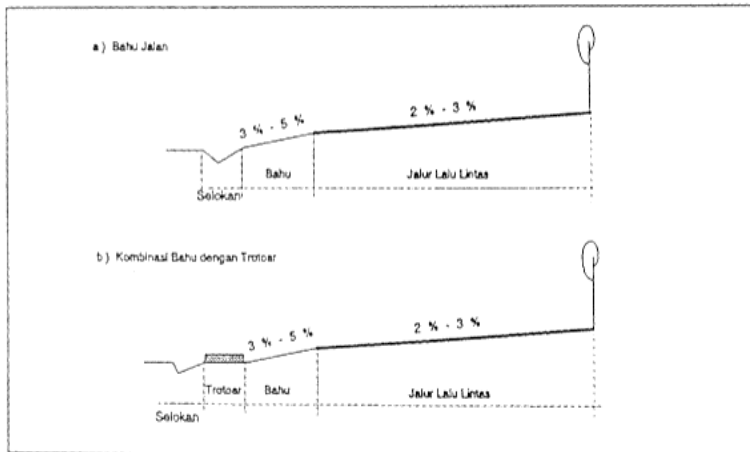
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.6.4 Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:

- (1) lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat;
- (2) ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
- (3) penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.

Kemiringan bahu jalan normal antara 3 - 5%. Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam Tabel 3.2 dan gambar bahu jalan dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Bahu Jalan

Sumber : *Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997*

3.7 Kriteria Perencanaan

Setelah melakukan klasifikasi atau pengelompokkan jalan untuk menentukan jalan seperti apa yang akan direncanakan, maka langkah selanjutnya adalah merencanakan geometrik jalan. Kriteria perencanaan mengacu pada peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997.

3.7.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Kendaraan Rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori:

- a. Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang;

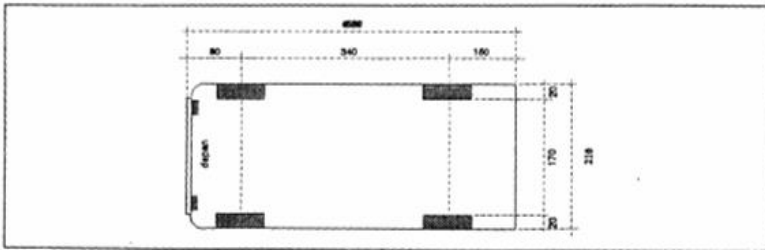
- b. Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as;
- c. Kendaraan Besar, diwakili oleh truk-semi-trailer.

Dimensi dasar untuk masing-masing kategori Kendaraan Rencana ditunjukkan dalam Tabel 3.5. Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 menampilkan sketsa dimensi kendaraan rencana tersebut.

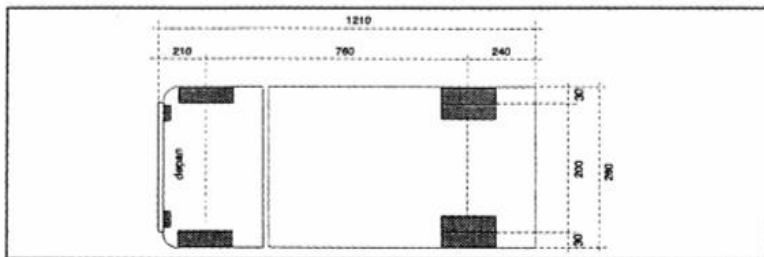
Tabel 3.5 Dimensi Kendaraan Rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (cm)			TONJOLAN (cm)		RADIUS PUTAR		RADIUS TONJOLAN (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

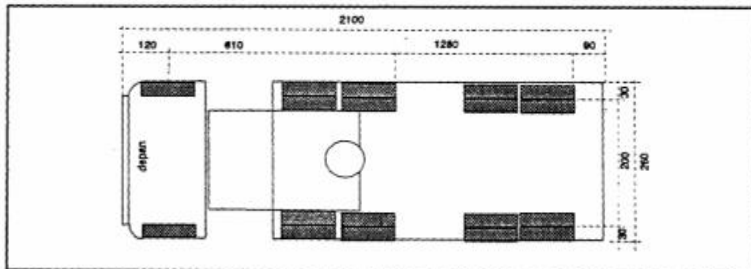
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



(a)

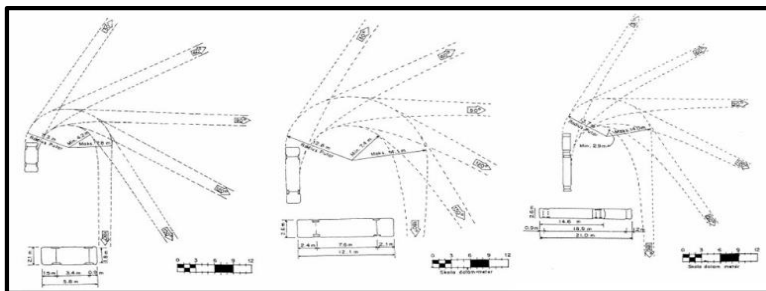


(b)



(c)

Gambar 3.7 Dimensi Kendaraan (a) Kecil (b) Sedang (c) Besar
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



(a)

(b)

(c)

Gambar 3.8 Jari-jari Manuver Kendaraan (a) Kecil (b) Sedang (c) Besar

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.7.2 Satuan Mobil Penumpang

SMP atau Satuan Mobil Penumpang adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, di mana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP. Besaran SMP dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut ini.

Tabel 3.6 Ekuivalen Mobil Penumpang (emp)

No.	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 - 2,4	1,9 - 3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2 - 5,0	2,2 – 6,0

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.7.3 Volume Lalu Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus 3.1 serta penentuan faktor k dan faktor f berdasarkan volume lalu lintas harian rata-rata dapat dilihat pada tabel 3.7 dan 3.8 berikut ini.

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \quad (3.1)$$

Dimana :

K : faktor volume lalu lintas jam sibuk

F : faktor variasi tingkat lalu lintas perseperempat jam dalam satu jam.

Tabel 3.7 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

VLHR	FAKTOR – K (%)	FAKTOR – F(%)
>50.000	4 – 6	0,9 – 1
30.000 – 50.000	6 – 8	0,8 – 1
10.000 – 30.000	6 – 8	0,8 – 1
5.000 – 10.000	8 – 10	0,6 – 0,8

Tabel 3.8 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (Lanjutan)

VLHR	FAKTOR – K (%)	FAKTOR – F(%)
1.000 – 5.000	10 – 12	0,6 – 0,8
<1.000	12 – 16	<0,6

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.7.4 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana, V_R , pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. Besarnya kecepatan rencana dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut ini.

Tabel 3.9 Kecepatan Rencana (V_R) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R (Km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.8 Analisis Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan suatu segmen jalan dengan kecepatan tingkat arus mendekati nol untuk suatu kondisi ideal sesuai kecepatan yang dipilih oleh pengemudi pada saat

mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan dari kendaraan bermotor lainnya.

3.8.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

Kecepatan arus bebas dasar adalah fungsi dari kelas jarak pandang. Jika kelas jarak pandang tidak tersedia, maka asumsi pada jalan tersebut termasuk dalam jenis kelas jarak pandang B. Kecepatan arus bebas dasar dapat dilihat pada tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 3.10 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

Tipe Jalan / Tipe Alinyemen / (Kelas Jarak Pandang)	Kecepatan Arus Bebas Dasar (km/jam)				
	Kendaraan Ringan LV	Kendaraan Berat Menengah MHV	Bus Besar LB	Truk Besar LT	Sepeda Motor MC
Enam-lajur terbagi	83	67	86	64	64
- Datar	71	56	68	52	58
- Bukit	62	45	55	40	55
- Gunung					
Empat-lajur terbagi					
- Datar	78	65	81	62	64
- Bukit	68	55	66	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar SDC : A	68	60	73	58	55
- Datar SDC : B	65	57	69	55	54
- Datar SDC : C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.8.2 Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_C). Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel 3.11 berikut ini.

Tabel 3.11 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (W_C) (m)	FV_w (km/jam)		
		Datar : SDC = A,B	- Bukit : SDC = A,B,C - Datar : SDC = C	Gunung
Empat-lajur dan Enam lajur Terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Dua-lajur tak terbagi	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
11	3	3	2	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.8.3 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping

Faktor penyesuaian akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu efektif dapat dilihat pada tabel 3.12 berikut ini.

Tabel 3.12 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif W_s (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96
Empat-lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
Dua-lajur tak terbagi 2/2 UD	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.8.4 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat kelas fungsional jalan dan tata guna lahan dapat dilihat pada tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan

Tipe Jalan	Faktor Penyesuaian FFV_{RC}				
	Pengembangan Samping Jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Empat-lajur terbagi :					
Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
Empat-lajur tak-terbagi :					
Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895

Tabel 3.14 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Kelas Fungsional Jalan (Lanjutan)

Tipe Jalan	Faktor Penyesuaian FFV_{RC}				
	Pengembangan Samping Jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Dua-lajur tak-terbagi					
Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.8.5 Penentuan Kecepatan Arus Bebas Pada Kondisi Lapangan

a. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC} \quad (3.2)$$

Dimana :

FV : Kecepatan arus bebas (km/jam)

FV_0 : Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)

FV_W : Penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (km/jam)

FFV_{SF} : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FFV_{RC} : Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna jalan

b. Kecepatan Arus Bebas Tipe Kendaraan Yang Lain

1. Hitung penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan, (km/jam) yaitu

$$FFV = FV_0 - FV \quad (3.3)$$

Dimana :

FFV : Penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

2. Hitung kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah (MHV), yaitu

$$FV_{MHV} = FV_{MHV,O} - FFV \times FV_{MHV,O} / FV_O \quad (3.4)$$

Dimana :

$FV_{MHV,O}$: Kecepatan arus bebas dasar MHV

FV_O : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (LV)

FFV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

3.9 Analisis Kapasitas Jalan

Kegiatan yang dilakukan sebelum memulai perhitungan perencanaan geometrik, dibutuhkan analisis kapasitas untuk mendapatkan derajat kejenuhan dan penentuan kecepatan kendaraan yang telah direncanakan sebelumnya.

3.9.1 Kapasitas Dasar

Sejumlah kendaraan dalam keadaan optimal yang bisa melintas pada suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan waktu yang ideal. Kapasitas dasar jalan 4/2 D dapat dilihat pada tabel 3.15 berikut ini.

Tabel 3.15 Kapasitas Dasar Jalan 4/2 D

Type Jalan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (smp/jam/lajur)
Empat-lajur terbagi	
- Datar	1900
- Bukit	1850
- Gunung	1800
Empat-lajur tak-terbagi	
- Datar	1700
- Bukit	1650
- Gunung	1600

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Kapasitas dasar jalan 2/2 UD dapat dilihat pada tabel 3.16 berikut ini.

Tabel 3.16 Kapasitas Dasar Jalan 2/2 UD

Tipe Jalan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (smp/jam/lajur)
Dua-lajur tak-terbagi	
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.9.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas

Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel 3.17 berikut ini.

Tabel 3.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu-Lintas (W_C) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
Empat-lajur tak terbagi	3,75	1,03
	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03

Tabel 3.18 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (Lanjutan)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu-Lintas (W_c) (m)	FC_w
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.9.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah

Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah dapat dilihat pada tabel 3.19 berikut ini.

Tabel 3.19 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah

Pemisahan Arah SP %-%		50 - 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
FC _{SPB}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.9.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Faktor penyesuaian kapasitas jalan akibat hambatan samping dapat dilihat pada tabel 3.20 berikut ini.

Tabel 3.20 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})			
		Lebar Bahu Efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD 4/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.9.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Perhitungan kapasitas jalan pada kondisi lapangan menggunakan rumus berikut ini.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \text{ (smp/jam)} \quad (3.5)$$

Dimana :

C : Kapasitas

C_0 : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W : Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas

FC_{SP} : Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

FC_{SF} : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

3.10 Derajat Kejenuhan

Dengan menggunakan nilai kapasitas di atas menghitung rasio antar Q dan C yaitu derajat kejenuhan (D_J), rumus untuk memperoleh derajat kejenuhan sebagai berikut.

$$D_J = Q/C \quad (3.6)$$

Dimana :

- D_J : Derajat kejenuhan
- Q : Arus lalu lintas (smp/jam)
- C : Kapasitas jalan (smp/jam)

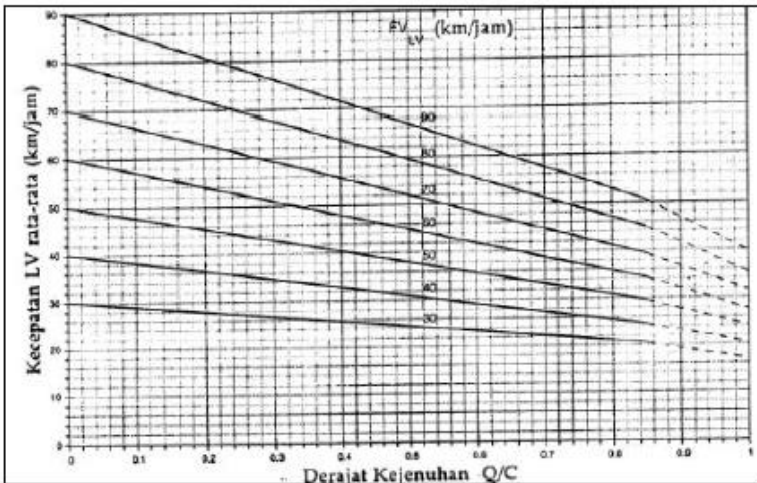
3.11 Kecepatan dan Waktu Tempuh

Menentukan kecepatan pada keadaan lalu lintas, hambatan samping, dan kondisi geometrik lapangan menggunakan gambar grafik 3.9 untuk jalan 2/2 TT dan gambar grafik 3.10 untuk jalan 4 lajur. Dan untuk menghitung waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan menggunakan rumusan berikut.

$$T_T = \frac{L}{V} \quad (3.7)$$

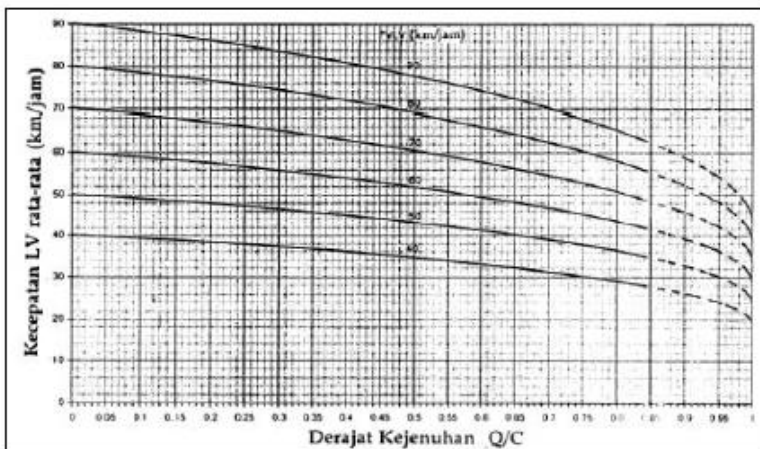
Dimana :

- T_T : Waktu tempuh (jam)
- L : Panjang Segmen (km)
- V : Kecepatan LV rata-rata (km/jam)



Gambar 3.9 Kecepatan Sebagai Fungsi dari Derajat Kejenuhan Pada Jalan 2/2 TT

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*



Gambar 3.10 Kecepatan Sebagai Fungsi Dari Derajat Kejenuhan Pada Jalan Empat Lajur

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.12 Permodelan *Trip Assignment*

Pembebanan lalu lintas (*trip assignment*) adalah suatu proses dimana permintaan perjalanan (yang didapat dari tahap distribusi) dibebankan ke jaringan jalan. Tujuan trip assignment adalah untuk mendapatkan arus di ruas jalan atau jaringan jalan yang dituju.

Salah satu metode yang digunakan adalah teori kurva biaya arus yang diusulkan oleh *Smock*, 1962 yang mengemukakan untuk kajian di Detroit. Untuk perhitungannya menggunakan rumus 3.8 berikut ini.

$$t = t_0 \exp\left(\frac{V}{Q_s}\right) \quad (3.8)$$

Dimana :

t : Waktu tempuh per satuan jarak

t_0 : Waktu tempuh per satuan jarak pada kondisi arus bebas

Q_s : Kapasitas pada kondisi jenuh

3.13 Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (J_h) dan Jarak Pandang Mendahului (J_d). Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 dan Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Oleh Silvia Sukirman, 1999.

3.13.1 Jarak Pandangan Henti Minimum

Jarak pandang henti minimum adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi J_h . J_h diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Perhitungan rumus jarak pandang henti minimum menggunakan rumus 3.3 dan 3.4 menurut Sukirman, 1999 serta 3.5 untuk jalan dengan kelandaian berikut ini.

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \quad (3.9)$$

Dimana

- V_R : kecepatan rencana (km/jam)
- T : waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik
- g : percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²
- f : koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55

Rumus jarak pandang henti minimum menurut Sukirman, 1999 adalah :

$$J_h = 0,278 V_R T + \frac{V_R^2}{254f} \quad (3.10)$$

Dimana :

- f : koefisien gesekan antara ban dan muka jalan
- V_R : kecepatan kendaraan, km/jam
- T : waktu reaksi (2,5 detik)

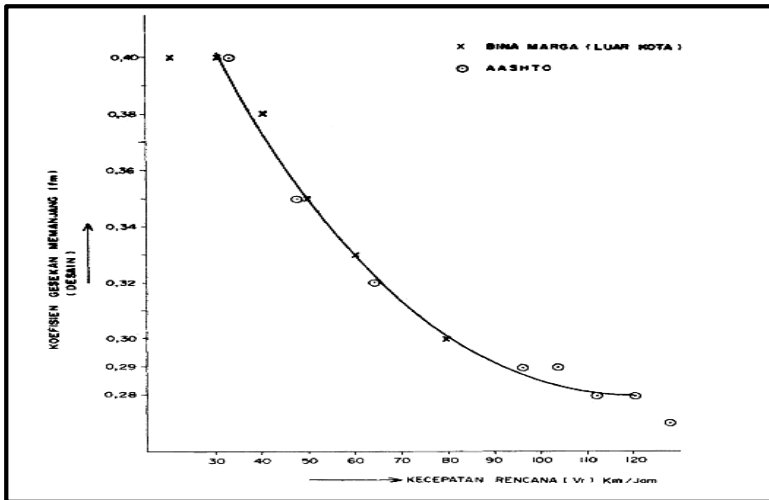
Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum menurut Sukirman, 1999 adalah :

$$J_h = 0,278 V_R T + \frac{V_R^2}{254(f \pm L)} \quad (3.11)$$

Dimana :

- L : Besarnya landai jalan dalam desimal
- + : Untuk pendakian
- : Untuk penurunan

Korelasi antara nilai f_m dan kecepatan rencana (V_R) dapat dilihat pada grafik 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11 Korelasi Nilai f_m Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)

Sumber : Sukirman, 1999

Besarnya jarak pandang henti minimum dapat dilihat pada tabel 3.21 menurut departemen pekerjaan umum dan tabel 3.22 menurut Sukirman, 1999 berikut ini.

Tabel 3.21 Jarak Pandang Henti Minimum

V_R, km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

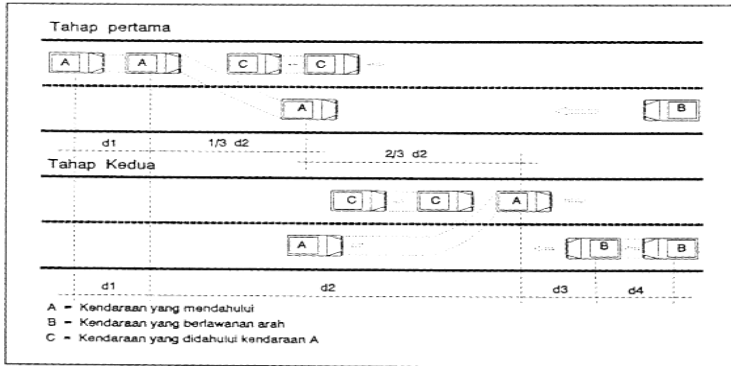
Tabel 3.22 Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Kecepatan Jalan, V_j (km/jam)	Koefisien Gesek Jalan, f_m	d perhitungan untuk V_r (m)	d perhitungan untuk V_j (m)	d desain (m)
30	27	0,400	29,71	25,94	25 – 30
40	36	0,375	44,60	38,63	40 – 45
50	45	0,350	62,87	54,05	55 – 65
60	54	0,330	84,65	72,32	75 – 85
70	63	0,313	110,28	93,71	95 – 110
80	72	0,300	139,59	118,07	120 – 140
100	90	0,285	207,64	174,44	175 – 210
120	108	0,280	285,87	239,06	240 – 285

Sumber : Sukirman, 1999

3.13.2 Jarak Pandangan Mendahului

Jarak pandang mendahului atau J_d adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. J_d diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Sketsa jarak pandangan mendahului dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut ini.



Gambar 3.12 Jarak Pandangan Mendahului

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

Rumus untuk menghitung jarak pandang mendahului adalah :

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (3.12)$$

$$d_1 = 0,278 t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \quad (3.13)$$

$$d_2 = 0,278 V \cdot T_2 \quad (3.14)$$

$$d_3 = 30 \text{ s/d } 100 \text{ m} \quad (3.15)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \cdot d_2 \quad (3.16)$$

Dimana :

d_1 : jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d_2 : jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),

- d_3 : jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),
- d_4 : jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $213 d_2$ (m).
- t_1 : Waktu reaksi yang besarnya tergantung dari kecepatan yang dapat ditentukan dengan persamaan $t_1 = 2,12 + 0,026V$
- t_2 : Waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanaryang dapat ditentukan dengan mempergunakan persamaan $t_2 = 6,56 + 0,048V$
- m : Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap yaitu 15 km/jam.

Besarnya jarak pandang mendahului berdasarkan departemen pekerjaan umum dapat dilihat pada tabel 3.23 dan menurut sukirman dapat dilihat pada tabel 3.24 berikut ini.

Tabel 3.23 Jarak Pandang Mendahului

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d (m)	800	670	550	350	250	200	15	100

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

Tabel 3.24 Jarak Pandang Mendahului

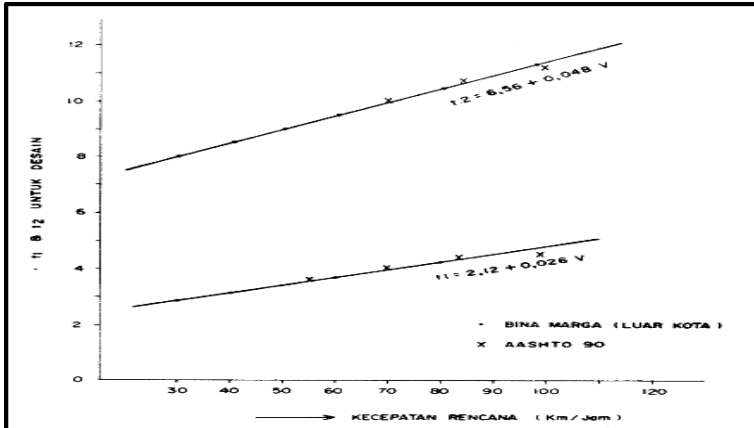
Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
30	146	150	109	100

Tabel 3.25 Jarak Pandang Mendahului (Lanjutan)

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
40	207	200	151	150
50	274	275	196	200
60	353	350	250	250
70	437	450	307	300
80	527	550	368	400
100	720	750	496	500
120	937	950	638	650

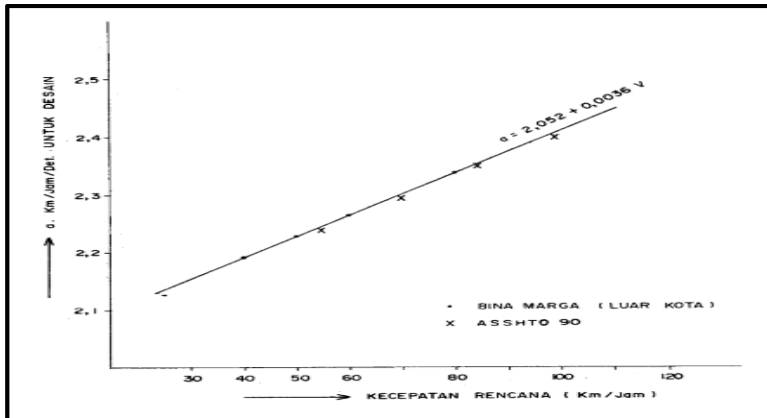
Sumber : Sukirman, 1999

Korelasi antara nilai t_1 dan t_2 dapat dilihat pada grafik 3.13 dan 3.14 berikut ini.



Gambar 3.13 Korelasi Nilai t_1 dan t_2 Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)

Sumber : Sukirman, 1999

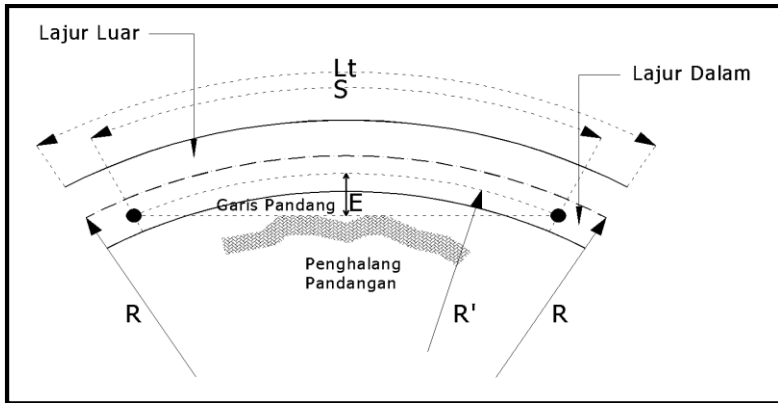


Gambar 3.14 Korelasi Nilai v Terhadap Kecepatan Rencana (V_r)
Sumber : Sukirman, 1999

3.14 Kebebasan Samping di Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga J_h dipenuhi. Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 terdapat 2 jenis jarak kebebasan samping berdasarkan jarak pandangan. Sketsa jarak kebebasan samping dapat dilihat pada gambar 3.15 dan 3.16 berikut ini.

- a. Jika jarak pandangan, J_h lebih kecil daripada panjang total lengkung, L_t ($J_h < L_t$).



Gambar 3.15 Daerah Bebas Sampung di Tikungan $S < Lt$

Sumber : Sukirman, 1999

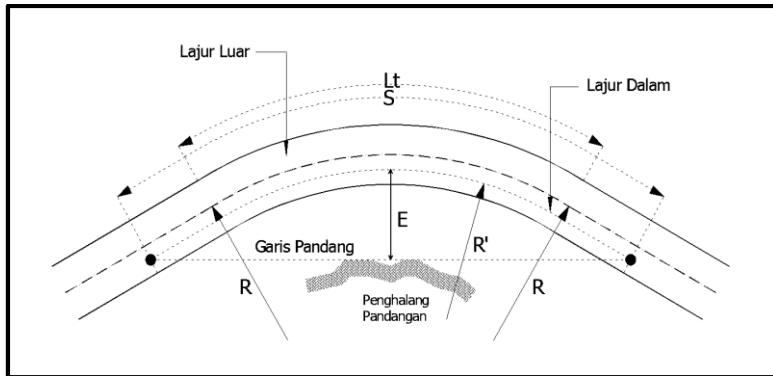
Rumus untuk menghitung daerah bebas sampung di tikungan $S < Lt$ yaitu :

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 S}{R'} \right) \right] \quad (3.17)$$

Dimana :

- E : kebebasan sampung (m)
- R : jari-jari tikungan (m)
- R' : jari-jari sumbu lajur dalam (m)
- S : jarak pandangan (m)
- Lt : panjang total lengkung (m)

- b. Jika jarak pandangan, J_h lebih besar daripada panjang total lengkung, L_t ($J_h > L_t$).



Gambar 3.16 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S > Lt$
 Sumber : Sukirman, 1999

Rumus untuk menghitung daerah bebas samping di tikungan $S > Lt$ yaitu :

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 S}{R'} \right) \right] + \left[\frac{S-Lt}{2} \times \sin \left(\frac{28,65 S}{R'} \right) \right] \quad (3.18)$$

Dimana :

- E : kebebasan samping (m)
- R : jari-jari tikungan (m)
- R' : jari-jari sumbu lajur dalam (m)
- S : jarak pandangan (m)
- Lt : panjang total lengkung (m)

3.15 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya entrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan VR. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan. Perencanaan alinyemen

horizontal mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997.

3.15.1 Nilai Kemiringan Melintang Jalan (Super Elevasi, e)

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan akibat gaya sentrifugal. Agar kendaraan tidak terlempar keluar, maka diperlukan jari-jari lengkung horizontal yang dapat dilalui kendaraan. Besarnya jari-jari dan derajat lengkung dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \quad (3.19)$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53 (e_{\max} + f_{\max})}{v^2} \quad (3.20)$$

$$F_{\max} = -0,00065 * V_D + 0,192 \rightarrow \text{untuk } V_D < 80 \text{ km/jam} \quad (3.21)$$

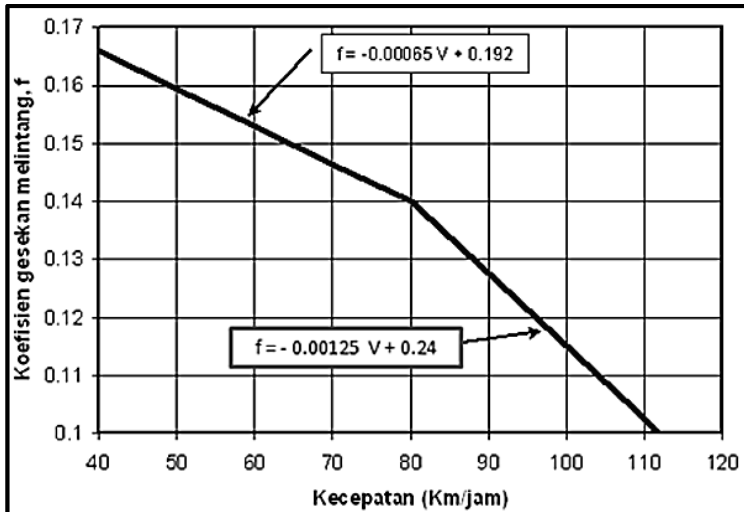
$$F_{\max} = -0,00125 * V_D + 0,24 \rightarrow \text{untuk } V_D > 80 \text{ km/jam} \quad (3.22)$$

Panjang jari-jari minimum menurut departemen pekerjaan umum dapat dilihat pada tabel 3.26 dan grafik koefisien gesekan melintang maksimum desain dapat dilihat pada gambar 3.17 berikut ini.

Tabel 3.26 Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan)

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari jari Minimum, R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.17 Koefisien Gesekan Melintang Maksimum Desain

Sumber : *Traffic Engineering Handbook, 1992*

3.15.2 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). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 3.27 berikut ini.

Tabel 3.27 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber : *Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997*

3.15.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R ; berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

- a. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan menggunakan rumus 3.23 berikut ini.

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \quad (3.23)$$

Dimana :

L_s : panjang lengkung peralihan (m)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

t : waktu tempuh di lengkung peralihan (detik) (3detik)

- b. Berdasarkan landai relatif menggunakan rumus 3.24 berikut ini.

$$L_s \geq (e + e_n) \times B \times m_{maks} \quad (3.24)$$

Dimana :

L_s : panjang lengkung peralihan (m)

e : superelevasi (%)

e_n : kemiringan melintang normal (%)

B : lebar jalur per arah (m)

m_{maks} : Landai relatif maksimum

Besarnya kelandaian relatif maksimum dapat dilihat pada tabel 3.28 berikut ini.

Tabel 3.28 Kelandaian Relatif Maksimum

Kecepatan rencana km/jam	1/m	Kecepatan rencana km/jam	Kelandaian relatif maksimum
	AASHTO 1990		Bina Marga (luar kota)
32	1/33	20	1/50
48	1/150	30	1/75
64	1/175	40	1/100
80	1/200	50	1/115
88	1/213	60	1/125
96	1/222	80	1/150
104	1/244	100	
112	1/250		

Sumber : Sukirman, 1999

- c. Berdasarkan rumus Modifikasi Shortt menggunakan rumus 3.25 berikut ini.

$$L_s = 0,022 \frac{v^3}{RC} - 2,727 \frac{ve}{C} \quad (3.25)$$

Dimana :

- L_s : panjang lengkung peralihan (m)
V : kecepatan rencana (km/jam)
R : jari-jari tikungan (m)
C : perubahan percepatan (m/dt³) (0,3 – 0,9 m/dt³)
e : superelevasi (%)

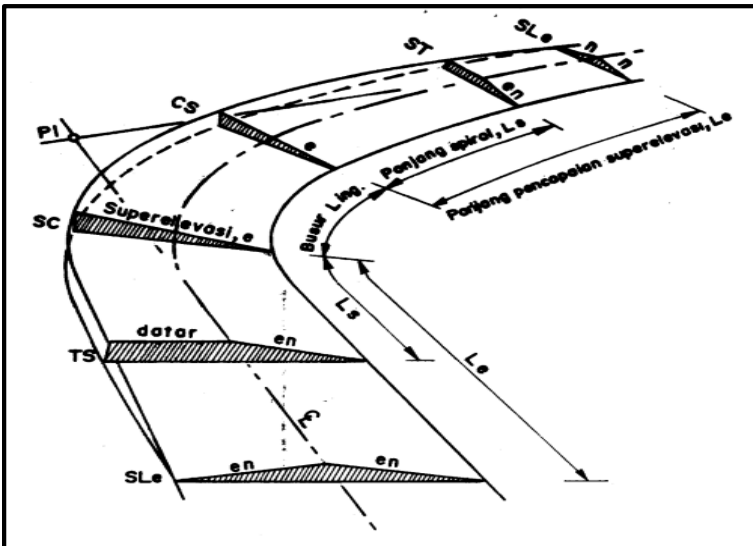
- d. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian menggunakan rumus 3.26 berikut ini.

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) V_d}{3,6 * r_e} \quad (3.26)$$

Dimana :

- L_s : panjang lengkung peralihan (m)
 e_{maks} : superelevasi maksimum (%)
 e_n : kemiringan melintang normal (%)
 V_R : kecepatan rencana (km/jam)
 r_e : tingkat perubahan kemiringan melintang jalan,
 0,035 m/m/detik untuk $V_d \leq 70$ km/jam
 0,025 m/m/detik untuk $V_d \geq 70$ km/jam

Dari keempat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan, L_s yang digunakan untuk perencanaan adalah L_s dengan nilai yang terbesar. Ilustrasi lengkung peralihan pada tikungan dapat dilihat pada gambar 3.18 berikut ini.



Gambar 3.18 Ilustrasi Lengkung peralihan Pada Tikungan

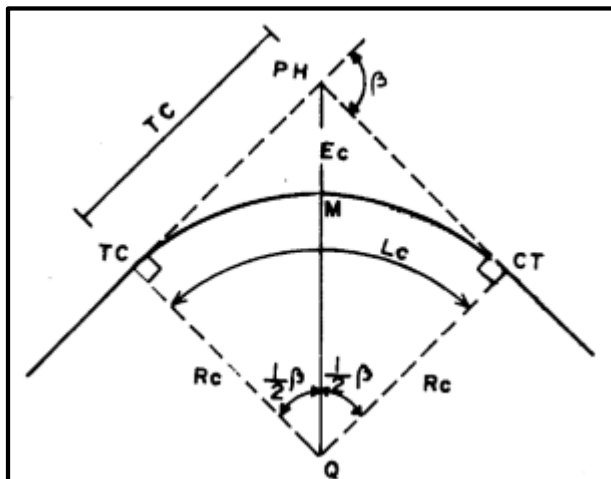
Sumber : Sukirman, 1999

3.15.4 Tikungan

Terdapat 3 bentuk alinyemen horizontal, yaitu :

- a. Lengkung busur lingkaran (*full circle*)
 Pada umumnya lengkung *full circle* hanya dapat digunakan jika :
 - Jari-jari tikungan R yang direncanakan besar
 - Nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%

Ilustrasi tikungan lengkung busur lingkaran (*full circle*) dapat dilihat pada gambar 3.19 dan diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar 3.20 berikut ini.



Gambar 3.19 Bentuk lengkung *full circle*

Sumber : Sukirman, 1999

Rumus yang digunakan untuk mengukur parameter lengkung *full circle* yaitu :

$$T_c = R * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \quad (3.27)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (3.28)$$

$$L_c = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) * R \quad (3.29)$$

Dimana :

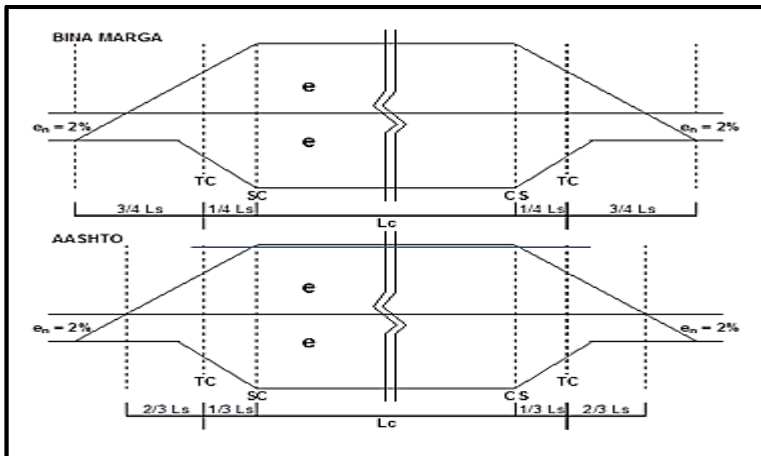
T_c : Panjang tangen dari PI (Point of Intersection) (m) titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung.

R : jari-jari alinemen horizontal (m)

Δ : sudut alinemen horizontal ($^\circ$)

E : jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)

L_c : panjang busur lingkaran (m)



Gambar 3.20 Diagram superelevasi lengkung *full circle*

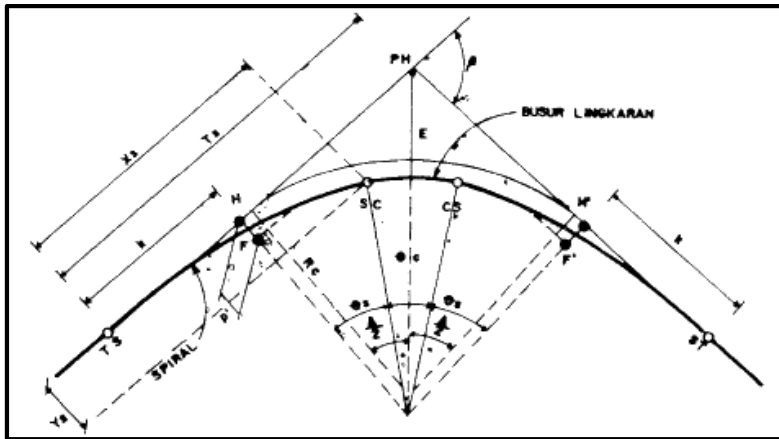
Sumber : Sukirman, 1999F

- b. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral - circle - spiral*)

Lengkung *spiral - circle - spiral* digunakan jika :

- Nilai superelevasi $e \geq 3\%$
- Panjang $L_c > 25$ meter

Ilustrasi engkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*) dapat dilihat pada gambar 3.21 dan diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar 3.22 berikut ini.



Gambar 3.21 Bentuk lengkung *spiral – circle – spiral*

Sumber : Sukirman, 1999

Rumus yang digunakan untuk mengukur parameter lengkung *spiral – circle – spiral* yaitu:

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (3.30)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180} \quad (3.31)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R (1 - \cos \theta_s) \quad (3.32)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \quad (3.33)$$

$$T_s = (R + p) * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad (3.34)$$

$$E = \frac{(R + P)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (3.35)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R^2} \right) \quad (3.36)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 * R} \quad (3.37)$$

Dimana :

Θ_s : sudut spiral pada titik SC ($^\circ$)

L_s : panjang lengkung spiral (m)

R : jari-jari alinemen horisontal (m)

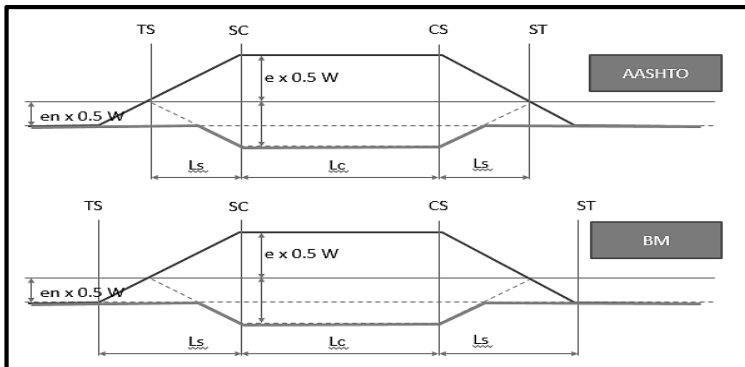
Δ : sudut alinemen horisontal ($^\circ$)

L_c : panjang busur lingkaran (m)

T_s : jarak titik T_s dari PI (m) (titik awal mulai masuk ke daerah lengkung)

E : jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)

X_s, Y_s : koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC)

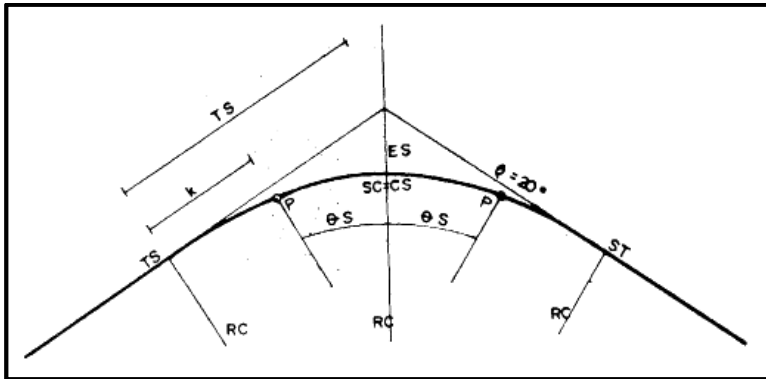


Gambar 3.22 Diagram superelevasi lengkung spiral - circle - spiral

Sumber : Sukirman, 1999

- c. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)
 Lengkung *spiral – spiral* digunakan jika :
- Nilai superelevasi $e \geq 3\%$
 - Panjang $L_c \leq 25$ meter

Ilustrasi Lengkung peralihan (*spiral – spiral*) dapat dilihat pada gambar 3.23 dan diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar 3.24 berikut ini.



Gambar 3.23 Bentuk lengkung *spiral – spiral*
 Sumber : Sukirman, 1999

Rumus yang digunakan untuk mengukur parameter lengkung *spiral – spiral* :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (3.38)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (3.39)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \theta_s \quad (3.40)$$

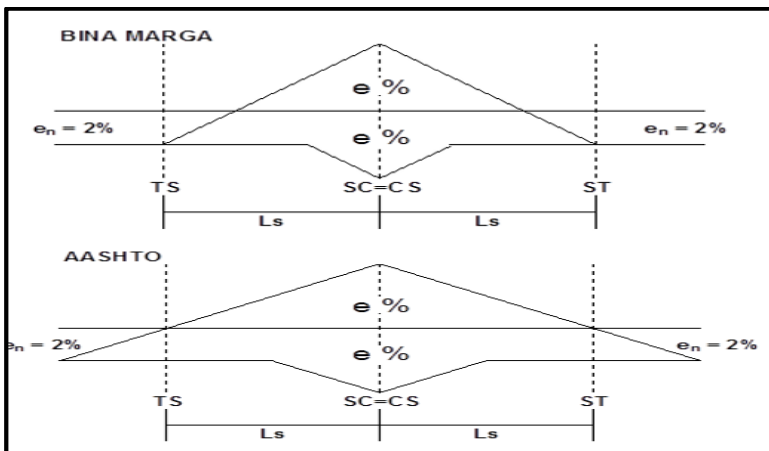
$$T_s = (R + p) \times \text{tg}(\theta_s) + k \quad (3.41)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \theta_s} - R \quad (3.42)$$

$$L_{s_{\min}} = (e + e_n) \times B \times m_{\max} \quad (3.43)$$

Dimana :

- θ_s : sudut spiral pada titik SC - CS(°)
- L_s : panjang lengkung spiral (m)
- R : jari-jari alinemen horizontal (m)
- Δ : sudut alinemen horizontal (°)
- L_c : panjang busur lingkaran (m)
- T_s : jarak titik Ts dari PI (m) (titik awal mulai masuk ke daerah lengkung)
- E : jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)



Gambar 3.24 Diagram Superelevasi Lengkung *Spiral –Spiral*
 Sumber : Sukirman, 1999

3.15.5 Pelebaran Tikungan

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus. Besarnya pelebaran tikungan dapat dilihat pada tabel 3.29 dan 3.30

serta ilustrasi pelebaran tikungan dapat dilihat pada gambar 3.25 berikut ini.

Tabel 3.29 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.50 m, 2 arah atau 1 arah

R (m)	Kecepatan Rencana, Vd (km/jam)							
	50	60	70	80	90	100	110	120
1500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1000	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
750	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
500	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	
400	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5		
300	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5			
250	0,4	0,5	0,5	0,6				
200	0,6	0,7	0,8					
150	0,7	0,8						
140	0,7	0,8						
130	0,7	0,8						
120	0,7	0,8						
110	0,7							
100	0,8							
90	0,8							
80	1,0							
70	1,0							

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

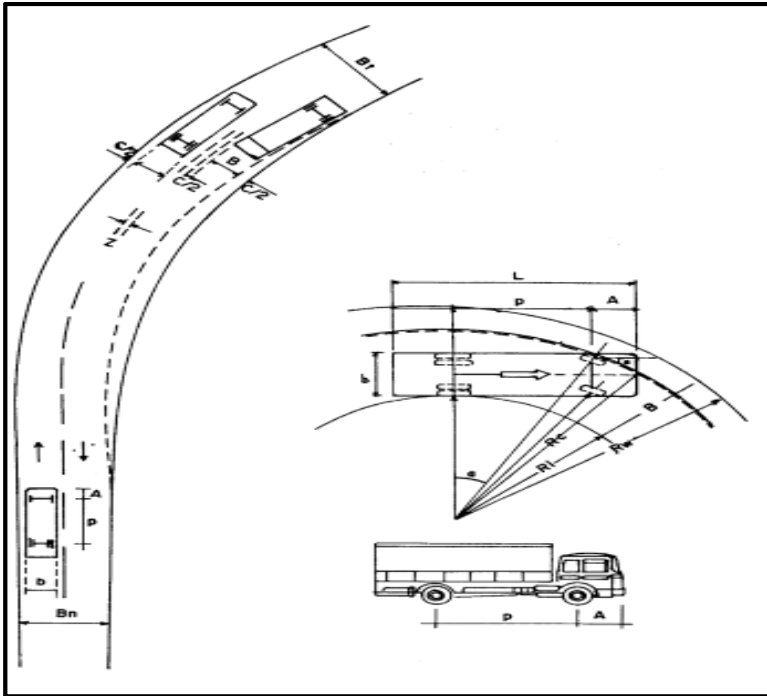
Tabel 3.30 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.3,00 m, 2 arah atau 1 arah

R (m)	Kecepatan Rencana, Vd (km/jam)						
	50	60	70	80	90	100	110
1500	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
1000	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
750	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8

Tabel 3.31 Pelebaran di Tikungan : Lebar jalur 20.3,00 m, 2 arah
atau 1 arah (Lanjutan)

R (m)	Kecepatan Rencana, Vd (km/jam)						
	50	60	70	80	90	100	110
500	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	0,1
400	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	
300	0,9	1,0	1,0	1,1			
250	1,0	1,1	1,1	1,2			
200	1,2	1,3	1,3	1,4			
150	1,3	1,4					
140	1,3	1,4					
130	1,3	1,4					
120	1,3	1,4					
110	1,3						
100	1,4						
90	1,4						
80	1,6						
70	1,7						

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.25 Pelebaran Pada Tikungan

Sumber : Sukirman, 1999

3.15.6 Tikungan Gabungan Alinyemen Horizontal

Terdapat 2 jenis gabungan alinyemen horizontal yaitu :

- a. Tikungan gabungan searah
Gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi dengan jari-jari yang berbeda.
- b. Tikungan gabungan balik arah
Gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda

Tikungan gabungan digunakan tergantung pada perbandingan R_1 dan R_2 :

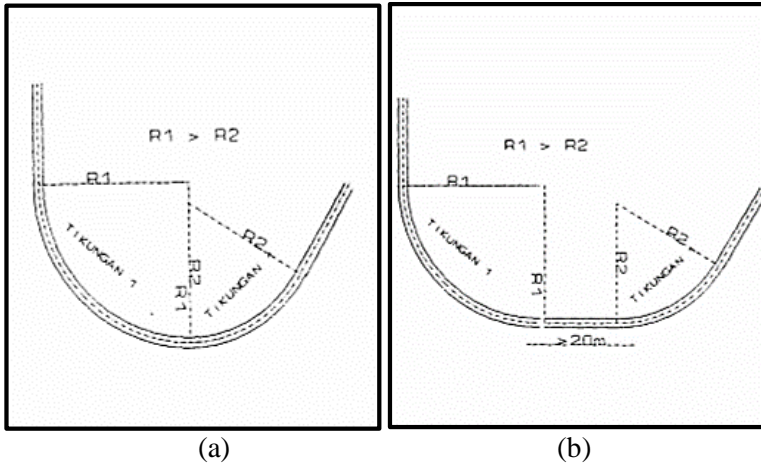
- a. Tikungan gabungan searah dihindari

$$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3} \quad (3.44)$$

- b. Tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus atau clothoide sepanjang 20 meter

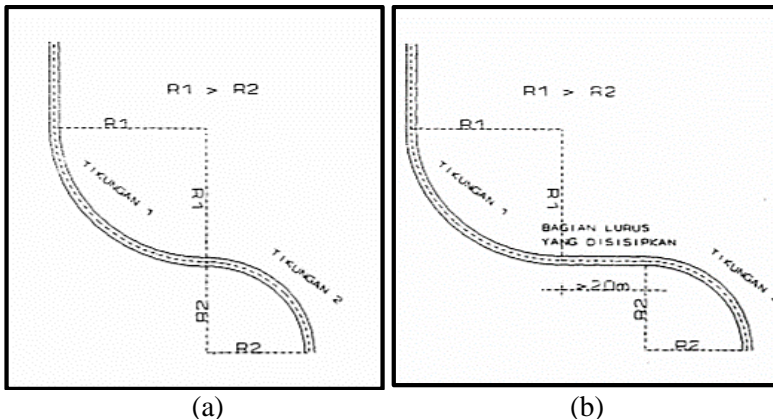
$$\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3} \quad (3.45)$$

Setiap tikungan gabungan balik arah perlu dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang 30 m. Sketsa tikungan gabungan searah dapat dilihat pada gambar 3.26 (a) dan tikungan gabungan searah dengan sisipan dapat dilihat pada gambar 3.26 (b) sedangkan tikungan gabungan balik dapat dilihat pada gambar 3.27 (a) dan tikungan gabungan balik dengan sisipan dapat dilihat pada gambar 3.27 (b) berikut ini.



Gambar 3.26 (a) Tikungan Gabungan Searah (b) Tikungan Gabungan Searah dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 m

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.27 (a) Tikungan Gabungan Balik (b) Tikungan Gabungan Balik dengan Sisipan Bagian Lurus Minimum Sepanjang 20 m

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.16 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang.

3.16.1 Kelandaian Jalan dan Panjang Kritis

Kelandaian jalan dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian jalan didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Besarnya kelandaian jalan dapat dilihat pada tabel 3.32 dan panjang kritis dapat dilihat pada tabel 3.33 berikut ini.

Tabel 3.32 Kelandaian Jalan

Kecepatan rencana km/jam	Jalan Arteri luar kota (AASHTO'90)			Jalan antar kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maksimum Standar (%)	Kelandaian Maksimum mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

Sumber : Sukirman, 1999

Tabel 3.33 Panjang Kritis

KECEPATAN RENCANA (KM/JAM)											
80		60		50		40		30		20	
5%	500 m	6%	500 m	7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m
6%	500 m	7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m
7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m	12%	250 m
8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m	12%	250 m	13%	250 m

Sumber : Sukirman, 1999

3.16.2 Lengkung Vertikal

Bentuk kurva yang mungkin untuk digunakan pada lengkung vertikal adalah sebagai berikut :

- a. Circle (lingkaran)
- b. Parabola

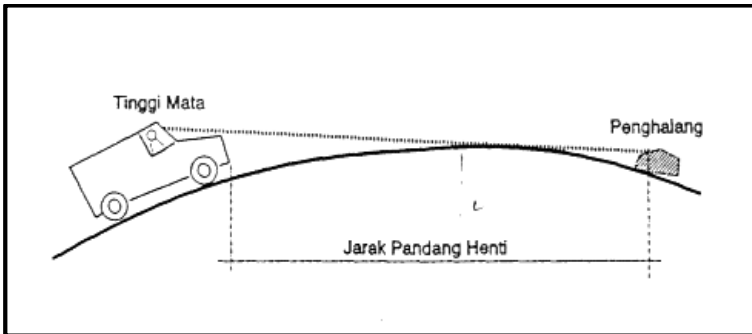
Namun demikian, bentuk parabola lah yang direkomendasikan oleh Bina Marga untuk dipakai di Indonesia.

3.16.3 Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung berdasarkan pada kondisi, yaitu :

- a. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)
- b. Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$)

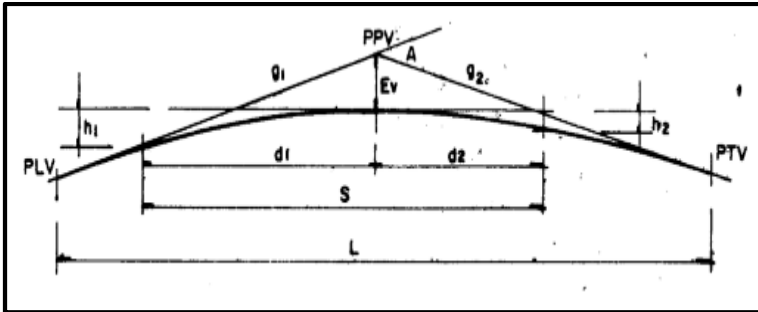
Gambar lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada gambar 3.29 dan Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$) dapat dilihat pada gambar 3.30 serta Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$) dapat dilihat pada gambar 3.31 berikut ini.



Gambar 3.29 Lengkung Vertikal Cembung

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

- a. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)



Gambar 3.30 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S < L$

Sumber : Sukirman, 1999

- Jika jarak pandangan henti (JPH) yang dipakai maka :

$$L = \frac{AS^2}{399} \quad (3.48)$$

- Jika jarak panangan menyiap (JPM) yang dipakai maka :

$$L = \frac{AS^2}{960} \quad (3.49)$$

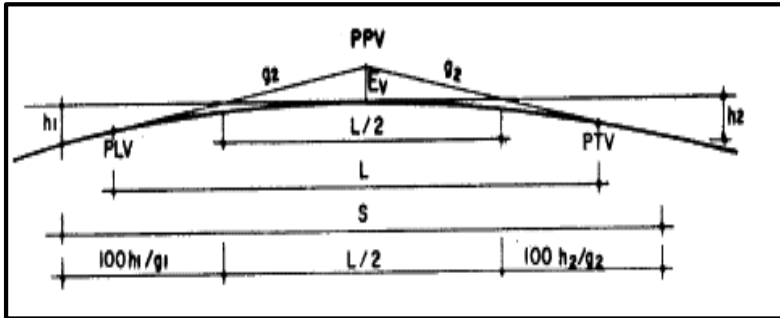
Besarnya nilai C dapat dilihat pada tabel 3.34 untuk kondisi $S < L$ dan pada tabel 3.35 untuk kondisi $S > L$ berikut ini.

Tabel 3.34 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga'90 Berdasarkan JPM dan JPH kondisi $S < L$

	AASHTO'90		Bina Marga'90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi mata pengemudi h_1 (m)	1.07	1.07	1.2	1.2
Tinggi Objek h_2 (m)	0.15	1.3	0.1	1.2
Konstanta C_1	404	946	399	960

Sumber : Sukirman, 1999

- b. Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$)



Gambar 3.31 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S > L$

Sumber : Sukirman, 1999

- Jika jarak pandangan henti (JPH) yang dipakai :

$$L = 2S - \frac{399}{A} \quad (3.50)$$

- Jika jarak pandangan menyiap (JPM) yang dipakai :

$$L = 2S - \frac{960}{A} \quad (3.51)$$

Tabel 3.35 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga'90
Berdasarkan JPM dan JPH kondisi $S > L$

	AASHTO'90		Bina Marga'90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi mata pengemudi h_1 (m)	1.07	1.07	1.2	1.2
Tinggi Objek h_2 (m)	0.15	1.3	0.1	1.2
Konstanta C_1	404	946	399	960

Sumber : Sukirman, 1999

3.16.4 Lengkung Vertikal Cekung

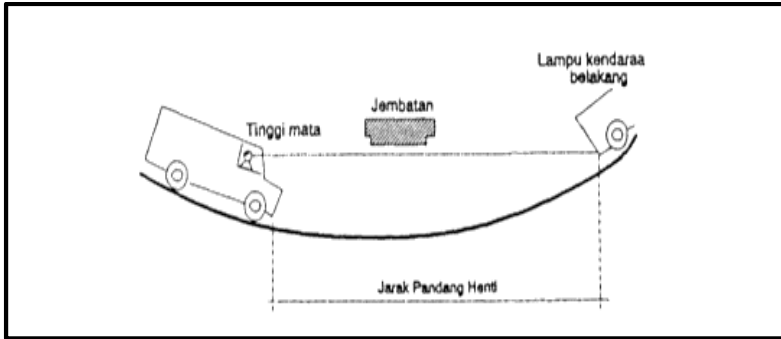
- a. Panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut ini :

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (3.52)$$

Dimana :

- A : perbedaan aljabar kelandaian
L : panjang lengkung vetikal cekung
V : kecepatan rencana (km/jam)

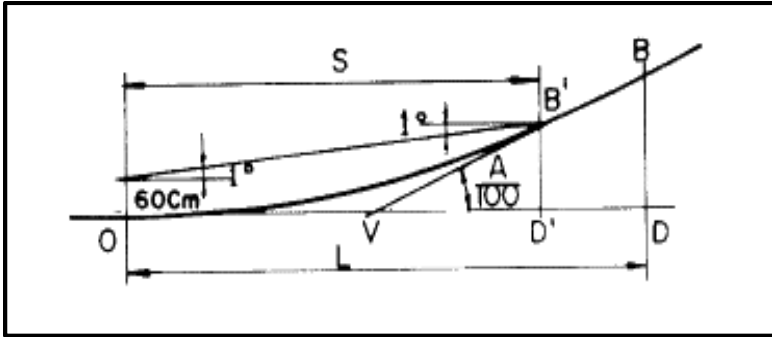
Untuk mengurangi ketidaknyamanan pengemudi, panjang lengkung vertikal cekung minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana. Gambar lengkung vertikal cekung dapat dilihat pada gambar 3.32 dan lengkung vertikal $S < L$ pada gambar 3.33 serta lengkung vertikal $S > L$ pada gambar 3.34 berikut ini.



Gambar 3.32 Lengkung Vertikal Cekung

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

- a. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu
- Kondisi $S < L$

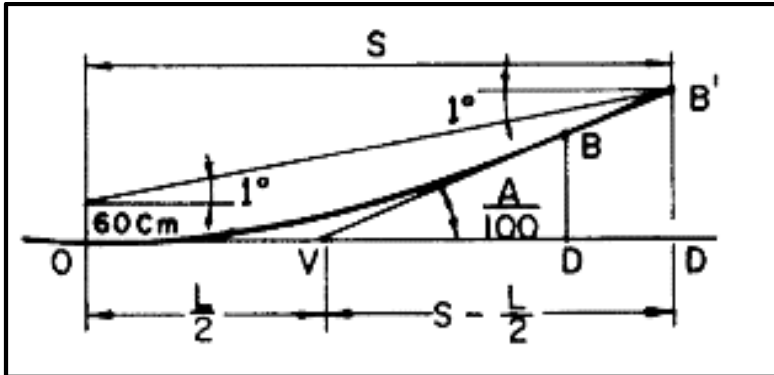


Gambar 3.33 Lengkung Vertikal Cekung Kondisi $S < L$

Sumber : Sukirman, 1999

$$L = \frac{AS^2}{120+3,5S} \quad (3.53)$$

- Kondisi $S > L$

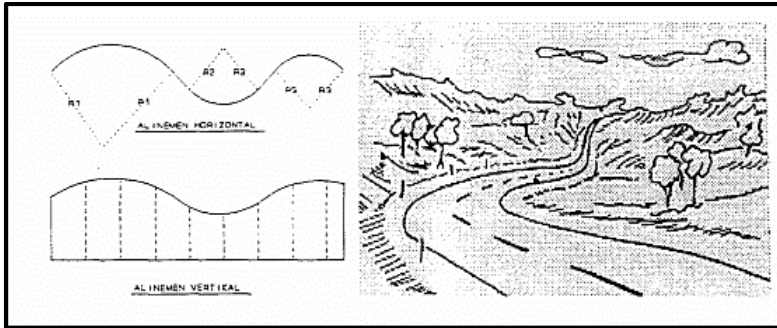


Gambar 3.34 Lengkung Vertikal Cekung Kondisi $S > L$
 Sumber : Sukirman, 1999

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,5S} \quad (3.54)$$

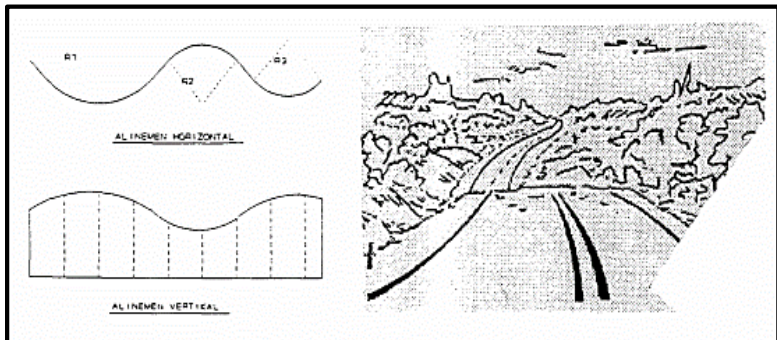
3.16.5 Koordinasi Alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen-elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik. Koordinasi alinyemen ideal dapat dilihat pada gambar 3.35 sedangkan koordinasi alinyemen yang dihindari dapat dilihat pada gambar 3.36 berikut ini.



Gambar 3.35 Koordinasi Ideal Antara Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal yang Berimpit

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997



Gambar 3.36 Koordinasi yang Dihindari, Dimana Alinyemen Vertikal Menghalangi Pandangan Pengemudi pada saat Memasuki Tikungan Pertama

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.038/TBM/1997

3.17 Konstruksi Perkerasan Lentur

Pada tugas akhir ini perencanaan perkerasan menggunakan metode Bina Marga “Manual Desain Perkerasan Jalan”. Tahap

perhitungan yang harus dilakukan dalam merencanakan perkerasan lentur sebagai berikut :

3.17.1 Umur Rencana Perkerasan

Umur perkerasan rencana dapat dilihat pada tabel 3.36 berikut ini.

Tabel 3.36 Umur Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)⁽¹⁾
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi Jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
	Cement Treated Baased (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

3.17.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka pada tabel 3.37 ini digunakan sebagai nilai minimum.

Tabel 3.37 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum (%)

	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, No.04/SE/Db/2017

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad (3.55)$$

Dimana :

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i : tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR : umur rencana (tahun)

3.17.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam tabel 3.38. Kapasitas pada lajur desain tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana.

Tabel 3.38 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

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

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

3.17.4 Faktor Ekivalensi Beban

Faktor ekivalensi beban atau *Vehicle Damage Factor* yang besarnya dapat dilihat pada tabel 3.39 dan 3.40 berikut ini.

Tabel 3.39 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

Tabel 3.40 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)			
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5		
1	1	Sepeda motor	1.1	Muatan ² yang diangkut	2	30,4					
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3				
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2		
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0		
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – cargo ringan	1.1		muatan umum	2			0,3	0,2	
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2		tanah, pasir, besi, semen	2	4,6	6,60		0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2		muatan umum	2			0,7	0,7	
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2		tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7	
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.2		muatan umum	2			0,9	0,8	
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.2		tanah, pasir, besi, semen	2	3,8	5,50	7,3	11,2	
7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1.22		muatan umum	3			7,6	11,2	
7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1.22		tanah, pasir, besi, semen	3	3,9	5,60	28,1	64,4	
7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	1.1.2			3	0,1	0,10	28,9	62,2	
7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2			4	0,5	0,70	36,9	90,4	
7c1	11	Truk 4 sumbu – trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0		
7c2.1	12	Truk 5 sumbu – trailer	1.2-22		5			19,0	33,2		
7c2.2	13	Truk 5 sumbu – trailer	1.2-222		5	0,7	1,00	30,3	69,7		
7c3	14	Truk 6 sumbu – trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7		

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

3.17.5 Beban Sumbu Standart Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut :

$$ESA = \Sigma LHRT \times VDF \times \text{Faktor Distribusi} \quad (3.56)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \quad (3.57)$$

Dimana :

ESA : lintasan sumbu standar ekuivalen untuk 1 hari

CESA : kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

LHRT : lintas harian rata-rata tahunan

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

3.17.6 Tipe Perkerasan

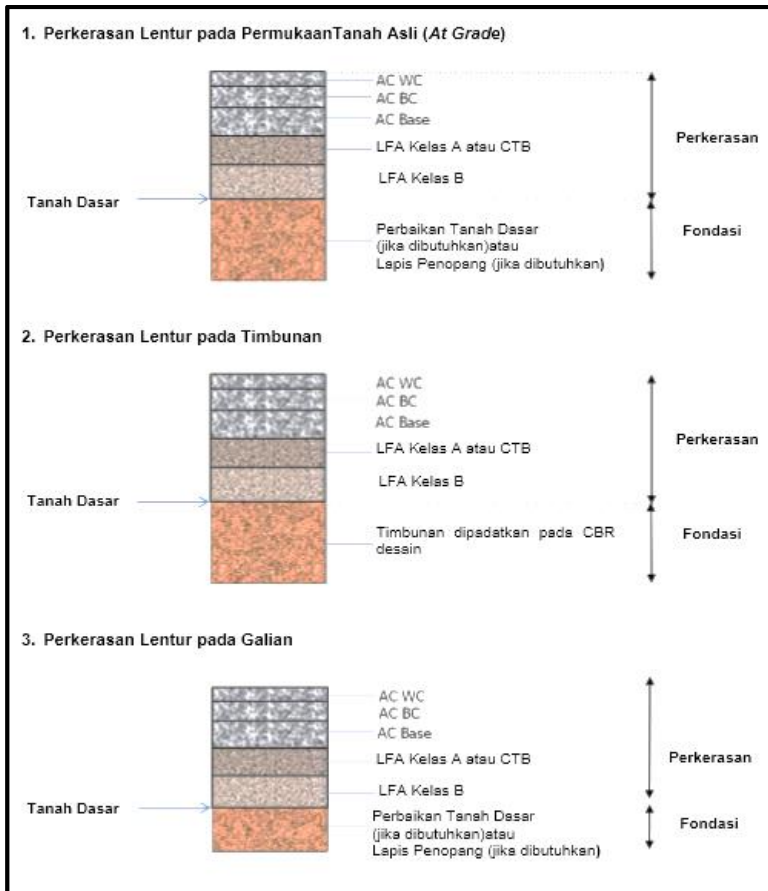
Setelah menentukan tipe perkerasan langkah selanjutnya adalah menentukan tebal perkerasan berdasarkan nilai CESA yang diperoleh. Karena tipe perkerasan yang direncanakan adalah perkerasan lentur maka Bagan Desain yang digunakan adalah Bagan Desain 3B yang dapat dilihat pada tabel 3.41 berikut ini.

Tabel 3.41 Bagan Desain 3B : Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

STRUKTUR PERKERASAN										
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9	
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 2					
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	< 2	≥ 2-4	> 4-7	> 7-10	> 10-20	> 20-30	> 30-50	> 50-100	> 100-200	
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)										
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245	
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300	
Catatan	1		2			3				

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017*

Lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 3.37 berikut ini.



Gambar 3.37 Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

3.18 Perencanaan Saluran Drainase

Perhitungan saluran drainase mengacu pada Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd. T-02-2006-B. Perencanaan saluran drainase jalan raya meliputi berikut ini.

3.18.1 Frekuensi Hujan Pada Periode Ulang T

Parameter untuk menghitung frekuensi tinggi hujan rencana selama 10 tahun adalah sebagai berikut.

- Hujan rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.58)$$

- Standard deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n}} \quad (3.59)$$

- Faktor frekuensi

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \quad (3.60)$$

- Jadi, frekuensi periode hujan pada periode tahun T

$$R_T = X + \left[\left(\frac{Y_T - Y_n}{S_n} \right) \right] \cdot Sx \quad (3.61)$$

Dimana :

\bar{X} : Hujan rata-rata

Sx : Standart deviasi

R_T : Frekuensi periode hujan pada periode tahun T

Y_T : Faktor reduksi

Y_n : Nilai yang tergantung paada nilai n

S_n : Standar deviasi merupakan fungsi dari n

3.18.2 Menghitung Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan rumus Mononobe, yaitu sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (3.62)$$

Dimana :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

t_c : Waktu konsentrasi (menit)

R_{24} : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

3.18.3 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$t_o = 1,44 \cdot \left(\frac{L_T \cdot nd}{\sqrt{t}} \right)^{0,467} \quad (3.63)$$

$$t_f = \frac{L}{V} \quad (3.64)$$

$$t_c = t_o + t_f \quad (3.65)$$

Dimana :

t_o : Intensitas hujan (mm/jam)

nd : Waktu konsentrasi (menit)

L_T : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

I : Kelandaian permukaan

V : Kecepatan air di saluran

Kecepatan air dihitung menggunakan rumus Manning sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{2/3} \quad (3.66)$$

Dimana :

V : Kecepatan hujan (mm/jam)

R : Jari-jari hidrolis = F/P (m)

F : Luas penampang basah (m^2)

- n : Koefisien kekasaran Manning
 i : Kemiringan muka saluran

3.18.4 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C = \frac{c_1.L_1 + c_2.L_2 + \dots + c_n.L_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.67)$$

Dimana :

- C_1, C_2 : Kecepatan hujan (mm/jam)
 A_1, A_2 : Luas daerah pengaliran

3.18.5 Perhitungan Debit Aliran (Q)

Debit aliran adalah jumlah pengaliran limpasan yang masuk ke dalam saluran yang jumlahnya menggunakan rumus berikut ini.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times (C \cdot I \cdot A) \quad (3.68)$$

Dimana :

- Q : Debit aliran ($m^3/detik$)
 C : Koefisien aliran
 I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A : Luas daerah aliran (km^2)

3.18.6 Merencanakan Dimensi Saluran

Direncanakan saluran berpenampang segi empat. Bentuk penampang saluran dipilih berdasarkan jenis tanah dasar, kedalaman saluran, kecepatan aliran, kemiringan saluran, dan lahan yang tersedia.

3.19 Penggambaran Hasil Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan dan mendapatkan hasil yang diharapkan, maka tahap selanjutnya adalah menuangkan hasil perhitungan dalam bentuk gambar teknis. Gambar yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal
2. Potongan memanjang dan melintang
3. Tebal konstruksi perkerasan lentur
4. Dimensi saluran drainase
5. Diagram superelevasi

3.20 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

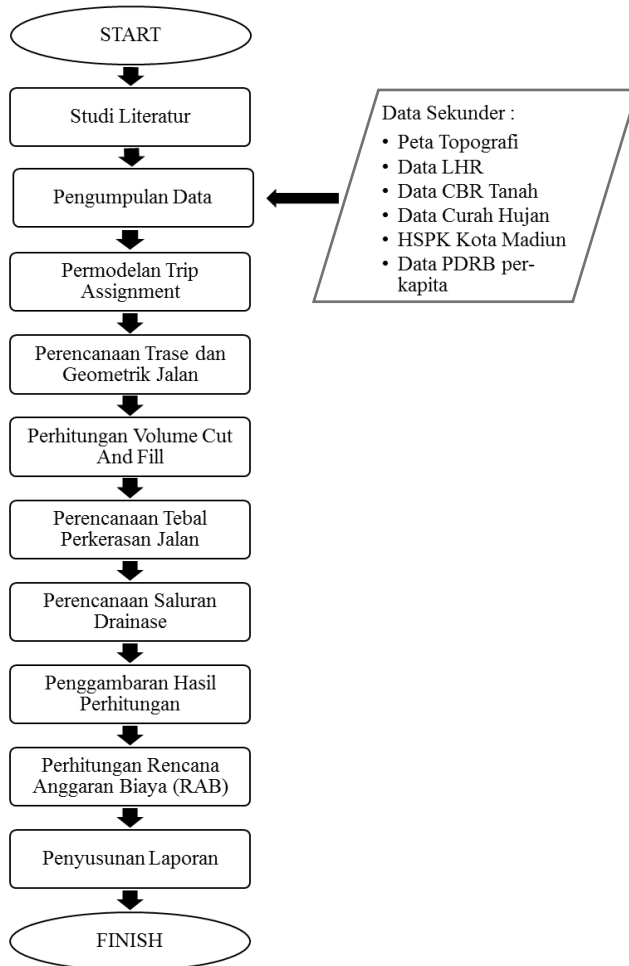
Perhitungan biaya untuk perencanaan pada konstruksi dapat dihitung menggunakan cara mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Analisa anggaran biaya disesuaikan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya yang dikonversi.

3.21 Penyusunan Laporan

Tugas akhir merupakan bentuk karya ilmiah, maka dalam penyelesaiannya diperlukan sebuah laporan yang ditulis secara sistematis dan terperinci.

3.22 Bagan Alir

Urutan proses pada pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

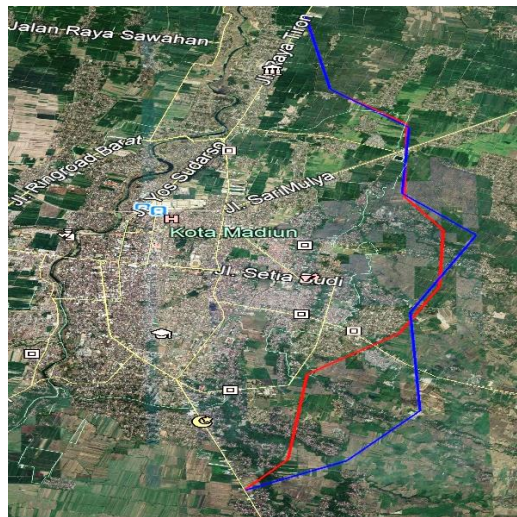
BAB IV

PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN

4.1 Alternatif Trase

Dalam perencanaan ini dibuat dua alternatif trase jalan yang memenuhi dalam aspek ekonomis dan aspek geometrik jalan. Kriteria perencanaan trase ini didasarkan pada beberapa kriteria utama yaitu dalam aspek ekonomis meliputi panjang trase, jumlah struktur jembatan, pembebasan sawah, pembebasan perkebunan dan pembebasan permukiman, sedangkan dalam aspek geometrik jalan meliputi jumlah tikungan dan kelandaian rata-rata jalan.

Gambar rencana alternatif trase jalan ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Alternatif Trase Jalan

Keterangan :

- Alternatif Trase 1
- Alternatif Trase 2

4.1.1 Analisis Pemilihan Trase

Pada tugas akhir ini, digunakan metode multi kriteria untuk menentukan trase pada rencana pembangunan jalan ring road timur kota Madiun. Analisis dilakukan dengan menggunakan matriks sederhana dengan kriteria yang telah ditentukan dengan sistem penilaian tertentu yang akan menghasilkan nilai atau bobot yang kemudian digunakan sebagai dasar pemilihan trase.

Untuk menentukan trase jalan ring road timur kota Madiun terdapat beberapa pertimbangan-pertimbangan yang harus diperhatikan. Pertimbangan-pertimbangan tersebut kemudian dijadikan sebagai kriteria dan sub kriteria dalam penilaian dari masing-masing alternatif sehingga akan didapatkan trase terpilih dalam perencanaan jalan ring road timur kota Madiun. Kriteria dan sub kriteria penilaian tersebut sebagaimana diuraikan dalam tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Kriteria dan Sub-Kriteria Penilaian Pemilihan Trase

No	Kriteria	Kode
1	Faktor Biaya	
	Panjang trase	A
	Struktur jembatan	B
	Pembebasan sawah	C
	Pembebasan perkebunan	D
	Pembebasan pemukiman	E
2	Faktor Geometrik Jalan	
	Jumlah tikungan	F
	Kelandaian rata-rata jalan	G

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing kriteria dan sub-kriteria di atas :

1. Faktor Biaya

A. Panjang Trase

Semakin pendek trase rencana akan semakin murah biaya pembangunannya, begitu pula jika semakin panjang trase rencana maka biaya pembangunannya akan semakin mahal. Sedangkan dari segi waktu tempuh, semakin pendek trase rencana maka akan menghasilkan waktu tempuh yang semakin cepat.

B. Struktur Jembatan

Pembangunan struktur jembatan akan menambah besar biaya pembangunan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun.

C. Pembebasan Sawah

Pembangunan jalan baru lebih disarankan untuk melewati lahan kosong atau persawahan agar biaya pembebasan lahan tidak terlalu tinggi.

D. Pembebasan Perkebunan

Begitu pula dengan lahan perkebunan, biaya yang dikeluarkan untuk pembebasan lahan perkebunan akan relatif lebih kecil dibandingkan dengan biaya pembebasan permukiman.

E. Pembebasan Permukiman

Pembangunan jalan baru yang direncanakan melewati permukiman penduduk sebaiknya diminimalkan karena dapat berdampak besar bagi biaya pembangunan jalan. Semakin banyak permukiman yang dibebaskan, semakin besar biaya yang harus dikeluarkan.

2. Faktor Geometrik Jalan

F. Jumlah Tikungan

Kecepatan dalam berkendara salah satunya dipengaruhi oleh kondisi geometrik jalan tersebut. Kondisi jalan yang memiliki banyak tikungan akan memaksa pengemudi untuk melambatkan laju kendaraanya. Dengan kecepatan yang lebih rendah dapat memperpanjang waktu tempuh untuk sampai ke tujuan.

G. Kelandaian Rata-Rata Jalan

Sama halnya dengan tikungan, semakin tinggi landai jalan maka akan memaksa pengemudi mengendarai kendaraanya dengan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan kondisi landai yang relatif datar. Pada pembahasan ini, digunakan landai rata-rata jalan dengan asumsi mewakili keseluruhan panjang jalan.

4.1.2 Analisis Kondisi Setiap Alternatif Trase

Data-data hasil analisis yang digunakan dalam penilaian pemilihan trase untuk alternatif trase 1, ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Data Alternatif Trase 1

Alternatif 1			
No	Kriteria	Kode	Keterangan
1	Faktor Biaya		
	Panjang trase	A	14,10 km
	Struktur jembatan	B	0 buah
	Pembebasan sawah	C	89,26%
	Pembebasan perkebunan	D	11%
	Pembebasan pemukiman	E	2,18%
2	Faktor Geometrik Jalan		
	Jumlah tikungan	F	8
	Kelandaian rata-rata jalan	G	1,00%

Data-data hasil analisis yang digunakan dalam penilaian pemilihan trase untuk alternatif trase 2, ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Data Alternatif Trase 2

Alternatif 2			
No	Kriteria	Kode	Keterangan
1	Faktor Biaya		
	Panjang trase	A	15,10 km
	Struktur jembatan	B	0 buah
	Pembebasan sawah	C	91%
	Pembebasan perkebunan	D	6%
	Pembebasan pemukiman	E	3%
2	Faktor Geometrik Jalan		
	Jumlah tikungan	F	7
	Kelandaian rata-rata jalan	G	1,40%

4.1.3 Penentuan Skala Numerik

Skala numerik digunakan untuk membandingkan tiap parameter penilaian agar menghasilkan parameter mana yang dirasa lebih penting dari parameter lainnya. Pada Tugas Akhir ini digunakan skala numerik 1-9 seperti pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Skala Penilaian Antar Kriteria

Tingkatan Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama penting	Sama pentingnya dibanding yang lain
3	Relatif lebih penting	Moderat pentingnya dibanding yang lain

Tabel 4.5 Skala Penilaian Antar Kriteria (Lanjutan)

Tingkatan Kepentingan	Definisi	Penjelasan
5	Lebih penting	Kuat pentingnya dibanding yang lain
7	Sangat penting	Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain
9	Jauh lebih penting	Ekstrem pentingnya dibanding yang lain
Tingkatan Kepentingan	Definisi	Penjelasan
2,4,6,8	Nilai antara	Nilai di antara dua penilaian yang berdekatan
Kebalikan		Kebalikan jika elemen i memiliki salah satu angka di atas ketika dibandingkan dengan elemen j, maka memiliki nilai kebalikannya ketika dibandingkan elemen i.

Sumber : Saaty, 1988

4.1.4 Penilaian Kriteria

Penilaian kriteria dilakukan dengan menggunakan matriks *pairwise comparison* yaitu dengan melakukan penilaian tingkat kepentingan suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya. Matriks *pairwise comparison* ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Matriks *Pairwise Comparison*

Kriteria	A	B	C	D	E	F	G
A	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00	0,50	2,00
B	0,33	1,00	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33
C	0,33	5,00	1,00	1,00	7,00	3,00	3,00
D	0,33	5,00	1,00	1,00	5,00	3,00	3,00
E	0,20	3,00	0,14	0,20	1,00	0,33	0,33
F	2,00	3,00	0,33	0,33	3,00	1,00	3,00
G	0,50	3,00	0,33	0,33	3,00	0,33	1,00

Dengan keterangan kriteria sebagai berikut :

- A : Panjang trase
- B : Struktur jembatan
- C : Pembebasan sawah
- D : Pembebasan perkebunan
- E : Pembebasan pemukiman
- F : Jumlah tikungan
- G : Kelandaian rata-rata jalan

4.1.5 Pembobotan

Berdasarkan matriks *pairwise comparison* pada tabel 4.6 diatas selanjutnya dihitung nilai *eigenvector* masing-masing kriteria dalam setiap baris. Didapatkan hasil pembobotan dan peringkat kepentingan masing-masing kriteria seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 *Eigenvector* dan Bobot Kriteria

Kriteria	<i>Eigenvector</i>	Bobot	Peringkat
A	2,015	0,234	1
B	0,337	0,039	7
C	1,944	0,225	2
D	1,853	0,215	3
E	0,409	0,047	6
F	1,292	0,150	4
G	0,774	0,090	5
Jumlah	8,624	1,000	

Berikut merupakan contoh perhitungan *eigenvector* dan bobot untuk kriteria A yaitu panjang trase.

Eigenvector :

$$W_A = \sqrt[n]{a_{AB} \times a_{AC} \times a_{AD} \times \dots \times a_{AG}}$$

$$W_A = \sqrt[7]{1 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 0,5 \times 2}$$

$$W_A = 2,015$$

Bobot kriteria :

$$x_A = \frac{w_A}{\sum w_i}$$

$$x_A = \frac{2,015}{8,624}$$

$$x_i = 0,234 = 23,4\%$$

Berdasarkan hasil pada tabel 4.7 didapatkan peringkat 1 adalah kriteria A yaitu panjang trase yang menjadi kriteria yang berpengaruh besar dalam pemilihan alternatif trase.

4.1.6 Penilaian Batasan Masing-masing Kriteria

Dalam menentukan bobot relatif untuk masing-masing kriteria, digunakan batasan untuk mendapatkan nilai batas *low*, *medium*, dan *high* yang disesuaikan dengan kondisi setiap alternatif. Batasan penilaian tersebut sebagaimana dijelaskan dalam tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Batasan Penilaian untuk Bobot Relatif

No	Kriteria	Batasan		
		<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
1	Faktor Biaya			
	Panjang trase	0 - 10 km	10,1 - 20 km	20,1 - 30 km
	Struktur jembatan	< 3	3 - 6	> 6
	Pembebasan sawah	< 75%	75% - 90%	90% - 100%
	Pembebasan perkebunan	< 3%	3% - 5%	> 5%
	Pembebasan pemukiman	< 5%	5% - 10%	> 10%
2	Faktor Geometrik Jalan			
	Jumlah tikungan	0 - 8	9 - 15	> 15
	Kelandaian rata-rata jalan	0% - 1%	1% - 2%	2%-3%

Berdasarkan batasan penilaian di atas, maka dapat dilihat nilai untuk masing-masing kriteria adalah seperti pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Nilai Multi Kriteria Analisis

No	Kriteria	Batasan		
		<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
1	Faktor Biaya			
	Panjang trase	3	2	1
	Struktur jembatan	3	2	1
	Pembebasan sawah	1	2	3
	Pembebasan perkebunan	1	2	3
	Pembebasan pemukiman	3	2	1
2	Faktor Geometrik Jalan			
	Jumlah tikungan	3	2	1
	Kelandaian rata-rata jalan	3	2	1

4.1.7 Penilaian Masing-masing Alternatif

Setelah mendapatkan bobot dan penilaian untuk masing-masing kriteria, kemudian dilakukan analisis penilaiannya untuk masing-masing alternatif trase. Bobot untuk masing-masing kriteria berdasarkan analisis yang ditunjukkan pada tabel 4.7 dan dapat ditulis seperti pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Bobot Kriteria untuk Penilaian Analisis Multi Kriteria

	Kriteria	Bobot
A	Panjang trase	23,37%
B	Struktur Jembatan	3,91%
C	Pembebasan Sawah	22,54%

Tabel 4.11 Bobot Kriteria untuk Penilaian Analisis Multi Kriteria
(Lanjutan)

D	Pembebasan Perkebunan	21,49%
E	Pembebasan Pemukiman	4,74%
F	Jumlah tikungan	14,98%
G	Kelandaian rata-rata jalan	8,98%
Jumlah		100%

Kemudian dilakukan perhitungan penilaian untuk masing-masing alternatif trase dengan mengalikan nilai dari masing-masing kriteria yang didapatkan dari analisis di atas dan bobot untuk masing-masing kriteria. Hasil penilaian masing-masing alternatif ditunjukkan pada tabel 4.12 untuk alternatif trase 1 dan 4.13 untuk alternatif trase 2 berikut ini.

Tabel 4.12 Hasil Multi Kriteria Analisis Alternatif Trase 1

Kriteria	Nilai alt 1	Bobot	Σ
Panjang trase	2	23,37	46,736
Struktur jembatan	3	3,91	11,724
Pembebasan sawah	3	22,54	67,632
Pembebasan perkebunan	3	21,49	64,458
Pembebasan pemukiman	3	4,74	14,217
Jumlah tikungan	3	14,98	44,934
Kelandaian rata-rata jalan	3	8,98	26,931
Total Nilai			276,632

Tabel 4.13 Hasil Multi Kriteria Analisis Alternatif Trase 2

Kriteria	Nilai alt 2	Bobot	Σ
Panjang trase	2	23,37	46,736
Struktur jembatan	3	3,91	11,724
Pembebasan sawah	3	22,54	67,632
Pembebasan perkebunan	3	21,49	64,458
Pembebasan pemukiman	3	4,74	14,217
Jumlah tikungan	3	14,98	44,934
Kelandaian rata-rata jalan	2	8,98	17,954
Total Nilai			267,655

Dari hasil analisis dan perhitungan pemilihan trase dengan multi kriteria analisis didapatkan hasil bahwa nilai terbesar adalah pada alternatif 1 dengan nilai 276,632, sehingga alternatif 1 yang akan digunakan untuk merencanakan jalan ring road timur kota Madiun.

4.2 Dasar Perancangan Geometrik Jalan

Dalam subbab ini akan ditentukan besaran sebagai dasar perancangan untuk jalan ring road timur kota Madiun. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut :

Nama jalan	: Jalan Ring Road Timur (JRRT) Kota Madiun
Klasifikasi jalan	: Jalan Arteri Primer
Tipe jalan	: Empat lajur, dua arah, terbagi (4/2 D)
Lebar jalan	: 2 x 7,5 m
Lebar bahu luar	: 2,5 m
Median	: 2,5 m
Kecepatan rencana	: 80 km/jam
Kelandaian maksimum	: 4%

4.3 Perancangan Alinyemen Horizontal

4.3.1 Kemiringan Medan

Kemiringan medan jalan diambil 25 m ke kiri dan 25 m ke kanan dari tengah trase jalan. Berdasarkan peta kontur didapatkan kemiringan medan jalan seperti pada tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4.14 Kemiringan Medan

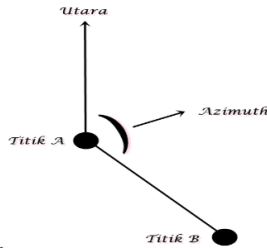
STA	Elevasi		Kemiringan %
	Kiri	Kanan	
0+000	52,355	51,855	1,000
1+000	52,417	54,060	3,286
2+000	56,000	53,362	5,276
3+000	59,000	56,627	4,746
4+000	55,569	56,071	1,004
5+000	58,000	55,290	5,420
6+000	56,127	58,542	4,830
7+000	68,659	68,360	0,598
8+000	61,000	58,923	4,154
9+000	78,335	77,823	1,024
10+000	75,411	77,650	4,478
11+000	84,597	82,865	3,464
12+000	76,682	77,308	1,252
13+000	80,201	80,423	0,444
14+000	85,131	86,059	1,856
Rata-Rata			2,856

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil rata-rata kemiringan medan di atas, prosentase tersebut masuk dalam kategori medan datar. Maka kecepatan jalan yang diijinkan berdasarkan peraturan Bina Marga adalah 70 - 120 km/jam.

4.3.2 Perancangan Sudut Azimuth

Perancangan sudut azimuth digunakan untuk mengontrol hasil sudut tikungan Landdesktop dengan hasil perhitungan. Apabila hasilnya sama maka koordinat yang direncanakan sudah sama dengan koordinat lapangan.



Gambar 4.2 Dasar Perhitungan Sudut Tikungan

Sumber : www.google.co.id/images

Contoh Perhitungan :

a. Sudut Azimuth

- α A-P1
- $\alpha = \text{ArcTg} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right)$
- $\alpha = \text{ArcTg} \left(\frac{560549,343 - 560176,822}{-838908,656 - (-836915,674)} \right)$
- $\alpha = 79,413^\circ$ (kuadran 2)

b. Sudut Tikungan

Sudut Tikungan PI

- $\Delta P1 = (\alpha P1 - P2) - (\alpha A - P1)$
 $= (38,952^\circ - 79,413^\circ)$
 $= 40,461^\circ$

Untuk perhitungan semua sudut azimuth dan sudut tikungan trase rencana dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut ini.

Tabel 4.15 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan

NO	TITIK	KOORDINAT		DELTA		PANJANG		KUADRAN	AZIMUTH	SUDUT		
		X	y	x	y	L	Kum			HITUNGAN	AUTOCAD	KONTROL
1	A	560176,822	-836915,674									
2	P1	560549,343	-838908,656	-372,5210	1992,9820	2027,4982	2027,4982	II	79,413	40,461	40	OK
3	P2	561711,699	-839848,307	-1162,3560	939,6510	1494,6623	3522,1606	II	38,952	52,562	52	OK
4	P3	561660,748	-841775,443	50,9510	1927,1360	1927,8094	5449,9700	II	91,514	34,531	35	OK
5	P4	562234,552	-842658,465	-573,8040	883,0220	1053,0807	6503,0507	II	56,983	35,576	35	OK
6	P5	562168,438	-844137,618	66,1140	1479,1530	1480,6298	7983,6805	III	92,559	23,964	24	OK
7	P6	561568,456	-845339,788	599,9820	1202,1700	1343,5740	9327,2545	III	116,523	25,753	26	OK
8	P7	560208,350	-846391,906	1360,1060	1052,1180	1719,5466	11046,8011	III	142,276	44,919	45	OK
9	P8	559931,513	-848536,006	276,8370	2144,1000	2161,8981	13208,6992	III	97,357	24,696	25	OK
10	B	559444,999	-849313,002	486,5140	776,9960	916,5308	14125,2300	III	122,053			

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

4.3.3 Jari-jari Tikungan

Jari-jari tikungan didapatkan dari tabel berdasarkan kecepatan rencana (V_D) dan superelevasi maksimum (e_{\max}) didapatkan panjang jari-jari minimum sebesar 210 m. Dari jari-jari tikungan minimum yang didapatkan panjang jari-jari tikungan rencana (R_o) yaitu sebesar 400 m.

4.3.4 Perhitungan Superelevasi (e)

Perhitungan superelevasi (e), pada perencanaan ini menggunakan cara AASHTO. Berikut ini adalah contoh perhitungan superelevasi pada titik P1.

Perhitungan Diagram Superelevasi (P1) :

- Kecepatan Rencana (V_D) = 80 km/jam
- $f_{\max} = -0,00065 \times V_D + 0,192 = 0,14$
- $e_{\max} = 10\%$
- $R_{\min} = 210 \text{ m}$
- $R_{\text{rencana}} = 400 \text{ m}$
- $D = 1432,39 : R_{\text{rencana}} = 3,581^\circ$
- $D_{\max} = \frac{181913,53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{V_D^2} = 6,822^\circ$
- $(e+f) = (e_{\max} + f_{\max}) \times \frac{D}{D_{\max}} = 0,126$
- $V_R = 85\% \times V_D = 68 \text{ km/jam}$
- $D_p = \frac{181913,53 \times e_{\max}}{V_R^2} = 3,934^\circ$
- $h = e_{\max} \times \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{\max} = 0,038$
- $\text{tg } \alpha_1 = \frac{h}{D_p} = 0,01$
- $\text{tg } \alpha_2 = \frac{f_{\max} - h}{D_{\max} - D_p} = 0,035$
- $M_o = D_p \times (D_{\max} - D_p) \times \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 D_{\max}} = 0,021$

- $f_1 = M_o \times \left(\frac{D}{D_p}\right)^2 + D \times \text{tg } \alpha_1 = 0,052$
- $f_2 = M_o \times \left(\frac{D_{\max} - D}{D_{\max} - D_p}\right)^2 + h \times (D - D_p) \times \text{tg } \alpha_2 = 0,053$
- $f(D) = \text{jika } D < D_p = f_1, \text{ jika } D > D_p = f_2$
- $e = (e+f) - f(D) = 0,073 = 7,334\%$
- $e < e_{\max} = \text{"ok"}$

Tipe tikungan : $e < 3\% = \text{LC}$, $e > 3\% = \text{SCS / SS}$

Perhitungan superelevasi (e) di semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4.16 Perhitungan Superelevasi (e)

NO	TIKUNGAN	V _D	F _{MAX}	E _{MAX}	Jari-Jari Lengkung		Derajat Lengkung		E+F	V _R	D _p	h	Tg alfa1	Tg alfa2	Mo	f1	f2	f(D)	e		TIPE TIKUNGAN	
					R _{MIN}	R _{RENCANA}	D	D _{MAX}												%	CEK	
1	A	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
2	P1	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
3	P2	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
4	P3	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
5	P4	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
6	P5	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
7	P6	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
8	P7	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
9	P8	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS
10	B	80	0,14	0,1	210	400	3,581	6,822	0,126	68	3,934	0,038	0,010	0,035	0,021	0,052	0,053	0,053	0,073	7,334	OK	SCS/SS

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

4.3.5 Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan panjang lengkung peralihan pada titik P1. 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 = 80 km/jam (Direncanakan)
- T = 3 detik (No.007/BM/2009)

Maka :

- $L_s = \frac{V_R}{3,6} \times T = \frac{80}{3,6} \times 3 = 66,667 \text{ m}$

2. Panjang Lengkung Peralihan Minimum berdasarkan Modifikasi Shortt

Data yang dibutuhkan :

- V_D = 80 km/jam
- C = 0,5 m/dt³
- R = 400 m

Maka :

- $L_s = \frac{0,022 (V_R)^3}{R \times C} - \frac{2,727 \times V_R \times e}{C}$
- $L_s = \frac{0,022 (80)^3}{400 \times 0,5} - \frac{2,727 \times 80 \times 7,334\%}{0,5} = 24,319 \text{ m}$

3. Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan perubahan kelandaian

Data yang dibutuhkan :

- e_{maks} = 10%
- e_n = 2%
- V_D = 80 km/jam
- re = 0,025

Maka :

$$\bullet L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) Vr}{3,6 \times re} = \frac{(10\% - 2\%) 80}{3,6 \times 0,025} = 71,111$$

4. Panjang Lengkung Peralihan berdasarkan kelandaian relatif maksimum

Data yang dibutuhkan :

- $e = 7,334\%$
- $e_n = 2\%$
- $B = 7,5 \text{ m}$
- $M_{maks} = 200$

Maka :

- $L_s \geq (e + e_n) \times B \times m_{maks}$
- $L_s \geq (7,334\% + 2\%) \times 7,5 \times 200$
- $L_s \geq 140,013 \text{ m}$

Berdasarkan dari penentuan nilai panjang lengkung peralihan diatas, maka dipilih panjang lengkung minimum terbesar sebagai acuan yaitu $140,013 \text{ m} \approx 141 \text{ m}$

Untuk perhitungan panjang lengkung peralihan (L_s) di semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut ini.

Tabel 4.17 Panjang Lengkung Peralihan (Ls)

NO	TIKUNGAN	V _D	CARA 1 WAKTU TEMPUH		CARA 2 MODIFIKASI SHORTT				CARA 3 PERUBAHAN KELANDAIAAN				CARA 4 LANDAI RELATIF			Ls max	Ls
			T(detik)	Ls	Rrencana	C	e	Ls	emax	en	re	Ls	B	Mmax	Ls		
1	P1	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
2	P2	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
3	P3	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
4	P4	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
5	P5	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
6	P6	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
7	P7	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141
8	P8	80	3	66,667	400	0,5	0,073	24,319	0,1	0,02	0,025	71,111	7,5	200	140,013	140,013	141

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

4.3.6 Parameter Tipe Lengkung Horizontal S-C-S

Berdasarkan hasil perhitungan superelevasi, dapat diketahui bahwa tipe lengkung horizontal titik P1 adalah tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Setelah diketahui tipe lengkung horizontalnya, maka kemudian menghitung parameter pada tipe lengkung *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Berikut ini adalah contoh perhitungan parameter tipe lengkung *Spiral-Circle-Spiral* pada titik P1 :

Perhitungan Parameter Tikungan SCS (P1)

- $\theta_s = \frac{90 Ls}{\pi R} = \frac{90 \times 141}{\pi \times 400} = 10,098$
- $Lc = \frac{\Delta - 2\theta_s \times \pi \times R}{180} = \frac{40,461^\circ - 2 \times 10,098 \times \pi \times 400}{180}$
 $= 141,468 \text{ m}$
- $p = \frac{Ls^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) = \frac{141^2}{6 \times 400} - 400 (1 - \cos 10,098)$
 $= 2,087 \text{ m}$
- $K = Ls - \frac{Ls^2}{40 R^2} - R \sin \theta_s = 141 - \frac{141^2}{40 \times 400^2} - 400 \sin 10,098$
 $= 70,861 \text{ m}$
- $Ts = (R + p) \times \text{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k = (400 + 2,087) \times$
 $\text{tg} \left(\frac{1}{2} 40,461^\circ \right) + 70,861$
 $= 219,042 \text{ m}$
- $Es = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R = \frac{(400+2,087)}{\cos \left(\frac{1}{2} 40,461^\circ \right)} - 400$
 $= 28,522 \text{ m}$

- $X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2}\right) = 141 \left(1 - \frac{141^2}{40 \times 400^2}\right)$
 $= 140,562 \text{ m}$
- $Y_s = \frac{L_s^2}{6R} = \frac{141^2}{6 \times 400} = 8,284 \text{ m}$

Untuk perhitungan parameter tikungan S-C-S di semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut ini.

Tabel 4.18 Parameter Tikungan S-C-S

NO	TIKUNGAN	V _D	RADIUS	SUDUT	L _s	e	SPIRAL CIRCLE SPIRAL								KONTROL TIPE LENGKUNG
			R	Δ			0 _s	L _c	p	k	T _s	E _s	X _s	Y _s	
1	P1	80	400	40,461	141	0,073	10,098	141,468	2,087	70,861	219,042	28,522	140,562	8,284	OK-SCS
2	P2	80	400	52,562	141	0,073	10,098	225,954	2,087	70,861	269,421	48,441	140,562	8,284	OK-SCS
3	P3	80	400	34,531	141	0,073	10,098	100,072	2,087	70,861	195,832	21,060	140,562	8,284	OK-SCS
4	P4	80	400	35,576	141	0,073	10,098	107,366	2,087	70,861	199,864	22,274	140,562	8,284	OK-SCS
5	P5	80	400	23,964	141	0,073	10,098	26,298	2,087	70,861	156,195	11,042	140,562	8,284	OK-SCS
6	P6	80	400	25,753	141	0,073	10,098	38,790	2,087	70,861	162,778	12,459	140,562	8,284	OK-SCS
7	P7	80	400	44,919	141	0,073	10,098	172,594	2,087	70,861	237,078	35,088	140,562	8,284	OK-SCS
8	P8	80	400	24,696	141	0,073	10,098	31,407	2,087	70,861	158,882	11,608	140,562	8,284	OK-SCS

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

4.3.7 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 P1:

Titik Stasioning dari *Tangen – Spiral* :

$$\text{STA TS} = 1+808,80$$

Titik Stasioning dari *Spiral – Circle* :

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\ &= 1+808,80 + 141 = 1+949,80 \end{aligned}$$

Titik Stasioning *Mid* :

$$\begin{aligned} \text{STA Mid} &= \text{STA SC} + 0,5 L_c \\ &= 1+949,80 + 0,5 \times 141,468 = 2+020,534 \end{aligned}$$

Titik Stasioning *Circle – Spiral* :

$$\begin{aligned} \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\ &= 1+949,80 + 141,468 = 2+091,268 \end{aligned}$$

Titik Stasioning *Spiral – Tangen* :

$$\begin{aligned} \text{STA ST} &= \text{STA CS} + L_s \\ &= 2+091,268 + 141 = 2+232,268 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan semua stasioning dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut ini.

Tabel 4.19 Stasioning Alinyemen Horizontal

No	Tikungan	TS	SC	Mid	CS	ST
1	P1	1+808,800	1+949,800	2+020,534	2+091,268	2+232,268
2	P2	3+239,450	3+380,450	3+493,427	3+606,404	3+747,404
3	P3	5+210,840	5+351,840	5+401,876	5+451,912	5+592,912
4	P4	6+251,140	6+392,140	6+445,823	6+499,506	6+640,506
5	P5	7+765,790	7+906,790	7+919,939	7+933,088	8+074,088
6	P6	9+099,570	9+240,570	92+59,965	9+279,360	9+420,360
7	P7	10+740,970	10+881,970	10+968,27	11+054,564	11+195,564
8	P8	12+935,270	13+076,270	13+091,97	13+107,677	13+248,677

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.8 Jarak Kebebasan Samping

Jarak kebebasan samping diperhitungkan untuk memberikan jarak aman untuk pengendara terutama kendaraan berat untuk melihat rintangan yang ada didepannya. Perhitungan ini berdasarkan jarak pandang henti (JPH).

Contoh perhitungan jarak kebebasan samping pada tikungan P1 :

- $R' = R - \left(\frac{1}{2} \text{Lebar lajur}\right) = 400 - \left(\frac{1}{2} \times 7,5\right)$
 $= 396,25 \text{ m}$
- $V_D = 80 \text{ km/jam}$
- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- $f = 0,35$

Jh menggunakan persamaan 3.9 = 128 m

- $S = jh = 128 \text{ m}$
- $Lt = Lc + (2 \times Ls)$
 $= 141,468 + (2 \times 141)$
 $= 423,468 \text{ m}$

Karena $S < Lt$ maka perhitungan kebebasan samping (E)

- $E = R' \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \cdot S}{R'}\right)\right]$
 $= 396,25 \left[1 - \cos\left(\frac{28,65 \times 128}{396,25}\right)\right]$
 $= 5,158 \text{ m}$

Untuk perhitungan jarak kebebasan samping di semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut ini.

Tabel 4.20 Perhitungan Jarak Kebebasan Samping

No	Tikungan	V _D	Radius		Panjang lengkung	L _s	L _t	S	Jarak Pandang Pengemudi	E
			R	R'	LC					
1	P1	80	400	396,25	141,468	141	423,468	128	S < L _t	5,158
2	P2	80	400	396,25	225,954	141	507,954	128	S < L _t	5,158
3	P3	80	400	396,25	100,072	141	382,072	128	S < L _t	5,158
4	P4	80	400	396,25	107,366	141	389,366	128	S < L _t	5,158
5	P5	80	400	396,25	26,298	141	308,298	128	S < L _t	5,158
6	P6	80	400	396,25	38,790	141	320,790	128	S < L _t	5,158
7	P7	80	400	396,25	172,594	141	454,594	128	S < L _t	5,158
8	P8	80	400	396,25	31,407	141	313,407	128	S < L _t	5,158

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

4.3.9 Pelebaran Pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan menggunakan kendaraan rencana single unit truck dengan overhang belakang.

Direncanakan :

- $V_d = 80 \text{ km/jam}$
- $R = 400 \text{ m}$
- $A = 0 \text{ m}$
- $L = 12,8 \text{ m}$
- $\mu = 2,6 \text{ m}$
- $C = 0,9 \text{ m}$
- $N = 2 \text{ lajur / arah}$
- $W_n = 7,5 \text{ m}$
- $Z = 0,1 \times \frac{V}{\sqrt{R}} = 0,1 \times \frac{80}{\sqrt{400}} = 0,4$
- $F_a = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$
 $= \sqrt{400^2 + 0(2 \times 12,8 + 0)} - 400$
 $= 0 \text{ m}$
- $U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2}$
 $= 2,6 + 400 - \sqrt{400^2 - 12,8^2}$
 $= 2,805 \text{ m}$
- $W_c = N(U + C) + (N - 1)F_a + Z$
 $= 2(2,805 + 0,9) + (2-1)0 + 0,4$
 $= 7,81 \text{ m}$
- $\omega = W_c - W_n$
 $= 7,81 \text{ m} - 7,5 \text{ m}$
 $= 0,31 \text{ m}$

Berdasarkan peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997 pelebaran yang nilainya lebih kecil dari 0,6 m **dapat diabaikan**.

Untuk perhitungan pelebaran pada tikungan di semua tikungan dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut ini.

Tabel 4.21 Perhitungan Pelebaran Tikungan

NO	TIKUNGAN	VD	R	U	Fa	Z	Wc	ω
1	P1	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
2	P2	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
3	P3	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
4	P4	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
5	P5	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
6	P6	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
7	P7	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310
8	P8	80	400	2,805	0	0,4	7,810	0,310

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.10 Perencanaan Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal atau bisa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Berikut ini contoh parameter perhitungan alinyemen vertikal pada PV1 :

Perhitungan Kelandaian Rencana (PPV 1) :

- g_1 = 0,14 %
- g_2 = 1,42 %
- V_D = 80 km/jam
- A = $g_1 - g_2$
= 0,14% - 1,42%
= 1,28 % (Cekung)

- JPH = 128

Perhitungan Panjang L

L dengan $S < L$

- $L = \frac{AS^2}{399}$
- $L = \frac{1,28 \times 128^2}{399}$
- $L = 52,560 \text{ m}$ (tidak memenuhi)
- L dengan $S > L$
- $L = 2S - \frac{960}{A}$
- $L = 2 \times 128 - \left(\frac{960}{1,28}\right)$
- $L = -494,000 \text{ m}$ (memenuhi)

Syarat kenyamanan Untuk Panjang Lengkung Vertikal

- $L \geq Vd \times 3 \text{ detik}$
- $L \geq \left(\frac{80 \times 1000}{3600 \text{ detik}}\right) \times 3 \text{ detik}$
- $L \geq 66,667 \text{ m}$

Syarat Bentuk Visual Untuk Panjang Lengkung Vertikal
Digunakan untuk lengkung cekung

- $L \geq \left(\frac{A \times Vd^2}{380}\right)$
- $L \geq \left(\frac{1,28 \times 80^2}{380}\right)$
- $L \geq 21,558 \text{ m}$

Maka ,

L pakai yaitu $6,667 \text{ m} \approx 67 \text{ m}$

Setelah melakukan perhitungan sesuai persyaratan lengkung vertikal. Maka panjang lengkung yang digunakan pada $PV1 = 67 \text{ m}$

Perhitungan Stasioning dan Elevasi Lengkung Vertikal

Diperoleh dari Landdesktop, sebagai berikut :

- STA PLV = 6+616,50
PPV = 6+650,00
PTV = 6+683,50
- Elevasi PLV = 61,36
PPV = 61,41
PTV = 61,88

Untuk perhitungan alinyemen vertikal di semua titik dapat dilihat pada tabel 4.22 berikut ini.

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal

No	Lengkung	Vd	Gradien		A	Jarak Pandangan (S)		Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)				L Pakai	Kontrol L Pakai						Lengkung Rencana	
			g1	g2		JPH	JPM		S<L	Kontrol	S>L	Kontrol		Kenyamanan	Kontrol	Visual	Kontrol	Label	STA	Elevasi	Ev
1	PPV 1	80	0,14	1,42	1,28	128	550	cekung	52,560	NO	-494	OK	67	66,667	OK	21,558	OK	PLV	6+616,50	61,36	0,107
								JPH										PPV	6+650,00	61,41	
																			PTV	6+683,50	61,88
2	PPV2	80	1,42	-0,99	2,41	128	550	cembung	98,961	NO	90,439	OK	91	66,667	OK			PLV	7+404,50	72,09	0,274
								JPH										PPV	7+450,00	72,74	
																		PTV	7+495,50	72,29	
3	PPV3	80	-0,99	1,9	2,89	128	550	cekung	118,671	NO	117,937	OK	118	66,667	OK	48,674	OK	PLV	8+241,00	64,94	0,426
								JPH										PPV	8+300,00	64,36	
																		PTV	8+359,00	65,48	
4	PPV4	80	1,9	-0,52	2,42	128	550	cembung	99,372	NO	91,123	OK	92	66,667	OK			PLV	8+929,00	76,33	0,278
								JPH										PPV	8+975,00	77,21	
																		PTV	9+021,00	76,97	
5	PPV5	80	-0,52	0,72	1,24	128	550	cekung	50,918	NO	-65,774	OK	67	66,667	OK	20,884	OK	PLV	9+716,50	73,36	0,103
								JPH										PPV	9+750,00	73,19	
																		PTV	9+783,50	73,43	
6	PPV6	80	0,72	-0,64	1,36	128	550	cembung	55,845	NO	-37,382	OK	67	66,667	OK			PLV	10+616,5	79,47	0,113
								JPH										PPV	10+650,0	79,71	
																		PTV	10+683,5	79,5	
7	PPV7	80	-0,64	1,12	1,76	128	550	cekung	72,270	NO	29,295	OK	67	66,667	OK	29,642	OK	PLV	11+816,5	72,28	0,147

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

No	Lengkung	Vd	Gradien		A	Jarak Pandangan (S)		Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)				L Pakai	Kontrol L Pakai						Lengkung Rencana	
			g1	g2		JPH	JPM		S<L	Kontrol	S>L	Kontrol		Kenyamanan	Kontrol	Visual	Kontrol	Label	STA	Elevasi	Ev
								JPH										PPV	11+850,0	72,06	
																		PTV	11+883,5	72,44	
8	PPV8	80	1,12	0,28	0,84	128	550	cembung	34,493	NO	-219	OK	67	66,667	OK			PLV	12+691,5	81,47	0,070
								JPH										PPV	12+725,0	81,84	
																		PTV	12+758,5	81,93	

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB V

PERANCANGAN PERKERASAN

5.1 Dasar Perancangan Perkerasan

Dasar subbab ini, akan ditentukan besaran sebagai dasar perancangan perkerasan untuk Jalan Ring Road Timur Kota Madiun. Data yang ditentukan adalah sebagai berikut:

Nama Jalan	: Jalan Ring Road Timur Kota Madiun
Klasifikasi Jalan	: Jalan Arteri Primer
Tipe Jalan	: Empat lajur, dua arah terbagi (4/2 D)
Tahun dibuka	: 2024
Umur Rencana	: 20 Tahun
Perkerasan	: Aspal (<i>Flexible</i>)
CBR Alternatif	: 6% (CBR efektif tanah dasar)

5.2 Pengolahan Data CBR

Data CBR yang digunakan dalam perencanaan ini didapatkan dari Asumsi CBR tanah dasar efektif yaitu 6% dengan penimbunan tanah Sirtu setinggi 30 cm.

5.3 Pengolahan Data PDRB

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 20 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 Kota Madiun yang besaran nilainya dapat dilihat pada tabel 5.1, 5.2, dan 5.3 berikut ini..

5.3.1 Data Perencanaan

Data PDRB atas dasar harga konstan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan pribadi dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Data PDRB Atas Dasar Harga Konstan

No	Tahun	PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Milyar)
1	2010	6081,20
2	2011	6494,40
3	2012	6937,70
4	2013	7470,70
5	2014	7965,30
6	2015	8455,44
7	2016	8954,70

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

Data PDRB per kapita atas dasar harga konstan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Data PDRB Perkapita Atas Dasar Harga Konstan

No	Tahun	PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Ribu)
1	2010	35499,30
2	2011	37742,00
3	2012	40125,50
4	2013	42910,30
5	2014	45672,40
6	2015	48316,80
7	2016	50994,90

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

Data pertumbuhan penduduk untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus dan angkutan umum dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2010	171305
2	2011	172073
3	2012	172886
4	2013	174114
5	2014	174373
6	2015	174995
7	2016	175607

Sumber : Pertumbuhan Penduduk (BPS Provinsi Jawa Timur)

5.3.2 Pengolahan Data Pertumbuhan Kendaraan

Pertumbuhan kendaraan pribadi dihitung berdasarkan data PDRB atas dasar harga konstan. Jalan akan dibuka pada tahun 2024 dengan umur rencana 20 tahun. Prosentase pertumbuhan kendaraan pribadi dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{i Tahun 2011} &= \frac{PDRB \text{ tahun 2011} - PDRB \text{ tahun 2010}}{PDRB \text{ tahun 2010}} \times 100\% \\ &= \frac{6494,40 - 6081,20}{6081,20} \times 100\% \\ &= 6,79\% \end{aligned}$$

Untuk tahun 2017 sampai tahun 2044 prosentase kendaraan pribadi menggunakan regresi linear.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{PDRB Tahun 2017} &= 484,65 (x) - 968119 \\ &= 484,65 (2017) - 968119 \\ &= 9420,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{i Tahun 2017} &= \frac{PDRB \text{ tahun 2017} - PDRB \text{ tahun 2016}}{PDRB \text{ tahun 2016}} \times 100\% \\ &= \frac{9420,05 - 8954,70}{8954,70} \times 100\% \\ &= 5,20\% \end{aligned}$$

Tabel 5.4 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi

No	Tahun	PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Milyar)	i	%
1	2010	6081,20		
2	2011	6494,40	0,0679	6,79%
3	2012	6937,70	0,0683	6,83%
4	2013	7470,70	0,0768	7,68%
5	2014	7965,30	0,0662	6,62%
6	2015	8455,44	0,0615	6,15%

Tabel 5.5 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi (Lanjutan)

7	2016	8954,70	0,0590	5,90%
8	2017	9420,05	0,0520	5,20%
9	2018	9904,7	0,0514	5,14%
10	2019	10389,35	0,0489	4,89%
11	2020	10874	0,0466	4,66%
12	2021	11358,65	0,0446	4,46%
13	2022	11843,3	0,0427	4,27%
14	2023	12327,95	0,0409	4,09%
15	2024	12812,6	0,0393	3,93%
16	2025	13297,25	0,0378	3,78%
17	2026	13781,9	0,0364	3,64%
18	2027	14266,55	0,0352	3,52%
19	2028	14751,2	0,0340	3,40%
20	2029	15235,85	0,0329	3,29%
21	2030	15720,5	0,0318	3,18%
22	2031	16205,15	0,0308	3,08%
23	2032	16689,8	0,0299	2,99%
24	2033	17174,45	0,0290	2,90%
25	2034	17659,1	0,0282	2,82%
26	2035	18143,75	0,0274	2,74%
27	2036	18628,4	0,0267	2,67%
28	2037	19113,05	0,0260	2,60%
29	2038	19597,7	0,0254	2,54%
30	2039	20082,35	0,0247	2,47%
31	2040	20567,00	0,0241	2,41%
32	2041	21051,65	0,0236	2,36%
33	2042	21536,30	0,0230	2,30%
34	2043	22020,95	0,0225	2,25%
35	2044	22505,60	0,0220	2,20%
Rata-Rata			0,0393	3,93%

Sumber : Hasil Perhitungan

Pertumbuhan kendaraan truk dihitung berdasarkan data PDRB per kapita atas dasar harga konstan. Prosentase pertumbuhan kendaraan truk dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{i tahun 2011} &= \frac{PDRB \text{ tahun 2011} - PDRB \text{ tahun 2010}}{PDRB \text{ tahun 2010}} \times 100\% \\
 &= \frac{37742,00 - 35499,30}{35499,30} \times 100\% \\
 &= 6,32 \%
 \end{aligned}$$

Untuk tahun 2017 sampai tahun 2044 prosentase pertumbuhan truk menggunakan regresi linear.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{PDRB Tahun 2017} &= 2613,7(x) - 5218319 \\
 &= 53513,90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i Tahun 2017} &= \frac{PDRB \text{ tahun 2017} - PDRB \text{ tahun 2016}}{PDRB \text{ tahun 2016}} \times 100\% \\
 &= \frac{53513,90 - 50994,90}{50994,90} \times 100\% \\
 &= 4,94 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.6 Prosentase Pertumbuhan Truk

No	Tahun	PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Ribu)	i	%
1	2010	35499,30		
2	2011	37742,00	0,063176	6,32%
3	2012	40125,50	0,063152	6,32%
4	2013	42910,30	0,069402	6,94%
5	2014	45672,40	0,064369	6,44%
6	2015	48316,80	0,057899	5,79%
7	2016	50994,90	0,055428	5,54%
8	2017	53513,90	0,049397	4,94%
9	2018	56127,60	0,048842	4,88%

Tabel 5.7 Prosentase Pertumbuhan Truk (Lanjutan)

No	Tahun	PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Ribu)	i	%
10	2019	58741,30	0,046567	4,66%
11	2020	61355,00	0,044495	4,45%
12	2021	63968,70	0,042600	4,26%
13	2022	66582,40	0,040859	4,09%
14	2023	69196,10	0,039255	3,93%
15	2024	71809,80	0,037772	3,78%
16	2025	74423,50	0,036398	3,64%
17	2026	77037,20	0,035119	3,51%
18	2027	79650,90	0,033928	3,39%
19	2028	82264,60	0,032814	3,28%
20	2029	84878,30	0,031772	3,18%
21	2030	87492,00	0,030794	3,08%
22	2031	90105,70	0,029874	2,99%
23	2032	92719,40	0,029007	2,90%
24	2033	95333,10	0,028189	2,82%
25	2034	97946,80	0,027417	2,74%
26	2035	100560,50	0,026685	2,67%
27	2036	103174,20	0,025991	2,60%
28	2037	105787,90	0,025333	2,53%
29	2038	108401,60	0,024707	2,47%
30	2039	111015,30	0,024111	2,41%
31	2040	113629,00	0,023544	2,35%
32	2041	116242,70	0,023002	2,30%
33	2042	118856,40	0,022485	2,25%
34	2043	121470,10	0,021990	2,20%
35	2044	124083,80	0,021517	2,15%
Rata-Rata			0,037585	3,76%

Sumber : Hasil Perhitungan

Pertumbuhan kendaraan bus dan angkutan umum dihitung berdasarkan data jumlah penduduk. Prosentase pertumbuhan kendaraan bus dan angkutan umum dapat dilihat pada tabel 5.8 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{i Tahun 2011} &= \frac{\text{penduduk 2011} - \text{penduduk 2010}}{\text{PDRB tahun 2010}} \times 100\% \\ &= \frac{172073 - 171305}{171305} \times 100\% \\ &= 0,45\% \end{aligned}$$

Untuk tahun 2017 sampai tahun 2044 prosentase pertumbuhan kendaraan bus dan angkutan umum menggunakan regresi linear.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Penduduk Tahun 2017} &= 722,75(x) - 1281274 \\ &= 722,75(2017) - 1281274 \\ &= 176513 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{i Tahun 2017} &= \frac{\text{Pend. tahun 2017} - \text{Pend. tahun 2016}}{\text{Pend. tahun 2016}} \times 100\% \\ &= \frac{176513 - 175607}{175607} \times 100\% \\ &= 4,94\% \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	i	%
1	2010	171305		
2	2011	172073	0,004483	0,45%
3	2012	172886	0,004725	0,47%
4	2013	174114	0,007103	0,71%
5	2014	174373	0,001488	0,15%
6	2015	174995	0,003567	0,36%
7	2016	175607	0,003497	0,35%

Tabel 5.9 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum (Lanjutan)

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	i	%
8	2017	176513	0,005158	0,52%
9	2018	177236	0,004095	0,41%
10	2019	177958	0,004078	0,41%
11	2020	178681	0,004061	0,41%
12	2021	179404	0,004045	0,40%
13	2022	180127	0,004029	0,40%
14	2023	180849	0,004012	0,40%
15	2024	181572	0,003996	0,40%
16	2025	182295	0,003981	0,40%
17	2026	183018	0,003965	0,40%
18	2027	183740	0,003949	0,39%
19	2028	184463	0,003934	0,39%
20	2029	185186	0,003918	0,39%
21	2030	185909	0,003903	0,39%
22	2031	186631	0,003888	0,39%
23	2032	187354	0,003873	0,39%
24	2033	188077	0,003858	0,39%
25	2034	188800	0,003843	0,38%
26	2035	189522	0,003828	0,38%
27	2036	190245	0,003814	0,38%
28	2037	190968	0,003799	0,38%
29	2038	191691	0,003785	0,38%
30	2039	192413	0,003770	0,38%
31	2040	193136	0,003756	0,38%
32	2041	193859	0,003742	0,37%
33	2042	194582	0,003728	0,37%
34	2043	195304	0,003714	0,37%
35	2044	196027	0,003701	0,37%
Rata-Rata			0,003973	0,40%

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Data lalu lintas rencana jalan ring road timur kota Madiun didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Data lalu lintas yang didapatkan berupa data volume kendaraan per hari pada ruas yang ditinjau yaitu ruas Jalan Raya Madiun Ponorogo.

5.4.1 Data Perencanaan

Data LHR yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data LHR ruas jalan raya Madiun-Ponorogo tahun 2015. Rekapitulasi data LHR dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Klasifikasi jenis kendaraan berdasarkan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Untuk Golongan 1 (sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang dan roda 3), Golongan 2 (sedan, jeep, station, dan taxi), Golongan 3 (opelet, pich up, suburban, combi, minibus), Golongan 4 (pich up, micro truk, mobil hantaran, dan truk ban belakang 1), Golongan 5a (bus kecil), Golongan 5b (bus besar), Golongan 6a (truk/box, truk tangki 2 sumbu 3/4), Golongan 6b (truk/box, truk tangki 2 sumbu), Golongan 7a (truk/box, truk tangki 3 sumbu), Golongan 7b (truk/truk tangki gandeng), Golongan 7c (truk semi treiler dan truk treiler sumbu.)

Rekapitulasi data lalu lintas arah Ponorogo-Madiun dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Ponorogo-Madiun

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
			kend/hari
1	1	Sepeda Motor	9463
2	2	Sedan,jeep	3576
3	3	Angkutan umum	91
4	4	Pick up	1130
5	5a	Bus Kecil	78
6	5b	Bus Besar	133
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	826
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	309
9	7a	Truk 3 sumbu	117
10	7b	Truk gandengan	59
11	7c	Truk semi-trailer	70
Total			15852

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

Rekapitulasi data lalu lintas arah Madiun-Ponorogo dapat dilihat pada tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Madiun-Ponorogo

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
			kend/hari
1	1	Sepeda Motor	8492
2	2	Sedan,jeep	2800
3	3	Angkutan umum	71
4	4	Pick up	1138
5	5a	Bus Kecil	94

Tabel 5.12 Rekapitulasi Data Lalu Lintas Arah Madiun-Ponorogo
(Lanjutan)

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
			kend/hari
6	5b	Bus Besar	67
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	907
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	138
9	7a	Truk 3 sumbu	43
10	7b	Truk gandengan	62
11	7c	Truk semi-trailer	32
Total			13844

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

5.5 Analisis Kondisi Lalu Lintas *Without Project*

Analisis kondisi lalu lintas *without project* adalah analisis kondisi lalu lintas jalan eksisting sebelum adanya pembangunan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun yang meliputi volume kendaraan, derajat kejenuhan serta kecepatan arus bebas, dan kecepatan tempuh kendaraan pada jalan eksisting.

5.5.1 Perhitungan Lalu Lintas Jam Puncak

Karena data perencanaan volume kendaraan dalam satuan kendaraan/hari, maka perlu dihitung arus jam perencanaan sehingga satuannya menjadi kendaraan/jam. Untuk menghitung arus jam perencanaan maka data volume lalu lintas harian tersebut dikalikan dengan faktor-k. Nilai normal faktor k untuk jalan di daerah komersial dan jalan arteri dengan ukuran kota < 1 juta adalah 8% atau 0,08. Berikut ini adalah contoh perhitungan arus jam rencana untuk kendaraan ringan pada ruas Jalan Raya Madiun-Ponorogo.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 = 9463 kendaraan/hari
- Faktor-k = 0,08
- Qjp = LHR x faktor k
= 9463 x 0,08
= 757 kendaraan/jam

Hasil rekapitulasi perhitungan arus jam perencanaan arah Ponorogo-Madiun ditunjukkan pada tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Arus Lalu Lintas Jam Puncak (Qjp) Arah Ponorogo-Madiun

Faktor k	0,08		
No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah Kend/jam
1	1	Sepeda Motor	757
2	2	Sedan, jeep	286
3	3	Angkutan umum	7
4	4	Pick up	90
5	5a	Bus Kecil	6
6	5b	Bus Besar	11
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	66
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	25
9	7a	Truk 3 sumbu	9
10	7b	Truk gandengan	5
11	7c	Truk semi-trailer	6
Total			1268

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil rekapitulasi perhitungan arus jam perencanaan arah Madiun-Ponorogo ditunjukkan pada tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Arus Lalu Lintas Jam Puncak (Qjp) Arah Madiun-Ponorogo

Faktor k	0,08		
No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
			Kend/jam
1	1	Sepeda Motor	679
2	2	Sedan, jeep	224
3	3	Angkutan umum	6
4	4	Pick up	91
5	5a	Bus Kecil	8
6	5b	Bus Besar	5
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	73
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	11
9	7a	Truk 3 sumbu	3
10	7b	Truk gandengan	5
11	7c	Truk semi-trailer	3
Total			1108

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5.2 Ekuivalensi Kendaraan Ringan

Untuk melakukan analisis diperlukan penyetaraan satuan kendaraan menjadi satuan kendaraan ringan (skr). Penyetaraan satuan dilakukan dengan cara mengalikan arus lalu lintas jam perencanaan untuk tahun 2015 pada tabel 5.15 dan 5.16 dengan perhitungan satuan kendaraan ringan (skr) dengan nilai ekuivalensi yang digunakan adalah emp jalan luar kota untuk jalan 4/2 D

dengan alinyemen datar. Besarnya nilai ekivalensi yaitu mobil penumpang (emp) MHV = 1,3 LB = 1,5 LT = 2,5 dan MC = 0,5. Perhitungan satuan kendaraan ringan (skr) arah Ponorogo-Madiun dapat dilihat pada tabel 5.15 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 = 757 kendaraan/jam
- emp = 0,5
- Jumlah skr/jam = LHR x emp
= 757 x 0,5
= 379 kendaraan/jam

Tabel 5.15 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo-Madiun Tahun 2015

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	emp	Jumlah skr/jam
1	1	Sepeda Motor	0,5	379
2	2	Sedan, jeep	1	286
3	3	Angkutan umum	1	7
4	4	Pick up	1	90
5	5a	Bus Kecil	1,3	8
6	5b	Bus Besar	1,5	16
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	1,3	86
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	2,5	62
9	7a	Truk 3 sumbu	2,5	23
10	7b	Truk gandengan	2,5	12
11	7c	Truk semi-trailer	2,5	14
Total				983

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan satuan kendaraan ringan (skr) arah Madiun-Ponorogo dapat dilihat pada tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2015

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	emp	Jumlah Skr/jam
1	1	Sepeda Motor	0,5	340
2	2	Sedan,jeep	1	224
3	3	Angkutan umum	1	6
4	4	Pick up	1	91
5	5a	Bus Kecil	1,3	10
6	5b	Bus Besar	1,5	8
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	1,3	94
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	2,5	28
9	7a	Truk 3 sumbu	2,5	9
10	7b	Truk gandengan	2,5	12
11	7c	Truk semi-trailer	2,5	6
Total				828

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan satuan kendaraan ringan pada tahun dibuka yaitu tahun 2024 dengan melakukan forecasting dari data tahun 2015 dengan pertumbuhan lalu lintas yang sudah dihitung pada sub bab 5.3.2 . Didapatkan data lalu lintas pada tahun 2024 seperti pada tabel 5.17 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 = 379 kendaraan/jam
- Pertumbuhan i = 3,93 %

- Jumlah skr/jam = $LHR \times (1+i)^n$
 $= 379 \times (1+0,0393)^9$
 $= 535 \text{ skr/jam}$

Tabel 5.17 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo-Madiun Tahun 2024

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
1	1	Sepeda Motor	535
2	2	Sedan, jeep	405
3	3	Angkutan umum	8
4	4	Pick up	94
5	5a	Bus Kecil	8
6	5b	Bus Besar	17
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	120
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	86
9	7a	Truk 3 sumbu	33
10	7b	Truk gandengan	16
11	7c	Truk semi-trailer	20
Total			1341

Sumber : Hasil Perhitungan

Didapatkan data lalu lintas pada tahun 2024 untuk arah Madiun-Ponorogo seperti pada tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2024

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
1	1	Sepeda Motor	481
2	2	Sedan,jeep	317
3	3	Angkutan umum	6
4	4	Pick up	94
5	5a	Bus Kecil	10
6	5b	Bus Besar	8
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	131
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	38
9	7a	Truk 3 sumbu	12
10	7b	Truk gandengan	17
11	7c	Truk semi-trailer	9
Total			1124

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan satuan kendaraan ringan pada tahun rencana yaitu tahun 2044 dengan melakukan forecasting dari data tahun 2015 dengan pertumbuhan lalu lintas yang sudah dihitung pada sub bab 5.3.2 . Didapatkan data lalu lintas pada tahun 2044 seperti pada tabel 5.19 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 = 379 kendaraan/jam
- Pertumbuhan i = 3,93 %
- Jumlah skr/jam = $LHR \times (1+i)^n$
 $= 379 \times (1+0,0393)^{29}$
 $= 1158 \text{ skr/jam}$

Tabel 5.19 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Ponorogo-Madiun Tahun 2044

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
1	1	Sepeda Motor	1158
2	2	Sedan,jeep	875
3	3	Angkutan umum	8
4	4	Pick up	102
5	5a	Bus Kecil	9
6	5b	Bus Besar	18
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	251
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	180
9	7a	Truk 3 sumbu	68
10	7b	Truk gandengan	34
11	7c	Truk semi-trailer	41
Total			2744

Sumber : Hasil Perhitungan

Didapatkan data lalu lintas pada tahun 2044 untuk arah Madiun-Ponorogo seperti pada tabel 5.20 berikut ini.

Tabel 5.20 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2044

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
1	1	Sepeda Motor	1039
2	2	Sedan,jeep	685
3	3	Angkutan umum	6
4	4	Pick up	102
5	5a	Bus Kecil	11

Tabel 5.21 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Arah Madiun-Ponorogo Tahun 2044 (Lanjutan)

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
6	5b	Bus Besar	9
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	275
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	80
9	7a	Truk 3 sumbu	25
10	7b	Truk gandengan	36
11	7c	Truk semi-trailer	19
Total			2288

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5.3 Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan digunakan untuk mengetahui kemampuan jalan untuk menampung arus lalu lintas per satuan jam (skr/jam) pada jalan eksisting sebelum adanya pembangunan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun. Pada tugas akhir ini, jalan eksisting pada lokasi studi merupakan jalan dua lajur dua arah tak terbagi, maka kapasitas di definisikan untuk arus dua arah. Perhitungan kapasitas jalan eksisting dan kapasitas jalan rencana diuraikan seperti berikut ini.

a. Jalan Raya Madiun-Ponorogo (Eksisting)

Kapasitas 2 arah

$$C_0 = 3100 \text{ skr/jam}$$

$$FC_w = 1,00$$

$$FC_{SP} = 1,00$$

$$FC_{SF} = 0,88$$

Maka,

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

$$C = 3100 \text{ skr/jam} \times 1 \times 1 \times 0,88$$

$$C = 2728 \text{ skr/jam}$$

Kapasitas 1 arah

$$C = 2728 \text{ skr/jam} : 2$$

$$C = 1364 \text{ skr/jam}$$

b. Jalan Ring Road Timur Kota Madiun

Kapasitas 1 arah

$$C_0 = 1900 \text{ skr/jam}$$

$$FC_w = 1,03$$

$$FC_{SP} = 1,00$$

$$FC_{HS} = 1,03$$

Maka,

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

$$C = 1900 \text{ skr/jam} \times 1,03 \times 1 \times 1,03$$

$$C = 2016 \text{ skr/jam}$$

5.5.4 Derajat Kejenuhan *Without Project*

Nilai derajat kejenuhan menunjukkan kepadatan atau tingkat kemacetan suatu jalan dengan cara membandingkan antara volume arus lalu lintas dengan kapasitas jalan tersebut. Derajat kejenuhan dihitung selama umur rencana jalan yaitu 20 tahun sejak jalan rencana dibuka pada tahun 2024. Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejenuhan untuk ruas jalan eksisting dan juga jalan rencana ditinjau satu arah dengan menggunakan arus total kendaraan terbesar satu arah yaitu data arus lalu lintas kendaraan arah Ponorogo-Madiun.

a. Derajat Kejenuhan Jalan Raya Madiun-Ponorogo (Eksisting) Tahun Dibuka 2024

$$\text{Arus Total (Q)} = 1341 \text{ skr/jam}$$

$$\text{Kapasitas (C)} = 1364 \text{ skr/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= \frac{1341 \text{ skr/jam}}{1364 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,983 \end{aligned}$$

- b. Derajat Kejenuhan Jalan Raya Madiun-Ponorogo (Eksisting) Tahun Rencana 2044

$$\text{Arus Total (Q)} = 2744 \text{ skr/jam}$$

$$\text{Kapasitas (C)} = 1364 \text{ skr/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= \frac{2744 \text{ skr/jam}}{1364 \text{ skr/jam}} \\ &= 2,011 \end{aligned}$$

5.5.5 Analisis Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas kendaraan didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkat arus nol atau dengan kata lain keadaan dimana pengemudi mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lainnya.

Berikut ini merupakan perhitungan kecepatan arus bebas jalan eksisting untuk kendaraan ringan dan kendaraan lain pada Jalan Raya Madiun-Ponorogo.

- a. Kendaraan Ringan (KR)

$$V_{BD} = 68 \text{ km/jam}$$

$$FV_{BW} = 1 \text{ km/jam (2/2 UD lebar jalur efektif 8m)}$$

$$FV_{BHS} = 0,98 \text{ (kelas hambatan samping rendah)}$$

$$FV_{BFJ} = 0,98 \text{ (pengembangan samping 50%)}$$

Maka,

$$\begin{aligned} V_B &= (V_{BD} + FV_{B-W}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B-FJ} \\ &= (68 + 1) \text{ km/jam} \times 0,98 \times 0,98 \\ &= 66,27 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

b. Kendaraan Berat Menengah (KBM)

$$V_{BD} = 68 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,KBM} = 60 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 66,27 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 68 \text{ km/jam} - 66,27 \text{ km/jam} \\ &= 1,73 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,KBM} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,KBM}/V_{BD} \\ &= (68 - 1,73) \text{ km/jam} \times (60/68) \text{ km/jam} \\ &= 58,47 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

c. Bus Besar (BB)

$$V_{BD} = 68 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,BB} = 73 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 66,27 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 68 \text{ km/jam} - 66,27 \text{ km/jam} \\ &= 1,73 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,BB} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,BB}/V_{BD} \\ &= (68 - 1,73) \text{ km/jam} \times (73/68) \text{ km/jam} \\ &= 71,14 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

d. Truk Besar (TB)

$$V_{BD} = 68 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,TB} = 58 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 66,27 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 68 \text{ km/jam} - 66,27 \text{ km/jam} \\ &= 1,73 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{B,TB} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,TB}/V_{BD} \\
 &= (68 - 1,73) \text{ km/jam} \times (58/68) \text{ km/jam} \\
 &= 56,52 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

e. Sepeda Motor

$$V_{BD} = 68 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,SM} = 55 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 66,27 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned}
 FV_B &= V_{BD} - V_B \\
 &= 68 \text{ km/jam} - 66,27 \text{ km/jam} \\
 &= 1,73 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{B,SM} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,SM}/V_{BD} \\
 &= (68 - 1,73) \text{ km/jam} \times (55/68) \text{ km/jam} \\
 &= 53,60 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan perhitungan kecepatan arus bebas jalan rencana untuk kendaraan ringan dan kendaraan lain pada Jalan Ring-Road Timur Kota Madiun

a. Kendaraan Ringan (KR)

$$V_{BD} = 78 \text{ km/jam}$$

$$FV_{BW} = 2 \text{ km/jam (lebar jalur efektif 3,75 m)}$$

$$FV_{BHS} = 0,99 \text{ (kelas hambatan samping rendah)}$$

$$FV_{BFJ} = 0,98 \text{ (pengembangan samping 50%)}$$

Maka,

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{B-W}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B-FJ} \\
 &= (78 + 2) \text{ km/jam} \times 0,99 \times 0,98 \\
 &= 77,62 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

b. Kendaraan Berat Menengah (KBM)

$$V_{BD} = 78 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,KBM} = 65 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 77,62 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 78 \text{ km/jam} - 77,62 \text{ km/jam} \\ &= 0,38 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,KBM} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,KBM}/V_{BD} \\ &= (78-0,38) \text{ km/jam} \times (65/78) \text{ km/jam} \\ &= 64,68 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

c. Bus Besar (BB)

$$V_{BD} = 78 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,BB} = 81 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 77,62 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 78 \text{ km/jam} - 77,62 \text{ km/jam} \\ &= 0,38 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,BB} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,BB}/V_{BD} \\ &= (78-0,38) \text{ km/jam} \times (81/78) \text{ km/jam} \\ &= 80,61 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

d. Truk Besar (TB)

$$V_{BD} = 78 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,TB} = 62 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 77,62 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 78 \text{ km/jam} - 77,62 \text{ km/jam} \\ &= 0,38 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,TB} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,TB}/V_{BD} \\ &= (78-0,38) \text{ km/jam} \times (62/78) \text{ km/jam} \\ &= 61,70 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

e. Sepeda Motor

$$V_{BD} = 78 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,SM} = 64 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 77,62 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} FV_B &= V_{BD} - V_B \\ &= 78 \text{ km/jam} - 77,62 \text{ km/jam} \\ &= 0,38 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{B,BB} &= V_{BD} - FV_B \times V_{BD,SM}/V_{BD} \\ &= (78 - 0,38) \text{ km/jam} \times (64/78) \text{ km/jam} \\ &= 63,69 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Rekapitulasi kecepatan arus bebas ditunjukkan pada tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Kecepatan Arus Bebas Kendaraan

Jalan	Kecepatan Arus Bebas (km/jam)					Rata-rata
	KR	KBM	BB	TB	SM	
Eksisting	66,27	58,47	71,14	56,52	53,60	61,20
Rencana	77,62	64,68	80,61	61,70	63,69	69,66

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5.6 Analisis Waktu Tempuh

Analisis waktu tempuh adalah analisis waktu yang dibutuhkan untuk berpindah dari asal ke tujuan berdasarkan panjang jalan dan kecepatan tempuh. Perhitungan waktu tempuh seperti berikut ini.

$$T_T = L/V$$

Perhitungan waktu tempuh pada jalan eksisting menggunakan kecepatan arus bebas yaitu.

$$\text{Panjang jalan} = 12,81 \text{ km}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata} = 61,20 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
 T_T &= L/V \\
 &= 12,81 \text{ km} / 61,20 \text{ km/jam} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 12,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu tempuh pada jalan rencana menggunakan kecepatan arus bebas yaitu.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang jalan} &= 14,10 \text{ km} \\
 \text{Kecepatan rata-rata} &= 69,66 \text{ km/jam} \\
 T_T &= L/V \\
 &= 14,10 \text{ km} / 69,66 \text{ km/jam} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 12,14 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

5.6 *Trip Assignment*

Analisis *trip assignment* digunakan untuk mengetahui dan memprediksi jumlah kendaraan yang akan berindah dari jalan eksisting menuju Jalan Ring Road Timur Kota Madiun pada saat jalan tersebut dibuka pada tahun 2024. Dalam tugas akhir ini, analisis *trip assignment* dihitung menggunakan metode *smock*.

Berikut ini merupakan perhitungan *trip assignment* menggunakan metode *smock* ditinjau dari total satu arah dengan asumsi bahwa perpindahan masing-masing arah adalah sama.

5.6.1 *Metode Smock*

Analisis *trip assignment* dengan menggunakan metode *smock* yaitu dengan membandingkan waktu tempuh kendaraan jika melewati jalan eksisting dengan melewati Jalan Ring Road Timur Kota Madiun. Parameter yang digunakan dalam analisis ini adalah panjang jalan eksisting maupun Jalan Ring-Road Timur Kota Madiun, kecepatan arus bebas kendaraan, waktu tempuh perjalanan (*travel time*), dan kapasitas jalan (C). Rumus yang digunakan dalam perhitungan *trip assignment* metode *smock* ini yaitu.

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

Dimana,

t_0 : Waktu tempuh per satuan jarak saat arus bebas (*free flow*)

V : Volume kendaraan

Q_s : Kapasitas pada kondisi jenuh

Berikut ini adalah tahapan analisis *trip assignment* dengan menggunakan metode *smock*.

- 1) Menggunakan volume kendaraan maksimum (skr/jam) pada jalan eksisting. Volume kendaraan yang digunakan adalah volume kendaraan maksimum Jalan Raya Madiun-Ponorogo arah Ponorogo-Madiun pada tahun dibuka yaitu tahun 2024 sebesar 1341 skr/jam.
- 2) Menentukan besarnya *incremental* untuk setiap iterasi. dalam ruas jalan ini digunakan 30 iterasi. Sehingga besarnya *increment* untuk setiap iterasi adalah $1341/30 = 344,7$ skr/jam.
- 3) Menentukan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan eksisting dan jalan rencana. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan saat arus bebas (*free flow*) yang dirata-rata dari setiap jenis kendaraan, yaitu
 - Jalan Eksisting = 61,20 km/jam
 - Jalan Rencana = 69,66 km/jam
- 4) Menentukan panjang jalan eksisting maupun jalan rencana yaitu
 - Jalan Eksisting = 12,81 km
 - Jalan Rencana = 14,10 km
- 5) Menentukan waktu tempuh (*travel time*) dalam satuan menit pada jalan eksisting maupun jalan rencana yaitu
 - Jalan Eksisting = 12,56 menit
 - Jalan Rencana = 12,14 menit

6) Menentukan kapasitas jalan (C) untuk jalan eksisting maupun jalan rencana ditinjau per satu arah yaitu

- Jalan Eksisting = 1364 skr/jam
- Jalan Rencana = 2016 skr/jam

7) Membandingkan besarnya *travel time* setiap iterasi antara jalan eksisting maupun jalan rencana. Kemudian akan didapatkan prosentase kendaraan yang tetap menggunakan jalan eksisting dan yang akan berpindah ke jalan rencana. Hasil analisis *trip assignment* antara ruas jalan eksisting dengan jalan rencana ditunjukkan pada tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5.23 *Trip Assignment Metode Smock*

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		61,20	12,81	12,56	1364	69,66	14,1	12,14	2016
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1	V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2
0	0	0	0,00	0,000	0,980	0,00	0,00	0,000	0,861
1	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	44,70	0,022	0,881
2	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	89,40	0,044	0,900
3	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	134,10	0,067	0,921
4	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	178,80	0,089	0,941
5	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	223,50	0,111	0,962
6	44,70	0	0,00	0,000	0,980	44,70	268,20	0,133	0,984
7	44,70	44,70	44,70	0,033	1,013	0	268,20	0,133	0,984
8	44,70	0	44,70	0,033	1,013	44,70	312,90	0,155	1,006
9	44,70	0	44,70	0,033	1,013	44,70	357,60	0,177	1,028
10	44,70	44,70	89,40	0,066	1,047	0	357,60	0,177	1,028
11	44,70	0	89,40	0,066	1,047	44,70	402,30	0,200	1,052

Tabel 5.24 *Trip Assignment Metode Smock (Lanjutan)*

Iterasi ke	Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
		61,20	12,81	12,56	1364	69,66	14,1	12,14	2016
		Jalan Eksisting				Jalan Rencana			
		V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1	V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2
12	44,70	44,70	134,10	0,098	1,082	0	402,30	0,200	1,052
13	44,70	0	134,10	0,098	1,082	44,70	447,00	0,222	1,075
14	44,70	0	134,10	0,098	1,082	44,70	491,70	0,244	1,099
15	44,70	44,70	178,80	0,131	1,118	0	491,70	0,244	1,099
16	44,70	0	178,80	0,131	1,118	44,70	536,40	0,266	1,124
17	44,70	44,70	223,50	0,164	1,155	0	536,40	0,266	1,124
18	44,70	0	223,50	0,164	1,155	44,70	581,10	0,288	1,149
19	44,70	0	223,50	0,164	1,155	44,70	625,80	0,310	1,175
20	44,70	44,70	268,20	0,197	1,193	0	625,80	0,310	1,175
21	44,70	0	268,20	0,197	1,193	44,70	670,50	0,333	1,201
22	44,70	44,70	312,90	0,229	1,233	0	670,50	0,333	1,201
23	44,70	0	312,90	0,229	1,233	44,70	715,20	0,355	1,228
24	44,70	0	312,90	0,229	1,233	44,70	759,90	0,377	1,256
25	44,70	44,70	357,60	0,262	1,274	0	759,90	0,377	1,256
26	44,70	0	357,60	0,262	1,274	44,70	804,60	0,399	1,284
27	44,70	44,70	402,30	0,295	1,317	0	804,60	0,399	1,284
28	44,70	0	402,30	0,295	1,317	44,70	849,30	0,421	1,313
29	44,70	0	402,30	0,295	1,317	44,70	894,00	0,443	1,342
30	44,70	44,70	447,00	0,328	1,361	0	894,00	0,443	1,342
Jumlah	1341	447,0				894			
%		33,33%				66,67%			

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa dengan menggunakan Metode *Smock*, kendaraan yang akan berpindah ke jalan rencana adalah 66,67% dan yang akan tetap menggunakan jalan eksisting yaitu 33,33%.

5.6.2 Analisis Derajat Kejenuhan Jalan Rencana

Derajat kejenuhan dihitung selama umur rencana jalan yaitu 20 tahun sejak jalan rencana dibuka pada tahun 2024. Berikut ini adalah perhitungan derajat kejenuhan untuk ruas jalan rencana ditinjau satu arah dengan menggunakan arus total kendaraan terbesar satu arah setelah dilakukan *trip assignment* yaitu data arus lalu lintas kendaraan arah Ponorogo-Madiun dikali dengan 66,67%. Jumlah kendaraan yang melewati jalan rencana pada tahun dibuka yaitu tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 5.25 berikut ini.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 tahun 2024 = 464 skr/jam
- Perpindahan Kendaraan = 66,67%
- Jumlah skr/jam = LHR x Perpindahan
= 464 x 66,67%
= 309 skr/jam

Tabel 5.25 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2024

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah skr/jam
1	1	Sepeda Motor	357
2	2	Sedan, jeep	270
3	3	Angkutan umum	5
4	4	Pick up	62
5	5a	Bus Kecil	6
6	5b	Bus Besar	11

Tabel 5.26 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2024 (Lanjutan)

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah skr/jam
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	80
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	57
9	7a	truk 3 sumbu	22
10	7b	truk gandengan	11
11	7c	truk semi-trailer	13
Total			894

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan derajat kejenuhan Jalan Ring Road Kota Madiun pada tahun dibuka yaitu tahun 2024 seperti berikut ini.

$$\text{Arus Total (Q)} = 894 \text{ skr/jam}$$

$$\text{Kapasitas (C)} = 2016 \text{ skr/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= \frac{894 \text{ skr/jam}}{2016 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

Jumlah kendaraan yang melewati jalan rencana pada tahun rencana yaitu tahun 2044 dapat dilihat pada tabel 5.27 berikut ini.

Tabel 5.27 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2044

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah
1	1	Sepeda Motor	772

Tabel 5.28 Satuan Kendaraan Ringan (skr) Jalan Rencana Tahun 2044 (Lanjutan)

2	2	Sedan, jeep	583
3	3	Angkutan umum	5
4	4	Pick up	68
5	5a	Bus Kecil	6
6	5b	Bus Besar	12
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	167
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	120
9	7a	truk 3 sumbu	46
10	7b	truk gandengan	23
11	7c	truk semi-trailer	27
Total			1829

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan derajat kejenuhan Jalan Ring Road Kota Madiun pada tahun rencana yaitu tahun 2044 seperti berikut ini.

$$\text{Arus Total (Q)} = 1829 \text{ skr/jam}$$

$$\text{Kapasitas (C)} = 2016 \text{ skr/jam}$$

Maka,

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= \frac{1829 \text{ skr/jam}}{2016 \text{ skr/jam}} \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) selama umur rencana dapat dilihat pada tabel 5.29 berikut ini

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 5.29 Derajat Kejenuhan

Tahun	Kapasitas (Skr/Jam)	Golongan Kendaraan											Q (Skr/Jam)	DJ
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c		
2024	2016	357	270	5	62	6	11	80	57	22	11	13	894	0,44
2025	2016	371	280	5	63	6	11	83	60	23	11	14	926	0,46
2026	2016	386	291	5	63	6	11	86	62	23	12	14	959	0,48
2027	2016	401	303	5	63	6	11	89	64	24	12	15	993	0,49
2028	2016	417	315	5	63	6	11	93	67	25	13	15	1029	0,51
2029	2016	433	327	5	64	6	11	96	69	26	13	16	1066	0,53
2030	2016	450	340	5	64	6	11	100	72	27	14	16	1105	0,55
2031	2016	468	353	5	64	6	11	103	74	28	14	17	1144	0,57
2032	2016	486	367	5	65	6	11	107	77	29	15	17	1186	0,59
2033	2016	505	382	5	65	6	11	111	80	30	15	18	1229	0,61
2034	2016	525	397	5	65	6	11	115	83	31	16	19	1274	0,63
2035	2016	546	412	5	65	6	12	120	86	33	16	20	1320	0,65
2036	2016	567	429	5	66	6	12	124	89	34	17	20	1369	0,68
2037	2016	589	445	5	66	6	12	129	93	35	18	21	1419	0,70
2038	2016	612	463	5	66	6	12	134	96	36	18	22	1471	0,73
2039	2016	637	481	5	66	6	12	139	100	38	19	23	1525	0,76
2040	2016	662	500	5	67	6	12	144	104	39	20	23	1582	0,78
2041	2016	688	520	5	67	6	12	150	108	41	21	24	1640	0,81
2042	2016	715	540	5	67	6	12	155	112	42	21	25	1701	0,84
2043	2016	743	561	5	67	6	12	161	116	44	22	26	1764	0,88
2044	2016	772	583	5	68	6	12	167	120	46	23	27	1829	0,91

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

5.7 Desain Perkerasan Lentur

Perencanaan tebal lapis perkerasan menggunakan peraturan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, dengan prosedur desain sebagai berikut.

5.7.1 Penentuan Umur Rencana

Berdasarkan tabel 3.21 umur rencana pada perencanaan tebal perkerasan lentur ini adalah 20 tahun.

5.7.2 Perhitungan LHR Jalan Rencana di Buka Tahun 2024

Perhitungan lalu lintas harian rata-rata Jalan Ring Road Timur Kota Madiun yaitu menggunakan data lalu lintas harian rata-rata Jalan Raya Madiun-Ponorogo tahun 2015. Dari data lalu lintas tersebut dilakukan *forecasting* jumlah kendaraan pada tahun 2024 dengan pertumbuhan lalu lintas sesuai dengan sub bab 5.3.2. Hasil dari *forecasting* jumlah kendaraan pada tahun 2024 dikalikan dengan perpindahan kendaraan dari jalan eksisting sebesar 66,67% sesuai dengan hasil perhitungan *trip assignment*. Lalu lintas harian rata-rata pada Jalan Ring Road Timur Kota Madiun saat tahun dibuka yaitu tahun 2024 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Contoh Perhitungan :

- LHR Gol. 1 tahun 2015 = 9463 kendaraan/hari
- Pertumbuhan Kendaraan= 3,93 %
- Perpindahan Kendaraan = 66,67 %
- Jumlah skr/jam = $LHR \times (1+i)^n \times \text{Perpindahan}$
 $= 9463 \times (1+0,0393)^9 \times 66,67\%$
 $= 8925 \text{ kendaraan/hari}$

Tabel 5.30 LHR Jalan Rencana Tahun 2024

No	Gol Kendaraan	Jenis kendaraan	Jumlah kend/hari jalan eksisting 2015	Jumlah kend/hari jalan eksisting 2024
1	1	Sepeda Motor	9463	7734
2	2	Sedan, jeep	3576	2922
3	3	Angkutan umum	91	62
4	4	Pick up	1130	769
5	5a	Bus Kecil	78	53
6	5b	Bus Besar	133	90
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	826	669
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	309	250
9	7a	truk 3 sumbu	117	95
10	7b	truk gandengan	59	48
11	7c	truk semi-trailer	70	57
Jumlah			15852	12748

Sumber : Hasil Perhitungan

5.7.3 Faktor Pertumbuhan (i)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (i) sesuai pada sub bab 5.3.2 per masing-masing jenis kendaraan.

5.7.4 Faktor Pengali (R)

Perhitungan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*), dengan perhitungan sebagai berikut.

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

$$R = \frac{(1+0,01 \cdot 0,0393)^{20}-1}{0,01 \cdot 0,0393}$$

$$R = 20,075$$

5.7.5 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya menggunakan lajur-lajur dalam. Besar faktor distribusi lajur dengan dengan jumlah lajur setiap arah dua yaitu 80%.

5.7.6 Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Nilai Faktor Ekivalen Beban dapat dilihat pada tabel 5.31 berikut ini.

Tabel 5.31 Faktor Ekivalen Beban

No	Gol	Jenis Kendaraan	VDF5
1	1	Sepeda Motor	0
2	2	Sedan, jeep	0

Tabel 5.32 Faktor Ekivalen Beban (Lanjutan)

No	Gol	Jenis Kendaraan	VDF5
3	3	Angkutan umum	0
4	4	Pick up	0
5	5a	Bus Kecil	0,2
6	5b	Bus Besar	1
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	0,8
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	1,7
9	7a	truk 3 sumbu	64,4
10	7b	truk gandengan	90,4
11	7c	truk semi-trailer	93,7

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jenderal Bina Marga, No.04/SE/Db/2017

5.7.7 Perhitungan Beban Sumbu Standart Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Pada Jalan Ring Road Timur Kota Madiun direncanakan menggunakan perkerasan lentur, maka nilai CESA yang digunakan adalah CESA pangkat 5 yang ditentukan sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

- $ESA = \Sigma LHR \times VDF \times \text{Faktor Distribusi}$
- $= 54 \times 0,2 \times 80\%$
- $= 8,6253$

- $$\begin{aligned}
 CESA &= ESA \times 365 \times R \\
 &= 8,6253 \times 365 \times 20,008 \\
 &= 62989
 \end{aligned}$$

Perhitungan CESA dapat dilihat pada tabel 5.33 berikut ini.

Tabel 5.33 Perhitungan CESA

No	Gol	Jenis Kend	i	R	LHR 2024	VDF5	ESA	CESA
1	1	Sepeda Motor	3,93%	20,075	8925	0	0	0
2	2	Sedan,jeep	3,93%	20,075	3373	0	0	0
3	3	Angkutan umum	0,40%	20,008	63	0	0	0
4	4	Pick up	0,40%	20,008	781	0	0	0
5	5a	Bus Kecil	0,40%	20,008	54	0,2	8,6253	62989
6	5b	Bus Besar	0,40%	20,008	92	1	73,53621	537018,7295
7	6a	Truk ringan 2 sumbu	3,76%	20,072	768	0,8	491,3151	3599440,782
8	6b	Truk sedang 2 sumbu	3,76%	20,072	287	1,7	390,5688	2861359,326
9	7a	Truk 3 sumbu	3,76%	20,072	109	64,4	5602,242	41042776,03
10	7b	Truk gandengan	3,76%	20,072	55	90,4	3965,615	29052629,17
11	7c	Truk semi-trailer	3,76%	20,072	65	93,7	4876,719	35727500,13
TOTAL CESA								112883712,8

Sumber : Hasil Perhitungan

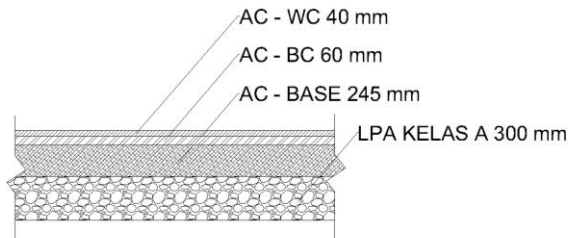
5.7.8 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan Aspal dengan lapis pondasi berbutir dan mengacu pada Tabel 3.41. Berdasarkan perhitungan pada Sub Bab 5.7.7, diperoleh nilai CESA pada umur rencana 20 tahun (tahun 2044) sebesar

112883712,8 dan berdasarkan Tabel 3.41 digolongkan sebagai FFF9 yaitu :

AC WC	= 40 mm
AC BC	= 60 mm
AC BC atau AC base	= 245 mm
Pondasi agregat kelas A	= 300 mm

Susunan lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Susunan Lapis Perkerasan
Sumber : Hasil Perhitungan

BAB VI

PERANCANGAN DRAINASE

6.1 Perancangan Drainase

Pada suatu perencanaan jalan baru harus memenuhi standart harus mempunyai sistem drainase yang baik. Dalam hal ini harus merencanakan drainase agar di saat 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 yang digunakan untuk mengetahui tinggi hujan maksimum rata-rata pada stasiun hujan di daerah lokasi. Untuk perencanaan ini menggunakan data curah hujan Kota Madiun yang akan digunakan pada perencanaan saluran drainase tepi jalan. Berikut adalah data curah hujan yang digunakan pada perencanaan dapat dilihat pada tabel 6.1

Tabel 6.1 Curah Hujan Kota Madiun

No	Tahun Pengamatan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2004	68
2	2005	89
3	2006	82
4	2007	198
5	2008	87
6	2009	85
7	2010	115
8	2011	85
9	2012	93
10	2013	135

Sumber : PSAWS Madiun

6.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Dengan menggunakan data curah hujan dari stasiun hujan di sekitar lokasi perencanaan Jalan Ring Road Timur Kota Madiun, diperoleh hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.2 Perhitungan Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan	Rata-Rata	$xi-\bar{x}$	$(xi-\bar{x})^2$
		xi	\bar{x}		
1	2004	68	103,70	-35,70	1274,49
2	2005	89	103,70	-14,70	216,09
3	2006	82	103,70	-21,70	470,89
4	2007	198	103,70	94,30	8892,49
5	2008	87	103,70	-16,70	278,89
6	2009	85	103,70	-18,70	349,69
7	2010	115	103,70	11,30	127,69
8	2011	85	103,70	-18,70	349,69
9	2012	93	103,70	-10,70	114,49
10	2013	135	103,70	31,30	979,69
Jumlah					13054,10

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam mengolah data curah hujan ini pada periode T tahun perencanaan menggunakan umur rencana 20 tahun. Dalam hal ini menggunakan persamaan.

- $T = 20$ tahun
- $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$
 $= \frac{1037}{10}$
 $= 103,70$ mm

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad S_X &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{13054,10}{10-1}} \\
 &= 38,08
 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Y_T = \left(\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \right) = \left(\ln \left(\ln \frac{20}{20-1} \right) \right) = 2,970195$$

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

- $Y_N = 0,4952$
- $S_N = 0,9496$

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

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

$$= \frac{2,97 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 2,60$$
- $$R_{20} = \bar{x} + K \cdot S_x$$

$$= 103,70 + 2,60 \cdot 38,08$$

$$= 202,96 \text{ mm/jam}$$

6.4 Analisis Hidrologi

Untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana maka dilakukan analisis hidrologi. Parameter yang dapat digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah sebagai berikut :

- Waktu konsentrasi (tc)
- Intensitas Hujan (I)

- Koefisien Pengaliran (C)
- Perhitungan Debit Hidrologi (Q)

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrologi pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana :
STA 0+000 s/d STA 0+6650

Diketahui :

- Tipe jalan = 4/2 D
- g = 0,14%
- S_{jalan} = 2%
- $S_{\text{bahu dalam}}$ = 3%
- $S_{\text{bahu luar}}$ = 5%
- S_{lereng} = 50%
- W_{jalan} = 7,5 (2 arah) = 3,75 m (per lajur)
- $W_{\text{bahu dalam}}$ = 1,5 m
- $W_{\text{bahu dalam}}$ = 2,5 m
- W_{lereng} = 9,309 m
- L_{saluran} = 6650 m
- V_{ijin} = 1,5 (bahan dasar saluran beton Pd. T-02-2006-B)

a. Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_0 jalan)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$\bullet \quad X_{\text{jalan}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,14\%}{2\%} \times 7,5 = 0,525 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

- $L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{7,5^2 + 0,525^2} = 7,518 \text{ m}$
- $\Delta h_g = X \cdot g = 0,525 \times 0,14\% = 0,0007 \text{ m}$
- $\Delta h_s = W \cdot s = 7,5 \times 2\% = 0,15 \text{ m}$
- $\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0007 + 0,15 = 0,1507 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,1507}{7,518} = 0,02$
- nd = 0,013 (Lapisan semen dan aspal beton)

Menghitung waktu pengaliran di permukaan ($t_{0 \text{ jalan}}$)

$$\begin{aligned} \bullet \quad t_{0 \text{ jalan}} &= 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(7,518 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} = 0,0202 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan $t_{0 \text{ jalan}}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.5 berikut ini.

Tabel 6.5 Perhitungan T_0 Jalan

STA			Jalan								
			Panjang	g jalan	X	L jalan	Δhg	Δhs	Δh	i	t0 jalan (jam)
0+000	-	6+650	6650	0,0014	0,525	7,518	0,0007	0,15	0,1507	0,0200	0,0202
6+650	-	7+450	800	0,0142	5,325	9,198	0,0756	0,15	0,2256	0,0245	0,0212
7+450	-	8+300	850	-0,0099	3,713	8,369	0,0368	0,15	0,1868	0,0223	0,0207
8+300	-	8+975	675	0,0190	7,125	10,345	0,1354	0,15	0,2854	0,0276	0,0217
8+975	-	9+750	775	-0,0052	1,950	7,749	0,0101	0,15	0,1601	0,0207	0,0203
9+750	-	10+650	900	0,0072	2,700	7,971	0,0194	0,15	0,1694	0,0213	0,0205
10+650	-	11+850	1200	-0,0064	2,400	7,875	0,0154	0,15	0,1654	0,0210	0,0204
11+850	-	12+725	875	0,0112	4,200	8,596	0,0470	0,15	0,1970	0,0229	0,0208
12+725	-	14+121,94	1396,94	0,0028	1,050	7,573	0,0029	0,15	0,1529	0,0202	0,0202

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

b. Perhitungan waku konsentrasi ($t_{0 \text{ median}}$)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

- $X_{\text{median}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,14\%}{3\%} \times 1,25 = 0,058 \text{ m}$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

- $L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{1,25^2 + 0,058^2} = 1,251 \text{ m}$
- $\Delta h_g = X \cdot g = 0,07 \times 0,14\% = 0,0001 \text{ m}$
- $\Delta h_s = W \cdot s = 1,5 \times 3\% = 0,0375 \text{ m}$
- $\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0001 + 0,045 = 0,0376 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,0451}{1,502} = 0,03$
- $nd = 0,013$ (Lapisan semen dan aspal beton)

Menghitung waktu pengaliran di permukaan ($t_{0 \text{ median}}$)

- $t_{0 \text{ median}} = 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467}$
 $= 1,44 \times \left(1,251 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,467} = 0,0097 \text{ jam}$

Untuk perhitungan $t_{0 \text{ median}}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.6 berikut ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 6.6 Perhitungan T_0 Median

STA			Median								
			Panjang	g median	X	L median	Δhg	Δhs	Δh	i	t0 median
0+000	-	6+650	6650	0,0014	0,058	1,251	0,0001	0,0375	0,0376	0,0300	0,0097
6+650	-	7+450	800	0,0142	0,592	1,383	0,0084	0,0375	0,0459	0,0332	0,0100
7+450	-	8+300	850	-0,0099	0,413	1,316	0,0041	0,0375	0,0416	0,0316	0,0098
8+300	-	8+975	675	0,0190	0,792	1,480	0,0150	0,0375	0,0525	0,0355	0,0101
8+975	-	9+750	775	-0,0052	0,217	1,269	0,0011	0,0375	0,0386	0,0304	0,0098
9+750	-	10+650	900	0,0072	0,300	1,285	0,0022	0,0375	0,0397	0,0309	0,0098
10+650	-	11+850	1200	-0,0064	0,267	1,278	0,0017	0,0375	0,0392	0,0307	0,0098
11+850	-	12+725	875	0,0112	0,467	1,334	0,0052	0,0375	0,0427	0,0320	0,0099
12+725	-	14+121,94	1396,94	0,0028	0,117	1,255	0,0003	0,0375	0,0378	0,0301	0,0097

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

c. Perhitungan waku konsentrasi (t_0 bahu luar)

Menghitung jarak aliran memanjang (X)

$$\bullet \quad X_{\text{bahu luar}} = \frac{g}{s} \times W = \frac{0,14\%}{5\%} \times 2,5 = 0,07 \text{ m}$$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

- $L = \sqrt{W^2 + X^2} = \sqrt{2,5^2 + 0,07^2} = 2,501 \text{ m}$
- $\Delta h_g = X \cdot g = 0,250 \times 0,39\% = 0,0001 \text{ m}$
- $\Delta h_s = W \cdot s = 2,5 \times 3\% = 0,125 \text{ m}$
- $\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0,0001 + 0,125 = 0,1251 \text{ m}$
- $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0,1251}{2,501} = 0,02$
- $nd = 0,013$ (Lapisan semen dan aspal beton)

Menghitung waktu pengaliran di permukaan (t_0 bahu luar)

$$\begin{aligned} t_{0 \text{ jalan}} &= 1,44 \times \left(L \times \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(2,501 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} = 0,0148 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan t_0 bahu luar yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.7 berikut ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 6.7 Perhitungan T_0 Bahu Luar

STA			Bahu Luar Jalan								
			Panjang	g bahu	X	L bahu	Δhg	Δhs	Δh	i	t0 bahu
0+000	-	6+650	6650	0,0014	0,070	2,501	0,0001	0,125	0,1251	0,0200	0,0148
6+650	-	7+450	800	0,0142	0,710	2,599	0,0101	0,125	0,1351	0,0245	0,0143
7+450	-	8+300	850	-0,0099	0,495	2,549	0,0049	0,125	0,1299	0,0223	0,0145
8+300	-	8+975	675	0,0190	0,950	2,674	0,0181	0,125	0,1431	0,0276	0,0141
8+975	-	9+750	775	-0,0052	0,260	2,513	0,0014	0,125	0,1264	0,0207	0,0147
9+750	-	10+650	900	0,0072	0,360	2,526	0,0026	0,125	0,1276	0,0213	0,0146
10+650	-	11+850	1200	-0,0064	0,320	2,520	0,0020	0,125	0,1270	0,0210	0,0147
11+850	-	12+725	875	0,0112	0,560	2,562	0,0063	0,125	0,1313	0,0229	0,0145
12+725	-	14+121,94	1396,94	0,0028	0,140	2,504	0,0004	0,125	0,1254	0,0202	0,0147

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

d. Perhitungan waku konsentrasi ($t_{0 \text{ lereng}}$)

Menentukan lebar lereng (W)

- $W_{\text{lereng}} = 6650 \text{ m}$

Menghitung panjang aliran menuju saluran (L)

- $L_{\text{lereng}} = 9,309 \text{ m}$

Menentukan kemiringan lereng (i_{lereng})

- $i = 0,50$
- $C_{\text{lereng}} = 0,80$ (Hutan rimbun & hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat)

Menghitung waktu pengaliran di permukaan ($t_{0 \text{ lereng}}$)

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

$$= 1,44 \times \left(9,309 \times \frac{0,8}{\sqrt{0,5}} \right)^{0,467} = 0,0721 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan $t_{0 \text{ lereng}}$ yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.8 berikut ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 6.8 Perhitungan T_0 Lereng

STA			Lereng										
			Panjang	g lereng	w lereng	X	L lereng	i lereng	t0 lereng	t0 jalan + t0 median + t0 b.luar	t0 pakai	tf	tc
0+000	-	6+650	6650	0,0014	6650	18,620	9,309	0,5	0,0721	0,0447	0,0721	3,694	3,767
6+650	-	7+450	800	0,0142	800	22,720	14,613	0,5	0,0890	0,0454	0,0890	0,444	0,533
7+450	-	8+300	850	-0,0099	850	16,830	9,442	0,5	0,0725	0,0451	0,0725	0,472	0,545
8+300	-	8+975	675	0,0190	675	25,650	12,474	0,5	0,0826	0,0460	0,0826	0,375	0,458
8+975	-	9+750	775	-0,0052	775	8,060	1,670	0,5	0,0323	0,0448	0,0456	0,431	0,476
9+750	-	10+650	900	0,0072	900	12,960	12,273	0,5	0,0820	0,0449	0,0820	0,500	0,582
10+650	-	11+850	1200	-0,0064	1200	15,360	7,887	0,5	0,0667	0,0448	0,0667	0,667	0,733
11+850	-	12+725	875	0,0112	875	19,600	11,979	0,5	0,0811	0,0452	0,0811	0,486	0,567
12+725	-	14+121,94	1396,94	0,0028	1397	7,823	3,717	0,5	0,0469	0,0447	0,0469	0,776	0,823

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

e. Menentukan t_0 pakai

- t_0 jalan = t_0 median + t_0 badan jalan + t_0 bahu luar
= $0,0106 + 0,0202 + 0,0148$
= $0,0455$ jam
- t_0 lereng = $0,0721$ jam
- t_0 jalan < t_0 lereng
- $0,0455$ jam < $0,0721$ jam
- t_0 pakai = t_0 lereng = $0,0721$ jam

Untuk perhitungan t_0 lereng yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.7 di atas.

f. Menghitung waktu pengaliran di saluran (t_f)

- $t_f = \frac{L_{saluran}}{60 \times V} = \frac{6650}{60 \times 0,5} = 3,694$ jam

g. Menghitung waktu konsentrasi (t_c)

- $t_c = t_0 + t_f = 0,0721 + 3,694 = 3,767$ jam

h. Menghitung intensitas hujan (I)

Rumus *Mononobe*

- $R_{24} = Rt = 202,9627$ mm/jam
- $I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}}$
= $\frac{202,9627}{24} \times \left(\frac{24}{3,694}\right)^{\frac{2}{3}} = 29,066$ mm/jam

i. Menghitung Koefisien Pergaliran ($C_{gabungan}$)

- $A_{median} = 1,25 \times 6650$ m = $0,0083$ km²
- $A_{badan jalan} = 7,5 \times 6650$ m = $0,0499$ km²
- $A_{bahu luar} = 2,5 \times 6650$ m = $0,0166$ km²
- $A_{lereng} = 9,309 \times 6650$ m = $0,0619$ km²
- $C_{median} = C_{badan jalan} = C_{bahu luar} = 0,80$ (beton dan aspal)

- $C_{lereng} = 0,80$ (Hutan rimbun & hutan gundul rapat dengan hampan rumput jarang sampai rapat)
- $F_k = 0,30$

$$C_{gabungan} = \frac{C_{median} \cdot A_{median} + C_{bdn\ jln} \cdot A_{bdn\ jln} + C_{b.luar} \cdot A_{b.luar} + C_{lrng} \cdot A_{lrng\ fk}}{A_{b.dalam} + A_{badan\ jalan} + A_{b.luar} + A_{lereng}}$$

$$C_{gabungan} = \frac{0,80 \times 0,083 + 0,80 \times 0,0499 + 0,80 \times 0,0166 + 0,80 \times 0,0619 \times 0,3}{0,0100 + 0,0499 + 0,0166 + 0,0619}$$

$$C_{gabungan} = 0,5464$$

j. Menghitung debit saluran (Q)

Data perancangan:

- $C_{gabungan} = 0,5464$
- $I = 29,066$ mm/jam
- $A_{total} = 0,1367$ km²
- $Q_{hidrologi} = 0,278 \times C_{gabungan} \times I \times A_{total}$
 $= 0,278 \times 0,5495 \times 29,066 \times 0,1367$
 $= 0,603$ m³

Untuk perhitungan debit Q hidrologi untuk yang lainnya dapat dilihat pada tabel 6.9 berikut ini.

Tabel 6.9 Debit Hidrologi

STA			Luas Area				C gab	I	Q hidrologi
			A median	A jalan	A b.luas	A lereng			
0+000	-	6+650	0,0083	0,0499	0,0166	0,0619	0,5464	29,066	0,603
6+650	-	7+450	0,0010	0,0060	0,0020	0,0117	0,4836	106,982	0,297
7+450	-	8+300	0,0011	0,0064	0,0021	0,0080	0,5445	105,489	0,281
8+300	-	8+975	0,0008	0,0051	0,0017	0,0084	0,5056	118,489	0,266
8+975	-	9+750	0,0010	0,0058	0,0019	0,0013	0,7276	115,386	0,234
9+750	-	10+650	0,0011	0,0068	0,0023	0,0110	0,5078	100,941	0,301
10+650	-	11+850	0,0015	0,0090	0,0030	0,0095	0,5692	86,523	0,314
11+850	-	12+725	0,0011	0,0066	0,0022	0,0105	0,5112	102,691	0,296
12+725	-	14+121,94	0,0017	0,0105	0,0035	0,0052	0,6609	80,120	0,308

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

6.5 Analisis Hidrolika

Dalam analisis 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+000 s/d STA 6+650

a. Perhitungan Luas Penampang Saluran (A)

Diketahui :

- $V_{\text{ijin}} = 1,50 \text{ m/detik}$
- $Q_{\text{hidrologi}} = 0,603 \text{ m}^3/\text{s}$
- $A_{\text{saluran}} = \frac{Q_{\text{saluran}}}{V_{\text{ijin}}}$
 $= \frac{0,603}{1,50}$
 $= 0,402 \text{ m}^2$

b. Perhitungan Dimensi Saluran

Diketahui :

- $B_{\text{rencana}} = 0,55 \text{ m}$
- $H_{\text{rencana}} = 0,60 \text{ m}$
- $m = 1$
- $A_{\text{saluran}} = (b + m.h). h$
 $= (0,55 + 1 \cdot 0,60) \cdot 0,60 = 0,690 \text{ m}^2$
- Tinggi Jagaan (W)
 $W = \sqrt{0,5 \times h_{\text{rencana}}}$
 $= \sqrt{0,5 \times 0,60} = 0,55 \text{ m}$
- Keliling Basah (P)

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \cdot \sqrt{m^2 + 1} \\
 &= 0,55 + 2 \cdot 0,60 \cdot \sqrt{1^2 + 1} \\
 &= 2,247 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jari-jari Hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,690}{2,247} = 0,307 \text{ m}$$

$$I_{\text{rencana}} = 0,001$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{hidrolika}} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,016} \times 0,307^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,900 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

c. Cek Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{hidrolika}} &< V_{\text{ijin}} \\
 0,900 \text{ m/s} &< 1,50 \text{ m/s (OK)}
 \end{aligned}$$

d. Cek Debit (Q)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hidrolika}} &= V_{\text{hidrolika}} \times A_{\text{hidrolika}} \\
 &= 0,9 \times 0,690 \\
 &= 0,621 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hidrologi}} &< Q_{\text{hidrolika}} \\
 0,603 \text{ m}^3/\text{detik} &< 0,621 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hidrolika}} - Q_{\text{hidrologi}} &= 0,621 - 0,603 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,018 \text{ m}^3/\text{detik} < 4\% \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan analisa hidrolika dan kontrol yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.10 berikut ini.

Tabel 6.10 Debit Hidrolika

STA			Q Hidrologi	n	B	H	W Rencana	H Saluran	m	A	P	R	L Saluran	i Eksisting	i Rencana	v	Q Hidrolika	ΔQ	KET.
					(m)	(m)				(m ²)	(m)	(m)	(m)		(i)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	
0+000	-	6+650	0,603	0,016	0,55	0,60	0,55	1,15	1	0,690	2,247	0,307	6650	0,0014	0,001	0,900	0,621	0,018	OK
6+650	-	7+450	0,297	0,016	0,45	0,45	0,50	0,95	1	0,405	1,723	0,235	800	0,0142	0,001	0,753	0,305	0,008	OK
7+450	-	8+300	0,281	0,016	0,45	0,45	0,50	0,95	1	0,405	1,723	0,235	850	0,0099	0,001	0,753	0,305	0,024	OK
8+300	-	8+975	0,266	0,016	0,45	0,45	0,50	0,95	1	0,405	1,723	0,235	675	0,019	0,001	0,753	0,305	0,038	OK
8+975	-	9+750	0,234	0,016	0,45	0,40	0,45	0,85	1	0,340	1,581	0,215	775	0,0052	0,001	0,709	0,241	0,007	OK
9+750	-	10+650	0,301	0,016	0,5	0,45	0,50	0,95	1	0,428	1,773	0,241	900	0,0072	0,001	0,766	0,327	0,026	OK
10+650	-	11+850	0,314	0,016	0,5	0,45	0,50	0,95	1	0,428	1,773	0,241	1200	0,0064	0,001	0,766	0,327	0,013	OK
11+850	-	12+725	0,296	0,016	0,45	0,45	0,50	0,95	1	0,405	1,723	0,235	875	0,0112	0,001	0,753	0,305	0,009	OK
12+725	-	14+121,94	0,308	0,016	0,5	0,45	0,50	0,95	1	0,428	1,773	0,241	1396,94	0,0028	0,001	0,766	0,327	0,020	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

e. Perhitungan Bangunan Terjun

- Kebutuhan Bangunan Terjun

$$\begin{array}{l} i_{\text{eksisting}} < i_{\text{rencana}} \\ 0,0014 < 0,001 \quad \text{(Perlu)} \end{array}$$

- Tinggi Maksimum Bangunan Terjun

$$T_{\text{max}} = 1,5 \text{ m } (Q < 0,75 \text{ m}^2/\text{s})$$

$$T_{\text{pakai}} = 1 \text{ m}$$

- $\Delta H_m = L_{\text{saluran}} \times i_{\text{eksisting}}$
 $= 6650 \times 0,0014$
 $= 9,31 \text{ m}$

- $\Delta H_s = L_{\text{saluran}} \times i_{\text{rencana}}$
 $= 6650 \times 0,001$
 $= 6,65 \text{ m}$

- $\Delta H = \Delta H_m - \Delta H_s$
 $= 9,31 - 6,65$
 $= 2,66 \text{ m}$

- Kebutuhan Bangunan Terjun (n)

$$n = \frac{\Delta H}{T_{\text{pakai}}}$$

$$n = \frac{2,66}{1}$$

$$n = 2,66 \approx 3 \text{ buah}$$

Untuk perhitungan bangunan terjun yang lain dapat dilihat pada Tabel 6.11 berikut ini.

Tabel 6.11 Keperluan Bangunan Terjun

Bangunan Terjun	T Max	T Pakai	ΔH_m	ΔH_s	ΔH	N Terjun	N Pakai
Perlu	1,5	1,0	9,310	6,650	2,660	2,660	3
Perlu	1,5	1,0	11,360	0,800	10,560	10,560	11

Tabel 6.12 Keperluan Bangunan Terjun (Lanjutan)

Bangunan Terjun	T Max	T Pakai	ΔH_m	ΔH_s	ΔH	N Terjun	N Pakai
Perlu	1,5	1,0	8,415	0,850	7,565	7,565	8
Perlu	1,5	1,0	12,825	0,675	12,150	12,150	13
Perlu	1,5	1,0	4,030	0,775	3,255	3,255	4
Perlu	1,5	1,0	6,480	0,900	5,580	5,580	6
Perlu	1,5	1,0	7,680	1,200	6,480	6,480	7
Perlu	1,5	1,0	9,800	0,875	8,925	8,925	9
Perlu	1,5	1,0	3,911	1,397	2,514	2,514	3

Sumber : Hasil Perhitungan

BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Umum

Pada pelaksanaan proyek konstruksi Jalan Ring Road Timur Kota Madiun 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 berdasarkan volume dari pekerjaan sebagai berikut :

- a. Pekerjaan Pendahuluan
 - Uitzet dengan *Waterpass/Theodolit*
 - 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
 - Galian Drainase
 - Saluran Drainase Pasangan Beton

- d. Pekerjaan Perkerasan Jalan
 - Lapis Perekat (*Take Coat*)
 - Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
 - Lapis Aus AC-WC (Gradasi halus/kasar)

- Lapis AC-BC
- Lapis AC Base
- Lapis Pondasi Dengan Agregat Kelas A

7.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

7.2.1 Pekerjaan Pendahuluan

Pada pekerjaan pembangunan suatu proyek biasanya diawali dengan pekerjaan pendahuluan, yang meliputi sebagai berikut :

a. Uitzet dengan Waterpass/Theodolith

Pekerjaan ini dilakukan untuk pengukuran kontur tanah pada wilayah tertentu. Semua elevasi yang ditunjukkan dan tercantum dalam gambar adalah elevasi yang dikaitkan dengan ketinggian patok titik tetap. Patok titik tetap yang dipergunakan sebagai referensi dalam proyek ini tercantum dalam gambar-gambar rencana atau akan ditunjukkan oleh Direksi di lapangan.

Perhitungan :

- Panjang = 14118,19 m
- Lebar = 15 m
- Volume = Panjang x lebar
= 14118,19 x 15
= 211772,85 m²

b. 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.

Perhitungan :

- Panjang = 14118,19 m

- Lebar = 50 m
- Volume = Panjang x lebar
= 14118,19 x 50
= 705909,5 m²

c. 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 14118,19 m
- Pembagi per STA 250 m
- $x = \frac{14118,19}{250} = 56,47$
- $y = \frac{250}{5} = 5$
- Pemasangan Bouwplank = $x \cdot y = 56,47 \times 5$
= 282,35 \approx 283 titik

7.2.2 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.

Perhitungan :

- Volume Galian (STA 0+250 s/d STA 0+500)
- STA 0+250 = 104,18 m²
- STA 0+500 = 224,74 m²
- Vol. Galian = $\frac{A1+A2}{2} \times \text{Jarak STA}$
 = $\frac{104,18 + 224,74}{2} \times 250$
 = 4115 m³

b. 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.

Perhitungan :

Volume Timbunan (STA 0+250 s/d STA 0+500)

- STA 0+500 = 0 m²
- STA +750 = 6,10 m²
- Vol. Galian = $\frac{A1+A2}{2} \times \text{Jarak STA}$
 = $\frac{0 + 6,10}{2} \times 250$
 = 762,50 m³

Untuk perhitungan volume galian dan timbunan yang lainnya dapat dilihat pada tabel 7.1 berikut ini.

Tabel 7.1 Volume Galian dan Timbunan

Total Volume Galian Dan Timbunan						
Station	Area Timbunan	Area Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Volume Timbunan Kumulatif	Volume Galian Kumulatif
0+250	0,00	104,18	0,00	0,00	0,00	0,00
0+500	0,00	224,74	0,00	41115,00	0,00	41115,00
0+750	6,10	14,45	762,50	29898,75	762,50	71013,75
1+000	1,45	13,27	943,75	3465,00	1706,25	74478,75
1+250	1,45	8,56	362,50	2728,75	2068,75	77207,50
1+500	0,00	227,31	181,25	29483,75	2250,00	106691,25
1+750	0,01	129,78	1,25	44636,25	2251,25	151327,50
2+000	0,18	79,17	23,75	26118,75	2275,00	177446,25
2+250	31,86	0,73	4005,00	9987,50	6280,00	187433,75
2+500	32,92	2,84	8097,50	446,25	14377,50	187880,00
2+750	0,00	108,54	4115,00	13922,50	18492,50	201802,50
3+000	0,00	170,19	0,00	34841,25	18492,50	236643,75
3+250	110,44	0,00	13805,00	21273,75	32297,50	257917,50
3+500	21,21	3,64	16456,25	455,00	48753,75	258372,50
3+750	0,00	92,99	2651,25	12078,75	51405,00	270451,25
4+000	20,42	2,00	2552,50	11873,75	53957,50	282325,00
4+250	0,02	35,09	2555,00	4636,25	56512,50	286961,25
4+500	37,06	1,92	4635,00	4626,25	61147,50	291587,50
4+750	0,00	239,84	4632,50	30220,00	65780,00	321807,50
5+000	51,01	6,21	6376,25	30756,25	72156,25	352563,75
5+250	5,76	8,56	7096,25	1846,25	79252,50	354410,00
5+500	0,00	52,17	720,00	7591,25	79972,50	362001,25
5+750	0,00	62,07	0,00	14280,00	79972,50	376281,25
6+000	108,84	0,00	13605,00	7758,75	93577,50	384040,00
6+250	0,00	44,45	13605,00	5556,25	107182,50	389596,25
6+500	6,40	46,91	800,00	11420,00	107982,50	401016,25
6+750	270,52	0,00	34615,00	5863,75	142597,50	406880,00

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 7.2 Volume Galian dan Timbunan (Lanjutan)

Total Volume Galian Dan Timbunan						
Station	Area Timbunan	Area Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Volume Timbunan Kumulatif	Volume Galian Kumulatif
7+000	0,00	129,20	33815,00	16150,00	176412,50	423030,00
7+250	0,01	381,92	1,25	63890,00	176413,75	486920,00
7+500	0,00	385,10	1,25	95877,50	176415,00	582797,50
7+750	133,23	0,00	16653,75	48137,50	193068,75	630935,00
8+000	246,08	0,00	47413,75	0,00	240482,50	630935,00
8+250	0,03	109,86	30763,75	13732,50	271246,25	644667,50
8+500	0,00	152,80	3,75	32832,50	271250,00	677500,00
8+750	0,00	477,49	0,00	78786,25	271250,00	756286,25
9+000	0,00	92,83	0,00	71290,00	271250,00	827576,25
9+250	333,18	0,00	41647,50	11603,75	312897,50	839180,00
9+500	145,97	0,00	59893,75	0,00	372791,25	839180,00
9+750	0,19	21,78	18270,00	2722,50	391061,25	841902,50
10+000	0,00	105,39	23,75	15896,25	391085,00	857798,75
10+250	0,00	536,51	0,00	80237,50	391085,00	938036,25
10+500	439,70	0,00	54962,50	67063,75	446047,50	1005100,00
10+750	249,30	0,00	86125,00	0,00	532172,50	1005100,00
11+000	0,00	343,07	31162,50	42883,75	563335,00	1047983,75
11+250	28,68	2,34	3585,00	43176,25	566920,00	1091160,00
11+500	0,00	29,93	3585,00	4033,75	570505,00	1095193,75
11+750	0,00	97,28	0,00	15901,25	570505,00	1111095,00
12+000	0,00	199,57	0,00	37106,25	570505,00	1148201,25
12+250	0,01	155,60	1,25	44396,25	570506,25	1192597,50
12+500	0,00	39,19	1,25	24348,75	570507,50	1216946,25
12+750	0,00	339,05	0,00	47280,00	570507,50	1264226,25
13+000	49,87	0,16	6233,75	42401,25	576741,25	1306627,50
13+250	110,50	0,00	20046,25	20,00	596787,50	1306647,50
13+500	231,40	0,00	42737,50	0,00	639525,00	1306647,50
13+750	0,00	117,04	28925,00	14630,00	668450,00	1321277,50
14+000	0,00	33,81	0,00	18856,25	668450,00	1340133,75

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

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 :

- Vol. angkut tanah keluar proyek = $\Sigma \text{vol.gal} - \Sigma \text{vol.tim}$
 $= 1340133,75 - 668450$
 $= 671683,75 \text{ m}^3$

7.2.3 Pekerjaan Drainase

a. Galian 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.

Perhitungan :

Diketahui :

- Saluran Tipe 1
 - Panjang = 6650 m
 - Lebar Atas = 2,85 m
 - Lebar Bawah = 0,55 m
 - Tinggi = 1,15 m
 - Luas = $\left(\frac{2,85+0,55}{2}\right) \times 1,15$
 $= 1,955 \text{ m}^2$
 - Volume Galian = $6650 \text{ m} \times 1,955 \text{ m}^2$
 $= 13000,75 \text{ m}^3$
- Saluran Tipe 2
 - Panjang = 3200 m

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Atas} &= 2,35 \text{ m} \\
 \text{Lebar Bawah} &= 0,45 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 0,95 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \left(\frac{2,35+0,45}{2} \right) \times 0,95 \\
 &= 1,33 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume Galian} &= 3200 \text{ m} \times 1,33 \text{ m}^2 \\
 &= 4256 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Saluran Tipe 3

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 775 \text{ m} \\
 \text{Lebar Atas} &= 2,15 \text{ m} \\
 \text{Lebar Bawah} &= 0,45 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 0,85 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \left(\frac{2,15+0,45}{2} \right) \times 0,85 \\
 &= 1,105 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume Galian} &= 775 \text{ m} \times 1,105 \text{ m}^2 \\
 &= 856,375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Saluran Tipe 4

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3496,94 \text{ m} \\
 \text{Lebar Atas} &= 2,4 \text{ m} \\
 \text{Lebar Bawah} &= 0,5 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 0,95 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= \left(\frac{2,4+0,5}{2} \right) \times 0,95 \\
 &= 1,3775 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume Galian} &= 3496,94 \text{ m} \times 1,3775 \text{ m}^2 \\
 &= 4817,035 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Total Volume Galian Drainase = $13000,75 \text{ m}^3 + 4256 \text{ m}^3 + 856,375 \text{ m}^3 + 4817,035 \text{ m}^3 = 22930,16 \text{ m}^3$

b. Saluran Drainase Pasangan Beton

Pekerjaan ini berkaitan dengan pengecoran drainase di sepanjang jalan rencana dengan tebal cor yaitu 0,1 m.

Perhitungan :

- Saluran Tipe 1
 - Panjang = 6650 m
 - Lebar Bawah = 0,55 m
 - Sisi Miring = 1,63 m
 - Luas = $(0,55 + 2 \times 1,63) \times 0,1$
= 0,381 m²
 - Volume Cor = 6650 m x 0,381 m²
= 2533,65 m³
- Saluran Tipe 2
 - Panjang = 3200 m
 - Lebar Bawah = 0,45 m
 - Sisi Miring = 1,35 m
 - Luas = $(0,45 + 2 \times 1,35) \times 0,1$
= 0,315 m²
 - Volume Cor = 3200 m x 0,315 m²
= 1008 m³
- Saluran Tipe 3
 - Panjang = 775 m
 - Lebar Bawah = 0,45 m
 - Sisi Miring = 1,21 m
 - Luas = $(0,45 + 2 \times 1,21) \times 0,1$
= 0,287 m²
 - Volume Cor = 775 m x 0,287 m²
= 222,425 m³
- Saluran Tipe 4
 - Panjang = 3496,94 m
 - Lebar Bawah = 0,5 m
 - Sisi Miring = 1,35 m
 - Luas = $(0,5 + 2 \times 1,35) \times 0,1$
= 0,32 m²
 - Volume Cor = 3496,94 m x 0,32 m²
= 1119,021 m³

- Total Volume Cor Drainase = $2533,65 \text{ m}^2 + 1008 \text{ m}^3 + 222,425 \text{ m}^3 + 1119,021 \text{ m}^3 = 4883,096 \text{ m}^3$

7.2.4 Pekerjaan Perkerasan Jalan

Pekerjaan perkerasan jalan ini diperhitungkan berdasarkan tebal masing-masing lapisan perkerasan, berikut tiap lapisnya :

- Lapis Perekat (*Tack Coat*)
- Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
- Lapis Aus AC-WC (Gradasi halus/kasar)
- Lapis AC-BC
- Lapis AC Base
- Lapis Pondasi Dengan Agregat Kelas A

a. Lapisan Aspal Perekat (*Tack Coat*)

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan pemasangan material aspal pada permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya untuk penghamparan pelaburan aspal atau lapisan campuran aspal. Lapis Aspal Perekat digunakan pada permukaan yang beraspal, dengan bahan aspal dari jenis aspal semen AC – 10 atau AC – 20 yang memenuhi ASSHTO M226 – 80, diencerkan dengan 25 sampai 30 bagian minyak tanah per 100 bagian aspal. Dipasang hanya pada permukaan yang benar – benar kering. Pekerjaan Lapis Perekat harus tidak dilaksanakan waktu angin kencang, hujan atau akan turun hujan. Kecuali mendapat persetujuan lain dari Direksi.

Lapisan yang telah selesai harus menutup keseluruhan permukaan yang dilapi dan tampak merata, tanpa lokasi yang tidak tertutup atau beralur atau berlebihan aspalnya.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Koefisien = 0.25

- Vol. Lapisan Aspal Perekat = $(14118,19 \times 15 \times 0.25) \times 2$
= 105886,42 liter

b. Lapisan Aspal Pengikat (*Prime Coat*)

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan pemasangan material aspal pada permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya untuk penghamparan pelaburan aspal atau lapisan campuran aspal. Lapisan Aspal Pengikat digunakan pada permukaan yang tidak beraspal, dengan bahan aspal dari jenis aspal semen AC – 10 (yang kurang lebih ekuivalen aspal penetrasi 80/100) atau jenis AC – 20 (yang kurang lebih ekuivalen Aspal penetrasi 60/70), mematuhi ASSHTO N226 -80, dicairkan dengan minyak tanah. Dipasang hanya pada permukaan yang kering atau sedikit berlembab. Pekerjaan Lapisan Aspal Pengikat harus tidak dilaksanakan waktu angin kencang, hujan atau akan turun hujan. Kecuali mendapat persetujuan lain dari Direksi. Lapisan yang telah selesai harus menutup keseluruhan permukaan yang dilapi dan tampak merata, tanpa lokasi yang tidak tertutup atau beralur atau berlebihan aspalnya.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Koefisien = 0.25
- Vol. Lapisan Aspal pengikat = $(14118,19 \times 15 \times 1)$
= 211772,85 liter

c. Lapis Aus AC – WC (Gradasi halus/kasar)

Setelah lapisan – lapisan aspal selesai dilaksanakan maka dilanjutkan dengan penghamparan lapisan penutup perkerasan hot mix dengan menggunakan lapis aus AC – WC (gradasi halus/kasar) dengan ketebalan sesuai dengan yang tercantum pada gambar maupun spesifik teknik.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Tebal Lapis Aus AC-WC = 0,04 m
- Vol. AC-WC = $(14118,19 \times 15 \times 0,04)$
= 8470,914 m³
- Vol. AC-WC = $8470,914 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3$
= 19483,1022 ton

d. Lapis AC – BC

Menggunakan lapis AC – BC dengan ketebalan sesuai dengan yang tercantum pada gambar maupun spesifik teknik.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Tebal Lapis Aus AC-BC = 0,06 m
- Vol. AC-BC = $(14118,19 \times 15 \times 0,06)$
= 12706,371 m³
- Vol. AC-BC = $12706,371 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3$
= 29224,6533 ton

e. Lapis AC – Base

Menggunakan lapis AC Base dengan ketebalan sesuai dengan yang tercantum pada gambar maupun spesifik teknik.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Tebal Lapis Aus AC-Base = 0,245 m
- Vol. AC-Base = $(14118,19 \times 15 \times 0,245)$
= 51884,348 m³
- Vol. AC-Base = $51884,348 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3$
= 119334 ton

f. Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A

Lapis pondasi atas (LPA) dengan menggunakan agregat kelas A adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapisan permukaan. Fungsi dari lapis pondasi ini antara lain yaitu:

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dalam menyebarkan beban ke lapisan bawahnya.
- Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material untuk lapisan pondasi atas harus memenuhi klasifikasi sebagai berikut :

- Mutu bahan harus sebaik mungkin dimana tidak mengandung kotoran lumpur, berisi tajam dan kaku.
- Susunan gradasi harus rapat, maksudnya butiran bantuan harus mempunyai susunan gradasi yang saling mengisi antara butiran agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus, sehingga rongga semakin kecil.
- Material yang digunakan harus awet dan kuat serta mempunyai nilai CBR $\geq 50\%$ dan indeks plastisitas (PI) $\leq 4\%$.

Perhitungan :

- Panjang total pekerjaan = 14118,19 m
- Lebar Jalan = $(7,5 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$
- Tebal Lapis LPA = 0,3 m
- Vol. LPA = $(14118,19 \times 15 \times 0,3)$
= 63531,855 m³

Rekapitulasi volume pekerjaan dapat dilihat pada tabel 7.3 berikut ini.

Tabel 7.3 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan
Pekerjaan Pendahuluan			
1	Uitzet dengan <i>Waterpass/Theodolit</i>	211772,85	m ²
2	Pembersihan Lahan/Lokasi	705909	m ²
3	Pembuatan Bouwplank	283	Titik
Pekerjaan Tanah			
4	Galian Tanah dengan Alat Berat	668450	m ³
5	Timbunan Tanah dengan Alat Berat	1340133,75	m ³
6	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	671683,75	m ³
Pekerjaan Drainase			
7	Galian Drainase	22930,16	m ³
8	Saluran Drainase Pasangan Beton	4883,096	m ³
Pekerjaan Perkerasan			
9	Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	52943,21	Liter
10	Lapis Resap Pengikat (<i>Prime Coat</i>)	211772,85	Liter
11	Lapis Aus AC-WC (Gradasi halus/kasar)	19483,1022	Ton
12	Lapis AC-BC	29224,6533	Ton
13	Lapis AC Base	119334	Ton
14	LPA Kelas A	63531,855	m ³

Sumber : Hasil Perhitungan

7.3 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan

Harga satuan upah, bahan, dan alat yang digunakan pada perhitungan rencana anggaran biaya ini menggunakan acuan dari harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun anggaran 2019 yang dikonversi dengan mengalikan koefisien daerah Kota Madiun.

Perhitungan Penyesuaian :

- Indeks Daerah Kota Surabaya = 113,23
- Indeks Derah Kota Madiun = 110,14
- Nilai HSPK = Rp 5756,80
- Penyesuaian = $\frac{110,14}{113,23} \times \text{Rp } 5756,80$
- Penyesuaian = Rp 5599,70

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan *Uitzet dengan Waterpass/Theodolit* dapat dilihat pada tabel 7.4 berikut ini.

Tabel 7.4 HSPK *Uitzet*

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Uitzet Dengan WaterPass/Theodolit		m ²		
<u>Upah :</u>				
Tenaga Surveyor	0,006667	Orang Hari	Rp 170.000	Rp 1.133,39
Pembantu Tukang	0,013333	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 2.066,62
			Jumlah :	Rp 3.200,01
<u>Sewa Peralatan :</u>				
Sewa Theodolite	0,006667	Hari	Rp 383.500	Rp 2.556,79
			Jumlah :	Rp 2.556,79
			Nilai HSPK :	Rp 5.756,80
			Penyesuaian	Rp 5.599,70

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan pembersihan lahan/lokasi dapat dilihat pada tabel 7.5 berikut ini.

Tabel 7.5 HSPK Pembersihan Lahan

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pembersihan Lapangan		m ²		
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 11.915,70

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan *Bouwplank* dapat dilihat pada tabel 7.6 berikut ini.

Tabel 7.6 HSPK *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
Bahan/Material :				
Paku Biasa 2-5 inci	0,05	Doz	Rp 29.100	Rp 1.455,00
Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	0,012	m ³	Rp 4.347.000	Rp 52.164,00
Kayu Meranti Bekisting	0,008	m ³	Rp 3.622.500	Rp 28.980,00
			Jumlah :	Rp 82.599,00
			Nilai HSPK :	Rp 117.209,00
			Penyesuaian	Rp 114.010,41

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan penggalian tanah dengan alat berat dapat dilihat pada tabel 7.7 berikut ini.

Tabel 7.7 HSPK Galian Tanah

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 49.852,48

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan pengurugan tanah dengan alat berat dapat dilihat pada tabel 7.8 berikut ini.

Tabel 7.8 HSPK Pengurugan Tanah

Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pengurugan Tanah dengan Pematatan		m3		
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

Tabel 7.9 HSPK Pengurangan Tanah (Lanjutan)

<u>Uraian Kegiatan</u>	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
<u>Bahan :</u> Tanah Urug	1,2	m3	Rp 140.600 Jumlah :	Rp 168.720,00 Rp 168.720,00
<u>Sewa Peralatan :</u> Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	8	m3	Rp 1.100 Jumlah : Nilai HSPK : Penyesuaian	Rp 8.800,00 Rp 8.800,00 Rp 225.820,00 Rp 219.657,47

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan pengangkutan tanah keluar dari proyek dapat dilihat pada tabel 7.10 berikut ini.

Tabel 7.10 HSPK Pengangkutan Tanah

<u>Uraian Kegiatan</u>	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek		m3		
<u>Upah :</u> Pembantu Tukang	0,25	Orang Hari	Rp 155.000 Jumlah :	Rp 38.750,00 Rp 38.750,00
<u>Sewa Peralatan :</u> Sewa Dump Truk 5 Ton	0,25	Jam	Rp 70.000 Jumlah : Nilai HSPK : Penyesuaian :	Rp 17.500,00 Rp 17.500,00 Rp 56.250,00 Rp 54.714,96

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan galian drainase dapat dilihat pada tabel 7.11 berikut ini.

Tabel 7.11 HSPK Galian Drainase

Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
Galian Drainase		m3		
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,025	Orang Hari	Rp 180.000	Rp 4.500,00
Pembantu Tukang	0,75	Orang Hari	Rp 155.000	Rp 116.250,00
			Jumlah :	Rp 120.750,00
Sewa Peralatan :				
Sewa Alat Bantu 1 set @ 3 alat	1	m3	Rp 1.100	Rp 1.100,00
			Jumlah :	Rp 1.100,00
			Nilai HSPK :	Rp 121.850,00
			Penyesuaian	Rp 118.524,76

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk cor drainase dapat dilihat pada tabel 7.12 berikut ini.

Tabel 7.12 HSPK Beton Drainase

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Pekerjaan Beton K-250		m3		
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	0,54312			
Batu Pecah Mesin	5	m3	Rp 265.300	Rp 144.091,06
1/2 cm	0,52578			
	9	m3	Rp 143.000	Rp 75.187,83

Tabel 7.13 HSPK Beton Drainase (Lanjutan)

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Air kerja	215	Liter	Rp 6	Rp 1.290,00
			Jumlah :	Rp 609.593,89
			Nilai HSPK :	Rp 915.758,89
			Penyesuaian	Rp 890.768,21

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan lapis perekat/tack coat dapat dilihat pada tabel 7.14 berikut ini.

Tabel 7.14 HSPK Lapis Perekat/Tack Coat

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Lapis Perekat/Tack Coat		Liter		
Upah :				
Kepala	0,000416	Orang		Rp
Tukang/Mandor	7	Hari	Rp 180.000	75,01
Pembantu Tukang	0,002083	Orang		
	3	Hari	Rp 155.000	Rp 322,91
			Jumlah :	Rp 397,92
Bahan :				
Aspal Curah	0,8487	Kg	Rp 10.100	Rp 8.571,87
Minyak Tanah	0,206	Liter	Rp 4.500	Rp 927,00
			Jumlah :	Rp 9.498,87
Sewa Peralatan :				
Sewa Aspal Sprayer Min 4 Jam	0,0002	Jam	Rp 30.400	Rp 6,08
Sewa Compresor Min 5 Jam	0,0002	Jam	Rp 103.400	Rp 20,68
			Jumlah :	Rp 26,76
			Nilai HSPK :	Rp 9.923,55
			Penyesuaian	Rp 9.652,74

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan lapis resap/prime coat dapat dilihat pada tabel 7.15 berikut ini.

Tabel 7.15 HSPK Lapis Resap/Prime Coat

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan		Harga	
Lapis Resap Ikat/Prime Coat						
Upah:						
Kepala	0,000416	Orang				
Tukang/Mandor	7	Hari	Rp	180.000	Rp	75,01
Pembantu	0,002083	Orang				
Tukang	3	Hari	Rp	155.000	Rp	322,91
			Jumlah :		Rp	397,92
Bahan:						
Aspal Curah	0,679	Kg	Rp	10.100	Rp	6.857,90
Minyak Tanah	0,3708	Liter	Rp	4.500	Rp	1.668,60
			Jumlah :		Rp	8.526,50
Sewa Peralatan :						
Sewa Aspal Sprayer Min 4 Jam	0,0002	Jam	Rp	30.400	Rp	6,08
Sewa Compresor Min 5 Jam	0,0002	Jam	Rp	103.400	Rp	20,68
			Jumlah :		Rp	26,76
			Nilai HSPK :		Rp	8.951,18
			Penyesuaian		Rp	8.706,90

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan lapis Laston AC-WC dapat dilihat pada tabel 7.16 berikut ini.

Tabel 7.16 HSPK Laston AC-WC

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Laston AC-WC		Ton		
Upah :				
Kepala		Orang	Rp	
Tukang/Mandor	0,02008	Hari	180.000,00	Rp 3.614,40
Pembantu Tukang	0,200803	Orang Hari	Rp 155.000,00	Rp 31.124,47
			Jumlah :	Rp 34.738,87
Bahan :				
Aspal Curah	62,83	Kg	Rp 10.100,00	Rp 634.583,00
Semen PC 50 Kg	0,1974	Zak	Rp 68.300,00	Rp 13.482,42
Agregat Halus	0,3523	m3	Rp 210.000,00	Rp 73.983,00
Agregat Kasar	0,2978	m3	Rp 227.700,00	Rp 67.809,06
			Jumlah :	Rp 789.857,48
Sewa Peralatan :				
Sewa Dump Truk 5 Ton	0,3698	Jam	Rp 70.000,00	Rp 25.886,00
Sewa Generator 5000 Watt	0,0201	Unit	Rp 950.000,00	Rp 19.095,00
Sewa Asphalt Finisher Min 3 Jam	0,0137	Jam	Rp 1.156.600,00	Rp 15.845,42
Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 Jam	0,0058	Jam	Rp 243.500,00	Rp 1.412,30
Sewa Tandem Roller	0,0135	Jam	Rp 292.200,00	Rp 3.944,70
Asphalt Mixing Plant	0,0201	Jam	Rp 4.383.000,00	Rp 88.098,30
Sewa Wheel Loader Min 5 Jam	0,0096	Jam	Rp 633.100,00	Rp 6.077,76
Sewa Alat Bantu Pembuatan Emulsi	1	Ls	Rp 22.100,00	Rp 22.100,00
			Jumlah :	Rp 182.459,48
			Nilai HSPK :	Rp 1.007.055,83
			Penyesuaian	Rp 979.573,69

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan lapis Laston AC-BC dapat dilihat pada tabel 7.17 berikut ini.

Tabel 7.17 HSPK Laston AC-BC

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan	Harga
Laston AC-BC				
Upah :				
Kepala Tukang/Mandor	0,02008	Orang Hari	Rp 180.000,00	Rp 3.614,40
Pembantu Tukang	0,200803	Orang Hari	Rp 155.000,00	Rp 31.124,47
			Jumlah :	Rp 34.738,87
Bahan :				
Filler	21,56	Liter	Rp 1.800,00	Rp 38.808,00
Tack Coat	3,85	Liter	Rp 12.500,00	Rp 48.125,00
Aspal Curah	57,68	Kg	Rp 10.100,00	Rp 582.568,00
Semen PC 50 Kg	0,189	m3	Rp 68.300,00	Rp 12.908,70
Agregat Halus	0,3127	m3	Rp 210.000,00	Rp 65.667,00
Agregat Kasar	0,3481	m3	Rp 227.700,00	Rp 79.262,37
			Jumlah :	Rp 827.339,07
Sewa Peralatan :				
Sewa Dump Truk 5 Ton	0,3698	Jam	Rp 70.000,00	Rp 25.886,00
Sewa Generator 5000 Watt	0,0201	Unit	Rp 950.000,00	Rp 19.095,00
Sewa Asphalt Finisher Min 3 Jam	0,011	Jam	Rp 1.156.600,00	Rp 12.722,60
Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 Jam	0,0046	Jam	Rp 243.500,00	Rp 1.120,10
Sewa Tandem Roller	0,0108	Jam	Rp 292.200,00	Rp 3.155,76
Asphalt Mixing Plant	0,0201	Jam	Rp 4.383.000,00	Rp 88.098,30
Sewa Wheel Loader Min 5 Jam	0,0096	Jam	Rp 633.100,00	Rp 6.077,76
Sewa Alat Bantu Pembuatan Emulsi	1	Ls	Rp 22.100,00	Rp 22.100,00
			Jumlah :	Rp 178.255,52
			Nilai HSPK :	Rp 1.040.333,46
			Penyesuaian	Rp 1.011.943,18

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) untuk pekerjaan lapis pondasi atas kelas A dapat dilihat pada tabel 7.18 berikut ini.

Tabel 7.18 HSPK LPA

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan		Harga	
Agregat lapis Pondasi Atas Kelas A		m3				
Upah :						
Kepala Tukang/Mandor	0,0084952	Orang Hari	Rp	180.000	Rp	1.529,14
Pembantu Tukang	0,0594665	Orang Hari	Rp	155.000	Rp	9.217,31
			Jumlah:		Rp	10.746,44
Bahan/Material :						
Agregat Kelas A	1,2586	m3	Rp	212.200	Rp	267.074,92
			Jumlah :		Rp	267.074,92
Sewa Peralatan :						
Sewa Truk Tangki Air Min 5 Jam	0,0141	Hari	Rp	527.000	Rp	7.430,70
Sewa Dump Truk 5 Ton	0,5043	Jam	Rp	70.000	Rp	35.301,00
Sewa Tandem Roller	0,0119	Jam	Rp	292.200	Rp	3.477,18
Sewa Motor Grader 125-140 pk Min 5 jam	0,0094	Jam	Rp	304.400	Rp	2.861,36
Sewa Wheel Loader 1.7-2 m3	0,0085	Jam	Rp	633.100	Rp	5.381,35
			Jumlah :		Rp	54.451,59
			Nilai HSPK :		Rp	332.272,95
			Penyesuaian		Rp	323.205,36

Sumber : HSPK Kota Surabaya Dikonversi

7.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Berdasarkan perhitungan volume setiap pekerjaan dan analisa harga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebagai berikut :

Perhitungan :

- Pekerjaan *Uitzet*
- RAB = Volume x Nilai HSPK Pekerjaan *Uitzet*
= 211772,85 x Rp 5599,70
= Rp 1185864177,40

Perhitungan rencana anggaran biaya dapat dilihat pada tabel 7.19 berikut ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Tabel 7.19 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan	Nilai HSPK (Rp)	Biaya (Rp)
Pekerjaan Pendahuluan					
1	Uitzet dengan <i>Waterpass/Theodolit</i>	211772,85	m ²	Rp 5.599,70	Rp 1.185.864.177,40
2	Pembersihan Lahan/Lokasi	705909	m ²	Rp 11.915,70	Rp 8.411.401.673,01
3	Pembuatan Bouwplank	283	Titik	Rp 114.010,41	Rp 32.264.947,37
Pekerjaan Tanah					
4	Galian Tanah dengan Alat Berat	1340133,75	m ³	Rp 49.852,48	Rp 66.808.989.118,13
5	Timbunan Tanah dengan Alat Berat	668450	m ³	Rp 219.657,47	Rp 146.830.032.703,88
6	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	671683,75	m ³	Rp 54.714,96	Rp 36.751.149.983,72
Pekerjaan Drainase					
7	Galian Drainase	22930,16	m ³	Rp 118.524,76	Rp 2.717.791.796,87
8	Saluran Drainase Pasangan Beton	4883,096	m ³	Rp 890.768,21	Rp 4.349.706.669,00
Pekerjaan Perkerasan					
9	Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	105886,42	Liter	Rp 9.652,74	Rp 1.022.093.868,06
10	Lapis Resap Pengikat (<i>Prime Coat</i>)	211772,85	Liter	Rp 8.706,90	Rp 1.843.885.781,11
11	Lapis Aus AC-WC (Gradasi halus/kasar)	19483,1022	Ton	Rp 979.573,69	Rp 19.085.134.253,93
12	Lapis AC-BC	29224,6533	Ton	Rp 1.011.943,18	Rp 29.573.688.714,12
13	Lapis AC Base	119334	Ton	Rp 1.011.943,18	Rp 120.759.227.929,34
14	LPA Kelas A	63531,855	m ³	Rp 323.205,36	Rp 20.533.836.170,93
	Jumlah				Rp 459.905.067.786,86
	PPN 10%				Rp 45.990.506.778,69
	Jumlah +PPN 10%				Rp 505.895.574.565,54

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB VIII

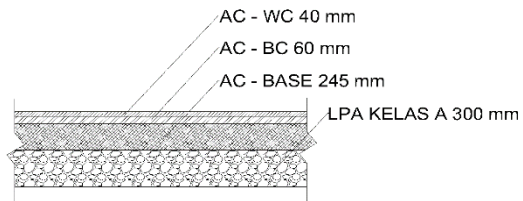
KESIMPULAN

1. Jalan rencana ini menggunakan tipe 4/2 D, dengan detail sebagai berikut :

- Lebar Jalur = 7,5 m
- Lebar lajur = 3,75 m
- Median = 2,5 m
- Bahu Luar = 2,5 m
- Kecepatan Rencana = 80 km/jam
- Perencanaan Alinyemen Horizontal yaitu 8 S – C – S
- Perencanaan Alinyemen Vertika yaitu 4 Cekung dan 4 Cembung

2. Perkerasan lentur jalan didapatkan sebagai berikut :

- Lapis AC-WC = 40 mm
- Lapis AC-BC = 60 mm
- Lapis AC Base = 245 mm
- LPA Kelas A = 300 mm



Gambar 8.1 Susunan Lapisan Perkerasan
Sumber : Hasil Perhitungan

3. Dimensi Saluran

Dimensi Saluran terdapat 4 tipe saluran, diantaranya :

Tipe 1

- H rencana = 0,60 m
- B rencana = 0,55 m
- W = 0,55 m
- H saluran = 1,15 m

Tipe 2

- H rencana = 0,45 m
- B rencana = 0,45 m
- W = 0,50 m
- H saluran = 0,95 m

Tipe 3

- H rencana = 0,40 m
- B rencana = 0,45 m
- W = 0,45 m
- H saluran = 0,85 m

Tipe 4

- H rencana = 0,45 m
- B rencana = 0,50 m
- W = 0,50 m
- H saluran = 0,95 m

4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) konstruksi

Berdasarkan perhitungan volume setiap pekerjaan dan analisa harga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebesar **Rp 505.895.574.565,54 (Lima Ratus Lima Miliar Delapan Ratus Sembilan Puluh Lima Juta Lima Ratus**

Tujuh Puluh Empat Ribu Lima Ratus Enam Puluh Lima Rupiah)

5. Gambar Teknis Desain Jalan

Dari perhitungan didapatkan gambar geometrik jalan yang berupa *plan and profile jalan, diagram superelevasi* dan *cross section* jalan yang dapat dilihat pada lampiran.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, Ahmad. 2013. **Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Karanggongso – Ketawang STA 0000 – STA 5000 Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Pusat Statistik Kota Madiun. 2018. **Kota Madiun Dalam Angka**. Madiun : BPS Kota Madiun.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. **Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota**. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. **Perencanaan Sistem Drainase Jalan**. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. **Manual Kapasitas Jalan**. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Sukirman, Silvia. 1999. **Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan**. Bandung : Nova.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. 2017. **Manual Perkerasan Jalan**. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Lubis, Reysha Rizki Amanda. 2016. **Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Desa Gajahrejo – Desa Sindurejo STA 11125 SD 16125 Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Septyanto, Ferdiansyah. 2016. **Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya Jawa Timur**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Shinduwari, Ike. 2016. **Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Lentur Jalan Jalur Lintas Selatan Pada Ruas Jalan Popoh Ngrejo Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur**. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Rizki Gusti, lahir di Madiun, Jawa Timur pada tanggal 12 April 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 01 Winongo Madiun tahun 2004, SMP Negeri 2 Madiun tahun 2010 dan SMA Negeri 2 Madiun tahun 2013. Pada tahun 2016, penulis diterima di Program Studi S1 Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 03111640000168. Selama dalam masa perkuliahan, penulis aktif dalam bidang organisasi kemahasiswaan. Pada tahun pertama, Penulis pernah mengikuti kegiatan UKM PSHT ITS. Pada tahun kedua, Penulis pernah menjadi staf di Divisi CECC HMS FTSP. Pada tahun ketiga, Penulis aktif dalam kepanitian di event-event teknik sipil ITS. Pada tahun keempat, Penulis fokus pada pengerjaan Tugas Akhir bidang Perhubungan dengan judul Tugas Akhir “PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA MADIUN. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : rizkigusti05@gmail.com

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan



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

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

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Ir. Wahyu Heriyanto M.T / Cahya Buana S.T, MT
NAMA MAHASISWA	: Rizki Gusti
NRP	: 03111640000168
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perancangan Geometri dan Perkerasan Lentur Jalan Ring Road Timur (JRTT) Kota Madiun
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	1/10/19	- Perencanaan Trace Jalan	- Revisi Trace jalan	
2	11/10/19	- Revisi Trace Jalan	- Menggunakan Multi Criteria Analisis	
3	18/10/19	- Kemiringan jalan - Sudut tikungan - Superelevasi	- Analisis data curah hujan untuk perhitungan Drainase	
4	25/10/19	- Perhitungan Dimensi Saluran tepi	- Revisi perhitungan Drainase jalan	
5	1/11/19	- Perhitungan volume lalu lintas - Pertumbuhan lalu lintas - Trip Assignment	- Revisi volume lalu lintas menggunakan PDRB	
6	5/11/19	- Perhitungan volume lalu lintas	- Analisis Data Lalu Lintas	
7	8/11/19	- Analisa Data Lalu Lintas	- Perhitungan tabel Perkerasan dengan MDP 2017	



Form AK/TA-04
rev01

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

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Wahyu Henjonto M.T / Cahya Buana S.T. P.T.
NAMA MAHASISWA	: Rizki Gusti
NRP	: 0311640000168
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perancangan Geometrik dan Perkerasan Lentur Jalan Ring-Rod Timur (GRT) Kota Madiun
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
8	15/11/19	- Perhitungan Tekak perkerasan	- Revisi Dimensi Drainase Jalan	
9	24/11/19	- Revisi Dimensi Saluran Tepi	- Perhitungan RAB menggunakan HSPE Kota Surabaya yang disesuaikan	
10	29/11/19	- Rencana Anggaran Biaya (RAB)		



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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Layout Peta

SKALA

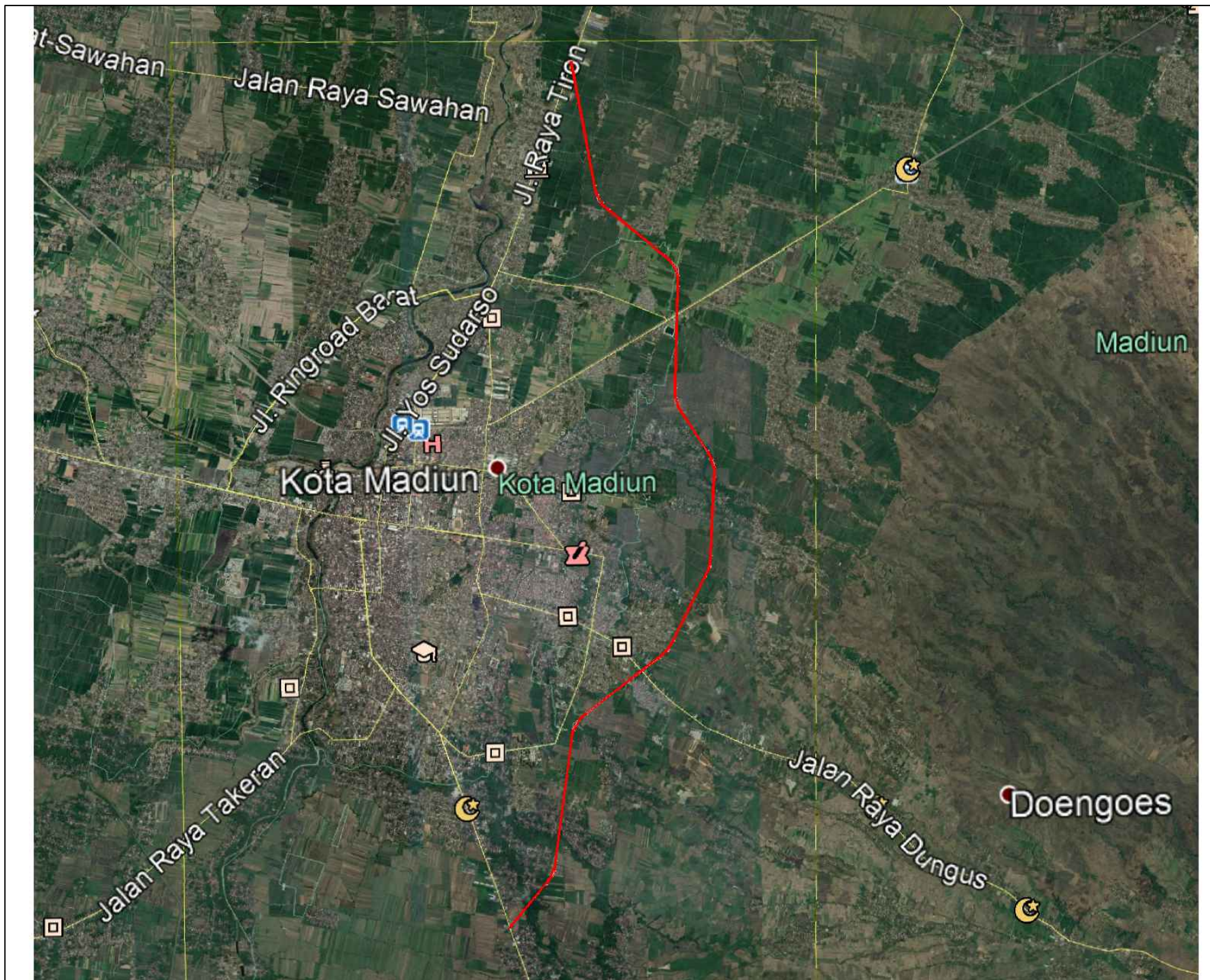
1:10000

NOMOR GAMBAR

1

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Layout Kontur

SKALA

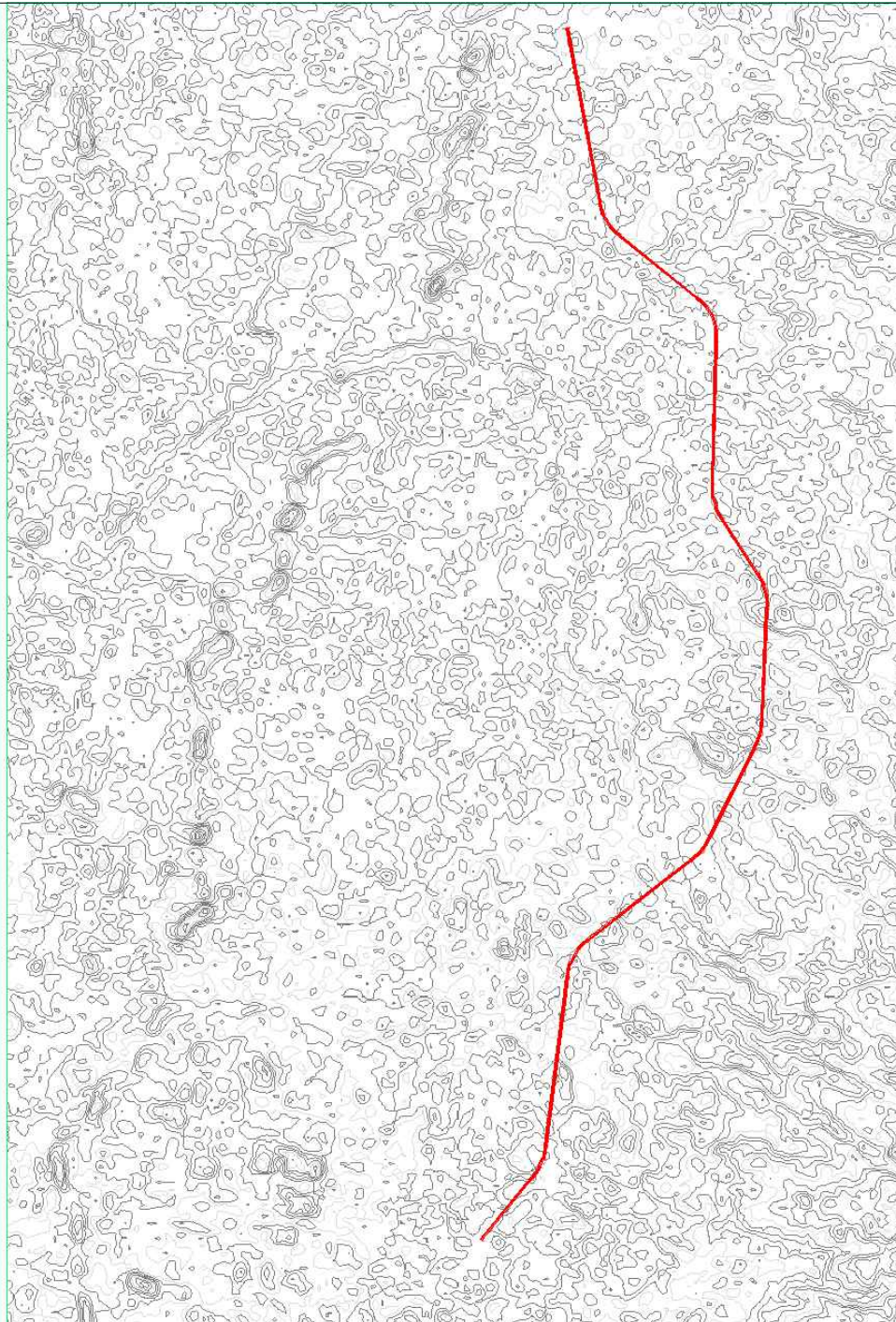
1:10000

NOMOR GAMBAR

2

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Desain Drainase

SKALA

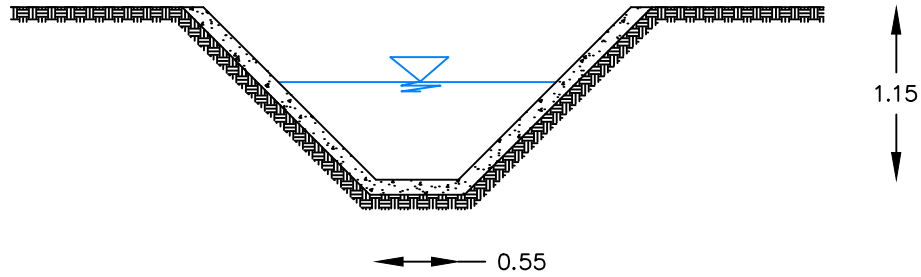
1:50

NOMOR GAMBAR

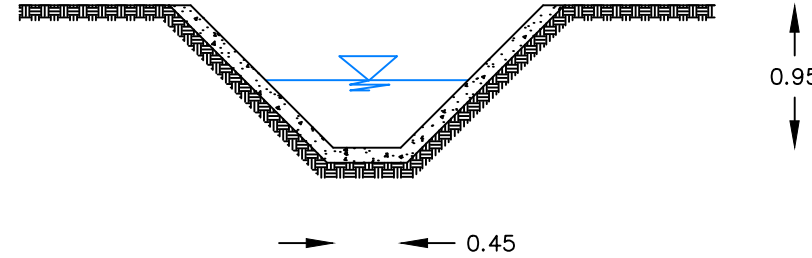
3

JUMLAH GAMBAR

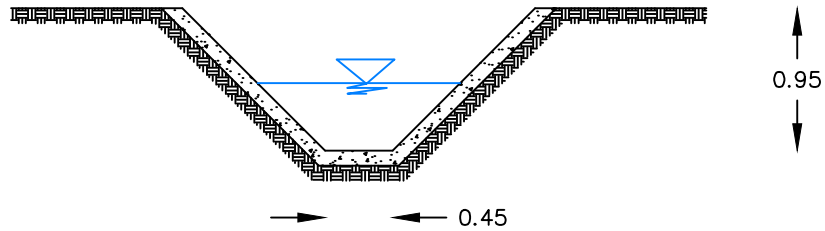
86



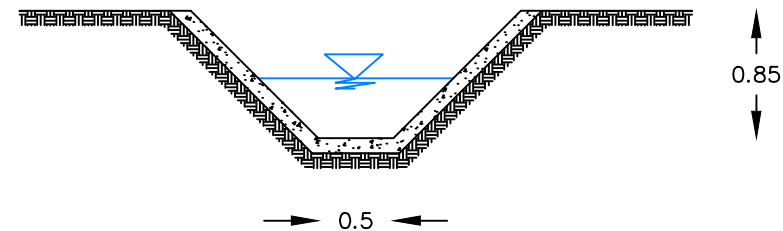
Saluran Tipe 1



Saluran Tipe 2



Saluran Tipe 3



Saluran Tipe 4



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 0+000 – Sta 0+534

SKALA

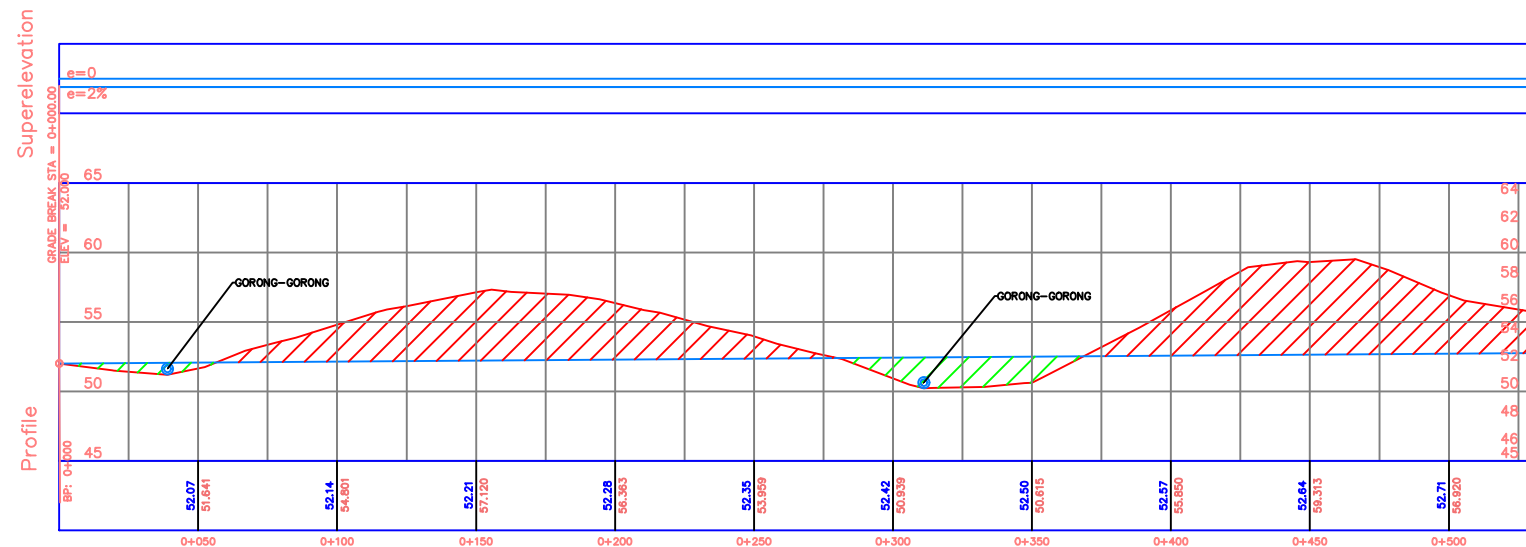
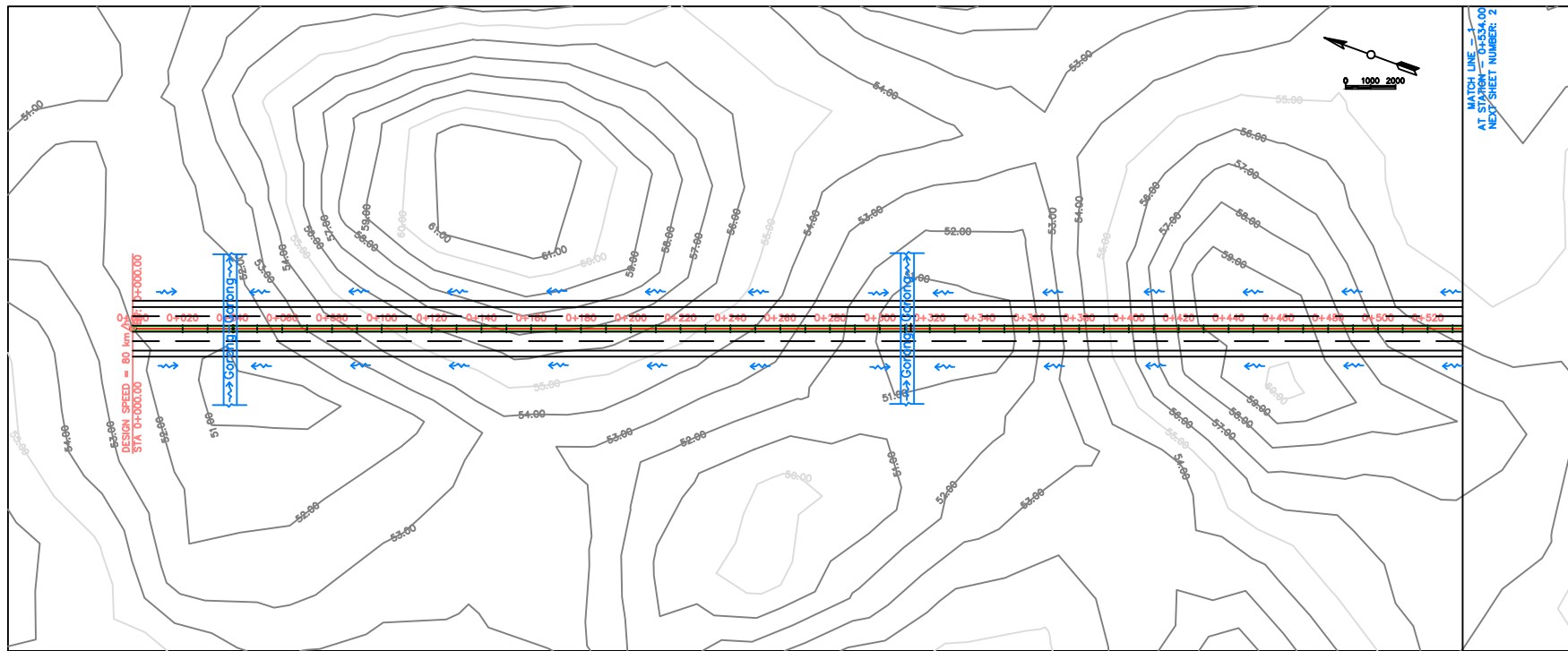
1:1500

NOMOR GAMBAR

4

JUMLAH GAMBAR

86





PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 0+534 - Sta 1+068

SKALA

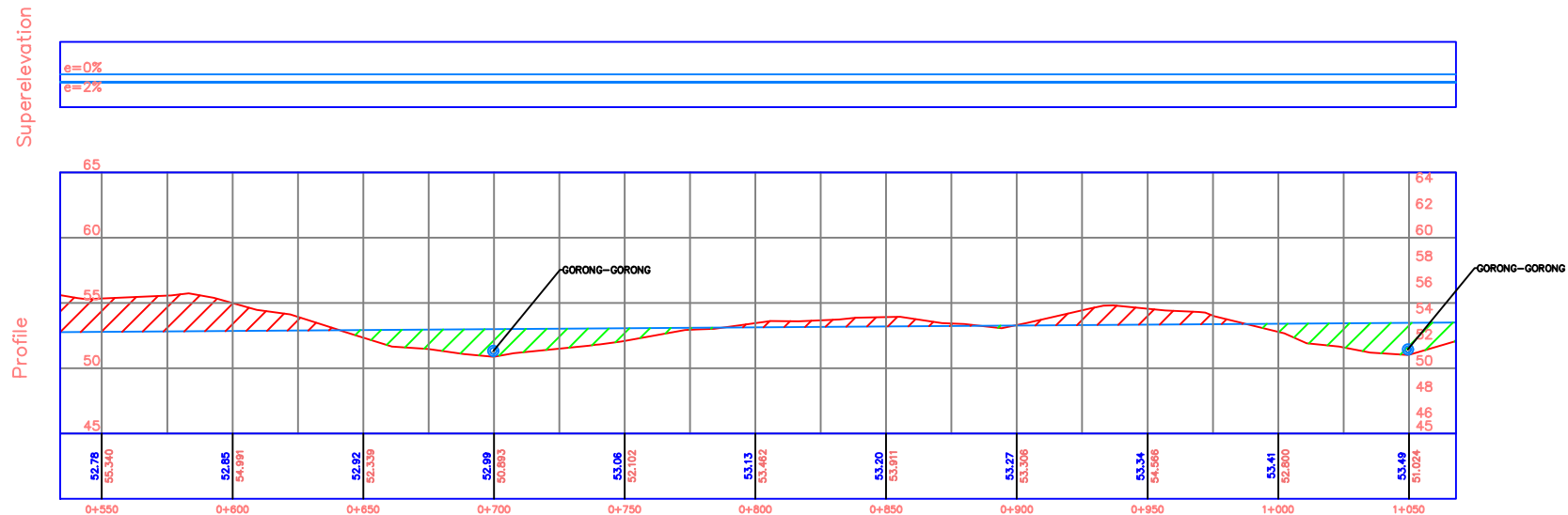
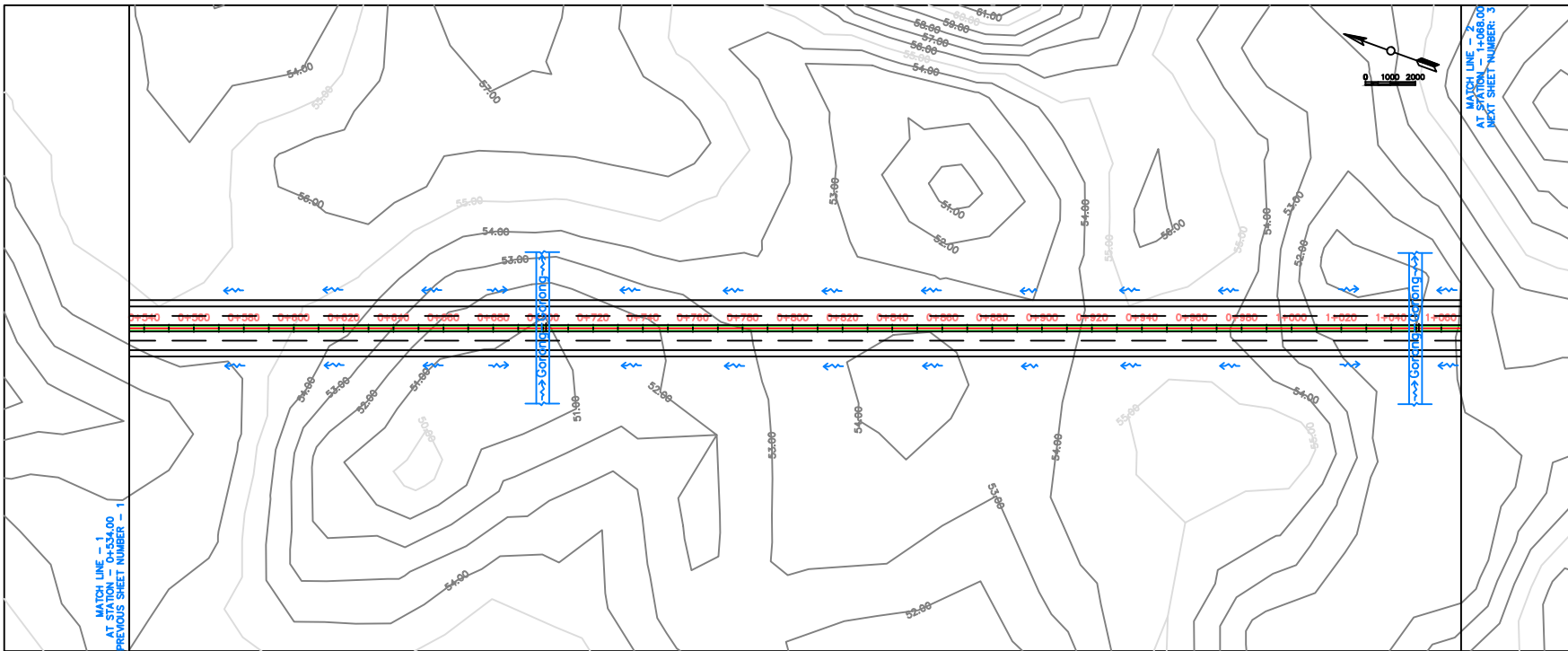
1:1500

NOMOR GAMBAR

5

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 1+068 - Sta 1+602

SKALA

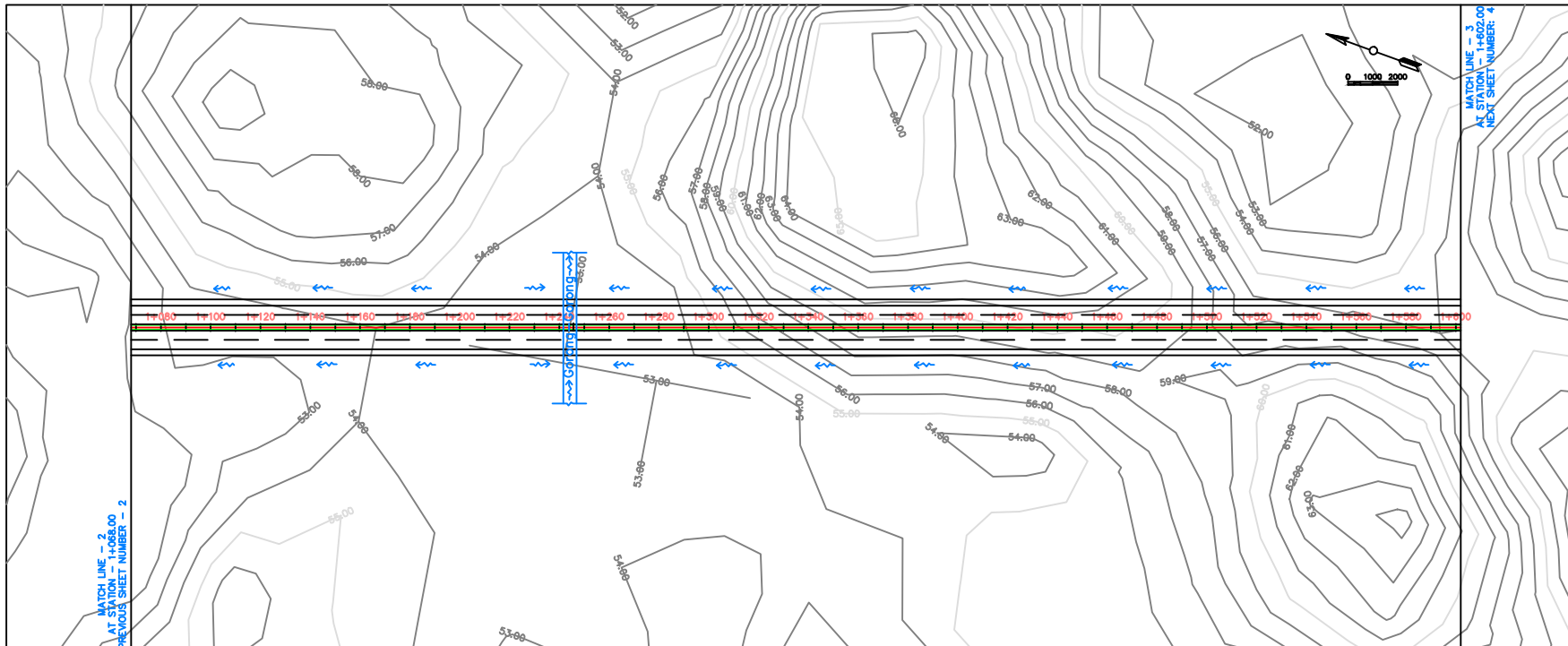
1:1500

NOMOR GAMBAR

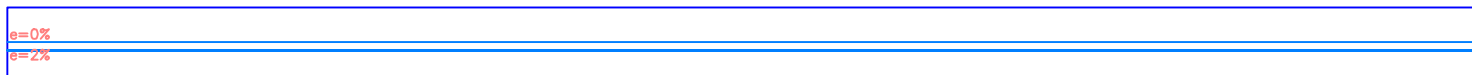
6

JUMLAH GAMBAR

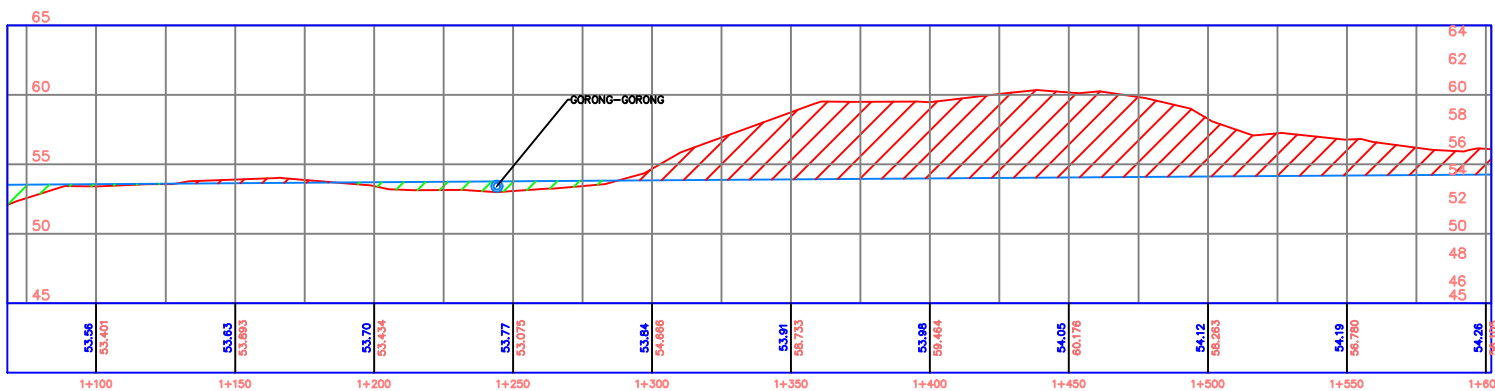
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 1+602 - Sta 2+136

SKALA

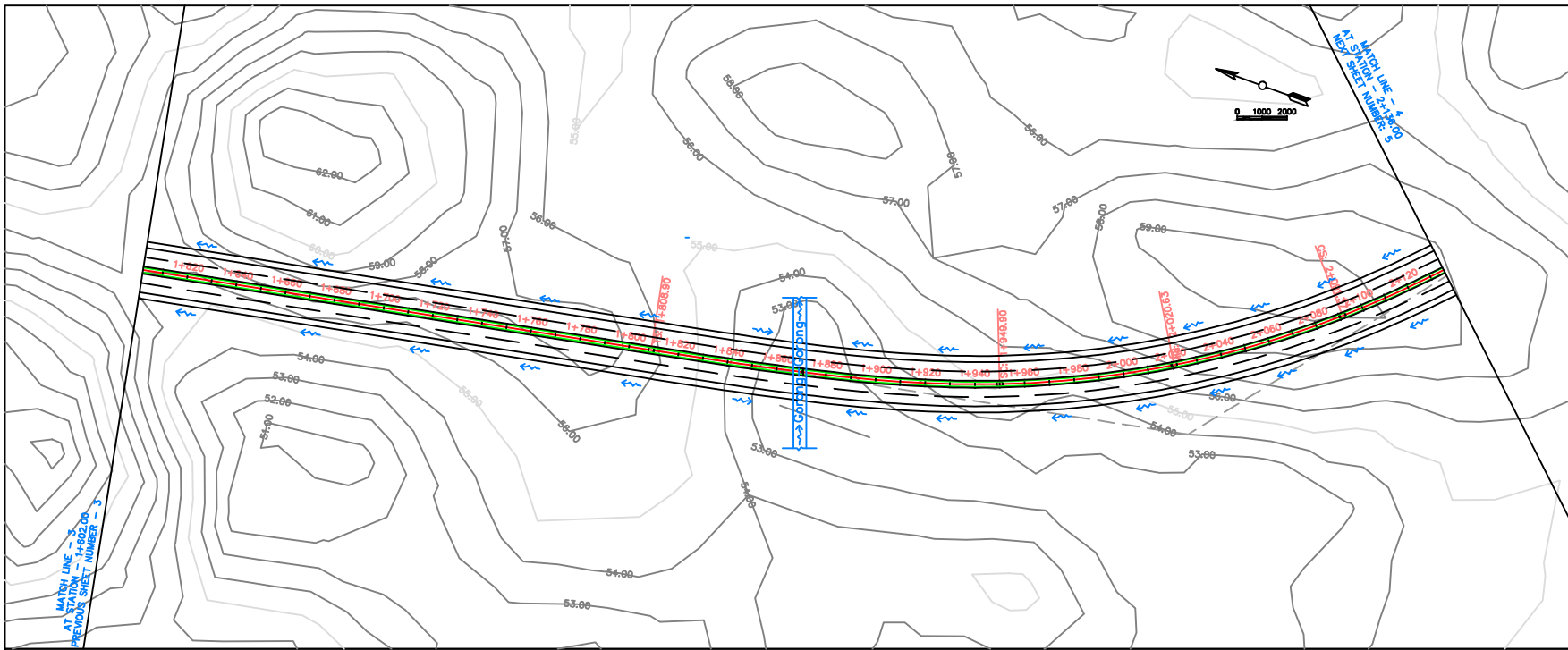
1:1500

NOMOR GAMBAR

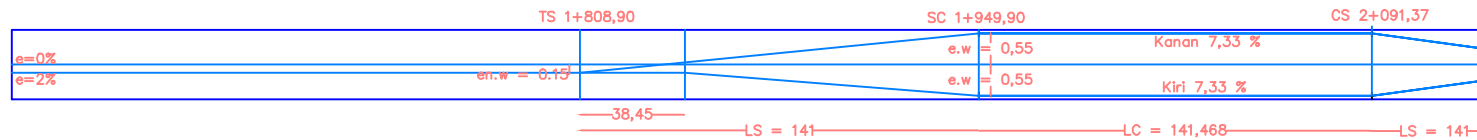
7

JUMLAH GAMBAR

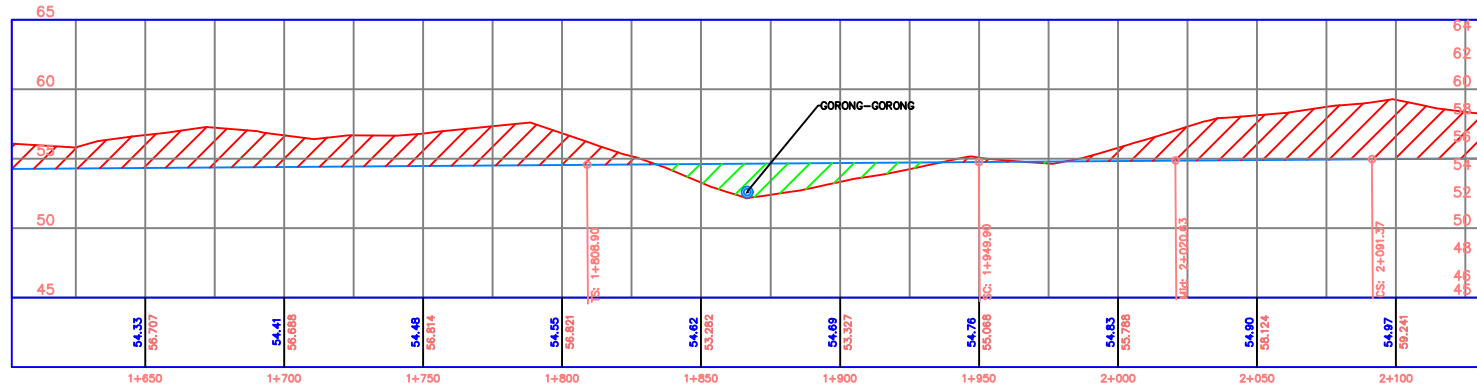
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 2+136 - Sta 2+670

SKALA

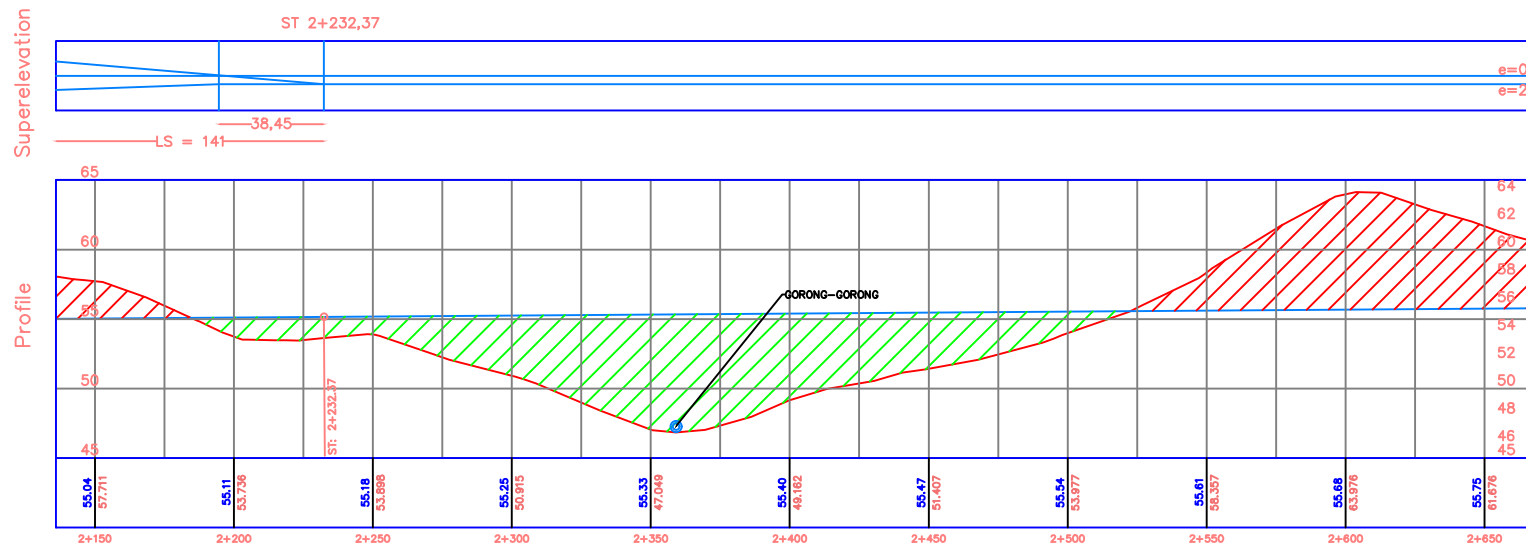
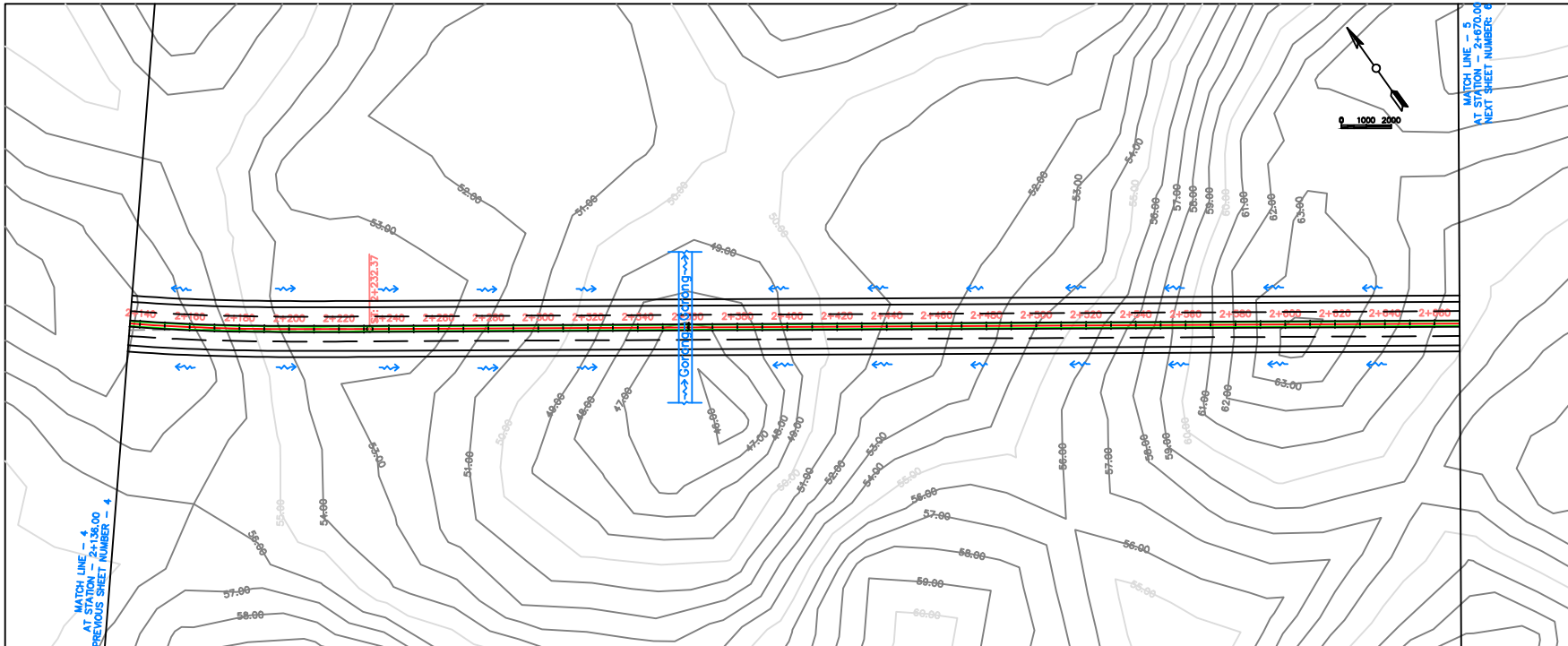
1:1500

NOMOR GAMBAR

8

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 2+670 – Sta 3+204

SKALA

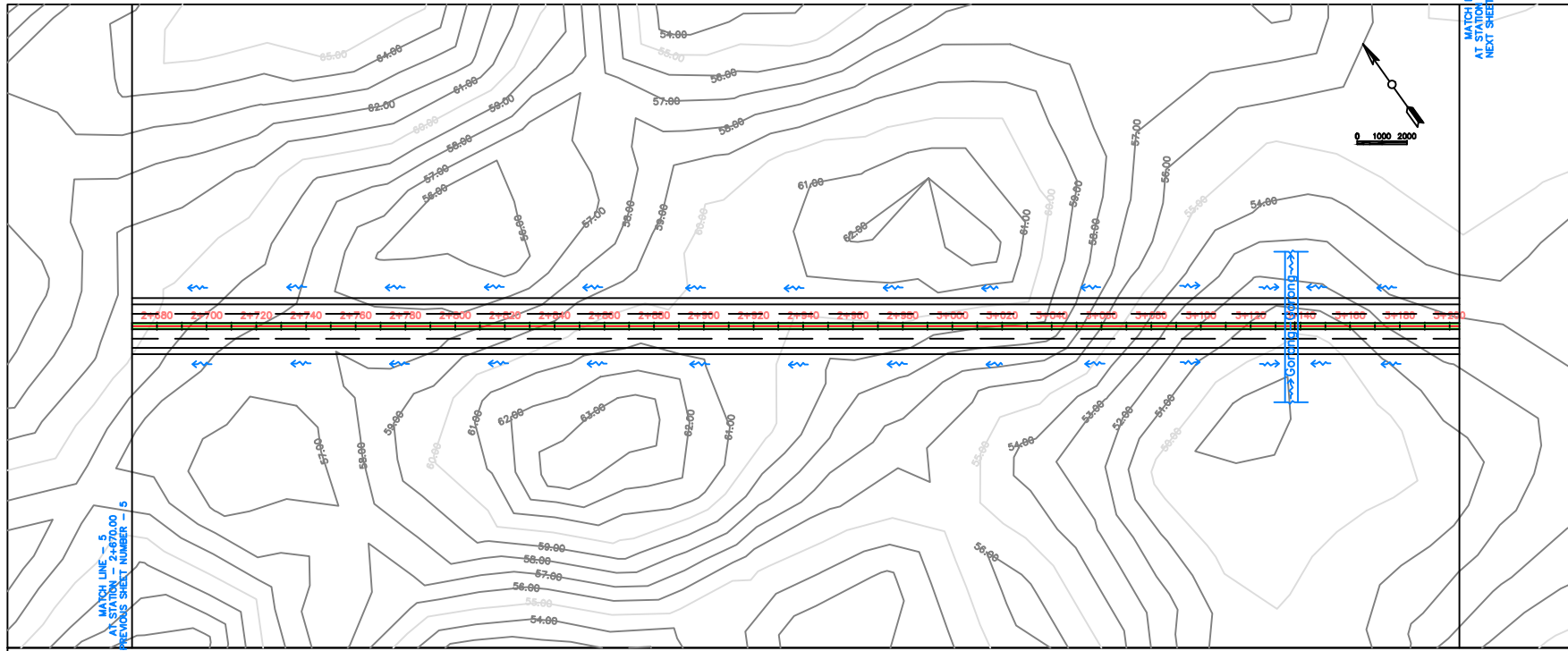
1:100

NOMOR GAMBAR

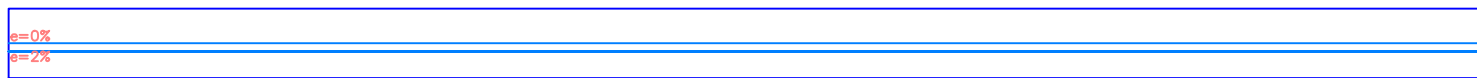
9

JUMLAH GAMBAR

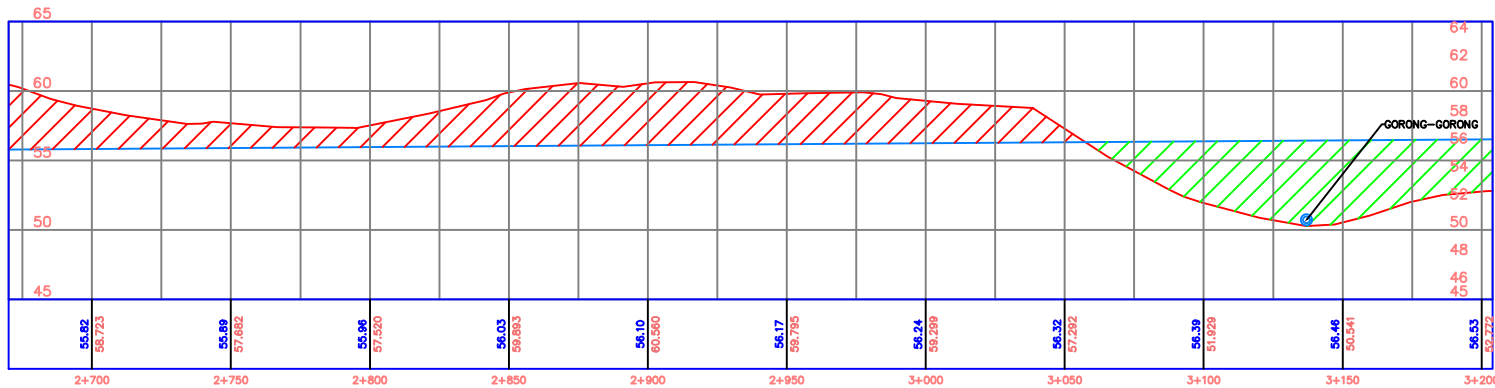
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 3+204 - Sta 3+738

SKALA

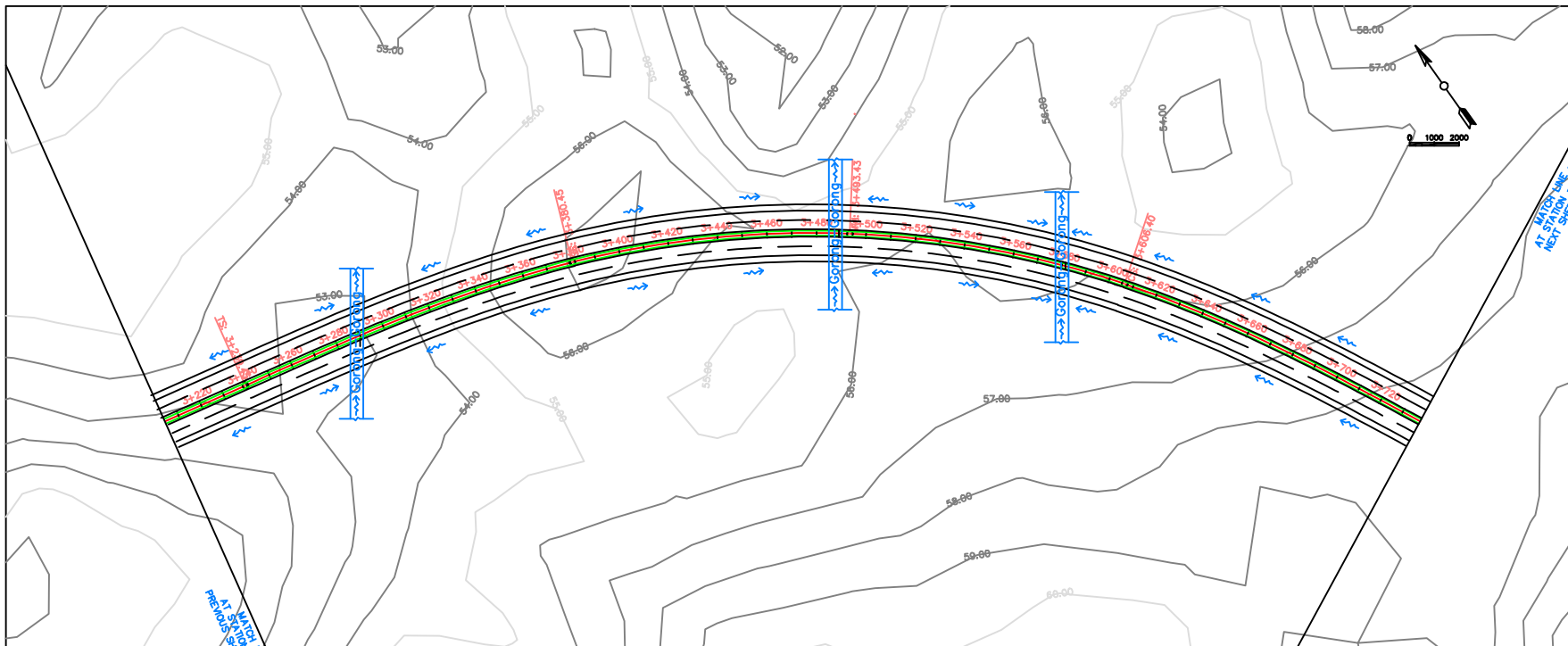
1:1500

NOMOR GAMBAR

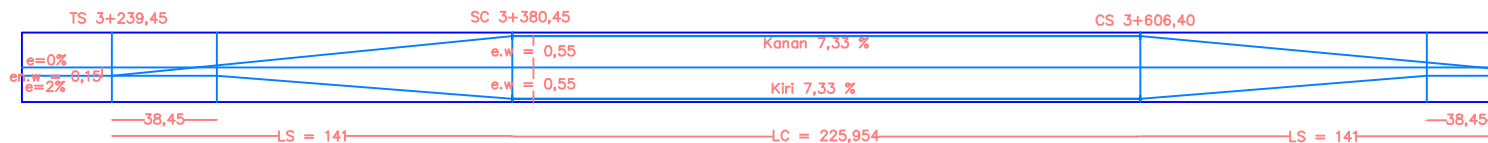
10

JUMLAH GAMBAR

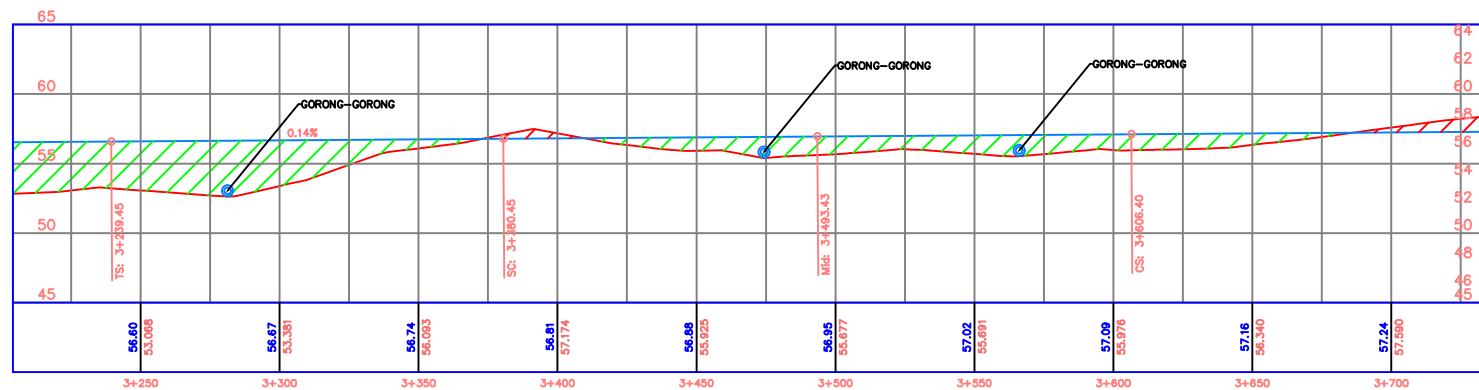
86



Superelevation



Profile





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 3+738 - Sta 4+272

SKALA

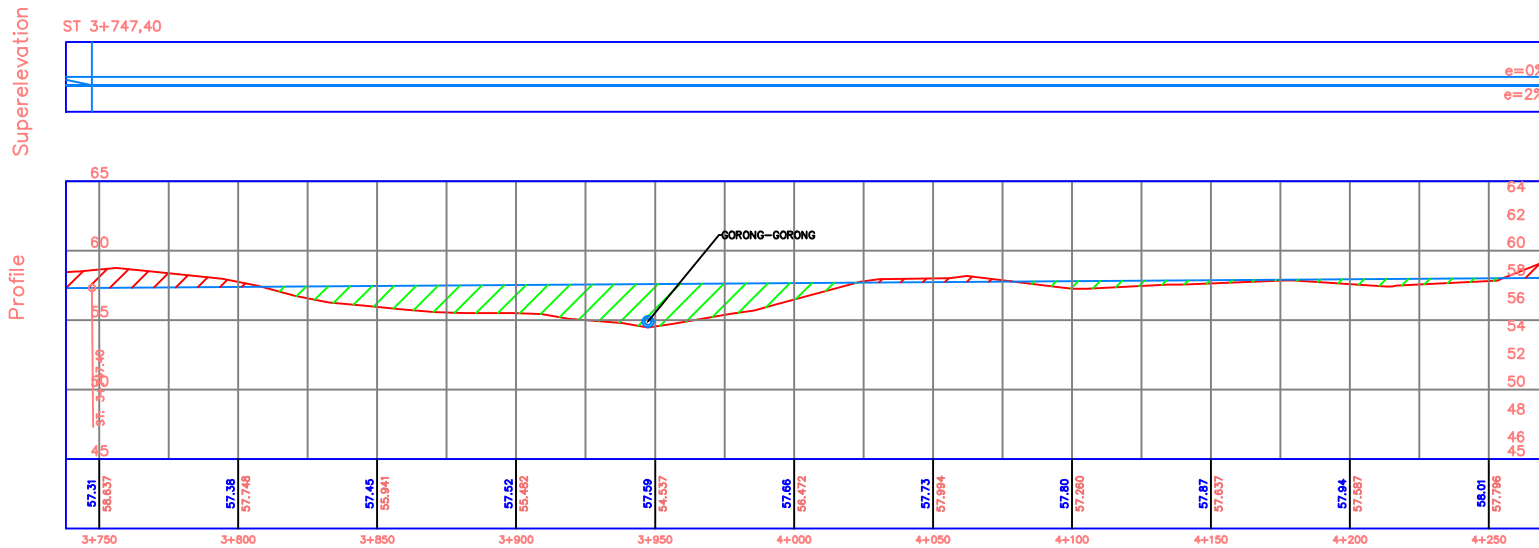
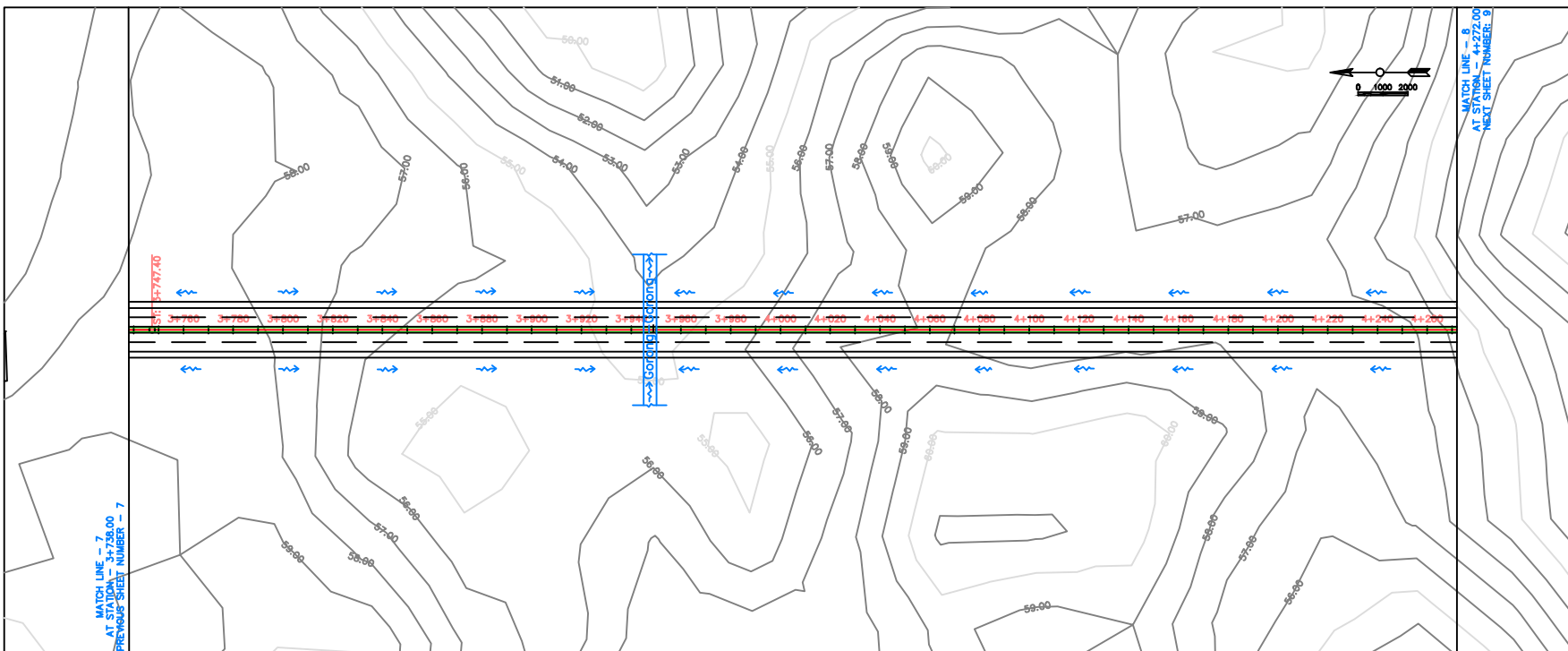
1:1500

NOMOR GAMBAR

11

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 4+272 - Sta 4+806

SKALA

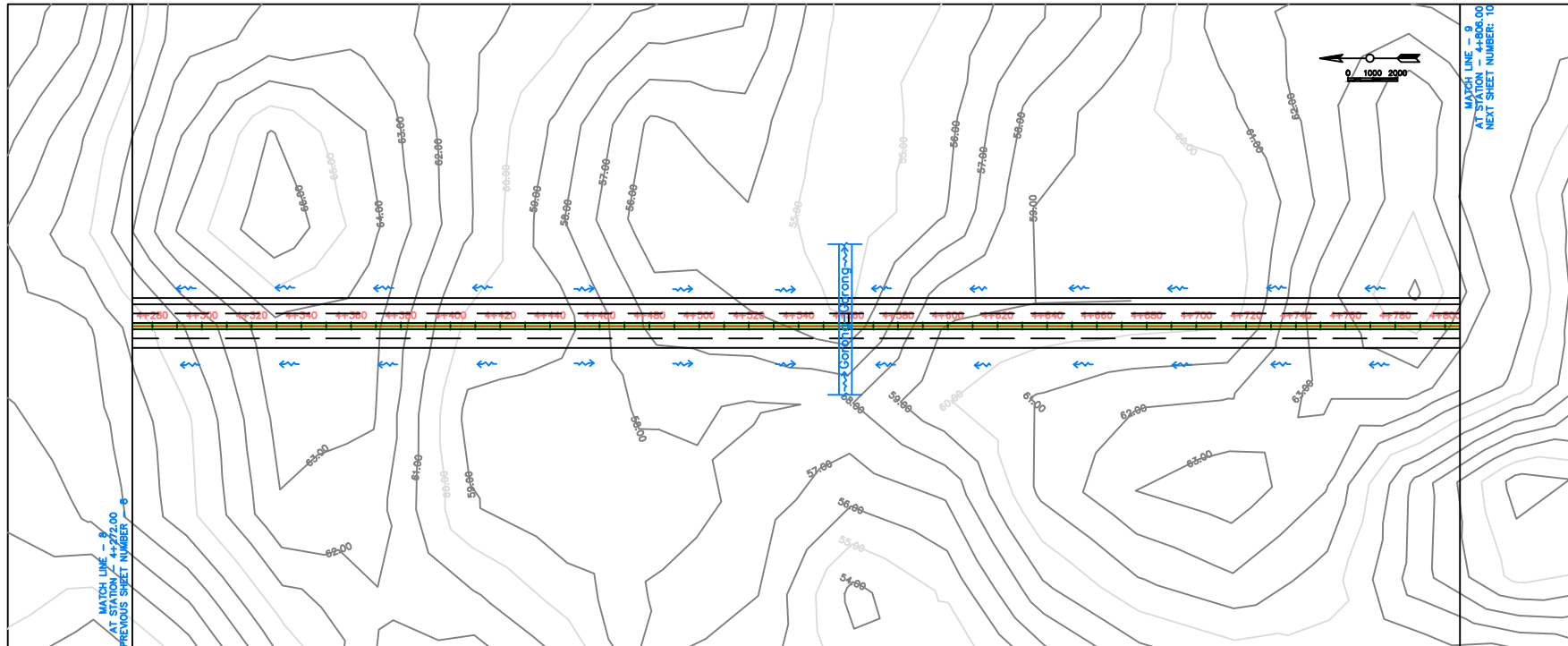
1:1500

NOMOR GAMBAR

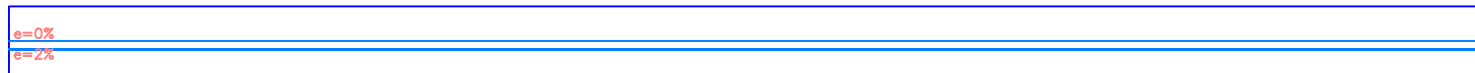
12

JUMLAH GAMBAR

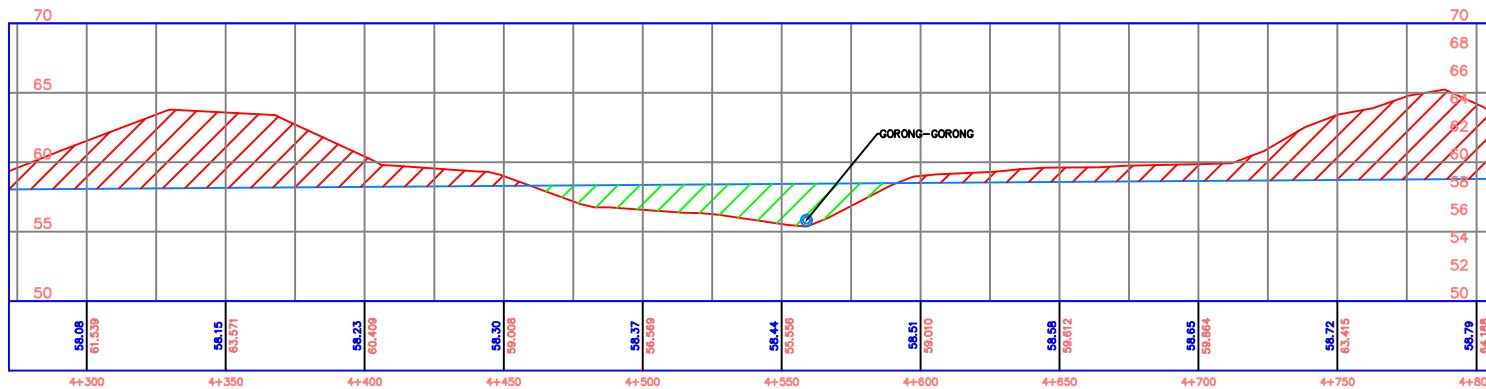
86



Superelevation



Profile





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 4+806 - Sta 5+340

SKALA

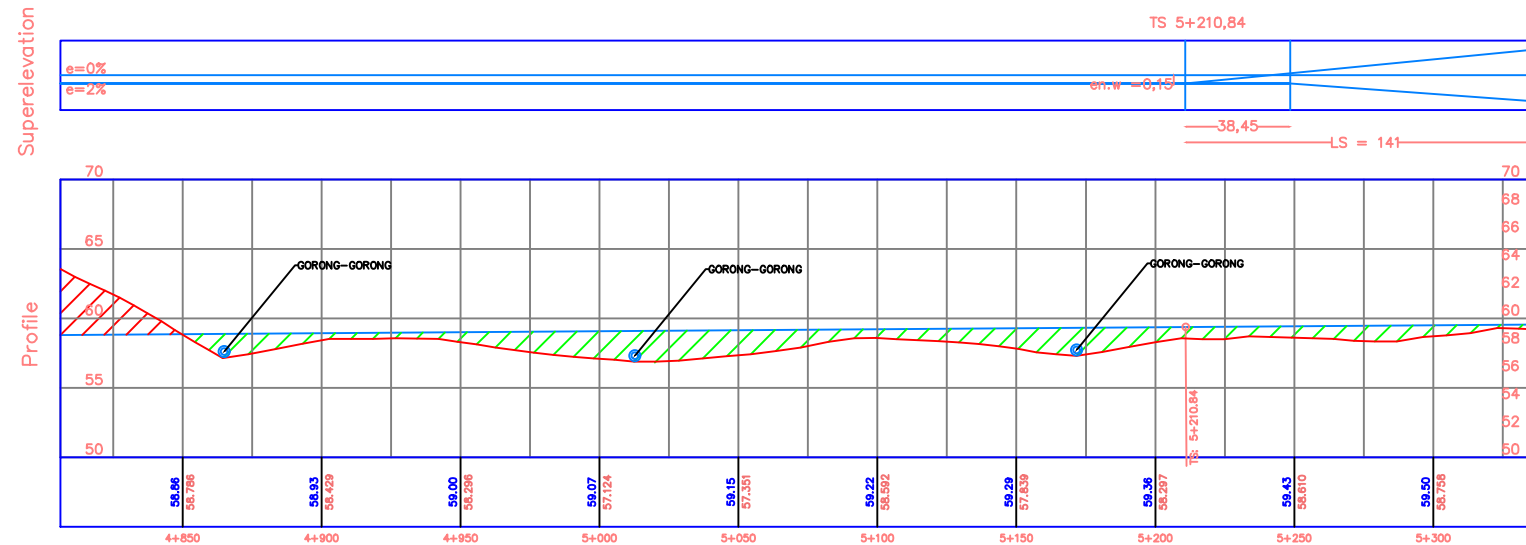
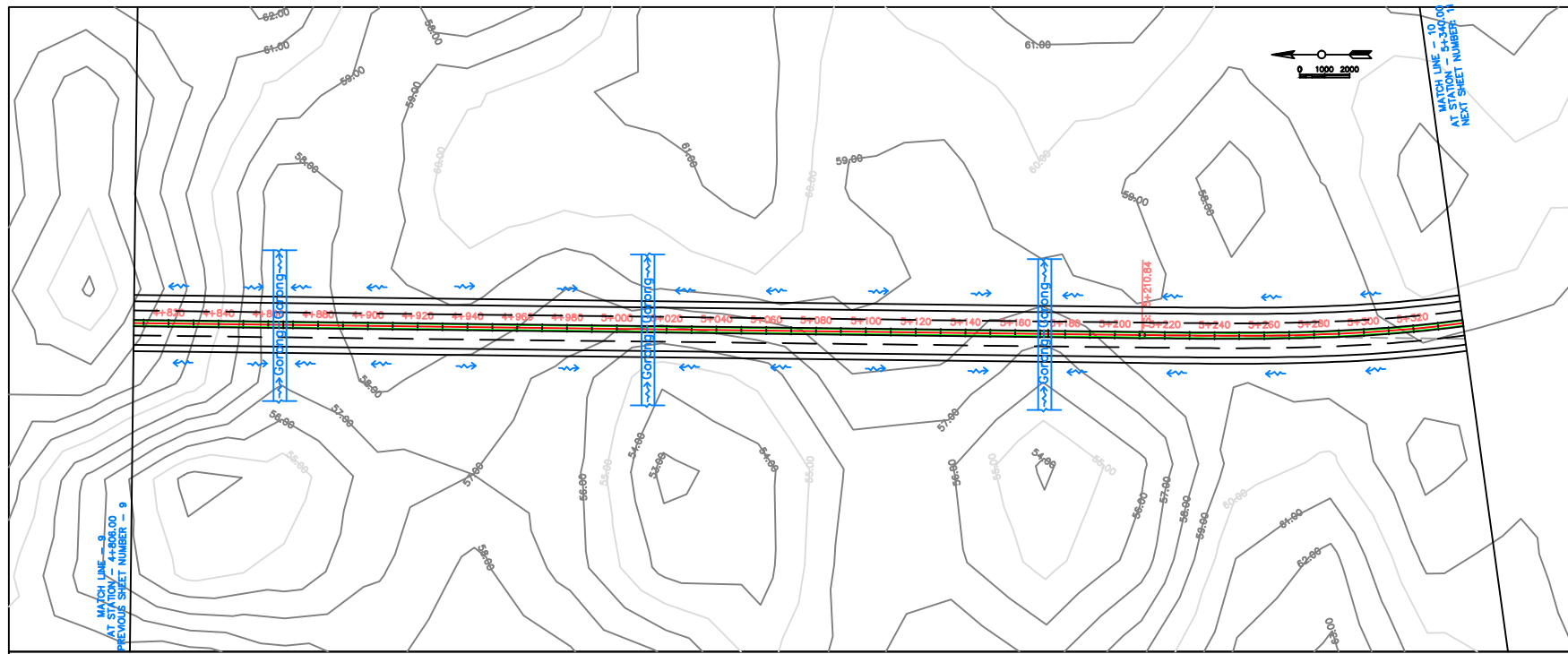
1:1500

NOMOR GAMBAR

13

JUMLAH GAMBAR

86





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 5+340 – Sta 5+874

SKALA

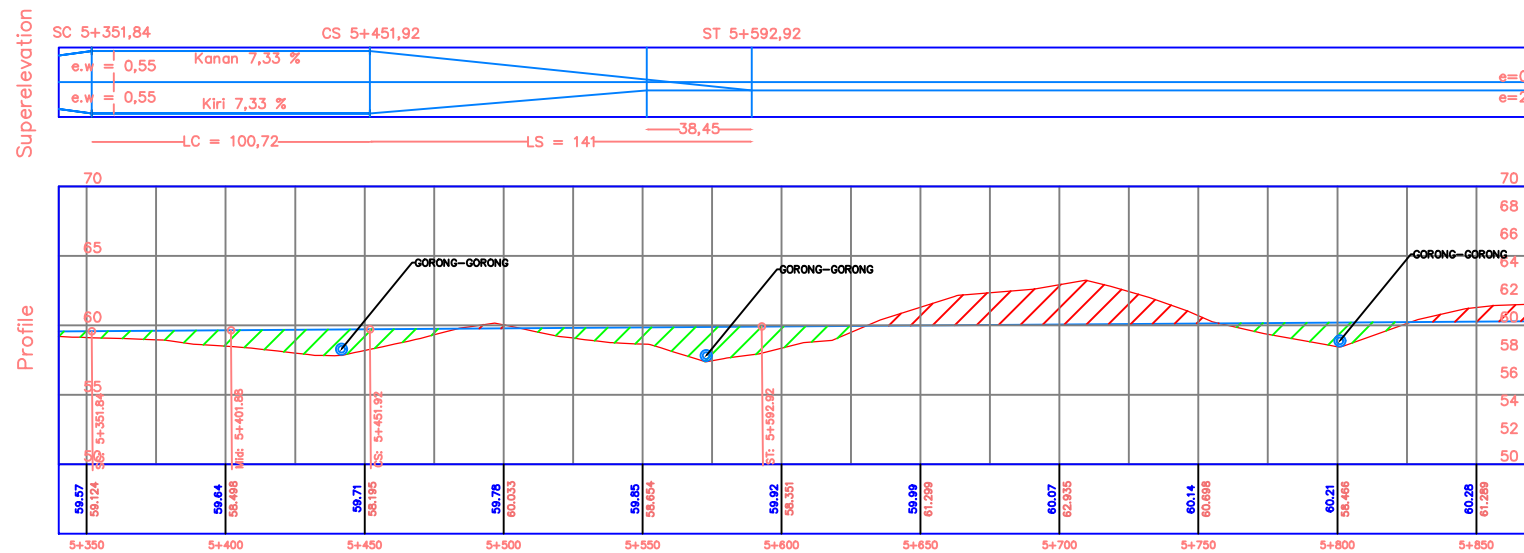
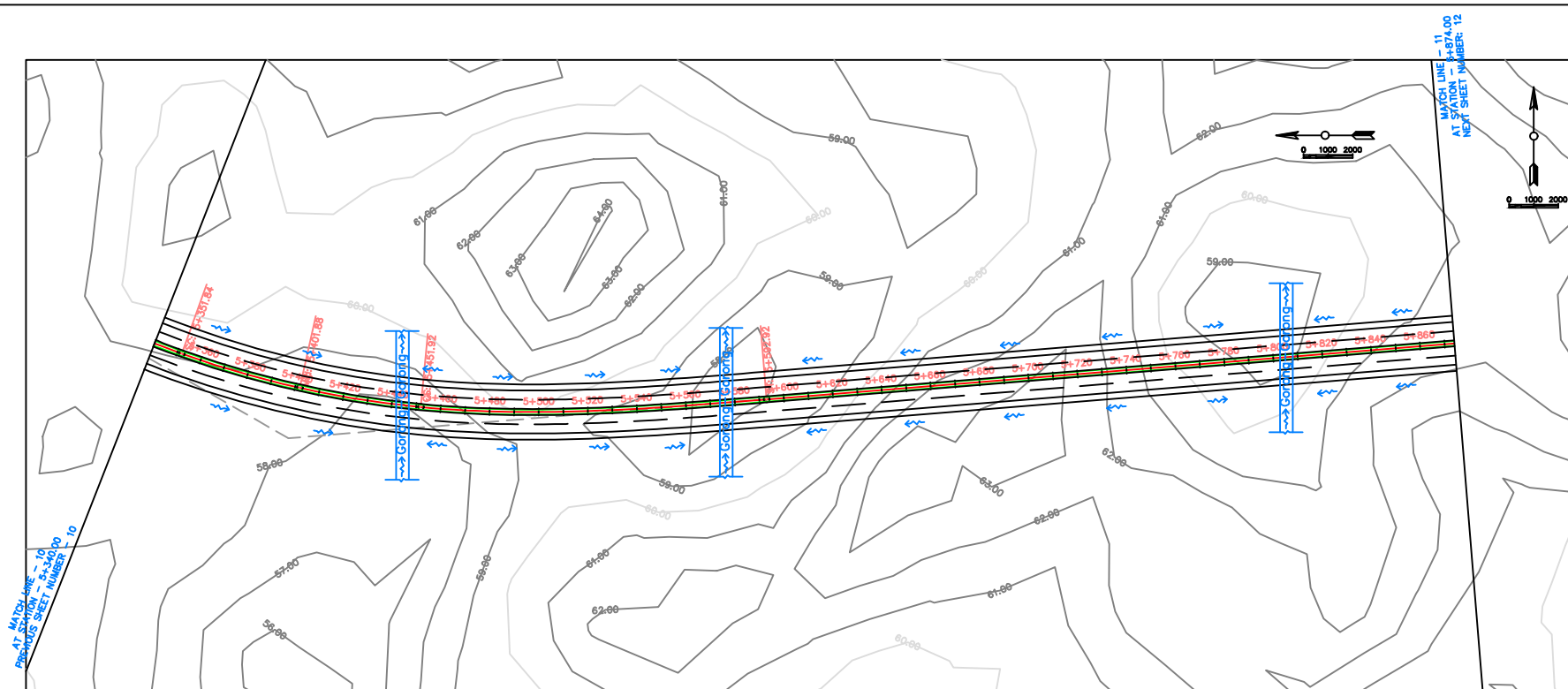
1:1500

NOMOR GAMBAR

14

JUMLAH GAMBAR

86





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 5+874 - Sta 6+408

SKALA

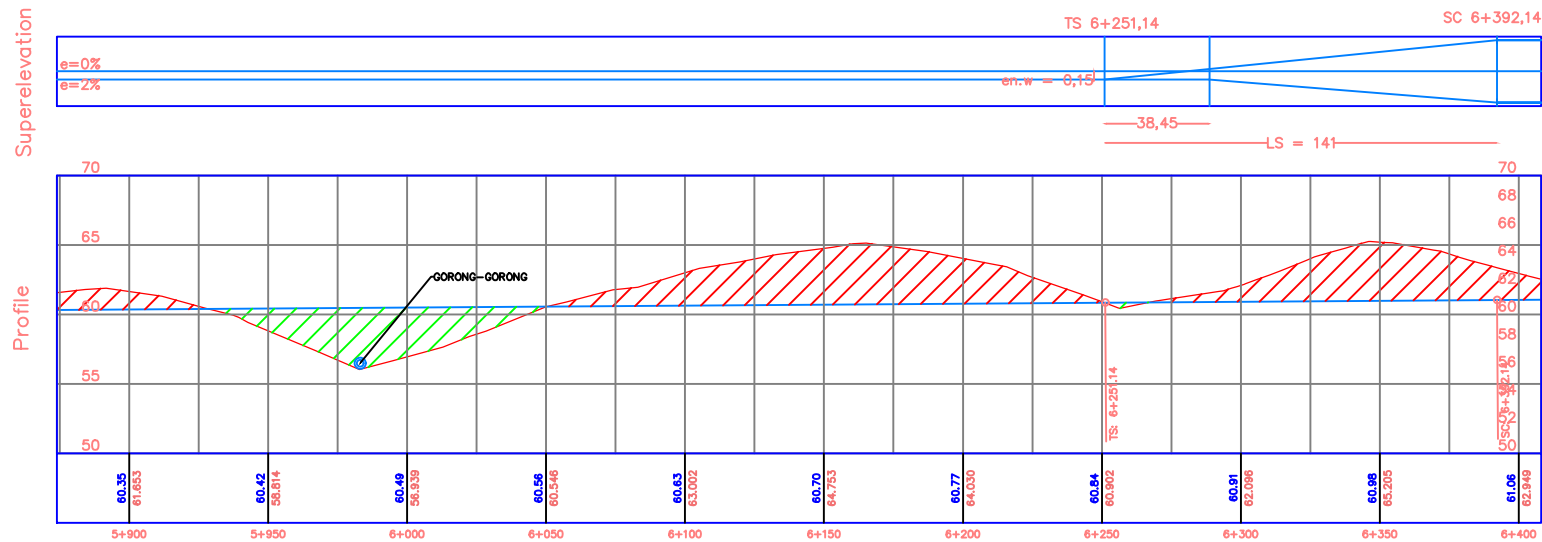
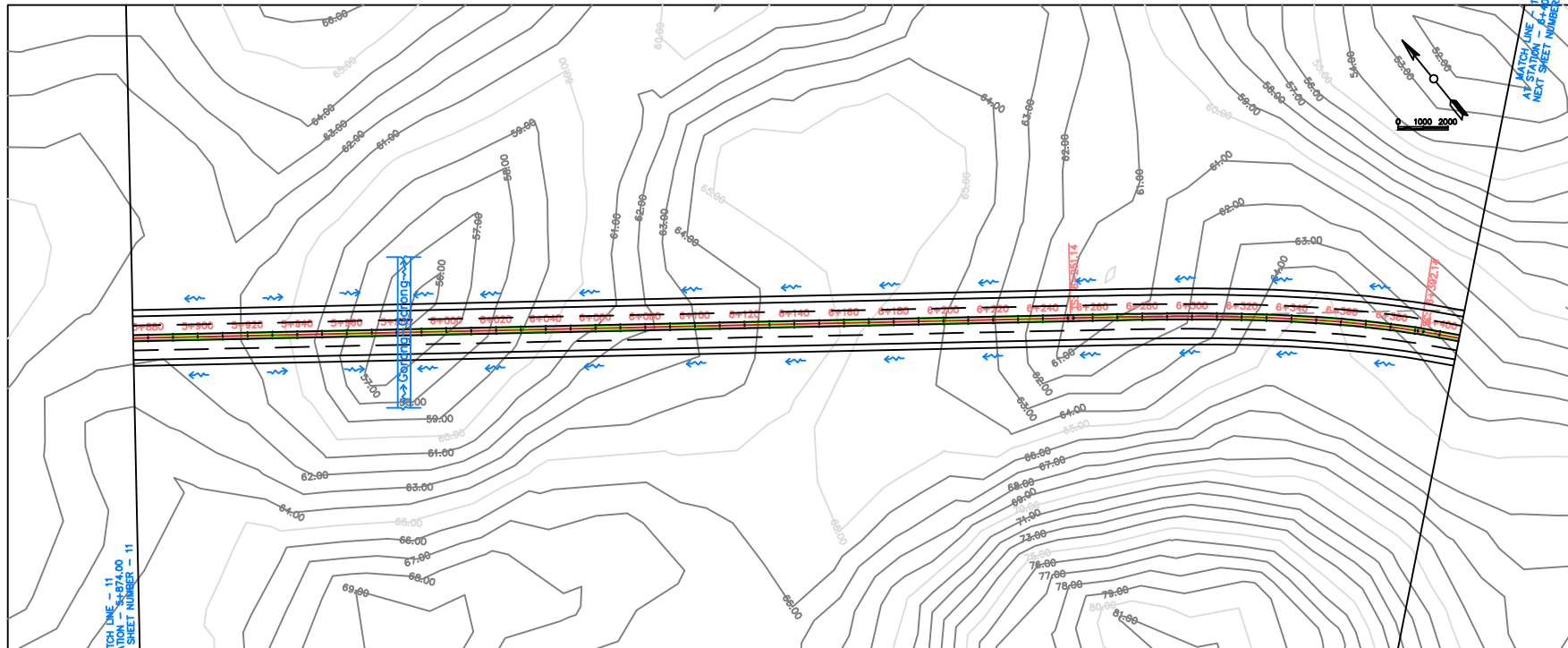
1:1500

NOMOR GAMBAR

15

JUMLAH GAMBAR

86





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
 LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
 MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
 03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 6+408 - Sta 6+942

SKALA

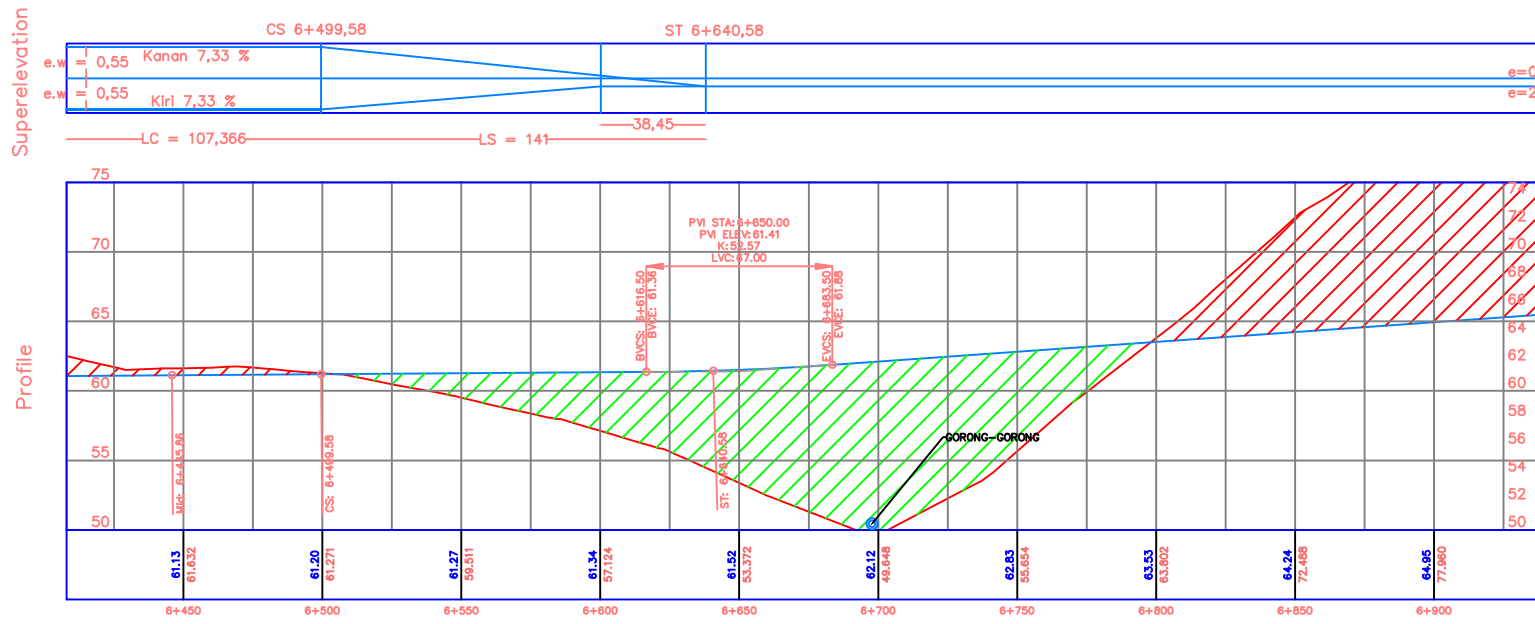
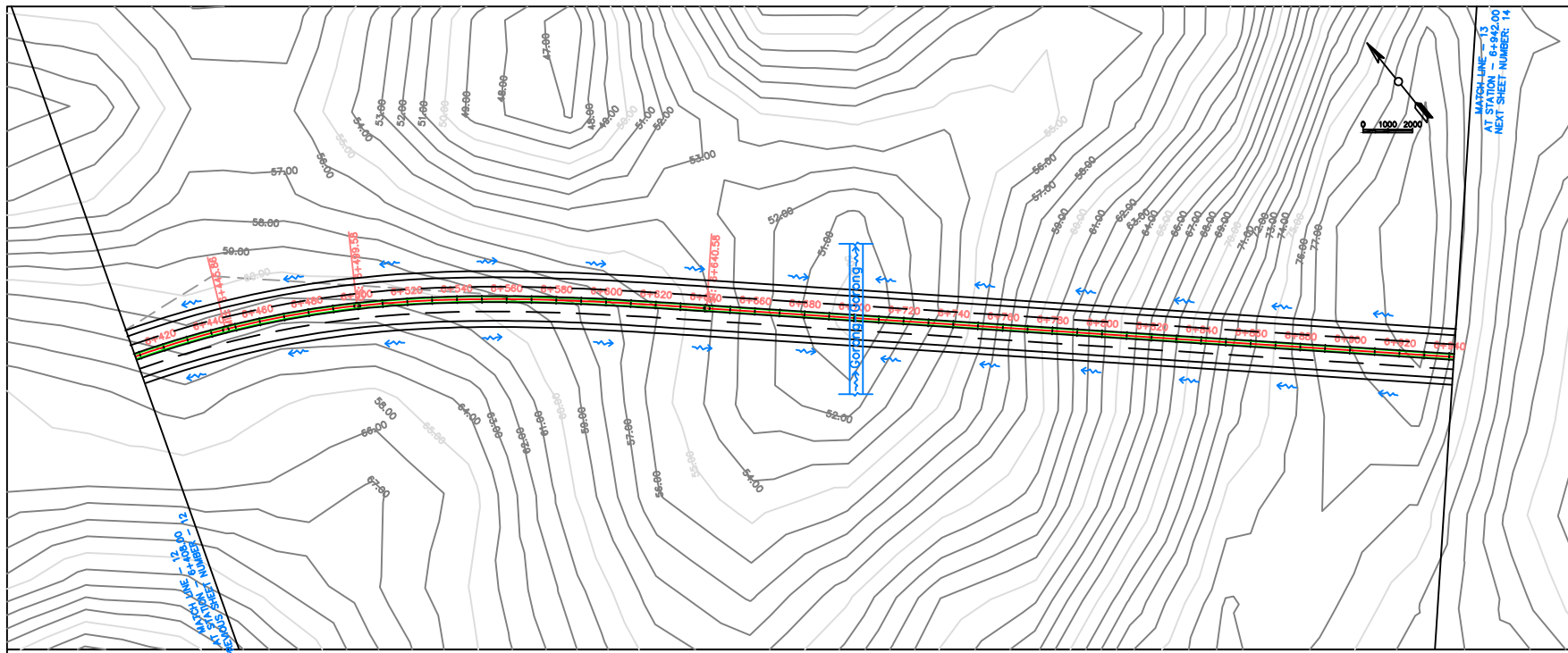
1:1500

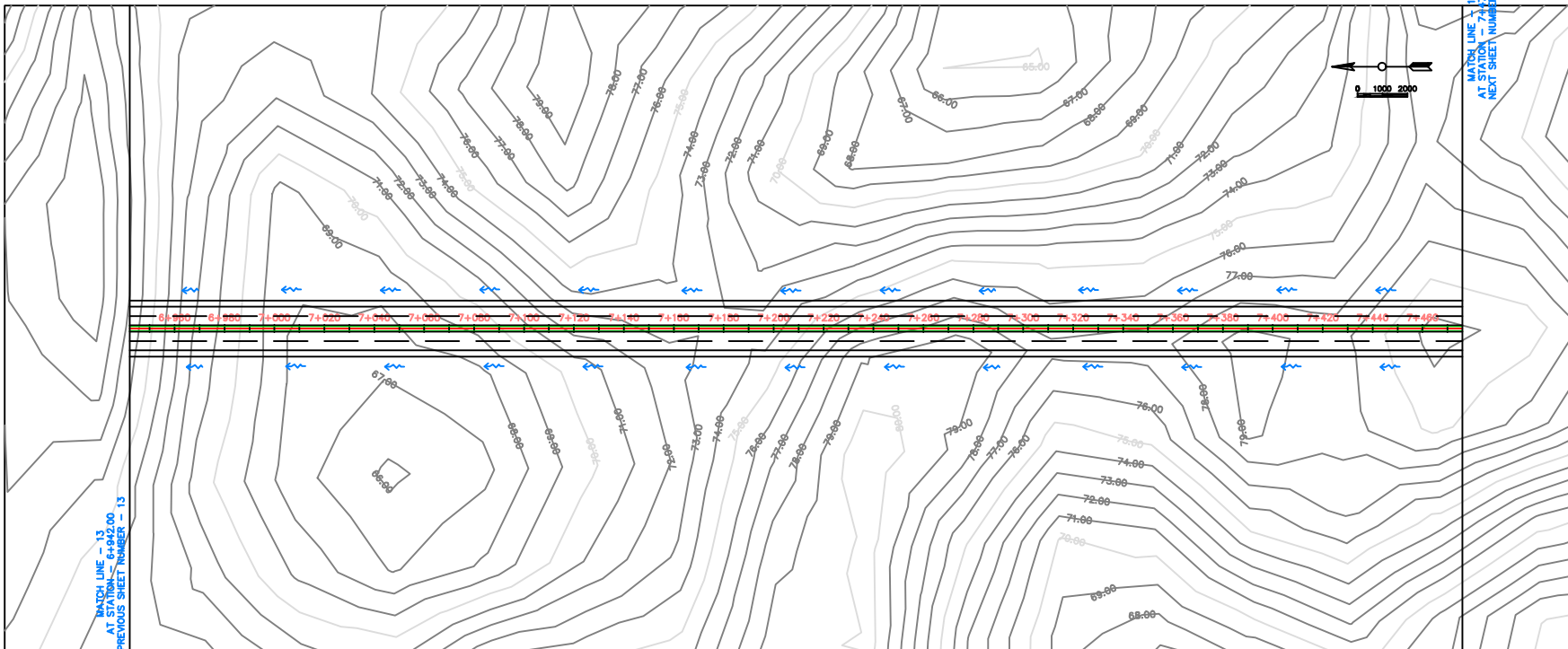
NOMOR GAMBAR

16

JUMLAH GAMBAR

86





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
 LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
 MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
 03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
 Sta 6+492 - Sta 7+476

SKALA

1:1500

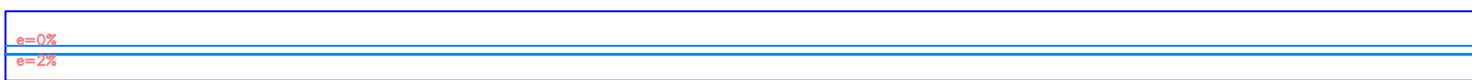
NOMOR GAMBAR

17

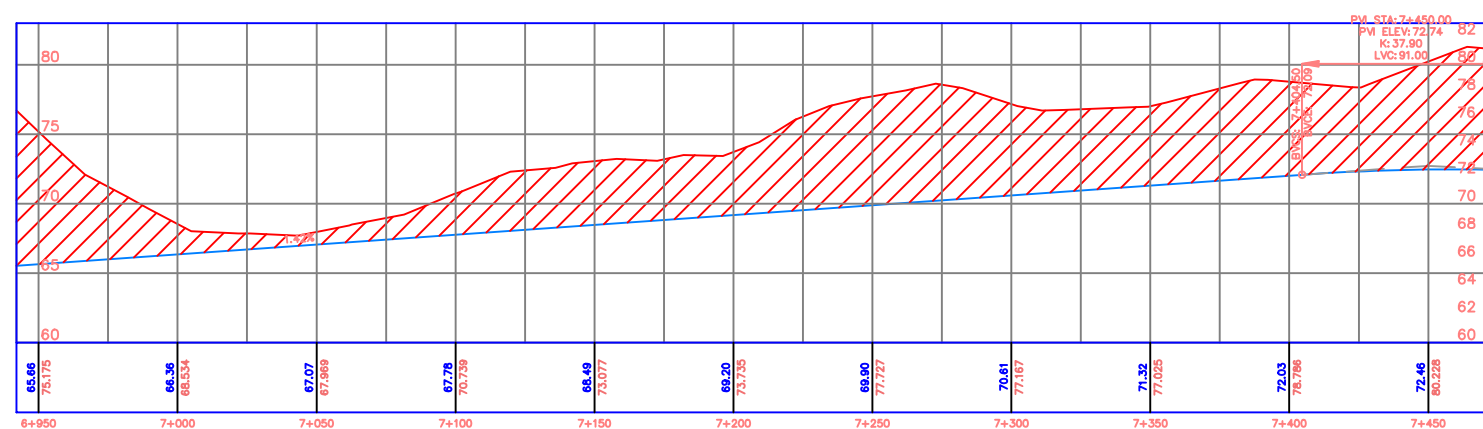
JUMLAH GAMBAR

86

Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 7+476 - Sta 8+010

SKALA

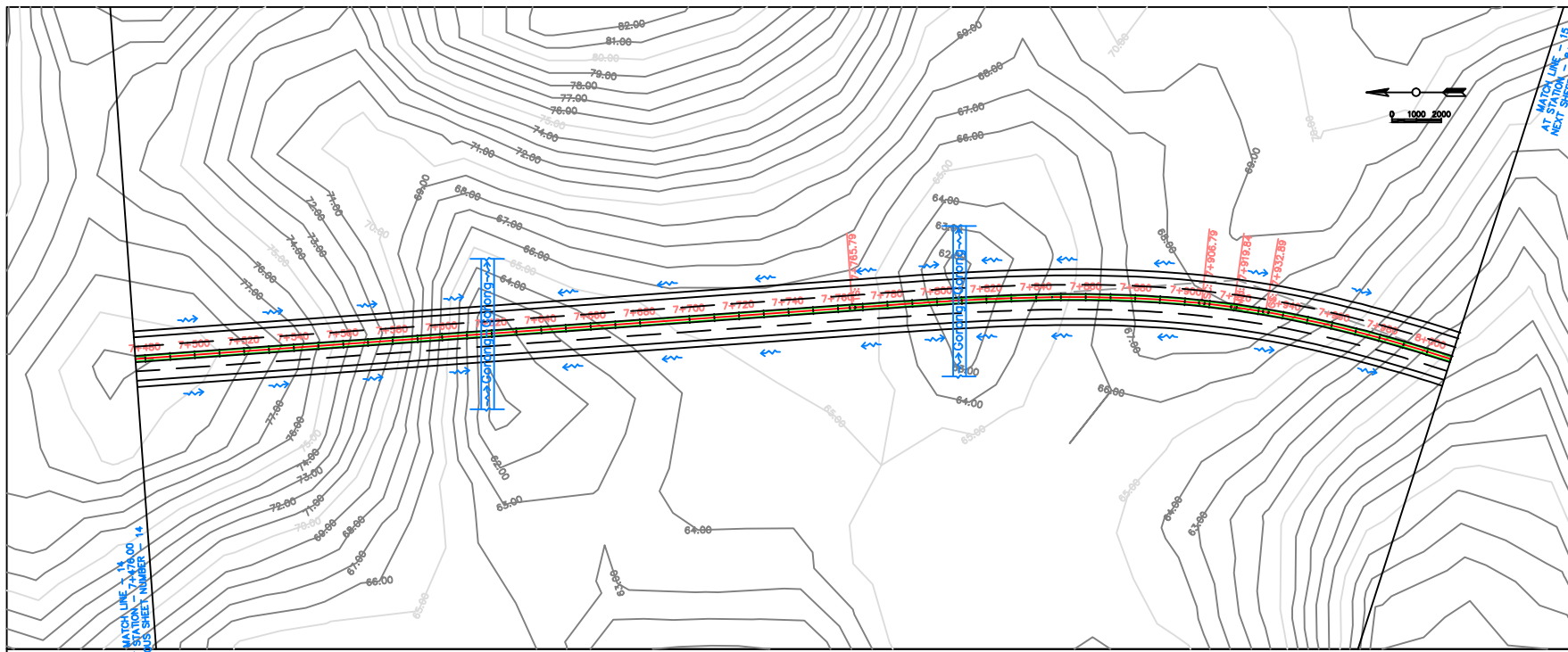
1:1500

NOMOR GAMBAR

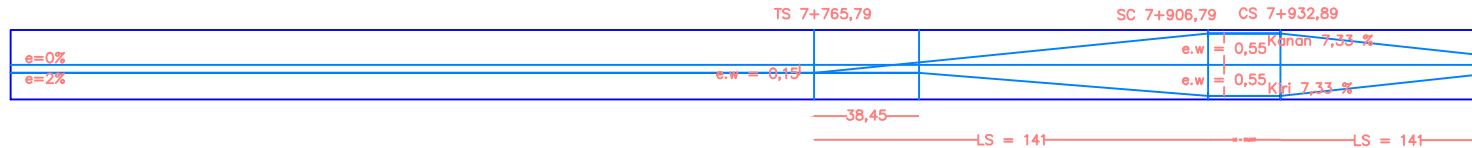
18

JUMLAH GAMBAR

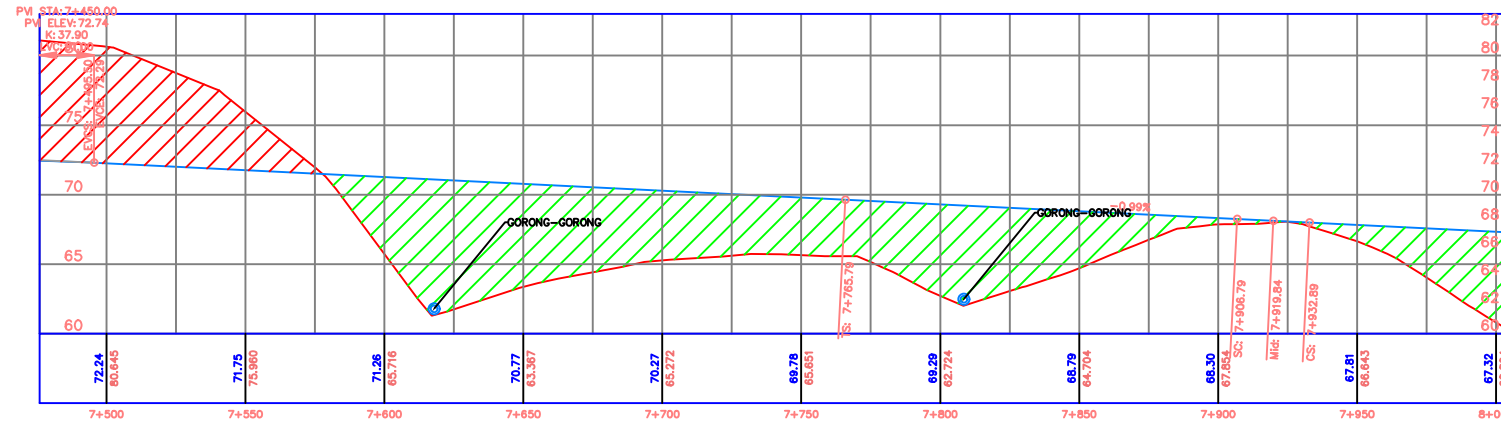
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 8+010 – Sta 8+544

SKALA

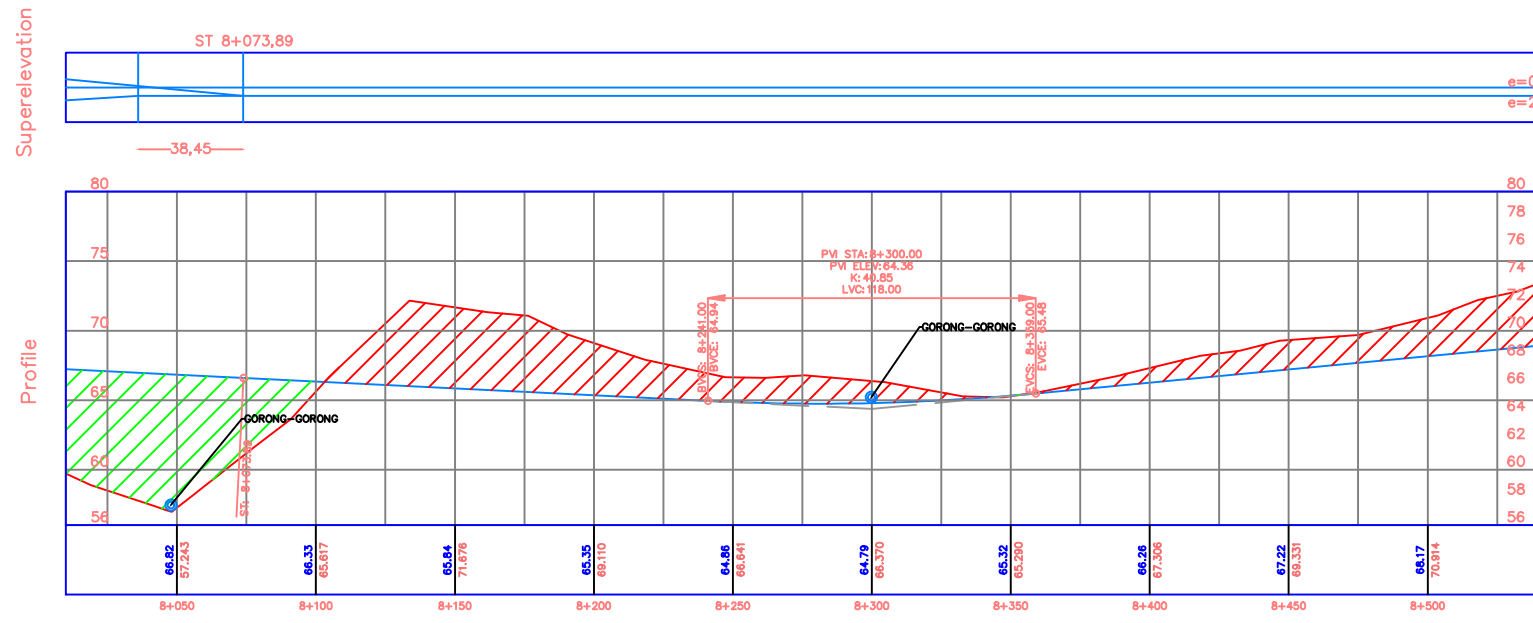
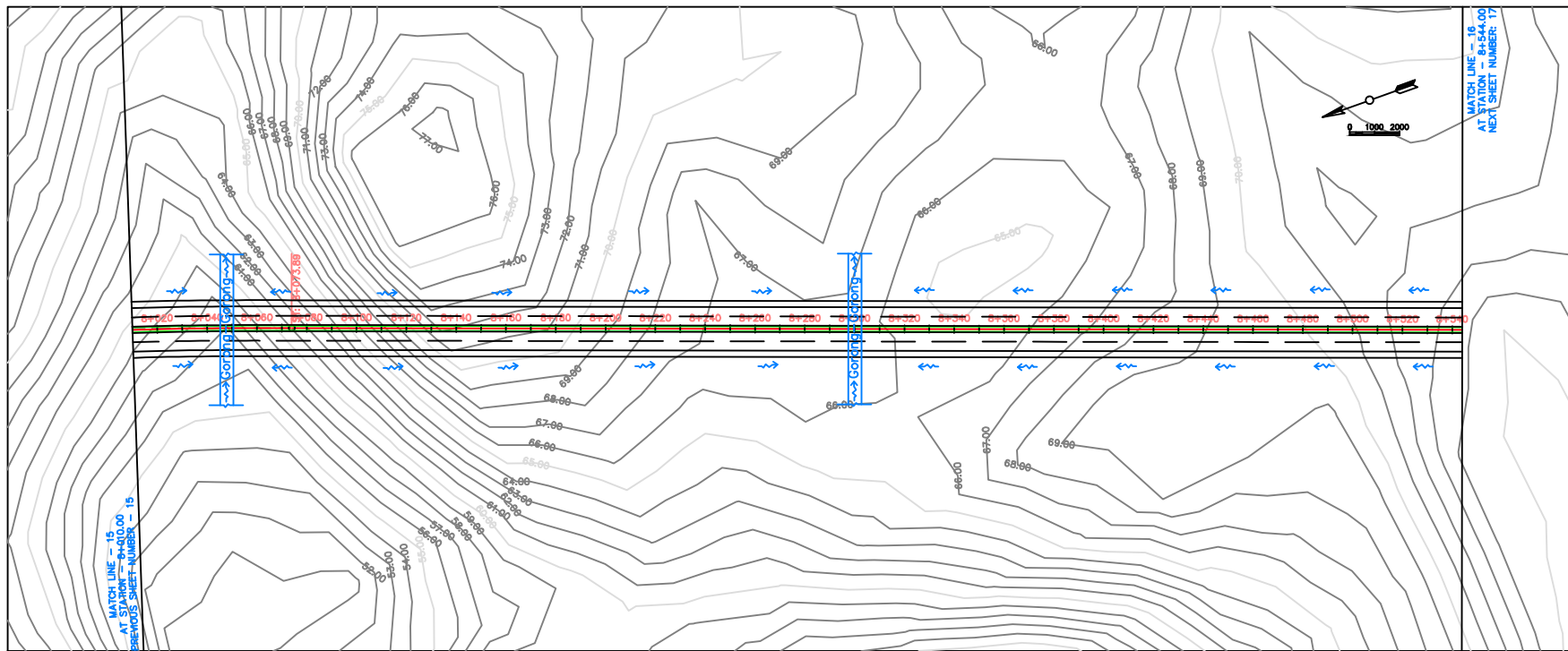
1:1500

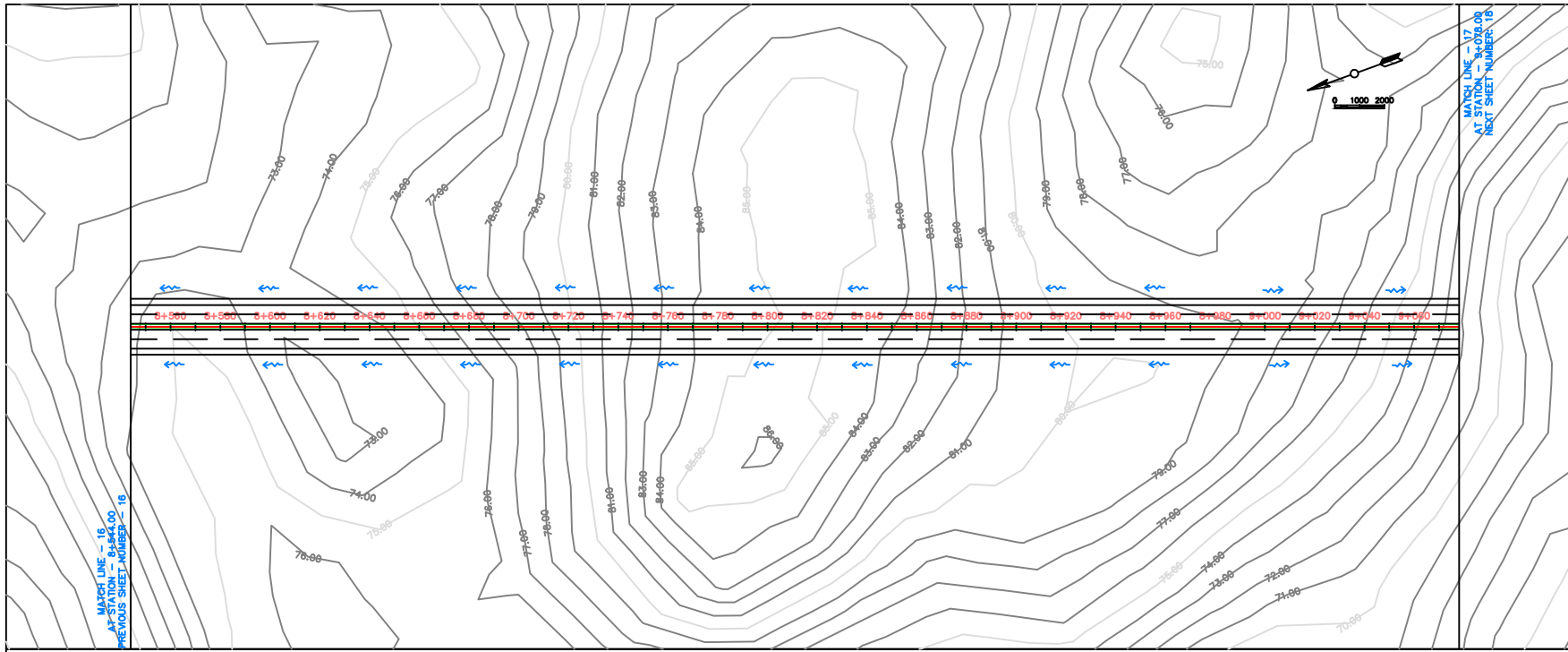
NOMOR GAMBAR

19

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

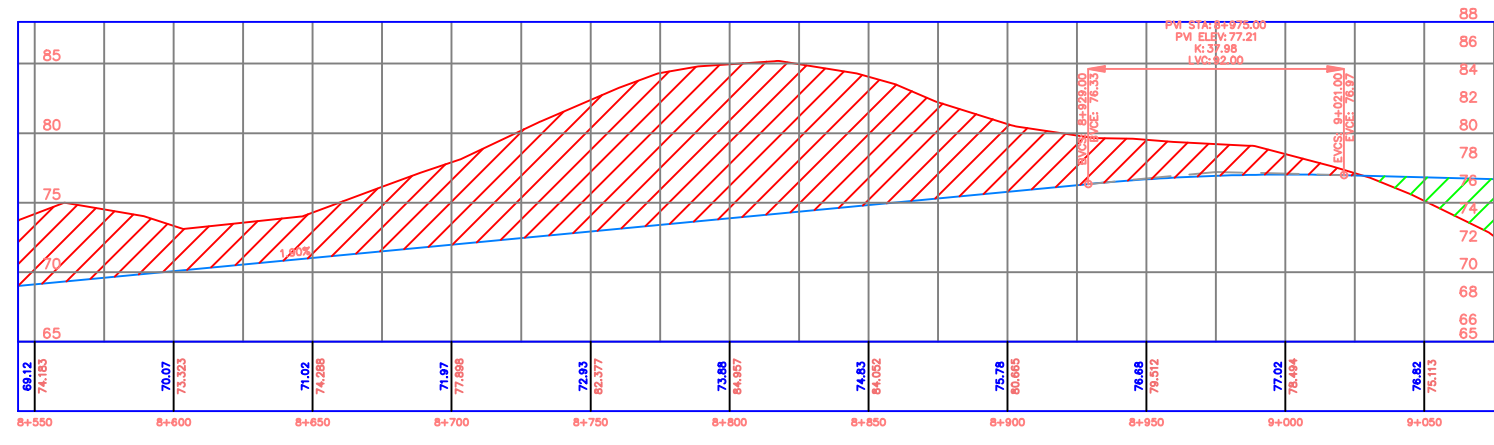
Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

Superelevation

e=0%
e=2%

Profile



JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 8+544 - Sta 9+078

SKALA

1:1500

NOMOR GAMBAR

20

JUMLAH GAMBAR

86



PROGRAM S1 TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMAHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 9+078 - Sta 9+612

SKALA

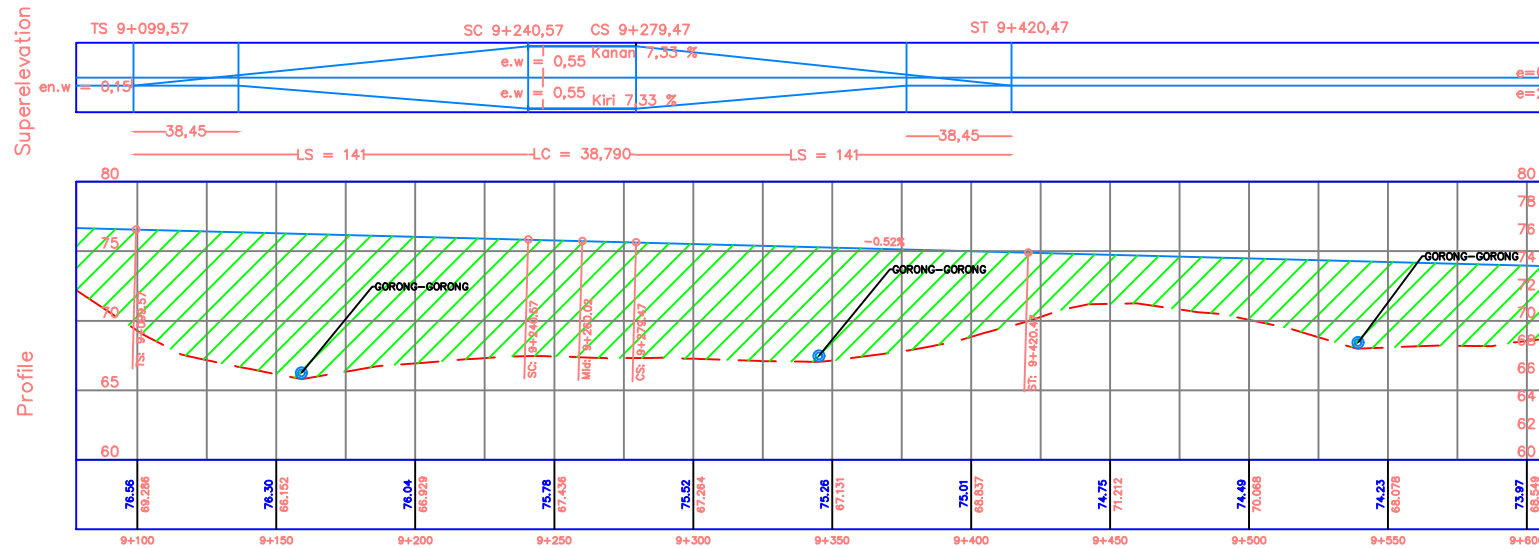
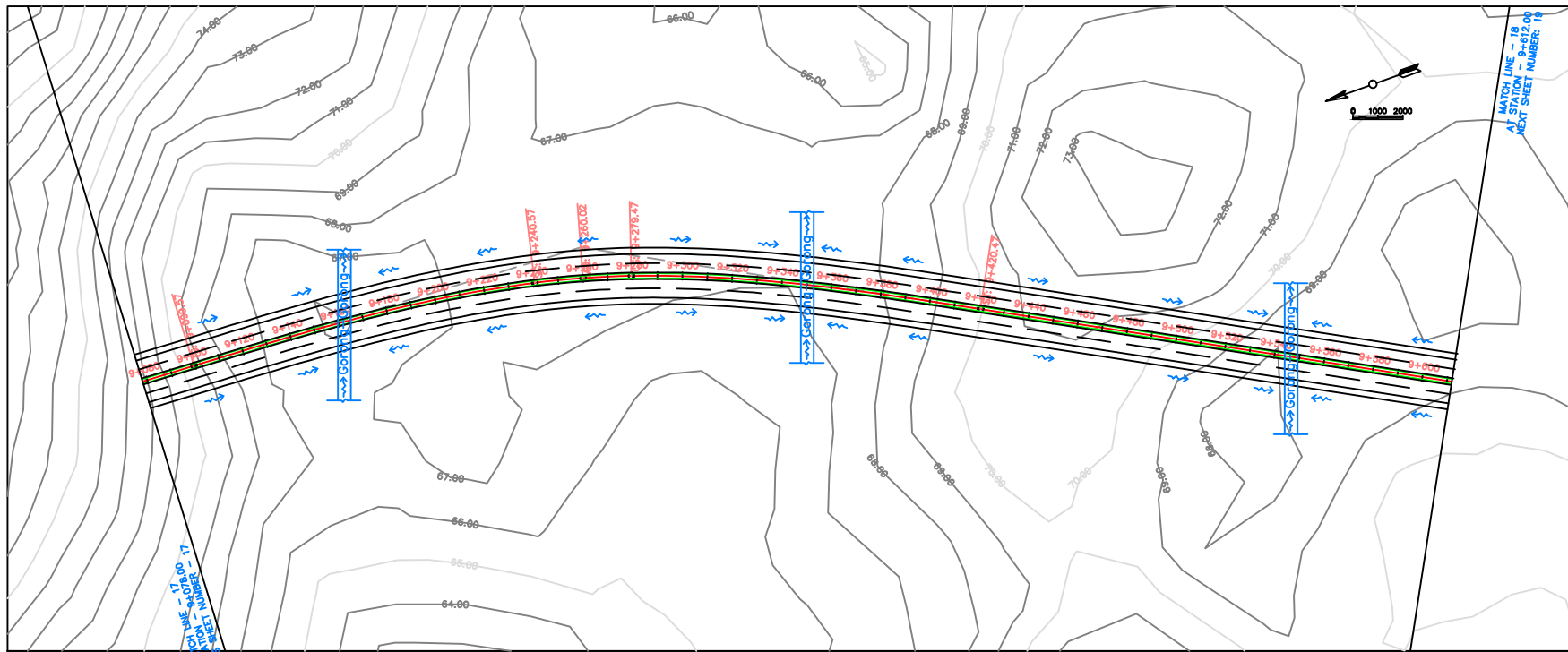
1:1500

NOMOR GAMBAR

21

JUMLAH GAMBAR

86





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 9+612 – Sta 10+146

SKALA

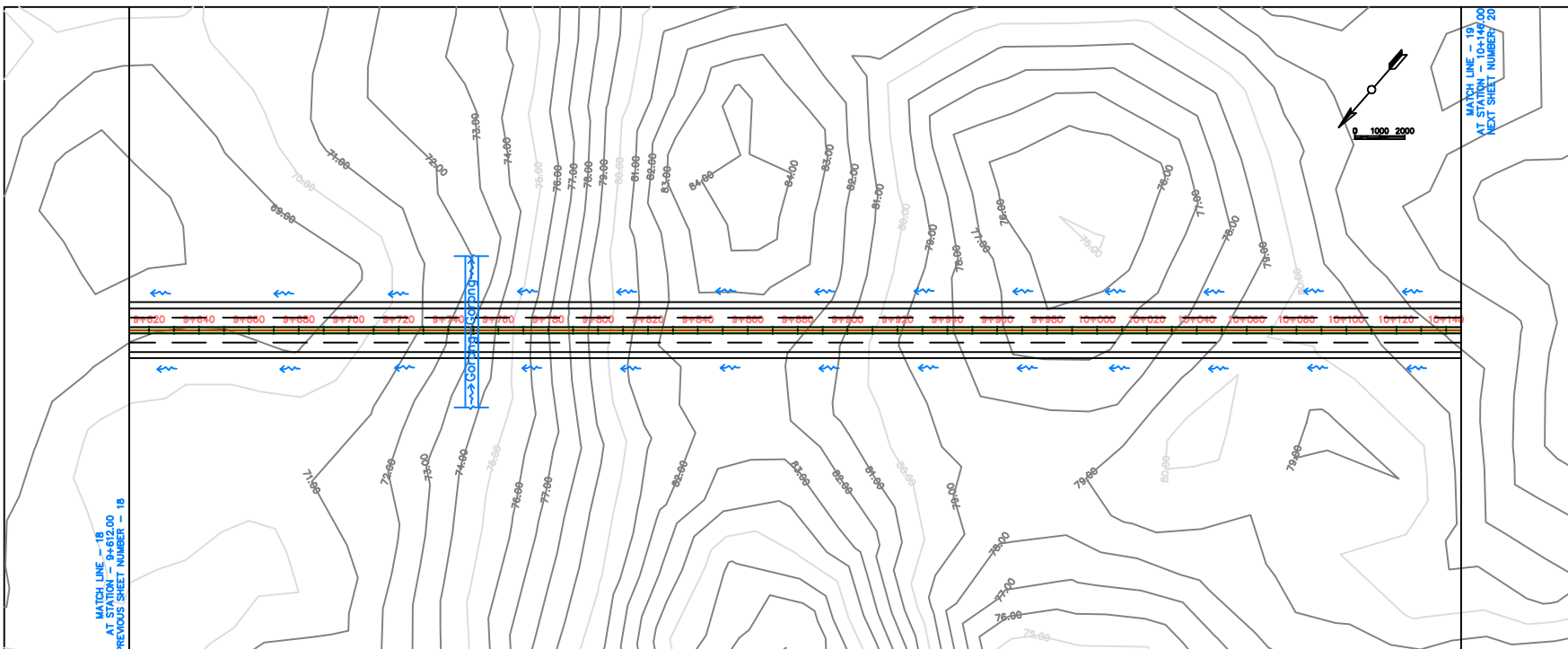
1:1500

NOMOR GAMBAR

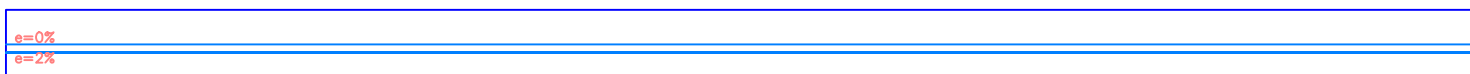
22

JUMLAH GAMBAR

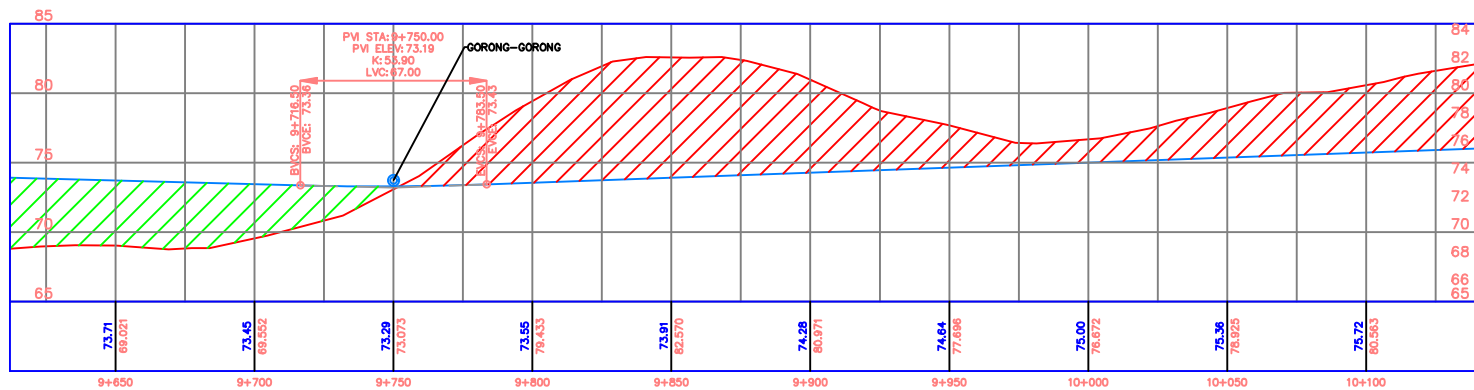
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 10+146 - Sta 10+680

SKALA

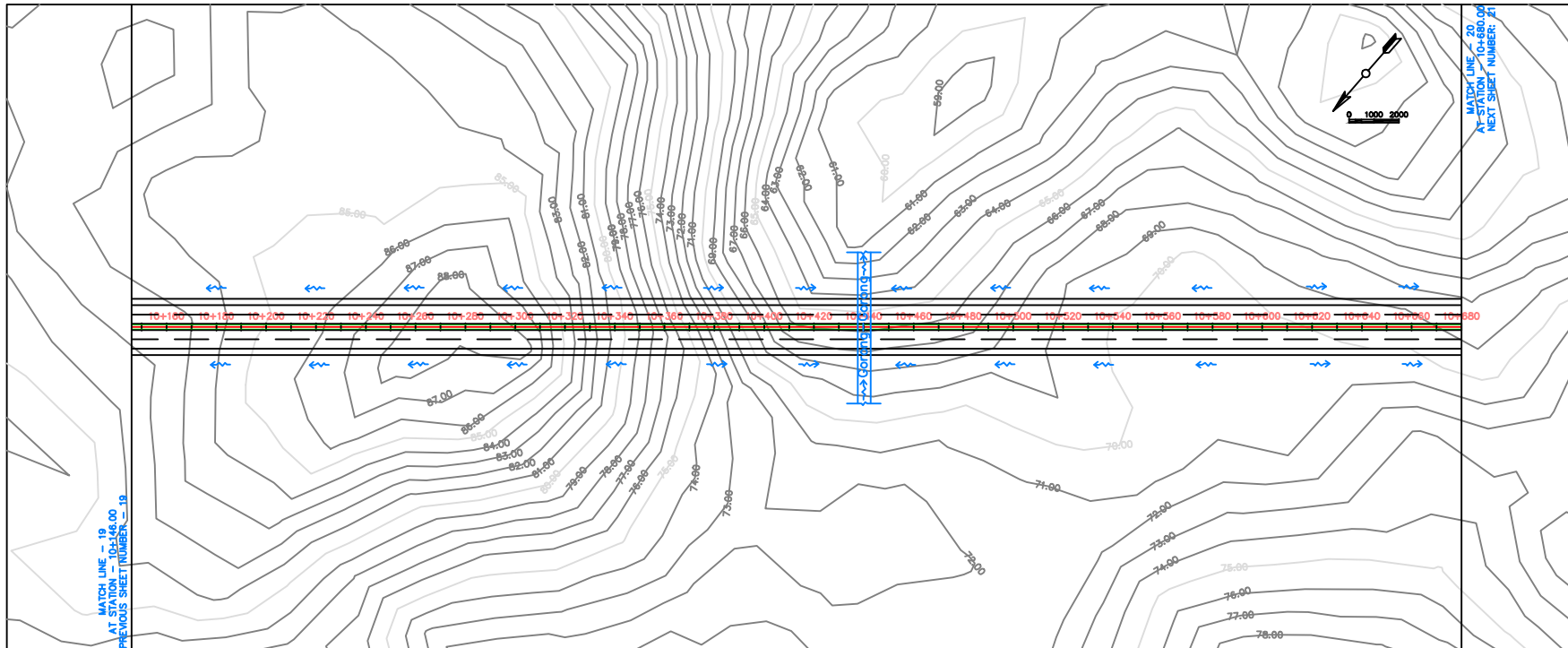
1:1500

NOMOR GAMBAR

23

JUMLAH GAMBAR

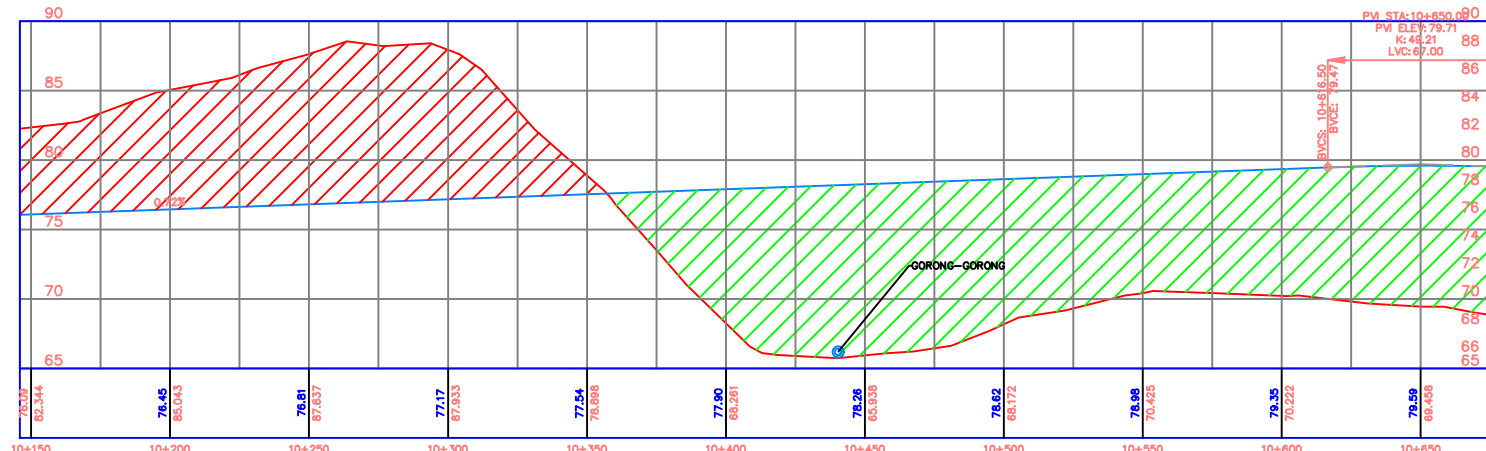
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 10+680 – Sta 11+214

SKALA

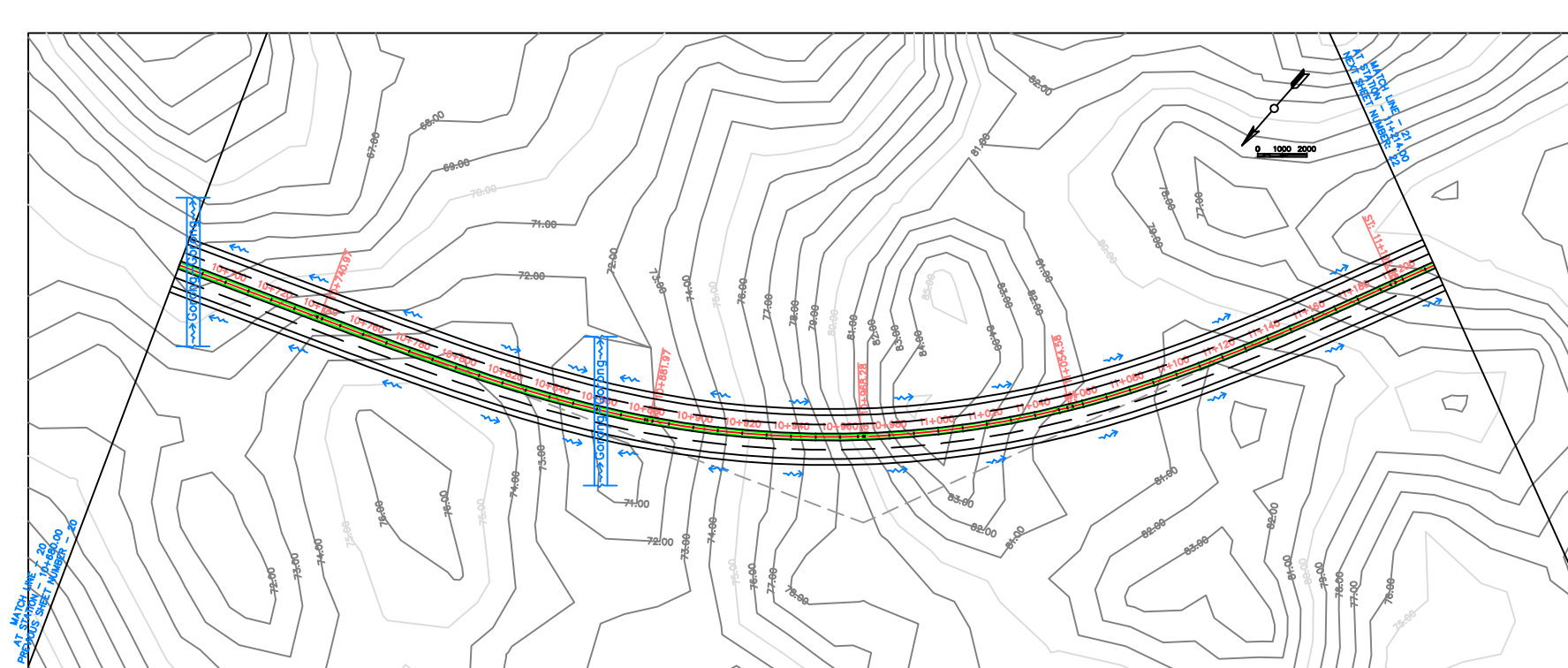
1:1500

NOMOR GAMBAR

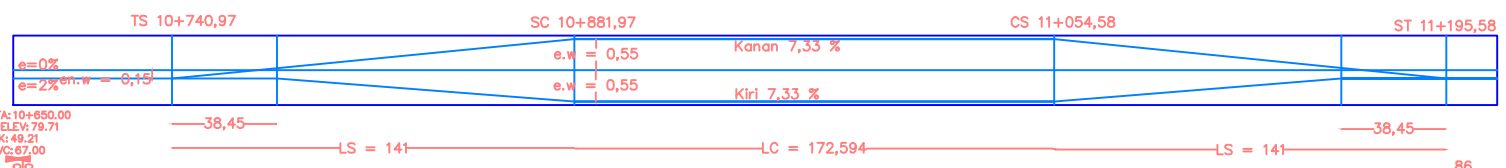
24

JUMLAH GAMBAR

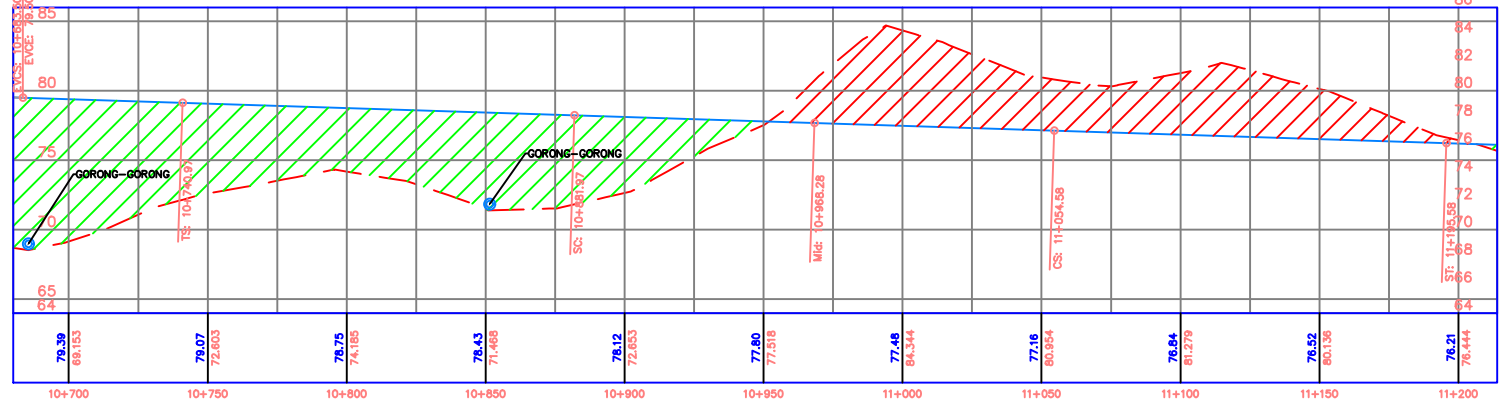
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 11+214 - Sta 11+748

SKALA

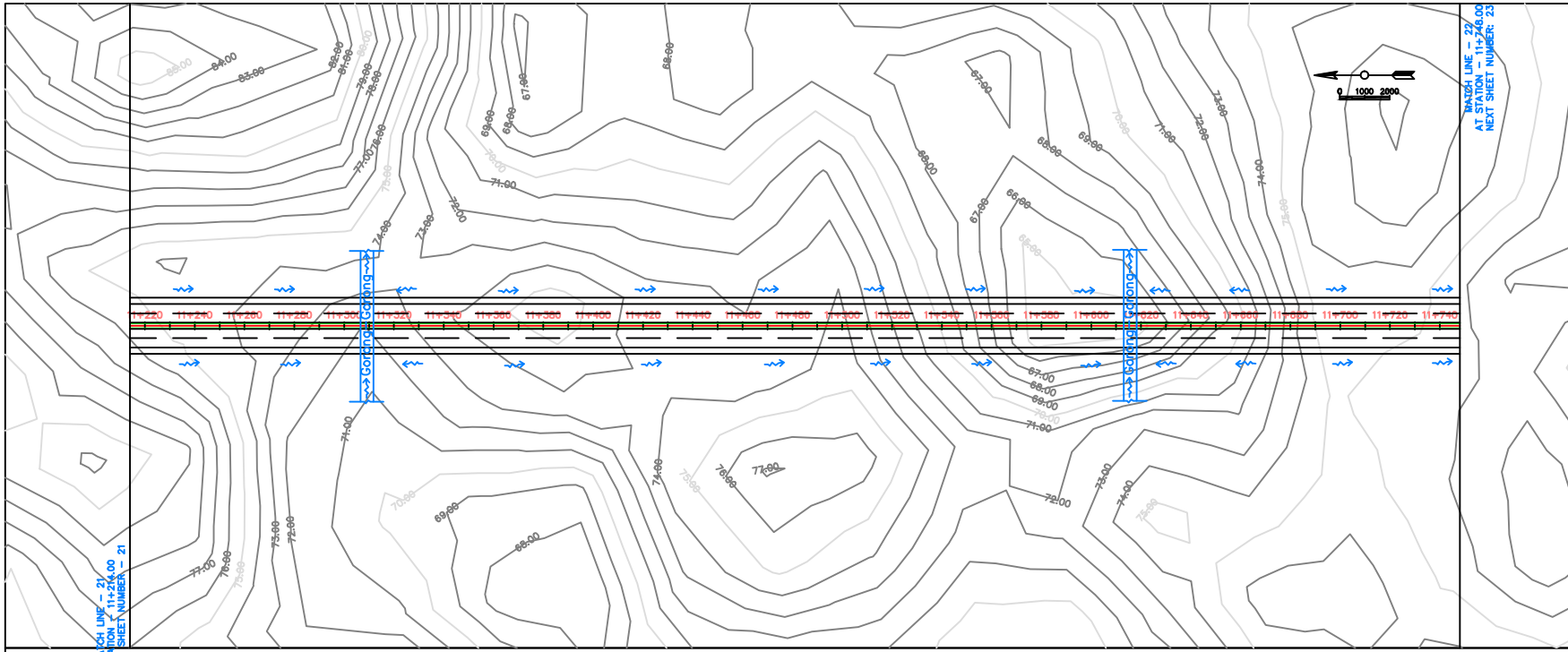
1:1500

NOMOR GAMBAR

25

JUMLAH GAMBAR

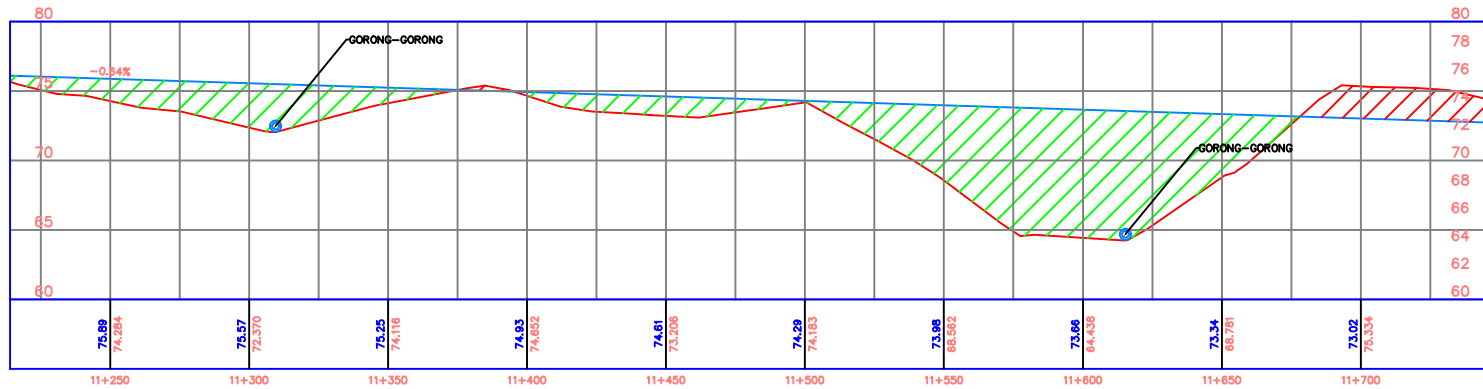
86



Superelevation

$e = 0\%$
$e = 2\%$

Profile





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahju Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 11+748 - Sta 12+282

SKALA

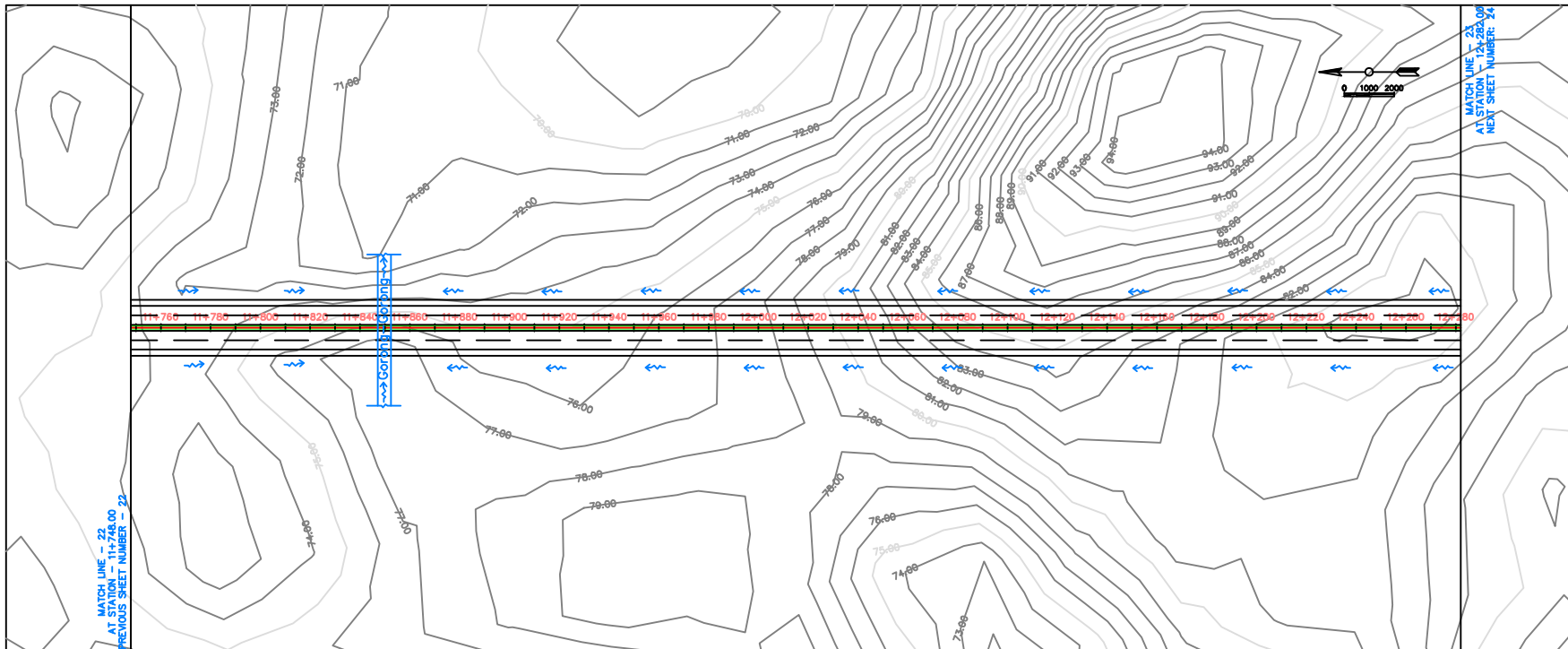
1:1500

NOMOR GAMBAR

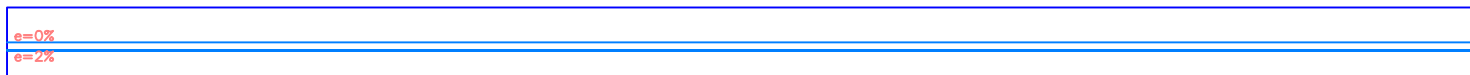
26

JUMLAH GAMBAR

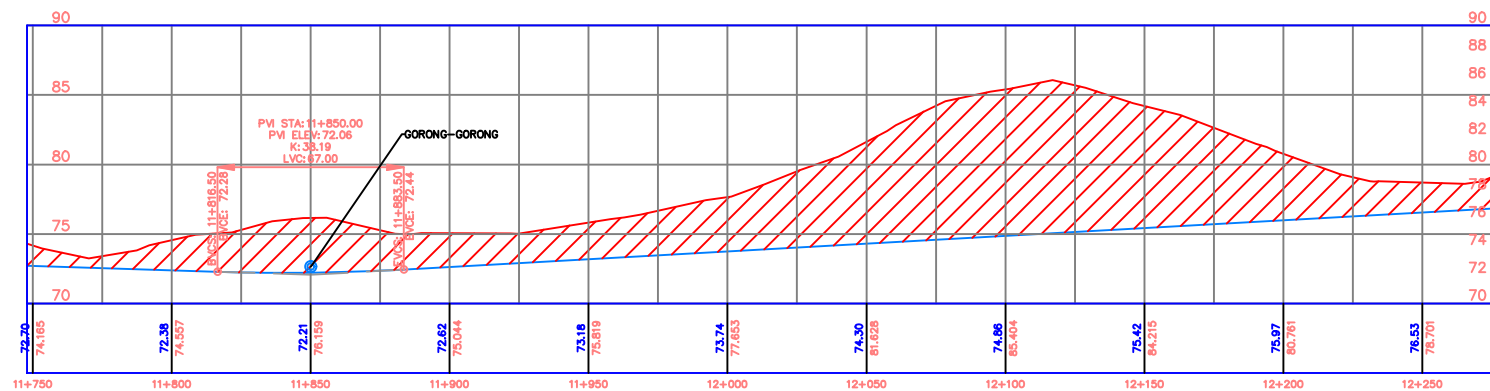
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 12+282 - Sta 12+816

SKALA

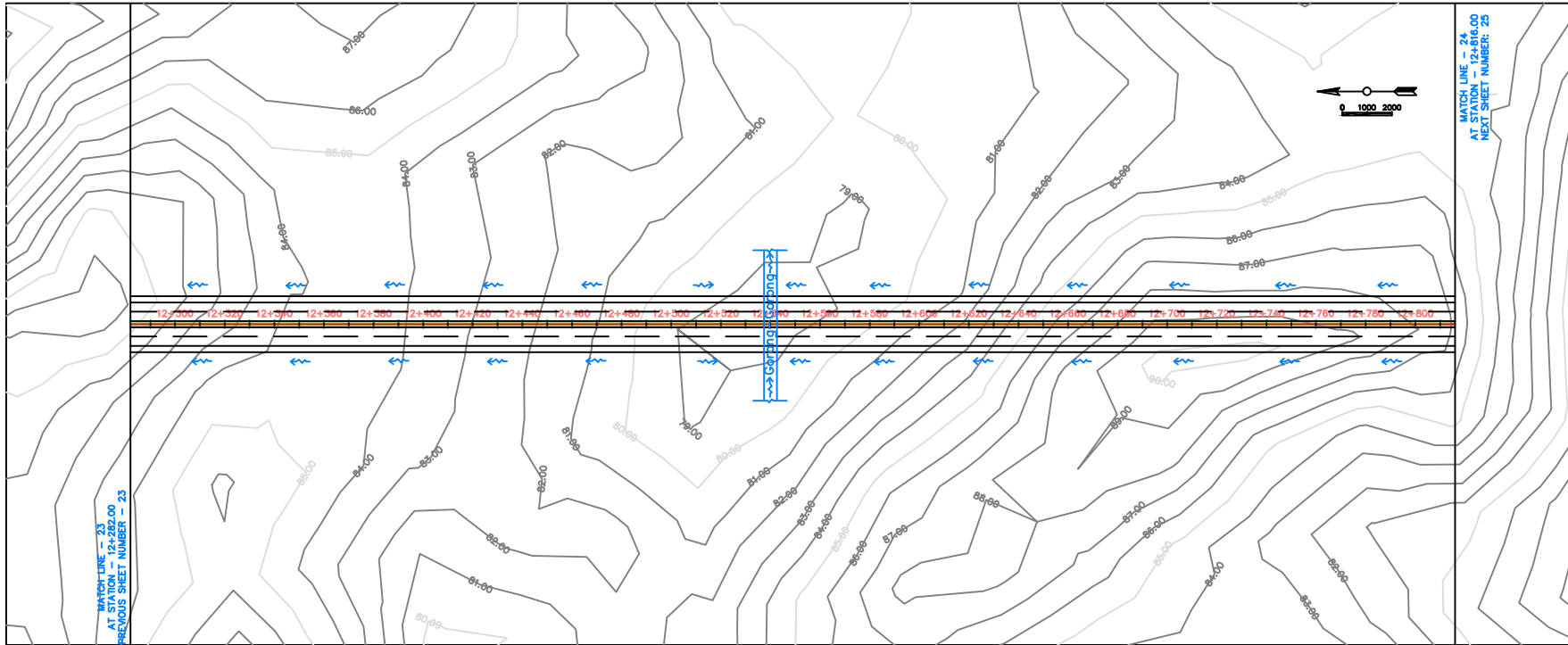
1:1500

NOMOR GAMBAR

27

JUMLAH GAMBAR

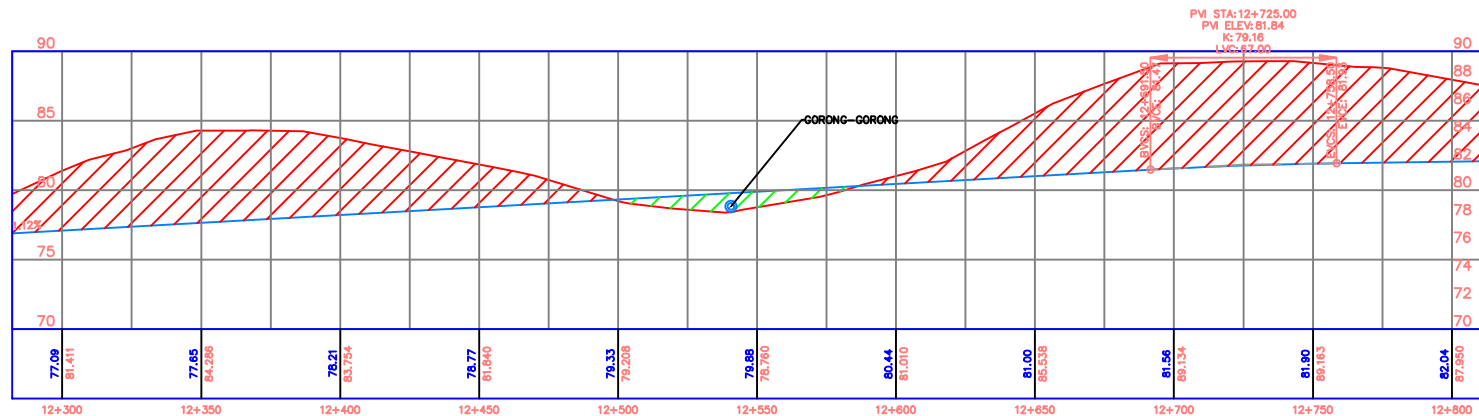
86



Superelevation



Profile





JUDUL TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 12+816 – Sta 13+350

SKALA

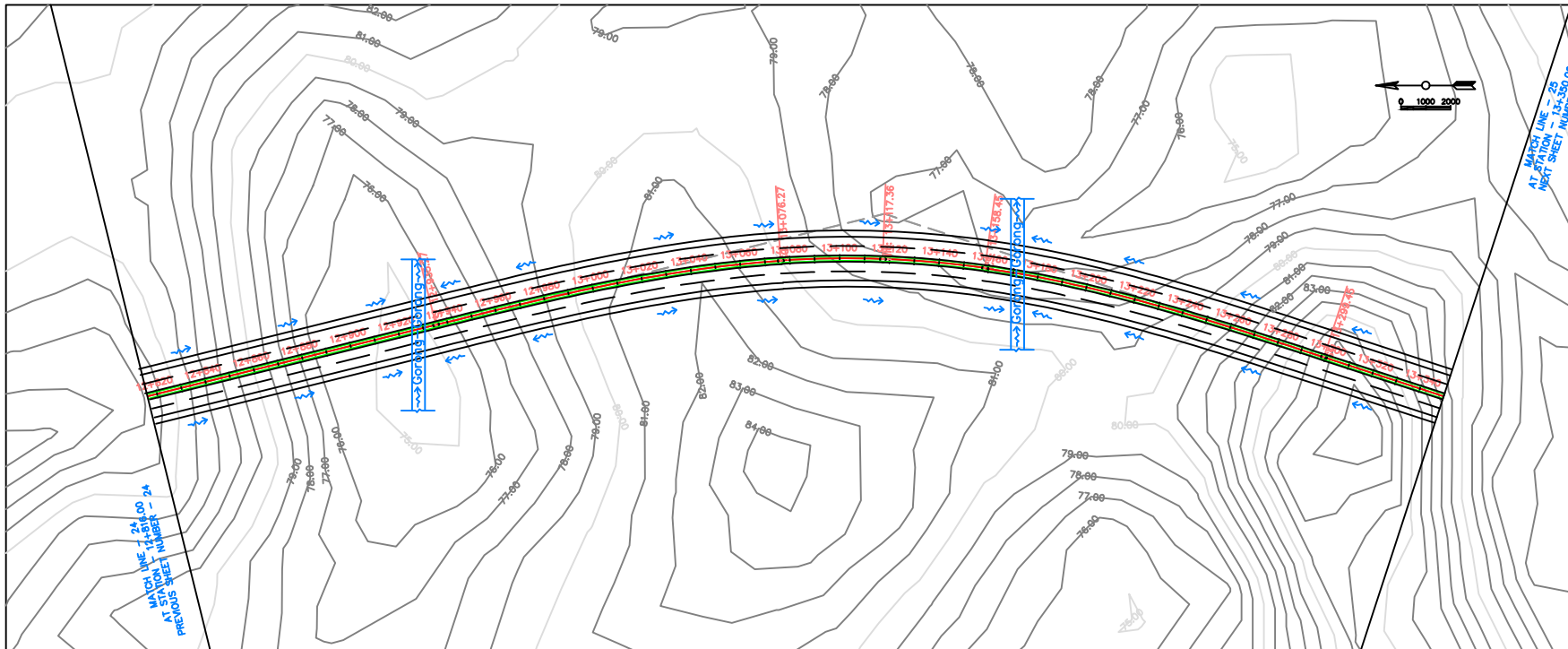
1:1500

NOMOR GAMBAR

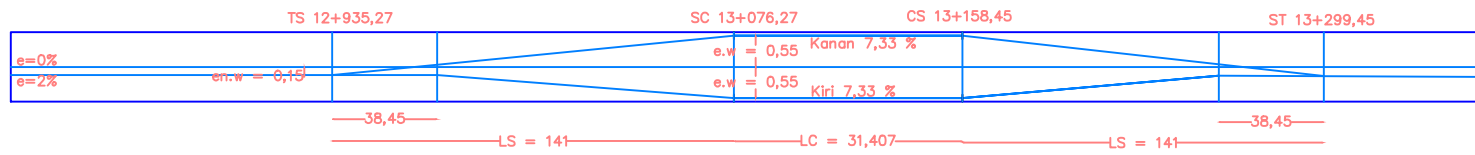
28

JUMLAH GAMBAR

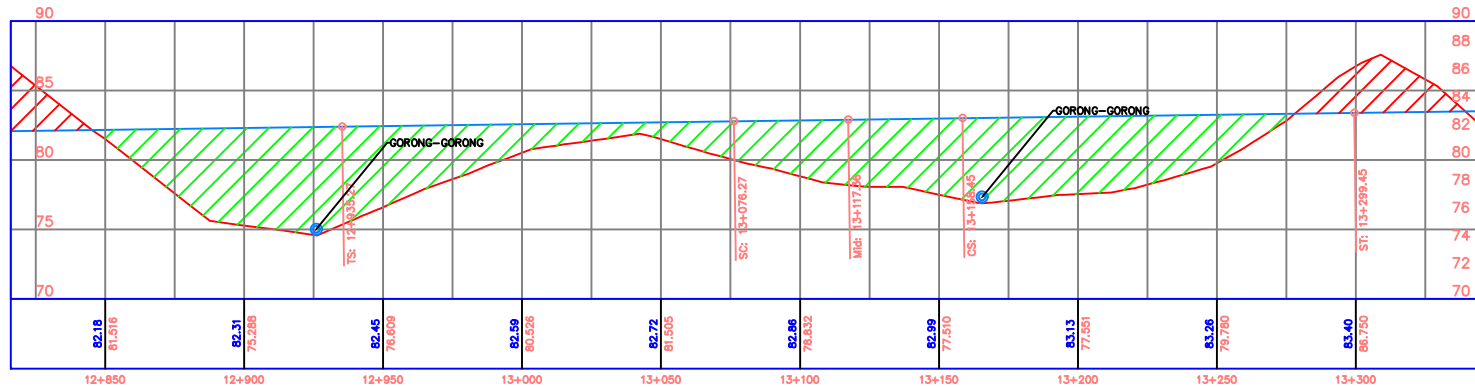
86



Superelevation



Profile





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 13+350 - Sta 13+884

SKALA

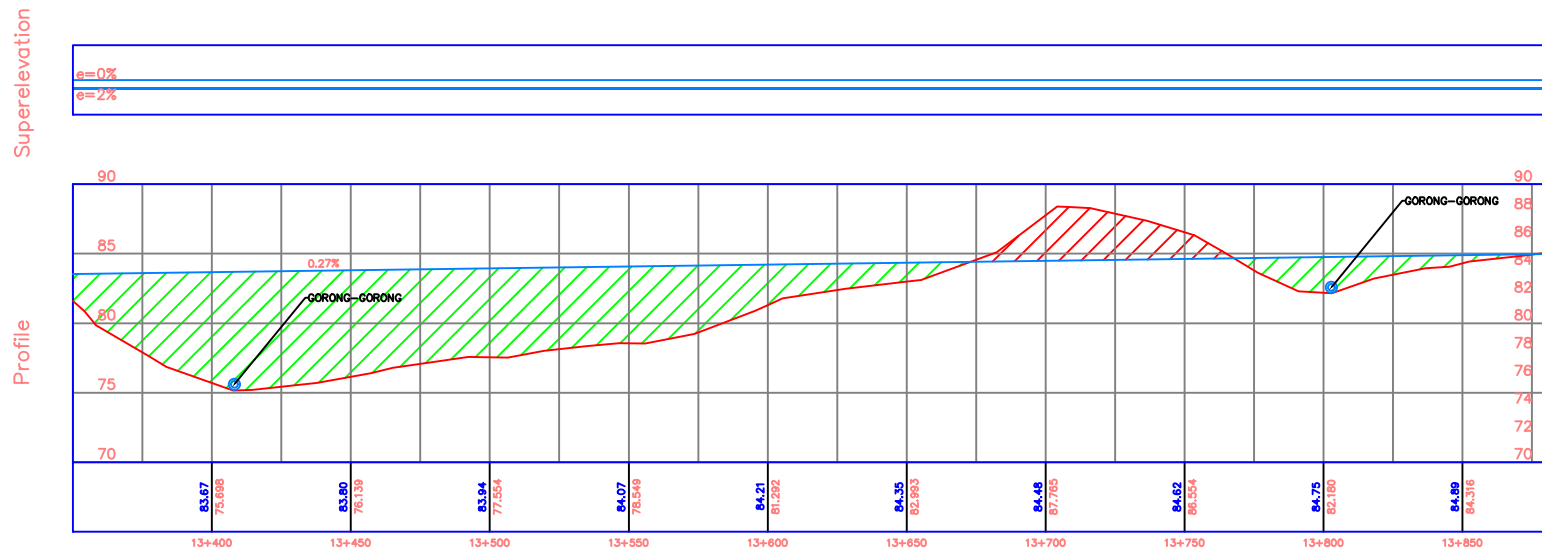
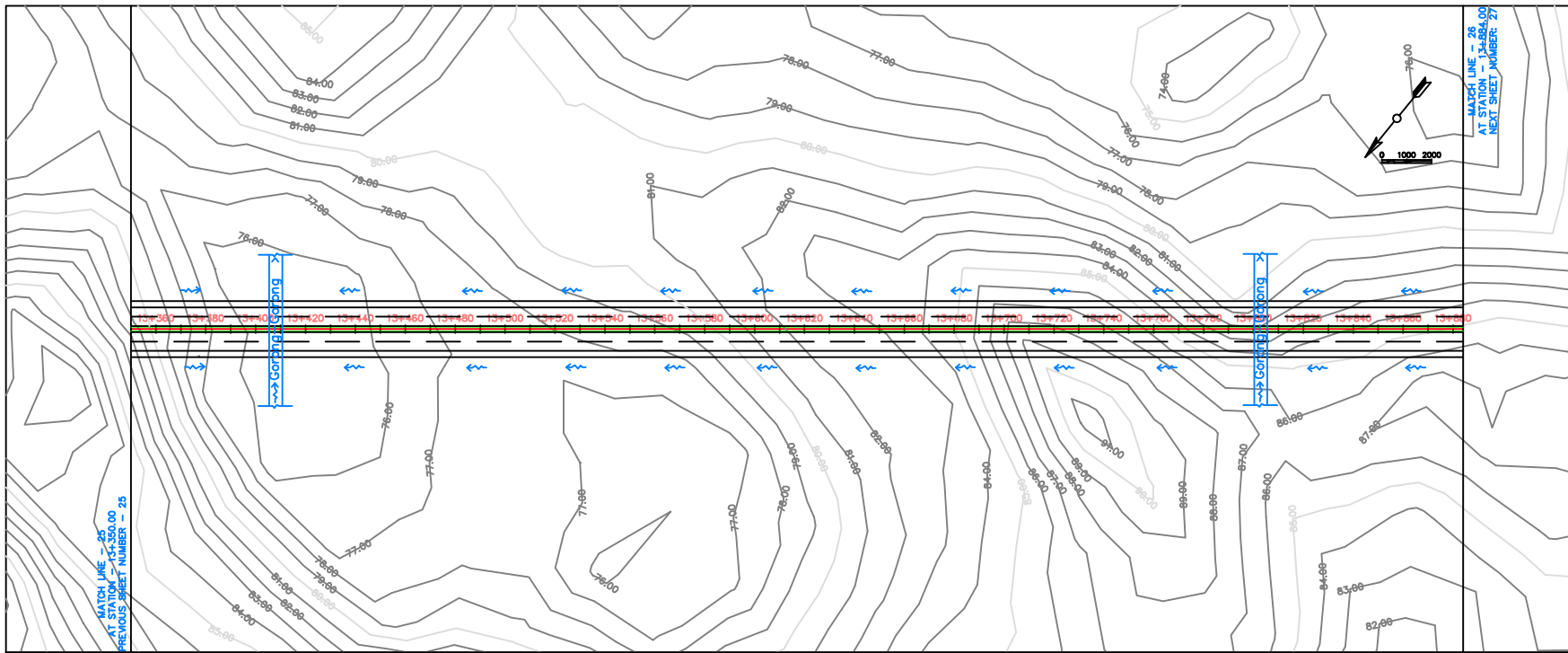
1:1500

NOMOR GAMBAR

29

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Plan Profile
Sta 13+884 - Sta 14+118,19

SKALA

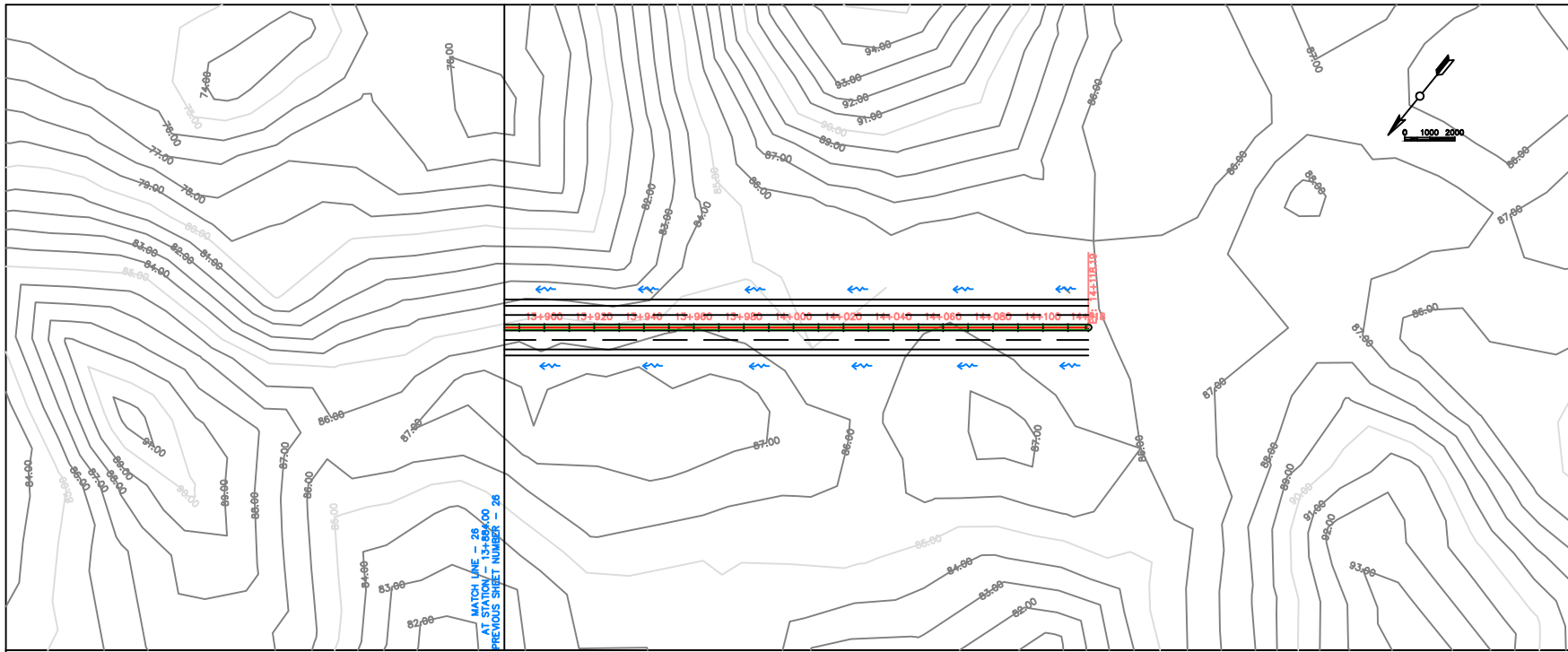
1:1500

NOMOR GAMBAR

30

JUMLAH GAMBAR

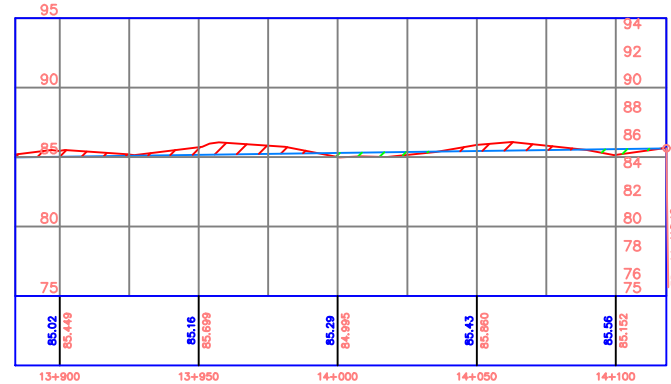
86



Superelevation

e = 0%
e = 2%

Profile





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+250

SKALA

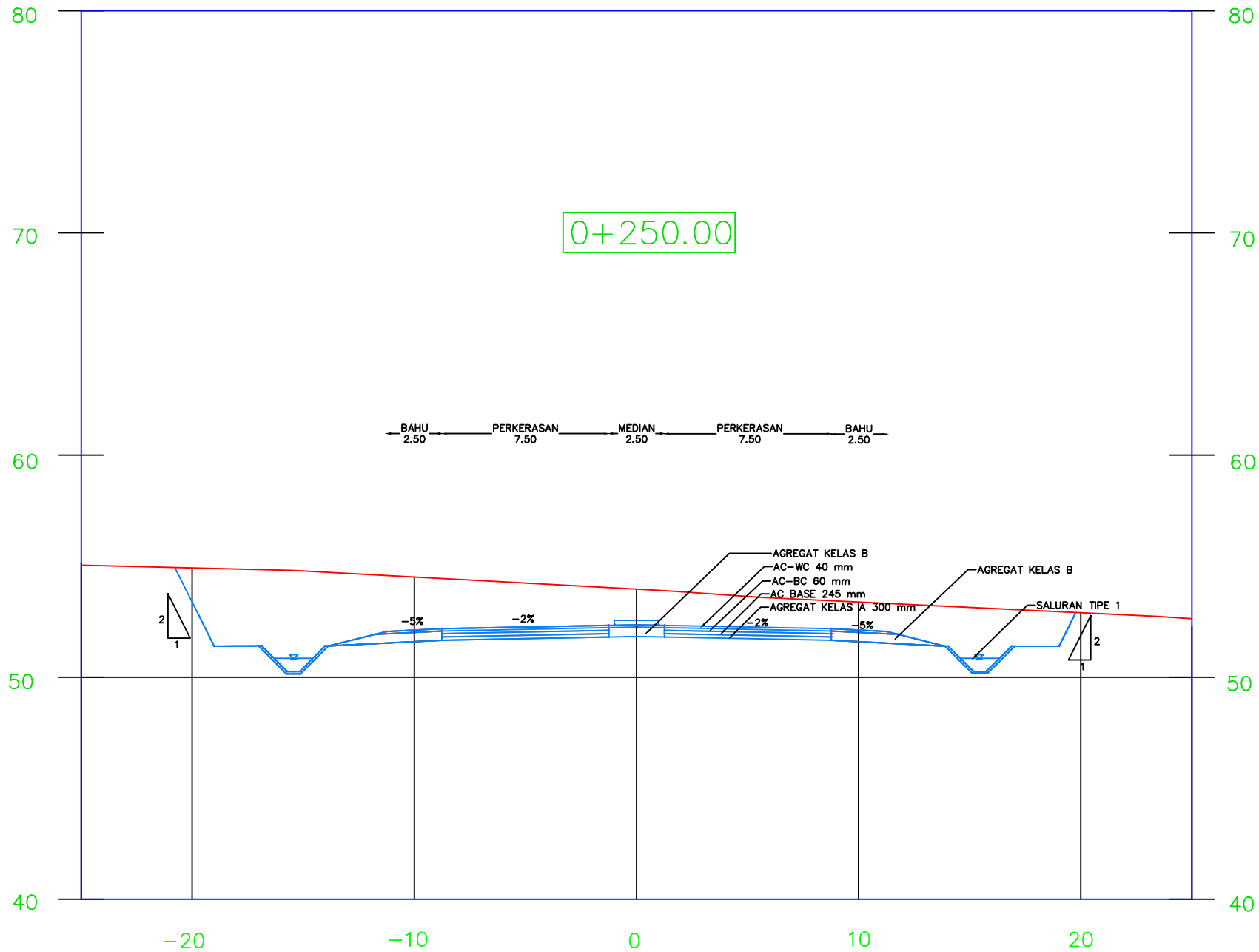
1:250

NOMOR GAMBAR

31

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 0+750

SKALA

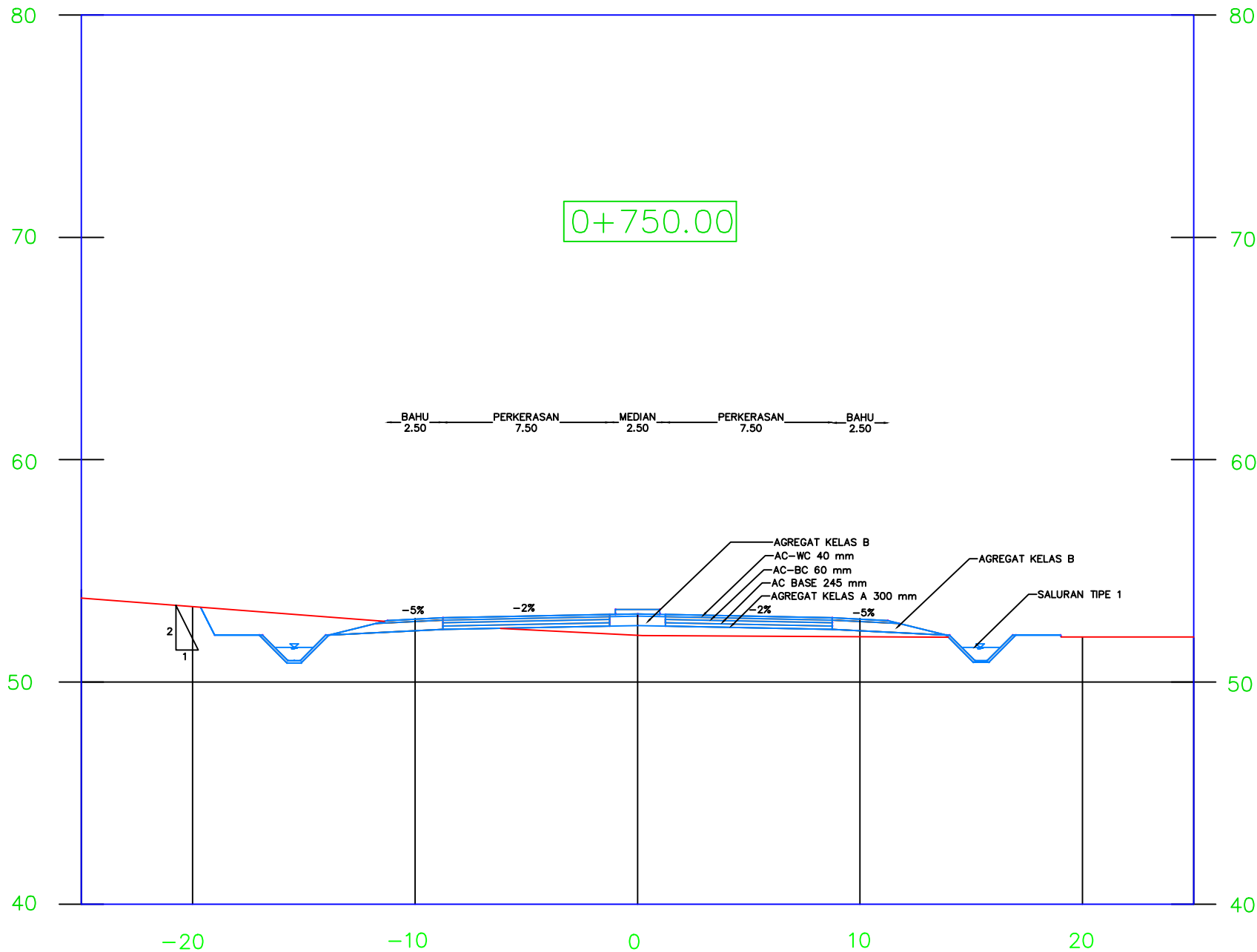
1:250

NOMOR GAMBAR

33

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 1+000

SKALA

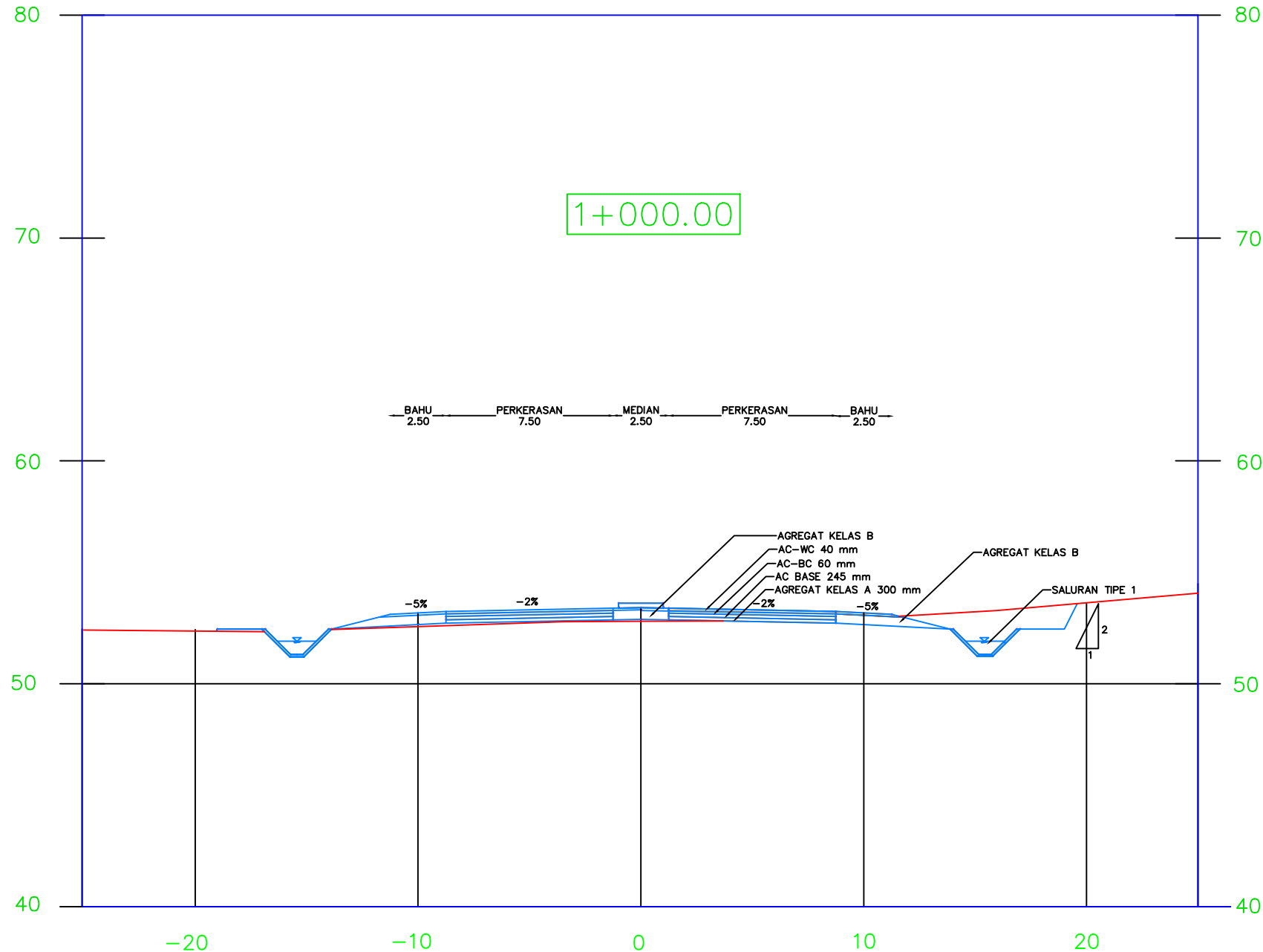
1:250

NOMOR GAMBAR

34

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 1+250

SKALA

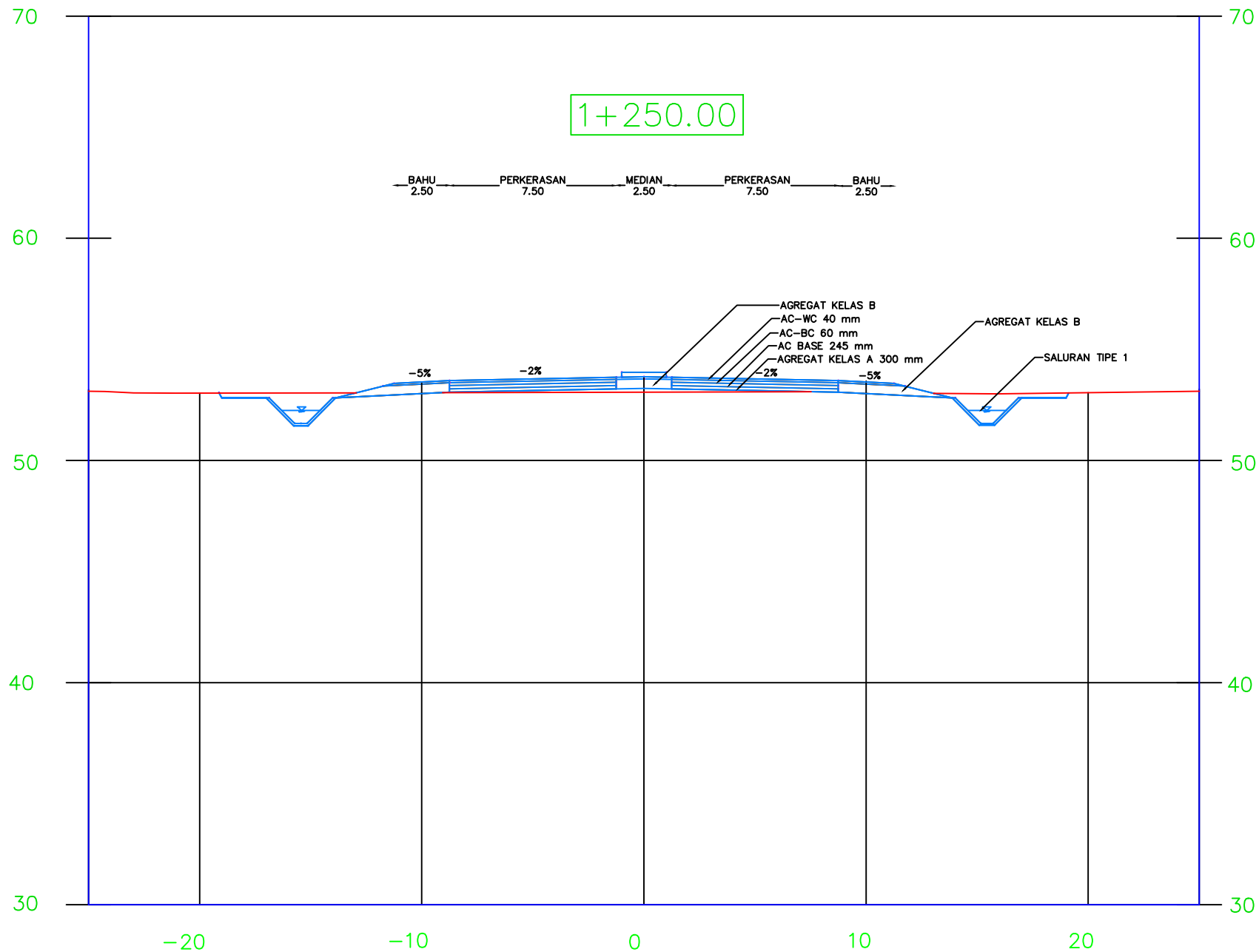
1:250

NOMOR GAMBAR

35

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 1+750

SKALA

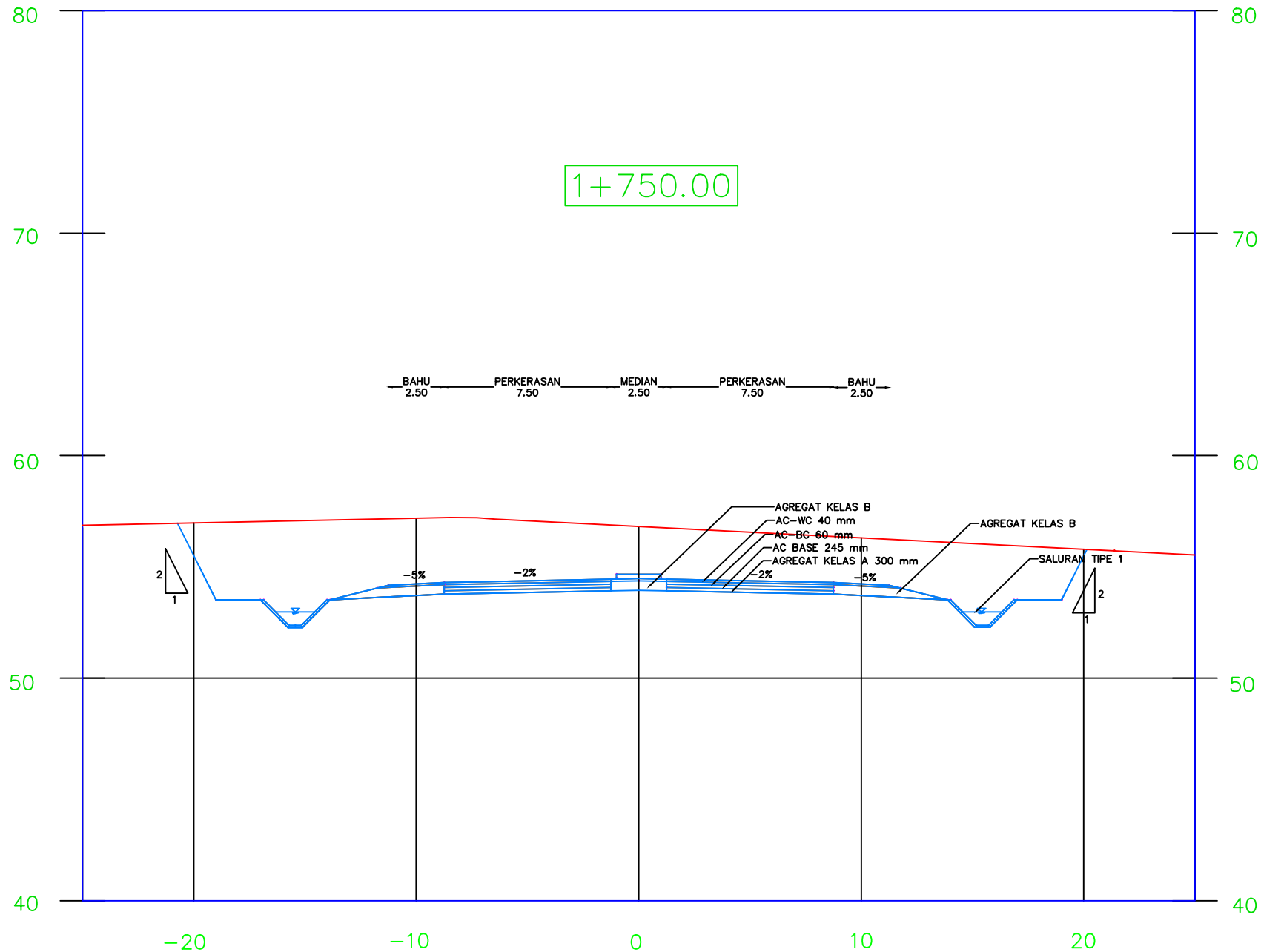
1:250

NOMOR GAMBAR

37

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 2+000

SKALA

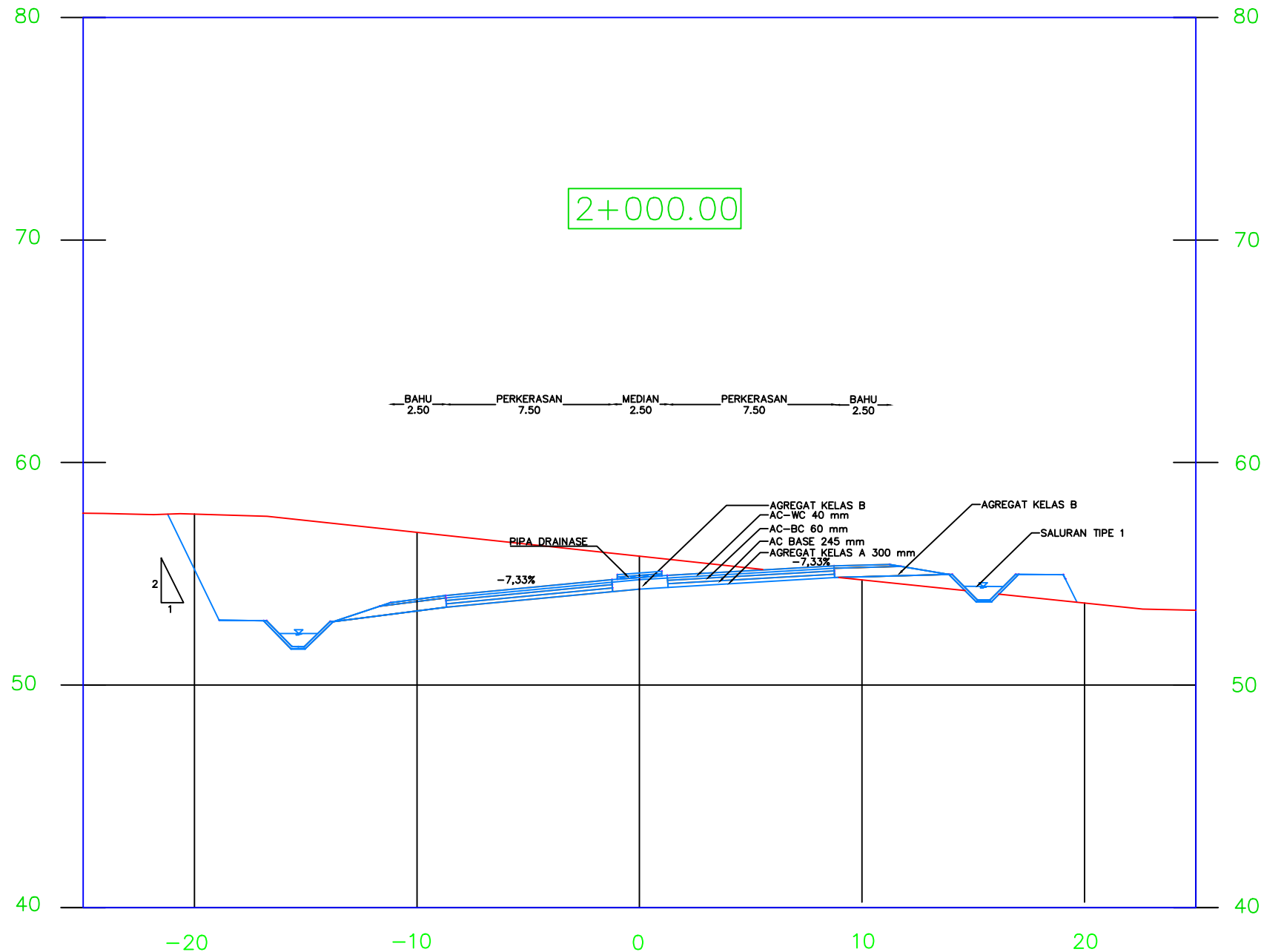
1:250

NOMOR GAMBAR

38

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 2+250

SKALA

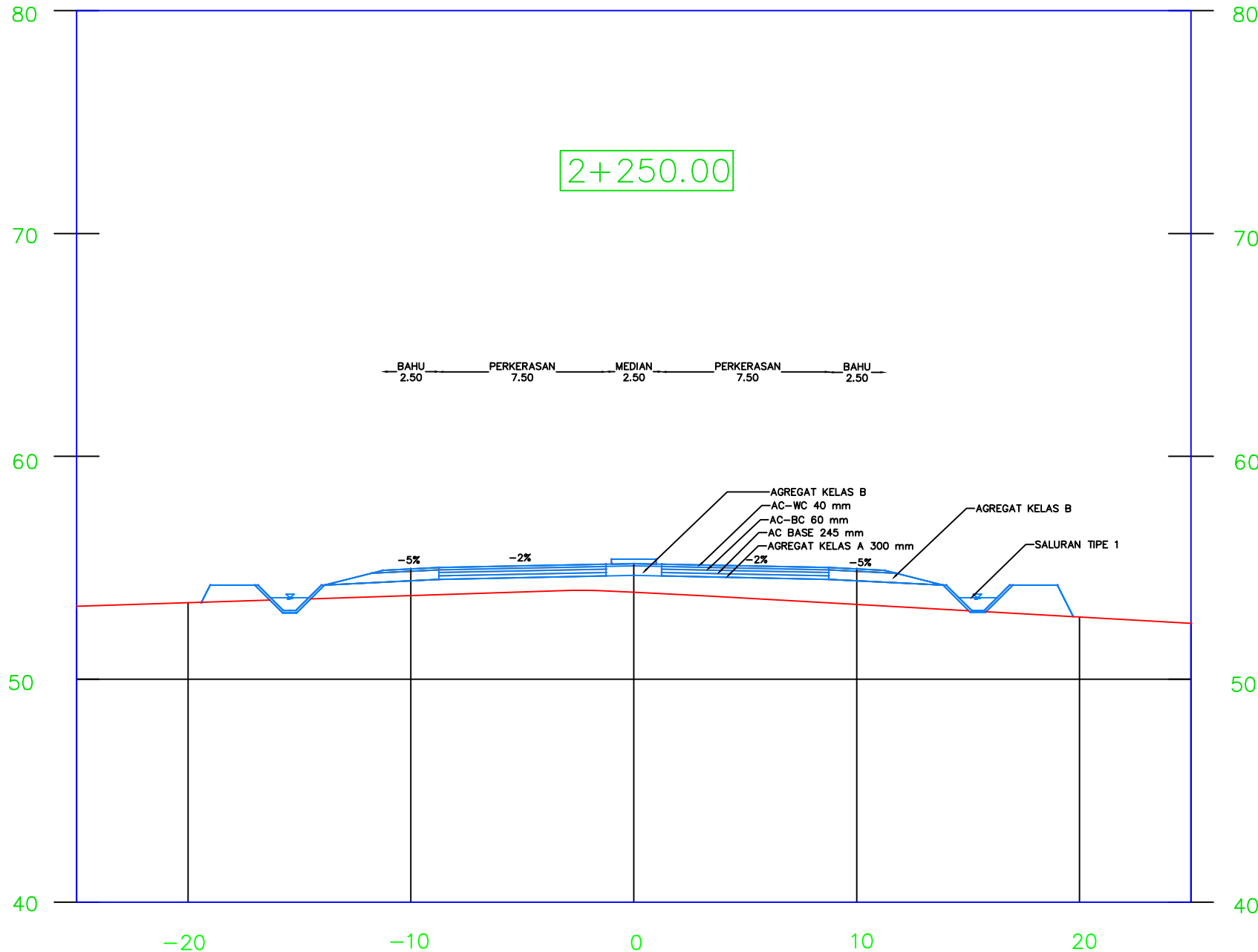
1:250

NOMOR GAMBAR

39

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 2+500

SKALA

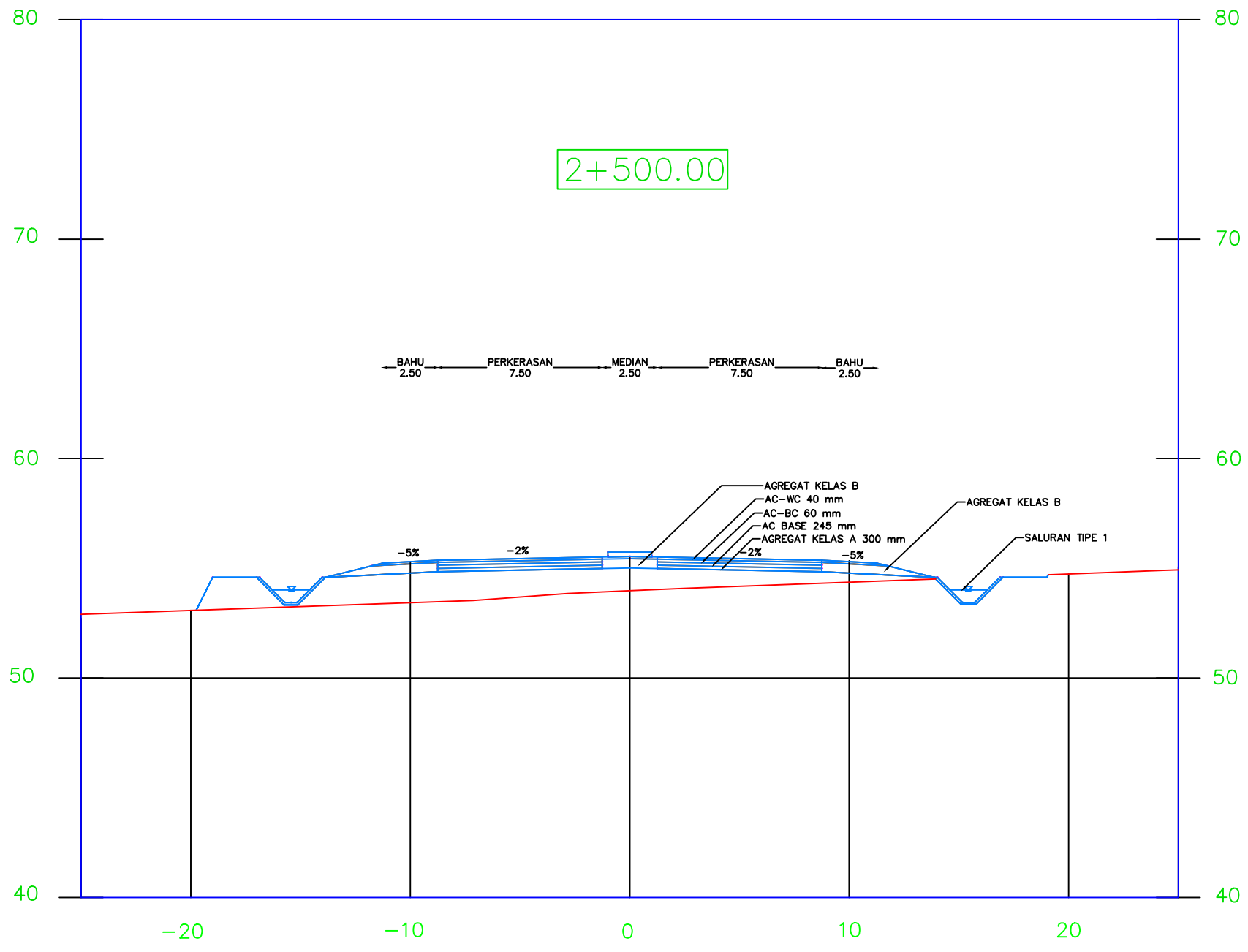
1:250

NOMOR GAMBAR

40

JUMLAH GAMBAR

86



2+500.00

BAHU 2.50 PERKERASAN 7.50 MEDIAN 2.50 PERKERASAN 7.50 BAHU 2.50

AGREGAT KELAS B
AC-WC 40 mm
AC-BC 60 mm
AC BASE 245 mm
AGREGAT KELAS A 300 mm
AGREGAT KELAS B
SALURAN TIPE 1

-5% -2% -2% -5%

-20

-10

0

10

20

80

80

70

70

60

60

50

50

40

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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 2+750

SKALA

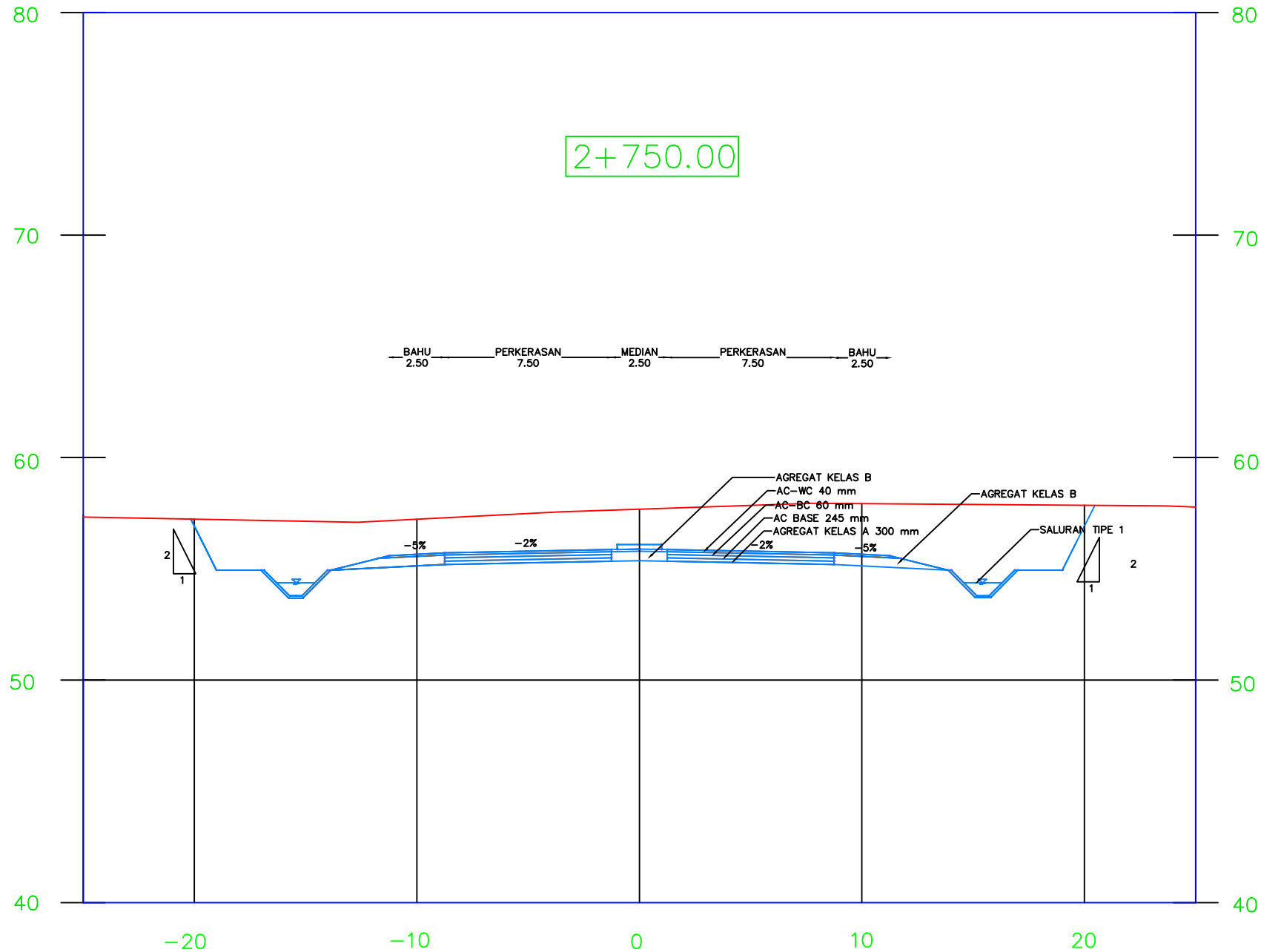
1:250

NOMOR GAMBAR

41

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 3+000

SKALA

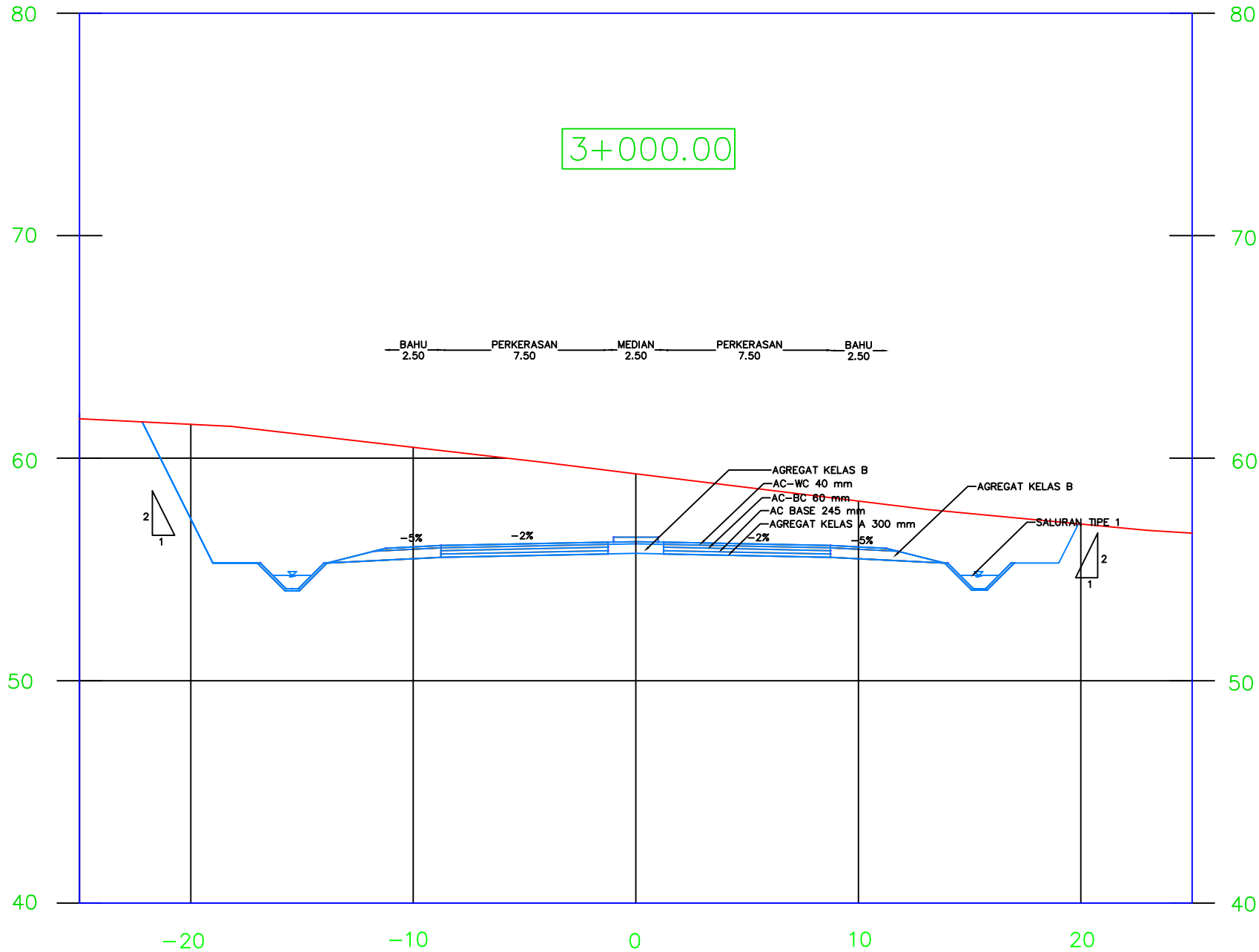
1:250

NOMOR GAMBAR

42

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 3+500

SKALA

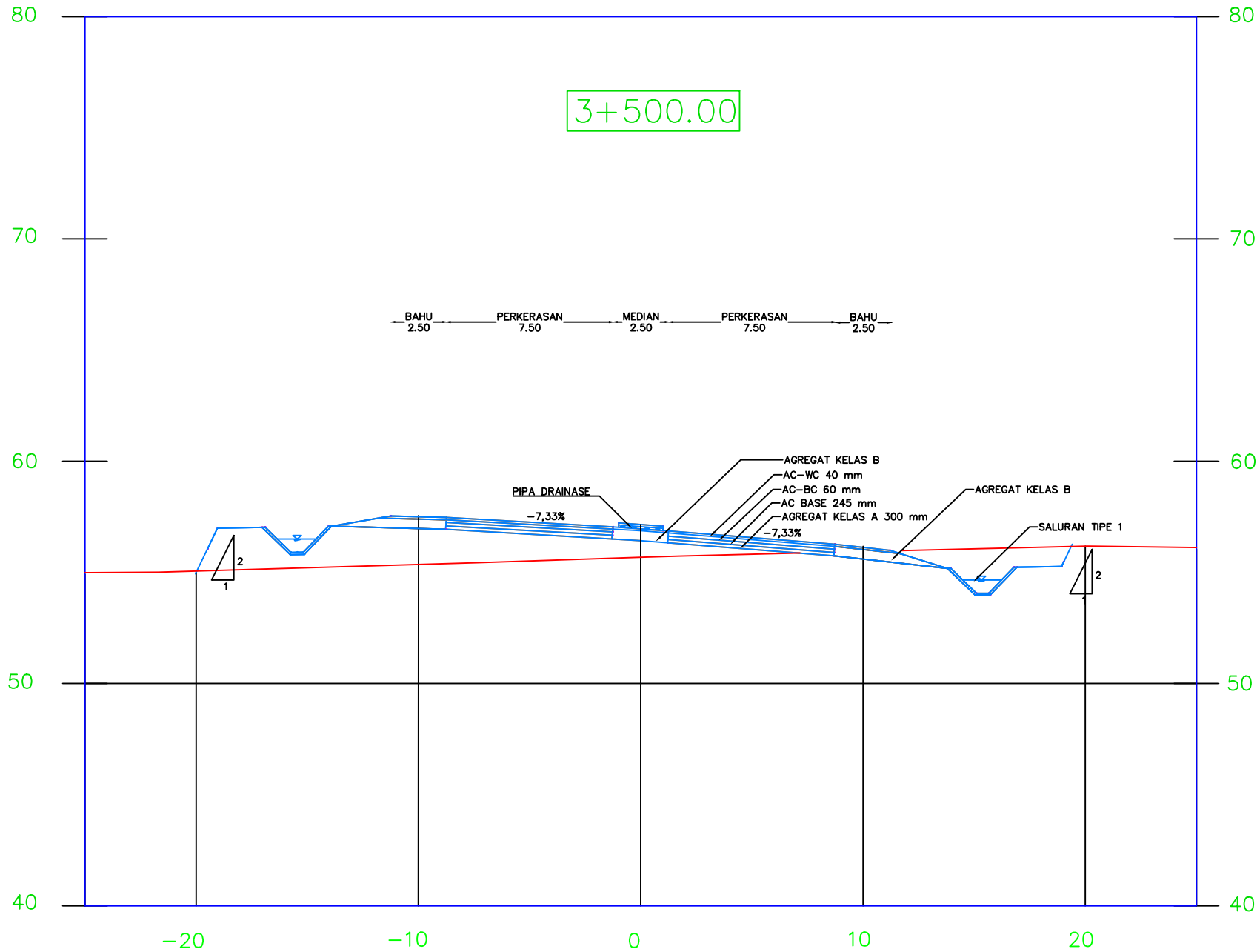
1:250

NOMOR GAMBAR

44

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 3+750

SKALA

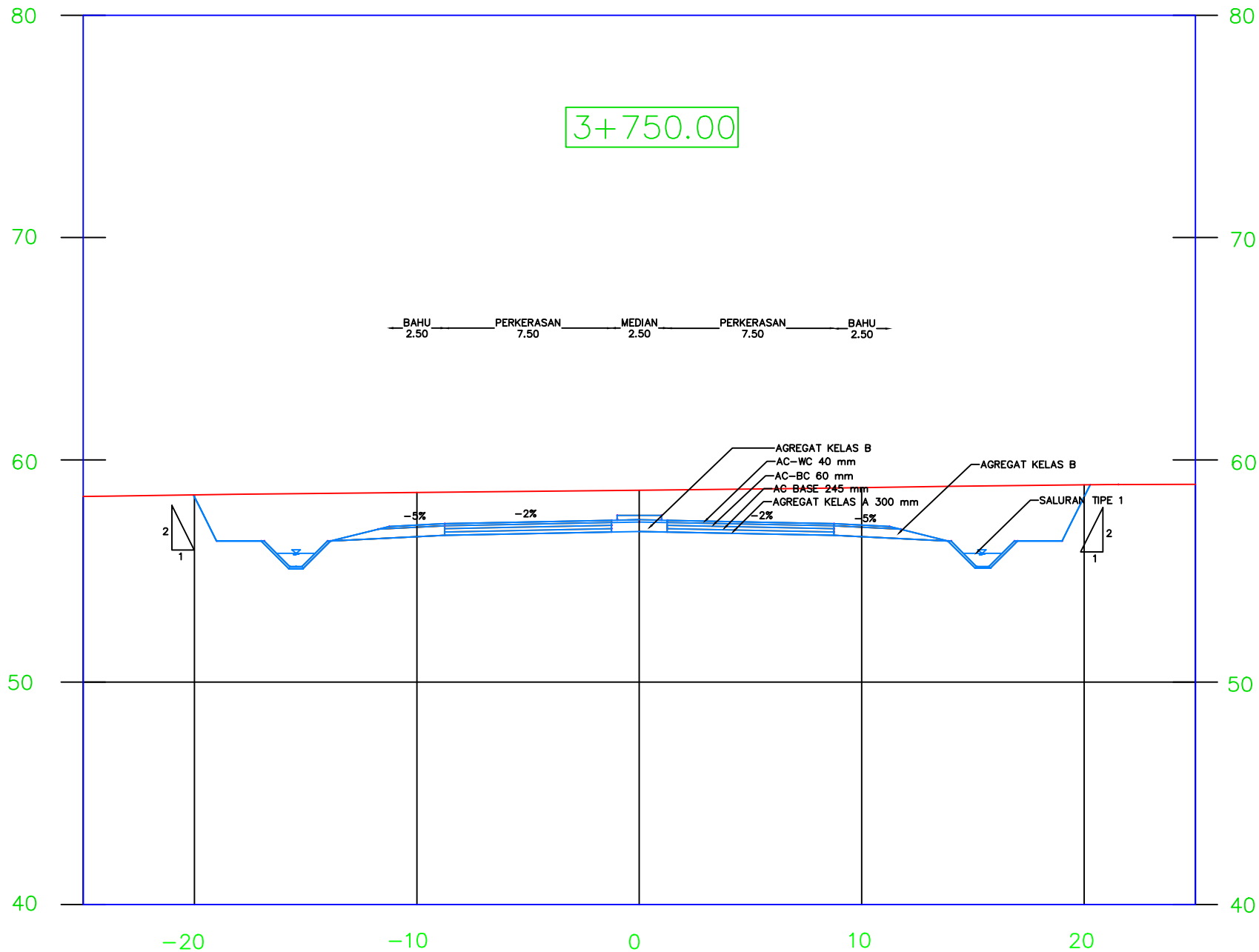
1:250

NOMOR GAMBAR

45

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 4+000

SKALA

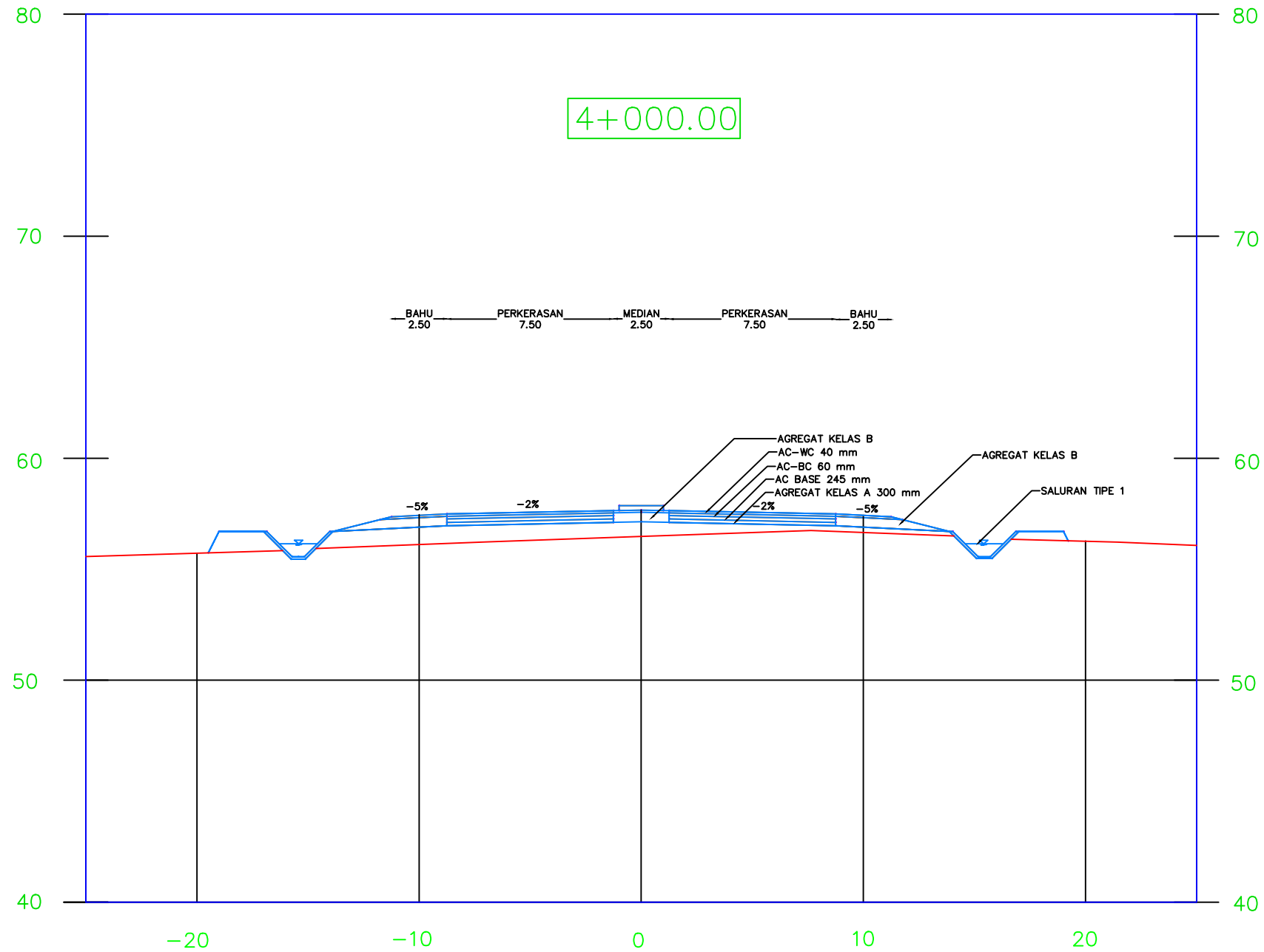
1:250

NOMOR GAMBAR

46

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 4+250

SKALA

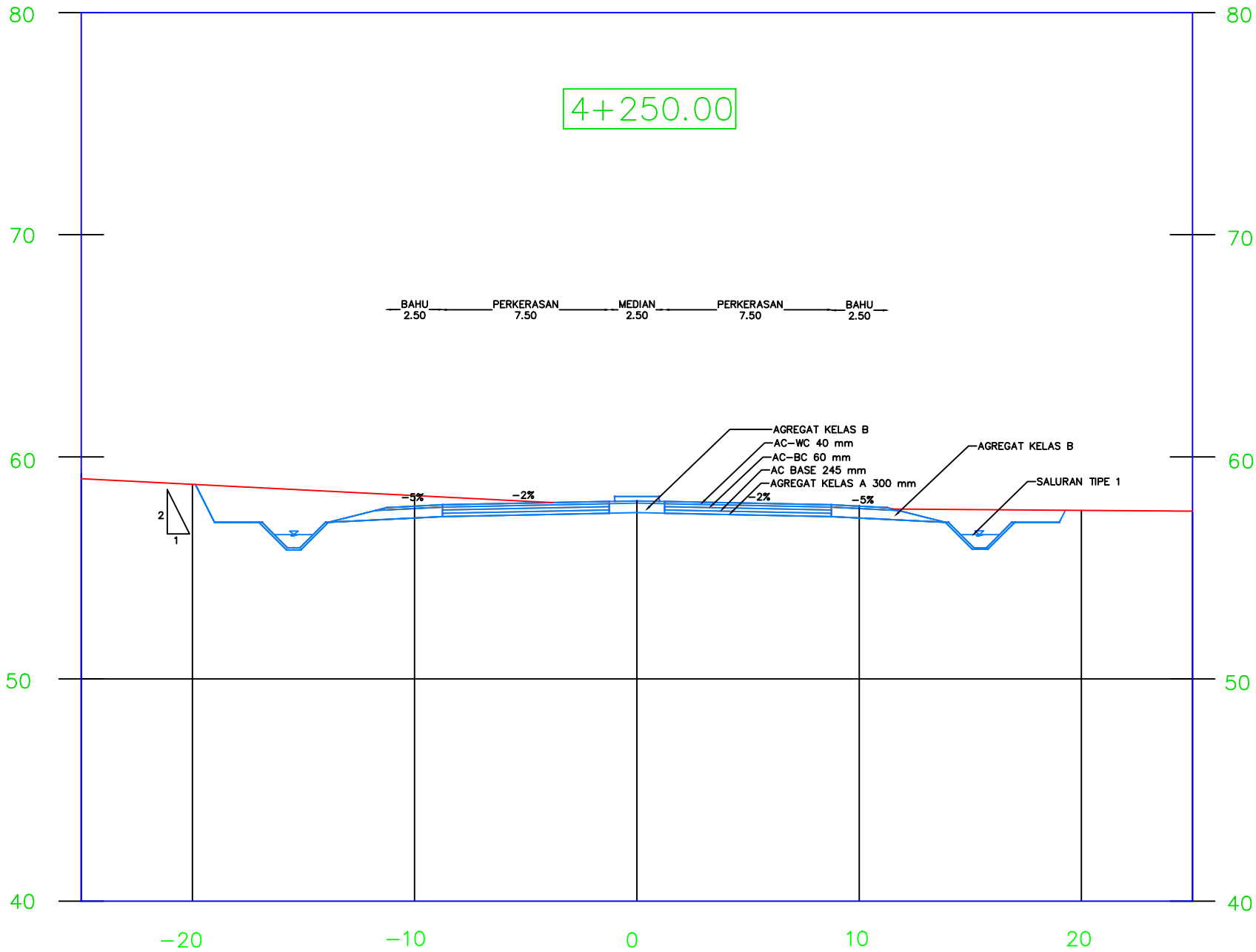
1:250

NOMOR GAMBAR

47

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 4+500

SKALA

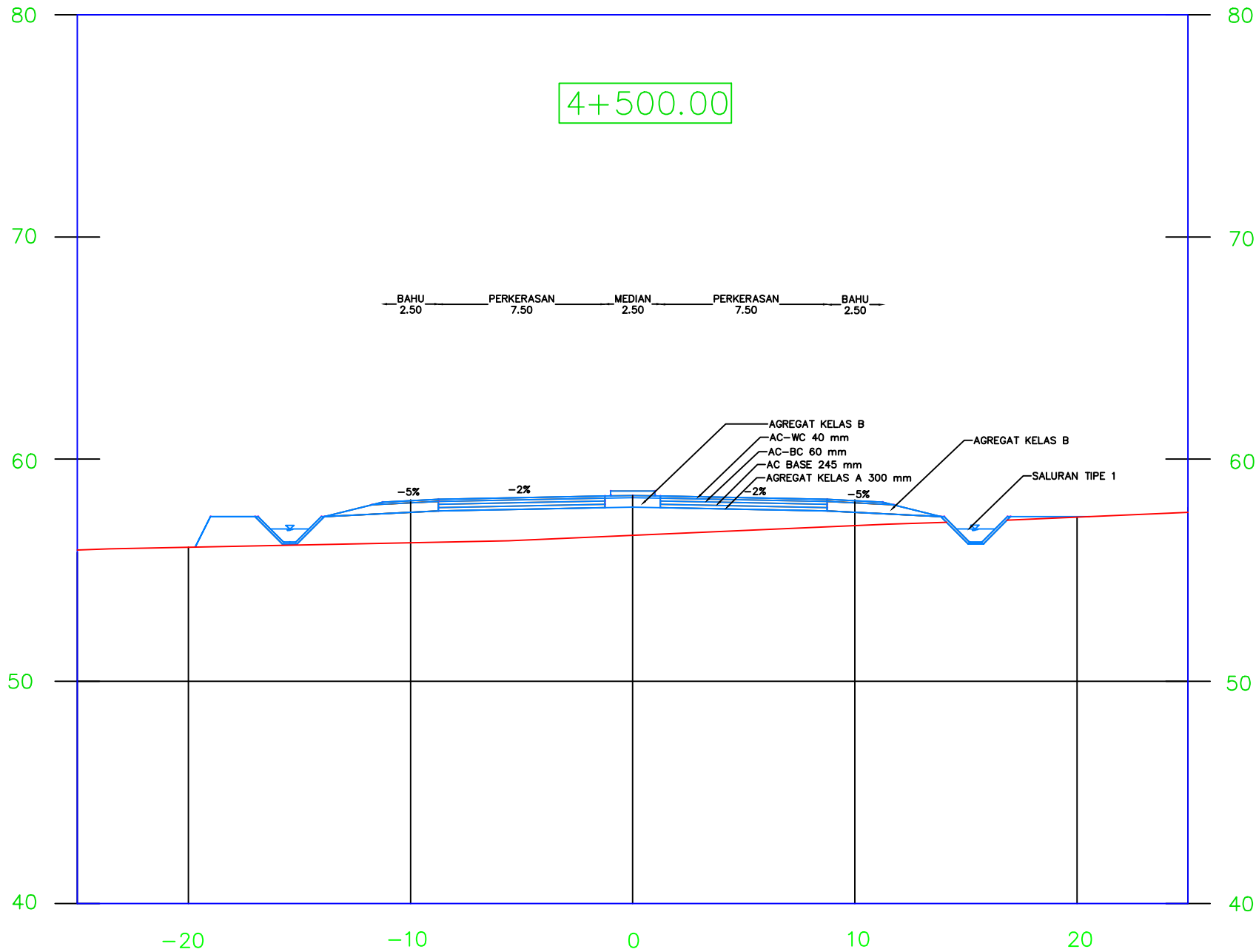
1:250

NOMOR GAMBAR

48

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 4+750

SKALA

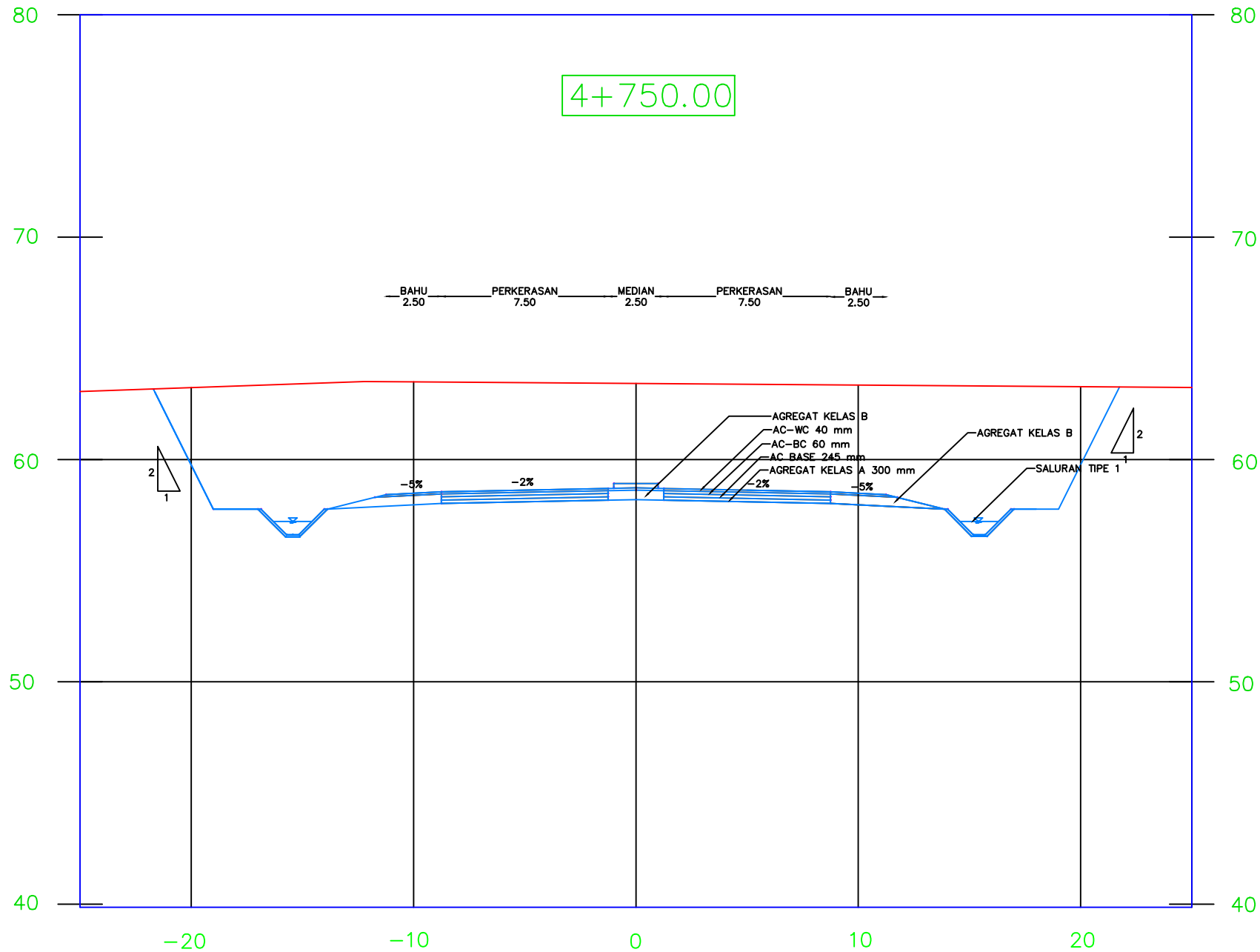
1:250

NOMOR GAMBAR

49

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 5+000

SKALA

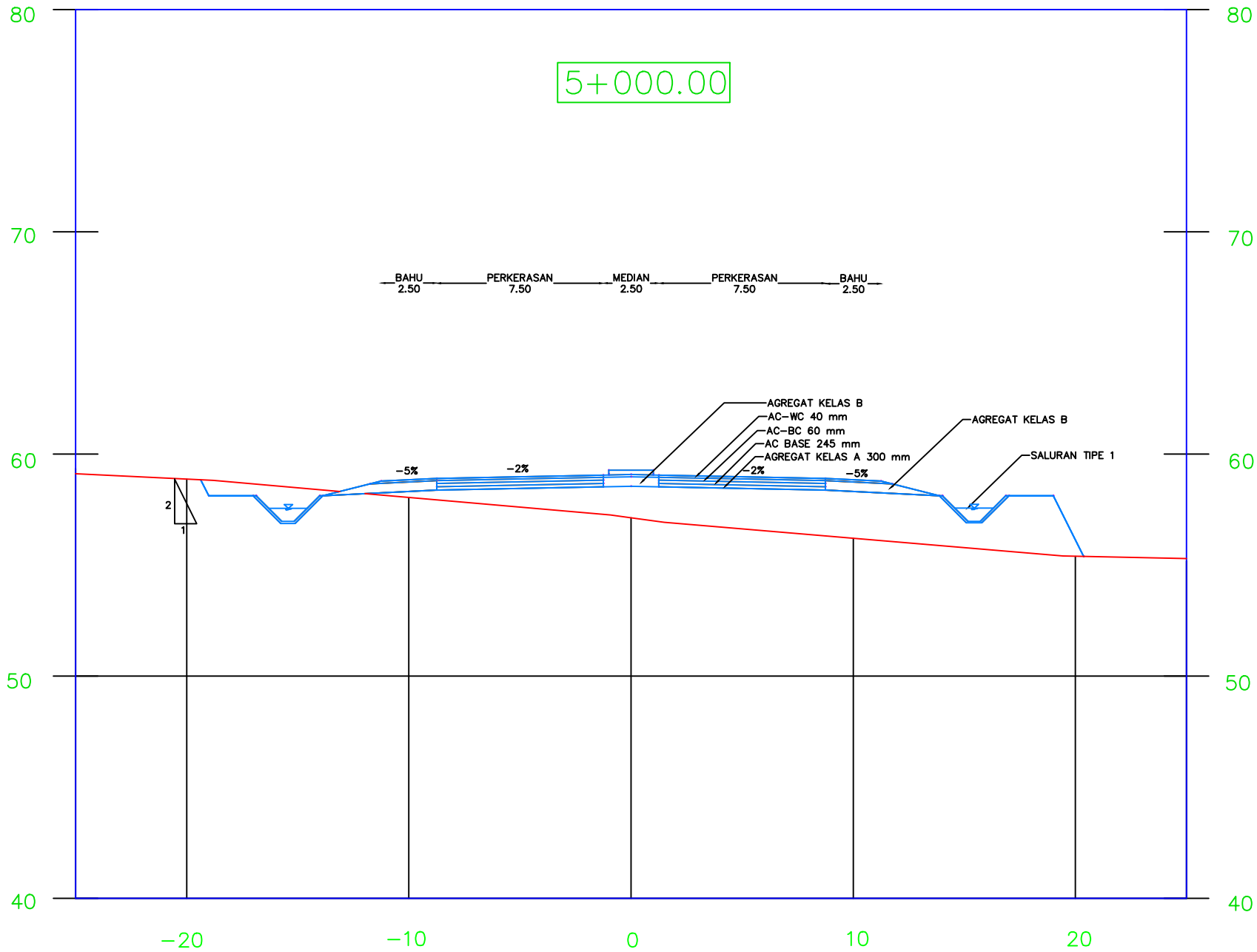
1:250

NOMOR GAMBAR

50

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 5+250

SKALA

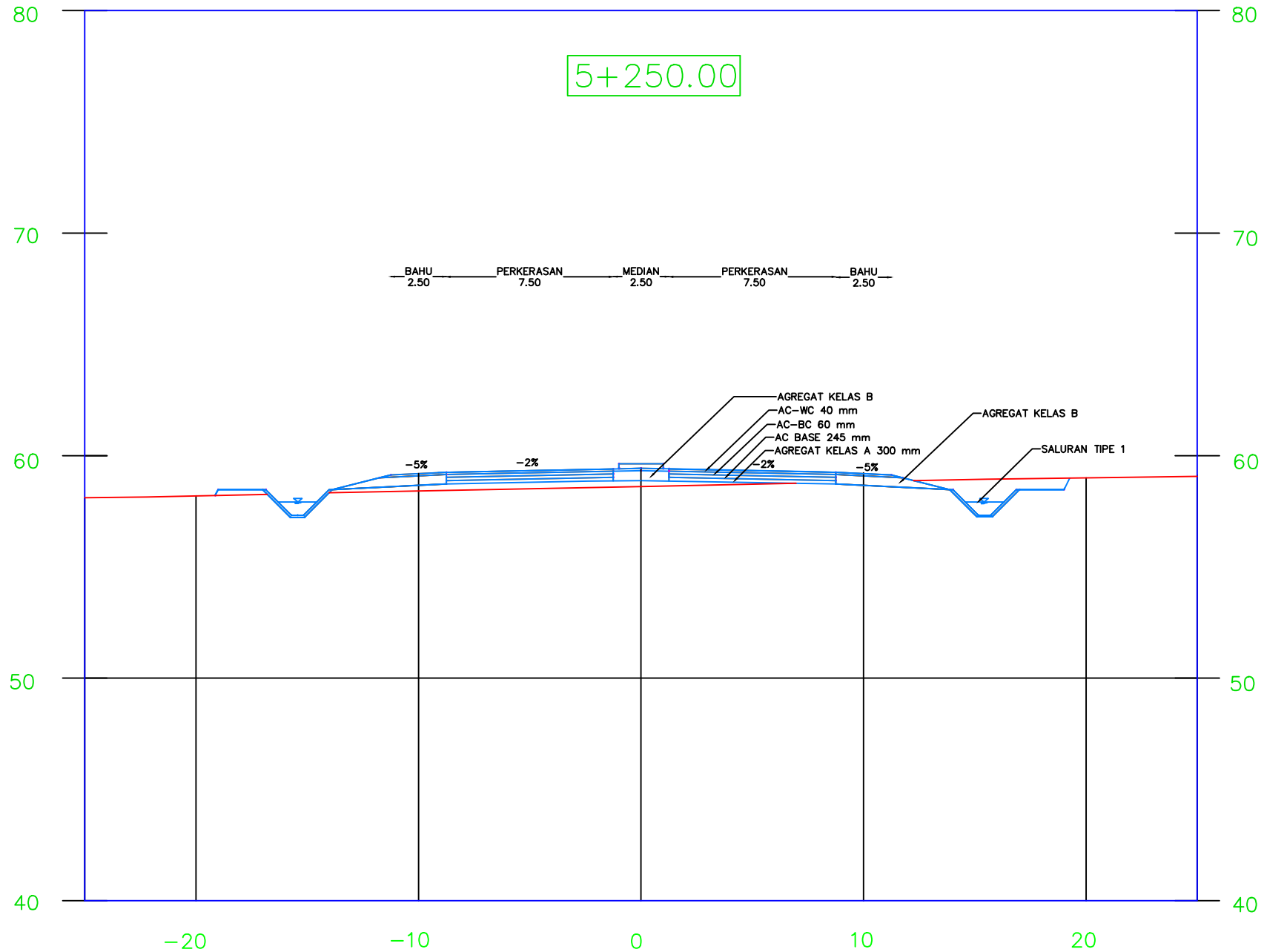
1:250

NOMOR GAMBAR

51

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 5+500

SKALA

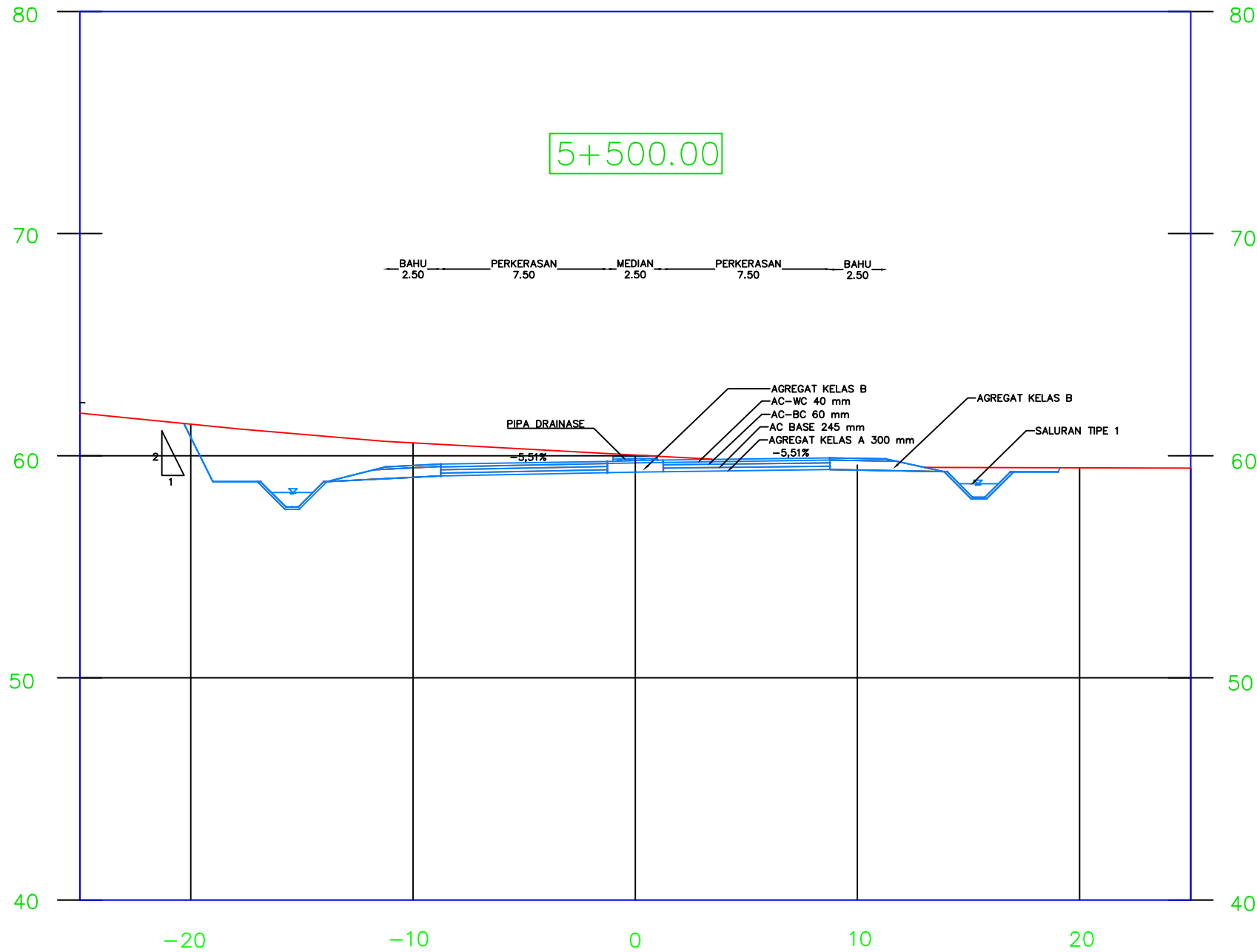
1:250

NOMOR GAMBAR

52

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 5+750

SKALA

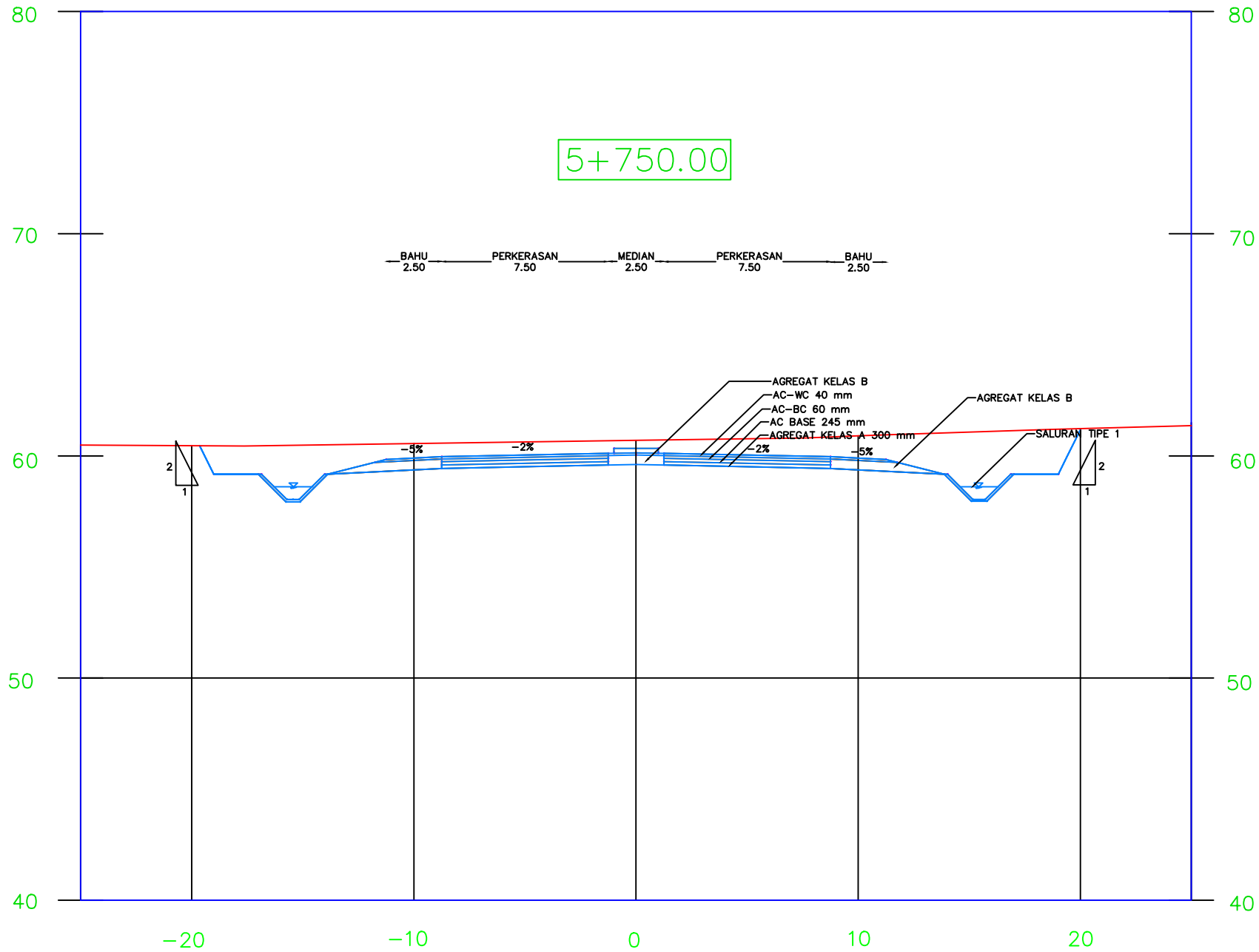
1:250

NOMOR GAMBAR

53

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 6+000

SKALA

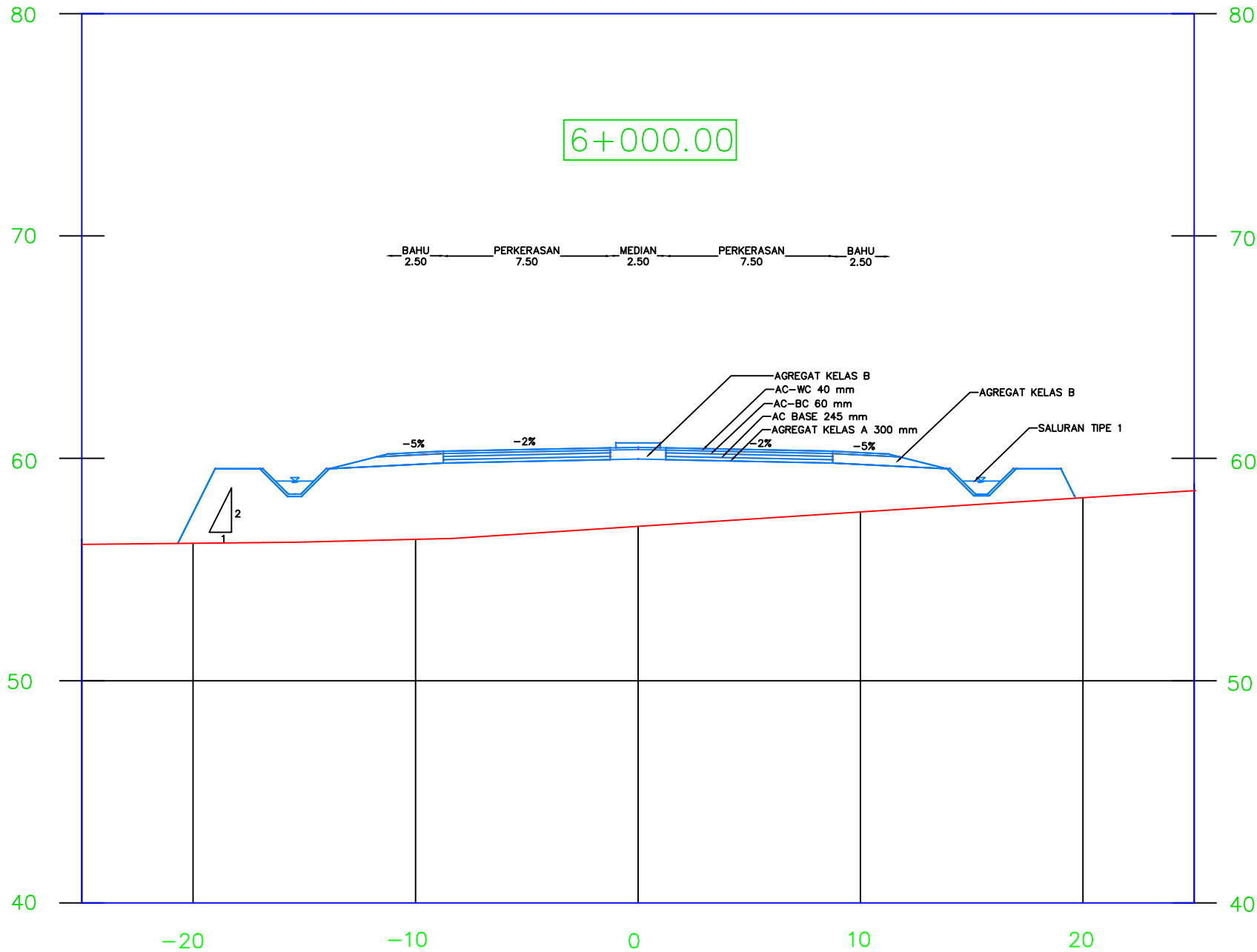
1:250

NOMOR GAMBAR

54

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 6+250

SKALA

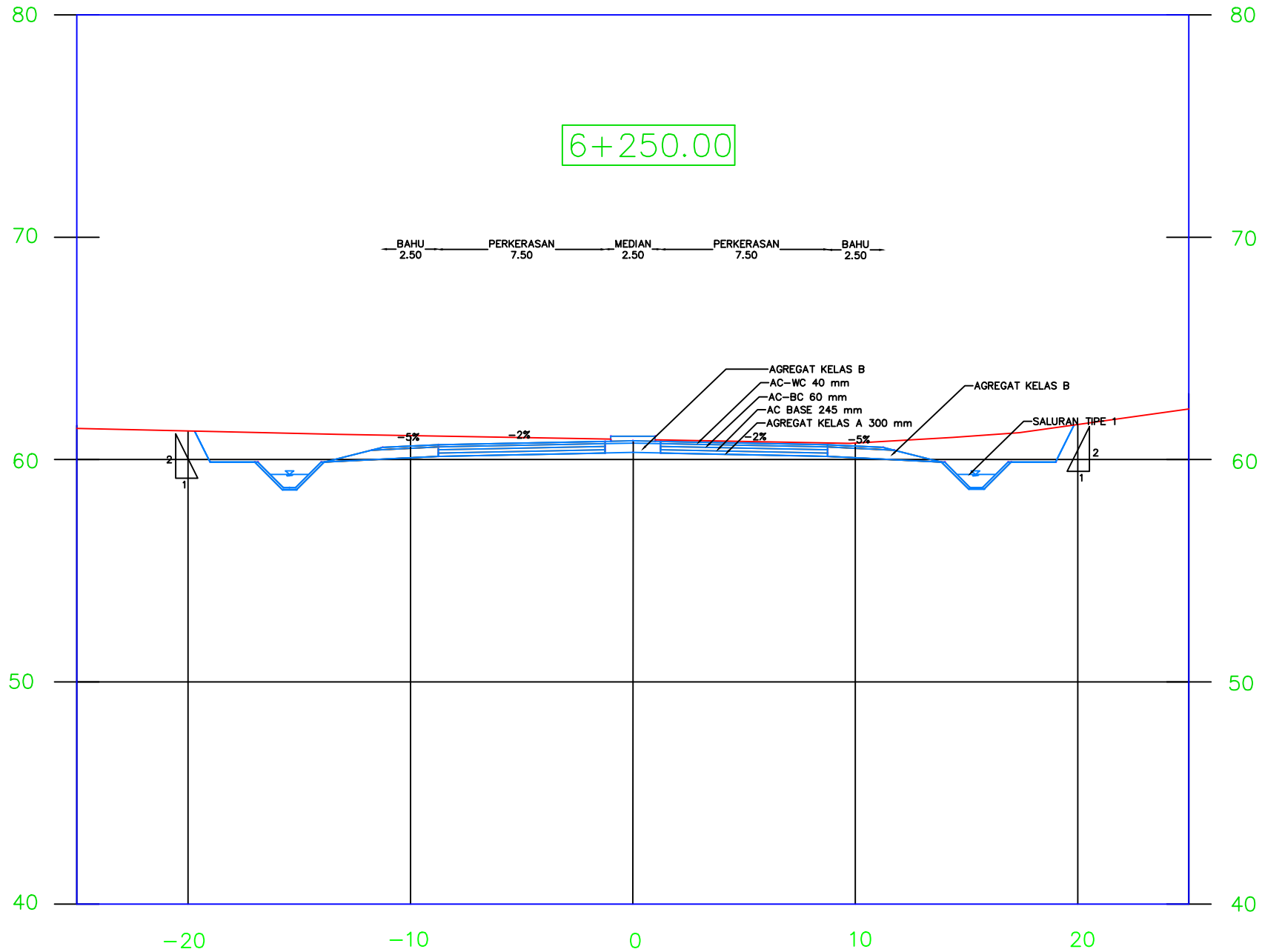
1:250

NOMOR GAMBAR

55

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 6+500

SKALA

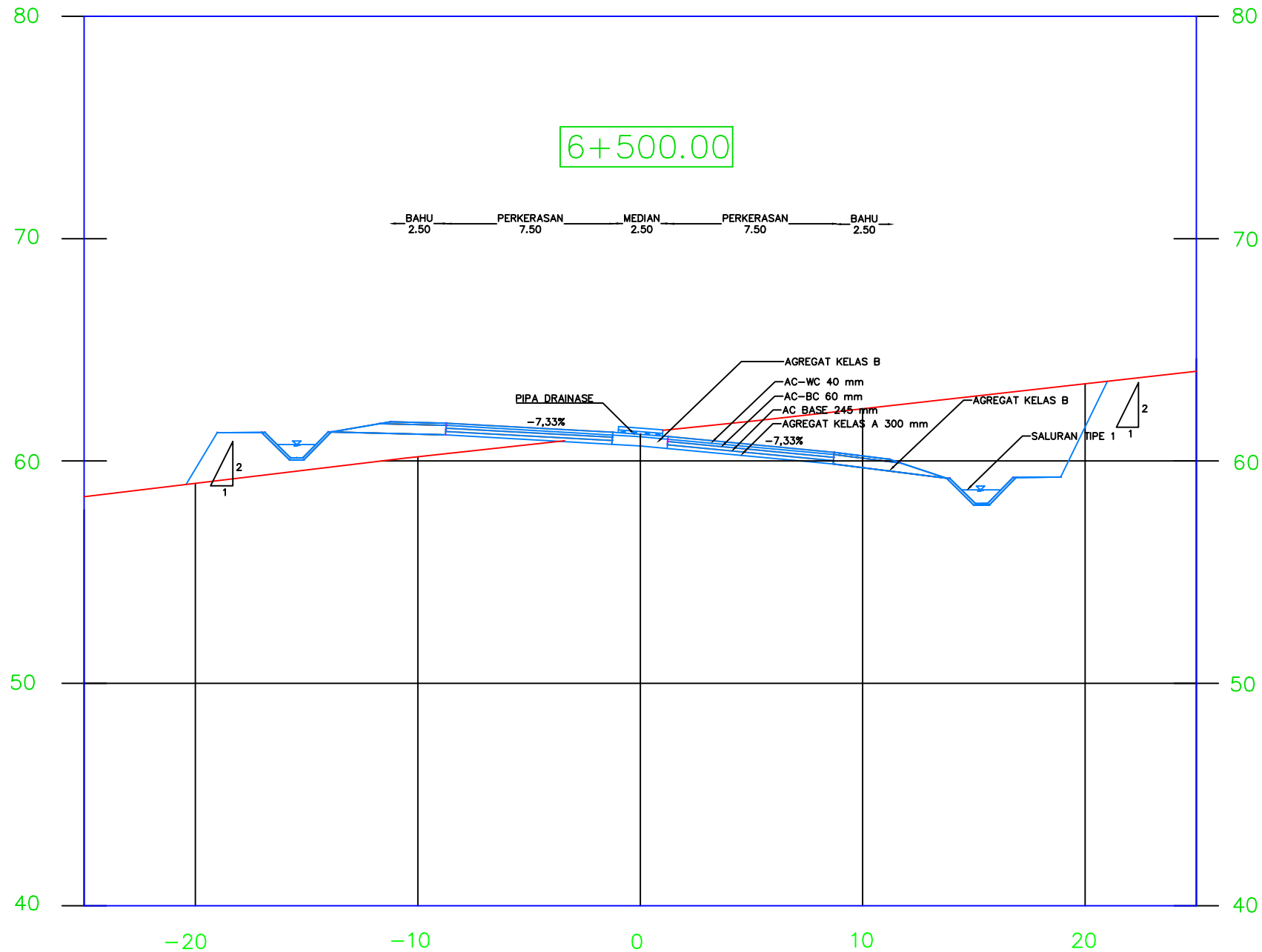
1:250

NOMOR GAMBAR

56

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 6+750

SKALA

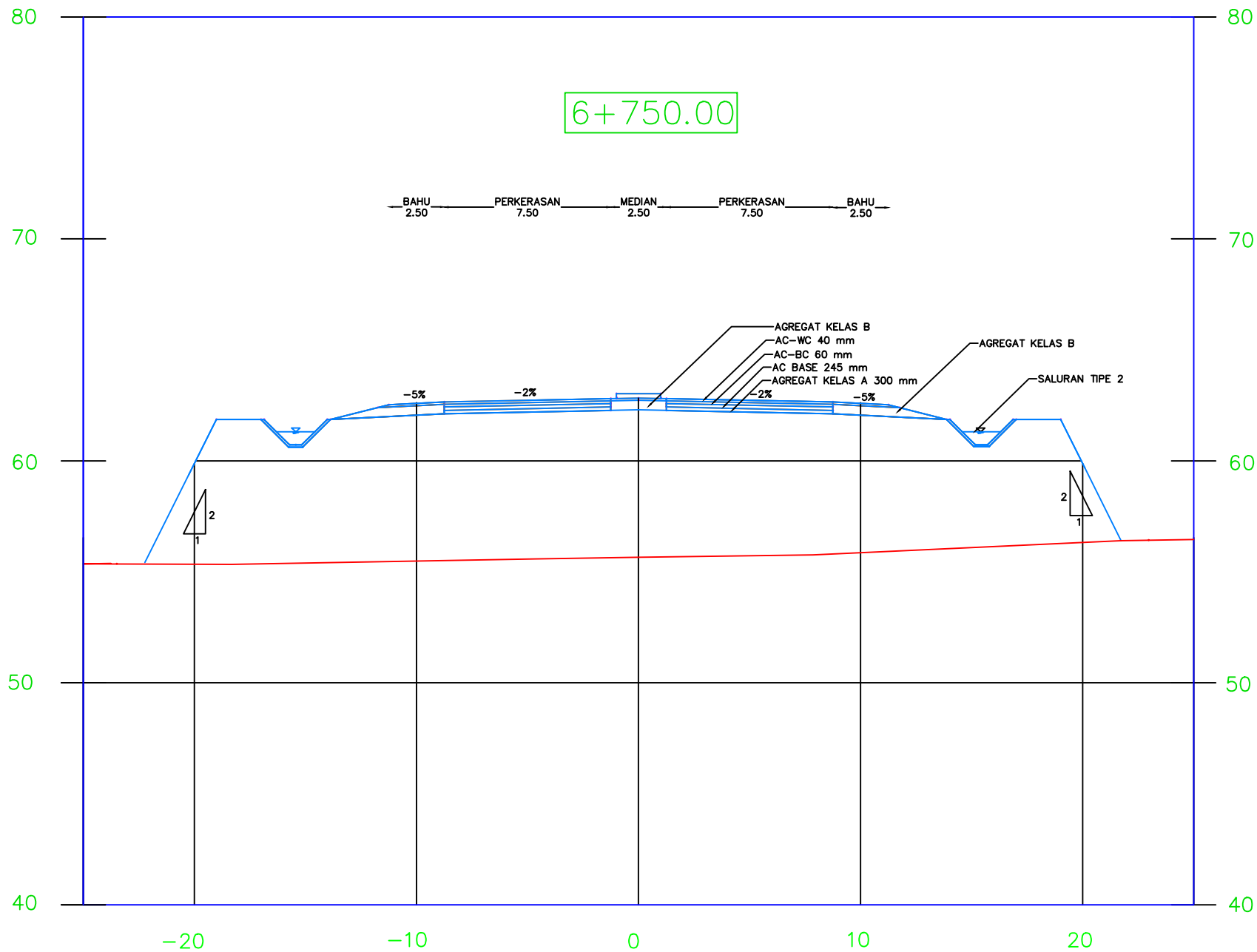
1:250

NOMOR GAMBAR

57

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 7+000

SKALA

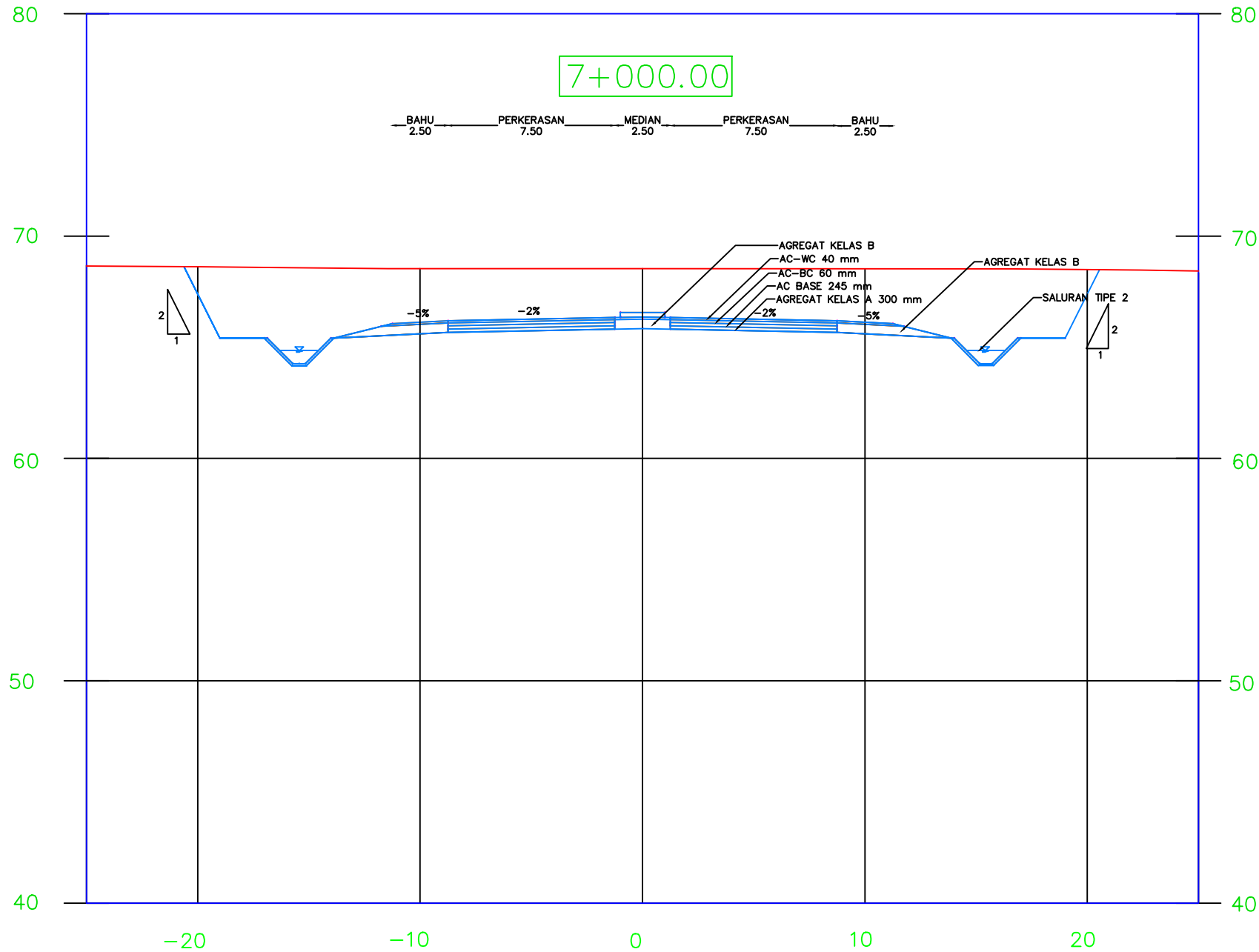
1:250

NOMOR GAMBAR

58

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 7+250

SKALA

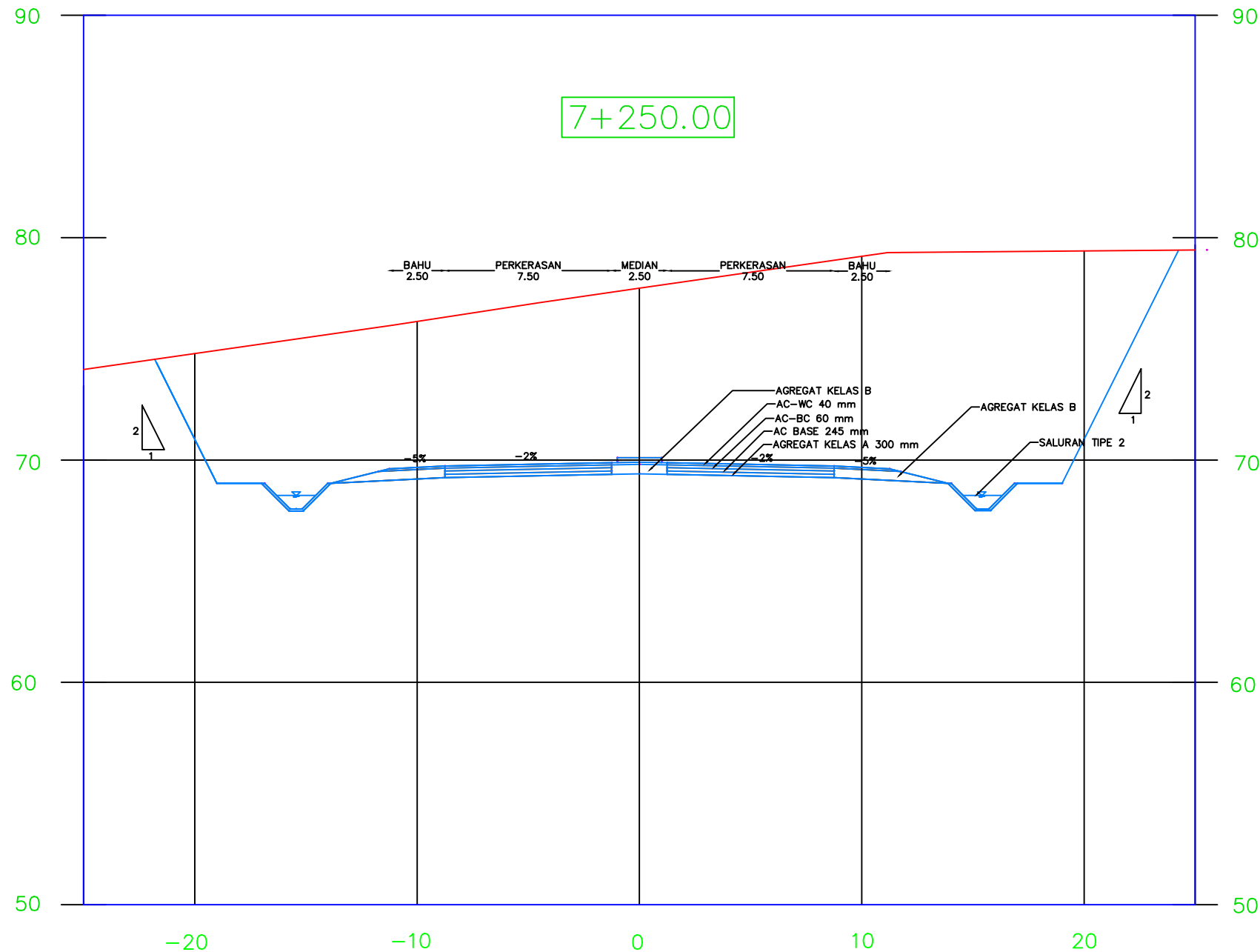
1:250

NOMOR GAMBAR

59

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahju Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 7+750

SKALA

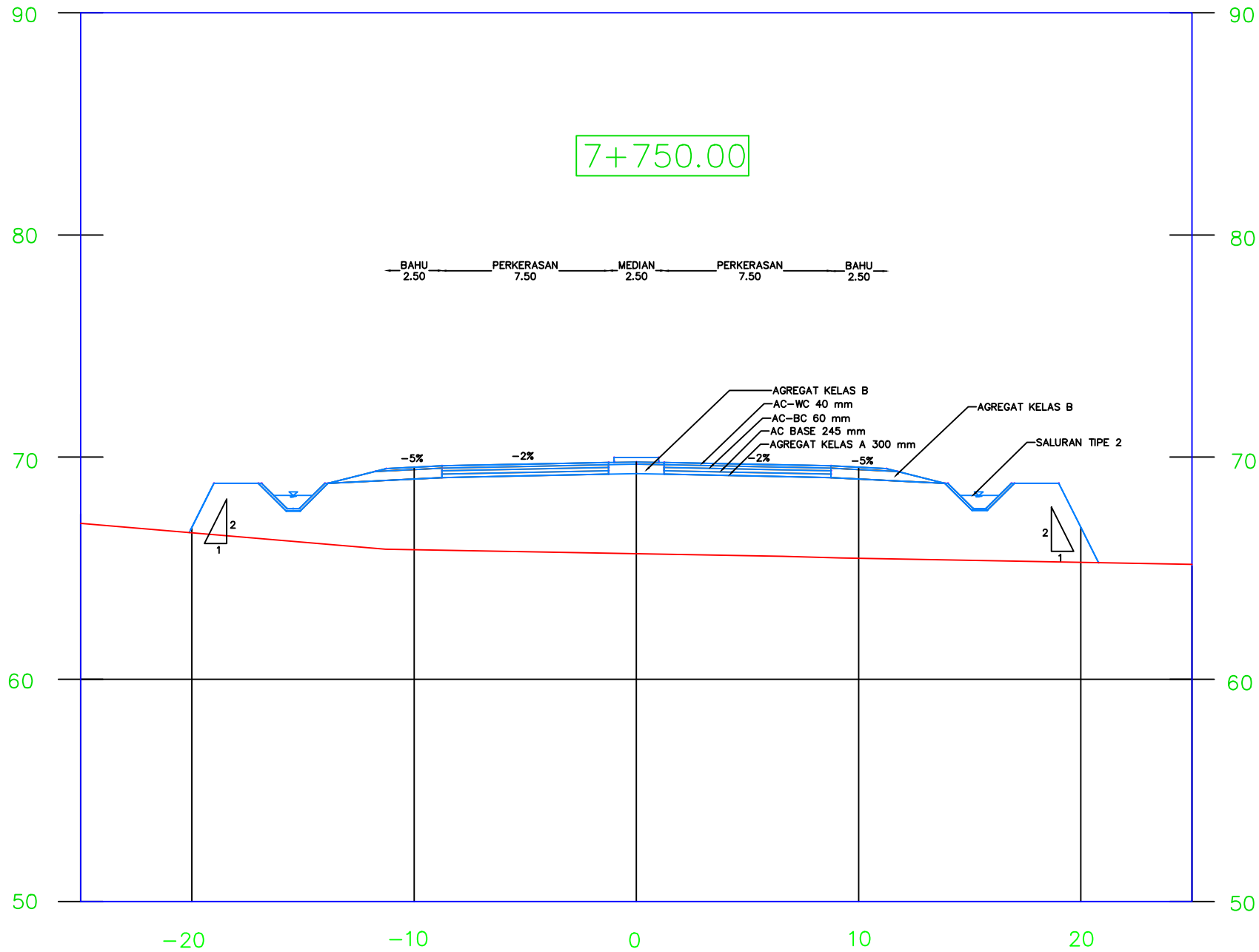
1:250

NOMOR GAMBAR

61

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 8+000

SKALA

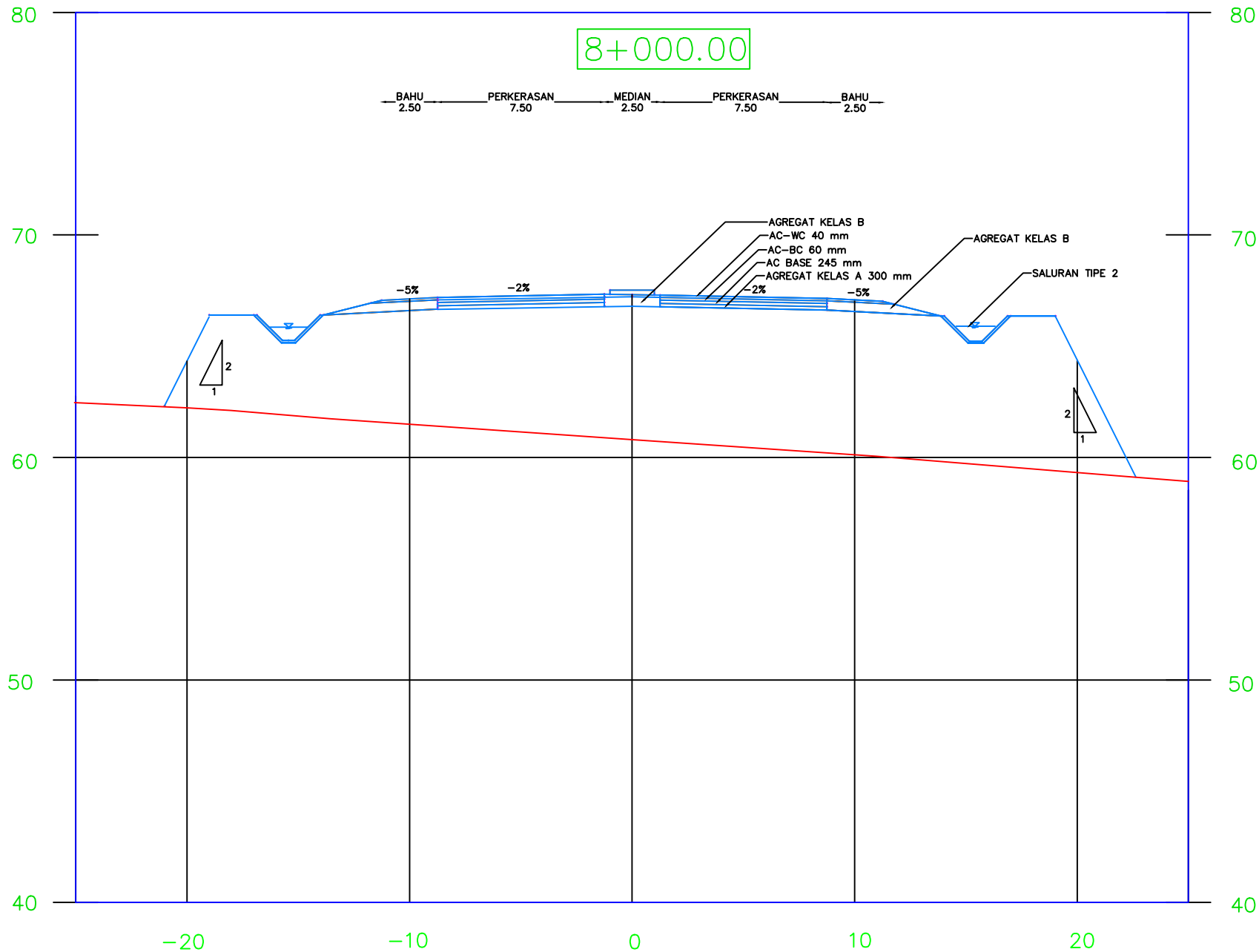
1:250

NOMOR GAMBAR

62

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 8+250

SKALA

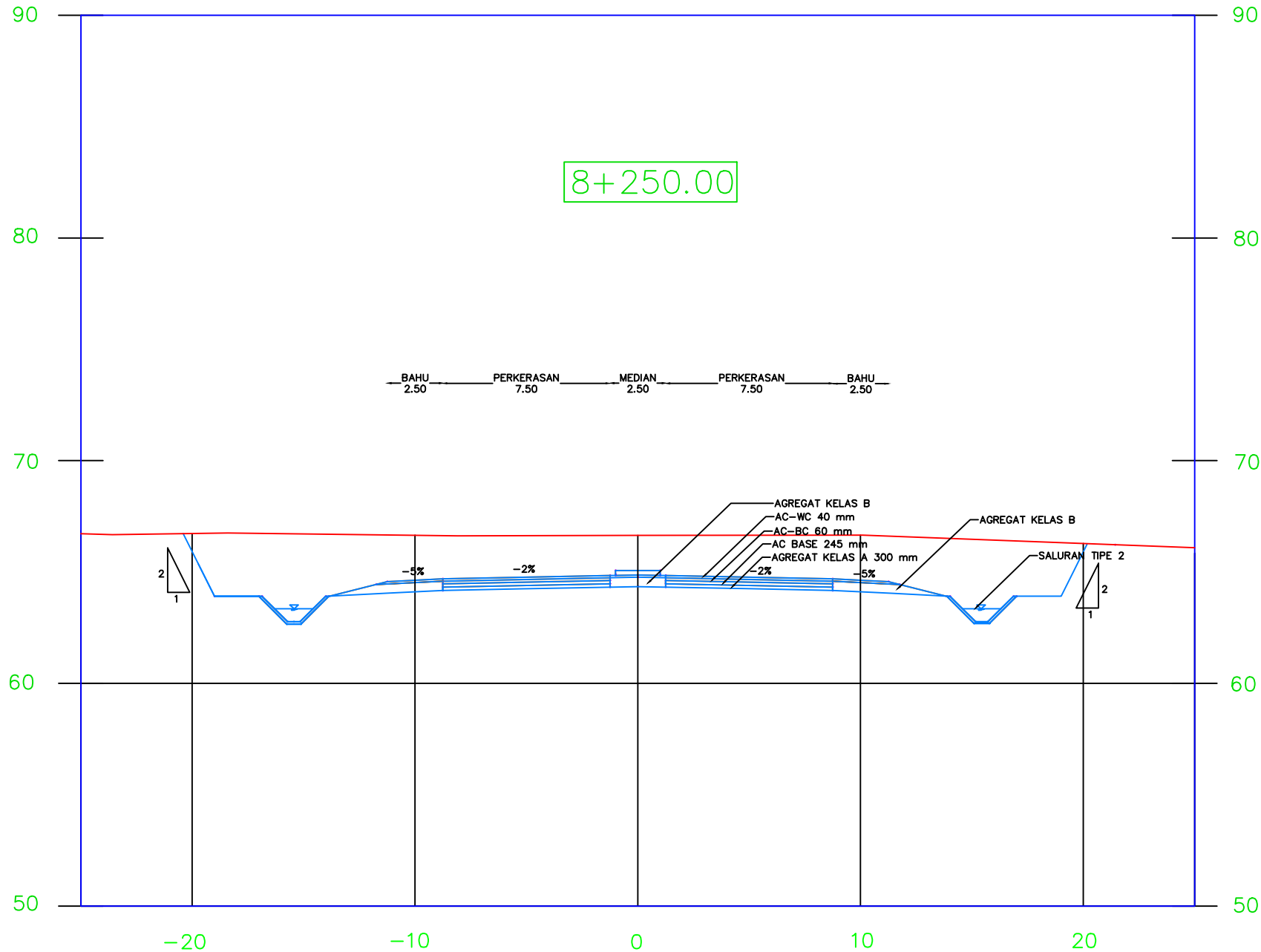
1:250

NOMOR GAMBAR

63

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 8+750

SKALA

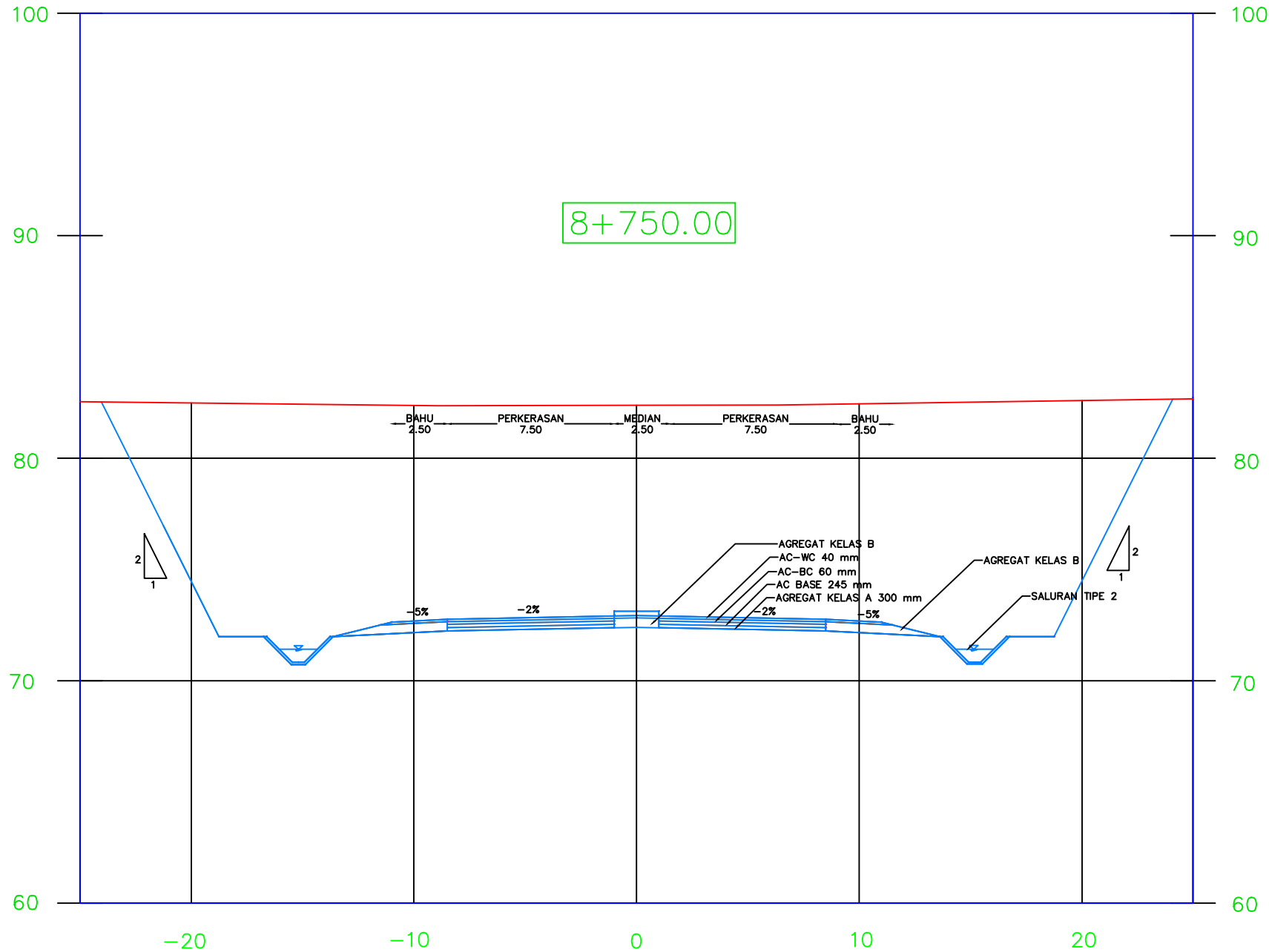
1:250

NOMOR GAMBAR

65

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahju Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 9+000

SKALA

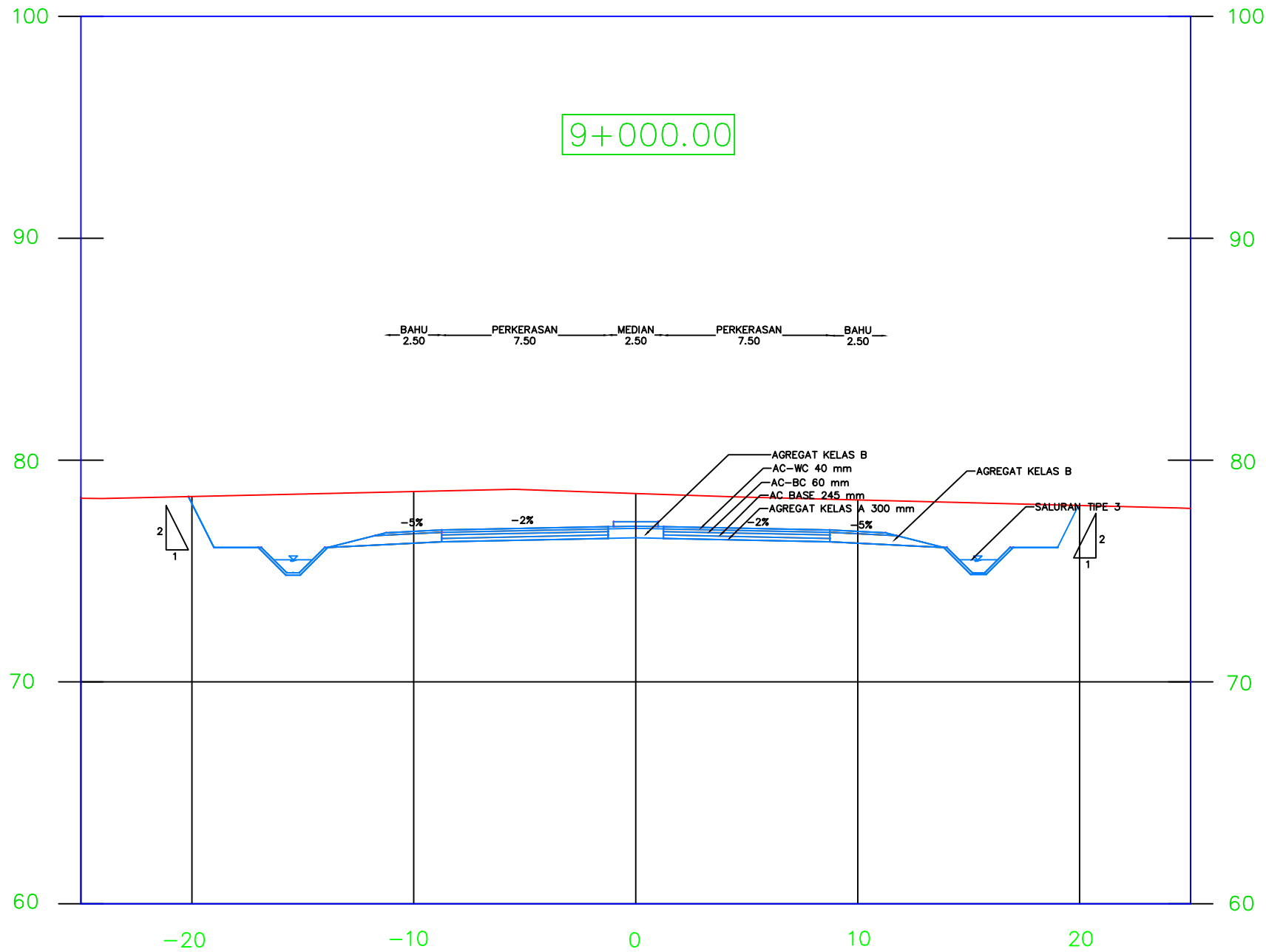
1:250

NOMOR GAMBAR

66

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 9+250

SKALA

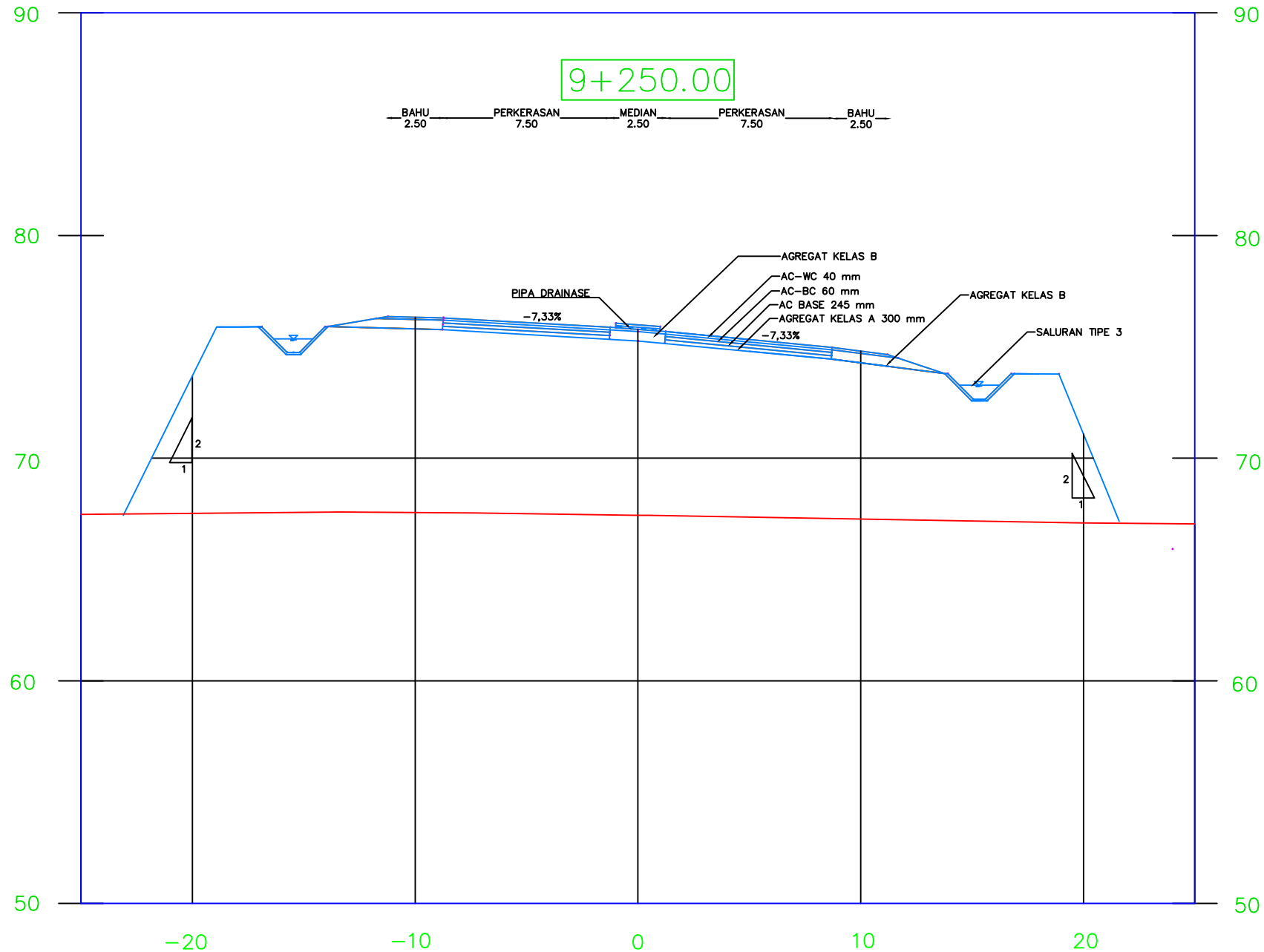
1:250

NOMOR GAMBAR

67

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahju Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 9+500

SKALA

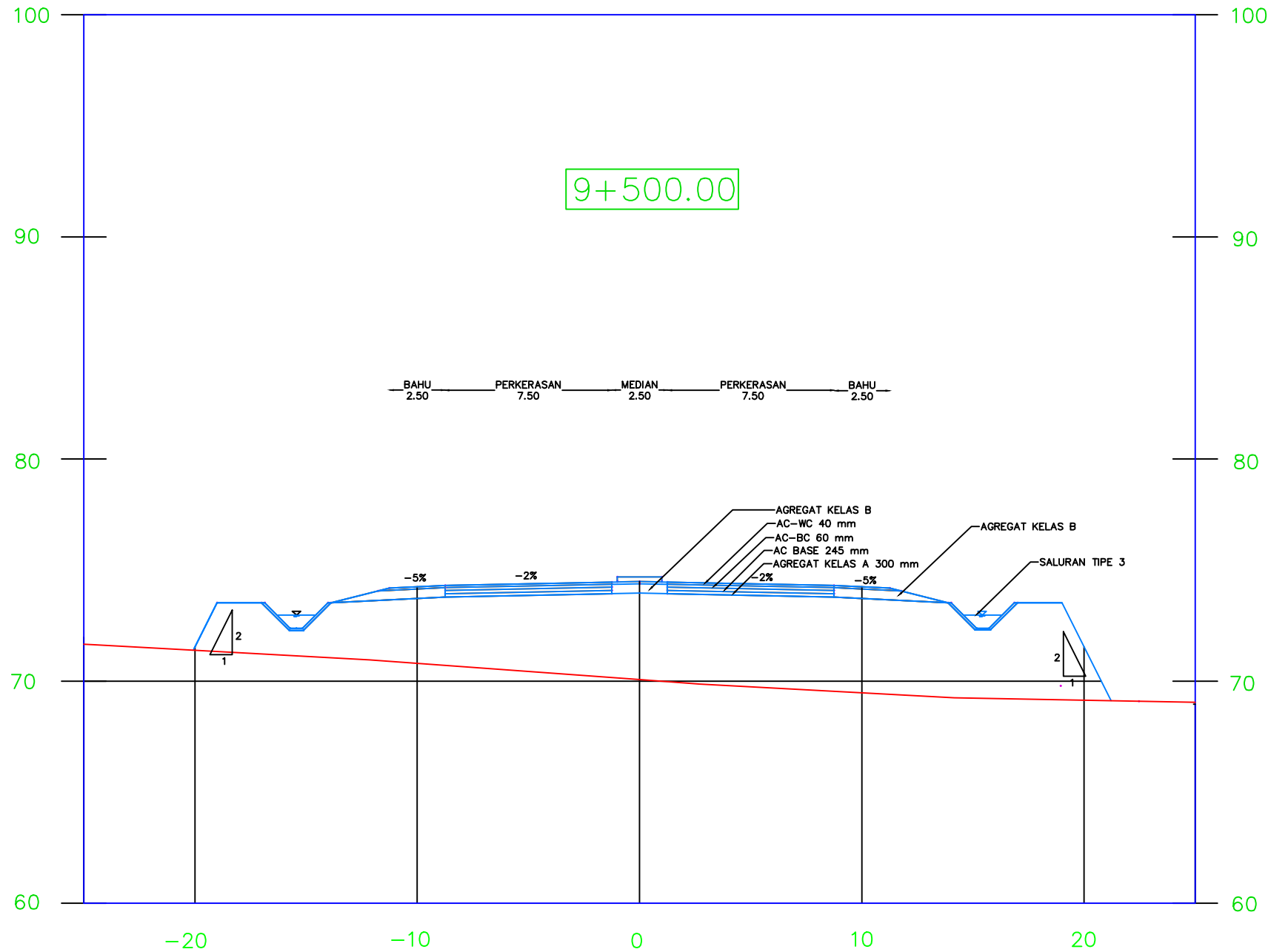
1:250

NOMOR GAMBAR

68

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 10+000

SKALA

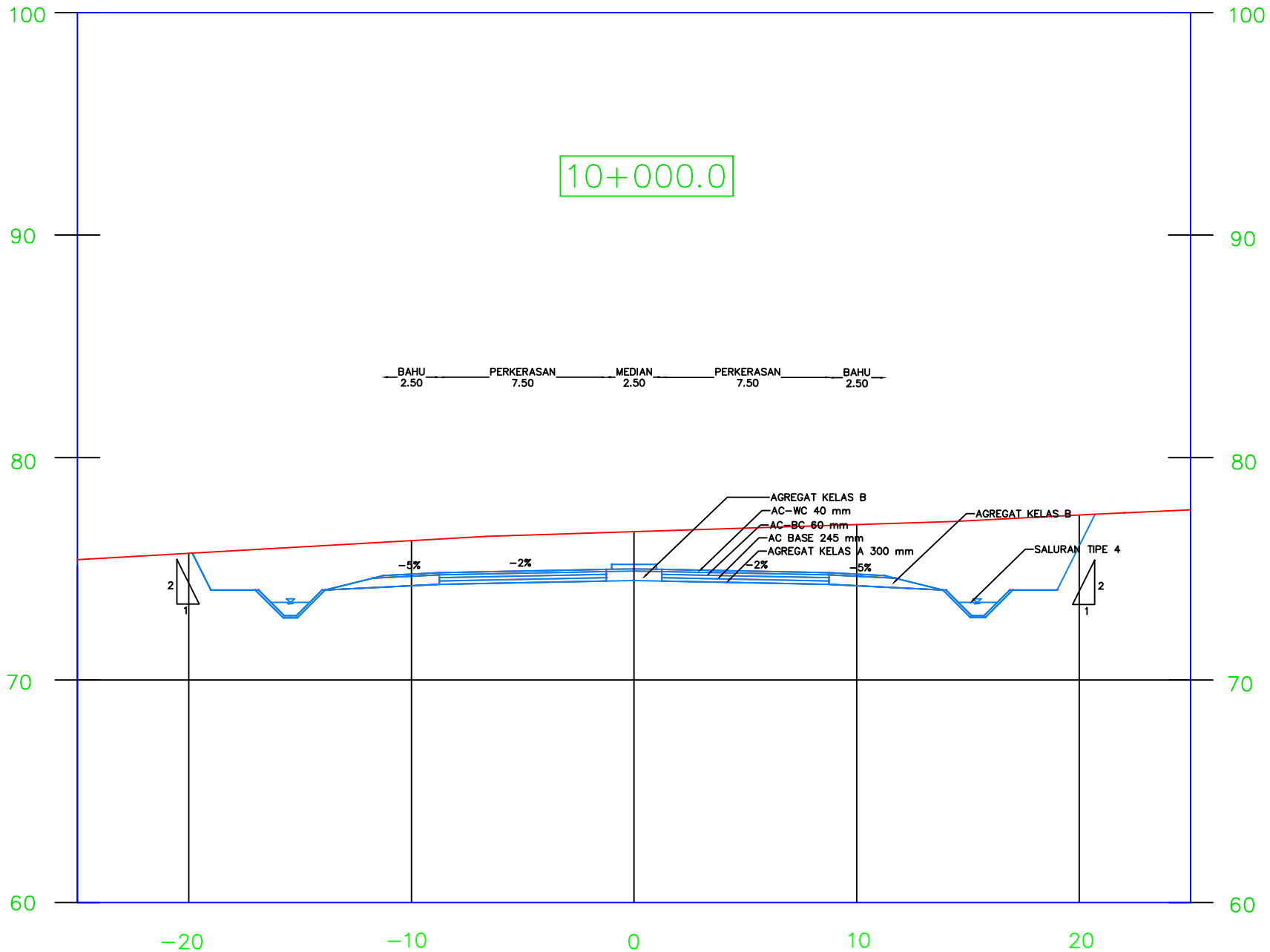
1:250

NOMOR GAMBAR

70

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 1+250

SKALA

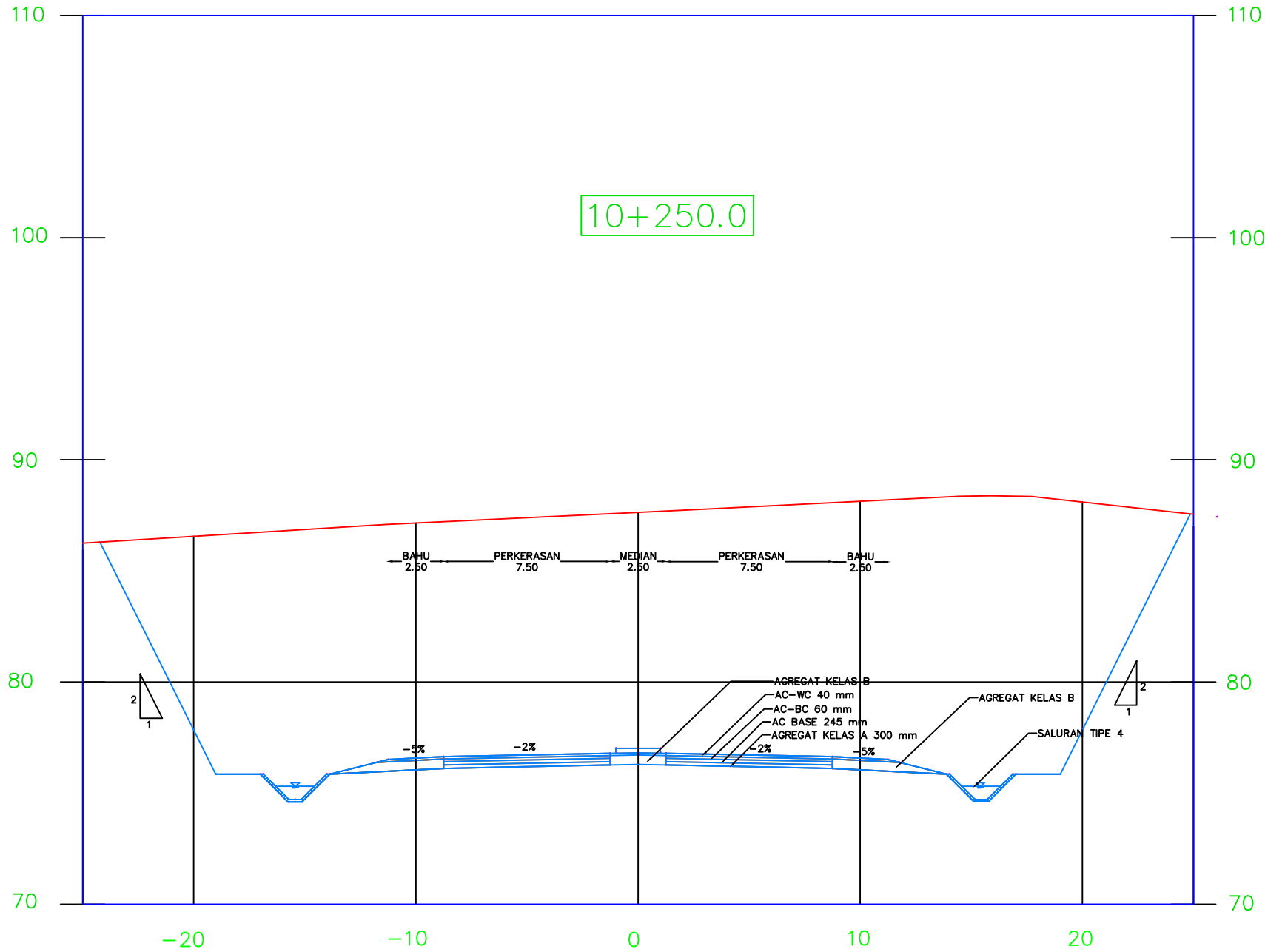
1:250

NOMOR GAMBAR

71

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 10+500

SKALA

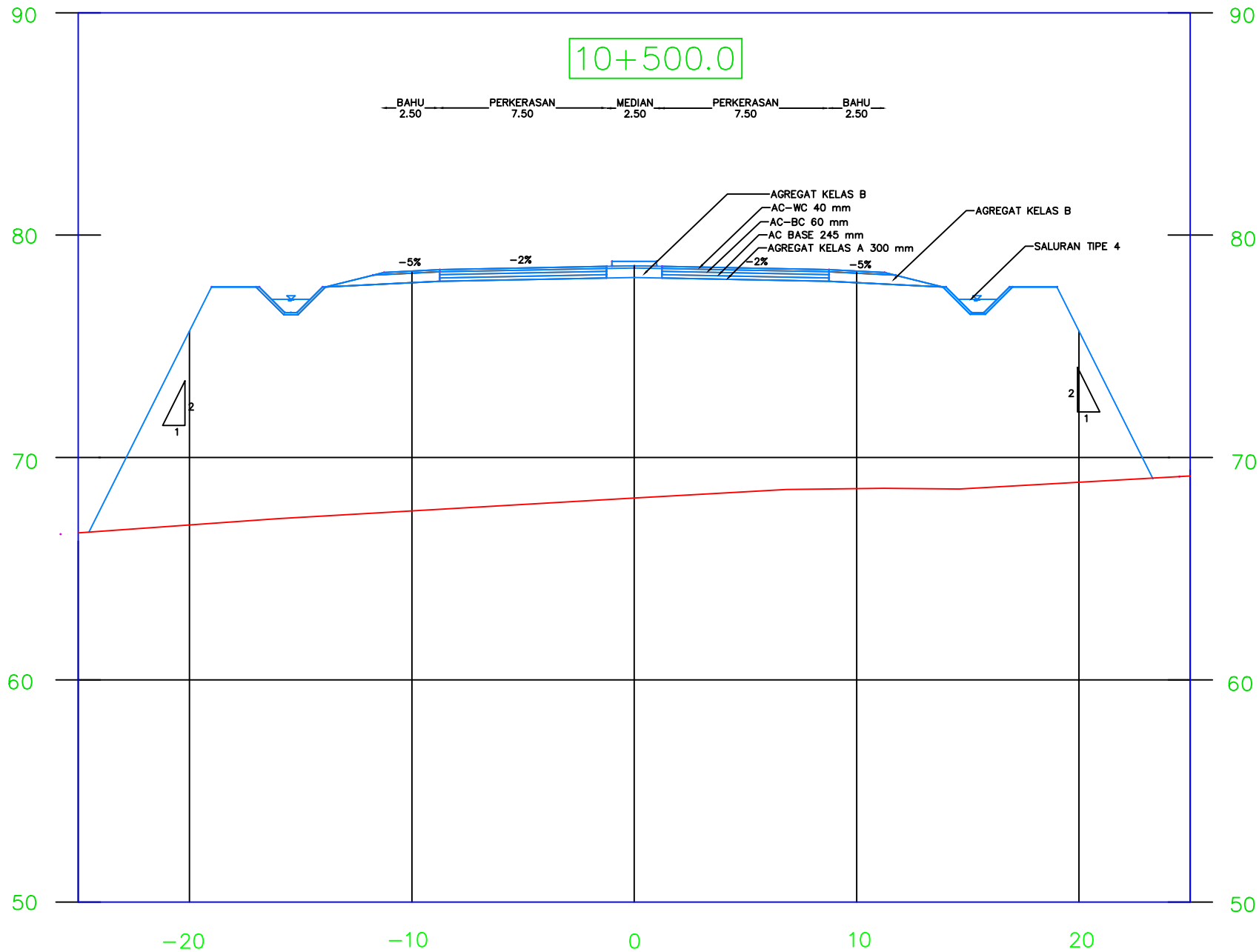
1:250

NOMOR GAMBAR

72

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 10+750

SKALA

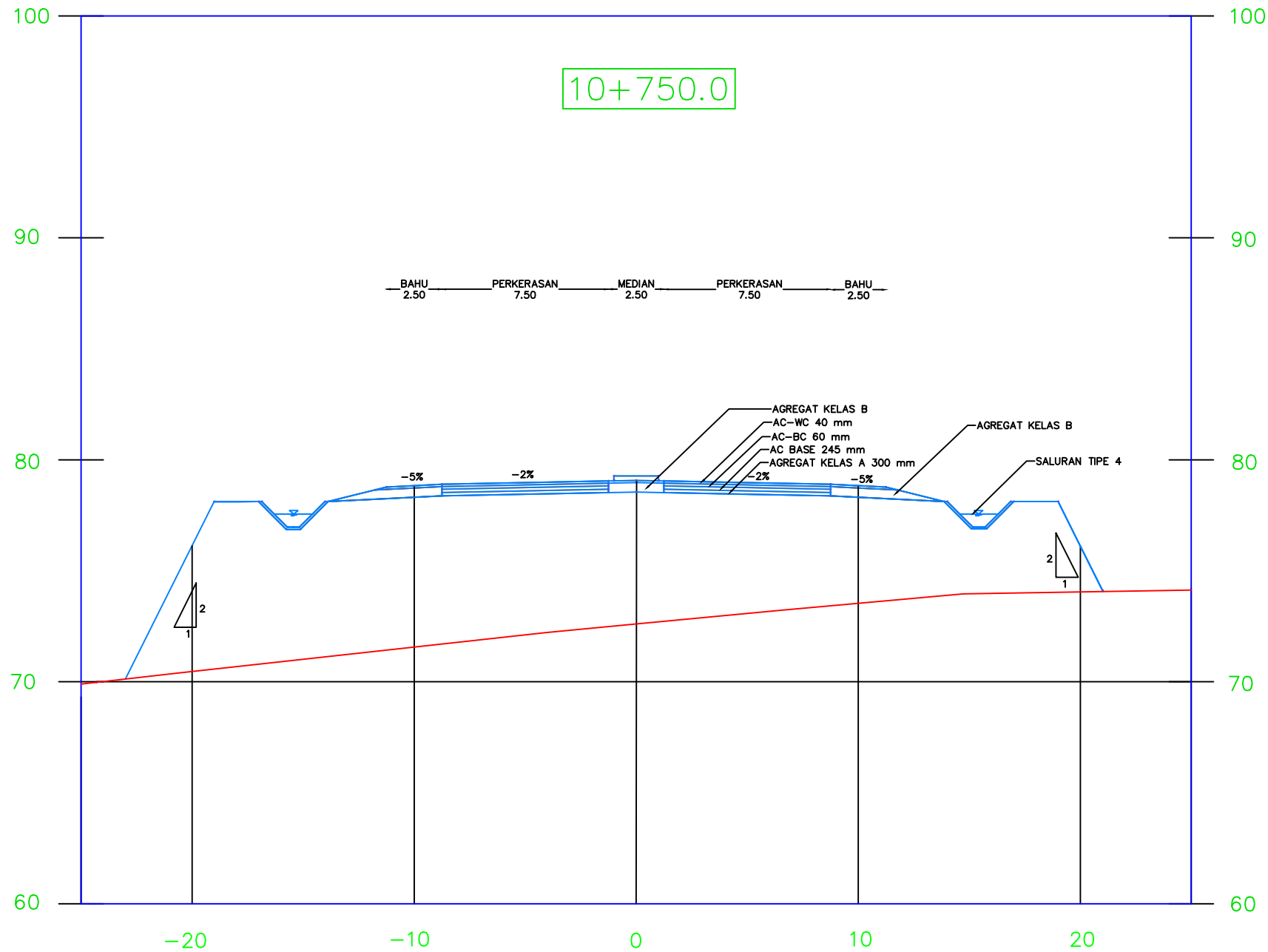
1:250

NOMOR GAMBAR

73

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 11+250

SKALA

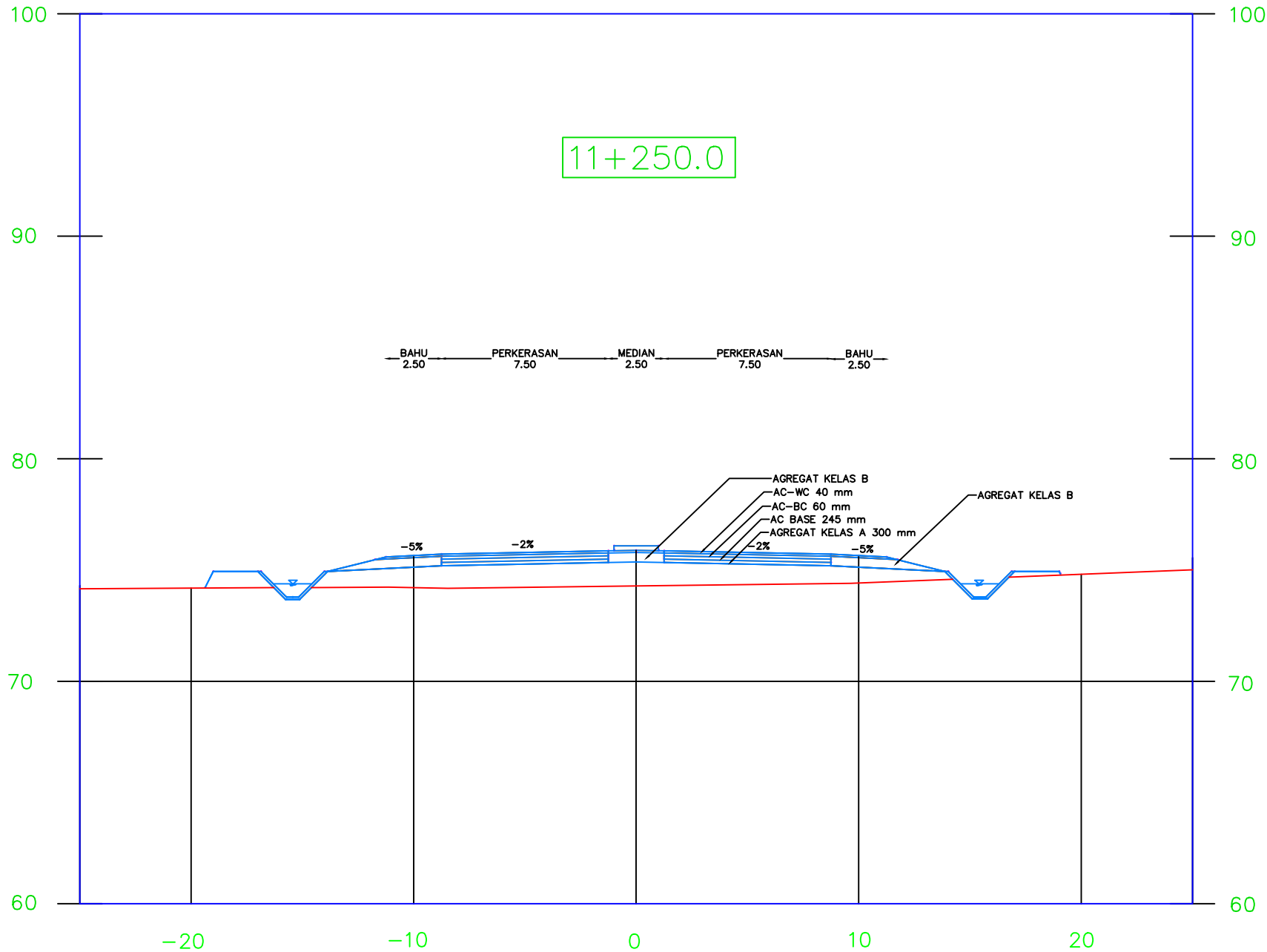
1:250

NOMOR GAMBAR

75

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 11+500

SKALA

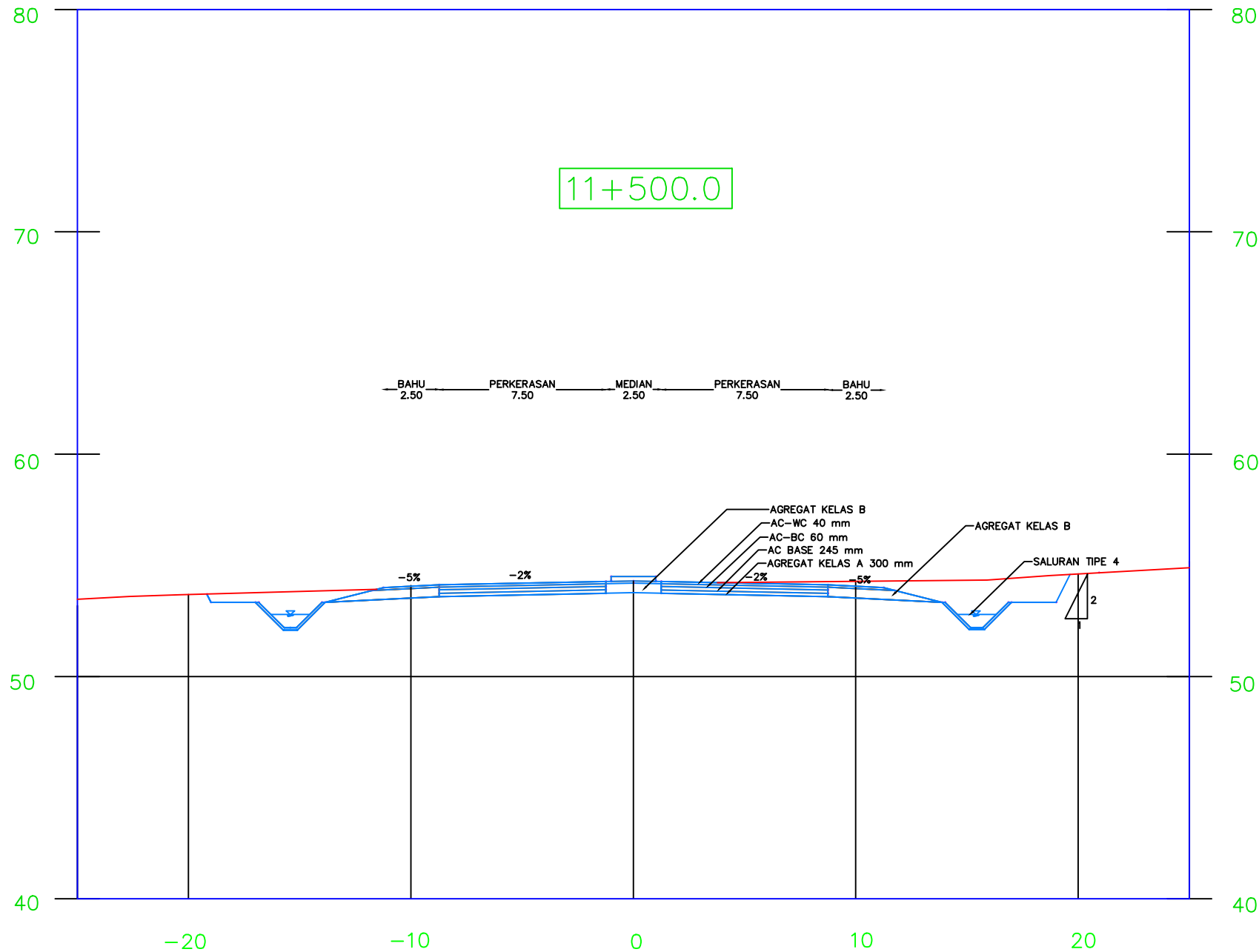
1:250

NOMOR GAMBAR

76

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 11+750

SKALA

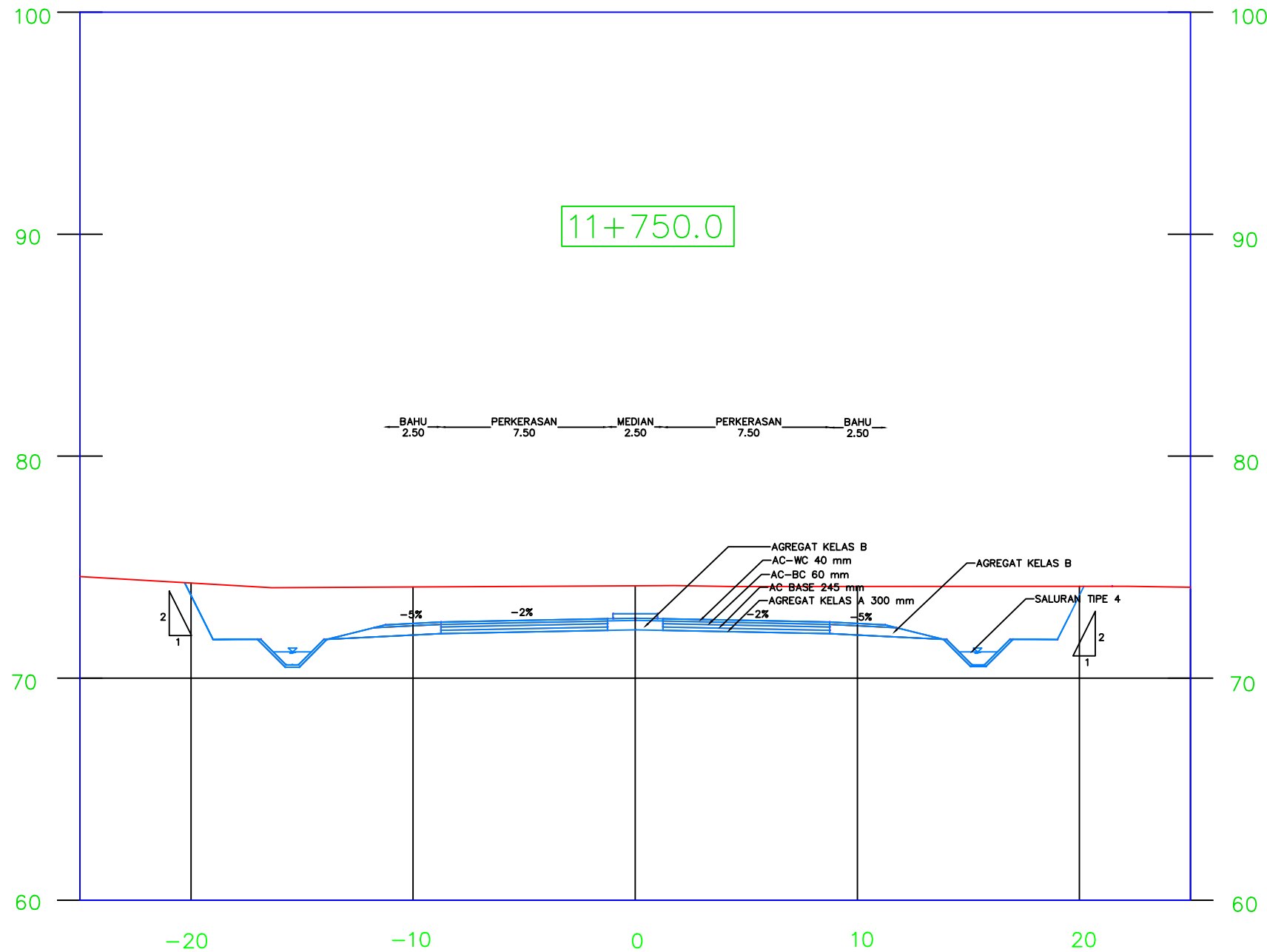
1:250

NOMOR GAMBAR

77

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 12+500

SKALA

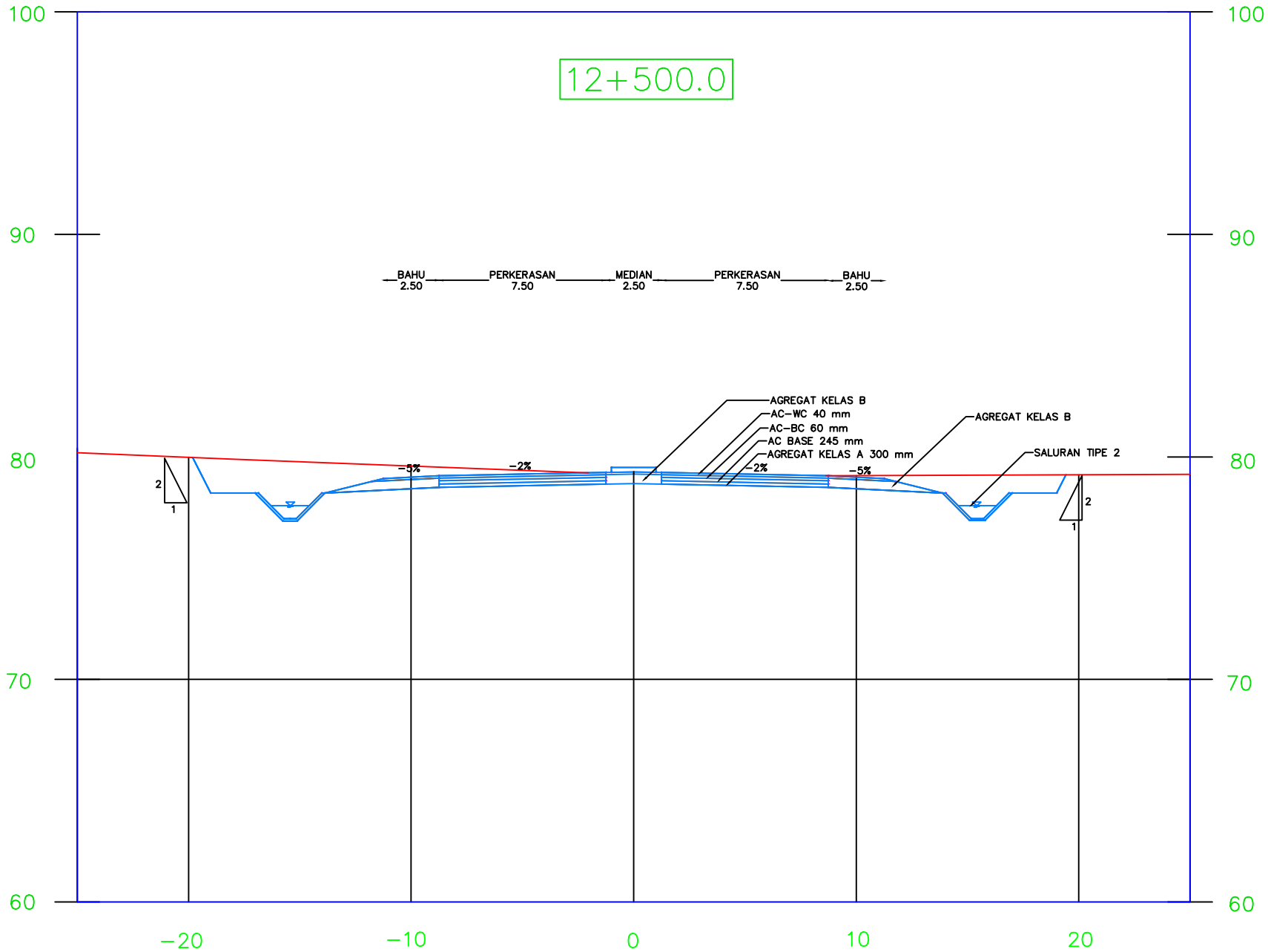
1:250

NOMOR GAMBAR

80

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+000

SKALA

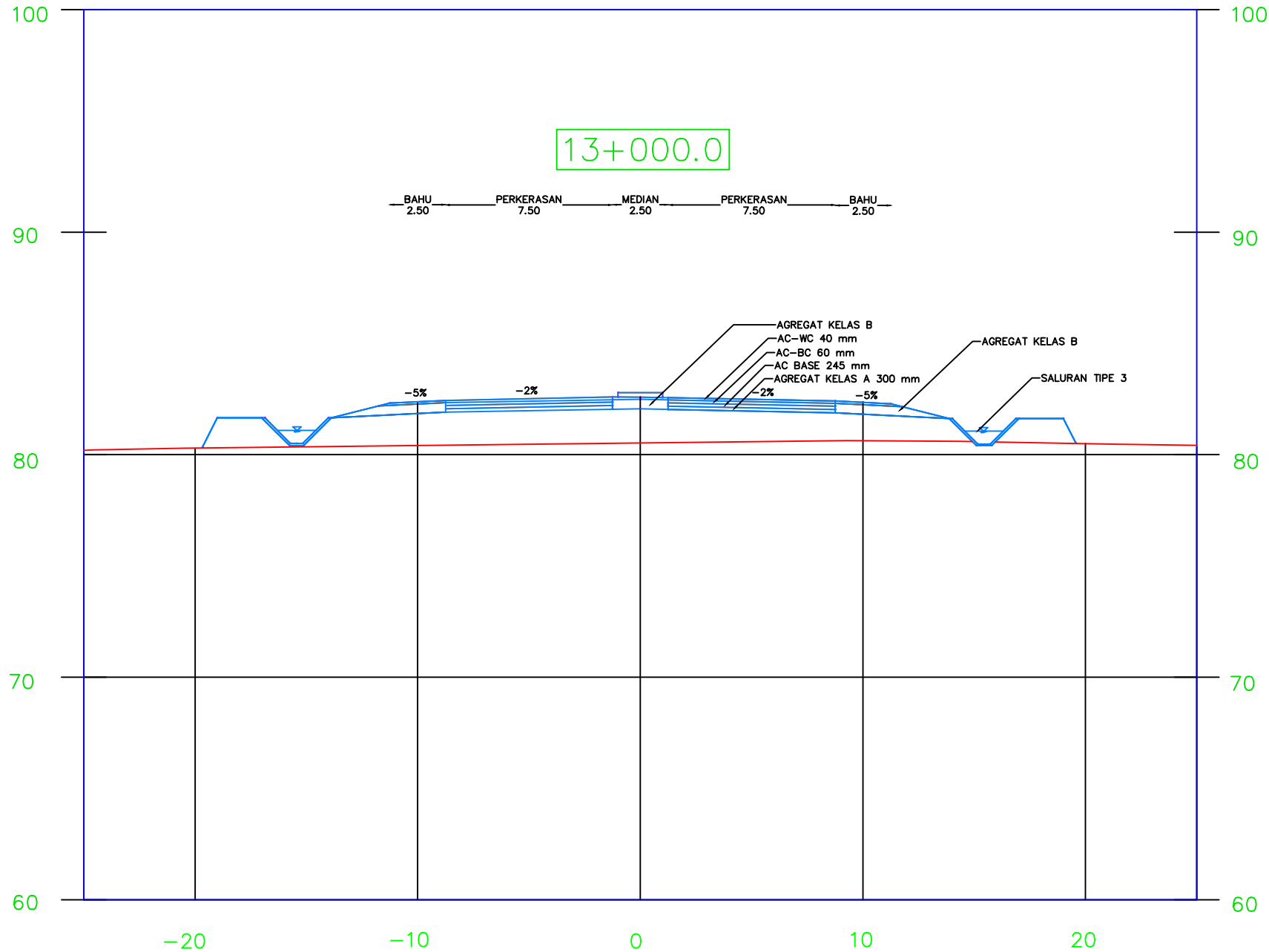
1:250

NOMOR GAMBAR

82

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
03111640000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+250

SKALA

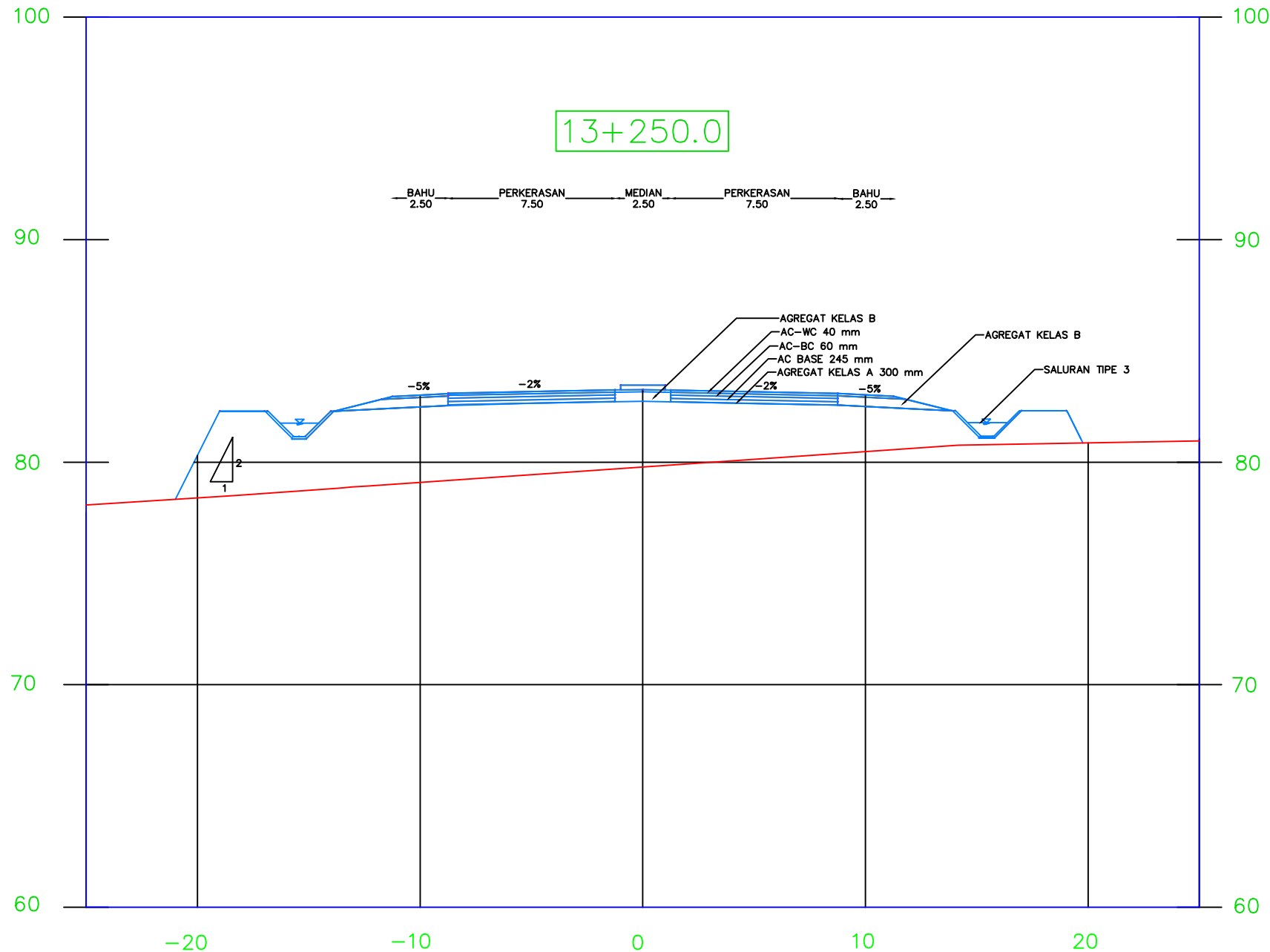
1:250

NOMOR GAMBAR

83

JUMLAH GAMBAR

86





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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+500

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

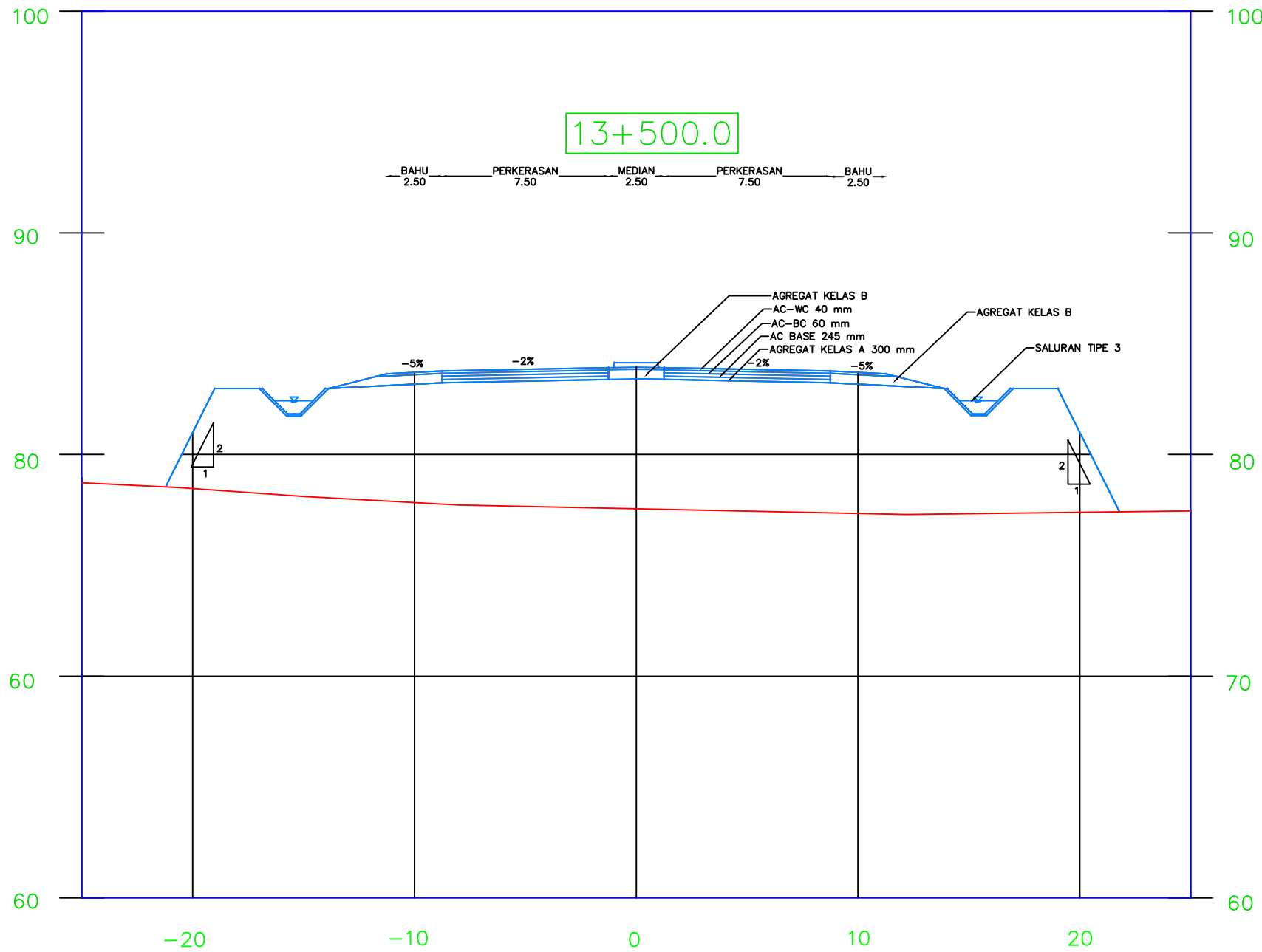
84

JUMLAH GAMBAR

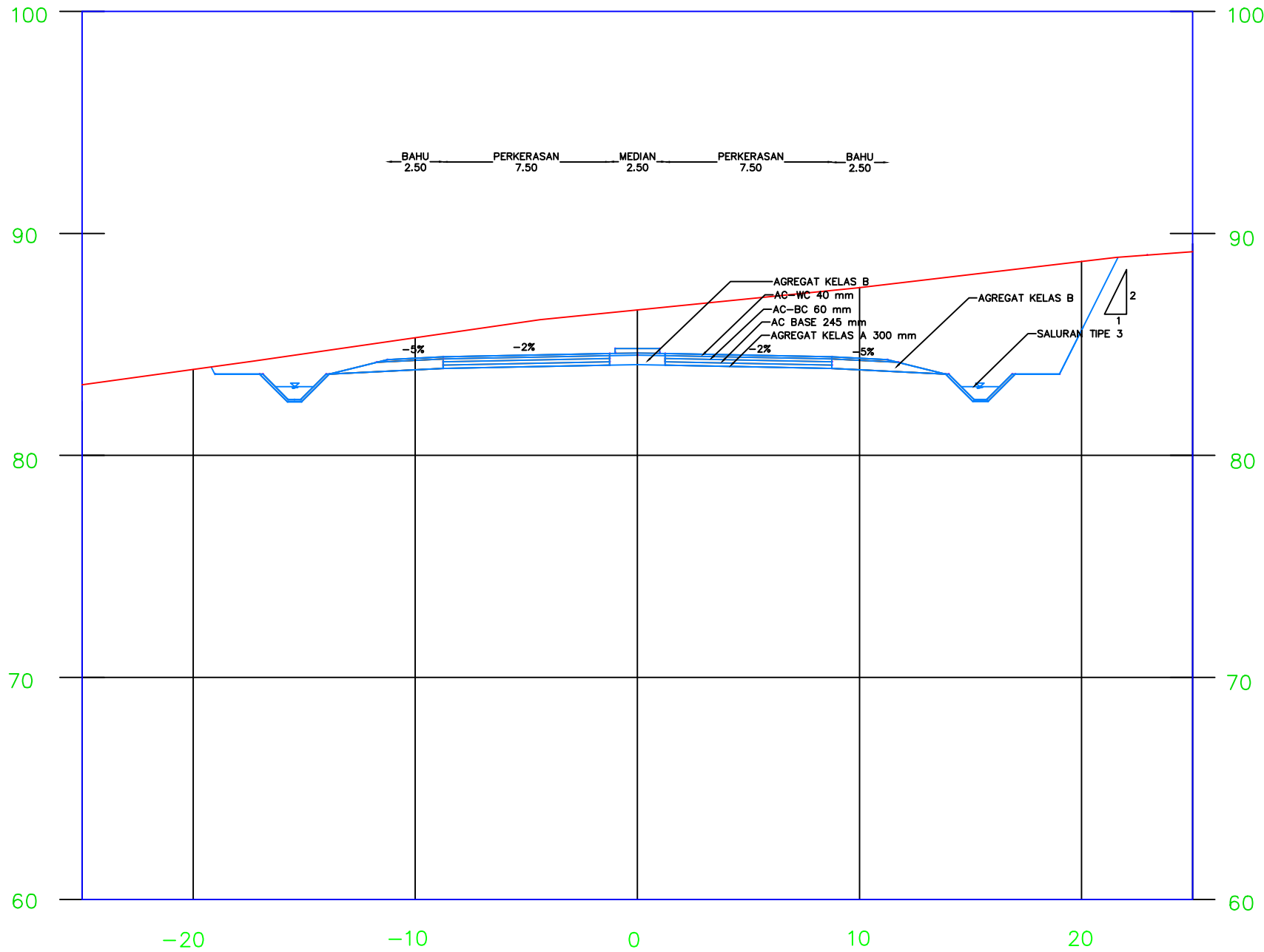
86

13+500.0

BAHU 2.50 PERKERASAN 7.50 MEDIAN 2.50 PERKERASAN 7.50 BAHU 2.50



13+750.0



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
LENTUR JALAN RING ROAD TIMUR (JRRT) KOTA
MADIUN

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Wahyu Herijanto, M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2

Cahya Buana, S.T, M.T.

NAMA MAHASISWA

Rizki Gusti
0311164000168

KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

Section Views
Sta 13+750

SKALA

1:250

NOMOR GAMBAR

85

JUMLAH GAMBAR

86

