



**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 5501**

**MODIFIKASI PERENCANAAN JALAN  
LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA  
DENGAN MENGGUNAKAN *RIGID  
PAVEMENT* PADA STA 03+000 - 06+000  
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR**

**REZA RACHMADHANI HERMAWAN  
NRP. 3113.030.116**

**ELYA GESTINA SARI  
NRP. 3113.030.150**

**Dosen Pembimbing  
IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MS  
NIP. 19630310 1989031 004**

**PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**THESIS APPLIED - RC 5501**

**PLANNING MODIFICATIONS  
OUTER RING ROAD EAST OF SURABAYA  
AT STA 03+000-06+000  
USING *RIGID PAVEMENT*  
IN THE CITY OF SURABAYA  
EAST JAVA PROVINCE**

**REZA RACHMADHANI HERMAWAN  
NRP. 3113.030.116**

**ELYA GESTINA SARI  
NRP. 3113.030.150**

**Final Project Supervisor  
IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MS  
NIP. 19630310 1989031 004**

**DIPLOMA CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Teknologi  
Surabaya 2016**

**MODIFIKASAI PERENCANAAN  
JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA  
DENGAN MENGGUNAKAN *RIGID PAVEMENT*  
PADA STA 03+000 - 06 +000  
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi Diploma Teknik Sipil  
Bangunan Transportasi  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Disusun Oleh :

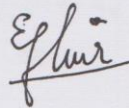
MAHASISWA I



REZA RACHMADHANI H.

3113.030.116

MAHASISWA II



ELYA GESTINA SARI

3113.030.150

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :



IR. ACHMAD FAIZ HADI PRAYITNO, MS

NIP. 19630310 1989031 004

14 JUL 2016

SURABAYA, 01 JULI 2016

**LEMBAR PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Reza Rachmadhani Hermawan / Elya Gestina Sari  
Nrp. : 3113030116 / 3113030150  
Jurusan / Fak. : Diploma Teknik Sipil / FTSP ITS  
Alamat kontak :  
a. Email : reza.azka.wildan@gmail.com / elyagestina@gmail.com  
b. Telp/HP : 082140059399 / 085784045232

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Modifikasi Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur  
Surabaya Menggunakan Rigid Pavement pada STA 0+700 -0+700  
Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal :

Yang menyatakan,



Epl<sup>o</sup>  
(Elya G.S) (Reza Rachmadhani Hermawan)  
3113030150 Nrp. 3113030116

**KETERANGAN :**

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

**MODIFIKASI PERENCANAAN  
JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA  
DENGAN MENGGUNAKAN *RIGID PAVEMENT*  
PADA STA 03+000 - 06 +000  
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR**

**Nama Mahasiswa 1 : Reza Rachmadhani Hermawan**  
**NRP Mahasiswa 1 : 3113030116**  
**Nama Mahasiswa 2 : Elya Gestina Sari**  
**NRP Mahasiswa 2 : 3113030150**  
**Program Studi : Diploma Teknik Sipil-FTSP-ITS**  
**Bidang Studi : Bangunan Transportasi**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz Hadi P.,MS**  
**NIP : 19630310 1989031 004**

**ABSTRAK**

Transportasi adalah salah satu bagian dari kebutuhan dan kepentingan keseluruhan manusia yang disebabkan oleh adanya suatu sistem pergerakan atau perpindahan objek, baik berupa manusia ataupun barang dari satu tempat asal ke tempat tujuan yang dikehendaki. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan jalan, di mana jalan itu sendiri merupakan prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting untuk memperlancar kegiatan ekonomi di suatu daerah. Salah satu upaya untuk mewujudkan hal tersebut yaitu dengan melaksanakan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya yang dikarenakan arus lalu lintas yang melewati semakin hari semakin bertambah padat.

Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur ini direncanakan dengan perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Perkerasan kaku digunakan pada *main road*, sedangkan perkerasan lentur digunakan pada *frontage road*. Metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi analisa kapasitas jalan menggunakan MKJI tahun 1997 , perhitungan perencanaan tebal

perkerasan kaku menggunakan petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Jalan (Pd T-14-2003), perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, control geometric menggunakan perencanaan geometric jalan tahun 2004, perencanaan drainase dengan menggunakan Metode SNI-03-3424-1994, penggambaran geometrik jalan (Long Section dan Cross Section) pada segmen jalan yang direncanakan, Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK Surabaya tahun 2015, dan metode pelaksanaan menggunakan buku petunjuk teknis dari PU Jawa Timur.

Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan *main road* pada kondisi eksisting 4/2 D dengan lebar jalan 3,5 m per lajur diperoleh  $DS > 7,5$ , sehingga perlu upaya untuk pengalihan volume kendaraan yang akan melintasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya. Sedangkan pada jalan *frontage road*, di mana kondisi eksisting 2/2 UD dengan lebar jalan 3 m per lajur diperoleh  $DS < 0,75$ . Sehingga, tidak perlu pengalihan volume kendaraan yang akan melintasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya. Dari hasil analisa kontrol geometrik yang dilakukan, antara hasil yang diperoleh dengan data yang sudah ada mempunyai kesamaan (mendekati). Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada *main road* menggunakan perkerasan kaku (Beton K-400) dengan tebal slab beton yaitu 23 cm dan pondasi bawah berupa campuran beton kurus, yaitu *lean concrete* sebagai lantai kerja. Sambungan yang digunakan adalah Sambungan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji. Sambungan memanjang berupa tie bar, di mana pada tie bar tersebut menggunakan diameter 12 mm, jarak 450 mm, sedangkan pada sambungan melintang (dowel) menggunakan diameter 36 mm. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada *frontage road* menggunakan perkerasan lentur dengan lapisan atas yaitu laston dengan tebal lapisan 5 cm, lapisan pondasi atas yaitu agregat kelas A dengan tebal 20 cm, dan pondasi bawah yaitu agregat kelas B dengan tebal 25 cm.

Perencanaan saluran tepi drainase menggunakan bentuk persegi dengan beton K-250. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada STA 03+000-06+000 adalah sebesar Rp 104,510,861,119.89.

***Kata Kunci : Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya  
STA 03+000-06+000***

**PLANNING MODIFICATIONS  
OUTER RING ROAD EAST OF SURABAYA  
AT STA 03+000-06+000 USING *RIGID PAVEMENT*  
IN THE CITY OF SURABAYA EAST JAVA PROVINCE**

**Student Name 1 : Reza Rachmadhani Hermawan**  
**NRP Of Students 1 : 3113030116**  
**Student Name 2 : Elya Gestina Sari**  
**NRP Of Students 2 : 3113030150**  
**Study Program : Diploma Teknik Sipil-FTSP-ITS**  
**Field Of Study : Bangunan Transportasi**  
**Final Project**  
**Supervisor : Ir. Achmad Faiz Hadi P.,MS**  
**NIP : 19630310 1989031 004**

***ABSTRACT***

*Transport is a part of the overall needs and interests of humans caused by the existence of a system of movement or displacement of an object, whether it be human or goods from one point of origin to the desired destination. Therefore, we need a planning of the road, where the road itself is a land communications with an important role to facilitate economic activities in an area. One of the efforts to achieve this is by implementing the construction of Outer Ring Road East Surabaya due to the flow of traffic through congested growing each day.*

*Planning Eastern Outer Ring Road is planned with rigid pavement and flexible pavement. Used rigid pavement on the main road, while the flexible pavements used on the frontage road. The method used in this way include the planning of road capacity analysis using MKJI 1997, the calculation of rigid pavement thickness design using the instructions Planning Rigid Pavement Thickness Road (Pd T-14-2003), the calculation of flexible pavement thickness design using Flexible Pavement Thickness Planning Component Analysis Method Bina Marga 1987,*



*geometric control using geometric planning of roads in 2004, the planning of drainage using SNI-03-3424-1994 method, geometric depiction street (Long Section and Cross Section) on the road segment is planned, Budget Plan using HSPK Surabaya 2015, and implementation methods using PU technical manual of East Java.*

*From the calculation of road capacity analysis on the condition of the existing main road 4/2 D with a road width of 3.5 m per lane obtained  $DS \geq 7.5$ , so it should attempt to divert the volume of vehicles that will cross the Outer Ring Road East Surabaya. While on the road frontage road, where the existing conditions 2/2 UD road width of 3 m per lane obtained  $DS < 0.75$ . Thus, no need to divert the volume of vehicles that will cross the Outer Ring Road East Surabaya. From the analysis conducted geometric control, between the results obtained with existing data have a common (approach). Planning Outer Ring Road East Surabaya on the main road using rigid pavement (concrete K-400) with a thick slab of concrete that is 23 cm and the subbase in the form of lean concrete mix, ie lean concrete as the work floor. The connection used is the connection Continued Without Concrete Reinforcement (BBTT) with trellis. Longitudinal joint tie bar form, in which the tie bar using a diameter of 12 mm, a distance of 450 mm, while the transverse joint (dowel) using a 36 mm diameter. Planning Surabaya Eastern Ring Road on the frontage road using flexible pavement with a top layer that is laston with a thick layer of 5 cm, the base layer is an aggregate class A with a 20 cm thick, and the foundation under which the aggregate class B with a thickness of 25 cm.*

*Planning drainage channel edge using a square shape with concrete K-250. Rencana budget for planning Surabaya Eastern Ring Road on STA 03 + 000-06 + 000 is Rp104,510,861,119.89.*

**Key Word : Outer Ring Road East Of Surabaya  
STA 03+000-06+000**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Modifikasi Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dengan Menggunakan *Rigid Pavement* pada STA 03+000 – 06+000 ini dengan baik dan lancar. Segala hambatan dan rintangan yang telah kami alami dalam proses penyusunan tugas akhir ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman berharga bagi kami untuk meningkatkan kinerja kami.

Terwujudnya tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, serta bantuan dari semua pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya patut kami berikan kepada :

1. Orangtua, yang selalu membantu, baik secara moral maupun material.
2. Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, MS, selaku dosen pembimbing kami, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan kami, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
3. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Tetapi, tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan kami. Kami menyadari, bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan. Oleh sebab itu, kami mengharap koreksi dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Surabaya, 01 Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ABSTRAK**.....iv

**ABSTRACT** .....viii

**KATA PENGANTAR** ..... x

**DAFTAR ISI**.....xii

**DAFTAR TABEL**.....xviii

**DAFTAR GAMBAR** .....xxvi

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Perumusan Masalah..... 2

1.3 Batasan Masalah..... 2

1.4 Tujuan Penulisan ..... 3

1.5 Manfaat..... 4

1.6 Lokasi ..... 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 7

2.1 Umum..... 7

2.2 Kapasitas Jalan ..... 7

2.2.1 Analisa Kapasitas Jalan ..... 7

2.2.2 Menentukan Kelas Jalan..... 8

2.2.3	Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan .....	9
2.2.4	Kapasitas Jalan (C).....	10
2.3	Kontrol Geometrik Jalan .....	17
2.3.1	Sistem Jaringan.....	18
2.3.2	Jarak Pandang.....	18
a.	Jarak Pandang Henti (Ss) .....	18
b.	Jarak Pandang Menyiap.....	19
2.3.3	Penampang Melintang.....	21
2.3.4	Alinyemen Horizontal .....	25
2.3.5	Alinyemen Vertikal .....	30
2.4	Perencanaan Perkerasan Lentur.....	36
2.4.1	Perkerasan Jalan .....	36
2.4.2	Tanah Dasar.....	36
2.4.3	Lapis Pondasi Bawah .....	37
2.4.4	Lapis Pondasi .....	37
2.4.5	Lapis Permukaan .....	38
2.4.6	Lalu Lintas.....	39
2.4.6.2	Data Lalu Lintas .....	39
2.4.6.3	Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	40
2.4.6.4	Jumlah Jalur Dan Koefisiensi Distribusi Kendaraan (C). .....	42
2.4.6.5	Lintas Ekuivalen.....	43
2.4.6.6	Faktor Regional (FR).....	45
2.4.6.7	Daya Dukung Tanah Dasar (DDT).....	46

2.4.6.8	Indeks Permukaan (IP) .....	47
2.4.6.9	Koefisien Kekuatan Relatif .....	49
2.4.6.10	Batas Minimum Tebal lapis perkerasan .....	51
2.4.6.11	Indeks Tebal Perkerasan (ITP) .....	52
2.5	Perencanaan Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....	53
2.5.1	Struktur dan Jenis Perkerasan.....	55
2.5.2	Persyaratan Teknis .....	55
2.5.3	Beton Semen.....	58
2.5.4	Penentuan Besaran Rencana.....	59
2.5.5	Perencanaan Sambungan .....	62
2.5.7	Perencanaan Tulangan.....	73
2.6	Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi .....	74
2.6.1	Analisa Data Hidrologi.....	75
2.7	Rencana Anggaran Biaya .....	83
2.7.1	Umum.....	83
2.7.2	Volume Pekerjaan .....	84
2.7.3	Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	84
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>86</b>
3.1	Pekerjaan Persiapan.....	87
3.2	Tinjauan Pustaka .....	88
3.3	Pengumpulan dan pengoalahan data .....	88
3.4	Survey Lokasi.....	88
3.5	Analisis dan Pengolahan Data.....	88

3.5	Perencanaan Geometrik Jalan .....	89
3.6	Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku.....	89
3.7	Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur.....	89
3.8	Perencanaan Drainase.....	90
3.8	Gambar Rencana .....	90
3.9	Perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	90
3.11	Kesimpulan dan Saran.....	90
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA ...</b>		<b>93</b>
4.1	Umum.....	93
4.2	Pengumpulan Data .....	94
4.2.1	Peta Lokasi .....	94
4.2.2	Data lalu lintas.....	94
4.2.3	Data Geometrik Jalan .....	99
4.2.4	Data CBR .....	100
4.2.5	Data Curah Hujan.....	101
<b>BAB V ANALISA PERHITUNGAN DATA.....</b>		<b>105</b>
5.1	Analisa Kapasitas Jalan .....	105
5.1.1	<i>Main Road</i> .....	105
5.1.2	<i>Frontage Road</i> .....	113
5.2	Kontrol Geometrik Jalan .....	123
5.2.1	Alinyemen Horizontal .....	123
5.2.2	Alinyemen Vertikal .....	127

5.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur.....	135
5.4	Perencanaan Perkerasan Rigid .....	148
5.4.1	Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga .....	148
5.4.2	Distribusi Beban Sumbu Kendaraan .....	149
5.4.3	Data Perencanaan .....	151
5.4.4	Perhitungan Sambungan.....	176
5.5	Perencanaan Drainase.....	178
5.5.1	Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) pada STA 3+000-3+825.....	182
5.5.2	Perencanaan Dimensi Saluran Tepi (Drainase) pada STA 3+825-4+30.....	185
5.6	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	190
5.6.1	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	190
5.6.2	Rekapitulasi Volume Pekerjaan .....	226
5.6.3	Harga Satuan Dasar .....	227
5.6.3	Harga Satuan Pokok Pekerjaan .....	231
5.6.3	Rekapitulasi Rencana Anggaranann Biaya .....	238
5.7	Metode Pelaksanaan .....	240
5.7.1	Item Pekerjaan.....	240
5.7.2	Uraian Metode Pelaksanaan .....	241
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>259</b>
6.1	Kesimpulan dan Saran.....	259
6.2	Saran.....	260

<b>PENUTUP .....</b>	<b>261</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>262</b>
<b>BIODATA PENULIS I</b>	
<b>BIODATA PENULIS II</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan .....	10
Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC <sub>w</sub> ).....	11
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP).....	11
Tabel 2. 4 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Perkotaan.....	12
Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas (FC <sub>w</sub> ).....	13
Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP).....	14
Tabel 2. 7 Kriteria Kelas Hambatan Samping.....	14
Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping Dan Lebar Bahu (FCSF) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu .....	15
Tabel 2. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC <sub>cs</sub> )...	16
Tabel 2. 10 Jarak Pandang Henti Minimum.....	19
Tabel 2. 11 Jarak Pandang Menyiap Minimum.....	21
Tabel 2. 12 Tipe tipe jalan.....	21
Tabel 2. 13 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan .....	22
Tabel 2. 14 Lebar Median Jalan Dan Lebar Jalur Tepian .....	24
Tabel 2. 15 Panjang Bagian Lengkung Minimum.....	30
Tabel 2. 16 Kelandaian Maksimum yang Diiijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan .....	31

Tabel 2. 17 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertical Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti .....	33
Tabel 2. 18 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertical Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti.....	35
Tabel 2. 19 Rumus Untuk Ekuivalen Beban .....	40
Tabel 2. 20 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	41
Tabel 2. 21 Jumlah Jalur kendaraan .....	43
Tabel 2. 22 Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	43
Tabel 2. 23 Penentuan Faktor Regional (FR).....	46
Tabel 2. 24 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)	48
Tabel 2. 25 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)	49
Tabel 2. 26 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	50
Tabel 2. 27 Tebal Minimum Tiap Lapis Perkerasan .....	51
Tabel 2. 28 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana	60
Tabel 2. 29 Faktor keamanan beban.....	62
Tabel 2. 30 Langkah-langkah perencanaan beton semen .....	68
Tabel 2. 31 Ekivalen Dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton.....	70
Tabel 2. 32 Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan..	75
Tabel 2. 33 Hubungan Kemiringan Selokan Samping .....	75
Tabel 2. 34 Periode Ulang.....	77
Tabel 2. 35 nilai $Y_n$ .....	77
Tabel 2. 36 Nilai $S_n$ .....	78

Tabel 2. 37 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan .....	80
Tabel 2. 38 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material .....	80
Tabel 2. 39 Kemiringan Melintang perkerasan bahu jalan.....	83
Tabel 4. 1 Data Volume Lalu Lintas di Jalan Tol .....	95
Tabel 4. 2 Estimasi Volume LHR Jalan Tol yang Berpindah (Kendaraan).....	96
Tabel 4. 3 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya Tahun 2013 .....	97
Tabel 4. 4 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya Tahun 2013 .....	98
Tabel 4. 5 Volume Lalu Lintas Yang Melewati .....	99
Tabel 4. 6 Kriteria Desain Geometrik .....	99
Tabel 4. 7 Data CBR .....	101
Tabel 4. 8 Data Curah Hujan.....	101
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total ..	120
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total	122
Tabel 5. 1 Emp untuk Jalan Bebas Hambatan MW 4/2 D.....	106
Tabel 5. 2 perhitungan Beda tinggi .....	107
Tabel 5. 3 Kapasitas dasar (Co).....	108
Tabel 5. 4 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar .....	108

Tabel 5. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCSP).....	109
Tabel 5. 6 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016..	111
Tabel 5. 7 Perhitungan DS Akhir Umur Rencana Tahun 2046.	111
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan DS dari Tahun 2013 - 2046 .....	112
Tabel 5. 9 Kapasitas Dasar (Co) pada jalan perkotaan.....	114
Tabel 5. 10 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) .....	114
Tabel 5. 11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (Fcsp).....	115
Tabel 5. 12 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC <sub>SF</sub> ) .....	116
Tabel 5. 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping Dan Lebar Bahu (FC <sub>Sf</sub> ) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu .....	117
Tabel 5. 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota (FC <sub>CS</sub> ) .....	118
Tabel 5. 15 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016	119
Tabel 5. 16 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2036	119
Tabel 5. 17 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016	121
Tabel 5. 18 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2036	121
Tabel 5. 19 Harga R Min dan D Maks Untuk Beberapa Kecepatan Rencana .....	124
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	132

Tabel 5. 21 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	133
Tabel 5. 22 Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR).....	135
Tabel 5. 23 LHR Awal Umur Rencana .....	135
Tabel 5. 24 LHR Akhir Umur Rencana.....	136
Tabel 5. 25 Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	136
Tabel 5. 26 Jumlah Jalur kendaraan .....	137
Tabel 5. 27 Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	137
Tabel 5. 28 Lintas Ekvivalen Permulaan.....	138
Tabel 5. 29 Lintas Ekvivalen Akhir .....	138
Tabel 5. 30 Tabel Penentuan Faktor Regional (FR).....	139
Tabel 5. 31 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo) .....	140
Tabel 5. 32 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt) .....	141
Tabel 5. 33 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	145
Tabel 5. 34 Tebal Minimum Tiap Lapis Perkerasan .....	146
Tabel 5. 35 Tabel Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga .....	148
Tabel 5. 36 Data CBR .....	152
Tabel 5. 37 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana .....	154
Tabel 5. 38 Faktor keamanan beban.....	155

Tabel 5. 39 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya.....	156
Tabel 5. 40 Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi .....	158
Tabel 5. 41 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi .....	162
Tabel 5. 42 Perhitungan Analisa Fatik Dan Erosi .....	169
Tabel 5. 43 Ukuran Dan Jarak Batang Dowel (Ruji) yang Disarankan.....	176
Tabel 5. 44 Perhitungan Curah Hujan Daerah.....	179
Tabel 5. 45 Periode Ulang .....	181
Tabel 5. 46 Rekapitulasi perhitungan perencanaan Dimensi Saluran.....	188
Tabel 5. 47 Rekapitulasi perhitungan Debit Saluran.....	188
Tabel 5. 48 Rekapitulasi Perhitungan Debit.....	189
Tabel 5. 49 Rekapitulasi Dimensi Saluran Tepi .....	189
Tabel 5. 50 Rekapitulasi Perhitungan Volume Timbunan Pada Frontage Road Kanan.....	191
Tabel 5. 51 Rekapitulasi Perhitungan Volume Timbunan Pada Frontage Road Kiri.....	196
Tabel 5. 52 Rekapitulasi Perhitungan Timbunan Pada <i>Main Road</i> .....	201
Tabel 5. 53 Rekapitulasi Perhitungan Volume.....	204
Tabel 5. 54 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Lapis Pondasi Atas .....	209
Tabel 5. 55 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Laston .....	214

Tabel 5. 56 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan <i>Lean Concrete</i> .....	219
Tabel 5. 57 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Beton K-400.....	222
Tabel 5. 58 Rekapitulasi volume pekerjaan .....	226
Tabel 5. 59 Daftar Harga Satuan Kota Surabaya Tahun 2015 ..	227
Tabel 5. 60 HSPK Pekerjaan.....	231
Tabel 5. 61 Rekapitulasi RAB.....	238
Tabel 5. 62 Daftar Mobilisasi Dan Demobilisasi Alat Berat.....	241

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur, Surabaya .....	4
Gambar 1. 2 Detail Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya .....	5
Gambar 2. 1 Jarak Pandang Menyiap.....	20
Gambar 2. 2 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan.....	23
Gambar 2. 3 Bentuk lengkung full circle .....	25
Gambar 2. 4 Bentuk Lengkung Spiral – Circle – Spiral.....	27
Gambar 2. 5 Lengkung Spiral-Spiral .....	29
Gambar 2. 6 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ( $S < L$ ) .....	31
Gambar 2. 7 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung ( $S > L$ ) .....	32
Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cekung ( $S < L$ ).....	33
Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cekung ( $S > L$ ).....	34
Gambar 2. 10 Distribusi Pembebanan pada Masing-Masing Roda Kendaraan.....	42
Gambar 2. 11 Korelasi DDT DAN CBR.....	47
Gambar 2. 12 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku.....	53
Gambar 2. 13 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen .....	56
Gambar 2. 14 R Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah	57
Gambar 2. 15 Sambungan Memanjang (tie bar) .....	63



Gambar 2. 16 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji .....	64
Gambar 2. 17 Sambungan susut melintang dengan ruji .....	64
Gambar 2. 18 Sistem Perencanaan Beton Semen.....	67
Gambar 2. 19 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	71
Gambar 2. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetii Beban berdasarkan Faktis Erosi, dengan Bahu Beton .....	72
Gambar 2. 21 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan.....	74
Gambar 2. 22 Kurva Basis .....	78
Gambar 3. 1 Bagan Metodologi .....	92
Gambar 4. 1 Peta Lokasi .....	94
Gambar 5. 1 Hubungan Antara DDT dan CBR.....	143
Gambar 5. 2 Grafik Nomogram 5 untuk $I_{Pt} = 2,5$ dan $I_{Po} 3.9 - 3.5$ .....	144
Gambar 5. 3 Detail Perkerasan Lentur yang Direncanakan .....	148
Gambar 5.4 Tebal Pondasi Bawah Minimum .....	152
Gambar 5. 5 CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah .....	153
Gambar 5. 6 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	163
Gambar 5. 7 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	164

Gambar 5. 8 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	165
Gambar 5. 9 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	166
Gambar 5. 10 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	167
Gambar 5. 11 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	168
Gambar 5. 12 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	170
Gambar 5. 13 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	171
Gambar 5. 14 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.....	172
Gambar 5. 15 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	173
Gambar 5. 16 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	174
Gambar 5. 17 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.....	175
Gambar 5. 18 Detail Perkerasan Kaku .....	176
Gambar 5. 19 Detail Sambungan yang Direncanakan.....	178
Gambar 5. 20 Detail Saluran Drainase yang Direncanakan .....	190
Gambar 5. 21 Kemiringan badan jalan yang direncanakan.....	246
Gambar 5. 22 Detail Sambungan .....	254
Gambar 5. 23 Detail Saluran Drainase.....	258

## **Reza Rachmadhani Hermawan, Thanks to :**

Dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan. Berbagai hambatan dan rintangan yang menghadang, namun saya yakin atas kuasa-Nya. Dia senantiasa membantu hamba-hamba-Nya yang tak pernah menyerah dalam berusaha dan berdo'a.
2. Ayah dan Ibu yang telah mengiringi, mendukung dan mendo'akan perjalanan saya hingga sampai pada jenjang pendidikan ini.
3. Dosen pembimbing kami bapak Ir.Achmad Faiz Hadi Prayitno, Ms yang telah membimbing kami untuk dapat menyelesaikan proyek akhir kami dengan sebaik-baiknya.
4. Saudara-saudara saya adik saya, di mana mereka selalu memberi semangat, motivasi agar saya terus melangkah maju dalam perjuangan hidup saya.
5. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pelajaran, pembelajaran, bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
6. Elya Gestina Sari, di mana dia adalah partner TA saya. Tetaplah semangat dalam menggapai cita-cita. Semoga selalu dimudahkan oleh Allah SWT dalam segala hal.
7. angkatan 2013 dan Bangunan Transportasi 2013, yang telah menemani serta memberikan pembelajaran kehidupan atas indahnya sebuah kebersamaan. Meskipun banyak perbedaan namun kita mampu hidup berdampingan.
8. Teman-teman saya di luar kampus yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dukungan, motivasi, pembelajaran dan apapun yang telah kalian berikan kepada saya.

## **Elya Gestina Sari, Thanks to :**

Dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan. Berbagai hambatan dan rintangan yang menghadang, namun saya yakin atas kuasa-Nya. Dia senantiasa membantu hamba-hamba-Nya yang tak pernah menyerah dalam berusaha dan berdo'a.
2. Ayah dan Ibu yang telah mengiringi, mendukung dan mendo'akan perjalanan saya hingga sampai pada jenjang pendidikan ini.
3. Dosen pembimbing kami bapak Ir.Achmad Faiz Hadi Prayitno, Ms yang telah membimbing kami untuk dapat menyelesaikan proyek akhir kami dengan sebaik-baiknya.
4. Saudara-saudara saya, Mas, Mbak, dan adik saya, di mana mereka selalu memberi semangat, motivasi agar saya terus melangkah maju dalam perjuangan hidup saya.
5. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pelajaran, pembelajaran, bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
6. Reza Rachmadhani Hermawan, di mana dia adalah partner TA saya. Tetaplah semangat dalam menggapai cita-cita. Semoga selalu dimudahkan oleh Allah SWT dalam segala hal.
7. Teman-teman kos, Dinda Ramawati, Ismi Baroroh, Lia Anggraini, dan Novia Damayanti, yang selalu menemani dalam mengerjakan tugas, TA, dan apapun itu. Terima kasih banyak.
8. Teman-teman angkatan 2013 dan Bangunan Transportasi 2013, yang telah menemani serta memberikan pembelajaran kehidupan atas indahnya sebuah kebersamaan. Meskipun banyak perbedaan namun kita mampu hidup berdampingan.

9. Teman-teman saya di luar kampus yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dukungan, motivasi, pembelajaran dan apapun yang telah kalian berikan kepada saya.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi seperti sekarang ini, jalan memegang peranan penting dalam pelaksanaan pembangunan dan pengembangan daerah di segala bidang. Jalan merupakan akses transportasi yang sering digunakan masyarakat untuk beraktivitas dan melakukan kegiatan sehari-hari, sehingga menyebabkan banyak kemacetan di jalan-jalan yang ada di Surabaya.

Surabaya adalah ibukota Provinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar ke dua setelah Jakarta. Dengan penduduk metropolisnya yang mencapai 3 juta jiwa lebih. Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan Indonesia Timur. Sebagian besar penduduknya bergerak dalam bidang jasa, industri, dan perdagangan. Banyak perusahaan besar yang berkantor pusat di Surabaya, seperti PT. PAL, Maspion, Wing's Group, Unilever, dan PT. Sampoerna Tbk.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, diambil judul tentang Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya menggunakan *Rigid Pavement* pada STA 03+000 - 06+000. Alasan diadakannya proyek pembangunan jalan ini dikarenakan untuk mengatasi kemacetan, memperlancar distribusi barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian, kesejahteraan dalam kehidupan sosial di masyarakat, serta menambah akses dalam transportasi.

Pada perencanaan jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, perencana menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dikarenakan untuk mencapai desain umur rencana (UR) 30 tahun. Diharapkan pembangunan jalan ini dapat mendukung kelancaran dan kenyamanan berlalu lintas, dapat menjadi

pelayanan di bidang distribusi barang dan jasa, serta mobilitas manusia dapat berjalan dengan baik dan benar.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis ingin meninjau segi teknis yaitu bagaimana perencanaan struktur jalan dengan merencanakan hal-hal sebagai berikut :

1. Berapa hasil analisa kapasitas jalan ?
2. Bagaimana kontrol geometrik terhadap perencanaan yang ada ?
3. Berapa ketebalan perkerasan kaku yang diperlukan untuk umur rencana (UR) jalan 20 tahun mendatang pada *frontage road* ?
4. Berapa ketebalan perkerasan kaku yang diperlukan untuk umur rencana (UR) jalan 30 tahun mendatang pada *main road* ?
5. Berapa dimensi saluran tepi jalan (drainase) yang diperlukan ?
6. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan ?
7. Bagaimana metode pelaksanaan dalam proyek jalan ini ?

## 1.3 Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang ada begitu luas maka kami memberikan batasan permasalahan. Batasan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan tebal perkerasan, perencanaan dimensi saluran drainase, perencanaan geometrik jalan, rencana anggaran biaya yang diperlukan, serta metode pelaksanaan.

2. Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan (horisontal dan vertikal) mengacu pada No. 038/T/BM/1997 DPU Direktorat Jendral Bina Marga.
3. Analisa kapasitas dengan Kapasitas Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
4. Perencanaan tebal perkerasan jalan untuk *main road* menggunakan petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Jalan dengan Pd T- 14-2003.
5. Perencanaan tebal perkerasan jalan untuk *frontage road* menggunakan petunjuk Standar Nasional Indonesia 03-1732-1989.
6. Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK dari daerah kota Surabaya tahun 2015.
7. Perencanaan drainase mengacu pada SNI 03-3429-1994 Departemen Pekerjaan Umum.
8. Tidak membicarakan gorong-gorong, dinding penahan tanah, tiang pancang, serta pengolahan data, baik di lapangan maupun di laboratorium.
9. Tidak melakukan perhitungan *fly over*.
10. Tidak membahas masalah pembebasan lahan.

#### **1.4 Tujuan Penulisan**

Tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kapasitas jalan pada jalan yang direncanakan.
2. Mengontrol geometrik jalan yang sudah ada.
3. Merencanakan tebal perkerasan lentur yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada untuk umur rencana 20 tahun mendatang pada *frontage road*.
4. Merencanakan tebal perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada untuk umur rencana 30 tahun mendatang pada *main road*.
5. Merencanakan dimensi saluran tepi jalan (drainase).
6. Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan.



7. Mengetahui metode pelaksanaan apa saja yang harus dikerjakan.

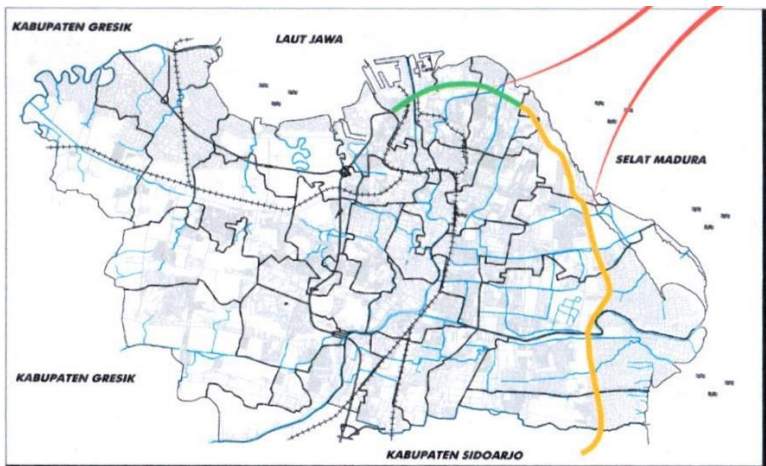
## 1.5 Manfaat

Manfaat dari pekerjaan perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini adalah :

1. Mampu merencanakan Jalan Lingkar Luar Timur yang ada di kota Surabaya Propinsi Jawa Timur.
2. Menjadi lebih paham, bagaimana mengatasi permasalahan yang ada.
3. Sebagai referensi untuk perencanaan sejenis

## 1.6 Lokasi

Lokasi jalan yang akan direncanakan adalah :



**Gambar 1. 1** Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur, Surabaya



**Gambar 1. 2 Detail Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan teori dasar yang digunakan sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data adalah :

### **2.1 Umum**

Sebagai langkah awal dalam merencanakan jalan adalah menentukan jenis konstruksi jalan tersebut. Kemudian, melaksanakan semua prosedur perencanaan jalan sesuai dengan konstruksi yang dipilih, sehingga menghasilkan perencanaan jalan yang akurat, agar dalam pelaksanaannya nanti memberikan hasil yang optimal dan dapat memecahkan masalah yang telah diprediksi sampai dengan umur rencana.

Sebagai dasar perencanaan jalan ini, tidak terlepas dari kerangka acuan yang telah ditetapkan, khususnya standart-standart yang telah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga dan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia pada umumnya.

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan jalan Proyek Akhir, yang meliputi :

- a. Kontrol geometrik jalan
- b. Perencanaan tebal perkerasan jalan
- c. Perencanaan saluran tepi jalan (Drainase)
- d. Perhitungan anggaran biaya
- e. Metode pelaksanaan

### **2.2 Kapasitas Jalan**

#### **2.2.1 Analisa Kapasitas Jalan**

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk mengetahui kapasitas jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki

sekarang dan yang akan datang. Sesuai dengan MKJI tahun 1997, analisa kapasitas jalan dilakukan pada masing-masing jalur jalan yang direncanakan.

Segmen jalan pada ruas jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dapat digolongkan sebagai jalan bebas hambatan pada *main road* dan jalan perkotaan pada *frontage road*, serta dapat didefinisikan sebagai segmen yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruhnya, minimal pada satu sisi jalan tersebut.

Pada sub bab ini, akan dijabarkan mengenai penentuan kapasitas jalan pada kondisi eksisting dan penentuan nilai Derajat Kejenuhan (DS). Hal ini digunakan sebagai langkah awal untuk menentukan lebar jalan guna mengakomodasi pertumbuhan lalu lintas hingga akhir rencana.

Sedangkan, LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam untuk kedua jurusan. LHR untuk setiap jenis kendaraan ditentukan awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa menggunakan median, maupun menggunakan median.

### **2.2.2 Menentukan Kelas Jalan**

Menurut UU 38/2004 pasal 8 tentang jalan, pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 5 kelompok berdasarkan fungsinya, yaitu :

- a. Jalan Arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan sejumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan Kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan / pembagian dengan ciri-ciri perjalanan sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalanmasuk tidak dibatasi.

- d. Jalan Nasional, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan menteri. Jalan umum yang termasuk jalan nasional disebut jalan negara,
- e. Jalan Daerah, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh pemerintah daerah. Jalan umum dikelompokkan ke dalam :
  - ✓ Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat I dapat disebut sebagai Jalan Provinsi.
  - ✓ Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat I dapat disebut sebagai Jalan Kabupaten/Kotamadya.
  - ✓ Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat I dapat disebut sebagai Jalan Desa.

### **2.2.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan**

Pertumbuhan lalu lintas (%) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung volume lalu lintas rencana. Volume lalu lintas adalah salah satu komponen dasar perencanaan jalan yang digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang akan mempergunakan jalan, jika jalan dibuka untuk lalu lintas. Dalam perencanaan pertumbuhan lalu lintas, yang diperhitungkan adalah :

- a. Pertumbuhan lalu lintas sebelum jalan dibuka adalah penambahan volume lalu lintas yang telah menggunakan jalan sebelum jalan dibuka, diambil dari data lalu lintas harian rata-rata, sebaiknya minimal 5 tahun ke belakang.
- b. Pertumbuhan lalu lintas pada saat ini , penambahan volume lalu lintas pada saat jalan baru dibuka yang terdiri dari volume sebelum jalan dibuka ditambah lalu lintas yang tertarik setelah jalan dibuka.
- c. Pertumbuhan lalu lintas yang akan datang, penambahan volume lalu lintas pada saat ini ditambah lalu lintas yang dibangkitkan.

## 2.2.4 Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu geometrik, distribusi arah dan kombinasi lalu lintas, serta faktor lingkungan

### 2.2.4.1 Main Road

Untuk jalan bebas hambatan pada *maen road*, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \text{ ( smp/jam )} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

a. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan arus lalu lintas total pada suatu bagian jalan untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Tipe alinyemen mempengaruhi kapasitas dasar total bagian jalan seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan**

<b>Tipe Jalan bebas hambatan/tipe alinyemen</b>	<b>Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)</b>
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan*

b. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC<sub>w</sub>)

Faktor penyesuaian kapasitas ini tergantung dari lebar efektif jalur lalu lintas, tipe jalan tersebut terlihat pada Tabel 2.2. Faktor Penyesuaian Lebar Jalur (FC<sub>w</sub>) untuk jalan perkotaan empat lajur terbagi, sebagai berikut :

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas ( $FC_w$ )

**Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_w$ )**

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur Lalu-lintas $W_c$ (m)	$FC_w$
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur	
	3,25	0,96
	3,50	1,00
Dua-lajur tak-terbagi	3,75	1,03
	Total kedua arah	
	6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan*

- c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{SP}$ )  
 Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan. Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah ( $FC_{SP}$ )**

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

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan*



## d. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari pembagian arus lalu lintas dengan kapasitas kendaraan yang ada. Derajat kejenuhan ini diberi batasan 0,75. Bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus ada pelebaran jalan. Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini.

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

Syarat =  $Q/C < 0,75$

### 2.2.4.2 Frontage Road

Untuk jalan perkotaan, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}(smp/jam) \dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- a. Kapasitas Dasar (Co), dapat ditentukan berdasarkan tabel

**Tabel 2. 4 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Perkotaan**

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
4/2 D atau jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
4/2 UD	1500	Per lajur
2/2 UD	2900	Total dua arah

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan*

b. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw) adalah berdasar pada lebar efektif jalur lalu-lintas ( $W_c$ ) dan tipe jalan. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw). Faktor Penyesuaian Lebar Jalur (FCw) untuk jalan perkotaan dua lajur tak terbagi, sebagai berikut :

**Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas (FCw)**

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas (m)	FCw
4/2 D atau jalan satu arah	Lebar per jalur	0,92
	3,00	
	3,25	
	3,5	
	3,75	
	4,00	
4/2 UD	Lebar per lajur	0,91
	3,00	
	3,25	
	3,50	
	3,75	
	4,00	
2/2 UD	Lebar jalur 2 arah	0,56
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

- c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{SP}$ )  
 Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCSP)**

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC <sub>PA</sub>	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan*

- d. Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping ( $FC_{SF}$ )  
 Faktor akibat hambatan samping tergantung pada lebar efektif bahu jalan dan banyaknya aktivitas samping jalan, seperti pejalan kaki, pemberhentian angkutan umum dan kendaraan lain, kendaraan berjalan dengan lambat, kendaraan keluar masuk dari lahan samping jalan, ditentukan berdasarkan tabel 2.7. dan tabel 2.8.

**Tabel 2. 7 Kriteria Kelas Hambatan Samping**

Kelas Hambatan Samping	Kode	Nilai frekuensi kejadian dikali bobot	Ciri – ciri khusus
Sangat rendah	SR	<100	Daerah pemukiman dengan jalan samping.

Rendah	R	100 - 299	Daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum, dsb.
Sedang	S	300 - 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	T	500 - 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	ST	>900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

*Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan*

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping adalah berdasar pada lebar efektif bahu ( $W_s$ ) dan kelas hambatan samping. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping.

**Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping Dan Lebar Bahu (FCSF) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu**

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu $FC_{SF}$			
		Lebar bahu efektif rata-rata ( $W_s$ )			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu $FC_{SF}$			
		Lebar bahu efektif rata-rata ( $Ws$ )			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	SR	0,96	0,99	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,87	0,91	0,94	0,98
	ST	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan

e. Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )

**Tabel 2. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )**

Ukuran kota Jutaan penduduk)	Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,55 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Perkotaan

f. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai factor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan perkotaan harus dapat memastikan, bahwa Derajat Kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0,75.

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)
- Syarat =  $Q/C < 0,75$

### 2.3 Kontrol Geometrik Jalan

Kontrol geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan, lebar bahu jalan, tipe alinyemen, kebebasan samping, jarak pandang, serta kemiringan melintang. Adapun tujuan dari kontrol geometrik adalah untuk mengetahui tipe alinyemen pada proyek tersebut. Tipe alinyemen dapat ditentukan dengan menghitung lengkung vertikal dan lengkung horizontal.

Lengkung horizontal adalah perbandingan antara jumlah setiap lengkung yang telah diubah menjadi radian dengan panjang jalan (km), sedangkan lengkung vertikal adalah perbandingan antara beda tinggi elevasi jalan (m) dengan panjang jalan (km). Sehingga, dapat terlihat gambaran kemiringan datar, alinyemen bukit, dan alinyemen gunung.

Umumnya, geometric pada jalan raya terbagi menjadi 2, yaitu :

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

### **2.3.1 Sistem Jaringan**

Sistem jaringan terdapat dua jenis, yaitu primer dan sekunder. Sistem jaringan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi, untuk pengembanan semua wilayah di tingkat nasional dengan simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Yang dimaksud dengan simpul distribusi adalah suatu simpul yang terjadi akibat berlakunya pola-pola efisiensi pada arus barang atau orang. Jaringan primer ini berkaitan erat dengan jalan dari segi pelayanannya, seperti jalan arteri, kolektor, dan lokal.

Sistem jaringan jalan sekunder adalah jaringan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota. Jaringan sekunder ini sangat berperan penting membangun pengembangan kota yang menurut pelayanannya, seperti jalan arteri, kolektor, dan jalan lokal.

### **2.3.2 Jarak Pandang**

Jarak pandang adalah panjang bagian jalan di depan pengemudi yang dilihat secara jelas dari kedudukan pengemudi.

Untuk mendapatkan keamanan dari lalu lintas jalan dalam menghadapi penghalang yang berada pada lintas sejajar, maupun berlawanan. Sehingga, diperlukan jarak pandangan guna menghasilkan kendaraan, maupun gerakan menyiapkan kendaraan lain di depannya.

#### **a. Jarak Pandang Henti ( $S_s$ )**

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi dengan kecepatan rencana untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah

melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak pandang henti terdiri dari 2 elemen jarak, yaitu :

- 1) Jarak awa reaksi (Sr), adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- 2) Jarak awal pengereman (Sb), adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai dengan kendaraan tersebut berhenti.

Jarak Pandang Henti (Ss) :

$$S_r = 0,275 \times V_r \times T + 0,039 \frac{V_r^2}{a} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = Waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

$A$  = Tingkat perlambatan (meter/detik<sup>2</sup>), ditetapkan 3,4 meter/detik<sup>2</sup>.

Berikut adalah jarak henti (Jh) minimum yang dihitung dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai kecepatan rencana ( $V_r$ ).

**Tabel 2. 10 Jarak Pandang Henti Minimum**

$V_r$ (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
$S_s$ min	185	160	130	105	85	65	50	35

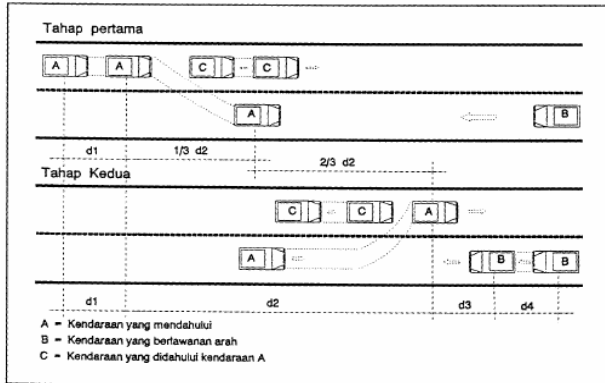
*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

**b. Jarak Pandang Menyiap**

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang diperlukan pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan lain pada jalan dua jalur dengan aman. Jarak pandang



mendahului dapat diukur berdasarkan tinggi mata pengemudi yang diasumsikan dan tinggi dari halangan.



**Gambar 2. 1 Jarak Pandang Menyiap**

- Jarak Pandang Menyiap (JPM)

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$$d_1 = 0,278 \times (V - m + at1/2)$$

➤ Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

$$d_2 = 0,278 \times Vt^2$$

➤ Jarak yang ditempuh selama mendahului (m)

$$d_3 = 30 - 100 \text{ m}$$

➤ Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan berlawanan arah (m)

$$d_4 = 2/3 d^2$$

➤ Jarak yang ditempuh kendaraan yang daang dari lawan arah (m)

Jarak pandang menyiap minimum dapat dilihat pada tabel di berikut ini.

**Tabel 2. 11 Jarak Pandang Menyiap Minimum**

Vr (km/jam)	80	60	50	40	30	20
JPM standar	550	350	250	200	150	100
JMP min	350	250	200	150	100	70

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

### 2.3.3 Penampang Melintang

Penampang melintang jalan adalah potongan suatu jalan tegak lurus terhadap as jalan yang menunjukkan bentuk dan susunan bagian jalan dalam arah melintang. Penampang melintang terdiri dari jalur lalu lintas, bahu jalan, saluran samping, median, trotoar, jalur sepeda, sepedator, jalur lambat, dan lereng.

#### a. Jalur lalu lintas kendaraan

Jalur lalu lintas kendaraan adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas jalur lalu lintas dapat berupa median jalan, bahu jalan, trotoar, dan sepedator jalan.

**Tabel 2. 12 Tipe Tipe Jalan**

Tipe Jalan	Jalur di sisi jalan utama	
	Perlu Jalur lambat	Perlu trotoar
2-lajur-2-arah-tak terbagi	v	v
4-lajur-2-arah terbagi	v v	v v
6-lajur-2-arah-terbagi	v v	v v
Lebih dari 1 lajur-1-arah	v v	v v

Catatan : v = disarankan dilengkapi, tergantung kebutuhan;  
v v = dilengkapi. ↗

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

b. Lebar Jalur

Lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur, serta bahu jalan. Tabel menetapkan ukuran lebar lajur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya. Lebar jalur minimum adalah 4,5 m, memungkinkan 2 kendaraan lebar maksimum 2,5 m yang terjadi sewaktu-waktu dapat memanfaatkan bahu jalan.

**Tabel 2. 13 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan**

Kelas jalan	Lebar lajur (m)		Lebar bahu sebelah luar (m)			
	Disarankan	Minimum	Tanpa trotoar		Ada trotoar	
			Disarankan	Minimum	Disarankan	Minimum
I	3,60	3,50	2,50	2,00	1,00	0,50
II	3,60	3,00	2,50	2,00	0,50	0,25
III A	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III B	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III C	3,60	*)	1,50	0,50	0,50	0,25

Keterangan : \*) = jalan 1-jalur-2 arah, lebar 4,50 m

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

Pada jalan arteri, jalur kendaraan tidak bermotor disarankan dipisah dengan jalur kendaraan bermotor. Bila banyak kendaraan lambat, jalur boleh lebih lebar. Lebar bahu jalan sebelah dalam pada median yang dirunkan atau datar, minimum sebesar 0,50.

c. Lajur

Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur terputus, maka lebar lajur diukur dari sisi dalam garis tengah marka garis tepi jalan sampai dengan garis tengah marka garis pembagi arah pada jalan 2 lajur 2 arah atau sampai dengan garis tengah garis pembagi lajur pada jalan berlajur lebih dari satu. Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur utuh, maka lebar lajur

diukur dari masing-masing tepi sebelah dalam marka membujur garis utuh.

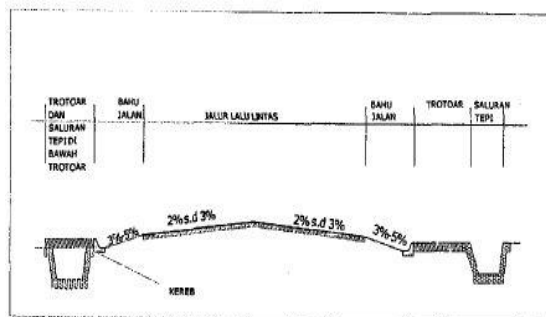
d. Kemiringan melintang jalan

Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

- ✓ Untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton/semén, kemiringan melintang 2-3, pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambah 1 % ke arah yang sama.
- ✓ Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

e. Bahu Jalan

- ✓ Kemiringan melintang bahu jalan yang normal adalah 3-5 %.
- ✓ Lebar minimal bahu jalan untuk bahu luar dan bahu dalam dapat dilihat di tabel.
- ✓ Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.
- ✓ Ketinggian permukaan bahu jalan harus menerus dengan permukaan perkerasan jalan.



**Gambar 2. 2** Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan

## f. Median Jalan

- Fungsi median jalan adalah untuk :
  - ✓ Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah.
  - ✓ Mencegah kendaraan belok kanan.
  - ✓ Lapak tunggu penyeberang jalan.
  - ✓ Penempatan fasilitas pendukung jalan.
  - ✓ Cadangan lajur (jika cukup luas)
  - ✓ Tempat prasarana kerja sementara.
  - ✓ Dimanfaatkan untuk jalur hijau.
- Jalan dua arah dengan empat lajur atau lebih harus dilengkapi median.
- Jika lebar ruang yang tersedia untuk median  $< 2,5$  m, median harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik, agar tidak dilanggar oleh kendaraan.
- Lebar minimum median, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan sesuai tabel. Dalam hal pengguna median untuk pemasangan fasilitas jalan, agar dipertimbangkan keperluan ruang bebas kendaraan untuk setiap arah.

**Tabel 2. 14 Lebar Median Jalan Dan Lebar Jalur Tepian**

Kelas jalan	Lebar median jalan (m)		Lebar jalur tepian minimum (m)
	Minimum	Minimum khusus <sup>a)</sup>	
I, II	2,50	1,00	0,25
III A, III B, III C	1,50	1,00 0,40 (median datar)	0,25

Catatan : <sup>a)</sup> digunakan pada jembatan bentang  $\geq 50$  m, terowongan, atau lokasi Damaja terbatas.

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,  
RSNI T-14-2004*

### 2.3.4 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis-gariproyeksi yang tegak lurus sumbu jalan bidang peta situasi jalan. Bagian yang sangat kritis dari alinyemen horizontal adalah tikungan, karena pada tikungan akan bekerja gaya sentrifugal.

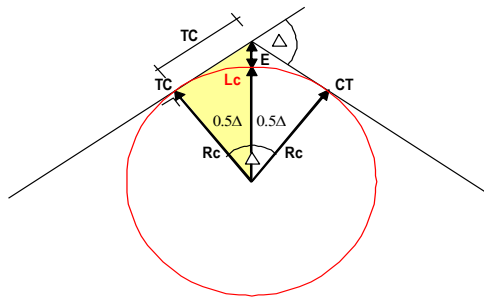
#### a. Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

- ✓ Full Circle (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.
- ✓ Spiral Circle Spiral (SCS), yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral.
- ✓ Spiral spiral, yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral.

#### ➤ Lengkung Full Circle

Bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangent yang relatif kecil.



**Gambar 2. 3 Bentuk lengkung full circle**

- PI = Point of Intersection  
 $\Delta$  = Sudut Tangen (derajat)  
 Tc = Tangen Circle  
 Rc = Jari-jari ( m )

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

$$\checkmark Tc = R \operatorname{tg} \left( \frac{1}{2} \Delta \right) \frac{\theta s. \pi R c}{90}. \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\checkmark E = \frac{R}{\cos \left( \frac{1}{2} \Delta \right)} - R. \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\checkmark Lc = \left( \frac{\Delta \pi}{180} \right) * R \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI ( Point of Intersection ),

m = Titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = Jari-jari alinyemen horizontal, m

$\Delta$  = Sudut alinyemen horizontal,  $^{\circ}$

E = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

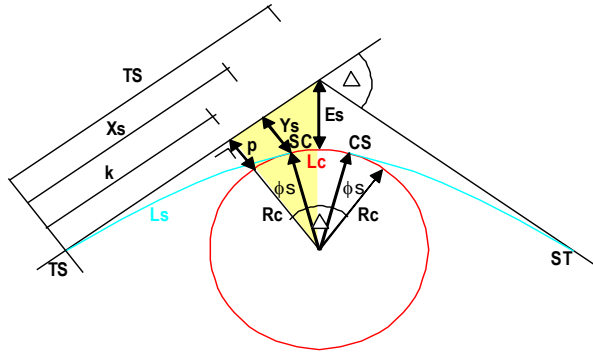
Lc = Panjang busur lingkaran, m

#### ➤ Tikungan Spiral Circle Spiral

Lengkung *spiral – circle – spiral* ini dikenal dengan lengkung peralihan (Ls), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R. Pada umumnya digunakan jika panjang Lc > 20 meter. Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk full circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana.

Jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak boleh mengakibatkan adanya kemiringan tikungan lebih dari harga maksimum yang ditentukan. Jari-jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan kemiringan tikungan, tikungan maksimum dan koefisien gesek melintang maksimum.

Gambar tikungan spiral circle spiral dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 2. 4 Bentuk Lengkung Spiral – Circle – Spiral**

Keterangan :

- TS = tangen spiral, titik peralihan dari lurus ke bentuk spiral
- SC = spiral circle, titik peralihan dari spiral ke circle
- CS = circle spiral, titik peralihan dari circle ke spiral
- ST = spiral tangen, titik peralihan dari spiral ke lurus
- PI = point of intersection, titik pertemuan kedua tangen
- $\Delta$  = sudut perpotongan kedua tangen
- $\Theta_s$  = sudut pusat lengkung spiral TS-CS atau ST-CS
- $\Theta_c$  = sudut pusat sudut lingkaran

Rumus-rumus yang dipakai untuk menghitung tikungan ini yaitu :

$$\checkmark \theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\checkmark \theta_c = \beta - 2\theta_s \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\checkmark L_c = \frac{(\beta - 2\theta_s) \cdot \pi R}{180} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\checkmark L = L_c + 2L_s \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\checkmark p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \dots\dots\dots(2.14)$$



$$\checkmark k = Ls - \frac{Ls^3}{40R^2} - R * \sin\theta_s \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\checkmark Ts = (R + p) * tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\checkmark Es = \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\checkmark Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40*R^2}\right) \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

$$\checkmark Ys = \frac{Ls^2}{6*R} \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Jika menggunakan tabel :

$$\checkmark p = p^*xLs \quad \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\checkmark k = k^*xLs \quad \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

$\Theta_s$  = sudut spiral pada titik SC

LS = panjang lengkung spiral

R = jari-jari alinyemen horizontal, m

$\Delta$  = sudut alinyemen horizontal, °

Lc = panjang busur lingkaran, m

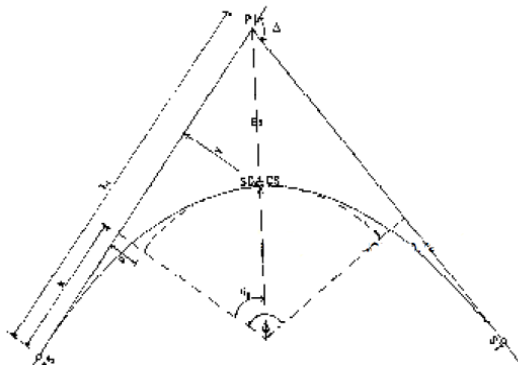
Ts = jarak titik TS dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

Xs, Ys = koordinat titik perlihan dari spiral ke circle (SC), m

➤ Spiral-Spiral



**Gambar 2. 5 Lengkung Spiral-Spiral**

Untuk bentuk spiral-spiral berlaku rumus sebagai berikut:

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2}\Delta \dots\dots\dots(2.22)$$

$$L_{tot} = 2L_s \dots\dots\dots(2.23)$$

Untuk menentukan  $\theta_s$  dapat menggunakan rumus:

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi R_c}{90} \dots\dots\dots(2.24)$$

b. Panjang Tikungan

Panjang tikungan terdiri atas panjang busur lingkaran ( $L_c$ ) dan panjang 2 lengkung spiral ( $L_s$ ) yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudi kendaraan pada saat menikung pada jalan arteri perkotaan, maka panjang suatu tikungan sebaiknya tidak kurang dari 6 detik perjalanan. Panjang ini dapat diperhatikan berdasarkan  $V_{yang}$  ditetapkan sesuai table.

Pada tikungan full circle, nilai  $L_s = 0$ , sehingga  $L_t = L_c$

Pada tikungan spiral-spiral, nilai  $L_c = 0$ , sehingga  $L_t = 2L_s$

**Tabel 2. 15 Panjang Bagian Lengkung Minimum**

$V_R$ (km/h)	Panjang tikungan minimum (m)
100	170
90	155
80	135
70	120
60	105
50	85
40	70
30	55

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

### 2.3.5 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertical terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landau positif (tanjakan) atau landau negative (turunan), atau landau nol (datar). Bagian lengkung vertical dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

#### 2.3.5.1 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum ditentukan untuk berbagi variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian didasarkan pada kecepatan truk bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum yang sesuai dengan  $V_r$ , ditetapkan sesuai table. Untuk keperluan penyandang cacat, kelandaian maksimu ditetapkan 5 %.

**Tabel 2. 16 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Perkotaan**

$V_R$ (km/h)	100	90	80	70	60	50
Kelandaian maksimum (%)	5	5	6	6	7	8

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

**2.3.5.2 Panjang Lengkung Vertikal**

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian, dengan tujuan :

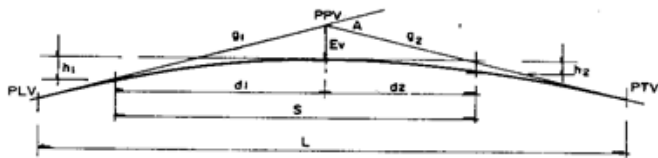
- ✓ Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian.
- ✓ Menyediakan jarak pandang henti.

Lengkung vertikal dalam standar ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana.

a. Lengkung Vertikal Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti, di mana dapat ditentukan dengan rumus berikut :

- a) Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang vertical ( $S < L$ )



**Gambar 2. 6 Pandang Lengkung Vertikal Cembung ( $S < L$ )**

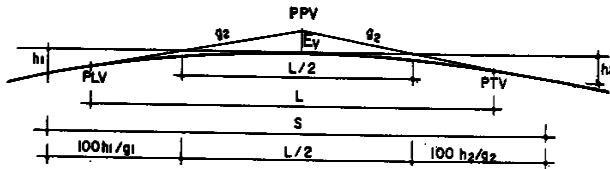
$$L = \frac{AS^2}{658} \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

Titik PLV = Peralihan lengkung vertikal

- Titik PPV = Pusat perpotongan vertikal
- Titik PTV = Peralihan tangen vertikal
- L = jarak antara kedua titik (m)
- A = perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)
- G1, g2 = kelandaian

b) Jika jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal (S>L)



**Gambar 2. 7 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung**

Seperti halnya perhitungan lengkung cembung dengan  $S < L$  persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

$$L = 2S - \frac{658}{A} \dots\dots\dots(2.23)$$

Panjang A minimum

lengkung vertical cembung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana (Vr) dapat menggunakan tabel.

**Tabel 2. 17 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti**

Kecepatan Rencana ( km/h )	Jarak Pandang Henti ( m )	Nilai Lengkung Vertikal ( K )
20	20	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	130	26
90	160	39
100	185	52

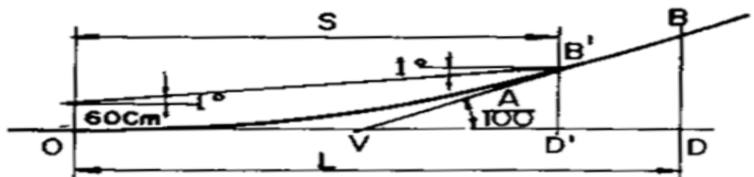
Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A),  $K = L/A$

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

### b. Lengkung Vertikal Cekung

Berbeda dengan lengkung vertikal cembung, lengkung vertikal cekung dipengaruhi jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut peyebaran sinar sebesar  $1^\circ$ . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan.

- a) Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ( $S < L$ )

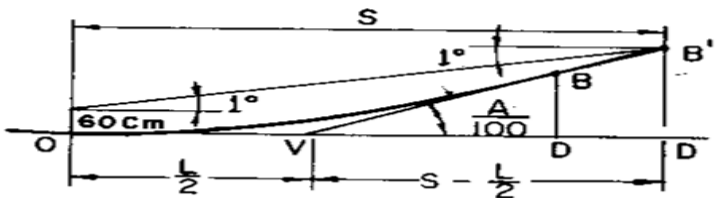


**Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cekung ( $S < L$ )**

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyebaran sinar sebesar  $1^\circ$ , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \dots\dots\dots(2.24)$$

- b) Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ( $S > L$ )



**Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cekung ( $S > L$ )**

Dengan asumsi perencanaan yang sama dengan persamaan di atas, untuk hal ini maka :

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \dots\dots\dots(2.25)$$

- Dengan pengertian :
- L = Panjang lengkung cekung (m)
  - A = Perbedaan aljabar landai (%)
  - S = Jarak pandang henti (m)

Panjang minimum lengkung verikal cekung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_r$ ) dapat menggunakan tabel.

**Tabel 2. 18 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertical Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti**

Kecepatan Rencana ( km/h )	Jarak Pandang Henti ( m )	Nilai Lengkung Vertikal ( K )
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45

Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cekung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A),  $K = L/A$

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T-14-2004*

### 2.3.5.3 Koordinasi Alinyemen

Alinyemen vertical, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan arteri perkotaan harus dikoordinasikan sedemikian, sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ke tiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertical dan horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Lengkung horizontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertical, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertical.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertical cekung atau pada bagian atas lengkung vertical cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang panjang harus dihindarkan.



4. Dua atau lebih lengkung vertical dalam satu lengkung horizontal, harus dihindarkan.
5. Tikungan yang tajam di antara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

## **2.4 Perencanaan Perkerasan Lentur**

Yang dimaksud perkerasan lentur (flexible pavement) dalam perencanaan ini adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebaga lapisan permukaan, serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Interpretasi, evaluasi dan kesimpulan-kesimpulan yang akan dikembangkan dari hasil penetapan ini, harus juga memperhitungkan penerapannya secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal.

### **2.4.1 Perkerasan Jalan**

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi lapis pondasi bawah (sub base course), lapis pondasi (base course), dan lapis permukaan (surface course).

### **2.4.2 Tanah Dasar**

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan sangat tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

Umumnya, persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam-macam tanah tertentu.
- e. Tambahna pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

### 2.4.3 Lapis Pondasi Bawah

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relative murah, agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya.
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama, agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Bermacam-macam tipe tanah setempat ( $CBR \geq 20 \%$ ,  $PI \leq 10 \%$ ) yang relative lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.

Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa halsangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

### 2.4.4 Lapis Pondasi

Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet, sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Ber macam-macam bahan alam atau bahan setempat ( $\text{CBR} \geq 50 \%$ ,  $\text{PI} \leq 4 \%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, seperti batu pecah, kerikil pecah, dan stabilitas tanah dengan semen atau kapur.

#### **2.4.5 Lapis Permukaan**

Fungsi lapis permukaan, antarlain :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus.

Bahan untuk lapis permukaan, umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan lebih tinggi.

Penggunaan bahan aspal diperlukan, agar lapisan dapat bersifat kedap air. Di samping itu, bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan Tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana, serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

## 2.4.6 Lalu Lintas

### 2.4.6.1 Umur Rencana

Umur Rencana (UR) merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan berat atau perlu diberi lapis ulang.

Pemeliharaan perkerasan jalan harus dilakukan selama umur rencana. Umur rencana untuk perkerasan lentur pada perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Propinsi Jawa Timur direncanakan selama 30 tahun.

### 2.4.6.2 Data Lalu Lintas

Dalam perencanaan tebal perkerasan jalan diperlukan data lalu lintas harian rata-rata (LHR), yaitu data survei volume kendaraan harian yang melalui jalan tersebut. Lalu lintas yang melalui jalan harus diperkirakan jumlahnya sesuai umur rencana. Hal ini bertujuan agar jalan yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan kelas fungsinya selama umur jalan yang direncanakan.

LHR pada awal umur rencana dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini untuk masing-masing kelompok jenis kendaraan.

$$F_0 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2.29)$$

Keterangan :

$F_0$  = Jumlah kendaraan pada awal umur rencana

$P$  = Jumlah kendaraan saat pengumpulan data

$i$  = Faktor pertumbuhan dari saat pengumpulan data sampai awal umur rencana

$n$  = Lama waktu dari saat pengumpulan data sampai awal umur rencana (tahun)

Sedangkan LHR pada akhir umur rencana dihitung dengan menggunakan persamaan 2.30 untuk masing-masing kelompok jenis kendaraan.

$$F_t = F_0 \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

F<sub>t</sub> = Jumlah kendaraan pada akhir umur rencana

F<sub>0</sub> = Jumlah kendaraan pada awal umur rencana

i = Faktor pertumbuhan dari awal umur rencana sampai akhir umur rencana




n = Lama waktu dari awal umur rencana sampai akhir umur rencana (tahun)

**2.4.6.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Angka ekuivalen (E) beban sumbu adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara tingkat kerusakan yang diakibatkan suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan dengan tingkat kerusakan yang diakibatkan satu lintasan beban standart sumbu tunggal seberat 8,16 ton.

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 19 Rumus Untuk Ekuivalen Beban**




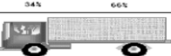


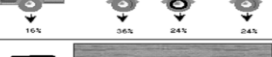

Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Rumus
Tunggal		$\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tandem/Ganda		$0.086 \times \left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tridem		$0.0148 \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.352}$

Angka ekuivalensi beban sumbu kendaraan juga dapat ditentukan menurut tabel dibawah ini.

**Tabel 2.20 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2.205	0,0002	-
2000	4.409	0,0036	0,0003
3000	6.614	0,0183	0,0016
4000	8.818	0,0577	0,0050
5000	11.023	0,1410	0,0121
6000	13.228	0,2923	0,0251
7000	15.432	0,5415	0,0466
8000	17.637	0,9238	0,0794
8160	18	1	0,0860
9000	19.841	1,4798	0,1273
10000	22.046	2,2555	0,1940
11000	24.251	3,3022	0,2840
12000	26.455	4,6770	0,4022
13000	28.66	6,4419	0,5540
14000	30.864	8,6647	0,7452
15000	33.069	11,4184	0,9820
16000	35.276	14,7815	1,2712

Sumber : *PereSumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	HE 10 KRAL RONGGONG	HE 10 KRAL MUKSIKOH	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

**Gambar 2.10 Distribusi Pembebanan pada Masing-Masing Roda Kendaraan**

*Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam No.01/MN/BM/83*

#### 2.4.6.4 Jumlah Jalur Dan Koefisiensi Distribusi Kendaraan (C).

Jumlah jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 20 Jumlah Jalur kendaraan**

Lebar perkerasan (L)	Jumlah Jalur (m)
$L < 5,5$ m	1 jalur
$5,5 \text{ m} \leq L \leq 8,25$ m	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L \leq 11,25$ m	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L \leq 15,00$ m	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L \leq 18,75$ m	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L \leq 22,00$ m	6 jalur

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel dibawah ini

**Tabel 2. 21 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)**

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	(Berat total < 5 ton)		(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

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### 2.4.6.5 Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen dipengaruhi oleh lalu lintas harian rata-rata (LHR), koefisien distribusi kendaraan (C), dan angka ekuivalen (E). Lintas ekivaen dapat dibedakan atas :



a. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

J = Jenis kendaraan

E = Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan

b. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana :

J = Jenis kendaraan

E = Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan

i = Pertumbuhan lalu lintas

c. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. LET dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

LET = Lintas Ekivalen Tengah

LEP = Lintas Ekivalen Permukaan

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

d. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. LET dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots(2.34)$$

$$FP = \frac{UR}{10} \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana :

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

#### 2.4.6.6 Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) adalah faktor setempat yang dipengaruhi bentuk alinyemen (kelandaian), persentase kendaraan berat dan iklim. Faktor Regional ditentukan berdasarkan tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 22 Penentuan Faktor Regional (FR)**

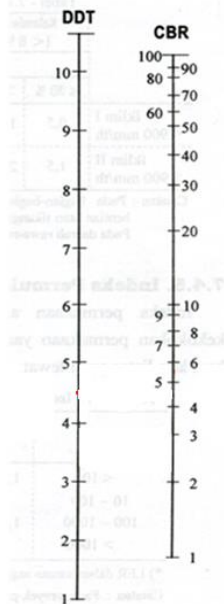
Curah Hujan	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	(< 6%)		(6-10%)		(> 10%)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	≤30%	>30%	<30%	>30%	≤30%	>30%
Iklm I <900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklm II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Catatan : Pada bagian-bagian tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam 9jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### **2.4.6.7 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)**

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Untuk merencanakan tebal lapis pelebaran jalan digunakan CBR (California Beraing Ratio). Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR.



**Gambar 2. 11 Korelasi DDT DAN CBR**

Secara grafis harga CBR segmen jalan dapat ditentukan melalui prosedur sebagai berikut :

- Menentukan nilai CBR yang terendah.
- Menentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau yang lebih besar dari masing– masing nilai CBR
- Untuk angka terbanyak diberi nilai 100%, sedangkan angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- Membuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah CBR.
- Harga CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

#### **2.4.6.8 Indeks Permukaan (IP)**

Indeks Permukaan (IP) adalah angka yang menyatakan kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertakaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang

lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP = 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Penentuan indeks permukaan ada dua macam yaitu indeks-indeks permukaan awal pada umur rencana (IPo) dan indeks permukaan pada akhir umur rencana (IPT) adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 23 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)**

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	$\leq 3000$
	2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	-
BURAS	2,9 – 2,5	-
LATASIR	2,9 – 2,5	-

JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

*Sumber : Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

✓ Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana(IPt)

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER), menurut tabel dibawah ini :

**Tabel 2. 24 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)**

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5 – 2,5	-
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

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### 2.4.6.9 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif (a) dari masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah). Harga koefisien kekuatan relatif dapat dilihat pada table.

Tabel 2. 25 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	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	–	–	–	–	Stab. tanah dengan semen
–	0,13	–	–	–	–	
–	0,15	–	–	22	–	Stab. tanah dengan kapur
–	0,13	–	–	18	–	
–	0,14	–	–	–	100	Batu Pecah (kelas A)
–	0,13	–	–	–	80	Batu Pecah (kelas B)
–	0,12	–	–	–	60	Batu Pecah (kelas C)

–	–	0,13	–	–	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
–	–	0,12	–	–	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
–	–	0,11	–	–	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
–	–	0,10	–	–	20	Tanah/lempung kepasiran

*Sumber:Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga1987*

#### 2.4.6.10 Batas Minimum Tebal lapis perkerasan

Penentuan tebal minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 26 Tebal Minimum Tiap Lapis Perkerasan**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<b>1. Lapis Permukaan :</b>		
< 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.
>10,00	10	Laston.
<b>2. Lapis Pondasi Atas :</b>		
< 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.
	10	Laston Atas.



7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam.
10 – 12,14	15	Laston Atas.
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas.
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas.
<b>3. Lapis Pondasi Bawah :</b>		
Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm		

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### 2.4.6.11 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indek tebal perkerasan (ITP) ditentukan dengan menggunakan nomogram hubungan antara DDT, LER, FR dan ITP. Untuk menentukan tebal perkerasan jalan dapat menggunakan persamaan dibawah ini.

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

Keterangan:

ITP = Indeks tebal perkerasan

$a_1$  = Koefisien kekuatan relatif lapisan permukaan

$a_2$  = Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas

$a_3$  = Koefisien kekuatan relatif pondasi bawah.

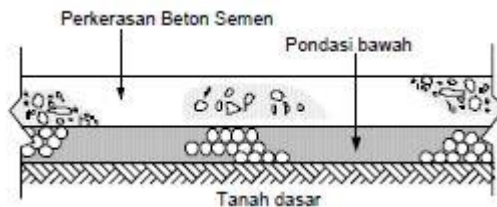
$D_1$  = Tebal lapisan permukaan

$D_2$  = Tebal lapis pondasi atas

$D_3$  = Tebal lapis pondasi bawah

## 2.5 Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (perkerasan beton semen) adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2. 12 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku**

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pematangan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan.

Adapun syarat konstruksi perkerasan kaku adalah :

- a. Memiliki tebal total dan tegangan ijin yang cukup.
- b. Mampu mencegah deformasi yang tetap akibat beban roda.
- c. Tahan terhadap perubahan bentuk yang terjadi akibat perubahan kadar air.
- d. Mempunyai bentuk permukaan yang rata, tahan terhadap gesekan dan tahan terhadap pengaruh beban maupun zat-zat kimia yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan.

Perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, yang akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup tua, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu

sendiri. Lapisan pondasi yang ada di bawah beton tersebut harus mampu menopang kekuatan beton. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- b. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar, (k) menjadi modulus reaksi komposit.
- c. Melindungi gejala pumping (adalah proses proses keluarnya air dan butiran tanah dasar atau pondasi bawah melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakanmvertikal pelat karena beban lalu lintas setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah pelat.
- d. Mengurangi terjadinya keretakan pada pelat beton.
- e. Sebagai perkerasan lantai kerja selama perkerasan.

Keuntungan dari menggunakan perkerasan kaku adalah :

- a. Pada umumnya, digunakan pada jalan kelas tinggi.
- b. Job mix lebih mudah dikendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapisan permukaan dan pondasi sangat berbeda.
- c. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang lebih buruk.
- d. Jika terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut cepat, dan dalam waktu singkat.
- e. Pada umumnya, biaya awal konstruksi tinggi. Namun, pemeliharaannya, relatif tidak ada.
- f. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku berada pada plat beton sendiri.
- g. Tebal konstruksi kekuatankaku adalah tebal pelat beton, tidak termasuk pondasi.
- h. Indeks pelayanan tetap baik, hamper selama umur rencana. Terutama jika transverse joints dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

### 2.5.1 Struktur dan Jenis Perkerasan

Perkerasan kaku dapat dikelompokkan ke dalam :

- a. Perkerasan beton semen, yaitu perkerasan kaku dengan beton semen sebagai lapisan aus. Terdapat 4 jenis perkerasan beton semen :
  - ✓ Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
  - ✓ Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
  - ✓ Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
  - ✓ Perkerasan beton semen pra tegang
- b. Perkerasan komposit, yaitu perkerasan kaku dengan plat beton semen sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan.

### 2.5.2 Persyaratan Teknis

- a. Tanah Dasar

Kekuatan tanah dasar dinyatakan sebagai (k) yang ditentukan dengan nilai pengujian CBR insitu (SNI 03-1731-1989) untuk perencanaan tebal perkerasan jalan lama atau CBR laboratorium dan untuk perencanaan jalan baru (SNI 03-1744-1989). Apabila nilai tanah dasar < 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai CBR tanah dasar efektif 5%.

- b. Pondasi Bawah

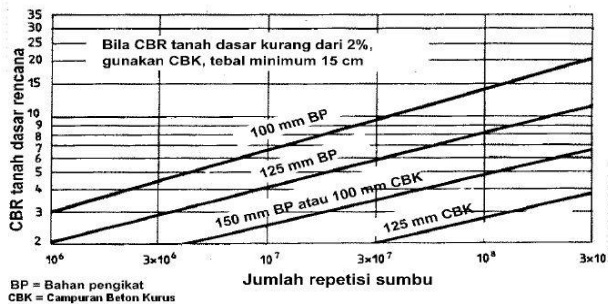
Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- ✓ Bahan berbutir.
- ✓ Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
- ✓ Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*).

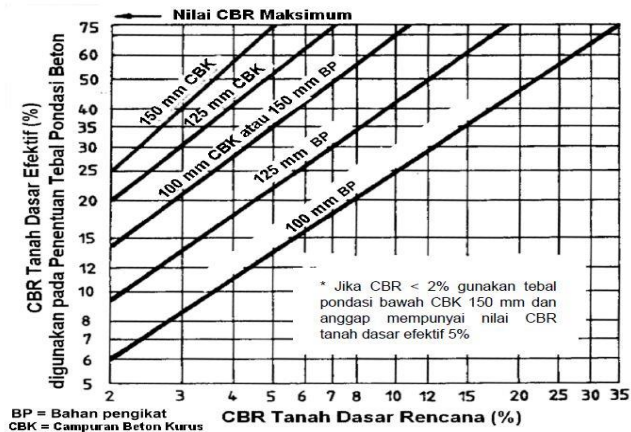
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan

pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2. 13 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen**



**Gambar 2. 14 R Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah**

c. Pondasi Bawah Material Berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3%-5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100 %, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

d. Pondasi bawah dengan bahan pengikat (*Bound Sub-base*)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- ✓ Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi.
- ✓ Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan/atau slag yang dihaluskan.

- ✓ Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).
  - ✓ Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm<sup>2</sup>).
- e. Pondasi bawah dengan campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*)

Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa (50 kg/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 g/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

### 2.5.3 Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5–5,5 MPa (50-55 kg/cm<sup>2</sup>). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm<sup>2</sup>) terdekat.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat Tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan perhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai anker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 kg/m<sup>3</sup>.

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

#### **2.5.4 Penentuan Besaran Rencana**

a. Lalu Lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

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

b. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan.



**Tabel 2. 27 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana**

Lebar perkerasan (Lp)	Koefisien distribusi	
	1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	-	0,40

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003

c. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun, dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan.

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 30 tahun sampai 40 tahun.

d. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots(2.25)$$

Di mana :

- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas
- I : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %
- UR : Umur rencana (tahun)

e. Lalu Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots(2.26)$$

Di mana :

- JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .
- JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.
- R : Faktor pertumbuhan komulatif, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.
- C : Koefisien distribusi kendaraan

f. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. 28 Faktor keamanan beban**

No.	Penggunaan	Nilai F <sub>KB</sub>
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen  
PD T-14-2003

### 2.5.5 Perencanaan Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk

:

- ✓ Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- ✓ Memudahkan pelaksanaan.
- ✓ Mengakomodasi gerakan pelat.

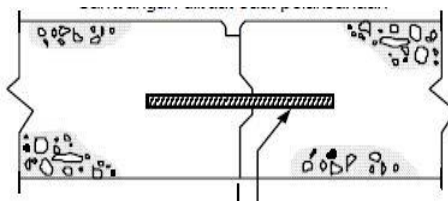
Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

- ✓ Sambungan memanjang
- ✓ Sambungan melintang
- ✓ Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

**2.5.5.1 Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (Tie Bars)**

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm.



**Gambar 2. 15 Sambungan Memanjang (Tie Bar)**

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots(2.27)$$

$$I = (38,3 \times \Phi) + 75 \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan pengertian :

$A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm<sup>2</sup>).

$B$  = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

$H$  = Tebal pelat (m).

$L$  = Panjang batang pengikat (mm).

$\phi$  = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

**2.5.5.2 Sambungan Susut Melintang**

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton.



**Gambar 2. 16 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji**



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

### **2.5.5.3 Bahan Penutup Sambungan**

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benda-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal dan atau pelat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*).

Bahan penutup sambungan adalah bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan, dan masih tahan untuk tetap melekat pada dinding-dinding sambungan, di mana bahan tersebut terbuat dari bahan elastis seperti karet, sehingga mampu mencegah batu-batu yang tajam atau benda-benda lainnya.

### **2.5.6 Prosedur Perencanaan**

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

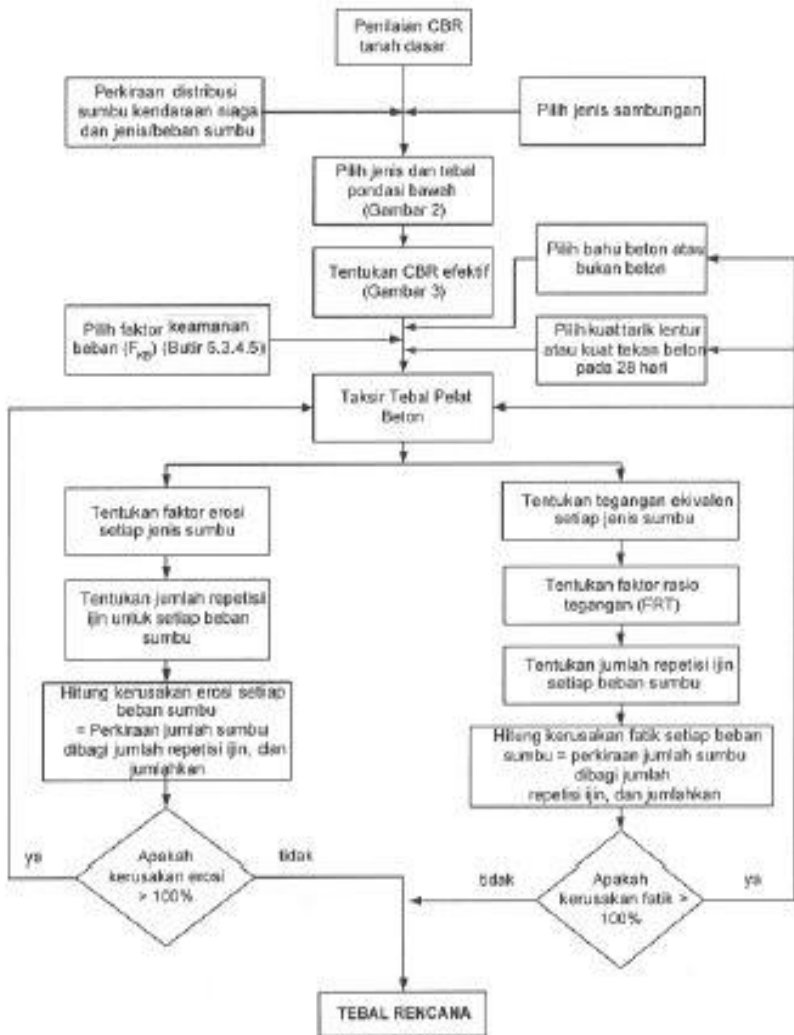
- 1) Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
- 2) Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu-lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

#### **2.4.5.1 Perencanaan Tebal Pelat**

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%. Langkah-langkah perencanaan tebal pelat diperlihatkan pada gambar dan tabel di bawah ini.



**Gambar 2. 18 Sistem Perencanaan Beton Semen**

*Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003*



**Tabel 2. 29 Langkah-langkah perencanaan beton semen**

<b>Langkah</b>	<b>Uraian Kegiatan</b>
1.	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2.	Tentukan, apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3.	Tentukan jenis dan pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umjur rencana.
4.	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5.	Pilih kuat Tarik Tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6.	Pilih factor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7.	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia)
8.	Tentukan tegangan ekuivalen dan factor erosi untuk STRT.
9.	Tentukan factor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekuivalen ole kuat Tarik lentur.
10.	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan factor keamanan beban untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda $\geq 65$ kN, anggap dan gunakan niali tersebut sebagai batas tertinggi.
11.	Dengan factor rasio tegangan, dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
12.	Hitung presentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin
13.	Dengan menggunakan faktor erosi, tettukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
14.	Hitung presentase dari repetisi erosi, yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.

15.	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin, yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16.	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan presentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama, hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17.	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok lainnya.
18.	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19.	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan erosi $\leq 100$ %. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

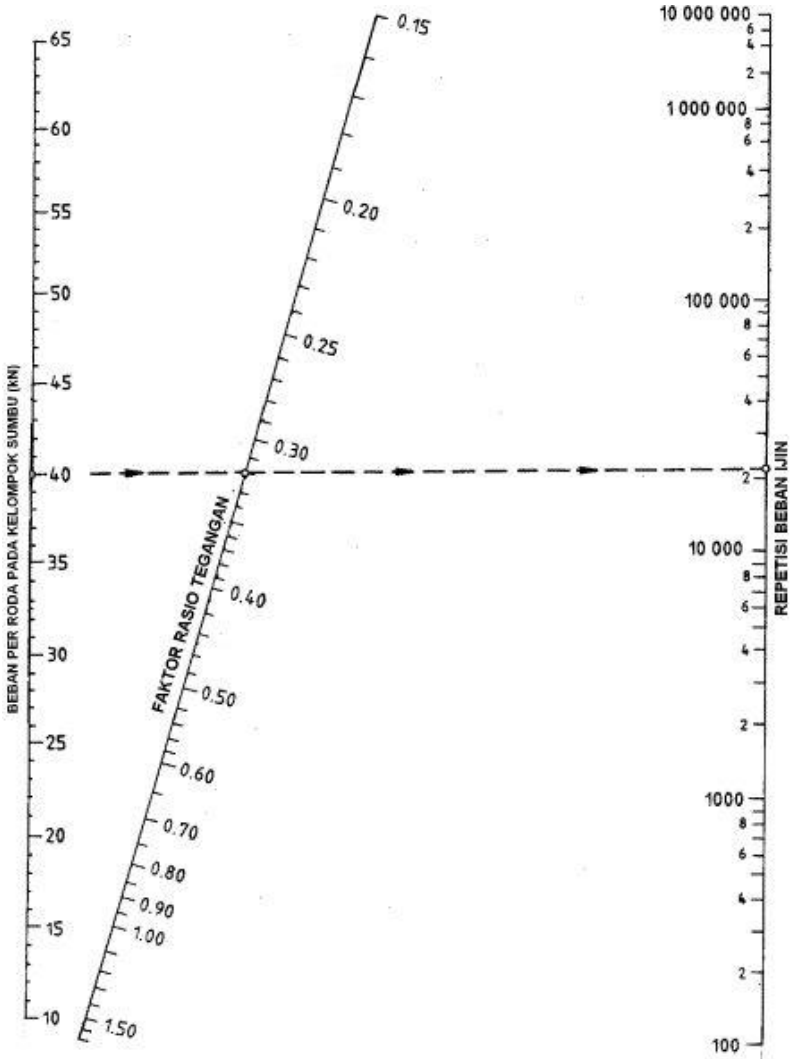
*Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003*

**Tabel 2. 30 Ekuivalen Dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton**

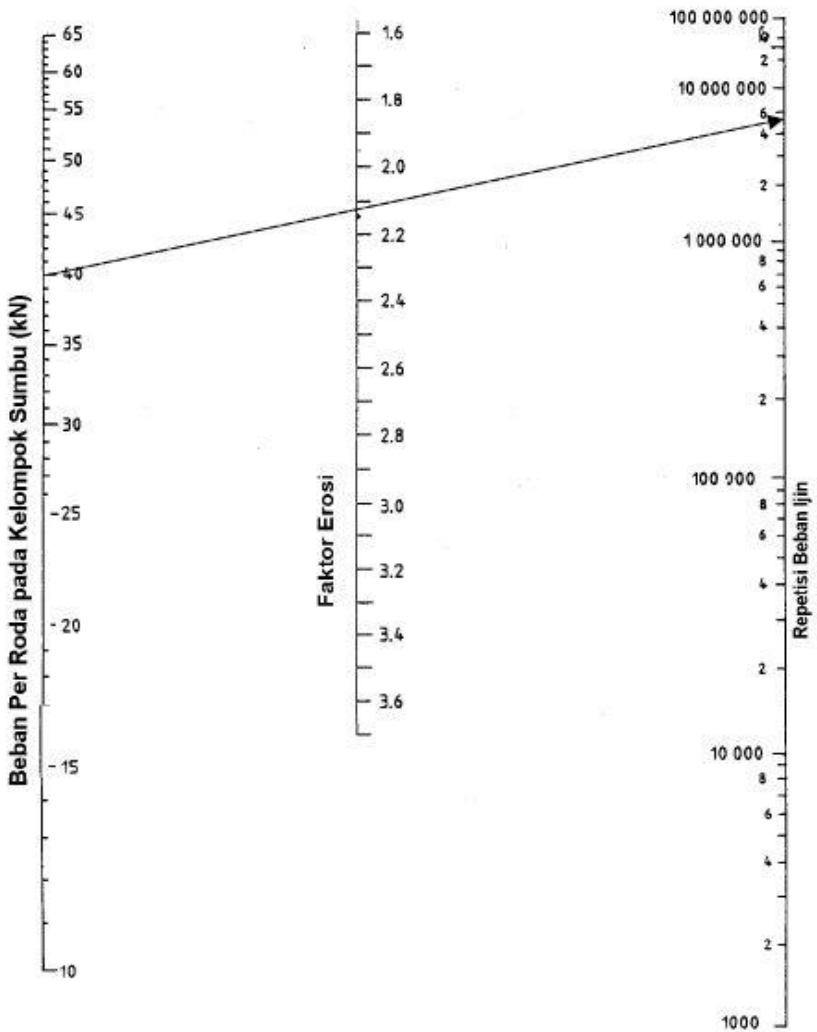
Tebal Slab (mm)	CER Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	StDRG	STRRG	Tanpa Rul				Dengan Rul/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	StDRG	STRRG	STRT	STRG	StDRG	STRRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,46	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,75	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,28
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,15	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,24
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,55	2,15	2,34	2,39	1,32	1,90	2,08	2,2
290	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,05	2,17
290	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
290	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
290	75	0,47	0,7	0,5	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,98
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,28	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,48	0,76	0,67	0,51	1,51	2,13	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,16
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,5	0,48	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,47	0,45	1,46	2,05	2,19	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,75	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,3
310	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
310	15	0,45	0,75	0,68	0,5	1,49	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
310	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,49	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
310	25	0,44	0,72	0,64	0,48	1,48	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
310	35	0,43	0,69	0,61	0,47	1,48	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
310	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
310	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93
320	5	0,44	0,78	0,74	0,53	1,5	2,11	2,31	2,48	1,28	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,26	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,05	2,28	2,36	1,24	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,05	2,26	2,33	1,23	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,98	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,98
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25
330	10	0,41	0,71	0,65	0,48	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
330	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,95	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,45	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,43	1,41	2,01	2,22	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,42	1,39	1,99	2,19	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
330	50	0,39	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,19	1,12	1,72	1,87	1,95
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	1,89
340	5	0,4	0,71	0,69	0,49	1,44	2,04	2,33	2,44	1,18	1,78	2,05	2,23
340	10	0,39	0,68	0,64	0,47	1,41	2,02	2,26	2,36	1,16	1,75	1,99	2,15
340	15	0,39	0,66	0,61	0,45	1,39	2	2,23	2,32	1,15	1,75	1,96	2,11
340	20	0,38	0,65	0,5	0,44	1,39	1,99	2,21	2,29	1,14	1,74	1,94	2,09
340	25	0,38	0,64	0,58	0,43	1,38	1,98	2,19	2,27	1,13	1,73	1,92	2,06
340	35	0,37	0,62	0,55	0,41	1,36	1,96	2,15	2,22	1,11	1,71	1,88	2
340	50	0,37	0,59	0,52	0,39	1,34	1,94	2,1	2,16	1,08	1,69	1,84	1,94
340	75	0,37	0,57	0,49	0,38	1,32	1,92	2,05	2,08	1,06	1,67	1,75	1,86
350	5	0,39	0,69	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,2
350	10	0,37	0,65	0,62	0,45	1,38	1,98	2,24	2,35	1,13	1,73	1,97	2,13
350	15	0,37	0,63	0,59	0,44	1,36	1,96	2,21	2,3	1,11	1,71	1,94	2,09
350	20	0,36	0,62	0,58	0,43	1,35	1,95	2,19	2,28	1,1	1,7	1,92	2,07
350	25	0,36	0,61	0,56	0,42	1,35	1,95	2,17	2,25	1,09	1,69	1,9	2,04
350	35	0,36	0,59	0,53	0,4	1,33	1,93	2,13	2,19	1,07	1,67	1,88	1,98
350	50	0,36	0,57	0,5	0,38	1,31	1,91	2,08	2,14	1,05	1,65	1,81	1,92
350	75	0,35	0,55	0,47	0,36	1,29	1,89	2,03	2,06	1,03	1,63	1,76	1,84

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggi; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; StDRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STRRG: Su

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD T-14-2003



**Gambar 2. 19 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**



**Gambar 2. 20 Analisa Erosi dan Jumlah Repetii Beban berdasarkan Faktis Erosi, dengan Bahu Beton**

### 2.5.7 Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan untuk :

- ✓ Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- ✓ Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- ✓ Mengurangi biaya pemeliharaan

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

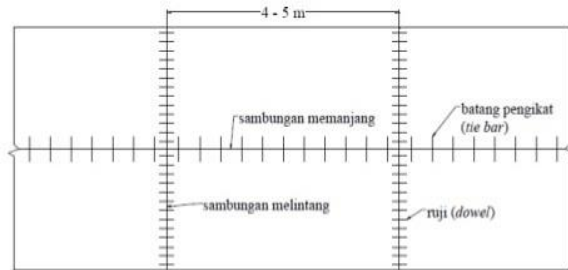
#### a. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

Umumnya, perkerasan ini lebarnya 1 lajur dengan panjang 4-5 meter. Perkerasan ini tidak menggunakan tulangan, namun menggunakan ruji (dowel) dan batang pengikat (tie bar).

Penerapan tulangan, umumnya dilaksanakan pada :

- a. Pelat dengan bentuk tak lazim
  - Pelat disebut tidak lazim apabila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.
- b. Pelat dengan sambungan tidak sejalur
- c. Pelat berlubang.



**Gambar 2. 21 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan**

## 2.6 Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat ditepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area. Dua hal pokok yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan system drainase untuk jalan raya, yaitu:

- ✓ Drainase permukaan
- ✓ Drainase bawah permukaan

Adanya drainase permukaan dimaksud untuk menampung, mengalirkan dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Fungsi dari drainase adalah:

- ✓ Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
- ✓ Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan jalan.

**Tabel 2. 31 Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan**

No.	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1.	Beraspal, beton	2%-3%
2.	Japat dan Tanah	4%-6%
3.	Kerikil	3%-6%
4.	Tanah	4%-6%

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*

Sedangkan, kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat di table.

**Tabel 2. 32 Hubungan Kemiringan Selokan Samping dan Jenis Material**

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0-5
Kerikil	5-7,5
Pasangan	7,5

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan jalan SNI 03- 3424-1994*

### 2.6.1 Analisa Data Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi:

#### a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan jalan system drainase jalan adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi system drainase, jumlah



data curah hujan paling sedikit diperkirakan sekitar 10 tahun.

b. Waktu Curah Hujan

Lamanya waktu curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen bahwa hujan harian yang terkonsentrasi selama 4jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Tinggi Hujan Rencana

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T tahun dapat ditentukan dengan rumus :

$$R_1 = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_1 - Y_n) \quad \dots\dots\dots(2.36)$$

Di mana :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R_1 - R)^2}{n}} \quad \dots\dots\dots(2.37)$$

$$\text{Maka, } I = \frac{90\% R_1}{4} \quad \dots\dots\dots(2.38)$$

*Sumber :Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*

Keterangan :

Rt = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun  
(mm)

R = Tinggi hujan maksimum rata-rata

Sx = Standart deviasi

Yt = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Yn = Nilai yang tergantung pada n

Sn = Standart deviasi yang merupakan fungsi dari n

**Tabel 2. 33 Periode Ulang**

Periode Ulang(Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan  
SNI 03-3424-1994*

Yn dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini :

**Tabel 2. 34 nilai Yn**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994*

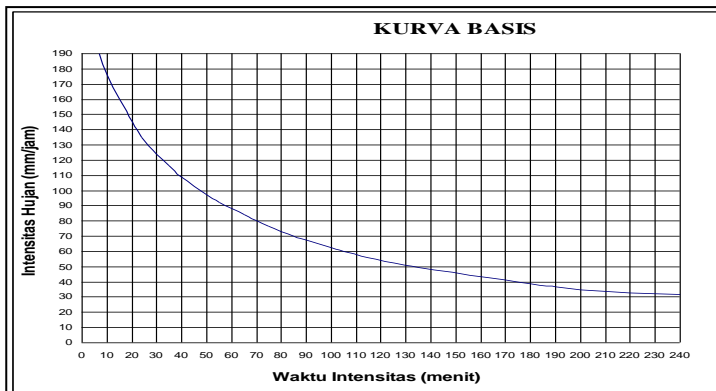
Nilai Sn dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 35 Nilai Sn**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994*

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka diplot pada kurva basis, sehingga didapatkan kurva I rencana.



**Gambar 2. 22 Kurva Basis**

d. Waktu konsentrasi( $T_c$ )

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan sakeluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots(2.39)$$

Dimana:

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \quad \dots\dots\dots(2.40)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \quad \dots\dots\dots(2.41)$$

Keterangan :

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$t_1$  = Inlet time (overload flow time), yaitu : waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet) dari titik terjauh yang terletak di Catchment Area dan jalan itu sendiri.

$t_2$  = Time of flow (channel/dicht flow time), yaitu waktu yang diperlukan oleh air limahan untuk mengalir melalui drainase.

$L_o$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase(m)

$L$  = Panjang Saluran(m)

$N_d$  = Koefesien hambatan

$S$  = Kemiringan daerah pengaliran

$V$  = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

**Tabel 2. 36 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan**

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

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994*

**Tabel 2. 37 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material**

No.	Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
1.	Pasir halus	0.45
2.	Lempung kepasiran	0.5
3.	Lanau alluvial	0.6
4.	Kerikil halus	0.75
5.	Lempung Kokoh	0.75

6.	Lempung padat	1.1
b.	Kerikil kasar	1.2
8.	Batu-batu besar	1.5
9.	Pasangan batu	0.60-1.80
10.	Beton	0.60-3.00
11.	Beton bertulang	0.60-3.00

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994*

e. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya:

$$L = L1+L2+L3 \quad \dots\dots\dots(2.41)$$

$$A = L(L1+L2+L3) \quad \dots\dots\dots(2.42)$$

Dimana:

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L1 = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan

L3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m

A = Luas daerah pengaliran

f. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

## g. Menentukan Koefesien Pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefesien pengaliran dipergunakan persamaan:

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad \dots\dots\dots(3.43)$$

Dimana:

$C_1, C_2, C_3$  = Koefesien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisipermukaan

$A_1, A_2, A_3$  = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisipermukaan.

## h. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA \quad \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana:

$Q$  = Debit air (m/detik)

$C$  = Koefesien pengaliran

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

## i. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$i = \frac{t_o - t_1}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.45)$$

**Tabel 2. 38 Kemiringan Melintang perkerasan bahu jalan**

No.	Jalan lapis permukaan jalan	Kemiringan Melintang normal (%)
1.	Beraspal, Beton	2 – 3%
2.	Japat	4 – 6 %
3.	Kerikil	3 – 6 %
4.	Tanah	4 – 5 %

*Sumber : Tata cara perencanaan Drainase Jalan  
SNI 03-3424-1994*

j. Kecepatan Rata-Rata (V)

Dimana :

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i^{1/2} \dots\dots\dots(2.46)$$

V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

R = Jari-jari (m)

i = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran

## 2.7 Rencana Anggaran Biaya

### 2.7.1 Umum

Perhitungan rencana anggaran biaya adalah proses perhitungan untuk menentukan nilai atau besarnya kebutuhan biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya harga satuan bangunan, yaitu :

- a. Volume pekerjaan
- b. Harga bahan dan peralatan
- c. Upah untuk tenaga pekerjaan



Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukannya pembangunan, tepatnya setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu, jumlah anggaran yang didapatkan hanyalah merupakan taksiran biaya, bukan biaya sebenarnya. Sesuai atau tidaknya perhitungan, tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Selain itu, pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal.

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang akan dipaparkan dalam laporan ini, diguankandaftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, yakni Buku Petunjuk Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan”. Sehingga, tidak ditunjukkan perhitungan unttuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan.

### **2.7.2 Volume Pekerjaan**

Volume pekerjaan merupakan salah satu factor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (cross section) dan profil memanjang (long section).

### **2.7.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan – masukan anantara lain berupa harga sauna dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah lebih dahulu menentukan asumsi – asumsi dan faktor – faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya

minimum dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Analisa harga satuan pekerjaan ini meliputi beberapa item pekerjaan :

### **1. Pekerjaan Persiapan**

- 1.1 Pengukuran
- 1.2 Mobilisasi dan demobilisasi
- 1.3 Papan nama proyek
- 1.4 Direksi keet

### **2. Pekerjaan Tanah**

- 2.1 Pembersihan lapangan dan perataan
- 2.2 Pengurugan dengan pemadatan

### **3. Pekerjaan Perkerasan Lentur**

- 5.1 Pekerjaan lapis pondasi bawah kelas B
- 5.2 Pekerjaan lapis pondasi atas batu pecah kelas A
- 5.3 Pekerjaan lapis resap pengikat (prime coat)
- 5.4 Produksi dan penghamparan laston

### **4. Pekerjaan Perkerasan Kaku (*Rigid*)**

- 4.1 Pekerjaan lean concrete (beton K-125)
- 4.2 Pekerjaan Pembesian
- 4.3 Pekerjaan beton K - 400

### **5. Pekerjaan Drainase**

- 5.1 Pekerjaan Galian untuk Drainase
- 5.2 Pemasangan Beton precast U-Getter

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III METODOLOGI**

Dalam suatu perencanaan, perlu adanya metodologi, karena hal tersebut adalah cara dan urutan pekerjaan pada suatu perhitungan rencana. Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari lebar jalan yang dibutuhkan, tebal perkerasan jalan, alinyemen horizontal, alinyemen vertical, dan saluran drainase.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

### **3.1 Pekerjaan Persiapan**

Sebelum memulai suatu pekerjaan, pertama yang harus dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap persiapan dilakukan awal, dengantujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Persiapan merupakan serangkaian pekerjaan yang meliputi :

- a. Mencari informasi mengenai tempat meminjam data untuk dijadikan bahan Tugas Akhir.
- b. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur, serta meminta ijin kepada instansi tersebut yang memiliki proyek untuk meminjam data guna dijadikan sebagai bahan Tugas Akhir .
- c. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data. Dalam hal ini yaitu proposal dan surat pengantar dari Kaprodi untuk pengajuan peminjaman data.
- d. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan/hasil survey yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
- e. Mempelajari semua data dan yang berkaitan dengan hal-hal yang menunjang isi Tugas Akhir.

### **3.2 Tinjauan Pustaka**

Sebelum melakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka terlebih dahulu mempelajari dan memahami tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam proyek akhir ini. Dalam mempelajari dan memahaminya, dapat dilakukan dengan mengetahui data-data apa aja yang diperlukan untuk perencanaan jalan baru dalam tugas akhir ini. Tinjauan pustaka yang digunakan, mengacu pada buku-buku perencanaan jalan yang terdapat dalam daftar pustaka.

### **3.3 Pengumpulan dan pengolahan data**

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan laporan tugas kakhir ini antara lain :

- a. Peta lokasi beserta profilnya
- b. Peta/data topografi
- c. Data geometrik jalan
- d. Gambar eksisting
- e. Data CBR tanah
- f. Data lalu lintas
- g. Data curah hujan

### **3.4 Survey Lokasi**

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk dataperhitungan perencanaan. Dari hasil survey didapatkan data berupa gambar kondisi lokasi proyek.

### **3.5 Analisis dan Pengolahan Data**

Data-data yang terkumpul, kemudian dianalisa dan diolah, sehingga didapatkan hasil perhitungan sesuai dengan teori dan ketentuana yang ada.

#### **a. Pengolahan Data Lalu Lintas**

Data lalu lintas yang berupa data lalu lintas harian rata-rata dianalisa untuk menghitung tebal perkerasan jalan, di mana diperlukan data-data beban kendaraan,

yaitu beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas, dan konfigurasi roda.

b. Pengolahan Data CBR Tanah Dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar Karena mutu dan daya bahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini, diperlukan data CBR dari beberapa tempat, sehingga didapatkan daya dukung tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

c. Pengolahan Data Hujan

Pengolahan data hujan digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu area, di mana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi proyek.

### **3.5 Perencanaan Geometrik Jalan**

- a. Alinyemen horizontal
- b. Alinyemen vertical

### **3.6 Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku**

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana
- c. Perencanaan tebal plat
- d. Perencanaan tulangan
- e. Teknik penyambungan dan penulangan

### **3.7 Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur**

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana

- c. Perencanaan tebal perkerasan

### **3.8 Perencanaan Drainase**

Dalam merencanakan drainase, langkah-langkahnya adalah :

- a. Analisa hidrologi
- b. Menghitung koefisien pengaliran
- c. Menghitung kemiringan saluran
- d. Menghitung kecepatan rata-rata
- e. Menghitung debit aliran
- f. Menghitung dimensi saluran

### **3.8 Gambar Rencana**

Pada tahap ini, gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Setelah perencanaan dan perhitungan telah selesai, maka dilanjutkan dengan pembuatan gambar rencana. Gambar rencana ini digunakan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan.

### **3.9 Perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai perencanaan hasil.

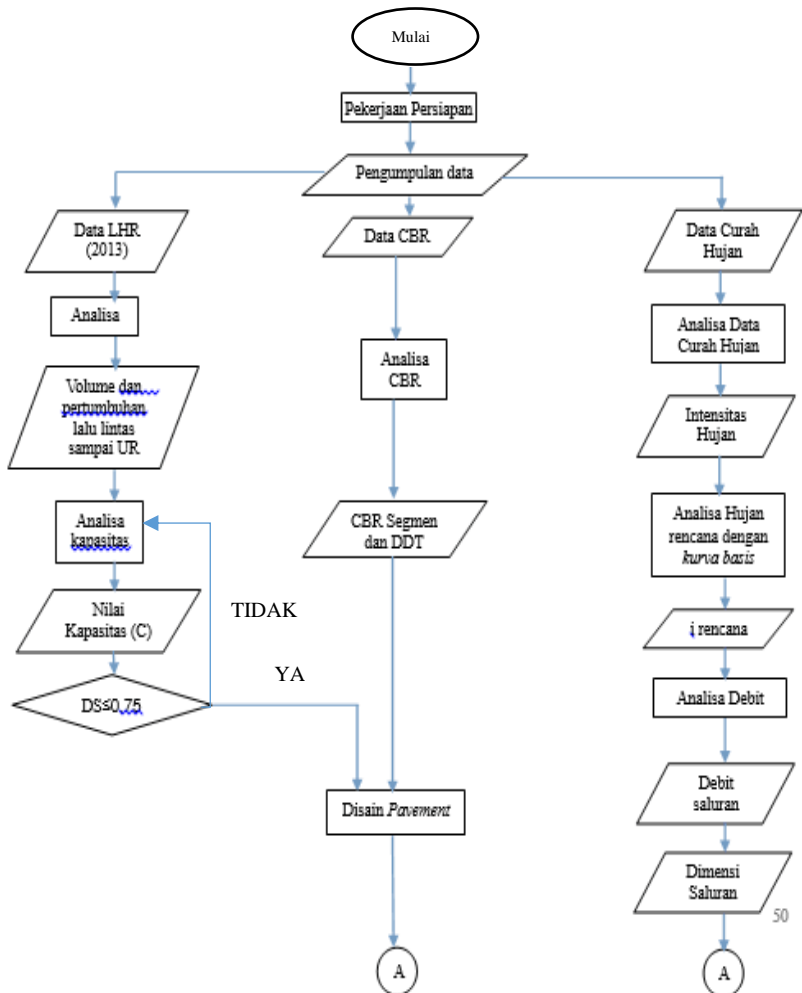
### **3.10 Metode Pelaksanaan**

Metode pelaksanaan merupakan urutan kerja pada pelaksanaan konstruksi jalan yang direncanakan.

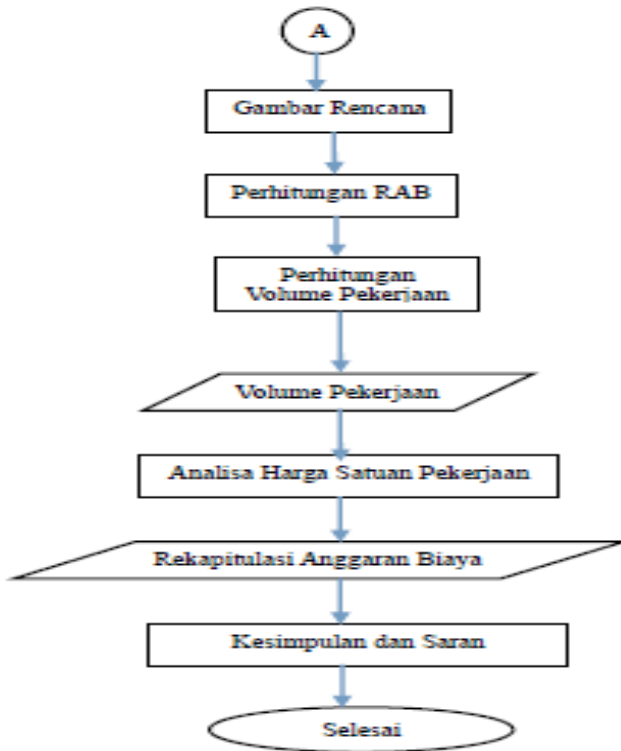
### **3.11 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

Bagan Metodologi adalah sebagai berikut :







**Gambar 3. 1 Bagan Metodologi**

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Umum**

Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya pada STA 03+000 – 06+000 dengan perkerasan kaku (Rigid Pavement) didasarkan kepada :

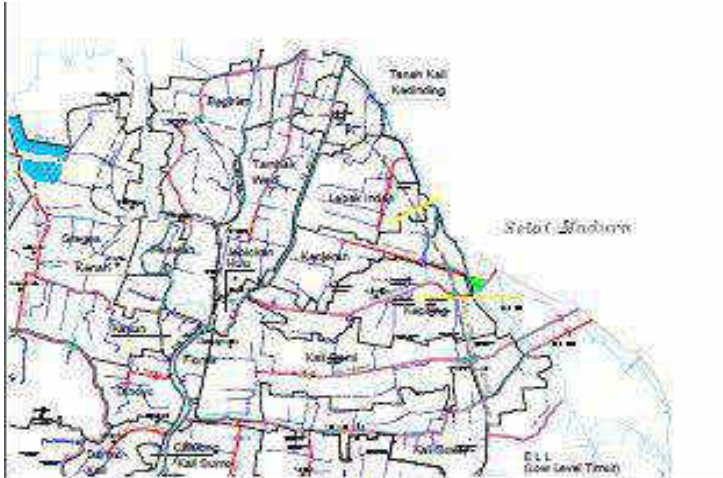
1. Kondisi lalu lintas saat ini dan prediksi perkembangan lalu lintas
2. Kelas dan fungsi jalan
3. Kondisi topografi
4. Kondisi lingkungan di sekitar koridor ruas jalan

Untuk mendukung perencanaan jalan, maka diperlukan data-data sebagai berikut :

1. Peta Lokasi Proyek
2. Data Geometrik Jalan
3. Data CBR Tanah Dasar
4. Data Lalu Lintas (LHR)
5. Data Curah Hujan
6. Gambar Long Section dan Cross Section

## 4.2 Pengumpulan Data

### 4.2.1 Peta Lokasi



**Gambar 4. 1 Peta Lokasi**

### 4.2.2 Data lalu lintas

#### a. *Main Road*

Perkiraan volume lalu lintas yang akan melewati Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya didasarkan kepada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Data asal usul perjalanan  
Perkiraan volume lalu lintas menggunakan data matrik asal tujuan perjalanan yang bersumber dari hasil pekerjaan Penyusunan Mater Plan Transportasi Kota Surabaya 2017 dan O-D Suvei Tahun 2011.
2. Volume lalu lintas yang diperkirakan melewati Jalan Lingkar Luar Timur diasumsikan, bahwa Jalan Lingkar dalam Barat telah berfungsi, sehingga kedua ruas jalan ini akan berbagi dalam menerima beban lalu lintas yang berpindah dari ruas-ruas jalan paralel.

3. Data volume LHR Jalan Tol yang berpindah  
Volume lalu lintas yang lewat Jalan Tol Waru - Dupak, diperkirakan sebagian akan berpindah melewati Jalan Lingkar Luar Kota Surabaya.
4. Data volume LHR Jalan Arteri paralel yang berpindah  
Jalan arteri paralel adalah jalan arteri koridor Utara-Selatan Kota Surabaya meliputi Jalan A.Yani, Diponegoro, Jalan Pasar Kembang, Jalan Arjuno, Jalan Semarang, Jalan Perak Barat, diperkirakan sebagian akan berpindah melewati Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.
5. Perkiraan volume lalu lintas baru akibat perkembangan wilayah  
Perubahan jenis penggunaan lahan di sekitar koridor Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya akan mengakibatkan bertambahnya volume lalu lintas yang lewat jalan tersebut.

Data Lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan lebar jalan. Selain itu, digunakan juga untuk merencanakan tebal lapis perkerasan jalan. Data lalu lintas ini kita dapat dari PT. Jasa Marga. Adapun data lalu lintas pada ruas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya seperti terlihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4. 1 Data Volume Lalu Lintas di Jalan Tol Waru-Dupak (Kendaraan)**

No	Gerbang Tol	Golongan					Total
		I	II	III	IV	V	
1	Dupak 1	3325720	924559	423058	775952	246197	5695486
2	Dupak 2	519774	268777	116999	229041	74820	1209411
3	Dupak3	4073147	390177	52540	60043	16786	4592693
4	Dupak 4	2632487	837167	455799	338336	121532	4385321
5	Banyu Urip	826665	256593	70018	32238	14280	1199794
6	Kota Satelit	5958382	153446	25516	3450	2598	6143392

7	Gunungsari 1	1415119	75614	24014	2581	448	1517776
8	Gunungsari 2	1380582	248594	143613	106903	47149	1926841
9	Waru 1	6736393	922788	392389	430877	162684	8645131
10	Sidoarjo 1	617141	181905	36094	14211	1629	850980
	Sub Total	27485410	4259620	1740040	1993632	688123	36166825

*Sumber : PT.Jasa Marga,2011*

Berdasarkan data hasil O-D survey dan RSI diperoleh proporsi kendaraan yang menuju ke arah kawasan Timur Surabaya, Suramadu dan Madura sebesar 20 % untuk kendaraan Golongan I, II dan III dan 30 % untuk kendaraan Golongan IV dan V. Sehingga, berdasarkan data tersebut dan volume lalu lintas jalan Tol Waru-Perak, maka volume LHR kendaraan yang berpindah ke Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya sebagai berikut.

**Tabel 4. 2 Estimasi Volume LHR Jalan Tol yang Berpindah (Kendaraan)**

No.	Golongan	Volume Lalu Lintas
		Kend/hari
1.	I	15061
2.	II	2335
3.	III	953
4.	IV	492
5.	V	170

*Sumber : Hasil Analisis, 2013*

Keterangan :  
 Golongan I = Mobil, pick up  
 Golongan II = Truck dengan 2 as  
 Golongan III = Truck dengan 3 as

Golongan IV = Truck dengan 4 as  
 Golongan V = Truck dengan 5 as

Sehingga, perkiraan volume lalu lintas untuk Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada tahun 2013 adalah seperti tabel di bawah ini.

**Tabel 4. 3 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya Tahun 2013**

No.	Uraian	Mobil (kend/hari)	Truk kecil- sedang (kend/hari)	Truk besar (kend/hari)
1.	Asal LHR dari Jalan Tol	17395	953	661
2.	Asal LHR dari Matrik OD	21226	-	-
3.	Asal LHR kendaraan berat dan jalan arteri paralel	-	-	5902
	Jumlah	38621	953	6563

*Sumber : Hasil Analisis, 2013*

Dari data di atas, dapat diketahui, bahwa :  
 Mobil = Gol.I + Gol. II  
 Truck kecil-sedang = Gol. III  
 Truck besar = Gol.IV + Gol. V

Namun, karena jumlah dari masing-masing kendaraan golongan I dan golongan II dari Matrik OD, serta golongan IV dan golongan V dari jalan arteri paralel tidak diketahui, maka kami mengasumsikan 50%-50%.

Sehingga, didapatkan data sebagai berikut :

**Tabel 4. 4 Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya Tahun 2013**

No.	Golongan	Volume Lalu Lintas
		Kend/hari
1.	I	25674
2.	II	12948
3.	III	953
4.	IV	3443
5.	V	3121

*Sumber : Pengolahan Data*

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas pada umumnya didasarkan pada pertumbuhan jumlah penduduk, ekonomi, dan kepemilikan kendaraan.

Berdasarkan rangkuman data pertumbuhan yang ada, maka pertumbuhan lalu lintas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya adalah sebagai berikut :

- a. Kendaraan ringan = 4 % per tahun
- b. Bus, truck = 5 % per tahun
- c. Motor = 6 % per tahun

**b. Frontage road**

Perkiraan volume lalu lintas yang melewati frontage road pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dapat dilihat pada table berikut ini.

**Tabel 4. 5 Volume Lalu Lintas Yang Melewati  
Frontage Road**

No.	Frontage	Volume Lalu Lintas (LV)
		Kend/jam
1.	Utara	4125
2.	Selatan	3525

*Sumber : Pengolahan Data*

#### 4.2.3 Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan, seperti lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, dan kemiringan melintang. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Berdasarkan data dari pihak perencana, diketahui kriteria geometrik jalan sebagai berikut :

**Tabel 4. 6 Kriteria Desain Geometrik**

No	Uraian	Satuan	Kriteria	Desain
1.	Tipe dan kelas jalan		Bebas hambatan	Bebas hambatan
2.	Kecepatan rencana	km/jam	80-120	80
3.	Lebar lajur	m	3.5	3.5
4.	Lebar bahu jalan			
	Bahu luar	m	3.5	3.5
	Bahu dalam	m	0.5	0.5
5.	Lebar median minimal	m	1	1 - 15



6.	Kemiringan melintang normal	%	2	2
7.	Superelevasi maksimum	%	6-10	6
8.	Jari-jari tikungan minimum	m	250	250
9.	Jarak antar persimpangan tidak sebidang	m	5	5
10.	Jalan samping	m	Dipersyaratkan untuk daerah perkotaan	Direncanakan dua sisi, lebar 6 m

*Sumber : Departemen PU Dir. Bina Marga*

#### **4.2.4 Data CBR**

Penyelidikan tanah pada ruas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR tanah dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Survei kondisi tanah dasar dengan metode DCP. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui kepadatan tanah dasar existing yang dikorelasikan terhadap nilai CBR atau CALIFORNIA BEARING RATIO. Pengujian DCP memberikan korelasi yang cukup baik dengan nilai CBR. Dengan DCP, dapat dicapai kedalaman tanah sampai 1m, sehingga mendapatkan nilai CBR sepanjang kedalaman tersebut. Nilai CBR yang didapat dipersentasikan dalam nilai yang terbesar, terendah, dan rata-ratanya. Namun, dalam pengolahan data untuk perencanaan Jalan Linkar Luar Timur Surabaya, CBR yang digunakan adalah nilai CBR minimum.

**Tabel 4. 7 Data CBR**

NO	STA	CBR max	CBR mean	CBR min
1	3+00	22	15.4	4.2
2	4+700	8.3	5.5	2.5
3	6+000	9.1	8.2	6.7

*Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*

#### **4.2.5 Data Curah Hujan**

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan digunakan untuk merencanakan saluran tepi. Data curah hujan ini dihimpun dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur dengan mengambil data-data dari stasiun terdekat.

Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar per tahun selama 40 tahun dari tahun 1973 sampai 2012, sebagai mana terlihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4. 8 Data Curah Hujan**

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/jam)
		Stasiun Larangan
1	1973	85
2	1974	68
3	1975	67
4	1976	86
5	1977	90
6	1978	110
7	1979	102

8	1980	96
9	1981	110
10	1982	100
11	1983	103
12	1984	108
13	1985	90
14	1986	110
15	1987	109
16	1988	74
17	1989	85
18	1990	85
19	1991	107
20	1992	90
21	1993	95
22	1994	113
23	1995	121
24	1996	85
25	1997	132
26	1998	135
27	1999	116
28	2000	101
29	2001	80
30	2002	187
31	2003	65
32	2004	61
33	2005	64
34	2006	72
35	2007	64
36	2008	84

37	2009	70
38	2010	113
39	2011	72
40	2012	71

*Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi Jawa Timur*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V ANALISA PERHITUNGAN DATA

### 5.1 Analisa Kapasitas Jalan

Analisa kapasitas jalan dilakukan untuk mengetahui derajat kejenuhan sebagai dasar perencanaan jalan yang akan dilakukan.

#### 5.1.1 *Main Road*

Hal-hal yang harus dilakukan untuk menganalisa kapasitas jalan pada *Main Road* adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan jam puncak dengan cara jumlah LHR x k seluruh golongan.

$$\Sigma (LHR \times k) = \Sigma \{LHR \times k\}$$

Perhitungan sebagai berikut :

Golongan 1	=	25674	x	0.09	=	2311	kend/jam
Golongan 2	=	12948	x	0.09	=	1165	kend/jam
Golongan 3	=	953	x	0.09	=	86	kend/jam
Golongan 4	=	3443	x	0.09	=	310	kend/jam
Golongan 5	=	3121	x	0.09	=	281	kend/jam

$$\begin{aligned}\Sigma (LHR \times k) &= 2311 + 1165 + 86 + 310 + 281 \\ &= 4153 \text{ kend/jam}\end{aligned}$$

Untuk mengetahui MotorWay per arah, dengan

$\Sigma \frac{(LHR \times k)}{2} = \frac{4153}{2} = 2077 \text{ kend/jam}$ , kemudian hasil tersebut dimasukkan pada table 5.1 untuk mendapatkan emp yang akan digunakan.

**Tabel 5. 1 Emp untuk Jalan Bebas Hambatan MW 4/2 D**

Tipe alinyemen	Arus kend/jam	Emp		
	MW terbagi per arah kend/jam	MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1.700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2.250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1.450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2.000	2,0	2,4	3,8

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan bebas hambatan*

Dari tabel di atas, untuk menentukan emp dengan nilai MotorWay per arah 2077 kend/jam, maka dilakukan interpolasi. Hasil dari interpolasi tersebut adalah sebagai berikut :

Nilai emp :

Golongan I	=	1
Golongan II	=	1.4
Golongan III	=	2.1
Golongan IV	=	2.1
Golongan V	=	2.1

b. Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar dapat ditentukan dengan melihat kondisi segmen jalan atau tipe alinyemen pada ruas jalan yang direncanakan. Dari perhitungan tipe alinyemen, Jalan Luar Lingkar Timur Surabaya memiliki tipe alinyemen jalan datar dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

**Tabel 5. 2 perhitungan Beda tinggi**

STA	Elevasi	$\Delta H$
3+081,874	17.779	1.163
3+469,445	16.616	
3+719,752	9.107	7.509
3+912,095	9.395	-0.288
4+152,784	16.616	-7.221
4+363,784	16.616	0
4+604,955	9.381	7.235
4+846,126	16.616	-7.235
5+057,126	16.616	0
5+257,946	10.591	6.025
5+405,289	10.276	0.315
5+616,632	16.616	-6.34
5+785,732	16.616	0
	$\Sigma$	1.163

$$\Sigma = \frac{\Delta H}{\Sigma \text{panjang jalan}}$$

$$= \frac{1.163 \text{ m}}{3 \text{ km}} = 0,388 \text{ m/km}$$



**Tabel 5. 3 Kapasitas Dasar (Co)**

<b>Tipe Jalan bebas hambatan/tipe alinyemen</b>	<b>Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)</b>
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan bebas hambatan*

Kemudian, dari tabel kapasitas dasar pada jalan bebas hambatan 4 lajur 2 arah terbagi untuk tipe alinyemen datar didapatkan nilai  $C_o = 2300$  smp/jam.

- c. Menentukan Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_w$ )

Dari table factor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 4/2 D dengan lebar lajur 3.5 meter, maka didapat nilai  $FC_w = 1,00$ .

**Tabel 5. 4 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_w$ )**

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur Lalu-lintas $W_c$ (m)	$FC_w$
Empat-lajur terbagi	Per lajur	
Enam-lajur terbagi	3,25	0,96

	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah	
	6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan bebas hambatan*

- d. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{SP}$ )

Dari table factor pemisah arah, untuk 2 jalur 2 arah (4/2 D) dengan pemisah arah 50%-50% didapatkan nilai  $FC_{SP}$  sebesar 1.00.

**Tabel 5. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{SP}$ )**

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

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan bebas hambatan*

- e. Menentukan Kapasitas (C)

Nilai kapasitas didapatkan dari hasil kali nilai kapasitas dasar, faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas dan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah. Pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini direncanakan dengan empat lajur dua arah dan tiap lajurnya mempunyai lebar 3,5 m.

Perhitungan kapasitas jalan pada jalan bebas hambatan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{SP} \\ C &= 2300 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 2300 \text{ smp/jam} \times 4 \text{ lajur} \\ &= 9200 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} C &= \text{Kapasitas} \\ C_o &= \text{Kapasitas dasar (smp/jam)} \\ FC_w &= \text{Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas} \\ FC_{SP} &= \text{Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah} \end{aligned}$$

f. Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio antara total arus (smp/jam) dan kapasitas (smp/jam) dengan kondisi geometric, pola, dan komposisi lalu lintas tertentu, serta factor lingkungan tertentu. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai DS dapat menggunakan persamaan seperti berikut ini :

$$\checkmark DS = \frac{Q}{C} < 0,75$$

$$\checkmark Q = LHRT \times k \times emp$$

Dimana :

$$\begin{aligned} DS &= \text{Derajat Kejenuhan} \\ Q &= \text{Arus Lalu Lintas (smp/jam)} \\ C &= \text{Kapasitas} \end{aligned}$$

✓ Total arus pada awal umur rencana (2016)

$$\begin{aligned} Q \text{ Gol.1} &= 25674 \times 0.09 \times 1 \\ &= 2311 \text{ kend/jam} \\ Q \text{ Gol.2} &= 12948 \times 0.09 \times 1.4 \\ &= 1631 \text{ kend/jam} \\ Q \text{ Gol.3} &= 953 \times 0.09 \times 2.2 \\ &= 189 \text{ kend/jam} \\ Q \text{ Gol.4} &= 3443 \times 0.09 \times 2.2 \\ &= 651 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Gol.5} &= 3121 \times 0.09 \times 2 \\ &= 590 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

- ✓ DS awal umur rencana tahun 2016

**Tabel 5. 6 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2016	Gol.I	2311	9200	0,58
	Gol.II	1631		
	Gol.III	189		
	Gol.IV	651		
	Gol.V	590		

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

- ✓ DS akhir umur rencana tahun 2046

**Tabel 5. 7 Perhitungan DS Akhir Umur Rencana Tahun 2046**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2046	Gol.I	2311	9200	2.54
	Gol.II	1631		
	Gol.III	189		
	Gol.IV	651		
	Gol.V	590		

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

**Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan DS dari Tahun  
2013 – 2046**

<b>Tahun</b>	<b>Gol.1</b>	<b>Gol.2</b>	<b>Gol.3</b>	<b>Gol.4</b>	<b>Gol.5</b>	<b>Total</b>	<b>C</b>	<b>DS</b>
2013	2311	1631	171	620	562	5295	9200	0.58
2014	2403	1713	180	651	590	5536	9200	0.60
2015	2499	1799	189	683	619	5789	9200	0.63
2016	2599	1889	198	717	650	6053	9200	0.66
2017	2703	1983	208	753	683	6330	9200	0.69
2018	2811	2082	218	791	717	6620	9200	0.72
2019	2924	2186	229	831	753	6923	9200	0.75
2020	3041	2296	241	872	790	7239	9200	0.79
2021	3162	2410	253	916	830	7571	9200	0.82
2022	3289	2531	265	961	872	7918	9200	0.86
2023	3420	2657	279	1009	915	8281	9200	0.90
2024	3557	2790	292	1060	961	8661	9200	0.94
2025	3699	2930	307	1113	1009	9058	9200	0.98
2026	3847	3076	322	1169	1059	9474	9200	1.03
2027	4001	3230	339	1227	1112	9909	9200	1.08
2028	4161	3392	355	1288	1168	10365	9200	1.13
2029	4328	3561	373	1353	1226	10841	9200	1.18
2030	4501	3739	392	1420	1288	11340	9200	1.23
2031	4681	3926	412	1491	1352	11862	9200	1.29
2032	4868	4123	432	1566	1420	12409	9200	1.35
2033	5063	4329	454	1644	1491	12980	9200	1.41
2034	5265	4545	476	1727	1565	13579	9200	1.48
2035	5476	4772	500	1813	1643	14205	9200	1.54
2036	5695	5011	525	1904	1726	14860	9200	1.62

2037	5923	5262	551	1999	1812	15547	9200	1.69
2038	6160	5525	579	2099	1902	16265	9200	1.77
2039	6406	5801	608	2204	1998	17016	9200	1.85
2040	6662	6091	638	2314	2097	17803	9200	1.94
2041	6929	6395	670	2429	2202	18627	9200	2.02
2042	7206	6715	704	2551	2312	19489	9200	2.12
2043	7494	7051	739	2678	2428	20391	9200	2.22
2044	7794	7404	776	2812	2549	21336	9200	2.32
2045	8106	7774	815	2953	2677	22324	9200	2.43
2046	8430	8162	856	3101	2811	23360	9200	2.54

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) di atas pada jalan yang direncanakan, tipe jalannya adalah 4/2 D dengan lebar jalan per jalur 7 m, didapatkan DS pada awal tahun rencana, yaitu tahun 2016 bernilai 0,58, sedangkan akhir tahun rencana, yaitu tahun 2046 bernilai 2,54, dimana DS tersebut tidak masuk pada  $DS \leq 0,75$ . Sehingga, perlu upaya untuk pengalihan volume kendaraan yang akan melintasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada *main road*.

### **5.1.2 Frontage Road**

Hal-hal yang harus dilakukan untuk menganalisa kapasitas jalan pada *Main Road* adalah sebagai berikut :

a. Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas Dasar (Co), dapat ditentukan berdasarkan tabel di bawah ini :

**Tabel 5. 9 Kapasitas Dasar (Co) pada jalan perkotaan**

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
4/2 D atau jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
4/2 UD	1500	Per lajur
<b>2/2 UD</b>	<b>2900</b>	<b>Total dua arah</b>

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

Dari tabel kapasitas dasar pada jalan perkotaan 2 lajur 2 arah tak terbagi untuk tipe alinyemen datar, diperoleh nilai Co sebesar 2900 total dua arah.

- b. Menentukan Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_w$ )

Dari table untuk 2/2 UD dengan lebar lajur 3 meter, maka didapatkan nilai  $FC_w$  sebesar 0,87.

**Tabel 5. 10 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_w$ )**

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas (m)	$FC_w$
4/2 D atau jalan satu arah	Lebar per lajur	0,92
	3,00	
	3,25	
	3,5	
	3,75	
	4,00	
4/2 UD	Lebar per lajur	0,91
	3,00	
	3,25	
	3,50	
	3,75	

	4,00	1,09
2/2 UD	Lebar jalur 2 arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : MKJI MKJI 1997 untuk jalan perkotaan

- c. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{sp}$ )

Dari table factor penyesuaian pemisah arah untuk 2 lajur 2 arah (2/2 UD) dengan pemisah arah 50%-50% didapatkan  $FC_{sp}$  sebesar 1,00.

**Tabel 5. 11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{sp}$ )**

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{PA}$	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : MKJI MKJI 1997 untuk jalan perkotaan

- d. Menentukan Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping ( $FC_{SF}$ )

Berdasarkan data jalan dan hasil survey lokasi, maka dapat ditentukan, bahwa pada ruas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya terdapat pemukiman, lahan kosong, dan



tambak. Sehingga, kelas hambatan samping dapat digolongkan pada kelas sangat rendah (SR), di mana pada daerah tersebut merupakan daerah pemukiman dengan jalan samping yang mempunyai nilai frekuensi <100.

**Tabel 5. 12 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping ( $FC_{SF}$ )**

Kelas Hambatan Samping	Kode	Nilai frekuensi kejadian dikali bobot	Ciri – ciri khusus
Sangat rendah	SR	<100	Daerah pemukiman dengan jalan samping.
Rendah	R	100 - 299	Daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum, dsb.
Sedang	S	300 - 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	T	500 - 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	ST	>900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

**Tabel 5. 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pengaruh Hambatan Samping Dan Lebar Bahu (FC<sub>SF</sub>) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu**

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC <sub>SF</sub>			
		Lebar bahu efektif rata-rata (Ws)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	SR	0,96	0,99	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,87	0,91	0,94	0,98
	ST	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu arah	<b>SR</b>	0,94	0,96	0,99	<b>1,01</b>
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

Sedangkan, dari table 5.12 diperoleh, factor penyesuaian untuk hambatan samping dengan lebar bahu jalan  $\geq 2,0$  untuk tipe jalan 2/2 tak terbagi adalah 1,01.

- e. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )

Kota Surabaya merupakan sebuah kota yang sangat besar dengan jumlah penduduk >3,0 juta jiwa. Oleh karena itu, nilai dari factor penyesuaian kapasitas ukuran kota sesuai dengan table adalah 1,04.

**Tabel 5. 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )**

Ukuran kota Jutaan penduduk)	Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,55 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
<b>&gt;3,0</b>	<b>1,04</b>

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

- f. Menentukan Kapasitas (C)

Dari persamaan dapat digunakan rumus untuk menentukan kapasitas jalan pada jalan perkotaan adalah :

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\
 &= 2900 \times 0,87 \times 1,00 \times 1,01 \times 1,04 \\
 &= 2650 \text{ smp /jam}
 \end{aligned}$$

- g. Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan perkotaan harus dapat memastikan, bahwa Derajat Kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0,75.

Rumus yang digunakan :

$$DS = Q/C$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

$$Q = \text{Arus total lalu lintas (smp/jam)}$$

$$\text{Syarat} = Q/C < 0,75$$

*Frontage road* pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya terdapat di sebelah Utara dan Selatan. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan DS yang menuju ke arah Utara dan menuju ke arah Selatan.

➤ **Utara**

Total arus pada awal umur rencana (2016)

$$Q \text{ Gol.1} = \text{LHRT} \times k \times \text{emp}$$

$$= 4125 \times 0.09 \times 1$$

$$= 371 \text{ smp/jam}$$

- ✓ DS awal umur rencana tahun 2016

**Tabel 5. 15 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2016	LV	371	2650	0,14

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

- ✓ DS akhir umur rencana tahun 2036

**Tabel 5. 16 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2036**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2016	LV	813	2650	0,30

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

- ✓ Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total  
 Jenis Kendaraan : LV  
 Pertumbuhan : 4%

**Tabel 4. 9 Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total**

No.	Tahun	Q (smp/jam)	C	DS
1	2016	371	2650	0.14
2	2017	386	2650	0.15
3	2018	402	2650	0.15
4	2019	418	2650	0.16
5	2020	434	2650	0.16
6	2021	452	2650	0.17
7	2022	470	2650	0.18
8	2023	489	2650	0.18
9	2024	508	2650	0.19
10	2025	528	2650	0.20
11	2026	550	2650	0.21
12	2027	572	2650	0.22
13	2028	594	2650	0.22
14	2029	618	2650	0.23
15	2030	643	2650	0.24
16	2031	669	2650	0.25
17	2032	695	2650	0.26
18	2033	723	2650	0.27
19	2034	752	2650	0.28
20	2035	782	2650	0.30
21	2036	813	2650	0.31

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

➤ **Selatan**

Total arus pada awal umur rencana (2016)

$$\begin{aligned} Q \text{ Gol.1} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\ &= 3525 \times 0.09 \times 1 \\ &= 317 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- ✓ DS awal umur rencana tahun 2016

**Tabel 5. 17 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2016**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2016	LV	317	2650	0.12

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

- ✓ DS akhir umur rencana tahun 2036

**Tabel 5. 18 Perhitungan DS Awal Umur Rencana Tahun 2036**

Tahun	Jenis kendaraan	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	$5 = \Sigma(3/4)$
2016	LV	695	2650	0.26

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

- ✓ Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total (Q)  
 Jenis Kendaraan : LV  
 Pertumbuhan : 4%

**Tabel 4. 10 Rekapitulasi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Total**

No.	Tahun	Q (smp/jam)	C	DS
1	2016	317	2650	0.12
2	2017	330	2650	0.12
3	2018	343	2650	0.13
4	2019	357	2650	0.13
5	2020	371	2650	0.14
6	2021	386	2650	0.15
7	2022	401	2650	0.15
8	2023	417	2650	0.16
9	2024	434	2650	0.16
10	2025	452	2650	0.17
11	2026	470	2650	0.18
12	2027	488	2650	0.18
13	2028	508	2650	0.19
14	2029	528	2650	0.20
15	2030	549	2650	0.21
16	2031	571	2650	0.22
17	2032	594	2650	0.22
18	2033	618	2650	0.23
19	2034	643	2650	0.24
20	2035	668	2650	0.25
21	2036	695	2650	0.26

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

## 5.2 Kontrol Geometrik Jalan

Di dalam perencanaan jalan memerlukan banyak pertimbangan untuk kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan. Untuk itu, perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan untuk mengetahui geometrik yang pantas untuk dilaksanakan. Pada ruas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, terdapat tipe geometric yang dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Alinyemen horizontal
2. Alinyemen vertical

### 5.2.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dalam perencanaan jalan pada ruas Lingkar Luar Timur Surabaya STA 03+000 – 06+000 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian untuk menentukan jenis tikungan.

Untuk alinyemen horizontal berdasarkan hasil survey di lapangan dan pada data gambar long section, maka pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya STA 03+000 – 06+000 terdapat 3 lengkung horizontal.

Radius minimum didapat dengan menggunakan persamaan:

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

Keterangan:

- R = jari jari lengkung minimum(m)  
 V = kecepatan rencana(km/jam)  
 Em = kemiringan tikungan maksimum  
 Fm = koefesien gesekan melintang maksimum



➤ Menghitung R min

- $R_{min} = \frac{80km/jam^2}{127 \times (0,08+0,14)}$
- R min = 229,062 m

**Tabel 5. 19 Harga R Min dan D Maks Untuk Beberapa Kecepatan Rencana**

Kecepatan Rencana	E Maks (m/m')	F (maks)	R(min) (perhitungan)	Rmin Design (m)	Dmaks Design (°)
40	0,1	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,1	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,1	0,153	112,041	11	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,1	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,1	0,140	209,974	210	6,82
	0,08		229,062	229	6,25
90	0,1	0,128	280,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,1	0,115	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,1	0,103	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,1	0,090	596,769	597	2,4
	0,08		666,975	667	2,15

*Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

- STA 8+024 (Spiral Circle Spiral)
 

Rc (m)	= 600
V (km/jam)	= 80
$\Delta$ (°)	= 28,529
LS (m)	= 150
E (%)	= 5

Untuk menghitung tikungan Spiral Circle Spiral menggunakan perhitungan berikut:

Menghitung sudut lengkung spiral:

➤ Menghitung  $X_s$

$$\checkmark X_s = LS \left( 1 - \frac{LS^2}{40Rc^2} \right)$$

$$\checkmark X_s = 150m \times \left( 1 - \frac{(150m)^2}{40(600m)^2} \right)$$

$$\checkmark X_s = 149,766$$

➤ Menghitung  $Y_s$

$$\checkmark Y_s = \frac{LS^2}{6Rc}$$

$$\checkmark Y_s = \frac{(150m)^2}{6 \times 600m}$$

$$\checkmark Y_s = 6,25 \text{ m}$$

➤ Menghitung  $\Theta_s$

$$\checkmark \Theta_s = \frac{90LS}{\pi Rc}$$

$$\checkmark \Theta_s = \frac{90 \times 150m}{3,14 \times 600m}$$

$$\checkmark \Theta_s = 7,162$$

➤ Menghitung p

$$\checkmark p = \left( \frac{LS^2}{6Rc} \right) - Rc(1 - \cos\theta_s)$$

$$\checkmark p = \left( \frac{(150\text{m})^2}{6 \times 600\text{m}} \right) - 600\text{m} \times (1 - \cos 7,162)$$

$$\checkmark p = 1,569 \text{ m}$$

➤ Menghitung k

$$\checkmark k = Ls - \left( \frac{Ls^3}{40Rc^2} \right) - Rc \sin \theta_s$$

$$\checkmark k = 150\text{m} - \left( \frac{(150\text{m})^3}{40 \times (600\text{m})^2} \right) - 600\text{m} \times \sin 7,162$$

$$\checkmark k = 74,961 \text{ m}$$

➤ Menghitung Ts

$$\checkmark Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$\checkmark Ts = (600\text{m} + 1,569\text{m}) \times \tan \frac{1}{2} 28,529 + 74,961\text{m}$$

$$\checkmark Ts = 227,901 \text{ m}$$

➤ Menghitung Es

$$\checkmark Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$\checkmark Es = (600\text{m} + 1,569\text{m}) \times \sec \frac{1}{2} 28,5289 - 600\text{m}$$

$$\checkmark Es = 20,706 \text{ m}$$

➤ Menghitung Lc

$$\checkmark Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc$$

$$\checkmark Lc = \frac{(28,529 - 2 \times 7,162)}{180} \times 3,14 \times 600 \text{ m}$$

$$\checkmark Lc = 148,754 \text{ m}$$

➤ Menghitung L total

$$\checkmark L_{total} = Lc + 2Ls$$

$$\checkmark L_{total} = 148,754 \text{ m} + 2 \times 150 \text{ m}$$

$$\checkmark L_{total} = 448,754 \text{ m}$$

➤ Menghitung kontrol. Jika  $2 LS < 2 TS$  maka OK . berikut perhitungannya:

$$2 LS < 2 TS = 300 < 455,802 \text{ OK}$$

### 5.2.2 Alinyemen Vertikal

Pada perhitungan analisa kapasitas dasar diketahui, bahwa tipe medan adalah datar.

1. **STA = 3+081.874**

Pvi Elv x = 16,616 m

Pvi Elv y = 17,779 m

Pvi Elv z = 16,616 m

Jarak xy = 3081,874 m – 2306,731m

= 775,143 m

Jarak yz = 3469,445 m – 3081,875 m

= 387,57 m

$$\begin{aligned} G1 &= \left( \frac{Pvi\ Elv\ y - Pvi\ Elv\ x}{Jarak\ Xy} \right) * 100\ \% \\ &= \left( \frac{17,779m - 16,616m}{775,143m} \right) * 100\ \% \\ &= 0,150037\ \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G2 &= \left( \frac{Pvi\ Elv\ z - Pvi\ Elv\ y}{Jarak\ yz} \right) * 100\ \% \\ &= \left( \frac{16,616m - 17,779m}{387,57m} \right) * 100\ \% \\ &= -0,3007\% \end{aligned}$$

Sta PPV = 3081,874 m

Elv PPV = 17,779 m

V = 80 km/jam

JPH = 130 m

JPM = 550 m

A = G2 – G1

= -0,30007 % - 0,150037 %

= -0,45011 % (Cembung)

➤ Mencari Panjang (L)

1. Berdasarkan JPH

JPH < L, rumus  $L = \left( \frac{A \times JPH^2}{658} \right)$

$$L = \left( \frac{-0,45011 \times 130^2}{658} \right) = 11,56062 \text{ (Tidak memenuhi)}$$

$$JPH > L, \text{ rumus } L = 2 \times JPH - \frac{(658)}{A}$$

$$L = 2 \times 130 - \frac{658}{0,45011} = -1201,86 \text{ (Memenuhi)}$$

2. Berdasarkan JPM

$$JPM < L \quad \text{rumus } L = \left( \frac{A \times JPM^2}{960} \right)$$

$$L = \left( \frac{0,45011 \times 550^2}{960} \right) = 206,9282 \text{ (Tidak memenuhi)}$$

$$JPM > L \quad \text{rumus } L = (2 \times JPM) - \frac{960}{A}$$

$$L = (2 \times 550) - \left( \frac{960}{0,45011} \right) = -361,859 \text{ (Memenuhi)}$$

L menggunakan L lapangan

$$L = 100$$

$$\checkmark \text{ STA PLV} = \text{STA PPV} - \frac{1}{2} \times L$$

$$= 3081,874 - \frac{1}{2} \times 100 = 3031,874$$

$$\checkmark \text{ Elv PLV} = \text{Elv PPV} - G1 \times \frac{1}{2} L$$

$$= 17,779 - \left( \frac{0,150037}{100} \right) \times \frac{1}{2} \times 100 = 17,70398$$

$$\checkmark \text{ STA PTV} = \text{STA PPV} + \frac{1}{2} \times L$$

$$= 3081,874 + \frac{1}{2} \times 100 = 3131,874$$

$$\checkmark \text{ Elv PTV} = \text{Elv PPV} - G2 \times \frac{1}{2} \times L$$

$$= 17,779 - \frac{0,30007}{100} \times \frac{1}{2} \times 100 = 17,62896$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{3} = \frac{100}{3} = 33,3333 \text{ m}$$

➤ Ditinjau dari PLV

$$\checkmark \text{ STA } 3031,874\text{m} + 33,3333\text{m} = 3065,207 \text{ m ,}$$

$$X = 33,3333 \text{ m}$$

$$Y'1 = \frac{(A \cdot X^2)}{(200 \times L)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(0,45011 \times 33,333^2)}{(200 \times 100)} \\
 &= 0,025006 \text{ m} \\
 \text{Elv PTV} &= (\text{Elv PLV} + G1 * X) - Y'1 \\
 &= (17,70398 \text{ m} + \left(\frac{0,150037}{100}\right) \times 33,333 \text{ m}) - 0,025006 \text{ m} \\
 &= 17,72899 \text{ m}
 \end{aligned}$$

✓ STA 3031,874+50 = 3081,874 m , X = 50 m

$$\begin{aligned}
 Y'2 &= \frac{(A.X^2)}{(200 \times L)} \\
 &= \frac{(0,45011 \times 50^2)}{(200 \times 100)} \\
 &= 0,056264 \text{ m} \\
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} + G1.X) - Y'2 \\
 &= (17,70398 \text{ m} + \left(\frac{0,150037}{100}\right) \times 50 \text{ m}) - 0,046264 \text{ m} \\
 &= 17,72274 \text{ m}
 \end{aligned}$$

✓ STA 3409,445 +66,6666 = 3098,541 m ,

$$\begin{aligned}
 X &= 66,6666 \text{ m} \\
 Y'3 &= \frac{(A(L-X)^2)}{(200 \times L)} \\
 &= \frac{(0,45011 \times (100-66,6666)^2)}{(200 \times 100)} \\
 &= 0,025006 \text{ m} \\
 \text{Elevasi} &= (\text{Elv PPV} - G2.(X - 0,5.L) - Y'3) \\
 &= \left(17,779 - \left(\frac{0,30007}{100}\right)\right) \cdot (66,666 - 0,5 \cdot 100) - 0,17999 \\
 &= 17,70398 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## 2. Pvi STA = 3+719,752

$$\begin{aligned}
 \text{Pvi Elv x} &= 16,616 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv y} &= 9,107 \text{ m} \\
 \text{Pvi Elv z} &= 9,395 \text{ m} \\
 \text{Jarak xy} &= 3719,752 \text{ m} - 3469,445 \text{ m} \\
 &= 250,307 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak yz} &= 3912,095 \text{ m} - 3719,752 \text{ m} \\
 &= 192,343 \text{ m} \\
 G1 &= \left( \frac{Pvi \text{ Elv } y - Pvi \text{ Elv } x}{\text{Jarak } Xy} \right) \times 100 \% \\
 &= \left( \frac{9,107 \text{ m} - 116,616 \text{ m}}{250,307 \text{ m}} \right) \times 100 \% \\
 &= -2,99992 \% \\
 G2 &= \left( \frac{Pvi \text{ Elv } z - Pvi \text{ Elv } y}{\text{Jarak } yz} \right) \times 100 \% \\
 &= \left( \frac{9,395 \text{ m} - 9,107 \text{ m}}{192,343 \text{ m}} \right) \times 100 \% \\
 &= 0,149733 \% \\
 \text{Sta PPV} &= 3719,752 \text{ m} \\
 \text{Elv PPV} &= 9,107 \text{ m} \\
 V &= 80 \text{ km/jam} \\
 JPH &= 130 \text{ m} \\
 JPM &= 550 \text{ m} \\
 A &= G2 - G1 \\
 &= 0,149733 \% - (-2,99992 \%) \\
 &= 3,149649 \% \quad (\text{Cekung})
 \end{aligned}$$

Mencari panjang (L)

1. Berdasarkan JPH

$$JPH < L \quad L = \frac{A \times JPH^2}{120 + 3,5 \times JPH}$$

$$L = \frac{3,14965 \times 130^2}{120 + 3,5 \times 130} = 92,5723 \text{ m} \quad (\text{Tidak Memenuhi})$$

2. Berdasarkan Bentuk Visual

$$L = \frac{A \times V^2}{380} = \frac{3,14965 \times 80^2}{380} = 53,0467 \text{ m}$$

3. Berdasarkan Ketentuan Drainase

$$L = 50 \times A$$

$$L = 50 \times 3,14965$$

$$L = 157,482$$

4. Berdasarkan Keluasan

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 80$$

$$L = 48$$

L menggunakan L lapangan = 95 m

$$\begin{aligned}
 \text{Sta PLV} &= \text{Sta PPV} - 0,5 \times L \\
 &= 3719,75 - 0,5 \times 95 \\
 &= 3672,25 \\
 \text{Elv PLV} &= \text{Elv PPV} + G_1 \times 0,5 \times L \\
 &= 9,107 + \frac{2,9999}{100} \times 0,5 \times 95 \\
 &= 10,532 \\
 \text{Sta PTV} &= \text{Sta PPV} + 0,5 \times L \\
 &= 3719,75 + 0,5 \times 95 \\
 &= 3767,25 \\
 \text{Elv PTV} &= \text{Elv PPV} + G_2 \times 0,5 \times L \\
 &= 9,107 + \frac{0,14973}{100} \times 0,5 \times 95 \\
 &= 9,17812
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar STA (X)} = \frac{L}{3}$$

$$L = 95 \text{ m}$$

$$X = \frac{95}{3} = 31,6667 \text{ m}$$

Ditinjau dari PLV

$$\text{Sta } 3703,92 \text{ X}_1 = 31,6667$$

$$Y'1 = \frac{A \cdot X^2}{200 \cdot L} = \frac{3,14965 \times 31,6667^2}{200 \times 95} = 0,16623$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} - G_1 \cdot X_1) + Y'1 \\
 &= (10,532 - \frac{2,9999}{100} \cdot 31,6667) + 0,16623 \\
 &= 9,74822 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Sta } 3719,75 \text{ X}_2 = 0,5 \times L = 0,5 \times 95 = 47,5$$

$$Y'2 = \frac{A \cdot X^2}{200 \times L} = \frac{3,14965 \times 47,5^2}{200 \times 95} = 0,37402$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv} &= (\text{Elv PLV} - G_1 \cdot X_2) + Y'2 \\
 &= (10,532 - \frac{2,9999}{100} \times 47,5) + 0,37402 \\
 &= 9,95601 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Sta } 3735,59 \text{ X}_3 = 2 \cdot X_1 = 2 \times 31,6667 = 63,3333$$

$$Y'3 = \frac{A \times (L-X)^2}{200 \times L} = \frac{3,149 \times (95-63,3333)^2}{200 \times 95} = 0,16623$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elv} &= \text{Elv PPV} + G_2 \times (X - 0,5 \times L) + Y'3 \\
 &= 9,107 + \frac{0,14973}{100} \times (63,3333 - 0,5 \times 95) + 0,16623 = 9,29
 \end{aligned}$$



**Tabel 5. 20 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal**

G1	G2	A	Tipe Alinyemen Vertikal	Jarak Pandang Henti		Jarak Pandang Menyiap		Keluwasan	Bentuk Visual
				JPH<L	JPH>L	JPM<L	JPM>L		
0,150	-0,300	-0,450	Cembung	11,561	-1201,86	206,928	-361,859	48	
-0,300	-3,000	-2,700	Cembung	69,342	503,72	1241,189	856,282	48	
-3,000	0,150	3,150	Cekung	92,572				48	53,047
0,150	3,000	2,850	Cekung	83,777				48	48,007
3,000	0	-3,000	Cembung	77,055	40,68	1379,242	880,677	48	
0	-3,000	-3,000	Cembung	77,050	40,66	1379,155	880,663	48	
-2,999	3,025	6,024	Cekung	177,067				48	101,465
3,000	0	-3,000	Cembung	77,063	127,02	1379,383	880,681	48	
0	-3,000	-3,000	Cembung	77,063	40,68	1379,271	880,681	48	
-3,000	-0,214	2,786	Cekung	81,896				48	46,929
-0,212	3,000	3,212	Cekung	94,411				48	54,100
3,000	0	-3,000	Cembung	77,048	40,66	1379,116	880,657	48	
0	-3,000	-3,000	Cembung	77,056	40,68	1379,249	880,678	48	

**Tabel 5. 21 Lanjutan Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal**

Drainase	PLV		Elevasi 1/3 L		PPV		Elevasi 1/2L		Elevasi 2/3L		PTV	
	Elevasi i	STA	Y'1	Elevasi i	Elevasi i	STA	Y'2	Elevasi i	Y'3	Elevasi i	Elevasi	STA
	17,70 4	3131,87 4	0,02 5	17,72 9	17,77 9	3081,87 4	0,05 6	17,72 3	0,025	17,70 4	17,629	3131,87 4
	16,43 3	3408,44 5	0,18 3	16,12 8	16,61 6	3469,44 5	0,41 2	15,83 8	0,183	15,82 3	14,786	3530,44 5
157,48 2	10,53 2	3672,25 2	0,16 6	9,748	9,107	3719,75 2	0,37 4	9,956	0,166	9,297	9,178	3767,25 2
142,52 0	9,459	3869,09 5	0,13 6	9,638	9,395	3912,09 5	0,30 6	9,809	0,173	9,998	10,685	3955,09 5
	14,59 1	4085,28 4	0,22 5	15,71 6	16,61 6	4152,78 4	0,50 6	16,11 0	0,225	16,39 1	16,616	4220,28 4
	16,61 6	4296,28 4	0,22 5	16,39 1	16,61 6	4363,78 4	0,50 6	16,11 0	0,225	15,71 6	14,591	4431,28 4
301,22 4	12,08 1	4514,99 5	0,60 2	10,88 3	9,381	4604,99 5	1,35 6	11,63 6	0,361	10,64 9	12,104	4694,99 5
	14,59 1	4778,62 6	0,22 5	15,71 6	16,61 6	4846,12 6	0,50 6	16,11 0	0,225	16,39 1	16,616	4913,62 6
	16,61 6	4989,62 6	0,22 5	16,39 1	16,61 6	5057,12 6	0,50 6	16,11 0	0,225	15,71 6	14,591	5124,62 6

139,32 1	11,86 6	5215,44 6	0,13 2	11,14 8	10,59 1	5257,94 6	0,29 6	11,31 2	0,171	10,39 0	10,500	5300,44 6
160,61 0	10,38 2	5355,28 9	0,17 8	10,63 1	10,27 6	5405,28 9	0,40 2	11,31 2	0,201	10,97 7	11,776	5455,28 9
	14,59 1	5549,13 2	0,22 5	15,71 6	16,61 6	5616,63 2	0,50 6	16,11 0	0,225	16,39 1	16,616	5684,13 2
	16,61 6	5718,23 2	0,22 5	16,39 1	16,61 6	5785,73 2	0,50 6	16,11 0	0,225	15,71 6	14,591	5853,23 2

### 5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan jalan pada frontage road direncanakan 2 lajur 2 arah. Perencanaan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur ini memiliki umur rencana selama 20 tahun. Langkah-langkah perhitungan tebal perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)  
Kondisi volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) awal dan akhir umur rencana terdapat sebagaimana pada tabel dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 5 %.

**Tabel 5. 22 Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)**

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Volume Lalu Lintas</b>
	Kend/Hari
LV	4125
Jumlah Kendaraan	4125

*Sumber : Pengolahan data*

- a. Data LHR awal umur rencana 2016

**Tabel 5. 23 LHR Awal Umur Rencana**

<b>Golongan</b>	<b>LHR 2016</b>
	Kend/hari
I	4125
Jumlah	4125

*Sumber : Pengolahan data*

## b. Data LHR Akhir Umur Rencana (2036)

**Tabel 5. 24 LHR Akhir Umur Rencana**

<b>Golongan</b>	<b>LHR 2036</b>
	Kend/hari
I	9038
Jumlah	9038

*Sumber : Pengolahan data*

## 2. Menentukan Angka Ekuivalen

Angka Ekuivalen (E) dapat dilihat dari tabel 5.45 berikut ini :

**Tabel 5. 25 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2.205	0,0002	-
2000	4.409	0,0036	0,0003
3000	6.614	0,0183	0,0016
4000	8.818	0,0577	0,0050
5000	11.023	0,1410	0,0121
6000	13.228	0,2923	0,0251
7000	15.432	0,5415	0,0466
8000	17.637	0,9238	0,0794
8160	18	1	0,0860
9000	19.841	1,4798	0,1273
10000	22.046	2,2555	0,1940
11000	24.251	3,3022	0,2840
12000	26.455	4,6770	0,4022
13000	28.66	6,4419	0,5540
14000	30.864	8,6647	0,7452
15000	33.069	11,4184	0,9820

16000	35.276	14,7815	1,2712
-------	--------	---------	--------

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

Dari tabel di atas, didapatkan nilai E sebesar :  
Golongan I = 0.0004

### 3. Menentukan LEP

$$LEP = \sum LHR_0 (1 + i)^{UR} . C.E$$

**Tabel 5. 26 Jumlah Jalur kendaraan**

Lebar perkerasan (L)	Jumlah Jalur (m)
L < 5,5 m	1 jalur
5,5 m ≤ L ≤ 8,25 m	2 jalur
8,25 m ≤ L ≤ 11,25 m	3 jalur
11,25 m ≤ L ≤ 15,00 m	4 jalur
15,00 m ≤ L ≤ 18,75 m	5 jalur
18,75 m ≤ L ≤ 22,00 m	6 jalur

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

### 4. Menentukan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

**Tabel 5. 27 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)**

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	(Berat total < 5 ton)		(Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2Arah
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

*Sumber :Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

Koefisien distribusi kendaraan dalam lajur rencana (C) dimana jumlah jalur kendaraan adalah 2 lajur 2 arah. Nilai C untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat dari tabel di 5.33 yaitu 0.5. Sehingga, perhitungan LEP adalah sebagaimana tabel berikut.

**Tabel 5. 28 Lintas Ekivalen Permulaan**

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2016	C	E	LEP
1	Golongan I	4125	0.5	0.0004	0.825
	Total LEP 2016				0.825

*Sumber : Pengolahan data*

5. Menentukan LEA

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \cdot C_j \cdot E_j$$

Dengan nilai koefisien distribusi kendaraan dalam lajur rencana (C) dan angka ekivalen sebagaimana pada perhitungan LEP diatas, maka perhitungan LEA dihitung sebagaimana pada tabel berikut ini.

**Tabel 5. 29 Lintas Ekivalen Akhir**

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2036	C	E	LEA
1	Golongan I	9038	0.5	0.0004	1.808
	Total LEP 2036	9038			1.808

*Sumber : Pengolahan data*

## 6. Menentukan Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$\checkmark \text{ LET umur rencana} = \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2}$$

$$\checkmark \text{ LET umur rencana} = \frac{0.825 + 1.808}{2} = 1.32$$

## 7. Perhitungan Lintas Ekivalen Rencaan (LER)

$$\checkmark \text{ LER} = \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10}$$

$$\checkmark \text{ LER} = 1.32 \times \frac{20}{10} = 2.63$$

## 8. Menentukan Faktor Regional (FR)

Prosentase kendaraan berat ( $\geq 5$  ton) ditinjau dari LHR pada akhir rencana yaitu pada tahun 2036 adalah sebagai berikut :

$$\checkmark \text{ Kelandaian} = \frac{\Delta H}{\sum \text{panjang jalan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,163}{3000 \text{ m}} \times 100\% = 0,038 \%$$

**Tabel 5. 30 Tabel Penentuan Faktor Regional (FR)**

Curah Hujan	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	(< 6%)		(6-10%)		(> 10%)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	$\leq 30\%$	>30%	<30%	>30%	$\leq 30\%$	>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
-----------------------------	-----	-----------	-----	-----------	-----	-----------

Catatan : Pada bagian-bagian 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.

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

- ✓ Iklim untuk curah hujan rata-rata tahunan adalah <900 mm/th.  
Untuk presentase kendaraan berat  $\leq 30\%$  dengan kelandaian < 6 % dan mempunyai iklim curah hujan < 900 mm/tahun, maka, diperoleh FR = 0.5

9. Menentukan  $IP_0$

Berdasarkan Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana ( $IP_0$ ) didapat harga  $IP_0 = 3,9 - 3,5$  untuk jenis permukaan yang akan dipakai dalam perencanaan tebal perkerasan jalan adalah LASTON MS 744.

**Tabel 5. 31 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana ( $IP_0$ )**

Jenis Lapis Perkerasan	$IP_0$	Roughness (mm/km)
LASTON	$\geq 4$ 3,9 – 3,5	$\leq 1000$ > 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5 3,4 – 3,0	$\leq 2000$ > 2000
HRA	3,9 – 3,5 3,4 – 3,0	$\leq 2000$ > 2000
BURDA	3,9 – 3,4	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000

LAPEN	3,4 – 3,0 2,9 – 2,5	$\leq 3000$ $> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	-
BURAS	2,9 – 2,5	-
LATASIR	2,9 – 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

Sumber : *Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### 10. Menentukan IPt

Berdasarkan Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP) didapat lintas ekivalen rencana (LER) adalah 2,63 dan klasifikasi jalan merupakan jalan kolektor, maka harga indeks permukaan akhir pada akhir umur rencana (IPt) adalah sebesar 1.5.

**Tabel 5. 32 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)**

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5 – 2,5	-
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

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

#### 11. Perencanaan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat pada gambar 5.17 diperoleh nilai CBR sebesar 10 %. Setelah diketahui, maka dapat dicari nilai DDT yaitu sebesar 5%. Berikut ini adalah rekapitulasi data-data yang

diperlukan untuk memperoleh harga ITP yang diplotkan pada grafik.

$$\text{CBR} = 6 \%$$

$$\text{DDT} = 5 \%$$

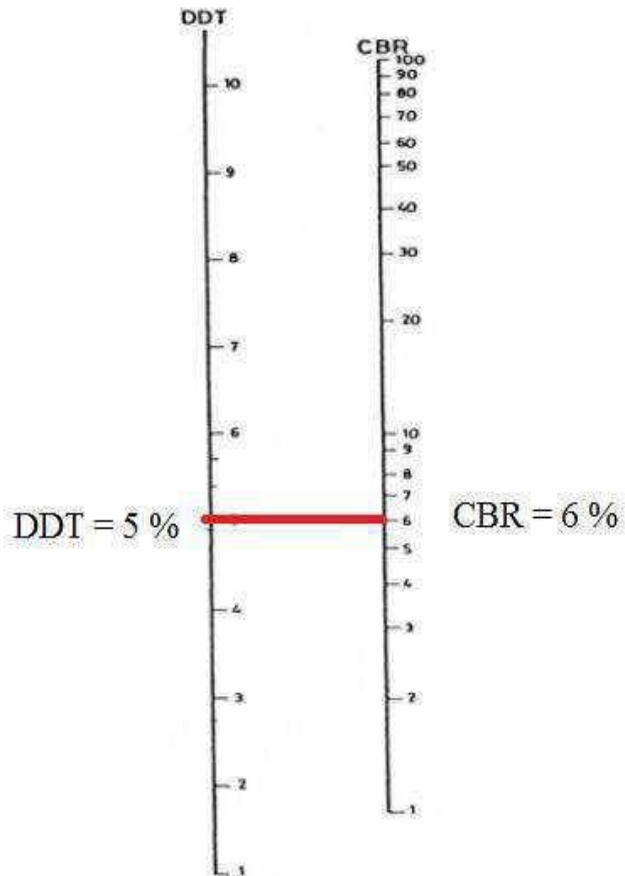
$$\text{IPo} = 3,9-3,5$$

$$\text{IPt} = 1,5$$

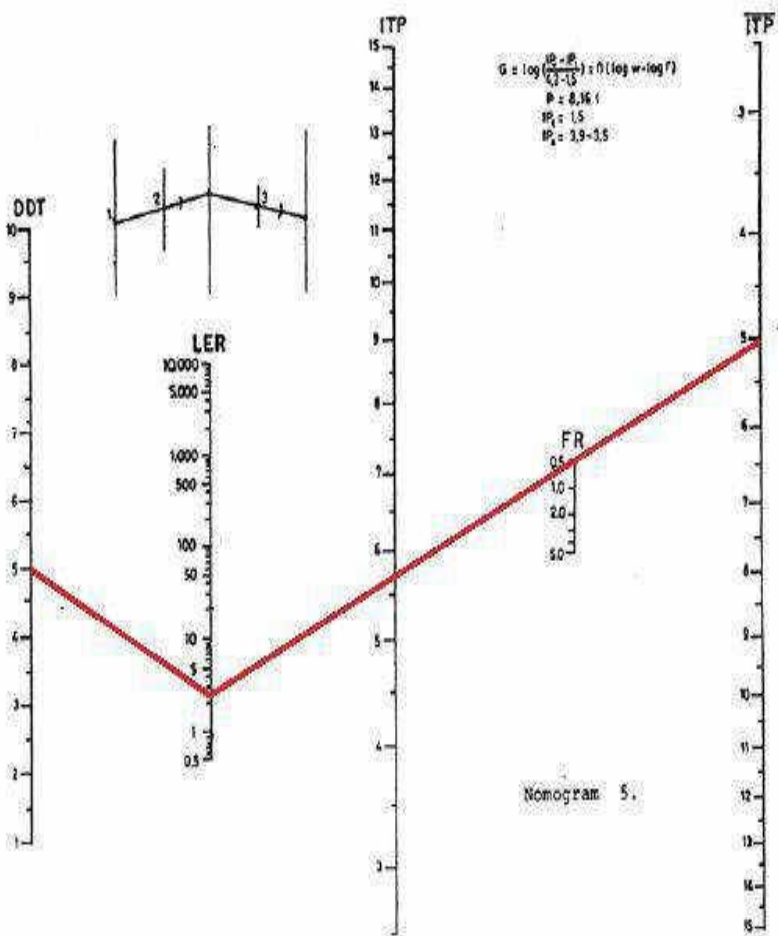
$$\text{FR} = 0,5$$

$$\text{LER} = 2,63$$

Untuk mencari  $\overline{ITP}$  dapat menggunakan nomogram 5. Dari pengeplotan nomogram didapatkan  $\text{ITP} = 5.7$  dan  $\overline{ITP} = 5$ .



**Gambar 5. 1 Hubungan Antara DDT dan CBR**



**Gambar 5. 2 Grafik Nomogram 5 untuk  $IP_1 = 2,5$  dan  $IP_0 = 3.9 - 3.5$**

## 12. Penentuan Tebal Perkerasan

Jenis Lapis Perkerasan

Lapis permukaan (surface course) = Laston

Lapis pondasi atas (base course) = Batu pecah kelas A

Lapis pondasi bawah (sub base course) = Sirtu kelas B

**Tabel 5. 33 Koefisien Kekuatan Relatif (a)**

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	–	–	744	–	–	Laston
0,35	–	–	590	–	–	Lasbutag
0,32	–	–	454	–	–	
0,30	–	–	340	–	–	
0,35	–	–	744	–	–	
0,31	–	–	590	–	–	
0,28	–	–	454	–	–	HRA
0,26	–	–	340	–	–	
0,30	–	–	340	–	–	Aspal Macadam
0,26	–	–	340	–	–	Lapen (mekanis)
0,25	–	–	–	–	–	Lapen (manual)
0,20	–	–	–	–	–	Laston Atas
–	0,28	–	590	–	–	
–	0,26	–	454	–	–	
–	0,24	–	340	–	–	Lapen (mekanis)
–	0,23	–	–	–	–	
–	0,19	–	–	–	–	Lapen (manual)
–	0,15	–	–	–	–	Stab. tanah dengan semen
–	0,13	–	–	–	–	
–	0,15	–	–	22	–	Stab. tanah dengan kapur
–	0,13	–	–	18	–	
–	0,14	–	–	–	100	Batu Pecah (kelas A)

–	0,13	–	–	–	80	Batu Pecah (kelas B)
–	0,12	–	–	–	60	Batu Pecah (kelas C)
–	–	0,13	–	–	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
–	–	0,12	–	–	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
–	–	0,11	–	–	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
–	–	0,10	–	–	20	Tanah/lempung kepasiran

*Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

Penentuan tebal minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 5. 34 Tebal Minimum Tiap Lapis Perkerasan**

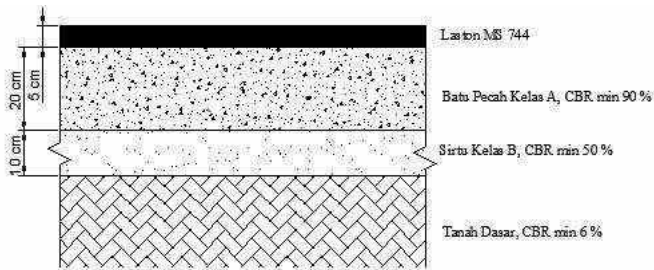
ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<b>1. Lapis Permukaan :</b>		
< 3,00	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston.
>10,00	10	Laston.
<b>2. Lapis Pondasi Atas :</b>		
< 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.
	10	Laston Atas.

7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam.
10 – 12,14	15	Laston Atas.
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas.
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas.
<b>3. Lapis Pondasi Bawah :</b>		
Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm		

*Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*

- Koefisien Kekuatan Relatif  
Kekuatan relatif diperoleh nilai koefisien kekuatan relatif masing-masing jenis lapis perkerasan :  
Lapisan permukaan aspal ( $a_1$ ) = 0.4  
Lapisan pondasi atas ( $a_2$ ) = 0.14  
Lapisan pondasi bawah (sirtu kelas B)  $a_3$  = 0.12
- Tebal minimum tiap lapis perkerasan dilihat dari ITP  
Lapisan permukaan  $D_1$  = 5 cm  
Lapisan pondasi atas  $D_2$  = 20 cm  
Lapisan pondasi bawah  $D_3$  = 10 cm
- Tebal perkerasan  
Diambil  $D_2 = 20$  cm dan  $D_3 = 30$  cm  
$$\overline{ITP} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$
$$5 = (0,4 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times D_3)$$
$$D_3 = 1.7 \text{ cm (Diambil minimum, yaitu 10 cm)}$$





**Gambar 5. 3 Detail Perkerasan Lentur yang Direncanakan**

## 5.4 Perencanaan Perkerasan Rigid

Sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan kaku, diperlukan data-data masukan dari awal umur rencana atau awal jalan dibuka pada tahun 2016 yang digunakan sebagai perencanaan tebal perkerasan kaku (Rigid Pavement) sebagai berikut :

### 5.4.1 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga

**Tabel 5. 35 Tabel Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga**

No.	Golongan	Berat Total Max (Ton)
1.	Golongan I	2
2.	Golongan II	18
3.	Golongan III	25
4.	Golongan IV	32
5.	Golongan V	42

Untuk menentukan distribusi beban sumbu kendaraan masing-masing jenis kendaraan menggunakan data yang diperoleh dari ketentuan yang ada khususnya bagi kendaraan angkutan barang.

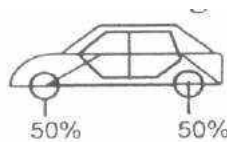
JBB	= Jumlah Berat Beban (Kendaraan + Penumpang + Barang)
JBI	= Jumlah Berat Ijin
MST	= Muatan sumbu terberat
DAI	= Daya Angkut Ijin

### 5.4.2 Distribusi Beban Sumbu Kendaraan

Perhitungan distribusi beban sumbu kendaraan sebagai berikut :

#### a. Kendaraan Penumpang

Kendaraan mobil penumpang mempunyai berat maksimum sebesar 2000 kg = 2 ton. Distribusi bebannya adalah :

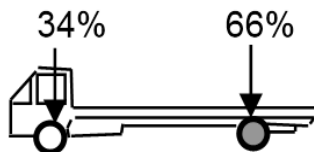


Beban sumbu depan = 50% x 2 ton = 1 ton

Beban sumbu belakang = 50% x 2 ton = 1 ton

#### b. Kendaraan Truck 2 as

Kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum 18000 kg = 18 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

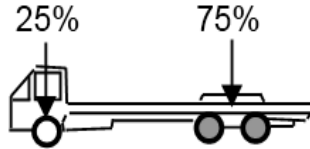


Beban sumbu depan = 34% x 18 ton = 6 ton

Beban sumbu belakang = 66% x 18 ton = 12 ton

**c. Kendaraan Truck 3 as**

Kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 25000 kg = 25 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

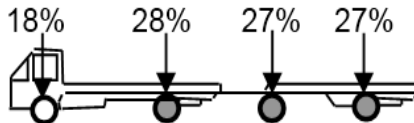


Beban sumbu depan = 25 % x 25 ton = 6,25 ton

Beban sumbu belakang = 75 % x 25 ton = 18,75 ton

**d. Kendaraan Truck Gandeng atau 4 as**

Kendaraan truck 4 as mempunyai berat maksimum 3200 kg = 32 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = 18 % x 32 ton = 7 ton

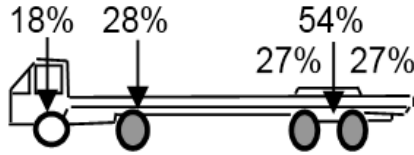
Beban sumbu tengah = 28 % x 32 ton = 9 ton

Beban sumbu tengah = 27 % x 32 ton = 8 ton

Beban sumbu belakang = 27 % x 32 ton = 8 ton

**e. Truk Semi Trailer atau 5 as**

Kendaraan truck 5 as mempunyai berat maksimum 42000 kg = 42 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu depan} &= 18 \% \times 42 \text{ ton} = 7 \text{ ton} \\ \text{Beban sumbu tengah} &= 28 \% \times 42 \text{ ton} = 12 \text{ ton} \\ \text{Beban sumbu tengah} &= 27 \% \times 42 \text{ ton} = 11.5 \text{ ton} \\ \text{Beban sumbu belakang} &= 27 \% \times 42 \text{ ton} = 11.5 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 5.4.3 Data Perencanaan

#### 5.4.3.1 Data Lalu Lintas

Data dan pertumbuhan lalu lintas alan Lingkar Luar Timur Surabaya adalah sebagai berikut :

- a. Data lalu-lintas harian rata-rata :
  - ✓ Golongan 1 = 29499 Buah/hari
  - ✓ Golongan 2 = 16773 Buah/hari
  - ✓ Golongan 3 = 953 Buah/hari
  - ✓ Golongan 4 = 3443 Buah/hari
  - ✓ Golongan 5 = 3121 Buah/hari
- b. Pertumbuhan lalu-lintas (i) :
  - ✓ Golongan I = 4 %
  - ✓ Golongan II = 5 %
  - ✓ Golongan III = 5 %
  - ✓ Golongan IV = 5 %
  - ✓ Golongan V = 5 %

### 5.4.3.1 Analisa CBR

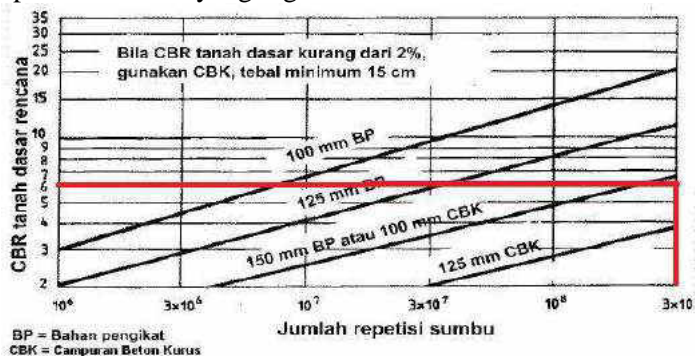
Pada perencanaan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, untuk perhitungan pelat beton pada jalan, CBR yang digunakan adalah CBR.

**Tabel 5. 36 Data CBR**

NO	STA	CBR max	CBR mean	CBR min
1	3+00	22	15.4	4.2
2	4+700	8.3	5.5	2.5
3	6+000	9.1	8.2	6.7

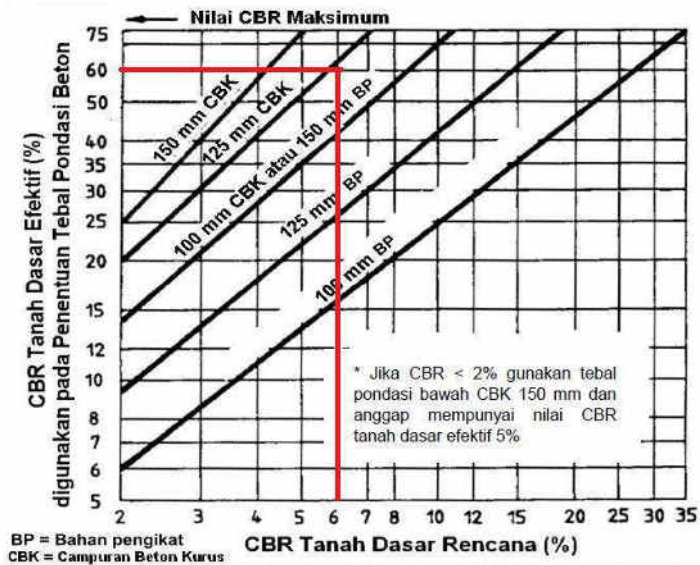
*Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*

Dari tabel 5.10, CBR telah diketahui nilai CBR tanah asli, yaitu sebesar 4,5 %.. Setelah diketahui nilai CBR tanah asli, kemudian menentukan nilai CBR tanah dasar. Dalam pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, nilai CBR tanah dasar sebesar 6 % karena bahan yang digunakan pada tanah dasar adalah pasir urug. Setelah didapatkan nilai CBR tanah dasar, maka nilai CBR tanah dasar tersebut diplotkan pada grafik gambar 2.11 pada bab II, yang ditunjukkan pada gambar 5.1 untuk menentukan tebal pondasi bawah yang digunakan.



**Gambar 5.4 Tebal Pondasi Bawah Minimum**

Dari hasil grafik di atas, dapat ditentukan pondasi bawah minimum yaitu 125 mm CBK . Untuk mendapatkan nilai CBR tanah efektif, maka menggunakan grafik dari gambar 2.12 pada bab II, yang ditunjukkan pada Gambar 5.2 sebagai berikut :



**Gambar 5. 5 CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah**

Dari grafik di atas, didapatkan nilai CBR efektif 60 % dengan pondasi minimal 125 mm CBK.

#### 5.4.3.2 Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek akhir ini adalah Campuran Beton Kurus (CBK) yang berupa Lean Concrete (LC) dengan mutu beton K-125 dengan tebal 125 mm.

#### 5.4.3.3 Beton Semen

Kekuatan beton yang digunakan pada perencanaan jalan pada proyek akhir ini adalah sebesar 4,25 Mpa.

#### 5.4.3.4 Umur Rencana

Perencanaan jalan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada proyek akhir ini adalah 30 tahun.

#### 5.4.3.5 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana dan koefisien distribusi dapat pada tabel 5.21 adalah sebesar 0,50 dengan lebar perkerasan  $5,50 \text{ m} \leq Lp < 8,25 \text{ m}$ .

**Tabel 5. 37 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan Dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana**

Lebar perkerasan ( $L_p$ )	Koefisien distribusi	
	1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	-	0,40

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen  
PD T-14-2003

### 5.4.3.6 Faktor Keamanan Beban

Faktor keamanan beban dari tabel 5.22 diperoleh sebesar 1,2.

**Tabel 5. 38 Faktor keamanan beban**

No.	Penggunaan	Nilai F <sub>KB</sub>
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : SNI Perencanaan Perkerasan Beton Semen PD  
T-14-2003

### 5.4.3.7 Perhitungan Pelat Beton

Perhitungan pelat beton adalah sebagai berikut :

Jenis perkerasan	= BBTT dengan ruji
Jenis bahu	= dengan bahu beton
Umur rencana	= 30 tahun
Kuat tarik lentur beton	= 4,25 MPa ( $f'_{cf}$ ) umur 28 hari
CBR tanah dasar	= 6 %
CBR efektif	= 60 %



**Tabel 5. 39 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya**

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban sumbu (ton)				Jmh Kend	Jmh Sumbu per kendaraan	Jmh Sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB	(bh)	(bh)	(bh)	BS	JS	BS	JS	BS	JS
								ton	bh	ton	bh	ton	bh
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
Golongan 1	1.00	1.00			25644	2	51348						
Golongan 2	6.00	12.00			12948	2	25896	6.00	12948	12.00	12948		
Golongan 3	6.00	19.00			953	3	2859	6.00	953			19	953
Golongan 4	7.00	9.00	8	8	3443	4	13772	7.00	3443	9	3443		
								8.00	3443				
								8.00	3443				
Golongan 5	7	12	11.5	11.5	3121	4	12484	7.00	3121	12	3121	23	3121
<b>Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN)</b>							106359		27351		19512		4074

Berdasarkan persamaan, jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (30 tahun) adalah sebagai berikut :

$$\text{JSKN} = 365 \times \text{JSKNH} \times R \times C$$

$$\text{JSKNH} = 106359 \text{ buah}$$

$$R = \frac{(1+i)^{L/R} - 1}{i}$$

Faktor pertumbuhan lalu lintas pada golongan II, III, IV, dan V adalah

$$R = \frac{(1+0.05)^{30} - 1}{0.05} = 66,439$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 106359 \times 66.439 \\ &= 2579224824 \end{aligned}$$

$$\text{JSKN Rencana} = \text{JSKN} \times C$$

$$C = 0.5 \{ \text{Lebar perkerasan } 7 \text{ m } (5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}) \text{ dengan jumlah lajur } 4, 2 \text{ arah} \}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN Rencana} &= 2579224824 \times 0.5 \\ &= 1289612412 \end{aligned}$$

**Tabel 5. 40 Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi**

Jenis Sumbu	Beban sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi
						yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4) x (5) x (6)
STRT	8.00	6886	0.252	0.537	1289612412	174338321
	7.00	6564	0.240	0.537	1289612412	166185992
	6.00	13901	0.508	0.537	1289612412	351942638
<b>Total STRT</b>		<b>27351</b>	<b>1.000</b>			<b>692466951</b>
STRG	12.00	16069	0.824	0.383	1289612412	406831613
	9.00	3443	0.176	0.383	1289612412	87169161
<b>Total STRG</b>		<b>19512</b>	<b>1.000</b>			<b>494000773</b>
STdRG	23.00	3121	0.766	0.079	1289612412	79016831
	19.00	953	0.234	0.079	1289612412	24127857
<b>Total STdRG</b>		<b>4074</b>	<b>1.000</b>			<b>103144688</b>
<b>Rekapitulasi selama umur rencana</b>						<b>1289612412</b>

## a. Proporsi Beban

Proporsi beban didapatkan dari hasil bagi antara jumlah sumbu tiap beban dibagi total keseluruhan jumlah sumbu, seperti berikut ini :

$$\text{Proporsi Beban} = \frac{\text{Jumlah sumbu pada suatu beban}}{\text{Jumlah keseluruhan sumbu}}$$

**Pada STRT**

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 8 ton)} = \frac{6886}{27351} = 0.252$$

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 7 ton)} = \frac{6564}{27351} = 0.250$$

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 6 ton)} = \frac{17726}{27351} = 0.508$$

**Pada STRG**

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 12 ton)} = \frac{16069}{19512} = 0.824$$

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 9 ton)} = \frac{3443}{19512} = 0.176$$

**Pada STdRG**

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 23 ton)} = \frac{3121}{4074} = 0.766$$

$$\text{Proporsi Beban (Beban sumbu 19 ton)} = \frac{953}{4074} = 0.234$$

b. Proporsi Sumbu

Proporsi sumbu didapatkan dari hasil bagi antara total keseluruhan jumlah sumbu dibagi total jumlah sumbu keseluruhan jenis kendaraan. Berikut adalah perhitungan untuk menentukan proporsi sumbu :

**Pada STRT**

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{27351}{50937} = 0.537$$

**Pada STRG**

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{19512}{50937} = 0.383$$

**Pada STdRG**

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{4074}{50937} = 0.08$$

➤ Perhitungan Tebal Plat Beton :

- ✓ Data teknis perhitungan tebal plat beton :
- ✓ Jenis perkerasan = BBTT dengan ruji
- ✓ Jenis bahu = Dengan bahu beton
- ✓ Umur rencana = 30 tahun
- ✓ Faktor keamanan beban = 1,2
- ✓ CBR tanah dasar = 6 %
- ✓ CBR tanah efektif = 60 %

- ✓ Tebal taksiran pelat beton = 23 cm

Perhitungan tebal pelat yang akan digunakan dengan cara memilih tebal pelat tertentu dan menganalisisnya dari factor fatigue dan erosi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan tebal pelat beton pada setiap masing-masing jenis kendaraan, dijelaskan sebagai berikut :

- ✓ Kolom jenis sumbu = Pembagian jenis – jenis sumbu pada setiap as jrnis kendaraan STRT, STRG, dan STdRG.
- ✓ Kolom beban sumbu = Beban sumbu yang diambil merupakan bebansumbu dari masing-masing jenis kendaraan.
- ✓ Kolom beban rencana = Beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan ( $F_k = 1,2$ )
- ✓ Kolom repetisi beban = Repetisi beban yang diambil merupakan jumlah repetisi yang terjadi pada masing-masing kombinasi konfigurasi sumbu kendaraan.
- ✓ Kolom faktor tegangan dan erosi (TE) dan Faktor Erosi (FE) dapat dilihat di buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal.25 dan FRT didapat dari :

$$FRT = \frac{TE}{\text{Kuat tarik Intur beton}}$$

- ✓ Kolom repetisi beban ijin pada analisa fatik dapat dilihat dari nomogram pada gambar nomogram yang ada di buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal.26 pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui repetisi beban ijin. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisis tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
  - ✓ Kolom persen rusak dari analisa fatik = persen rusak pada analisa fatik menunjukkan factor adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada analisa fatik di sisni, jumlah dari persenrusak paad seluruh sumbu kendaraan tidak boleh melampaui dari nilai 100 %.
- Dengan cara :

$$Persen rusak = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa fatik}} \times 100$$

- ✓ Kolom repetisi beban ijin pada analisa erosi dapat dilihat dari nomogram (Buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal28) pada masingmasing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisis tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
- ✓ Kolom persen rusak dari analisa erosi = persen rusak pada analisa erosi menunjukkan factor adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada analisa erosi di sisni, jumlah dari persen rusak pada seluruh sumbu kendaraan tidak boleh melampaui dari nilai 100 %.

Dengan cara:

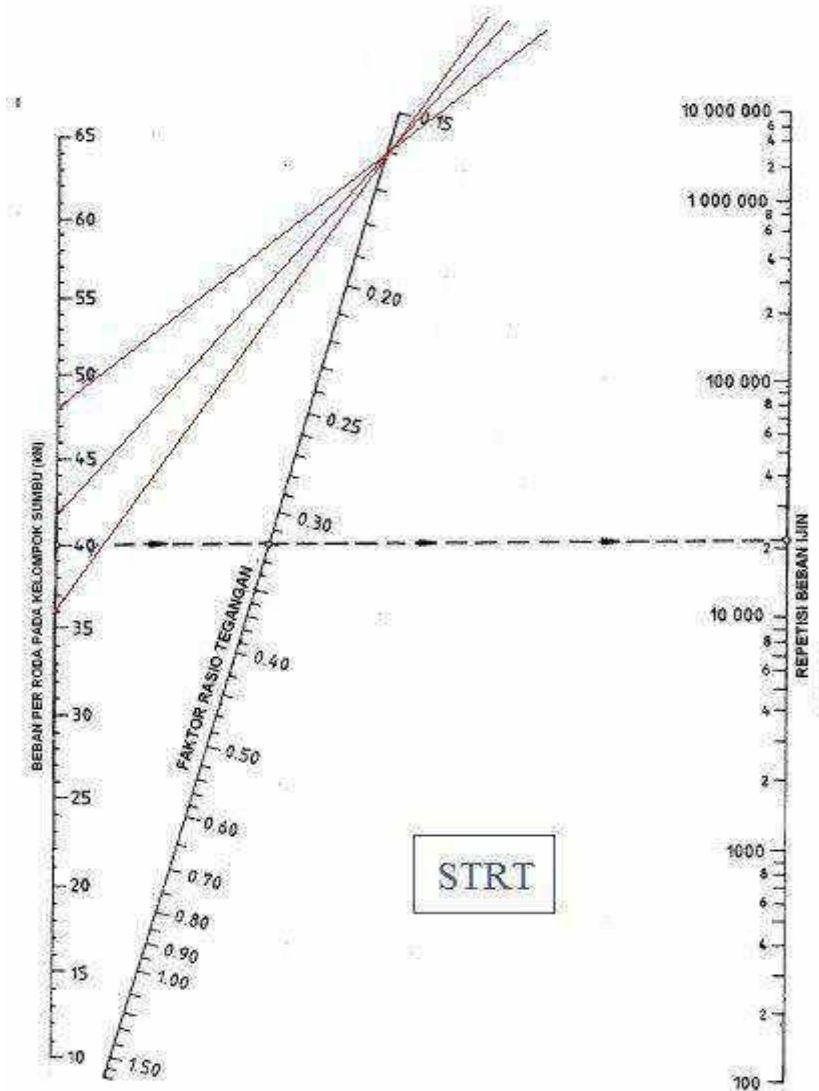
$$Persen rusak = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa erosi}} \times 100$$

### 1. Tebal Taksiran Plat Beton sebesar 22 cm

**Tabel 5. 41 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi**

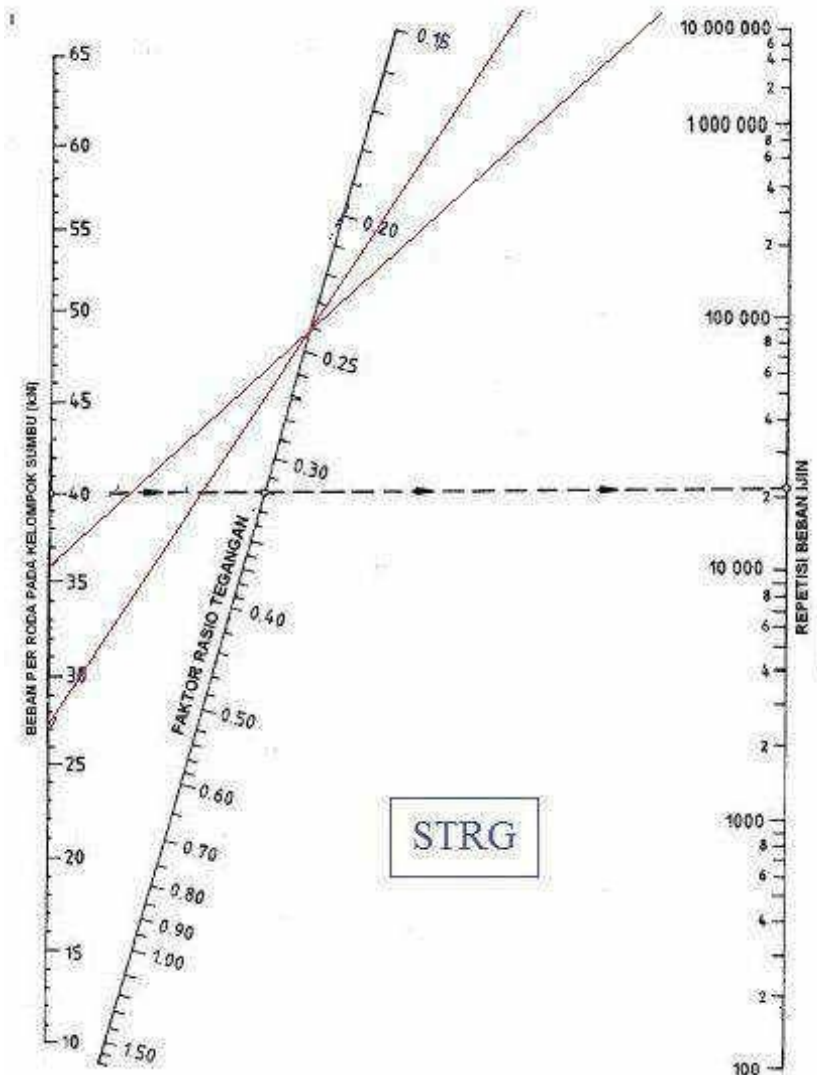
Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak	
					(6)	(7)	(8)	(9)	
<b>STRT</b>	8.00	80.00	48.00	174338321	<b>TE :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
	7.00	70.00	42.00	166185992	0.70	TT	0.00%	TT	0.00%
	6.00	60.00	36.00	351942638	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.16	TT			
					<b>FE : 1.6</b>	TT			
<b>STRG</b>	12.00	120.00	36.00	406831613	<b>TE :</b>	TT	0.00%	10000000	40.683%
					1.02				
	9.00	90.00	27.00	87169161	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.24				
					<b>FE : 2.19</b>				
<b>STdRG</b>	23.00	230.00	34.50	79016831	<b>TE :</b>	TT	0.00%	70000000	112.88 %
					0.86				
	19.00	190.00	28.50	24127857	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.20				
					<b>FE : 2.19</b>				
<b>TOTAL :</b>						0%		153.56 %	
						< 100%		< 100%	

Dengan tebal 22 cm, terlihat total presentasi erosi sebesar 153.56 % > 100 %, maka tebal perkerasan tersebut tidak memenuhi (TIDAK OKE).

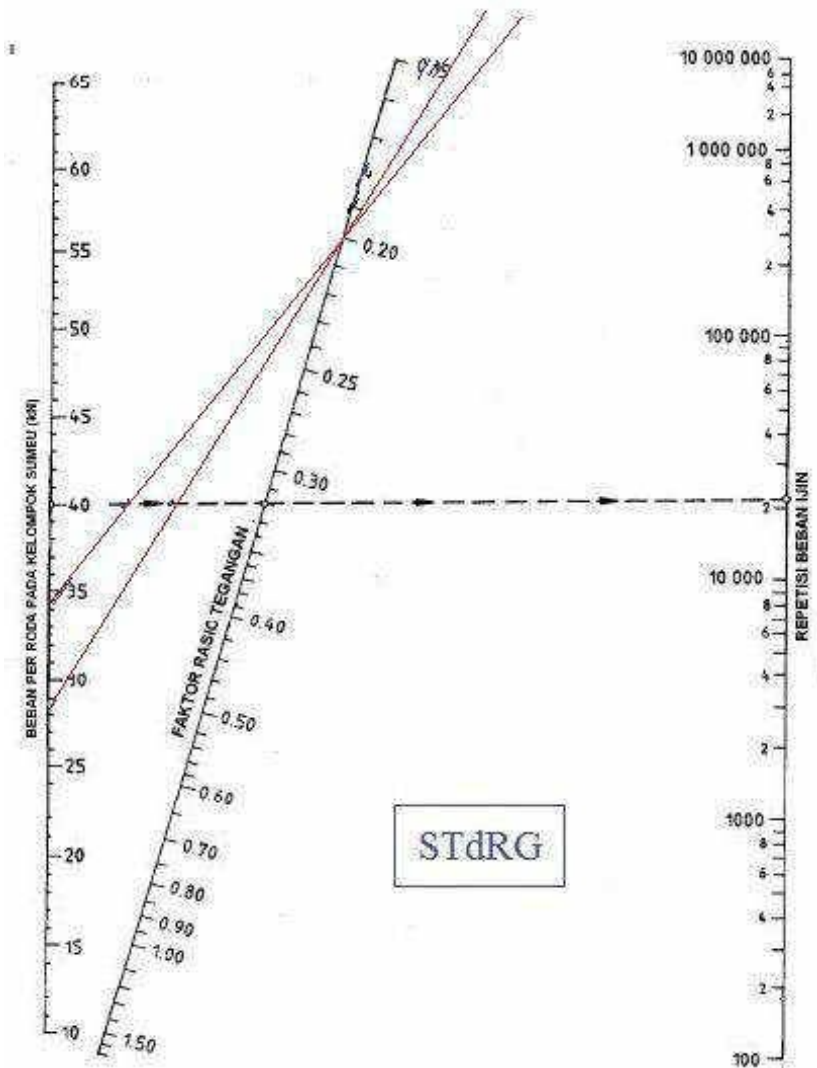


**Gambar 5. 6 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**

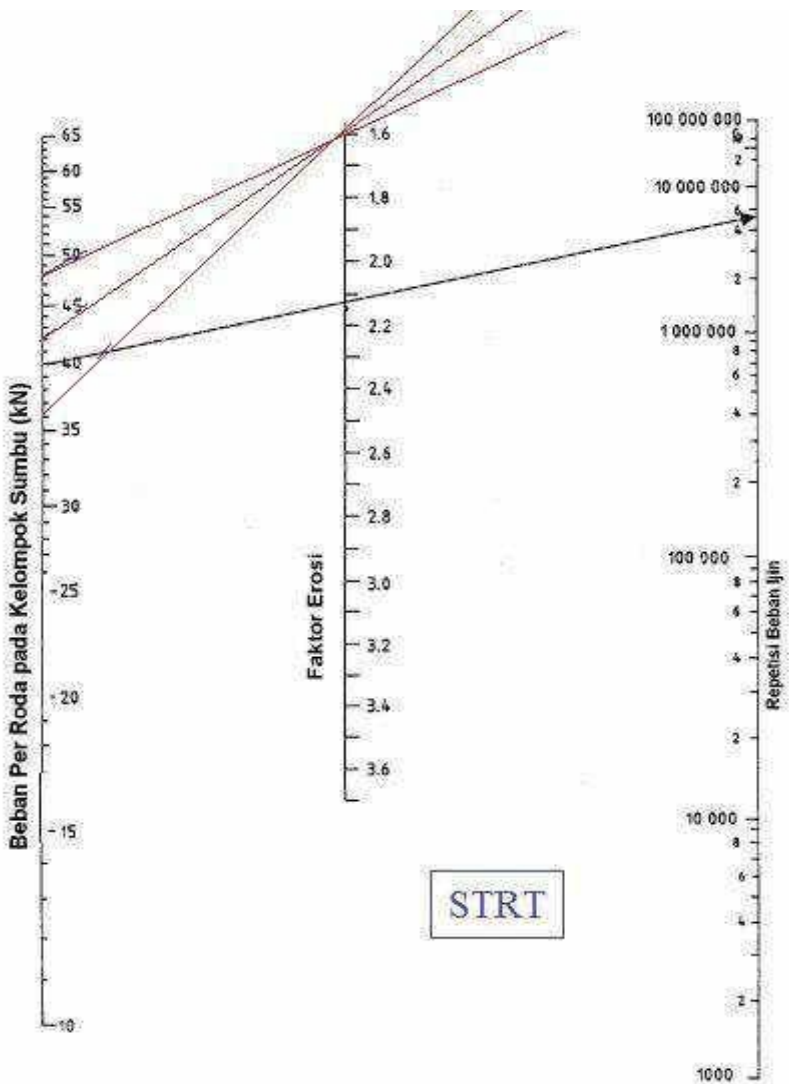




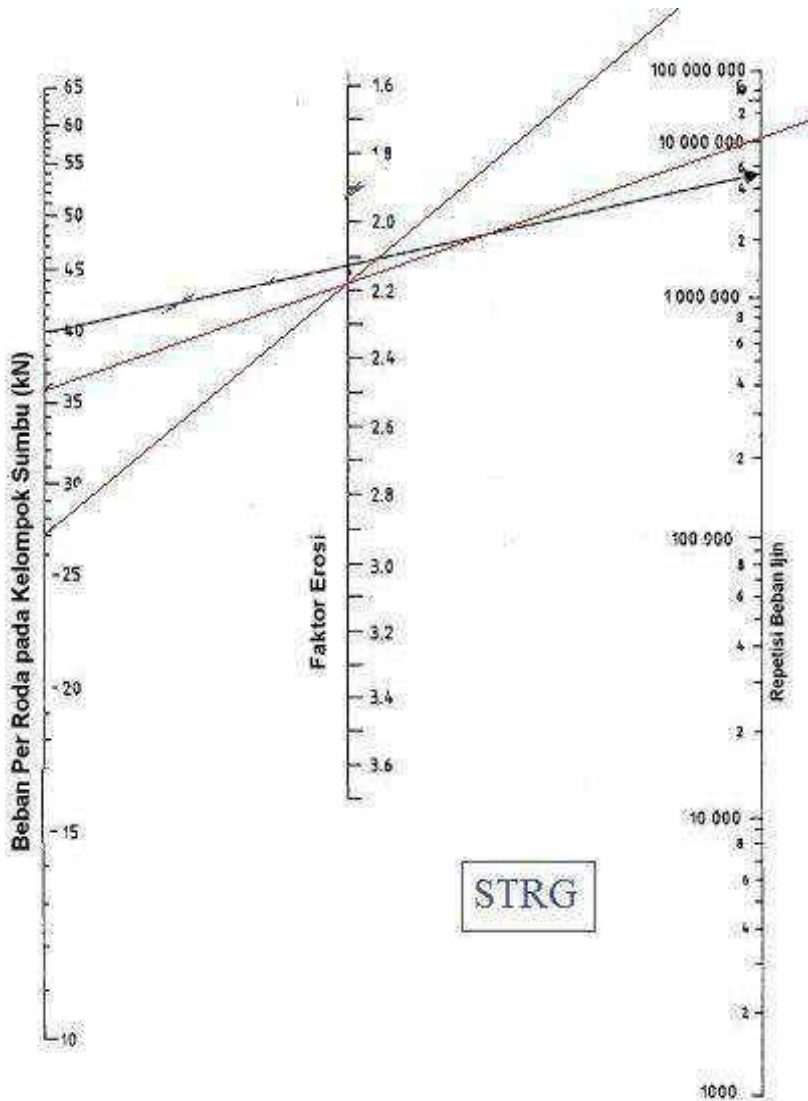
**Gambar 5. 7 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**



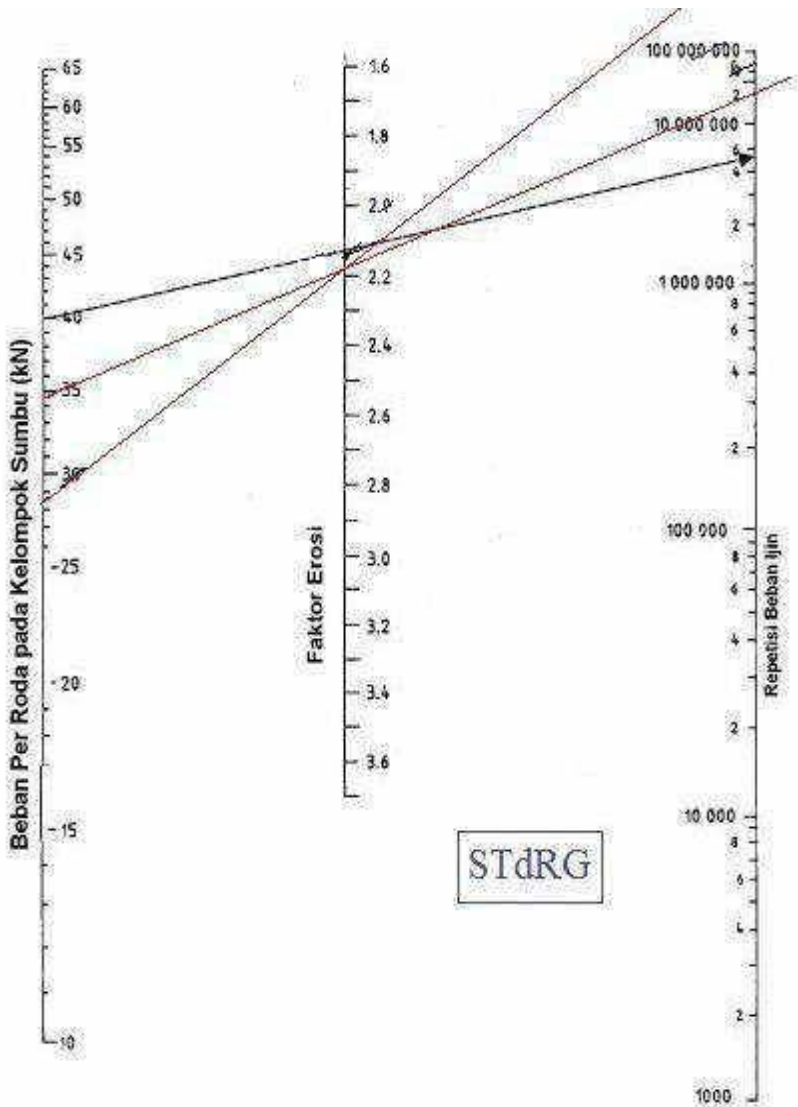
**Gambar 5. 8 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**



**Gambar 5. 9 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**



**Gambar 5. 10 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**



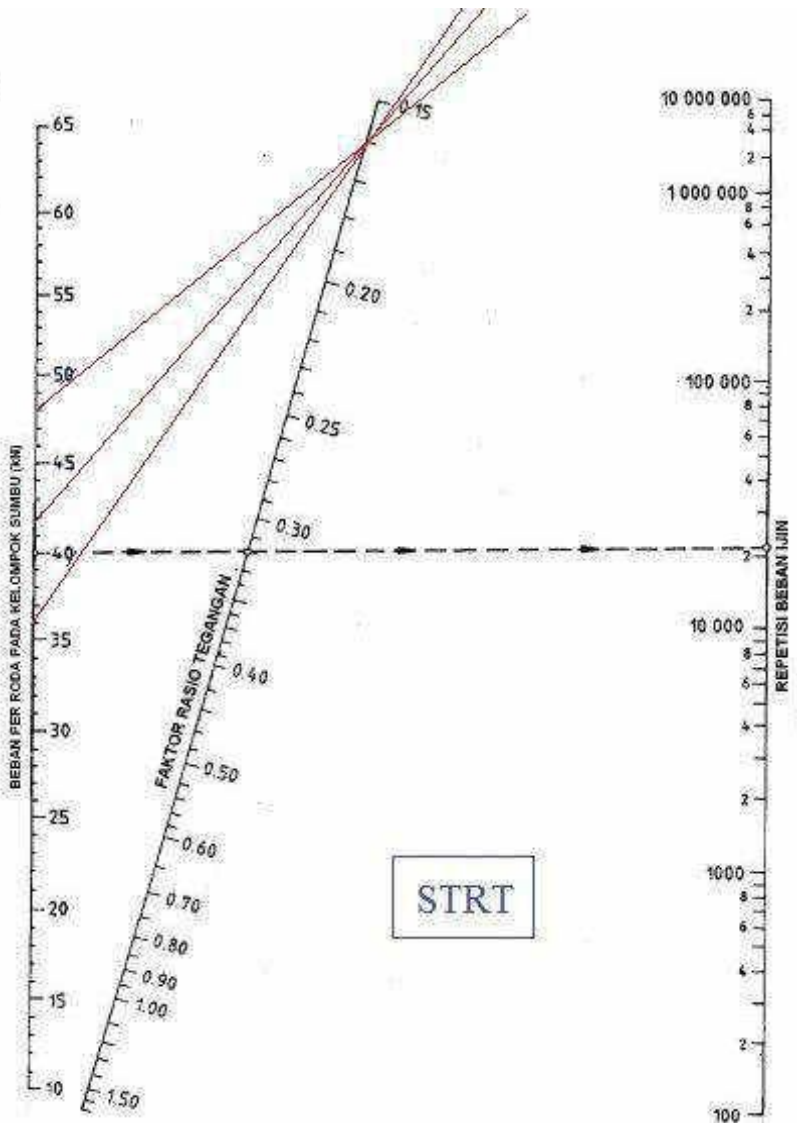
**Gambar 5. 11 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**

## 2. Tebal Taksiran Plat Beton adalah 23 cm

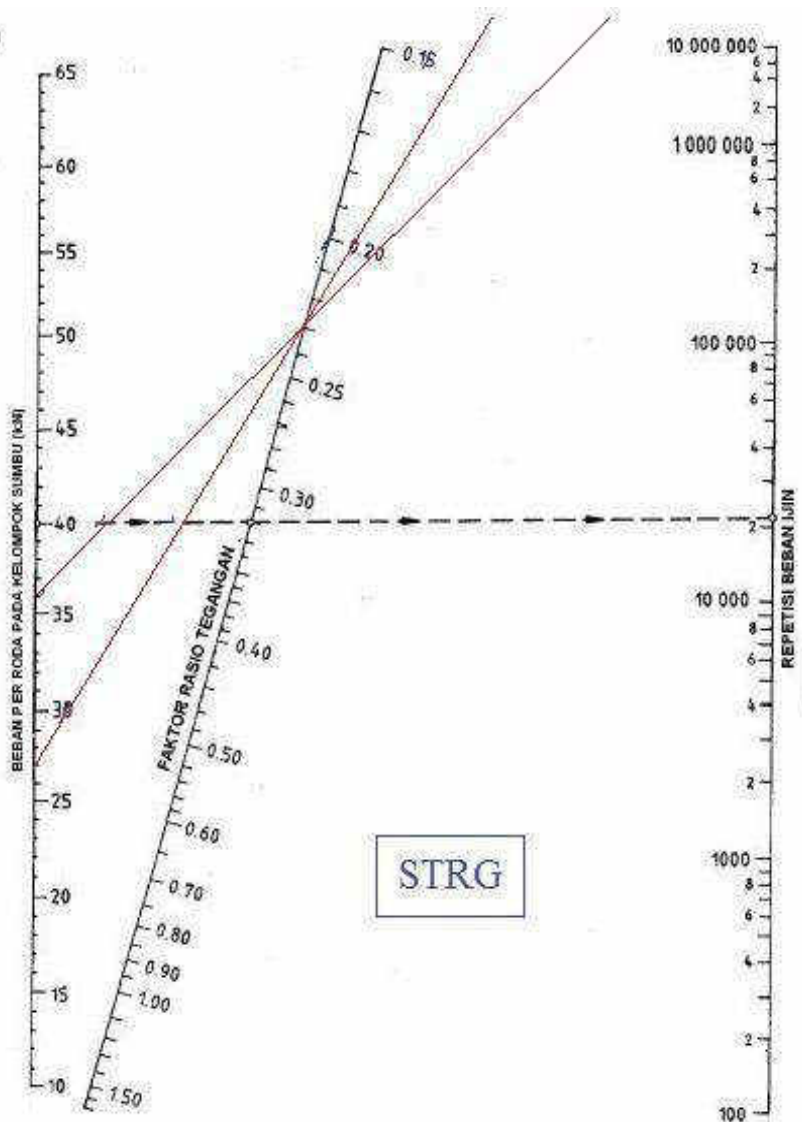
**Tabel 5. 42 Perhitungan Analisa Fatik Dan Erosi**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak	
(1)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
<b>STRT</b>	8.00	80.00	48.00	174338321	<b>TE :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
	7.00	70.00	42.00	166185992	0.66	TT	0.00%	TT	0.00%
	6.00	60.00	36.00	351942638	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.16	TT			
					<b>FE : 1.53</b>	TT			
<b>STRG</b>	12.00	120.00	36.00	406831613	<b>TE :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.97				
	9.00	90.00	27.00	87169161	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.23				
					<b>FE : 2.13</b>				
<b>STdRG</b>	23.00	230.00	34.50	79016831	<b>TE :</b>	TT	0.00%	90000000	87.80%
					0.80				
	19.00	190.00	28.50	24127857	<b>FRT :</b>	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.19				
					<b>FE : 2.13</b>				
<b>TOTAL</b>						0%		87.80%	
						< 100%		< 100%	

Dengan tebal 23 cm, terlihat total presentasi erosi = 87.80% < 100 %, maka tebal perkerasan tersebut sudah memenuhi (OKE)

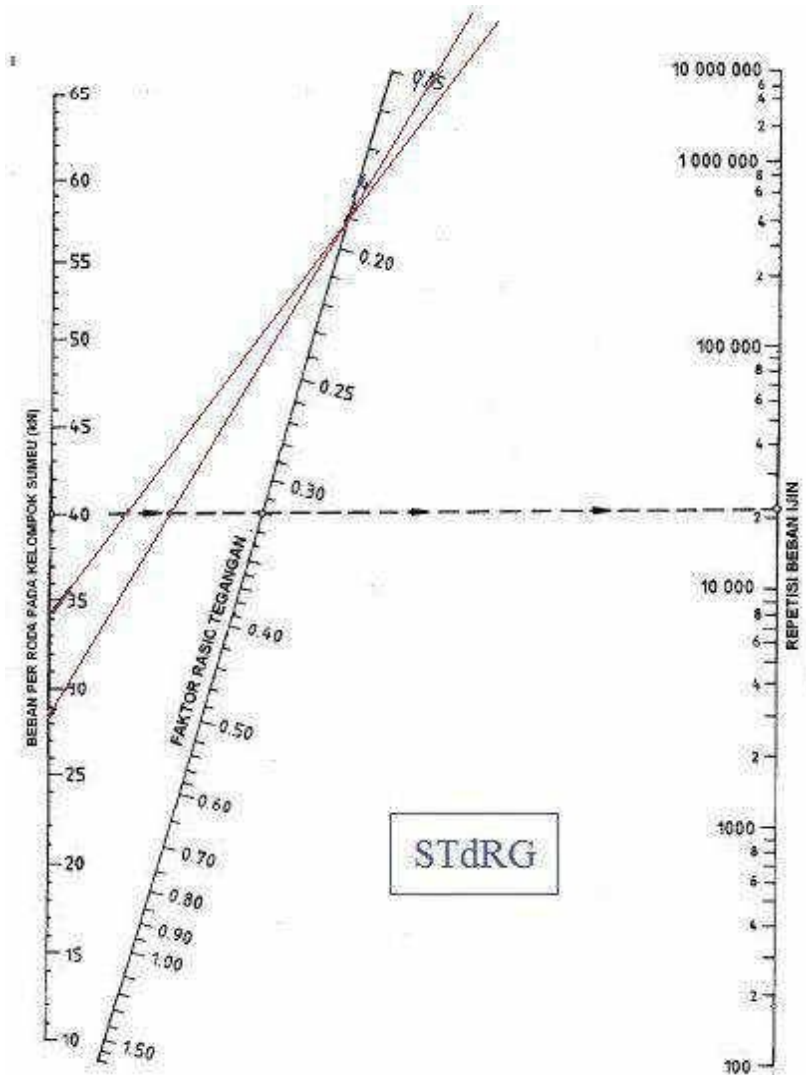


**Gambar 5. 12 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**

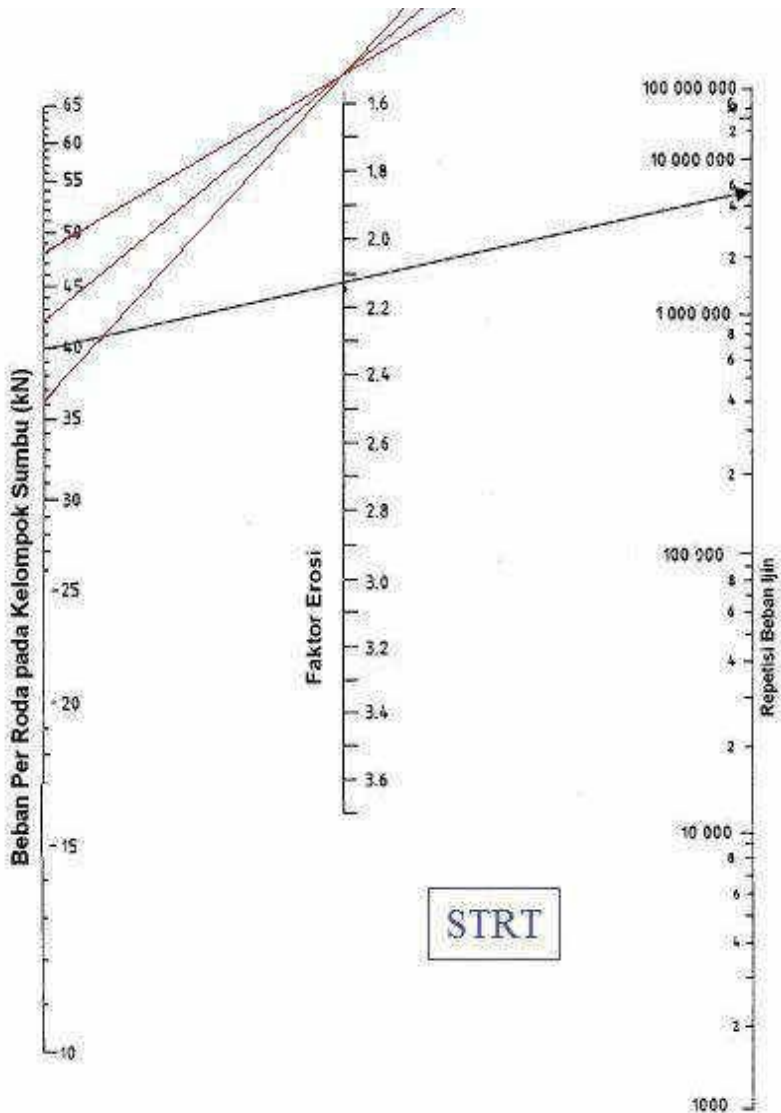


**Gambar 5. 13 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**

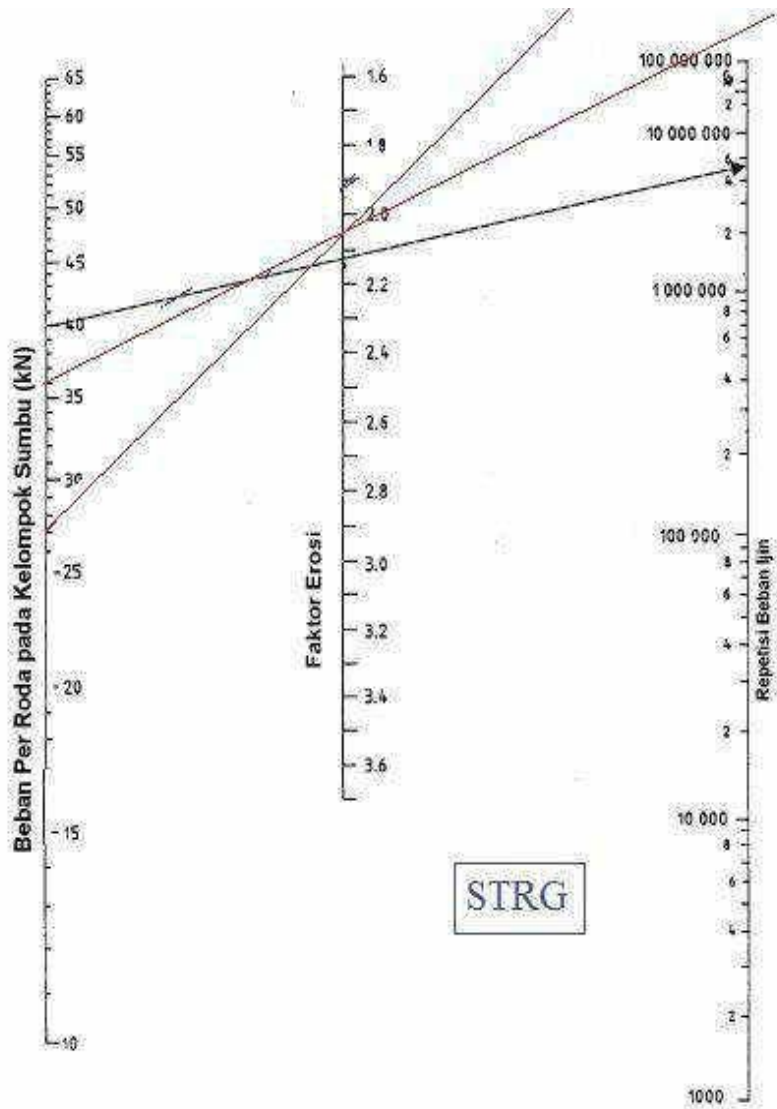




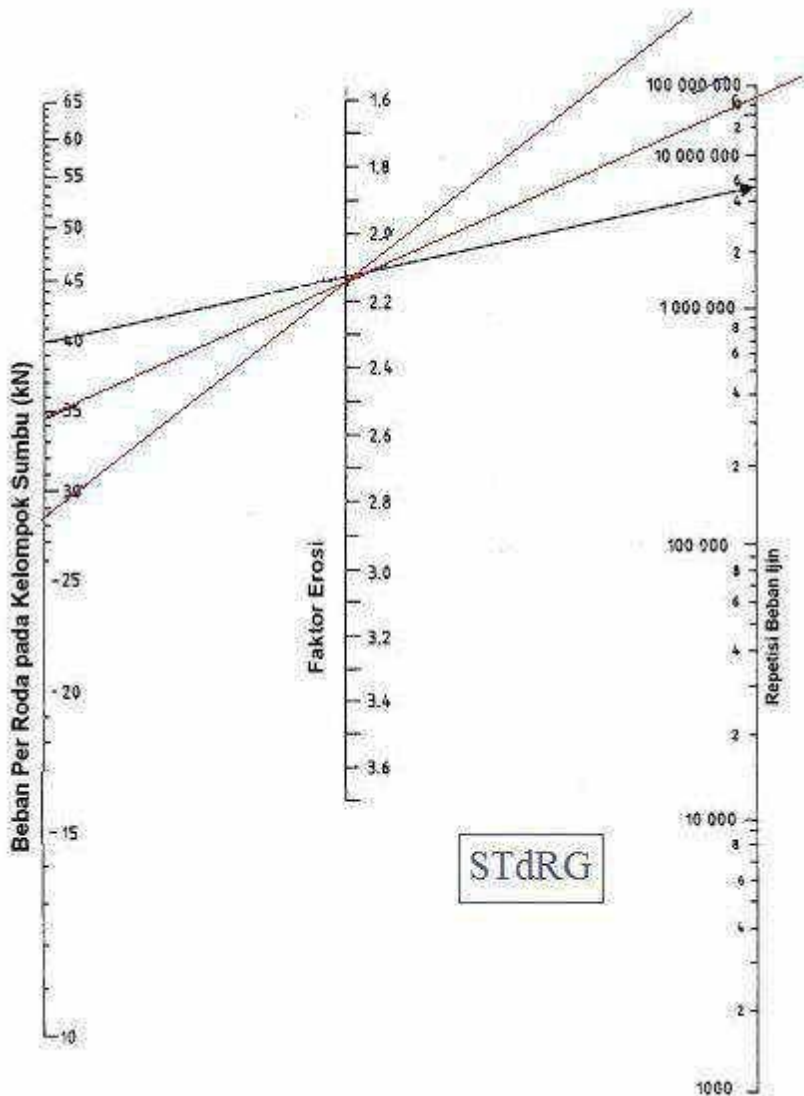
**Gambar 5. 14 Analisa Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton**



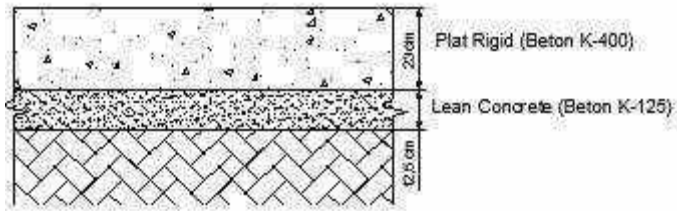
**Gambar 5. 15 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**



**Gambar 5. 16 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**



**Gambar 5. 17 Analisa Erosi Dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton**



**Gambar 5. 18 Detail Perkerasan Kaku yang Direncanakan**

#### 5.4.4 Perhitungan Sambungan

- ✓ Tebal pelat = 23 cm
- ✓ Lebar pelat = 2 x 3.5 m
- ✓ Panjang pelat = 5 m
- ✓ Koefisien gesek dengan antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1.3
- ✓ Kuat tarik ijin baja = 240 Mpa
- ✓ Berat isi beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Gravitasi = 9.81 m/dt<sup>2</sup>

#### 5.3.4.1 Dowel (Ruji)

Ketentuan penggunaan dowel sebagai penyambung atau [engikat pada sambungan pelat beton, dapat dilihat pada table berikut ini :

**Tabel 5. 43 Ukuran Dan Jarak Batang Dowel (Ruji) yang Disarankan**

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

Berdasarkan tabel di atas, dapat digunakan dowel dengan diameter sebesar 36 mm. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 meter, ruji digunakan dengan ukuran panjang 45 cm. Jarak antara ruji adalah 30 cm.

#### 5.3.4.2 Tie Bar

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 3.5 \times 0.23 \\ &= 164.22 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba tulangan tie bar baja ulir D13

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ A_1 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2 \\ A_1 &= 132.665 \text{ mm}^2 < 164.96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan yang diperlukan per meter adalah :

$$\begin{aligned} A_t &= 164.96 \\ A_1 &= 132.665 \\ &= 1.243 = 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

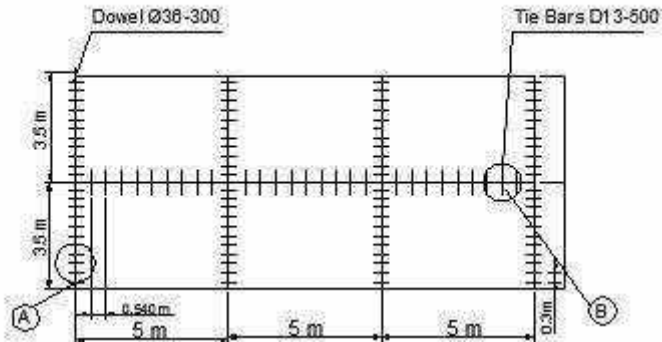
Jarak batang pengikat yang digunakan sebesar 500 mm

Panjang batang pengikat (tie bar) :

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times 13) + 75 \\ &= 572.9 = 580 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga, ukuran dan jarak tie bar :

$$\begin{aligned} \text{Diameter tie bar} &= 13 \text{ mm} \\ \text{Panjang tiap tie bar} &= 580 \text{ mm} \\ \text{Jarak tie bar} &= 500 \text{ mm} \end{aligned}$$



**Gambar 5. 19 Detail Sambungan yang Direncanakan**

## 5.5 Perencanaan Drainase

Drainase merupakan system pengeringan dan pengaliran air yang berfungsi untuk mengendalikan kelebihan air permukaan. Dalam perencanaan jalan, drainase menjadi bagian penting yang perlu untuk diperhatikan karena jika air dibiarkan menggenang di atas permukaan badan jalan, maka hal tersebut dapat menyebabkan rusaknya konstruksi jalan. Hal –hal yang diperlukan dalam perencanaan drainase yaitu analisa curah hujan dan perencanaan desain saluran drainase, agar dapat menampung deit air yang mengalir. Berdasarkan perumusan SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.

**a. Perhitungan Debit dan Dimensi Saluran**

**Tabel 5. 44 Perhitungan Curah Hujan Daerah**

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/jam)	Deviasi	$(X_i - \bar{X})^2$
		Stasiun Larangan	$(X_i - \bar{X})$ rata-rata)	
1	1973	85	-9,4	88,36
2	1974	68	-26,4	696,96
3	1975	67	-27,4	750,76
4	1976	86	-8,4	70,56
5	1977	90	-4,4	19,36
6	1978	110	15,6	243,36
7	1979	102	7,6	57,76
8	1980	96	1,6	2,56
9	1981	110	15,6	243,36
10	1982	100	5,6	31,36
11	1983	103	8,6	73,96
12	1984	108	13,6	184,96
13	1985	90	-4,4	19,36
14	1986	110	15,6	243,36
15	1987	109	14,6	213,16
16	1988	74	-20,4	416,16
17	1989	85	-9,4	88,36
18	1990	85	-9,4	88,36
19	1991	107	12,6	158,76
20	1992	90	-4,4	19,36
21	1993	95	0,6	0,36
22	1994	113	18,6	345,96
23	1995	121	26,6	707,56



24	1996	85	-9,4	88,36
25	1997	132	37,6	1413,76
26	1998	135	40,6	1648,36
27	1999	116	21,6	466,56
28	2000	101	6,6	43,56
29	2001	80	-14,4	207,36
30	2002	187	92,6	8574,76
31	2003	65	-29,4	864,36
32	2004	61	-33,4	1115,56
33	2005	64	-30,4	924,16
34	2006	72	-22,4	501,76
35	2007	64	-30,4	924,16
36	2008	84	-10,4	108,16
37	2009	70	-24,4	595,36
38	2010	113	18,6	345,96
39	2011	72	-22,4	501,76
40	2012	71	-23,4	547,56

$$n = 40$$

$$\sum \text{curah hujan harian maksimum} = 3776$$

$$\sum \text{rata-rata} = 23635$$

- a. Tinggi Hujan Maksimum Rata – Rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{3776}{40} = 94,4$$

- b. Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\left(\frac{\sum Xi - X^2}{n}\right)} = \sqrt{\left(\frac{23635}{40}\right)} = 24,308$$

Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T tahun, digunakan persamaan di bawah ini. Periode ulang (T) untuk selokan samping ditentukan 10 tahun.

$$\checkmark X_t = \frac{X_{rata2+sx}}{sn*(Y_t-Y_n)}$$

Periode Ulang (T) = 10 tahun dan n = 40

**Tabel 5. 45 Periode Ulang**

Periode Ulang(Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan  
SNI 03-3424-1994*

$$Y_t = 2,2502$$

$$Y_n = 0,548$$

$$S_n = 1,159$$

$$\checkmark X_t = \frac{94,4 + 24,308}{24,308 \times (2,2502 - 0,548)}$$

$$= 130,101 \text{ mm}$$

Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam selama 4 jam, maka I didapat dari persamaan :

$$I = \frac{90\% * X_t}{4}$$

$$I = \frac{0,9 * 130,101}{4} = 29,2727 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Dimensi Saluran

Dengan sumber debit :

L = Permukaan jalan sesuai dengan perencanaan

L2 = Lebar bahu jalan

c. Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

$$T1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$Nd = 0,013$$

$$Lo1 = 7 \text{ m}$$

$$Lo2 = 3,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Lo3} &= 6 \text{ m} \\ \text{Lo4} &= 100 \text{ m} \end{aligned}$$

### 5.5.1 Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) pada STA 3+000-3+825

#### 1. Menghitung Waktu Konsentrasi

##### a. Penentuan Inlet Time

$$\begin{aligned} T \text{ Perkerasan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 7 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,058 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ bahu jalan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right) \\ &= 0,703 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ jalan samping} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 6 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right) \\ &= 1,206 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ tanah} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right) \\ &= 14,213 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$T1 = T \text{ perkerasan} + T \text{ bahu jalan} + T \text{ samping} + T \text{ tanah}$$

$$T1 = 17,181 \text{ menit}$$

$$V = 1,5 \text{ m/detik (Tabel 2 SNI 03-3424-1994)}$$

##### b. Penentuan Flow Time

$$T2 = \frac{L}{60 \times V}$$

$$L = 825 \text{ m}$$

$$T2 = \frac{825 \text{ m}}{60 \times 1,5 \text{ m/detik}}$$

$$T2 = 9,1666 \text{ menit}$$

##### c. Waktu Konsentrasi

$$Tc = T1 + T2$$

$$= 17,181 \text{ menit} + 9,1666 \text{ menit}$$

$$= 26,348 \text{ menit}$$

#### 2. Menentukan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan maksimum (mm/jam) ditentukan dengan cara memplotkan harga  $Tc$ , kemudian tarik garis ke atas

sampai memotong intensitas hujan kurva rencana. Sehingga, dapat diketahui nilai  $I = 122$  mm/jam.

3. Menentukan Besarnya Koefisien (C)

$$C1 = 0,7 \text{ (permukaan jalan beraspal)}$$

$$C2 = 0,7 \text{ (bahu jalan beraspal)}$$

$$C3 = 0,7 \text{ (jalan samping permukaan aspal)}$$

$$C4 = 0,4 \text{ (bagian luar jalan)}$$

4. Menentukan luas daerah pengaliran diambil permeter panjang

$$A1 = 7\text{m} \times 825\text{m} = 5775 \text{ m}^2$$

$$A2 = 3,5\text{m} \times 825\text{m} = 2887,5 \text{ m}^2$$

$$A3 = 6\text{m} \times 825\text{m} = 4950 \text{ m}^2$$

$$A4 = 100\text{m} \times 825 \text{ m} = 82500 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{(C1 \times A1) + (C2 \times A2) + (C3 \times A3) + (C4 \times A4)}{(A1 + A2 + A3 + A4)}$$

$$= \frac{(0,7 \times 5775) + (0,7 \times 2887,5) + (0,7 \times 4950) + (0,4 \times 82500)}{(5775 + 2887,5 + 4950 + 82500)}$$

$$= 0,442$$

5. Menghitung besarnya debit (Q) :

$$A \text{ total} = A1 + A2 + A3 + A4$$

$$= 5775 \text{ m}^2 + 2887,5 \text{ m}^2 + 4950 \text{ m}^2 + 82500 \text{ m}^2$$

$$= 96112,5 \text{ m}^2 = 0,0961125 \text{ km}^2$$

$$C = 0,442$$

$$I_{\text{maks}} = 122 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,442 \times 122 \times 0,096$$

$$= 1,441 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Saluran direncanakan terdiri dari Beton dengan kecepatan diijinkan = 1,5 m/detik

6. Penampang Basah Selokan Samping

Penampang basah selokan samping dihitung menggunakan rumus :

$$\checkmark Fd = \frac{Q}{V}$$

$$\checkmark Fd = \frac{1,441}{1,5} = 0,961 \text{ m}^2$$

### 7. Menghitung Dimensi Saluran

Menghitung selokan samping berbentuk persegi :

$$\begin{aligned} b &= 2d \\ Fe &= Fd \\ Fe &= b \times d \\ B \times d &= 0,961 \\ 2d \times d &= 0,961 \\ d &= 0,693 \text{ m} \\ b &= 1,386 \text{ m} \\ w &= \sqrt{(0,5 \times d)} \\ &= \sqrt{(0,5 \times 0,693)} \\ &= 0,588 \text{ m} \end{aligned}$$

### 8. Menghitung Saluran yang Diijinkan

Menghitung saluran yang diijinkan dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Fd &= 0,961 \text{ m}^2 \\ N &= 0,016 \text{ (saluran beton, harga } n \text{ rumus manning)} \\ v &= 1,5 \text{ m/detik} \\ P &= b+2d \\ P &= 1,386 + 2 \times 0,693 \\ P &= 2,772 \text{ m} \\ R &= \frac{Fd}{P} \\ R &= \frac{0,961}{2,772} \\ &= 0,346 \text{ m} \\ I &= \left( \frac{v \cdot n}{R^2} \right)^2 = \left( \frac{1,5 \cdot 0,016}{0,346^2} \right)^2 = 0,0023 = 0,236 \% \\ I \text{ Lapangan} &= \frac{\text{Elv tinggi} - \text{Elv rendah}}{L} \times 100\% \\ \text{Sta 3+000 Elv} &= 9,433\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta 3+825 Elv} &= 9,036 \text{ m} \\ \text{I Lapangan} &= \frac{9,433-9,036}{825} \times 100\% = 0,048 \text{ \%} \end{aligned}$$

### 5.5.2 Perencanaan Dimensi Saluran Tepi (Drainase) pada STA 3+825-4+30

#### 1. Menghitung Waktu Konsentrasi

##### a. Penentuan Inlet Time

$$\begin{aligned} T \text{ Perkerasan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 7 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,058 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ bahu jalan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right) \\ &= 0,703 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ jalan samping} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 6 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right) \\ &= 1,206 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T \text{ tanah} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \text{ m} \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right) \\ &= 14,213 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$T1 = T \text{ perkerasan} + T \text{ bahu jalan} + T \text{ samping} + T \text{ tanah}$$

$$T1 = 17,181 \text{ menit}$$

$$V = 1,5 \text{ m/detik (Tabel 2 SNI 03-3424-1994)}$$

##### b. Penentuan Flow Time

$$T2 = \frac{L}{60 \times V}$$

$$L = 457 \text{ m}$$

$$T2 = \frac{457 \text{ m}}{60 \times 1,5 \text{ m/detik}}$$

$$T2 = 5,077 \text{ menit}$$

##### c. Waktu Konsentrasi

$$Tc = T1 + T2$$

$$= 17,181 \text{ menit} + 5,077 \text{ menit}$$

$$= 22,259 \text{ menit}$$

#### 2. Menentukan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan maksimum (mm/jam) ditentukan dengan cara memplotkan harga  $Tc$ , kemudian tarik garis ke atas

sampai memotong intensitas hujan kurva rencana. Sehingga, dapat diketahui nilai  $I = 134 \text{ mm/jam}$ .

3. Menentukan Besarnya Koefisien

$$C1 = 0,7 \text{ (permukaan jalan beraspal)}$$

$$C2 = 0,7 \text{ (bahu jalan beraspal)}$$

$$C3 = 0,7 \text{ (jalan samping permukaan aspal)}$$

$$C4 = 0,4 \text{ (bagian luar jalan)}$$

Menentukan luas daerah pengaliran diambil permeter panjang

$$A1 = 7\text{m} \times 457\text{m} = 3199 \text{ m}^2$$

$$A2 = 3,5\text{m} \times 457\text{m} = 1599,5 \text{ m}^2$$

$$A3 = 6\text{m} \times 457\text{m} = 2742 \text{ m}^2$$

$$A4 = 100\text{m} \times 457 \text{ m} = 45700 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{(C1 * A1) + (C2 * A2) + (C3 * A3) + (C4 * A4)}{(A1 + A2 + A3 + A4)}$$

$$= \frac{(0,7*3199)+(0,7*1599,5)+(0,7*2742)+(0,4*45700)}{(3199+1599,5+2742+45700)}$$

$$= 0,442$$

4. Menghitung Besarnya Debit (Q) :

$$A \text{ total} = A1+A2+A3+A4$$

$$= 3199 \text{ m}^2 + 1599,5 \text{ m}^2 + 2742 \text{ m}^2 + 45700 \text{ m}^2$$

$$= 53240,5 \text{ m}^2 = 0,0524 \text{ km}^2$$

$$C = 0,442$$

$$I \text{ maks} = 122 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,442 \times 134 \times 0,0532$$

$$= 0,876 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Saluran direncanakan terdiri dari Beton dengan kecepatan diijinkan = 1,5 m/detik.

## 5. Penampang Basah Selokan Samping

Penampang basah selokan samping dihitung menggunakan rumus:

$$\checkmark Fd = \frac{Q}{v}$$

$$\checkmark Fd = \frac{0,876}{1,5} = 0,961 \text{ m}^2$$

## 6. Menghitung Dimensi Saluran

Menghitung selokan samping berbentuk persegi :

$$b = 2d$$

$$Fe = Fd$$

$$Fe = b \times d$$

$$B \times d = 0,584$$

$$2d \times d = 0,584$$

$$d = 0,541 \text{ m}$$

$$b = 1,081 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{(0,5 * d)}$$

$$= \sqrt{(0,5 * 0,541)}$$

$$= 0,519 \text{ m}$$

## 7. Menghitung saluran yang diijinkan dengan menggunakan rumus :

$$Fd = 0,584 \text{ m}^2$$

$$n = 0,016 \text{ (saluran beton, harga } n \text{ rumus manning)}$$

$$v = 1,5 \text{ m/detik}$$

$$P = b + 2d$$

$$P = 1,081 + (2 \times 0,541)$$

$$P = 2,162 \text{ m}$$

$$R = \frac{Fd}{P}$$

$$R = \frac{0,584}{2,162}$$

$$= 0,27 \text{ m}$$

$$I = \left( \frac{v * n}{R^{2/3}} \right)^2 = \left( \frac{1,5 * 0,016}{0,27^{2/3}} \right)^2 = 0,0033 = 0,33 \%$$

$$I \text{ Lapangan} = \frac{\text{Elev tinggi} - \text{Elev rendah}}{L} \times 100\%$$



$$\text{Sta } 3+825 \text{ Elv} = 9,036 \quad \text{m}$$

$$\text{Sta } 4+300 \text{ Elv} = 16,387 \quad \text{m}$$

$$I \text{ Lapangan} = \frac{16,387-9,036}{457} \times 100\% = 1,61 \%$$

I lapangan lebih besar daripada i perhitungan maka harus dibangun bangunan pematah arus.

**Tabel 5. 46 Rekapitulasi perhitungan perencanaan Dimensi Saluran**

Lapisan perkerasan	Bahan Perkerasan	Lo	Nd	Koef manning (n) beton
Perkerasan	Laston	7	0,013	0,016
Bahu Jalan	Laston	3,5	7	0,016
Jalan Smpg	Laston	6	3,5	0,016
Luar Jalan	Laston	100	6	0,016

**Tabel 5. 47 Rekapitulasi perhitungan Debit Saluran**

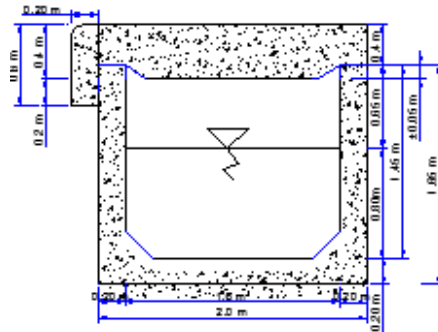
STA		Elevasi		L (m)	T1	T2
Sta Awal	Sta Akhir	Sta awal	Sta akhir			
3+000	3+825	9,433	9,036	825	17,181	9,166
3+825	4+282	9,036	16,387	457	17,181	5,077
4+282	4+300	16,386	16,387	18	17,181	0,2
4+300	5+375	16,387	9,785	1075	17,181	11,944
5+375	5+700	9,785	10,727	325	17,181	3,611
5+700	5+927	10,727	9,974	227	17,181	2,522
5+927	6+000	9,974	9,7	73	17,181	0,811

**Tabel 5. 48 Rekapitulasi Perhitungan Debit**

<b>Tc</b>	<b>Imax</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>C</b>	<b>Q</b>
26,348	122	5775	2887,5	4950	82500	0,442	1,441
22,259	134	3199	1599,5	2742	45700	0,442	0,876
17,381	142	126	63	108	1800	0,442	0,036
29,126	120	7525	3762,5	6450	107500	0,442	1,847
20,792	137	2275	1137,5	1950	32500	0,442	0,637
19,703	140	1589	794,5	1362	22700	0,442	0,455
17,992	143	511	255,5	438	7300	0,442	0,149

**Tabel 5. 49 Rekapitulasi Dimensi Saluran Tepi**

<b>Fd (m<sup>2</sup>)</b>	<b>b (m)</b>	<b>d (m)</b>	<b>w (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>p (m)</b>	<b>R (m)</b>	<b>I lap (%)</b>	<b>V (m/s)</b>
0,960	1,386	0,693	0,588	0,960	2,772	0,346	0,002	1,5
0,584	1,0812	0,5406	0,519	0,584	2,162	0,270	1,608	1,5
0,024	0,2209	0,1104	0,235	0,024	0,441	0,055	0,005	1,5
1,231	1,569	0,784	0,6263	1,231	3,138	0,392	0,614	1,5
0,425	0,9220	0,4610	0,480	0,425	1,844	0,230	0,289	1,5
0,303	0,778	0,389	0,441	0,303	1,557	0,194	0,331	1,5
0,099	0,446	0,223	0,334	0,099	0,892	0,111	0,375	1,5



**Gambar 5. 20 Detail Saluran Drainase yang Direncanakan**

## 5.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Sebelum merencanakan RAB, terlebih dulu menghitung :

### 5.6.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan, antara lain :

#### 1. Pekerjaan Persiapan

- a. Pengukuran
- b. Mobilisasi dan demobilisasi
- c. Papan nama proyek
- d. Direksi kit

Satuan pekerjaan ( $m^2$ )

Diketahui :

Panjang = 8 m

Lebar = 6 m

Volume = 8 m x 6 m = 48  $m^2$

#### 2. Pekerjaan Tanah

- a. Pembersihan Lapangan dan Pemerataan

Satuan pekerjaan ( $m^2$ )

Panjang jalan = 3000 m

Lebar badan jalan =  $(3,5 \text{ m} \times 4) + (3 \text{ m} \times 4) = 26 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar median} &= 1 \text{ m} \times 3 = 3 \text{ m} \\
 \text{Lebar bahu jalan} &= 3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m} \\
 \text{Lebar pedestrian} &= 2 \text{ m} \times 2 = 4 \text{ m} \\
 \text{Volume keseluruhan} &= 3000 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 120.000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Pengurangan dengan Pemadatan (Timbunan)

Satuan pekerjaan ( $\text{m}^3$ )

Perhitungan volume urugan :

1) **Frontage Road Kanan**

Contoh perhitungan pengurangan dengan pemadatan pada *frontage road* kanan adalah sebagai berikut :

✓ Perhitungan pada STA 03+000-03+025

Diketahui :

$$\text{Lebar segmen} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0.427 \text{ m}$$

$$\text{Panjang segmen} = 25 \text{ m}$$

$$V = \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$$

$$= 6 \text{ m} \times 0.427 \text{ m} \times 25 \text{ m}$$

$$= 64.05 \text{ m}^3$$

**Tabel 5. 50 Rekapitulasi Perhitungan Volume  
Timbunan Pada Frontage Road Kanan**

STA	Lebar	Tinggi	Panjang	Volume
m	m	m	m	m
03+000-03+025	6	0.427	25	64.05
03+025-03+050	6	1.892	25	283.8
03+050-04+075	6	2.107	25	316.05
03+075-03+100	6	2.188	25	328.2
03+100-03+125	6	2.149	25	322.35
03+125-03+150	6	2.183	25	327.45
03+150-03+175	6	2.215	25	332.25

03+175-03+200	6	1.677	25	251.55
03+200-03+225	6	1.702	25	255.3
03+225-03+250	6	1.742	25	261.3
03+250-03+275	6	0.905	25	135.75
03+275-03+300	6	0.625	25	93.75
03+300-03+325	6	0.342	25	51.3
03+325-03+350	6	0.37	25	55.5
03+350-03+375	6	0.971	25	145.65
03+375-03+400	6	0.856	25	128.4
03+400-03+425	6	1.081	25	162.15
03+425-03+450	6	1.193	25	178.95
03+450-03+475	6	1.929	25	289.35
03+475-03+500	6	1.916	25	287.4
03+500-03+525	6	1.136	25	170.4
03+525-03+550	6	1.247	25	187.05
03+550-03+575	6	1.882	25	282.3
03+575-03+600	6	1.795	25	269.25
03+600-03+625	6	1.744	25	261.6
03+625-03+650	6	1.704	25	255.6
03+650-03+675	6	0.666	25	99.9
03+675-03+700	6	1.693	25	253.95
03+700-03+725	6	1.694	25	254.1
03+725-03+750	6	1.664	25	249.6
03+750-03+775	6	1.735	25	260.25
03+775-03+800	6	1.913	25	286.95
03+800-03+825	6	1.993	25	298.95
03+825-03+850	6	0.468	25	70.2
03+850-03+875	6	8.615	25	1292.25
03+875-03+900	6	0.438	25	65.7

03+900-03+925	6	2.343	25	351.45
03+925-03+950	6	2.226	25	333.9
03+950-03+975	6	2.313	25	346.95
03+975-04+000	6	5.586	25	837.9
04+000-04+025	6	3.622	25	543.3
04+025-04+050	6	4.260	25	639
04+050-04+075	6	5.535	25	830.25
04+075-04+100	6	4.534	25	680.1
04+100-04+125	6	5.316	25	797.4
04+125-04+150	6	7.315	25	1097.25
04+150-04+175	6	7.207	25	1081.05
04+175-04+200	6	8.056	25	1208.4
04+200-04+225	6	8.534	25	1280.1
04+225-04+250	6	8.758	25	1313.7
04+250-04+275	6	9.799	25	1469.85
04+275-04+300	6	8.030	25	1204.5
04+300-04+325	6	8.241	25	1236.15
04+325-04+350	6	8.301	25	1245.15
04+350-04+375	6	8.145	25	1221.75
04+375-04+400	6	7.770	25	1165.5
04+400-04+425	6	7.255	25	1088.25
04+425-04+450	6	6.601	25	990.15
04+450-04+475	6	5.822	25	873.3
04+475-04+500	6	5.021	25	753.15
04+500-04+525	6	4.221	25	633.15
04+525-04+550	6	3.491	25	523.65
04+550-04+575	6	2.869	25	430.35
04+575-04+600	6	2.356	25	353.4
04+600-04+625	6	1.951	25	292.65

04+625-04+650	6	1.655	25	248.25
04+650-04+675	6	1.467	25	220.05
04+675-03+700	6	1.385	25	207.75
04+700-04+725	6	1.341	25	201.15
04+725-04+750	6	1.306	25	195.9
04+750-04+775	6	1.257	25	188.55
04+775-04+800	6	1.208	25	181.2
04+800-04+825	6	1.153	25	172.95
04+825-04+850	6	1.102	25	165.3
04+850-04+875	6	1.051	25	157.65
04+875-04+900	6	1.015	25	152.25
04+900-04+925	6	0.882	25	132.3
04+925-04+950	6	0.539	25	80.85
04+950-04+975	6	2.373	25	355.95
04+975-05+000	6	1.049	25	157.35
05+000-05+025	6	0.229	25	34.35
05+025-05+050	6	0.572	25	85.8
05+050-05+075	6	0.147	25	22.05
03+075-05+100	6	3.696	25	554.4
05+100-05+125	6	3.692	25	553.8
05+125-05+150	6	2.399	25	359.85
05+150-05+175	6	3.755	25	563.25
05+175-05+200	6	3.671	25	550.65
05+200-05+225	6	3.666	25	549.9
05+225-05+250	6	2.405	25	360.75
05+250-05+275	6	3.616	25	542.4
05+275-05+300	6	3.569	25	535.35
05+300-05+325	6	3.495	25	524.25
05+325-05+350	6	2.290	25	343.5

05+350-05+375	6	1.002	25	150.3
05+375-05+400	6	2.923	25	438.45
05+400-05+425	6	3.053	25	457.95
05+425-05+450	6	3.158	25	473.7
05+450-05+475	6	3.348	25	502.2
05+475-05+500	6	2.319	25	347.85
05+500-05+525	6	2.894	25	434.1
05+525-05+550	6	3.566	25	534.9
05+550-05+575	6	3.471	25	520.65
05+575-05+600	6	3.032	25	454.8
05+600-05+625	6	3.567	25	535.05
05+625-05+650	6	3.989	25	598.35
05+650-05+675	6	4.011	25	601.65
05+675-05+700	6	5.069	25	760.35
05+700-05+725	6	2.222	25	333.3
05+725-05+750	6	2.553	25	382.95
05+750-05+775	6	2.770	25	415.5
05+775-05+800	6	2.897	25	434.55
05+800-05+825	6	2.986	25	447.9
05+825-05+850	6	2.664	25	399.6
05+850-05+875	6	2.704	25	405.6
05+875-05+900	6	2.830	25	424.5
05+900-05+925	6	2.496	25	374.4
05+925-05+950	6	1.773	25	265.95
05+950-05+975	6	1.060	25	159
05+975-04+000	6	2.635	25	395.25
Jumlah				53296.8



## 2) *Frontage Road Kiri*

Contoh perhitungan pengurukan tanah dengan pemadatan pada *frontage road* kiri adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Lebar segmen = 6 m

Tinggi = 0.261 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$$V = \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$$

$$= 6 \text{ m} \times 0.261 \text{ m} \times 25 \text{ m}$$

$$= 39.15 \text{ m}^3$$

**Tabel 5. 51 Rekapitulasi Perhitungan Volume Timbunan  
Pada Frontage Road Kiri**

STA	Lebar	Tinggi	Jarak	Volume
m	m	m	m	m
03+000-03+025	6	0.261	25	39.15
03+025-03+050	6	1.748	25	262.2
03+050-04+075	6	1.986	25	297.9
03+075-03+100	6	2.089	25	313.35
03+100-03+125	6	2.073	25	310.95
03+125-03+150	6	2.13	25	319.5
03+150-03+175	6	2.184	25	327.6
03+175-03+200	6	1.668	25	250.2
03+200-03+225	6	1.715	25	257.25
03+225-03+250	6	1.778	25	266.7
03+250-03+275	6	0.964	25	144.6
03+275-03+300	6	0.706	25	105.9
03+300-03+325	6	0.446	25	66.9
03+325-03+350	6	0.496	25	74.4
03+350-03+375	6	1.12	25	168

03+375-03+400	6	1.027	25	154.05
03+400-03+425	6	1.276	25	191.4
03+425-03+450	6	1.027	25	154.05
03+450-03+475	6	2.167	25	325.05
03+475-03+500	6	2.177	25	326.55
03+500-03+525	6	1.42	25	213
03+525-03+550	6	1.553	25	232.95
03+550-03+575	6	2.21	25	331.5
03+575-03+600	6	2.145	25	321.75
03+600-03+625	6	2.114	25	317.1
03+625-03+650	6	2.0993	25	314.895
03+650-03+675	6	1.693	25	253.95
03+675-03+700	6	2.126	25	318.9
03+700-03+725	6	2.131	25	319.65
03+725-03+750	6	2.092	25	313.8
03+750-03+775	6	2.143	25	321.45
03+775-03+800	6	2.3	25	345
03+800-03+825	6	2.357	25	353.55
03+825-03+850	6	0.811	25	121.65
03+850-03+875	6	1.063	25	159.45
03+875-03+900	6	1.205	25	180.75
03+900-03+925	6	3.641	25	546.15
03+925-03+950	6	4.158	25	623.7
03+950-03+975	6	4.687	25	703.05
03+975-04+000	6	2.978	25	446.7
04+000-04+025	6	6.272	25	940.8
04+025-04+050	6	6.91	25	1036.5
04+050-04+075	6	8.138	25	1220.7
04+075-04+100	6	6.953	25	1042.95

04+100-04+125	6	7.413	25	1111.95
04+125-04+150	6	7.956	25	1193.4
04+150-04+175	6	8.358	25	1253.7
04+175-04+200	6	8.728	25	1309.2
04+200-04+225	6	8.823	25	1323.45
04+225-04+250	6	8.835	25	1325.25
04+250-04+275	6	9.674	25	1451.1
04+275-04+300	6	7.649	25	1147.35
04+300-04+325	6	7.467	25	1120.05
04+325-04+350	6	9.044	25	1356.6
04+350-04+375	6	6.403	25	960.45
04+375-04+400	6	8.604	25	1290.6
04+400-04+425	6	4.804	25	720.6
04+425-04+450	6	4.03	25	604.5
04+450-04+475	6	3.36	25	504
04+475-04+500	6	2.829	25	424.35
04+500-04+525	6	2.342	25	351.3
04+525-04+550	6	1.98	25	297
04+550-04+575	6	1.733	25	259.95
04+575-04+600	6	1.662	25	249.3
04+600-04+625	6	1.573	25	235.95
04+625-04+650	6	1.563	25	234.45
04+650-04+675	6	1.558	25	233.7
04+675-03+700	6	1.558	25	233.7
04+700-04+725	6	1.56	25	234
04+725-04+750	6	1.567	25	235.05
04+750-04+775	6	1.57	25	235.5
04+775-04+800	6	1.568	25	235.2
04+800-04+825	6	1.561	25	234.15

04+825-04+850	6	1.556	25	233.4
04+850-04+875	6	1.552	25	232.8
04+875-04+900	6	1.563	25	234.45
04+900-04+925	6	1.477	25	221.55
04+925-04+950	6	1.181	25	177.15
04+950-04+975	6	3.062	25	459.3
04+975-05+000	6	1.785	25	267.75
05+000-05+025	6	1.012	25	151.8
05+025-05+050	6	1.402	25	210.3
05+050-05+075	6	1.024	25	153.6
03+075-05+100	6	4.62	25	693
05+100-05+125	6	4.663	25	699.45
05+125-05+150	6	3.416	25	512.4
05+150-05+175	6	4.82	25	723
05+175-05+200	6	4.782	25	717.3
05+200-05+225	6	4.806	25	720.9
05+225-05+250	6	3.558	25	533.7
05+250-05+275	6	4.767	25	715.05
05+275-05+300	6	4.714	25	707.1
05+300-05+325	6	4.66	25	699
05+325-05+350	6	3.435	25	515.25
05+350-05+375	6	2.13	25	319.5
05+375-05+400	6	3.997	25	599.55
05+400-05+425	6	4.036	25	605.4
05+425-05+450	6	4.024	25	603.6
05+450-05+475	6	4.088	25	613.2
05+475-05+500	6	2.948	25	442.2
05+500-05+525	6	3.424	25	513.6
05+525-05+550	6	3.997	25	599.55

05+550-05+575	6	3.804	25	570.6
05+575-05+600	6	3.581	25	537.15
05+600-05+625	6	3.704	25	555.6
05+625-05+650	6	3.037	25	455.55
05+650-05+675	6	4.015	25	602.25
05+675-05+700	6	3.07	25	460.5
05+700-05+725	6	2.672	25	400.8
05+725-05+750	6	4.553	25	682.95
05+750-05+775	6	2.77	25	415.5
05+775-05+800	6	2.897	25	434.55
05+800-05+825	6	2.986	25	447.9
05+825-05+850	6	2.664	25	399.6
05+850-05+875	6	2.704	25	405.6
05+875-05+900	6	2.830	25	424.5
05+900-05+925	6	2.496	25	374.4
05+925-05+950	6	1.773	25	265.95
05+950-05+975	6	1.060	25	159
05+975-04+000	6	2.635	25	395.25
Jumlah				57563.9

### 3) Timbunan pada *Main Road*

Contoh perhitungan pengurangan dengan pemadatan pada *main road* adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Tinggi = 0.247 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\
 &= 6 \text{ m} \times 0.247 \text{ m} \times 25 \text{ m} = 64.05 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. 52 Rekapitulasi Perhitungan Timbunan Pada *Main Road***

STA	Lebar	Tinggi	Jarak	Volume
m	m	m	m	m
03+550-03+575	7	6.34	25	1109.50
03+575-03+600	7	5.522	25	966.35
03+600-03+625	7	4.741	25	829.68
03+625-03+650	7	3.971	25	694.93
03+650-03+675	7	2.285	25	399.88
03+675-03+700	7	2.617	25	457.98
03+700-03+725	7	2.198	25	384.65
03+725-03+750	7	1.664	25	291.20
03+750-03+775	7	1.735	25	303.63
03+775-03+800	7	1.913	25	334.78
03+800-03+825	7	1.993	25	348.78
03+825-03+850	7	0.468	25	81.90
03+850-03+875	7	0.849	25	148.58
03+875-03+900	7	0.825	25	144.38
03+900-03+925	7	3.09	25	540.75
03+925-03+950	7	3.473	25	607.78
03+950-03+975	7	3.997	25	699.48
03+975-04+000	7	4.896	25	856.80
04+000-04+025	7	3.582	25	626.85
04+025-04+050	7	6.22	25	1088.50
04+050-04+075	7	7.495	25	1311.63
04+075-04+100	7	6.47	25	1132.25
04+425-04+450	7	5.876	25	1028.30
04+450-04+475	7	5.076	25	888.30

04+475-04+500	7	4.275	25	748.13
04+500-04+525	7	3.483	25	609.53
04+525-04+550	7	2.849	25	498.58
04+550-04+575	7	2.427	25	424.73
04+575-04+600	7	2.22	25	388.50
04+600-04+625	7	2.225	25	389.38
04+625-04+650	7	2.443	25	427.53
04+650-04+675	7	2.875	25	503.13
04+675-03+700	7	3.514	25	614.95
04+700-04+725	7	4.223	25	739.03
04+725-04+750	7	4.936	25	863.80
04+750-04+775	7	1.257	25	219.98
05+125-05+150	7	6.19	25	1083.25
05+150-05+175	7	6.8	25	1190.00
05+175-05+200	7	5.97	25	1044.75
05+200-05+225	7	5.235	25	916.13
05+225-05+250	7	3.422	25	598.85
05+250-05+275	7	4.301	25	752.68
05+275-05+300	7	4.14	25	724.50
05+300-05+325	7	4.111	25	719.43
05+325-05+350	7	3.137	25	548.98
05+350-05+375	7	2.266	25	396.55
05+375-05+400	7	4.766	25	834.05
05+400-05+425	7	5.597	25	979.48
05+425-05+450	7	6.373	25	1115.28
05+450-05+475	7	7.214	25	1262.45
05+475-05+500	7	6.837	25	1196.48

05+500-05+525	7	8.064	25	1411.20
05+525-05+550	7	9.367	25	1639.23
05+850-05+875	7	7.96	25	1393.00
05+875-05+900	7	7.44	25	1302.00
05+900-05+925	7	6.46	25	1130.50
05+925-05+950	7	5.09	25	890.75
05+950-05+975	7	3.728	25	652.40
05+975-04+000	7	4.623	25	809.03
Jumlah				44294.95

Karena pekerjaan timbunan dilakukan pada *main road* sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume timbunan pada *main road* adalah 88589.9 m<sup>3</sup>.

Dari rekapitulasi perhitungan volume timbunan di atas, maka total seluruh timbunan tanah dengan pemadatan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \text{Frontage kanan} + \text{frontage kiri} + \text{main road} \\
 &= 53296.8 \text{ m}^3 + 57563.9 \text{ m}^3 + 88589.9 \text{ m}^3 \\
 &= 199459.6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 3. Pekerjaan Perkerasan Lentur

#### a. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (Sirtu Kelas B)

Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

##### ➤ Perhitungan pada STA 03+000-03+025

Diketahui :

Lebar segmen = 6 m

Tinggi = 0.1 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$V = \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$

$= 6 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \times 25 \text{ m}$

$= 15 \text{ m}^3$



**Tabel 5. 53 Rekapitulasi Perhitungan Volume  
Pondasi Bawah**

<b>STA</b>	<b>Lebar</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Panjang</b>	<b>Volume</b>
<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
03+000-03+025	6	0.1	25	15
03+025-03+050	6	0.1	25	15
03+050-04+075	6	0.1	25	15
03+075-03+100	6	0.1	25	15
03+100-03+125	6	0.1	25	15
03+125-03+150	6	0.1	25	15
03+150-03+175	6	0.1	25	15
03+175-03+200	6	0.1	25	15
03+200-03+225	6	0.1	25	15
03+225-03+250	6	0.1	25	15
03+250-03+275	6	0.1	25	15
03+275-03+300	6	0.1	25	15
03+300-03+325	6	0.1	25	15
03+325-03+350	6	0.1	25	15
03+350-03+375	6	0.1	25	15
03+375-03+400	6	0.1	25	15
03+400-03+425	6	0.1	25	15
03+425-03+450	6	0.1	25	15
03+450-03+475	6	0.1	25	15
03+475-03+500	6	0.1	25	15
03+500-03+525	6	0.1	25	15
03+525-03+550	6	0.1	25	15
03+550-03+575	6	0.1	25	15
03+575-03+600	6	0.1	25	15

03+600-03+625	6	0.1	25	15
03+625-03+650	6	0.1	25	15
03+650-03+675	6	0.1	25	15
03+675-03+700	6	0.1	25	15
03+700-03+725	6	0.1	25	15
03+725-03+750	6	0.1	25	15
03+750-03+775	6	0.1	25	15
03+775-03+800	6	0.1	25	15
03+800-03+825	6	0.1	25	15
03+825-03+850	6	0.1	25	15
03+850-03+875	6	0.1	25	15
03+875-03+900	6	0.1	25	15
03+900-03+925	6	0.1	25	15
03+925-03+950	6	0.1	25	15
03+950-03+975	6	0.1	25	15
03+975-04+000	6	0.1	25	15
04+000-04+025	6	0.1	25	15
04+025-04+050	6	0.1	25	15
04+050-04+075	6	0.1	25	15
04+075-04+100	6	0.1	25	15
04+100-04+125	6	0.1	25	15
04+125-04+150	6	0.1	25	15
04+150-04+175	6	0.1	25	15
04+175-04+200	6	0.1	25	15
04+200-04+225	6	0.1	25	15
04+225-04+250	6	0.1	25	15
04+250-04+275	6	0.1	25	15
04+275-04+300	6	0.1	25	15
04+300-04+325	6	0.1	25	15

04+325-04+350	6	0.1	25	15
04+350-04+375	6	0.1	25	15
04+375-04+400	6	0.1	25	15
04+400-04+425	6	0.1	25	15
04+425-04+450	6	0.1	25	15
04+450-04+475	6	0.1	25	15
04+475-04+500	6	0.1	25	15
04+500-04+525	6	0.1	25	15
04+525-04+550	6	0.1	25	15
04+550-04+575	6	0.1	25	15
04+575-04+600	6	0.1	25	15
04+600-04+625	6	0.1	25	15
04+625-04+650	6	0.1	25	15
04+650-04+675	6	0.1	25	15
04+675-03+700	6	0.1	25	15
04+700-04+725	6	0.1	25	15
04+725-04+750	6	0.1	25	15
04+750-04+775	6	0.1	25	15
04+775-04+800	6	0.1	25	15
04+800-04+825	6	0.1	25	15
04+825-04+850	6	0.1	25	15
04+850-04+875	6	0.1	25	15
04+875-04+900	6	0.1	25	15
04+900-04+925	6	0.1	25	15
04+925-04+950	6	0.1	25	15
04+950-04+975	6	0.1	25	15
04+975-05+000	6	0.1	25	15
05+000-05+025	6	0.1	25	15
05+025-05+050	6	0.1	25	15

05+050-05+075	6	0.1	25	15
03+075-05+100	6	0.1	25	15
05+100-05+125	6	0.1	25	15
05+125-05+150	6	0.1	25	15
05+150-05+175	6	0.1	25	15
05+175-05+200	6	0.1	25	15
05+200-05+225	6	0.1	25	15
05+225-05+250	6	0.1	25	15
05+250-05+275	6	0.1	25	15
05+275-05+300	6	0.1	25	15
05+300-05+325	6	0.1	25	15
05+325-05+350	6	0.1	25	15
05+350-05+375	6	0.1	25	15
05+375-05+400	6	0.1	25	15
05+400-05+425	6	0.1	25	15
05+425-05+450	6	0.1	25	15
05+450-05+475	6	0.1	25	15
05+475-05+500	6	0.1	25	15
05+500-05+525	6	0.1	25	15
05+525-05+550	6	0.1	25	15
05+550-05+575	6	0.1	25	15
05+575-05+600	6	0.1	25	15
05+600-05+625	6	0.1	25	15
05+625-05+650	6	0.1	25	15
05+650-05+675	6	0.1	25	15
05+675-05+700	6	0.1	25	15
05+700-05+725	6	0.1	25	15
05+725-05+750	6	0.1	25	15
05+750-05+775	6	0.1	25	15

05+775-05+800	6	0.1	25	15
05+800-05+825	6	0.1	25	15
05+825-05+850	6	0.1	25	15
05+850-05+875	6	0.1	25	15
05+875-05+900	6	0.1	25	15
05+900-05+925	6	0.1	25	15
05+925-05+950	6	0.1	25	15
05+950-05+975	6	0.1	25	15
05+975-04+000	6	0.1	25	15
Jumlah				1800

Karena pekerjaan dilakukan pada *frontage road* sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume lapis pondasi bawah menjadi 3600 m<sup>3</sup>.

b. Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (Batu Pecah Kelas A)  
Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

➤ Perhitungan pada STA 03+000-03+025

Diketahui :

Lebar segmen = 6 m

Tinggi = 0.2 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$V = \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$

= 6 m x 0.2 m x 25 m

= 30 m<sup>3</sup>

**Tabel 5. 54 Rekapitulasi Perhitungan Volume  
Pekerjaan Lapis Pondasi Atas**

<b>STA</b>	<b>Lebar</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Panjang</b>	<b>Volume</b>
<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
03+000-03+025	6	0.2	25	30
03+025-03+050	6	0.2	25	30
03+050-04+075	6	0.2	25	30
03+075-03+100	6	0.2	25	30
03+100-03+125	6	0.2	25	30
03+125-03+150	6	0.2	25	30
03+150-03+175	6	0.2	25	30
03+175-03+200	6	0.2	25	30
03+200-03+225	6	0.2	25	30
03+225-03+250	6	0.2	25	30
03+250-03+275	6	0.2	25	30
03+275-03+300	6	0.2	25	30
03+300-03+325	6	0.2	25	30
03+325-03+350	6	0.2	25	30
03+350-03+375	6	0.2	25	30
03+375-03+400	6	0.2	25	30
03+400-03+425	6	0.2	25	30
03+425-03+450	6	0.2	25	30
03+450-03+475	6	0.2	25	30
03+475-03+500	6	0.2	25	30
03+500-03+525	6	0.2	25	30
03+525-03+550	6	0.2	25	30
03+550-03+575	6	0.2	25	30
03+575-03+600	6	0.2	25	30

03+600-03+625	6	0.2	25	30
03+625-03+650	6	0.2	25	30
03+650-03+675	6	0.2	25	30
03+675-03+700	6	0.2	25	30
03+700-03+725	6	0.2	25	30
03+725-03+750	6	0.2	25	30
03+750-03+775	6	0.2	25	30
03+775-03+800	6	0.2	25	30
03+800-03+825	6	0.2	25	30
03+825-03+850	6	0.2	25	30
03+850-03+875	6	0.2	25	30
03+875-03+900	6	0.2	25	30
03+900-03+925	6	0.2	25	30
03+925-03+950	6	0.2	25	30
03+950-03+975	6	0.2	25	30
03+975-04+000	6	0.2	25	30
04+000-04+025	6	0.2	25	30
04+025-04+050	6	0.2	25	30
04+050-04+075	6	0.2	25	30
04+075-04+100	6	0.2	25	30
04+100-04+125	6	0.2	25	30
04+125-04+150	6	0.2	25	30
04+150-04+175	6	0.2	25	30
04+175-04+200	6	0.2	25	30
04+200-04+225	6	0.2	25	30
04+225-04+250	6	0.2	25	30
04+250-04+275	6	0.2	25	30
04+275-04+300	6	0.2	25	30
04+300-04+325	6	0.2	25	30

04+325-04+350	6	0.2	25	30
04+350-04+375	6	0.2	25	30
04+375-04+400	6	0.2	25	30
04+400-04+425	6	0.2	25	30
04+425-04+450	6	0.2	25	30
04+450-04+475	6	0.2	25	30
04+475-04+500	6	0.2	25	30
04+500-04+525	6	0.2	25	30
04+525-04+550	6	0.2	25	30
04+550-04+575	6	0.2	25	30
04+575-04+600	6	0.2	25	30
04+600-04+625	6	0.2	25	30
04+625-04+650	6	0.2	25	30
04+650-04+675	6	0.2	25	30
04+675-03+700	6	0.2	25	30
04+700-04+725	6	0.2	25	30
04+725-04+750	6	0.2	25	30
04+750-04+775	6	0.2	25	30
04+775-04+800	6	0.2	25	30
04+800-04+825	6	0.2	25	30
04+825-04+850	6	0.2	25	30
04+850-04+875	6	0.2	25	30
04+875-04+900	6	0.2	25	30
04+900-04+925	6	0.2	25	30
04+925-04+950	6	0.2	25	30
04+950-04+975	6	0.2	25	30
04+975-05+000	6	0.2	25	30
05+000-05+025	6	0.2	25	30
05+025-05+050	6	0.2	25	30



05+050-05+075	6	0.2	25	30
03+075-05+100	6	0.2	25	30
05+100-05+125	6	0.2	25	30
05+125-05+150	6	0.2	25	30
05+150-05+175	6	0.2	25	30
05+175-05+200	6	0.2	25	30
05+200-05+225	6	0.2	25	30
05+225-05+250	6	0.2	25	30
05+250-05+275	6	0.2	25	30
05+275-05+300	6	0.2	25	30
05+300-05+325	6	0.2	25	30
05+325-05+350	6	0.2	25	30
05+350-05+375	6	0.2	25	30
05+375-05+400	6	0.2	25	30
05+400-05+425	6	0.2	25	30
05+425-05+450	6	0.2	25	30
05+450-05+475	6	0.2	25	30
05+475-05+500	6	0.2	25	30
05+500-05+525	6	0.2	25	30
05+525-05+550	6	0.2	25	30
05+550-05+575	6	0.2	25	30
05+575-05+600	6	0.2	25	30
05+600-05+625	6	0.2	25	30
05+625-05+650	6	0.2	25	30
05+650-05+675	6	0.2	25	30
05+675-05+700	6	0.2	25	30
05+700-05+725	6	0.2	25	30
05+725-05+750	6	0.2	25	30
05+750-05+775	6	0.2	25	30

05+775-05+800	6	0.2	25	30
05+800-05+825	6	0.2	25	30
05+825-05+850	6	0.2	25	30
05+850-05+875	6	0.2	25	30
05+875-05+900	6	0.2	25	30
05+900-05+925	6	0.2	25	30
05+925-05+950	6	0.2	25	30
05+950-05+975	6	0.2	25	30
05+975-04+000	6	0.2	25	30
Jumlah				3600

Karena pekerjaan volume lapis pondasi atas dilakukan pada *frontage road* sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume lapis pondasi atas menjadi 7200 m<sup>3</sup>.

c. Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)

Satuan pekerjaan (m<sup>2</sup>)

Lebar jalan = 3,0 m x 4 lajur = 12 m

Panjang jalan = 3000 m

Luas = 36000 m<sup>2</sup>

Ketentuan spesifikasi untuk prime coat (0,4-3 liter/m<sup>2</sup>). Terdiri dari campuran 80 liter kerosin: 100 liter aspal emulsi. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 liter/m<sup>2</sup>.

Volume = 36000 m<sup>2</sup> x 0,4 liter/m<sup>2</sup>  
= 14400 liter

d. Penghamparan Laston MS 744

Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

➤ Perhitungan pada STA 03+000-03+025

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar segmen} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Tinggi} &= 0.05 \text{ m} \\
 \text{Panjang segmen} &= 25 \text{ m} \\
 \text{Perhitungan volume urugan :} \\
 V &= \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\
 &= 6 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 25 \text{ m} \\
 &= 7.5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. 55 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Laston**

<b>STA</b>	<b>Lebar</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Panjang</b>	<b>Volume</b>
<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
03+000-03+025	6	0.05	25	7.5
03+025-03+050	6	0.05	25	7.5
03+050-04+075	6	0.05	25	7.5
03+075-03+100	6	0.05	25	7.5
03+100-03+125	6	0.05	25	7.5
03+125-03+150	6	0.05	25	7.5
03+150-03+175	6	0.05	25	7.5
03+175-03+200	6	0.05	25	7.5
03+200-03+225	6	0.05	25	7.5
03+225-03+250	6	0.05	25	7.5
03+250-03+275	6	0.05	25	7.5
03+275-03+300	6	0.05	25	7.5
03+300-03+325	6	0.05	25	7.5
03+325-03+350	6	0.05	25	7.5
03+350-03+375	6	0.05	25	7.5
03+375-03+400	6	0.05	25	7.5
03+400-03+425	6	0.05	25	7.5
03+425-03+450	6	0.05	25	7.5

03+450-03+475	6	0.05	25	7.5
03+475-03+500	6	0.05	25	7.5
03+500-03+525	6	0.05	25	7.5
03+525-03+550	6	0.05	25	7.5
03+550-03+575	6	0.05	25	7.5
03+575-03+600	6	0.05	25	7.5
03+600-03+625	6	0.05	25	7.5
03+625-03+650	6	0.05	25	7.5
03+650-03+675	6	0.05	25	7.5
03+675-03+700	6	0.05	25	7.5
03+700-03+725	6	0.05	25	7.5
03+725-03+750	6	0.05	25	7.5
03+750-03+775	6	0.05	25	7.5
03+775-03+800	6	0.05	25	7.5
03+800-03+825	6	0.05	25	7.5
03+825-03+850	6	0.05	25	7.5
03+850-03+875	6	0.05	25	7.5
03+875-03+900	6	0.05	25	7.5
03+900-03+925	6	0.05	25	7.5
03+925-03+950	6	0.05	25	7.5
03+950-03+975	6	0.05	25	7.5
03+975-04+000	6	0.05	25	7.5
04+000-04+025	6	0.05	25	7.5
04+025-04+050	6	0.05	25	7.5
04+050-04+075	6	0.05	25	7.5
04+075-04+100	6	0.05	25	7.5
04+100-04+125	6	0.05	25	7.5
04+125-04+150	6	0.05	25	7.5
04+150-04+175	6	0.05	25	7.5

04+175-04+200	6	0.05	25	7.5
04+200-04+225	6	0.05	25	7.5
04+225-04+250	6	0.05	25	7.5
04+250-04+275	6	0.05	25	7.5
04+275-04+300	6	0.05	25	7.5
04+300-04+325	6	0.05	25	7.5
04+325-04+350	6	0.05	25	7.5
04+350-04+375	6	0.05	25	7.5
04+375-04+400	6	0.05	25	7.5
04+400-04+425	6	0.05	25	7.5
04+425-04+450	6	0.05	25	7.5
04+450-04+475	6	0.05	25	7.5
04+475-04+500	6	0.05	25	7.5
04+500-04+525	6	0.05	25	7.5
04+525-04+550	6	0.05	25	7.5
04+550-04+575	6	0.05	25	7.5
04+575-04+600	6	0.05	25	7.5
04+600-04+625	6	0.05	25	7.5
04+625-04+650	6	0.05	25	7.5
04+650-04+675	6	0.05	25	7.5
04+675-03+700	6	0.05	25	7.5
04+700-04+725	6	0.05	25	7.5
04+725-04+750	6	0.05	25	7.5
04+750-04+775	6	0.05	25	7.5
04+775-04+800	6	0.05	25	7.5
04+800-04+825	6	0.05	25	7.5
04+825-04+850	6	0.05	25	7.5
04+850-04+875	6	0.05	25	7.5
04+875-04+900	6	0.05	25	7.5

04+900-04+925	6	0.05	25	7.5
04+925-04+950	6	0.05	25	7.5
04+950-04+975	6	0.05	25	7.5
04+975-05+000	6	0.05	25	7.5
05+000-05+025	6	0.05	25	7.5
05+025-05+050	6	0.05	25	7.5
05+050-05+075	6	0.05	25	7.5
03+075-05+100	6	0.05	25	7.5
05+100-05+125	6	0.05	25	7.5
05+125-05+150	6	0.05	25	7.5
05+150-05+175	6	0.05	25	7.5
05+175-05+200	6	0.05	25	7.5
05+200-05+225	6	0.05	25	7.5
05+225-05+250	6	0.05	25	7.5
05+250-05+275	6	0.05	25	7.5
05+275-05+300	6	0.05	25	7.5
05+300-05+325	6	0.05	25	7.5
05+325-05+350	6	0.05	25	7.5
05+350-05+375	6	0.05	25	7.5
05+375-05+400	6	0.05	25	7.5
05+400-05+425	6	0.05	25	7.5
05+425-05+450	6	0.05	25	7.5
05+450-05+475	6	0.05	25	7.5
05+475-05+500	6	0.05	25	7.5
05+500-05+525	6	0.05	25	7.5
05+525-05+550	6	0.05	25	7.5
05+550-05+575	6	0.05	25	7.5
05+575-05+600	6	0.05	25	7.5
05+600-05+625	6	0.05	25	7.5

05+625-05+650	6	0.05	25	7.5
05+650-05+675	6	0.05	25	7.5
05+675-05+700	6	0.05	25	7.5
05+700-05+725	6	0.05	25	7.5
05+725-05+750	6	0.05	25	7.5
05+750-05+775	6	0.05	25	7.5
05+775-05+800	6	0.05	25	7.5
05+800-05+825	6	0.05	25	7.5
05+825-05+850	6	0.05	25	7.5
05+850-05+875	6	0.05	25	7.5
05+875-05+900	6	0.05	25	7.5
05+900-05+925	6	0.05	25	7.5
05+925-05+950	6	0.05	25	7.5
05+950-05+975	6	0.05	25	7.5
05+975-04+000	6	0.05	25	7.5
Jumlah				900

Karena pekerjaan dilakukan sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume laston menjadi 1800 m<sup>3</sup>.

#### 4. Pekerjaan Perkerasan Kaku

##### 4.1 Pekerjaan *Lean Concrete*

Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

Contoh perhitungan pekerjaan *lean concrete* adalah sebagai berikut :

##### ➤ Perhitungan pada STA 03+550-03+575

Diketahui :

Lebar segmen = 7 m

Tinggi = 0.125 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \\
 &= 7 \text{ m} \times 0.125 \text{ m} \times 25 \text{ m} \\
 &= 21.9 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Tabel 5. 56 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Lean Concrete**

STA	Lebar	Tinggi	Panjang	Volume
m	m	m	m	m
03+550-03+575	7	0.125	25	21.9
03+575-03+600	7	0.125	25	21.9
03+600-03+625	7	0.125	25	21.9
03+625-03+650	7	0.125	25	21.9
03+650-03+675	7	0.125	25	21.9
03+675-03+700	7	0.125	25	21.9
03+700-03+725	7	0.125	25	21.9
03+725-03+750	7	0.125	25	21.9
03+750-03+775	7	0.125	25	21.9
03+775-03+800	7	0.125	25	21.9
03+800-03+825	7	0.125	25	21.9
03+825-03+850	7	0.125	25	21.9
03+850-03+875	7	0.125	25	21.9
03+875-03+900	7	0.125	25	21.9
03+900-03+925	7	0.125	25	21.9
03+925-03+950	7	0.125	25	21.9
03+950-03+975	7	0.125	25	21.9
03+975-04+000	7	0.125	25	21.9
04+000-04+025	7	0.125	25	21.9
04+025-04+050	7	0.125	25	21.9
04+050-04+075	7	0.125	25	21.9
04+075-04+100	7	0.125	25	21.9



04+425-04+450	7	0.125	25	21.9
04+450-04+475	7	0.125	25	21.9
04+475-04+500	7	0.125	25	21.9
04+500-04+525	7	0.125	25	21.9
04+525-04+550	7	0.125	25	21.9
04+550-04+575	7	0.125	25	21.9
04+575-04+600	7	0.125	25	21.9
04+600-04+625	7	0.125	25	21.9
04+625-04+650	7	0.125	25	21.9
04+650-04+675	7	0.125	25	21.9
04+675-03+700	7	0.125	25	21.9
04+700-04+725	7	0.125	25	21.9
04+725-04+750	7	0.125	25	21.9
04+750-04+775	7	0.125	25	21.9
05+125-05+150	7	0.125	25	21.9
05+150-05+175	7	0.125	25	21.9
05+175-05+200	7	0.125	25	21.9
05+200-05+225	7	0.125	25	21.9
05+225-05+250	7	0.125	25	21.9
05+250-05+275	7	0.125	25	21.9
05+275-05+300	7	0.125	25	21.9
05+300-05+325	7	0.125	25	21.9
05+325-05+350	7	0.125	25	21.9
05+350-05+375	7	0.125	25	21.9
05+375-05+400	7	0.125	25	21.9
05+400-05+425	7	0.125	25	21.9
05+425-05+450	7	0.125	25	21.9
05+450-05+475	7	0.125	25	21.9
05+475-05+500	7	0.125	25	21.9

05+500-05+525	7	0.125	25	21.9
05+525-05+550	7	0.125	25	21.9
05+850-05+875	7	0.125	25	21.9
05+875-05+900	7	0.125	25	21.9
05+900-05+925	7	0.125	25	21.9
05+925-05+950	7	0.125	25	21.9
05+950-05+975	7	0.125	25	21.9
05+975-04+000	7	0.125	25	21.9
Jumlah				1291

Karena pekerjaan *lean concrete* dilakukan pada main road sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume *lean concrete* menjadi 2582 m<sup>3</sup>.

#### 4.2 Pekerjaan Beton K-400

Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

Contoh perhitungan pekerjaan beton K-400 adalah sebagai berikut :

➤ Perhitungan pada STA 03+550-03+575

Diketahui :

Lebar segmen = 7 m

Tinggi = 0.23 m

Panjang segmen = 25 m

Perhitungan volume urugan :

$V = \text{Lebar} \times \text{tinggi} \times \text{panjang}$

$= 7 \text{ m} \times 0.23 \text{ m} \times 25 \text{ m}$

$= 40.25 \text{ m}^3$

**Tabel 5. 57 Rekapitulasi Perhitungan Volume  
Pekerjaan Beton K-400**

STA	Lebar	Tinggi	Panjang	Volume
m	m	m	m	m
03+550-03+575	7	0.23	25	40.25
03+575-03+600	7	0.23	25	40.25
03+600-03+625	7	0.23	25	40.25
03+625-03+650	7	0.23	25	40.25
03+650-03+675	7	0.23	25	40.25
03+675-03+700	7	0.23	25	40.25
03+700-03+725	7	0.23	25	40.25
03+725-03+750	7	0.23	25	40.25
03+750-03+775	7	0.23	25	40.25
03+775-03+800	7	0.23	25	40.25
03+800-03+825	7	0.23	25	40.25
03+825-03+850	7	0.23	25	40.25
03+850-03+875	7	0.23	25	40.25
03+875-03+900	7	0.23	25	40.25
03+900-03+925	7	0.23	25	40.25
03+925-03+950	7	0.23	25	40.25
03+950-03+975	7	0.23	25	40.25
03+975-04+000	7	0.23	25	40.25
04+000-04+025	7	0.23	25	40.25
04+025-04+050	7	0.23	25	40.25
04+050-04+075	7	0.23	25	40.25
04+075-04+100	7	0.23	25	40.25
04+425-04+450	7	0.23	25	40.25
04+450-04+475	7	0.23	25	40.25
04+475-04+500	7	0.23	25	40.25

04+500-04+525	7	0.23	25	40.25
04+525-04+550	7	0.23	25	40.25
04+550-04+575	7	0.23	25	40.25
04+575-04+600	7	0.23	25	40.25
04+600-04+625	7	0.23	25	40.25
04+625-04+650	7	0.23	25	40.25
04+650-04+675	7	0.23	25	40.25
04+675-03+700	7	0.23	25	40.25
04+700-04+725	7	0.23	25	40.25
04+725-04+750	7	0.23	25	40.25
04+750-04+775	7	0.23	25	40.25
05+125-05+150	7	0.23	25	40.25
05+150-05+175	7	0.23	25	40.25
05+175-05+200	7	0.23	25	40.25
05+200-05+225	7	0.23	25	40.25
05+225-05+250	7	0.23	25	40.25
05+250-05+275	7	0.23	25	40.25
05+275-05+300	7	0.23	25	40.25
05+300-05+325	7	0.23	25	40.25
05+325-05+350	7	0.23	25	40.25
05+350-05+375	7	0.23	25	40.25
05+375-05+400	7	0.23	25	40.25
05+400-05+425	7	0.23	25	40.25
05+425-05+450	7	0.23	25	40.25
05+450-05+475	7	0.23	25	40.25
05+475-05+500	7	0.23	25	40.25
05+500-05+525	7	0.23	25	40.25
05+525-05+550	7	0.23	25	40.25
05+850-05+875	7	0.23	25	40.25

05+875-05+900	7	0.23	25	40.25
05+900-05+925	7	0.23	25	40.25
05+925-05+950	7	0.23	25	40.25
05+950-05+975	7	0.23	25	40.25
05+975-04+000	7	0.23	25	40.25
Jumlah				2374.75

Karena pekerjaan beton K-400 dilakukan pada *main road* sebelah kanan dan kiri, maka jumlah volume dikalikan 2. Sehingga, total volume beton K-400 menjadi 4749.5 m<sup>3</sup>.

#### 4.3 Pekerjaan Pembesian

Satuan pekerjaan (kg)

✓ Dowel

Diketahui :

Diameter = 36 mm

Panjang = 450 mm

Volume 1 dowel = 457812 mm<sup>3</sup>

Jarak antar dowel = 300 mm

Jumlah dowel dalam 1 baris melintang = 44

Jumlah baris = 600

Total kebutuhan dowel = 2 x 600 x 44

= 52800 buah

Volume Total = 457812 mm<sup>3</sup> x 52800 buah

= 24.17 m<sup>3</sup>

Berat jenis baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Berat = 24.17 m<sup>3</sup> x 7850 kg/m<sup>3</sup>

= 189734.5 kg

- ✓ Tie Bar  
 Diketahui :
- |  |   |
|--|---|
| Diameter                               | = 12 mm   |
| Panjang                                | = 540 mm  |
| Volume 1 tie bar                       | = 61041.6 mm <sup>3</sup>                       |
| Jarak antar tie bar                    | = 500 mm  |
| Jumlah tie bar dalam 1 baris memanjang | = 5400 buah                                     |
| Jumlah baris dalam 2 jalur             | = 2 baris                                       |
| Total kebutuhan tie bar                | = 2 x 5400                                      |
|  | = 10800 buah                                    |
| Volume Total                           | = 61041.6 mm <sup>3</sup> x 10800 buah          |
|  | = 0.659 m <sup>3</sup>                          |
| Berat jenis baja                       | = 7850 kg/m <sup>3</sup>                        |
| Berat                                  | = 0.659 m <sup>3</sup> x 7850 kg/m <sup>3</sup> |
|  | = 5175.107 kg                                   |

Jadi, volume total pembesian adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \text{Volume dowel} + \text{volume tie bar} \\
 &= 189734.5 \text{ kg} + 5175.107 \text{ kg} \\
 &= 109909.607 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

## 5. Pekerjaan Drainase

### a. Galian untuk Drainase

Diketahui :

Panjang saluran	= 3000 m
Lebar drainase	= 2.0 m
Kedalaman saluran	= 1.65 m
Volume	= (panjang x lebar x tinggi) x 2
	= (3000 m x 2.0 m x 1.65 m) x 2
	= 17820 m <sup>3</sup>

## b. Pemasangan Box Culvert U-Getter

Diketahui :

Panjang saluran = 3000 m

Lebar drainase = 1.6 m

Kedalaman saluran = 1.45 m

Volume = (panjang x lebar x tinggi) x 2

= (3000 m x 1.6 m x 1.45 m) x 2

= 13920 m<sup>3</sup>**5.6.2 Rekapitulasi Volume Pekerjaan****Tabel 5. 58 Rekapitulasi volume pekerjaan**

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	2	3	4
<b>1</b>	<b>Persiapan</b>		
1.1	Pengukuran	Ls	1
1.2	Mobilisasi dan demobilisasi	Ls	1
1.3	Papan nama proyek	Ls	1
1.4	Direksi keet	m2	48
	<b>Sub Total</b>		
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>		
2.1.	Pembersihan Lapangan dan Perataan	m <sup>2</sup>	120000
2.2	Pengurugan dengan pemadatan	m <sup>3</sup>	199460
	<b>Sub Total</b>		
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid)</b>		
3.1	Lean Concrete (Beton K-125)	m <sup>3</sup>	2582
3.2	Pekerjaan Pembesian	Kg	109910
3.3	Pekerjaan Beton K-400	m <sup>3</sup>	4750
	<b>Sub Total</b>		

<b>4</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Lentur</b>		
4.1	Pekerjaan lapis pondasi bawah kelas B	m <sup>3</sup>	3600
4.2	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas batu pecah kelas A	m <sup>3</sup>	7200
4.3	Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime coat)	Liter	14400
4.4	Produksi Dan Penghamparan Laston	m <sup>3</sup>	1800
	Sub Total		
<b>5</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>		
5.1	Pekerjaan Galian untuk Drainase	m <sup>3</sup>	17820
5.2	Pemasangan drainase	m <sup>3</sup>	13920

### 5.6.3 Harga Satuan Dasar

**Tabel 5. 59 Daftar Harga Satuan Kota Surabaya Tahun 2015**

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
1	2	3	4
<b>A</b>	<b>TENAGA</b>		
1	Mandor	OH	120,000.00
2	Kepala Tukang	OH	110,000.00
3	Tukang	OH	105,000.00
4	Pembantu Tukang	OH	99,000.00
5	Sopir	OH	105,000.00
6	Operator Alat Konstruksi (Excavator)	OH	120,000.00
7	Pembantu Operator	OH	110,000.00
<b>B</b>	<b>BAHAN</b>		
1	Semen PC 50 Kg	Zak	66000
2	Kaca Polos 5 mm	m2	100000



3	Pasir Pasang/Plester	m3	168,400.00
4	Pasir Cor/Beton	m3	232,100.00
5	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	m3	262000
6	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4.5 cm)	Buah	950
7	Seng Gelombang BJLS 30, Uk. (0,8 x 1,50)	Lembar	59000
8	Plat Besi/Baja	Kg	25000
9	Kunci Tanam	Buah	70000
10	Paku Biasa 2 - 5 inchi	Doz	27000
11	Triplek Uk.110 x 210 x 4 mm	Lembar	67700
12	Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	m3	4500000
13	Dolken kayu gelam dia 8-10 cm, panjang 4m	Batang	8500
14	Sirtu	m3	156,000.00
15	Pasir Urug	m3	143,500.00
16	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m3	466,000.00
17	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	m3	262,000.00
18	Batu Pecah Mesin 5/7 cm	m3	253,000.00
19	Semen PC 40 Kg	Zak	63,000
20	Pasir Cor/Beton	m3	232,100
21	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m3	466,000
22	Air Kerja	Liter	27
23	Besi beton polos	Kg	12,000
24	Kawat ikat	Kg	23,000
25	Pasir Urug	m3	143,500.00
26	Batu Krikil Beton	m3	238,500.00
27	Aspal Curah	Kg	10,900.00
28	Minyak Tanah	Liter	8,700.00
29	Filler	Liter	1,800.00

30	Tack Coat	Liter	14,100.00
31	Aspal Curah	Kg	10,900.00
32	Agregat Halus	m3	232,000.00
33	Agregat Kasar	m3	250,000.00
34	Paku Biasa 2 - 5 inchi	Doz	27,000.00
35	Kayu Meranti Papan 2/20, 4/10	m3	2,830,000.00
36	Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	m3	4,500,000.00
37	Thermoplastic	Liter	25,000.00
38	Glass Beed	Liter	45,000.00
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>		
1	Bulldozer	Jam	531680
2	Wheel loader	Jam	501,500.00
3	Dump Truck	Jam	196,832.00
4	Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	Hari	503,200.00
5	Sewa Dump Truk 5 Ton	Jam	66,100.00
6	Sewa Escavator 6m3	Jam	132,200.00
7	Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 jam	Jam	223,700.00
8	Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min 5 jam	Jam	279,600.00
9	Sewa Vibrator Roller Min 5 jam	Jam	137,300.00
10	Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	Hari	503,200.00
11	Sewa Walles Min 5 Jam	Jam	107,400.00
12	Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min 5 jam	Jam	279,600.00
13	Sewa Concrete Mixer 0.5 m3 (min 3 jam)	Jam	66,100
14	Sewa Concrete Pump(min 3 jam)	Jam	66,100

15	Sewa Vibrator Roller Min 5 jam (min 5 jam)	Jam	137,300
16	Sewa Alat Bantu 1set @ 3 alat (1 set @ 3 alat)	Jam	1,100
17	Sewa Dump Truk 5 Ton	Jam	66,100.00
18	Sewa Aspal Sprayer Min 4 Jam	Jam	28,000.00
19	Sewa Compresor Min. 5 Jam	Jam	95,100.00
20	Sewa Dump Truk 5 Ton	Jam	66,100.00
21	Sewa Generator 5000 Watt	Unit	700,000.00
22	Sewa Ashpalt Finisher Min 3 jam	Jam	1,062,300.00
23	Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 jam	Jam	223,700.00
24	Sewa Tandem Rolle	Jam	268,400.00
25	Asphalt Mixing Plant	Jam	4,025,400.00
26	Sewa Wheel Loader 1.7 - 2 m3 (min 5 jam)	Jam	581,500.00
27	Sewa Alat Bantu Pembuatan Aspal Emulsi	Jam	20,400.00
28	Sewa Road Marking Machine	m3	23,000.00
29	Sewa Cargo Truck 5 Ton	m3	105,000.00

### 5.6.3 Harga Satuan Pokok Pekerjaan

**Tabel 5. 60 HSPK Pekerjaan**

NO	Uraian Pekerjaan	Koef	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
	1	2	3	4	7
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
	<b>Pembuatan Direksi Keet</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.05	OH	120,000.00	6,000.00
	Kepala Tukang	0.3	OH	110,000.00	33,000.00
	<b>Tukang</b>	1	OH	105000	105,000.00
	Tukang	2	OH	105,000.00	210,000.00
	Pemabantu Tukang	2	OH	99,000.00	198,000.00
	<b>BAHAN</b>				
	<b>Semen PC 50 Kg</b>	0.7	Zak	66000	46,200.00
	<b>Kaca Polos 5 mm</b>	0.08	m2	100000	8,000.00
	Pasir Pasang/Plester	0.15	m3	168,400.00	25,260.00
	Pasir Cor/Beton	0.1	m3	232,100.00	23,210.00
	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	0.15	m3	262000	39,300.00
	Batu Bata Merah Kelas 1 (Uk. 22x11x4.5 cm)	30	Buah	950	28,500.00
	Seng Gelombang BJLS 30, Uk. (0,8 x 1,50)	0.25	Lembar	59000	14,750.00
	Plat Besi/Baja	1.1	Kg	25000	27,500.00
	Kunci Tanam	0.15	Buah	70000	10,500.00
	Paku Biasa 2 - 5 inchi	0.85	Doz	27000	22,950.00
	Triplek Uk.110 x 210 x 4 mm	0.06	Lembar	67700	4,062.00
	Kayu Meranti Usuk 4/6, 5/7	0.18	m3	4500000	810,000.00

	Dolken kayu gelam dia 8-10 cm, panjang 4m	1.25	Batang	8500	10,625.00
					1,622,857.00
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
<b>2.1</b>	<b>Pembersihan Lapangan dan Perataan</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.05	OH	120,000.00	6,000.00
	Pembantu Tukang	0.1	OH	99,000.00	9,900.00
	<b>PERALATAN</b>				
	Bulldozer	0.0035	Jam	531680	1,860.88
	Wheel loader	0.0027	Jam	501,500.00	1,354.05
	Dump Truck	0.0177	Jam	196,832.00	3,483.93
	<b>Jumlah</b>				22,598.86
<b>2.2</b>	<b>Pengurugan dengan Pematatan</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.01	OH	120,000.00	1,200.00
	Pembantu Tukang	0.3	OH	99,000.00	29,700.00
	<b>BAHAN</b>				
	Pasir Urug	1.2	m3	143,500.00	172,200.00
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa alat bantu 1 set	8	m3	1,100.00	8,800.00
	<b>Jumlah</b>				211,900.00
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Kaku</b>				
<b>3.1</b>	<b>Lean Concrete (Beton K-125)</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.083	OH	120,000	9,960.00
	Kepala Tukang	0.028	OH	110,000	3,080.00
	Tukang	0.275	OH	105,000	28,875.00

	Pembantu Tukang	1.65	OH	99,000	163,350.00
	<b>BAHAN</b>				
	Semen PC 40 Kg	6.9	Zak	63,000	434,700.00
	Pasir Cor/Beton	0.5175	m3	232,100	120,111.75
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.533	m3	466,000	248,206.32
	Air Kerja	215	Liter	27	5,805.00
	<b>Jumlah</b>				<b>1,014,088.07</b>
<b>3.2</b>	<b>Pekerjaan Beton K-400</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.105	OH	120,000	12,600.00
	Kepala Tukang	0.035	OH	110,000	3,850.00
	Tukang	0.35	OH	105,000	36,750.00
	Pembantu Tukang	2.1	OH	99,000	207,900.00
	<b>BAHAN</b>				
	Semen PC 40 Kg	11.2	Zak	63,000	705,600.00
	Pasir Cor/Beton	0.42	m3	232,100	97,482.00
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.53	m3	466,000	246,980.00
	Air Kerja	215	Liter	27	5,805.00
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa Concrete Mixer 0.5 m3 (min 3 jam)	0.252	Jam	66,100	16,657.20
	Sewa Concrete Pump(min 3 jam)	0.252	Jam	66,100	16,657.20
	Sewa Alat Bantu 1set @ 3 alat (1 set @ 3 alat)	0.168	Jam	1,100	184.80
					<b>1,350,466.20</b>
<b>3.4</b>	<b>Pekerjaan Pembesian dengan besi beton polos</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.0004	OH	120,000	48.00
	Kepala Tukang	0.0007	OH	110,000	77.00
	Tukang	0.007	OH	105,000	735.00

	Pembantu Tukang	0.007	OH	99,000	693.00
	<b>BAHAN</b>				
	Besi beton polos	1.05	Kg	12,000	12,600.00
	Kawat ikat	0.015	Kg	23,000	345.00
	<b>Jumlah</b>				14,498.00
<b>3.5</b>	<b>Pekerjaan Pembesian dengan besi beton ulir</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.0004	OH	120,000	48.00
	Kepala Tukang	0.0007	OH	110,000	77.00
	Tukang	0.007	OH	105,000	735.00
	Pembantu Tukang	0.007	OH	99,000	693.00
	<b>BAHAN</b>				
	Besi beton polos	1.05	Kg	12,000	12,600.00
	Kawat ikat	0.015	Kg	23,000	345.00
	<b>Jumlah</b>				14,498.00
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Lentur</b>				
	<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (LPB)</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Sopir	0.006667	OH	105,000.00	700.04
	Mandor	0.0067	OH	120,000.00	804.00
	Pembantu Tukang	0.04	OH	99,000.00	3,960.00
	Operator Alat Konstruksi (Excavator)	0.0134	OH	120,000.00	1,608.00
	Pembantu Operator	0.006667	OH	110,000.00	733.37
	Pembantu Operator	0.0134	OH	110,000.00	1,474.00
	<b>BAHAN</b>				
	Pasir Urug	0.126667	m3	143,500.00	18,176.71
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.406667	m3	466,000.00	189,506.82
	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	0.48	m3	262,000.00	125,760.00
	Batu Pecah Mesin 5/7 cm	0.293333	m3	253,000.00	74,213.25

<b>PERALATAN</b>				
Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	0.0066666	Hari	503,200.00	3,354.63
Sewa Walles Min 5 Jam	0.0333	Jam	107,400.00	3,579.96
Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min 5 jam	0.033333	Jam	279,600.00	9,319.91
<b>Jumlah</b>				<b>433,190.69</b>
<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (LPB)</b>				
<b>TENAGA</b>				
Sopir	0.006667	OH	105,000.00	700.04
Mandor	0.0067	OH	120,000.00	804.00
Pembantu Tukang	0.04	OH	99,000.00	3,960.00
Operator Alat Konstruksi (Excavator)	0.01334	OH	120,000.00	1,600.80
Pembantu Operator	0.006667	OH	110,000.00	733.37
Pembantu Operator	0.01334	OH	110,000.00	1,467.40
<b>BAHAN</b>				
Pasir Urug	0.16	m3	143,500.00	22,960.00
Batu Krikil Beton	1.04	m3	238,500.00	248,040.00
<b>PERALATAN</b>				
Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	0.033333	Hari	503,200.00	16,773.17
Sewa Walles Min 5 Jam	0.0333	Jam	107,400.00	3,579.64
Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min 5 jam	0.033333	Jam	279,600.00	9,319.91
<b>Jumlah</b>				<b>309,938.32</b>
<b>4.2</b>	<b>Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime coat)</b>			
<b>TENAGA</b>				
Mandor	0.006	OH	120,000.00	720.00
Pembantu Tukang	0.03	OH	99,000.00	2,970.00



	<b>BAHAN</b>				
	Aspal Curah	0.6417	Kg	10,900.00	6,994.53
	Minyak Tanah	0.4889	Liter	8,700.00	4,253.43
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.003	Jam	66,100.00	198.30
	Sewa Aspal Sprayer Min 4 Jam	0.003	Jam	28,000.00	84.00
	Sewa Compressor Min. 5 Jam	0.0030	Jam	95,100.00	285.30
	<b>Jumlah</b>				15,505.56
<b>4.3</b>	<b>Produksi Dan Penghamparan Laston</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.0023	OH	123,500.00	284.05
	Pembantu Tukang	0.045	OH	103,500.00	4,657.50
	<b>BAHAN</b>				
	Filler	21.56	Liter	1,800.00	38,808.00
	Tack Coat	3.85	Liter	14,100.00	54,285.00
	Aspal Curah	57.75	Kg	10,900.00	629,475.00
	Agregat Halus	0.2547	m3	232,000.00	59,090.40
	Agregat Kasar	0.4993	m3	250,000.00	124,825.00
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.3148	Jam	66,100.00	20,808.28
	Sewa Generator 5000 Watt	0.0241	Unit	700,000.00	16,870.00
	Sewa Ashpalt Finisher Min 3 jam	0.0151	Jam	1,062,300.00	16,040.73
	Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 jam	0.0107	Jam	223,700.00	2,393.59
	Sewa Tandem Rolle	0.0097	Jam	268,400.00	2,603.48
	Asphalt Mixing Plant	0.0241	Jam	4,025,400.00	97,012.14
	Sewa Wheel Loader 1.7 - 2 m3 (min 5 jam)	0.0117	Jam	581,500.00	6,803.55
	Sewa Alat Bantu Pembuatan Aspal Emulsi	1	Jam	20,400.00	20,400.00

	<b>Jumlah</b>				1,094,356.72
<b>5</b>	<b>Pekerjan Drainase</b>				
<b>5.1</b>	<b>Galian unutup Drainase</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.007	OH	120,000.00	840.0
	Pembantu Tukang	0.226	OH	99,000.00	22,374.0
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa Dump Truck 5 ton	0.067	Jam	66,100.00	4,428.7
	Sewa Excavator 6 m <sup>3</sup>	0.067	Jam	81,400.00	8,857.40
	<b>Jumlah</b>				36,500.10
<b>5.2</b>	<b>Saluran Beton Precast Penurunan dan Pemasangan</b>				
	<b>TENAGA</b>				
	Mandor	0.0038	OH	120,000.00	457,14
	Pembantu Tukang	0.038	OH	99,000.00	3,771.43
	Operator Alat Konstruksi (Excavator)	0.173	OH	120,000.00	20,833.33
	<b>PERALATAN</b>				
	Sewa crane 30 ton-min 8 jam	0.1736	Jam	139,800	24,270.83
	<b>BAHAN</b>				
	U-Getter U 1000/1000-2400 (K-350 : Besi130 kg)	0.417	Buah	2,719,200	1,133,000.00
	Cover 1000 x 1000 x 2400 K- 350, Besi 160 kg)	0.417	Buah	2,719,200	1,133,000.00
	<b>Jumlah</b>				2,315,332.74

### 5.6.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

**Tabel 5. 61 Rekapitulasi RAB**

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga satuan	Jumlah Harga
				( Rp. )	( Rp. )
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	<b>Persiapan</b>				
1.1	Pengukuran	Ls	1	500,000.00	500,000.00
1.2	Mobilisasi dan demobilisasi	Ls	1	20,000,000.00	20,000,000.00
1.3	Papan nama proyek	Ls	1	500,000.00	500,000.00
1.4	Direksi keet	m2	48	1,622,857.00	77,897,136.00
	<b>Sub Total</b>				<b>98,897,136.00</b>
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
2.1	Pembersihan Lapangan dan Perataan	m <sup>2</sup>	120000	22,598.86	2,711,862,768.00
2.2	Pengurangan dengan pemadatan	m <sup>3</sup>	199460	211,900.00	42,265,489,240.00
	<b>Sub Total</b>				<b>44,977,352,008.00</b>
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid)</b>				
3.1	Lean Concrete (Beton K-125)	m <sup>3</sup>	2582	1,014,088.07	2,618,375,385.81
3.2	Pekerjaan Pembesian	Kg	109910	14,498.00	1,593,475,180.00
3.3	Pekerjaan Beton K-400	m <sup>3</sup>	4750	1,350,466.20	6,414,039,216.90
	<b>Sub Total</b>				<b>10,625,889,782.71</b>
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Lentur</b>				
4.1	Pekerjaan lapis pondasi bawah kelas B	m <sup>3</sup>	3600	309,938.32	1,115,777,949.84

4.2	Pekerjaan Lapis Pondasi Atas batu pecah kelas A	m <sup>3</sup>	7200	433,190.69	3,118,972,968.00
4.3	Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime coat)	Liter	14400	15,505.56	223,280,064.00
4.4	Produksi Dan Penghamparan Laston	m <sup>3</sup>	1800	1,094,356.72	1,969,842,096.00
	Sub Total				6,427,873,077.84
<b>5</b>	<b>Pekerjan Drainase</b>				
5.1	Pekerjaan Galian untuk Drainase	m <sup>3</sup>	17820	36,500.00	650,430,000.00
5.2	Pemasangan drainase	m <sup>3</sup>	13920	2,315,332.74	32,229,431,740.80
	Sub Total				32,879,861,740.80
	TOTAL				95,009,873,745.35
	PPN			10%	9,500,987,374.54
	JUMLAH ( Total + PPN)				104,510,861,119.89

## **5.7 Metode Pelaksanaan**

### **5.7.1 Item Pekerjaan**

Item pekerjaan yang dikerjakan dalam proyek pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini adalah sebagai berikut :

#### **1. Pekerjaan Persiapan**

- 1.1 Pengukuran
- 1.2 Mobilisasi dan demobilisasi
- 1.3 Papan nama proyek
- 1.4 Direksi keet

#### **2. Pekerjaan Tanah**

- 2.1 Pembersihan Lapangan dan Perataan
- 2.2 Pengurugan dengan pemadatan
- 2.3 Pengurugan sirtu dengan pemadatan

#### **3. Pekerjaan Perkerasan Lentur**

- 3.1 Pekerjaan lapis Pondasi Bawah kelas B
- 3.2 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas kelas A
- 3.3 Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Prime coat)
- 3.4 Produksi dan Penghamparan Laston MS 744

#### **4. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid)**

- 4.1 Pekerjaan Lean Concrete (Beton K-125)
- 4.2 Pekerjaan Pembesian
- 4.3 Pekerjaan Beton K-400

#### **5. Pekerjaan Drainase**

- 5.1 Pekerjaan Galian untuk Drainase
- 5.2 Pemasangan Beton precast

## 5.7.2 Uraian Metode Pelaksanaan

Pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, terdapat berbagai macam metode pelaksanaan yang dilaksanakan, yaitu sebagai berikut :

### 1. Pekerjaan Persiapan

#### 1.1 Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk mengukur kondisi tanah eksisting dan penentu titik awal pekerjaan. Output yang dihasilkan oleh pekerjaan ini antara lain :

- 1) Mengetahui elevasi tanah asli.
- 2) Koordinat awal pekerjaan.
- 3) Menyiapkan patok-patok untuk titik lokasi, agar lebih mempermudah pekerjaan.

Alat yang digunakan pada pengukuran ini antara lain :

- 1) Digital theodolith
- 2) Waterpass
- 3) Baak ukur
- 4) Yalon
- 5) Patok

#### 1.2 Mobilisasi dan Demobilisasi

Mobilisasi alat berat adalah suatu kegiatan yang berupa mengirim alat berat yang diperlukan untuk melaksanakan proyek. Sedangkan, demobilisasi alat berat adalah pengembalian dan pemindahan peralatan yang telah digunakan. Dalam pelaksanaan proyek ini, mobilisasi dan demobilisasi peralatan yang dilakukan terdiri dari :

**Tabel 5. 62 Daftar Mobilisasi Dan Demobilisasi Alat Berat**

No.	Alat Berat
1	Bulldozer
2	Wheel loader
3	Dump Truck 5 ton

4	Truk Tangki Air
5	Escavator 6m3
6	Pneumatic Tire Roller Min 5 jam
7	Motor Grader 125 - 140 pk
8	Vibrator Roller
9	Walles
10	Concrete Mixer 0.5 m3
11	Concrete Pump
12	Vibrator Roller
13	Alat Bantu 1set @ 3 alat (1 set @ 3 alat)
14	Aspal Sprayer
15	Compresor
16	Generator 5000 Watt
17	Ashpalt Finisher
18	Pneumatic Tire Roller
19	Tandem Rolle
20	Asphalt Mixing Plant
21	Wheel Loader 1.7 - 2 m3
22	Alat Bantu Pembuatan Aspal Emulsi
23	Road Marking Machine
24	Cargo Truck 5 Ton

### 1.3 Pemasangan Papan Nama Proyek

Papan nama proyek yang akan dibuat dan dipasang pada awal pelaksanaan kegiatan. Papan nama proyek ini dibuat dari triplek yang memiliki tebal 6 mm dengan ukuran 100 x 120 cm, ditopang kayu kaso (5/7) kelas 2 (borneo) dengan tinggi 250 cm dari permukaan tanah dan dicat dasar warna yang sesuai. Huruf cetak berwarna hitam yang berisi informasi

mengenai cakupan kegiatan yang akan dilaksanakan, antara lain :

- 1) Nama kegiatan
- 2) Pekerjaan yang harus dilaksanakan
- 3) Biaya pekerjaan/ nilai kontrak
- 4) Sumber dana
- 5) Jangka waktu
- 6) Nama penyedia jasa

#### **1.4 Direksi Kit**

Direksi kit adalah fasilitas yang diperlukan untuk para pegawai dan para pekerja pihak kontraktor, agar dalam melakukan proses pekerjaan dapat terkendali, aman, dan lancar. Dalam proyek ini, ukuran dari kantor yang direncanakan sebesar 6 x 8 m, di mana lokasi direksi kit dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan dengan nomor lampiran 1. Dari gambar tersebut, dapat ditunjukkan lokasi dari direksi kit yang berwarna kuning.

## **2. Pekerjaan Tanah**

### **2.1 Pekerjaan Pembersihan dan Pemerataan**

Pekerjaan ini merupakan pembukaan areal baru yang semula berupa hutan atau semak belukar untuk dijadikan lahan bangunan. Pekerjaan ini terdiri dari kegiatan menyingkirkan seluruh tumbuhan, kotoran, pohon-pohon, semak belukar, rumput, dan material lain yang tidak bermanfaat. Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pembersihan dan pemerataan lapangan ini adalah sebagai berikut :

1. Bulldozer
2. Wheel loader
3. Excavator
4. Dump Truck



a. Pembongkaran

Luas area yang harus dibongkar adalah 120.000 m<sup>2</sup>, di mana perhitungan dari luas area dapat diketahui pada sub bab 5.6.1 poin ke 2. Area yang harus dibongkar dimulai pada STA 03+000, yaitu daerah Pantai Mentari menuju pada STA 06+000, di mana pada STA tersebut merupakan daerah *Pakuwon City*, sesuai pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 85, warna kuning menunjukkan daerah *main road*, sedangkan warna biru menunjukkan daerah *frontage road* yang direncanakan. Seluruh bagian tanah permukaan dan tanah lainnya yang tidak diperlukan yang berfungsi sebagai alas timbunan harus dibuang.

Selain itu, terdapat beberapa lahan yang harus dibebaskan, di mana lokasi lahan tersebut dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 85, pada lingkaran A (STA 03+000-03+200) , B (STA 04+200-04+300) , dan C (STA 05+000-06+000).

Pembongkaran dilakukan pada daerah milik jalan yang mempunyai panjang 3000 m dan lebar 40 m dengan menggunakan wheel loader. Pembongkaran harus dilakukan dengan hati-hati berkaitan dengan banyaknya *utilitas existing* bawah tanah.

b. Pembuangan hasil pembongkaran

Setelah dibongkar dengan menggunakan wheel loader, hasil dari bongkaran tersebut dibuang di luar lokasi pekerjaan, di mana lokasi pembuangan dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 1. Pada gambar tersebut dapat dilihat, bahwa jarak antara lokasi awal segmen (STA 03+000) dengan jarak lokasi pembuangan sebesar 1,6 km. Sedangkan, jarak akhir segmen (06+000) sebesar 1,3 km. Lokasi pembuangan ditunjukkan dengan gambar kotak berwarna biru, sedangkan jalur pembuangan ditunjukkan dengan warna merah.

- c. Pembersihan / pengupasan *top soil*, pengangkutan dan pemerataan.

Dalam tahap ini, dilakukan pembersihan/ pengupasan *top soil* dengan bulldozer. Sama halnya dengan pekerjaan pembongkaran, pekerjaan pembersihan ini juga dimulai dari STA 03+000, yaitu daerah Pantai Mentari menuju STA 06+000, di mana pada STA tersebut merupakan daerah *Pakuwon City*, sesuai pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 85, warna kuning menunjukkan daerah *main road*, sedangkan warna biru menunjukkan daerah *frontage road* yang direncanakan. Setelah itu, melakukan *loading* hasil pembersihan ke dump truck dengan excavator. Selanjutnya, dilakukan pekerjaan pembuangan, di mana lokasi pembuangan hasil pembersihan sama dengan lokasi hasil pembongkaran, dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 85.

## 2.2 Pekerjaan Pengurugan dan Pemadatan

### 1. Pengurugan dan Pemadatan (Timbunan)

Bahan yang digunakan sebagai timbunan adalah pasir urug dengan nilai CBR sebesar 6 %. Volume total timbunan pada proyek jalan ini adalah sebesar 199459.6 m<sup>3</sup>, di mana perhitungan dari volume tersebut dapat dilihat pada tabel 5.48 Timbunan pada *Frontage Road* Kanan, tabel 5.49 Timbunan pada *Frontage Road* Kiri, dan tabel 5.50 Timbunan pada *Main Road*. Pekerjaan pengurugan dan pemadatan dimulai dari STA 03+000, yaitu daerah Pantai Mentari menuju STA 06+000, di mana pada STA tersebut merupakan daerah *Pakuwon City*, sesuai pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 1, warna kuning menunjukkan daerah *main road*, sedangkan warna biru menunjukkan daerah *frontage road* yang direncanakan. Besar elevasi dari setiap STA dapat dilihat pada gambar potongan memanjang dari STA 03+000 sampai dengan STA 06+000.

Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pekerjaan pengurugan dengan pemadatan pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini adalah :

1. Dump Truck
2. Bulldozer
3. Motor Grader
4. Vibrator Roller

Proses timbunan tanah diawali dengan pengangkutan tanah dari *quarry* ke lokasi proyek. Seperti yang terlihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 85, jarak antara segmen awal (STA 03+000) dengan *quarry* sebesar 2 km. Sedangkan, jarak akhir segmen (06+000) sebesar 900 m. Lokasi *quarry* ditunjukkan dengan gambar kotak berwarna merah, sedangkan jalur distribusi material ditunjukkan dengan warna hitam. Setelah material sampai di lokasi, material timbunan dihampar menggunakan bulldozer, selanjutnya diratakan dengan motor grader. Tahap terakhir yaitu pemadatan tanah dengan vibrator roller, selama proses pemadatan tanah, tanah perlu diberi air secukupnya.

## 2. Penyiapan Badan Jalan



**Gambar 5. 21 Kemiringan badan jalan yang direncanakan**

Proses penyiapan badan jalan diawali dari segmen awal, yaitu dari STA 03+000, daerah Pantai Mentari menuju STA 06+000, di mana pada STA tersebut merupakan daerah *Pakuwon City*, sesuai pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 85, warna kuning menunjukkan daerah *main road*, sedangkan warna biru menunjukkan daerah *frontage road* yang direncanakan.

Pekerjaan dilakukan dengan membentuk kemiringan sesuai desain, yaitu 2%, baik pada badan jalan *main road* maupun *frontage road*, di mana alat yang digunakan adalah motor grader untuk perapihan, serta perataan badan jalan. Setelah tanah diratakan, tanah dipadatkan dengan vibrator roller dan diberi air secukupnya.

### **3. Pekerjaan Perkerasan Lentur**

Pekerjaan perkerasan lentur ini diawali dari STA 03+000, yaitu daerah Pantai Mentari sampai dengan STA 06+000, yaitu daerah *Pakuwon City*. Terdapat 2 bagian *frontage road*, yaitu bagian utara dan bagian selatan. Masing-masing mempunyai 2 lajur. Setiap lajur mempunyai lebar 3 m. Sehingga, lebar keseluruhan dari *frontage road* sebesar 12 m, di mana gambar dapat dilihat pada potongan melintang dari gambar nomor 1 sampai dengan nomor 81. Sedangkan, gambar peta lokasi dari *frontage road* dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 2. Warna biru menunjukkan trase dari *frontage road* tersebut dari STA 03+000 sampai dengan STA 06+000. Pekerjaan perkerasan lentur dilakukan terlebih dahulu daripada pekerjaan perkerasan kaku, dengan tujuan sebagai jalan alat berat yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku.

#### **3.1 Pekerjaan Subbase (Lapis Pondasi Bawah)**

*Subbase* adalah lapisan pondasi bawah jalan. Lapisan pondasi pada jalan *frontage road* ini mempunyai tebal sebesar 10 cm dalam kondisi padat, di mana tebal dari lapis pondasi bawah ini dapat dilihat pada gambar Detail Perkerasan Lentur lampiran nomor 85. Material yang digunakan pada lapis pondasi bawah pada pembangunan jalan ini adalah sirtu kelas B, di mana nilai CBR pada sirtu tersebut sebesar 50 %.

Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pekerjaan lapis pondasi bawah ini adalah sebagai berikut :

1. Water tank truck
2. Dump Truck
3. Motor Grader
4. Vibrator Roller

Langkah-langkah pekerjaan lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut :

- a. Pada permukaan tanah dasar yang telah siap, dipasang patok batas lapis pondasi bawah, di mana harus berpedoman dari patok as.
- b. Material yang disiapkan untuk lapis pondasi bawah diangkut dengan Dump Truck dari quarry menuju lokasi proyek. Seperti yang terlihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 85, jarak antara segmen awal (STA 03+000) dengan *quarry* sebesar 2 km. Sedangkan, jarak akhir segmen (06+000) sebesar 900 m. Lokasi *quarry* ditunjukkan dengan gambar kotak berwarna merah, sedangkan jalur distribusi material ditunjukkan dengan warna hitam.
- c. Di lokasi pekerjaan material didumping dari dump truck kemudian dilakukan penghamparan.
- d. Penghamparan material menggunakan motor grader dengan lebar 6 m per jalur dan tebal 10 cm. Volume material lapis pondasi bawah yang diratakan adalah 3600 m<sup>3</sup>.
- e. Material yang telah diratakan dengan motor grader, diperiksa ketinggiannya. Apabila ada yang kurang atau lebih dapat diselesaikan dengan tenaga orang.
- f. Sebelum dipadatkan, hamparan material disiram air dengan menggunakan water tank truck.
- g. Pemadatan dengan vibrator roller. Pemadatan dimulai dari tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan dalam arah memanjang dan harus dilakukan sampai permukaan halus, rata dan padat.

- h. Untuk menetapkan berapa kali lintasan pemadatan, dilakukan percobaan pemadatan dengan menggunakan beberapa varian, yang nantinya dipilih yang menghasilkan kepadatan yang dipersyaratkan.
- i. Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu.

### 3.2 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas

Lapisan pondasi atas pada jalan frontage road ini mempunyai tebal sebesar 20 cm, di mana tebal dari lapis pondasi atas ini dapat dilihat pada gambar Detail Perkerasan Lentur lampiran nomor 85. dalam kondisi padat. Material yang digunakan pada lapis pondasi bawah pada pembangunan jalan ini adalah sirtu kelas B, di mana nilai CBR pada sirtu tersebut sebesar 90 %.

Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pekerjaan lapis pondasi atas ini adalah sebagai berikut :

1. Water tank truck
2. Dump Truck
3. Motor Grader
4. Vibrator Roller

Langkah-langkah pekerjaan lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut :

- a. Pada permukaan tanah dasar yang telah siap, dipasang patok batas lapis pondasi bawah, di mana harus berpedoman dari patok as.
- b. Material yang disiapkan untuk lapis pondasi atas diangkat dengan Dump Truck dari *quarry* menuju lokasi proyek. Seperti yang terlihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 1, jarak antara segmen awal (STA 03+000) dengan *quarry* sebesar 2 km. Sedangkan, jarak akhir segmen (06+000) sebesar 900 m. Lokasi *quarry* ditunjukkan dengan gambar

- kotak berwarna merah, sedangkan jalur distribusi material ditunjukkan dengan warna hitam.
- c. Di lokasi pekerjaan material didumping dari Dump Truck kemudian dilakukan penghamparan.
  - d. Penghamparan material menggunakan motor grader dengan lebar 6 m per jalur dan tebal 10 cm. Volume material lapis pondasi Atas yang diratakan adalah 7200 m<sup>3</sup>.
  - e. Material yang telah diratakan dengan motor grader, diperiksa ketinggiannya. Apabila ada yang kurang atau lebih dapat diselesaikan dengan tenaga orang.
  - f. Sebelum dipadatkan, hamparan material disiram air dengan menggunakan *water tank truck*.
  - g. Pemadatan dengan *vibrator roller*. Pemadatan dimulai dari tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan dalam arah memanjang dan harus dilakukan sampai permukaan halus, rata dan padat.
  - h. Untuk menetapkan berapa kali lintasan pemadatan, dilakukan percobaan pemadatan dengan menggunakan beberapa varian, yang nantinya dipilih yang menghasilkan kepadatan yang dipersyaratkan.
  - i. Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu.

### 3.3 Pekerjaan *Surface*

*Surface* adalah lapisan permukaan. Lapisan permukaan pada pembangunan jalan ini mempunyai tebal 5 cm dalam kondisi padat, di mana tebal dari *surface* ini dapat dilihat pada gambar Detail Perkerasan Lentur lampiran nomor 1.. Material yang digunakan pada lapis permukaan ini adalah Laston MS 744.

Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pekerjaan *Surface* adalah :

1. Dump Truck
2. Asphalt Finisher
3. Tandem Roller

Langkah-langkah pekerjaan *surface* adalah sebagai berikut ;

- a. Menyiapkan permukaan yang akan dilapisi. Sesaat sebelum penghamparan campuran Laston, permukaan yang ada harus dibersihkan dari material yang tidak dikehendaki dengan sapu mesin, dan dibantu dengan cara manual (dengan tangan) jika diperlukan.
- b. Balok kayu yang digunakan sebagai acuan harus dipasang sesuai dengan garis serta ketinggian yang diperintahkan pada tepi-tepi dari tempat, dimana campuran Laston akan dihampar.
- c. Material yang disiapkan untuk lapisan *surface* diangkut dengan dump truck dari AMP menuju lokasi proyek.
- d. Menumpahkan dan meratakan material tersebut apabila material sudah sampai di lokasi, dengan menggunakan Asphalt Finisher, di mana temperatur minima sebesar 120°C. Volume material *surface* yang diratakan sebesar 1800 m<sup>3</sup>.
- e. Melakukan pemadatan pertama menggunakan Steel Tandem Roller sebanyak 2-3 lintasan.
- f. Melakukan pemadatan tahap ke dua (Intermediate Rolling) menggunakan alat Pneumatic Tire Roller (PTR) sebanyak 6-10 lintasan dengan suhu mencapai 90-115 °C.
- g. Melakukan pemadatan tahap akhir menggunakan Steel Tandem Roller sebanyak 2 lintasan dengan temperature 85 °C.



- h. Selama pemadatan berlangsung, roda harus selalu dibasahi dengan air untuk mencegahnya material merekat pada roda pemadat.

#### 4. Pekerjaan Perkerasan Kaku

Pekerjaan perkerasan kaku dilakukan pada *main road*, di mana dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan nomor 85. Dalam gambar tersebut dapat dilihat, bahwa *main road* ditunjukkan dengan warna kuning. *Main Road* terdiri dari 2 bagian, yaitu *main road* yang terdapat fly over dan yang tidak terdapat fly over. *Main road* yang terdapat fly over, yaitu pada STA 03+000-03+550, STA 04+100-04+425, STA 04+775-05+125, dan STA 05+550-05+850 menggunakan perkerasan lentur, sedangkan *main road* yang tidak terdapat fly over, yaitu pada STA 03+550-04+100, STA 04+425-04+775, STA 05+125-05+550, dan STA 05+850-06+000, menggunakan perkerasan kaku. Di dalam tugas akhir ini, kami tidak membahas *main road* yang terdapat fly over. Lebar tiap lajur yaitu 3,5 m. Terdapat 4 lajur pada Jalan Lingkar Luar Timur ini. Jadi, lebar keseluruhan sebesar 14 m, di mana gambar dapat dilihat pada potongan melintang dari lampiran nomor 1 sampai dengan nomor 85.

##### 4.1 Pekerjaan *Lean Concrete*

Fungsi utama dari *lean concrete* di sini bukan sebagai struktural, tetapi sebagai lantai kerja. Pekerjaan *lean concrete* dilaksanakan sesuai dengan panjang pekerjaan *rigid pavement*, yaitu 1475 m yang terdapat pada STA 05+550-04+100, STA 04+425-04+775, STA 05+125-05+550, dan STA 05+850-04+000, Pekerjaan pemasangan cetakan disesuaikan dengan ketebalan *lean concrete*, yaitu 12,5 cm di tepi memanjang dan melintang yang berfungsi sebagai pembatas pengecoran, harus sudah selesai sebelum pengecoran *lean concrete* dikerjakan. Tebal *lean concrete*

dapat dilihat pada gambar Perkerasan Kaku lampiran nomor 85. Mutu beton yang digunakan sebagai *lean concrete* ini adalah Beton K-125.

Setelah pemasangan cetakan, *Wet lean concrete* diangkut dengan truck mixer. Kemudian, dihampar pada tingkat merata yang akan menghasilkan tebal padat yang diperlukan. *Pekerjaan lean concrete* dikerjakan secara manual. Selama masa curing minimum 7 hari, *lean concrete* tidak boleh dilewati kendaraan atau peralatan lain. Volume total dari *lean concrete* sebesar 2582 m<sup>3</sup>, sesuai dengan perhitungan pada tabel 5.52.

## 4.2 Perkerasan Beton Semen

Beton semen ini merupakan bagian utama dari jalan beton yang berfungsi sebagai lapisan *base* dan sekaligus sebagai lapisan permukaan (*surface course*). Oleh karena itu, tidak lagi diperlukan lapisan permukaan. Dengan demikian, mutu dari beton ini sangat penting. Sama halnya dengan *lean concrete*, pekerjaan beton semen juga dilaksanakan sesuai dengan panjang pekerjaan *rigid pavement*, yaitu 1475 m yang terdapat pada STA 03+550-04+100, STA 04+425-04+775, STA 05+125-05+550, dan STA 05+850-06+000. Mutu beton yang digunakan sebagai plat beton ini adalah Beton K-400.

Jenis alat berat yang digunakan dalam proses pekerjaan beton semen adalah :

1. Truck Mixer
2. Concrete Mixer
3. Excavator

Pekerjaan Beton Semen ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

### a. Pekerjaan Pendahuluan

Sebelum pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan beton, maka harus dilakukan pengukuran pada Abadan

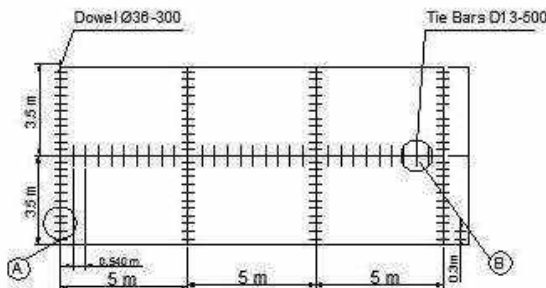
jalandan diperiksa kesesuaiannya dengan bentuk kemiringan dan elevasinya.

b. Pemasangan Plastik

Sebelum pengecoran *rigid pavement*, di atas lantai kerja atau lean concrete harus dipasang plastik tipis, agar air tidak menyerap ke beton, serta untuk menghindari beton dan lantai kerja menjadi satu kesatuan (monolit). Penghamparan plastik ini diusahakan serata mungkin, tidak terjadi lipatan.

c. Pemasangan Besi Dowel dan Tie Bar pada Daerah Sambungan

Sambungan adalah perlemahan plat beton yang sengaja dibuat, agar retak yang timbul pada plat beton, baik retak melintang maupun memnjang sesuai dengan yang diharapkan (bentuk dan lokasinya). Pemasangan dowel dan tie bar dilakukan pada struktur *rigid pavement* untuk mengarahkan pola retakan yang mungkin terjadi pada daerah tertentu.



**Gambar 5. 22 Detail Sambungan**

Sesuai pada gambar 5.22, pemasangan tie bar direncanakan memakai besi ulir dengan diameter 13 mm, panjang 580 mm, dan jarak 500 mm. Pemasangan tie bar dipasang 3,5 m. Sedangkan pemasangan dowel

direncanakan memakai besi polos dengan diameter 36 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. Pemasangan dowel dilakukan per segment, tiap segmet 5 m dengan ketinggian 10 cm.

d. Penghamparan dan Pengecoran Beton

Menjelang pengecoran dimulai, maka permukaan *lean concrete* dibasahi secukupnya, agar tidak menyerap air beton yang dapat mempengaruhi mutu beton.

Beton diangkut dengan *truck mixer* dari *batching plant*. Kemudian, dihampar pada tingkat merata yang akan menghasilkan tebal padat yang diperlukan, yaitu 23 cm. Tebal beton semen dapat dilihat pada gambar Perkerasan Kaku lampiran nomor 85.

Setelah itu, beton diratakan dengan excavator, dibantu juga dengan tenaga manusia.

Pemadatan beton dilakukan dengan alat *concrete mixer*, di mana alat ini dapat langsung menyetting elevasi ketebalan cor beton, serta kemiringannya. Volume beton yang dipadatkan sebesar 4749,5 m<sup>3</sup>, sesuai dengan perhitungan pada tabel 5.53.

e. Pembuatan Alur (*Grooving*)

Setelah perataan/penghalusan selesai, dilakukan texturing (*grooving*) untuk keperluan anti skid. Pekerjaan texturing harus selesai dalam 3 jam sejak beton dihampar (texturing harus sudah selesai sebelum beton mengeras). Untuk texturing ini dapat dipakai alat *grooving tool*, di mana disambung dengan batang pemegang panjang, sedang lebarnya tidak kurang dari 45 cm. Pekerjaan texturing dilakukan dengan cara membuat alur arah melintang untuk mengalirkan airguna mencegah *hidro planning*. *Hidro planning* adalah peristiwa yang terjadi ketika roda kendaraan

yang berjalan cepat tidak menyentuh permukaan jalan sebagai akibat adanya lapisan atau genangan air di atas permukaan jalan, sehingga kendaraan tidak dapat dikendalikan dengan baik.

f. Perawatan

Setiap campuran beton, sebelum mencapai suatu kekuatan yang direncanakan pasti mengalami proses hidrasi. Perawatan beton sangat diperlukan, agar kekuatan beton yang direncanakan dapat didapatkan. Cara yang digunakan dalam proyek pembangunan ini adalah *Curing Compound*, di mana cara ini dilakukan untuk jangka waktu minimal 7 hari.

Pada permukaan dengan acuan tetap, penyemprotan pertama haruslah dalam 30 menit setelah penggarukan dan yang kedua haruslah 15 sampai 45 menit sesudahnya.

Masing-masing penyemprotan (*curing compound*) harus dengan kadar yang sesuai dengan sertifikat pengujian untuk perawatan yang efisien, harus memenuhi nilai minimum 0,20 ltr/m<sup>2</sup>.

g. Pemotongan Beton

Pemotongan atau penggergajian dilakukan pada sambungan plat beton, di mana harus tepat di tengah-tengah panjang dowel/tie bar, agar retak yang terjadi tepat pada lokasi sambungan. Kedalaman cutting adalah 75 mm. Pekerjaan tersebut dilakukan 4-8 jam setelah selesai pengecoran untuk mencegah timbulnya retak susut yang tidak terkendali.

Cutting dilakukan pada setiap segmen, yaitu setiap jarak 5 m untuk *main road*. Saat cutting beton, cutter harus selalu disiram dengan air untuk menjaga suhu, agar tidak cepat memuai yang dapat mengakibatkan

cutter cepat tumpul. Selain itu, untuk menjaga agar beton tidak retak saat dicutting.

Cutting berfungsi memberikan celah untuk rigid pavement, apabila terjadi retakan di atas dowel atau tie bar. Sehingga, retakan retakan pada plat beton terjadi tidak meluas dan hanya terjadi pada daerah yang sudah direncanakan untuk patah atau retak, yaitu daerah dowel dan tie bar.

## 5. Pekerjaan Drainase

### a. Pengukuran

Pengukuran meliputi pengukuran panjang perkerasan, elevasi, dan pemasangan patok. Pengukuran diawali dari STA 03+000, yaitu daerah Pantai Mentari sampai dengan STA 06+000, yaitu daerah *Pakuwon City*.

### b. Galian Tanah

Penggalian tanah dilakukan menggunakan excavator selebar 2.0 m, setinggi 1.65 m, dan sepanjang 3000 m.

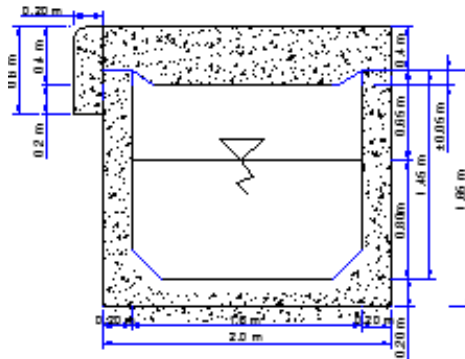
### c. Pengangkutan Tanah Galian Keluar Proyek

Selama excavator mengerjakan galain, tanah bekas galian tersebut langsung dibuang ke luar proyek dengan menggunakan Dump Truck, di mana lokasi pembuangan dapat dilihat pada gambar Metode Pelaksanaan lampiran nomor 85. Pada gambar tersebut dapat dilihat, bahwa jarak antara lokasi awal segmen (STA 03+000) dengan jarak lokasi pembuangan sebesar 1,6 km. Sedangkan, jarak akhir segmen (06+000) sebesar 1,3 km. Lokasi pembuangan ditunjukkan dengan gambar kotak berwarna biru, sedangkan jalur pembuangan ditunjukkan dengan warna merah.

### d. Pemasangan Drainase U-Getter

Beton pra cetak U-Getter yang sudah berumur lebih dari 7 hari dari fabrikasi dikirim ke lokasi dan

distok di lokasi dekat pemasangan. Pемindahan beton pracetak U-Getter dari stock yard ke tempat pemasangan menggunakan forklift dengan kapasitas sesuai berat material. Biasanya, kapasitas forklift yang harus disediakan adalah 2 x berat material. Pemasangan beton pracetak U-Getter menggunakan crane tergantung pada berat material yang diangkat. Pemasangan dilakukan setelah cor lantai kerja berumur minimal 7 hari.



**Gambar 5. 23 Detail Saluran Drainase**

Dari gambar 5.19 dapat diketahui, bahwa beton pra cetak U-Getter mempunyai lebar 1,6 m, tebal 2 cm, dan tinggi 1,45 cm.

Di atas beton pracetak U-Getter, sebaiknya dipasang capping beam dan beton cor di tempat, di mana berfungsi untuk menjaga posisi beton pracetak U-Getter agar tidak bergeser ke kiri atau ke kanan oleh desakan tanah. Setelah itu, dilakukan pengelasan plat penyambungantar beton pracetak U-Getter.

# **LAMPIRAN**





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+000

**DOSEN PEMBIMBING**

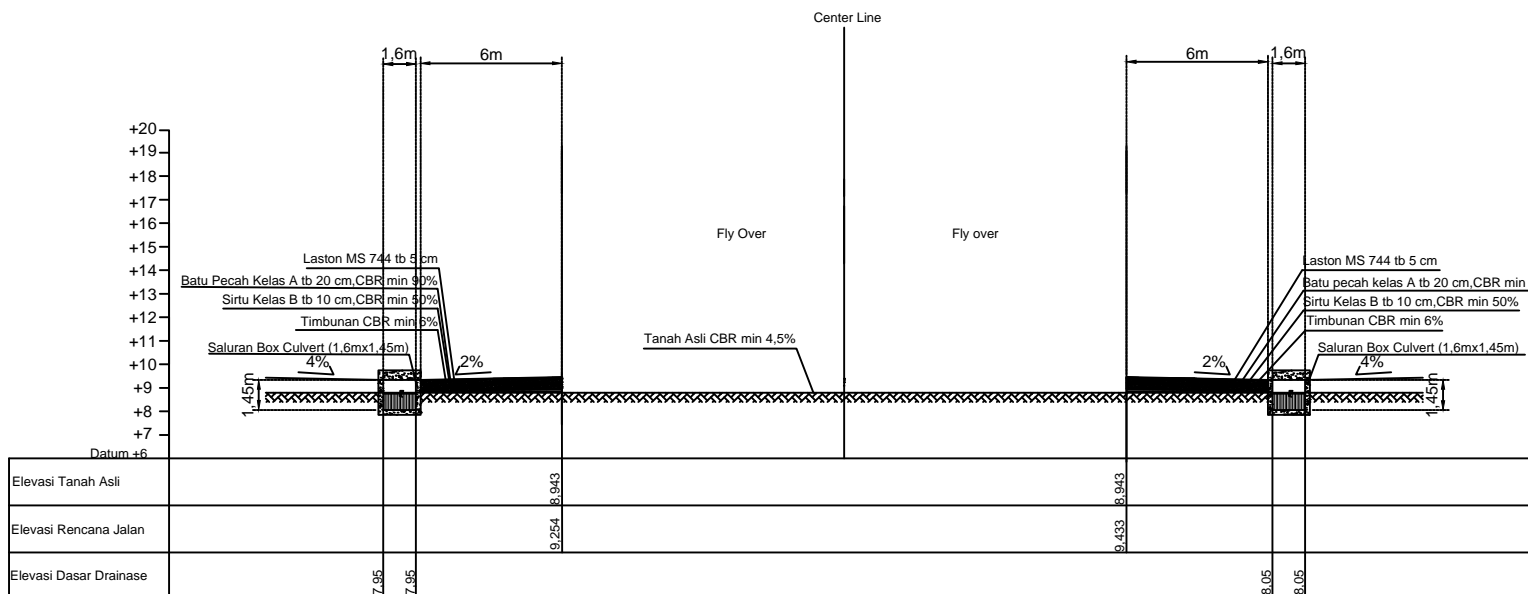
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

1	98
---	----

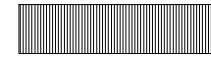


Potongan Melintang Sta 3+000  
 Skala 1:200

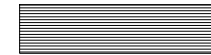


D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+050

**DOSEN PEMBIMBING**

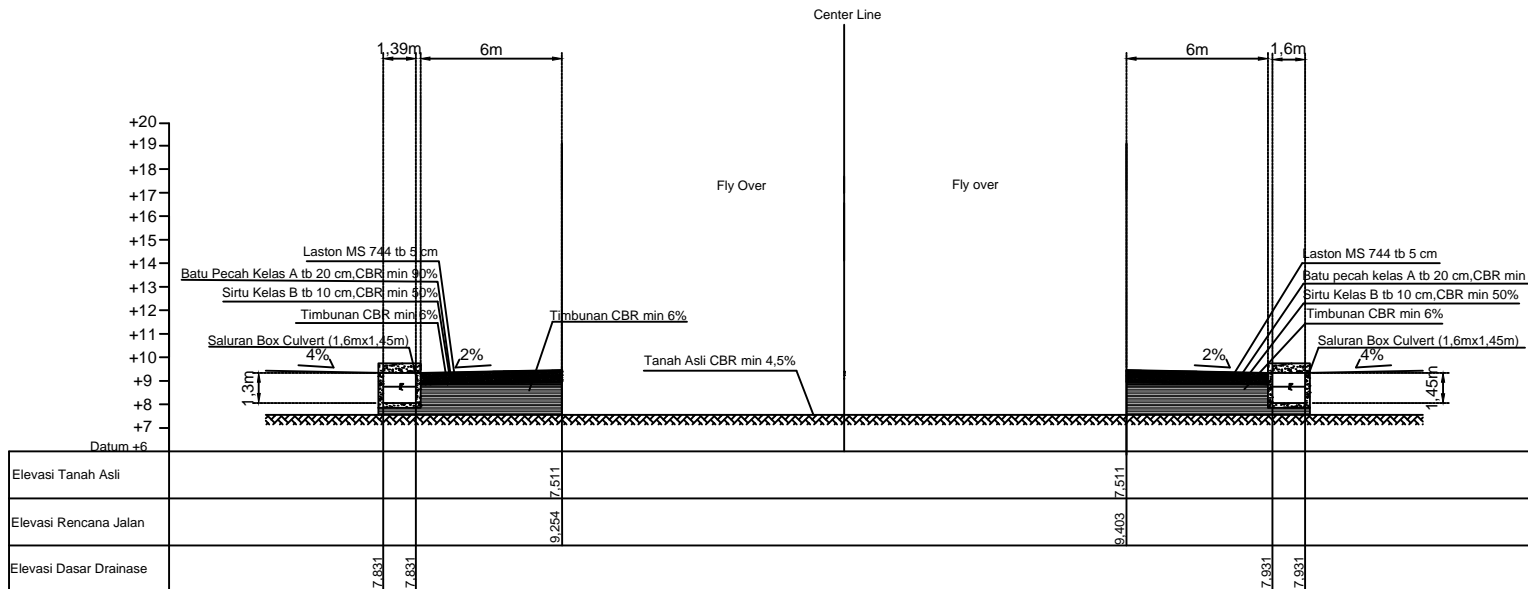
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

2 98

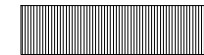


Potongan Melintang Sta 3+050  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+100

**DOSEN PEMBIMBING**

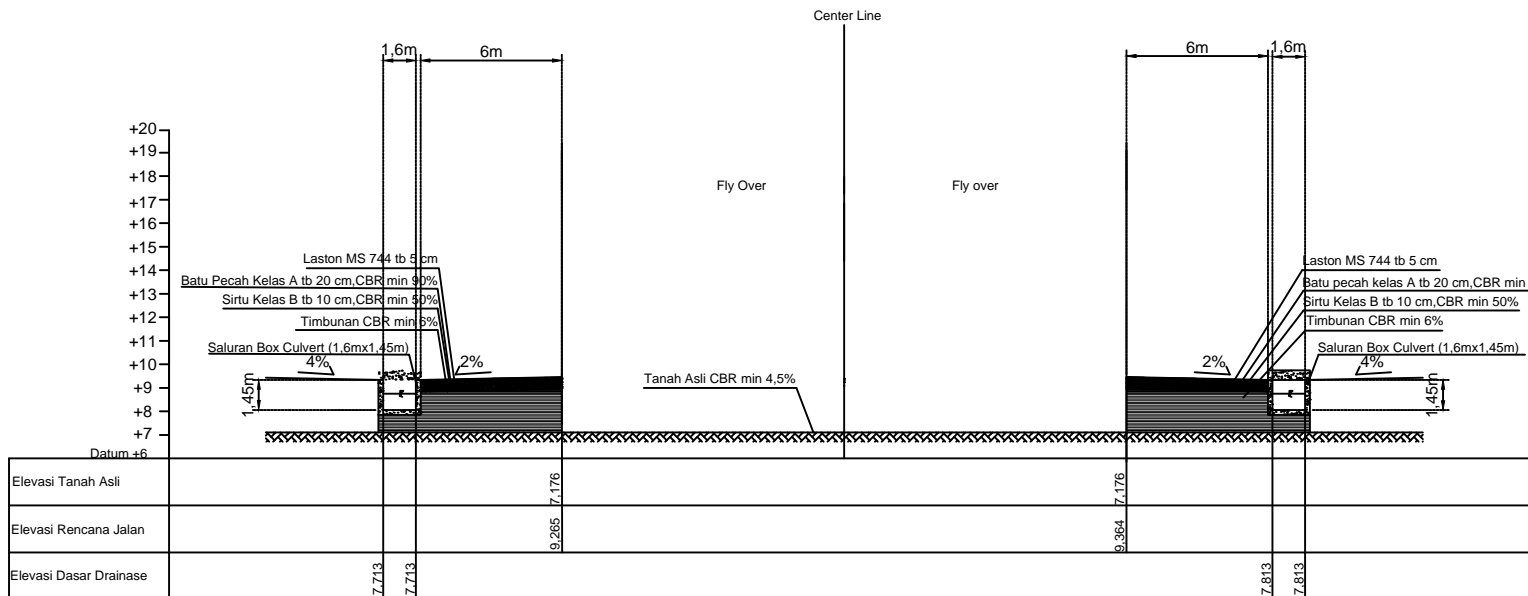
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

3	98
---	----

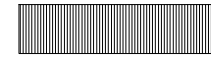


Potongan Melintang Sta 3+100  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+150

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

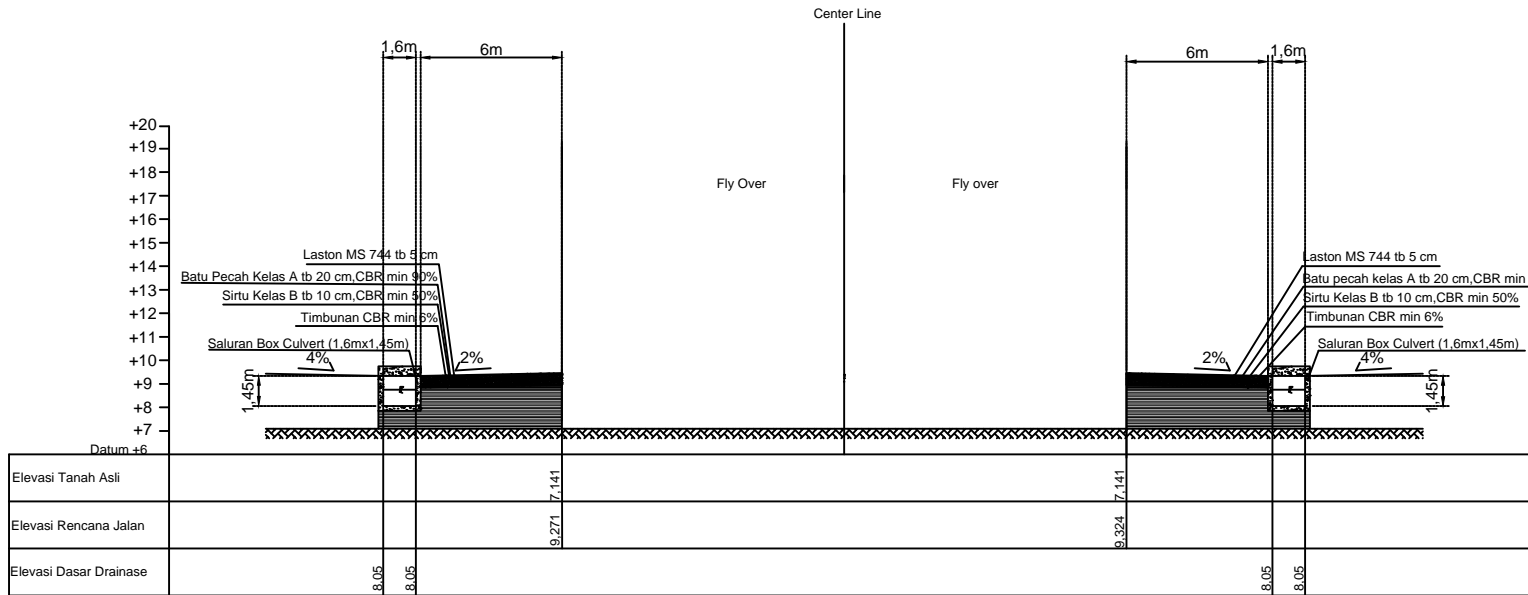
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

4

98

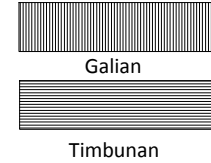


Potongan Melintang Sta 3+150  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+200

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

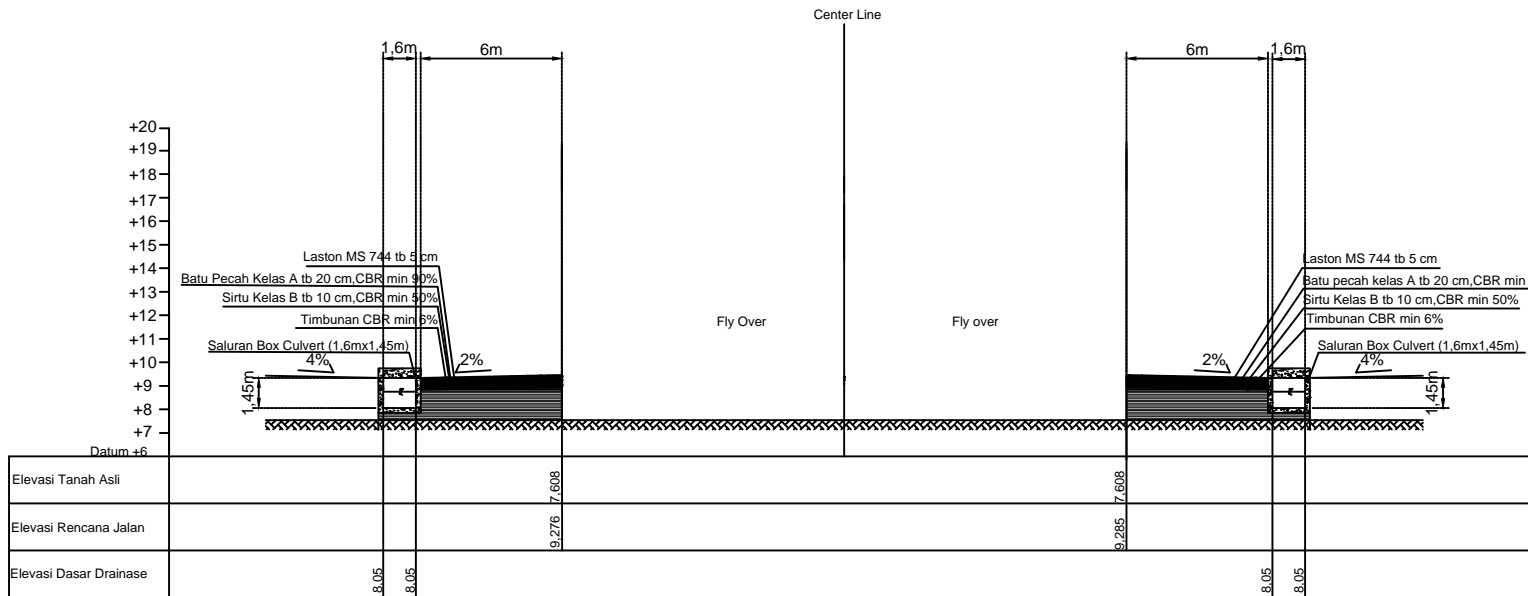
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

5

98

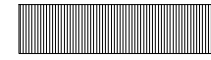


Potongan Melintang Sta 3+200  
 Skala 1:200

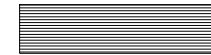


D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+250

**DOSEN PEMBIMBING**

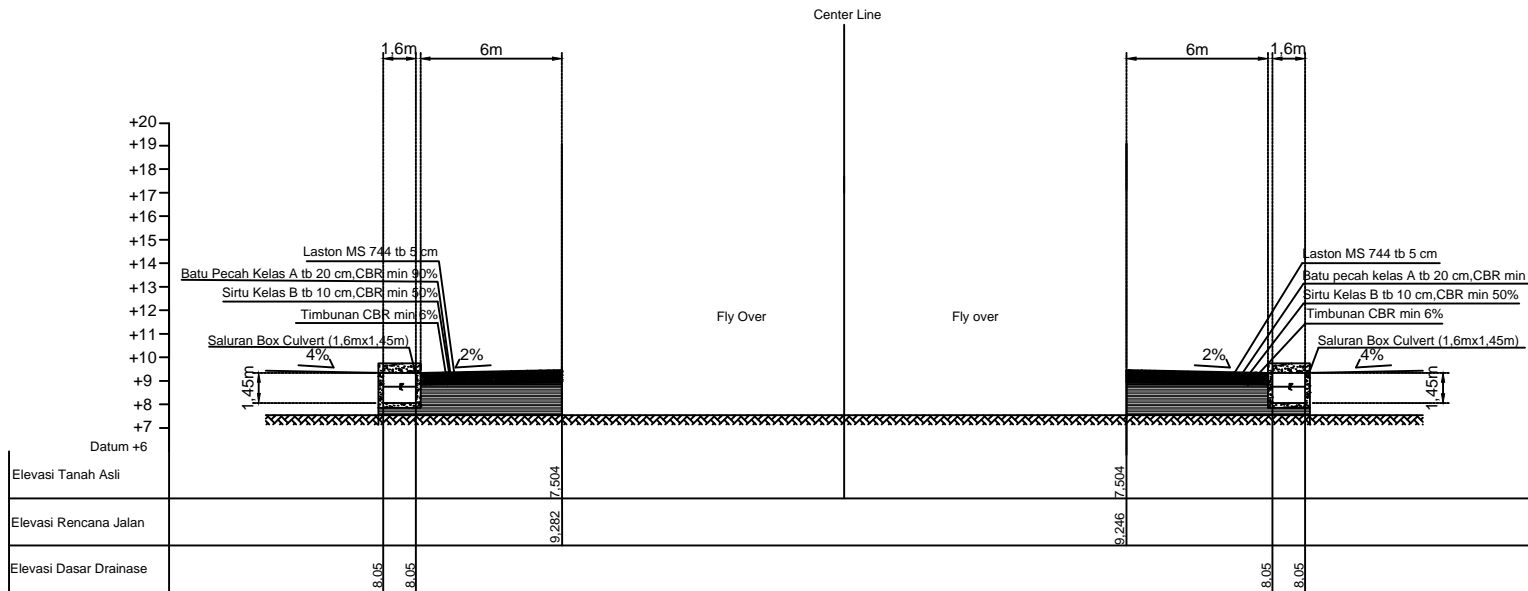
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

6	98
---	----

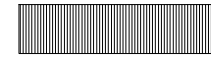


Potongan Melintang Sta 3+250  
 Skala 1:200

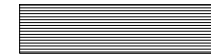


D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+300

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

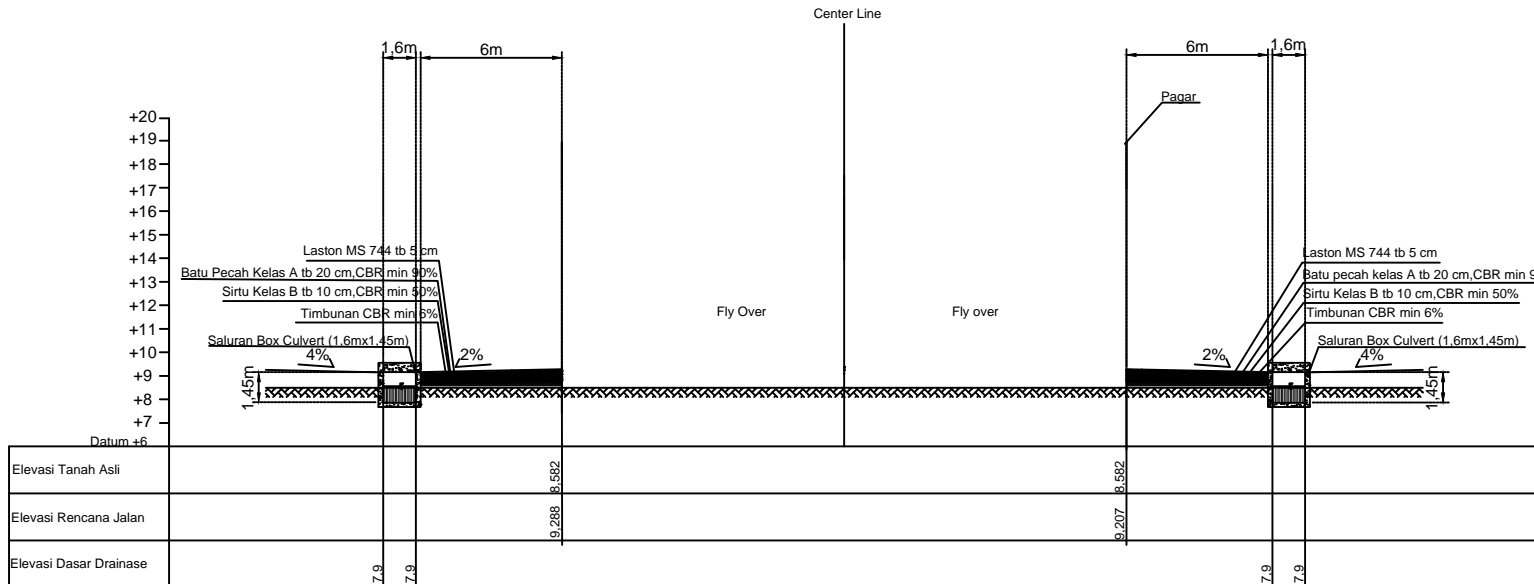
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

**NO JUMLAH**

7

98



Potongan Melintang Sta 3+300  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+350

**DOSEN PEMBIMBING**

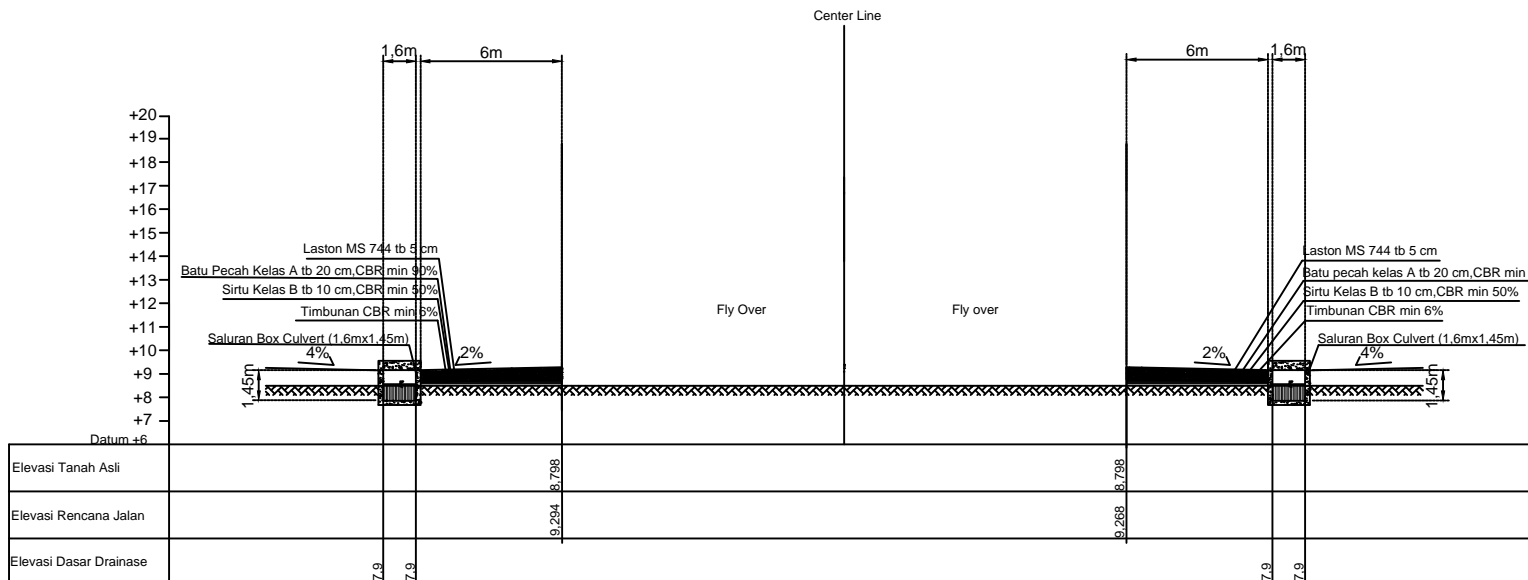
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

8	98
---	----



Potongan Melintang Sta 3+350  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+400

**DOSEN PEMBIMBING**

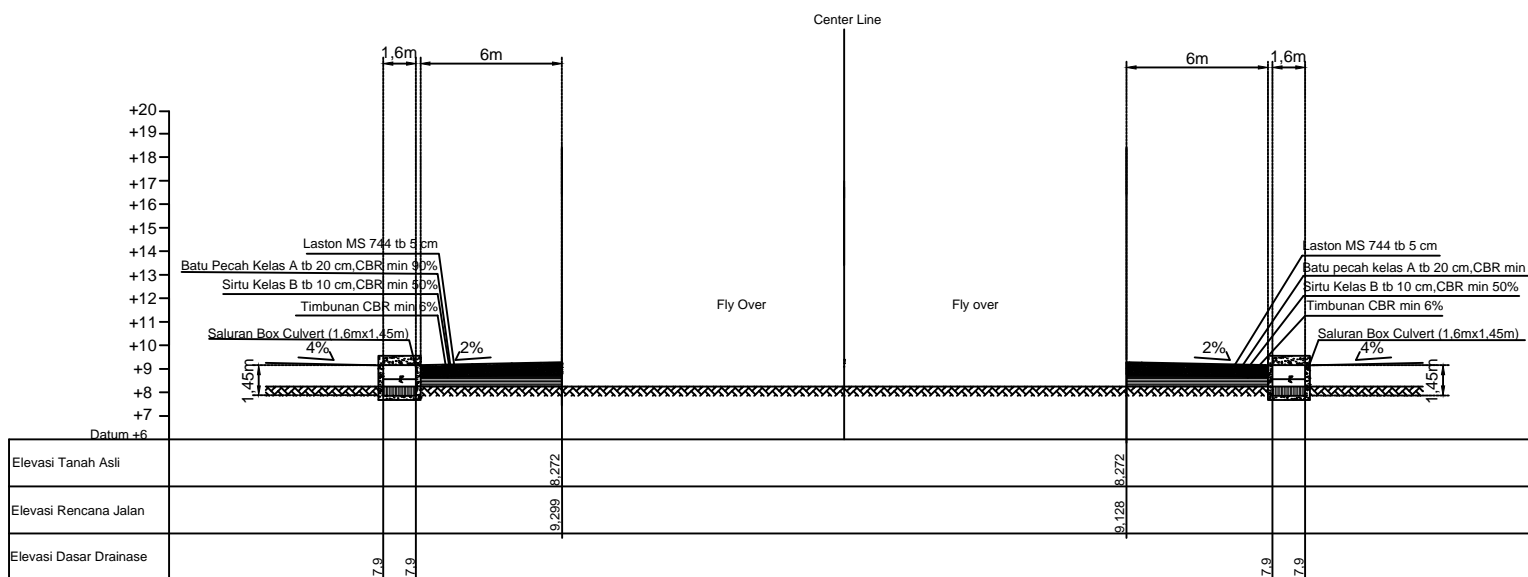
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

9	98
---	----

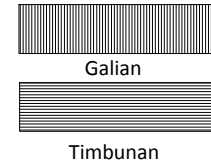


Potongan Melintang Sta 3+400  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+450

**DOSEN PEMBIMBING**

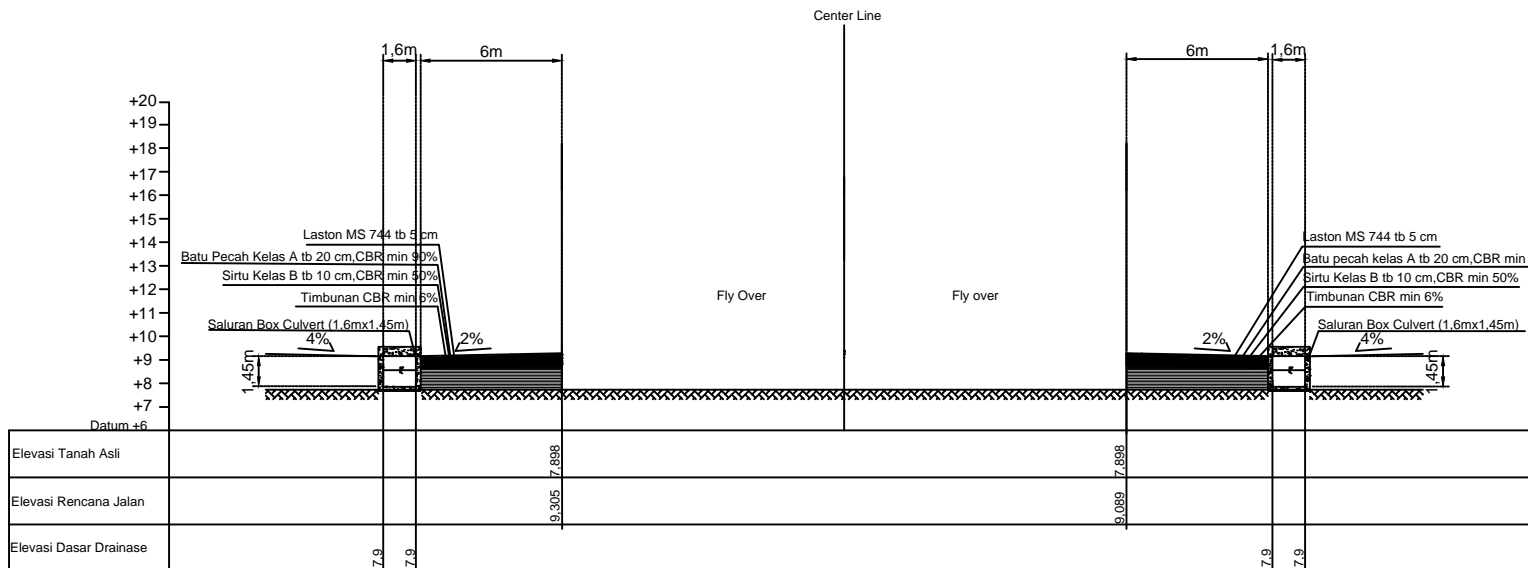
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

10 98

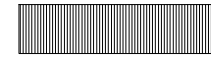


Potongan Melintang Sta 3+450  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+500

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

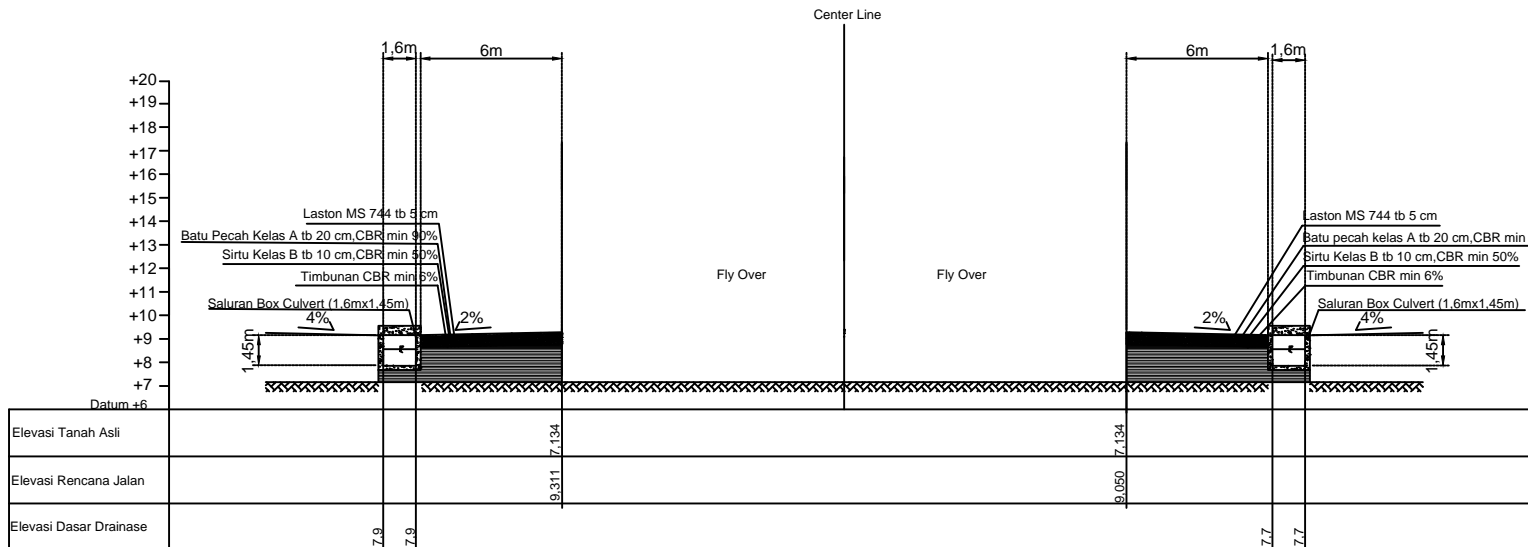
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

11

98

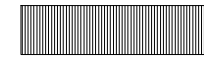


Potongan Melintang Sta 3+500  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+550

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

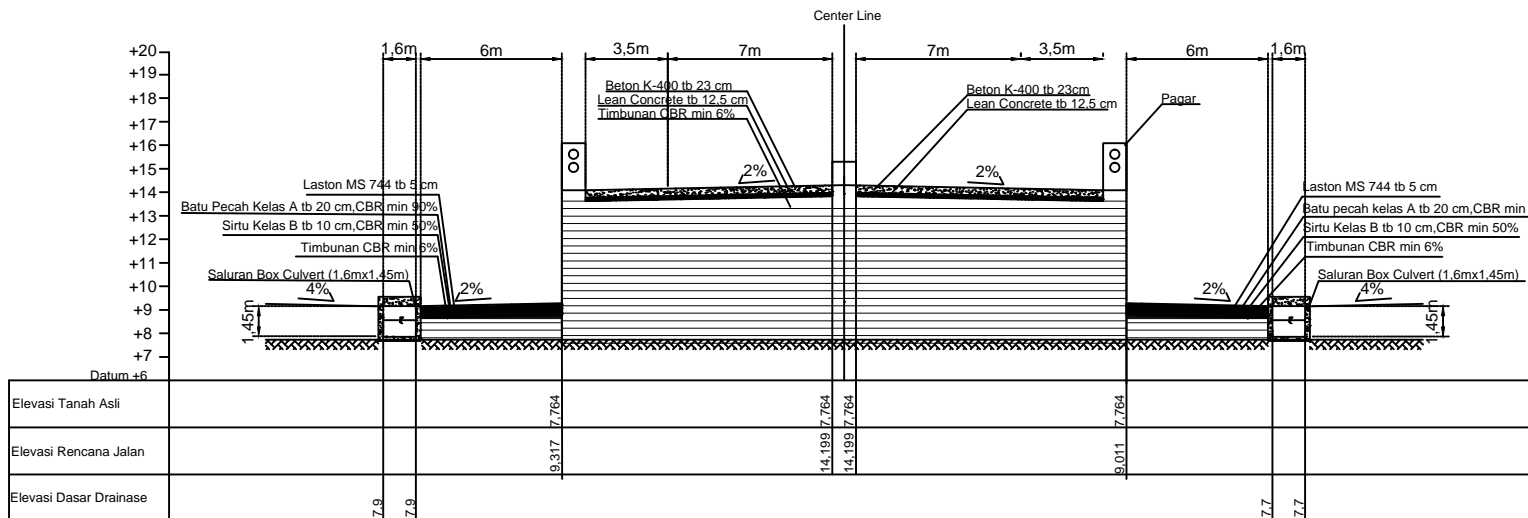
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

12

98

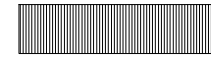


Potongan Melintang Sta 3+550  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+575

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

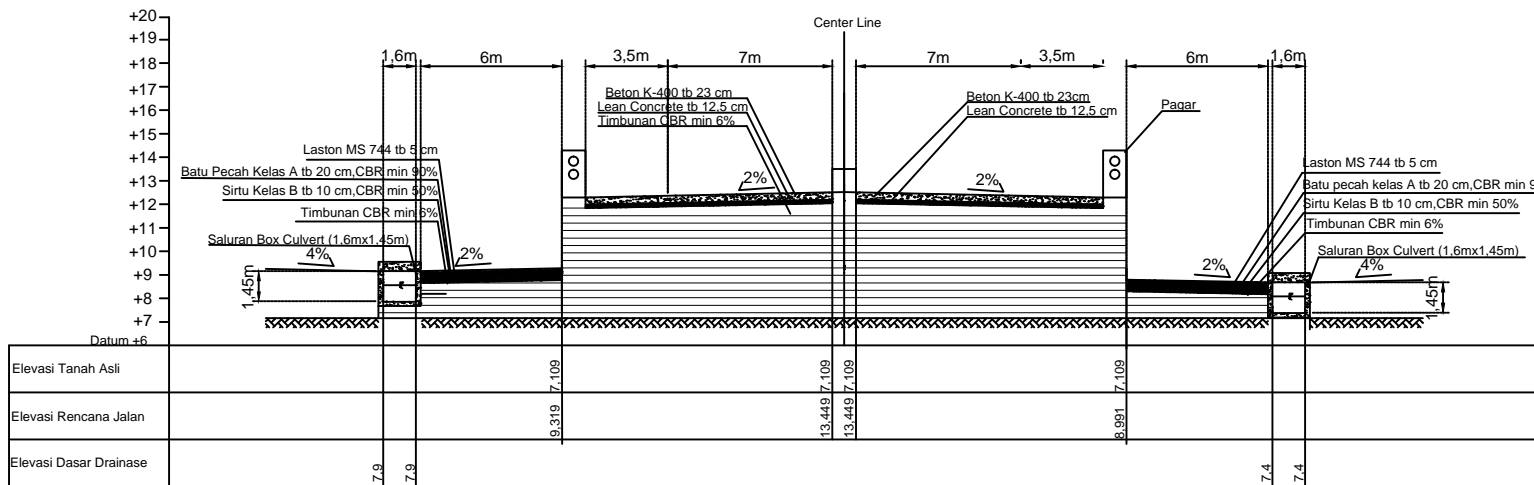
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

13

98

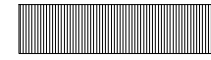


Potongan Melintang Sta 3+575  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+600

**DOSEN PEMBIMBING**

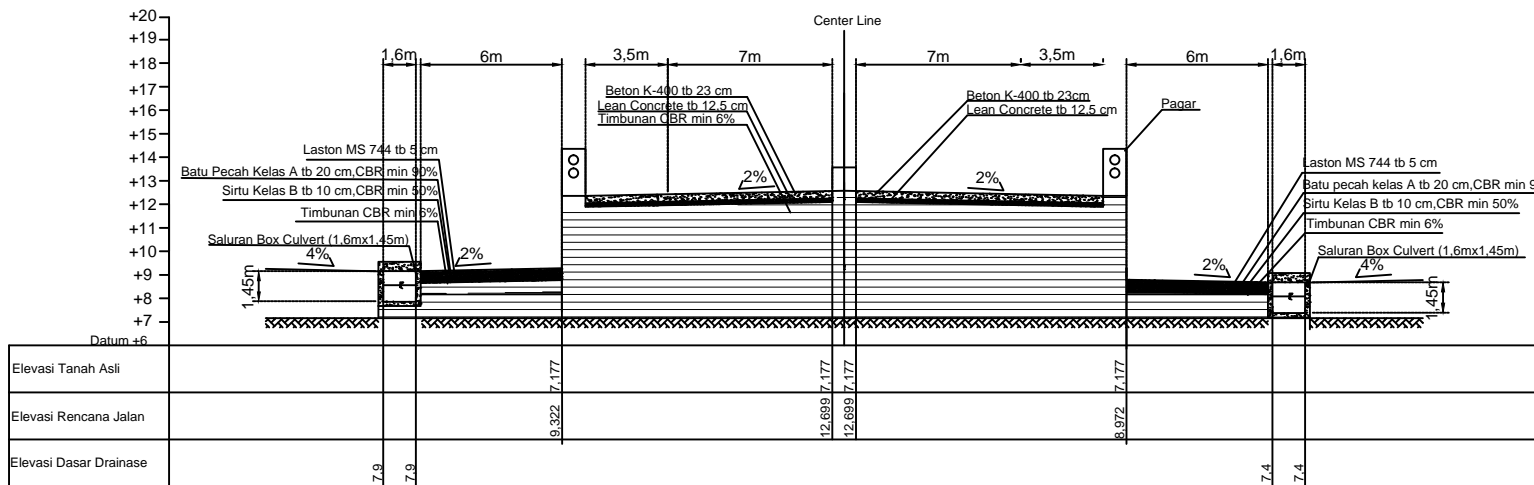
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

14 98



Potongan Melintang Sta 3+600  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+650

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

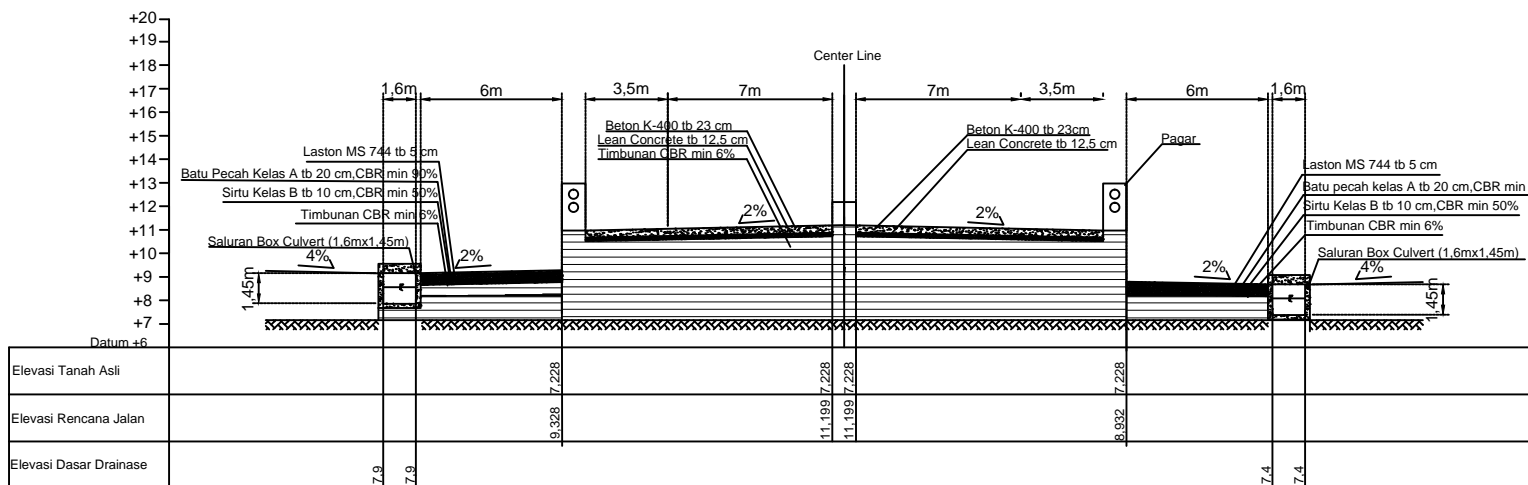
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

16

98



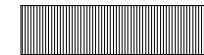
Potongan Melintang Sta 3+650  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+675

**DOSEN PEMBIMBING**

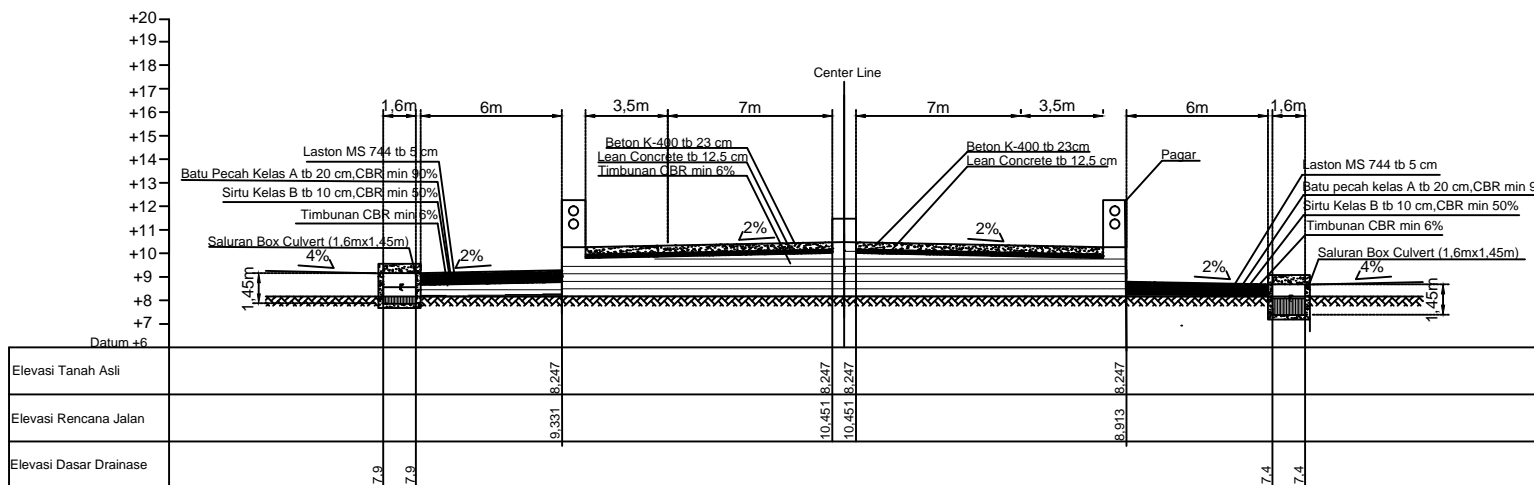
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

17	98
----	----

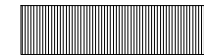


Potongan Melintang Sta 3+675  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+700

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

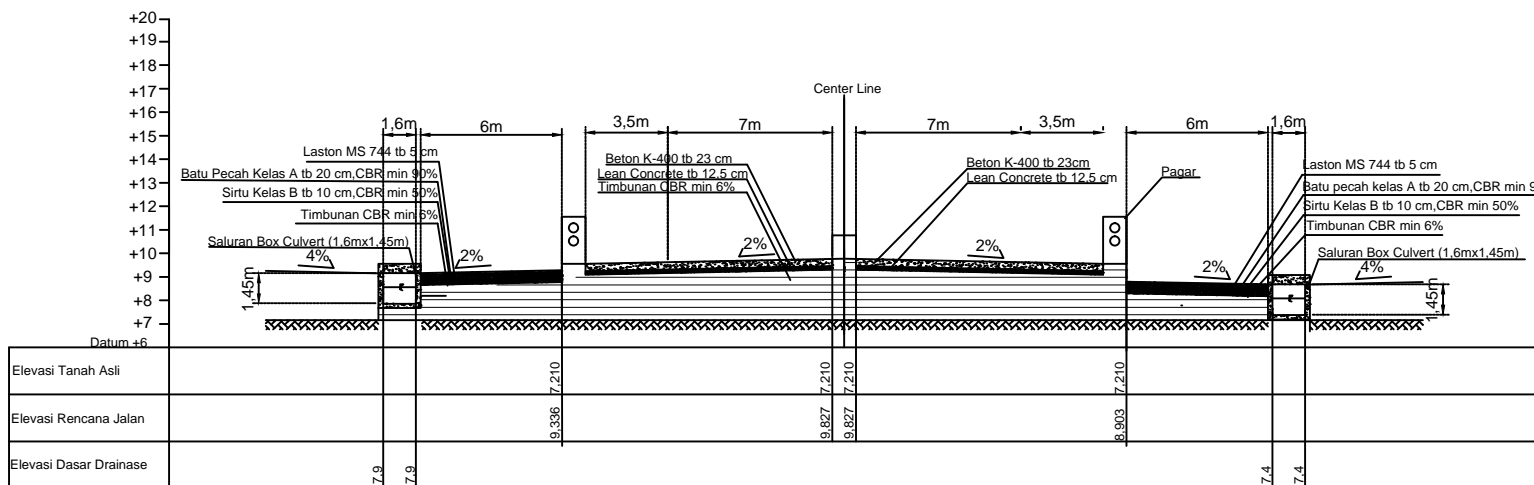
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

18

98

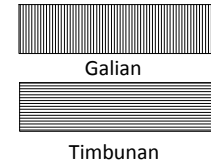


Potongan Melintang Sta 3+700  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+725

**DOSEN PEMBIMBING**

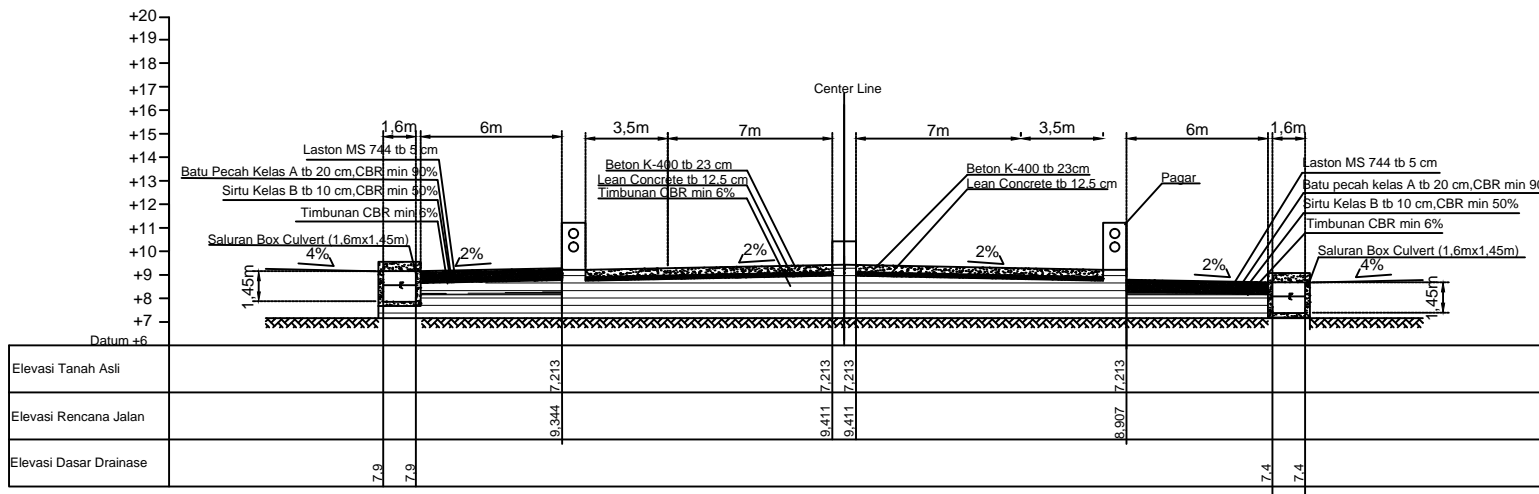
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

19 98

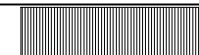


Potongan Melintang Sta 3+725  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+750

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

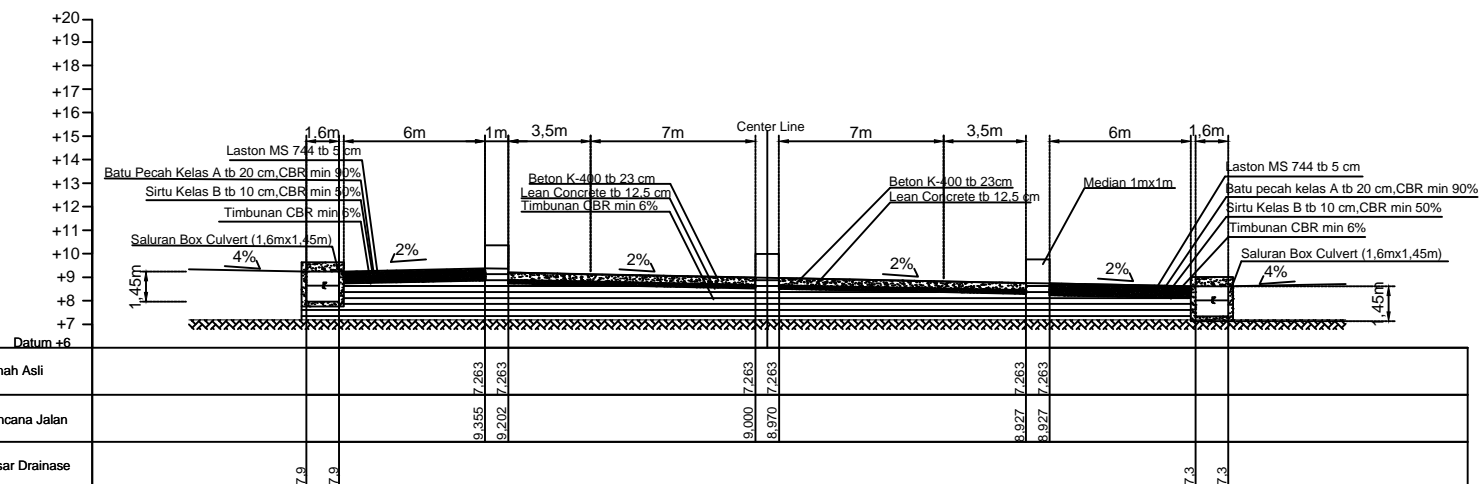
Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO

JUMLAH

20

98

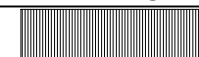


Potongan Melintang Sta 3+750  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+775

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

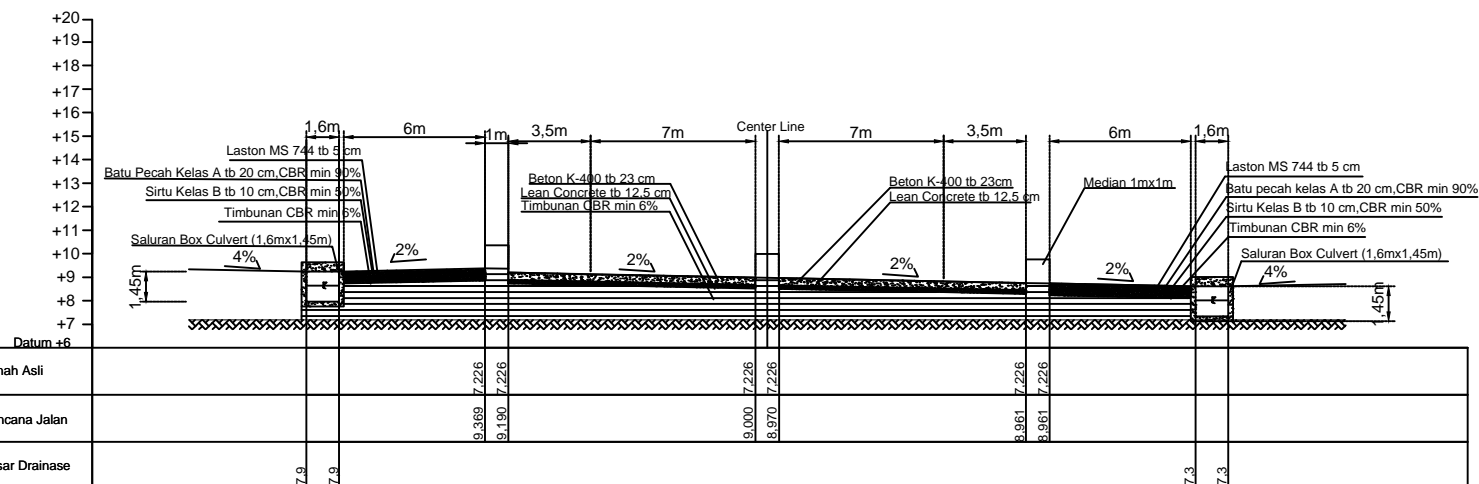
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

21

98



Potongan Melintang Sta 3+775  
Skala 1:200

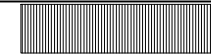




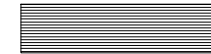


D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 3+850

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

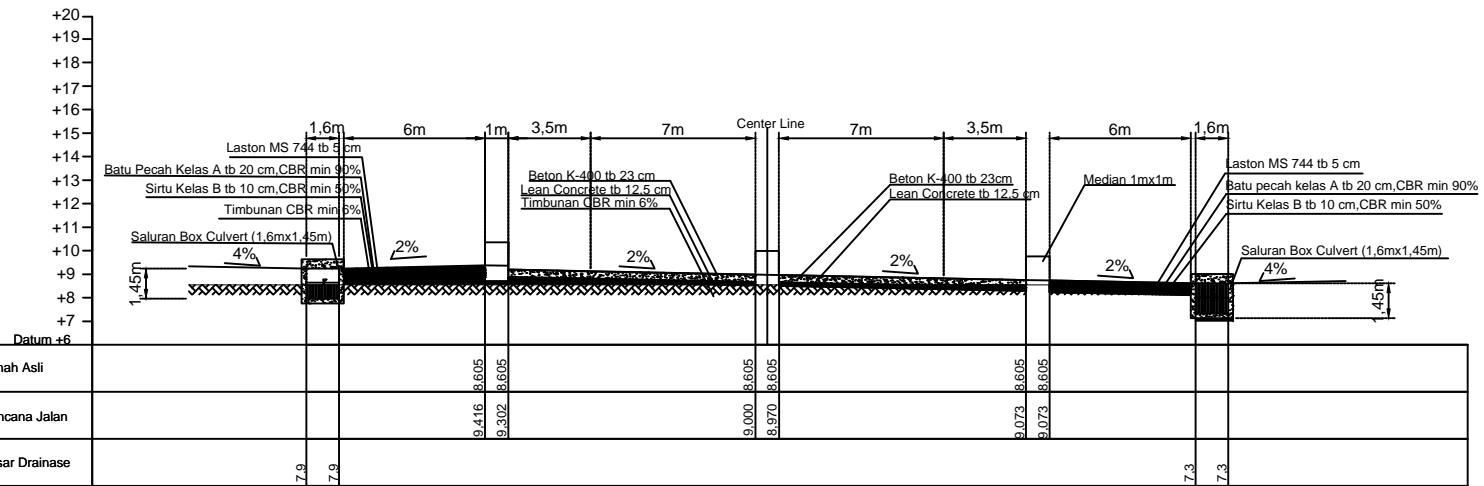
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

24

98



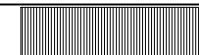
Potongan Melintang Sta 3+850  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 3+900

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

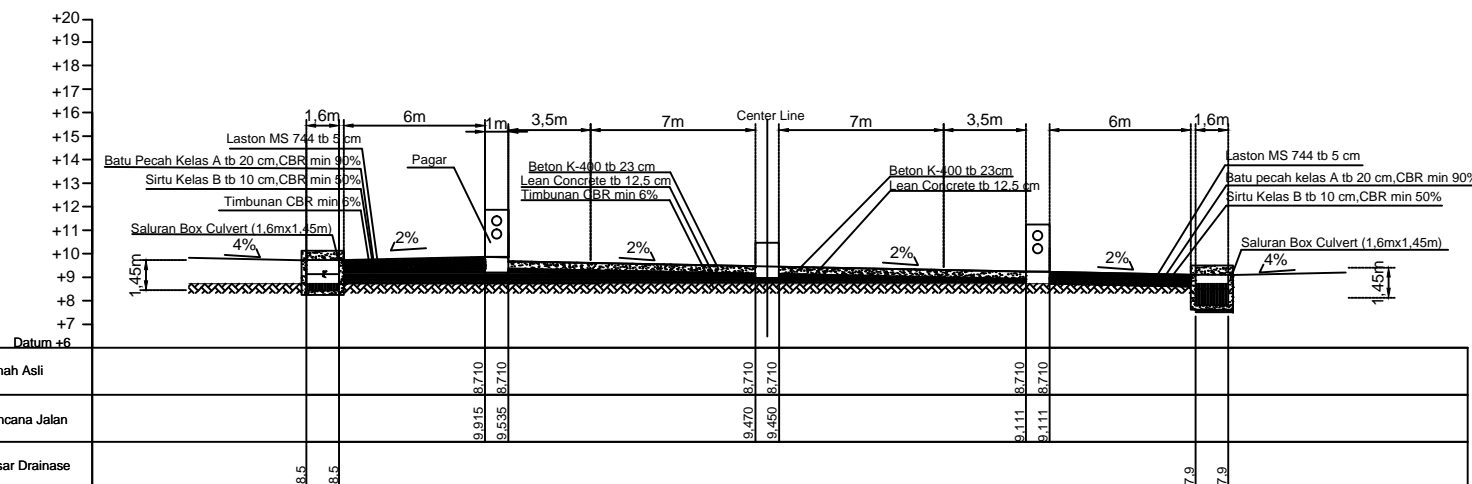
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

25

98



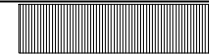
Potongan Melintang Sta 3+900  
Skala 1:200



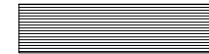


D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+000

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

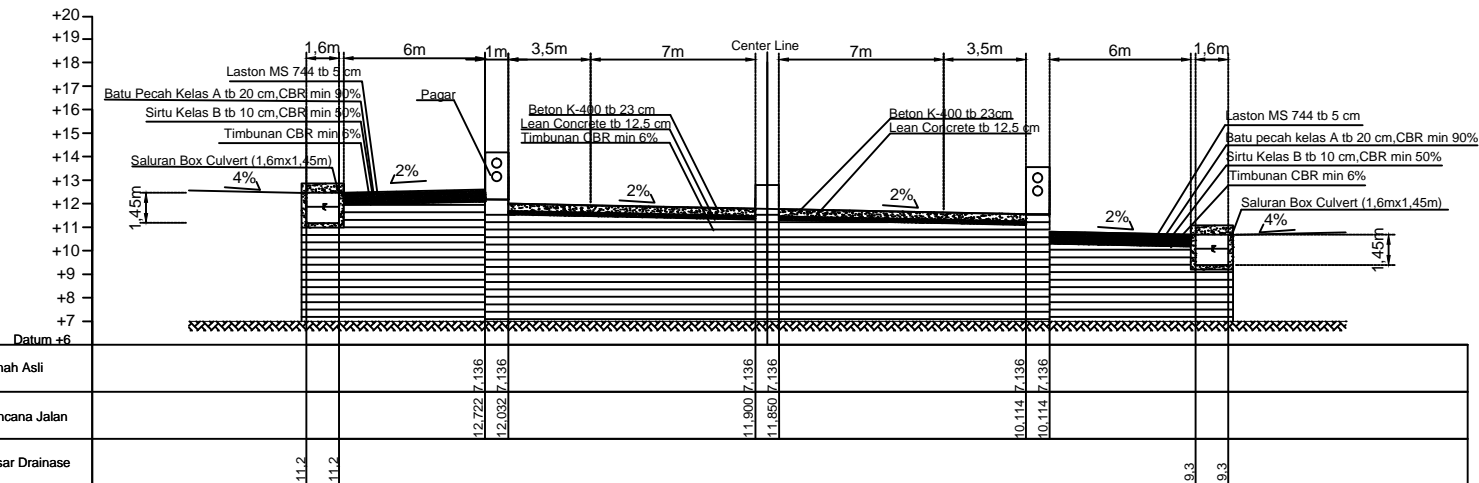
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

27

98



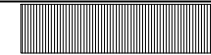
Potongan Melintang Sta 4+000  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+100

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

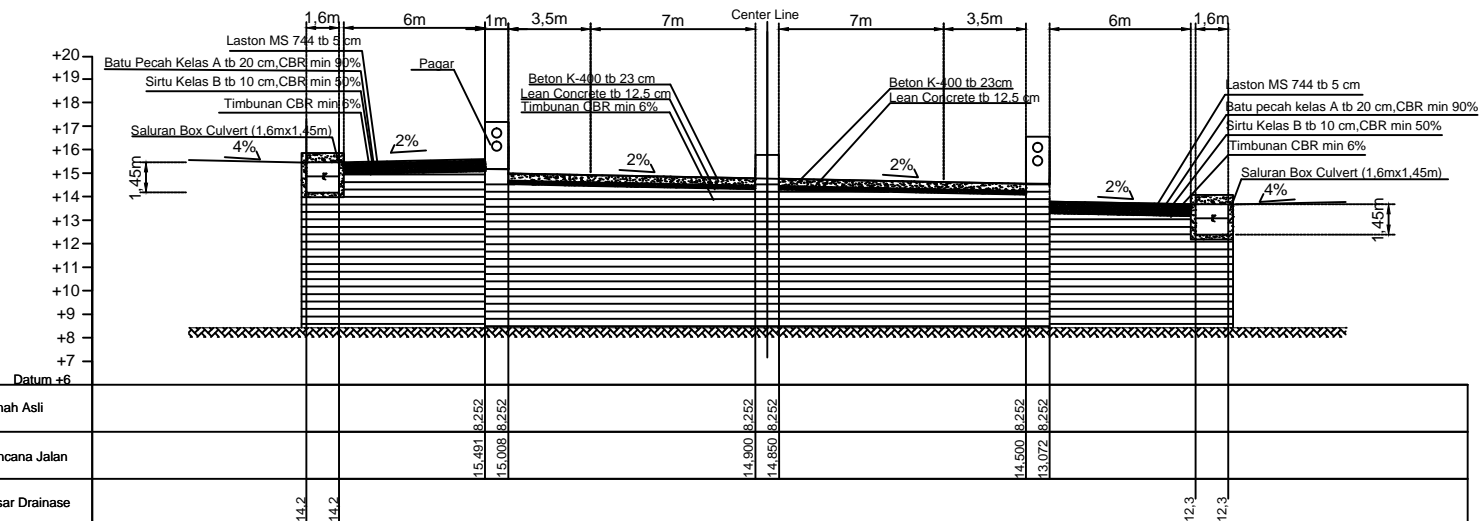
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

29

98



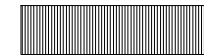
Potongan Melintang Sta 4+100  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+200

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

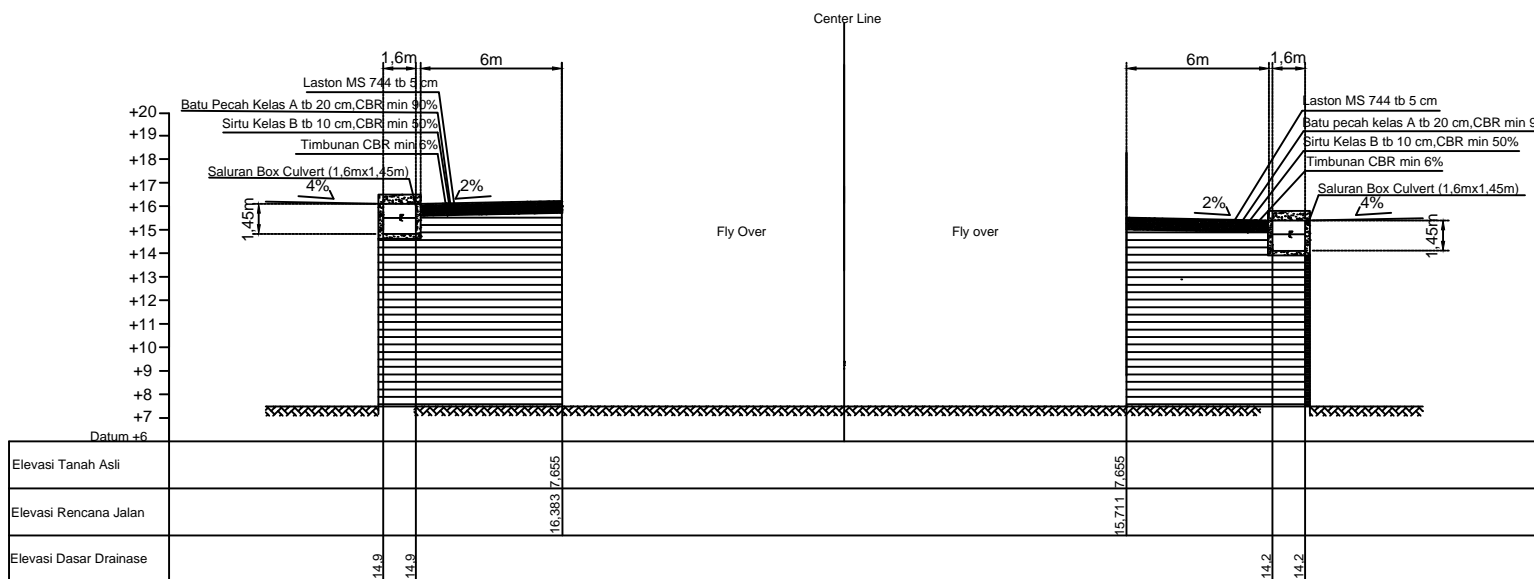
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

31

98

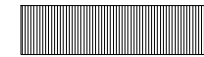


Potongan Melintang Sta 4+200  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+250

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

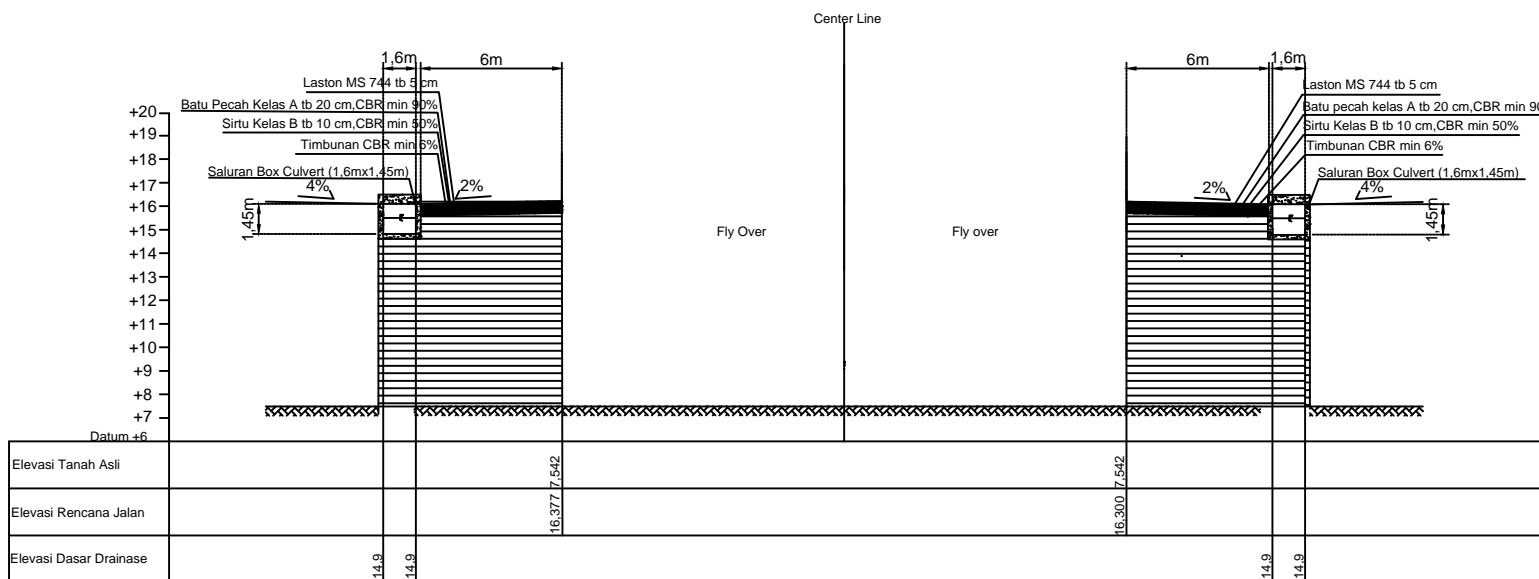
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

32

98



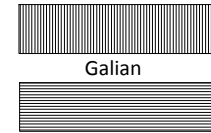
Potongan Melintang Sta 4+250  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian

Timbunan

TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+300

**DOSEN PEMBIMBING**

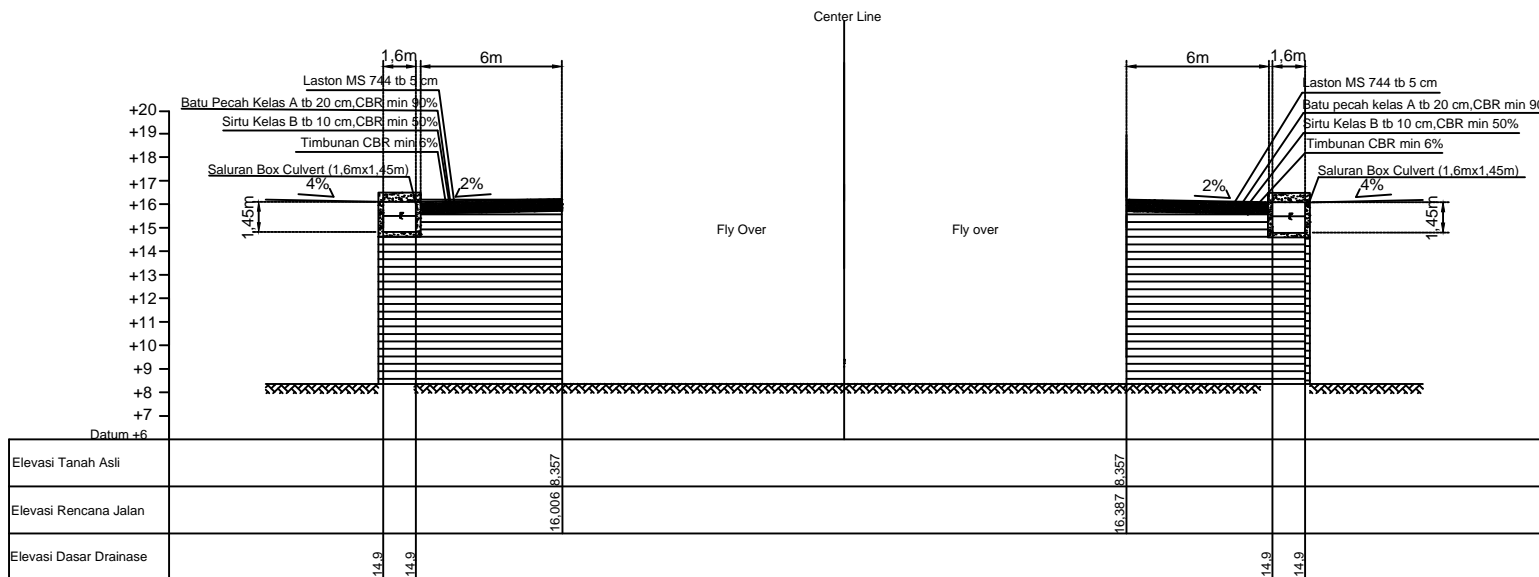
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

33	98
----	----

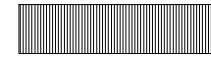


Potongan Melintang Sta 4+300  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+350

**DOSEN PEMBIMBING**

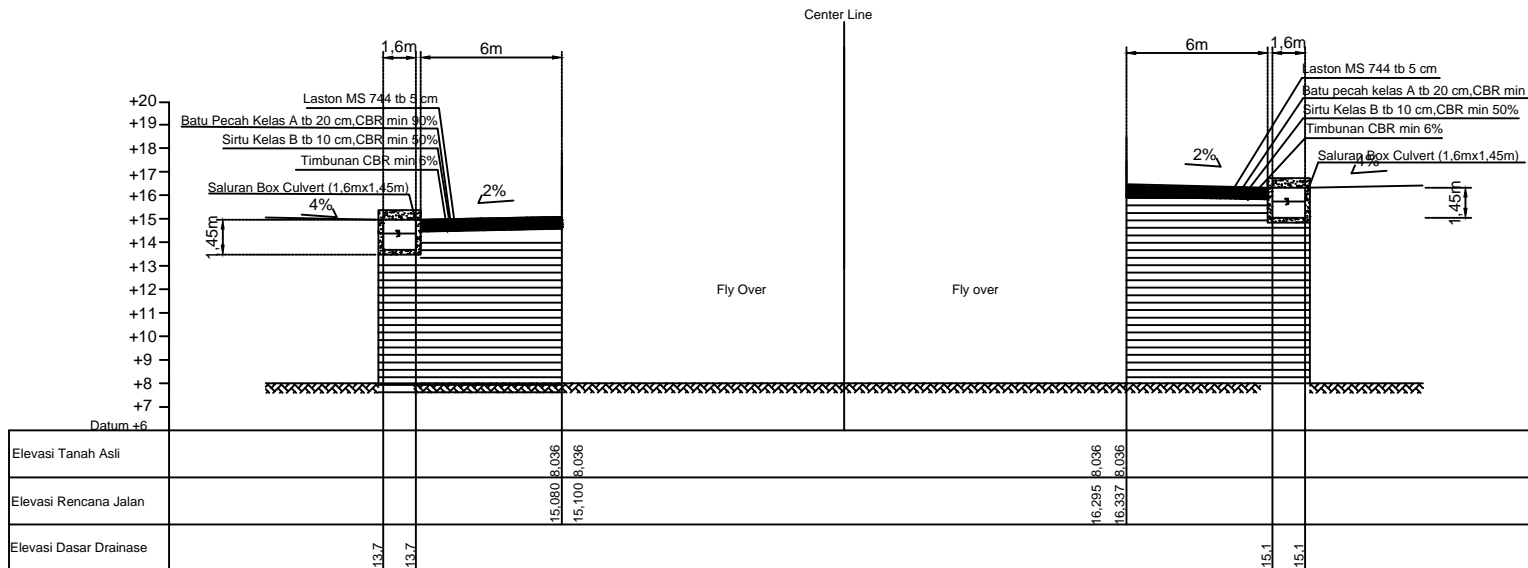
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

34 98



Potongan Melintang Sta 4+350  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+400

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

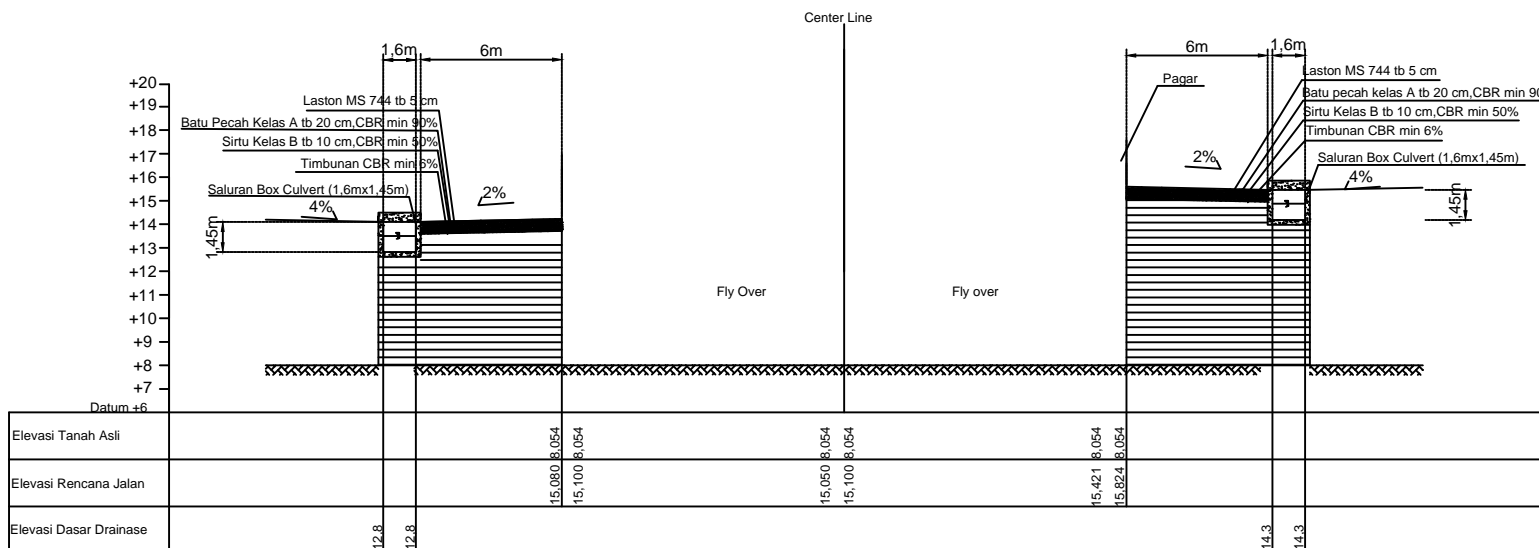
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

35

98

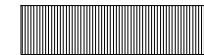


Potongan Melintang Sta 4+400  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+425

**DOSEN PEMBIMBING**

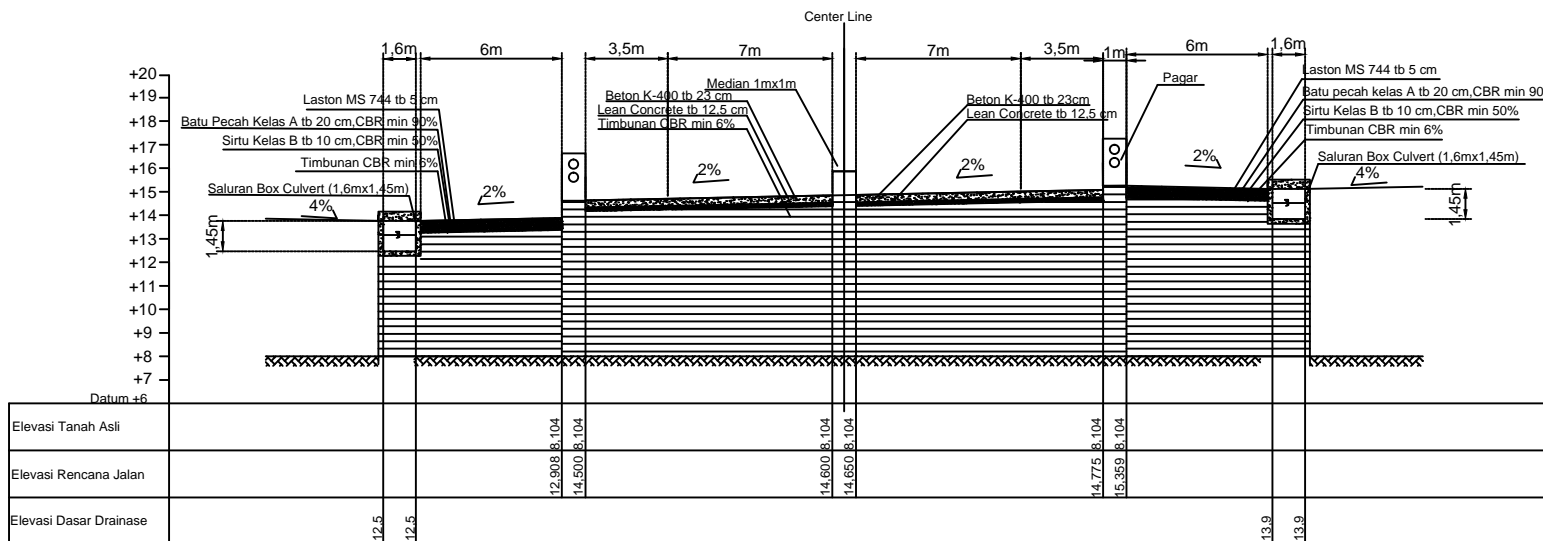
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

36 98

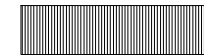


Potongan Melintang Sta 4+425  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+425

**DOSEN PEMBIMBING**

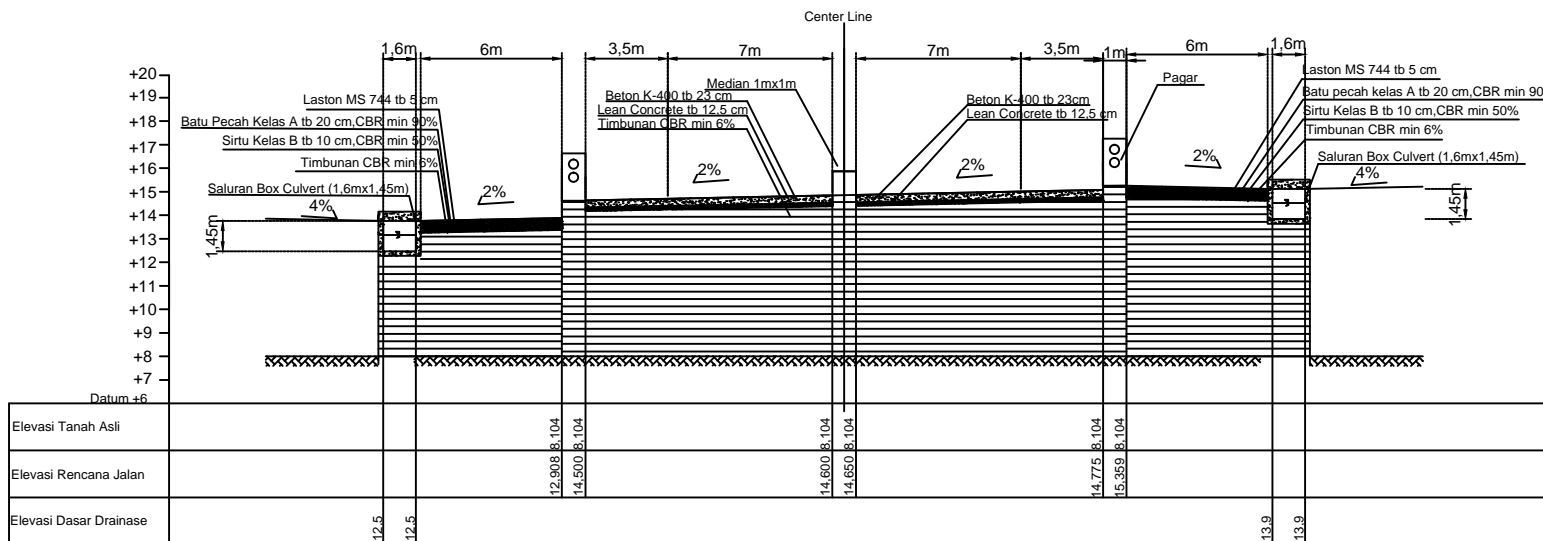
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

36 98

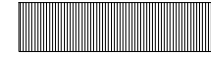


Potongan Melintang Sta 4+425  
 Skala 1:200

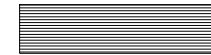


D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+450

**DOSEN PEMBIMBING**

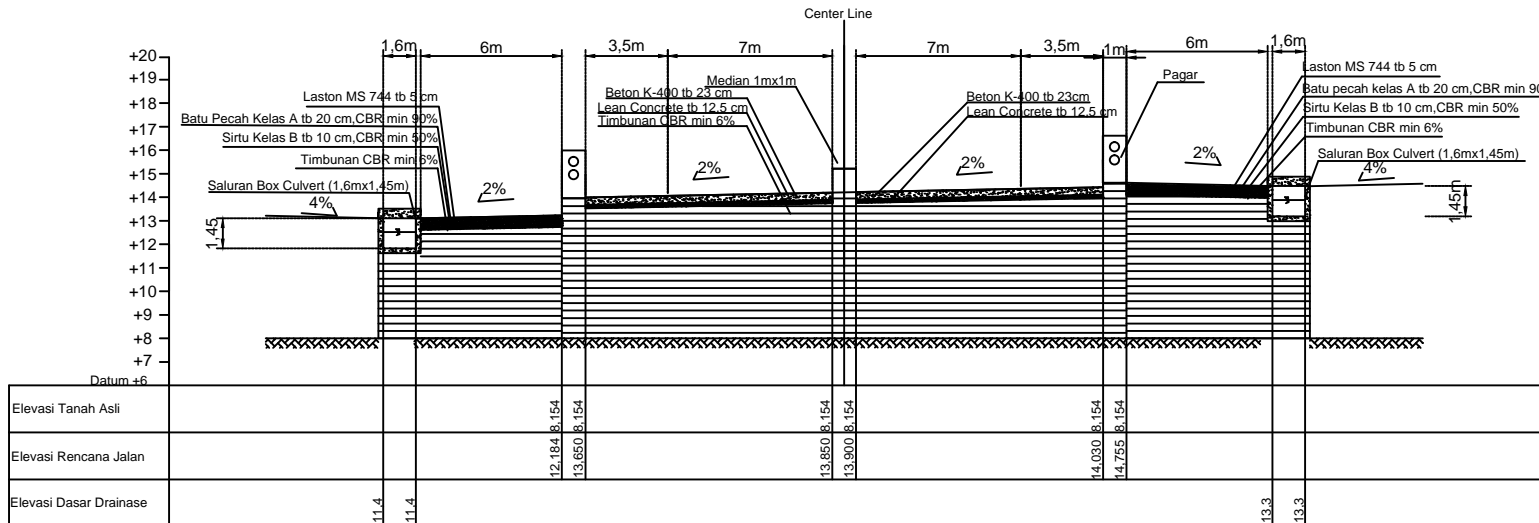
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

37 98

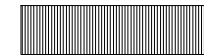


Potongan Melintang Sta 4+450  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+475

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

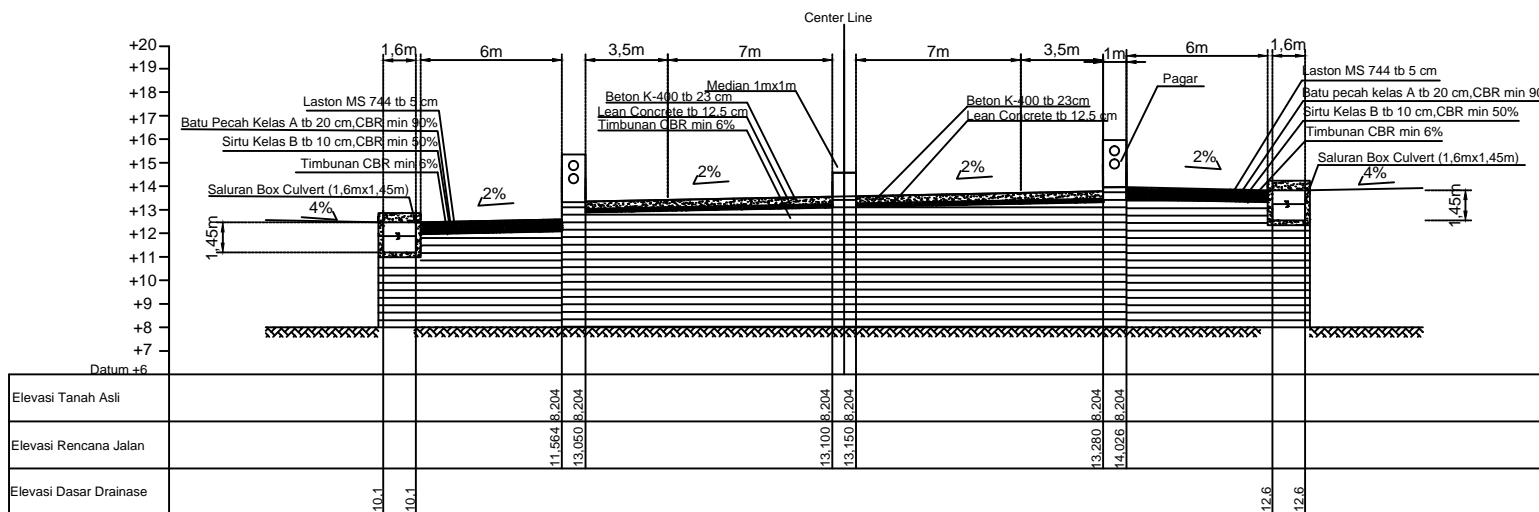
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

38

98



Potongan Melintang Sta 4+475  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+500

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

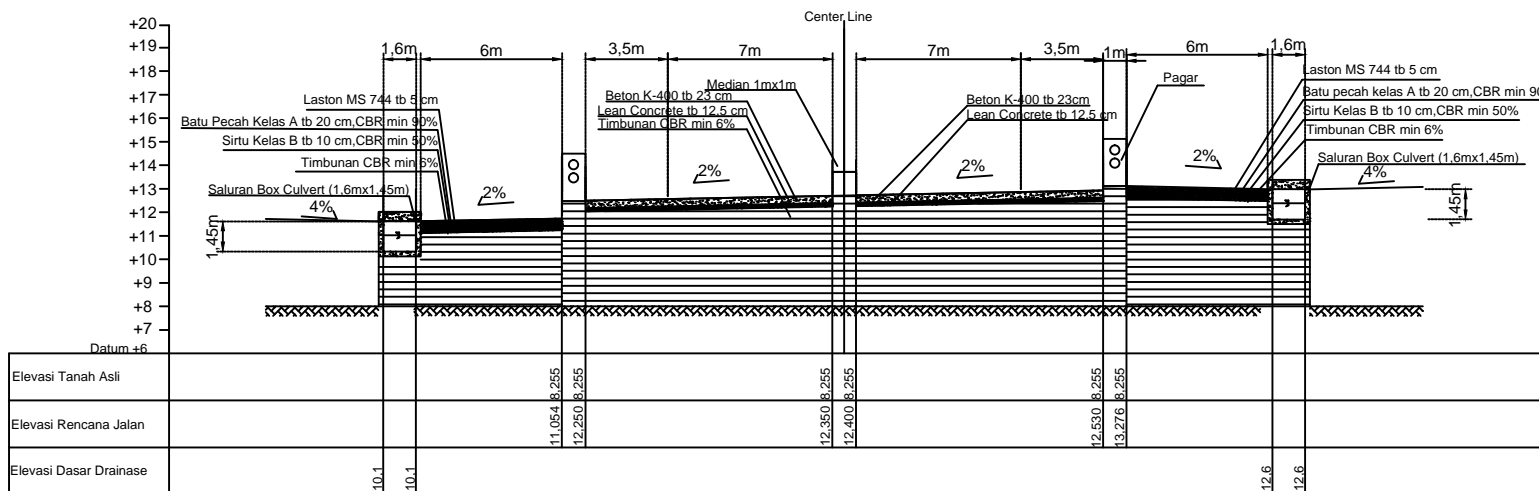
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

39

98



Potongan Melintang Sta 4+500  
 Skala 1:200









D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+575

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

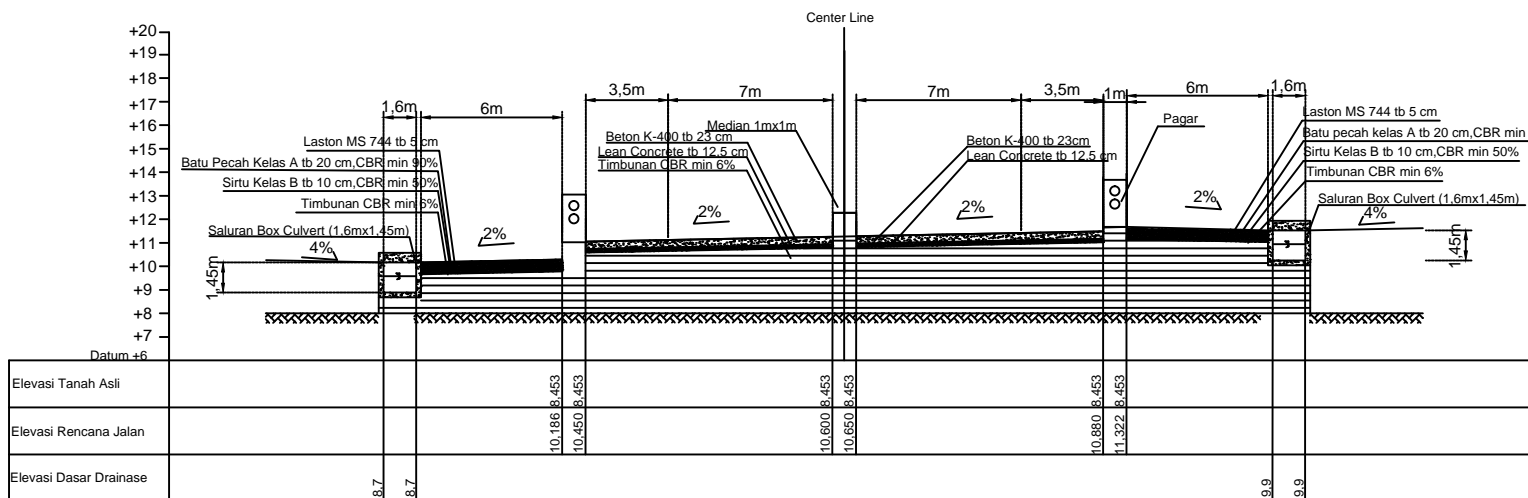
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

42

98



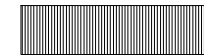
Potongan Melintang Sta 4+575  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+625

**DOSEN PEMBIMBING**

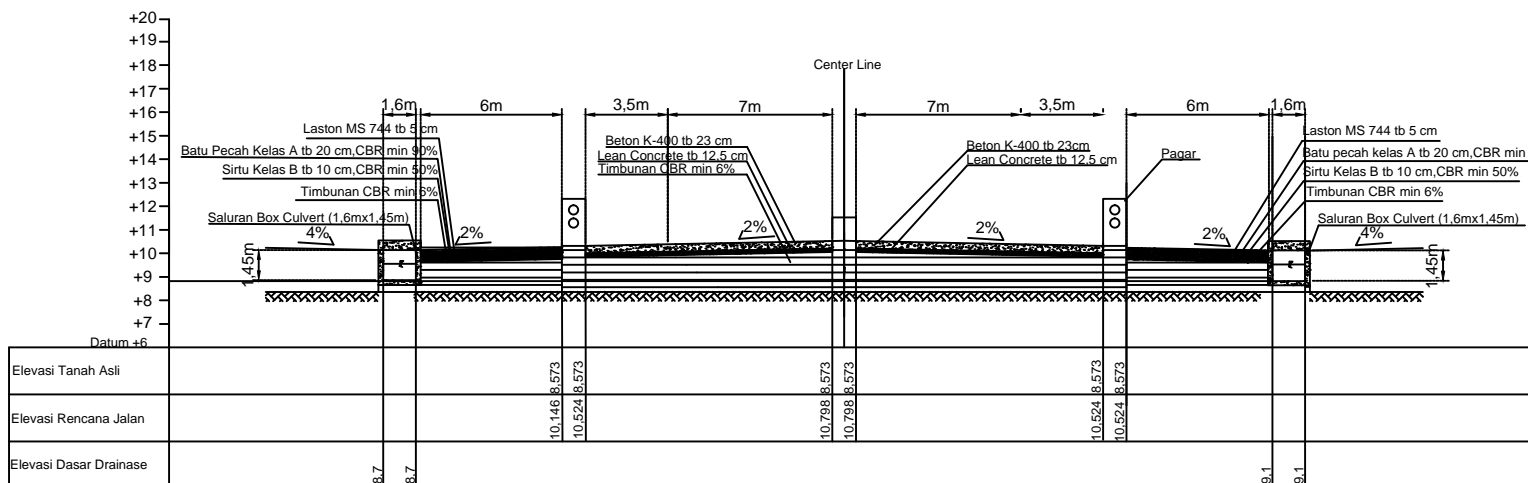
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

44 98

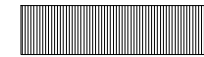


Potongan Melintang Sta 4+625  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+650

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

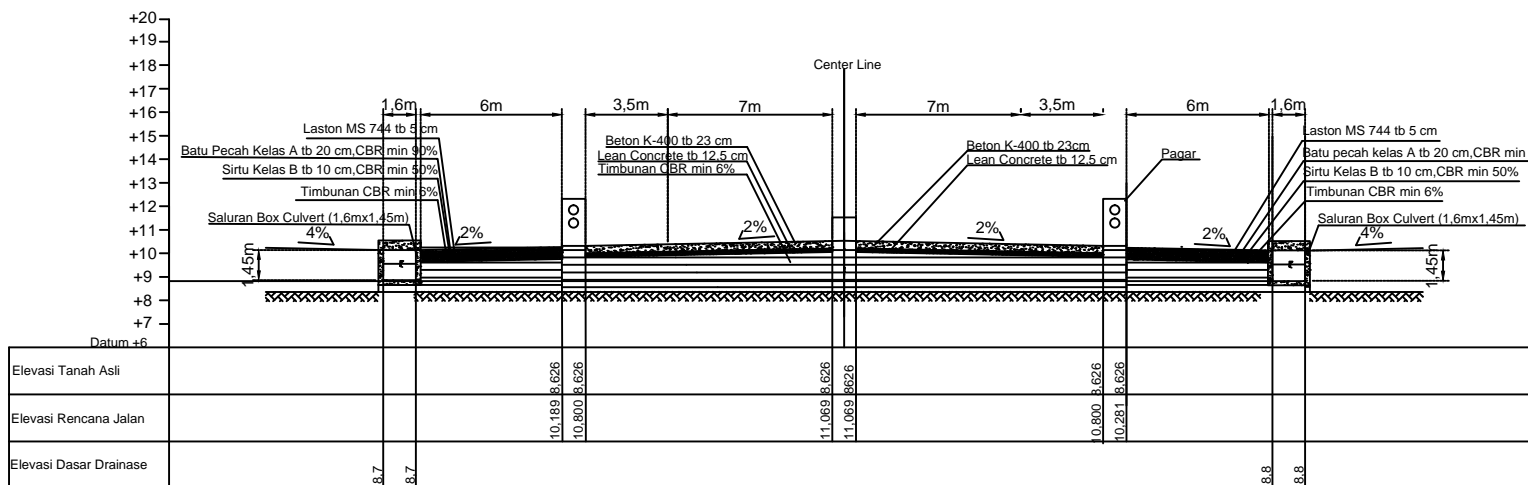
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

45

98

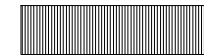


Potongan Melintang Sta 4+650  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+675

**DOSEN PEMBIMBING**

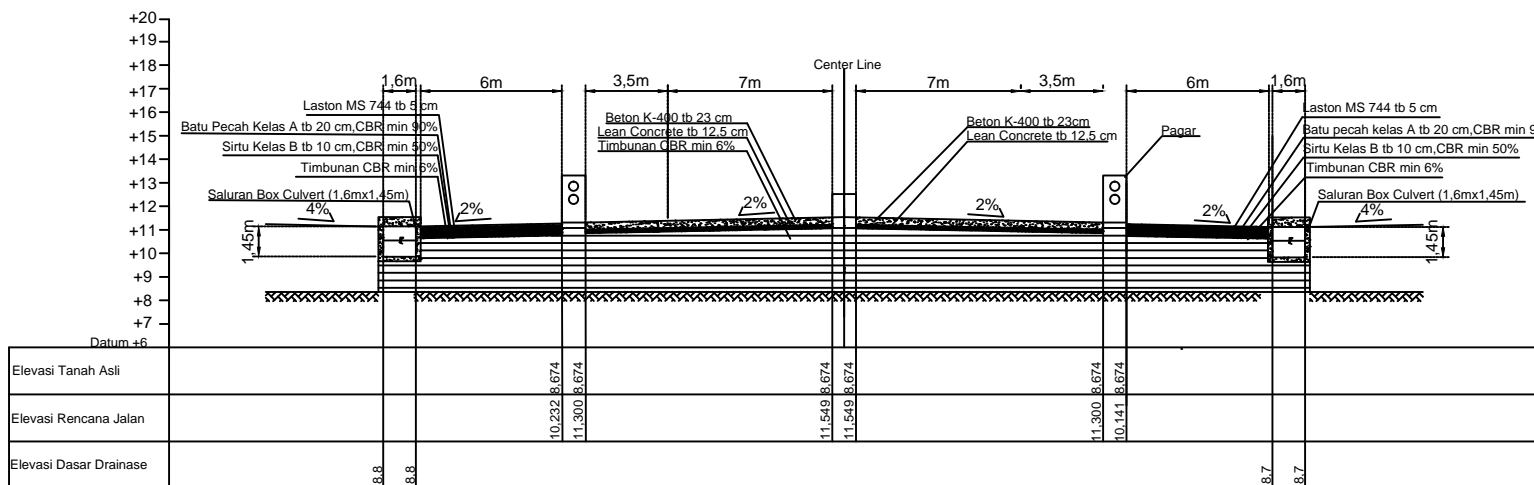
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

46 98

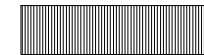


Potongan Melintang Sta 4+675  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+700

**DOSEN PEMBIMBING**

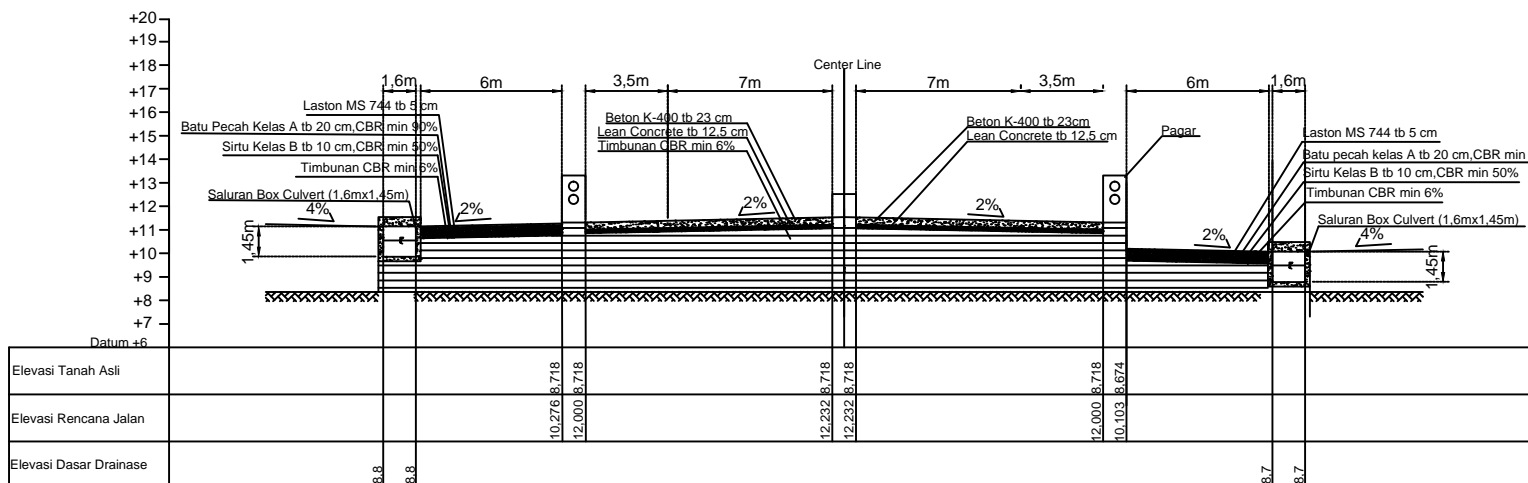
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

47 98



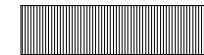
Potongan Melintang Sta 4+700  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+750

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

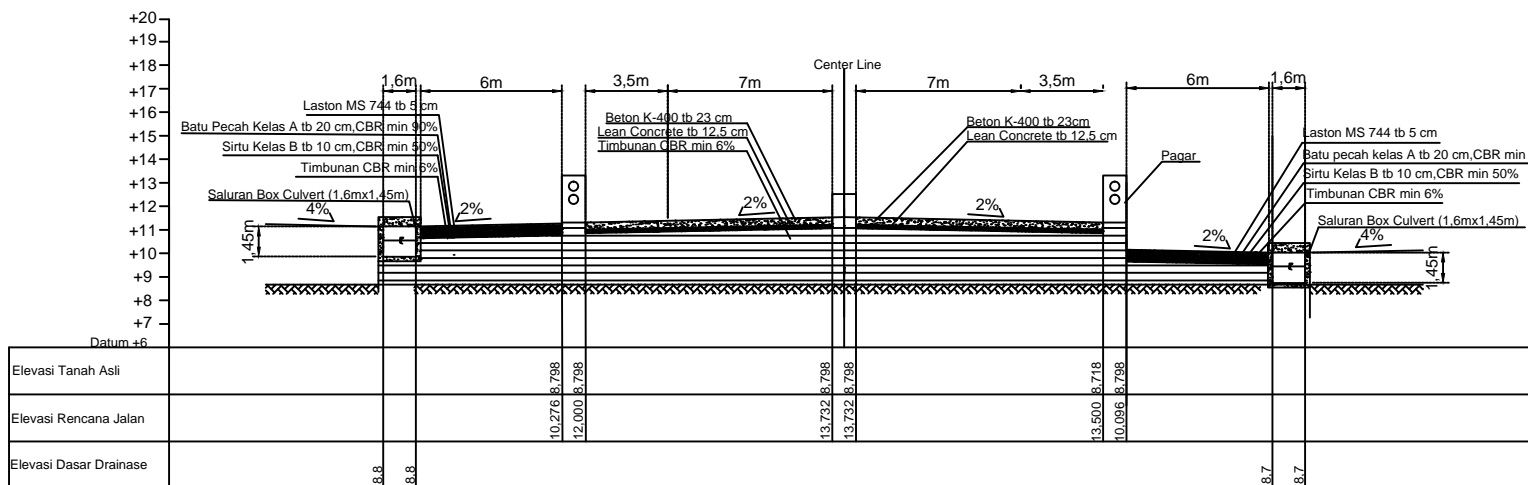
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

48

98

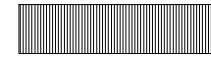


Potongan Melintang Sta 4+750  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 4+800

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

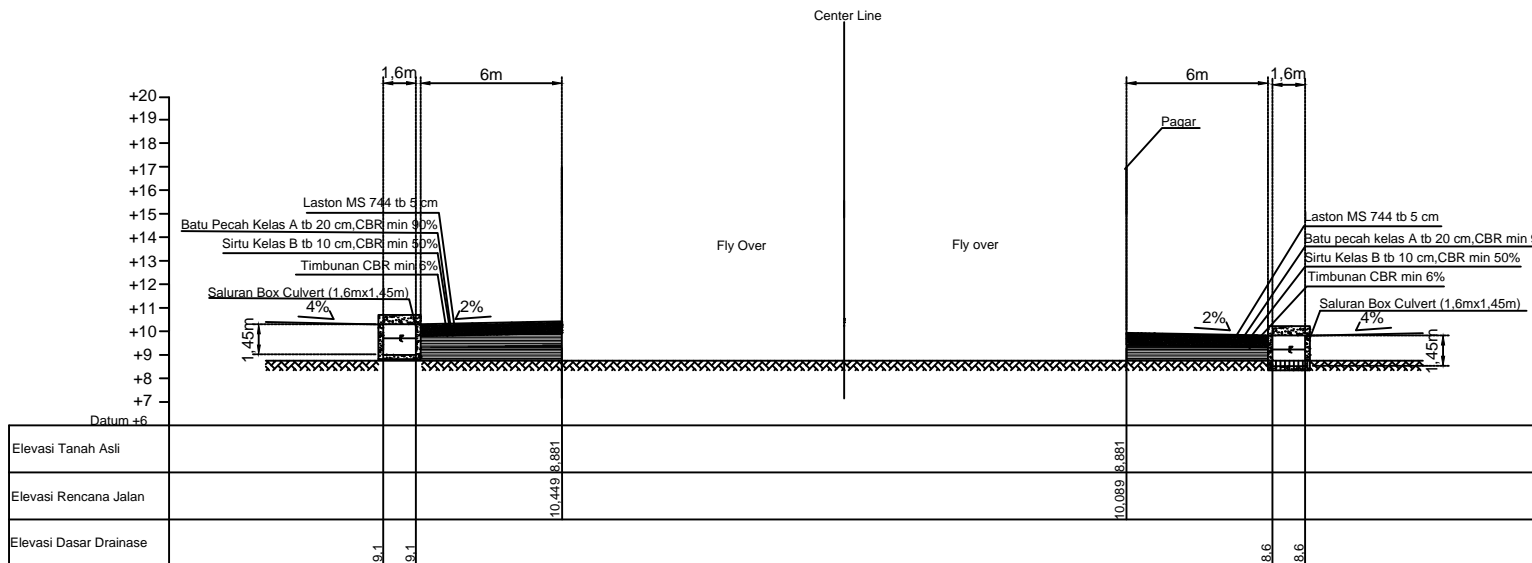
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

49

98



Potongan Melintang Sta 4+800  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+850

**DOSEN PEMBIMBING**

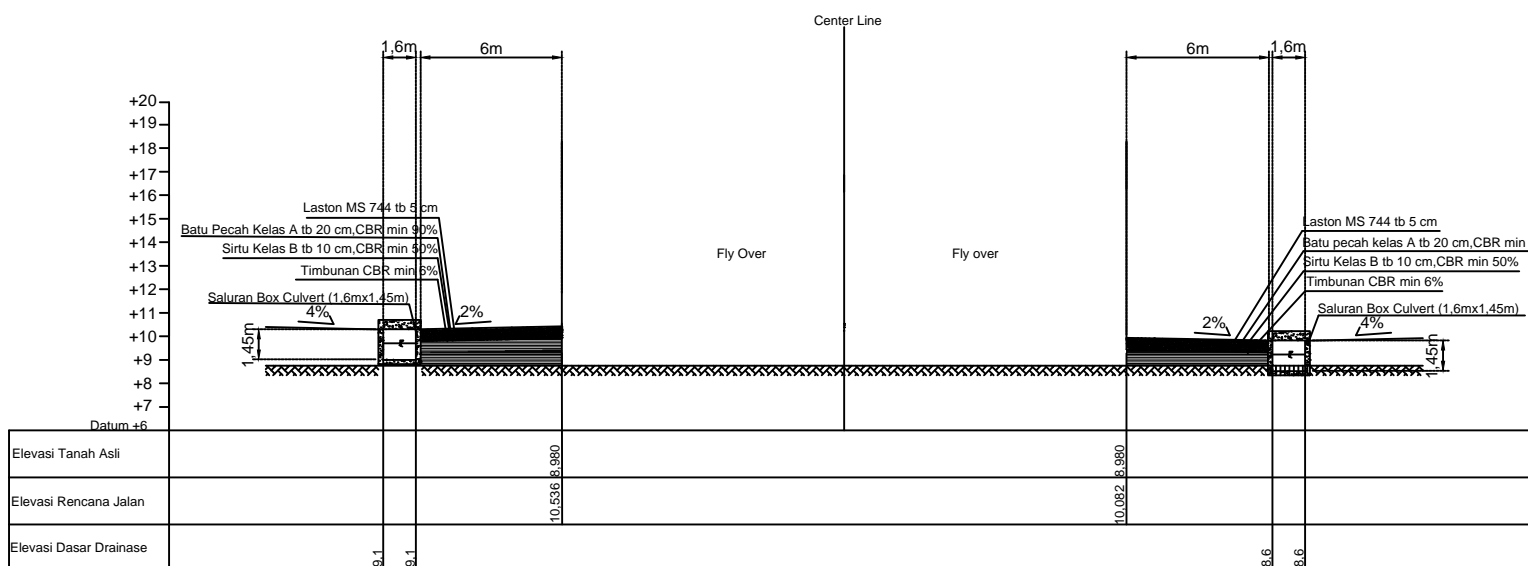
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

50	98
----	----



Potongan Melintang Sta 4+850  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+900

**DOSEN PEMBIMBING**

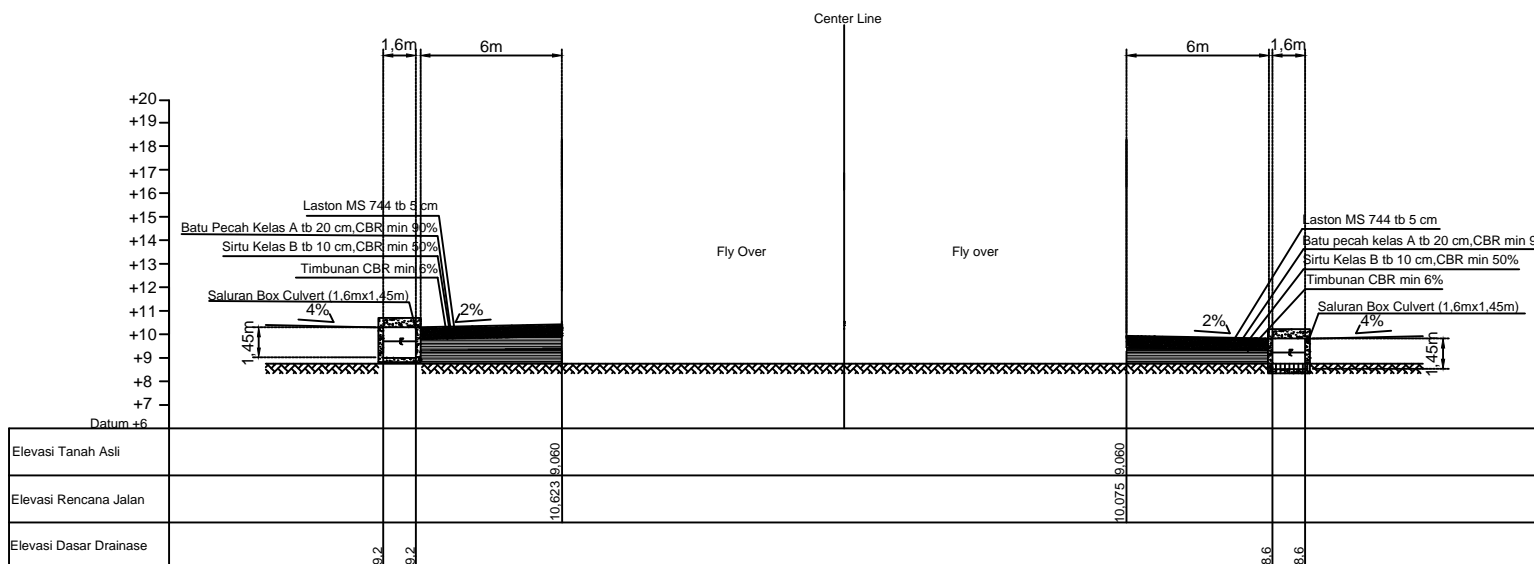
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

51	98
----	----

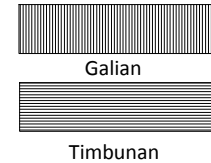


Potongan Melintang Sta 4+900  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 4+950

**DOSEN PEMBIMBING**

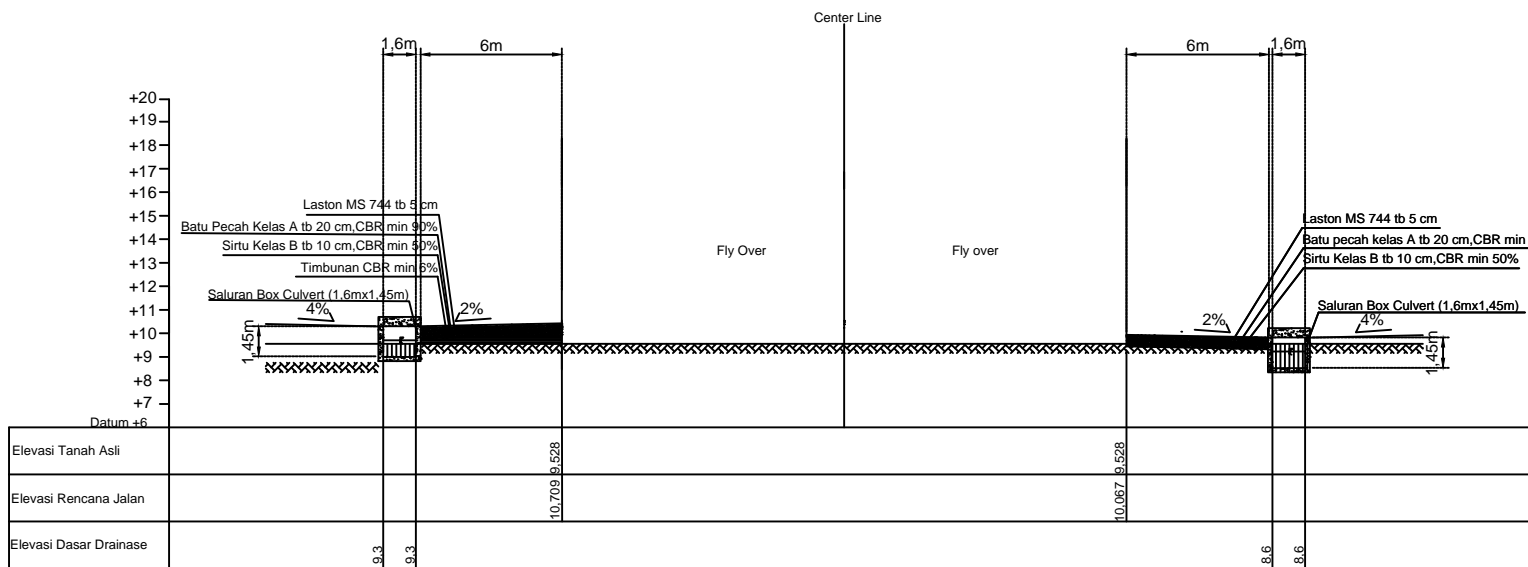
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

52 98

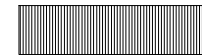


Potongan Melintang Sta 4+950  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+000

**DOSEN PEMBIMBING**

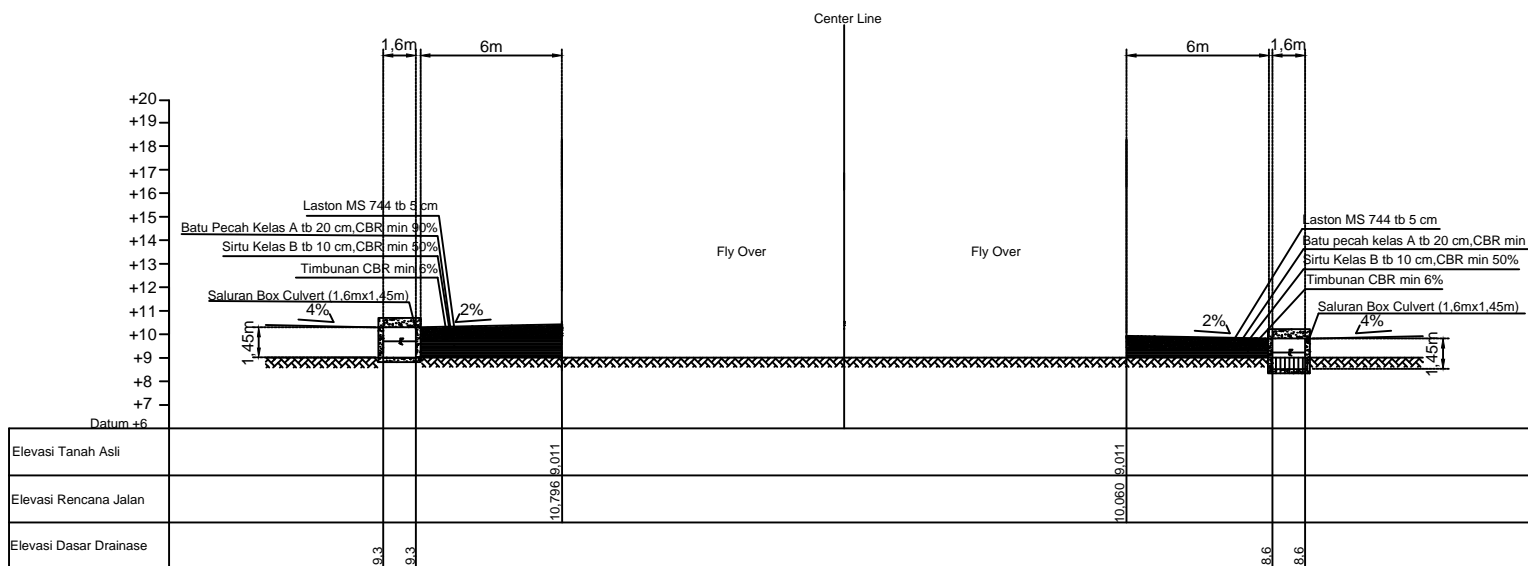
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

53	98
----	----

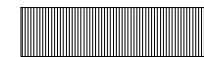


Potongan Melintang Sta 5+000  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+050

**DOSEN PEMBIMBING**

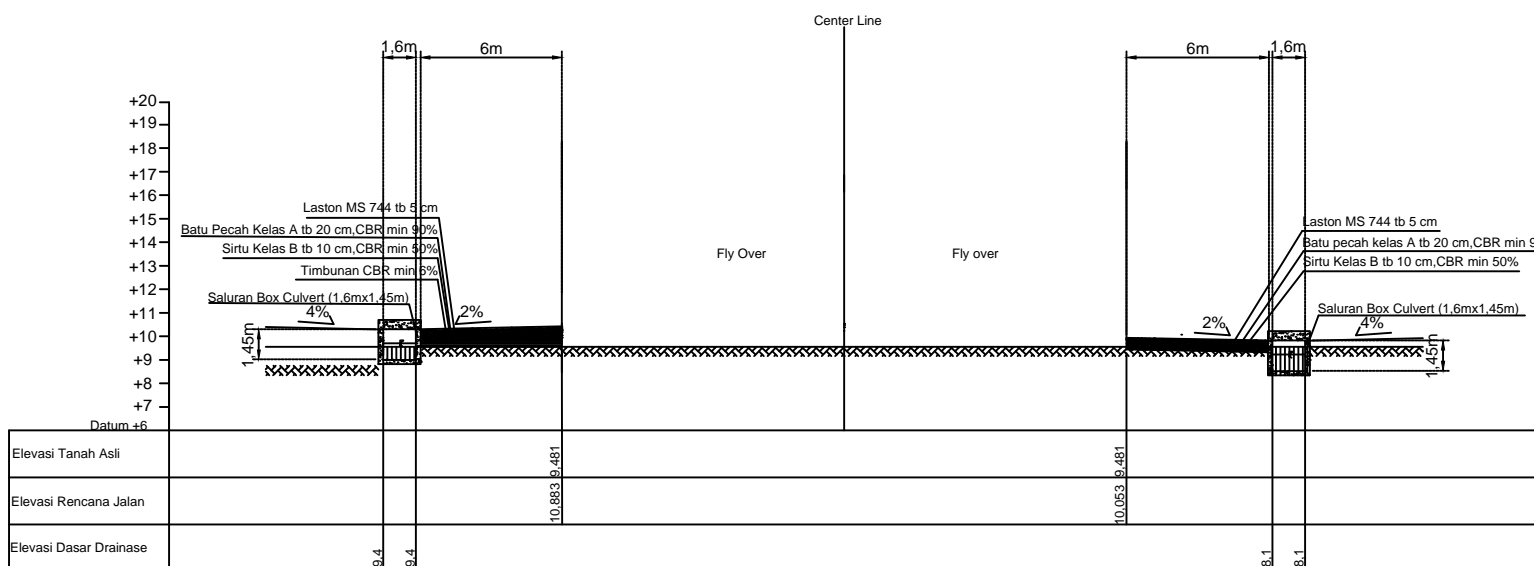
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

54	98
----	----



Potongan Melintang Sta 5+050  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+100

**DOSEN PEMBIMBING**

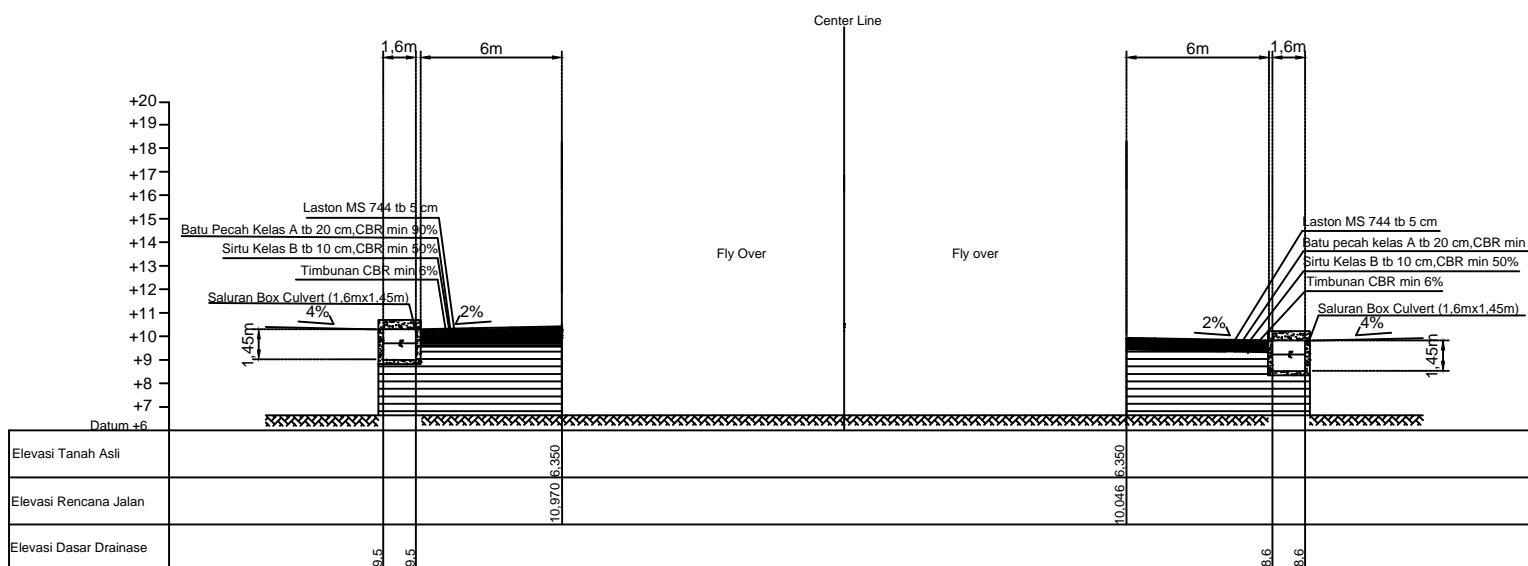
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

55	98
----	----



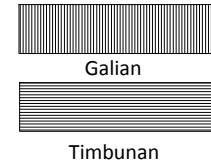
Potongan Melintang Sta 5+100  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+125

**DOSEN PEMBIMBING**

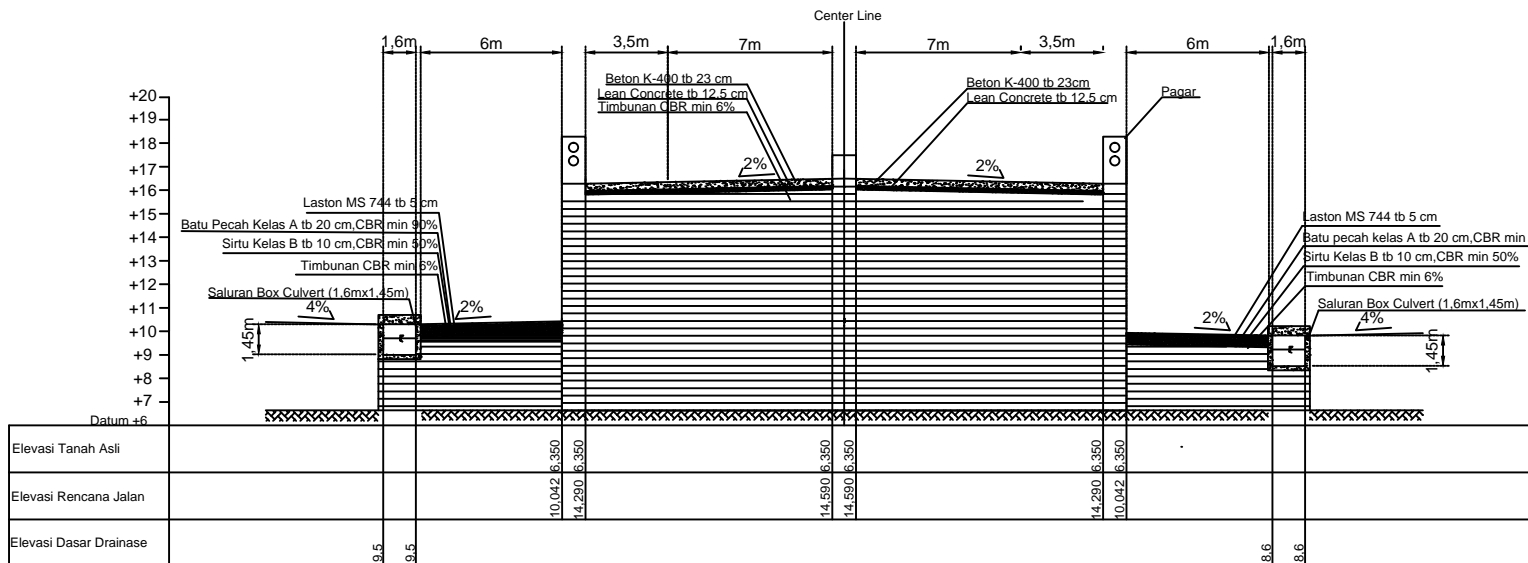
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

56 98



Potongan Melintang Sta 5+125  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+150

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

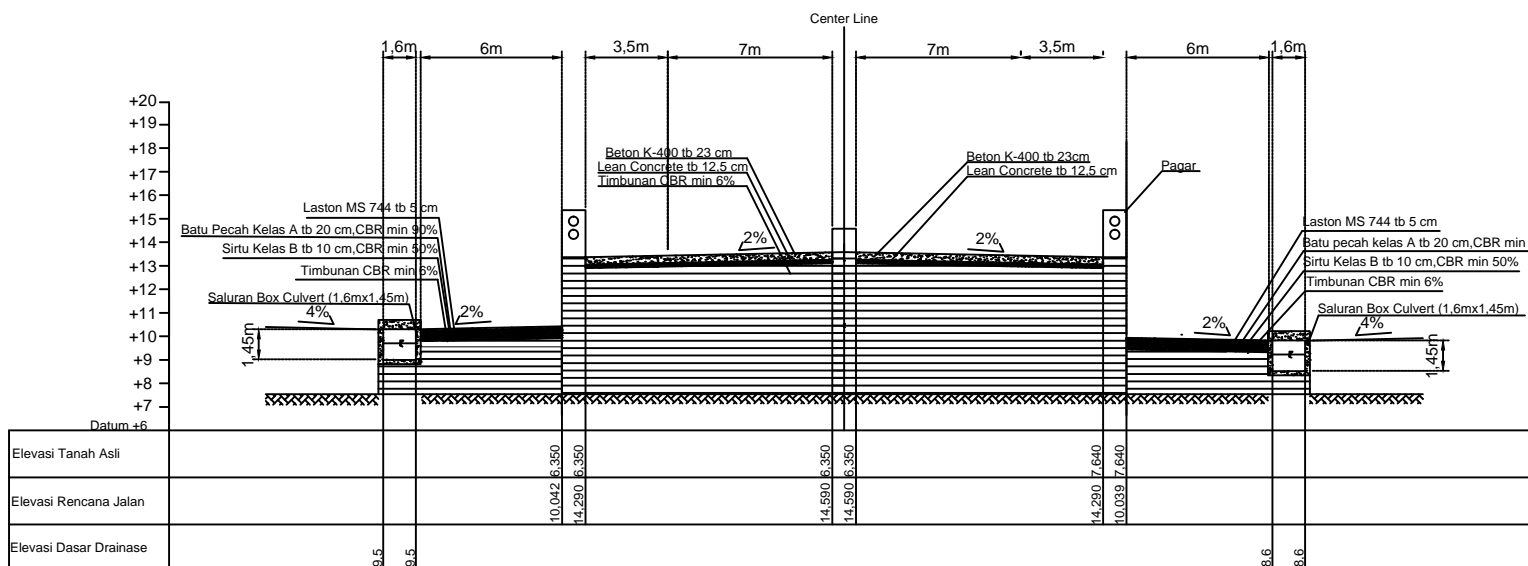
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

57

98

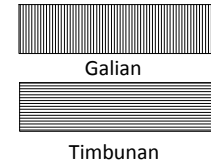


Potongan Melintang Sta 5+150  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+175

**DOSEN PEMBIMBING**

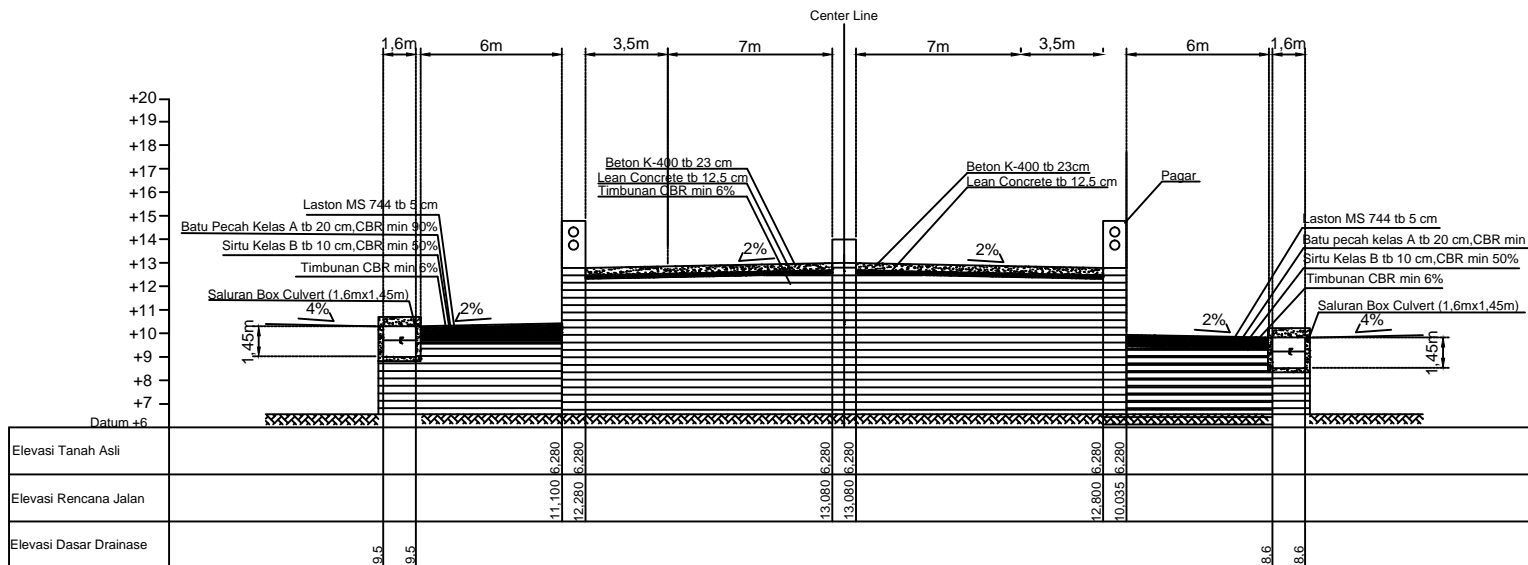
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

58 98

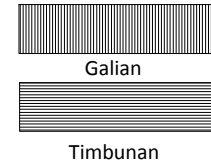


Potongan Melintang Sta 5+175  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+200

**DOSEN PEMBIMBING**

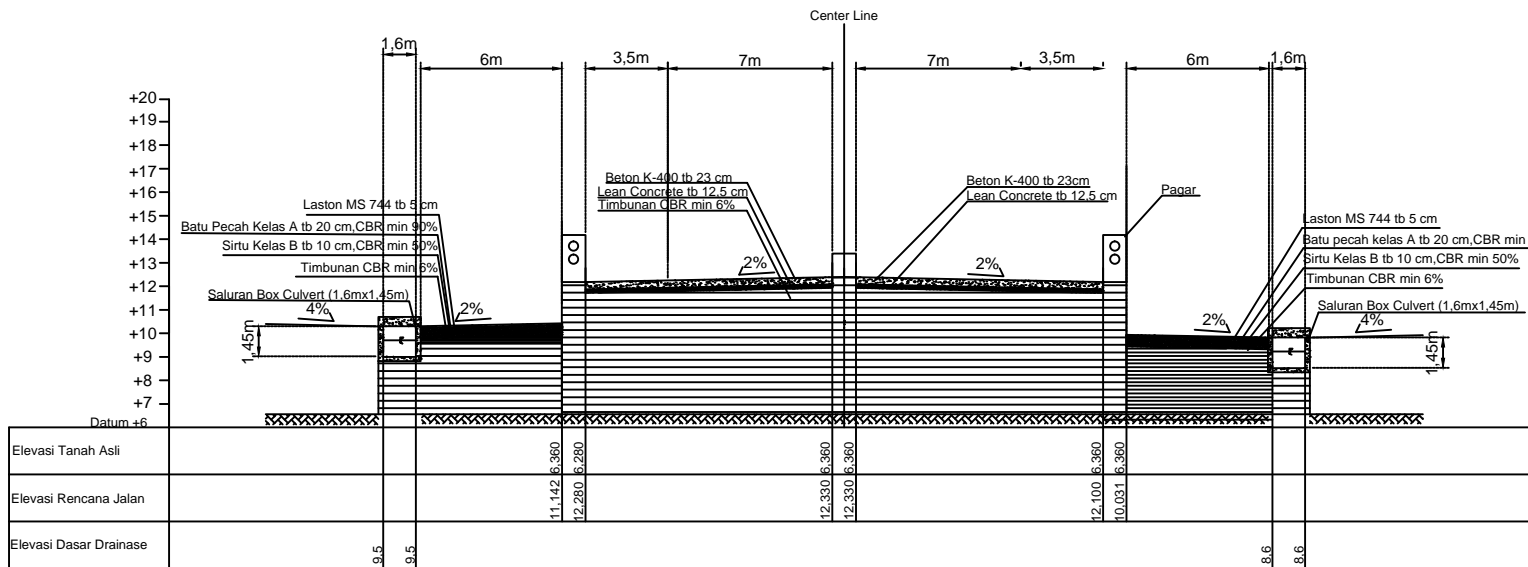
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

59 98

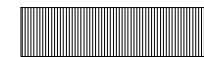


Potongan Melintang Sta 5+200  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+225

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

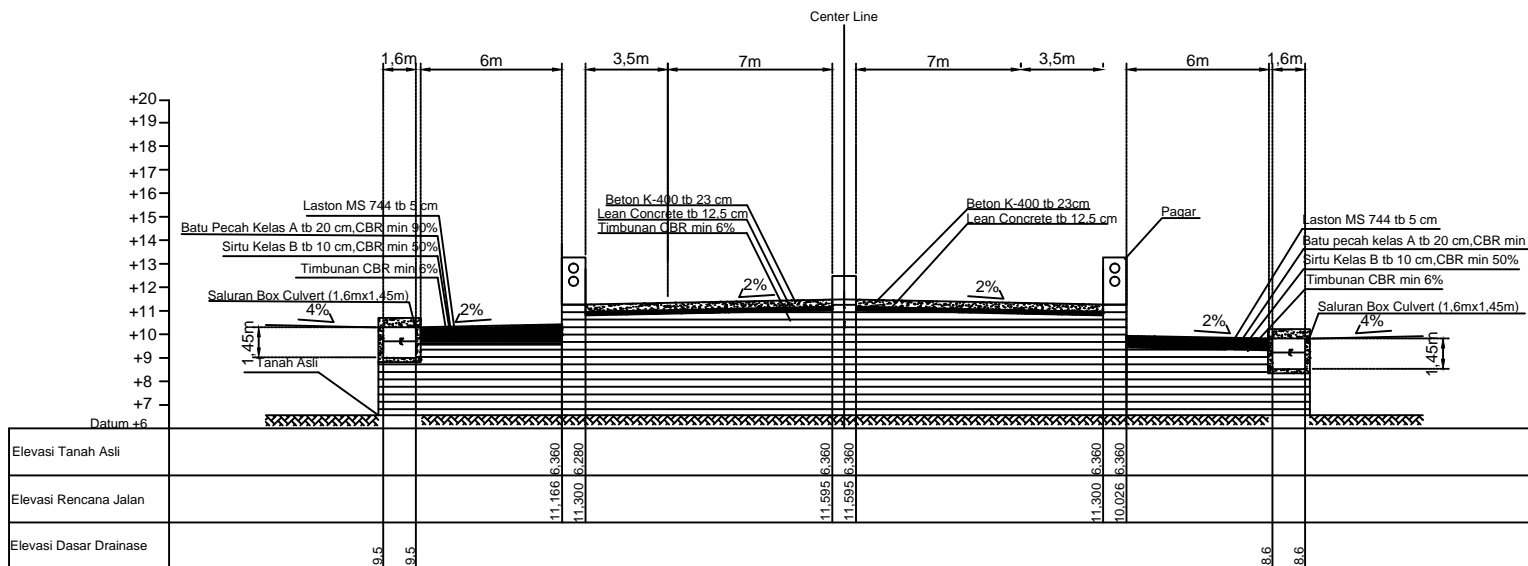
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

60

98

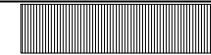


Potongan Melintang Sta 5+225  
 Skala 1:200

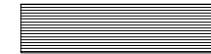


D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+250

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

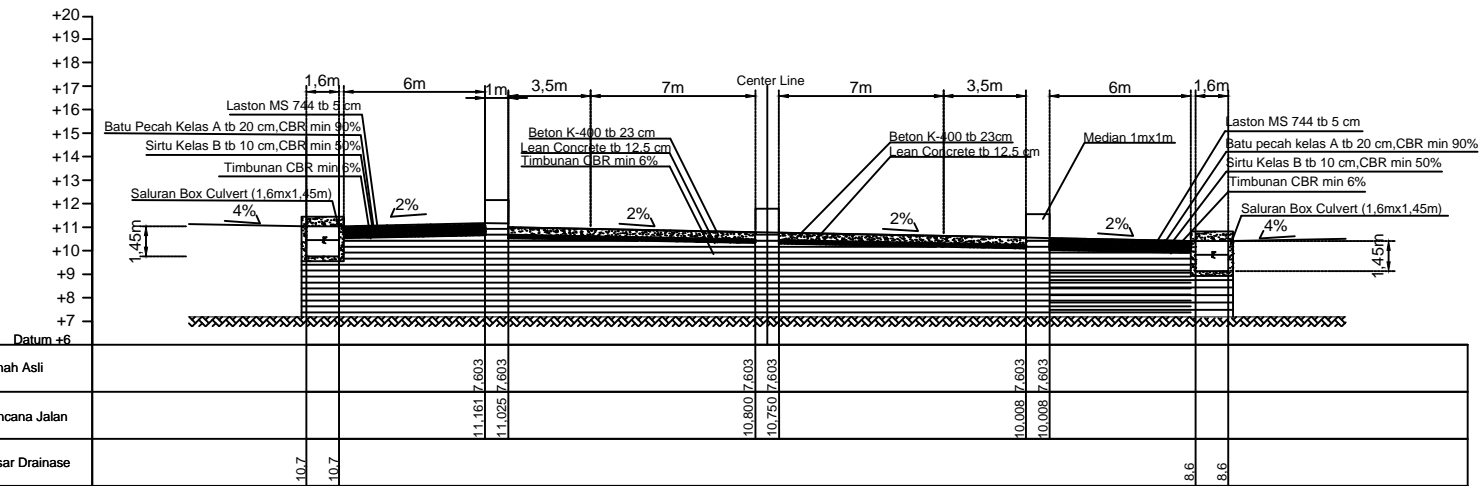
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

61

98

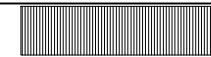


Potongan Melintang Sta 5+250  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+275

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

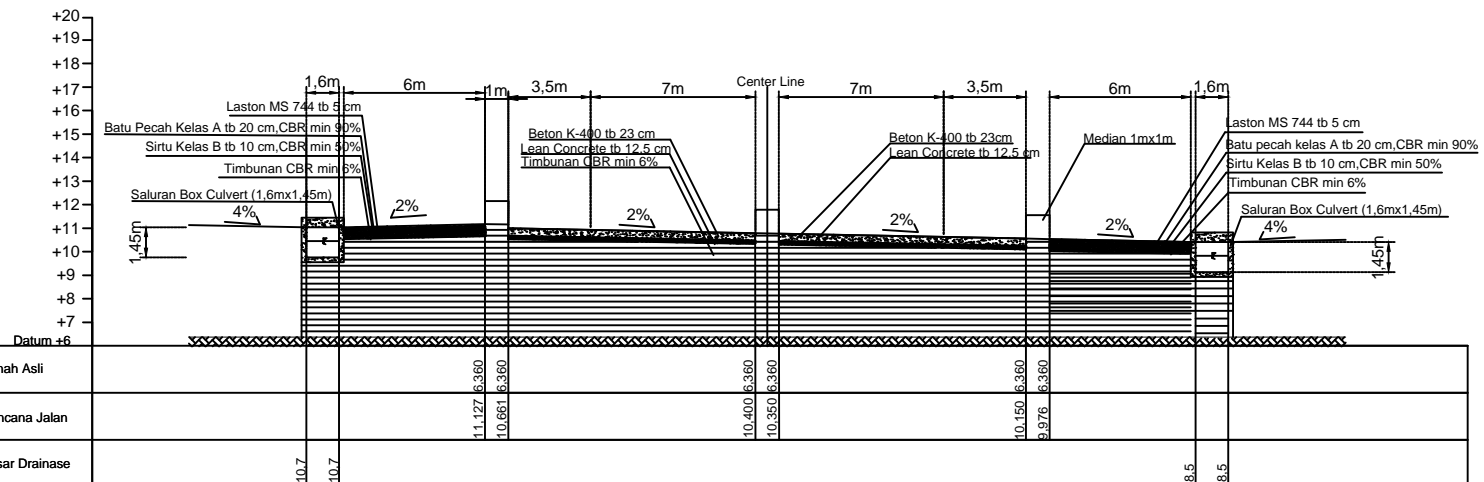
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

62

98

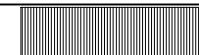


Potongan Melintang Sta 5+275  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+300

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

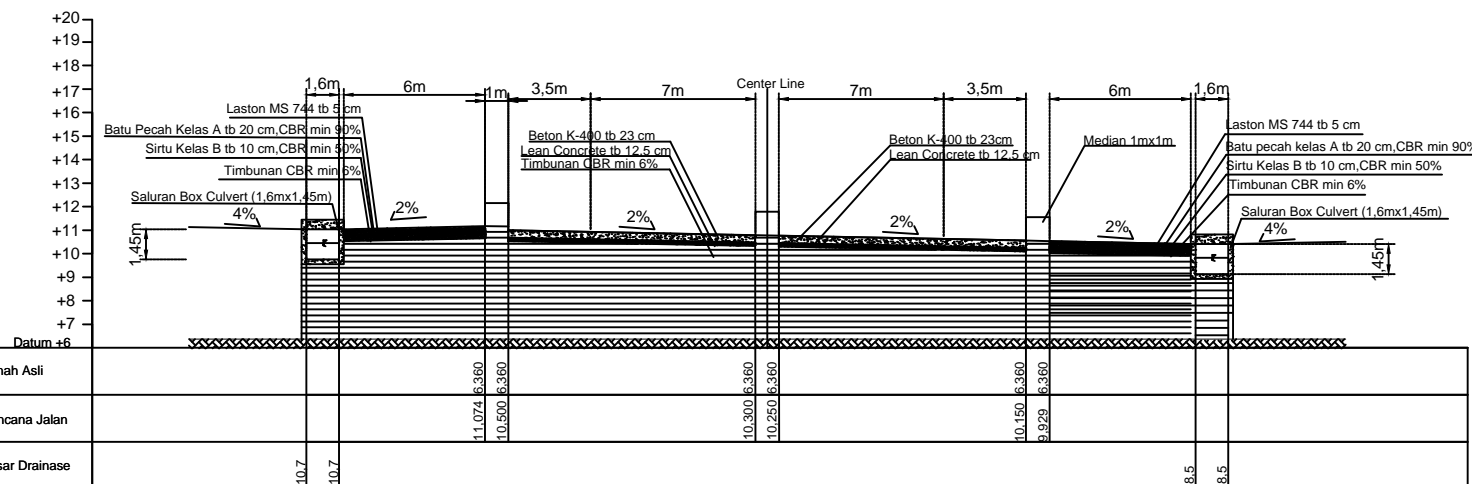
Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO

JUMLAH

63

98



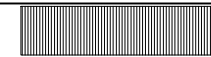
Potongan Melintang Sta 5+300  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+325

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

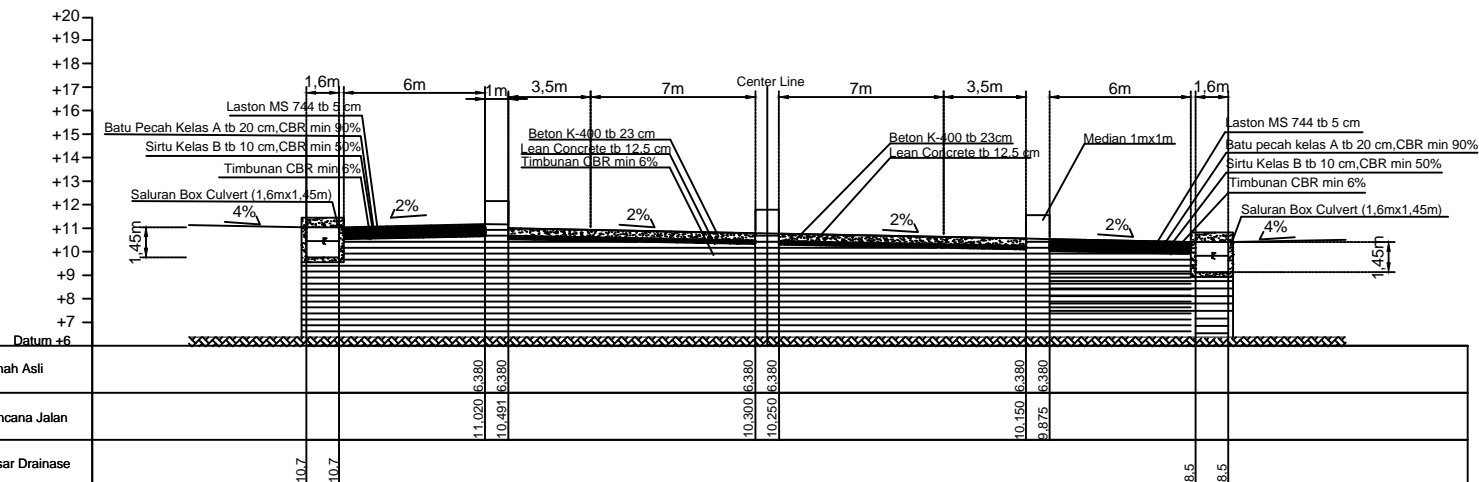
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

64

98



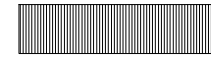
Potongan Melintang Sta 5+325  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+375

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

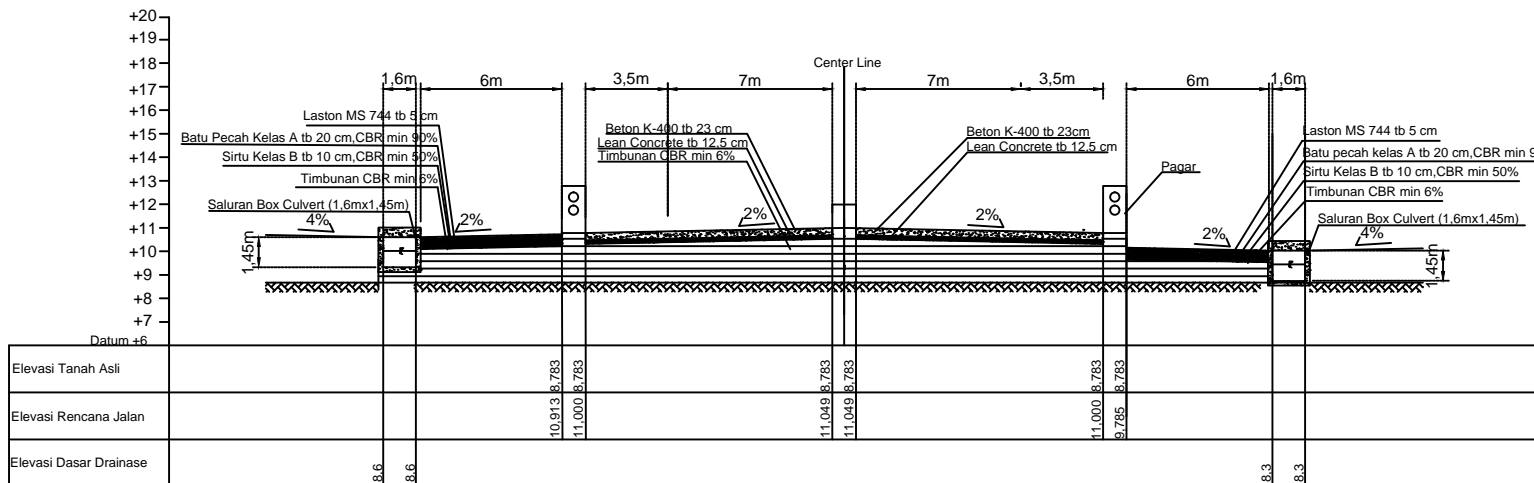
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

66

98



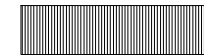
Potongan Melintang Sta 5+375  
Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+425

**DOSEN PEMBIMBING**

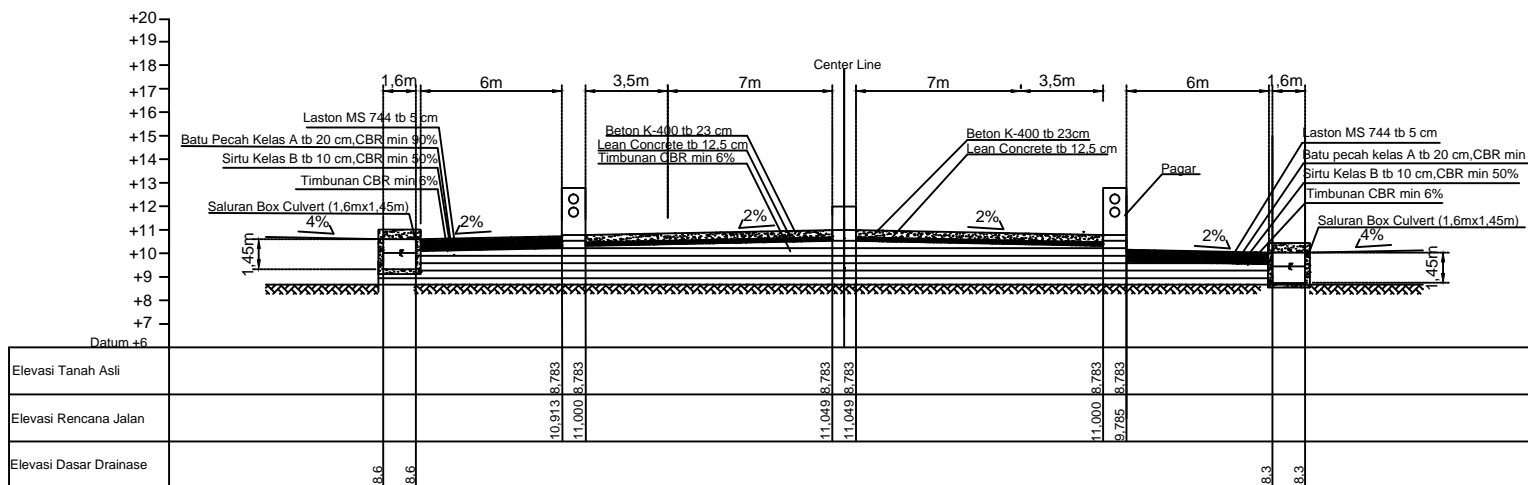
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

68	98
----	----

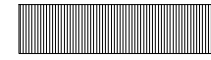


Potongan Melintang Sta 5+425  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+450

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

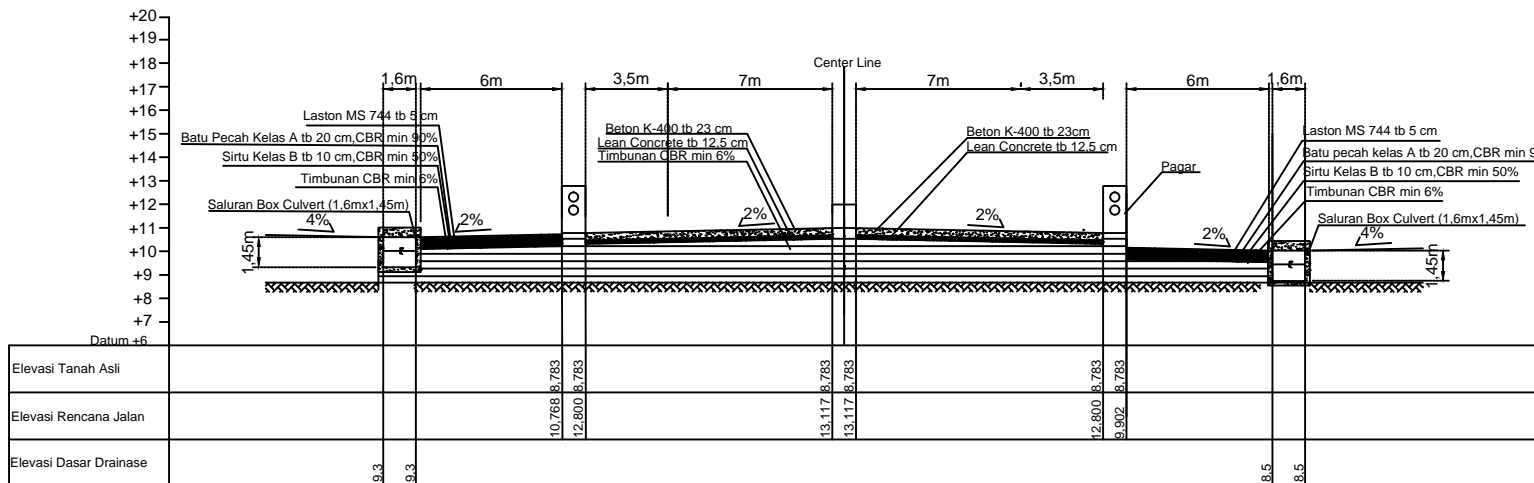
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

69

98

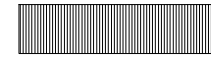


Potongan Melintang Sta 5+450  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+475

**DOSEN PEMBIMBING**

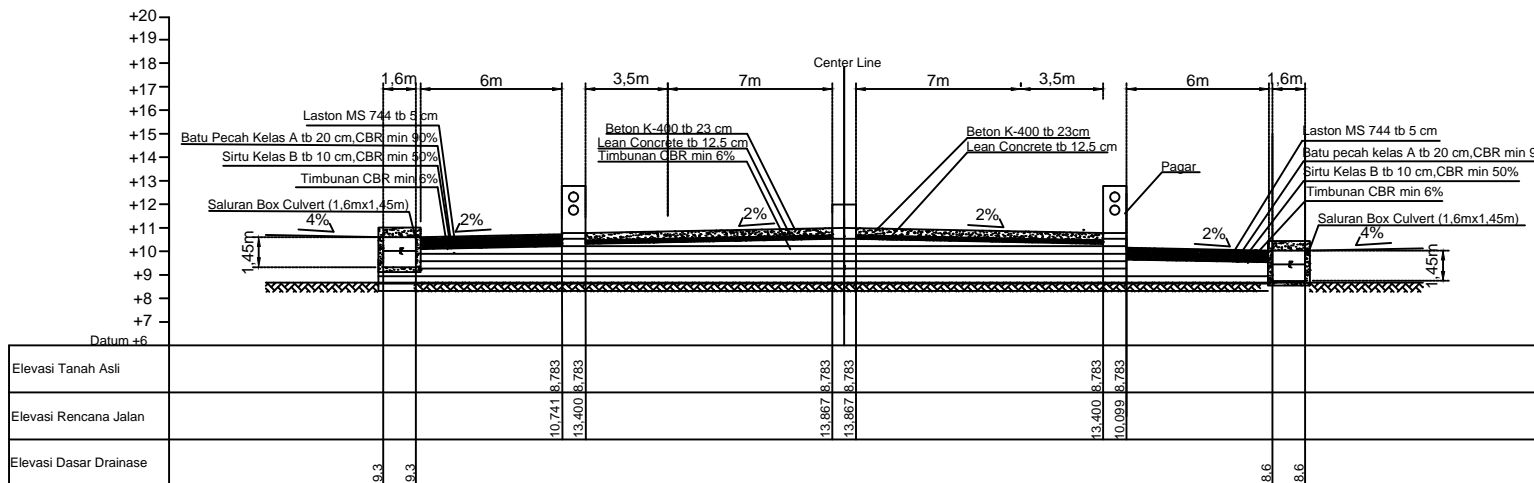
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

**NO JUMLAH**

70 98



Potongan Melintang Sta 5+475  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+500

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

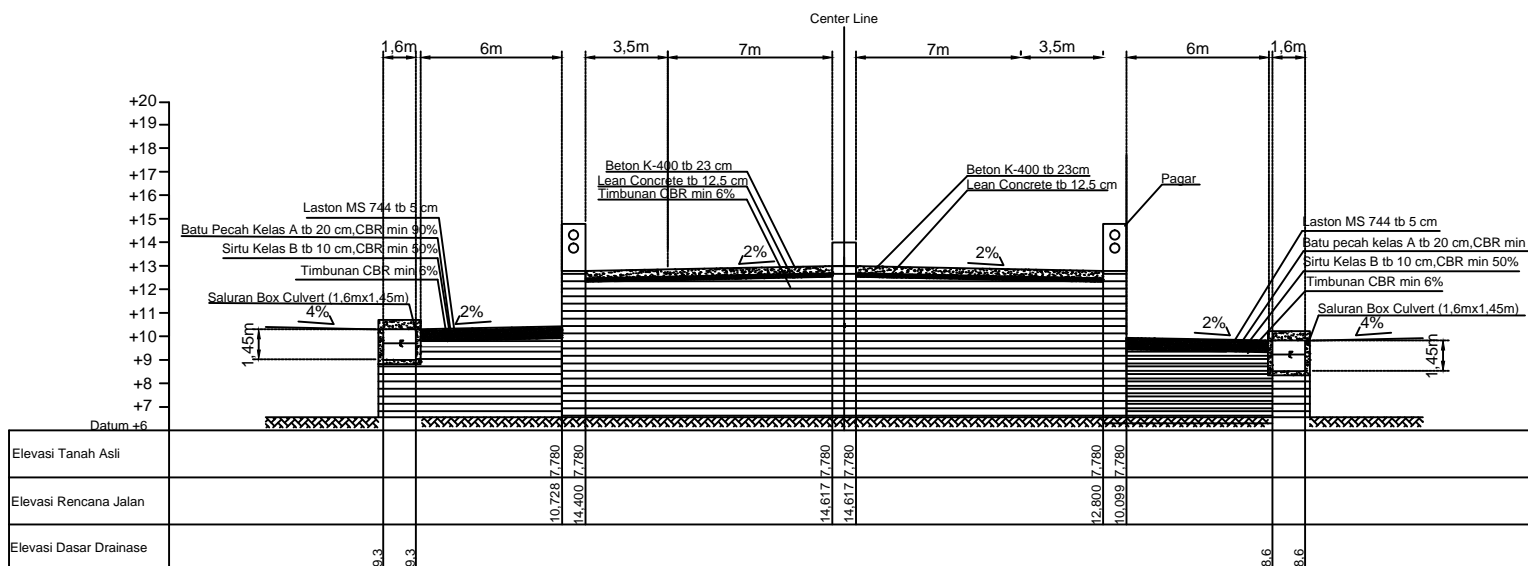
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

71

98



Potongan Melintang Sta 5+500  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+550

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

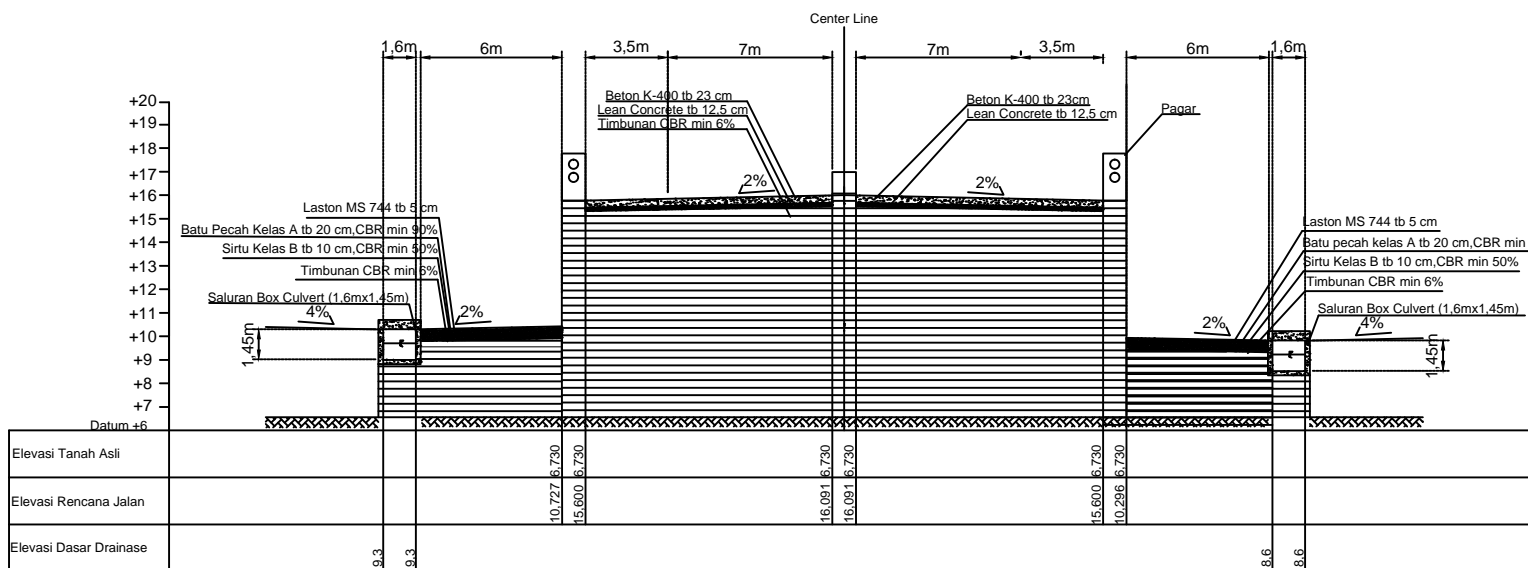
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

72

98

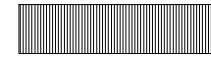


Potongan Melintang Sta 5+550  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+600

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

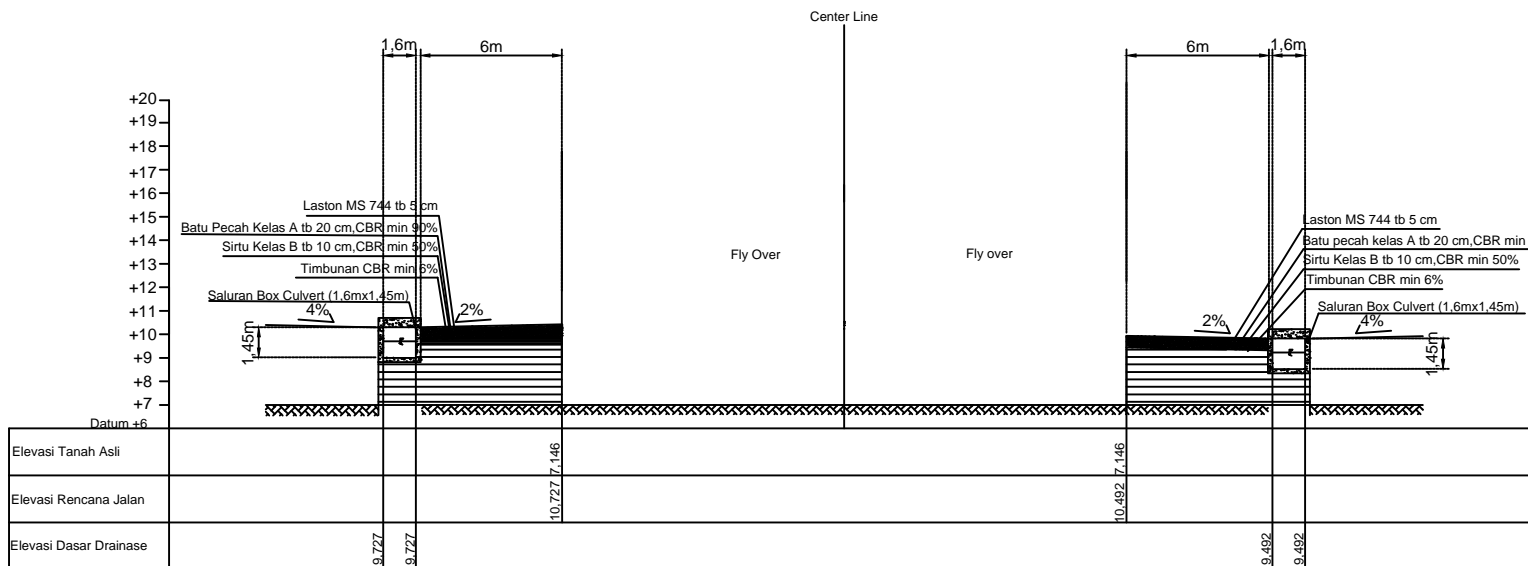
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

73

98

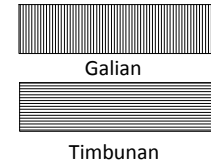


Potongan Melintang Sta 5+600  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkaran  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+650

**DOSEN PEMBIMBING**

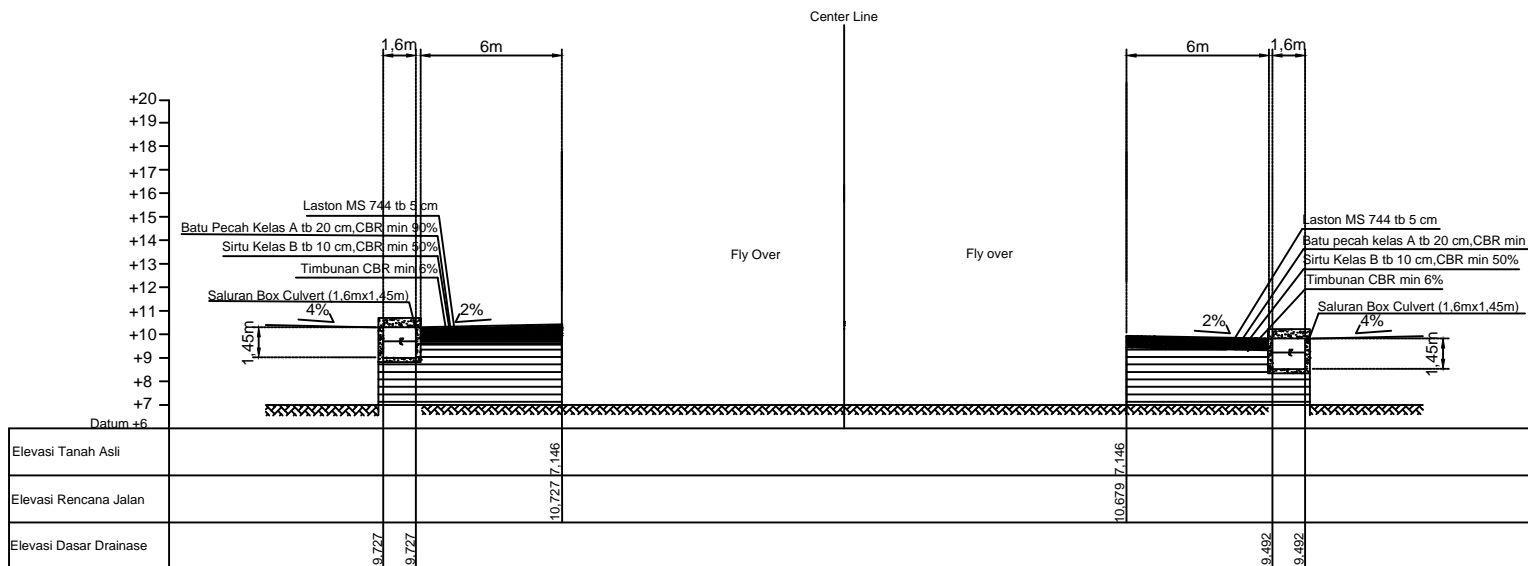
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

**NO JUMLAH**

**74 98**



Potongan Melintang Sta 5+650  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+700

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

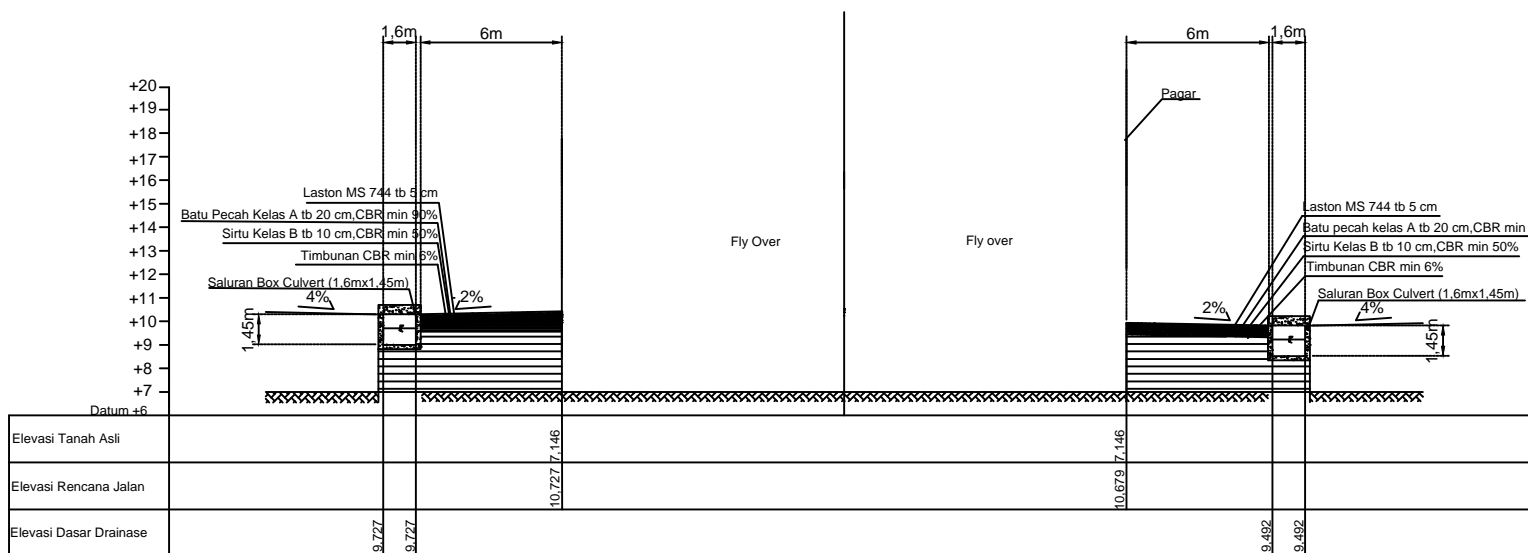
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

75

98

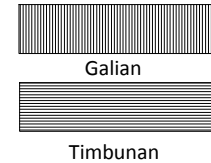


Potongan Melintang Sta 5+700  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+750

**DOSEN PEMBIMBING**

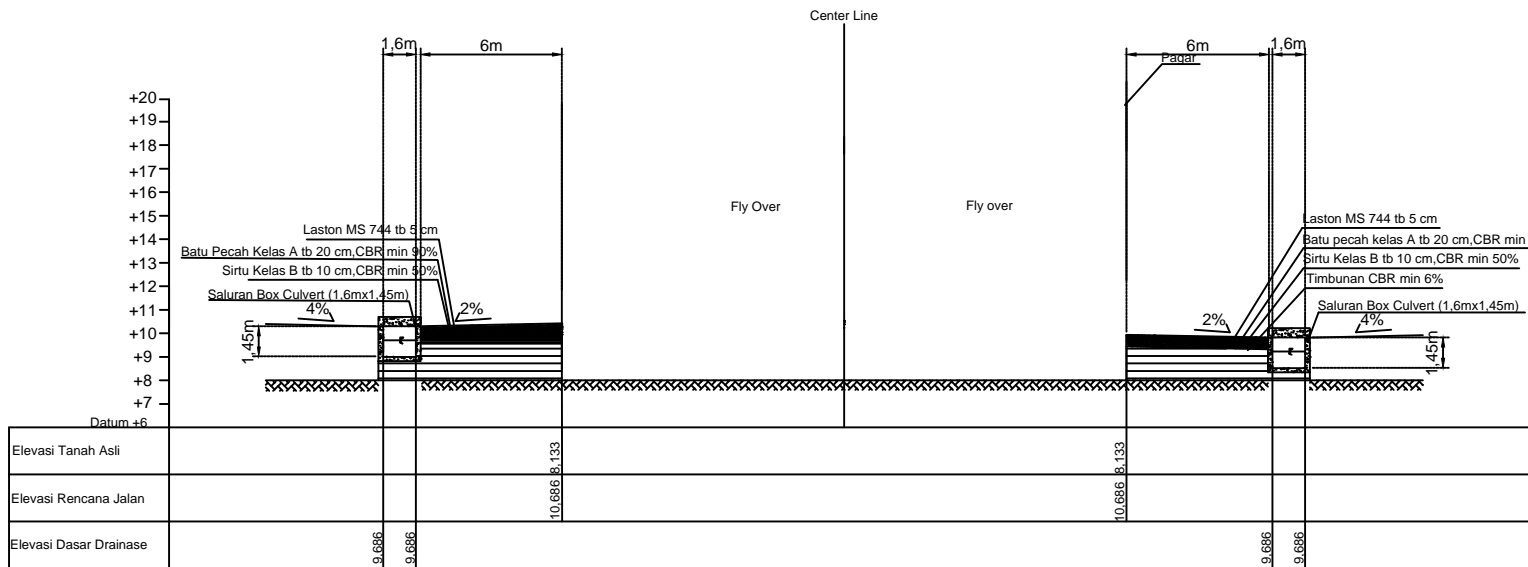
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

76 98



Potongan Melintang Sta 5+750  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 5+850

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

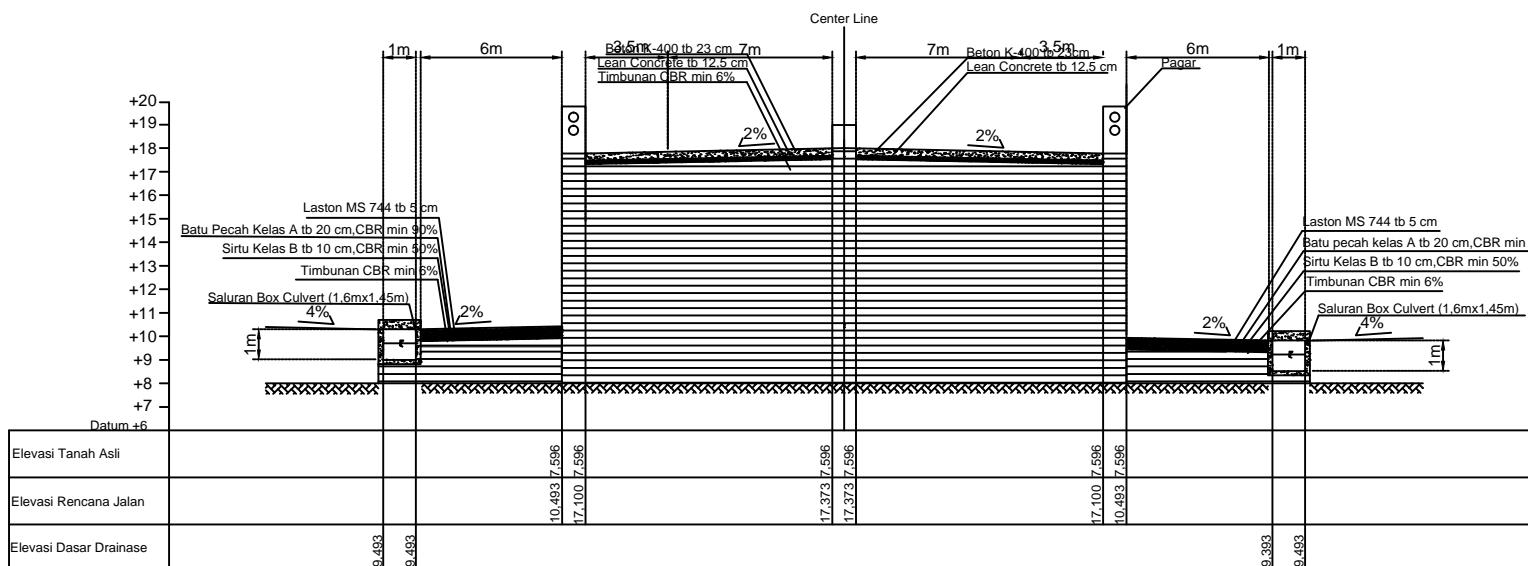
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

**NO JUMLAH**

78

98

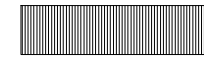


Potongan Melintang Sta 5+850  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+900

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

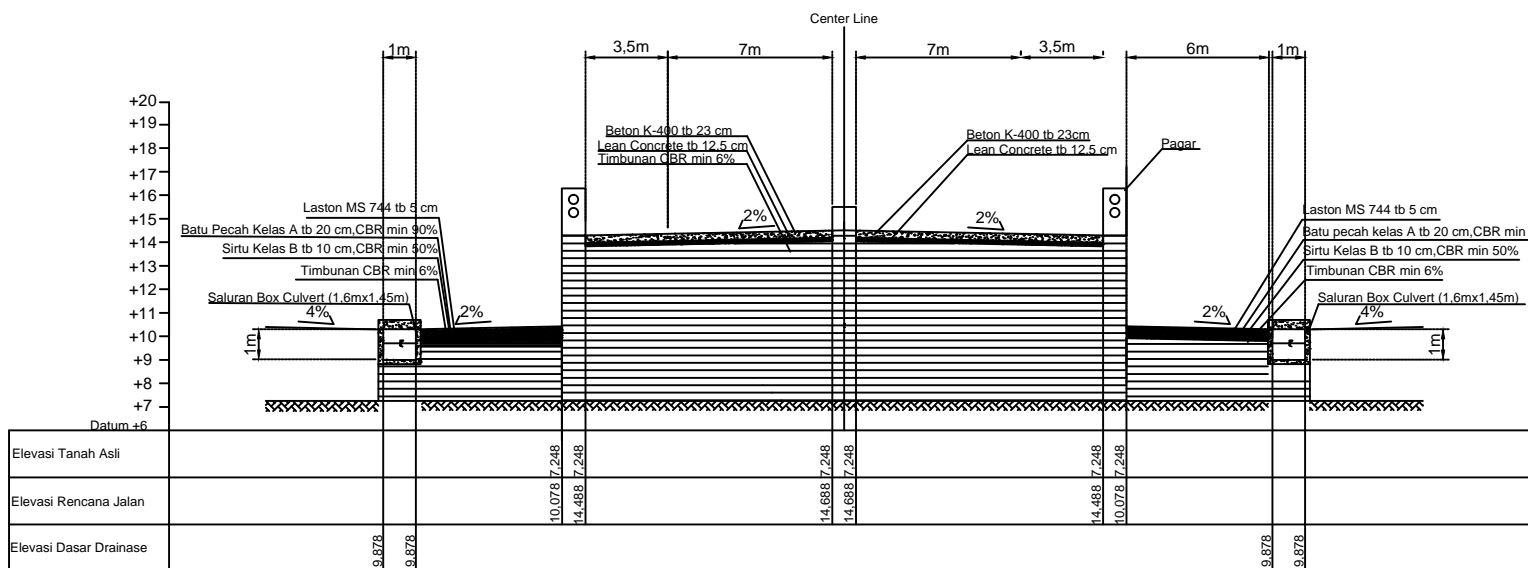
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO JUMLAH

79

98

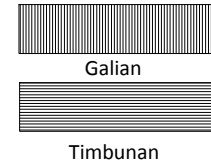


Potongan Melintang Sta 5+900  
 Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
 Sta 5+950

**DOSEN PEMBIMBING**

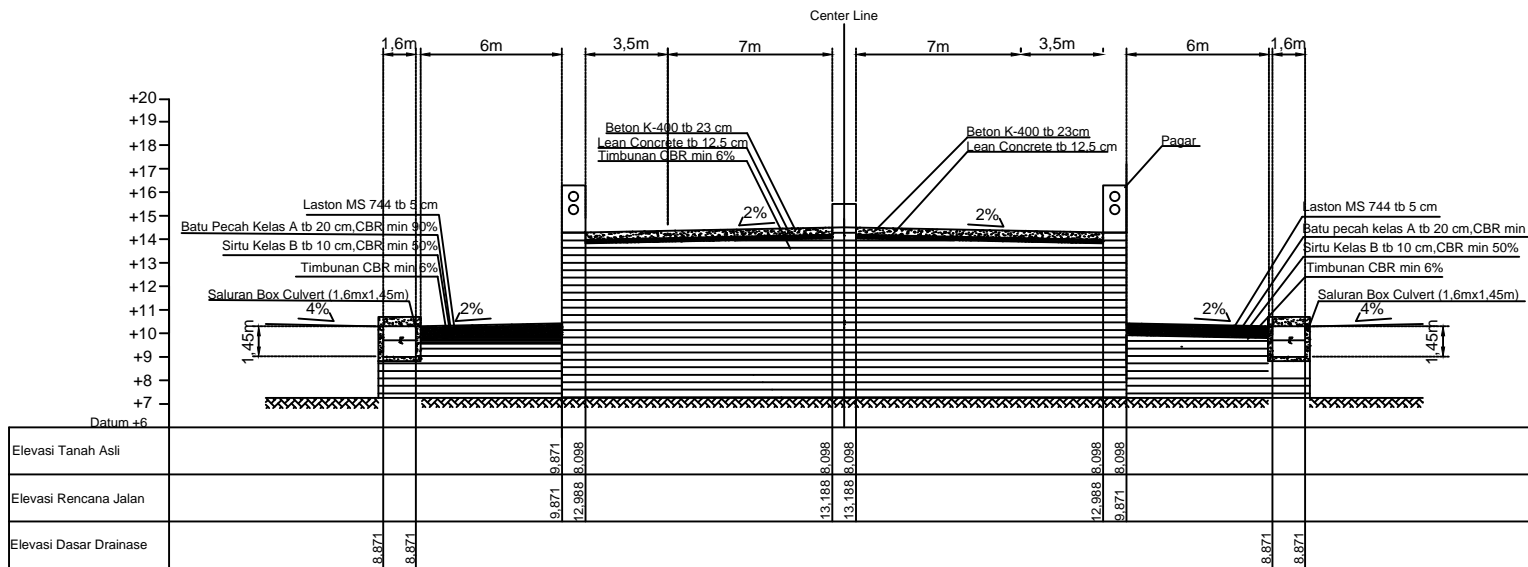
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

**NO JUMLAH**

80 98



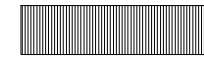
Potongan Melintang Sta 5+950  
 Skala 1:200





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**



Galian



Timbunan

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
Sta 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Potongan Melintang  
Sta 6+000

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

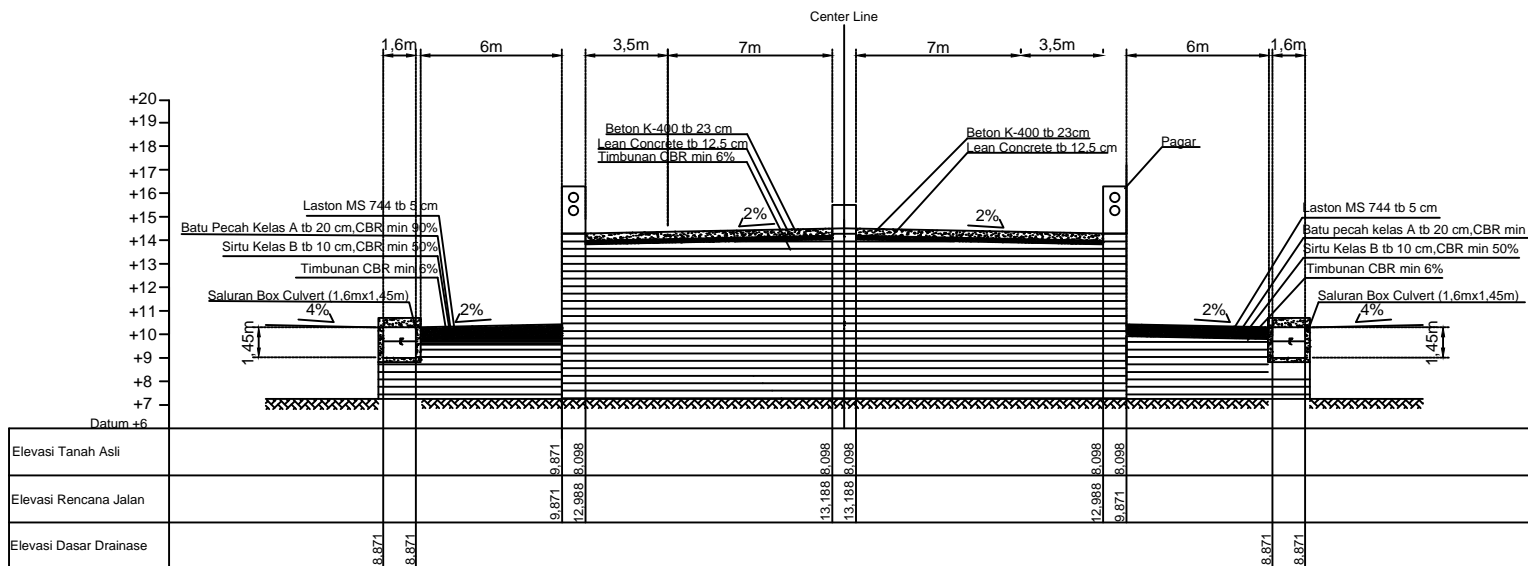
**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

81

98



Potongan Melintang Sta 6+000  
Skala 1:200



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

**Detail Sambungan**

**DOSEN PEMBIMBING**

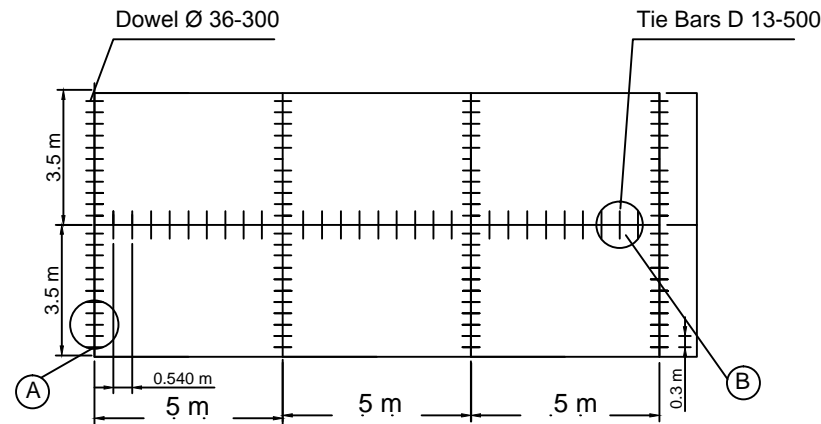
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

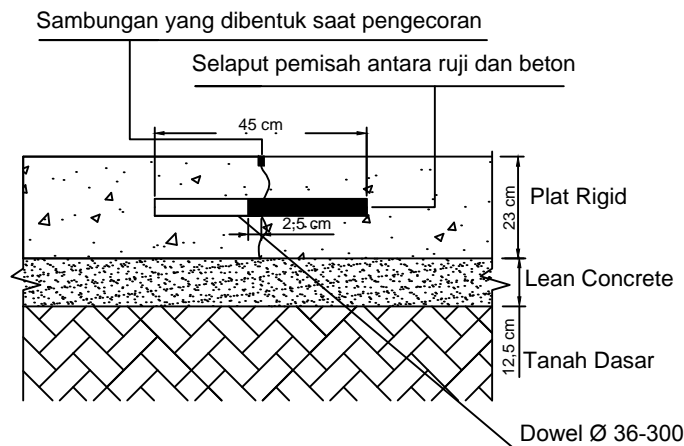
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO JUMLAH

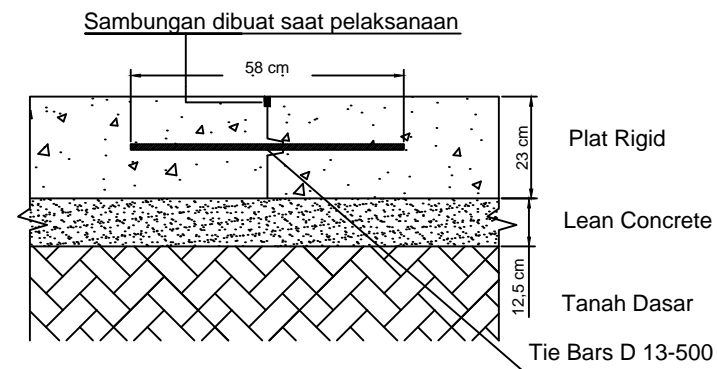
82 98



**Detail Sambungan**  
Skala 1 : 50



**Detail A (Sambungan Susut Melintang)**  
Skala 1 : 50



**Detail B (Sambungan Susut Memanjang)**  
Skala 1 : 50



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Detail Perkerasan  
dan Saluran  
Drainase

### DOSEN PEMBIMBING

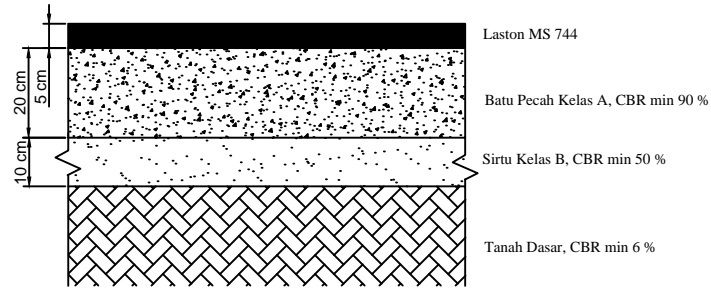
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

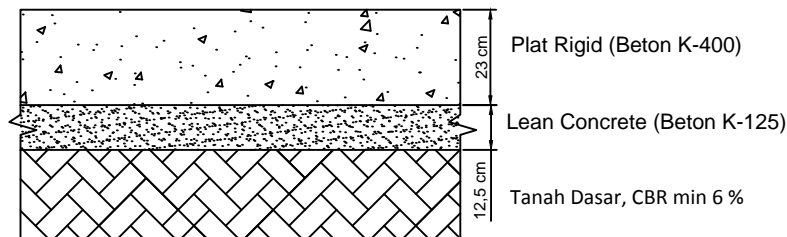
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

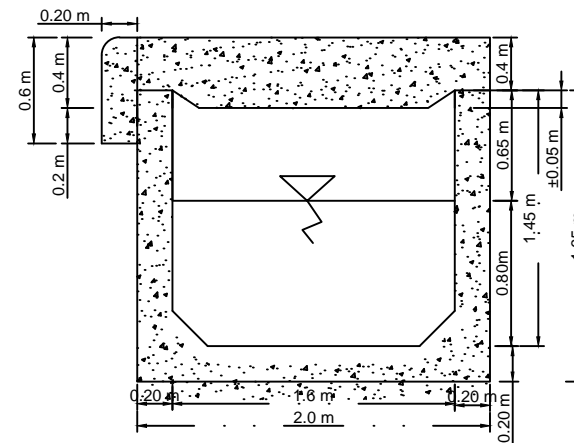
83	98
----	----



Detail Perkerasan Lentur  
Skala 1 : 100



Detail Perkerasan Kaku  
Skala 1 : 100



Detail Saluran Drainase  
Skala 1 : 100



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Tikungan  
Spiral-Circle-Spiral

### DOSEN PEMBIMBING

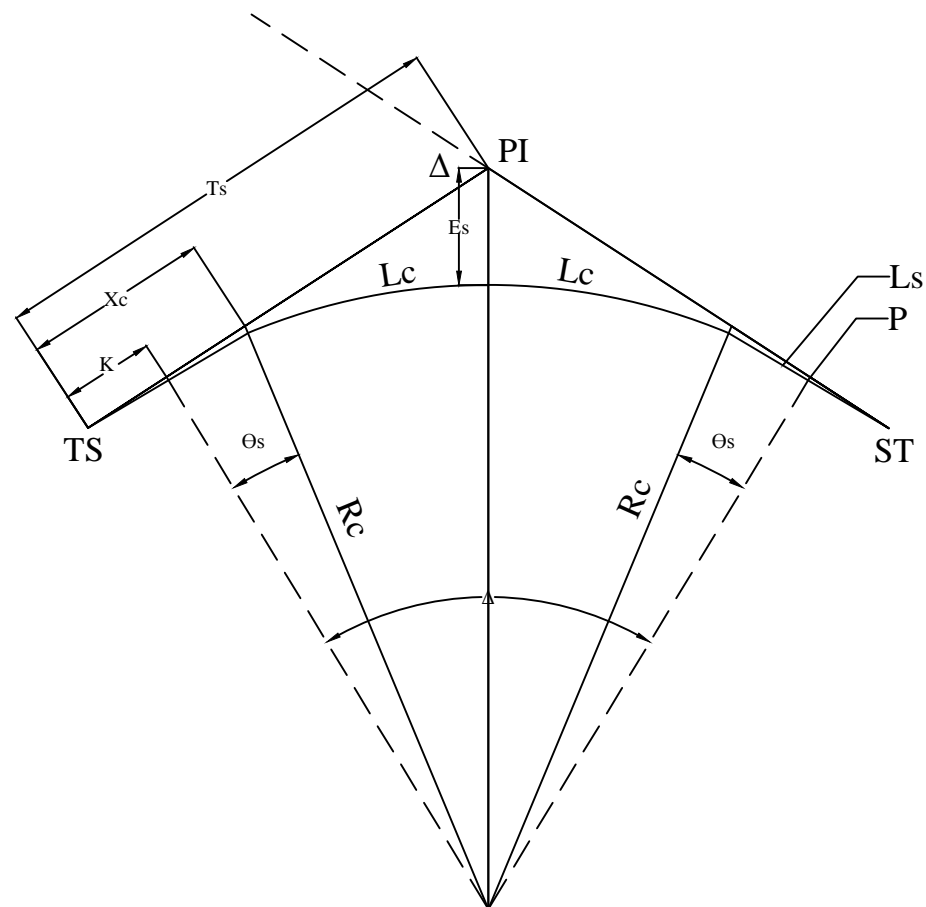
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

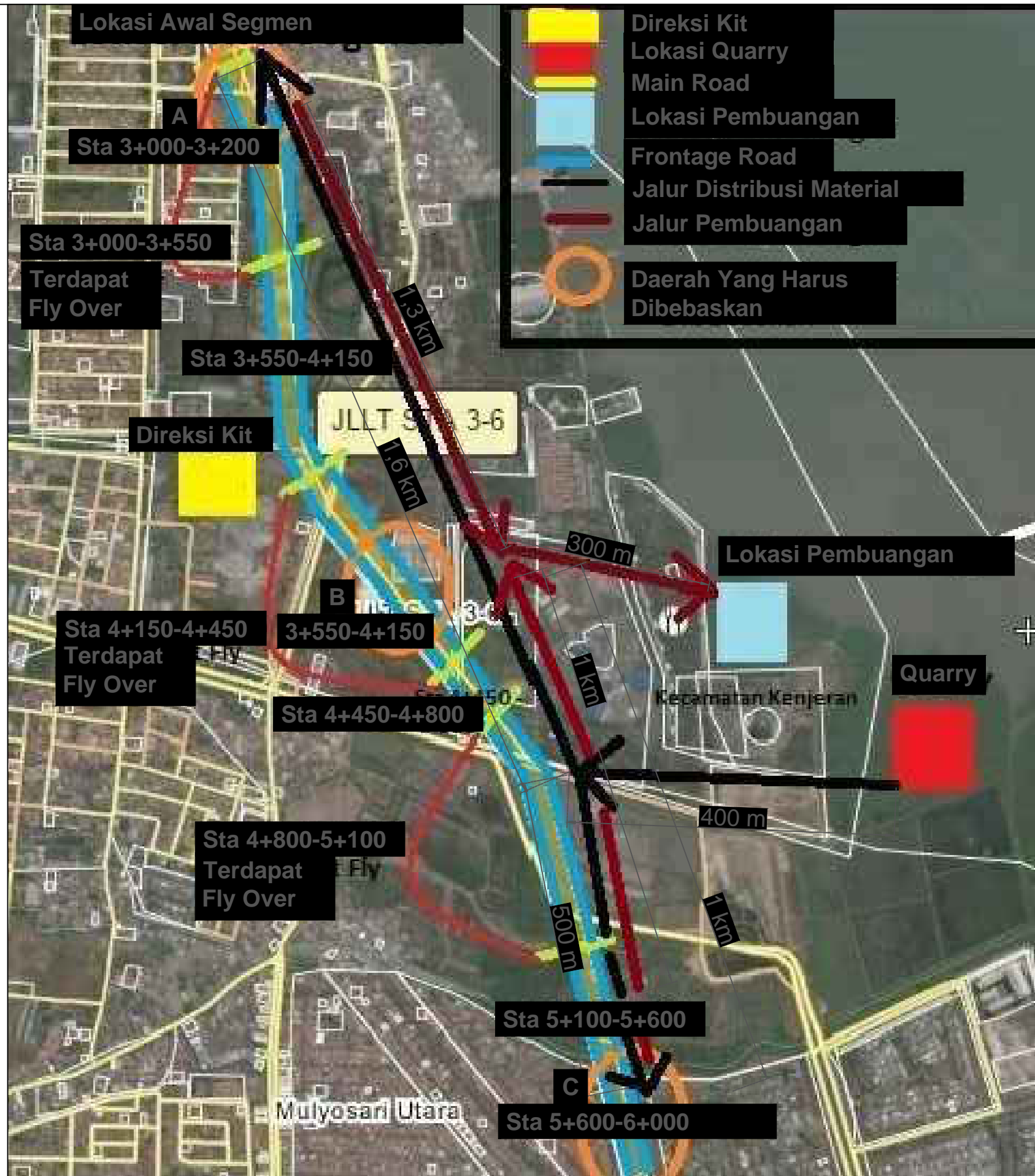
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

84	98
----	----



Tikungan Spiral-Circle-Spiral  
Skala : 1:50



D3TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
 Luar Timur Surabaya  
 STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Metode Pelaksanaan

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
 PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

Reza Rachmadhani H  
 3113030116  
 Elya Gestina Sari  
 3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

85	98
----	----



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 3+ 469,44

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

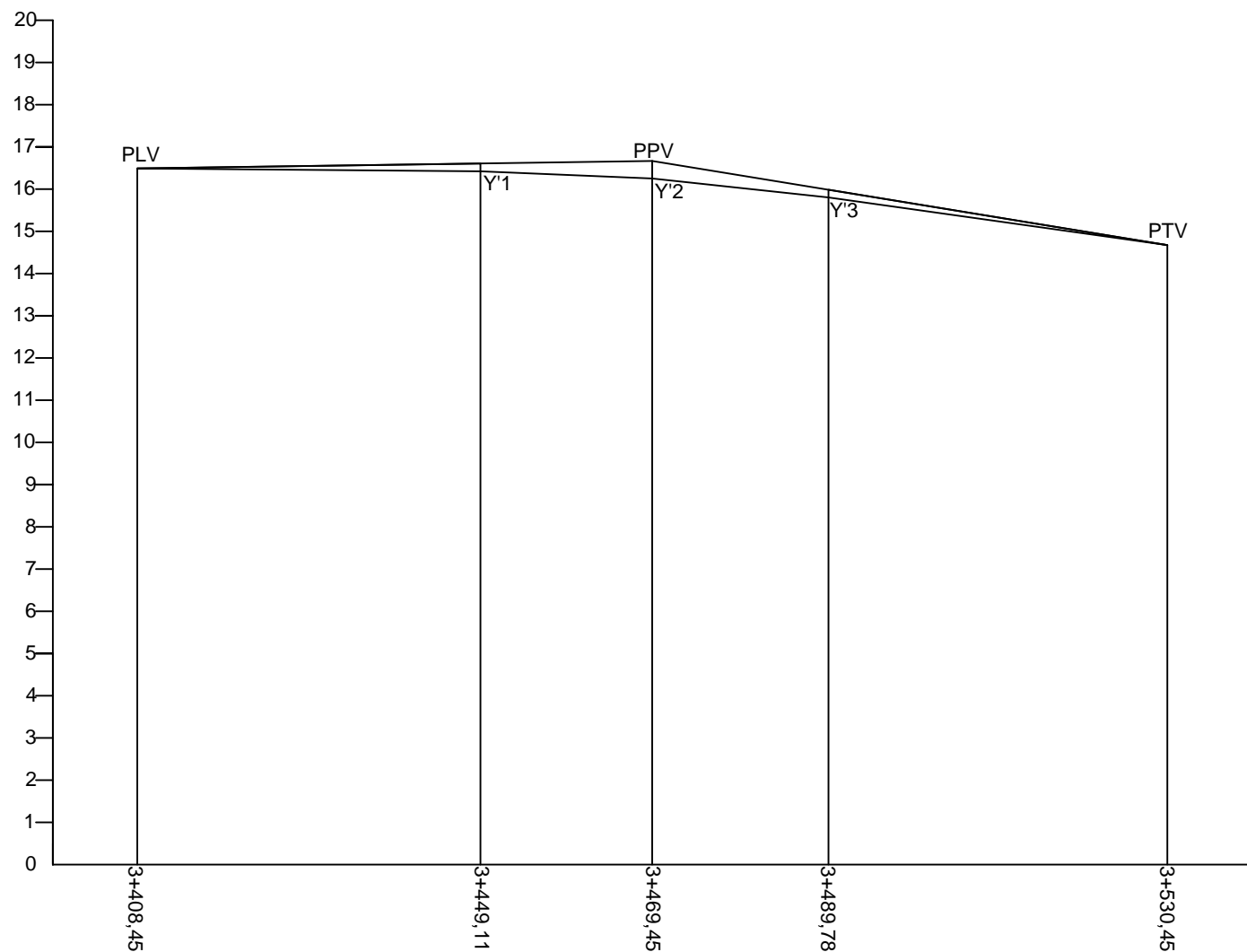
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

87

98



Alinyemen Vertikal STA 3+469,44  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 3+ 469,44

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

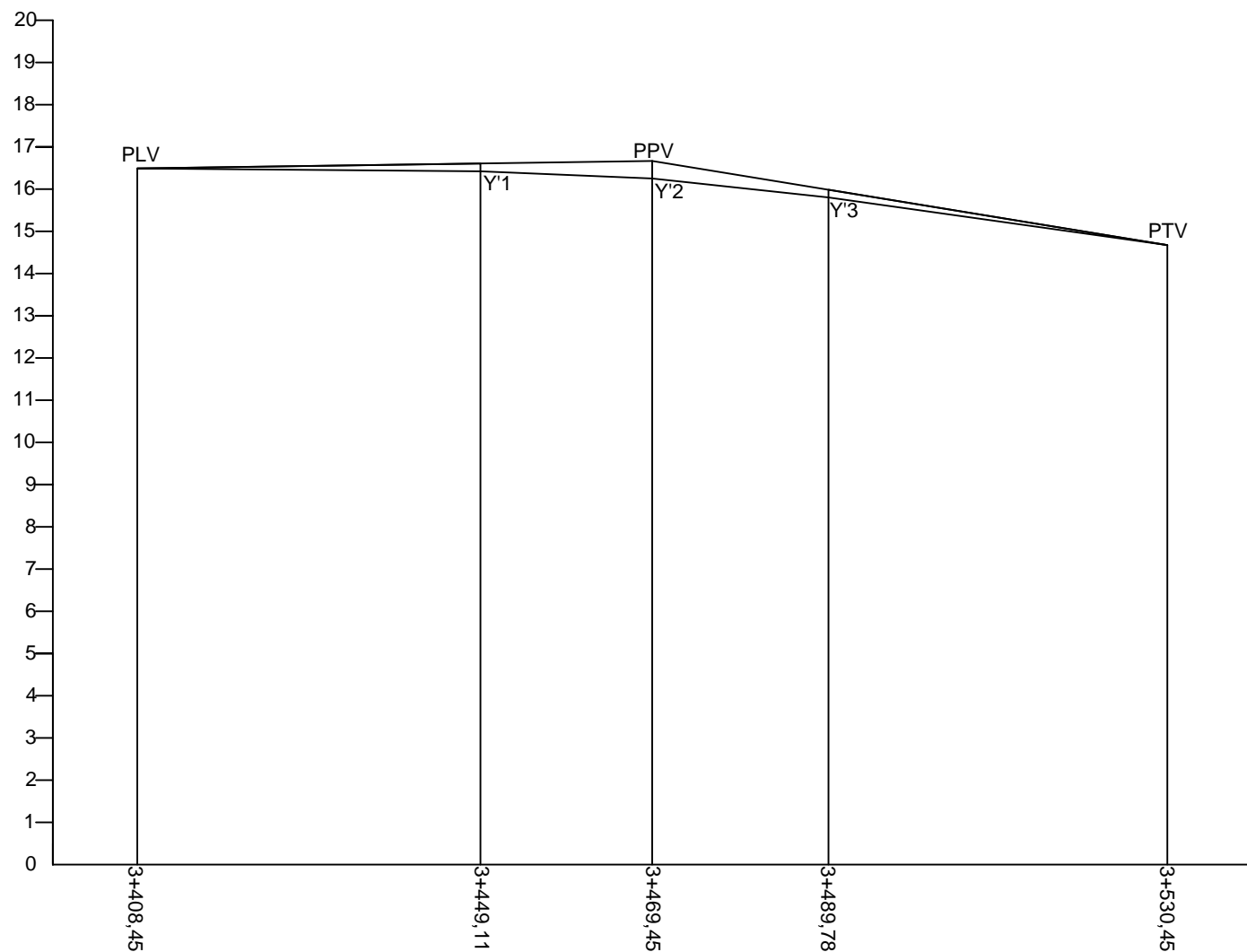
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

87

98



Alinyemen Vertikal STA 3+469,44  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 3+ 719,75

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

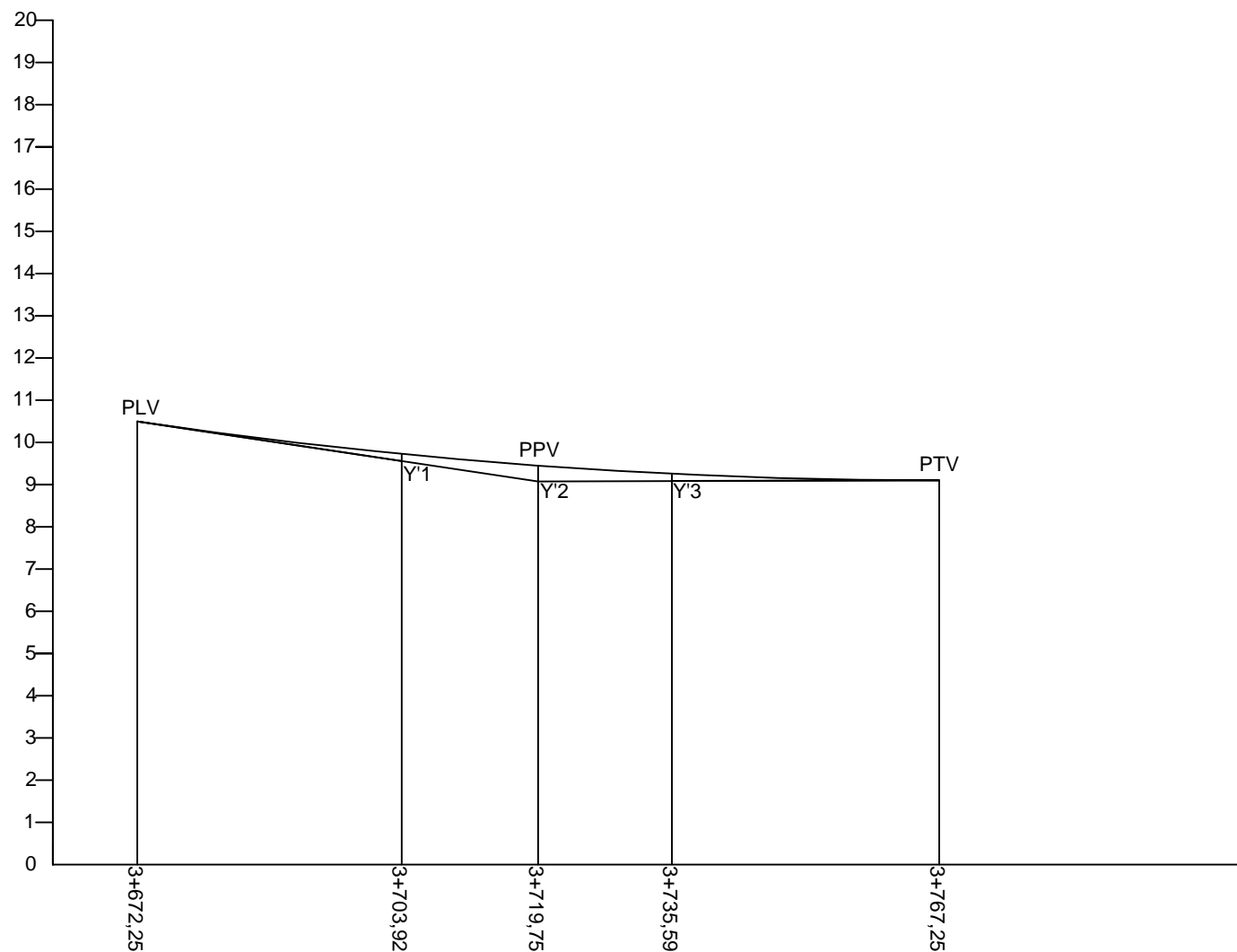
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

88

98



Alinyemen Vertikal STA 3+719,75  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 3+ 912,09

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

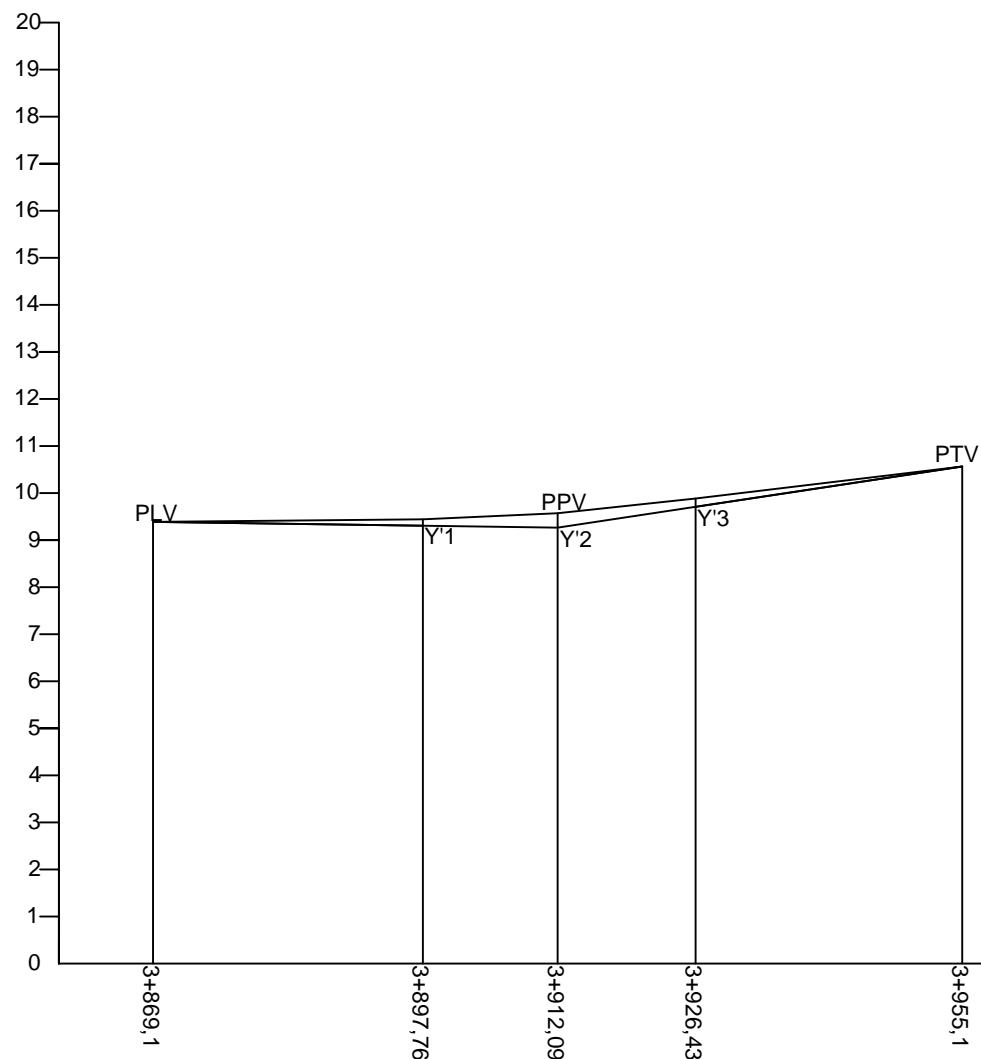
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

89

98



Alinyemen Vertikal STA 3+912,09  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 4+152,78

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

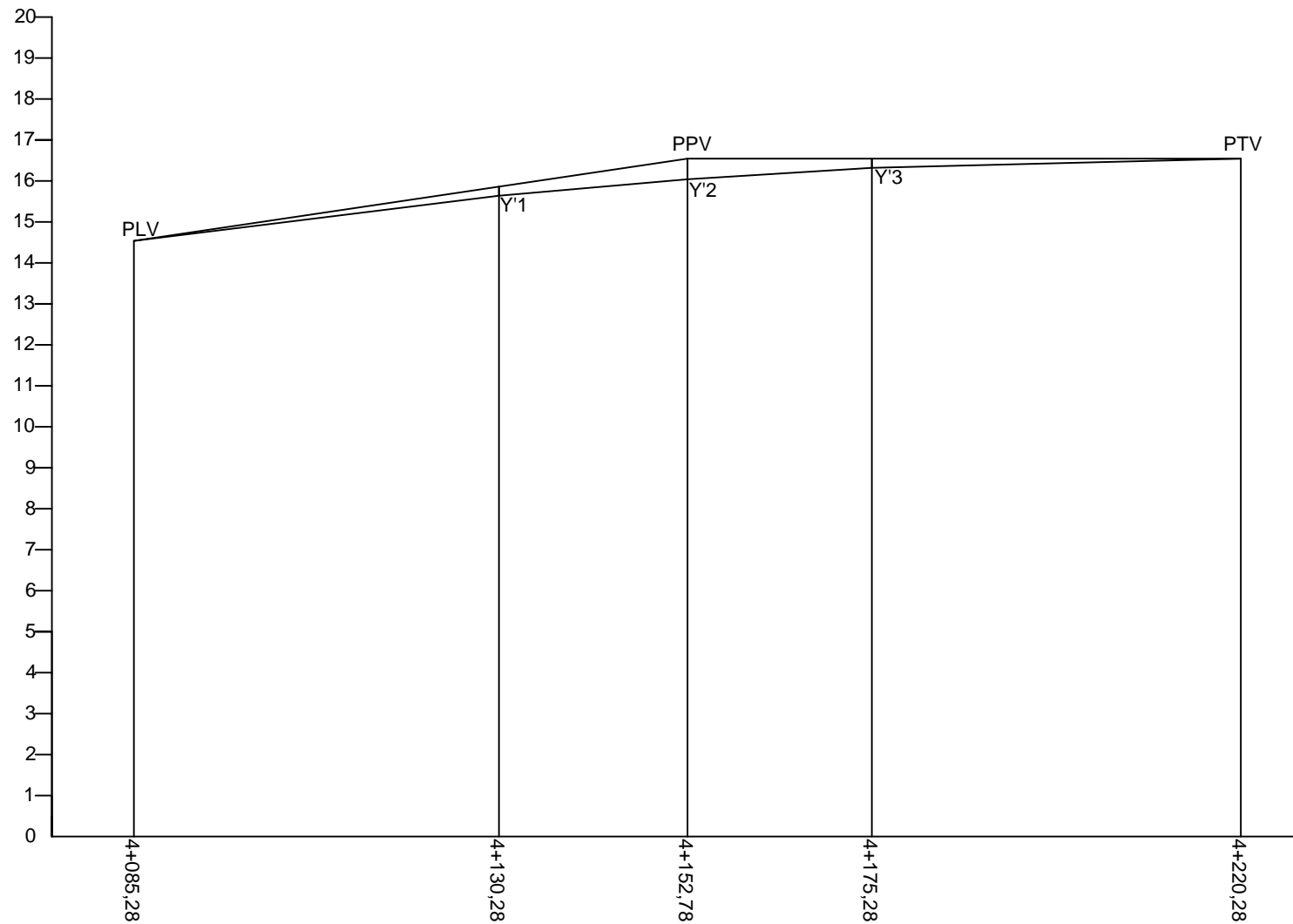
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

90

98



Alinyemen Vertikal STA 4+152,78  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 4+363,78

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

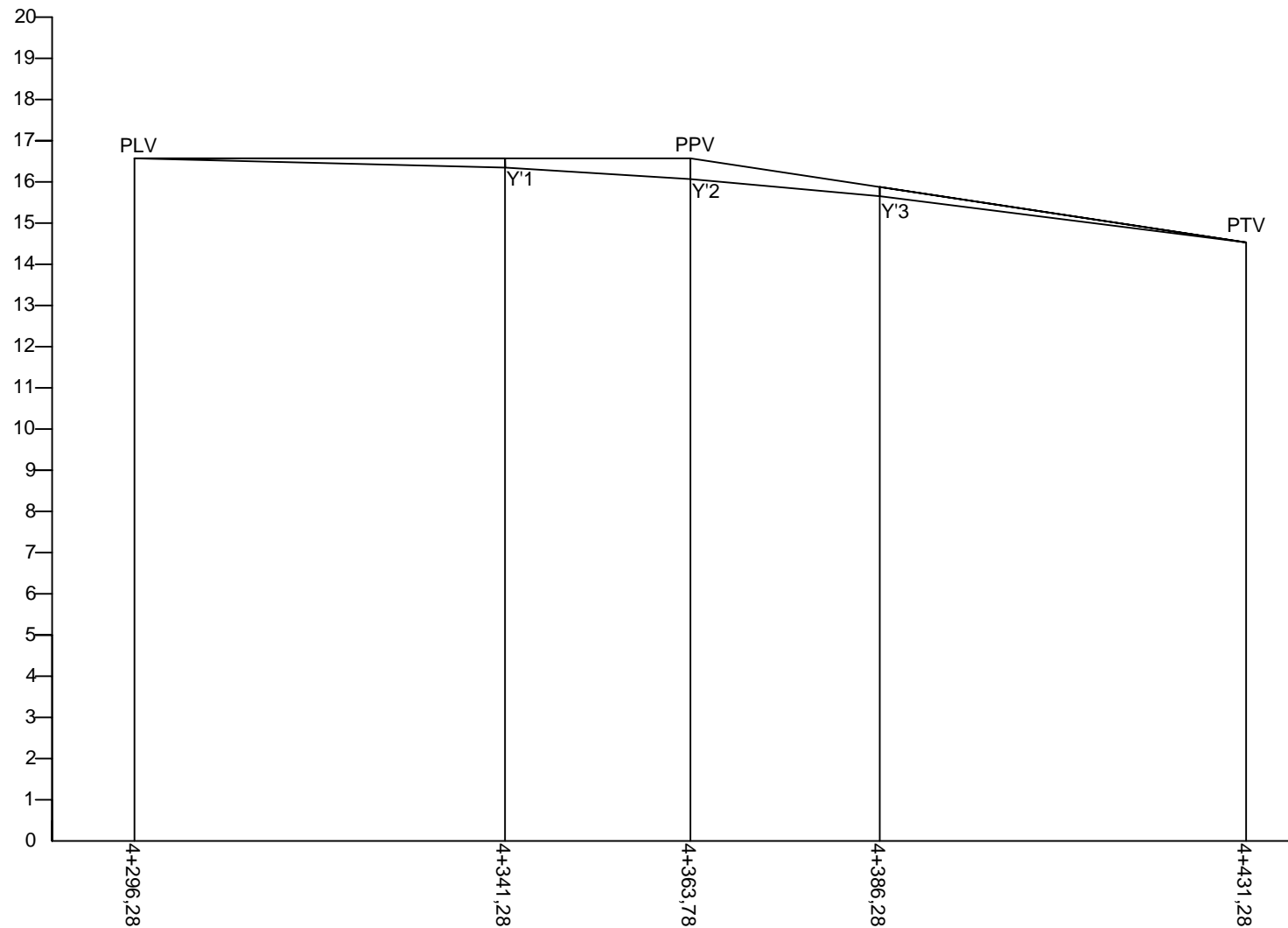
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

91

98



Alinyemen Vertikal STA 4+363,78  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 4+605

### DOSEN PEMBIMBING

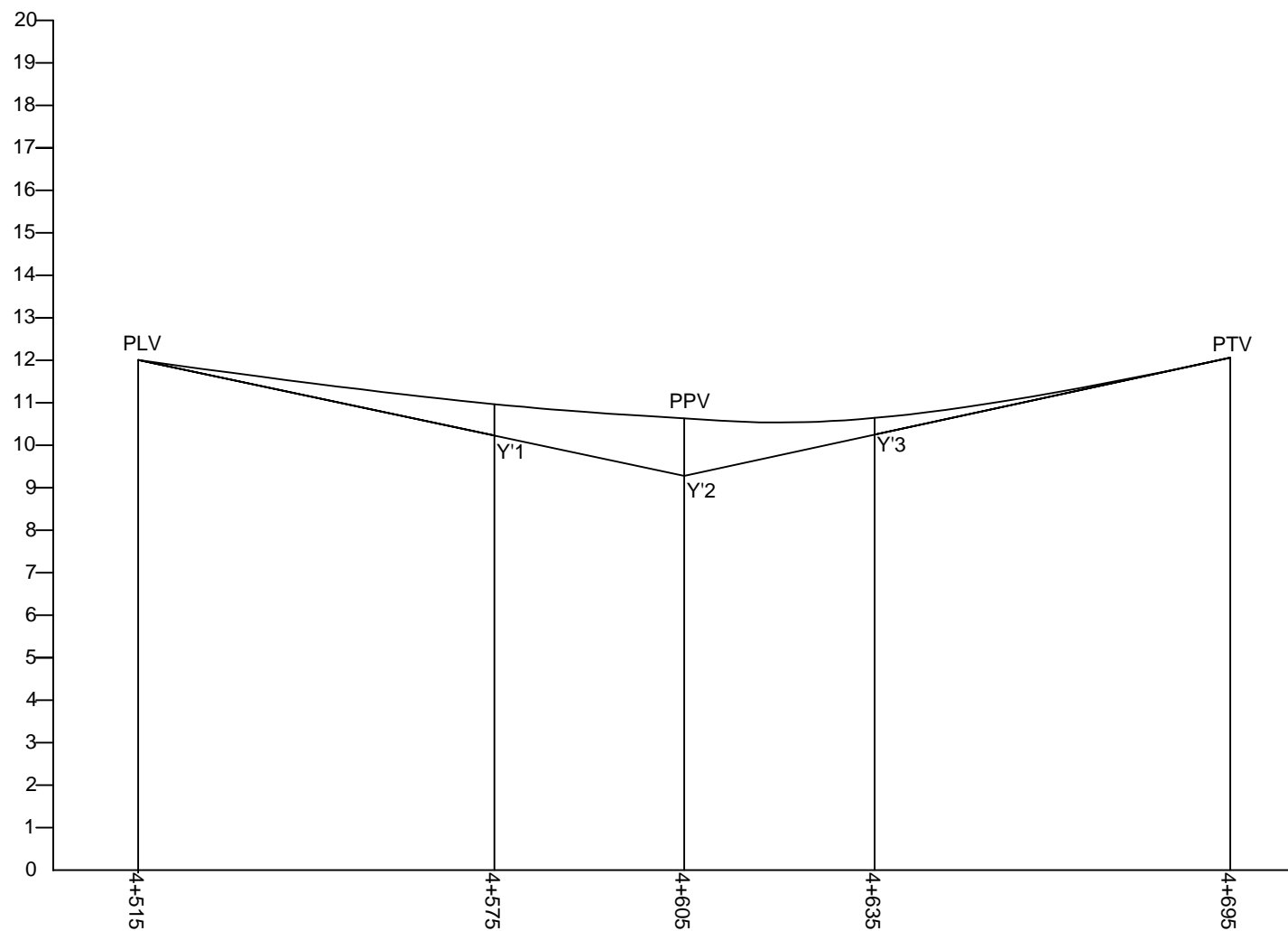
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

92	98
----	----



Alinyemen Vertikal STA 4+605  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:700



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 4+846,13

### DOSEN PEMBIMBING

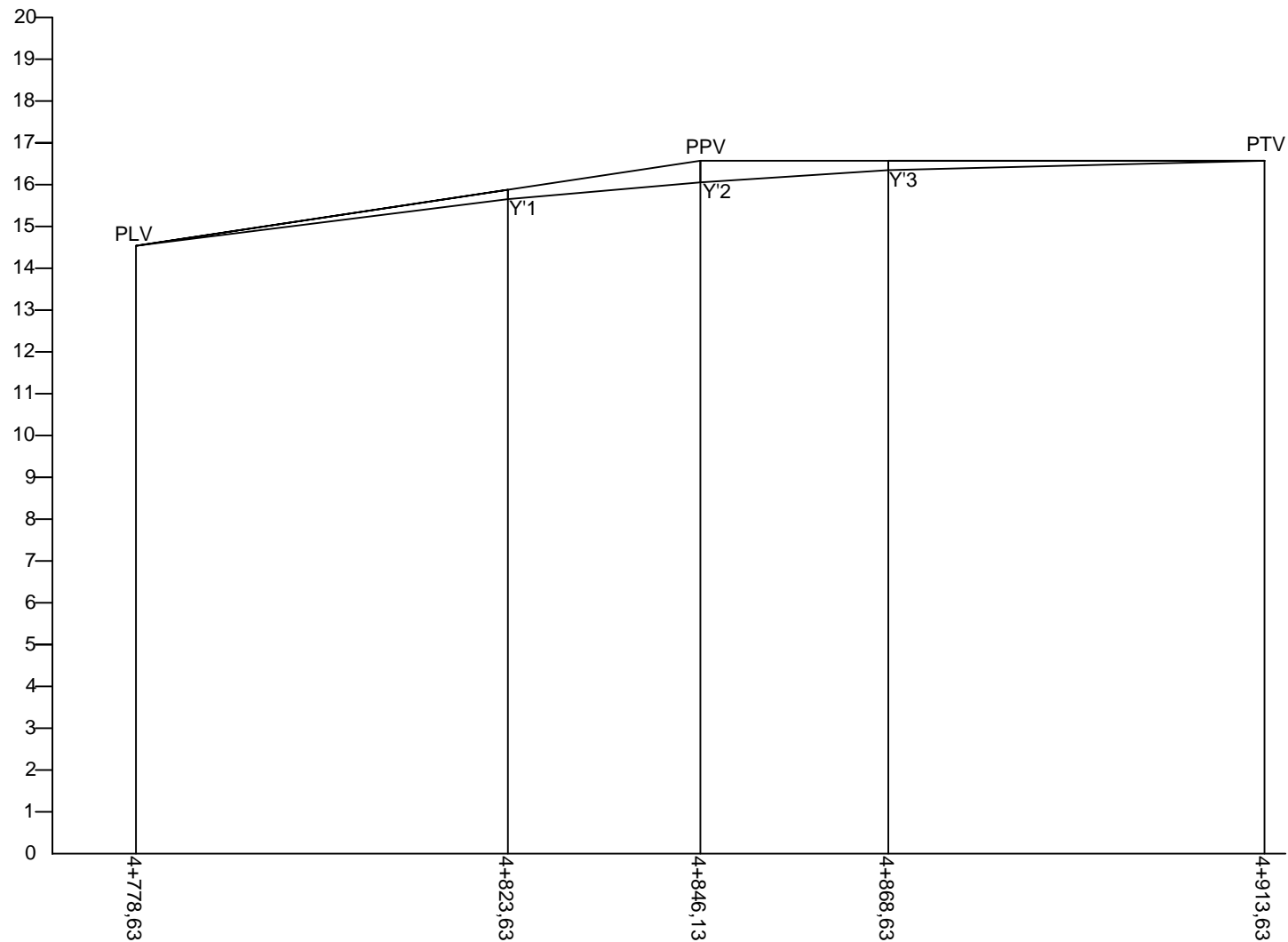
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

93	98
----	----



Alinyemen Vertikal STA 4+846,13  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 5+057.13

### DOSEN PEMBIMBING

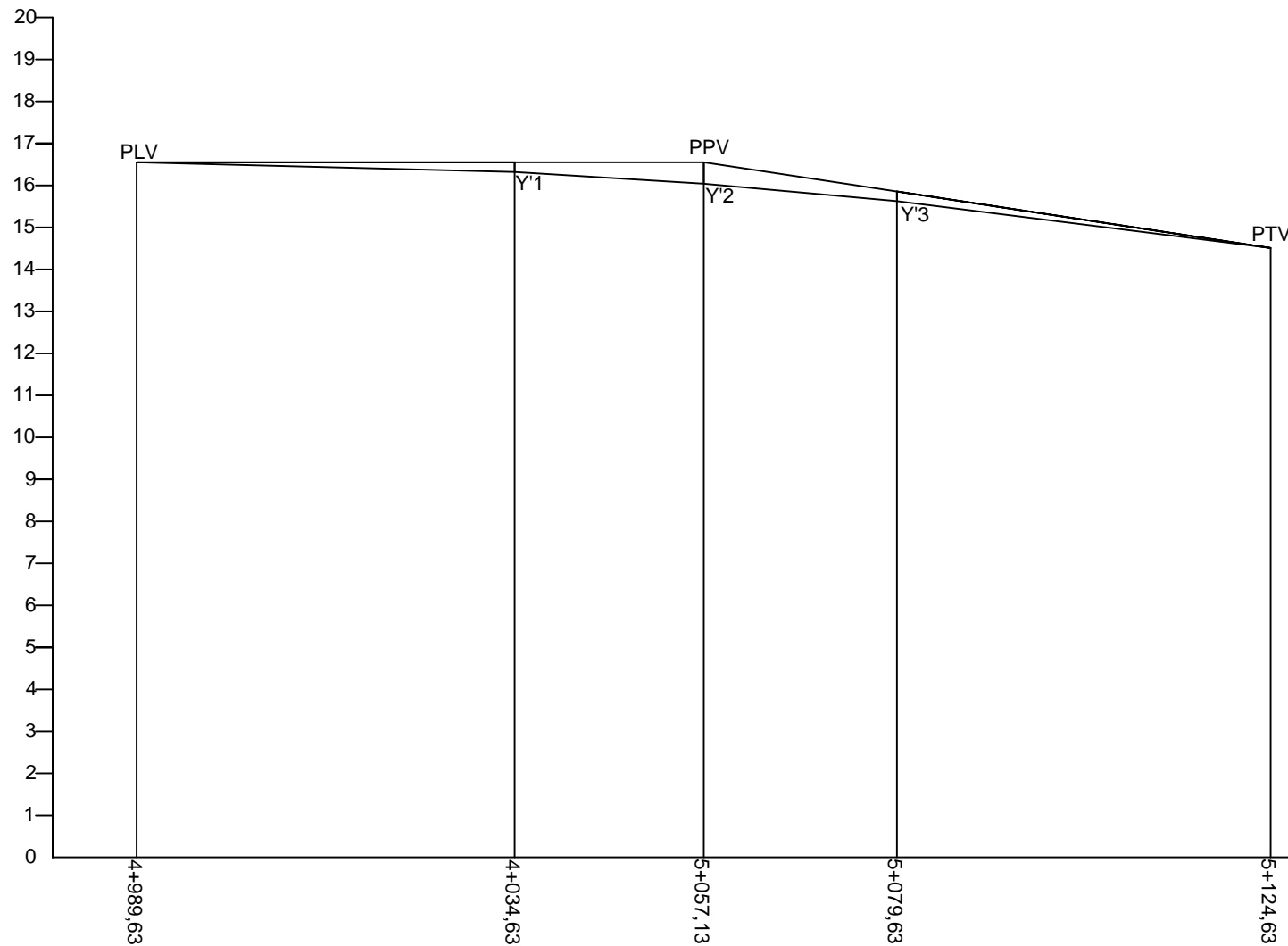
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

94	98
----	----



Alinyemen Vertikal STA 5+057,13  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 5+257,95

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

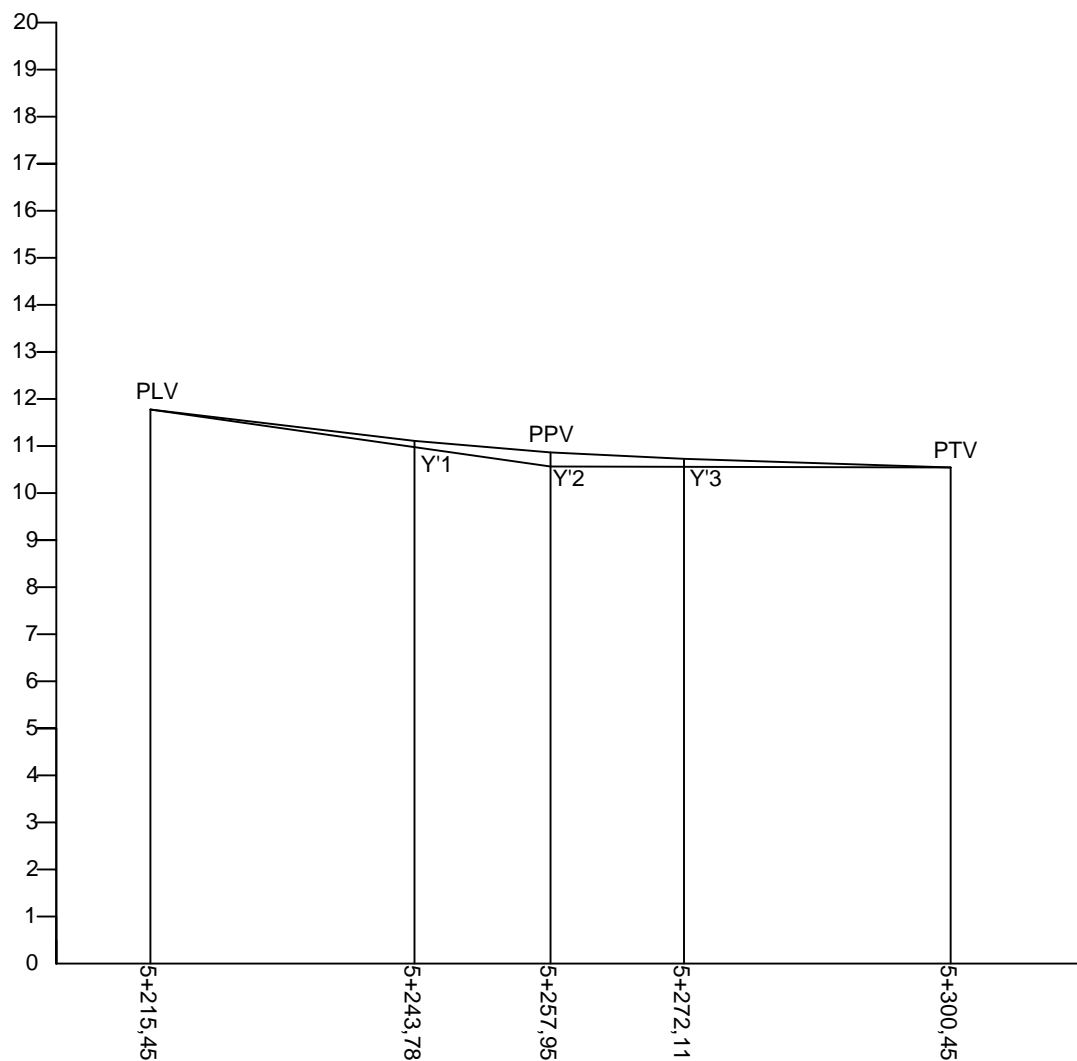
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

95

98



Alinyemen Vertikal STA 5+257,95  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**KETERANGAN**

**TUGAS**

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

**NAMA GAMBAR**

Alinyemen Vertikal  
Sta 5+405,29

**DOSEN PEMBIMBING**

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

**NAMA MAHASISWA**

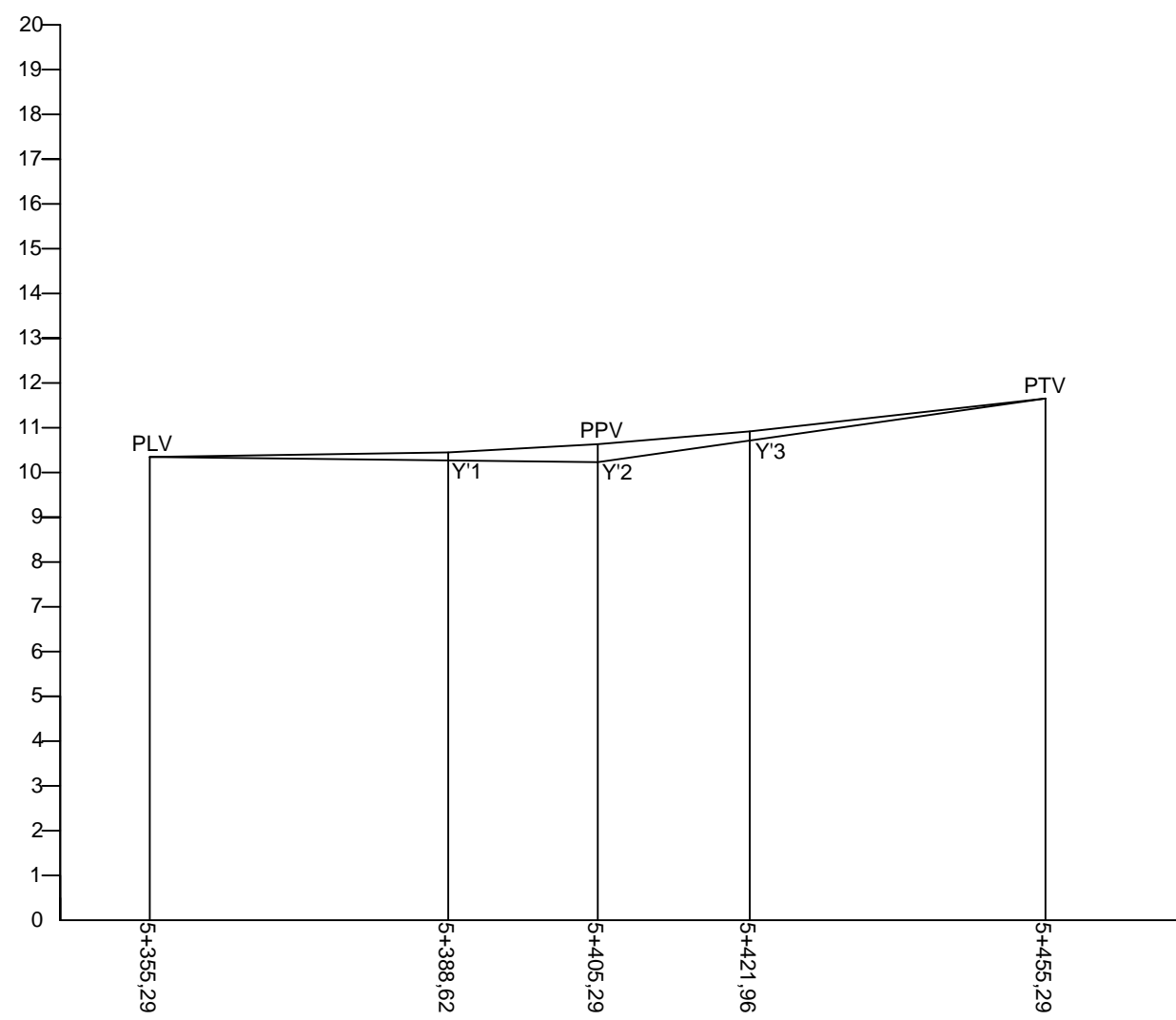
Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO

JUMLAH

96

98



Alinyemen Vertikal STA 5+405,29  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500





D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 5+616,63

### DOSEN PEMBIMBING

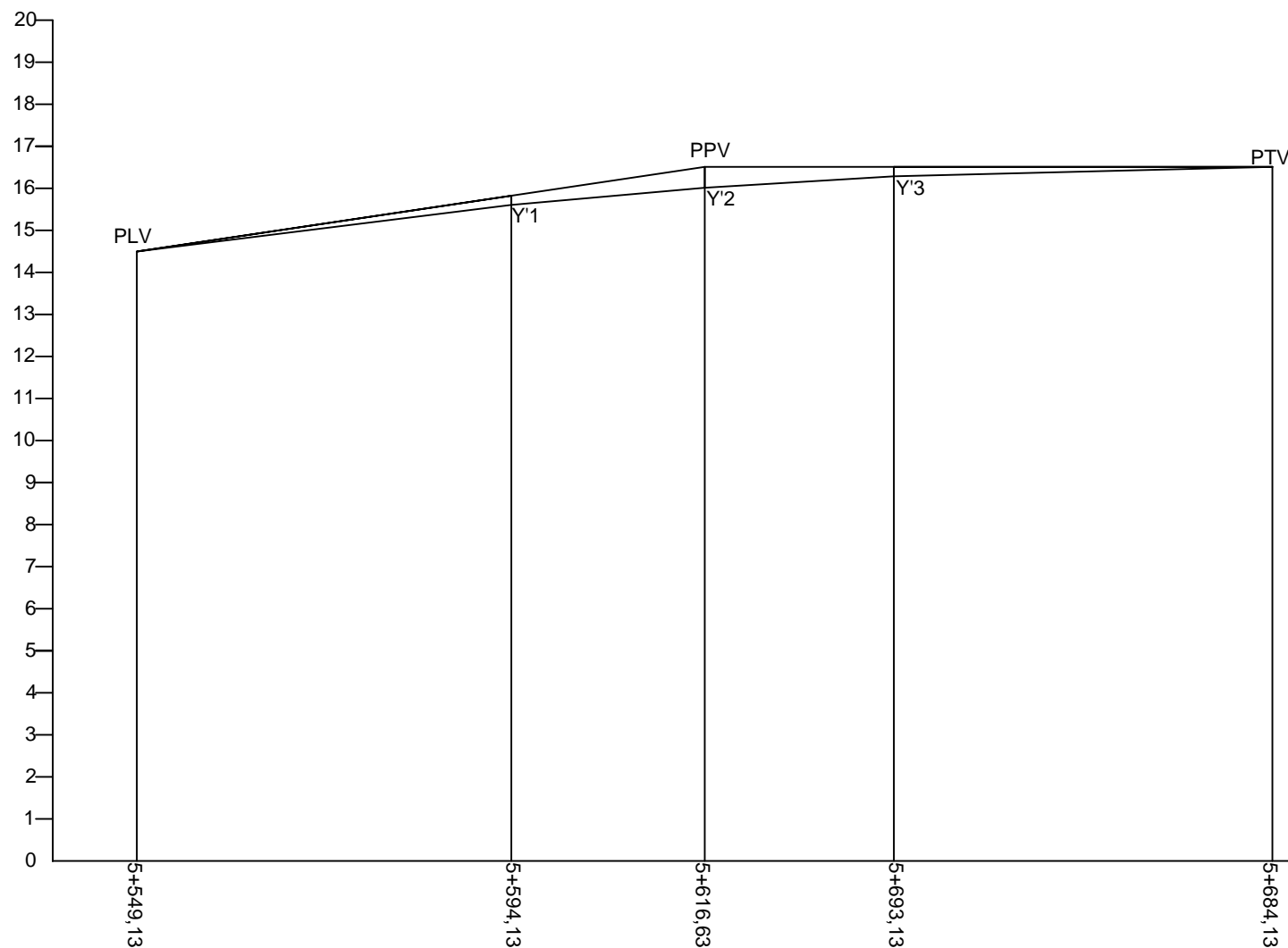
IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

### NAMA MAHASISWA

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

NO	JUMLAH
----	--------

97	98
----	----



Alinyemen Vertikal STA 5+616,63  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500



D3TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### KETERANGAN

### TUGAS

Modifikasi Jalan Lingkar  
Luar Timur Surabaya  
STA 03+000 - 06+000

### NAMA GAMBAR

Alinyemen Vertikal  
Sta 5+785,73

### DOSEN PEMBIMBING

IR. ACHMAD FAIZ HADI  
PRAYITNO, MS

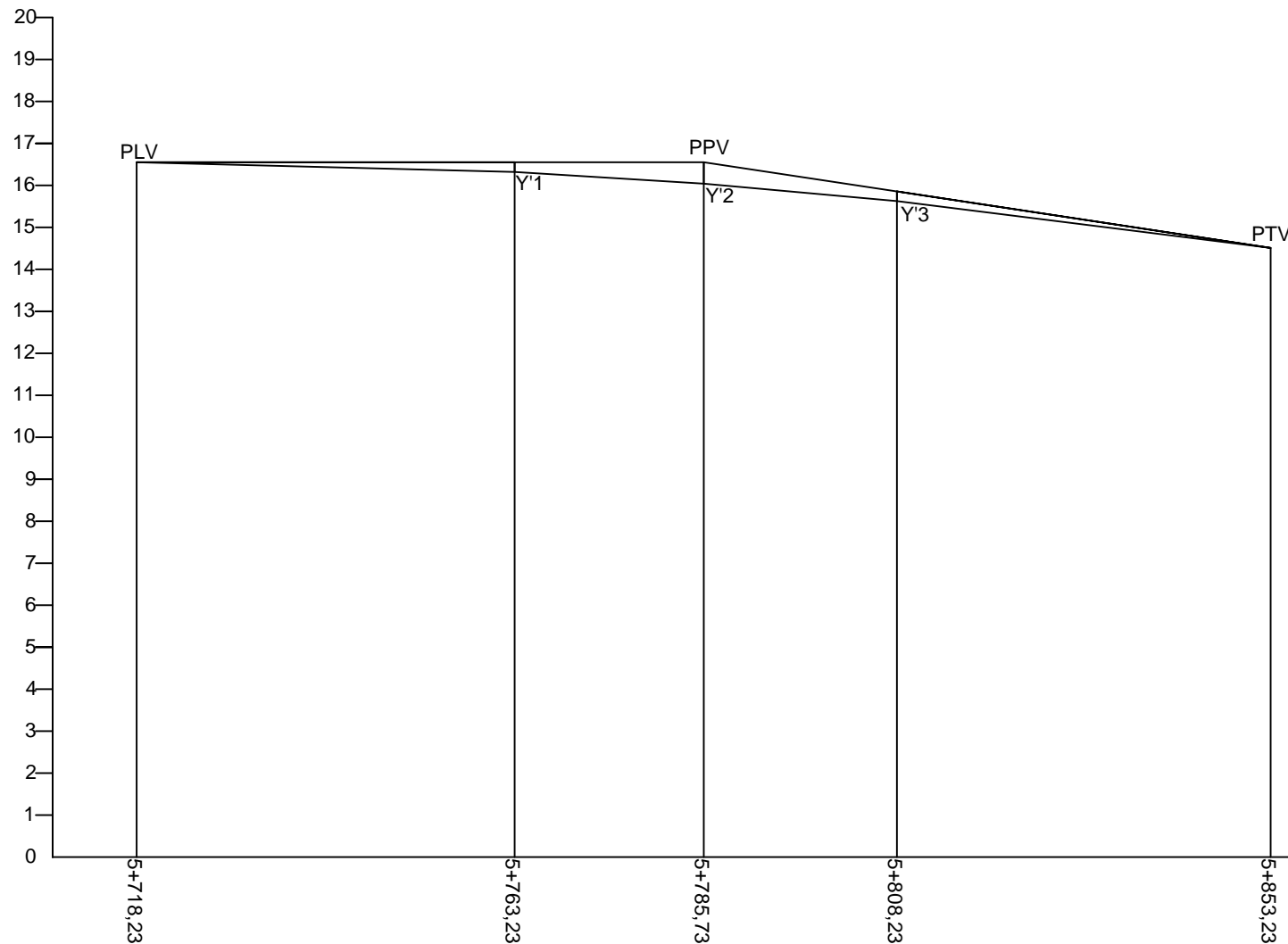
### NAMA MAHASISWA

Reza Rachmadhani H  
3113030116  
Elya Gestina Sari  
3113030150

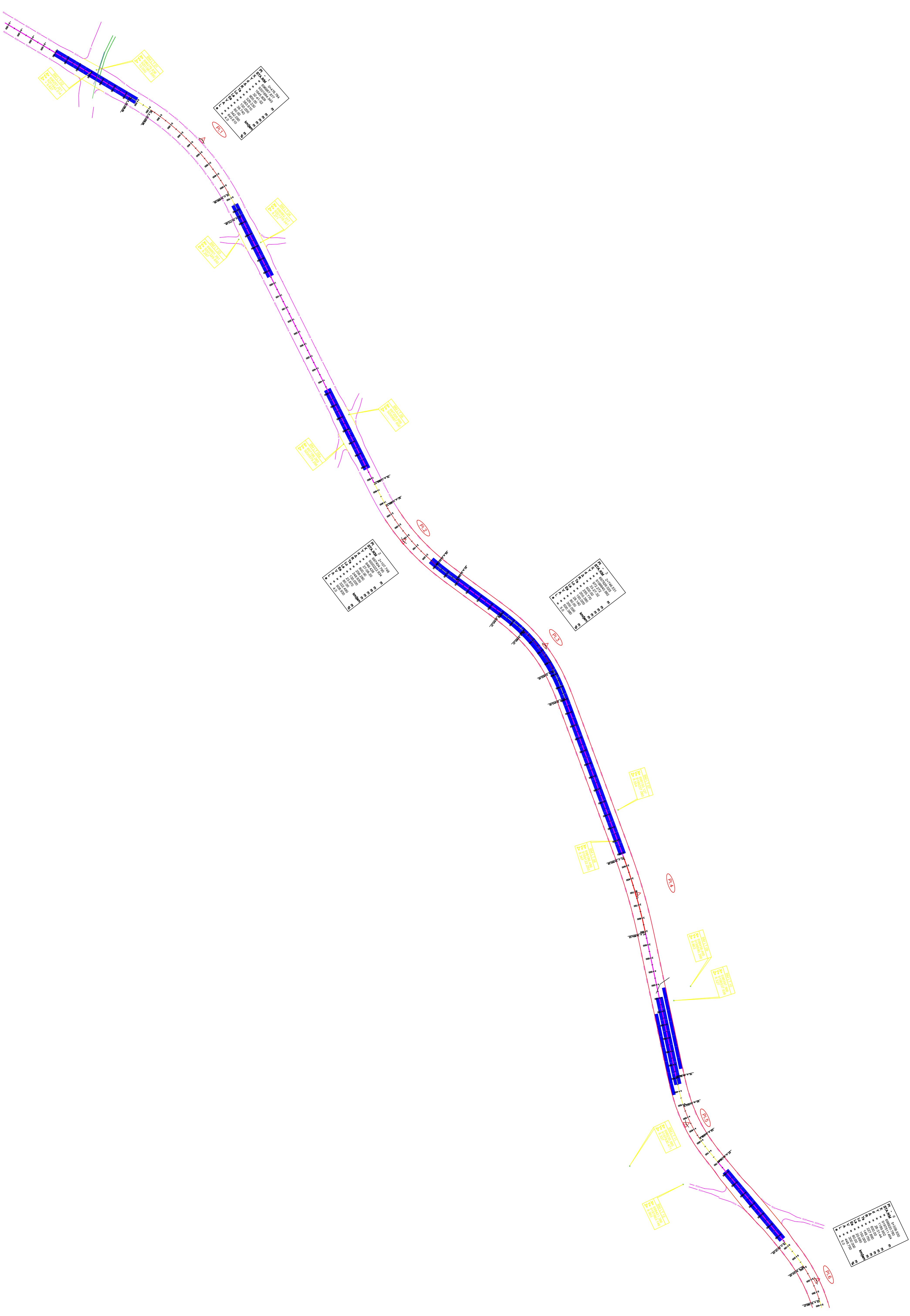
NO	JUMLAH
----	--------

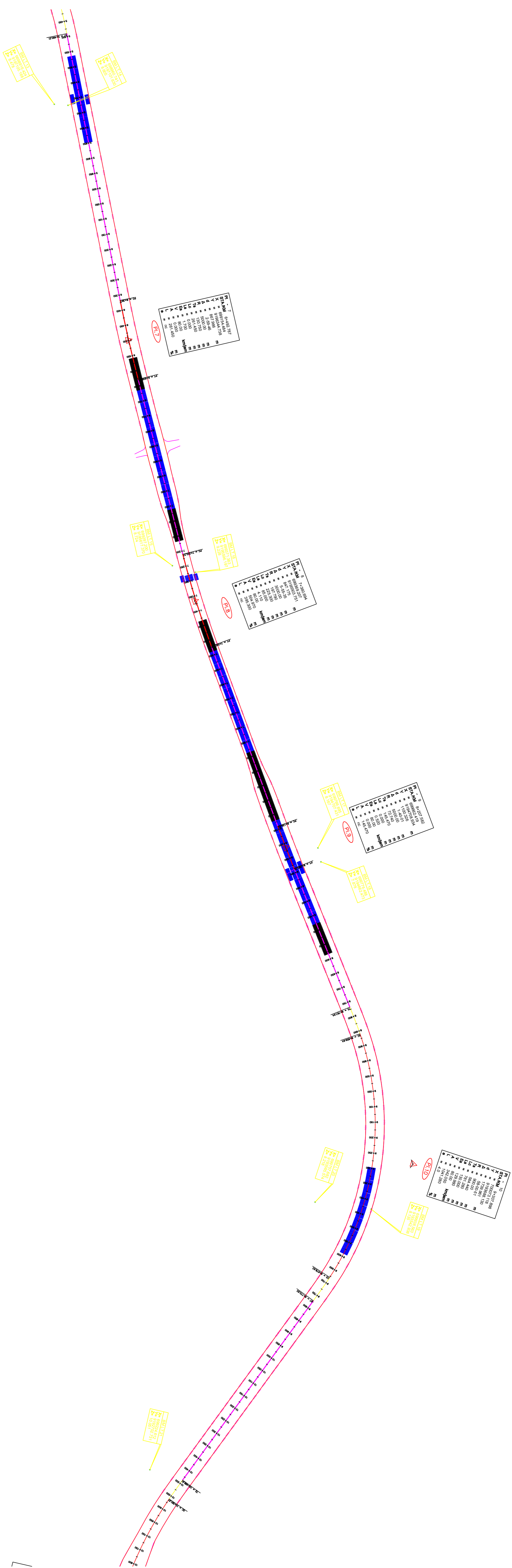
98	98
----	----

98	98
----	----

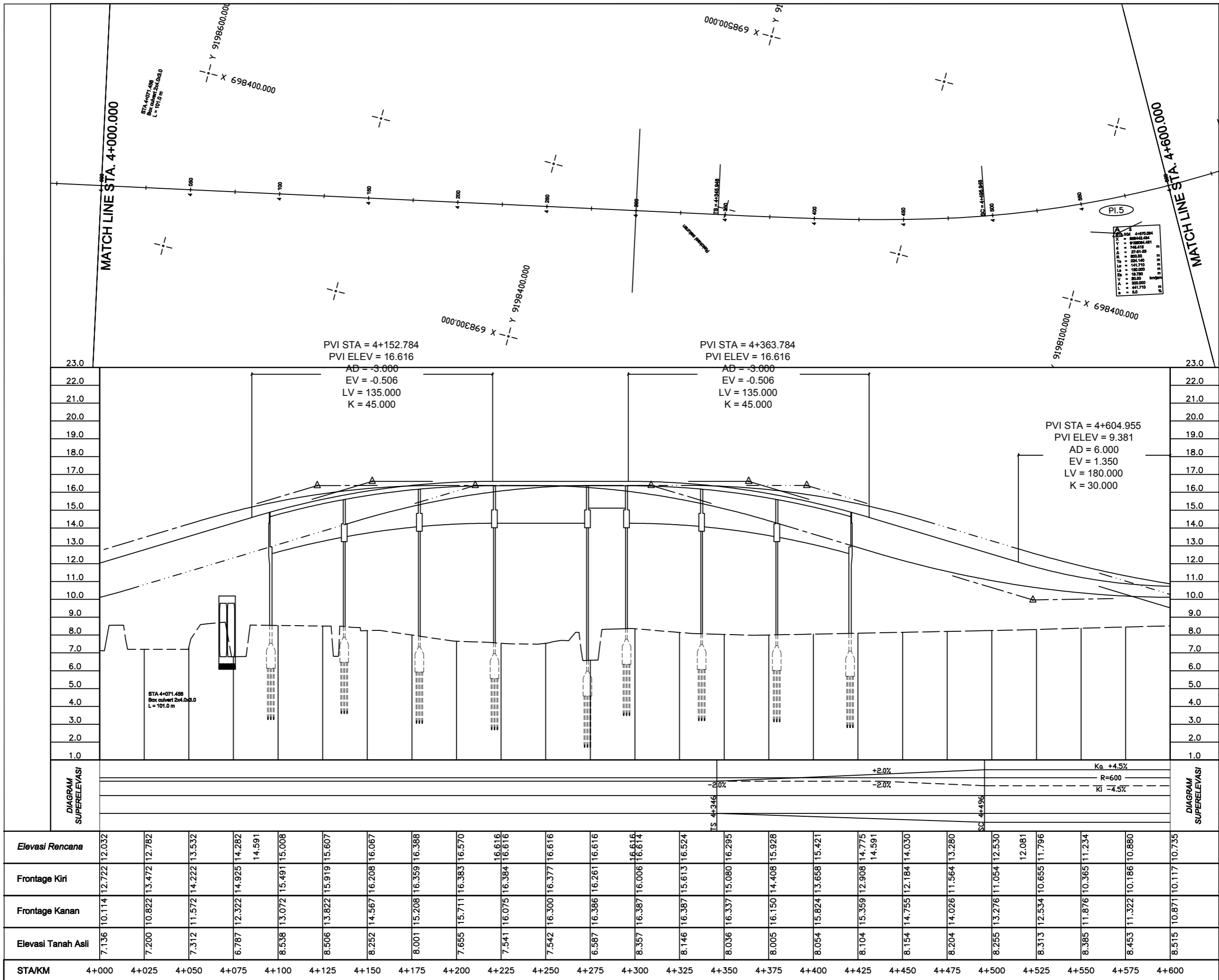


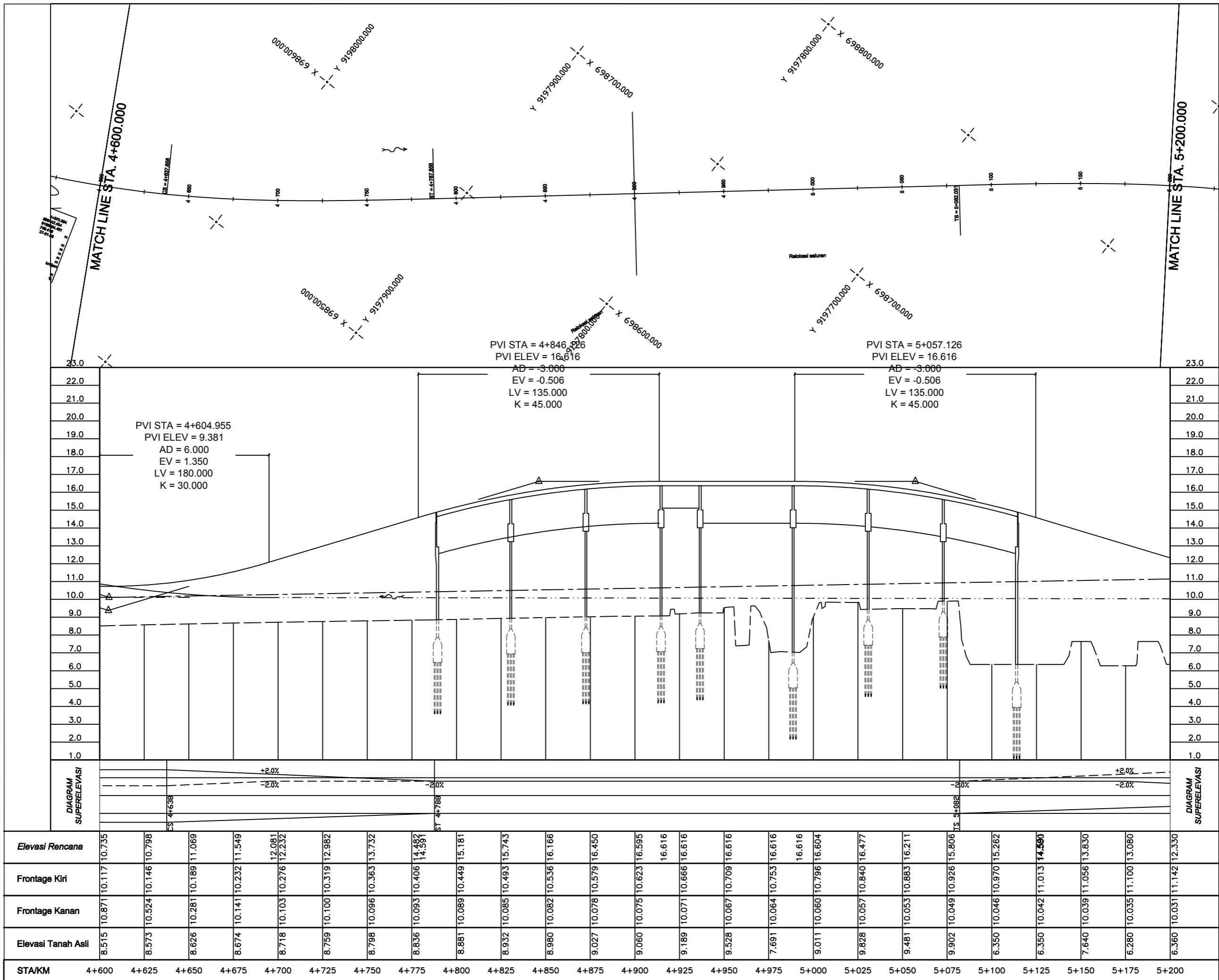
Alinyemen Vertikal STA 5+785,73  
Skala Vertikal 1:100 , Skala Horisontal 1:500











<b>Elevasi Rencana</b>	10.735	10.798	11.069	11.549	12.081	12.982	13.732	14.482	14.591	15.181	15.743	16.166	16.450	16.595	16.616	16.616	16.604	16.477	16.211	15.806	15.262	14.580	13.830	13.080	12.330
<b>Frontage Kiri</b>	10.117	10.146	10.189	10.232	10.276	10.319	10.363	10.406	10.449	10.493	10.536	10.579	10.623	10.666	10.709	10.753	10.796	10.840	10.883	10.926	10.970	11.013	11.056	11.100	11.142
<b>Frontage Kanan</b>	10.871	10.524	10.281	10.141	10.103	10.100	10.096	10.093	10.089	10.085	10.082	10.078	10.075	10.071	10.067	10.064	10.060	10.057	10.053	10.049	10.046	10.042	10.039	10.035	10.031
<b>Elevasi Tanah Asli</b>	8.515	8.573	8.626	8.674	8.718	8.759	8.798	8.836	8.881	8.932	8.980	9.027	9.060	9.189	9.528	7.691	9.011	9.828	9.481	9.902	6.350	6.350	7.640	6.280	6.360
<b>STA/KM</b>	4+600	4+625	4+650	4+675	4+700	4+725	4+750	4+775	4+800	4+825	4+850	4+875	4+900	4+925	4+950	4+975	5+000	5+025	5+050	5+075	5+100	5+125	5+150	5+175	5+200

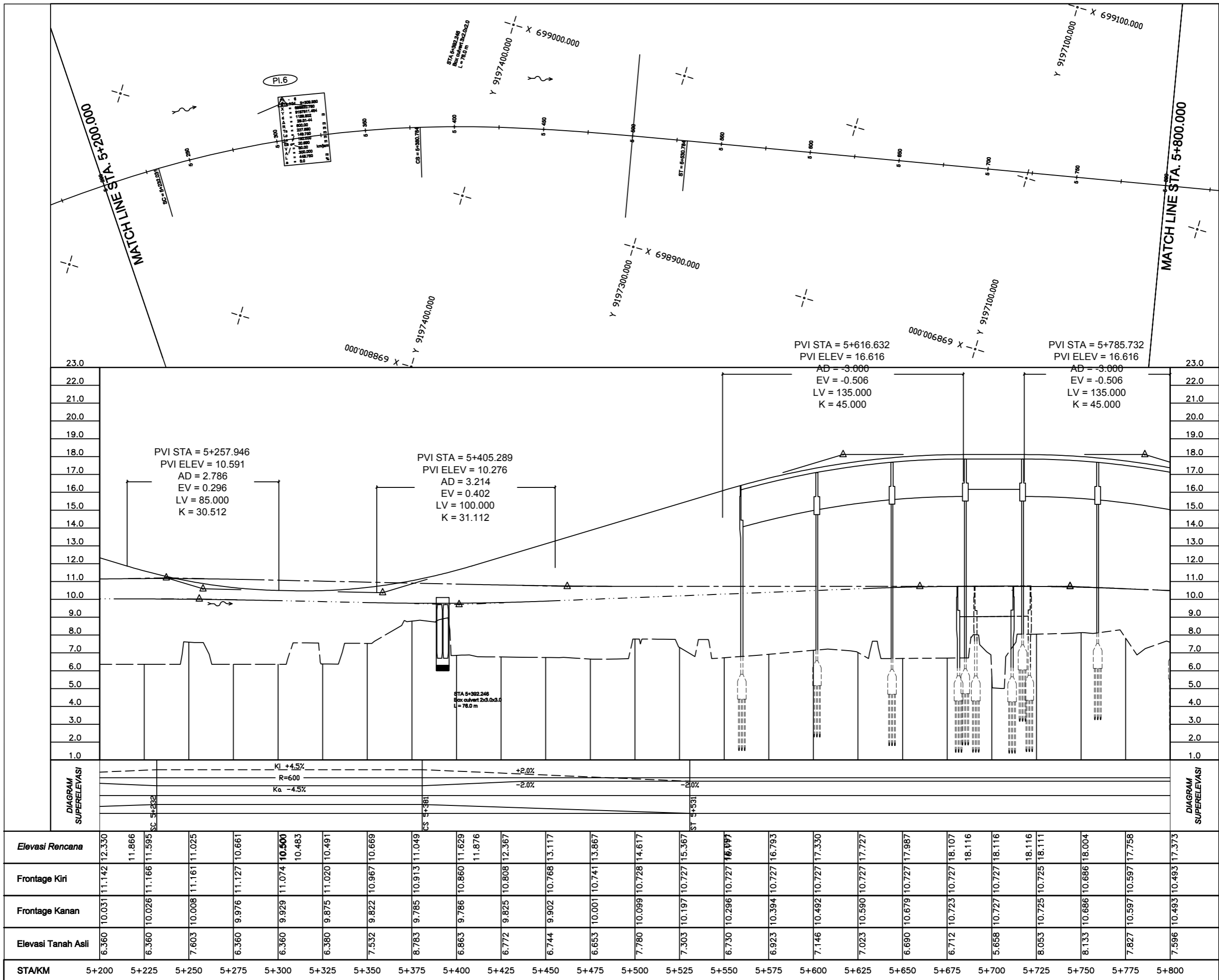
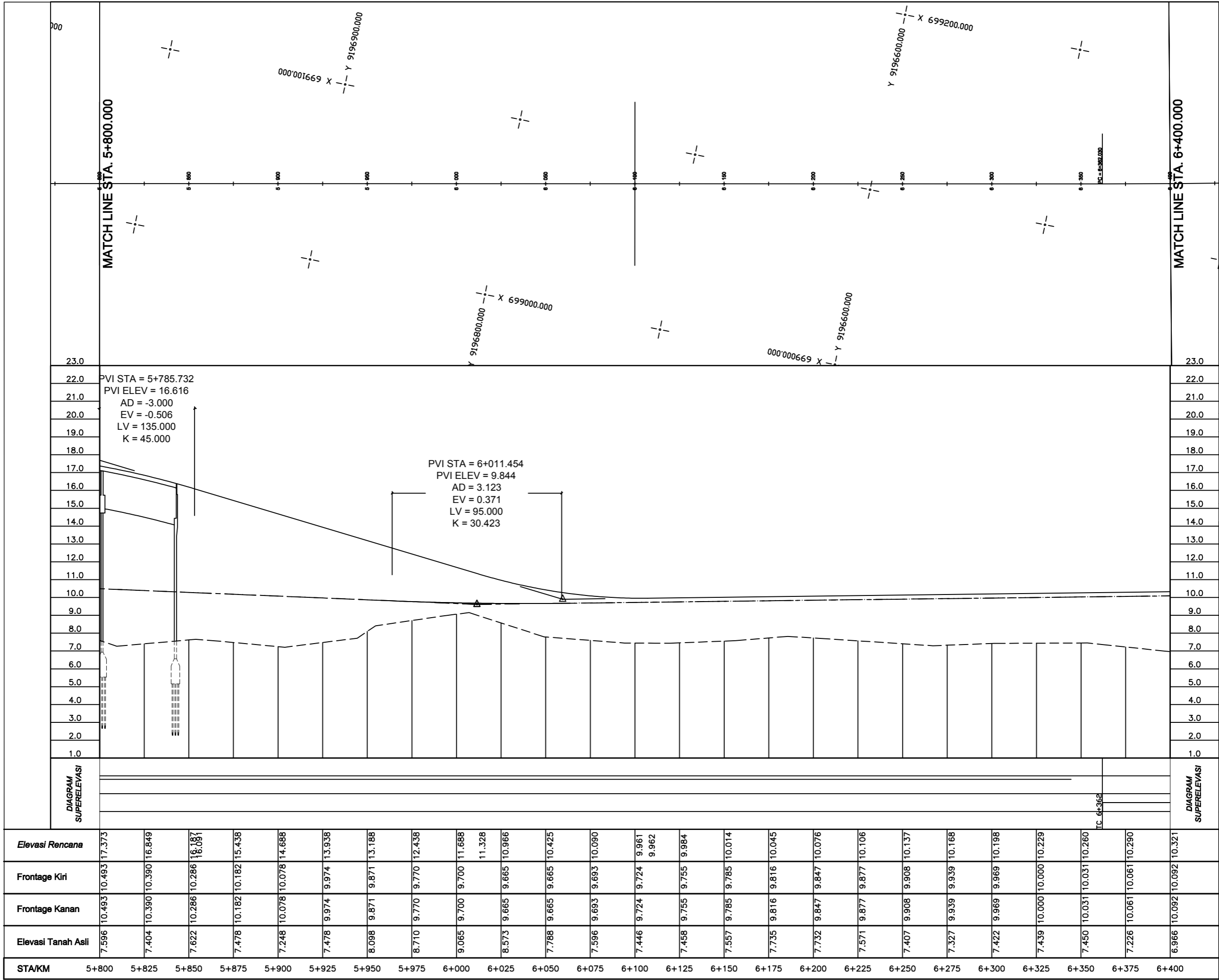


DIAGRAM SUPERELEVASI

DIAGRAM SUPERELEVASI

<b>Elevasi Rencana</b>	12.330	11.866	11.595	11.025	10.500	10.483	10.491	10.669	11.049	11.629	11.876	12.367	13.117	13.867	14.617	15.367	16.117	16.867	17.617	18.367	18.116	18.116	18.111	18.004	17.758	17.373
<b>Frontage Kiri</b>	11.142	11.166	11.161	11.127	11.074	10.967	10.913	10.860	10.808	10.768	10.741	10.727	10.727	10.727	10.727	10.727	10.727	10.727	10.727	10.727	10.725	10.725	10.686	10.597	10.493	10.493
<b>Frontage Kanan</b>	10.031	10.026	10.008	9.976	9.929	9.822	9.785	9.786	9.825	9.902	10.001	10.099	10.197	10.296	10.394	10.492	10.590	10.679	10.723	10.727	10.725	10.725	10.686	10.597	10.493	10.493
<b>Elevasi Tanah Asli</b>	6.360	6.360	7.603	6.360	6.360	6.380	7.532	8.783	6.863	6.772	6.744	6.653	7.780	7.303	6.730	6.923	7.146	7.023	6.690	6.712	5.658	8.053	8.133	7.827	7.596	7.596
<b>STA/KM</b>	5+200	5+225	5+250	5+275	5+300	5+325	5+350	5+375	5+400	5+425	5+450	5+475	5+500	5+525	5+550	5+575	5+600	5+625	5+650	5+675	5+700	5+725	5+750	5+775	5+800	





<b>Elevasi Rencana</b>	17.373	16.849	16.181	15.438	14.688	13.938	13.188	12.438	11.688	11.328	10.966	10.425	10.090	9.961	9.962	9.984	10.014	10.045	10.076	10.106	10.137	10.168	10.198	10.229	10.260	10.290	10.321	
<b>Frontage Kiri</b>	10.493	10.390	10.286	10.182	10.078	9.974	9.871	9.770	9.700	9.665	9.665	9.693	9.724	9.755	9.785	9.816	9.847	9.877	9.908	9.939	9.969	10.000	10.031	10.061	10.092	10.122	10.152	10.182
<b>Frontage Kanan</b>	10.493	10.390	10.286	10.182	10.078	9.974	9.871	9.770	9.700	9.665	9.665	9.693	9.724	9.755	9.785	9.816	9.847	9.877	9.908	9.939	9.969	10.000	10.031	10.061	10.092	10.122	10.152	10.182
<b>Elevasi Tanah Asli</b>	7.596	7.404	7.622	7.478	7.248	7.478	8.098	8.710	9.065	8.573	7.788	7.596	7.446	7.458	7.557	7.735	7.732	7.571	7.407	7.327	7.422	7.439	7.450	7.226	6.966			
<b>STA/KM</b>	5+800	5+825	5+850	5+875	5+900	5+925	5+950	5+975	6+000	6+025	6+050	6+075	6+100	6+125	6+150	6+175	6+200	6+225	6+250	6+275	6+300	6+325	6+350	6+375	6+400			

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan dan Saran**

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dengan perkerasan kaku pada *main road* dan dengan perkerasan lentur pada frontage road STA 03+000-06+000 dengan panjang jalan sebesar 3000 m dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan *main road* pada kondisi eksisting 4/2 D dengan lebar jalan 3,5 m per lajur diperoleh  $DS > 7,5$ , sehingga perlu upaya untuk pengalihan volume kendaraan yang akan melintasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya. Sedangkan pada jalan frontage road, di mana kondisi eksisting 2/2 UD dengan lebar jalan 3 m per lajur diperoleh  $DS < 0,75$ . Sehingga, tidak perlu pengalihan volume kendaraan yang akan melintasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.
2. Dari hasil analisa control geometric yang dilakukan, ternyata antara hasil yang diperoleh dengan data yang sudah ada mempunyai kesamaan (mendekati)
3. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada main road menggunakan perkerasan kaku (Beton K-400) dengan tebal slab beton yaitu 23 cm dan pondasi bawah berupa campuran beton kurus, yaitu lean concrete sebagai lantai kerja. Sambungan yang digunakan adalah Sambungan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji. Sambungan memanjang berupa tie bar, di mana pada tie bar tersebut menggunakan diameter 13 mm, jarak 450 mm, sedangkan pada sambungan melintang (dowel) menggunakan diameter 36 mm.

5. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada frontage road menggunakan perkerasan lentur dengan lapisan atas yaitu laston dengan tebal lapisan 5 cm, lapisan pondasi atas yaitu agregat kelas A dengan tebal 20 cm, dan pondasi bawah yaitu agregat kelas B dengan tebal 25 cm.
6. Perencanaan saluran tepi drainase menggunakan bentuk persegi dengan beton K-250. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada STA 03+000-06+000 adalah sebesar Rp 104,510,861,119.89.

## 6.2 Saran

Dari hasil uraian di atas, ada beberapa yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada *main road*, tipe jalannya adalah 4/2 D dengan lebar jalan per jalur 7 m, didapatkan DS pada awal tahun rencana, yaitu tahun 2016 bernilai 0,58, sedangkan akhir tahun rencana, yaitu tahun 2046 bernilai 2,54, dimana DS tersebut tidak masuk pada  $DS \leq 0,75$ . Sehingga, perlu upaya untuk pelebaran jalan pada tahun tersebut.
2. Diperlukan CBR yang lebih banyak, agar data dapat lebih terolah dengan baik.

## **PENUTUP**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmad dan ridho-Nya kepada kami dalam penyusunan tugas akhir kami yang berjudul Modifikasi Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Rigid Pavement pada STA 03+000-06+000 dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, kami menyadari, penyusunan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan tugas akhir ini.

Semoga penyusunan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Akhir kata kami sampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya Tugas Akhir Terapan ini.

Surabaya, Juni 2016

Penulis

## DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*”, 1997.
2. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Spesifikasi Standart untuk Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan*”, 1994.
3. Standart Nasional Indonesia, “*Perencanaan Perkerasan Beton Semen*”, PD T-14-2003.
4. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*”, 1987.
5. Sukirman, Silvia, “*Dasar dasar Perencanaan Geometrik Jalan*”, Nova, 1999.
6. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*”, (SNI 03-3424-1994)
7. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Buku Petunjuk Teknis Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Surabaya*”.
8. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Spesifikasi Teknik Daerah Provinsi Jawa Timur*”, 2015.

## BIODATA PENULIS I



Penulis bernama lengkap Reza Rachmadhani Hermawan, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Lahir di Surabaya pada tanggal 26 Juni 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kediri, SD Negeri Kebraon II, SMP Negeri 24 Surabaya, SMA Swasta Giki II. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil pada tahun

2013, terdaftar dengan NRP 3113030116. Di jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh kampus ITS. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus, di antaranya adalah menjadi staf Departemen Olahraga dan Seni HIMA Diploma Teknik Sipil ITS. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Di samping itu, penulis sempat mengikuti kerja praktek di Semen Gresik Indonesia, pada proyek “SILO Tuban, Jawa Timur”. Pada Program Studi Diploma Teknik Sipil ITS ini, penulis mengambil judul Tugas Akhir Terapan di bidang Transportasi/Perhubungan. Penulis bisa dihubungi via email [reza.azka.wildan@gmail.com](mailto:reza.azka.wildan@gmail.com).

## BIODATA PENULIS II



Penulis bernama lengkap Elya Gestina Sari. Lahir di Jombang pada tanggal 21 Agustus 1994. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kartini, SD Negeri Kedungjati II, SMP Negeri I Kabuh, SMA Negeri Ploso. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil pada tahun 2013, terdaftar dengan NRP 3113030150. Di jurusan Teknik Sipil

ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh kampus ITS. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus, di antaranya adalah menjadi staf Departemen Dalam Negeri dalam UKM Cinta Rebana ITS. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Di samping itu, penulis sempat mengikuti kerja praktek di PU Bina Marga, Surabaya, pada proyek “Peningkatan Jalan Krian-Legundi”. Pada Program Studi Diploma Teknik Sipil ITS ini, penulis mengambil judul Tugas Akhir Terapan di bidang Transportasi/Perhubungan. Penulis bisa dihubungi via email [elyagestina@gmail.com](mailto:elyagestina@gmail.com).