



TUGAS AKHIR – RC-14501

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN  
JALAN TOL PANDAAN-MALANG DENGAN JENIS  
PERKERASAN LENTUR**

MUHAMMAD BERGAS WICAKSONO  
NRP. 3112 100 044

Dosen Pembimbing:  
Istiar ST., MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC-14501

**GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF  
PANDAAN-MALANG HIGHWAY WITH FLEXIBLE  
PAVEMENT TYPE**

MUHAMMAD BERGAS WICAKSONO  
NRP. 3112 100 044

Supervisor  
Istiar ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN  
JALAN TOL PANDAAN-MALANG DENGAN JENIS  
PERKERASAN LENTUR**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Perhubungan  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**MUHAMMAD BERGAS WICAKSONO**  
NRP. 3112 100 044

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**SURABAYA  
JULI, 2016**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

# PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PANDAAN-MALANG DENGAN JENIS PERKERASAN LENTUR

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Bergas Wicaksono  
**NRP** : 3112 100 044  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Istiar ST., MT.

## **Abstrak**

*Dengan terus meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama perekonomian di dua kota besar yaitu kota Surabaya dan Malang, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah inipun semakin meningkat. Hal itu tentu menuntut akan adanya perkembangan di segi fasilitas transportasi yang menghubungkan kedua kota ini. Salah satu bagian jalur yang menghubungkan kota Surabaya dan kota Malang adalah jalur Pandaan-Malang. Jalur ini adalah jalur yang vital dikarenakan banyak kendaraan berat, kendaraan umum seperti bis, serta mobil penumpang yang melewati jalur ini karena jalur ini merupakan jalur utama dan merupakan jalur tercepat untuk menuju kota Surabaya jika dari kota Malang. Oleh karena itu diperlukan adanya jalur alternatif yang menghubungkan Malang-Pandaan dan dipilih jalan tol sebagai jalur alternatif. Tugas akhir ini berisi tentang penilaian trase alternatif terhadap trase rencana jalan tol milik Bina Marga, perencanaan geometrik, perencanaan tebal perkerasan jalan, kebutuhan akan fasilitas jalan tol, serta besarnya volume pekerjaan. Perencanaan geometrik dilakukan berdasarkan “Tata Cara Perencanaan geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997” sedangkan untuk perencanaan tebal perkerasan berdasarkan “Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2013” serta “Petunjuk Perencanaan*

*Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen tahun 1987". Perencanaan geometrik dan perhitungan volume bahan dan volume cut and fill pada tugas akhir ini dilakukan dengan bantuan software Autocad Civil 3D 2016. Dari hasil perencanaan jalan tol ini didapatkan panjang jalan tol 39,523 km dengan 14 PI dan PPV sebanyak 168. Tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan adalah sebesar 20 cm untuk lapisan surface dengan bahan Laston MS= 744 kg, 20 cm untuk lapisan pondasi atas dengan bahan batu pecah kelas A, serta 10 cm untuk lapisan pondasi bawah dengan bahan sirtu kelas A. Volume timbunan didapatkan sebesar 11.720.504,65 m<sup>3</sup> dan volume galian didapatkan sebesar 2.022.332,38 m<sup>3</sup>.*

***Kata kunci : Perencanaan Geometrik, Perencanaan Perkerasan Jalan, Jalan Tol, Autocad Civil 3D***

# GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF PANDAAN- MALANG HIGHWAY WITH FLEXIBLE PAVEMENT TYPE

**Name** : Muhammad Bergas Wicaksono  
**NRP** : 3112 100 044  
**Department** : Civil Engineering FTSP-ITS  
**Supervisor** : Istiar ST., MT.

## **Abstract**

*In the manner of continuously increasing of economy in East Java especially in two biggest city in East Java, Surabaya and Malang, then so mobility of goods and merit between this two city also increasing. Because of that, construct development in transportation facilities that connect this two city. One of the strips that connect Surabaya and Malang is Pandaan-Malang strip. This strip is vital strip because many of heavy vehicle, public transport like bus, and passenger vehicle that pass this stripe because this stripe is main stripe and the fastest stripe to Surabaya from Malang city. So alternative stripe is needed to connect Pandaan and Malang and highway was selected to be alternative stripe. This final project contains alternative path assessment compared to Bina Marga's planning path, geometric planning, pavement design, highway facilities needs, and amount of work volume. Geometric planning was analyzed based from "Tata Cara Perencanaan geometrik Jalan Antar Kota tahun 1997" meanwhile for pavement design is based on "Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2013" and "Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen tahun 1987". Geometric design, cut-and-fill and material volume calculation in this final project was processed using Autocad Civil 3D 2016 software. From the results of Pandaan-Malang highway,*

*the length of the highway is 39,523 km with 14 PI and 168 PPV. Pavement layers that used for surface is Laston MS 744 at 20 cm thick, 20 cm thick for base course using A-class crushed stone, and 10 cm thick for sub-base course using A-class sand stone. Volume of fill is 11.720.504,65 m<sup>3</sup> and the volume of cut is 2.022.332,38 m<sup>3</sup>.*

***Keywords : Geometric Design, Pavement Design, Highway, Autocad Civil 3D***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “*Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Pandaan-Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur*” ini dengan lancar. Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama proses pengerjaan tugas akhir ini, Penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Istiar ST.,MT., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan sepenuh hati membimbing, mengarahkan, dan memberi saran untuk penulis.
3. Dr.Techn Pujo Aji ST., MT., selaku dosen wali yang selalu memberi semangat dan mengarahkan selama 4 tahun.
4. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil ITS atas waktunya memberikan ilmu-ilmu yang berguna untuk penulis.
5. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember, khususnya teman-teman angkatan 2012, Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak memberikan semangat, bantuan, dan kenangan selama 4 tahun.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik agar lebih baik lagi di masa mendatang.

Surabaya, 1 Juni 2016

Penulis

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRAK BAHASA INGGRIS</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Perencanaan .....	3
1.4 Lingkup Perencanaan .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Perencanaan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Perencanaan Trase.....	7
2.2 Dasar Perencanaan Geometrik .....	8
2.2.1 Spesifikasi Jalan Tol.....	9
2.2.2 Karakteristik Kendaraan.....	9
2.2.3 Lebar Jalan Rencana.....	13
2.2.4 Jarak Pandang.....	14
2.2.5 Satuan Mobil Penumpang.....	18
2.2.6 Volume Lalu Lintas Rencana .....	18
2.2.7 Kecepatan Rencana .....	19
2.3 Elemen Geometrik.....	20
2.3.1 Alinyemen Horisontal .....	20
2.3.2 Alinyemen Vertikal .....	43
2.3.3 Koordinasi Alinyemen .....	51
2.4 Klasifikasi Jalan .....	53

2.4.1	Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan .....	53
2.4.2	Klasifikasi Menurut Status Jalan .....	54
2.4.3	Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	55
2.5	Trip Assignment .....	55
2.6	Konstruksi Perkerasan Lentur .....	56
2.6.1	Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur .....	56
2.6.2	Lalu Lintas Rencana.....	56
2.7	Volume Pekerjaan .....	68
2.8	Rambu dan Marka Jalan .....	69
2.8.1	Rambu-Rambu Lalu Lintas .....	69
2.8.2	Marka Jalan .....	70
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>73</b>
3.1	Langkah Pengerjaan .....	73
3.1.1	Studi Pustaka dan Literatur .....	73
3.1.2	Pengumpulan Data .....	73
3.1.3	Pengolahan Data.....	74
3.1.4	Perhitungan Perencanaan.....	74
3.2	Diagram Alir.....	77
<b>BAB IV DATA DAN ANALISA DATA .....</b>		<b>79</b>
4.1	Pengantar.....	79
4.2	Data Lalu Lintas Harian .....	79
4.3	Data Primer Lalu Lintas .....	83
4.4	Data Tanah (CBR).....	88
<b>BAB V ALTERNATIF DAN PEMILIHAN TRASE... ..</b>		<b>89</b>
5.1	Alternatif Trase.....	89
5.2	Pemilihan Trase.....	90
<b>BAB VI PERENCANAAN GEOMETRIK.....</b>		<b>93</b>
6.1	Dasar Perencanaan Geometrik .....	93
6.2	Kriteria Desain Perencanaan Jalan Tol.....	93
6.2.1	Perencanaan Alinyemen Horizontal .....	94

6.2.2	Perencanaan Alinyemen Vertikal .....	106
6.2.3	Perhitungan Daerah Kebebasan Samping .....	123
6.2.4	Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan.....	126
<b>BAB VII PERENCANAAN PERKERASAN JALAN</b> .....		<b>129</b>
7.1	Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan.....	129
7.1.1	Analisa Data Lalu Lintas .....	129
7.2	Perhitungan Tebal Perkerasan .....	143
7.2.1	Perhitungan CBR Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ) .....	143
<b>BAB VIII FASILITAS JALAN DAN VOLUME PEKERJAAN</b> .....		<b>149</b>
8.1	Fasilitas Jalan .....	149
8.1.1	Rambu Lalu Lintas .....	149
8.1.2	Penempatan Rambu Lalu Lintas .....	151
8.1.3	Marka Jalan .....	157
8.2	Volume Pekerjaan .....	157
8.2.1	Volume Galian dan Timbunan.....	157
8.2.2	Perhitungan Volume Pekerjaan.....	161
<b>BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>167</b>
9.1	Kesimpulan.....	167
9.2	Saran.....	169
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>171</b>

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Kecamatan yang dilalui tol Pandaan-Malang .....	5
<b>Gambar 1. 2</b>	Trase rencana jalan tol Pandaan – Malang.....	6
<b>Gambar 2. 1</b>	Jari-Jari Manuver Kendaraan Kecil .....	13
<b>Gambar 2. 2</b>	Jari-Jari Manuver Kendaraan Sedang .....	14
<b>Gambar 2. 3</b>	Jari-Jari Manuver Kendaraan Besar .....	15
<b>Gambar 2. 4</b>	Ilustrasi Jarak Pandang Menyiap .....	18
<b>Gambar 2. 5</b>	Perubahan Kemiringan Melintang Jalan .....	32
<b>Gambar 2. 6</b>	Lengkung Busur Lingkaran Sederhana ( <i>ful circle</i> ) .....	33
<b>Gambar 2. 7</b>	Diagram Superelevasi Lengkung Busur Lingkaran Sederhana ( <i>full circle</i> ).....	34
<b>Gambar 2. 8</b>	Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan ( <i>spiral – circle – spiral</i> ).....	35
<b>Gambar 2. 9</b>	Diagram superelevasi lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan ( <i>spiral-circle spiral</i> ).....	37
<b>Gambar 2. 10</b>	Lengkung Peralihan ( <i>spiral-spiral</i> ).....	38
<b>Gambar 2. 11</b>	Diagram Superelevasi Lengkung Spiral ( <i>spiral- spiral</i> ).....	39
<b>Gambar 2. 12</b>	Jarak Pandangan $S < L_t$ .....	40
<b>Gambar 2. 13</b>	Jarak Pandangan $S > L_t$ .....	41
<b>Gambar 2. 14</b>	Gabungan Lengkung Horizontal .....	44
<b>Gambar 2. 15</b>	Lajur Pendakian .....	47
<b>Gambar 2. 16</b>	Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu depan $< L$ .....	48
<b>Gambar 2. 17</b>	Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan $> L$ .....	49
<b>Gambar 2. 18</b>	Lengkung Vertikal Cekung Dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan $< L$ .....	49

<b>Gambar 2. 19</b>	Lengkung Vertikal Cekung Dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan $> L$ .....	50
<b>Gambar 2. 20</b>	Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung 52	
<b>Gambar 2. 21</b>	Lengkung berada di dalam jarak pandangan ( $S>L$ ) 52	
<b>Gambar 2. 22</b>	Koordinasi Ideal Antar Alinyemen Horizontal Dan Alinyemen Vertikal .....	54
<b>Gambar 2. 23</b>	Tikungan Terletak Di Bagian Atas Lengkung Vertikal Cekung .....	54
<b>Gambar 2. 24</b>	Kombinasi Lengkung Vertikal Cekung Pada Jalan Yang Lurus dan Panjang .....	55
<b>Gambar 2. 25</b>	Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur.	58
<b>Gambar 2. 26</b>	Korelasi DDT dan CBR .....	63
<b>Gambar 2. 27</b>	Susunan Lapisan Perkerasan .....	66
<b>Gambar 2. 28</b>	Contoh Penampang Jalan untuk Perhitungan <i>Cut&amp;Fill</i> .....	71
<b>Gambar 4. 1</b>	Grafik Pertumbuhan Penduduk Jawa Timur 2010- 2014 .....	80
<b>Gambar 4. 2</b>	Grafik Pertumbuhan PDRB Jawa Timur 2010-2014 .....	81
<b>Gambar 4. 3</b>	Grafik Pertumbuhan PDRB per Kapita Jawa Timur 2010-2014 .....	82
<b>Gambar 7. 1</b>	Grafik Penentuan CBR .....	144
<b>Gambar 7. 2</b>	Tebal Lapisan Perkerasan .....	148



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Dimensi Kendaraan Rencana.....	12
<b>Tabel 2. 2</b> Penentuan Lebar Jalan dan Bahu Jalan.....	16
<b>Tabel 2. 3</b> Jarak Pandang Henti Minimum .....	17
<b>Tabel 2. 4</b> Jarak Pandangan Menyiap Minimum .....	20
<b>Tabel 2. 5</b> Ekivalen Mobil Penumpang (emp).....	20
<b>Tabel 2. 6</b> Penentuan faktor K dan F .....	21
<b>Tabel 2. 7</b> Kecepatan Rencana ( $V_r$ ).....	22
<b>Tabel 2. 8</b> Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	23
<b>Tabel 2. 9</b> Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan) .....	24
<b>Tabel 2. 10</b> Kelandaian Relatif Maksimum .....	25
<b>Tabel 2. 11</b> Jari-Jari Tikungan Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan.....	27
<b>Tabel 2. 12</b> Panjang Lengkung peralihan Minimum dan Superelevasi yang Dibutuhkan .....	28
<b>Tabel 2. 13</b> Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang Dibutuhkan .....	29
<b>Tabel 2. 14</b> Kelandaian Jalan.....	46
<b>Tabel 2. 15</b> Panjang Kritis (m) .....	47
<b>Tabel 2. 16</b> Angka Ekivalen Sumbu Kendaraan.....	60
<b>Tabel 2. 17</b> Koefisien Distribusi Kendaraan.....	61
<b>Tabel 2. 18</b> Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana ( $I_{p_i}$ )	64
<b>Tabel 2. 19</b> Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana ( $I_{p_o}$ )	64
<b>Tabel 2. 20</b> Faktor Regional (FR).....	65
<b>Tabel 2. 21</b> Nilai Koefisien Kekuatan Relatif.....	67
<b>Tabel 2. 22</b> Tebal Minimum Lapisan Permukaan.....	69
<b>Tabel 2. 23</b> Tebal Minimum Lapisan Pondasi .....	69
<b>Tabel 4. 1</b> Pertumbuhan Penduduk Jawa Timur 2010-2014.....	80

<b>Tabel 4. 2</b> Pertumbuhan PDRB Regional Jawa Timur 2010-2014 .....	81
<b>Tabel 4. 3</b> Pertumbuhan PDRB per Kapita Jawa Timur 2010-2014.....	82
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Survey Lalu Lintas Daerah Purwosari Arah Utara-Selatan .....	84
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Survey Lalu Lintas Daerah Purwosari Arah Selatan-Utara .....	86
<b>Tabel 4. 6</b> Data Tanah CBR.....	88
<b>Tabel 5. 1</b> Penilaian setiap trase untuk mendapatkan trase yang terpilih .....	91
<b>Tabel 6. 1</b> Kriteria Desain Perencanaan.....	93
<b>Tabel 6. 2</b> Perhitungan Sudut Tikungan .....	103
<b>Tabel 6. 3</b> Tabel Perhitngan Nilai Superelevasi.....	104
<b>Tabel 6. 4</b> Perhitngan Parameter Lengkung.....	105
<b>Tabel 6. 5</b> Tabel Perhitungan Kelandaian Memanjang Jalan....	107
<b>Tabel 6. 6</b> Tabel Perhitungan Daerah Kebebasan Samping.....	125
<b>Tabel 6. 7</b> Pelebaran di Tikungan Untuk Jalan 4 lajur 2 Arah..	126
<b>Tabel 7. 1</b> Rekapitulasi Data Lalu Lintas saat <i>Peak Hour</i> .....	130
<b>Tabel 7. 2</b> Tingkat Pertumbuhan Penduduk.....	130
<b>Tabel 7. 3</b> Tingkat Pertumbuhan PDRB .....	131
<b>Tabel 7. 4</b> Tingkat Pertumbuhan PDRB per Kapita.....	131
<b>Tabel 7. 5</b> Perhitungan <i>Forecast</i> Volume Lalu Lintas pada Awal Umur Rencana dan Akhir Umur Rencana .....	132
<b>Tabel 7. 6</b> Perhitungan Volume Ekvivalen Mobil Penumpang .	133
<b>Tabel 7. 7</b> Perhitungan LHR.....	133
<b>Tabel 7. 8</b> Perhitungan LEP dan LEA .....	135
<b>Tabel 7. 9</b> Rangkuman Data Lalu Lintas untuk <i>Trip Assignment</i> .....	139
<b>Tabel 7. 10</b> Trip Assignment Ruas Malang-Pandaan .....	140
<b>Tabel 7. 11</b> Trip Assignment Ruas Pandaan-Malang .....	141

<b>Tabel 7. 12</b> Nilai CBR Terurut .....	143
<b>Tabel 7. 13</b> Persentase CBR per titik .....	144
<b>Tabel 8. 1</b> Jenis Rambu yang Dipakai .....	150
<b>Tabel 8. 1</b> Jenis Rambu yang Dipakai .....	150
<b>Tabel 8. 2</b> Rambu Peringatan Akibat Alinyemen Horizontal ...	152
<b>Tabel 8. 3</b> Rambu Peringatan Akibat Alinyemen Vertikal .....	153
<b>Tabel 8. 4</b> Rambu Perintah dan Larangan.....	155
<b>Tabel 8. 5</b> Tabel Total Volume Galian dan Timbunan ( <i>Cut and Fill</i> ).....	157
<b>Tabel 8. 6</b> Jarak Antar Tiang Lampu Penerangan Berdasarkan Klasifikasi Lampu .....	164

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dengan terus meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama perekonomian di dua kota besar yaitu kota Surabaya dan Malang, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah inipun semakin meningkat. Hal itu tentu menuntut akan adanya perkembangan di segi fasilitas transportasi yang menghubungkan kedua kota ini, sedangkan di sisi lain jalur lama yang sudah ada volumenya semakin meningkat bahkan tidak jarang juga hingga menimbulkan kemacetan sehingga hal ini sedikit banyak akan mengganggu pergerakan barang, jasa, dan manusia baik dari kota Surabaya menuju Malang ataupun sebaliknya.

Salah satu bagian jalur yang menghubungkan kota Surabaya dan kota Malang adalah jalur Pandaan-Malang. Jalur ini adalah jalur yang vital dikarenakan banyak kendaraan berat, kendaraan umum seperti bis, serta mobil penumpang yang melewati jalur ini karena jalur ini merupakan jalur utama dan merupakan jalur tercepat untuk menuju kota Surabaya jika dari kota Malang. Di sisi lain, belum ada jalur alternatif yang menghubungkan Malang dan kecamatan Pandaan sehingga berbagai jenis kendaraan pun menumpuk di jalur ini. Hal itu menjadikan jalur ini sebagai wilayah rawan kecelakaan dan kecelakaan yang terjadi pun seringkali dialami oleh bus dan kendaraan berat. Selain kecelakaan, jalur Pandaan-Malang yang memiliki banyak tanjakan dan turunan seringkali menyulitkan kendaraan berat yang umumnya sudah berusia tua untuk beroperasi. Akibatnya adalah kendaraan-kendaraan tua tersebut akan mengalami mogok dan terpaksa berhenti pada badan jalan. Dua hal tersebut yaitu kecelakaan dan mogok selalu mengakibatkan kemacetan panjang yang lama untuk diuraikan.

Pada sepanjang jalur Pandaan-Malang juga banyak terdapat kawasan industri dari berbagai macam bidang. Di kedua sisi jalan banyak pabrik-pabrik karena memang wilayah ini cocok untuk dijadikan kawasan industri, sebab kawasan ini cukup jauh dari pemukiman penduduk. Namun hal ini dapat mengganggu kelancaran lalu lintas di waktu-waktu tertentu karena pada pagi, siang, dan sore hari banyak buruh pabrik yang keluar/masuk pabrik dan ini akan mengganggu arus lalu lintas. Buruh pabrik yang menyeberang jalan ataupun para penjemput yang bergerombol di pintu gerbang pabrik hingga sering hampir memakan badan jalan akan menimbulkan gangguan pada kelancaran arus lalu lintas dan tidak jarang kendaraan-kendaraan yang melambat akibat aktivitas dari buruh pabrik ini akan menimbulkan kemacetan.

Hal lain yang sering dijumpai pada jalur Pandaan-Malang adalah aktivitas perbaikan jalan. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah kendaraan berat yang melalui jalur ini dan tidak jarang kendaraan berat tersebut mengangkut muatan yang melebihi muatan maksimum yang boleh dibawa kendaraan tersebut. Kendaraan berat dengan muatan melebihi kapasitas maksimum inilah yang dapat memperpendek umur pelayanan perkerasan jalan pada jalur Pandaan-Malang dan merusak perkerasan tersebut. Sering dijumpai jalan yang berlubang pada jalur ini dan hal ini memaksa pemerintah setempat untuk selalu memperbaiki jalan ini baik menggunakan tambal sulam ataupun *hot mix*. Perbaikan jalan seperti ini membutuhkan waktu yang tidak sebentar sehingga ini pun akan mengganggu kelancaran arus lalu lintas pada jalur ini.

Maka dilatarbelakangi oleh ketiga masalah yang terjadi pada jalur yang menghubungkan kota Malang dengan kecamatan Pandaan itu, Pemerintah Kota Malang berencana membangun Jalan Tol Pandaan-Malang sebagai alternatif jalur baru. Dengan adanya jalan tol yang akan dibangun ini, diharapkan masyarakat kini memiliki alternatif yang bisa dipilih dalam melakukan perjalanan baik dari Malang menuju Pandaan atau sebaliknya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana trase jalan tol Pandaan-Malang yang akan direncanakan?
2. Bagaimana merencanakan geometrik jalan pada jalan tol Pandaan-Malang sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota?
3. Berapakah perpindahan volume lalu lintas jalan eksisting?
4. Bagaimana merencanakan tebal perkerasan yang akan digunakan pada jalan tol Pandaan-Malang?
5. Berapakah volume pekerjaan jalan tol Pandaan – Malang?

## **1.3 Tujuan Perencanaan**

Tujuan dari Tugas Akhir adalah:

1. Dapat merencanakan detail geometrik jalan pada jalan tol Pandaan-Malang sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.
2. Mengetahui jumlah perpindahan volume lalu lintas dari jalan eksisting
3. Dapat merencanakan trase yang akan dilalui oleh jalan tol Pandaan-Malang.
4. Dapat merencanakan detail struktur tebal perkerasan yang akan digunakan.
5. Mendapatkan volume pekerjaan jalan tol Pandaan-Malang.

## **1.4 Lingkup Perencanaan**

Lingkup perencanaan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder.
2. Mengevaluasi data sekunder berupa peta rupa bumi, data lalu lintas, data tanah (CBR).
3. Merencanakan geometrik jalan tol berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.
4. Menghitung perpindahan volume lalu lintas dan merencanakan tebal perkerasan.
5. Menghitung volume pekerjaan.

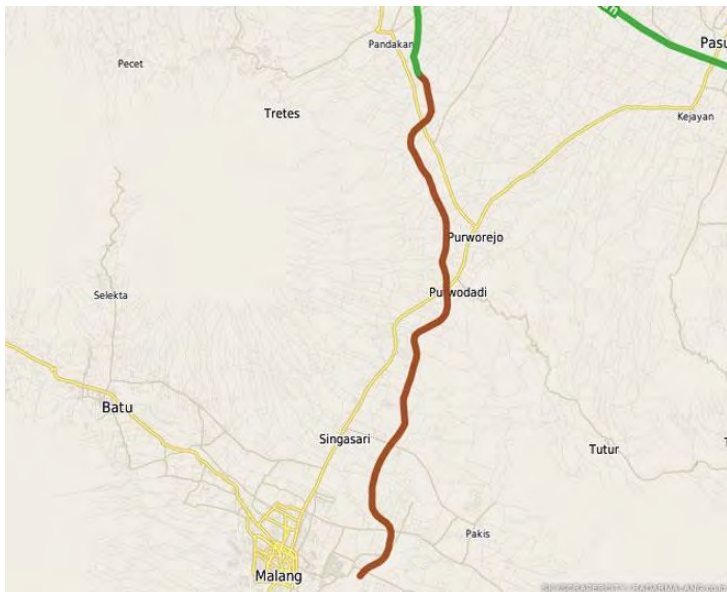
## **1.5 Batasan Masalah**

1. Jalan yang menjadi studi kasus adalah jalan penghubung Pandaan-Malang.
2. Jenis perkerasan yang digunakan adalah perkerasan lentur.
3. Tidak membahas metode pelaksanaan, penggunaan alat berat, perencanaan gorong-gorong dan jembatan. Semua diasumsikan tipikal.
4. Tidak membahas perbaikan tanah.
5. Tidak merencanakan interchange dan gerbang tol.

## **1.6 Lokasi Perencanaan**

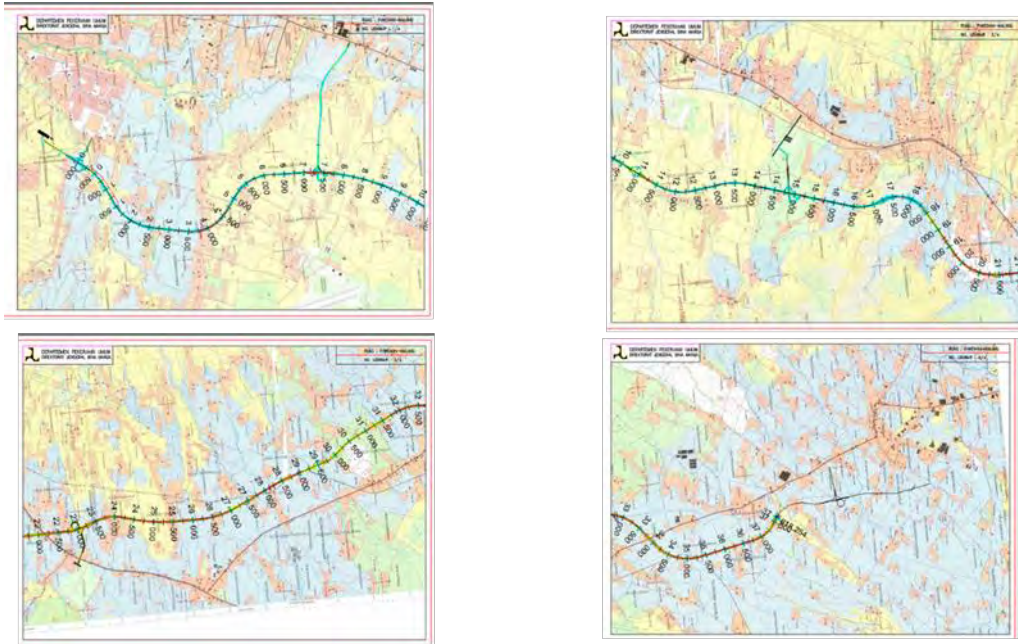
Kelurahan Madyopuro dan Kelurahan Cemorokandang, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang sebagai titik awal pembangunan jalan tol sampai dengan Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan.





**Gambar 1. 1** Kecamatan yang dilalui tol Pandaan-Malang

(Sumber: [www.radarmalang.co.id](http://www.radarmalang.co.id))



**Gambar 1. 2** Trase rencana jalan tol Pandaan – Malang  
(Departemen PU)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **a. Perencanaan Trase**

Trase jalan atau sering disebut sumbu jalan yaitu berupa garis-garis yang saling berhubungan yang terdapat pada peta topografi suatu muka tanah dalam perencanaan jalan baru. Biasanya terdapat beberapa perencanaan trase yang dibuat, sehingga pada akhirnya dipilih salah satu alternatif yang dapat memenuhi syarat suatu perencanaan jalan. Trase jalan digunakan sebagai acuan membentuk acuan membentuk lengkung jalan hingga perkerasan jalan.

Penentuan trase harus memperhatikan beberapa hal seperti

1. Trase diusahakan jalur terpendek.

Hal yang paling diutamakan dalam perencanaan adalah jalan yang ekonomis. Ekonomis maksudnya suatu jalan dapat dibangun dengan kualitas bagus dan harga yang terjangkau. Maka dengan merencanakan trase yang pendek, biaya dalam pembangunan jalan relatif kecil.

2. Tidak terlalu curam.

Salah satu syarat dalam merencanakan jalan adalah memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan. jalan yang terlalu curam akan membuat kendaraan menjadi berat akibat adanya gaya sentrifugal, sehingga pengguna jalan tidak lagi menemukan kenyamanan saat menggunakan jalan tersebut.

3. Sudut luar (tangen) tidak terlalu besar

Sudut luar dalam hal menarik trase jalan akan sangat mempengaruhi keadaan jalan setelah dibangun. Perencanaan jalan diharapkan dapat merencanakan jalan dengan tikungan dengan sudut luar kurang dari 90 derajat. Agar tikungan yang terbentuk tidak terlalu tajam, sehingga aman bagi pengguna jalan.

4. Besarnya galian dan timbunan

Galian dan timbunan merupakan hal yang juga sangat diperhatikan dalam merencanakan jalan. Dalam merencanakan jalan, besar timbunan dan galian cukup menentukan biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan suatu bangunan jalan. Perencanaan jalan harus merencanakan trase jalan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi galian dan timbunan yang terlalu besar. Caranya dengan menarik garis trase pada elevasi muka tanah yang tidak terlalu besar perbedaannya antara awal dan akhir stasioning

5. Menghindari fasilitas dan prasarana umum, terutama pada permukiman.

Hal seperti permukiman padat akan sangat tidak menguntungkan untuk dilalui trase, selain sulitnya proses pembebasan lahan, biayanya juga akan bertambah.

6. Menghindari kontur alam yang kurang menguntungkan seperti lereng, tebing, sungai besar, dll.

#### **b. Dasar Perencanaan Geometrik**

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari suatu perencanaan konstruksi jalan, yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan beserta bagian-bagiannya, disesuaikan dengan persyaratan parameter pengendara, kendaraan dan lalu lintas. Dalam perencanaan geometrik, diusahakan untuk dapat menciptakan hubungan yang baik antara faktor-faktor yang berkaitan dengan parameter tersebut, sehingga akan dihasilkan suatu efisiensi, keamanan serta kenyamanan yang paling optimal, dalam batas-batas pertimbangan toleransi yang masih dianggap layak.

Perencanaan geometrik secara umum terdiri atas dua bagian yaitu alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal, dimana menyangkut aspek-aspek perencanaan elemen jalan, tikungan, kelandaian jalan, dan jarak pandangan serta kombinasi dari bagian-bagian tersebut, baik untuk suatu ruas jalan, maupun untuk perlintasan diantara dua atau lebih ruas-ruas jalan.

### i. Spesifikasi Jalan Tol

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Pasal 6, jalan tol harus mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

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

### ii. Karakteristik Kendaraan

Jalan raya harus dapat menampung berbagai jenis kendaraan yang lewat, memberikan kemudahan pada para pengendara, dan layak dilalui untuk sejumlah kapasitas lalu lintas rencana, agar jalan nyaman, aman, murah, dan aksesibilitasnya tinggi. Jenis kendaraan rencana beserta komponen-komponen desainnya ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3.

Beberapa parameter perencanaan geometrik dari unsur karakteristik kendaraan antara lain :

#### 1. Dimensi Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.

Kendaraan rencana dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu :

- a. Kendaraan ringan/kecil, adalah kendaraan yang mempunyai 2 (dua) as dengan empat roda dengan jarak as 2,00-3,00 meter.

Meliputi : Mobil penumpang, Mikrobus, Pick-Up, dan Truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

- b. Kendaraan Sedang, adalah kendaraan yang mempunyai 2 (dua) as gandar, dengan jaark as, dengan jarak as 3,5-5,00 meter. Meliputi : bus kecil, Truk dua as dengan enam roda.
- c. Kendaraan Berat/Besar, ayitu meliputi : Bus besar, yaitu bus dengan dua atau tiga gandar, dengan jarak 5,00-6,00 meter.

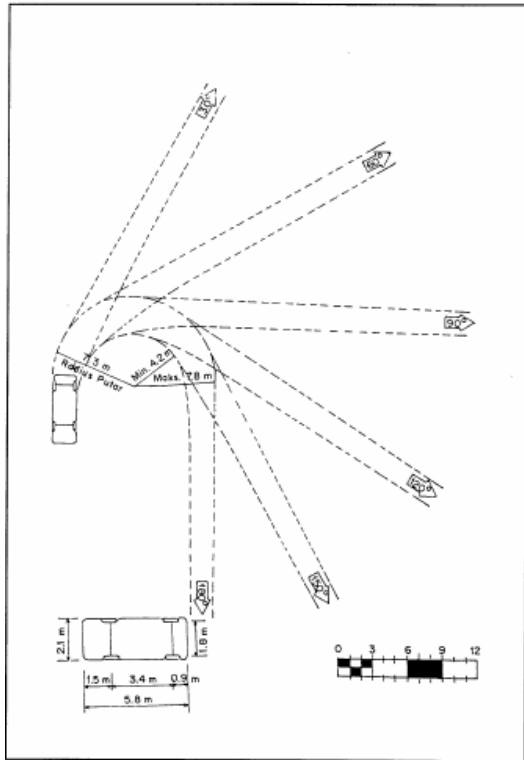
**Tabel 2. 1** Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

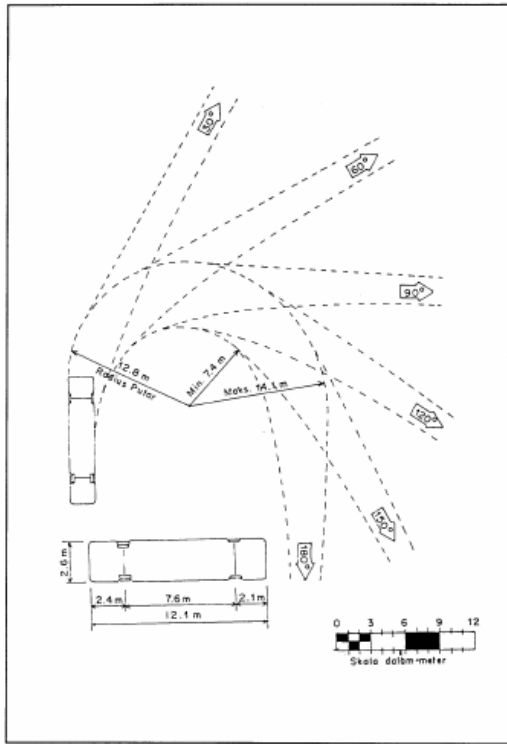
(Departemen PU, 1997)

## 2. Jarak Putaran (Manuver) Kendaraan

Setiap kendaraan mempunyai jangkauan putaran, pada saat kendaraan yang bersangkutan menikung atau nenutar pada suatu tikungan jalan. Besar jangkauan putar masing-masing kendaraan berbeda satu sama lain, tergantung pada dimensi kendaraan dan radius putar kemudi.

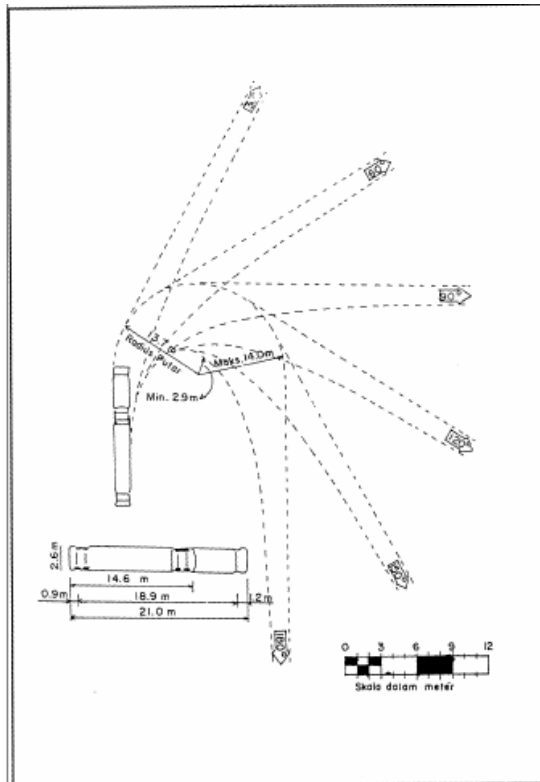


**Gambar 2. 1** Jari-Jari Manuver Kendaraan Kecil  
(Departemen PU, 1997)



**Gambar 2. 2** Jari-Jari Manuver Kendaraan Sedang  
(Departemen PU, 1997)





**Gambar 2.3** Jari-Jari Manuver Kendaraan Besar

(Departemen PU, 1997)

### iii. Lebar Jalan Rencana

Lebar jalan rencana sangat bergantung pada fungsi jalan dan volume lalu lintas harian rencana. Penentuan lebar jalur dan bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Penentuan Lebar Jalan dan Bahu Jalan

VLHR (samp/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)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000- 10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001- 25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25.000	2m>3,5 <sup>1)</sup>	2,5	2>7,0 <sup>1)</sup>	2,0	2m>3,5 <sup>1)</sup>	2,0	**	**	-	-	-	-

(Departemen PU, 1997)

#### iv. Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi dengan aman dan nyaman serta dengan jelas menyadari situasi pada saat mengemudi.

Jarak pandang terbagi menjadi dua bagian, yaitu Jarak Pandang Henti (JPh) dan Jarak Pandang Mendahului (JPm).

##### 1. Jarak Pandang Henti (JPh)

Adalah jarak minimum yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halanga adalah 15 cm, diukur dari permukaan jalan. Rumus Jarak Pandang Henti Minimum adalah sebagai berikut :

$$J_h = \frac{VR}{3,6} T + \frac{Vr^2}{2gf} \quad (2.1)$$

Dimana :

$V_R$  = kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

$G$  = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det<sup>2</sup>

$f$  = koefisien gesek memanjang perkerasan aspal ditetapkan 0,35-0,55

disederhanakan menjadi :

$$J_{B_{hb}} = 0,694 V_{B_{RB}} + 0,004 \frac{Vr^2}{F} \quad (2.2)$$

Besarnya jarak pandangan henti berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada Tabel 2.3.

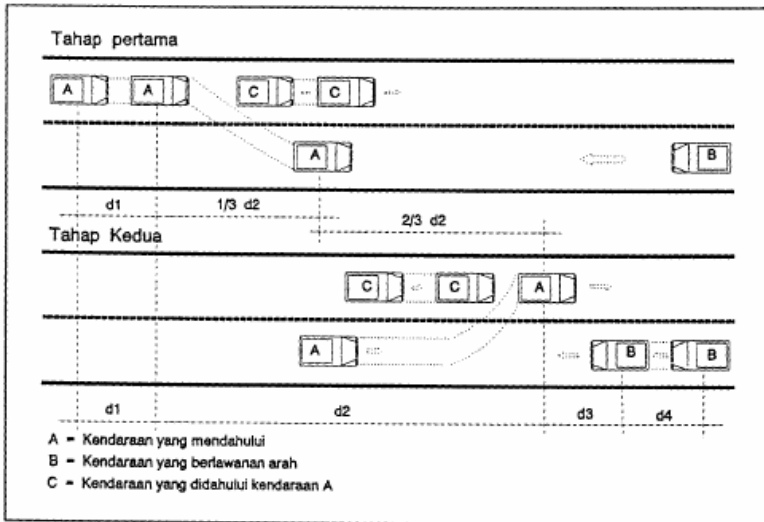
**Tabel 2. 3** Jarak Pandang Henti Minimum

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

(Departemen PU, 1997)

## 2. Jarak Pandang Menyiap (JPm)

Adalah jarak yang dibutuhkan pengemudi untuk proses menyiap (mendahului) dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas. Jarak Pandang Menyiap hanya perlu dilihat pada jalan 2/2 UD. Ilustrasi tentang jarak pandang menyiap ditunjukkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2. 4** Ilustrasi Jarak Pandang Menyiap

(Departemen PU, 1997)

Keterangan :

- d1 : Jarak yang ditempuh selama waktu reaksi oleh kendaraan yang hendak menyiap dan membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.
- d2 : Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap selama berada pada lajur sebelah kanan.
- d3 : Jarak bebas yang harus disediakan antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan menyiap dilakukan.
- d4 : Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama  $2/3$  dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan yang menyiap berada pada lajur sebelah kanan atau sama dengan  $2/3 d_2$ .

Besarnya jarak menyiap standar dalam satuan meter adalah sebagai berikut:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (2.3)$$

Rumus yang digunakan adalah :

$$d_1 = 0,278t_1(V - m + \frac{at_1}{2}) \quad (2.4)$$

$$d_2 = 0,278Vt_2 \quad (2.5)$$

$$d_3 = 30 \text{ s.d } 100 \text{ m} \quad (2.6)$$

$$d_4 = \frac{2}{3} \times d_2 \quad (2.7)$$

dimana :

$t_1$ : Waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan  $t_1 = 2,12 + 0,026 V$

$t_2$ : Waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan menggunakan korelasi  $t_2 = 6,56 + 0,048 V$

$m$ : Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap = 15 km/jam

$V$ : Kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap, dalam perhitungan dapat dianggap sama dengan kecepatan rencana.

$a$ : Percepatan rata-rata yang besarnya tergantung pada kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan menggunakan korelasi  $a = 2,052 + 0,0036 V$ .

Dalam perencanaan seringkali kondisi jarak pandangan menyiap standar dibatasi oleh kekurangan biaya, sehingga jarak pandangan menyiap yang digunakan dapat memakai jarak pandangan menyiap minimum ( $d_{\min}$ ).

$$d_{\min} = \frac{2}{3} d_2 + d_3 + d_4 \quad (2.8)$$

Besarnya jarak pandangan menyiap berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada Tabel 2.4.

**Tabel 2. 4** Jarak Pandangan Menyiap Minimum

VR km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

(Departemen PU, 1997)

## v. Satuan Mobil Penumpang

Satuan Mobil Penumpang (SMP) adalah unit satuan kendaraan untuk dimensi kapasitas jalan, dalam hal mana sebagai referensi mobil penumpang dinyatakan mempunyai nilai satu SMP. Satuan mobil penumpang ditunjukkan pada Tabel 2.5.

**Tabel 2. 5** Ekvivalen Mobil Penumpang (emp)

Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
Sedan, Jeep, Station, Wagon	1,00	1,00
Pick-Up, Bus Kecil, Truk Kecil	1,20-2,40	1,90-3,50
Bus dan Truk Besar	1,20-5,00	2,20-6,00

(Departemen PU, 1997)

## vi. Volume Lalu Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Rencana (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana yang dinyatakan dalam SMP/jam dan dihitung dengan rumus

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \quad (2.9)$$

dimana :

K : faktor volume lalu lintas jam sibuk

F : faktor variasi tingkat lalu lintas per seperempat jam dalam satuan jam.

Penentuan faktor K dan F dapat dilihat pada Tabel 2.6

**Tabel 2. 6** Penentuan faktor K dan F

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	0,8-2
5.000-10.000	8-10	0,6-0,8
1.000-5.000	10-12	0,6-0,8
<1000	12-16	<0,6

(Departemen PU, 1997)

VJR digunakan untuk jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan. Arus lalu lintas bervariasi dari jam ke jam berikutnya dalam satu hari.

Volume satu jam yang dapat dipergunakan sebagai VJR harus sedemikian rupa, sehingga :

1. Volume tersebut tidak boleh terlalu sering terdapat pada distribusi arus lalu lintas setiap jam untuk periode satu tahun.
2. Apabila terdapat volume lalu lintas per jam yang volume jam perencanaan, maka kelebihan tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang terlalu besar.
3. Volume tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang sangat besar, sehingga akan mengakibatkan jalan akan menjadi lengang dan biayanya pun mahal.

## vii. 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 lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Besarnya kecepatan rencana tergantung pada kelas jalan dan kondisi medan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.7.

**Tabel 2. 7** Kecepatan Rencana ( $V_r$ )

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

(Departemen PU, 1997)

### c. Elemen Geometrik

Elemen geometrik jalan raya yang utama adalah alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal. Elemen-elemen geometrik ini dibentuk oleh beberapa komponen geometrik, yang dimana komponen yang menjadi bagian tiap elemen mempunyai karakteristik dan syarat tersendiri.

#### i. Alinyemen Horisontal

##### 1. Gaya Sentrifugal

Jika kendaraan melalui suatu lengkung di tikungan, akan terjadi gaya yang mendorong keluar dari lintasan berarah tegak lurus terhadap gaya kecepatan kendaraan



Gaya yang terjadi :

$$F = \frac{W.V^2}{g.R} \quad (2.10)$$

dimana :

W : berat kendaraan

g : gaya gravitasi bumi

V : kecepatan kendaraan

R : jari-jari lengkung lintasan

Agar kendaraan tidak terlempar keluar lintasan, perlu adanya gaya yang dapat mengimbangi gaya sentrifugal, antara lain :

- Gaya gesek antara roda kendaraan dan permukaan jalan.
- Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

## 2. Ketentuan Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Pada Tabel 2.8 dicantumkan panjang maksimum bagian lurus pada alinyemen horisontal.

**Tabel 2. 8** Panjang Bagian Lurus Maksimum

Vr (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000,0	5000
100	4166,7	4200

80	3333,3	3350
60	2500,0	2500

(Departemen PU, 2009)

### 3. Ketentuan Komponen Tikungan

#### a. Jari-Jari Minimum

Gaya sentrifugal dapat diimbangi dengan menyediakan suatu kemiringan melintang jalan (superelevasi), yang bertujuan untuk memperoleh komponen gaya berat yang dapat menghilangkan gaya sentrifugal tersebut. Makin besar superelevasi, maka makin besar pula komponen gaya berat yang dapat mengimbangi gaya sentrifugal tersebut.

Harga radius minimum merupakan ketentuan minimum untuk memilih radius lengkung dalam perencanaan, dihitung dengan rumus :

$$R \text{ minimum} = \frac{VR^2}{127 (e_{maks} + f)} \quad (2.11)$$

dimana:

$R_{min}$  : Jari-Jari tikungan minimum

$V_r$  : kecepatan rencana (km/jam)

$e_{maks}$  : superelevasi maksimum (%)

$f$  : koefisien gesek, untuk perkerasan aspal = 0,14 – 0,24

atau dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut ini :

**Tabel 2. 9** Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan)

VR km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
$R_{min}$ (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

(Departemen PU, 1997)

b. Lengkung Peralihan

Perubahan arah yang harus diikuti oleh suatu kendaraan yang melintasi bagian lurus menuju suatu lengkungan berupa busur lingkaran, secara teoritis harus dilakukan dengan mendadak, yaitu dari  $R$  tak hingga menuju  $R$  tertentu. Secara praktis hal ini tidak mungkin dilakukan oleh ban kendaraan, karena harus membuat sudut belokan tertentu dan pengemudi memerlukan jangka waktu tertentu, berarti perlu jarak tertentu pula. Demikian pula gaya sentrifugal akan timbul secara mendadak yang akan membahayakan pengemudi. Oleh sebab itu agar kendaraan tidak menyimpang dari lajunya, dibuatkan lengkung dimana lengkung tersebut merupakan peralihan dari  $R=\infty$  ke  $R=R_c$ , yang disebut lengkung peralihan ( $L_s$ ). Bentuk lengkung spiral atau clothoid adalah yang paling banyak dipakai.

Bina Marga menetapkan, panjang lengkung peralihan mulai dari penampang melintang berbentuk mahkota (*crow*n) sampai dengan kemiringan sebesar superelevasi. Secara detil, kelandaian relatif minimum ditunjukkan pada Tabel 2.10.

**Tabel 2. 10** Kelandaian Relatif Maksimum

Kecepatan rencana km/jam	1/m	Kecepatan rencana km/jam	1/m
	AASHTO 1990		AASHTO 1990
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		

(Sukirman, 1994)

Perhitungan lengkung peralihan,  $L_s$  adalah sebagai berikut :

Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{V_r \cdot t}{3,6} \quad (2.12)$$

dimana :

$L_s$  : panjang lengkung peralihan (m)  
 $V_R$  : kecepatan rencana (km/jam)  
 $t$  : waktu tempuh di lengkung peralihan, detik (=3 detik)

Berdasarkan landai relatif

$$L_s \geq (e + e_n) \cdot B \cdot m_{maks} \quad (2.13)$$

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

Berdasarkan rumus modifikasi Short

$$L_s = 0,022 \frac{V_r^3}{RC} - 2,727 \frac{V_r \cdot e}{C} \quad (2.14)$$

dimana :

$L_s$  : panjang lengkung peralihan (m)  
 $V_R$  : kecepatan rencana (km/jam)  
 $R$  : jari-jari tikungan (m)  
 $C$  : perubahan percepatan,  $m/dt^3$  (0,3-0,9  $m/dt^3$ )  
 $e$  : superelevasi (%)

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) V_r}{3,6 \times r_e} \quad (2.15)$$

dimana :

$L_s$  : panjang lengkung peralihan (m)

- $E_{maks}$  : superelevasi maksimum (%)  
 $e_n$  : kemiringan melintang normal (%)  
 $V_R$  : kecepatan rencana (km/jam)  
 $Re$  : tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan  
 $= 0,035 \text{ m/m/detik}$  untuk  $V_d \leq 70 \text{ km/jam}$   
 $= 0,025 \text{ m/m/detik}$  untuk  $V_d \geq 80 \text{ km/jam}$

Dari keempat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan,  $L_s$  yang digunakan untuk perencanaan adalah  $L_s$  dengan nilai terbesar.

Panjang lengkung peralihan  $L_s$  tersebut adalah untuk jalan 2 lajur 2 arah, sedangkan panjang  $L_s$  untuk jalan yang lebih dari 2 lajur 2 arah adalah :

- Jalan 4 lajur 2 arah  $\rightarrow L_{s(4 \text{ lajur})} = 1,5 \times L_{s(2 \text{ lajur})}$
- Jalan 6 lajur 2 arah  $\rightarrow L_{s(6 \text{ lajur})} = 2,0 \times L_{s(2 \text{ lajur})}$

Lengkung dengan  $R$  lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada Tabel 2.11 tidak memerlukan lengkung peralihan.

**Tabel 2. 11** Jari-Jari Tikungan Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

VR km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Departemen PU, 1997)

Detail panjang lengkung peralihan minimum dan superelevasi dapat dilihat pada Tabel 2.12 dan Tabel 2.13

**Tabel 2. 12** Panjang Lengkung peralihan Minimum dan Superelevasi yang Dibutuhkan

(e maksimum = 8%, metode Bina Marga)

D (o)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,25	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,50	2865	LN	0	LN	0	LN	60	LP	70	LP	75
0,75	1910	LN	0	LP	50	LP	60	LP	70	0,025	75
1,00	1432	LP	45	LP	50	LP	60	0,026	70	0,032	75
1,25	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,031	70	0,038	75
1,50	955	LP	45	0,022	50	0,029	60	0,036	70	0,045	75
1,75	819	LP	45	0,025	50	0,033	60	0,041	70	0,050	75
2,00	716	LP	45	0,028	50	0,037	60	0,046	70	0,055	75
2,50	573	0,025	45	0,034	50	0,044	60	0,054	70	0,064	75
3,00	477	0,029	45	0,040	50	0,050	60	0,060	70	0,070	75
3,50	409	0,033	45	0,045	50	0,056	60	0,065	70	0,075	75
4,00	358	0,037	45	0,049	50	0,061	60	0,071	70	0,079	75
4,50	318	0,041	45	0,053	50	0,064	60	0,074	70	0,080	75
5,00	286	0,044	45	0,057	50	0,068	60	0,077	70	Dmaks = 4,67	
6,00	239	0,050	45	0,063	50	0,074	60	0,080	70		
7,00	205	0,056	45	0,068	50	0,078	60	Dmaks = 6,23			
8,00	179	0,060	45	0,073	50	0,080	60				
9,00	159	0,064	45	0,076	50	Dmaks = 8,43					
10,00	143	0,068	45	0,078	50						
11,00	130	0,071	45	0,079	50						
12,00	119	0,074	45	Dmaks = 11,74							
13,00	110	0,076	45								
14,00	102	0,078	45								
15,00	95	0,079	45								
16,00	90	0,080	45								
17,00	84	0,080	45								
		Dmaks = 17,47									

**Keterangan :**  
 LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %  
 LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan sebesar lereng jalan normal = 2 %  
 Ls = diperhitungkan dengan mempertimaba Short, landai relatif maksimum (gambar dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.

(Sukirman, 1999)

**Tabel 2. 13** Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang Dibutuhkan

(e maksimum = 10%, metode Bina Marga)

D (m)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	La	e	La	e	La	e	La	e	La
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Desais = 5,12	
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Desais = 6,82			
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60	Desais = 9,12			
9,000	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60	Desais = 12,79					
11,000	130	0,083	45	0,098	60						
12,000	119	0,087	45	0,100	60	Desais = 18,85					
13,000	110	0,091	50								
14,000	102	0,093	50								
15,000	95	0,096	50								
16,000	90	0,097	50								
17,000	84	0,099	60								
18,000	80	0,099	60								
19,000	75	Desais = 18,85									

**Keterangan:**

LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %

LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat superelevasi sebesar lereng jalan normal = 2 %.

L<sub>e</sub> = diperhitungkan dengan mempertimbangkan rumus modifikasi Shortt, landai relatif maksimum (gambar 12), jarak tempuh 2 detik, dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.

(Sukirman, 1999)



#### 4. Ketentuan Kemiringan Melintang Jalan Lurus

Kemiringan melintang jalan juga dibutuhkan pada bagian jalan yang lurus, hal ini disebabkan agar air hujan yang jayuh menimpa perkerasan jalan dapat mengalir ke samping dan masuk ke saluran tepi dengan cepat. Kemiringan melintang ini disenut kemiringan normal.

Besarnya kemiringan normal jalan sangat bergantung kepada jenis lapis permukaan jalan yang dipergunakan. Semakin kedap air permukaan jalan tersebut, maka kemiringan jalan akan dibuat semakin landai, sebaliknya untuk jenis lapis permukaan jalan yang mudah dirembesi oleh air, harus mempunyai kemiringan jalan yang cukup besar.

Besar kemiringan melintang jalan ( $e_n$ ) berkisar antara 2-4 %. Bentuk kemiringan melintang normal jalan pada jalan dengan 2 jalur 2 arah umumnya berbentuk crown, dan pada jalan yang mempunyai median, kemiringan melintang dibuat untuk masing-masing jalur.

#### 5. Landai Relatif

Proses pencapaian kemiringan melintang normal jalan ke kemiringan melintang jalan sebesar superelevasi pada lengkung berbentuk busur lingkaran mengakibatkan peralihan tinggi perkerasan sebelah luar dari elevasi kemiringan normal pada jalan lurus ke elevasi sesuai kemiringan superelevasi pada busur lingkaran.

Landai relatif adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Perbedaan elevasi didasarkan pada tinjauan perubahan bentuk penampang melintang jalan, belum merupakan gabungan dari perbedaan elevasi akibat kelandaian vertikal jalan.

Menurut Bina Marga, landai relatif :

$$\frac{1}{m} = \frac{h}{L_s} \rightarrow \frac{1}{m} = \frac{(e + e_n)B}{L_s} \quad (2.16)$$

dimana :

- $\frac{1}{m}$  : landai relatif  
 Ls : panjang lengkung peralihan  
 B : lebar jalur 1 arah (m)  
 e : superelevasi (%)  
 e<sub>n</sub> : kemiringan melintang normal (%)

Dari batasan landai relatif minimum, dapat ditentukan panjang lengkung peralihan minimum yang dibutuhkan

## 6. Diagram Superelevasi

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan maksimum (superelevasi) pada bagian lengkung jalan (lihat Gambar 2.5).

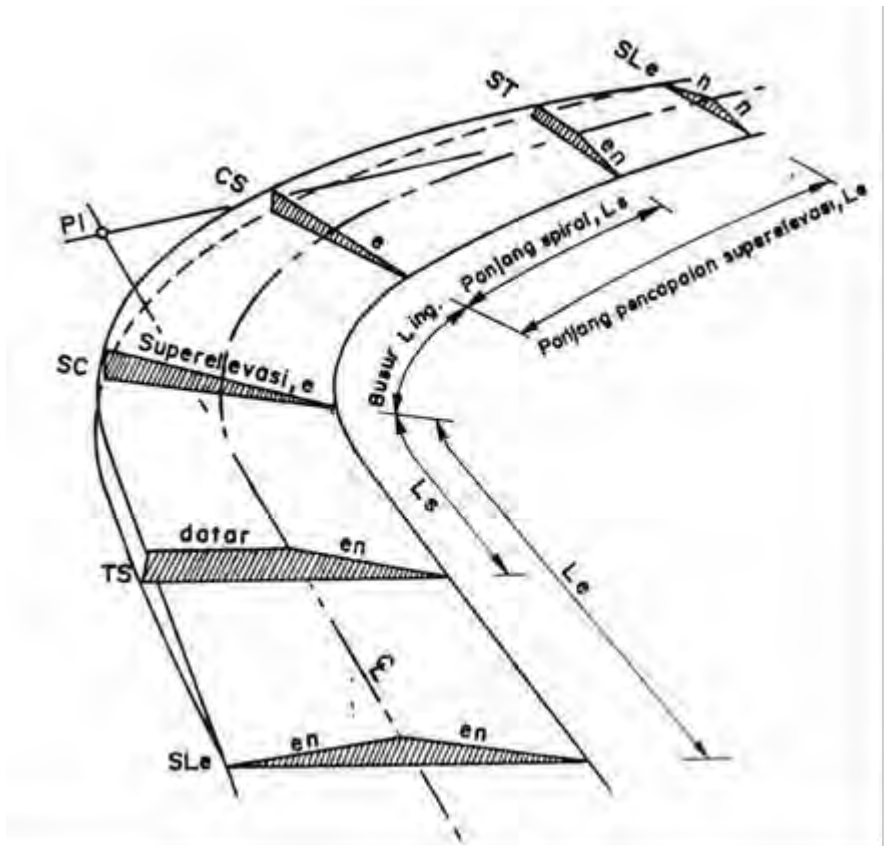
Dengan menggunakan diagram superelevasi, dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di suatu lengkung horizontal yang direncanakan. Diagram superelevasi digambarkan berdasarkan elevasi sumbu jalan sebagai garis nol. Ada tiga cara dalam menggambarkan diagram superelevasi yaitu :

1. Sumbu jalan digunakan sebagai sumbu putar
2. Tepi perkerasan jalan sebelah dalam digunakan sebagai sumbu putar
3. Tepi perkerasan jalan sebelah luar digunakan sebagai sumbu putar

Untuk jalan raya yang mempunyai median (jalan raya terpisah), pencapaian kemiringan didasarkan pada lebar serta bentuk penampang melintang median yang bersangkutan dan dapat dilakukan dengan menggunakan ketiga cara di atas, yaitu :

1. Masing-masing perkerasan diputar sendiri-sendiri dengan menggunakan sumbu jalan masing-masing jalur jalan sebagai sumbu putar.

2. Kedua perkerasan diputar sendiri-sendiri dengan sisi median sebagai sumbu putar, sedangkan median dibuat dalam kondisi datar.
3. Seluruh jalur jalan termasuk median diputar dalam satu bidang yang sama, dan sumbu putarnya adalah sumbu median.



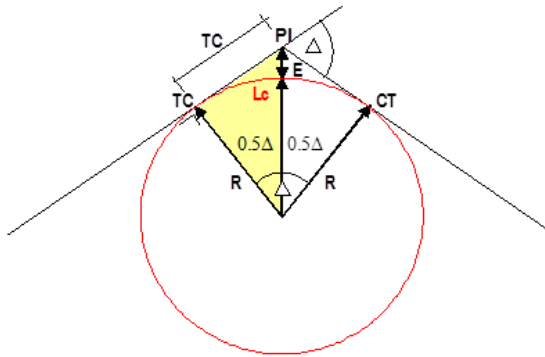
**Gambar 2. 5** Perubahan Kemiringan Melintang Jalan

(Sukirman, 1999)

## 7. Bentuk Lengkung Horizontal

### 1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)

Secara umum lengkung *full circle* digunakan untuk radius lengkung (jari-jari)  $R_{rencana}$  yang besar dan nilai superelevasi ( $e$ ) lebih kecil atau sama dengan 3%. Lengkung busur *full circle* dapat dilihat pada Gambar 2.6. Bentuk diagram superelevasi *full circle* dengan as jalan sebagai sumbu putar dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2. 6** Lengkung Busur Lingkaran Sederhana (*ful circle*)

(Saodang, 2010)

Parameter lengkung *full circle* :

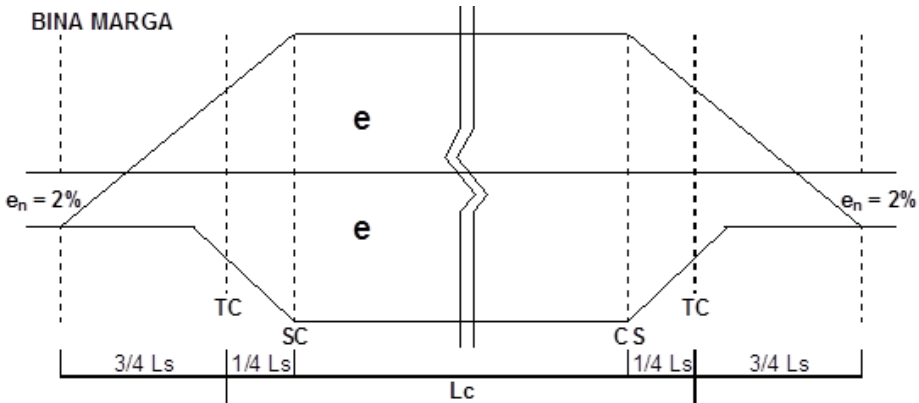
$$Tc = R \cdot \text{tg} (0,5 \Delta) \quad (2.17)$$

$$E = \frac{R}{\cos(0,5 \Delta)} - R \quad (2.18)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta\pi}{180}\right) \cdot R \quad (2.19)$$

dimana :

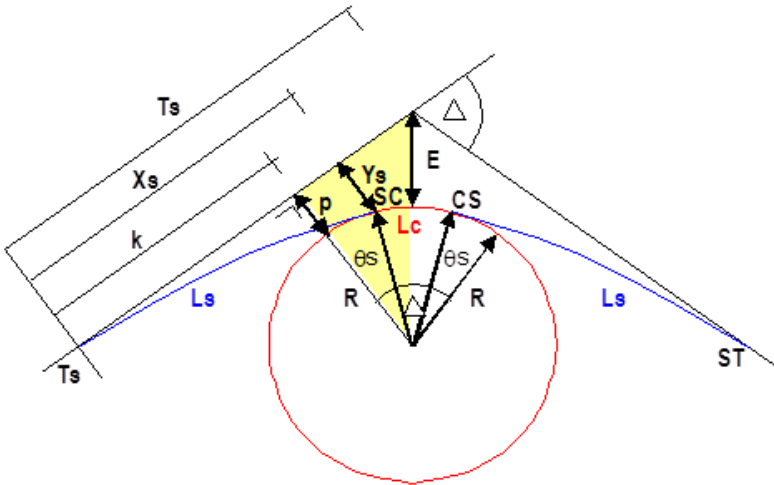
- $T_c$  : Panjang tangen dari PI (*Point of Intersection*) (m)  
 : titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung  
 $R$  : jari-jari alinyemen horisontal (m)  
 $\Delta$  : sudut alinyemen horisontal ( $^\circ$ )  
 $E$  : jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)  
 $L_c$  : panjang busur lingkaran (m)



**Gambar 2.7** Diagram Superelevasi Lengkung Busur Lingkaran Sederhana (*full circle*)

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

Secara umum lengkung *spiral - circle - spiral* digunakan jika nilai superelevasi  $e \geq 3\%$  dan panjang  $L_s > 20$  meter. Bentuk diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2. 8** Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)

(Saodang, 2010)

Parameter lengkung *spiral – circle – spiral* :

$$\Theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (2.20)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)\pi R}{180} \quad (2.21)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \Theta_s) \quad (2.22)$$

$$k = L_s \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \theta_i \quad (2.23)$$

$$T_s = (R + p) \operatorname{tg} (0,5\Delta) + k \quad (2.24)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos(0,5\Delta)} - R \quad (2.25)$$

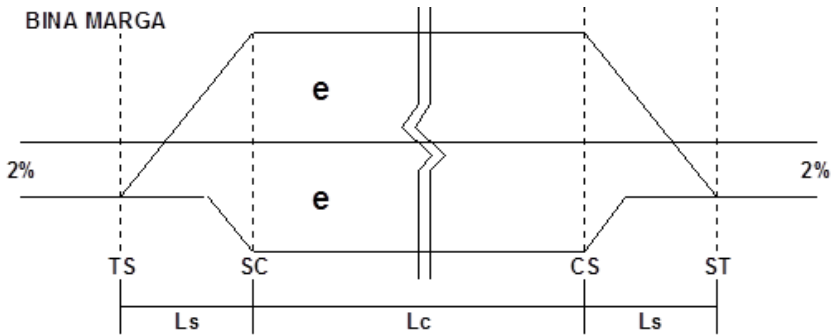
$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2}\right) \quad (2.26)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.27)$$

dimana :

- $\Theta_s$  : sudut spiral pada titik SC
- $L_s$  : panjang lengkung *spiral* (m)
- $R$  : jari-jari alinyemen horisontal (m)
- $\Delta$  : sudut alinyemen horisontal ( °)
- $L_c$  : 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) (m)

Bentuk diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 2.9.



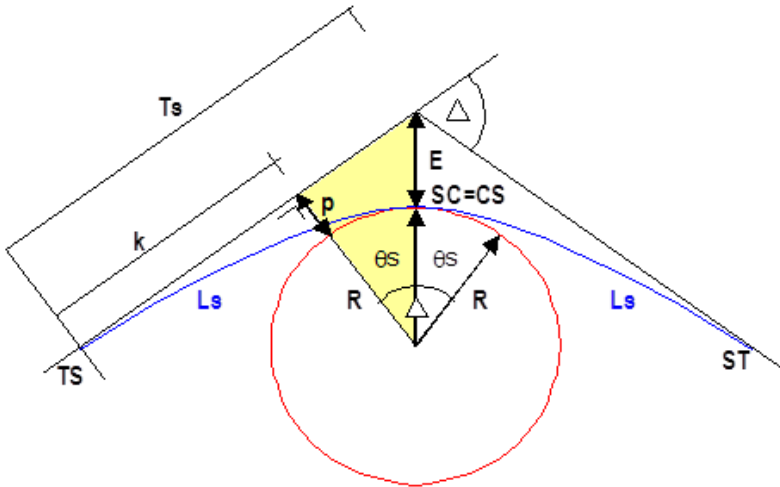
**Gambar 2. 9** Diagram superelevasi lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral-circle spiral*)

(Sukirman, 1999)

3. Lengkung peralihan (*spiral-spiral*)

Secara umum lengkung *spiral-spiral* digunakan jika nilai superelevasi  $e \geq 3\%$  dan panjang  $L_s \leq 20$  meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada Gambar 2.10.





**Gambar 2. 10** Lengkung Peralihan (*spiral-spiral*)

(Saodang, 2010)

Parameter lengkung *spiral-spiral* :

$$\Theta_s = 0,5 \Delta \quad (2.28)$$

$$p = \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \Theta_s) \quad (2.29)$$

$$k = Ls \frac{Ls^3}{40R^2} - R \sin \theta_i \quad (2.30)$$

$$Ts = (R + p) \operatorname{tg} (0,5\Delta) + k \quad (2.31)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos(0,5\Delta)} - R \quad (2.32)$$

Besarnya  $L_s$  pada tipe lengkung ini adalah didasarkan pada landai relatif minimum.

$$L_s > (e + e_n) \cdot B \cdot m_{\text{maks}} \quad (2.33)$$

dimana :

$\Theta_s$  : sudut spiral pada titik SC=CS

$L_s$  : panjang lengkung *spiral* (m)

$R$  : jari-jari alinyemen horisontal (m)

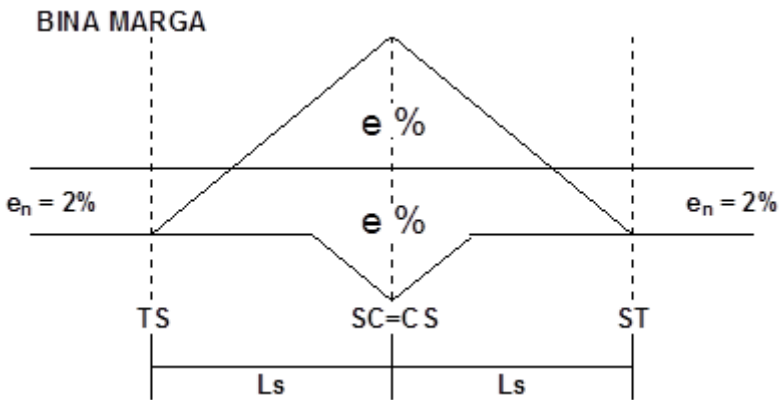
$\Delta$  : sudut alinyemen horisontal (°)

$T_s$  : 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)

Bentuk diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Diagram Superelevasi Lengkung Spiral (*spiral-spiral*)

(Saodang, 2010)

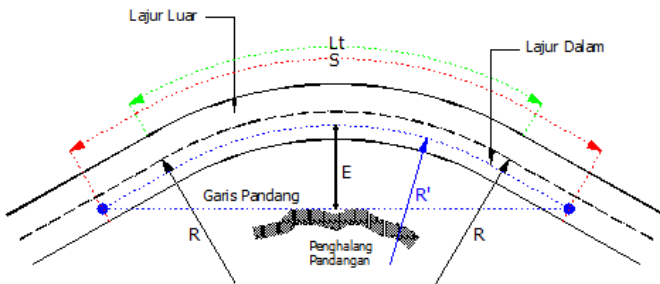


$$E = R' \left(1 - \cos\left(\frac{28,65 S}{R'}\right)\right) \quad (2.34)$$

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)

2. Jika jarak pandangan, S lebih besar daripada panjang total lengkung (Gambar 2.13), Lt



**Gambar 2. 13** Jarak Pandangan  $S > Lt$

(Sukirman, 1999)

$$E = R' \left(1 - \cos\left(\frac{28,65 S}{R'}\right)\right) + \left(\frac{S-Lt}{2}\right) \times \sin\left(\frac{28,65 S}{R'}\right) \quad (2.35)$$

## 9. Pelebaran Pada Tikungan

Pada saat meintasi sebuah tikungan pengemudi kendaraan akan sulit dalam mempertahankan lajur lintasan kendaraannya. Hal ini disebabkan:

1. Pada saat kendaraan membelok, seringkali lintasan roda belakang keluar lajur yang disediakan (*off tracking*)

## 2. Lintasan roda depan dan belakang tidak sama

Besarnya pelebaran untuk sebuah tikungan dapat dicari dengan persamaan matematis berikut.

$$\omega = Wc - Wn \quad (2.36)$$

$$Wc = N(U+C) + (N-1)Fa + Z \quad (2.37)$$

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 + L^2} \quad (2.38)$$

$$Fa = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (2.39)$$

$$Z = \frac{V}{\sqrt{R}} \quad (2.40)$$

dimana:

N : jumlah lajur

C : clearance

: 2 untuk lebar jalan 20 ft

: 2,5 untuk lebar jalan 22 ft

: 3 untuk lebar jalan 24 ft

Fa : lebar *front overhang*

Z : tambahan lebar karena kesulitan mengemudi

U : lebar lintasan roda pada tikungan (dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

$\mu$  : lebar lintasan roda pada jalan lurus

R : jari-jari tikungan jalan

L : jarak roda depan dan belakang

A : *front overhang*

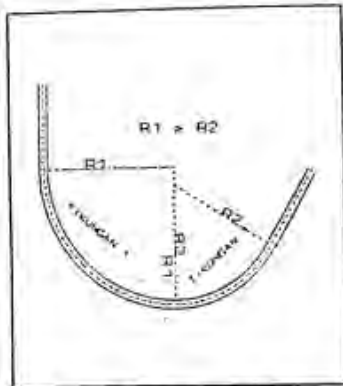
Z : lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan

## 10. Gabungan Alinyemen Horisontal

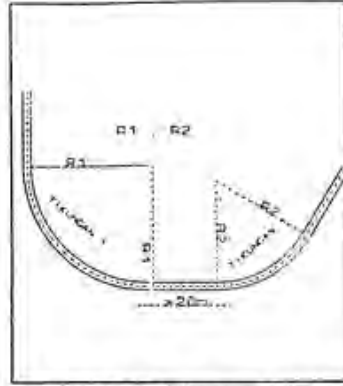
Dalam merencanakan suatu alinyemen horisontal, kemungkinan akan ditemui perencanaan tikungan gabungan, yang didasarkan pada kondisi topografi pada rute jalan yang direncanakan yang tidak dapat dihindari.

Terdapat 2 jenis gabungan alinyemen horisontal (lihat Gambar 2.14) antara lain :

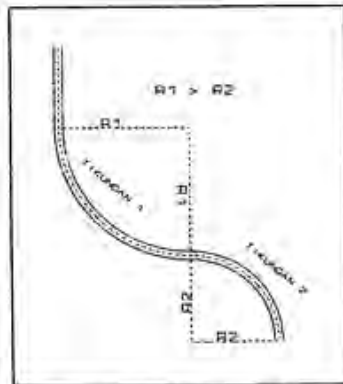
1. Tikungan gabungan searah, adalah gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama, tetapi dengan jari-jari yang berbeda.
2. Tikungan gabungan terbalik, adalah gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda.  
 Persyaratan untuk gabungan alinyemen horisontal antara lain :
  1. Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan  $R_1$  dan  $R_2$ :
    - $\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$ , tikungan gabungan searah harus dihindari
    - $\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3}$ , tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus atau *clothoide* sepanjang minimum 20 meter
  2. Setiap tikungan gabungan balik harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang minimum 20 meter.



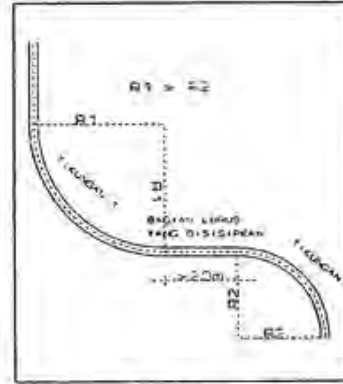
Gambar II.23. Tikungan Gabungan Searah



Gambar II.24. Tikungan Gabungan Searah dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 20 meter



Gambar II.25. Tikungan Gabungan Balik



Gambar II.26. Tikungan Gabungan Balik dengan sisipan bagian lurus minimum sepanjang 20 meter

## Gambar 2. 14 Gabungan Lengkung Horizontal

(Departemen PU, 1997)

## ii. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil atau penampang memanjang jalan.

Perencanaan alinyemen dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain :

1. Kondisi tanah dasar
2. Keadaan medan
3. Fungsi jalan
4. Muka air banjir
5. Muka air tanah
6. Kelandaian yang masih memungkinkan

Perencanaan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi. Oleh sebab itu perencanaannya juga akan terkait jumlah biaya konstruksi yang akan dikeluarkan.

### 1. Kelandaian Alinyemen Vertikal

#### a. Landai Minimum

Kelandaian yang baik yaitu kelandaian 0% (datar), tapi tidak demikian untuk keperluan drainase jalan melainkan yang bukan 0% (tidak datar).

Untuk jalan-jalan di atas timbunan yang tidak memiliki kerb maka kemiringan meintang jalan sudah memadai untuk mengalirkan air dari atas badan jalan ke lereng jalan.

Untuk jalan di atas timbunan dan berada pada medan dan memiliki kerb, maka kelandaian 0,15% dianjurkan untuk dipakai guna mengalirkan air dari atas badan jalan menuju saluran pembuangan atau inlet.



Untuk jalan-jalan di atas daerah galian dan memiliki kerb, dianjurkan untuk menggunakan kelandaian minimum sebesar 0,3%-0,5%

b. Landai Maksimum

Kelandaian Maksimum dimaksudkan untuk menjaga agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti, misal truk yang bermuatan penuh. Kelandaian maksimum masih diperkenankan bila penurunan kecepatan tidak lebih dari setengah kecepatan semula tanpa harus menggunakan transmisi rendah. Secara detil, batasan kelandaian maksimum menurut Bina Marga ditunjukkan pada Tabel 2.14

**Tabel 2. 14** Kelandaian Jalan

VR km/jam	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Maksimal	3	3	4	5	8	9	10	10

c. Panjang Kritis Kelandaian

Penentuan landai maksimum masih belum cukup dalam perencanaan alinyemen vertikal, karena jarak yang pendek merupakan faktor yang sangat berpengaruh bila dibandingkan dengan jarak yang panjang pada kelandaian yang sama.

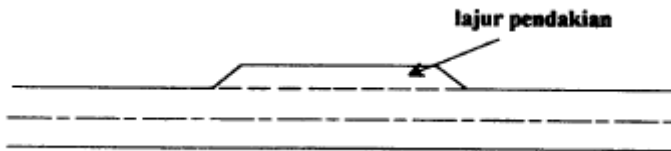
Penentuan panjang kritis berdasarkan pada pengurangan kecepatan kendaraan yang mencapai 30-50% kecepatan rencana dan kendaraan tersebut berjalan selama 1 menit.

Besarnya panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 2.15

**Tabel 2. 15** Panjang Kritis (m)

Kecepatan Rencana (km/j)											
80		60		50		40		30		20	
5%	500	6%	500	7%	500	8%	420	9%	340	10%	250
6%	500	7%	500	8%	420	9%	340	10%	250	11%	250
7%	500	8%	420	9%	340	10%	250	11%	250	12%	250
8%	420	9%	340	10%	250	11%	250	12%	250	13%	250

Pada jalan-jalan dengan kelandaian yang dilewati volume lalu lintas yang cukup tinggi termasuk jenis kendaraan truk, maka pada jarak tertentu diperlukan lajur pendakian. Lajur pendakian berfungsi untuk menghindari kemacetan (terjebaknya) antara kendaraan yang melaju dengan kecepatan rencana ( $V_r$ ) di belakang kendaraan berat yang melaju dengan kecepatan di bawah kecepatan rencana ( $V_r$ ). Dalam hal ini sebaiknya dipertimbangkan untuk membuat lajur tambahan di sebelah kiri lajur jalan. Ilustrasi lajur pendakian dapat dilihat pada Gambar 2.15

**Gambar 2. 15** Lajur Pendakian

(Departemen PU,1997)

## 2. Lengkung Vertikal

### a. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Dalam menentukan panjang lengkung vertikal cekung harus memperhatikan :

- Jarak penyinaran lampu dari kendaraan
- Kenyamanan pengemudi
- Persyaratan drainase
- Bentuk secara umum

Beberapa persyaratan untuk menentukan panjang lengkung vertikal cekung antara lain :

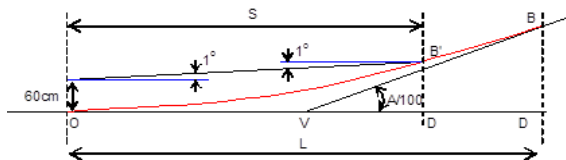
- Berdasarkan jarak penyinaran lampu kendaraan
- Dengan Jarak Penyinaran Lampu depan  $< L$

$$S < L \rightarrow L_V = \frac{A \cdot S^2}{120 + 3,5 S} \quad (2.41)$$

- Dengan Jarak Penyinaran Lampu depan  $> L$

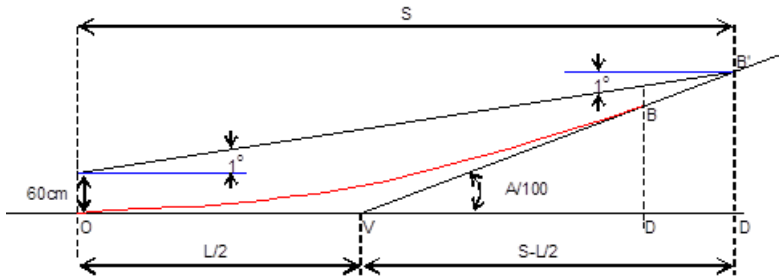
$$S > L \rightarrow L_V = 2S - \frac{120 + 3,5 S}{A} \quad (2.42)$$

Ilustrasi jarak penyinaran lampu dapat dilihat pada Gambar 2.16 dan Gambar 2.17.



**Gambar 2. 16** Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu depan  $< L$

(Sukirman, 1999)



**Gambar 2. 17** Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan > L

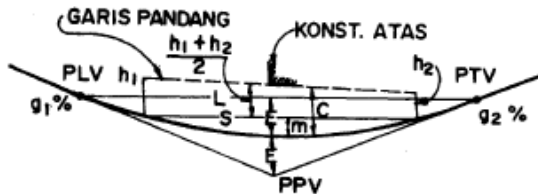
(Sukirman, 1999)

- Berdasarkan jarak pandangan bebas di bawah jembatan  
 Asumsi : titik PPV berada tepat di bawah jembatan

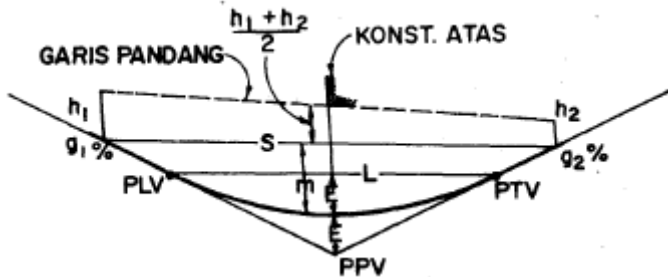
$$S < L \rightarrow L_v = \frac{A \cdot S^2}{3480} \quad (2.43)$$

$$S > L \rightarrow L_v = 2S - \frac{3480}{A} \quad (2.44)$$

Ilustrasi jarak pandangan bebas di bawah jembatan dapat dilihat pada Gambar 2.18 dan Gambar 2.19.



**Gambar 2. 18** Lengkung Vertikal Cekung Dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan < L



**Gambar 2. 19** Lengkung Vertikal Cekung Dengan Jarak Penyorotan Lampu Depan  $> L$

- Berdasarkan syarat perjalanan 3 detik

$$L_v = 3 \cdot V_d \cdot \frac{1000}{3600} \quad (2.45)$$

- Berdasarkan syarat penyerapan guncangan

$$L_v = V^2 \cdot \frac{A}{360} \quad (2.46)$$

- Berdasarkan keluwesan bentuk

$$L_v = 0,6 \cdot V \quad (2.47)$$

- Berdasarkan ketentuan drainase

$$L_v = 50 \cdot A \quad (2.48)$$

- Berdasarkan kenyamanan mengemudi

$$L_v = \frac{AV^2}{380} \quad (2.49)$$

dimana :

V = kecepatan rencana (km/jam)

A = perbedaan aljabar kelandaian =  $|g_1 \pm g_2|$

Menentukan elevasi setiap STA dengan rumus :

$$y = \frac{A \cdot x^2}{200 L_v} \quad (2.50)$$

Catatan : dengan y dihitung dari garis tangennya untuk  $x = 0,5 L_v$  dan  $y = E_v$ , diperoleh

$$E_v = \frac{A L_v}{800} \quad (2.51)$$

maka :

$$\text{Elevasi PLV} = \text{elevasi PPV} - g1\% \cdot 0,5 L_v \quad (2.52)$$

$$\text{Elevasi PTV} = \text{elevasi PPV} + g2\% \cdot 0,5 L_v \quad (2.53)$$

$$\text{Elevasi PPV}' = \text{elevasi PPV} + E_v \quad (2.54)$$

#### b. Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan. Dalam menentukan panjang lengkung vertikal cembung harus memenuhi syarat :

- Jarak pandangan berada di dalam daerah lengkung ( $S < L$ )

Menurut Bina Marga, untuk desain berdasarkan Jarak Pandangan Henti, besarnya nilai  $h_1=120$  cm (tinggi mata pengemudi yang terendah/terkritis) dan besarnya nilai  $h_2=10$  cm (tinggi obyek penghalang)/

Sedangkan jika desain berdasarkan Jarak Pandangan Menyiap besarnya  $h_2=20$  cm. Namun untuk keamanan ditetapkan  $h_2=120$  cm.

- Jika JPH yang dipakai;  $h_1 = 120$  cm,  $h_2 = 10$  cm, maka :

$$L_v = \frac{AS^2}{399} \quad (2.55)$$

- Jika JPM yang dipakai;  $h_1 = 120$  cm,  $h_2 = 120$  cm, maka :

$$L_v = \frac{AS^2}{960} \quad (2.56)$$

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

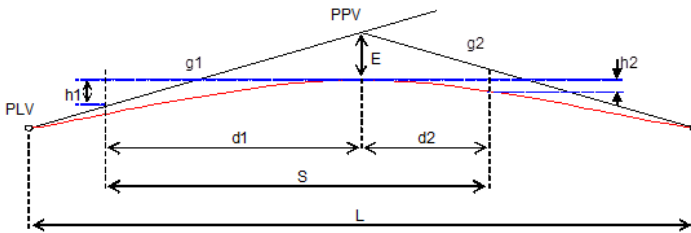
- Jika JPH yang dipakai;  $h_1 = 120$  cm,  $h_2 = 10$  cm, maka :

$$L_v = 2S - \frac{399}{A} \quad (2.57)$$

- Jika JPM yang dipakai;  $h_1 = 120$  cm,  $h_2 = 120$  cm, maka :

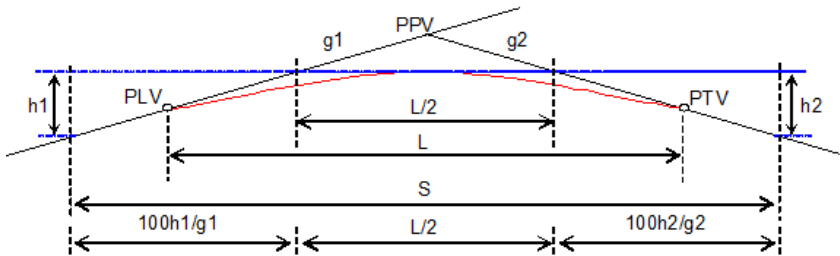
$$L_v = 2S - \frac{960}{A} \quad (2.58)$$

Ilustrasi lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada Gambar 2.20 dan Gambar 2.21



**Gambar 2. 20** Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung

(Sukirman, 1999)



**Gambar 2. 21** Lengkung berada di dalam jarak pandangan ( $S > L$ )

(Sukirman, 1999)

- Berdasarkan syarat perjalanan 3 detik

$$L_v = 3 \cdot V_d \cdot \frac{1000}{3600} \quad (2.59)$$

- Berdasarkan syarat penyerapan guncangan

$$L_v = V^2 \cdot \frac{A}{360} \quad (2.60)$$

- Berdasarkan keluwesan bentuk

$$L_v = 0,6 \cdot V \quad (2.61)$$

- Berdasarkan ketentuan drainase

$$L_v = 50 \cdot A \quad (2.62)$$

- Berdasarkan kenyamanan mengemudi

$$L_v = \frac{AV^2}{380} \quad (2.63)$$

dimana :

V = kecepatan rencana (km/jam)

A = perbedaan aljabar kelandaian =  $|g_1 \pm g_2|$

Menentukan elevasi setiap STA dengan rumus :

$$y = \frac{A \cdot x^2}{200 L_v} \quad (2.64)$$

Catatan : dengan y dihitung dari garis tangennya untuk  $x = 0,5 L_v$  dan  $y = E_v$ , diperoleh

$$E_v = \frac{A L_v}{800} \quad (2.65)$$

maka :

Elevasi PLV = elevasi PPV -  $g_1\% \cdot 0,5 L_v$  (2.66)

Elevasi PTV = elevasi PPV +  $g_2\% \cdot 0,5 L_v$  (2.67)

Elevasi PPV' = elevasi PPV +  $E_v$  (2.68)

### iii. Koordinasi Alinyemen

Dalam perencanaan jalan diperlukan koordinasi alinyemen untuk dapat menghasilkan rasa nyaman dan aman bagi pengguna jalan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal terletak dalam satu fase, secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit daripada alinyemen vertikal. Gambar 2.22 menunjukkan koordinasi alinyemen yang ideal.





**Gambar 2. 22** Koordinasi Ideal Antar Alinyemen Horizontal Dan Alinyemen Vertikal

(Departemen PU, 1997)

2. Perlu dihindari tikungan yang tajam di bagian atas lengkung vertikal cembung atau di bawah lengkung vertikal cekung, karena pengemudi akan melihat jalan terkesan patah/putus. Gambar 2.23 mengilustrasikan koordinsi alinyemen yang tidak sefase.



**Gambar 2. 23** Tikungan Terletak Di Bagian Atas Lengkung Vertikal Cekung

(Departemen PU, 1997)

3. Pada jalan yang lurus dan panjang sebaiknya tidak dibuatkan lengkung vertikal cekung atau kombinasi dari lengkung vertikal cekung, karena pengemudi sulit memperkirakan arah alinyemen di balik puncak tersebut. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.24.



**Gambar 2. 24** Kombinasi Lengkung Vertikal Cekung Pada Jalan Yang Lurus dan Panjang

(Departemen PU, 1997)

4. Sebaiknya tidak meletakkan kombinasi lengkung vertikal pada suatu lengkung horizontal.
5. Hindari penempatan awal dari tikungan mendekati puncak dari lengkungan cembung.

#### d. Klasifikasi Jalan

Menurut Undang-Undang no.38 Tahun 2004 tentang Jalan dan Peraturan Pemerintah no.34 Tahun 2006 tentang Jalan, klasifikasi jalan umum dikelompokkan berdasarkan fungsi, status dan kelasnya.

##### i. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Menurut fungsi jalan, terdiri atas :

1. **Jalan Arteri** : yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2. **Jalan Kolektor** : yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. **Jalan Lokal** : yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. **Jalan Lingkungan** : yaitu jalan yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

## ii. Klasifikasi Menurut Status Jalan

Menurut status jalan, terdiri atas :

1. **Jalan Nasional** : merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. **Jalan Provinsi** : merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. **Jalan Kabupaten** : merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi, yaitu menghubungkan antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten
4. **Jalan Kota** : adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
5. **Jalan Desa** : merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

### iii. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas jalannya didasarkan pada spesifikasi penyediaan prasarana jalan, dibagi menjadi :

1. **Jalan Bebas Hambatan** : spesifikasinya meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 lajur setiap arah, dan lebar lajur paling sedikit 3,5.
2. **Jalan Raya** : spesifikasi adalah jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 lajur setiap arah, lebar lajur paling sedikit 3,5 m.
3. **Jalan Sedang** : spesifikasinya adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 lajur setiap arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 m.
4. **Jalan Kecil** : spesifikasinya adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 lajur untuk 2 arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 m.

#### e. Trip Assignment

*Trip Assignment* adalah analisis perpindahan rute perjalanan bagi kendaraan. Dalam tugas akhir ini *Trip Assignment* dihitung menggunakan metode Smock, yaitu :

$$t = t_0 \cdot \text{Exp}\left(\frac{V}{Q_s}\right) \quad (2.69)$$

Dimana :

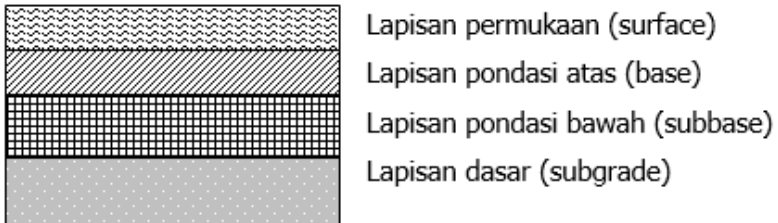
$t_0$  = travel time per satuan jarak saat free flow

$Q_s$  = jarak yang dihemat bila menggunakan jalan tol

## f. Konstruksi Perkerasan Lentur

### i. Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

1. Lapisan Permukaan (*surface course*)
2. Lapisan Pondasi Atas (*base course*)
3. Lapisan Pondasi Bawah (*sub base course*)
4. Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*)



**Gambar 2. 25** Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

(Departemen PU, 1987)

### ii. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana dihitung untuk memperkirakan beban kendaraan yang akan melewati suatu ruas jalan selama umur rencana.

#### 1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata setiap jenis kendaraan pada awal umur rencana yang dihitung pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. LHR dihitung pada awal umur rencana dan pada akhir umur rencana dengan menggunakan rumus :

$$\text{LHR}_{\text{awal}} = V \text{ kendaraan} \times (1+i)^n \quad (2.70)$$

$$\text{LHR}_{\text{akhir}} = \text{LHR}_{\text{awal}} \times (1+i)^n \quad (2.71)$$

dimana :

V = volume kendaraan

i = faktor pertumbuhan kendaraan

$n$  = umur rencana

## 2. Angka ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb).

Untuk menghitung angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu untuk setiap kendaraan ditentukan menurut rumus berikut ini :

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left(\frac{P}{5,40}\right)^4 \quad (2.72)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left(\frac{P}{8,16}\right)^4 \quad (2.73)$$

dimana :

$P$  = Beban sumbu kendaraan

Untuk kendaraan ringan, angka ekuivalen ditetapkan sebesar 0,004

Angka ekuivalen kendaraan berat dengan beban sumbu tertentu terdapat dalam Tabel 2.16 dibawah ini :

**Tabel 2. 16** Angka Ekivalen Sumbu Kendaraan Berat

Jenis kendaraan	Angka Ekivalen
Bus Kecil	0,2
Bus Besar	1
Truk 2 sumbu kecil	1,7
Truk 2 sumbu besar	11.2
Truk 3 sumbu	64,4
Truk Gandeng	90,4
Truk Semi Trailer	93,7

(Manual Desain Perkerasan, 2013)

## 3. Perhitungan Lintas Ekivalen Rencana

- a) Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.74)$$

- b) Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{ur} \times C_j \times E_j \quad (2.75)$$

c) Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus :

$$LET = \frac{LEP+LEA}{2} \quad (2.76)$$

d) Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus :

$$LET = LER + FP \quad (2.77)$$

$$FP = \frac{UR}{10}$$

dimana

- j : jenis kendaraan  
 E : Angka ekuivalen tipe jenis kendaraan  
 C : koefisien distribusi kendaraan  
 FP : faktor penyesuaian  
 ur : umur rencana

Nilai koefisien distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.17

**Tabel 2. 17** Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

#### 4. Daya Dukung Tanah Dasar

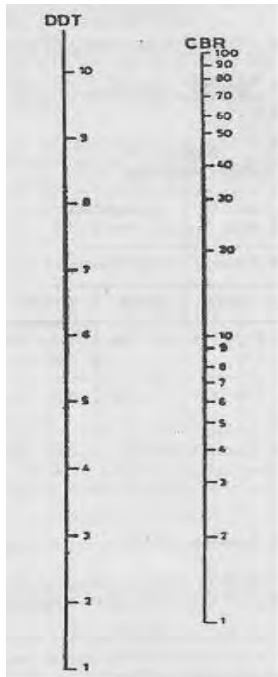
Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*california bearing ratio*). Dari nilai CBR yang diperoleh ditentukan nilai CBR rencana, yang merupakan nilai CBR rata-rata suatu jalan. Cara penentuannya adalah sebagai berikut :



- a) Tentukan harga CBR terendah
- b) Tentukan jumlah harga CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR
- c) Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100% dan yang lainnya merupakan presentase dari 100%
- d) Buat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tersebut
- e) Nilai CBR rata-rata adalah nilai yang didapat dari persentase 90%

Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan rumus dari Bina Marga :

$$DDT = 4,3\log(CBR\%) + 1,7 \quad (2.78)$$



**Gambar 2. 26** Korelasi DDT dan CBR

#### 5. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP) adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut di bawah ini :

- IP 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan
- IP 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan (jalan tidak terputus)

- IP 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih diterima
- IP 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER) seperti dicantumkan pada Tabel 2.18.

**Tabel 2. 18** Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana ( $I_{p_t}$ )

LER	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Departemen PU, 1987)

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti yang dicantumkan pada Tabel 2.19

**Tabel 2. 19** Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana ( $I_{p_0}$ )

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA	3,9 – 3,4	$< 2000$

BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN	≤ 2,4	
TANAH	≤ 2,4	
JALAN		
KERIKIL		

(Departemen PU, 1987)

6. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) adalah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai Faktor Regional (FR) didapatkan berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada Tabel 2.20

**Tabel 2. 20** Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	≤ 30%	>30%	<30 %	>30%	≤30 %	>30%
Iklm I <900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklm II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Departemen PU, 1987)

Keterangan : Iklim I < 900 mm/tahun adalah curah hujan yang terjadi selama 1 tahun di bawah 900 mm

Pada bagian jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

#### 7. Indeks Tebal Perkerasan

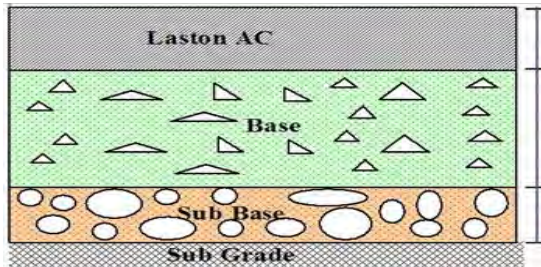
Dalam menentukan tebal perkerasan digunakan perumusan sebagai berikut :

$$ITP = A_1D_1 + A_2D_2 + A_3D_3 \quad (2.79)$$

dimana :

$A_{1,2,3}$  = Koefisien kuat relatif permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah

$D_{1,2,3}$  = tebal tiap-tiap lapisan (cm)



**Gambar 2. 27** Susunan Lapisan Perkerasan

(Departemen PU, 1987)

Nilai koefisien kekuatan relatif (a) ditunjukkan pada Tabel 2.21

**Tabel 2. 21** Nilai Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.15	-	-	22	-	
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.14	-	-	-	100	
-	0.13	-	-	-	80	
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas A)
-	-	0.13	-	-	70	Batu Pecah (kelas B)

-	-	0.12	-	-	50	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/ pitrum (kelas B)
						Sirtu/ pitrum (kelas C)
						Tanah/ lempung kepasiran

(Departemen PU, 1987)

Batasan-batasan minimum Tebal Lapisan Perkerasan :

a) Lapis Permukaan; tebal minimum (lihat Tabel 2.22) dari lapis permukaan jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

**Tabel 2. 22** Tebal Minimum Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras, Burtu, Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10	10	Laston

(Departemen PU, 1987)

b) Lapis Pondasi; tebal minimum (lihat Tabel 2.23) dari lapis pondasi jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

**Tabel 2. 23** Tebal Minimum Lapisan Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3.00 – 7.49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
7.50 – 9.99	10	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macam
10 – 12.14	15	pondasi macam
	20	Laston atas
≥ 12.25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur , pondasi macam, lapen, laston atas.
		Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macam, lapen, laston atas.

(Departemen PU, 1987)

c) Lapis Pondasi Bawah; untuk setiap nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bila digunakan untuk pondasi bawah, tebal minimum 10 cm.

**g. Volume Pekerjaan**

Perhitungan volume pekerjaan meliputi pekerjaan lapis pondasi serta galian dan timbunan.

Untuk perhitungan galian dan timbunan dilakukan dengan metode Double End Areas (luas ujung rangkap), yaitu dengan mengambil rata-rata luas kedua ujung penampang dari Sta.1 dan Sta.2, kemudian dikalikan dengan jarak kedua stasiun. Ini dilakukan untuk semua titik stasiun yang berada pada rancangan trase jalan.



$$\text{Volume} = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot L \quad (2.80)$$

dimana :

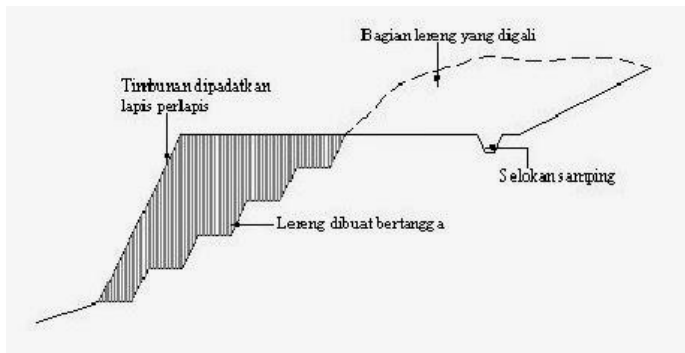
V = volume tanah ( $\text{m}^3$ )

$A_1$  = luas penampang di Sta.1 ( $\text{m}^2$ )

$A_2$  = luas penampang di Sta.2 ( $\text{m}^2$ )

L = jarak kedua stasiun (m)

contoh penampang suatu stasioning ditunjukkan pada Gambar 2.28



**Gambar 2.28** Contoh Penampang Jalan untuk Perhitungan *Cut&Fill*

Pada gambar di atas ditunjukkan timbunan dan galian pada salah satu penampang stasioning yang nantinya akan dirata-rata dengan timbunan dan galian stasioning berikutnya kemudian dikalikan dengan jarak antar stasioning. Perhitungan dilakukan masing-masing untuk tiap timbunan dan galian.

## **h. Rambu dan Marka Jalan**

### **i. Rambu-Rambu Lalu Lintas**

Berdasarkan Peraturan Menteri nomor 13 tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas, Rambu-Rambu Lalu Lintas di jalan adalah satu dari perlengkapan jalan, berupa lambang, huruf, angka, kalimat dan/atau perpaduan antaranya sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pemakai jalan. Rambu-Rambu Lalu Lintas terdiri dari :

- Rambu Peringatan adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan peringatan bahaya atau tempat berbahaya pada jalan di depan pemakai jalan.
- Rambu Larangan adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang di lakukan oleh pemakai jalan.
- Rambu Perintah adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pemakai jalan.
- Rambu Petunjuk adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan petunjuk mengenai jurusan, jalan, situasi, kota, tempat, pengaturan, fasilitas dan lain-lain bagi pemakai jalan.
- Papan Tambahan adalah papan/plat yang dipasang dibawah daun rambu yang memberikan penjelasan lebih lanjut dari suatu rambu.
- Rambu Sementara adalah rambu lalu lintas yang tidak dipasang secara tetap dan digunakan dalam keadaan dalam kegiatan tertentu.
- Rambu berupa kata-kata adalah rambu lalu lintas yang tidak dapat dinyatakan dengan lambang rambu peringatan, larangan perintah dan petunjuk dapat dinyatakan dengan kata-kata.

### **ii. Marka Jalan**

Berdasarkan Peraturan Menteri nomor 34 tahun 2014 Tentang Marka Jalan, Marka jalan adalah suatu tanda yang berada

di permukaan jalan atau di atas jalan yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas yang membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Jenis marka jalan sesuai fungsinya :

1. Marka Membujur

- Marka membujur tidak terputus tanda larangan lewat dan tanda tepi jalan.
- Marka membujur terputus-putus berfungsi mengarahkan lalu lintas, peringatan ada marka didepan dan pembatas lajur/jalur jalan.
- Marka membujur berupa garis ganda terdiri dari kombinasi fungsi garis utuh dan putus-putus.

2. Marka melintang.

- Garis utuh tanda batas berhenti kendaraan terhadap rambu larangan.
- Garis ganda terputus, batas berhenti sewaktu mendahului kendaraan lain yang diwajibkan oleh rambu larangan, bila tidak dilengkapi rambu larangan maka marka harus didahului dengan marka lambang segitiga.

3. Marka Serong.

- Garis utuh yang berarti daerah dimana marka itu dibuat/dilarang untuk dilintasi kendaraan kecuali kendaraan petugas atau instansi berwenang.
- Fungsi Marka serong:
  - Pemberitahuan awal/akhir pemisah jalan.
  - Yang dibatasi dengan rangka garis utuh berarti daerah tidak boleh dimasuki kendaraan.

- Yang dibatasi dengan garis putus-putus digunakan untuk menyatakan kendaraan tidak boleh memasuki daerah tersebut sampai mendapatkan kepastian selamat.
4. Marka Lambang
- Bentuk Marka lambang berupa : panah, segitiga atau tulisan yang dipergunakan untuk mengulangi maksud rambu-rambu lalu lintas atau untuk memberitahu pemakai jalan yang tidak dinyatakan dengan rambu.
  - Fungsi Marka Lambang :
    - Menyatakan tempat perhentian bus.
    - Menyatakan pemisahan arus lalu lintas sebelum mendekati persimpangan yang tanda lambangnya berbentuk panah.
    - Marka garis berbiku-biku kuning artinya dilarang Parkir.
    - Marka garis utuh kuning pada bingkai jalan artinya dilarang berhenti/garis putus-putus diluar bingkai jalan.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Langkah Pengerjaan**

Secara umum langkah-langkah pengerjaan yang ditempuh dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah studi pustaka dan literatur, pengumpulan data, pengolahan data, perhitungan perencanaan, penyajian hasil perhitungan dan gambar kerja.

Secara rinci langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut :

#### **3.1.1 Studi Pustaka dan Literatur**

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

#### **3.1.2 Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan dapat berupa data primer atau data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari pengamatan, penelitian yang dilakukan secara langsung atau didapat dari sumber asli atau sumber pertama. Data sekunder adalah data yang sudah tersedia, sehingga penulis hanya mengumpulkan dan memakai.

Data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Peta rupa bumi didapatkan dari Bakosurtanal. Di Surabaya perwakilan resmi Bakosurtanal bertempat di Jurusan Geomatika, fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.

- b. Data lalu lintas didapatkan dengan pendekatan jumlah volume lalu lintas persimpangan di sekitar lokasi perencanaan jalan tol.
- c. Data CBR didapatkan dari:
  - Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil ITS, Surabaya.
  - Proyek jalan Bina Marga yang berada di daerah sekitar proyek ini

### 3.1.3 Pengolahan Data

Dari data yang didapat, data tersebut diolah agar dapat menjadi input dalam proses perhitungan. Dapat berupa pengumpulan data yang dapat digunakan dalam perhitungan, pembacaan peta, perhitungan awal data mentah, dan pemeriksaan relevansi data.

Dari peta topografi didapat kontur permukaan tanah yang digunakan dalam perencanaan trase dan geometrik jalan.

Data lalu lintas mentah adalah berupa jumlah kendaraan tiap jenis kendaraan, dari jumlah kendaraan ini dikonversi menjadi satuan mobil penumpang yang merupakan input dalam perhitungan, dan kemudian dianalisis menggunakan *trip assignment* untuk dijadikan pembebanan pada perhitungan perencanaan tebal perkerasan dan volume jalan raya pada perencanaan geometrik untuk perencanaan kapasitas jalan.

Data tanah berupa daya dukung tanah atau CBR, data ini digunakan dalam perhitungan dan penentuan tebal perkerasan.

### 3.1.4 Perhitungan Perencanaan

Dalam perhitungan perencanaan kecepatan rencana yang digunakan adalah 100 km/jam, yang didapat dari kecepatan operasional ditambah 20 km/jam, dimana pada UU no.15 Tahun 2005 diisyaratkan kecepatan rencana minimal 80 km/jam untuk jalan tol di luar perkotaan

- a. Mempelajari trase rencana dan memilih trase alternatif.

b. Perencanaan geometrik jalan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.

-Perhitungan jarak pandang

- Jarak pandang henti
- Jarak pandang bersiap

-Alinyemen horisontal

- Perhitungan jari-jari minimum
- Perhitungan panjang lengkung peralihan
- Perhitungan panjang lengkung horizontal
- Perhitungan daerah bebas samping
- Perhitungan pelebaran pada tikungan

-Koordinasi Alinyemen

Perencanaan koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal.

c. Trip Assignment, menggunakan analisa dari data primer yang didapatkan dari survey di lapangan lalu melakukan perhitungan jumlah volume lalu lintas yang akan berpindah dari jalur eksisting ke jalan tol Pandaan-Malang dengan menggunakan metode Smock.

d. Perencanaan tebal lapis perkerasan yang sesuai, menggunakan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, Bina Marga

- Perhitungan lalu lintas rencana
- Perhitungan daya dukung tanah dasar
- Penentuan faktor regional dan indeks permukaan
- Perhitungan indeks tebal perkerasan, koefisien lapisan dan tebal lapisan

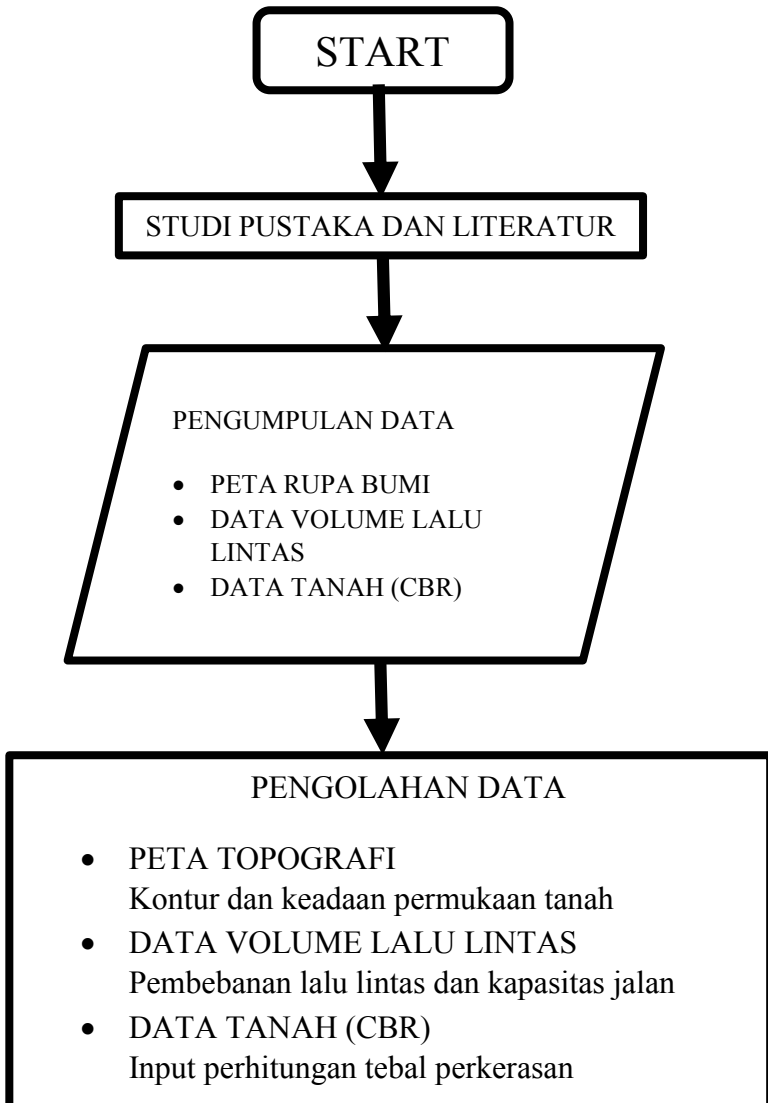
e. Perhitungan besarnya volume pekerjaan, dapat dihitung dari gambar teknis penampang melintang jalan dan panjang antar stasioning. Dari gambar teknis didapatkan luas dari galian dan timbunan dari suatu stasioning serta luasan lapis pondasi, lalu

luas galian dan timbunan dikalikan panjang antar stasioning untuk mendapatkan besar volume galian dan timbunan.



### 3.2 Diagram Alir

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





## **BAB IV**

### **DATA DAN ANALISA DATA**

#### **3.3 Pengantar**

Ruas Jalan Tol Pandaan-Malang ini merupakan ruas baru yang dimana belum terdapat data perencanaan sehingga dalam perencanaan nantinya menggunakan data dengan pendekatan data-data di sekitar lokasi studi.

Data perencanaan berupa data primer dan sekunder. Data primer ini adalah data lalu lintas harian yang nantinya didapatkan dari hasil survey. Data berupa hasil survey pada ruas Jalan Madyopuro dan Jalan Gempol-Malang. Data lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan adalah data lalu lintas sekunder yang telah dikalibrasi dengan hasil survey ruas dan diperkirakan dengan asumsi untuk beban perencanaan.

Data sekunder perencanaan berupa data CBR tanah dasar daerah Pandaan.

Data CBR tanah dasar digunakan sebagai parameter lapisan tanah dasar (*subgrade*) dari perencanaan. Bila cukup kuat maka perbaikan tanah tidak diperlukan lagi.

#### **3.4 Data Lalu Lintas Harian**

Dari data lalu lintas hasil dan Jalan Pandaan-Malang, diolah menjadi data lalu lintas harian dan diperkirakan menjadi beban bagi jalan tol yang direncanakan.

Berikutnya diperlukan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang akan digunakan untuk peramalan jumlah lalu lintas pada akhir masa umur rencana.

Tingkat pertumbuhan lalu lintas ini diasumsikan sama dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi di wilayah Jawa Timur.

- Pertumbuhan jumlah penduduk menggambarkan pertumbuhan lalu lintas angkutan umum

- Pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto Daerah menggambarkan laju pertumbuhan kendaraan niaga
- Pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto per kapita menunjukkan laju pertumbuhan kendaraan pribadi

Berikut ini adalah data mengenai jumlah penduduk dan PDRB Jawa Timur dari situs BPS Jawa Timur.

**Tabel 4. 1** Pertumbuhan Penduduk Jawa Timur 2010-2014

Tahun	Jumlah Penduduk
2010	37.840.657
2011	38.106.590
2012	38.363.195
2013	38.610.202
2014	38.847.561

(Badan Pusat Statistik Jatim, 2015)

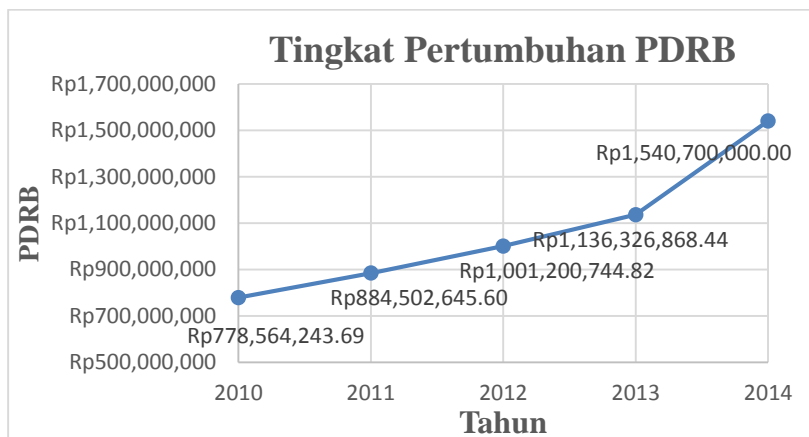


**Gambar 4. 1** Grafik Pertumbuhan Penduduk Jawa Timur 2010-2014

**Tabel 4. 2** Pertumbuhan PDRB Regional Jawa Timur 2010-2014

Tahun	PDRB
2010	Rp 778.564.243,69
2011	Rp 884.502.645,60
2012	Rp 1.001.200.744,82
2013	Rp 1.136.326.868,44
2014	Rp 1.540.700.000,00

(Badan Pusat Statistik Jatim, 2015)

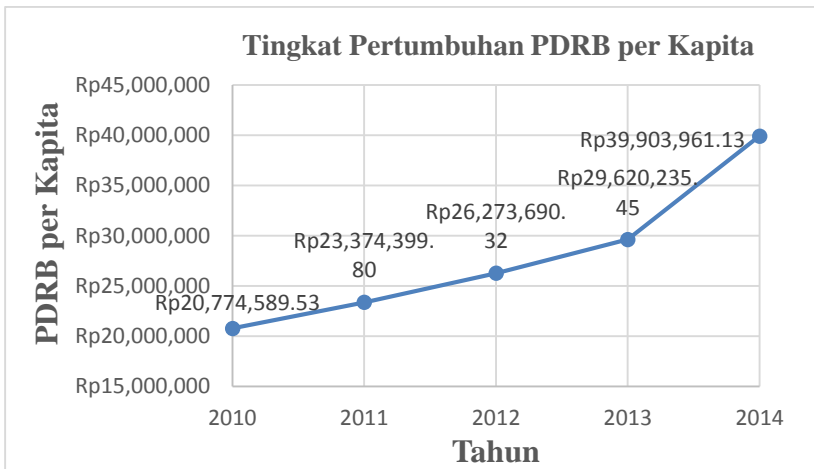


**Gambar 4. 2** Grafik Pertumbuhan PDRB Jawa Timur 2010-2014

**Tabel 4. 3** Pertumbuhan PDRB per Kapita Jawa Timur 2010-2014

Tahun	PDRB
2010	20,774,589.53
2011	23,374,399.80
2012	26,273,690.32
2013	29,620,235.45
2014	39,903,961.13

(Badan Pusat Statistik Jatim, 2015)



**Gambar 4. 3** Grafik Pertumbuhan PDRB per Kapita Jawa Timur 2010-2014

### **3.5 Data Primer Lalu Lintas**

Data didapat dari survey perhitungan (*counting*) lalu lintas pada ruas Jalan Raya Surabaya Malang tepatnya di Jalan Raya Sukorejo, 4 km dari pertigaan Sukorejo. Survey dilakukan pada hari Senin tanggal 25 April 2016 pada pukul 6.00-22.00.

Kondisi pada saat survey keadaan cuaca cerah dan surveyor tidak mengalami halangan pandangan dalam mengamati kondisi lalu lintas.

Hasil survey disajikan dalam tabel berikut ini :

**Tabel 4. 4** Hasil Survey Lalu Lintas Daerah Purwosari Arah Utara-Selatan

JAM	GOLONGAN									
	2	3	4	5A	5B	6A	6B	7A	7B	7C
	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Oplet, Pick Up, Sub Urban, Kombi, Minibus	Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantar	Bus Kecil	Bus Besar	Truk, Truk Tangki, 2 Sumbu 3/4	Truk Tangki 2 Sumbu	Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Trailer dan Truk Trailer
6:00 - 7:00	371	51	45	3	22	11	74	24	2	12
7:00 - 8:00	475	43	79	2	25	18	90	19	1	17
8:00 - 9:00	454	46	100	6	49	22	88	24	2	17
9:00 - 10:00	503	40	126	1	34	27	107	35	0	15
10:00 - 11:00	483	24	129	0	24	30	131	52	1	13
11:00 - 12:00	465	25	118	2	25	41	200	55	1	21
12:00 - 13:00	456	32	126	0	21	25	212	46	4	24
13:00 - 14:00	442	38	130	2	26	25	193	46	3	23



JAM	GOLONGAN									
	2	3	4	5A	5B	6A	6B	7A	7B	7C
	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Oplet, Pick Up, Sub Urban, Kombi, Minibus	Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantar	Bus Kecil	Bus Besar	Truk, Truk Tangki, 2 Sumbu 3/4	Truk Tangki 2 Sumbu	Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Trailer dan Truk Trailer
14:00 - 15:00	517	46	135	4	18	19	158	40	2	7
15:00 - 16:00	499	27	109	2	19	17	131	41	4	11
16:00 - 17:00	580	44	91	2	21	15	121	28	3	6
17:00 - 18:00	580	37	80	5	31	9	108	34	5	12
18:00 - 19:00	657	29	117	3	22	13	100	34	3	14
19:00 - 20:00	507	37	97	1	22	5	91	29	2	10
20:00 - 21:00	440	33	101	2	22	11	102	25	2	10
21:00 - 22:00	400	12	43	0	18	8	87	27	2	3
Jumlah	7829	564	1626	35	399	296	1993	559	37	215

**Tabel 4. 5** Hasil Survey Lalu Lintas Daerah Purwosari Arah Selatan-Utara

JAM	GOLONGAN									
	2	3	4	5A	5B	6A	6B	7A	7B	7C
	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Oplet, Pick Up, Sub Urban, Kombi, Minibus	Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantar	Bus Kecil	Bus Besar	Truk, Truk Tangki, 2 Sumbu 3/4	Truk Tangki 2 Sumbu	Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Trailer dan Truk Trailer
6:00 - 7:00	779	41	58	3	20	8	100	15	1	3
7:00 - 8:00	739	66	85	3	20	7	95	17	4	3
8:00 - 9:00	541	46	121	1	17	15	85	22	2	5
9:00 - 10:00	551	30	120	0	16	25	122	31	2	8
10:00 - 11:00	586	39	136	2	15	14	122	34	1	10
11:00 - 12:00	461	23	186	1	21	10	103	53	2	19
12:00 - 13:00	380	45	137	1	16	26	131	44	2	7

JAM	GOLONGAN									
	2	3	4	5A	5B	6A	6B	7A	7B	7C
	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Oplet, Pick Up, Sub Urban, Kombi, Minibus	Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantar	Bus Kecil	Bus Besar	Truk, Truk Tangki, 2 Sumbu 3/4	Truk Tangki 2 Sumbu	Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Trailer dan Truk Trailer
13:00 - 14:00	376	23	148	1	14	8	102	37	3	12
14:00 - 15:00	336	36	106	2	23	12	62	31	3	11
15:00 - 16:00	491	43	136	4	22	25	82	42	1	13
16:00 - 17:00	465	28	122	2	26	18	86	37	5	14
17:00 - 18:00	455	40	120	5	18	15	58	26	1	10
18:00 - 19:00	404	28	104	4	19	23	55	24	1	7
19:00 - 20:00	416	11	109	2	25	16	58	26	1	7
20:00 - 21:00	424	12	114	3	18	14	84	19	2	9
21:00 - 22:00	296	6	69	0	18	6	47	14	1	3
Jumlah	7700	517	1871	34	308	242	1392	472	32	141



### 3.6 Data Tanah (CBR)

Pengujian CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0,1 inci dan penetrasi sebesar 0,2 inci dan selanjutnya hasil kedua perhitungan tersebut dibandingkan sesuai dengan SNI 03-1744-1989 yaitu diambil hasil terbesar.

Data tanah didapatkan dari Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Sepuluh Nopember, seperti sebagai berikut.

Lokasi : Kecamatan Lawang  
Deskripsi Tanah : Sub-Grade

**Tabel 4. 6** Data Tanah CBR

Titik no.	Nilai CBR	
	0,1 "	0,2 "
1	34.13%	36.68%
2	49.20%	43.93%
3	19.17%	19.00%
4	41.63%	45.07%
5	10.43%	9.40%

Dari data CBR yang didapatkan akan ditentukan besarnya CBR tanah dasar (*Sub Grade*) berdasarkan grafik korelasi dari nilai CBR terurut dan persentase. Kemudian dicari besarnya nilai CBR dari persentase sebesar 90%.

## **BAB V**

### **ALTERNATIF DAN PEMILIHAN TRASE**

#### **3.7 Alternatif Trase**

Tahap pertama perencanaan geometrik jalan adalah pembuatan trase, Dalam perencanaannya dibuat alternatif jalur trase, yang nantinya akan dipilih berdasarkan kriteria yang memenuhi dalam aspek ekonomis.

Kriteria perencanaan trase ini didasarkan pada beberapa kriteria utama, antara lain luasnya lahan yang harus dibebaskan, panjang kumulatif jembatan, dan jumlah persil bangunan yang dibebaskan.

Dalam alternatif trase ini tidak direncanakan untuk penempatan interchange dan trase ini digambar berdasarkan peta rupa bumi Kota Malang, Kecamatan Lawang, Kecamatan Purwodadi, kecamatan Purwosari, Kecamatan Sukorejo dan Kecamatan Pandaan.

Berikut ini adalah gambar alternatif trase yang direncanakan

### **3.8 Pemilihan Trase**

Dari alternatif-alternatif tersebut akan dipilih satu yang menjadi dasar perencanaan berikutnya. Pemilihan trase ini berdasarkan pada sistem penilaian kumulatif yang didasarkan pada faktor keutamaan dari kriteria yang ada, Pemberian nilai tinggi diberikan pada kriteria dan trase yang memiliki prospek pekerjaan lebih baik. Trase yang memiliki nilai kumulatif tertinggi dipilih menjadi trase dalam perencanaan geometrik.

Kriteria yang dijadikan sebagai bahan pertimbangan adalah sebagai berikut :

1. Luas lahan yang dibebaskan (diasumsikan dengan panjang jalan yang melewati pemukiman dikalikan Ruang Pengawasan Jalan/Ruwasja = 75 m).
2. Jumlah bentang jembatan.
3. Jumlah persil bangunan yang dibebaskan.

Pembobotan diberikan dengan rentang nilai 1 s.d 3 dengan kriteria yang diutamakan diberi nilai lebih tinggi dan diurutkan ke nilai paling rendah.

Seperti pada umumnya, dari alternatif tersebut akan dipilih satu yang akan dijadikan desain rencana pada perencanaan geometrik





**Tabel 5. 1** Penilaian setiap trase untuk mendapatkan trase yang terpilih

Kriteria	I		II	
		nilai		nilai
Panjang (km)	37.618	/	39.523	/
Jumlah Persil	677	1	542	2
Jumlah Bentang Jembatan	36	1	30	2
Luas Lahan yang dibebaskan (m <sup>2</sup> )	2821350	2	2964225	1
	TOTAL	4	TOTAL	5

Dari hasil pembobotan didapatkan trase nomor II sebagai trase terpilih karena memiliki skor pembobotan yang lebih tinggi.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI PERENCANAAN GEOMETRIK

### 6.1 Dasar Perencanaan Geometrik

Ruas Jalan Tol Pandaan-Malang dalam Tugas Akhir ini direncanakan dengan tipe 4/2D, yaitu 4 lajur 2 arah terpisah (divided), dengan lebar tiap lajur direncanakan sebesar 3,6 meter. Jenis jalan adalah arteri dengan kecepatan rencana yang digunakan adalah 100 km/jam. Direncanakan harus memenuhi spesifikasi sebagai jalan tol di luar perkotaan, yaitu antara lain, tidak ada persimpangan sebidang, pembatasan akses masuk dan keluar, dan minimal 2 lajur untuk tiap arah.

### 6.2 Kriteria Desain Perencanaan Jalan Tol

**Tabel 6. 1** Kriteria Desain Perencanaan

No	Parameter	Desain	Satuan
1	<b>Kecepatan Rencana</b>	100	km/jam
2	<b>Potongan Melintang</b>		
	Lebar Lajur	3,6	m
	Lebar Jalur	9,2	m
	Tipe	4/2 D	
	Lebar Median + Bahu Dalam	5,8	m
	Lebar Bahu Jalan	3	m
	Kemiringan Melintang Normal	2	%
	Superelevasi Maksimum	10	%
3	<b>Jarak Pandang</b>		
	Jarak Pandang Henti Minimum	185	m
4	<b>Parameter Alinyemen Horizontal</b>		
	Jari-Jari Tikungan Minimum	370	m

No	Parameter	Desain	Satuan
	Jari-Jari Tikungan Pakai	500	m
	Panjang Lengkung Peralihan Minimum	56	m
<b>5</b>	<b>Parameter Alinyamen Vertikal</b>		
	Landai Maksimum	4	%

### 6.2.1 Perencanaan Alinyemen Horizontal

Koordinat titik simpang

$$\text{Start} = (684550, 9117413)$$

$$\text{PI 1} = (686279, 9119683)$$

$$\text{PI 2} = (685408, 9122730)$$

$$\Delta x_1 = 1729 \text{ m}$$

$$\Delta y_1 = 2270 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = -871 \text{ m}$$

$$\Delta y_2 = 3047 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L_1 &= \sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta y_1)^2} \\ &= \sqrt{(1729)^2 + (2270)^2} \\ &= 2853,48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2 &= \sqrt{(\Delta x_2)^2 + (\Delta y_2)^2} \\ &= \sqrt{(-871)^2 + (3047)^2} \end{aligned}$$

$$= 3169,05 \text{ m}$$

Panjang lurus segmen 1 (Start-PI1) = 2853,48 m

Panjang lurus segmen 2 (PI1-PI2) = 3169,05 m

$$\begin{aligned}\text{Azimuth PI 1} &= \arcsin \frac{\Delta x_1}{\Delta y_1} \tan \\ &= \arcsin \tan \frac{1729}{2270} \\ &= 37,3^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Azimuth PI 2} &= \arcsin \frac{\Delta x_2}{\Delta y_2} \tan \\ &= \arcsin \tan \frac{-871}{3047} \\ &= -15,95^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut PI 1} &= 37,3^\circ - (-15,95^\circ) \\ &= 53,25^\circ\end{aligned}$$

Perhitungan Nilai Superelevasi :

$V_R$  ditetapkan sebesar 80%  $V_D$  ( $V_D = 100$  km/jam) maka  $V_R = 80$  km/jam

$$\begin{aligned} f_{\max} &= (-0,00125 \times V_D) + 0,24 \\ &= (-0,00125 \times 100) + 0,24 = 0,115 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{V_D^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})} \\ &= \frac{100^2}{127 (0,1 + 0,115)} \\ &= 366,23 \approx 370 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan  $R_{\min}$  370 dipilih  $R = 500$  m

Perhitungan superelevasi dengan metode 5 AASHTO

$$\begin{aligned} D &= \frac{1432,39}{R} \\ &= \frac{1432,39}{500} \\ &= 2,87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\max} &= \frac{181913,53 (e_{\max} + f_{\max})}{V_D^2} \\ &= \frac{181913,53 (0,1 + 0,115)}{10000} = 3,9111 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (e+f) &= (e_{\max} + f_{\max}) \times \frac{D}{D_{\max}} \\ &= (0,1 + 0,115) \times \frac{2,87}{3,9111} \\ &= 0,131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_p &= \frac{181913,53 \times e_{maks}}{V_R^2} \\
 &= \frac{181913,53 \times 0,1}{80^2} \\
 &= 2,842
 \end{aligned}$$

$D < D_p$  ( $2,387 < 2,842$ ), maka digunakan rumus

$$f(D) = Mo \times \left(\frac{D}{D_p}\right)^2 + D \cdot \text{tg } \alpha_1$$

dimana:

$$\begin{aligned}
 h &= e_{max} \times \frac{v d^2}{v r^2} - e_{max} \\
 &= 0,1 \times \frac{100^2}{80^2} - 0,1 \\
 &= 0,056
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tg } \alpha_1 &= \frac{h}{D_p} \\
 &= 0,0198
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tg } \alpha_2 &= \frac{f_{max} - h}{D_{max} - D_p} \\
 &= \frac{0,115 - 0,056}{3,911 - 2,842} \\
 &= 0,0552
 \end{aligned}$$

$$Mo = D_p \times (D_{max} - D_p) \times \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 \times D_{max}}$$

$$= 2,842 \times (3,911 - 2,842) \times \frac{0,0552 - 0,0197}{2 \times 3,911}$$

$$= 0,0137$$

Maka:

$$f(D) = 0,0137 \times \left(\frac{2,387}{2,842}\right)^2 + 2,387 \times 0,0198$$

$$= 0,071$$

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

$$= 0,137 - 0,071$$

$$= 0,087 \text{ (8,7 \%)}$$

#### Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (Ls)

Berdasarkan standar Bina Marga, panjang lengkung peralihan ditentukan berdasarkan nilai LS terbesar dari 3 rumusan berikut:

1. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan

$$Ls = \frac{v d x t}{3.6}$$

dimana  $t = 3 \text{ dtk}$

$$Ls = \frac{100 \times 3}{3.6}$$

$$= 83,33 \text{ m}$$



## 2. Modifikasi Short Formula

$$L_s = \frac{0.022x V^3}{R x C} - \frac{2.727 x V x e}{C}$$

dimana disarankan  $C = 0.4$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{0.022 x 100^3}{500 x 0.4} - \frac{2.727 x 100 x 0.064}{0.4} \\ &= 40,978 \text{ m} \end{aligned}$$

## 3. Tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{e-en}{3.6 x \Gamma e} x V$$

dimana  $\Gamma e = 0.025$

$\Gamma e$  = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan  
(0,025 m/m/detik untuk  $V_d > 80$  km/jam)

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{0.1-0.02}{3.6 x 0.025} x 100 \\ &= 88,89 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, nilai  $L_s$  yang diambil adalah nilai yang terbesar, maka  $L_s = 88,89$  m

.

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{90 x L_s}{\pi R} \\ &= \frac{90 x 88,88}{\pi 500} \end{aligned}$$

$$= 5,10$$

$$\begin{aligned} \text{Lc} &= \frac{(\Delta - 2 \times \theta s) \pi \times R}{180} \\ &= \frac{(53,25 - 2 \times 4,25) \pi \times 500}{180} \end{aligned}$$

$$= 375,56 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{p} &= \frac{Ls^2}{6 \times R} - R(1 - \cos \theta s) \\ &= \frac{88,89^2}{6 \times 500} - 500(1 - \cos 4,25) \end{aligned}$$

$$= 0,658 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{k} &= Ls - \frac{Ls^3}{40 \times R^4} - R \times \sin \theta s \\ &= 88,89 - \frac{88,89^3}{40 \times 500^4} - 500 \times \sin 4,25 \end{aligned}$$

$$= 44,41 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ts} &= (R + p) \times \tan (\Delta / 2) + k \\ &= (500 + 0,548) \times \tan (53,25 / 2) + 44,41 \end{aligned}$$

$$= 295,39 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{E} &= \frac{R + p}{\cos(\frac{\Delta}{2})} - R \\ &= \frac{500 + 0,548}{\cos(\frac{53,25}{2})} - 500 \end{aligned}$$

$$= 60,04 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 X_s &= Ls \left( 1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2} \right) \\
 &= 88,89 \left( 1 - \frac{88,89^2}{40 \times 500^2} \right) \\
 &= 88,82 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_s &= \frac{Ls^2}{6 \times R} \\
 &= \frac{88,89^2}{6 \times 500} \\
 &= 2,634 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Stationing pada lengkung

Contoh perhitungan PI-1 jalan akses 1

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS} &= (0+000) + L - \text{TS} \\
 &= (0+000) + 2853 - 345,46 \\
 &= 0+2507,54 \\
 &= 2+507,54
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC} &= \text{STA TS} + L_s \\
 &= (2+507,54) + 88,89 \\
 &= 2+596,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS} &= \text{STA SC} + L_c \\
 &= (2+596,43) + 468,44
 \end{aligned}$$

$$= 3+064,87$$

$$\text{STA ST} = \text{STA CS} + L_s$$

$$=(3+064,87) + 88,89$$

$$= 3+153,76$$

Dengan menggunakan program bantu Autocad Civil 3D, perhitungan stasioning dilakukan secara otomatis.

**Tabel 6. 2** Perhitungan Sudut Tikungan

Titik	Panjang (peta)(m)	Koordinat (m)		$\Delta x$	$\Delta y$	L (m)	Azimuth	Sudut Tikungan
		x	y					
Start		684550	9117413					
PI-1	2853.478754	686279	9119683	1729	2270	2853.479	37.30	53.24843
PI-2	3169.045598	685408	9122730	-871	3047	3169.046	-15.95	7.667489
PI-3	2505.147101	685047	9125209	-361	2479	2505.147	-8.29	64.27401
PI-4	2077.384895	686769	9126371	1722	1162	2077.385	55.99	42.26428
PI-5	4990.48695	687953	9131219	1184	4848	4990.487	13.72	15.65646
PI-6	1893.552481	688882	9132869	929	1650	1893.552	29.38	25.84407
PI-7	1264.408162	688960	9134131	78	1262	1264.408	3.54	53.78771
PI-8	1298.03852	687962	9134961	-998	830	1298.039	-50.25	72.80701
PI-9	6908.465821	690612	9141341	2650	6380	6908.466	22.56	6.495274
PI-10	3412.321497	692269	9144324	1657	2983	3412.321	29.05	67.15223
PI-11	2113.287723	690965	9145987	-1304	1663	2113.288	-38.10	20.85942
PI-12	1487.858192	690524	9147408	-441	1421	1487.858	-17.24	50.44421
PI-13	1369.604322	691274	9148554	750	1146	1369.604	33.20	67.00607
PI-14	2104.814006	690103	9150303	-1171	1749	2104.814	-33.80	9.466801
End	2529.766788	688369	9152145	-1734	1842	2529.767	-43.27	

**Tabel 6. 3** Tabel Perhitungan Nilai Superelevasi

Titik	Perhitungan Superelevasi														
	D	R (m)	e max	Vd (km/jam)	Vr (km/jam)	f max	D max	(e+f)	Dp	h	tan $\alpha$ 1	tan $\alpha$ 2	Mo	f(D)	e
PI 1	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 2	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 3	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 4	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 5	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 6	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 7	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 8	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 9	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 10	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 11	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 12	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 13	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%
PI 14	2.865	500	0.1	100	80	0.115	3.911	0.157	2.842	0.056	0.0198	0.055	0.0137	0.071	8.7%

**Tabel 6. 4** Perhitngan Parameter Lengkung

Titik	Ls (m) berdasarkan			Ls Pakai	Parameter Lengkung dengan Lengkung Peralihan							
	Waktu Tempuh	Modifikasi Shortt	Pencapaian Kelandaian		$\theta_s$	Lc (m)	p (m)	k (m)	Ts (m)	E	Xs	Ys
PI-1	83.33	50.750	88.89	88.89	5.10	375.56	0.658	44.41	295.39	60.04	88.82	2.634
PI-2	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	-22.01	0.658	44.41	77.96	1.78	88.82	2.634
PI-3	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	471.72	0.658	44.41	358.92	91.25	88.82	2.634
PI-4	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	279.75	0.658	44.41	237.92	36.75	88.82	2.634
PI-5	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	47.67	0.658	44.41	113.24	5.37	88.82	2.634
PI-6	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	136.53	0.658	44.41	159.28	13.67	88.82	2.634
PI-7	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	380.26	0.658	44.41	298.34	61.37	88.82	2.634
PI-8	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	546.15	0.658	44.41	413.57	122.05	88.82	2.634
PI-9	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	-32.24	0.658	44.41	72.82	1.46	88.82	2.634
PI-10	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	496.83	0.658	44.41	376.75	100.92	88.82	2.634
PI-11	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	93.05	0.658	44.41	136.57	9.07	88.82	2.634
PI-12	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	351.10	0.658	44.41	280.24	53.42	88.82	2.634
PI-13	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	495.55	0.658	44.41	375.83	100.41	88.82	2.634
PI-14	83.33	40.978	88.89	88.89	5.10	-6.32	0.658	44.41	85.87	2.37	88.82	2.634

### **6.2.2 Perencanaan Alinyemen Vertikal**

Alinyemen vertikal juga direncanakan mengikuti dasar perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Terdapat dua jenis lengkung vertikal yaitu lengkung vertikal cekung dan lengkung vertikal cembung.

Selain itu yang perlu diperhatikan dalam perencanaan lengkung vertikal adalah jarak pandang. Jarak pandang yang dipakai adalah jarak pandang henti karena tipe jalan menggunakan tipe 4/2 D. jarak pandang menyiap tidak diperhitungkan karena hanya digunakan pada jalan 2/2 UD.



**Tabel 6. 5** Tabel Perhitungan Kelandaian Memanjang Jalan

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
START	0+ 020.89		455.834m		-1.91%	
PVI 1	0+ 045.00	24.11	455.374m	-1.91%	-2.19%	0.29%
PVI 2	0+ 075.00	30	454.716m	-2.19%	-2.19%	0.00%
PVI 3	0+ 110.00	35	453.948m	-2.19%	-2.19%	0.00%
PVI 4	0+ 156.37	46.37	452.931m	-2.19%	-1.21%	0.99%
PVI 5	0+ 195.00	38.63	452.465m	-1.21%	-1.21%	0.00%
PVI 6	0+ 240.00	45	451.922m	-1.21%	-1.21%	0.00%
PVI 7	0+ 255.00	15	451.742m	-1.21%	-1.21%	0.00%
PVI 8	0+ 335.00	80	450.776m	-1.21%	-2.92%	1.72%
PVI 9	0+ 379.69	44.69	449.471m	-2.92%	0.17%	3.09%
PVI 10	0+ 505.00	125.31	449.685m	0.17%	0.17%	0.00%
PVI 11	0+ 572.36	67.36	449.800m	0.17%	0.61%	0.44%
PVI 12	0+ 646.04	73.68	450.251m	0.61%	-3.00%	3.61%
PVI 13	0+ 682.80	36.76	449.148m	-3.00%	1.06%	4.06%
PVI 14	0+ 775.51	92.71	450.135m	1.06%	-0.42%	1.48%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 15	0+ 889.02	113.51	449.664m	-0.42%	0.78%	1.19%
PVI 16	0+ 966.12	77.1	450.262m	0.78%	2.41%	1.63%
PVI 17	1+ 001.63	35.51	451.117m	2.41%	1.11%	1.30%
PVI 18	1+ 175.00	173.37	453.039m	1.11%	1.24%	0.13%
PVI 19	1+ 320.00	145	454.831m	1.24%	1.29%	0.05%
PVI 20	1+ 342.56	22.56	455.121m	1.29%	-0.77%	2.06%
PVI 21	1+ 358.26	15.7	455.000m	-0.77%	-0.77%	0.00%
PVI 22	1+ 436.93	78.67	454.393m	-0.77%	0.75%	1.52%
PVI 23	1+ 485.73	48.8	454.759m	0.75%	0.59%	0.16%
PVI 24	1+ 545.00	59.27	455.111m	0.59%	0.56%	0.03%
PVI 25	1+ 645.78	100.78	455.678m	0.56%	1.31%	0.75%
PVI 26	1+ 695.00	49.22	456.324m	1.31%	1.71%	0.40%
PVI 27	1+ 790.00	95	457.952m	1.71%	1.71%	0.00%
PVI 28	1+ 916.30	126.3	460.117m	1.71%	0.20%	1.52%
PVI 29	2+ 021.71	105.41	460.327m	0.20%	-0.32%	0.52%
PVI 30	2+ 131.75	110.04	459.972m	-0.32%	0.29%	0.61%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 31	2+ 269.22	137.47	460.372m	0.29%	0.73%	0.43%
PVI 32	2+ 350.00	80.78	460.958m	0.73%	0.92%	0.20%
PVI 33	2+ 435.00	85	461.744m	0.92%	0.92%	0.00%
PVI 34	2+ 500.39	65.39	462.348m	0.92%	2.35%	1.43%
PVI 35	2+ 529.82	29.43	463.041m	2.35%	0.74%	1.61%
PVI 36	2+ 627.95	98.13	463.772m	0.74%	0.70%	0.05%
PVI 37	2+ 678.71	50.76	464.127m	0.70%	-0.61%	1.31%
PVI 38	2+ 709.58	30.87	463.939m	-0.61%	-0.88%	0.27%
PVI 39	2+ 759.82	50.24	463.497m	-0.88%	-1.08%	0.20%
PVI 40	2+ 766.10	6.28	463.430m	-1.08%	-0.81%	0.27%
PVI 41	2+ 797.50	31.4	463.175m	-0.81%	-0.22%	0.59%
PVI 42	2+ 836.93	39.43	463.089m	-0.22%	-0.28%	0.07%
PVI 43	2+ 891.69	54.76	462.933m	-0.28%	-0.50%	0.21%
PVI 44	3+ 061.23	169.54	462.089m	-0.50%	-0.72%	0.23%
PVI 45	3+ 288.70	227.47	460.440m	-0.72%	0.32%	1.05%
PVI 46	3+ 505.00	216.3	461.133m	0.32%	1.98%	1.66%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 47	3+ 707.61	202.61	465.144m	1.98%	2.91%	0.93%
PVI 48	3+ 986.78	279.17	473.269m	2.91%	0.67%	2.24%
PVI 49	4+ 331.92	345.14	475.593m	0.67%	0.58%	0.09%
PVI 50	4+ 710.00	378.08	477.795m	0.58%	0.89%	0.30%
PVI 51	5+ 185.00	475	482.000m	0.89%	-1.19%	2.08%
PVI 52	5+ 595.00	410	477.105m	-1.19%	0.95%	2.14%
PVI 53	5+ 870.00	275	479.712m	0.95%	1.71%	0.76%
PVI 54	5+ 988.90	118.9	481.747m	1.71%	2.72%	1.01%
PVI 55	6+ 250.00	261.1	488.850m	2.72%	1.50%	1.22%
PVI 56	6+ 305.00	55	489.678m	1.50%	2.52%	1.02%
PVI 57	6+ 407.48	102.48	492.260m	2.52%	0.24%	2.28%
PVI 58	6+ 720.00	312.52	493.000m	0.24%	2.05%	1.81%
PVI 59	7+ 002.46	282.46	498.778m	2.05%	0.98%	1.06%
PVI 60	7+ 294.07	291.61	501.646m	0.98%	-0.85%	1.83%
PVI 61	7+ 430.76	136.69	500.490m	-0.85%	-2.06%	1.22%
PVI 62	7+ 557.61	126.85	497.874m	-2.06%	-0.02%	2.05%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 63	7+ 646.38	88.77	497.860m	-0.02%	-1.76%	1.75%
PVI 64	7+ 993.42	347.04	491.741m	-1.76%	-2.29%	0.52%
PVI 65	8+ 460.00	466.58	481.079m	-2.29%	0.69%	2.98%
PVI 66	8+ 710.00	250	482.804m	0.69%	2.65%	1.96%
PVI 67	8+ 739.94	29.94	483.598m	2.65%	-0.33%	2.98%
PVI 68	8+ 979.44	239.5	482.817m	-0.33%	0.25%	0.57%
PVI 69	9+ 250.00	270.56	483.490m	0.25%	1.42%	1.17%
PVI 70	9+ 405.07	155.07	485.686m	1.42%	-1.12%	2.54%
PVI 71	9+ 555.00	149.93	484.000m	-1.12%	-0.85%	0.27%
PVI 72	9+ 620.62	65.62	483.440m	-0.85%	1.47%	2.33%
PVI 73	9+ 770.00	149.38	485.643m	1.47%	1.48%	0.01%
PVI 74	9+ 994.32	224.32	488.966m	1.48%	-0.51%	2.00%
PVI 75	10+ 162.56	168.24	488.100m	-0.51%	1.93%	2.45%
PVI 76	10+ 262.42	99.86	490.028m	1.93%	1.11%	0.82%
PVI 77	10+ 407.81	145.39	491.640m	1.11%	0.68%	0.43%
PVI 78	10+ 580.00	172.19	492.815m	0.68%	0.69%	0.00%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 79	10+ 690.00	110	493.570m	0.69%	2.20%	1.52%
PVI 80	10+ 751.77	61.77	494.930m	2.20%	1.69%	0.51%
PVI 81	10+ 815.00	63.23	496.000m	1.69%	2.14%	0.45%
PVI 82	10+ 895.00	80	497.716m	2.14%	2.09%	0.06%
PVI 83	10+ 974.86	79.86	499.384m	2.09%	1.24%	0.85%
PVI 84	11+ 055.00	80.14	500.376m	1.24%	1.24%	0.00%
PVI 85	11+ 115.00	60	501.118m	1.24%	1.24%	0.00%
PVI 86	11+ 155.00	40	501.613m	1.24%	3.00%	1.76%
PVI 87	11+ 298.46	143.46	505.917m	3.00%	2.99%	0.01%
PVI 88	11+ 365.00	66.54	507.909m	2.99%	2.98%	0.01%
PVI 89	11+ 445.55	80.55	510.310m	2.98%	2.92%	0.06%
PVI 90	11+ 502.57	57.02	511.978m	2.92%	2.86%	0.06%
PVI 91	11+ 760.00	257.43	519.340m	2.86%	2.82%	0.04%
PVI 92	11+ 945.00	185	524.560m	2.82%	2.87%	0.05%
PVI 93	12+ 125.00	180	529.721m	2.87%	2.91%	0.04%
PVI 94	12+ 650.00	525	545.000m	2.91%	1.82%	1.09%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 95	12+ 760.00	110	547.000m	1.82%	1.17%	0.64%
PVI 96	13+ 018.48	258.48	550.036m	1.17%	-2.47%	3.64%
PVI 97	13+ 032.05	13.57	549.702m	-2.47%	-2.98%	0.51%
PVI 98	13+ 861.18	829.13	525.000m	-2.98%	-0.66%	2.32%
PVI 99	14+ 582.13	720.95	520.278m	-0.66%	-0.59%	0.06%
PVI 100	15+ 212.85	630.72	516.533m	-0.59%	-0.79%	0.20%
PVI 101	15+ 536.25	323.4	513.978m	-0.79%	-2.27%	1.48%
PVI 102	15+ 733.46	197.21	509.511m	-2.27%	-0.60%	1.66%
PVI 103	15+ 935.00	201.54	508.295m	-0.60%	-0.38%	0.22%
PVI 104	16+ 130.50	195.5	507.553m	-0.38%	-0.84%	0.46%
PVI 105	16+ 308.09	177.59	506.069m	-0.84%	-1.80%	0.96%
PVI 106	16+ 382.58	74.49	504.730m	-1.80%	-1.23%	0.56%
PVI 107	16+ 478.08	95.5	503.551m	-1.23%	-0.20%	1.03%
PVI 108	16+ 568.78	90.7	503.367m	-0.20%	-0.87%	0.67%
PVI 109	16+ 725.00	156.22	502.000m	-0.87%	-2.97%	2.10%
PVI 110	17+ 600.00	875	476.000m	-2.97%	-1.89%	1.08%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 111	17+ 865.00	265	471.000m	-1.89%	-0.77%	1.12%
PVI 112	17+ 995.00	130	470.000m	-0.77%	-1.01%	0.25%
PVI 113	18+ 685.00	690	463.000m	-1.01%	0.00%	1.01%
PVI 114	18+ 805.00	120	463.000m	0.00%	0.00%	0.00%
PVI 115	18+ 935.00	130	463.000m	0.00%	-0.57%	0.57%
PVI 116	19+ 110.00	175	462.000m	-0.57%	-0.33%	0.24%
PVI 117	19+ 415.00	305	461.000m	-0.33%	0.00%	0.33%
PVI 118	19+ 520.00	105	461.000m	0.00%	0.71%	0.71%
PVI 119	19+ 660.00	140	462.000m	0.71%	-0.54%	1.25%
PVI 120	19+ 845.00	185	461.000m	-0.54%	0.00%	0.54%
PVI 121	20+ 000.00	155	461.000m	0.00%	-1.36%	1.36%
PVI 122	20+ 267.53	267.53	457.350m	-1.36%	0.91%	2.27%
PVI 123	21+ 320.00	52.47	466.884m	0.91%	-2.47%	3.37%
PVI 124	21+ 805.00	485	454.926m	-2.47%	-1.88%	0.58%
PVI 125	22+ 705.00	900	437.982m	-1.88%	-2.91%	1.02%
PVI 126	23+ 082.84	377.84	427.000m	-2.91%	-1.71%	1.19%



No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 127	23+ 432.92	350.08	421.000m	-1.71%	-2.81%	1.10%
PVI 128	23+ 895.00	462.08	408.000m	-2.81%	-3.00%	0.19%
PVI 129	24+ 095.00	200	402.000m	-3.00%	-2.70%	0.30%
PVI 130	24+ 280.00	185	397.000m	-2.70%	-2.11%	0.60%
PVI 131	24+ 565.00	285	391.000m	-2.11%	-2.18%	0.08%
PVI 132	24+ 840.00	275	385.000m	-2.18%	-2.15%	0.03%
PVI 133	25+ 305.00	465	375.000m	-2.15%	-2.02%	0.13%
PVI 134	25+ 850.00	545	364.000m	-2.02%	-2.47%	0.45%
PVI 135	26+ 620.00	770	345.000m	-2.47%	-2.42%	0.05%
PVI 136	27+ 405.00	785	326.000m	-2.42%	-2.05%	0.37%
PVI 137	28+ 358.06	953.06	306.469m	-2.05%	-2.16%	0.11%
PVI 138	29+ 399.94	41.88	283.935m	-2.16%	-1.93%	0.23%
PVI 139	30+ 731.83	331.89	258.182m	-1.93%	-2.17%	0.23%
PVI 140	31+ 792.86	61.03	235.183m	-2.17%	-1.17%	1.00%
PVI 141	32+ 235.00	442.14	230.000m	-1.17%	-0.98%	0.20%
PVI 142	32+ 653.83	418.83	225.913m	-0.98%	-2.04%	1.06%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 143	32+ 835.00	181.17	222.224m	-2.04%	-1.83%	0.20%
PVI 144	32+ 978.97	143.97	219.584m	-1.83%	-2.59%	0.75%
PVI 145	33+ 620.00	641.03	203.000m	-2.59%	-2.14%	0.45%
PVI 146	34+ 275.00	655	189.000m	-2.14%	-1.65%	0.49%
PVI 147	35+ 125.00	850	175.000m	-1.65%	-0.65%	0.99%
PVI 148	36+ 045.00	920	169.000m	-0.65%	0.79%	1.44%
PVI 149	36+ 530.00	485	172.841m	0.79%	0.29%	0.50%
PVI 150	36+ 925.00	395	174.000m	0.29%	-0.29%	0.58%
PVI 151	37+ 216.16	291.16	173.151m	-0.29%	0.66%	0.95%
PVI 152	37+ 383.78	167.62	174.255m	0.66%	0.12%	0.54%
PVI 153	37+ 481.08	97.3	174.372m	0.12%	0.49%	0.37%
PVI 154	37+ 580.00	98.92	174.856m	0.49%	0.25%	0.24%
PVI 155	37+ 740.00	160	175.250m	0.25%	2.51%	2.26%
PVI 156	37+ 870.00	130	178.513m	2.51%	2.11%	0.40%
PVI 157	38+ 026.53	156.53	181.814m	2.11%	0.11%	2.00%
PVI 158	38+ 090.00	63.47	181.884m	0.11%	-0.12%	0.23%

No.	PVI Station	L (m)	Elevasi	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)
PVI 159	38+ 241.60	151.6	181.698m	-0.12%	0.78%	0.91%
PVI 160	38+ 307.29	65.69	182.213m	0.78%	-0.79%	1.58%
PVI 161	38+ 479.41	172.12	180.851m	-0.79%	0.73%	1.52%
PVI 162	38+ 625.65	146.24	181.916m	0.73%	-0.75%	1.48%
PVI 163	38+ 760.00	134.35	180.908m	-0.75%	-3.01%	2.26%
PVI 164	38+ 849.36	89.36	178.216m	-3.01%	-1.99%	1.02%
PVI 165	38+ 974.07	124.71	175.732m	-1.99%	-0.12%	1.87%
PVI 166	39+ 140.00	165.93	175.532m	-0.12%	-0.19%	0.07%
PVI 167	39+ 265.00	125	175.299m	-0.19%	0.87%	1.05%
PVI 168	39+ 424.85	159.85	176.687m	0.87%	-0.29%	1.16%
END	39+ 523.27	98.42	176.402m	-0.29%		



### Contoh Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung.

Diambil Lengkung vertikal PVI No. 14 dengan data sebagai berikut:

Jenis Lengkung	= Vertikal Cembung
Kecepatan Rencana	= 100 km/jam
Stasioning PPV	= 0+775,51
Elevasi PPV	= +450,135 m
Jarak Pandang Henti	= 200 m (Tabel AASHTO)
$g_1$	= 1.25 %
$g_2$	= -0.42 %

- Perbedaan Kelandaian (A)

$$\begin{aligned} A &= g_1 - g_2 \\ &= 1,25 - (-0,42) \\ &= 1,660 \% \end{aligned}$$

- Perhitungan  $L_v$

➤ Berdasarkan syarat keamanan terhadap Jarak Pandang Henti

Untuk  $S < L$

$$\begin{aligned} L_v &= \frac{A \times S^2}{120 + 3,5 \times S} \\ &= \frac{1,660 \times 200^2}{120 + 3,5 \times 200} \end{aligned}$$

$$= 80,97 \text{ m}$$

Untuk  $S > L$

$$\begin{aligned} L_v &= 2 \times S - \frac{120 + 3,5 \times S}{A} \\ &= 2 \times 75 - \frac{820}{1,66} \\ &= -342,97 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan mengemudi

$$\begin{aligned} L_v &= \frac{A \times V^2}{380} \\ &= \frac{1,66 \times 10000}{380} \\ &= 43,68 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$\begin{aligned} L_v &= 50 \times A \\ &= 50 \times 1,66 \\ &= 83 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan mengemudi (3 detik perjalanan)

$$\begin{aligned} L_v &= \frac{Vd \times 3}{3,6} \\ &= \frac{100 \times 3}{3,6} \\ &= 83,33 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari syarat – syarat  $L_v$  di atas, dipilih yang terpanjang dengan memperhatikan jarak antar titik PPV agar tidak terjadi overlap.

Berdasarkan keadaan yang ada dan memperhatikan panjang  $L_v$  sesudah titik PPV, maka diambil  $L_v = 83,33$  m (syarat kenyamanan mengemudi 3 detik).

- Perhitungan  $E_v$

$$\begin{aligned} E_v &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{1,66 \times 83,33}{800} \\ &= 0.173 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan Stasioning dan elevasi rencana sumbu jalan

$$\begin{aligned} \text{➤ PLV STA} &= \text{STA PPV} - 0.5 \times L_v \\ &= 0+775,51 - 0.5 \times 83,33 \\ &= 0+733,845 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Elevasi} &= \text{Elevasi PPV} - g_1 (0.5 L_v) \\ &= 450,135 - 1,25(0,5 \times 83,33) \\ &= +398,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ PPV STA} &= 0+775,51 \\ \text{Elevasi PPV}' &= \text{Elevasi PPV} - E_v \\ &= +450,308 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ PTV STA} &= \text{STA PPV} + 0.5 \times L_v \\ &= 0+775,51 + 0.5 \times 83,33 \\ &= 0+817,175 \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV} + g_2 (0.5 \times L_v)$$

$$= +502,216 \text{ m}$$

### 6.2.3 Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping dihitung untuk mengetahui daerah bebas untuk pandangan pada lengkung di tikungan. Dasar perencanaan untuk hitungan ini adalah jari-jari lengkung dan panjang lengkung total yang didapatkan dari hasil perhitungan alinyemen horisontal sebelumnya.

Untuk perhitungan daerah bebas samping dipakai tinggi kritis mata pengemudi sebesar 120 cm sesuai dengan ketentuan Bina Marga.

Dari lengkung horisontal didapat input untuk perhitungan daerah kebebasan samping :

$$R = 500 \text{ m}$$

$$L_t = L_c + 2L_s$$

$$= 468,44 + 2(88,89)$$

$$= 646,22 \text{ m}$$

Jalan 4/2D dengan lebar per jalur 9,2 m dan median sebesar 5,8 m

Radius jari – jari jalur terdalam:

$$R' = R - \left(\frac{1}{2} \times B_{\text{jalan}}\right)$$

$$= 500 - \left(\frac{1}{2} \times 9,2\right)$$

$$= 595,4$$

$$J_h = 200 \text{ m}$$



Karena  $J_h < L_t$ , maka:

$$\begin{aligned} E &= R' \left( 1 - \cos \frac{28.65 J_h}{R'} \right) \\ &= 198.25 \left( 1 - \cos \frac{28.65 \times 75}{198.25} \right) \\ &= 3.536 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk daerah kebebasan samping yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel yang dihitung dengan program bantu Microsoft Excel.

**Tabel 6. 6** Tabel Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

PI	R (m)	R' (m)	Lt (m)	S (m)	E (m)
PI-1	500	595.4	646.22	200	8.379
PI-2	500	595.4	169.14	200	15.777
PI-3	500	595.4	761.62	200	8.379
PI-4	500	595.4	531.26	200	8.379
PI-5	500	595.4	252.76	200	8.379
PI-6	500	595.4	359.39	200	8.379
PI-7	500	595.4	651.87	200	8.379
PI-8	500	595.4	850.94	200	8.379
PI-9	500	595.4	156.87	200	18.718
PI-10	500	595.4	791.75	200	8.379
PI-11	500	595.4	307.22	200	8.379
PI-12	500	595.4	616.87	200	8.379
PI-13	500	595.4	790.22	200	8.379
PI-14	500	595.4	187.97	200	11.262

### 6.2.4 Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan diperlukan karena pengemudi akan sulit dalam mempertahankan lajur lintasan kendaraannya saat melintasi tikungan.

**Tabel 6. 7** Pelebaran di Tikungan Untuk Jalan 4 lajur 2 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
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	1,0	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 :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Direktorat Jenderal Binamarga, No. 038/TBM/1997)

Sesuai dengan tabel pelebaran di tikungan untuk jalan 4 lajur 2 arah, maka pelebaran pada tikungan dapat ditentukan melalui interpolasi

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

$$R = 500 \text{ m}$$

$$w = 0,98 \text{ m} \sim \text{dipakai } 1 \text{ m}$$

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB VII**

### **PERENCANAAN PERKERASAN JALAN**

#### **7.1 Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan**

Perhitungan data lalu lintas untuk pembebanan jalan yang digunakan dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan dihitung dengan umur rencana 10 tahun untuk kemudian dilakukan evaluasi untuk perawatan. Oleh karena itu dari data lalu lintas yang ada di-*forecast* untuk 10 tahun, sehingga dapat diramalkan besarnya beban lalu lintas pada akhir umur rencana.

##### **7.1.1 Analisa Data Lalu Lintas**

Perhitungan analisa lalu lintas digunakan untuk mendapatkan beban lalu lintas pada umur rencana. Dalam perencanaan jalan ini direncanakan umur rencana jalan 10 tahun, diperkirakan akan mulai beroperasi pada tahun 2018 dan akhir umur rencana 2028.

Data lalu lintas tahun 2016 yang digunakan adalah data saat *peak hour* lalu lintas terbesar dengan satuan smp yaitu data lalu lintas pada jalan arteri di wilayah Purwosari untuk arah Utara-Selatan pada pukul 18.00-19.00 WIB dan arah Selatan-Utara pada pukul 7.00-8.00 WIB. Data rekapitulasi disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 7. 1** Rekapitulasi Data Lalu Lintas saat *Peak Hour*

Jenis Kendaraan	Utara-Selatan	Selatan-Utara
	18.00-19.00	07.00-08.00
Sedan, Jeep, Station, Wagon	657	739
Angkutan Umum Kecil	29	66
Pick Up dan Box	117	85
Bus Kecil	3	3
Bus Besar	22	20
Truk 2 sumbu kecil	13	7
Truk 2 sumbu besar	100	95
Truk 3 sumbu	34	17
Truk Gandeng	3	4
Truk Semi Trailer	14	3

Dari data lalu lintas di atas, masing-masing kendaraan akan diproyeksikan dengan tingkat pertumbuhan yang didapat dari tingkat pertumbuhan penduduk, PDRB regional dan PDRB per kapita Jawa Timur. Tingkat pertumbuhan dihitung dari data tiap tahun selama 5 tahun yang dirata-rata.

**Tabel 7. 2** Tingkat Pertumbuhan Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk	$\Delta$	i	i rata-rata
2010	37.840.657	-	-	0,75 %
2011	38.106.590	363.900	0,97 %	
2012	38.363.195	265.933	0,70 %	
2013	38.610.202	256.605	0,67 %	
2014	38.847.561	247.007	0,64 %	

**Tabel 7. 3** Tingkat Pertumbuhan PDRB

Tahun	Jumlah PDRB	$\Delta$	i	i rata-rata
2010	Rp 778.564.243,69	-	-	18,97 %
2011	Rp 884.502.645,60	Rp105.938.401,91	13,61%	
2012	Rp 1.001.200.744,82	Rp116.698.099,22	13,19%	
2013	Rp1.136.326.868,44	Rp135.126.123,62	13,50%	
2014	Rp1.540.700.000,00	Rp404.373.131,56	35,59%	

**Tabel 7. 4** Tingkat Pertumbuhan PDRB per Kapita

Tahun	Jumlah PDRB per Kapita	$\Delta$	i	I rata-rata
2011	Rp20.774.589,53	-	-	18,09 %
2012	Rp23.374.399,80	Rp2.599.810,27	12,51%	
2013	Rp26.273.690,32	Rp2.899.290,52	12,40%	
2014	Rp29.620.235,45	Rp3.346.545,13	12,74%	
2015	Rp39.903.961,13	Rp10.283.725,69	34,72%	

Data lalu lintas di atas di-*forecast* kemudian dikelompokkan sesuai dengan jenis dan dikonversi menjadi satuan mobil penumpang dengan koefisien ekuivalen mobil penumpang, kemudian dihitung jumlah volume kendaraan tiap jam.



**Tabel 7. 5** Perhitungan *Forecast Volume* Lalu Lintas pada Awal Umur Rencana dan Akhir Umur Rencana

Jenis Kendaraan	U-S	S-U	i	UR	V awal		V akhir	
					U-S	S-U	U-S	S-U
Sedan, Jeep, Station, Wagon	657	739	18.09%	10	1081.94	1216.98	5706.06	6418.23
Angkutan Umum Kecil	29	66	0.75%	10	29.66	67.50	31.96	72.73
Pick Up dan Box	117	85	18.97%	10	197.01	143.13	1119.11	813.03
Bus Kecil	3	3	0.75%	10	3.07	3.07	3.31	3.31
Bus Besar	22	20	0.75%	10	22.50	20.45	24.24	22.04
Truk 2 sumbu kecil	13	7	18.97%	10	21.89	11.79	124.35	66.96
Truk 2 sumbu besar	100	95	18.97%	10	168.39	159.97	956.50	908.68
Truk 3 sumbu	34	17	18.97%	10	57.25	28.63	325.21	162.61
Truk Gandeng	3	4	18.97%	10	5.05	6.74	28.70	38.26
Truk Semi Trailer	14	3	18.97%	10	23.57	5.05	133.91	28.70

**Tabel 7. 6** Perhitungan Volume Ekuivalen Mobil Penumpang

	Arah	LV	MHV	LB	LT	Total (smp/jam)
		1,00	1,60	1,70	2,50	
V awal	U-S	1308.62	24.96	22.50	254.27	1610.34
	S-U	1427.61	14.86	20.45	200.38	1663.30
V akhir	U-S	6857.12	127.65	24.24	1444.32	8453.34
	S-U	7303.99	70.26	22.04	1138.24	8534.53

Dari data lalu lintas di atas ditentukan LHR dengan rumus

:

$$V_{LHR} = \frac{VJR}{K}$$

dimana ditentukan faktor peak hour untuk  $K = 11 \%$

**Tabel 7. 7** Perhitungan LHR

	Arah	Total (smp/jam)	LHR (smp/hari)
V awal	U-S	1610.34	14639,45
	S-U	1663.30	15120,89
V akhir	U-S	8453.34	76848,56
	S-U	8534.53	77586,63

Berikutnya data tersebut diolah untuk menjadi Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dengan angka ekuivalen sumbu dari tabel EAL, dan angka Koefisien Distribusi kendaraan untuk jalan 4/2 D untuk kendaraan ringan  $C = 0,3$  dan untuk kendaraan berat  $C = 0,45$ , sehingga menjadi tabel di bawah ini.

**Tabel 7. 8** Perhitungan LEP dan LEA

Jenis Kendaraan	V awal		V akhir		EAL	C	LEP		LEA	
	U-S	S-U	U-S	S-U			U-S	S-U	U-S	S-U
Sedan, Jeep, Station, Wagon	1081.94	1216.98	5706.06	6418.23	0.0004	0.3	0.130	0.146	0.685	0.77
Angkutan Umum Kecil	29.66	67.50	31.96	72.73	0.0004	0.3	0.004	0.008	0.004	0.01
Pick Up dan Box	197.01	143.13	1119.11	813.03	0.0004	0.3	0.024	0.017	0.134	0.10
Bus Kecil	3.07	3.07	3.31	3.31	0.2	0.45	0.276	0.276	0.298	0.30
Bus Besar	22.50	20.45	24.24	22.04	1	0.45	10.124	9.204	10.910	9.92
Truk 2 sumbu kecil	21.89	11.79	124.35	66.96	1.7	0.45	16.746	9.017	95.124	51.22
Truk 2 sumbu besar	168.39	159.97	956.50	908.68	11.2	0.45	848.678	806.244	4820.782	4579.74
Truk 3 sumbu	57.25	28.63	325.21	162.61	64.4	0.45	1659.165	829.583	9424.630	4712.31
Truk Gandeng	5.05	6.74	28.70	38.26	90.4	0.45	205.501	274.002	1167.318	1556.42
Truk Semi Trailer	23.57	5.05	133.91	28.70	93.7	0.45	994.014	213.003	5646.341	1209.93
Σ	1610.34	1663.30	8453.34	8534.53			3734.66	2141.50	21166.23	12120.73

Dari perhitungan tabel di atas didapat :

Arah utara-selatan

$$LEP = 3734,66$$

$$LEA = 21166,23$$

Arah selatan-utara

$$LEP = 2141,50$$

$$LEA = 12120,73$$

Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah

arah utara-selatan

$$\begin{aligned} LET &= \frac{LEP + LEA}{2} \\ &= \frac{3734,66 + 21166,23}{2} \\ &= 12450,4445 \end{aligned}$$

arah selatan-utara

$$\begin{aligned} LET &= \frac{LEP + LEA}{2} \\ &= \frac{2141,50 + 12120,73}{2} \\ &= 7131,112867 \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung Lintas Ekuivalen Rencana sebagai berikut :

$$FP = \frac{UR}{10} = \frac{10}{10} = 1$$

Untuk arah utara-selatan

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ &= 12450,44 \times 1 \\ &= 12450,44 \end{aligned}$$

Untuk arah selatan-utara

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ &= 7131,113 \times 1 \\ &= 7131,113 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui berapa jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalur lama ke jalan Tol Pandaan-Malang, maka perlu dilakukan analisa *Trip Assignment* menggunakan metode Smock, yaitu :

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

Dimana :

$t_0$  = travel time per satuan jarak saat free flow

$Q_s$  = kapasitas pada kondisi jenuh

Sebelum dilakukan iterasi pada perhitungan *Trip Assignment*, perlu dilakukan perhitungan kapasitas dan kecepatan arus bebas pada jalur lama dan pada jalan tol yang direncanakan berdasarkan PKJI 2015

- Kapasitas pada ruas jalur lama (per lajur)

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\ &= 1900 \times 1,04 \times 1 \times 1,01 \\ &= 1995,76 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

C per lajur arah Malang-Pandaan dan sebaliknya = 1995,76 smp/jam

C per jalur arah Malang-Pandaan dan sebaliknya = 1995,76 smp/jam x 2 = 3991,52 smp/jam

- Kecepatan arus bebas ruas jalur lama

$$\begin{aligned} V_b &= (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \\ &= (57 + 2) \times 1 \\ &= 59 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

- Kapasitas pada jalan tol rencana (per lajur)

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_{LJ} \times FC_{HS} \\ &= 1900 \times 1,04 \times 1,03 \\ &= 2463,76 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

C per lajur = 2463,76 smp/jam

C per jalur = 2463,76 smp/jam x 2 = 4927,52 smp/jam

C total jalan tol = 9855,04 smp/jam

- Kecepatan arus bebas jalan tol

$$\begin{aligned} V_b &= (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \\ &= (57 + 2) \times 1,04 \\ &= 61,36 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

**Tabel 7. 9** Rangkuman Data Lalu Lintas untuk *Trip Assignment*

TITIK	ARAH	RUAS	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	VB (km/jam)	Jarak (d) (km)	Status Jalan	
1	S-U	Malang-Pandaan	1987	3991.52	0.50	59.00	42.3	NASIONAL	ARTERI
2	U-S	Pandaan-Malang	2022	3991.52	0.51	59.00	42.3	NASIONAL	ARTERI
Jalan Tol Pandaan-Malang			-	9476	-	61.36	39	JALAN BEBAS HAMBATAN	

**Tabel 7. 10** Trip Assignment Ruas Malang-Pandaan

iter asi	<i><b>RUAS MALANG-PANDAAN</b></i>					<i><b>JALAN TOL RENCANA</b></i>			
		VB	d	TT	C	VB	d	TT	C
		59.00	42.3	43.01695	3992	61.36	39	38.13559	4927.52
	TITIK 1					JALAN TOL RENCANA			
	increment	V1 increment	V1	V1/Qs1	t1	V2 increment	V2	V2/Qs2	t2
0					1.016949				0.97783572
1	132.466667					132.466667	132.4667	0.026883	1.00447944
2	132.466667					132.466667	264.9333	0.053766	1.05996458
3	132.466667	132.466667	132.4667	0.033187	1.051265				
4	132.466667	132.466667	264.9333	0.066374	1.123409				
5	132.466667					132.466667	397.4	0.080649	1.14899148
6	132.466667	132.466667	397.4	0.099561	1.241015				
7	132.466667					132.466667	529.8667	0.107532	1.27943261
8	132.466667	132.466667	529.8667	0.132748	1.417192				
9	132.466667					132.466667	662.3333	0.134415	1.4635015
10	132.466667	132.466667	662.3333	0.165935	1.67299				
11	132.466667					132.466667	794.8	0.161298	1.7196659
12	132.466667	132.466667	794.8	0.199122	2.041602				
13	132.466667					132.466667	927.2667	0.188181	2.07572655
14	132.466667	132.466667	927.2667	0.232309	2.5755				
15	132.466667					132.466667	1059.733	0.215064	2.57377959



**Tabel 7. 11** Trip Assignment Ruas Pandaan-Malang

increment	<i><b>RUAS PANDAAN-MALANG</b></i>					<i><b>JALAN TOL RENCANA</b></i>			
		VB	d	TT	C	VB	d	TT	C
		59.00	42.3	43.01695	3992	61.36	39	38.13559	4927.52
Titik 1	TITIK 1					JALAN TOL RENCANA			
	increment	V1 increment	V1	V1/Qs1	t1	V2 increment	V2	V2/Qs2	t2
0					1.016949				0.977835724
1	134.830919					134.830919	134.8309	0.027363	1.004961508
2	134.830919					134.830919	269.6618	0.054726	1.061491412
3	134.830919	134.830919	134.8309	0.033779	1.051888				
4	134.830919	134.830919	269.6618	0.067559	1.125407				
5	134.830919					134.830919	404.4928	0.082089	1.152304002
6	134.830919	134.830919	404.4928	0.101338	1.245433				
7	134.830919					134.830919	539.3237	0.109451	1.285586147
6	134.830919	134.830919	539.3237	0.135117	1.425611				
9	134.830919					134.830919	674.1546	0.136814	1.474072439
10	134.830919	134.830919	674.1546	0.168897	1.68792				
11	134.830919					134.830919	808.9855	0.16	1.737080708
12	134.830919	134.830919	808.9855	0.202676	2.067155				
13	134.830919					134.830919	943.8164	0.19154	2.103801188
14	134.830919	134.830919	943.8164	0.236455	2.618571				
15	134.830919					134.830919	1078.647	0.218903	2.618622672



Dari hasil analisa *Trip Assignment* metode Smock di atas, didapatkan jumlah kendaraan yang berpindah ke jalan tol adalah sebagai berikut

- Arah Utara-Selatan

$$\text{Jumlah kendaraan tidak berpindah} = \frac{\sum V_{\text{increment}}}{\sum \text{increment}} =$$

$$\frac{943,816}{2022,46} = 47\%$$

$$\text{Jumlah kendaraan berpindah} =$$

$$1-47\% = 53\%$$

- Arah Selatan-Utara

$$\text{Jumlah kendaraan tidak berpindah} = \frac{\sum V_{\text{increment}}}{\sum \text{increment}} =$$

$$\frac{927,2667}{1987} = 47\%$$

$$\text{Jumlah kendaraan berpindah} =$$

$$1-47\% = 53\%$$

Persentase perpindahan ini nantinya akan digunakan untuk menghitung Lintas Ekuivalen Rencana jalan tol pada kedua arah.

## 7.2 Perhitungan Tebal Perkerasan

Pada perhitungan perencanaan tebal perkerasan ditentukan Indeks Permukaan IPO = 4,00 dan IPt = 2,50 karena untuk jalan tol diusahakan agar permukaan jalan mempunyai tingkat pelayanan yang stabil dan baik sampai dengan akhir umur rencana.

Untuk mendapatkan Faktor regional digunakan kelandaian di bawah 6% dengan persentase kendaraan berat lebih dari 30%.

Serta iklim daerah Jawa Timur memiliki curah hujan lebih dari 900 mm/th sehingga ditentukan FR sebesar FR=2,0.

### 7.2.1 Perhitungan CBR Tanah Dasar (*Subgrade*)

Perhitungan daya dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dari CBR. Perhitungan CBR rencana diperoleh dari nilai CBR rata-rata dari hasil pengujian.

Dari hasil pengujian CBR di daerah Lawang sebanyak 5 titik, didapatkan hasil sebagai berikut untuk kemudian diurutkan dari nilai terkecil ke yang terbesar.

**Tabel 7. 12** Nilai CBR Terurut

	Nilai CBR	Nilai Terurut
Titik 1	38.58	10.43
Titik 2	49.2	19.17
Titik 3	19.17	38.58
Titik 4	45.07	45.07
Titik 5	10.43	49.2

Kemudian dari nilai terurut tersebut dicari jumlah yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai lalu dicari persentasenya untuk dimasukkan ke dalam grafik.

**Tabel 7. 13** Persentase CBR per titik

CBR Terurut	Jumlah Sama atau Lebih Besar	Persen Sama Atau Lebih Besar
10.43	5	100.00%
19.17	4	80.00%
38.58	3	60.00%
45.07	2	40.00%
49.2	1	20.00%

### Gambar 7. 1 Grafik Penentuan CBR

Pada persentase 90% didapatkan nilai CBR sebesar 14,79 %. Tidak diperlukan perbaikan tanah karena nilai CBR lebih dari 5%.

Lapisan perkerasan jalan direncanakan untuk arus lalu lintas berat, dimana dipilih bahan untuk setiap lapisan adalah

- Lapisan permukaan (*surface*) menggunakan Laston (MS = 744 kg)
- Lapisan pondasi atas (*base*) menggunakan batu pecah kelas A (CBR 100%)
- Lapisan pondasi bawah (*subbase*) menggunakan sirtu kelas A (CBR 70%)

Tiap lapisan memiliki nilai koefisien kekuatan relatif yaitu

- Lapisan permukaan,  $a_1 = 0,4$
- Lapisan pondasi atas,  $a_2 = 0,14$
- Lapisan pondasi bawah,  $a_3 = 0,13$

Diketahui parameter :

- $IP_o = 4,0$
- $IP_t = 2,5$
- $53\% \times LER_{U-S} = 12450,44 \times 53\%$   
 $= 6640,237$

- $53\% \times LER_{S-U} = 7131,11 \times 53\%$   
 $= 3803,26$
- FR  $= 1,5$

Lintas Ekvivalen Rencana ini nantinya akan digunakan pada nomogram bersama dengan Daya Dukung Tanah untuk mencari nilai ITP (Indeks Tebal Perkerasan).

Sehingga perhitungan tebal lapisan perkerasan menggunakan ketentuan Bina Marga adalah sebagai berikut:

Untuk arah Utara-Selatan :

- Lapisan Permukaan (*surface*)
 

CBR <i>base course</i>	= 100 %
DDT	= 10,3
Didapat ITP	= 6,45
ITP	= $a_1 \cdot D_1$
4,8	= $0,4 D_1$
$D_1$	= 16,125

Dipakai  $D_1 = 20$  cm
- Lapisan Pondasi Atas (*base*)
 

CBR <i>subbase course</i>	= 70 %
DDT	= 9,634
Didapat ITP	= 7
ITP	= $a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2$
5,5	= $0,4 \times 20 + 0,14 \times D_2$
$D_2$	= -7,143

Dipakai  $D_2$  minimum = 20 cm
- Lapisan Pondasi Bawah (*subbase*)
 

CBR <i>subgrade</i>	= 14,79
DDT	= 6,7308
Didapat ITP	= 10,2

$$\begin{aligned}
 \text{ITP} &= a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \\
 10,2 &= 0,4 \times 20 + 0,14 \times 20 + 0,13 \times D_3 \\
 &= 0,689 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dipakai  $D_3$  minimum = 10 cm

Untuk arah Selatan-Utara :

- Lapisan Permukaan (*surface*)
 

CBR <i>base course</i>	= 100 %
DDT	= 10,3
Didapat ITP	= 5,85
ITP	= $a_1.D_1$
4,8	= $0,4 D_1$
$D_1$	= 14,625 cm

Dipakai  $D_1$  = 15 cm

- Lapisan Pondasi Atas (*base*)
 

CBR <i>subbase course</i>	= 70 %
DDT	= 9,634
Didapat ITP	= 6,4
ITP	= $a_1.D_1 + a_2.D_2$
5,5	= $0,4 \times 15 + 0,14 \times D_2$
$D_2$	= 2,857

Dipakai  $D_2$  minimum = 20 cm

- Lapisan Pondasi Bawah (*subbase*)
 

CBR <i>subgrade</i>	= 14,79 %
DDT	= 6,7308
Didapat ITP	= 10,3
ITP	= $a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$
8,4	= $0,4 \times 15 + 0,14 \times 20 + 0,13 \times D_3$

$$= 11,5385 \text{ cm}$$

Dipakai  $D_3 \text{ MINIMUM} = 15 \text{ cm}$

Gambar lapisan perkerasan dari perhitungan di atas adalah sebagai berikut :



**Gambar 7.2** Tebal Lapisan Perkerasan



## **BAB VIII**

### **FASILITAS JALAN DAN VOLUME PEKERJAAN**

#### **8.1 Fasilitas Jalan**

Fasilitas jalan merupakan peralatan dan perlengkapan jalan yang membantu dalam keamanan dan kenyamanan penggunaan jalan. Fasilitas jalan yang digunakan dan diperhitungkan pada jalan tol ini adalah rambu, marka, dan pagar pengaman.






##### **8.1.1 Rambu Lalu Lintas**

Rambu Lalu Lintas adalah bagian perlengkapan jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan.

Rambu lalu lintas yang dipasang berdasarkan pada ketentuan yang ada pada Tata Cara Pemasangan Rambu dan Marka Jalan Perkotaan No. 01/P/BNKT/1991. Pada kecepatan rencana  $>80$  km/jam, jarak pemasangan antar rambu adalah 350 m.

Jenis rambu yang dipakai adalah seperti tabel berikut :

**Tabel 8. 1** Jenis Rambu yang Dipakai

Jenis Rambu	Keterangan	Bentuk Rambu
Petunjuk	Nama Jalan Tol	
Peringatan	Tikungan ke kiri	
	Tikungan ke kanan	
	Turunan	
	Tanjakan	

Jenis Rambu	Keterangan	Bentuk Rambu
Larangan	Larangan masuk bagi semua jenis kendaraan tidak bermotor	
	Batas kecepatan maksimum	
Perintah	Batas kecepatan minimum	

### 8.1.2 Penempatan Rambu Lalu Lintas

Penempatan Rambu Lalu Lintas dapat dilihat pada tabel berikut ini yang digolongkan berdasarkan

1. Rambu peringatan akibat alinyemen horizontal
2. Rambu peringatan akibat alinyemen vertikal
3. Rambu perintah dan larangan

**Tabel 8. 2** Rambu Peringatan Akibat Alinyemen Horizontal

STA	Jenis Rambu	Keterangan	Arah Lalu Lintas
2+ 252.83	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
5+ 602.41	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
7+ 826.86	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
9+ 957.79	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
15+ 055.51	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
16+ 901.82	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
18+ 023.45	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
19+ 168.59	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
26+ 315.37	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
29+ 424.10	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
31+ 699.47	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
33+ 041.81	Peringatan	Tikungan ke kanan	Pandaan
34+ 285.12	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
36+ 602.29	Peringatan	Tikungan ke kiri	Pandaan
37+ 384.91	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
35+ 569.86	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
34+ 182.02	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
32+ 581.50	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
30+ 710.12	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
27+ 072.05	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
20+ 503.96	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
19+ 192.83	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
17+ 827.35	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
15+ 891.73	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
11+ 026.61	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang
9+ 087.76	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang

STA	Jenis Rambu	Keterangan	Arah Lalu Lintas
6+ 369.32	Peringatan	Tikungan ke kiri	Malang
3+ 417.51	Peringatan	Tikungan ke kanan	Malang

**Tabel 8. 3** Rambu Peringatan Akibat Alinyemen Vertikal

STA	Jenis Rambu	Keterangan	Arah Lalu Lintas
3+ 155.00	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
5+ 445.00	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
6+ 445.00	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
7+ 022.16	Peringatan	Turunan	Pandaan
10+ 374.68	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
11+ 335.00	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
11+ 842.11	Peringatan	Tanjakan	Pandaan
12+ 681.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
15+ 261.25	Peringatan	Turunan	Pandaan
16+ 300.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
17+ 175.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
21+ 045.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
21+ 530.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
22+ 280.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
23+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
24+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
27+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
28+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
29+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
30+ 470.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
32+ 228.00	Peringatan	Turunan	Pandaan

STA	Jenis Rambu	Keterangan	Arah Lalu Lintas
33+ 228.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
34+ 228.00	Peringatan	Turunan	Pandaan
39+ 249.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
35+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
34+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
33+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
32+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
31+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
30+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
29+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
28+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
27+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
26+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
25+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
24+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
23+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
22+ 400.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
18+ 140.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
15+ 961.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
14+ 211.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
13+ 075.00	Peringatan	Turunan	Malang
8+ 735.00	Peringatan	Tanjakan	Malang
7+ 427.46	Peringatan	Turunan	Malang
6+ 832.00	Peringatan	Turunan	Malang
5+ 011.678	Peringatan	Turunan	Malang

**Tabel 8. 4** Rambu Perintah dan Larangan

STA	Jenis Rambu	Keterangan	Arah
0 +000.00	Petunjuk	Nama Jalan Tol	Pandaan
0 +000.00	Larangan	Larangan masuk bagi semua jenis kendaraan tidak bermotor	Pandaan
1 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
5 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
9 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
13 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
17 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
21 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
25 +000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang

29	+000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
33	+000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
37	+000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Pandaan dan Malang
39	+000.00	Petunjuk dan Larangan	Batas kecepatan Maksimum dan Minimum	Malang



### 3.1.5 8.1.3 Marka Jalan

Marka Jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Terdapat dua jenis marka yang dipakai yaitu :

1. Marka garis utuh  
Marka garis utuh pada jalan tol berfungsi sebagai pemberi tanda tepi jalur lalu lintas dan memiliki lebar paling sedikit 15 cm.
2. Marka garis putus-putus  
Marka garis putus-putus pada jalan tol berfungsi sebagai pembagi lajur dengan panjang tiap garis adalah 5 meter (karena kecepatan rencana >60 km/jam) dengan jarak antar marka 8 meter dan lebar paling sedikit 10 cm.

## 8.2 Volume Pekerjaan

### 8.2.1 Volume Galian dan Timbunan

Volume pekerjaan galian dan timbunan jalan tol Pandaan-Malang ini didapatkan dari hasil perhitungan aplikasi Autocad Civil 3D 2016 dan menghasilkan volume yang tercantum pada tabel berikut ini.

**Tabel 8. 5** Tabel Total Volume Galian dan Timbunan (*Cut and Fill*)

Station	Luas Timbunan	Luas Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Kumulatif Timbunan	Kumulatif Galian
	m <sup>2</sup>		m <sup>3</sup>			
0+000.000	0	0	0	0	0	0
0+500.000	0	18.78	0	4694.3	0	4694.3
1+000.000	0	18.98	0	9438.97	0	14133.27

Station	Luas Timbunan	Luas Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Kumulatif Timbunan	Kumulatif Galian
	m2		m3			
1+500.000	0.05	18.39	13.28	9342.37	13.28	23475.63
2+000.000	0.01	18.38	16.79	9193.44	30.07	32669.07
2+500.000	0	16.42	4.44	8701.32	34.52	41370.39
3+000.000	3.54	12.03	632.96	1839.11	1472.58	47539.99
3+500.000	0.33	9.69	111	5757.14	1759.71	54917.37
4+000.000	0	29.35	84.83	9760.09	1844.54	64677.46
4+500.000	51.43	0	12859.56	7336.4	14704.1	72013.86
5+000.000	0	105.64	12857.79	26409.97	27561.89	98423.83
5+500.000	60.21	0	15051.52	26409.97	42613.41	124833.8
6+000.000	0.01	17.73	0.14	252.38	53671.41	130901.63
6+500.000	2.62	3.01	1214.53	1051.51	55006.77	132940.88
7+000.000	0.05	27.71	665.86	7681.47	55672.64	140622.35
7+500.000	0.25	18.42	74.16	11533.58	55746.8	152155.92
8+000.000	0	19.9	62.27	9580.7	55809.07	161736.63
8+500.000	1.33	6.5	90.34	219.6	70544.09	163760.61
9+000.000	2.45	4.65	339.65	2569.77	75011.61	168065.78
9+500.000	0.05	16.97	624.65	5404.98	75636.26	173470.76
10+000.000	0	30.95	13.34	11979.69	75649.61	185450.45
10+500.000	3.86	10.73	30.1	83.57	76627.25	194903.99
11+000.000	0.01	18.5	107.63	4932.18	78687.86	201123.62
11+500.000	0	236.42	2.44	63730.26	78690.3	264853.88
12+000.000	0	949.14	0	296390.5	78690.3	561244.39
12+500.000	0	603.98	0	388280.2	78690.3	949524.57
13+000.000	0	34.03	0.07	159504.1	78690.36	1109028.65
13+500.000	212.8	0	53198.98	8508.58	131889.34	1117537.23

Station	Luas Timbunan	Luas Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Kumulatif Timbunan	Kumulatif Galian
	m2		m3			
14+000.000	56.41	0	67300.76	0	199190.1	1117537.23
14+500.000	0.09	11.8	14124.37	2950.7	213314.48	1120487.93
15+000.000	32.73	0	8205.35	2950.7	221519.82	1123438.63
15+500.000	0	18.75	0.13	404.02	226627.24	1127043.69
16+000.000	4.35	2.42	794.46	5939.09	227421.7	1136639.53
16+500.000	0	74.94	1088.36	19339.23	228510.06	1155978.76
17+000.000	0	451.18	0	131529.3	228510.06	1287508.06
17+500.000	1306.74	0	842.43	0	350225.01	1343212.49
18+000.000	1866.42	0	817395.96	0	1215703.34	1343212.49
18+500.000	1657.84	0	100736.89	0	2120618.69	1343212.49
19+000.000	1030.06	0	134804.21	0	2798763.31	1343212.49
19+500.000	398.43	0	7913.41	0	3149152.02	1343212.49
20+000.000	0	434.38	0	50943.13	3209760.37	1417850.78
20+500.000	6.9	8.13	1069.71	28650.12	3210830.08	1510618.11
21+000.000	0	134.13	1724.74	35565.43	3212554.82	1546183.54
21+500.000	20.59	5.95	5147.95	35021.15	3217702.77	1581204.69
22+000.000	111.73	0	33080.42	1488.64	3250783.19	1582693.33
22+500.000	201.79	0	78380.02	0	3329163.21	1582693.33
23+000.000	0	69.56	50447.56	17389.96	3379610.77	1600083.29
23+500.000	0	70.89	0	35111.23	3379610.77	1635194.53
24+000.000	240.76	0	60189.62	17721.27	3439800.39	1652915.79
24+500.000	217.75	0	114628.22	0	3554428.62	1652915.79
25+000.000	202.58	0	105084.78	0	3659513.4	1652915.79
25+500.000	346.42	0	137251.09	0	3796764.49	1652915.79
26+000.000	463.38	0	202449.81	0	3999214.3	1652915.79

Station	Luas Timbunan	Luas Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Kumulatif Timbunan	Kumulatif Galian
	m2		m3			
26+500.000	705.88	0	292314.58	0	4291528.89	1652915.79
27+000.000	948.16	0	164489.82	0	4707666.93	1652915.79
27+500.000	1074.71	0	505718.3	0	5213385.22	1652915.79
28+000.000	1529.33	0	651010.88	0	5864396.11	1652915.79
28+500.000	1460.35	0	747419.76	0	6611815.86	1652915.79
29+000.000	1928.83	0	847294.32	0	7459110.18	1652915.79
29+500.000	2146.94	0	1018942.2	0	8478052.33	1652915.79
30+000.000	2108.78	0	339184.13	0	9545532.63	1652915.79
30+500.000	1552.17	0	162690.54	0	10483119.3	1652915.79
31+000.000	767.02	0	579798.63	0	11062918	1652915.79
31+500.000	273.63	0	260163.4	0	11323081.4	1652915.79
32+000.000	31.39	0.17	324.2	1.48	11396206.2	1652919.48
32+500.000	0.87	17.1	219.76	2481.15	11399718.5	1657113.96
33+000.000	0	30.62	217.92	11930.73	11399936.4	1669044.69
33+500.000	0	179.26	0	16702.39	11399936.4	1720033.62
34+000.000	0	114.89	0	8476.74	11399936.4	1787319.29
34+500.000	88.29	0	22072.51	28723.09	11422008.9	1816042.37
35+000.000	148.54	0	12913.27	0	11508581.1	1816042.37
35+500.000	93.27	0	11987.27	319.73	11535888.2	1816496.46
36+000.000	40.06	0	33333.77	0	11569222	1816496.46
36+500.000	0.05	25.63	10027.81	6408.65	11579249.8	1822905.11
37+000.000	3.46	13.98	22.56	88.06	11579768.9	1830226.76
37+500.000	0.04	23.43	11.57	11724.33	11579956.6	1845460.63
38+000.000	0.01	20.36	12.19	10947.98	11579968.8	1856408.61
38+500.000	0.02	12.87	9.22	8307	11579978.1	1864715.6

Station	Luas Timbunan	Luas Galian	Volume Timbunan	Volume Galian	Kumulatif Timbunan	Kumulatif Galian
	m <sup>2</sup>		m <sup>3</sup>			
39+000.000	0.54	15.42	141.1	7073.2	11580119.2	1871788.81
39+500.000	0.42	19.3	238.95	8681.36	11580358.1	1880470.16
39+523.274	0.25	19.51	7.69	451.64	11580365.8	1880921.81

### 8.2.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

Pada perhitungan volume pekerjaan, perhitungan dibagi ke dalam beberapa item pekerjaan. Dan volume dari beberapa item pekerjaan tersebut didapatkan melalui analisa oleh aplikasi Autocad Civil 3D.

#### a. Pekerjaan Badan dan Bahu Jalan

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Lebar Ruang Milik Jalan} \times \text{Panjang Jalan} \\
 &= 24,2 \times 39.532,27 \\
 &= 956680,934 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

#### b. Lapis Pondasi Bawah, Sirtu kelas A

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$V = 173.577,81 \text{ m}^3$$

#### c. Lapis Pondasi Atas, Batu Pecah Kelas A

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$V = 183.387,99 \text{ m}^3$$

#### d. Laston untuk Lapis Permukaan

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$\begin{aligned}
 V &= 183.387,99 \text{ m}^3 \\
 &= 440131,176 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

#### e. Prime Coat, diperlukan 1,3 liter/m<sup>2</sup>

$$V = \text{Luas Jalan} \times \text{Volume Prime Coat per m}^2$$

$$= 956680,934 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ liter/m}^2$$

$$= 1243685,2142 \text{ liter}$$

**f. Tack Coat, diperlukan 0,4 lt/m<sup>2</sup>**

$$V = \text{Luas Jalan} \times \text{Volume Prime Coat per m}^2$$

$$= 956680,934 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ liter/m}^2$$

$$= 382672,3736 \text{ liter}$$

**g. Galian dan Timbunan Tanah**

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$\text{Total Volume Galian} = 1880921,81 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume Timbunan} = 11580365,8 \text{ m}^3$$

**h. Drainase Jalan**

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$\text{Total Volume Drainase (U-Ditch)} = 36204,33 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume Lid (Penutup Drainase)} = 8299,89 \text{ m}^3$$

**i. Fasilitas Jalan**

• **Marka Jalan (Putus-Putus)**

Jarak antara : 8 meter

Lebar : 0,15 m

Panjang : 3 meter

$$V = 0,15 \times 3 \times \frac{39523,27}{(8+5)} \times 2$$

$$= 2736,23 \text{ m}^2$$

• **Marka Jalan (Garis Utuh)**

Lebar : 0,15 cm

Jumlah dalam satu jalur : 2

$$V = 0,15 \times 39523,27 \times 4 = 23713,96 \text{ m}^2$$

• **Median Jalan**

Didapat dari analisa Autocad Civil 3D

$$V = 173.577,81 \text{ m}^3$$

- **Rambu**

Jumlah rambu : 88 buah

- **Patok Hektometer**

Patok hektometer dipasang di setiap jarak 100 m sehingga dibutuhkan patok hektometer sebanyak

Jumlah :  $(39.523,27 / 100) + 1 = 396,23 \sim 396$  buah

- **Lampu Penerangan Jalan**

Berdasarkan SNI 7391:2008 mengenai Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan, ditetapkan bahwa kebutuhan penerangan untuk jalan bebas hambatan harus memenuhi spesifikasi minimum yaitu :

- Kuat pencahayaan E rata-rata (lux) = 15-20
- Kuat pencahayaan pemerataan (g1) = 0,14-0,2
- Luminansi L rata-rata = 1,50

Untuk jenis lampu yang digunakan pada jalan tol ditetapkan lampu gas sodium tekanan tinggi (SON)

**Tabel 8. 6** Jarak Antar Tiang Lampu Penerangan Berdasarkan Klasifikasi Lampu

Jenis Lampu	Tinggi Lampu	Lebar jalan								Tingkat Pencahayaan
		4	5	6	7	8	9	10	11	
50 W SON atau 80W MBF/U	4	31	30	29	28	26				3,5 LUX
	5	33	32	32	31	30	29	28	27	
70 W SON atau 125W MBF/U	6	48	47	46	44	43	41	39	37	
70 W SON atau 125W MBF/U	6	34	33	32	31	30	28	26	24	6,0 LUX
100 W SON	6	48	47	45	42	40	38	36	34	
150 W SON atau 250W MBF/U	8			48	47	45	43	41	39	10 LUX
100 W SON	6			28	26	23				
250 W SON atau 400W MBF/U	10					55	53	50	47	
250 W SON atau 400W MBF/U	10			36	35	33	32	30	28	20 LUX
400 W SON	12					39	38	37	36	30 LUX



Berdasarkan tabel di atas maka dipilih lampu dengan tingkat pencahayaan 20 LUX dan dengan lebar jalan 9,2 meter maka dipilih jarak antar lampu sebesar 30 meter

$$\text{Jumlah} \quad : (39.523,27 / 100) + 1 = 1317,43 \sim 1318 \text{ buah}$$

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

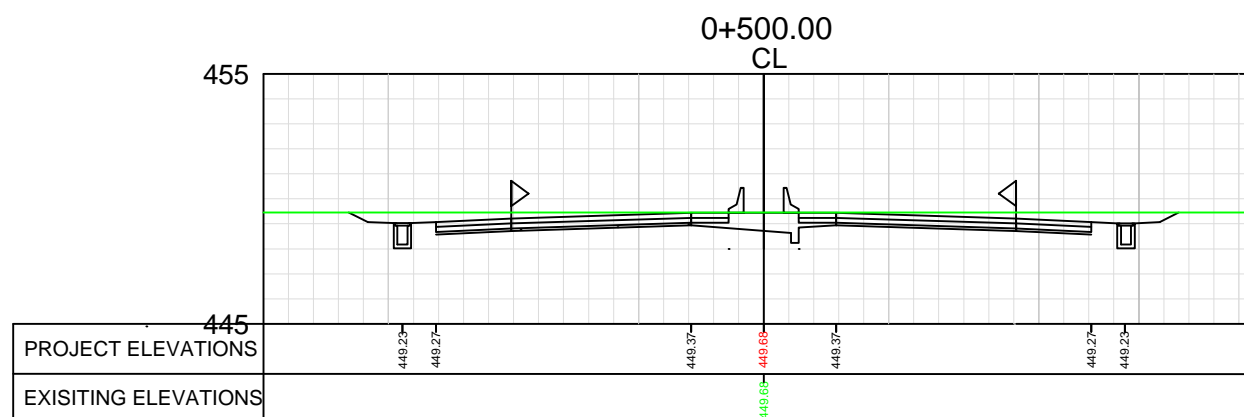
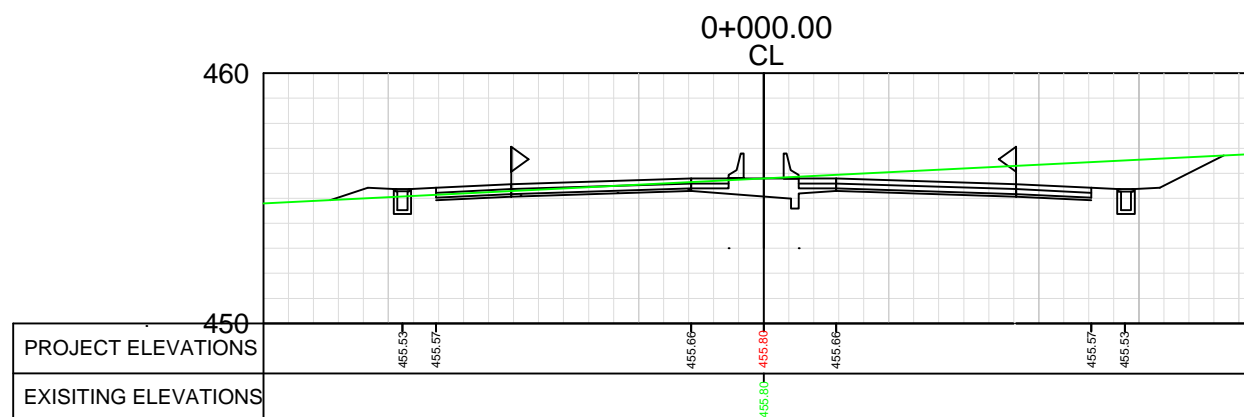
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

1

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

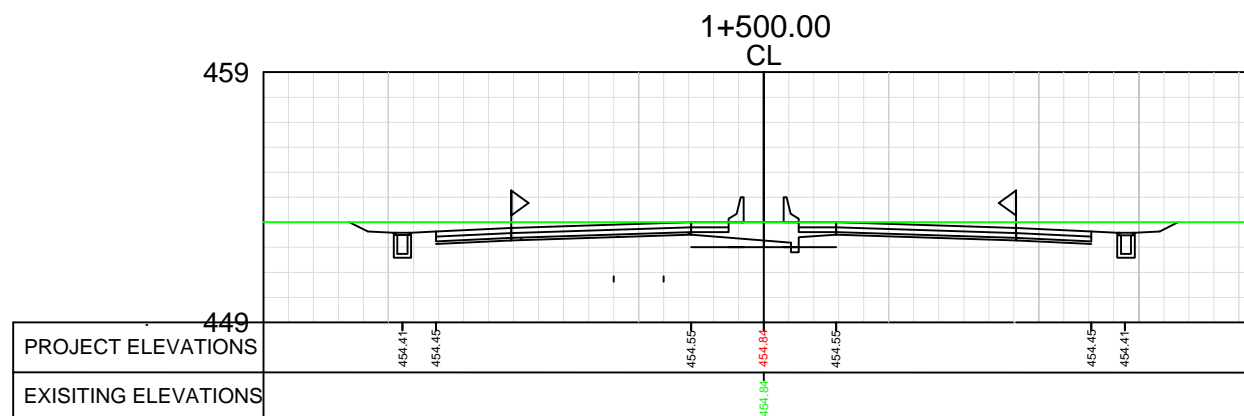
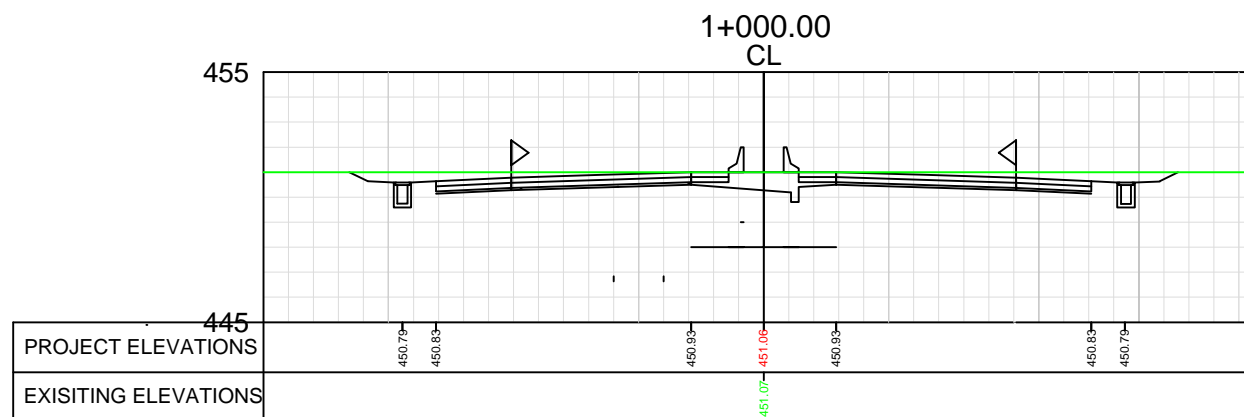
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

2

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

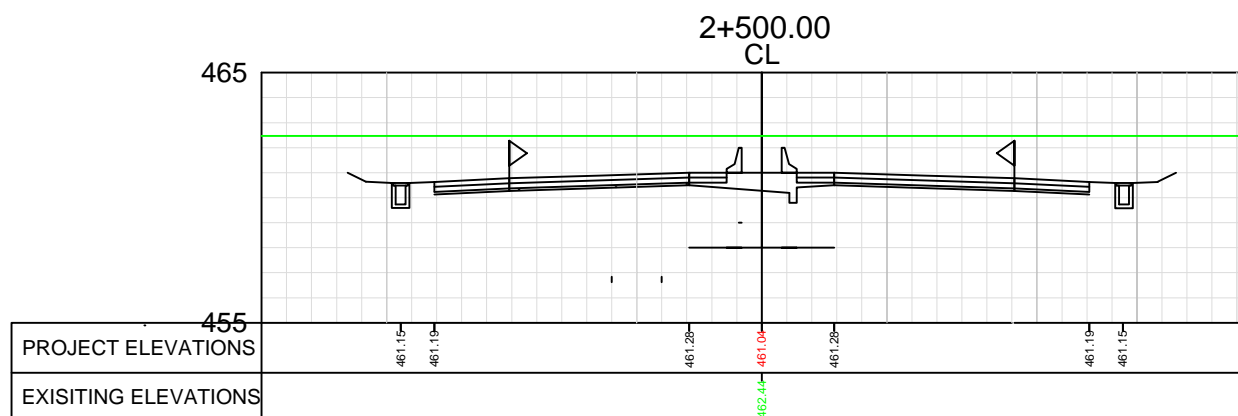
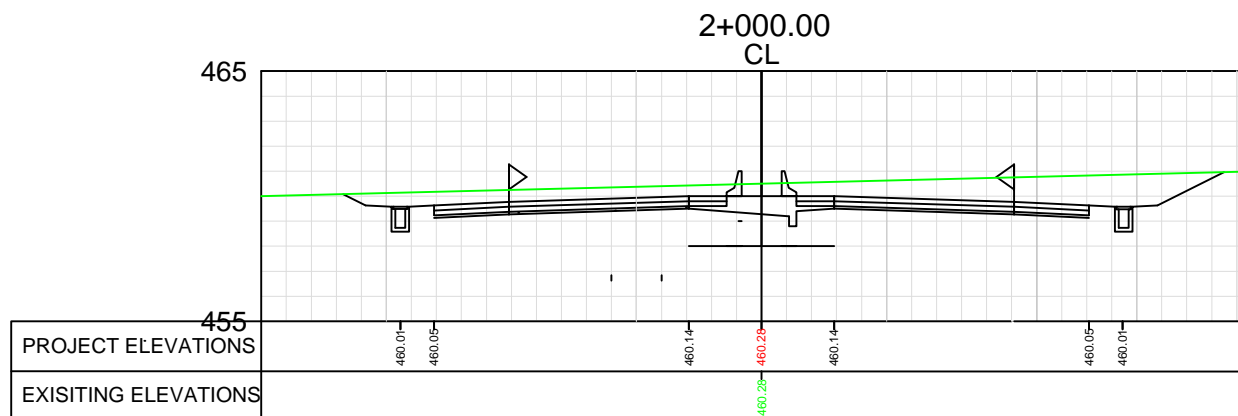
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

3

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

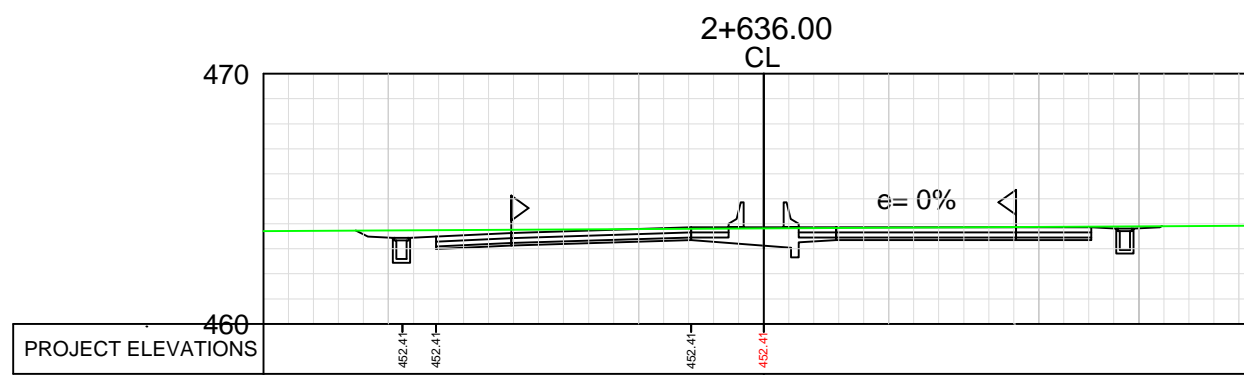
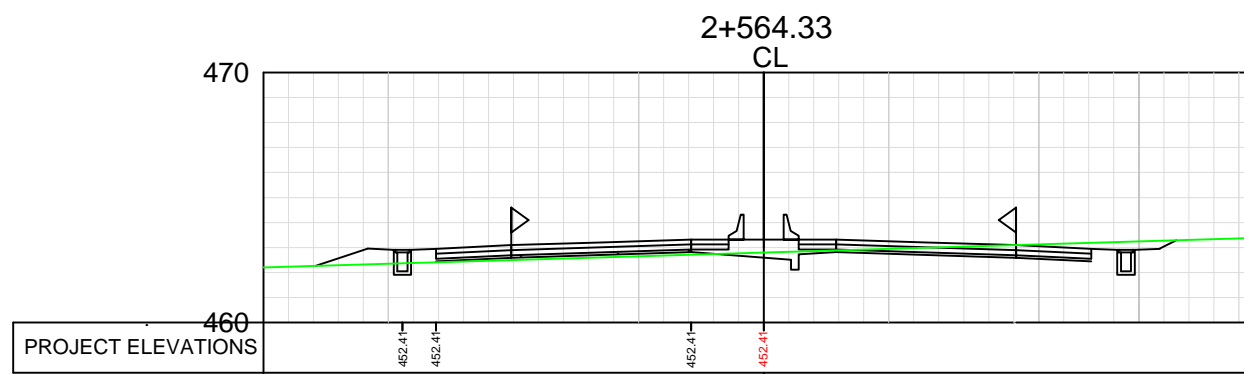
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

4

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

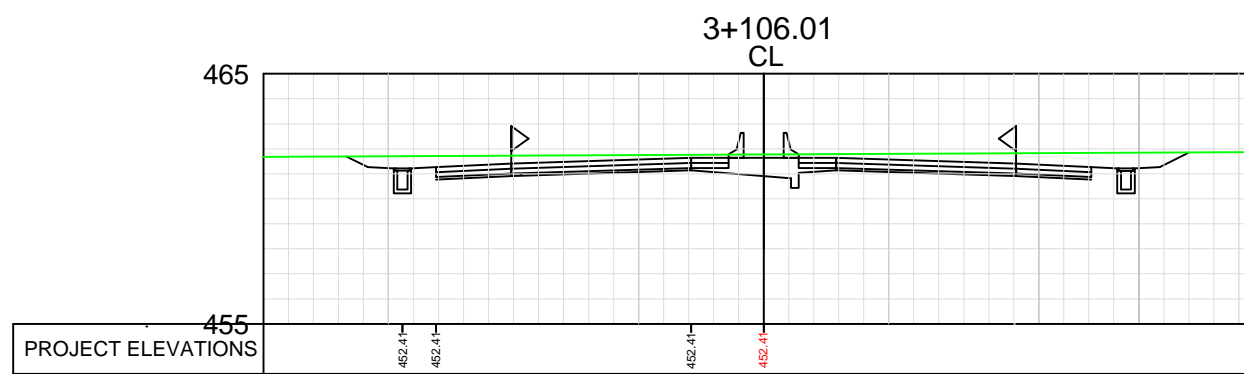
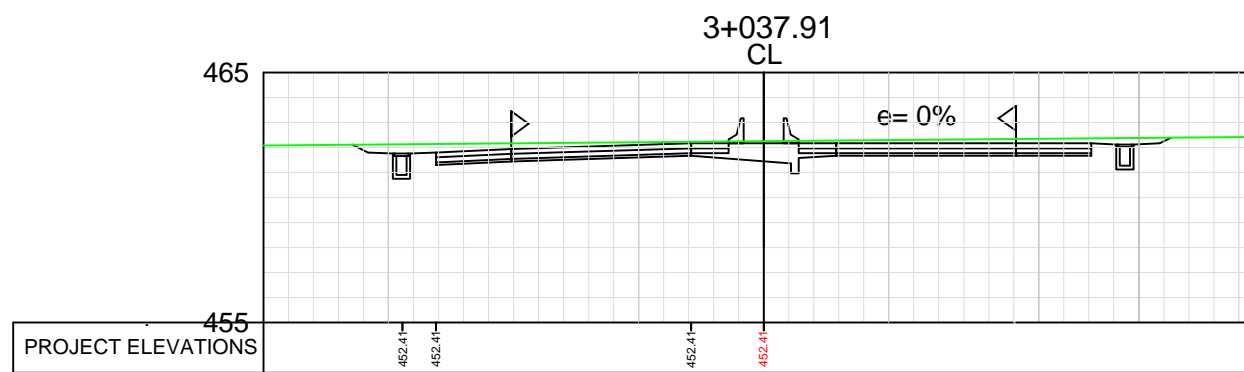
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

6

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

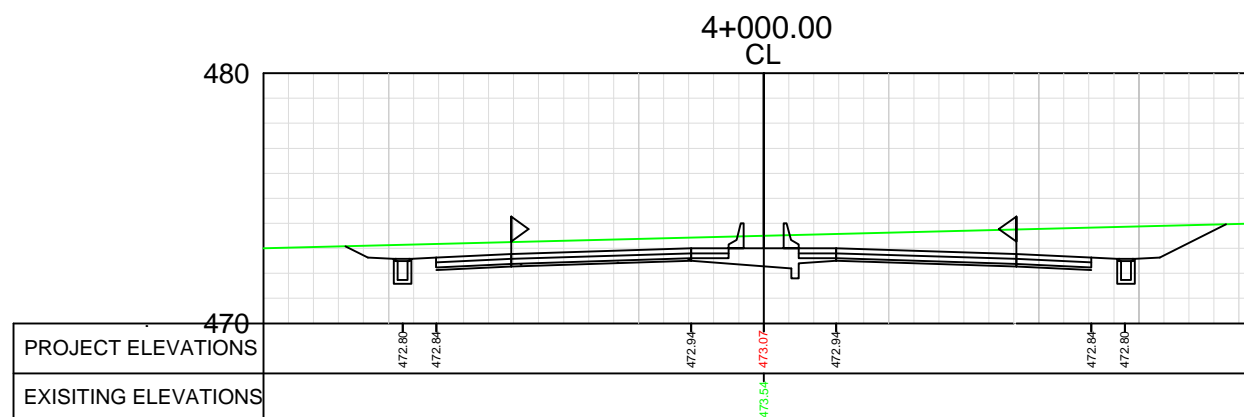
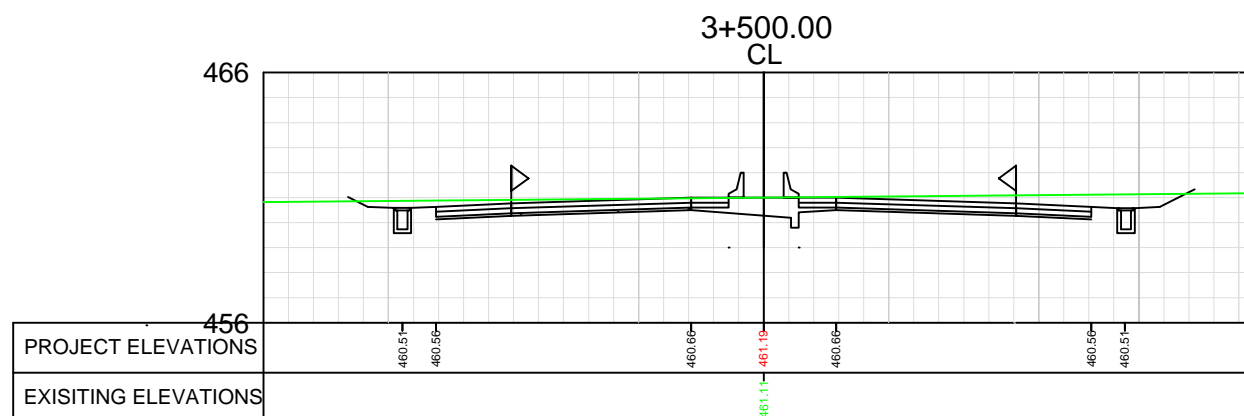
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

7

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

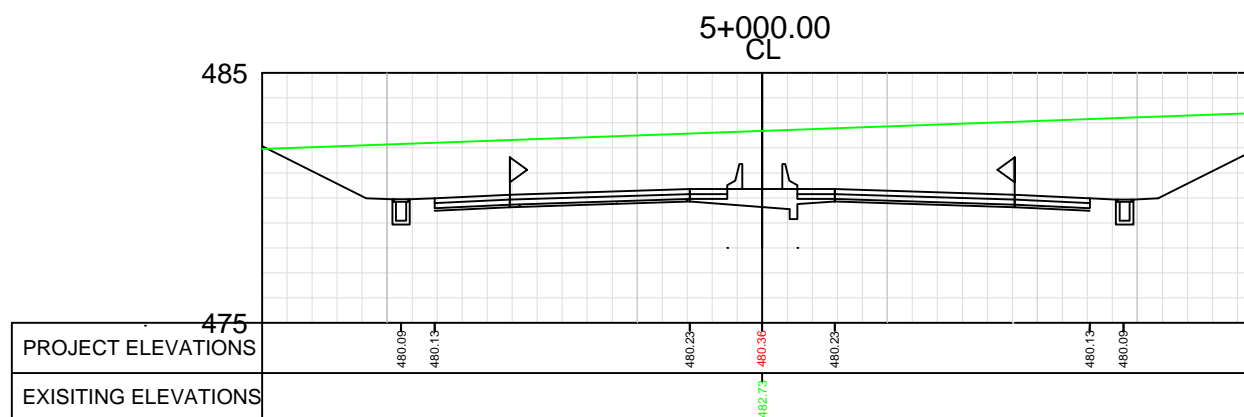
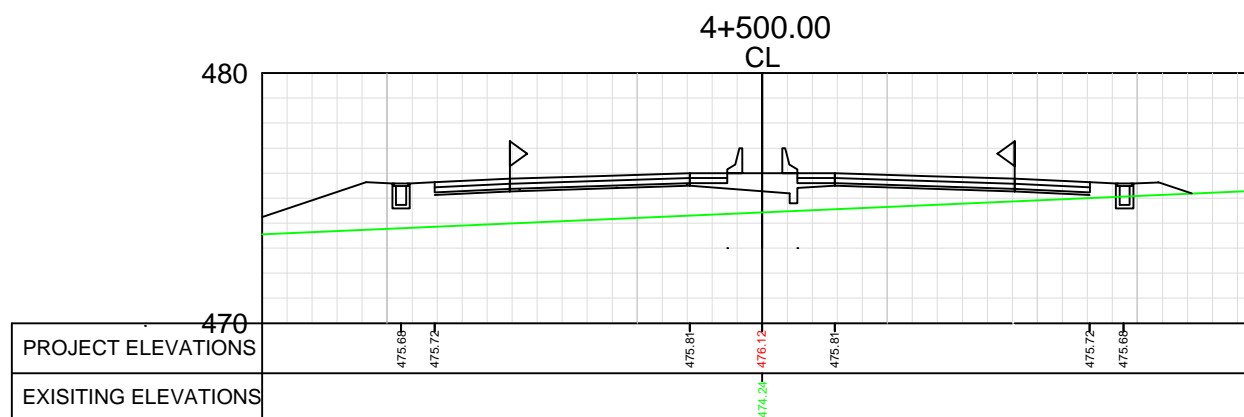
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

8

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

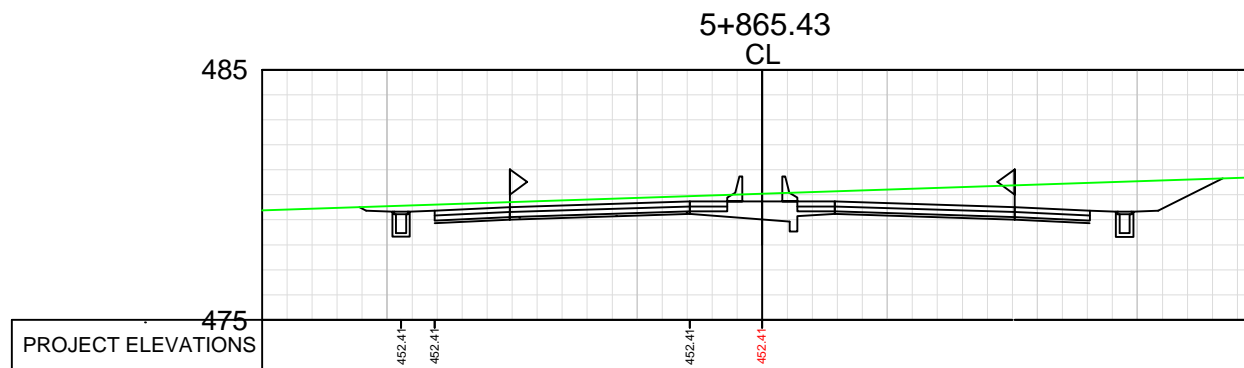
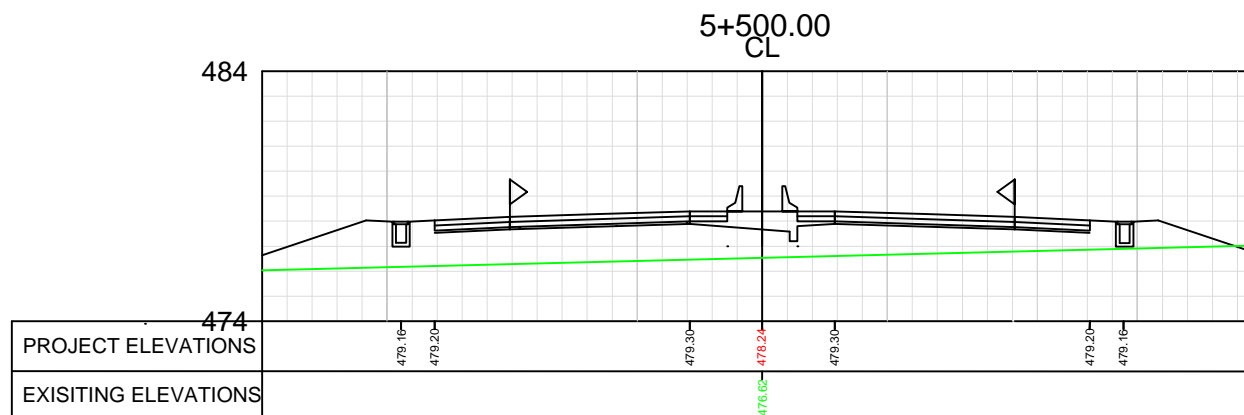
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

9

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

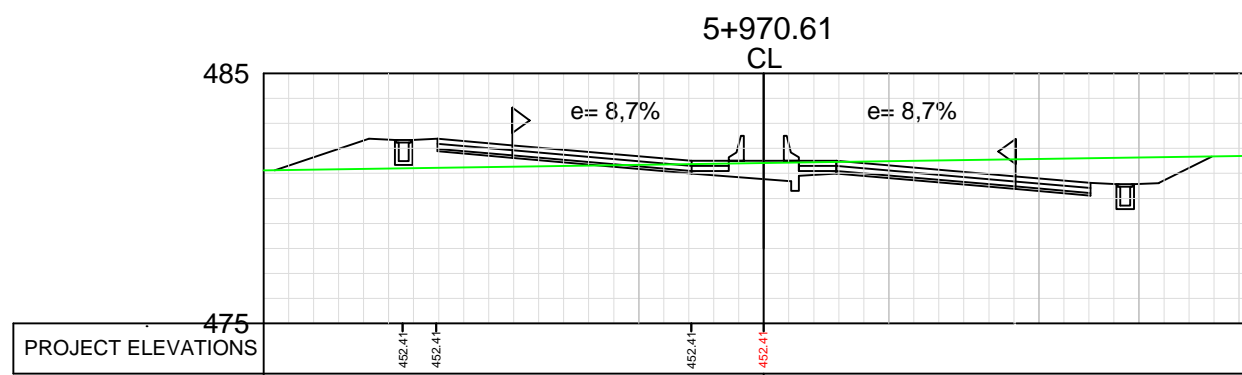
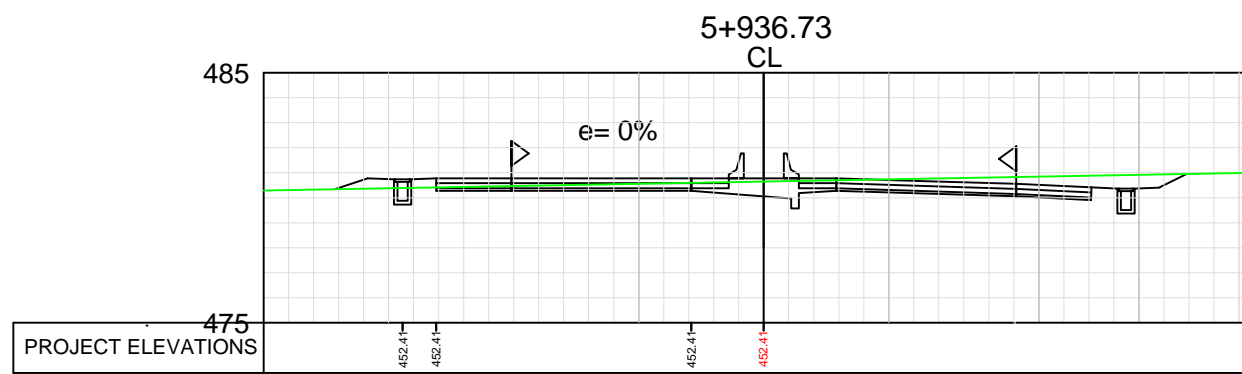
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

10

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

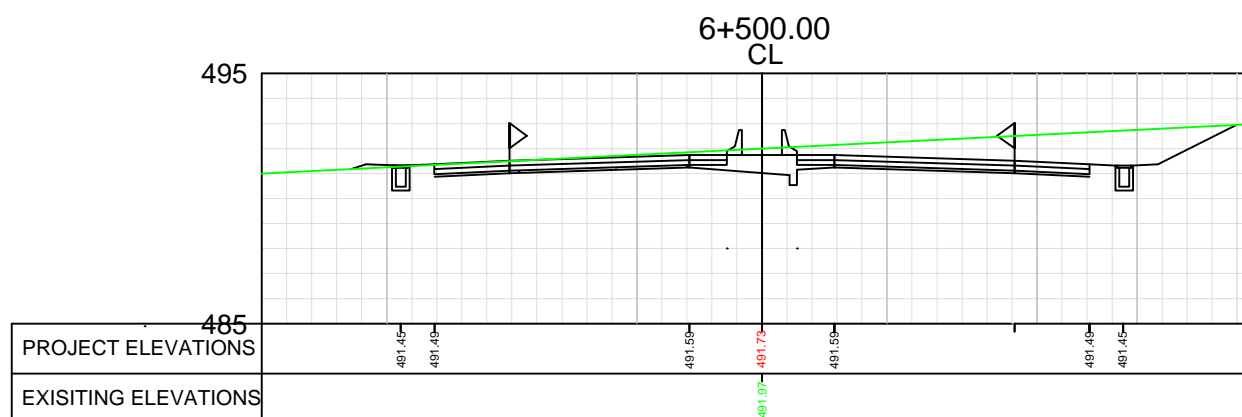
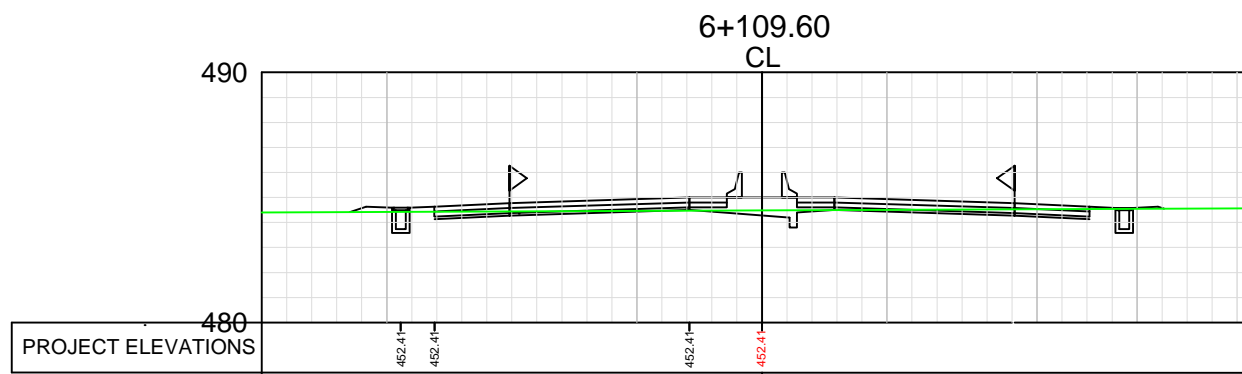
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

12

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

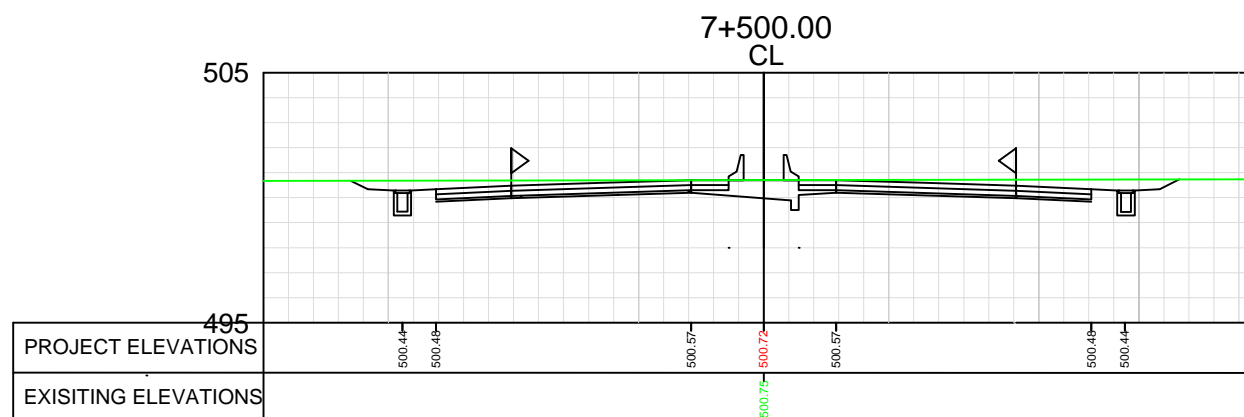
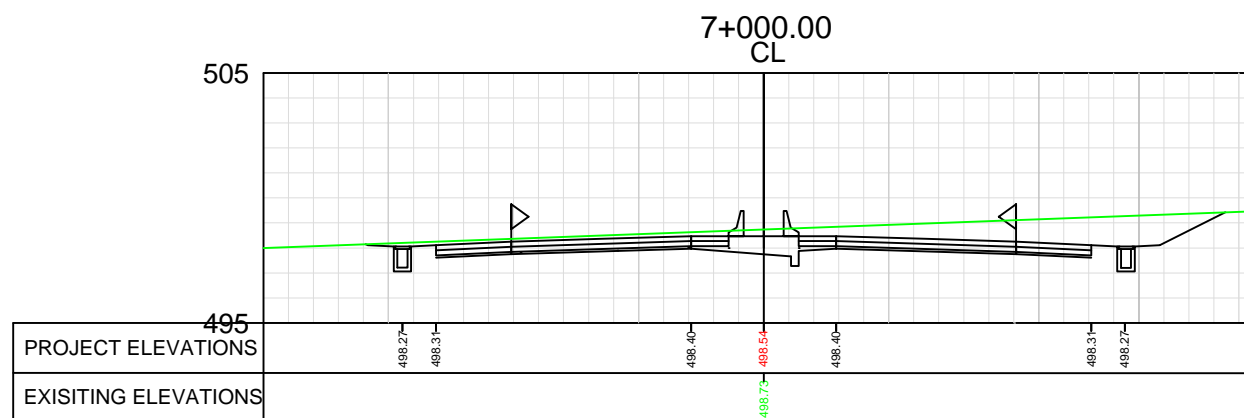
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

13

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

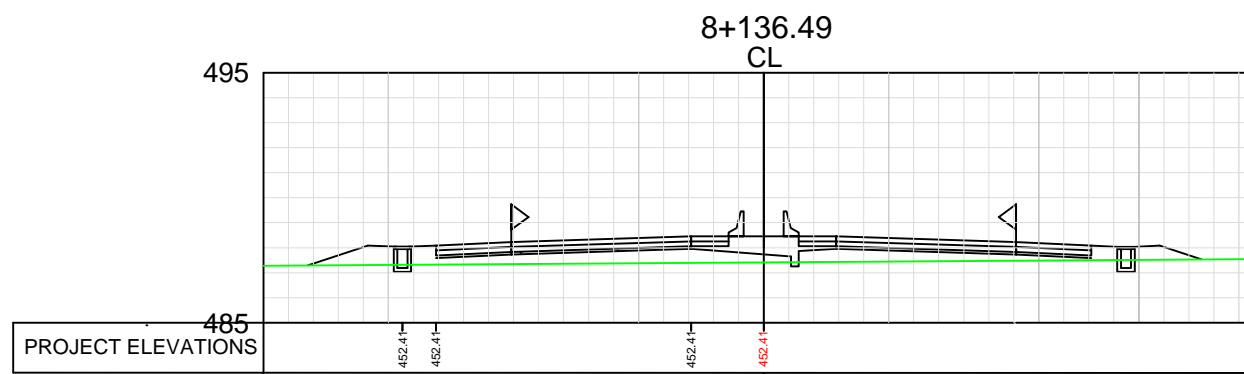
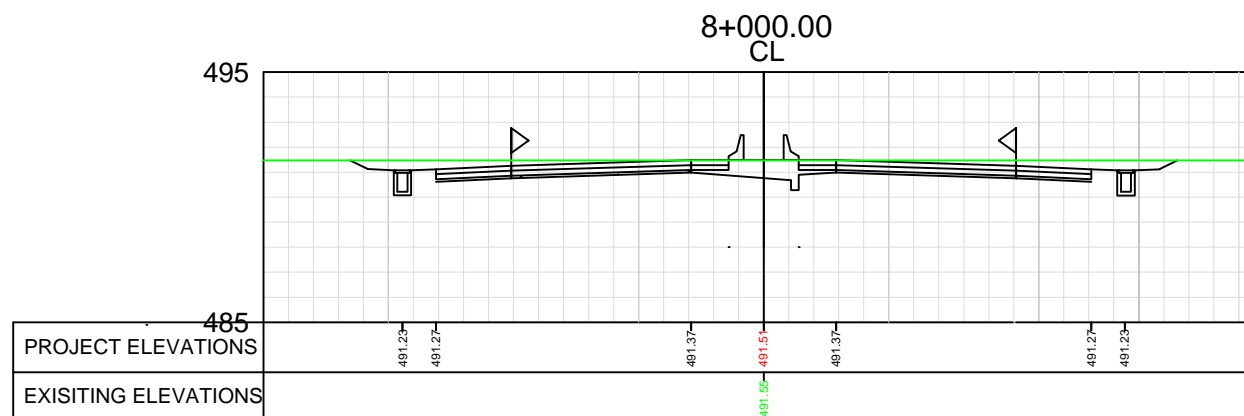
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

14

76









JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

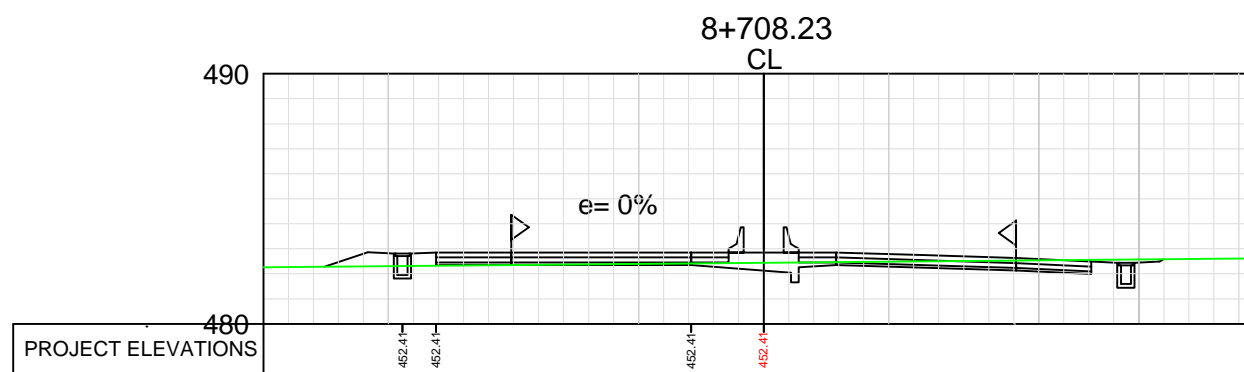
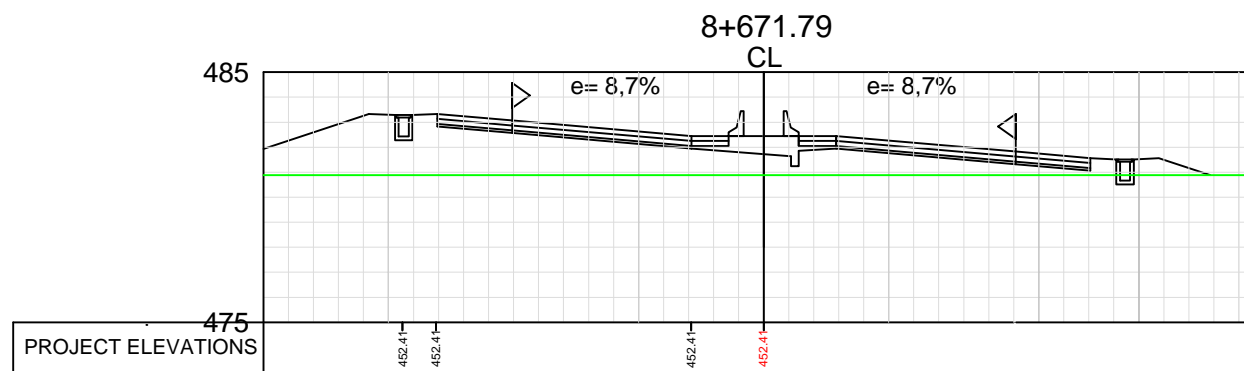
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

16

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

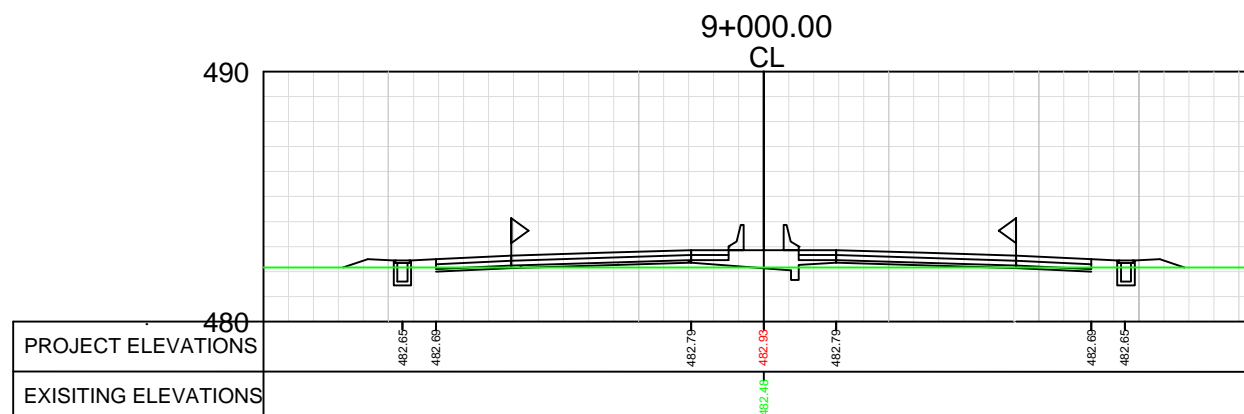
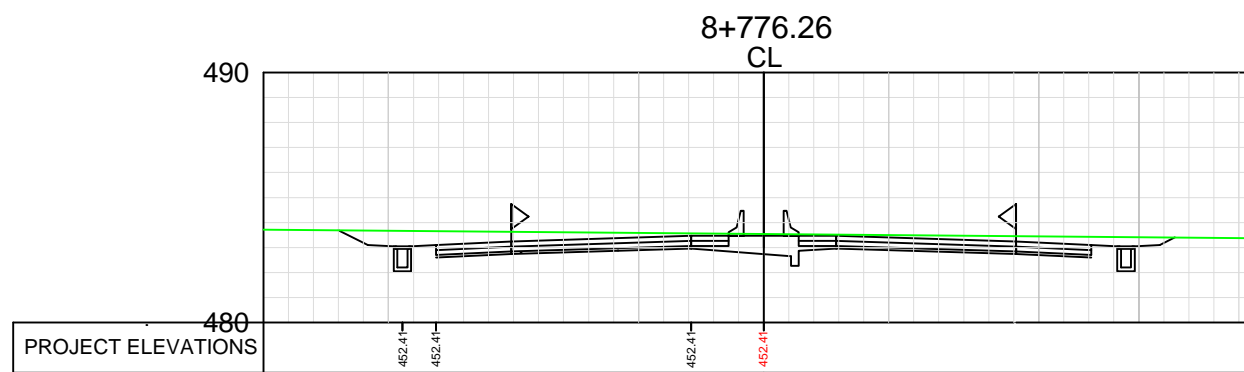
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

17

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

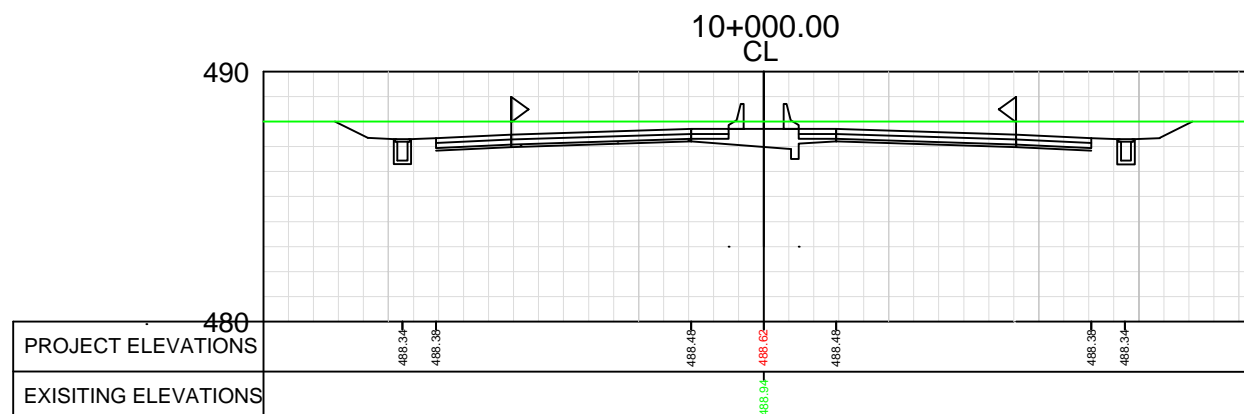
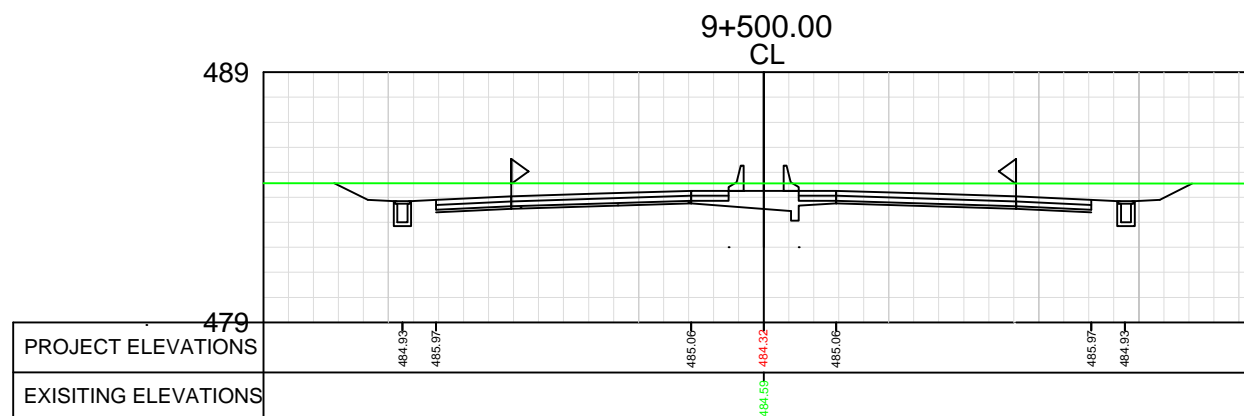
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

18

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

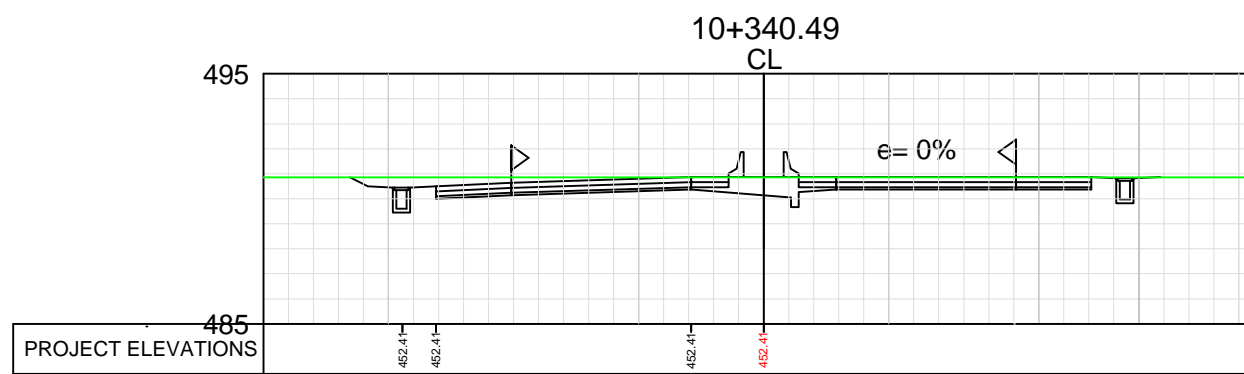
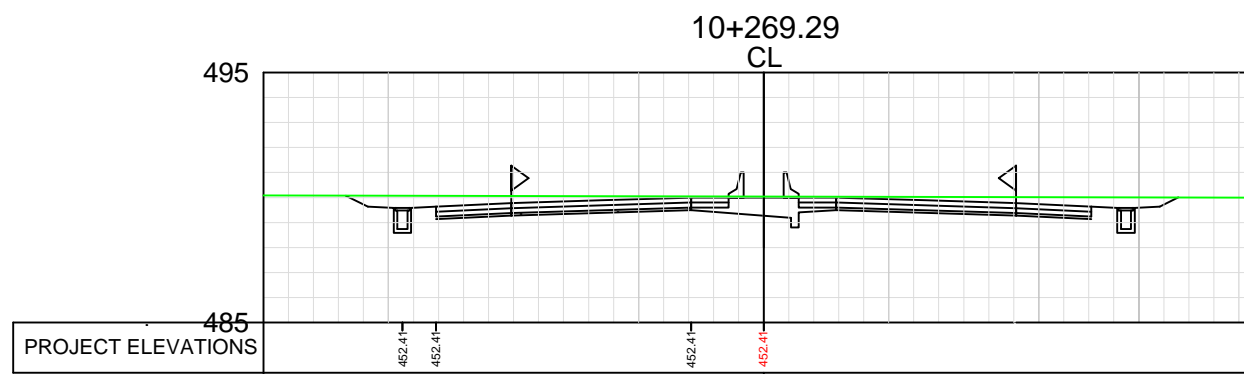
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

19

76









JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

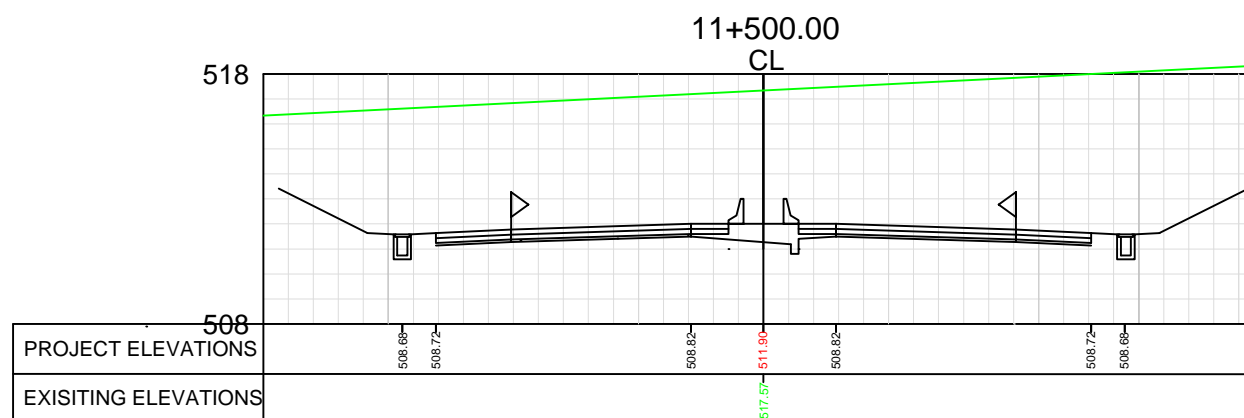
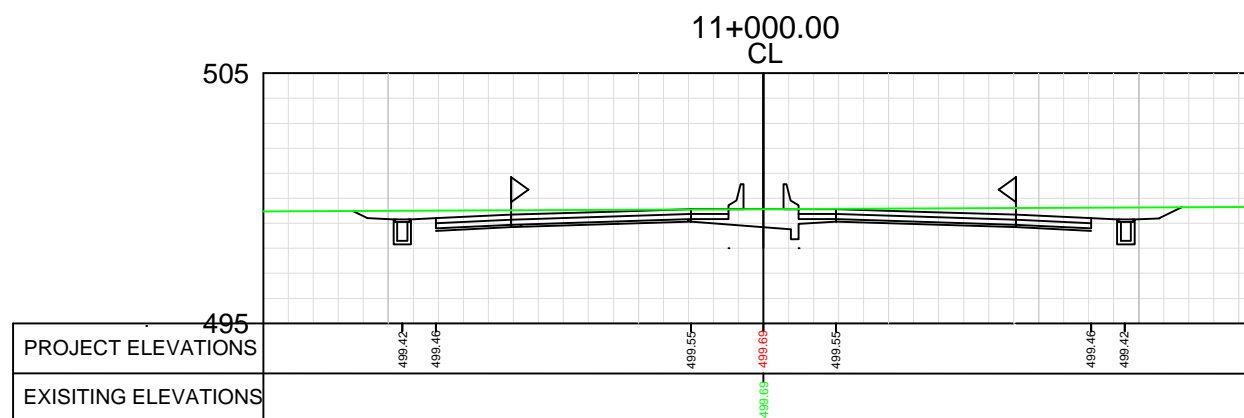
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

22

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

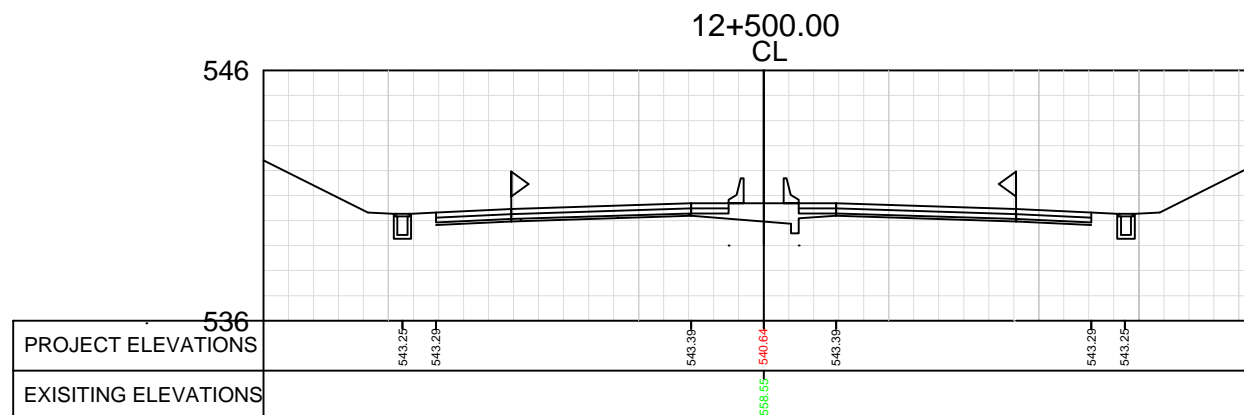
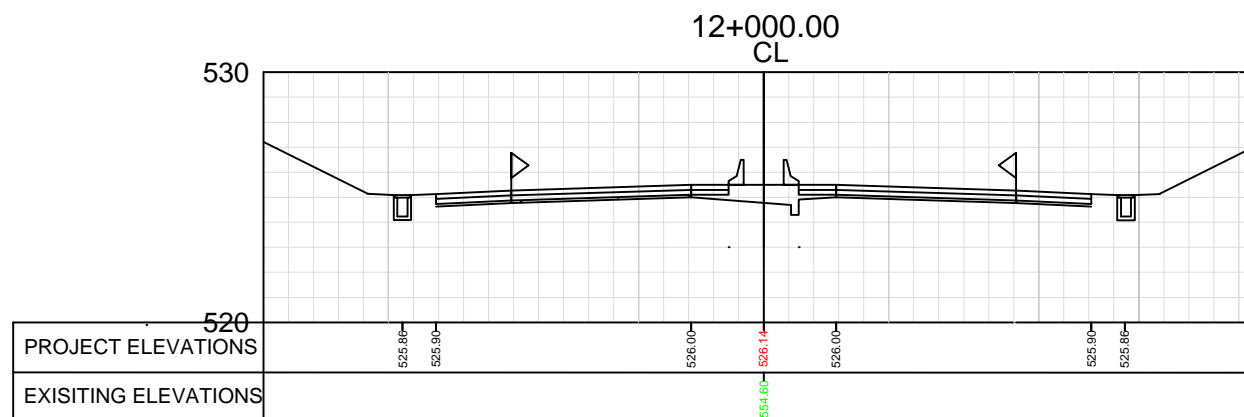
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

23

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

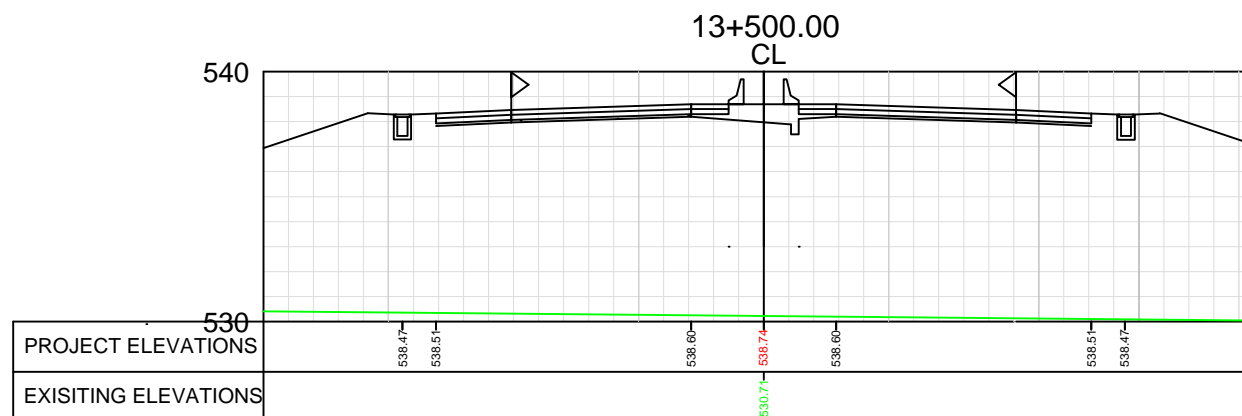
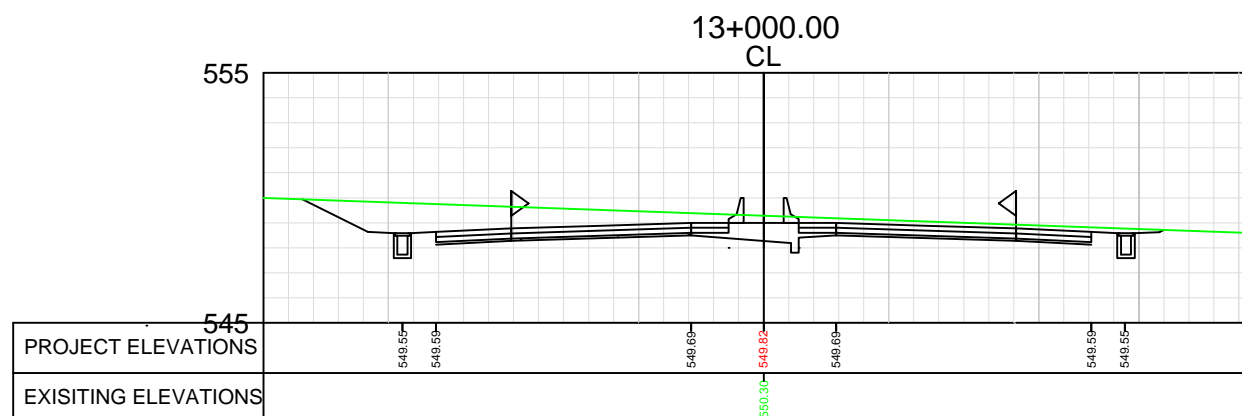
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

24

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

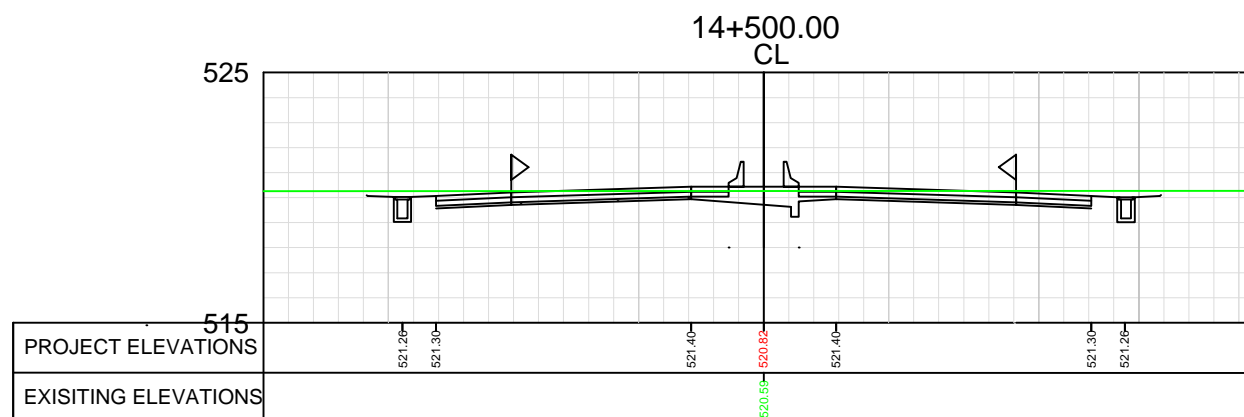
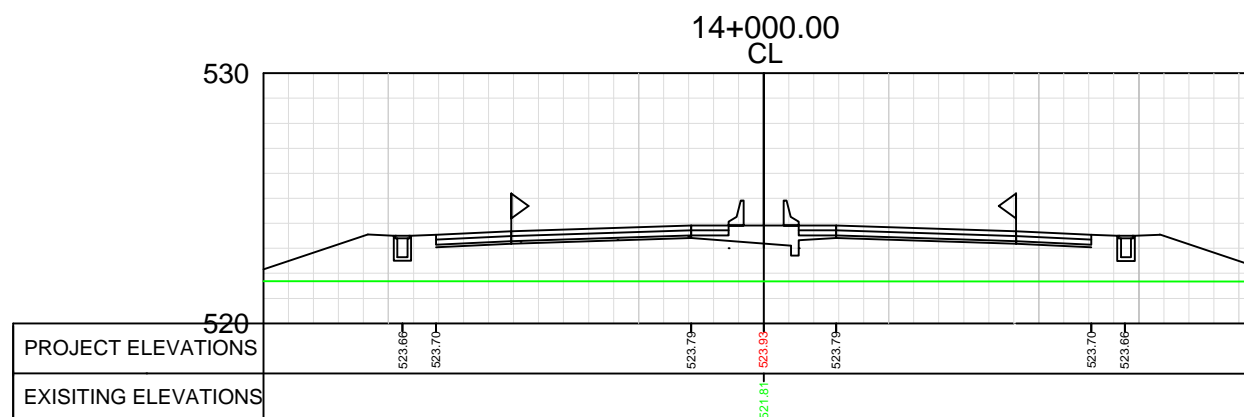
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

25

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

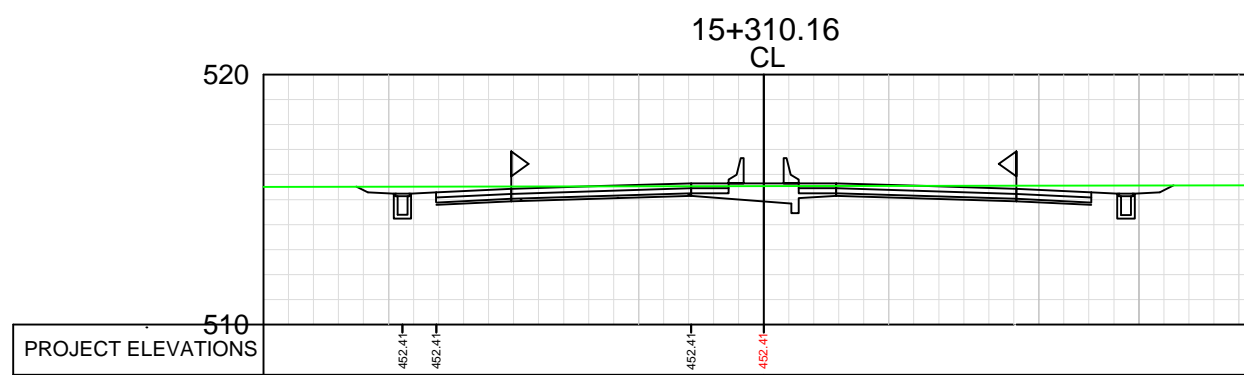
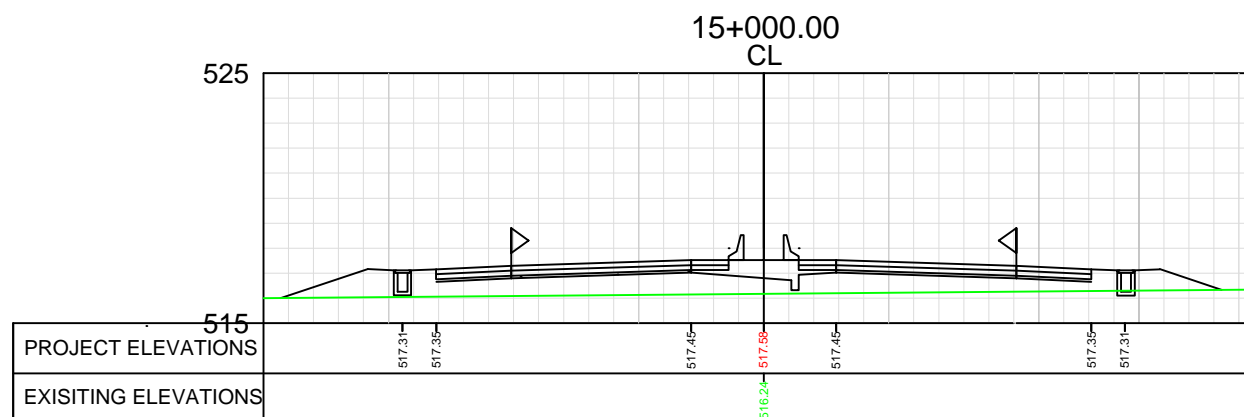
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

26

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

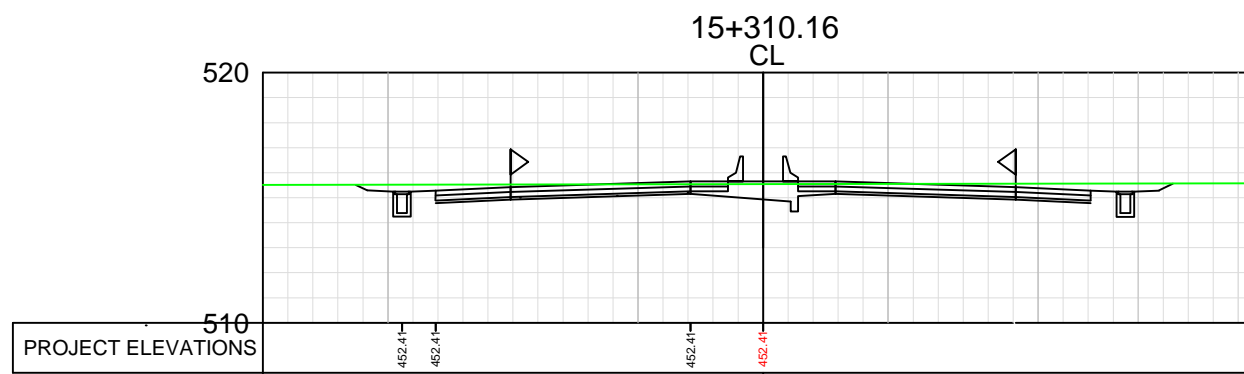
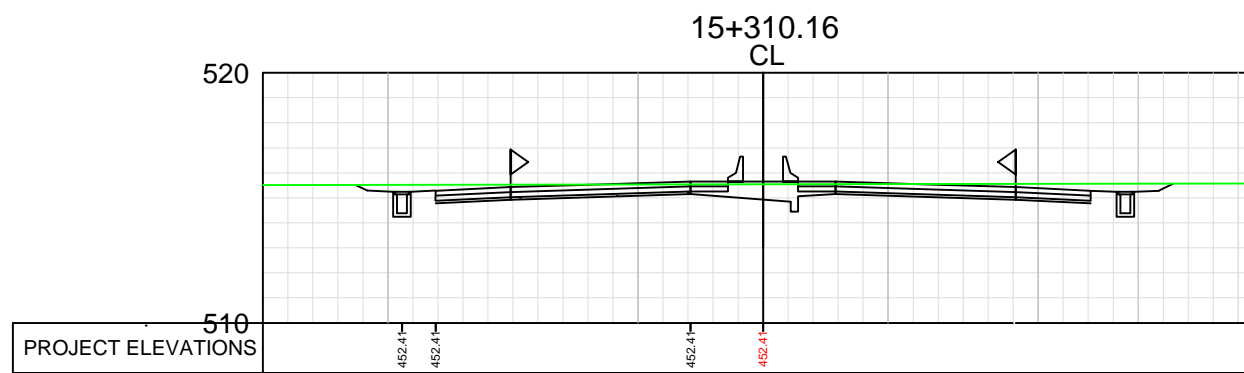
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

27

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

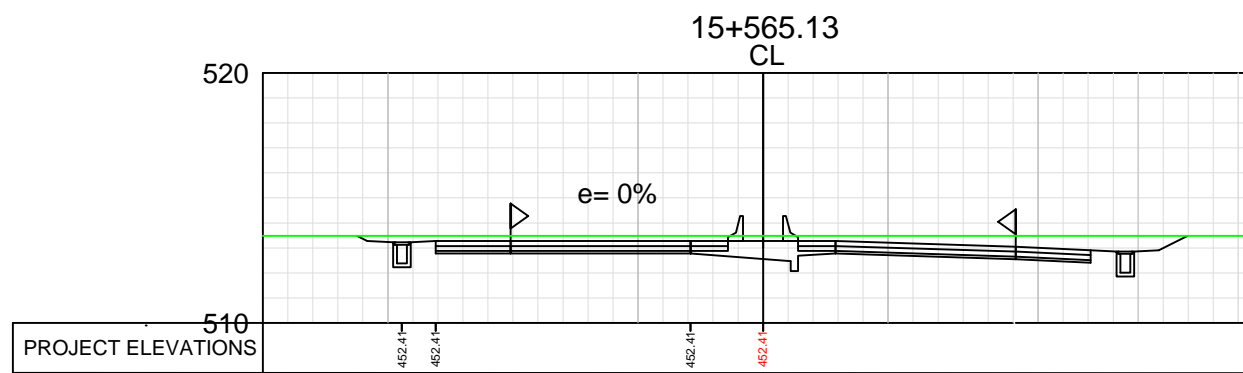
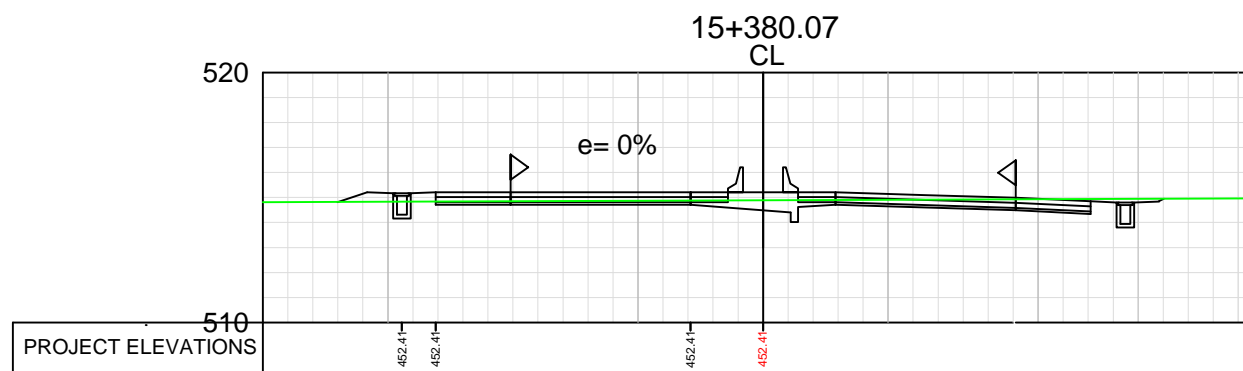
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

28

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

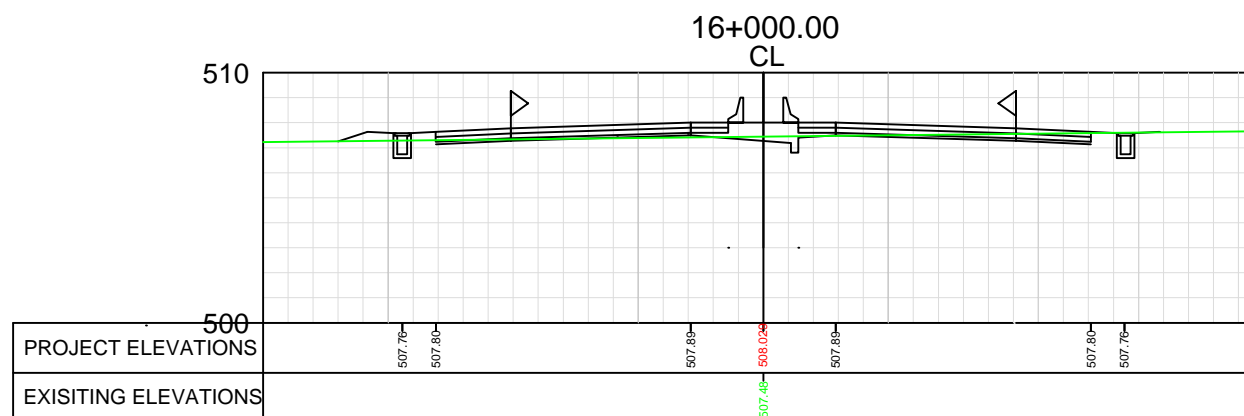
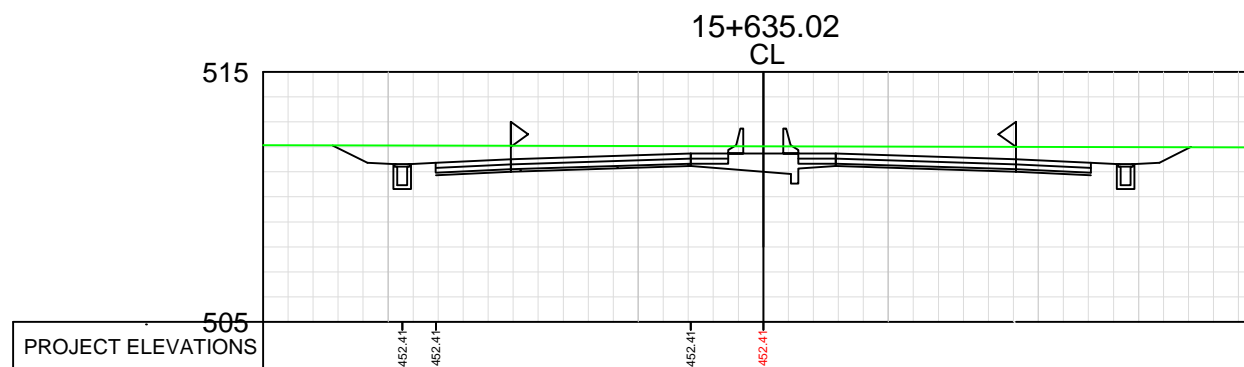
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

29

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

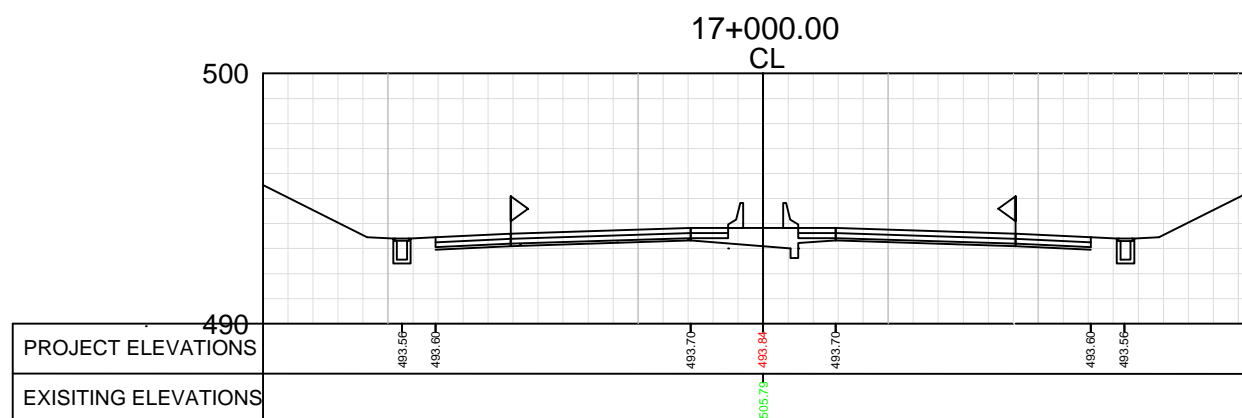
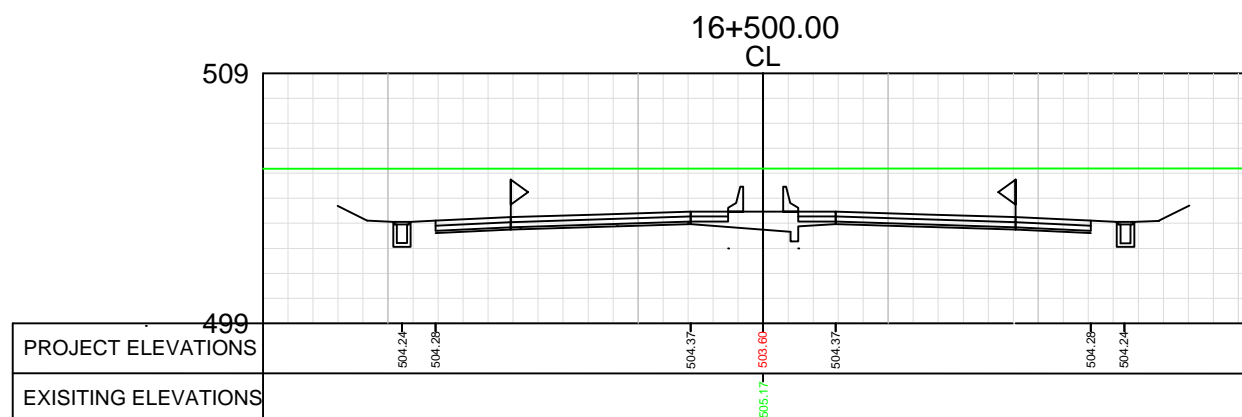
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

30

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

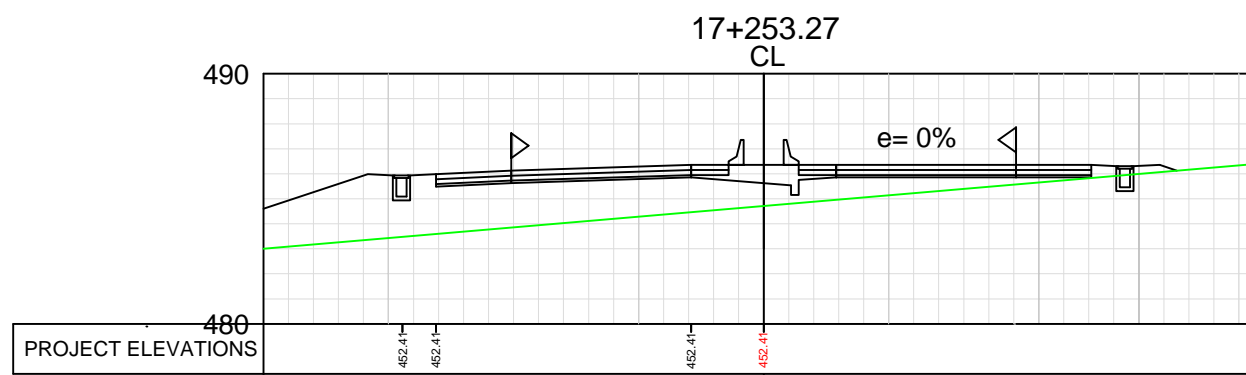
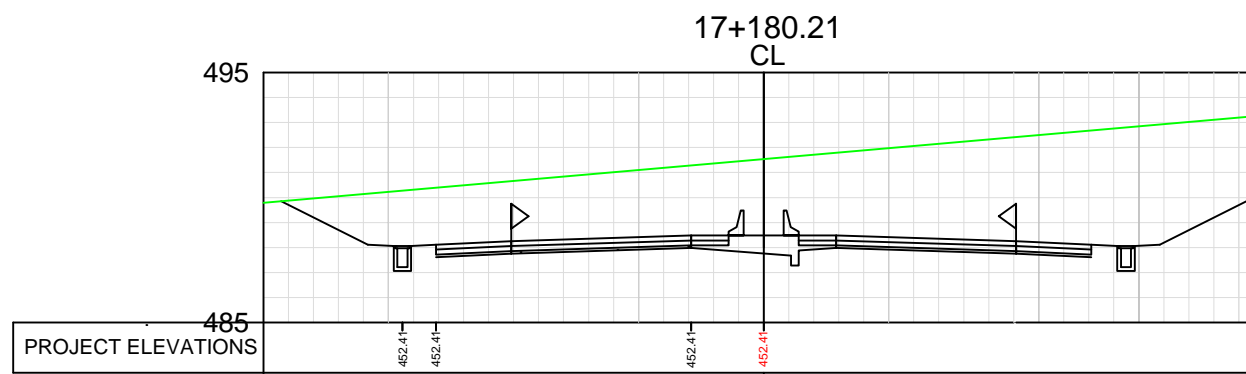
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

31

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

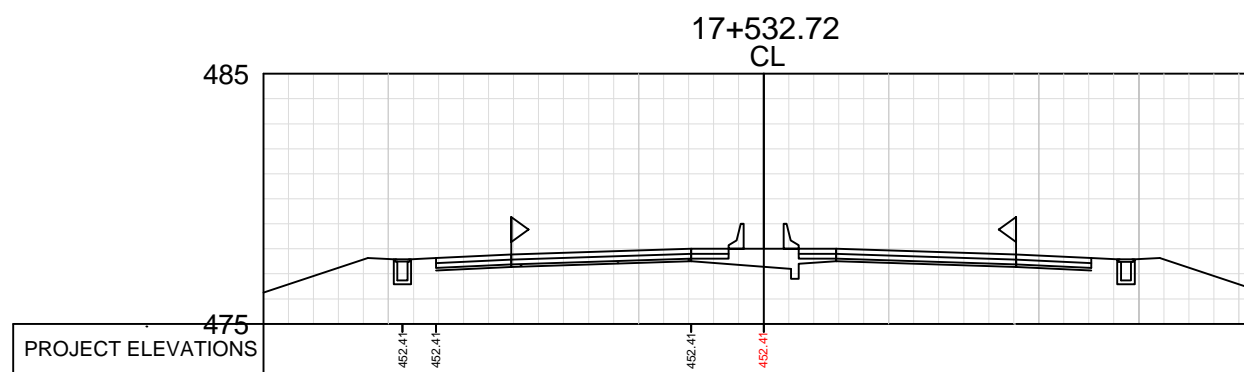
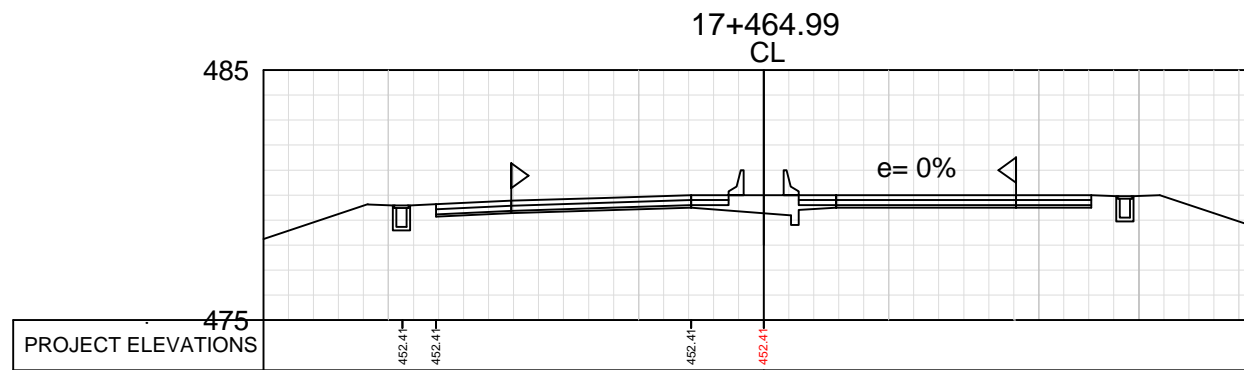
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

33

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

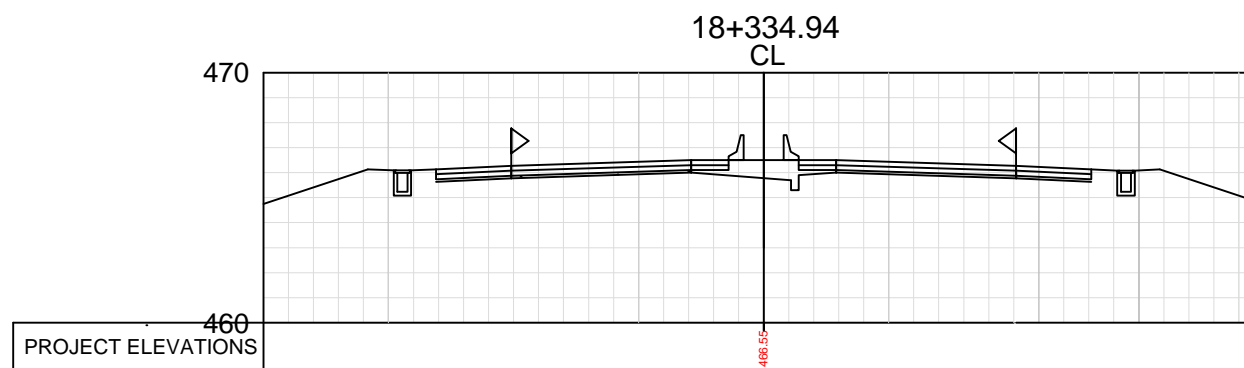
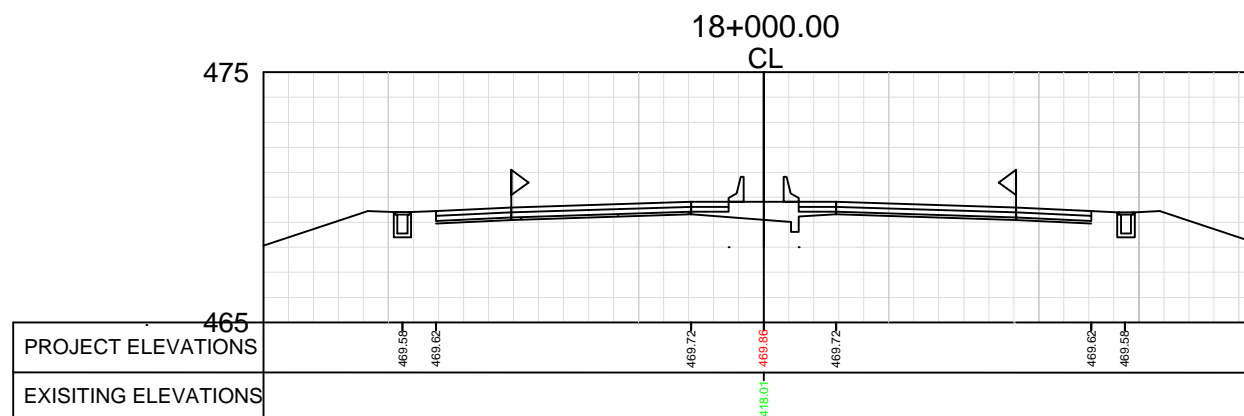
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

34

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

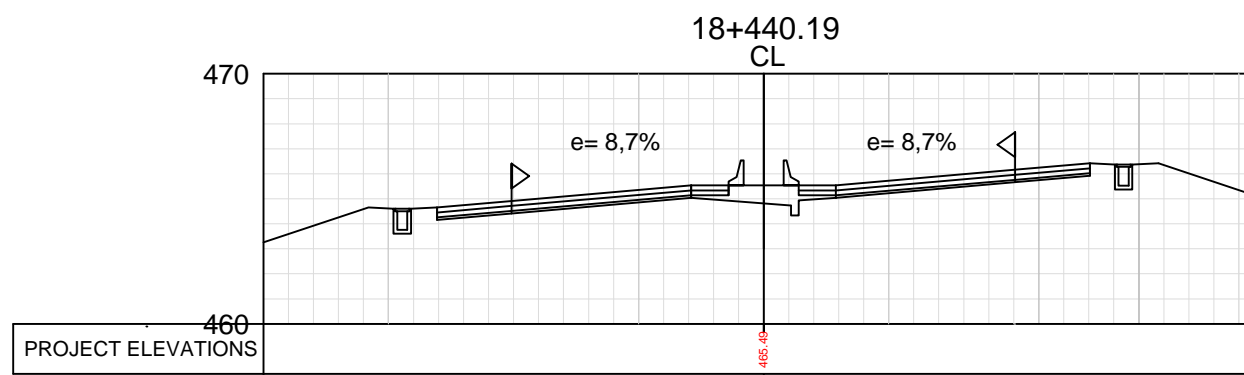
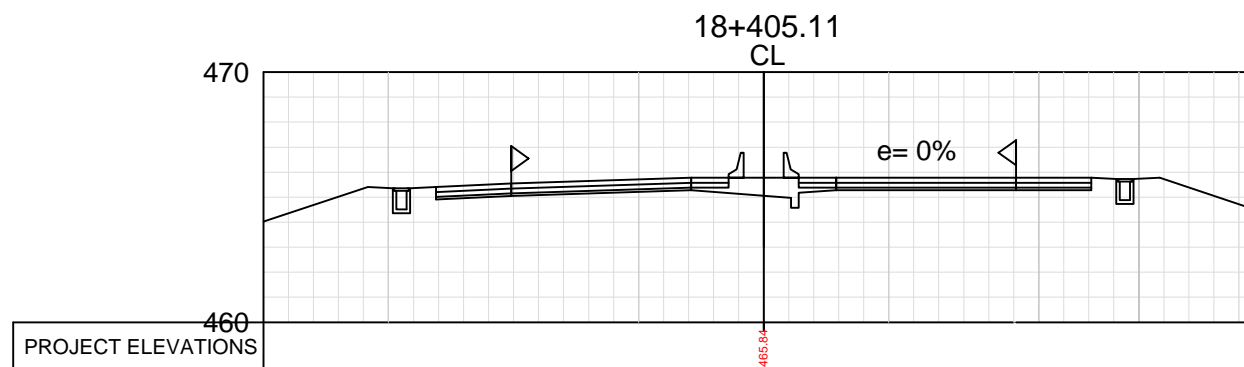
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

35

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

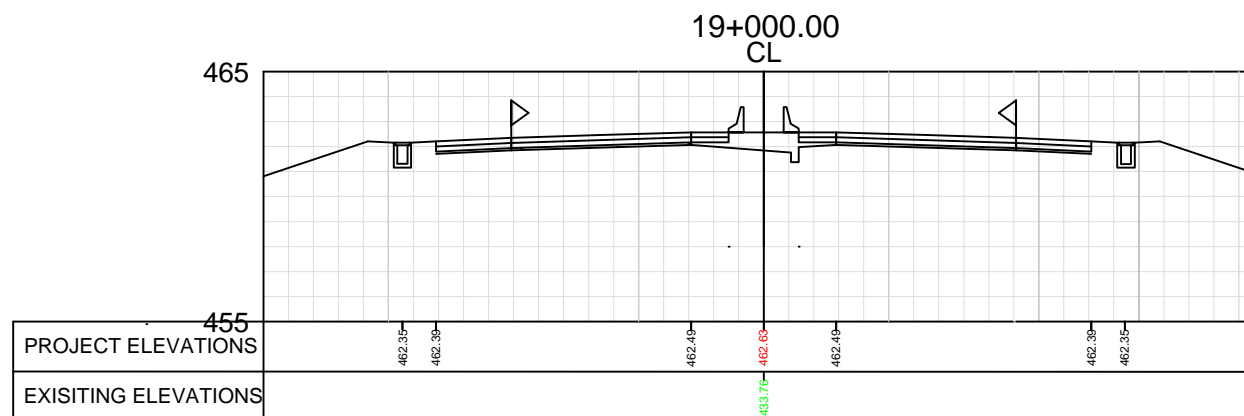
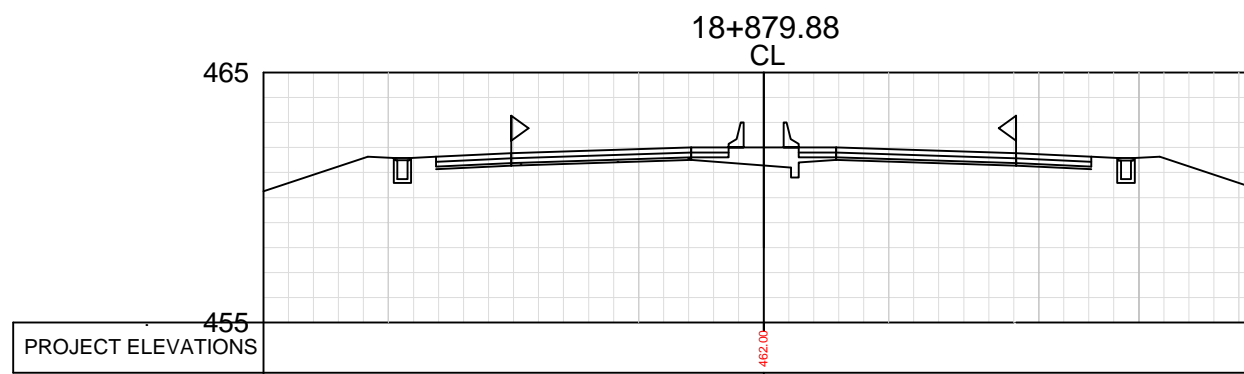
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

37

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

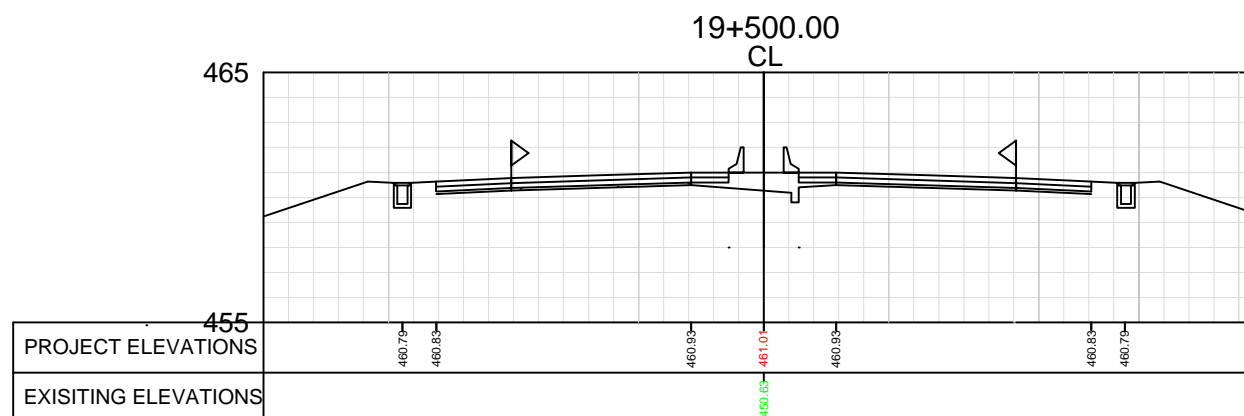
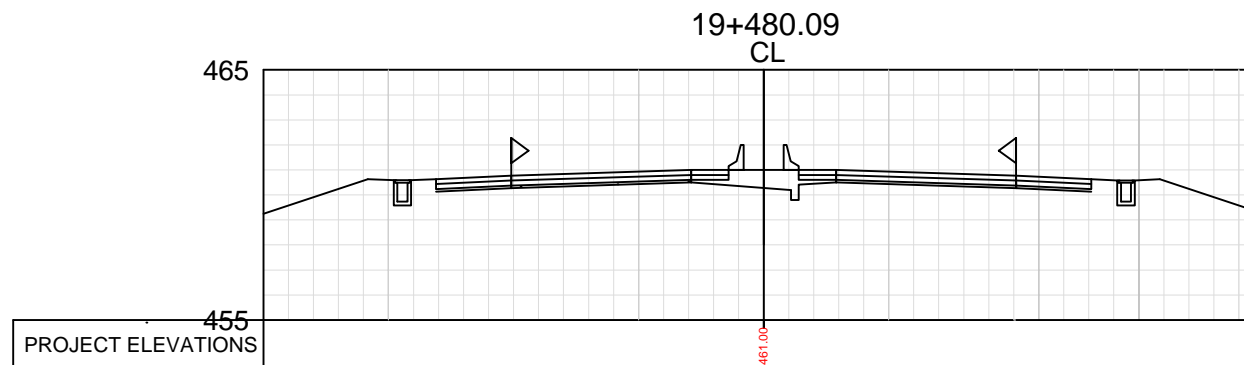
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

38

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

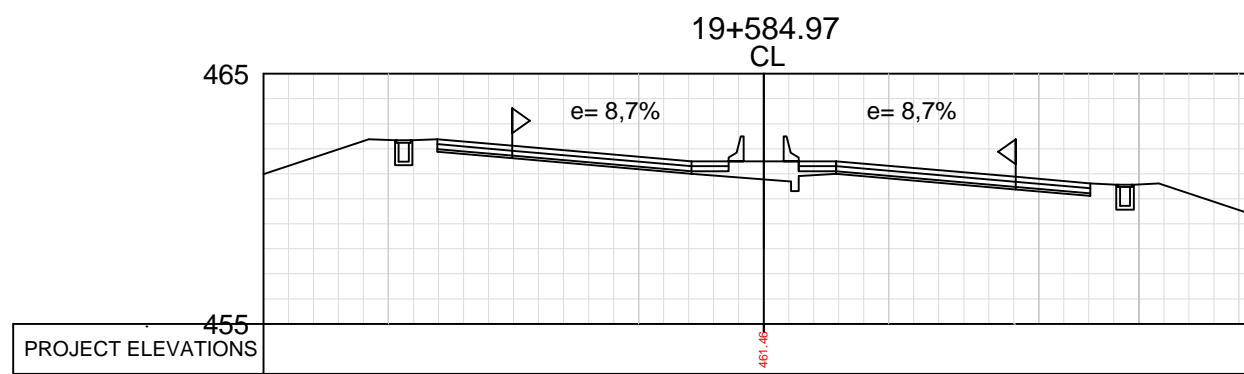
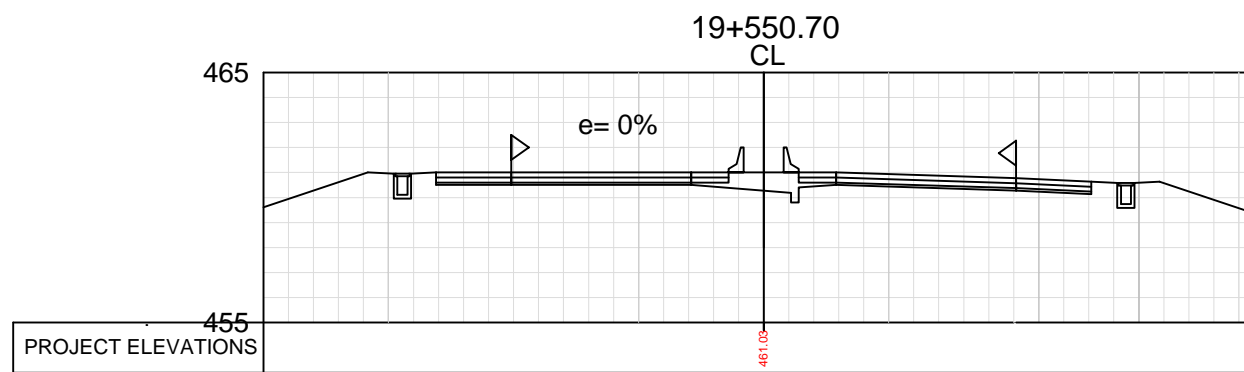
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

39

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

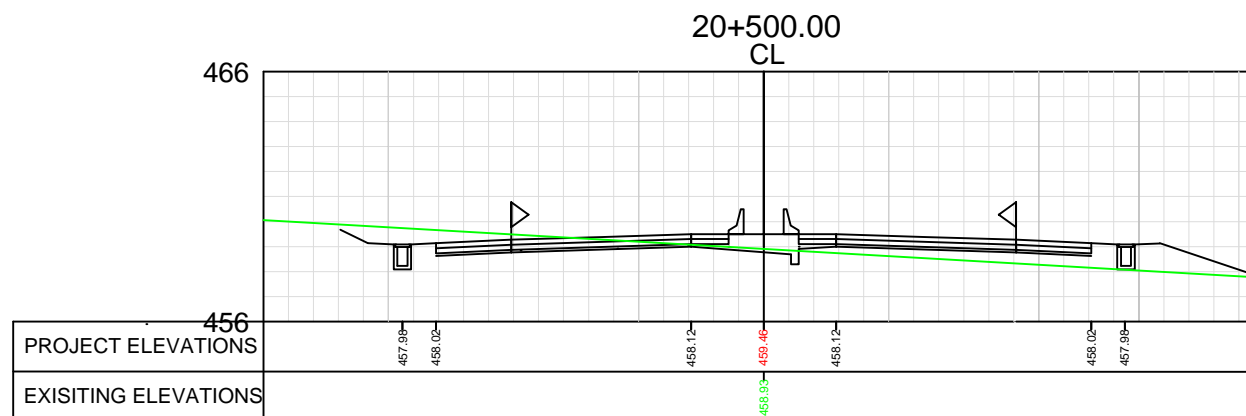
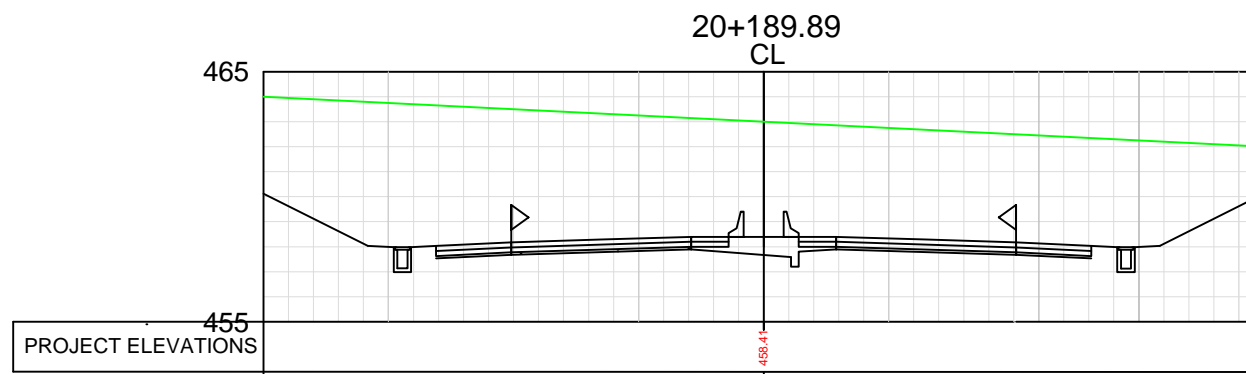
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

41

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

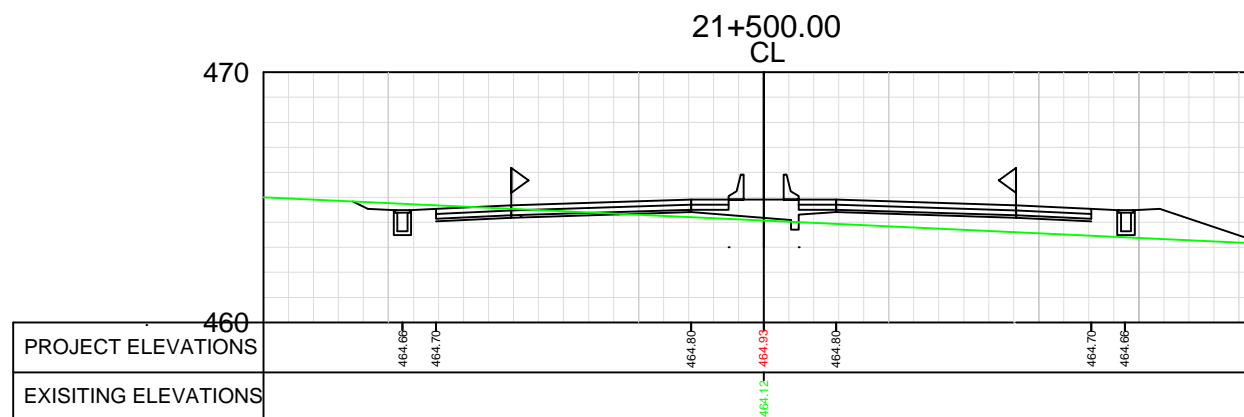
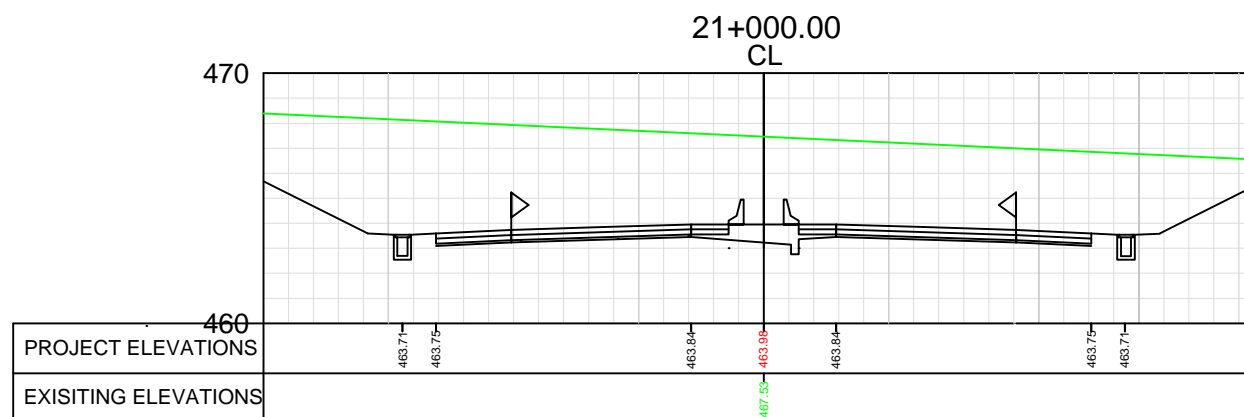
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

42

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

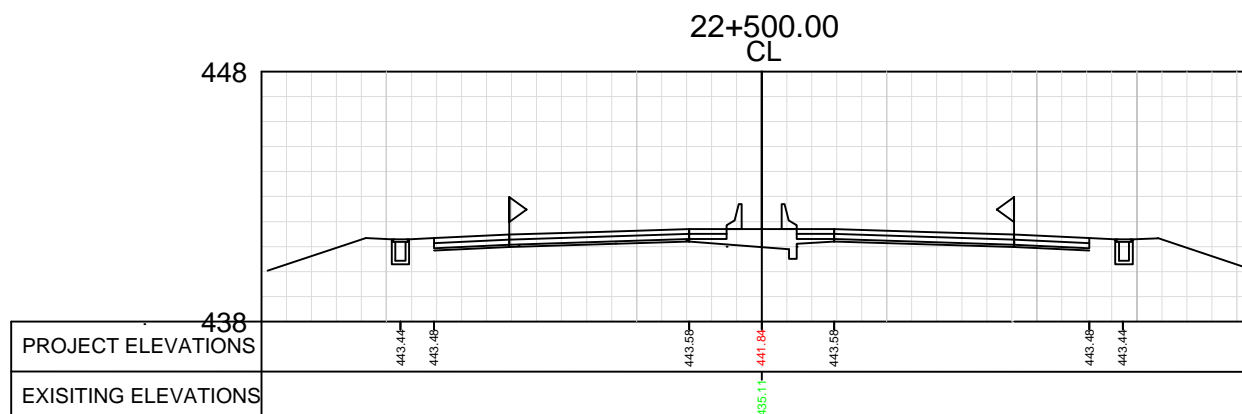
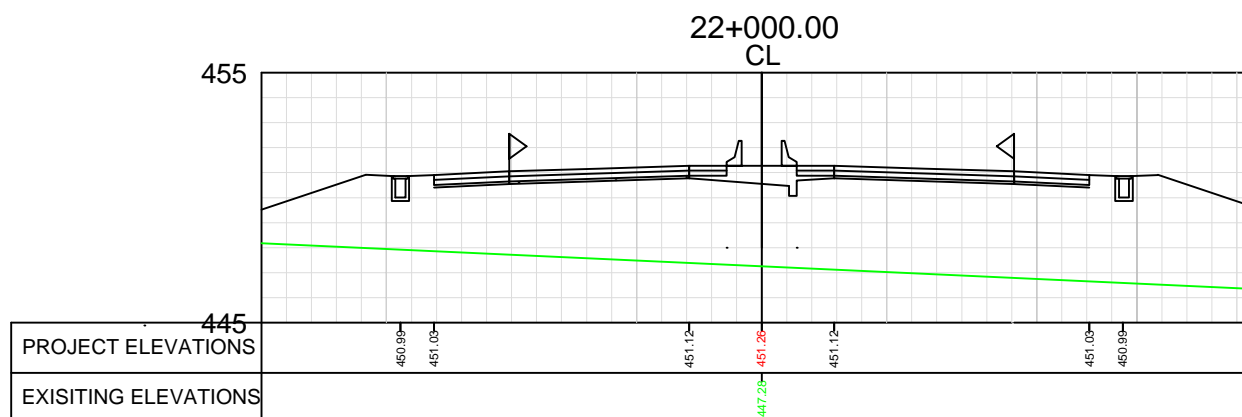
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

43

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

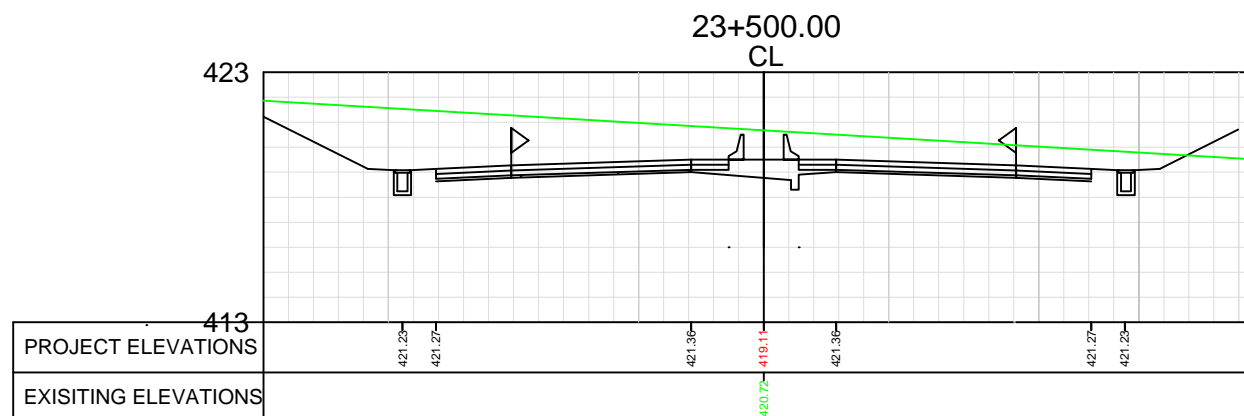
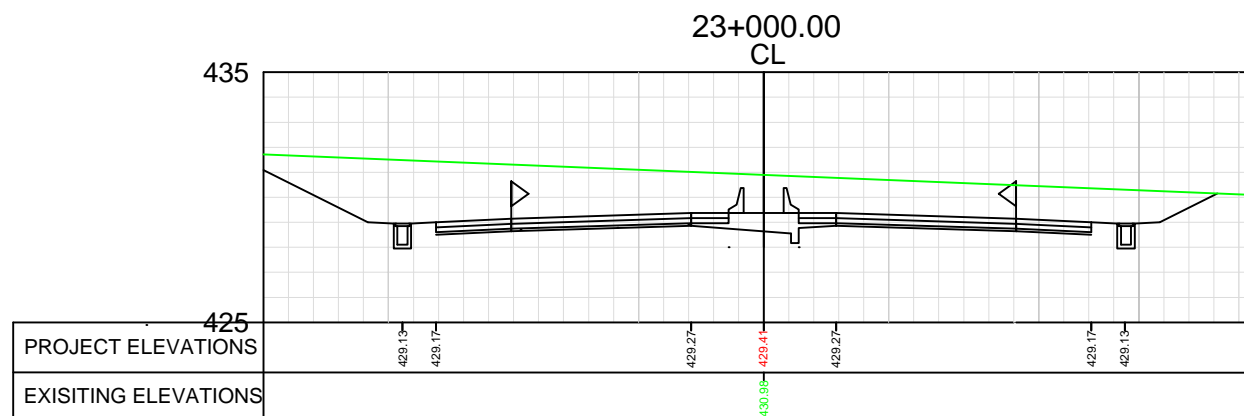
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

44

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

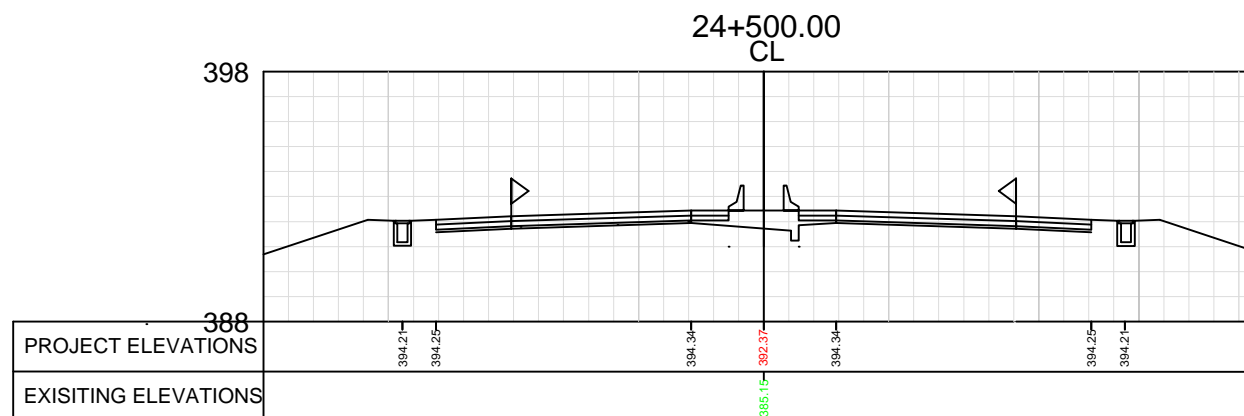
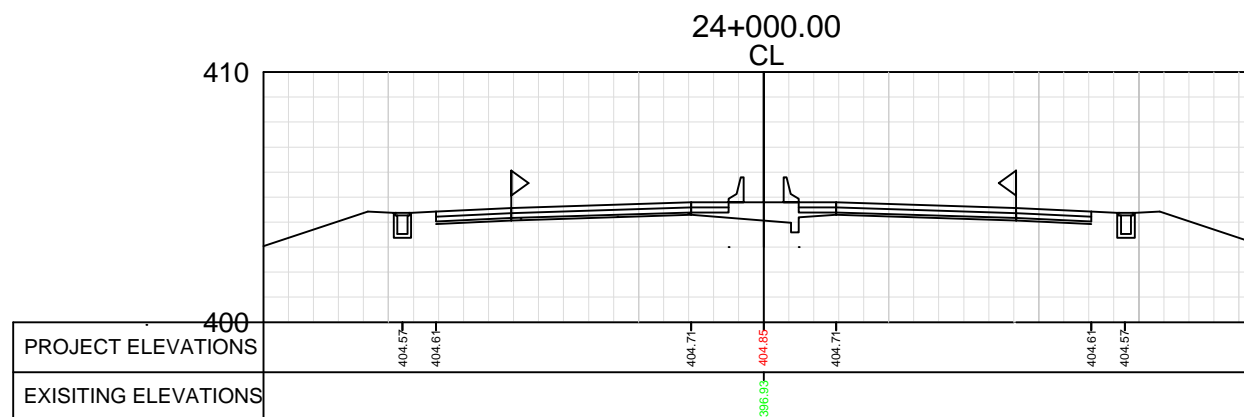
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

45

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

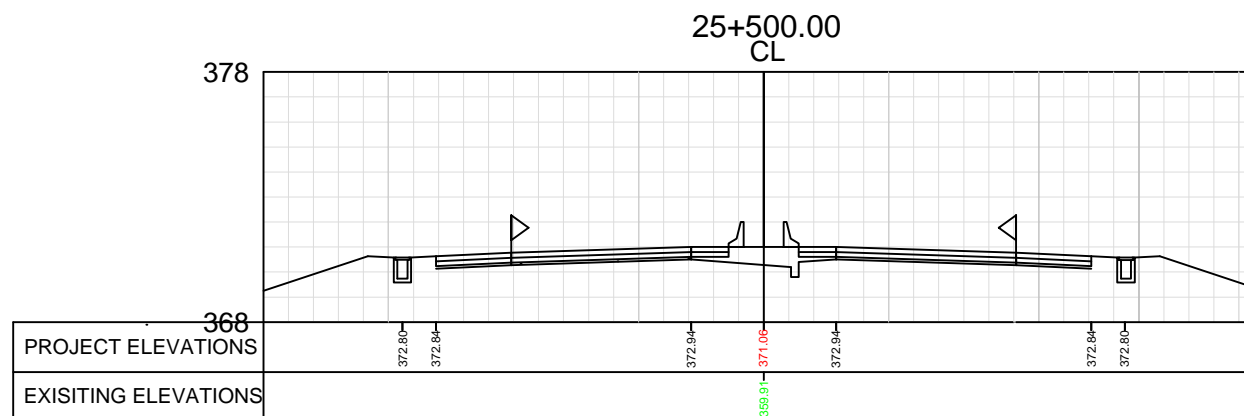
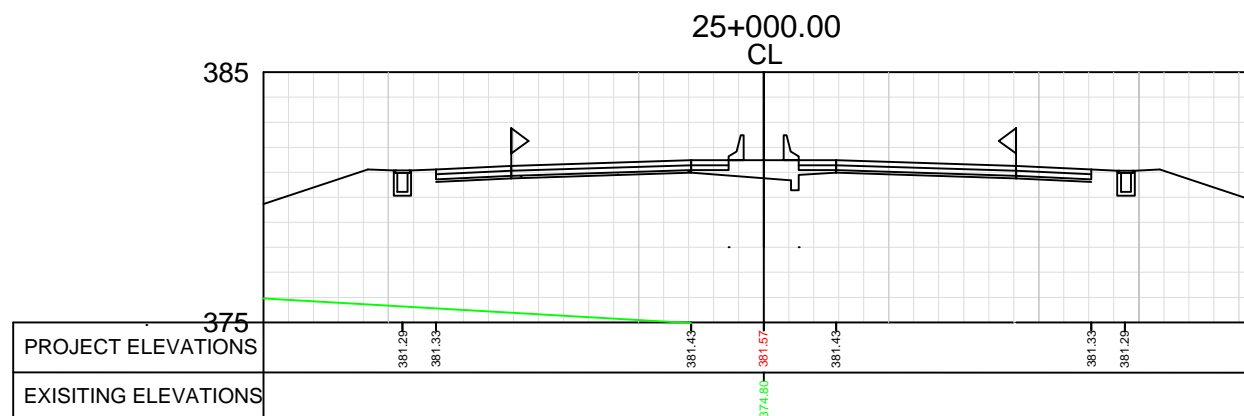
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

46

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

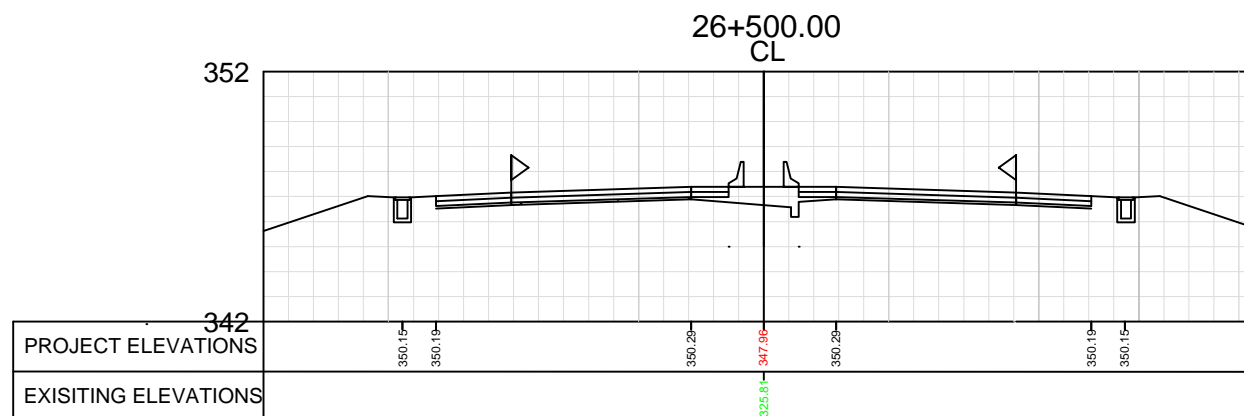
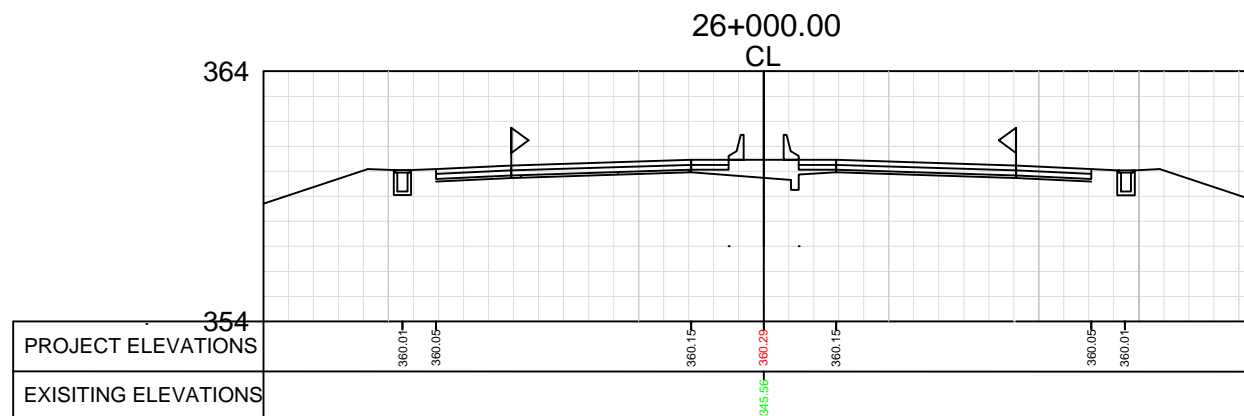
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

47

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

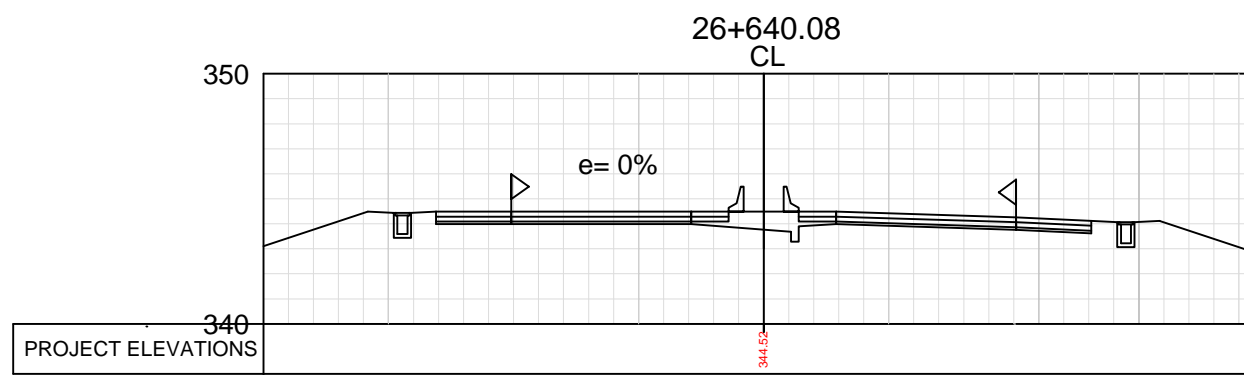
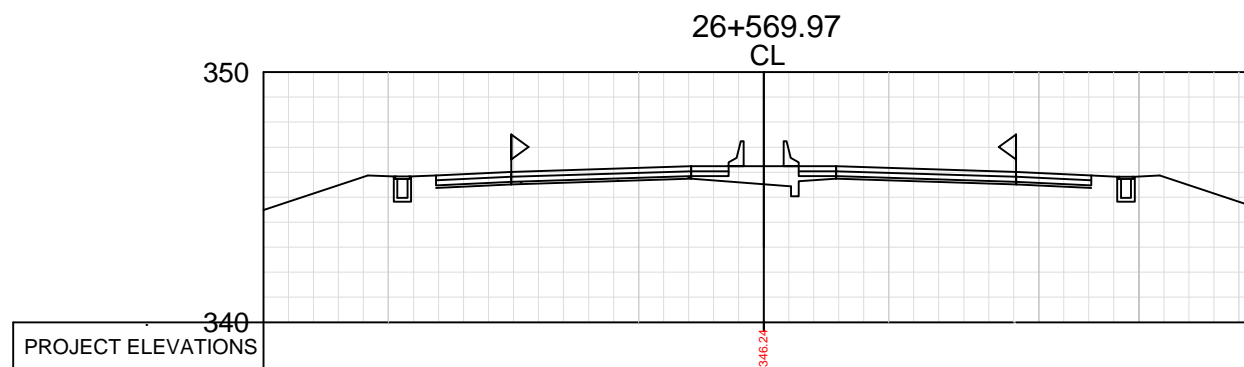
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

48

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

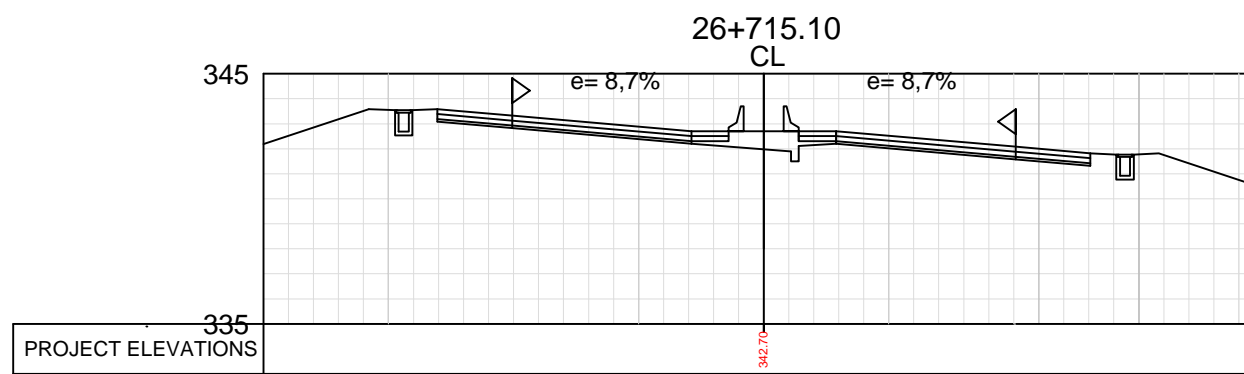
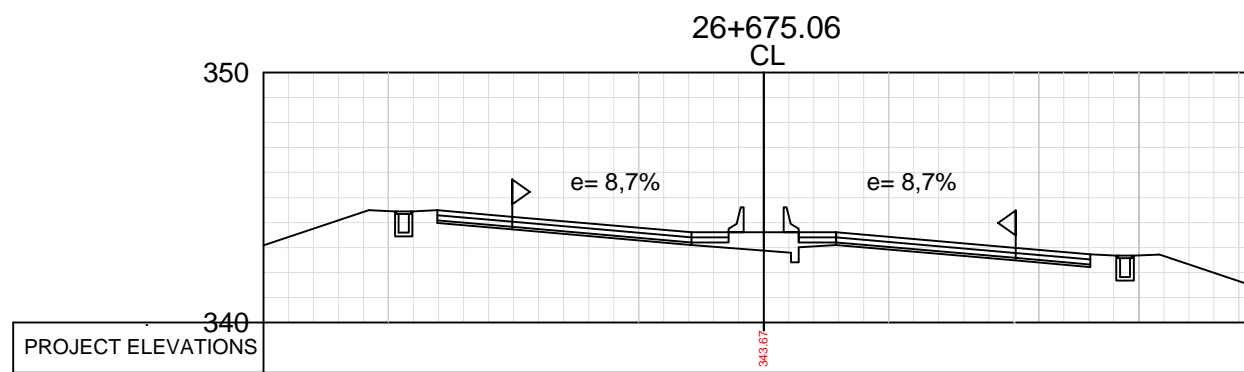
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

49

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

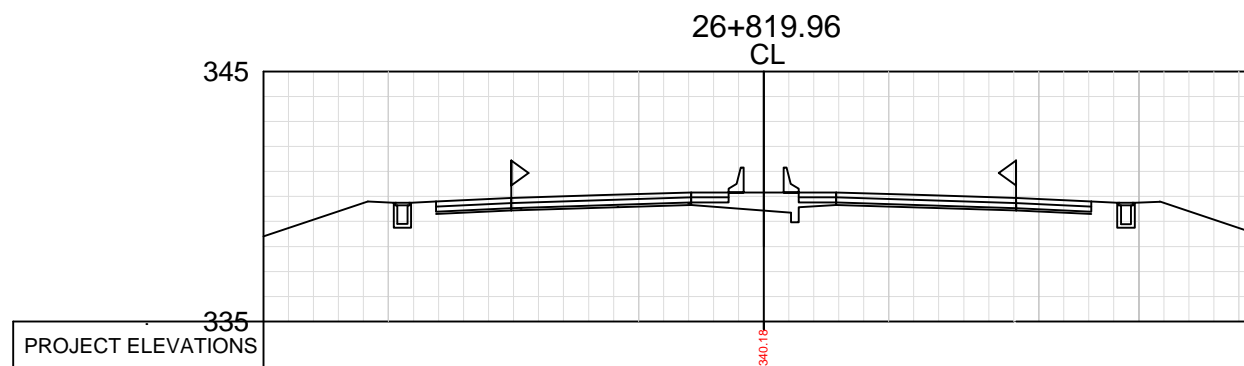
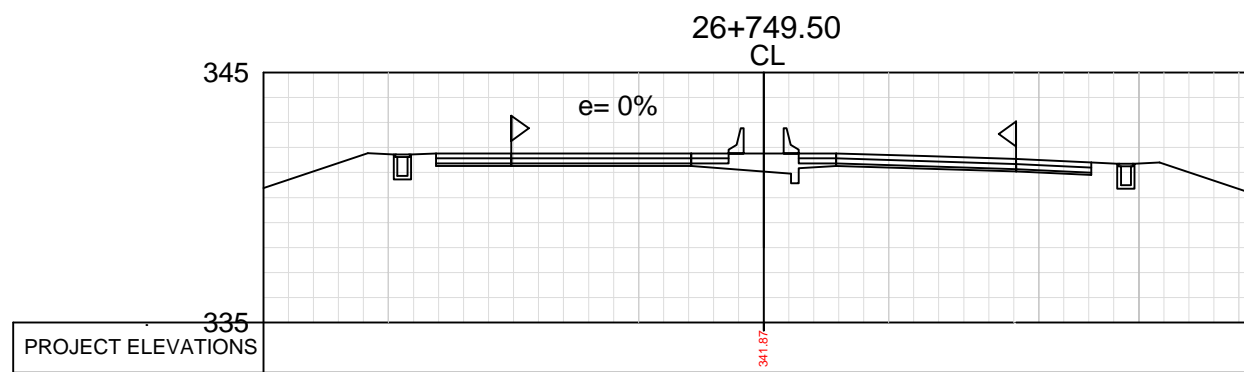
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

50

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

CATATAN

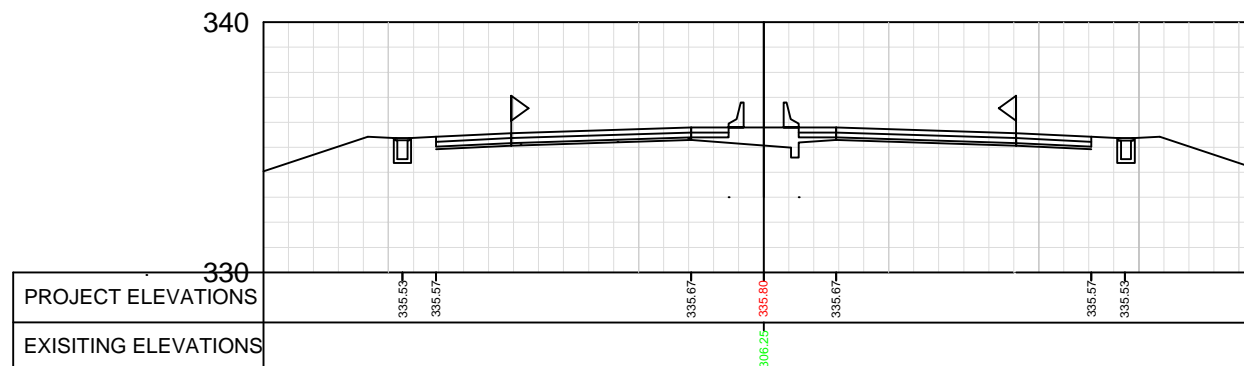
▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

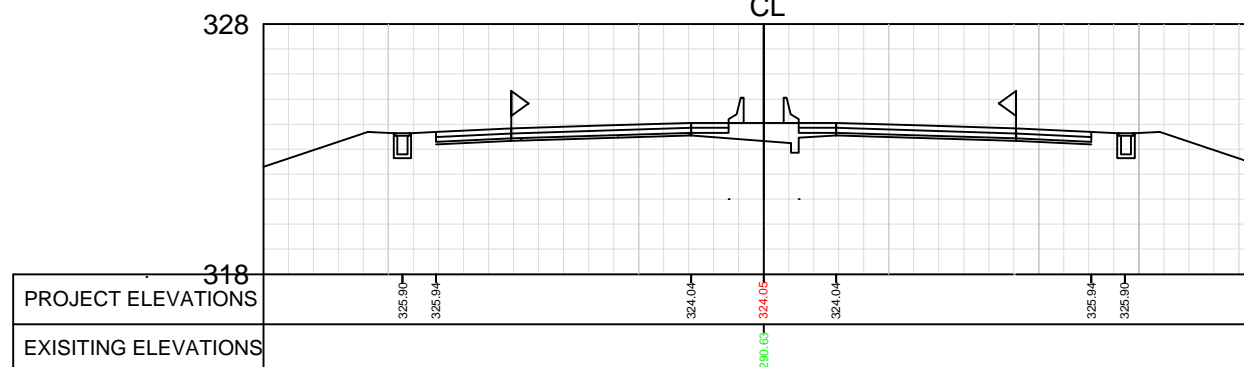
51

76

27+000.00



27+500.00  
CL





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

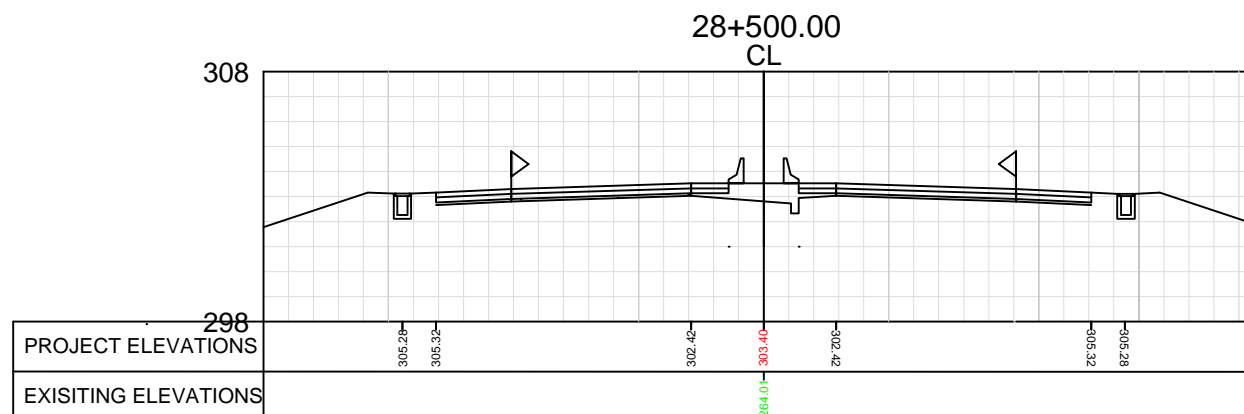
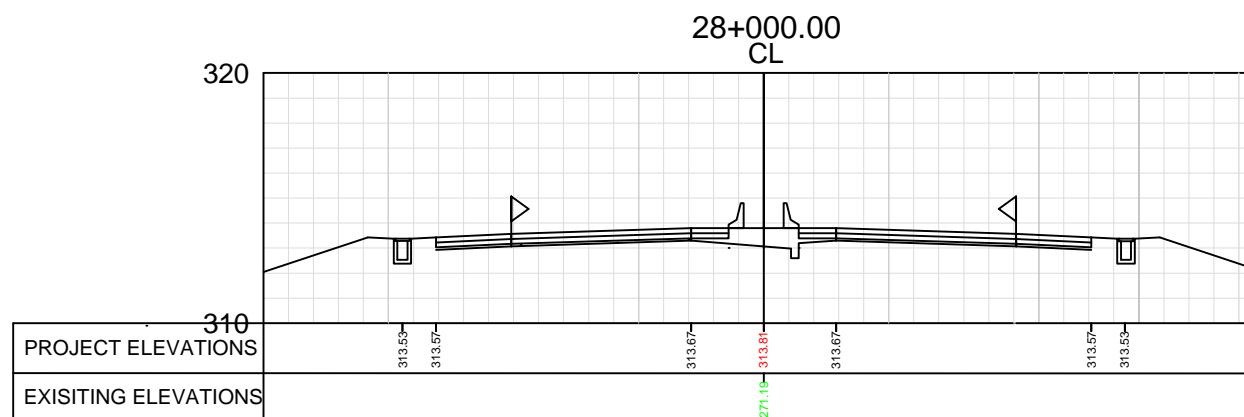
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

52

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

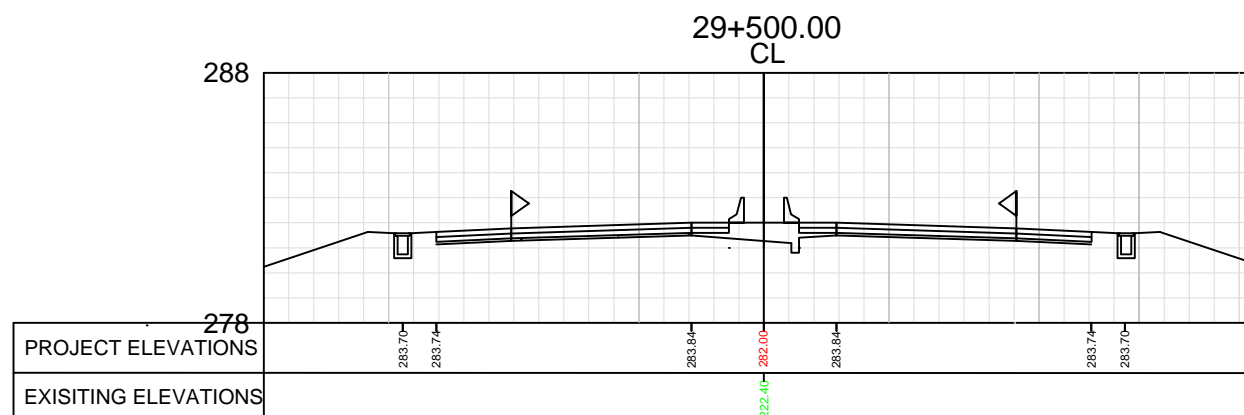
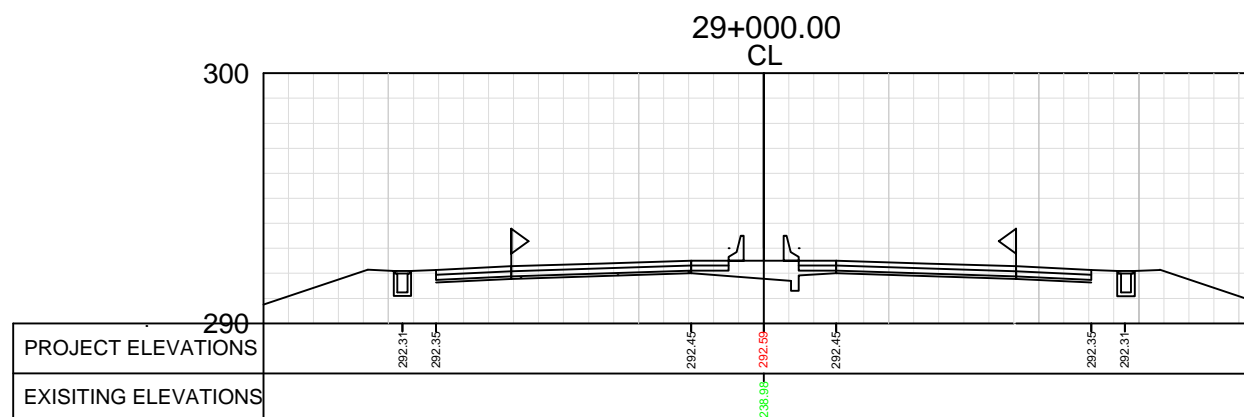
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

53

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

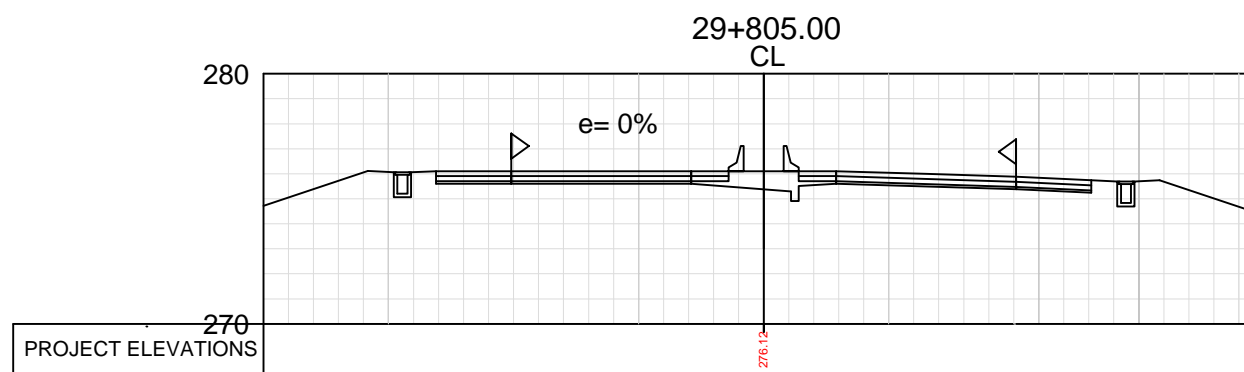
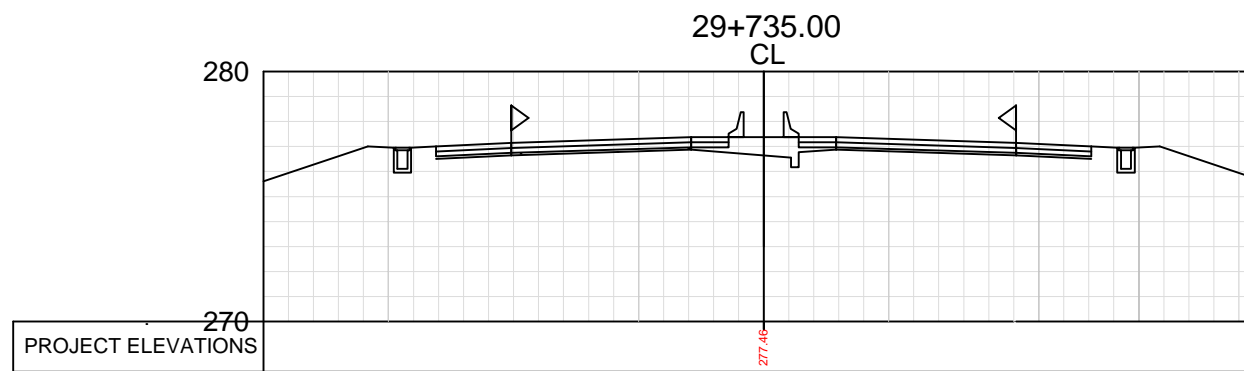
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

54

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

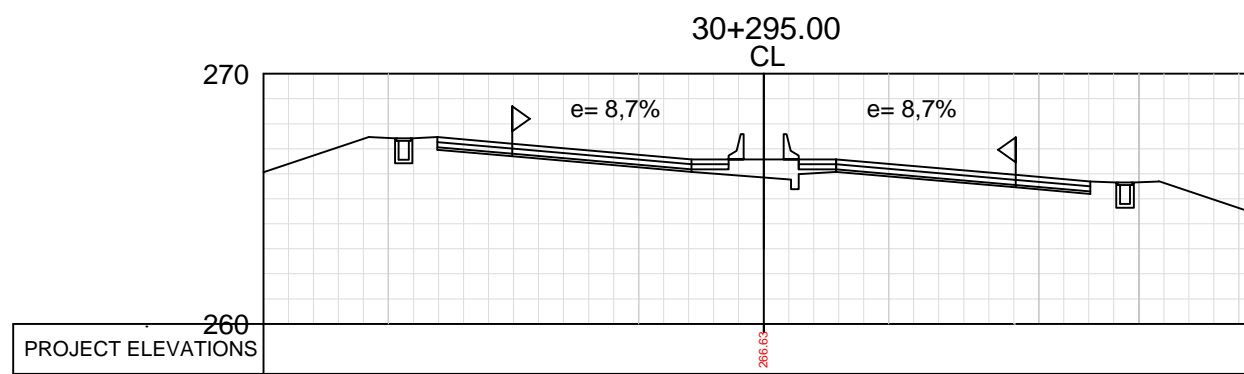
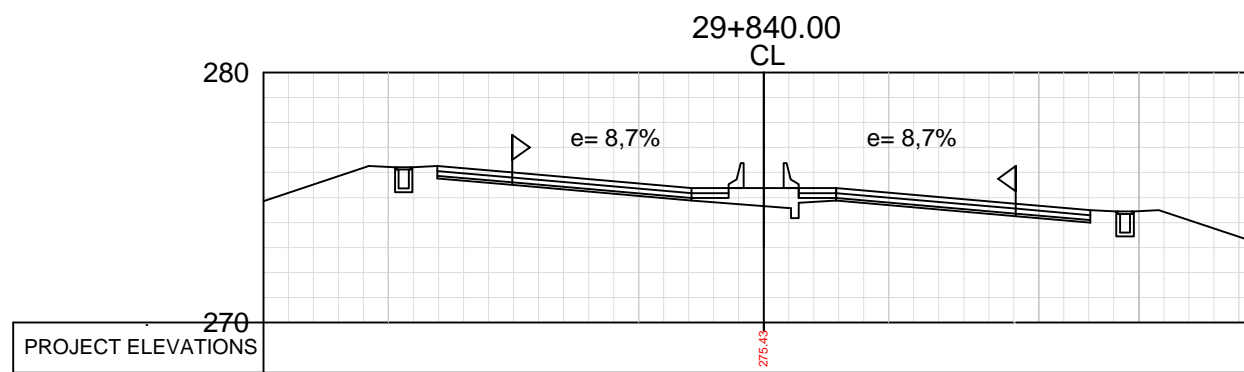
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

55

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

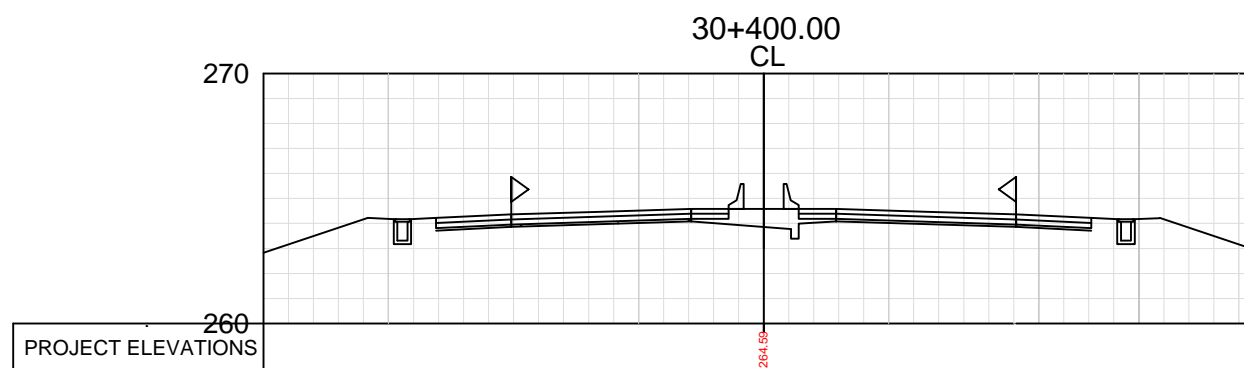
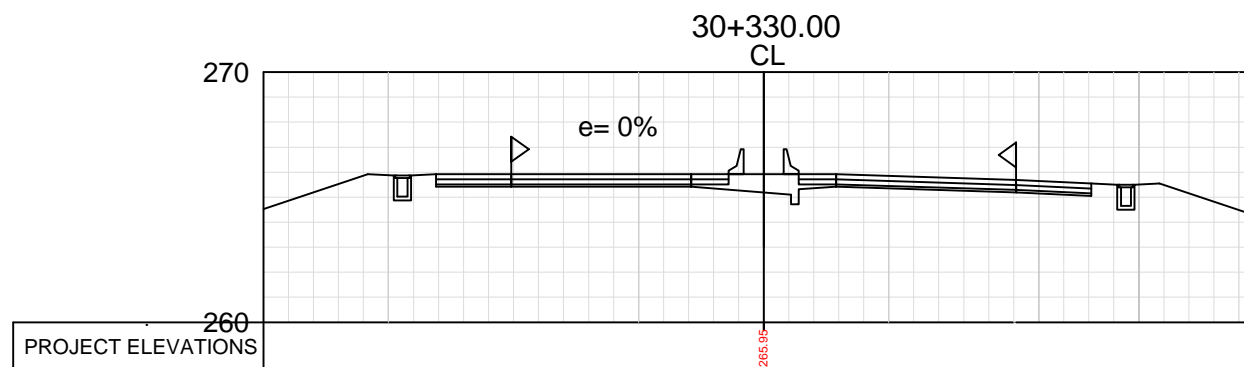
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

56

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

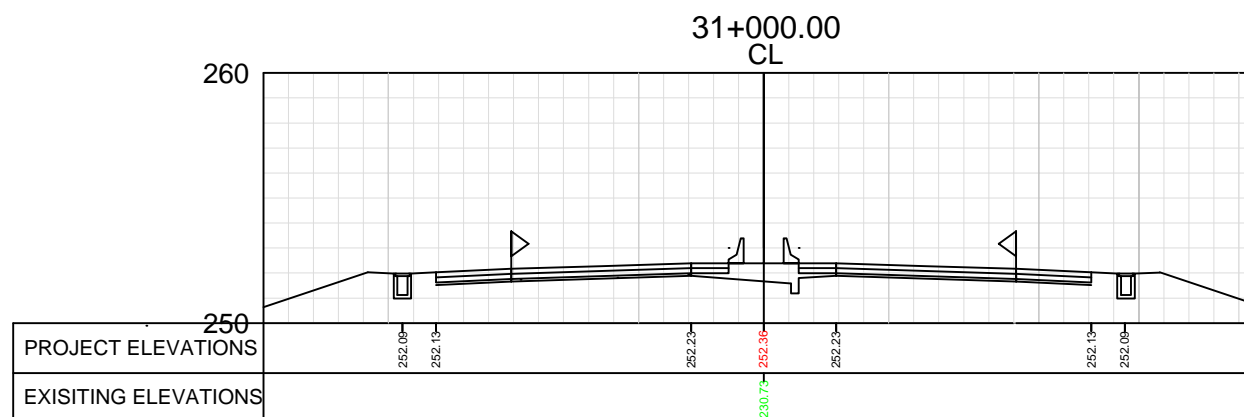
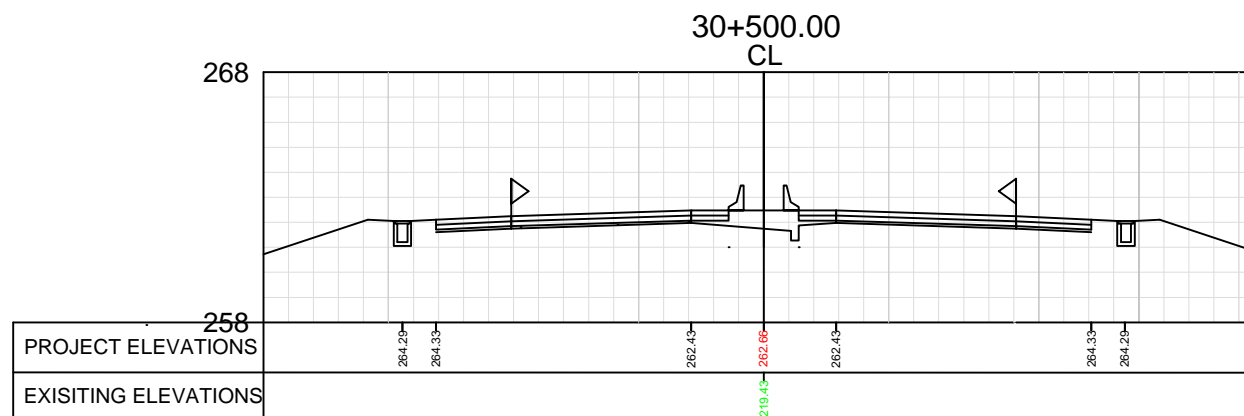
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

57

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

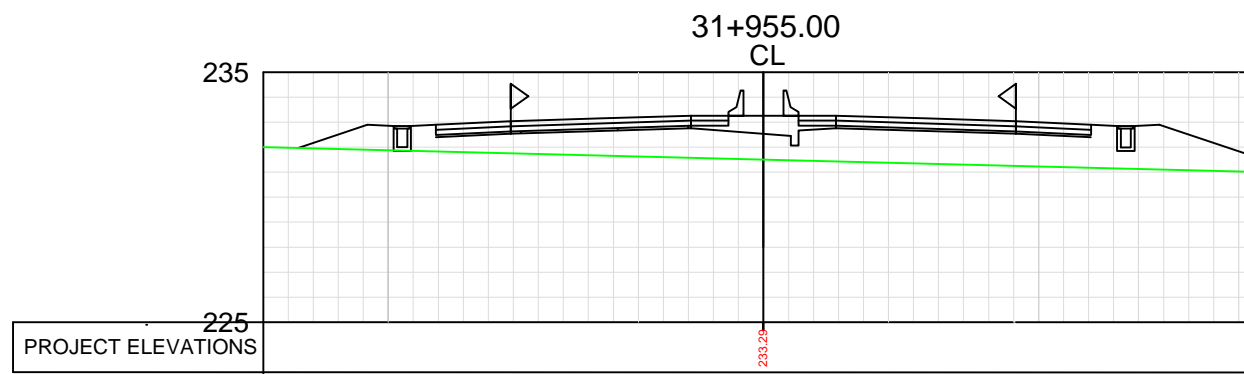
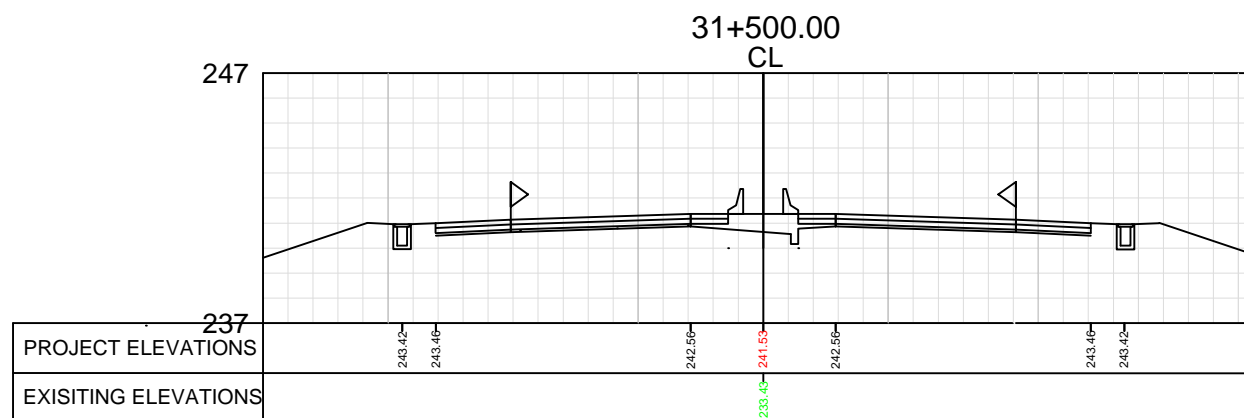
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

58

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

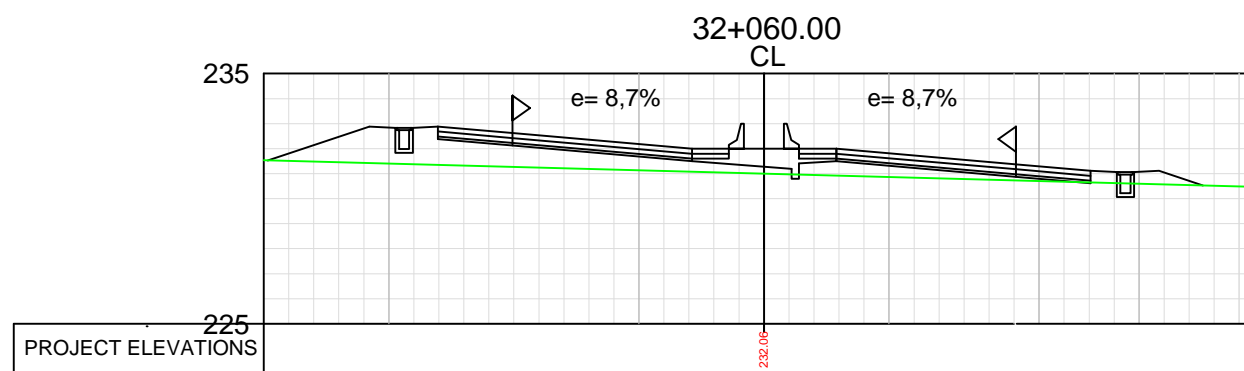
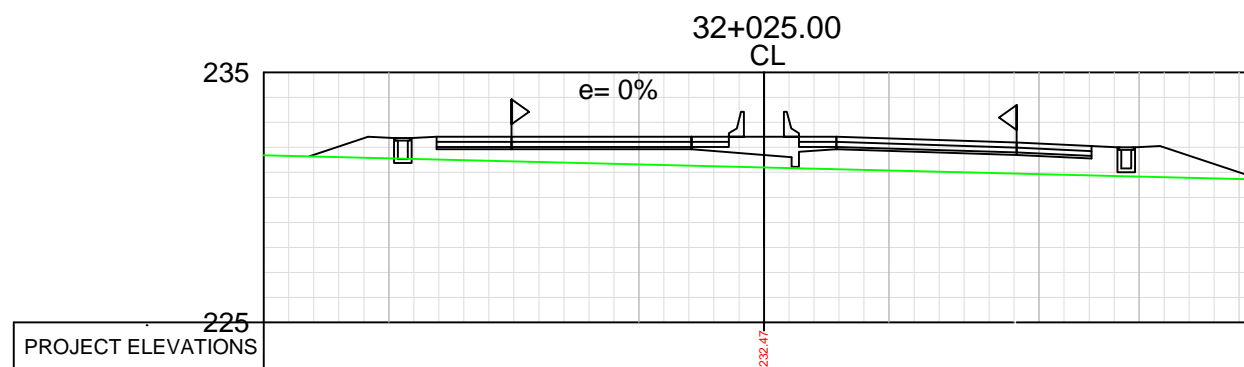
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

59

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

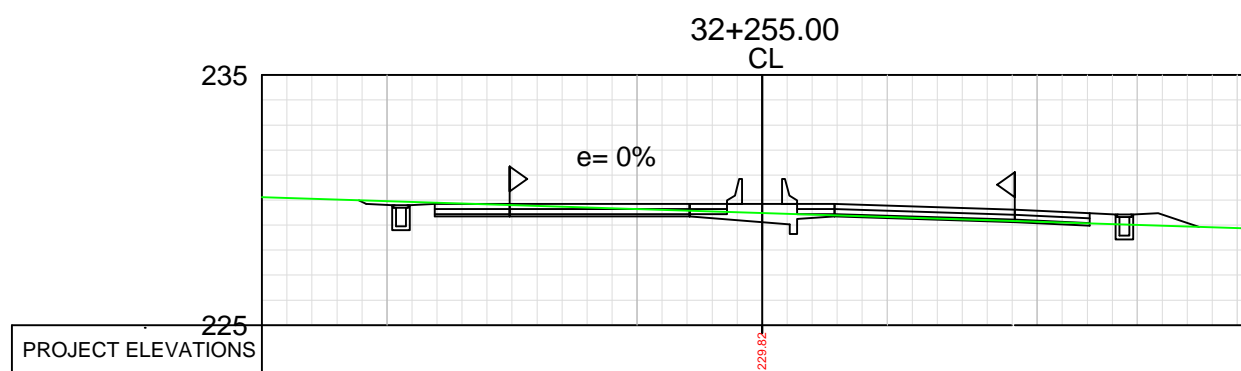
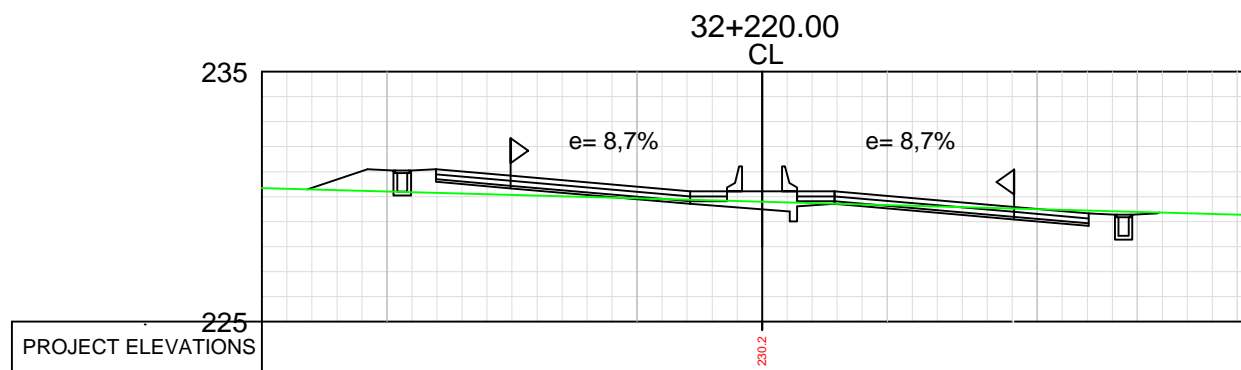
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

60

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

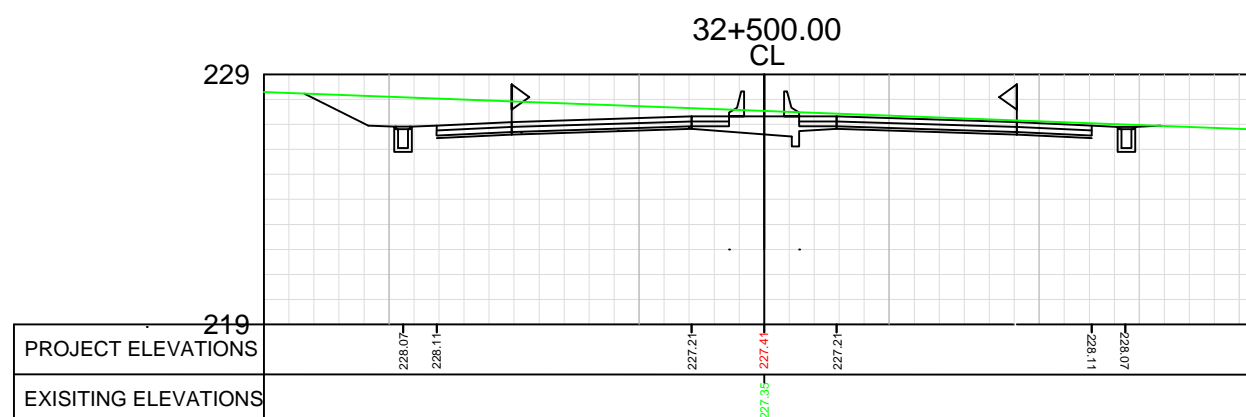
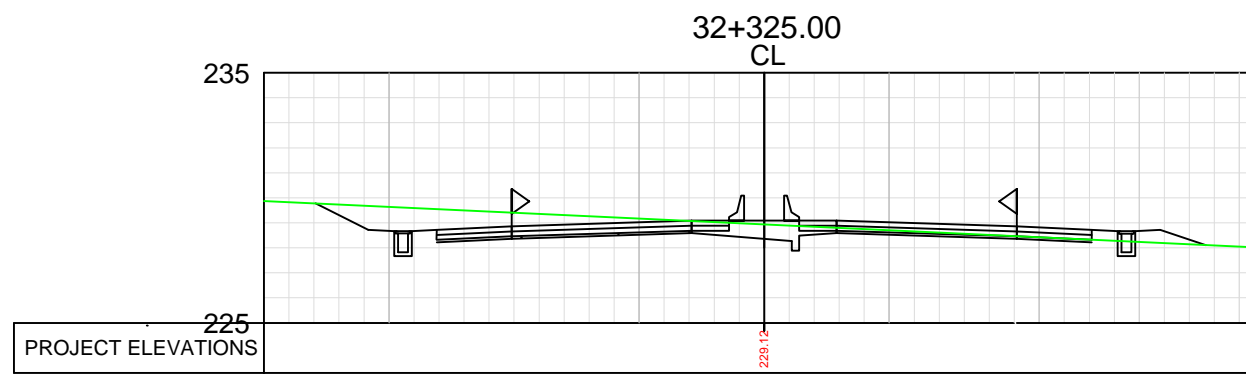
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

61

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

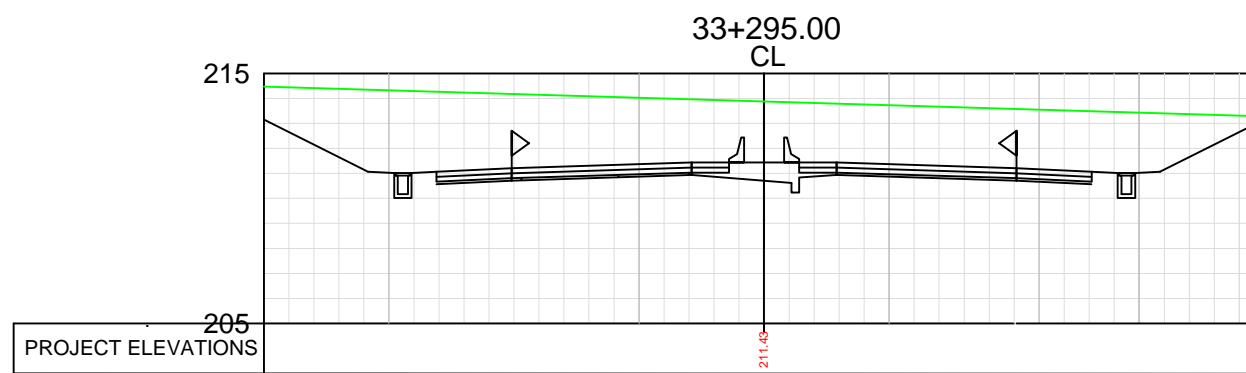
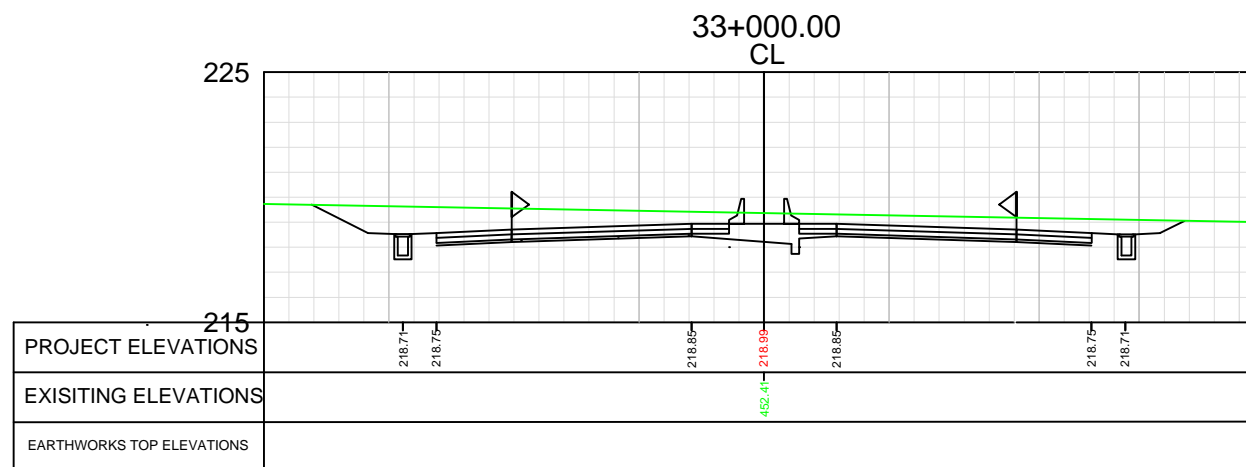
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

62

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

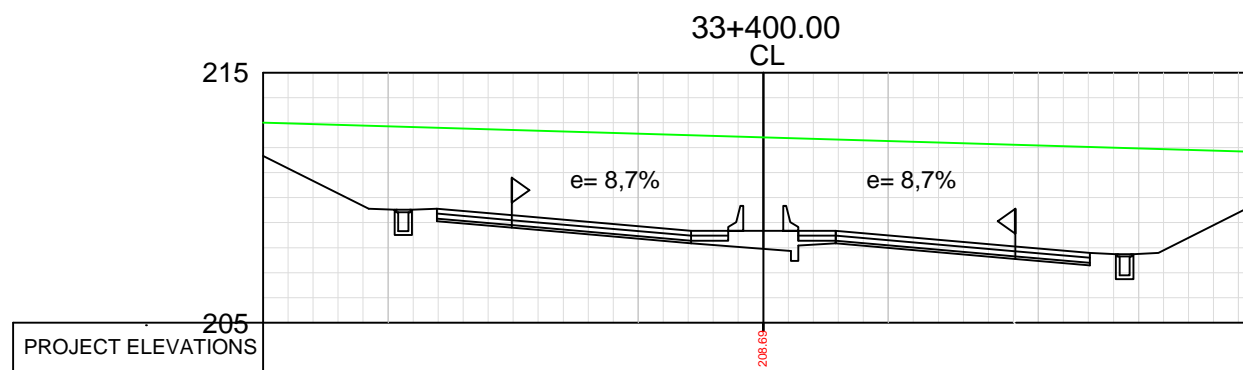
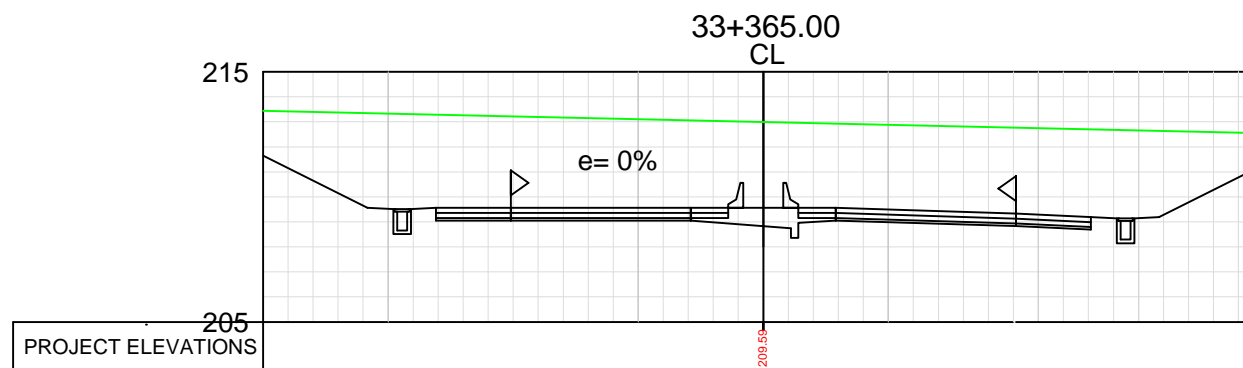
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

63

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

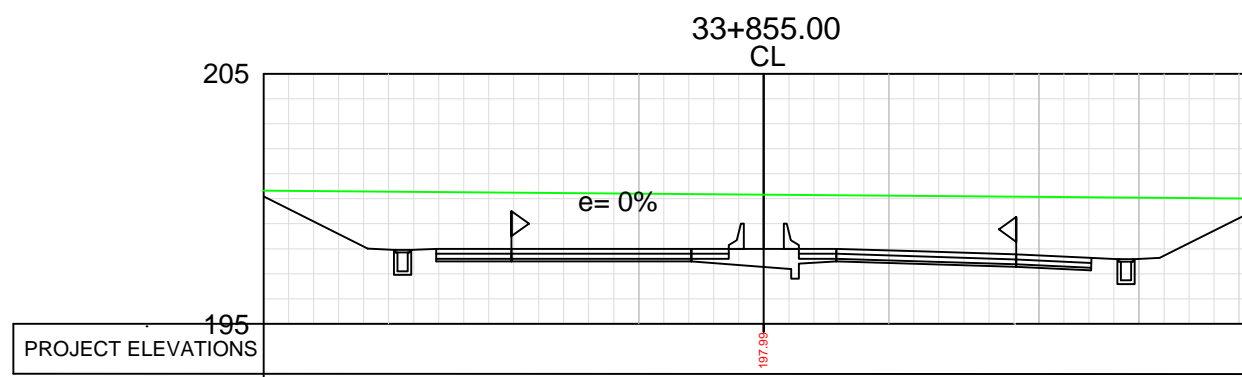
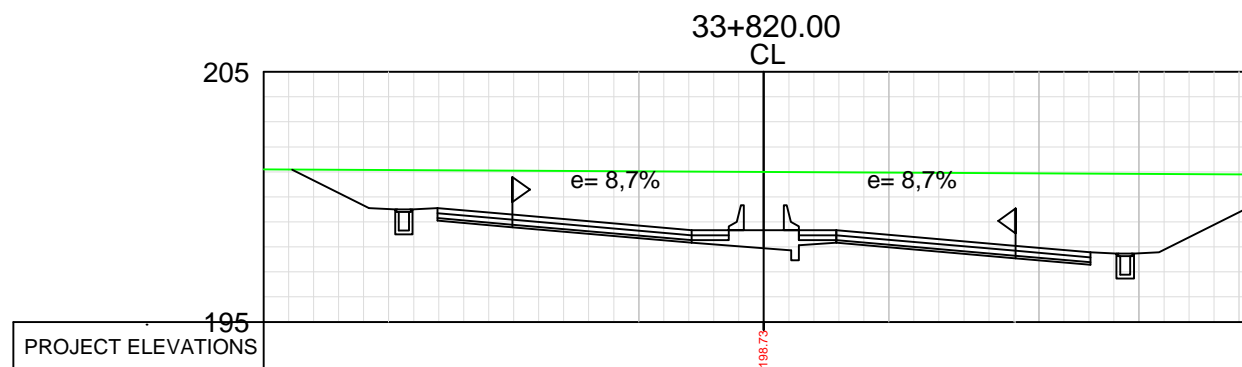
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

64

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

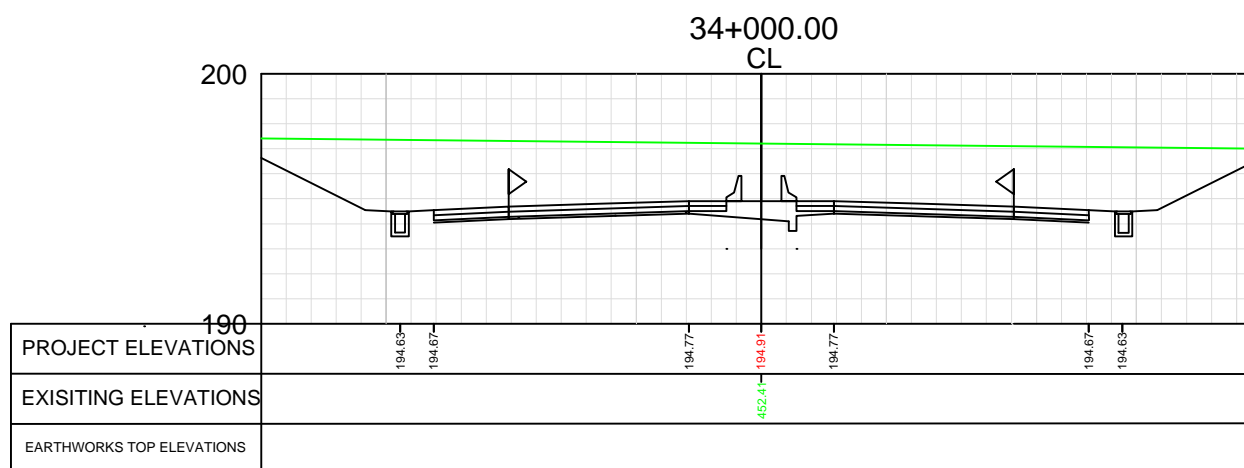
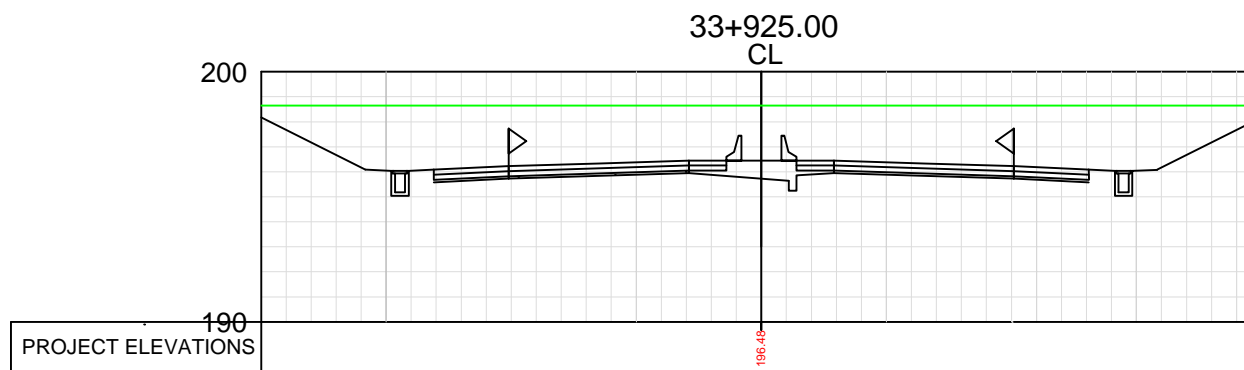
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

65

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

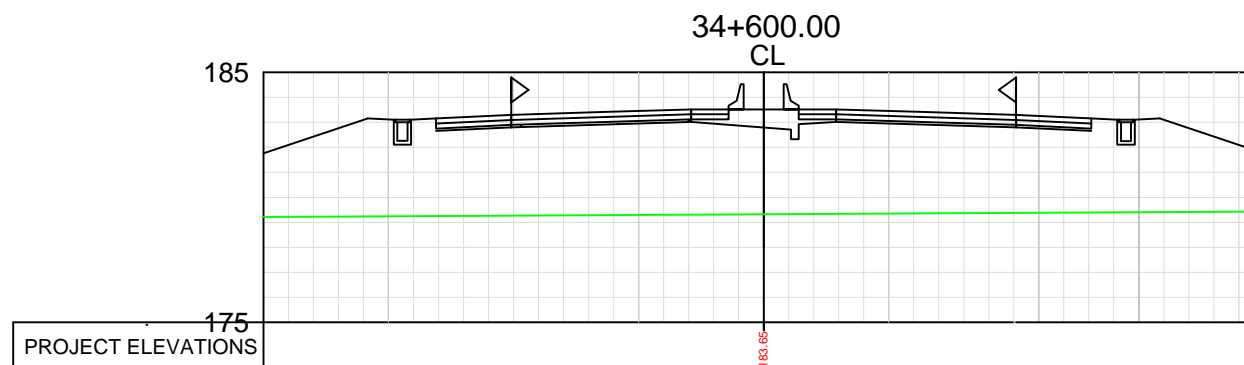
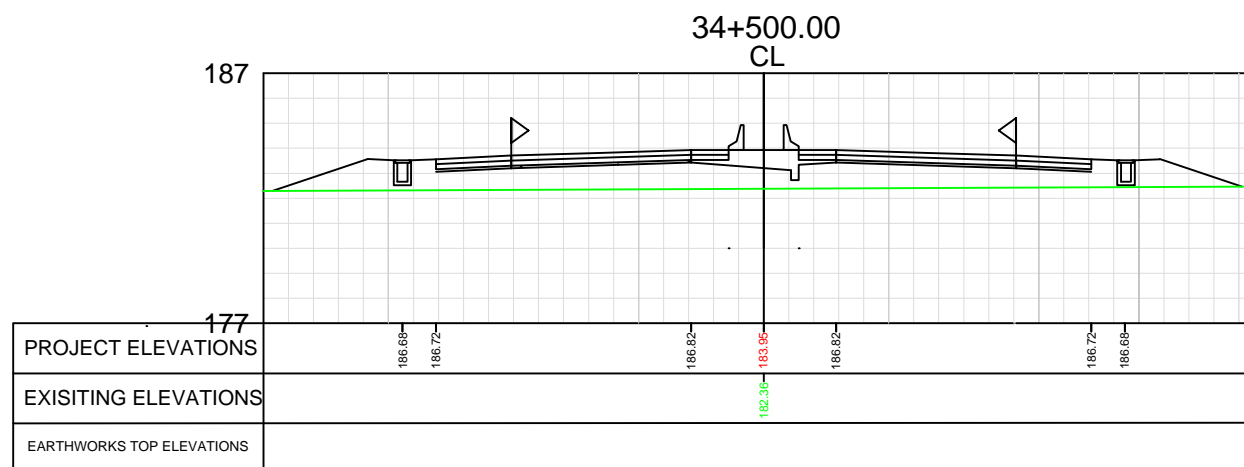
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

66

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

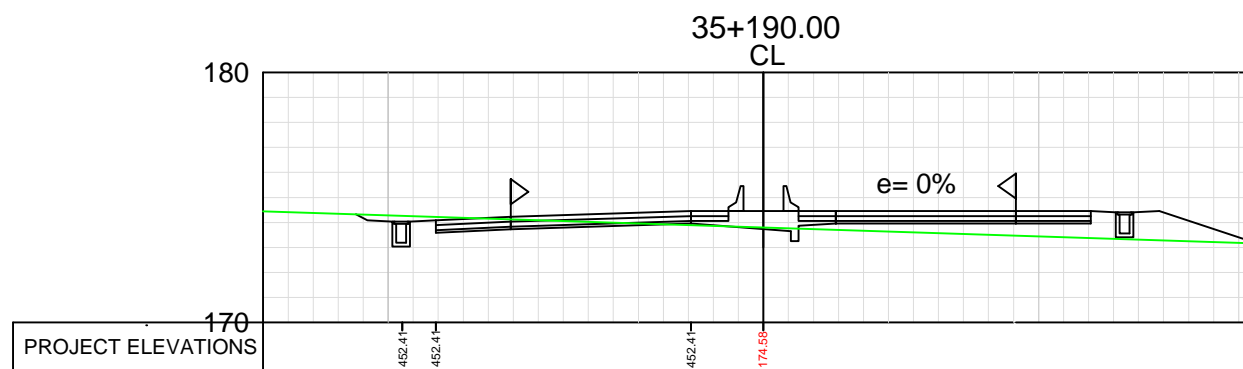
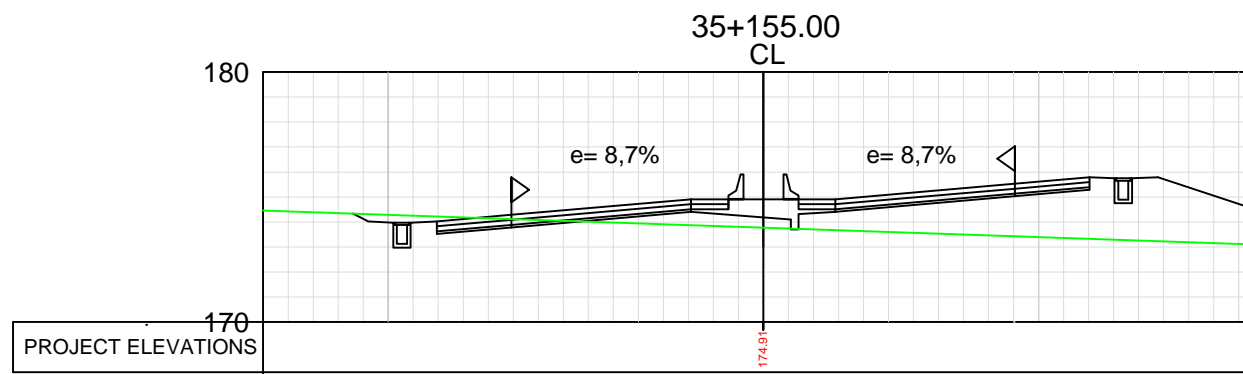
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

68

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

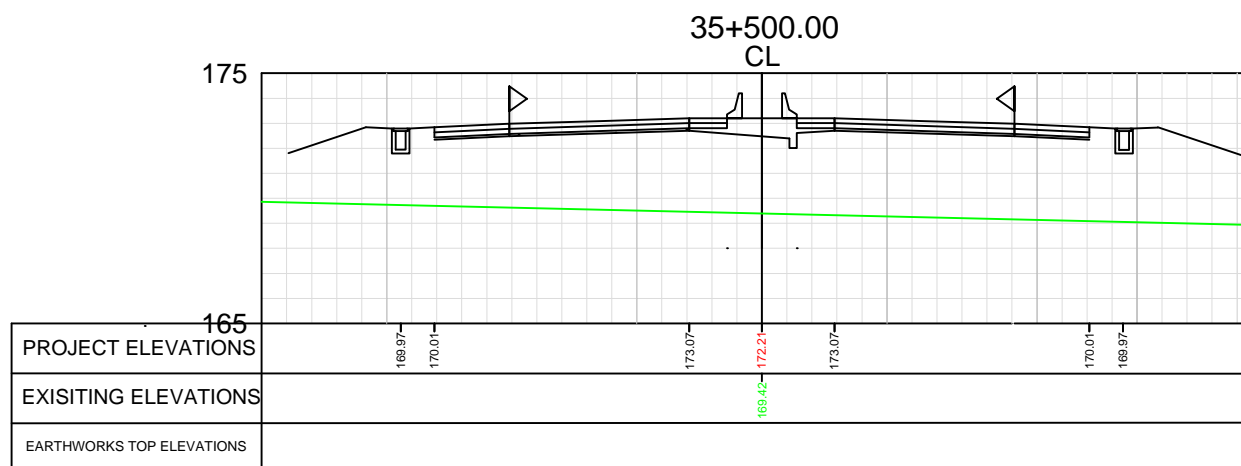
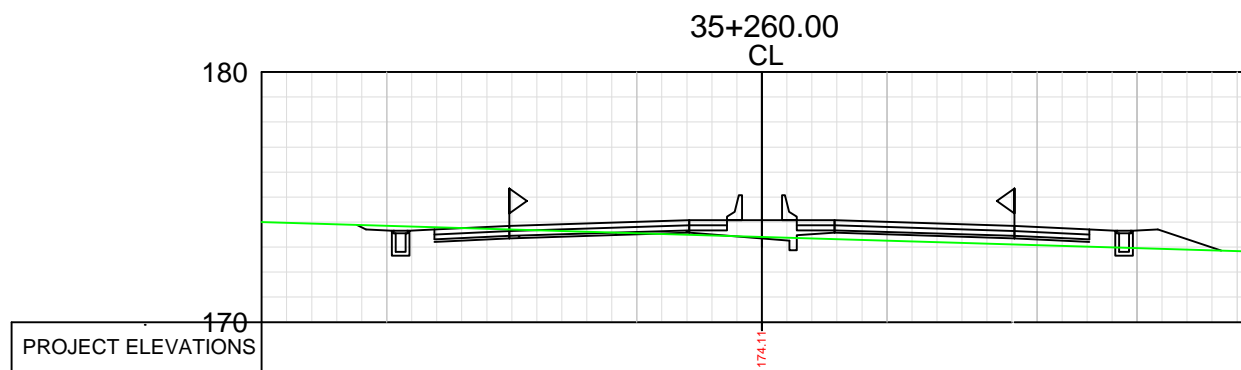
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

69

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

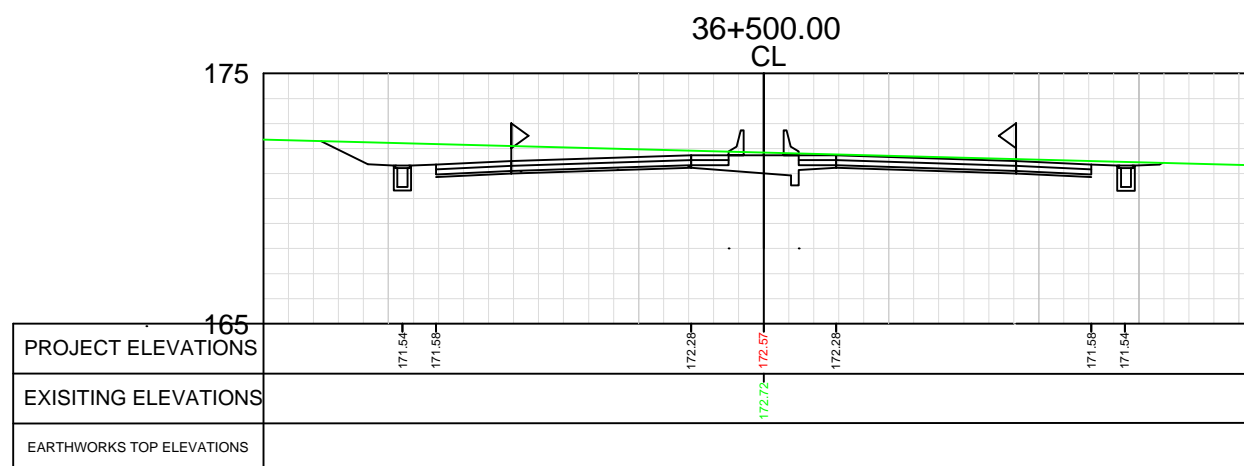
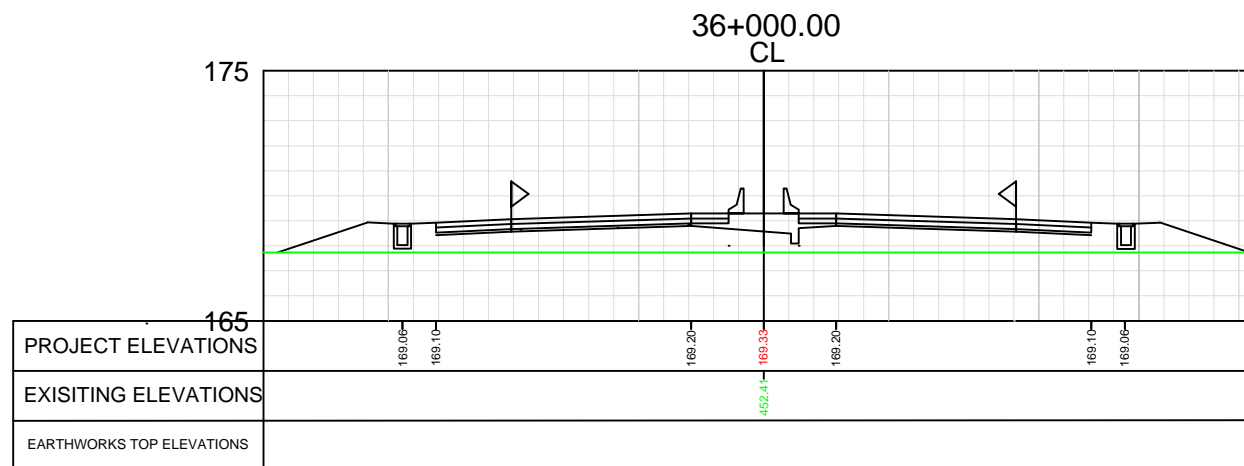
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

70

76







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

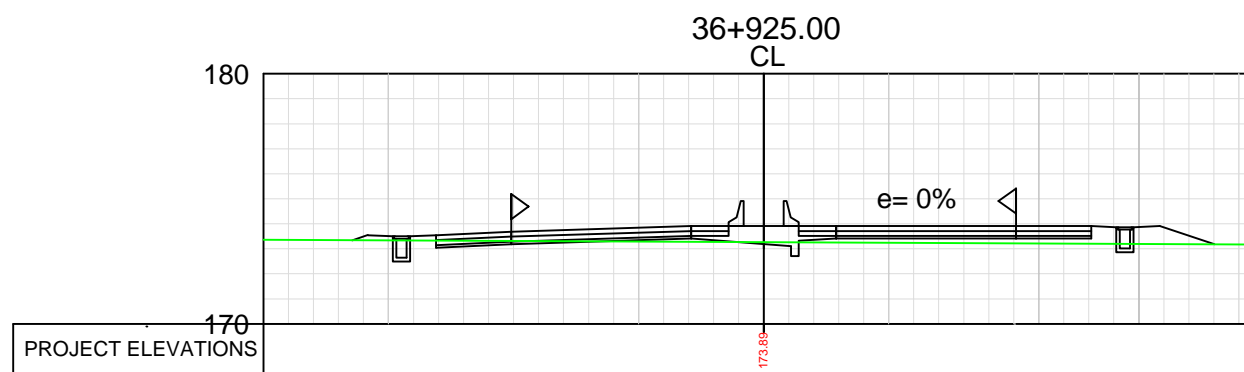
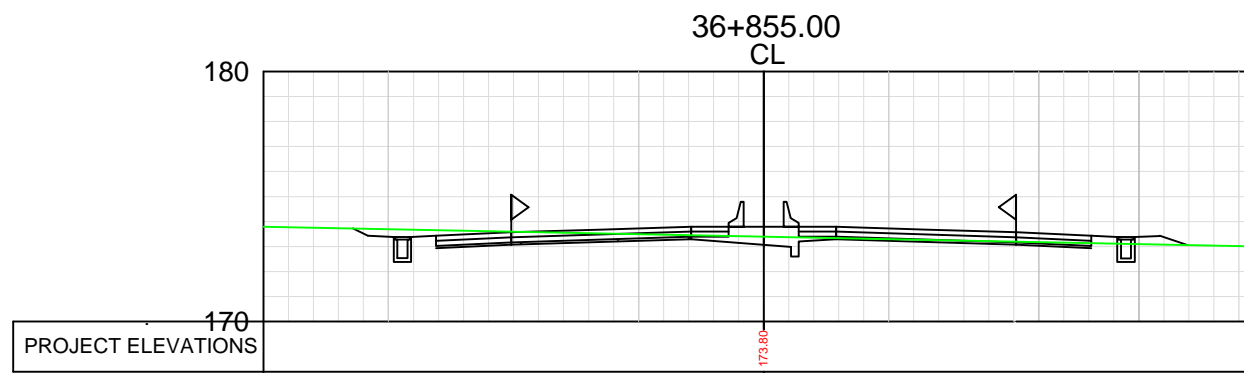
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

71

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

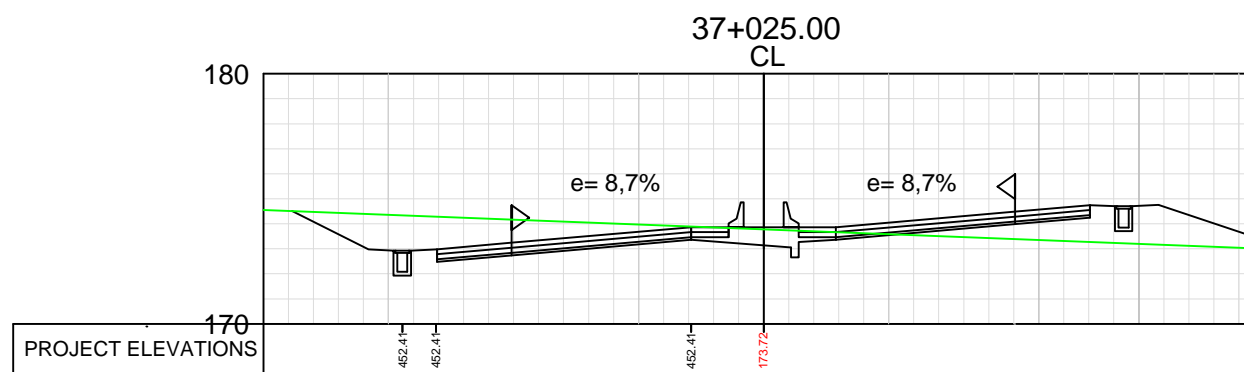
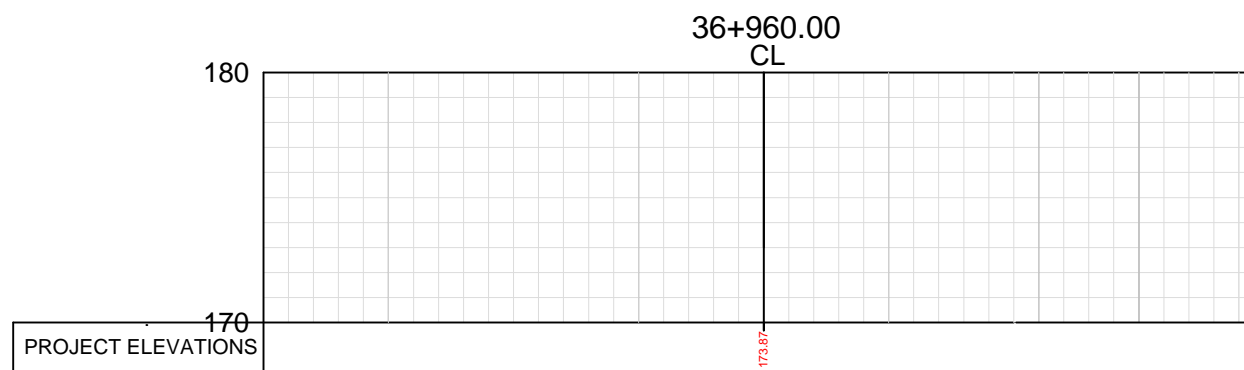
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

72

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

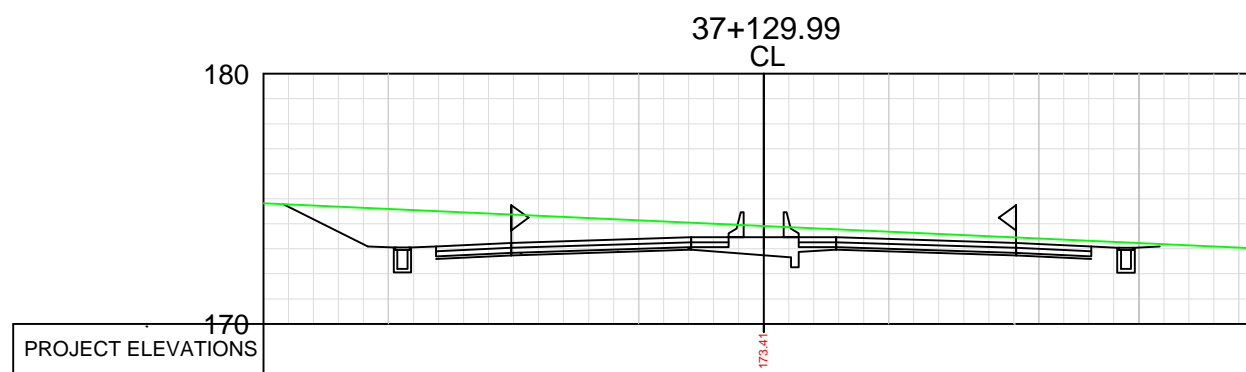
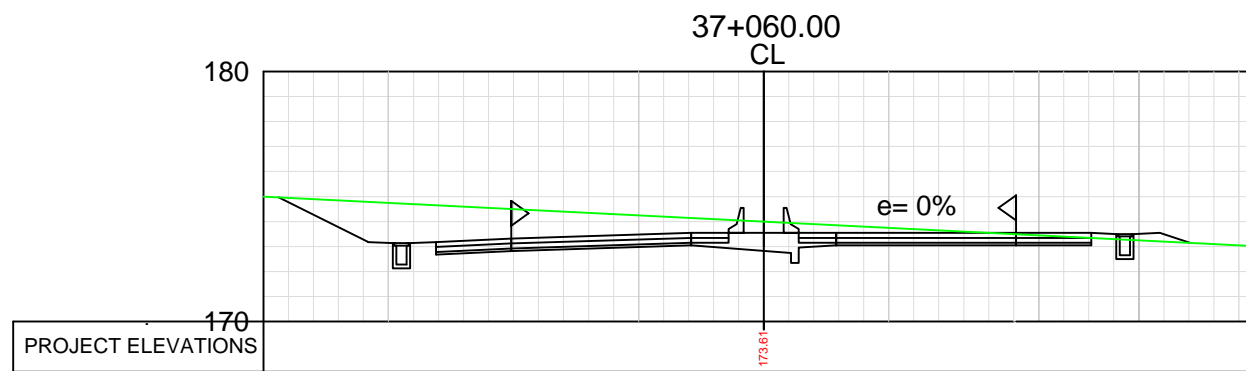
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR | JML GAMBAR

73

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

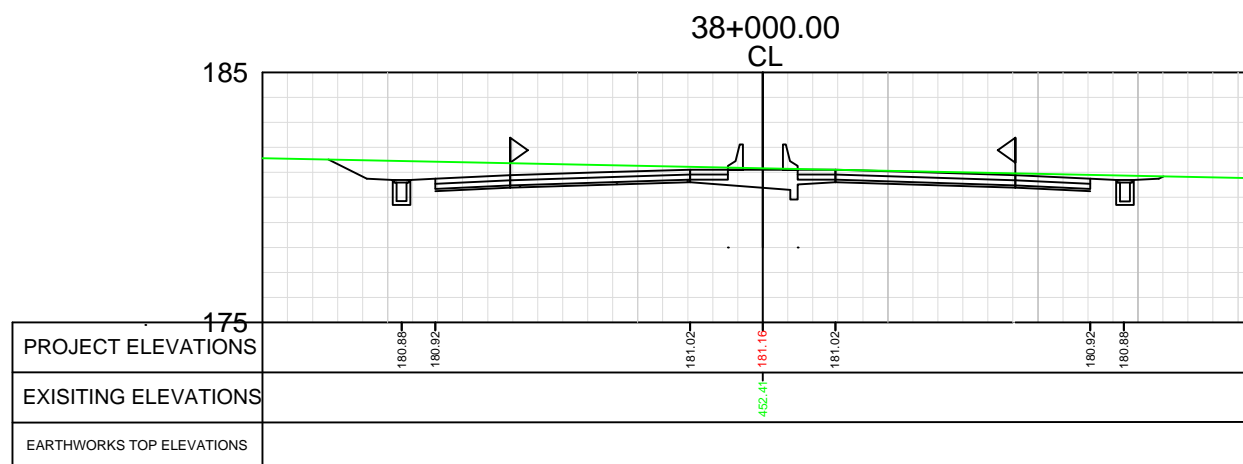
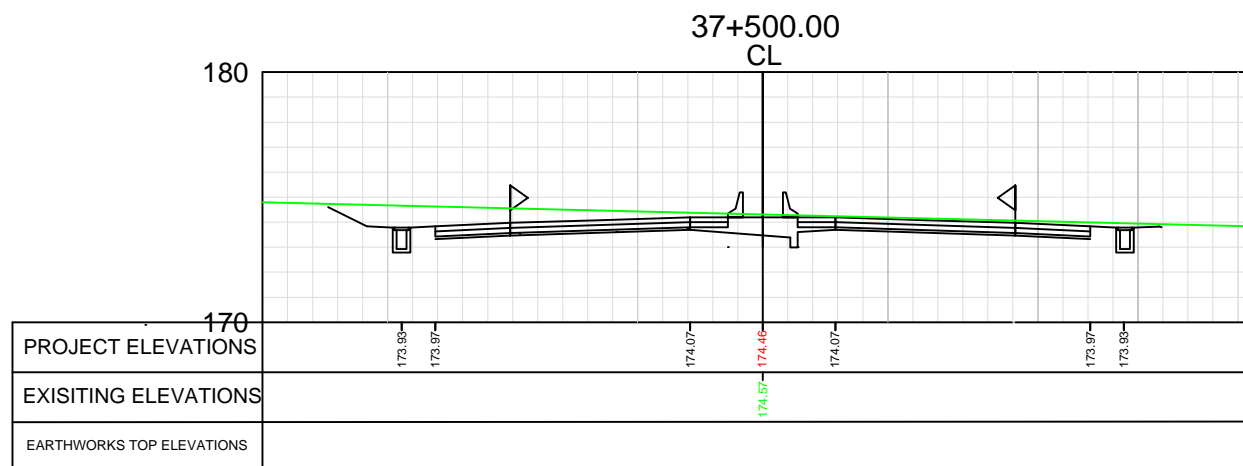
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

74

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

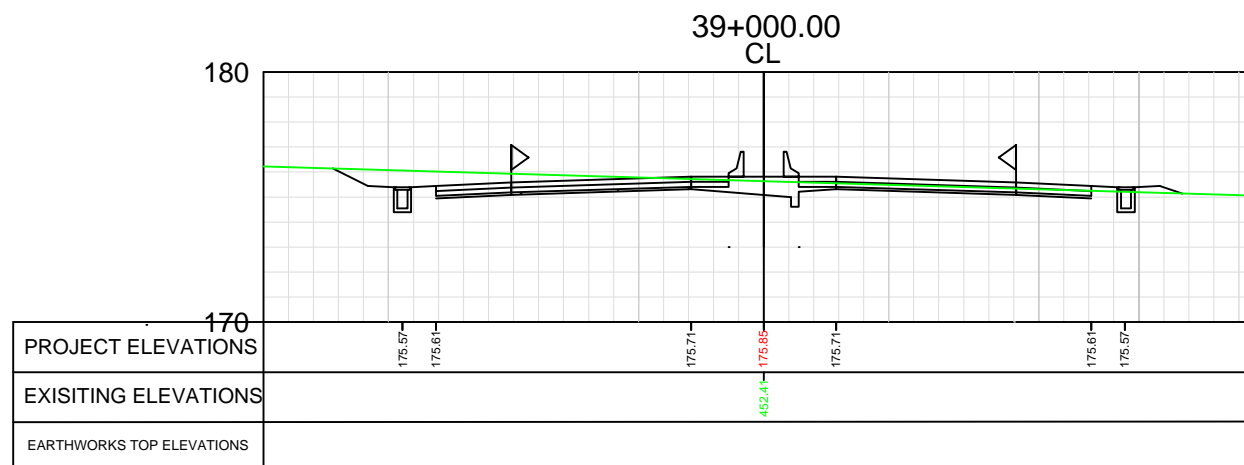
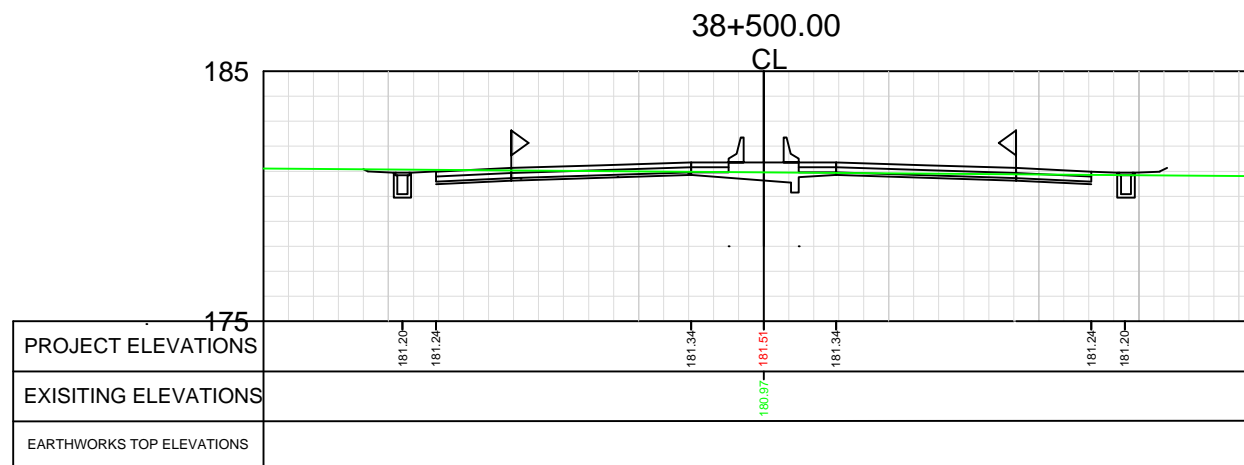
CATATAN

▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

75

76





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG

SKALA

1:300

CATATAN

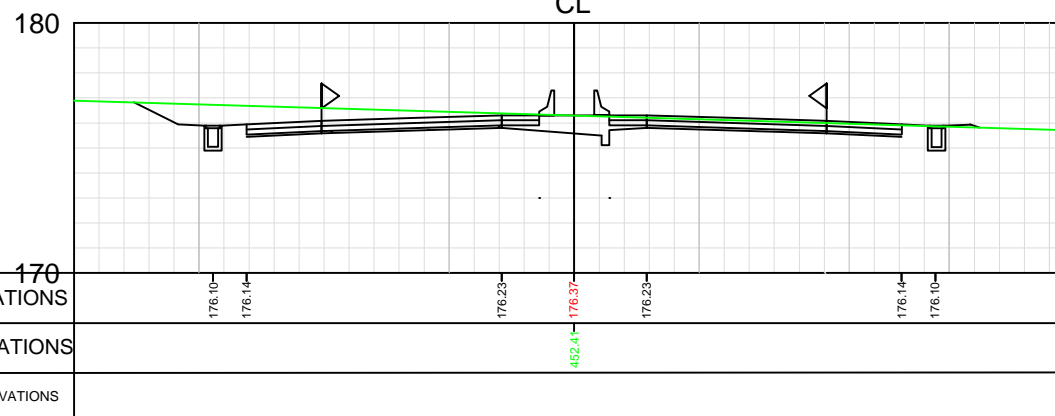
▷ = BATAS BADAN  
DAN BAHU  
JALAN

NO. GAMBAR JML GAMBAR

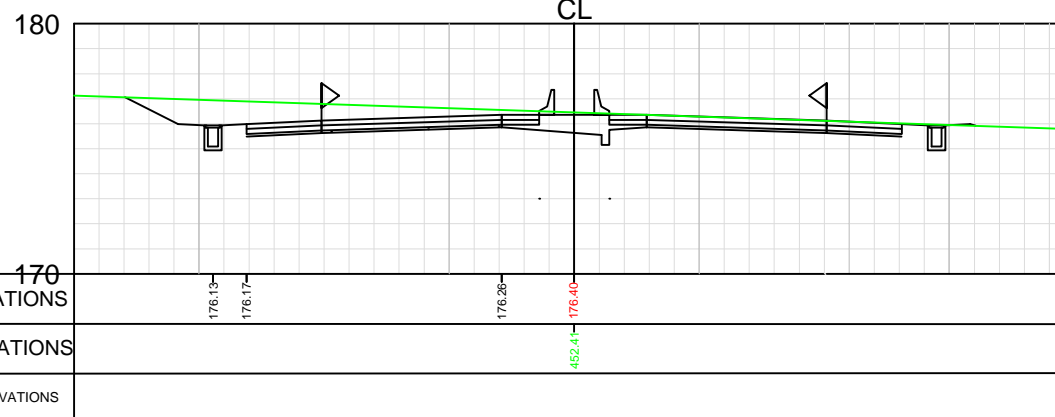
76

76

39+400.00  
CL



39+523.27  
CL





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

DETAIL LAPISAN  
PERKERASAN

SKALA

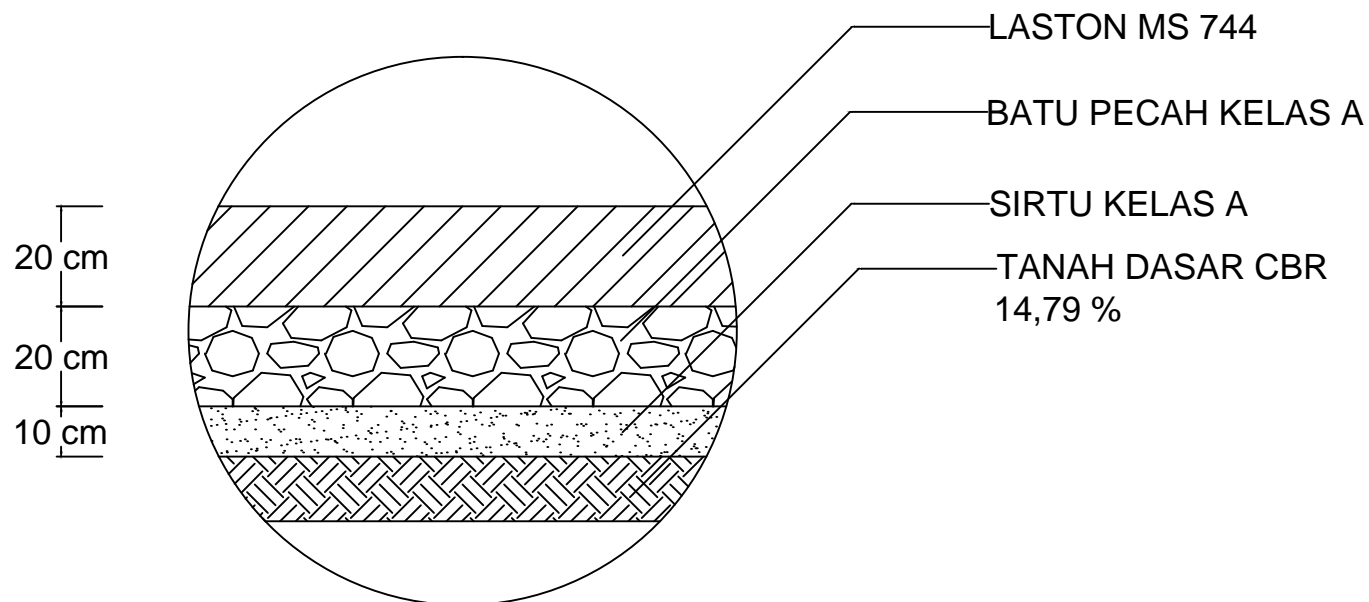
1:5

CATATAN

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

1	1
---	---

1	1
---	---





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

OVERPASS PADA  
PERSIMPANGAN

SKALA

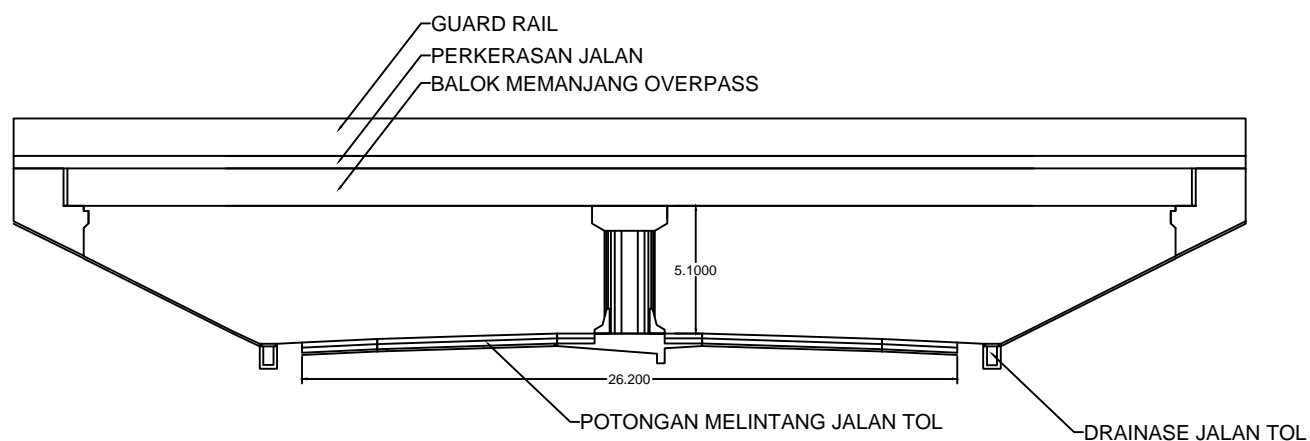
1:5

CATATAN

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

1	1
---	---

1	1
---	---







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

DETAIL  
POTONGAN MELINTANG

SKALA

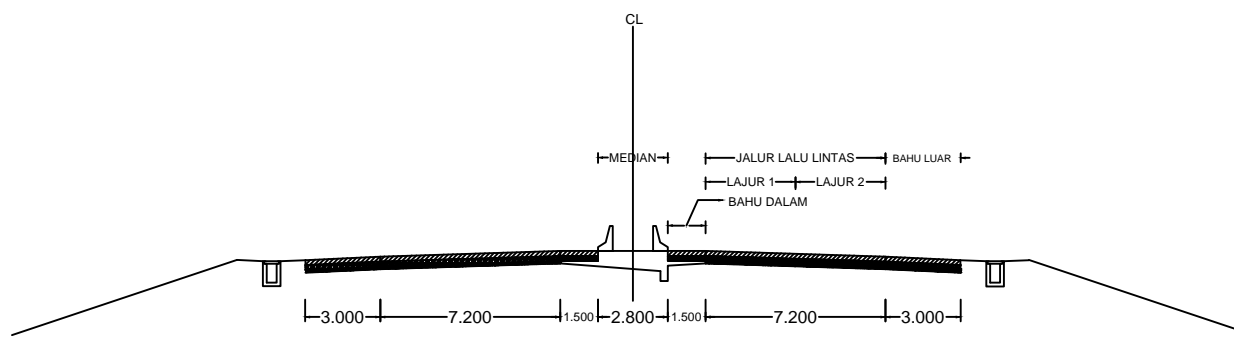
1:300

CATATAN

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

1	1
---	---

1	1
---	---





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP-ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
DAN PERKERASAN JALAN  
PANDAAN-MALANG DENGAN  
JENIS PERKERASAN LENTUR

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS W.  
3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T. M.T.

NAMA GAMBAR

OVERPASS PADA  
PERSIMPANGAN DENGAN  
KERETA API

SKALA

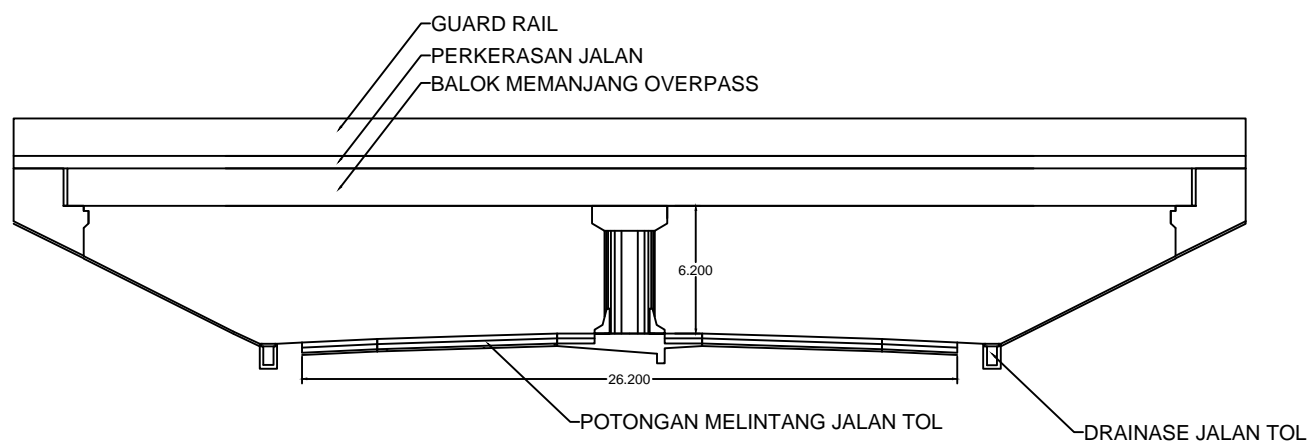
1:5

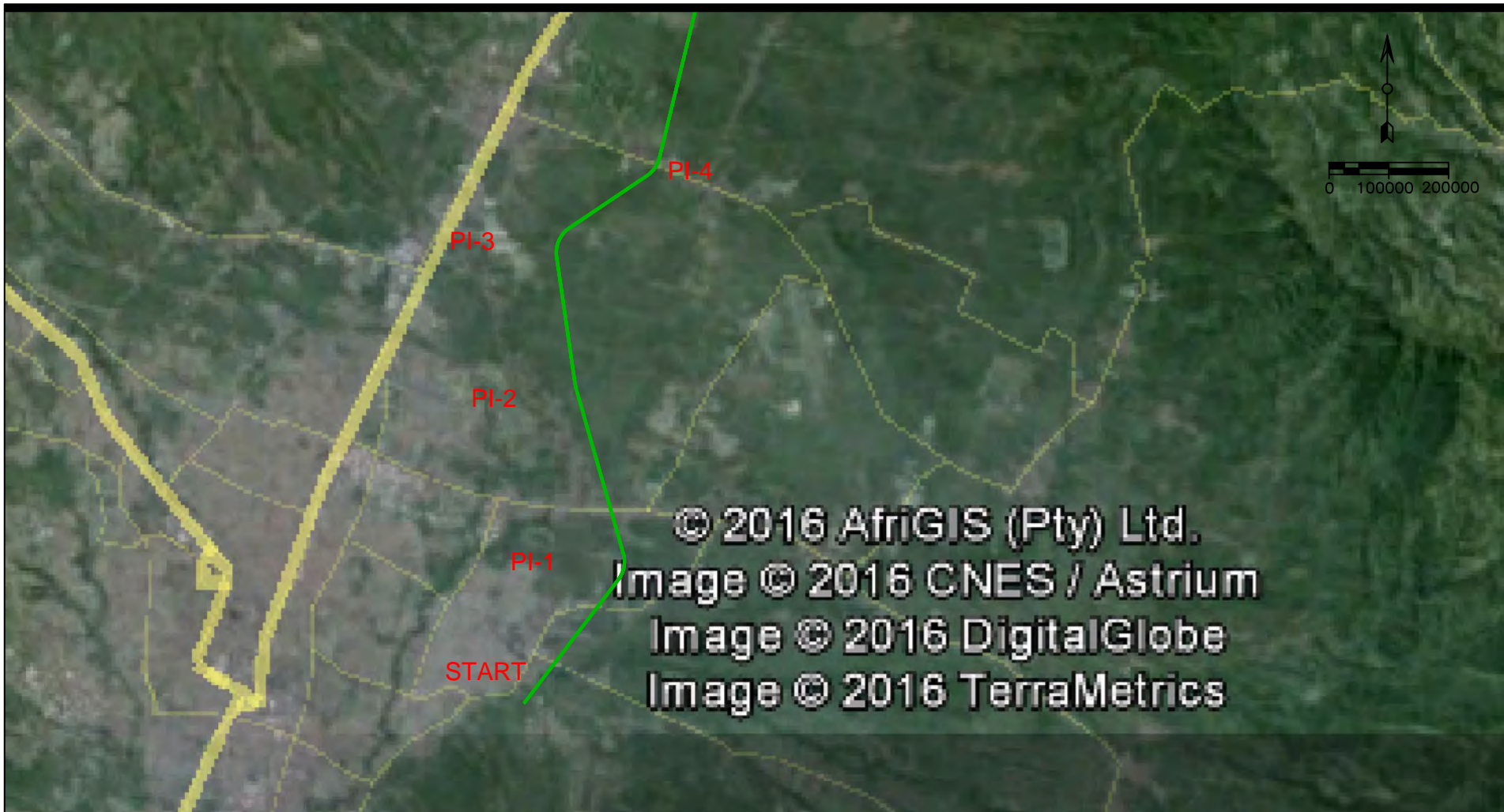
CATATAN

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
------------	------------

1	1
---	---

1	1
---	---





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
 DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI  
 SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
 DAN PERKERASAN  
 JALAN TOL PANDAAN–MALANG  
 DENGAN JENIS PERKERASAN  
 LENTUR

MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS  
 WICAKSONO  
 3112100044

DOSEN PEMBIMBING

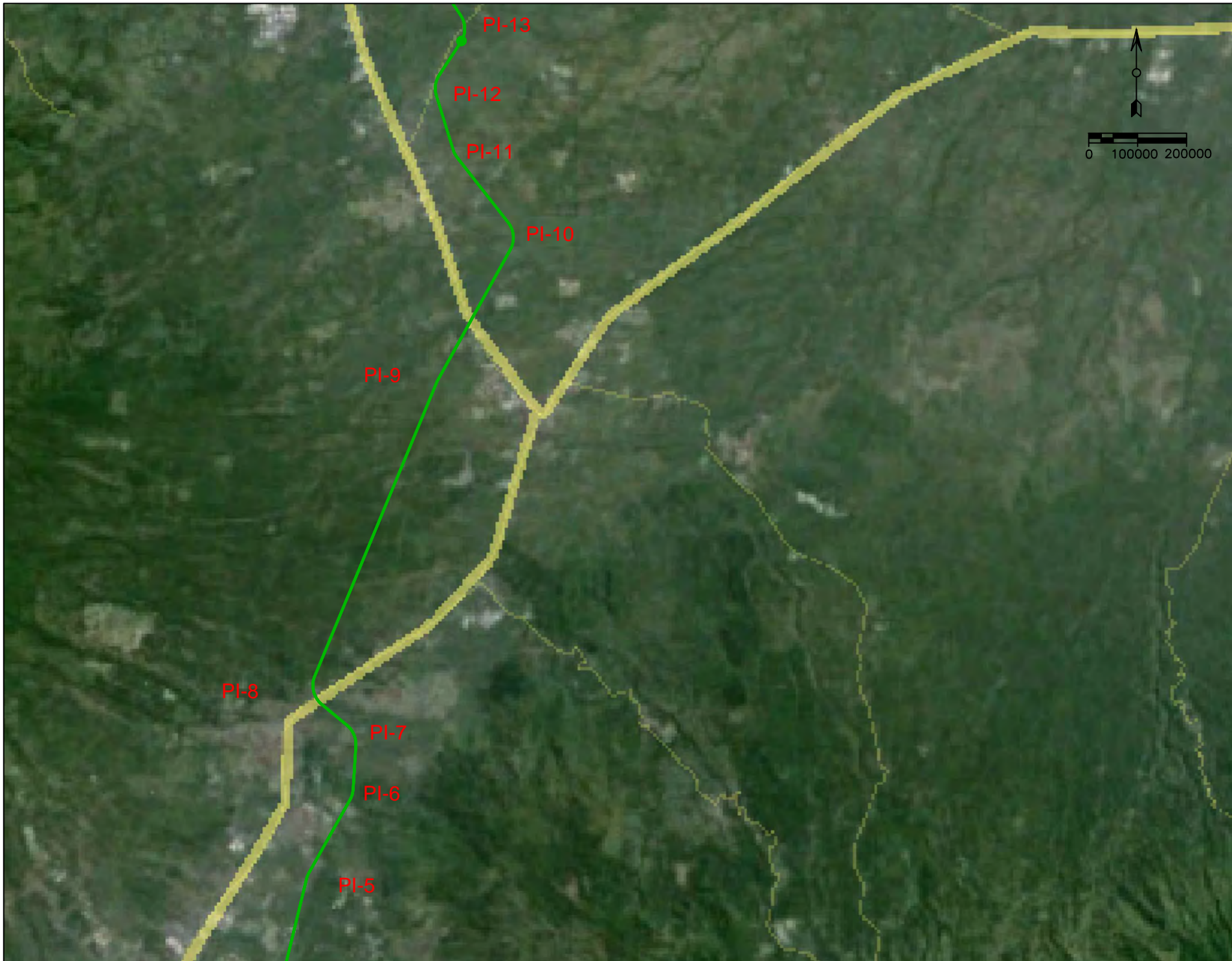
ISTIAR S.T,M.T

NAMA GAMBAR

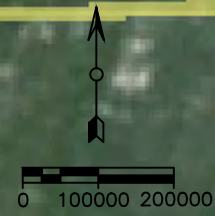
LAYOUT TRASE

CATATAN

SKALA	KERTAS
1:100000	A4
NO. GAMBAR	JML GAMBAR
1	3



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
 DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI  
 SEPULUH NOPEMBER



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
 DAN PERKERASAN  
 JALAN TOL PANDAAN-MALANG  
 DENGAN JENIS PERKERASAN  
 LENTUR

MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS  
 WICAKSONO  
 3112100044

DOSEN PEMBIMBING

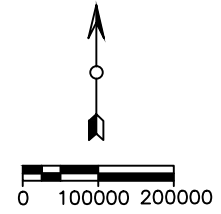
ISTIAR S.T,M.T

NAMA GAMBAR

LAYOUT TRASE

CATATAN

SKALA	KERTAS
1:100000	A4
NO. GAMBAR	JML GAMBAR
2	3



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
 DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI  
 SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEOMETRIK  
 DAN PERKERASAN  
 JALAN TOL PANDAAN-MALANG  
 DENGAN JENIS PERKERASAN  
 LENTUR

MAHASISWA

MUHAMMAD BERGAS  
 WICAKSONO  
 3112100044

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR S.T,M.T

NAMA GAMBAR

LAYOUT TRASE

CATATAN



SKALA	KERTAS
1:100000	A4
NO. GAMBAR	JML GAMBAR
3	3

## **BAB IX**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **9.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perencanaan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada tahap perencanaan dan pemilihan trase dilakukan perbandingan antara trase perencanaan alternatif dengan trase milik Bina Marga. Dari beberapa pertimbangan yaitu jumlah persil bangunan, jumlah jembatan, dan luas lahan yang dibebaskan maka dipilih trase yang memiliki nilai pembobotan lebih tinggi yaitu trase alternatif (Trase nomor II)
2. Trase alternatif yang dipilih memiliki panjang 39,523 km. Jalan tol Pandaan-Malang ini didesain dengan kecepatan rencana 100 km/jam. Tipe jalan tol ini adalah 4/2 D.
3. Perencanaan geometrik yang dihitung meliputi perencanaan alinyemen horizontal, perencanaan alinyemen vertikal, perhitungan daerah kebebasan samping. Pada perencanaan alinyemen horizontal didapatkan PI sebanyak 14 dengan radius minimum 500 m. dan pada perencanaan alinyemen vertikal didapatkan PPV sebanyak 168 dengan kelandaian maksimum direncanakan 4%.
4. Perpindahan volume lalu lintas dari jalan eksisting menuju Jalan Tol Pandaan-Malang didapatkan sebesar 53 % dari volume jalan eksisting berdasarkan analisa Trip Assignment dengan menggunakan metode Smock.
5. Perencanaan perkerasan jalan dilakukan menggunakan Metode Analisa Komponen. Dengan umur rencana 10 tahun. Data primer diambil pada pukul 6.00-22.00 dan didapatkan peak hour untuk arah Utara-Selatan adalah pukul 18.00-19.00 dan peak hour untuk arah Selatan-Utara adalah pukul 7.00-8.00.
6. Tebal lapisan perkerasan yang didapatkan dari perhitungan perencanaan adalah sebagai berikut :

- a. Untuk jalur arah Pandaan didapatkan
  - Lapisan permukaan (*surface*) Laston MS=744 kg dengan tebal 15 cm
  - Lapisan pondasi atas (*base course*) batu pecah kelas A dengan tebal 20 cm
  - Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) sirtu kelas A dengan tebal 15 cm
- b. Untuk jalur arah Malang didapatkan
  - Lapisan permukaan (*surface*) Laston MS=744 kg dengan tebal 20 cm
  - Lapisan pondasi atas (*base course*) batu pecah kelas A dengan tebal 20 cm
  - Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) sirtu kelas A dengan tebal 10 cm

Dengan mempertimbangkan kemudahan pekerjaan maka tebal lapisan perkerasan untuk kedua arah disamakan dengan lapisan untuk arah Utara-Selatan yaitu

- Lapisan permukaan (*surface*) Laston MS=744 kg dengan tebal 20 cm
  - Lapisan pondasi atas (*base course*) batu pecah kelas A dengan tebal 20 cm
  - Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) sirtu kelas A dengan tebal 10 cm
7. Pada perhitungan volume pekerjaan didapatkan hasil sebagai berikut :
    - a. Pekerjaan lapis pondasi bawah, menggunakan Sirtu kelas A dengan volume sebesar  $173.577,81 \text{ m}^3$ .
    - b. Pekerjaan lapis pondasi atas, menggunakan batu pecah kelas A dengan volume sebesar  $183.387,99 \text{ m}^3$
    - c. Pekerjaan lapis permukaan, menggunakan batu pecah kelas A dengan volume sebesar  $183.387,99 \text{ m}^3$
    - d. Kebutuhan Prime Coat dibutuhkan sebanyak 1.243.685, 21 liter

- e. Kebutuhan Tack Coat dibutuhkan sebanyak 382.672,374 liter.
- f. Total Volume Galian sebesar 2.022.332,38<sup>3</sup>
- g. Total Volume Timbunan sebesar 11.720.504,65 m<sup>3</sup>
- h. Kebutuhan Thermoplastic untuk marka putus-putus sebanyak 2736,23 m<sup>2</sup>.
- i. Kebutuhan Thermoplastic untuk marka garis utuh sebanyak 23713,96 m<sup>2</sup>.
- j. Jumlah rambu petunjuk, perintah, dan peringatan sebanyak 88 buah.
- k. Jumlah kebutuhan patok hektometer sebanyak 396 buah.
- l. Jumlah kebutuhan lampu penerangan jalan sebanyak 1318 buah dan dipasang setiap jarak 30 meter.

## 9.2 Saran

Berdasarkan analisa selama proses penyusunan tugas akhir ini, beberapa saran yang dapat penulis sampaikan adalah :

1. Dalam merencanakan pembangunan jalan tol, pemilihan trase dengan kondisi topografi yang dominan datar serta tidak berbukit akan lebih menguntungkan karena akan lebih memudahkan perencana dalam memenuhi syarat kelandaian serta lebih ekonomis dalam kebutuhan akan galian dan timbunan.
2. Pemilihan bahan material untuk perkerasan jalan sebaiknya juga mempertimbangkan ketersediaan bahan tersebut di daerah sekitar pembangunan jalan tol.



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Dep. PU. 1987. **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen**. Dirjen Bina Marga. Jakarta
- Dep. PU. 1997. **Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota**. Dirjen Bina Marga. Jakarta
- Peraturan Menteri, 2014. **Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Tentang Marka Jalan (PM No. 34 tahun 2014)**
- Peraturan Menteri, 2014. **Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Tentang Rambu Lalu Lintas (PM No. 13 tahun 2014)**
- Sukirman, Silvia. 1999. **Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan**. Penerbit Nova. Bandung
- Saodang, Hamirhan. 2004. **Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan**. Penerbit Nova. Bandung
- Dep. PU. 2015. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (Perkotaan)**. Dirjen Bina Marga. Jakarta
- Dep. PU. 2013. **Manual Desain Perkerasan Jalan**. Dirjen Bina Marga. Jakarta
- Dep. PU. 2009. **Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol**. Dirjen Bina Marga. Jakarta
- Dep. PU. 1991. **Tata Cara Pemasangan Rambu dan Marka Jalan Perkotaan**. Dirjen Bina Marga. Jakarta

BSN, 2008. **SNI 7391:2008 Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan.** Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

BSN, 2008. **SNI 2442:2008 Spesifikasi Kerb Beton Untuk Jalan.** Badan Standardisasi Nasional. Jakarta

## **BIODATA PENULIS**



Muhammad Bergas Wicaksono, penulis dilahirkan di Bojonegoro pada tanggal 12 September 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Sugeng Prasetyo Adi dan Endah Budi Puji M. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Blimbing 3 Malang (2000-2006), SMP Negeri 3 Malang (2006-2009), dan SMA Negeri 3 Malang (2009-2012). Setelah lulus dari SMAN 3 Malang, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil ITS melalui jalur ujian tulis SNMPTN dan terdaftar dengan NRP 3112 100 044. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Perhubungan. Penulis pernah aktif di organisasi mahasiswa ITS, yaitu di Himpunan Mahasiswa Sipil FTSP ITS sebagai staf departemen Seni dan Olahraga periode 2013-2014. Selain itu aktif juga di Unit Kegiatan Mahasiswa Sepak Bola ITS sebagai staf divisi Sepakbola periode 2013-2014. Penulis juga menjabat sebagai ketua angkatan Teknik Sipil 2012 (S-55) mulai tahun 2014. Penulis menerima kritik dan saran yang dapat dikirim melalui email [wicaksono.bergas@gmail.com](mailto:wicaksono.bergas@gmail.com).