



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - 145501

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR
TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU TIPE BETON SEMEN
BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA STA
9+000 S.D 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI
JAWA TIMUR**

**SHOFTA GALIH JATMIKO
NRP.3114 030 138**

**DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
NRP. 3114 030 157**

**DOSEN PEMBIMBING
IR. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114 198903 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR TERAPAN - 145501

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR
TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU TIPE BETON SEMEN
BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA STA
9+000 S.D 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI
JAWA TIMUR**

**SHOFTA GALIH JATMIKO
NRP.3114 030 138**

**DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
NRP. 3114 030 157**

**DOSEN PEMBIMBING
IR. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114 198903 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL APPLIED PROJECT - 145501

**DESIGN MODIFICATIONS OUTER EAST RING
ROAD OF SURABAYA USING RIGID PAVEMENT
TYPE JOINTED UNRAINFORCED CONCRETE ON
STA 9+000 S.D 12+000 SURABAYA CITY
PROVINCE EAST JAVA**

**SHOFTA GALIH JATMIKO
NRP.3114 030 138**

**DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
NRP. 3114 030 157**

**COUNSELLOR LECTURER
IR. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114 198903 1 001**

**CIVIL INFRASTRUCTURES ENGINEERING DEPARTMENT
VOCATIONAL FACULTY OF ITS
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

MODIFIKASI JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU TIPE BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA STA 9+000 S/D 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR

Disusun untuk mengusulkan gagasan tugas akhir
terapan sebagai salah satu syarat kelulusan pada
Program Studi Diploma Teknik Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 5 Mei 2017

Disusun oleh :

Mahasiswa I



Shafta Galih
Jatmiko

NRP. 3114030138

Mahasiswa II



Dhio Dwinofiansyah
Putra

NRP. 3114030157



Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

NIP. 19641114 198903 1 001

25 JUL 2017



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

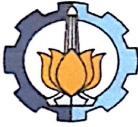
Tanggal : 11 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Modifikasi Desain Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya dengan Menggunakan Perkerasan Kaku Tipe Beton Sement Bersambung Tanpa Tulangan Pada STA 9+000 s/d STA 12+000 Kota Surabaya		
Nama Mahasiswa 1	Shofta Galih Jatmiko	NRP	3114030138
Nama Mahasiswa 2	Dhio Dwinofiansyah Putra	NRP	3114030157
Dosen Pembimbing 1	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
	 Ir. A. Faiz Hadi P, MS NIP 19630310 198903 1 004
	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001
Hal. 140, gambar harus diberi nomor gambar dan sumber	 Ir. Djoko Sutistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. A. Faiz Hadi P, MS NIP 19630310 198903 1 004	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Ir. Djoko Sutistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	- NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil@its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama
 NRP
 Judul Tugas Akhir

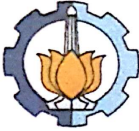
: 1 SHOFFA GALIH JATMIKO
 : 1 3114030138
 : MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU METODE BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA TUANGAN STA 9+000 s/d 12+000 DI SURABAYA JAWA TIMUR

2 DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
 2 3114030157
 : Ir. RAHMAD BASUKI, MSi

Dosen Pembimbing

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	31 MARET 2017	- Revisi Mbi OD - Bawa MKJI - Bawa Gambar Rencana - Feusi perhitungan DS - Revisi Mbi Faktor (FCsp)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	6 APRIL 2017	- Perhitungan DS per 1 jalur (1 arah) - Feusi Faktor emp kendaraan - Dikerik dalam bentuk Bab TA		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	29 APRIL 2017	- Feusi LHR - DS - G terlalu besar		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	18 MEI 2017	- LHR diganti 3/5 - Invention CBR tanah dasar		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	24 Mei 2017	- LHR Subh diganti 3/5 - Revisi Penjelasan lapisan BP		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomas.pd-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

: **1 DHIO DWINOFLAWSYAH PUTRA**

2 SHUFTAGAH JATMIKO

NRP

: **1 3114030157**

2 3114030138

Judul Tugas Akhir

: **MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU METODE BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA TULANGAN STA 9+000 S/D 12+000 DI SURABAYA JAWATIMUR.**

Dosen Pembimbing

: **Ir. RACHMAD BASUKI, M.Si**

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	9 JUNI 2017	- Revisi Abstrak.				
		- Gambar detail Sambungan Dowel.				
		- Gambar cross section (revisi)		B	C	K
		- Gambar Saluran Drainase, Dimensi Barrier Box culvert, detail U-Cutter.	<i>Handwritten signature</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Revisi kesimpulan harus sama dengan Tujuan.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terambat dari jadwal

**MODIFIKASI JALAN LINGKAR LUAR
TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN
PERKERASAN KAKU TIPE BETON SEMEN
BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA STA
9+000 S/D 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI
JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa 1 : Shofta Galih Jatmiko
NRP Mahasiswa 1 : 3114030138
Nama Mahasiswa 2 : Dhio Dwinofiansyah Putra
NRP Mahasiswa 2 : 3114030157
Dosen Pembimbing : Ir. RACHMAD BASUKI,
MS.
NIP : NIP. 19641114 198903 1 001

ABSTRAK

Dengan semakin banyaknya pertumbuhan penduduk, mengakibatkan meningkatnya lalu lintas yang terjadi di Kota Surabaya. Serta kemajuan pembangunan yang sangat pesat juga mengakibatkan terjadinya bangkitan maupun tarikan pada suatu daerah tertentu di Kota Surabaya. Sehingga diperlukan adanya penambahan ataupun pelebaran jalan untuk mengimbangi kepadatan penduduk yang terus menerus semakin bertambah. Salah satu contohnya adalah di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno yang mempunyai nama lain dari Middle East Ring Road (MERR). Jalan ini sering kali mengalami kepadatan karena besarnya volume kendaraan yang ada tetapi tidak didukung oleh kapasitas jalan yang tersedia. Untuk melakukan hal yang serupa pada daerah MERR, di bangun lah Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya atau bisa disebut dengan Outer East Ring Road (OERR), agar arus lalu lintas yang terjadi di daerah sekitar dapat terdistribusikan dengan baik, sehingga

tidak terjadi kemacetan di kawasan tersebut. Pada modifikasi desain jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini (OERR), penulis merencanakan menggunakan perkerasan kaku (rigid pavement) dengan desain umur rencana (UR) 35 tahun. Analisa ruas jalan dan simpang yang ada di sekitar OERR mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI). Dalam pengumpulan data, data yang didapat adalah data sekunder yang didapatakan dari intansi terkait. Dengan adanya Jalan Lingkar Luar Timur (OERR) ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja ruas jalan yang ada dan mengurangi penumpukan volume kendaraan sehingga dapat meminimalisir lama perjalanan dan biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna jalan.

Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini direncanakan dengan menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan untuk Main Road . Metode yang diigunakan pada perencanaan jalan ini meliputi analisa kapasitas jalan menggunakan MKJI tahun 1997, perhitungan perkerasan kaku menggunakan petunjuk perencanaan tebal perkerasan kaku jalan PdT - 14 – 2003). Perhitungan perencanaan drainase menggunakan pedoman tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03 - 3424- 1994. Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan sesuai dengan analisa harga satuan pokok tahun 2016, pembaruan III.

Dari hasil analisa geometric yang dilakukan, hasil yang diperoleh adalah sama dengan data yang diperoleh. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada main road menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan, dengan mutu beton K-350 untuk lapisan perkerasan kaku, setebal 34 cm. Sambungan yang digunakan berupa Tie bar dengan diameter 19mm dan panjang 78cm untuk sambungan memanjang dan Dowel

dengan diameter 38mm dengan panjang 45cm untuk sambungan meintang, tanpa ruji. Dibagi 4 m untuk tiap-tiap segmentnya. Perencanaan saluran tepi drainase berupa galian yang kemudian dipasang dengan Box Culvert berukuran 100 cm x 50 cm. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan Main Road yang direncanakan adalah 6/2D dengan lebar 3,75 m per lajur dan diperoleh nilai DS < 0,75 hingga tahun 2041.

***Kata Kunci : Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya
STA 09+000 s/d 12+000***

**DESIGN MODIFICATION OUTER EAST RING
ROAD OF SURABAYA USING RIGID PAVEMENT
TYPE JOINTED UNRAINFORCED CONCRETE ON
STA 9+000 s.d. 12+000 SURABAYA CITY PROVINCE
EAST JAVA**

Students Name 1 : Shofta Galih Jatmiko
Students Number 1 : 3114030138
Students Name 2 : Dhio Dwinofiansyah Putra
Students Number 2 : 3114030157
Counsellor Lecturer : Ir. RACHMAD BASUKI,
MS.
NIP : NIP. 19641114 198903 1 001

ABSTRACT

With the increasing number of population, causing increasing traffic that occurred in the city of Surabaya. And the progress of rapid development also resulted in the rise or pull of a particular area in the city of Surabaya. So that required the addition or widening of the road to balance the density of the population continues to grow. One example is on Dr. Road. Ir. H. Soekarno who has another name from Middle East Ring Road (MERR). These roads often experience density due to the large volume of existing vehicles but are not supported by available road capacity. To do the same thing in the MERR area, in the wake is the East Outer Ring Road Surabaya or can be called the Outer East Ring Road (OERR), so that the flow of traffic that occurred in the surrounding area can be distributed properly, so there is no congestion in the area . In the modification of Outer East Surabaya's outer ring design (OERR), the authors plan to use rigid pavement with 35 year design life plan (UR). The road and intersection analysis

around OERR refers to the Indonesian Road Capacity Manual 1997 (MKJI). In data collection, the data obtained is secondary data obtained from related institutions. With the Outer Ring Road East (OERR) is expected to improve the performance of existing roads and reduce the buildup of vehicle volume so as to minimize the length of travel and the cost to be incurred by road users

East Surabaya Outer Ring Road Planning is planned by using a rigid pavement type Concrete Cement Continue Without Tulangan to Main Road. The methods used in this road planning include road capacity analysis using MKJI 1997, rigid pavement calculations using the rigid pavement thickness planning guidelines PdT - 14 - 2003). The calculation of drainage planning using guideline procedures for drainage road surface planning SNI 03 -3424- 1994. The calculation of the budget plan is done in accordance with the analysis of unit price of 2016, renewal III.

From the results of geometric analysis performed, the results obtained are the same as the data obtained. East Surabaya Outer Ring Road Planning Surabaya on the main road using rigid pavement type Concrete cement Concrete Without Reinforcement, with K-350 concrete quality for rigid pavement layer, as thick as 34 cm. The connection used is a Tie bar with a diameter of 19mm and a length of 78cm for longitudinal connections and Dowel with a diameter of 38mm with a length of 45cm for the connection of the star, without a ruji. Divided 4 m for each segment. Drainage drainage channel planning in

the form of excavation which is then paired with Box Culvert size of 100 cm x 50 cm. From the calculation result of planned Road Road capacity analysis is 6 / 2D with width 3,75 m per lane and obtained DS value <0,75 until 2041.

***Keywords: East Outer Ring Road Surabaya
STA 09+000 s/d 12+000.***

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir kami yang berjudul **“MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU TIPE BERON SEMEN BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA STA 9+000 S/D STA 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR”** dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik sehingga kita dapat melakukan presentasi pada Sidang Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini agar penulis dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan perencanaan jalan.

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari beberapa pihak terkait, oleh karena itu kami ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS. Selaku dosen pembimbing kami, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan kami sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Orang Tua Serta keluarga kami yang telah memberi dorongan morail maupun materil yang tak terhingga, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Dinas PU Bina Marga serta BAPEKKO kota Surabaya yang telah memberi data.
4. Rekan – rekan mahasiswa yang telah banyak membantu selesainya Tugas Akhir ini.
5. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kami dalma menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga nantinya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, oleh karena itu masukan berupa kritik dan saran yang membangun sangat lah kami harapkan dari seluruh pihak.

Surabaya, 5 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan	4
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Peta Lokasi	5
1.7. Hasil Survey	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Analisa Kapasitas Jalan	7
2.2.1. Menentukan Kelas Jalan.....	8
2.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan.....	9
2.2.3. Kapasitas Jalan (C)	9
2.3 Kontrol Geometrik Jalan	12
2.3.1 Sistem Jaringan.....	13
2.3.2 Jarak Pandang.....	13

2.3.3	Penampang Melintang	16
2.3.4	Alinyemen Horizontal	18
2.3.5.	Alinyemen Vertikal	24
2.4	Perencanaan Perkerasan Kaku.....	31
2.4.1.	Struktur dan Jenis Perkerasan	33
2.4.2.	Persyaratan Teknis.....	33
2.4.3.	Beton Semen.....	37
2.4.4.	Penentuan Besaran Rencana	37
2.4.5.	Perencanaan Sambungan	41
2.4.6.	Prosedur Perencanaan.....	45
2.4.7.	Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)	52
2.5	Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi	54
2.5.1.	Analisa Data Hidrologi	55
2.6	Metode Pelaksanaan	63
2.6.1.	Umum	63
2.6.2.	Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi.....	63
2.6.3.	Pekerjaan Tanah.....	64
2.6.4.	Pekerjaan Drainase	65
2.6.5.	Pekerjaan Perkerasan	65
2.7	Rencana Anggaran Biaya	66
2.7.1.	Umum	66
2.7.2.	Volume Pekerjaan.....	67
2.7.3.	Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	67
BAB III.....		69
METODOLOGI		69

3.1.	Pekerjaan Persiapan.....	69
3.2.	Tinjauan Pustaka	70
3.3.	Pengumpulan dan Pengolahan Data	70
3.4.	Survey Lokasi.....	70
3.5.	Analisis dan Pengolahan Data	71
3.6.	Perencanaan Geometrik Jalan.....	72
3.7.	Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku.....	72
3.8.	Perencanaan Drainase.....	72
3.9.	Gambar Rencana	72
3.10.	Metode Pelaksanaan	72
3.11.	Rencana Anggaran Biaya	73
3.12.	Kesimpulan dan Saran.....	73
	Bagan Metodologi	74
BAB IV		77
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		77
4.1.	Umum.....	77
4.2.	Pengumpulan Data	78
4.2.1.	Peta Lokasi	78
4.2.2.	Data Geometrik Jalan	78
4.2.3.	Data CBR Tanah Asli.....	78
4.2.4.	Data Lalu Lintas Harian (LHR).....	79
4.2.5.	Data Curah Hujan	83
4.2.6.	Data Gambar Long Section dan Cross Section	84
4.3.	Pengolahan Data.....	85
4.3.1.	Data CBR.....	85

4.3.2.	Data Lalu Lintas LHR.....	87
BAB V	.....	93
ANALISA PERHITUNGAN	.....	93
5.1.	Analisa Data Lalu Lintas	93
5.1.1.	Data Lalu Lintas LHR.....	93
5.1.2.	Menentukan Nilai Kapasitas (C).....	95
5.1.3.	Menentukan Derajat Kejenuhan (DS).....	95
5.2.	Kontrol Geometrik Jalan	97
5.2.1.	Alinyemen Horizontal.....	97
5.2.2.	Alinyemen Vertikal	103
5.3.	Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	113
5.3.1.	Perhitungan Distribusi Beban Sumbu Kendaraan	115
5.3.2.	Analisa CBR.....	118
5.3.3.	Pondasi Bawah.....	119
5.3.4.	Beton Semen.....	120
5.3.5.	Umur Rencana	120
5.3.6.	Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Per Hari Pada Saat Jalan di Buka (JSKNH).....	120
5.3.7.	Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R).....	121
5.3.8.	Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi (C)	121
5.3.9.	Perhitungan Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana (JSKN).....	122
5.3.10.	Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi	122

5.3.11.	Faktor Keamanan Beban	125
5.3.12.	Perhitungan Tebal Plat Beton.....	125
5.3.13.	Perhitungan Sambungan.....	142
5.4.	Perencanaan Drainase.....	146
5.4.1.	Stasiun Daerah Tangkapan Hujan dan Curah Hujan Maksimum	146
5.4.2.	Perhitungan Tc Pada Main Road dan Fly Over 150	
5.4.3.	Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana .	155
5.4.4.	Perencanaan Dimensi Saluran	157
5.5.	Metode Pelaksanaan	159
5.5.1.	Pekerjaan Pendahuluan.....	159
5.5.2.	Pekerjaan Tanah	162
5.6.	Rencana Anggaran Biaya	171
5.6.1.	Perhitungan Volume Pekerjaan	171
5.6.2.	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	180
BAB VI	.....	181
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	181
6.1.	Kesimpulan.....	181
6.2.	Saran.....	182
DAFTAR PUSTAKA	.....	184
LAMPIRAN	.....	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya	5
Gambar 1. 2 Detail Peta Lokasi dan Trase jalan lingkar luar timur surabaya STA 9+000 s/d 12+000	5
Gambar 1. 3 Hasil Survey Lapangan.....	6
Gambar 2. 1 Jarak Pandang Menyiap.....	15
Gambar 2. 2 Tipikal Kemiringan Melintang	17
Gambar 2. 3 Bentuk Lengkung Full Circle	19
Gambar 2. 4 Bentuk Lengkung Spiral – Circle - Spiral	20
Gambar 2. 5 Bentuk Lengkung Spiral Lengkung.....	23
Gambar 2. 6 Pandang Lengkung Verikal Cembung ($S < L$)	25
Gambar 2. 7 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cembung	26
Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$).....	28
Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cekung ($S > L$).....	28
Gambar 2. 10 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku.....	31
Gambar 2. 11 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen.....	35
Gambar 2. 12 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	35
Gambar 2. 13 Sambungan Memanjang (Tie Bar)	42
Gambar 2. 14 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji ...	43
Gambar 2. 15 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji..	44
Gambar 2. 16 Sistem Perencanaan Beton Semen.....	46
Gambar 2. 17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan / Tanpa Bahu beton	50
Gambar 2. 18 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Fatik Erosi, dengan Bahu Beton.....	51
Gambar 2. 19 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan.....	53

Gambar 3. 1 Bagan Metodologi.....	75
Gambar 4. 1 Nilai CBR dengan Cara Grafis.....	86
Gambar 5. 1 Grafik CBR Tanah Efektif.....	119
Gambar 5. 2 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton.....	129
Gambar 5. 3 Analisa Fatik dan Beban Gambar 5. 3 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton ...	130
Gambar 5. 4 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton.....	131
Gambar 5. 5 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton ..	132
Gambar 5. 6 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beto	133
Gambar 5. 7 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton ..	134
Gambar 5. 8 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton.....	136
Gambar 5. 9 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton.....	137
Gambar 5. 10 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton.....	138
Gambar 5. 11 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton ..	139

Gambar 5. 12 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton..	140
Gambar 5. 13 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton..	141
Gambar 5. 14 Detail Sambungan.....	145

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Bebas Hambatan	10
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC _w)	11
Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC _{SP})	11
Tabel 2. 5 Jarak Pandang Henti Minimum	14
Tabel 2. 6 Jarak Pandang Menyiap Minimum	16
Tabel 2. 7 Panjang Bagian Lengkung Minimum	24
Tabel 2. 8 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Bebas Hambatan	25
Tabel 2. 9 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	27
Tabel 2. 10 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Verikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti	29
Tabel 2. 11 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana	38
Tabel 2. 12 Faktor Keamanan Beban	40
Tabel 2. 13 Langkah – Langkah Perencanaan Beton Semen	47
Tabel 2. 14 Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton	49
Tabel 2. 15 Kemiringan Melintang dan Perkerasan Bahu Jalan	54
Tabel 2. 16 Hubungan Kemiringan Selokan dan Jenis Material	55
Tabel 2. 17 Periode Ulang	56
Tabel 2. 18 Nilai Y _n	57
Tabel 2. 19 Nilai S _n	57
Tabel 2. 20 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan	59
Tabel 2. 21 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material	59

Tabel 2. 22 Kemiringan Melintang Perekerasan Bahu Jalan	62
Tabel 4. 1 Dimensi Ukuran Jalan JLLT Surabaya	78
Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli.....	79
Tabel 4. 3 Data Tujuan Perjalanan Kendaraan.....	81
Tabel 4. 4 Estimasi Volume LHR jalan tol yang berpindah (kendaraan).....	81
Tabel 4. 5 Perkiraan Volume LHR Tahun 2013	82
Tabel 4. 6 Data Jumlah LHR.....	82
Tabel 4. 7 Data LHR yang Digunakan	83
Tabel 4. 8 Data Curah Hujan.....	84
Tabel 4. 9 Data Hasil Tes DCP	85
Tabel 4. 10 Nilai CBR.....	86
Tabel 4. 11 Nilai R untuk Perhitungan Segmen.....	87
Tabel 4. 12 EMP untuk Jalan Bebas Hambatan	88
Tabel 4. 13 Perhitungan Jumlah Kendaraan.....	90
Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar Main Road	93
Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar Main Road	93
Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw).....	94
Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw).....	94
Tabel 5. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	94
Tabel 5. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	94
Tabel 5. 4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Tahun 2013 - 2053	96
Tabel 5. 5 Elevasi Lengkung Vertikal.....	104
Tabel 5. 6 LHR kendaraan lalu-lintas Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.....	113
Tabel 5. 7 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga.....	114

Tabel 5. 8 Pembagian Beban Sumbu /As (Berdasarkan Penukuran Beban).....	114
Tabel 5. 9 perhitungan konfigurasi beban sumbu	117
Tabel 5. 10 Data CBR.....	118
Tabel 5. 11 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebanya.....	120
Tabel 5. 12 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C).....	121
Tabel 5. 13 Perhitungan Repetisi Sumbu.....	122
Tabel 5. 14 Faktor Keamanan Beban.....	125
Tabel 5. 14 Faktor Keamanan Beban.....	125
Tabel 5. 15 Perhitungan analisa fatik dan erosi	127
Tabel 5. 15 Perhitungan analisa fatik dan erosi	127
Tabel 5. 16 Perhitungan analisa fatik dan erosi	135
Tabel 5. 16 Perhitungan analisa fatik dan erosi	135
Tabel 5. 17 Diameter Ruji / Dowel	142
Tabel 5. 17 Diameter Ruji / Dowel	142
Tabel 5. 18 Perhitungan Curah Hujan Daerah Wonorejo	146
Tabel 5. 19 Perhitungan Curah Hujan Daerah Keputih	147
Tabel 5. 20 Periode Ulang.....	148
Tabel 5. 21 Nilai Yn.....	148
Tabel 5. 22 Nilai Sn	149
Tabel 5. 23 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan	150
Tabel 5. 24 Perhitungan T1 pada Main Road	151
Tabel 5. 25 Perhitungan T1 pada Fly Over	151
Tabel 5. 26 Volume Pekerjaan Timbunan Tanah.....	172
Tabel 5. 27 Rencana Anggaran Biaya.....	180

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknik sipil adalah bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang bagaimana merancang, membangun, merenovasi tidak hanya gedung dan infrastruktur tetapi juga mencakup keselamatan hidup manusia. Teknik Sipil mempunyai cabang-cabang ilmu seperti geoteknik, hidrologi, transportasi, structural dan cabang-cabang lainnya.

Pada bidang transportasi, mempelajari mengenai system transportasi dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Konstruksi bangunan transportasi meliputi jala raya, jalan tol, bandar udara, dermaga dan jembatan.

Dalam tugas akhir ini bidang transportasi mengenai pembangunan jalan merupakan bahasan utama kami. Pembangunan jalan raya menjadi kebutuhan mutlak untuk memberikan kemudahan bagi para masyarakat dalam berkendara. Terutama ditengah pesatnya kemajuan pembangunan di Indonesia yang mengakibatkan banyaknya daerah baru yang akan menjadi sangat ramai dan banyak dikunjungi oleh para masyarakat, sehingga volume kendaraan pun ikut bertambah pesat. Terutama dikota kota besar seperti kota Surabaya.

Surabaya adalah ibukota provinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar ke dua di Indonesia setelah kota Jakarta. Dengan penduduknya yang mencapai 3 juta jiwa lebih. Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industry dan pendidikan di kawasan Indonesia Timur. Sebagian besar penduduknya bergerak dalam usaha bidang jasa, industry, dan perdagangan. Dan juga banyak perusahaan besar yang memiliki kantor pusat di Surabaya.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, di ambil judul tentang Modifikasi Desain Jalan Lingkaran Luar Timur Surabaya Menggunakan Perkerasan Kaku Tipe Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan Pada STA 9+000 S/D STA 12+000 Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur. Alasan diadakannya proyek pembangunan jalan lingkaran luar ini dikarenakan untuk mengatasi kemacetan, memperlancar distribusi barang dan jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian, kesejahteraan dalam kehidupan social di masyarakat, serta menambah akses dalam transportasi.

Pada perencanaan ulang jalan lingkaran luar timur Surabaya ini, penulis menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dikarenakan untuk mencapai desain umur rencana (UR) 35 Tahun. Diharapkan pembangunan jalan ini dapat menjadi pelayanan di bidang distribusi barang dan jasa, serta mobilitas manusia dapat berjalan dengan baik dan benar.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat kami ambil rumusan masalah bagaimana memodifikasi desain struktur jalan lingkaran luar timur Surabaya menggunakan *Rigid Pavement* pada STA 09+000 s/d STA 12+000. Untuk itu perlu perumusan masalah lebih detail yang meliputi:

1. Bagaimana dengan geometrik jalan yang direncanakan oleh pemerintah kota Surabaya?
2. Bagaimana menentukan tebal perkerasan kaku yang diperlukan sesuai dengan umur rencana jalan 35 tahun, dengan menggunakan jenis perkerasan BBTT (Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan)
3. Berapa dimensi saluran tepi jalan (drainase) yang diperlukan?

4. Berapa biaya anggaran total yang diperlukan untuk melakukan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan?
5. Bagaimana menyusun metode pelaksanaan dalam pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dari rumusan masalah maka perlu adanya batasan masalah. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini permasalahan akan dibatasi sampai dengan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Tidak memperhitungkan pembebasan lahan.
2. Tidak menghitung stabilitas tanah.
3. Tidak melakukan survey lalu lintas
4. Tidak melakukan desain lain selain geometrik jalan, tebal perkerasan, dimensi saluran, rencana anggaran biaya, serta metode pelaksanaan yang diperlukan.
5. Tidak menjelaskan metode pelaksanaan jalan secara rinci.
6. Tidak memperhitungkan bagian jalan frontage.
7. Tidak memperhitungkan struktur bangunan overpass.

1.4. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengontrol geometrik jalan yang direncanakan oleh Pemerintah Kota Surabaya.
2. Merencanakan tebal perkerasan kaku untuk umur rencana 35 tahun mendatang dengan metode BBTT.
3. Merencanakan dimensi saluran drainase sesuai kebutuhan.
4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan.
5. Mengetahui Metode pelaksanaan apa saja yang harus dikerjakan

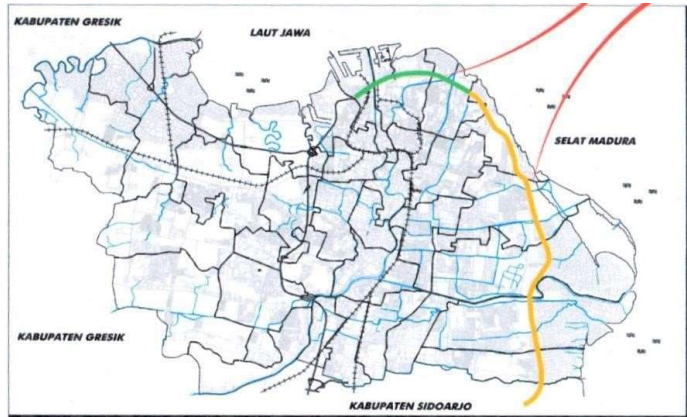
1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

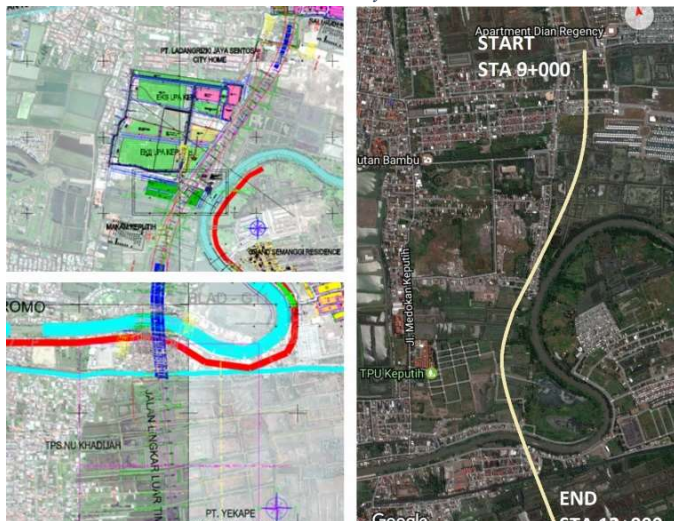
1. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca dalam bidang teknik sipil, khususnya mengenai konstruksi jalan.
2. Sebagai referensi untuk perencanaan sejenis.
3. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca bagaimana cara memodifikasi struktur jalan menggunakan perkerasan kaku.

1.6. Peta Lokasi

Peta lokasi Jala Lingkar Luar Timur (JLLT) adalah seperti gambar berikut :



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya



Gambar 1. 2 Detail Peta Lokasi dan Trase jalan lingkar luar timur surabaya STA 9+000 s/d 12+000

1.7. Hasil Survey



Gambar 1. 3 Hasil Survey Lapangan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

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

2.1 Umum

Langkah awal dalam merencanakan jalan adalah menentukan jenis jalan tersebut. Kemudian, melaksanakan semua prosedur perencanaan jalan yang akurat, agar dalam pelaksanaan nantinya memberikan hasil yang optimal dan dapat memecahkan masalah yang telah diprediksi sampai umur rencana.

Dasar perencanaan jalan ini, tidak terlepas dari kerangka acuan yang telah ditetapkan, khususnya standar-standar 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 ada tugas akhir terapan, yang meliputi:

- a. Geometrik Jalan
- b. Desain Tebal Perkerasan
- c. Desain Drainase
- d. Metode Pelaksanaan
- e. Perhitungan anggaran biaya

2.2 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 akan direncanakan.

2.2.1. Menentukan Kelas Jalan

Menurut UU 38/2004 pasal 8 tentang jalan, pada dasar jalan umum dibagi menjadi 5 kelompok berdasarkan fungsinya, diantaranya 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.
- b. Jalan Kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan sedang dan jumlah masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Nasional, yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh 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 II dapat disebut sebagai jalan Kabupaten / Kota Madya
 - Yang dibina oleh pemerintah daerah tingkat III dapat disebut sebagai Jalan Desa

2.2.2. 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 dibukak untuk lalu lintas. Dalam desain 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 lalu lintas harian rata-rata minimal 5 tahun kebelakang.
- b. Pertumbuhan lalu lintas pada saat ini, pertumbuhan 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.

2.2.3. Kapasitas Jalan (C)

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

Untuk jalan Bebas Hambatan, berlaku ketentuan sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- C = Kapasitas
 C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
 FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
 FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

- a. Kapasitas dasar (C_0), dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (C_0) Jalan Bebas Hambatan

Tipe jalan bebas hambatan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
Empat- dan enam-lajur terbagi	
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

b. Faktor penyesuaian akibat beban jalur lalu lintas (FC_w)

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w) adalah berdasar pada lebar efek jalur lalu lintas (W_c) dan tipe jalan. Berikut adalah tabel untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w). Faktor penyesuaian lebar jalur (FC_w) untuk jalan Bebas Hambatan dua lajur tak terbagi, seperti dalam tabel 2.2

Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas 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
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 6,5	0,96
	7	1,00
	7,5	1,04

c. Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{SP})

Cara menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah berdasarkan tabel 2.3

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}	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : MKJI 1997 untuk Jalan Bebas Hambatan

d. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor 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 bebas hambatan harus dapat memastikan bahwa derajat kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0,75.

Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (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 vertikal adalah perbandingan antara beda tinggi elevasi jalan (m) dengan panjang jalan (km), sedangkan lengkung horizontal adalah perbandingan antara jumlah setiap lengkung yang telah diubah menjadi radian 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 Vertikal
2. Alinyemen Horizontal

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 pengembangan 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 dalam membangun pengembangan kota.

2.3.2 Jarak Pandang

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

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

2.3.2.1. *Jarak Pandang Henti (Ss)*

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 :

Jarak Pandang Henti (Ss)

$$S_r = 0.275 \times V_r \times T + 0.039 \frac{V_r^2}{a} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu reaksi. Ditetapkan 2,5 detik

A = Tingkat perlambatan (m/detik). Ditetapkan 3,4 m/detik²

Berikut adalah jarak henti (J_h) minimum yang dihitung dengan pembuatan-pembuatan untuk berbagai kecepatan rencana (V_r) seperti dalam table 2.7.

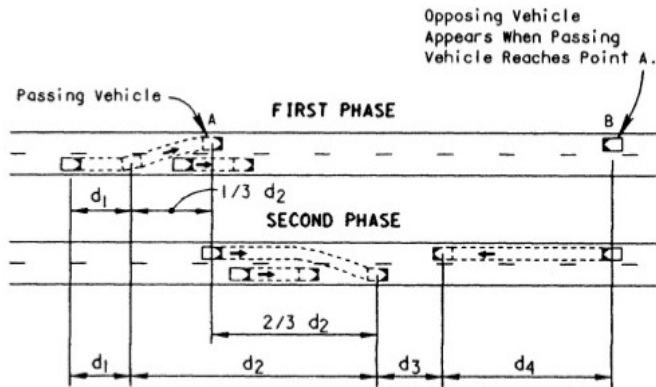
Tabel 2. 4 Jarak Pandang Henti Minimum

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 Bebas Hambatan, RSNI T-14-2004

2.3.2.2. 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 berdasarkan tinggi mata pengemudi yang diasumsikan tinggi dan halangan. Jarak pandang menyiap di tunjukkan seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Jarak Pandang Menyiap

Jarak Pandang Menyiap (JPM)

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$$d_1 = 0.278 \times (V - m + at \frac{1}{2})$$

Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

$$d_2 = 0.278 \times Vt^2$$

Jarak yang ditempuh kendaraan selama waktu 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 datang dari lawan arah (m)

Jarak pandang menyiap minimum yang berpengaruh pada perhitungan geometric jalan dapat dilihat dalam table 2.5.

Tabel 2. 5 Jarak Pandang Menyiap Minimum

V _r (km/h)	80	60	50	40	30	20
S _s min	550	350	250	200	150	100
JMP min	350	250	200	150	100	70

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

2.3.3 Penampang Melintang

Penampang melintang 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 drainase jalan, bahu jalan, jalur sepeda, sepeda motor, jalur lambat, dan lereng.

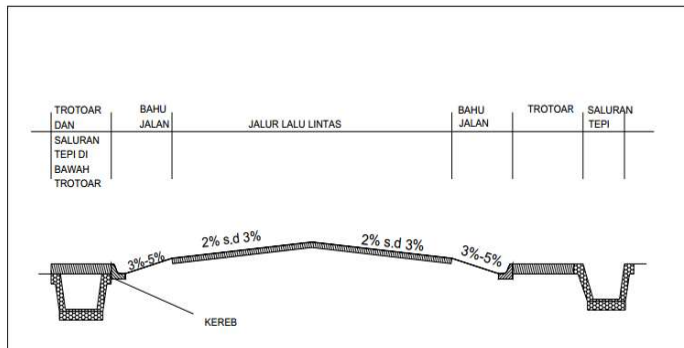
a. Kemiringan melintang jalan

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 / semen, kemiringan melintang 2-3 pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambha 1% ke arah yang sama.
- Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

b. 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 seperti pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Tipikal Kemiringan Melintang

c. 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 dengan median.
- Jika lebar ruang yang tersedia untuk median $< 2.5\text{m}$, median harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik, agar tidak dilanggar oleh kendaraan.

2.3.4 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis-garis proyeksi 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.

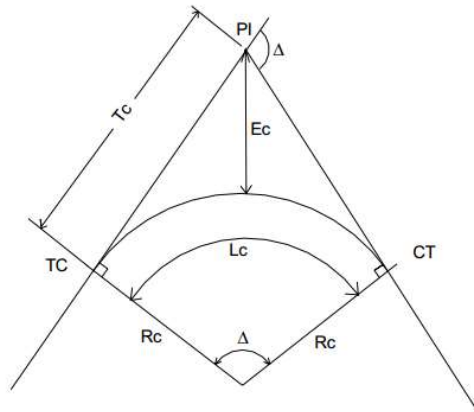
a. Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

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

1. Lengkung Full Circle

Bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangen yang relative kecil. Lengkung full circle di tunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Bentuk Lengkung Full Circle

Keterangan :

- PI = Point of Interseccion
- Δ = Sudut Tangen (Derajat)
- Tc = Tangen Circle
- Rc =Jari-jari (m)

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

$$Tc = R \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \frac{\theta s. \pi. Rc}{90} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) R \dots\dots\dots (2.7)$$

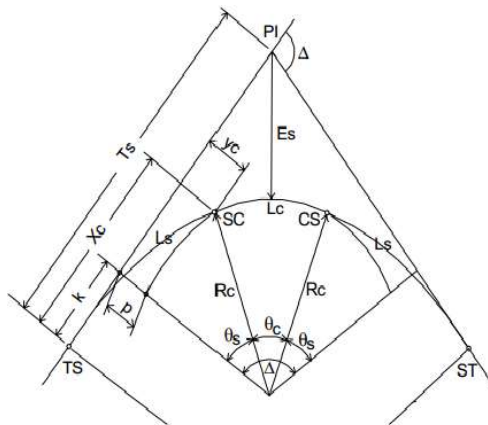
Dimana :

- Tc = Panjang tangen dari PI (Point of Interseccion).
- m = Titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung
- R = Jari-jari alinyemen horizontal, m
- Δ = Sudut alinyemen horizontal, °
- E = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran
- Lc = Panjang busur lingkaran, m

2. Lengkung Spiral Circle Spiral

Lengkung *spiral – circle – spiral* ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . Pada umumnya digunakan jika panjang $L_c > 20$ 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 2.4.



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
 Δ = sudut perpotongan kedua tangen
 Θ_s = sudut pusat lengkung spiral TS-CS atau ST-CS
 Θ_c = sudut pusat sudut lingkaran

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

$$\theta_s = \frac{Ls \cdot 90}{\pi \cdot R} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Lc = \frac{(\beta - 2\theta_s) \times \pi R}{180} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$L = Lc + 2Ls \dots\dots\dots (2.11)$$

$$p = \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.12)$$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40R^2} - R \times \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.13)$$

$$Ts = (R + p) \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Es = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40xR^2} \right) \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6xR} \dots\dots\dots (2.17)$$

Jika menggunakan tabel :

$$p = p \times L_s \dots \dots \dots (2.18)$$

$$k = k \times L_s \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

θ_s = sudut spiral pada titik SC

LS = panjang lengkung spiral

R = jari-jari alinyemen horizontal, m

Δ = 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

3. Lengkung Spiral – Spiral

Untuk bentuk spiral – spiral berlaku rumus sebagai berikut :

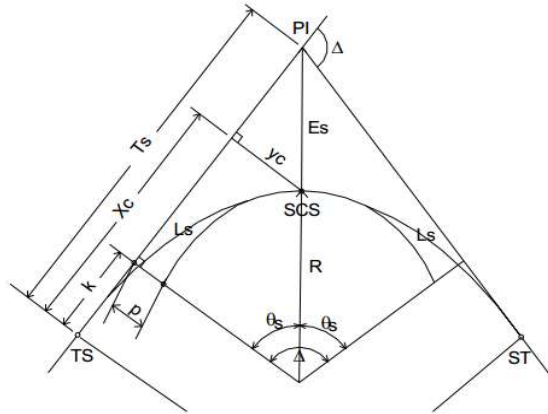
$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_{tot} = 2 L_s$$

Untuk menentukan nilai θ_s dapat menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi R c}{90} \dots \dots \dots (2.20)$$

Bentuk lengkung spiral-spiral dapat dilihat seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bentuk Lengkung Spiral Lengkung

a. 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 mengemudikan kendaraan pada saat menikung pada jalan arteri Bebas Hambatan, maka panjang suatu tikungan sebaiknya tidak kurang dari 6 detik perjalanan. Panjang ini dapat diperhatikan berdasarkan Vryang ditetapkan sesuai tabel 2.6.

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. 6 Panjang Bagian Lengkung Minimum

Vr (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 Bebas Hambatan, 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 berbagai 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 Vr, ditetapkan sesuai table. Untuk keperluan penyandang cacat, kelandaian maksimu ditetapkan 5 %.Kelandaian maksimum dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Kelandaian Maksimum yang Diijinkan untuk Jalan Arteri Bebas Hambatan

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

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

2.3.5.2. *Panjang Lengkung Vertikal*

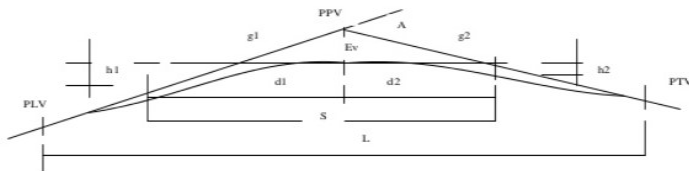
Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian, dengan tujuan :

- Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian
- Menyediakan jarak pandang henti. Lengkung vertikal dalam standar ini ditetapkan berbentuk parabola sederhana.

1. Lengkung vertikal cembung

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

- a. Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang vertikal ($S < L$) seperti gambar 2.6.



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

$$L = \frac{AS^2}{658} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

Titik PLV = Peralihan lengkung vertikal

Titik PPV = Pusat perpotongan vertikal

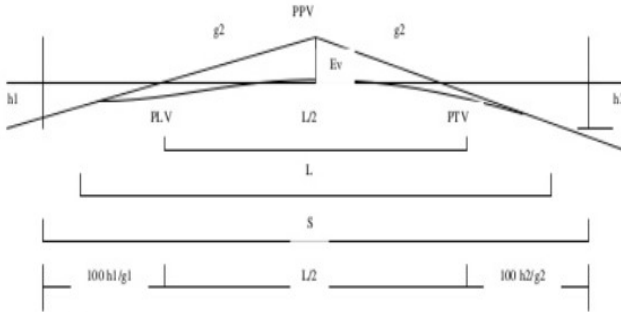
Titik PTV = Peralihan tangen vertikal

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.

$$L = 2S - \frac{658}{A} \dots\dots\dots (2.22)$$

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana (V_r) dapat menggunakan tabel 2.8.

Tabel 2. 8 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

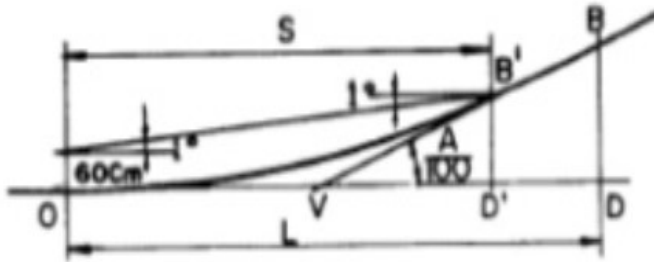
Keterangan : Nilai K adalah cara perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L/A$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan, RSNI T-14-2004

2. 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 penyebaran sinar sebesar 1° . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan.

- a. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S < L$) seperti pada gambar 2.8.

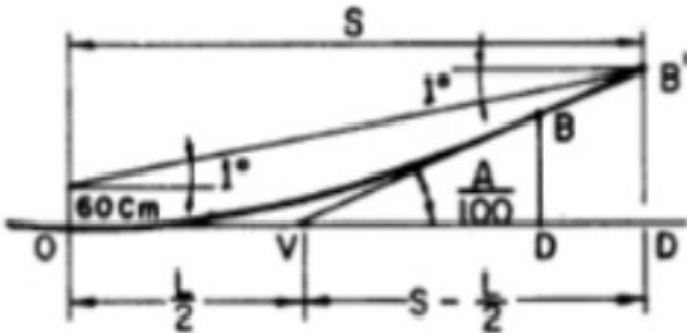


Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cekung ($S < L$)

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyebaran sinar sebesar 1° , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120+3,50 S} \dots\dots\dots (2.23)$$

- b. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan ($S > L$) seperti pada gambar 2.9.



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

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

$$L = 2S - \frac{120 + 3,50 S}{A} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

L = Panjang lengkung cengkung (m)

A = Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)

S = Jarak panfang henti (m)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti untuk setiap kecepatan rencana (V_r) dapat menggunakan tabel 2.15.

Tabel 2. 9 Kontrol Perencanaan Untuk Lengkung Vertikal 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 Bebas Hambatan, RSNI T-14-2004

2.3.5.3. *Koordinasi Alinyemen*

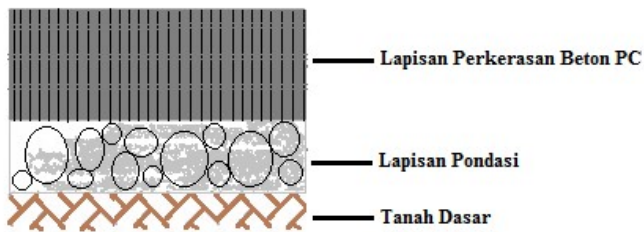
Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan arteri Bebas Hambatan harus dikoordinasikan sedemikian, sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan tiga elemen jalan tersebut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

Koordinasi alinyemen vertikal dan horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Lengkung horizontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
2. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. Lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang panjang harus dihindari.
4. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal, harus dihindari.
5. Tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang, harus dihindari.

2.4 Perencanaan Perkerasan Kaku

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



Gambar 2. 10 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

Pada perkerasan kaku, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Keawetan dan kekuatan perkerasan beton dipengaruhi oleh sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada perkerasan kaku adalah kadar air pemadatan, kepadatan, dan perubahan kadar air selama pelayanan.

Adapun syarat konstruksi perkerasan kaku, yaitu:

- 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 pengaruh beban maupun zat-zat kimia yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan.

Perkerasan kaku memiliki modulus elastis 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 tersebut harus mampu menopang kekuatan beton. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

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

Keuntungan dari perkerasan kaku adalah :

- a. Pada umumnya digunakan pada jalan kelas tinggi.
- b. Kualitas job mix lebih mudah dikendalikan. Modulus elastisitas antara lapisan permukaan dan pondasi sangat berbeda.
- c. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.
- d. Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi, namun pemeliharaannya relative tidak ada.
- e. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku berada pada plat beton sendiri, tidak termasuk pondasi.

- f. Indeks pelayanan tetap baik, hampir selama umur rencana. Terutama jika transverse joints dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

2.4.1. Struktur dan Jenis Perkerasan

Perkerasan kaku dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

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

2.4.2. 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 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%.

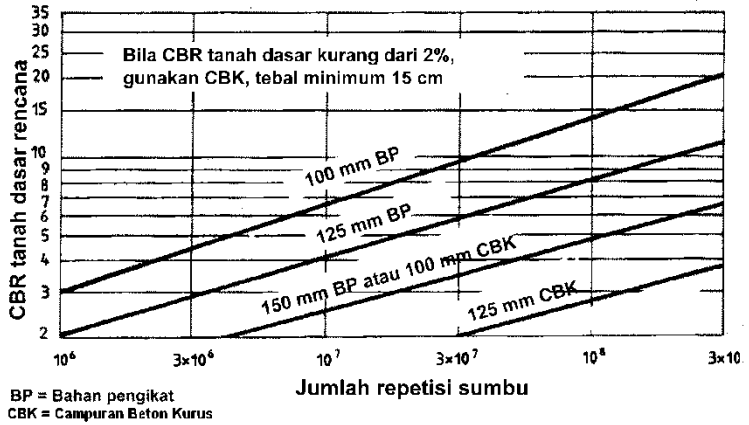
b. Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

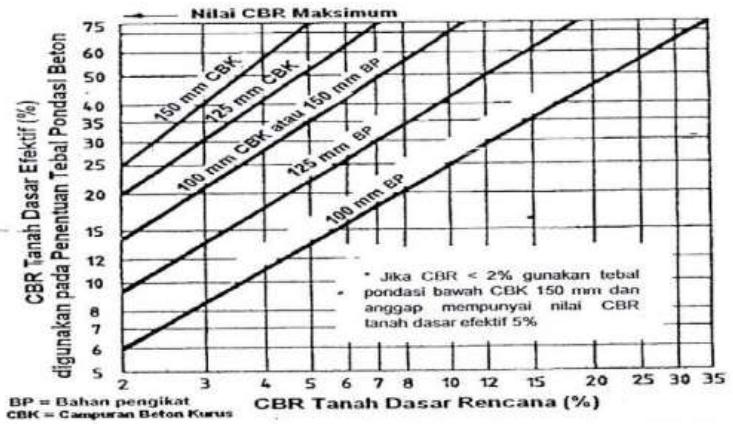
1. Bahan berbutir.
2. Stabilitas atau drngan beton kurus giling padat (Lean Rolled Concrete)
3. Campuran beton kurus (Lean Mix Concrete)

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 tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi prilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI 03-6388-2000 dan AASHTO M-150 serta SNI 03-1743-1989. Bila pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar 2.11 dan 2.12.



Gambar 2. 12 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah



Gambar 2. 11 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen

c. Pondasi Bawah

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% dalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100%, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

d. Pondasi Bawah

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat berupa:

1. Stabilitas material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi.
2. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang, atau slag yang dihaluskan.
3. Campuran beraspal bergradasi rapat (Dense graded asphalt)
4. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa (55Kg/cm^2)

e. Pondasi Bawah

Campuran beton kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa (50Kg/cm^2) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 Mpa (70Kg/cm^2) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

2.4.3. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur 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/cm²). 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/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa (2,5 Kg/cm²) terdekat.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*Steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk yang tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton yang digunakan untuk jalan plaza tol, putaran dan pemberhentian 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 15mm dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 Kg/m³.

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

2.4.4. 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, yaitu sebagai berikut :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

b. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi.

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan 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. Korelasi jumlah lajur dan koefisien distribusi dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.10.

Tabel 2. 10 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
$5,5 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	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

c. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapisan permukaan baru.

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan dengan metode Benefit Cost Ratio, Internal Rate of Return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak lepas 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 dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas.

I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (%)

UR= Umur rencana (tahun)

e. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah komulatif 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 survey beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari 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 (F_{KB}). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan dengan adanya bebrbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Faktor Keamanan Beban

No	Penggunaan	Nilai F_{KB}
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 survey beban (<i>weight in motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,5	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

2.4.5. Perencanaan Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen bertujuan untuk :

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
2. Memudahkan dalam pelaksanaan.
3. Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan, antara lain :

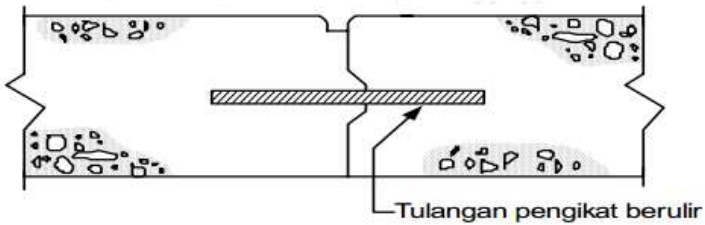
1. Sambungan memanjang.
2. Sambungan melintang.
3. Sambungan isolasi.

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

2.4.5.1. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (Tie Bar)

Pemasangan sambungan memanjang bertujuan 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 diameter 16 mm. Sambungan memanjang dapat di lihat seperti pada gambar 2.13.

Ukuran batang pengikat dihitung menggunakan



Gambar 2. 13 Sambungan Memanjang (Tie Bar)

persamaan dibawah ini :

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots (2.37)$$

$$I = (38,3 \times \emptyset) + 75 \dots\dots\dots (2.38)$$

Dimana :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

B = Jarak terkecil anatar sambungan atau jarak (m)

H = Tebal plat (m)

L = Panjang batang pengikat (mm)

\emptyset = Diameter batang pengikat yang digunakan (mm)

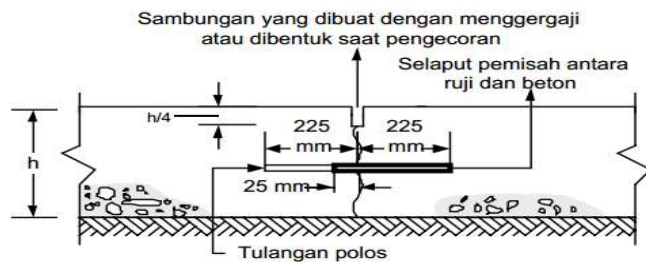
Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.4.5.2. Sambungan Susut Melintang

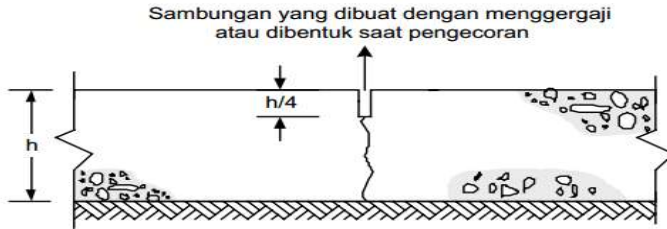
Kendaraan sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal plat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal plat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

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 menetus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat plat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket agar menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Sambungan susut melintang dapat di lihat seperti pada gambar 2.14 dan 2.15.



Gambar 2. 14 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji



Gambar 2. 15 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji

2.4.5.3. *Bahan Penutup Sambungan*

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

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

2.4.6. Prosedur Perencanaan

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

1. Retak fatik (Lelah) Tarik lentur pada plat.
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

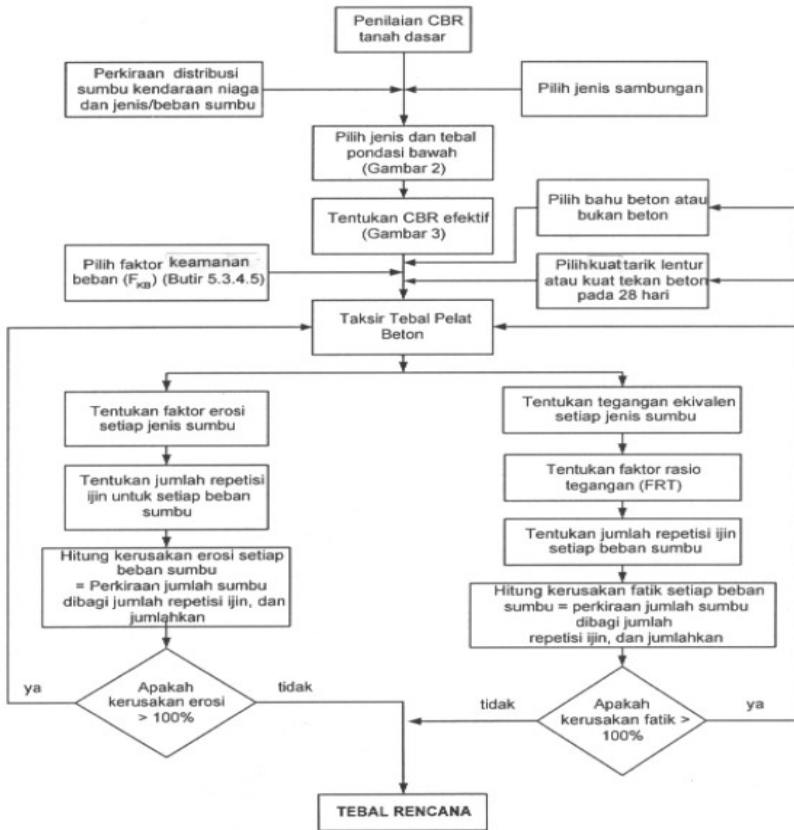
Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Dat lalu lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi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

2.4.6.1. Perencanaan Tebal Plat.

Tebal plat 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 dinaikkan 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 plat diperlihatkan pada gambar 2.16 s/d 2.18 dan tabel 2.12 s/d 2.13.



Gambar 2. 16 Sistem Perencanaan Beton Semen

Tabel 2. 12 Langkah – Langkah Perencanaan Beton Semen

Langkah	Uraian Kegiatan
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 umur rencana.
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB).
7	Taksir tebal plat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia).
8	Tentukan tegangan ekuivalen dan faktor erosi untuk STRT.
9	Tentukan faktor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekuivalen oleh kuat tarik lentur.
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN, anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11	Dengan faktor rasio tegangan, dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
12	Hitung presentasi dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Hitung menggunakan faktor erosi, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.

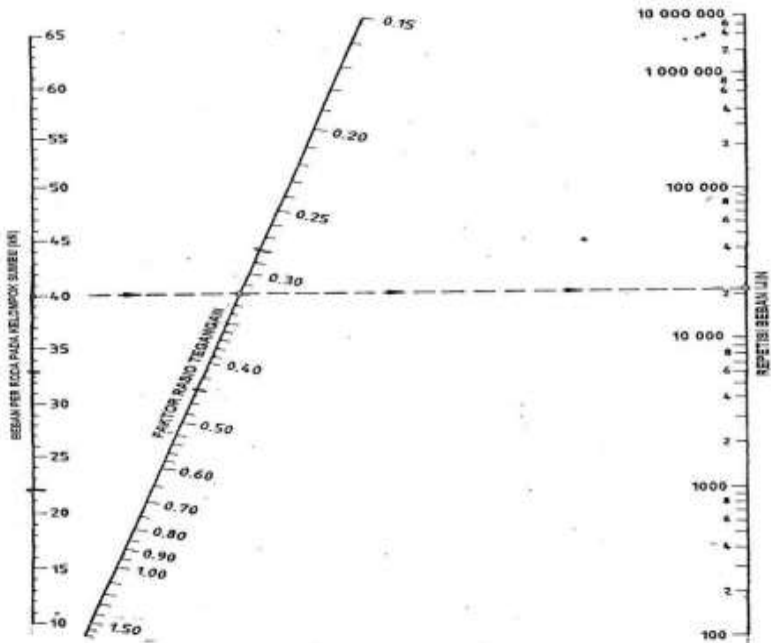
14	Hitung presentasi dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin, yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan 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. 13 Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton

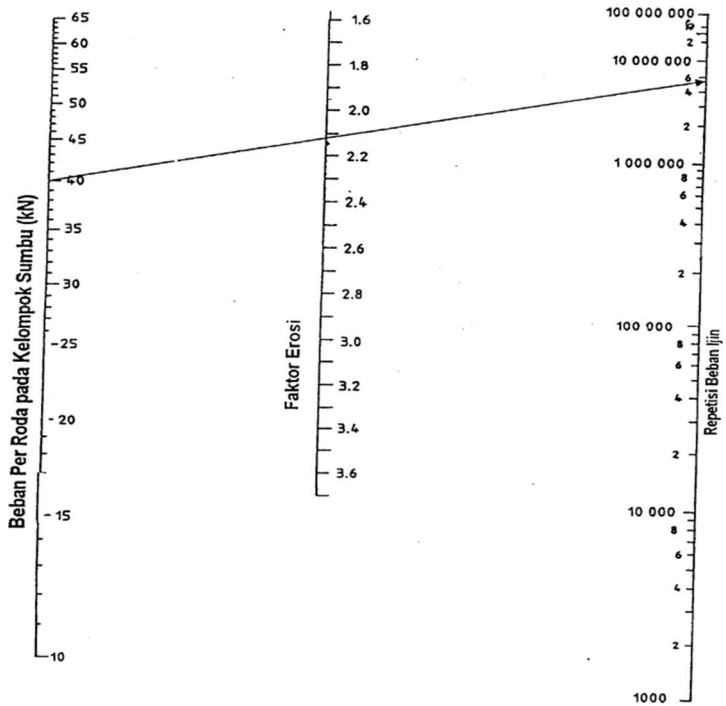
Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Rujl				Dengan Rujl/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	1,92	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	2,06	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	0,6	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	1,29	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	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
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	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,76	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	0,49	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	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	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	1,99	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,39	1,99	2,17	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	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	1,88
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	1,76	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	0,6	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	1,79	1,86
350	5	0,38	0,69	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,21
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	1,36	1,96	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	1,86	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 Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su



Gambar 2. 17 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan / Tanpa Bahu beton

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



Gambar 2. 18 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Fatik Erosi, dengan Bahu Beton

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

2.4.6.2. *Perencanaan Tulangan*

Tujuan utama penulangan, yaitu :

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan plat dapat dipertahankan.
2. Memungkinkan penggunaan plat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
3. Mengurangi biaya pemeliharaan.

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

2.4.7. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

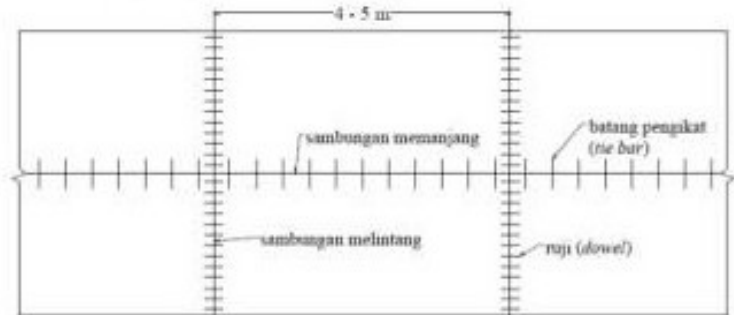
Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pkat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka plat harus diberi tulangan.

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

Penerapan tulangan biasanya dilakukan pada:

1. Plat dengan bentuk tidak lazim. (Plat disebut tidak lazim apabila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25 atau pola sambungan pada plat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang).
2. Plat sambungan tidak sejalur.
3. Plat berlubang.

Perencanaan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dapat dilihat seperti pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Perencanaan Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan

2.5 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, ialah :

1. Drainase permukaan.
2. Drainase bawah permukaan.

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

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

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air dapat mengalir dari perkerasan jalan. Kemiringan melintang dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.14.

Tabel 2. 14 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

Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material dapat ditentukan seperti pada table 2.15.

Tabel 2. 15 Hubungan Kemiringan Selokan 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*

2.5.1. Analisa Data Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitngkan pada analisa hidrologi :

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan jalan sistem 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 sistem 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 4 jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Tinggi Hujan Rencana

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$R_1 = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_1 - Y_n) \dots\dots\dots (2.39)$$

Dimana :

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

Maka,

$$I = \frac{90\% R_1}{4}$$

Keterangan :

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

R = Tinggi hujan Maksimum rata-rata.

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang.

Y_n = Nilai yang tergantung pada n.

S_n = Standar deviasi yang merupakan fungsi n.

Tabel periode ulang hujan dapat ditentukan seperti dalam table 2.16.

Tabel 2. 16 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 Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

Yn dapat diperoleh dengan menggunakan tabel 2.17.

Tabel 2. 17 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 Permukaan
Jalan SNI 03-3424-1994*

Sn dapat diperoleh dengan menggunakan table 2.18.

Tabel 2. 18 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	0,17447	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	1,2013	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

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

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka kemudian diplot pada kurva basis dibawah ini, sehingga didapat nilai I rencana.

d. Waktu Konsentrasi (TC)

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

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.40)$$

Dimana :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.41)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \dots\dots\dots (2.42)$$

Keterangan :

T_c = Waktu konsentrasi

t_1 = *Inlet time (overload flow time)* atau waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase dari titik terjauh yang terletak di *catchment area* dan jalan itu sendiri.

T_2 = *Time of flow (channel flow time)* atau waktu yang diperlukan oleh air limahan untuk mengalir melalui drainase.

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

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Lecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

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

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

Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material dapat ditentukan seperti dalam table 2.20.

Tabel 2. 20 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

No	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran yang Diizinkan (m/s)
1	Pasir halus	0,45
2	Lembung kepasiran	0,5
3	Lanau alluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	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 Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994

e. Luas Daerah Pengaliran

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

$$L = A = L_1 + L_2 + L_3 \dots \dots \dots (2.43)$$

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 Koefisien Pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu *catchment area* disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan dibawah ini :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots \dots \dots (2.44)$$

Dimana :

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

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

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 menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Q = \frac{1}{3,6} C I A \dots\dots\dots (2.45)$$

Dimana :

Q = Debit air (m/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

i. Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran dapat dilihat seperti dalam tabel 2.27. Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dan dapat dihitung menggunakan rumus ini :

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2.46)$$

Tabel 2. 21 Kemiringan Melintang Perekerasan 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 Permukaan Jalan
SNI 03-3424-1994*

j. Kecepatan Rata-rata (V)

Kecepatan rata-rata air dipengaruhi oleh koefisien kekasaran, jari-jari dan kemiringan saluran. Kecepatan rata-rata air dalam saluran drainase jalan dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.47)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

R = Jari-jari (m)

i = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasara

2.6 Metode Pelaksanaan

2.6.1. Umum

Dalam sebuah proyek perencanaan metode pelaksanaan sangatlah diperlukan untuk mengetahui langkah – langkah apa saja yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Metode pelaksanaan juga berperan penting untuk menentukan berapa estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Dalam menentukan metode pelaksanaan untuk sebuah proyek jalan, beberapa hal-hal umum yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi
2. Pekerjaan Tanah.
3. Pekerjaan Drainase.
4. Pekerjaan Perkerasan.
5. Waktu Pengerjaan Proyek
6. Kapasitas Pengerjaan Proyek

2.6.2. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi

Pekerjaan mobilisasi yaitu pekerjaan awal yang mempersiapkan segala sesuatu kebutuhan yang menunjang berjalannya proyek. Seperti menyiapkan akses jalan, menyiapkan alat-alat berat untuk pekerjaan proyek. Beberapa pekerjaan mobilisasi secara umum yaitu :

2.6.2.1. Kantor Lapangan dan Fasilitasnya

Tahap awal dari pekerjaan mobilisasi adalah penentuan lokasi basecamp, pembuatan Kantor Lapangan dan fasilitasnya dilokasi proyek dan kemudian dilanjutkan dengan mobilisasi peralatan yang diperlukan sesuai dengan tahapan pelaksanaan pekerjaan.

2.6.2.2. *Material dan Penyimpanan*

Material yang akan digunakan didalam pekerjaan harus menemui spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pekerjaan diambil dari Quarry yang berada paling dekat dengan lokasi. Serta setelah semua material dan peralatan berada di lokasi proyek, lokasi proyek harus mempunyai tempat yang tepat untuk meletakkan dan menyimpan material dan peralatan tersebut.

2.6.2.3. *Jadwal Konstruksi*

Jadwal kontruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan.

2.6.2.4. *Demobilisasi*

Semua alat kerja yang digunakan pada akhir/finishing pelaksanaan pekerjaan segera dilakukan Demobilisasi kembali kepada Pemberi Dukungan Alat.

2.6.3. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah diantaranya meliputi :

1. Galian.
2. Timbunan.
3. Pengangkutan dan penghamparan material.
4. Pemadatan material
5. Dan penyiapan badan jalan.

2.6.4.Pekerjaan Drainase

Untuk pekerjaan drainase, Galian untuk selokan drainase dan saluran air harus dilakukan baik pada sisi kanan dan kiri jalan sepanjang jalan yang akan dikerjakann. Pelaksanaan galian untuk selokan drainase dan saluran air meliputi :

1. Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator.
2. Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck.
3. Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh.
4. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian.

2.6.5.Pekerjaan Perkerasan

Untuk pekerjaan perkerasan rigid, secara umum hal-hal yang harus diperhatikan adalah tahap-tahapan sebagai berikut :

1. Perkerjaan penyiapan tanah dasar dan lapisan pondasi bawah
2. Pemeriksaan bentuk akhir lapis pondasi bawah sebelum dihampar material beton
3. Pemasangan membrane kedap air
4. Pemasangan bekisting
5. Pengcoran lapis perkerasan

2.7 Rencana Anggaran Biaya

2.7.1. Umum

Perhitungan rencana anggaran biaya ialah 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 :

1. Volume pekerjaan
2. Harga bahan dan peralatan
3. 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 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 digunakan daftar 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 untuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan.

2.7.2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor 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 antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tebaga kerja serta biaya umum dan keuntungan. 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 keuntungan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Analisa harga satuan pekerjaan ini meliputi beberapa item pekerjaan, antara lain :

1. Pekerjaan Persiapan
 - a. Pengukuran
 - b. Mobilisasi dan demobilisasi
 - c. Direksi keet
2. Pekerjaan Tanah
 - a. Pembersihan lapangan dan peralatan
 - b. *Cut and fill*

3. Pekerjaan Perkerasan Lentur
 - a. Pembersihan lapis pondasi bawah kelas B
 - b. Pekerjaan lapis pondasi atas batu pecah kelas A
 - c. Pekerjaan lapis resap pengikat (*prime koot*)
 - d. Produksi dan penghampanan LASTON

4. Perkerjaan Perkerasan Kaku
 - a. Pekerjaan pembesian
 - b. Pekerjaan beton K-350

5. Pekerjaan Drainase
 - a. Pekerjaan galian

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 halhal 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 akhir 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 ketentuan 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.

3.6. Perencanaan Geometrik Jalan

- a. Alinyemen horizontal
- b. Alinyemen vertical

3.7. Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku

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

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

3.9. 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.

3.10. Metode Pelaksanaan

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

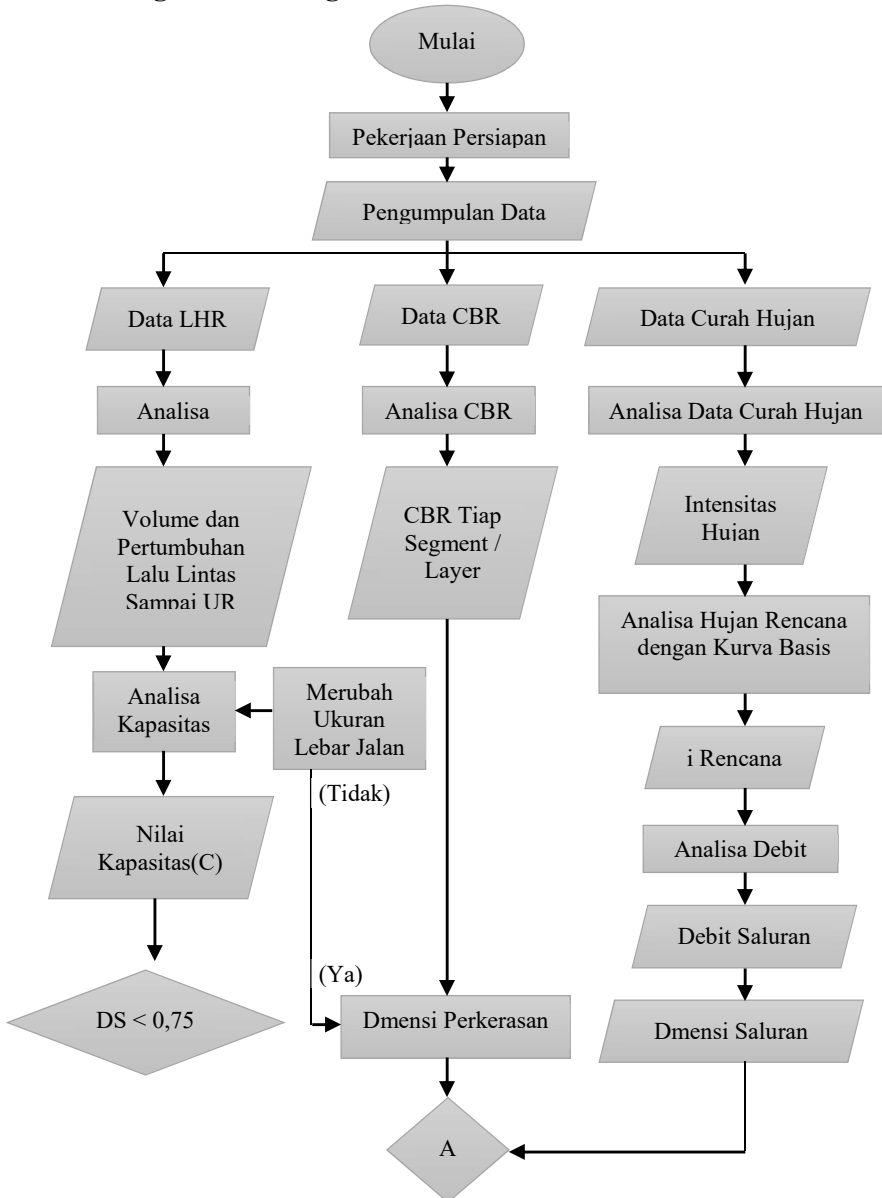
3.11. Rencana Anggaran Biaya

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

3.12. Kesimpulan dan Saran

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

Bagan Metodologi





Gambar 3. 1 Bagan Metodologi

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum

Perencanaan Jalan lingkaran Luar Timur (JLLT) Surabaya mengacu pada perencanaan jalan yang sudah ada, dimana sebagian data tentang kondisi jalan tersebut telah ada. Kelengkapan dan keakuratan data sangat berpengaruh terhadap kualitas jalan yang akan direncanakan. Sebelum merencanakan suatu proyek perencanaan jalan, kita harus melakukan survei terhadap daerah yang akan dibangun. Survei adalah langkah awal dari seluruh pekerjaan yang harus dilakukan. Melalui survei tersebut bisa diketahui kondisi perkiraan jalan yang akan dibangun dan kemudian berlanjut dengan penyusunan perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan yang baik dan maksimal, maka data-data yang dibutuhkan antara lain :

- a. Peta lokasi proyek.
- b. Data geometrik jalan.
- c. Data CBR tanah dasar.
- d. Data lalu lintas harian rata-rata.
- e. Data curah hujan.
- f. Gambar long section.

Dari data-data perencanaan jalan di atas, dapat dilakukan perencanaan konstruksi jalan yang maksimal.

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Peta Lokasi

Jalan Lingkar Luar timur (JLLT) berada di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur. Jalan ini menghubungkan jalan akses Suramadu menuju jalan Tol Waru-Juanda. Perencanaan jalan ini memiliki panjang 16 km.

Dan khususnya pada STA yang ditinjau pada Tugas Akhir ini yaitu pada STA 9+000 yang terletak di kawasan Keputih sampai dengan STA 12+000 yang terletak di kawasan Rungkut.

4.2.2. Data Geometrik Jalan

Data geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan diantaranya yaitu Lebar perkerasan, Lebar bahu jalan, alinyement vertikal, alinyement horizontal, dll.

Tujuan utama penggunaan geometrik jalan adalah untuk memperhitungkan syarat-syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Dari data proyek Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Kota Surabaya memiliki desain yang di tentukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Dimensi Ukuran Jalan JLLT Surabaya

No	Kriteria Desain Jalan	Dimensi
1	Lebar Perkerasan Jalan Utama	11,25 m
2	Lebar Perkerasan Jalur Lambat	7 m
3	Lebar Bahu Jalan Utama	2,0 m
4	Median Antara Jalan Utama	1,15m

Sumber: Hasil Perencanaan

4.2.3. Data CBR Tanah Asli

Survei tanah pada Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Kota Surabaya di lakukan untuk mendapatkan data keadaan

tanah berupa data CBR yang akan di gunakan untuk perencanaan tebal perkerasan. Data CBR di dapatkan dari tes DCP (*Dynamic Cone Penetration*) yang di lakukan di lokasi yang di rencanakan. Data CBR tersebut di tampilkan sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli

No	STA	CBR Max	CBR Mean	CBR Min
1	01+500	2,5	1,5	1,1
2	03+000	22	15,4	4,2
3	04+700	8,3	5,5	2,5
4	06+000	9,1	8,2	6,7
5	07+750	15,5	10,5	6,2
6	09+200	8,5	6,1	3,7
7	10+500	13,1	7,6	2,1
8	12+000	22,8	12,5	3,7
9	13+500	20,4	11,6	3,7
10	15+000	7,9	5,9	3,8

Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2013

4.2.4.Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya sta 09+000 s/d 12+000 termasuk ke dalam jalan bebas hambatan. Hal ini dapat di lihat dari di bangunnya jalan ini untuk mengatasi kemacetan di Kota Surabaya bagian timur. Data lalu lintas ini di perlukan untuk memperkirakan perkembangan lalu lintas harian rata-rata pertahun sampai umur rencana. Selain itu dapat digunakan untuk merencanakan tebal lapis perkerasan dan kapasitas jalan. Khususnya pada jalan utama (*Main Road*).

a. Jalan Utama (*Main Road*)

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

1. Data asal-tujuan perjalanan, dimana perkiraan volume lalu lintas menggunakan data matrik asal tujuan perjalanan yang bersumber dari hasil pekerjaan Penyusunan Transportasi Kota Surabaya 2017 dan OD survei tahun 2011.
2. Volume lalu lintas yang di perkirakan melewati Jalan Lingkar Luar Timur di asumsikan bahwa Jalan Lingkar Luar Barat telah berfungsi, sehingga kedua ruas jalan ini akan berbagi dalam penerimaan beban lalu lintas yang berpindah dari ruas-ruas jalan paralel.
3. Data volume LHR Jalan Tol yang berpindah, dimana volume lalu-lintas yang lewat Jalan Tol Waru-Dupak , di perkirakan sebagian akan berpindah melewati Jalan Lingkar Luar Timur Kota Surabaya.
4. Data volume LHR Jalan Arteri yang berpindah, dimana volume lalu-lintas jalan arteri paralel adalah jalan arteri koridor Utara-Selatan Kota Surabaya meliputi jalan A.Yani,Jalan Diponegoro,Jalan Pasar Kembang, Jalan Arjuno, Jalan Semarang, Jalan Perak Barat, di perkirakan sebagian akan melewati Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya.
5. Perkiraan volume lalu-lintas akibat perkembangan wilayah, yang dimaksud adalah perubahan jenis penggunaan lahan di koridor Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya akan mengakibatkan bertambahnya lalu-lintas di daerah tersebut.

Data asal tujuan perjalanan kendaraan untuk kawasan koridor jalan lingkar luar timur Surabaya tahun 2013 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Data Tujuan Perjalanan Kendaraan

	Gunung Anyar	Rungkut	Sukolilo	Mulyorejo	Kenjeran	Bulak	Total
Karang Pilang	1742	1376	3687	324	509	143	7781
Jambangan	1392	1202	3420	309	472	132	6927
Gayungan	4711	3503	8084	669	828	246	18041
Wonocolo	10890	9983	26756	2213	2740	815	53397
Tenggilis	20225	17994	34706	2786	2635	857	79203
Wonokromo	12442	18406	72772	7420	9467	2900	123407
Total	51402	52464	149425	13721	16651	5093	288756
Rungkut-Sukolilo-Mulyorejo-Kenjeran-Bulak = 237354 10 % = 23735							

Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2013

Tabel 4. 4 Estimasi Volume LHR jalan tol yang berpindah (kendaraan)

Golongan	Volume Lalu-lintas (Kendaraan/hari)
I	15601
II	2335
III	953
IV	492
V	170

Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2013

Dimana:

Golongan I: Mobil

Golongan II : Truck 2 gandar

Golongan III : Truck 3 gandar

Golongan IV : Truck 4 gandar

Golongan V : Truck 5 gandar

Perkiraan Volume LHR Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Tahun 2013, sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Perkiraan Volume LHR Tahun 2013

Uraian	Mobil	Truck Kecil- Sedang	Truk Besar
Asal LHR jalan Tol	17395	953	661
Asal LHR dari Matrik OD	23735	-	-
Asal LHR Kendaraan Berat	-	-	5902
Jumlah	41130	953	6563

*Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan
Pembangunan Kota Surabaya 2013*

Dikarenakan perhitungan diestimasi untuk masing-masing lajur, sedangkan data LHR yang didapat adalah volume untuk 2 jalur sekaligus. Maka diasumsikan volume total LHR yang digunakan dibagi 2. Sehingga didapatkan nilai LHR sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Data Jumlah LHR

Uraian	Volume Lalu-Lintas (Kendaraan / Hari)	
LHR Jalan Tol	Golongan I	7801
	Golongan II	1168
	Golongan III	477
	Golongan IV	246
	Golongan V	85
LHR Matrik O-D	11868	
LHR Kendaraan Berat Dari Jalan Arteri Paralel	2951	

Sumber: Hasil Perhitungan

Karena perencanaan hanya diperhitungkan untuk jalan utama (main road) dan tidak memperhitungkan jalan samping (frontage) maka volume LHR dibagi menjadi 3/5 lajur. Dan didapatkan LHR sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Data LHR yang Digunakan

Uraian		Volume Lalu-Lintas (Kendaraan / Hari)
LHR Jalan Tol	Golongan I	4680
	Golongan II	701
	Golongan III	286
	Golongan IV	148
	Golongan V	51
LHR Matrik O-D		7121
LHR Kendaraan Berat Dari Jalan Arteri Paralel		1771

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.5.Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang di nyatakan dalam mm/hari. Data ini di peroleh dari Buku Laporan Akhir Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya Dinas PU Kota Surabaya. Data curah Hujan ini Di perlukan Untuk Menghitung tinggi curah hujan rencana yan akan di gunakan untuk perencanaan saluran tepi. Data curah hujan dari pengamatan didapat curah hujan rata-rata selama 10 tahun terakhir, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 8 Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Harian Rata-Rata	
		Wonorejo	Keputih
1	2003	76	102
2	2004	85	58
3	2005	90	110
4	2006	153	140
5	2007	71	127
6	2008	68	90
7	2009	98	120
8	2010	98	90
9	2011	94	78
10	2012	95	85

Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2013

4.2.6.Data Gambar Long Section dan Cross Section

Gambar long section dan cross section digunakan untuk mengecek persamaan kondisi lapangan terkini dengan gambar yang telah di rencanakan serta berfungsi untuk mengecek arah aliran saluran dan bangunan sekitar.

4.3. Pengolahan Data

4.3.1. Data CBR

Pada tabel dapat diketahui data CBR tanah dasar yang akan di gunakan untuk pekerjaan jalan. Perencanaan jalan di mulai dari sta 09+000 – 12+000 . Tetapi CBR yang akan digunakan untuk perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Data Hasil Tes DCP

No	Titik STA (Km)	Nilai CBR min
1	9 + 200	3,7
2	10 + 500	2,1
3	12 + 000	3,1

Sumber : Buku Perencanaan JLLT Surabaya Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2013

a. Cara Grafis

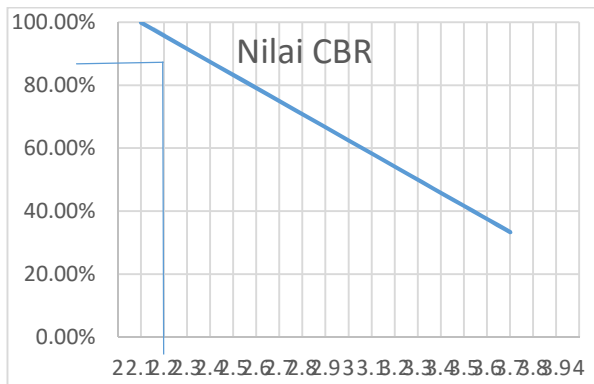
Tahapan pengerjaan dengan cara grafis :

1. Nilai CBR terendah adalah 2,1
2. Nilai CBR yang sama atau lebih besar disusun secara tabelaris mulai dari CBR terendah hingga CBR tertinggi seperti table 4.9
3. Angka terbesar diberi nilai 100%, angka lain adalah presentase dari 100% seperti table 4.9
4. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan presentase jumlah tadi.
5. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%

Tabel 4. 10 Nilai CBR

Nilai CBR Min	Jumlah yang Sama atau Lebih Besar	Persentase yang Sama atau Lebih besar
2.1	2	$\frac{3}{3} \times 100\% = 100.00\%$
3.7	1	$\frac{1}{3} \times 100\% = 33.33\%$
3.7	1	$\frac{1}{3} \times 100\% = 33.33\%$

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4. 1 Nilai CBR dengan Cara Grafis

Berdasarkan hasil CBR dengan cara grafis didapat nilai CBR segmen adalah sebesar 2,3%

a. Cara Analistis

$$CBR \text{ Segmen} = CBR \text{ rata - rata} - \frac{(CBR \text{ Maks} - CBR \text{ Min})}{R} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$CBR \text{ rata-rata} = \frac{(Jumlah \ CBR)}{(Jumlah \ Titik)} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$= \frac{(9,5)}{(3)}$$

$$= 3,16$$

$$CBR \text{ Maks} = 3,7$$

CBR Min = 2,1

Besar nilai R didapat dari tabel berikut:

Tabel 4. 11 Nilai R untuk Perhitungan Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,98
9	3,08
>10	3,18

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{CBR Segmen} &= 3,16 - \frac{(3,7-2,1)}{1,91} \\
 &= 3,16 - 0,84 \\
 &= 2,32
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas di dapat nilai CBR segmen mendekati dengan nilai CBR terendah dari nilai CBR segmen yang ada di data.

4.3.2.Data Lalu Lintas LHR

4.3.2.1. Main road

Arus lalu lintas tiap jam yang melewati Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) kota Surabaya :

Hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan ekuivalensi mobil penumpang (emp) seperti dibawah ini :

Tabel 4. 12 EMP untuk Jalan Bebas Hambatan

Tipe alinyemen	Arus kend/jam	emp		
	MW terbagi per arah kend/jam	MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1.900	1,4	1,4	2,0
	3.400	1,6	1,7	2,5
	≥ 4.150	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	1.450	2,0	2,0	4,6
	2.600	2,2	2,3	4,3
	≥ 3.300	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	1.150	2,9	2,6	5,1
	2.150	2,6	2,9	4,8
	≥ 3.000	2,0	2,4	3,8

Perhitungan Q pada tahun 2013 sebagai berikut (1

Jalur) :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 1} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 4680 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1 \\
 &= 421 \text{ smp/jam} \\
 Q \text{ golongan 2} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 701 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1 \\
 &= 63 \text{ smp/jam} \\
 Q \text{ golongan 3} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 286 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1,2 \\
 &= 31 \text{ smp/jam} \\
 Q \text{ golongan 4} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 148 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1,6 \\
 &= 21 \text{ smp/jam} \\
 Q \text{ golongan 5} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 51 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1,6 \\
 &= 7 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Survei O-D} &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 7121 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1 \\
 &= 641 \text{ smp/jam} \\
 (\text{Q LHR kendaraan berat dari jalan arteri paralel}) & \\
 &= \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \\
 &= 1771 \text{ (kend/hari)} \times 0,09 \times 1,6 \\
 &= 255 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya di perkirakan sebagai berikut :

- Kendaraan Ringan (Golongan 1) = 4%
- Kendaraan sedang (Golongan 2) = 5%
- Kendaraan berat (Golongan 3,4,5) = 5%

Perhitungan Q pada tahun 2014 sebagai berikut

(1 Jalur):

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 1 (2014)} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 421 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 438 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 2 (2014)} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 63 \times (1 + 0,05)^1 \\
 &= 66 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 3 (2014)} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 31 \times (1 + 0,05)^1 \\
 &= 32 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 4 (2014)} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 21 \times (1 + 0,05)^1 \\
 &= 22 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ golongan 5 (2014)} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 7 \times (1 + 0,05)^1 \\
 &= 8 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ LHR dari survei O-D} &= Q \text{ tahun 2013} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 641 \times (1 + 0,05)^1 \\
 &= 673 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{(Q LHR kendaraan berat dari jalan arteri paralel)} \\
 & = Q \text{ tahun } 2013 \times (1 + i)^{UR} \\
 & = 225 \times (1 + 0,05)^1 \\
 & = 268 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan jumlah kendaraan Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Kota Surabaya, 1jalur dari tahun 2013 hingga tahun 2053 :

Tabel 4. 13 Perhitungan Jumlah Kendaraan

Tahun	Q Jalan Tol					Q Matrik OD	Q Kendaraan Berat dari Jalan Arteri Paralel
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
2013	421	63	31	21	7	641	255
2014	438	66	32	22	8	673	268
2015	456	69	34	23	8	707	281
2016	474	72	36	25	9	742	295
2017	493	74	38	26	9	779	310
2018 (S)	512	77	39	27	9	818	325
2019	533	81	41	28	10	859	342
2020	554	84	43	30	10	902	359
2021	576	87	46	31	11	947	377
2022	600	91	48	33	11	994	396
2023	624	94	50	35	12	1044	415
2024	648	98	53	36	13	1096	436
2025	674	102	55	38	13	1151	458
2026	701	106	58	40	14	1208	481
2027	729	110	61	42	15	1269	505
2028	759	115	64	44	15	1332	530

2029	789	119	67	46	16	1399	557
2030	821	124	71	49	17	1469	584
2031	853	129	74	51	18	1542	614
2032	887	134	78	54	19	1619	644
2033	923	139	82	56	19	1700	677
2034	960	145	86	59	20	1785	710
2035	998	151	90	62	21	1875	746
2036	1038	157	95	65	23	1968	783
2037	1080	163	100	69	24	2067	822
2038	1123	170	105	72	25	2170	863
2039	1168	176	110	76	26	2279	907
2040	1215	184	115	79	27	2393	952
2041	1263	191	121	83	29	2512	1000
2042	1314	199	127	87	30	2638	1049
2043	1366	206	133	92	32	2770	1102
2044	1421	215	140	96	33	2908	1157
2045	1478	223	147	101	35	3054	1215
2046	1537	232	154	106	37	3206	1276
2047	1598	242	162	112	39	3367	1339
2048	1662	251	170	117	41	3535	1406
2049	1729	261	179	123	43	3712	1477
2050	1798	272	188	129	45	3897	1551
2051	1870	283	197	136	47	4092	1628
2052	1945	294	207	143	49	4297	1709
2053 (F)	2022	306	217	150	52	4512	1795

Sumber: Hasil Perhitungan

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V

ANALISA PERHITUNGAN

5.1. Analisa Data Lalu Lintas

5.1.1. Data Lalu Lintas LHR

a. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu geometrik, distribusi arah dan kombinasi lalu lintas, serta faktor lingkungan. Dari hasil perhitungan tipe Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Surabaya sta 09+000 s/d sta 12+000 direncanakan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2D) adalah dengan menggunakan rumus berikut :

Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar Main Road

Jenis Jalan Bebas Hambatan/ Jenis Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam)
Empat dan Enam – lajur Terbagi	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : MKJI' 1997

- b. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_w)

Tabel 5. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_w)

Jenis Jalan Bebas Hambatan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas W_E (m)	FC_w
Empat-Lajur Terbagi Enam-Lajur Terbagi	Per Lajur	
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.03
Dua-Lajur Terbagi	Total Kedua Arah	
	6.50	0.96
	7.00	1.00
	7.50	1.04

Sumber : MKJI' 1997

Dari tabel faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 6/2D dengan lebar efektif pada tabel yaitu sebesar 11,25 m, maka di dapatkan nilai $FC_w = 1,03$

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

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

Pemisah Arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Jalan Bebas Hambatan Tak Terbagi	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88

Sumber : MKJI' 1997

Dari tabel Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{sp}) diatas untuk 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D) dengan pemisah arah 50% - 50% di dapatkan nilai untuk $FC_{sp} = 1,00$

5.1.2. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

Nilai kapasitas (C) dapat di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} C &= Co \times FCw \times FCsp \dots\dots\dots (5.1) \\ &= 3 \text{ lajur} \times 2300 \text{ smp/jam/lajur} \times 1,03 \times 1,00 \\ &= 7107 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5.1.3. Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor 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. Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \dots\dots\dots (5.2) \\ DS_{2013} &= Q_{total\ 2013} / C \\ &= 2375 / 7107 \\ &= 0,203 \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan Derajat kejenuhan kendaraan Jalan Lingkar Luar Timur (JLLT) Kota Surabaya, dari tahun 2013 hingga tahun 2053 : (Perhitungan hanya untuk satu jalur).

Tabel 5. 7 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Tahun 2013 - 2053

Tahun	Q Jalan Tol					Q Matrik OD	Q Kendaraan Berat dari Jalan Paralel	Arteri	Q Total	C	DS (Q/C)	
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V						Utara	Selatan
2013	421	63	31	21	7	641	255		1440	7107	0.203	0.203
2014	438	66	32	22	8	673	268		1512	7107	0.213	0.213
2015	456	69	34	23	8	707	281		1587	7107	0.223	0.223
2016	474	72	36	25	9	742	295		1666	7107	0.234	0.234
2017	493	74	38	26	9	779	310		1750	7107	0.246	0.246
2018 (S)	512	77	39	27	9	818	325		1837	7107	0.259	0.259
2019	533	81	41	28	10	859	342		1929	7107	0.271	0.271
2020	554	84	43	30	10	902	359		2026	7107	0.285	0.285
2021	576	87	46	31	11	947	377		2127	7107	0.299	0.299
2022	600	91	48	33	11	994	396		2233	7107	0.314	0.314
2023	624	94	50	35	12	1044	415		2345	7107	0.330	0.330
2024	648	98	53	36	13	1096	436		2462	7107	0.346	0.346
2025	674	102	55	38	13	1151	458		2585	7107	0.364	0.364
2026	701	106	58	40	14	1208	481		2715	7107	0.382	0.382
2027	729	110	61	42	15	1269	505		2850	7107	0.401	0.401
2028	759	115	64	44	15	1332	530		2993	7107	0.421	0.421
2029	789	119	67	46	16	1399	557		3142	7107	0.442	0.442
2030	821	124	71	49	17	1469	584		3300	7107	0.464	0.464
2031	853	129	74	51	18	1542	614		3464	7107	0.487	0.487
2032	887	134	78	54	19	1619	644		3638	7107	0.512	0.512
2033	923	139	82	56	19	1700	677		3820	7107	0.537	0.537
2034	960	145	86	59	20	1785	710		4011	7107	0.564	0.564
2035	998	151	90	62	21	1875	746		4211	7107	0.593	0.593
2036	1038	157	95	65	23	1968	783		4422	7107	0.622	0.622
2037	1080	163	100	69	24	2067	822		4643	7107	0.653	0.653
2038	1123	170	105	72	25	2170	863		4875	7107	0.686	0.686
2039	1168	176	110	76	26	2279	907		5119	7107	0.720	0.720
2040	1215	184	115	79	27	2393	952		5375	7107	0.756	0.756
2041	1263	191	121	83	29	2512	1000		5643	7107	0.794	0.794
2042	1314	199	127	87	30	2638	1049		5925	7107	0.834	0.834
2043	1366	206	133	92	32	2770	1102		6222	7107	0.875	0.875
2044	1421	215	140	96	33	2908	1157		6533	7107	0.919	0.919
2045	1478	223	147	101	35	3054	1215		6859	7107	0.965	0.965
2046	1537	232	154	106	37	3206	1276		7202	7107	1.013	1.013
2047	1598	242	162	112	39	3367	1339		7563	7107	1.064	1.064
2048	1662	251	170	117	41	3535	1406		7941	7107	1.117	1.117
2049	1729	261	179	123	43	3712	1477		8338	7107	1.173	1.173
2050	1798	272	188	129	45	3897	1551		8755	7107	1.232	1.232
2051	1870	283	197	136	47	4092	1628		9192	7107	1.293	1.293
2052	1945	294	207	143	49	4297	1709		9652	7107	1.358	1.358
2053 (F)	2022	306	217	150	52	4512	1795		10135	7107	1.426	1.426

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk mencari DS penulis membagi Q yang telah pelulis olah menjadi Q per arah dengan mengasumsikan 50%-50%. Setelah di olah oleh penulis hingga umur rencana yang akan di buat yaitu 35 tahun dan di mulai di tahun 2018, nilai DS di akhir umur rencana yaitu 2053 mencapai 1,426. Yang artinya melebihi 0,75 dengan desain jalan 6 lajur 2 jalur (6/2D) dan masing-masing lajur memiliki lebar 3,75 meter. Pada tugas akhir ini penulis hanya menghitung nilai derajat kejenuhan sampai dengan akhir umur rencana. Untuk desain jumlah lajur dan lebar lajur yang memenuhi syarat, penulis akan memasukkan pada sub bab saran yang terdapat pada bab 6.

5.2. Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan yang di rencanakan, agar mengetahui jenis geometrik yang sesuai untuk di laksanakan. Geometrik jalan di bagi menjadi 2 yaitu :

- a. Alinyemen Hirisontal
- b. Alinyemen Vertikal

5.2.1. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horisontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang peta, yang biasa di sebut tikungan atau belokan. Dari data yang ada pada jalan Lingkar Luar Timur Surabaya STA 9+000 – 12+000 terdapat 2 tikungan, tepatnya pada STA 9+307,896 dan STA 10+960,25.

Berikut ini adalah perhitungan masing-masing tikungan :

a. Tikungan STA 9+307,896 (Spiral-Circle-Spiral)

Diperoleh data perencanaan dari DED Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

$$\begin{aligned}
 R_c &= 900 \text{ m} \\
 L_s &= 130 \\
 V &= 80 \text{ km/jam} \\
 \Delta &= 58,014 \\
 E &= 4\% \\
 F &= 0,14
 \end{aligned}$$

➤ **Menentukan nilai R min**

Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R \text{ min} = \frac{v^2}{[127 \times (e_{maks} + f_{maks})]} \dots\dots\dots(5.3)$$

$$R \text{ min} = \frac{(80\text{km/jam})^2}{[127 \times (0,04 + 0,14)]}$$

$$R \text{ min} = 279,965 \text{ m}$$

$$\text{Syarat} = R_{min} < R \text{ rencana} \quad (\text{OK})$$

$$= 279,965\text{m} < 900\text{m} \quad (\text{OK})$$

➤ **Menentukan Nilai Xs**

Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan :

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \dots\dots\dots(5.4)$$

$$X_s = 130 \text{ m} \times \left(1 - \frac{130^2}{40 \times (900 \text{ m})^2}\right)$$

$$X_s = 129,93 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ys**

Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan :

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \dots\dots\dots(5.5)$$

$$Y_s = \frac{(130 \text{ m})^2}{6 \times 900 \text{ m}}$$

$$Y_s = 3,13 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai θs**

Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \dots\dots\dots(5.6)$$

$$\Theta_s = \frac{90 \times 130 \text{ m}}{3,14 \times 900 \text{ m}}$$

$$\Theta_s = 4,14^0$$

➤ **Menentukan nilai p**

Nilai p dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc(1 - \cos \theta s) \dots \dots \dots (5.7)$$

$$p = \frac{(130 \text{ m})^2}{6 \times 900} - 900(1 - \cos 4,14^0)$$

$$p = 0,78 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai k**

Nilai k dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40 \times R^2} - (R \times \sin \theta s) \dots \dots \dots (5.8)$$

$$k = 130 \text{ m} - \frac{(130 \text{ m})^2}{40 \times (900 \text{ m})^2} - (900 \text{ m} \times \sin 4,14^0)$$

$$k = 64,99 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ts**

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + P) \tan 0,5 \Delta] + K \dots \dots \dots (5.8)$$

$$Ts = [(900 \text{ m} + 0,78 \text{ m}) \times \tan (0,5 \times 58,014)] + 64,99 \text{ m}$$

$$Ts = 564,44$$

➤ **Kontrol TS**

$$Ts \text{ perhitungan} = Ts \text{ lapangan} \dots \dots \dots (5.9)$$

$$564,44 \text{ m} = 564,44 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$

➤ **Menentukan nilai Es**

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$Es = [(Rc + P) \sec 0,5 \Delta] - Rc \dots \dots \dots (5.10)$$

$$Es = [(900 \text{ m} + 0,78 \text{ m}) \times \sec(0,5 \times 58,014)] - 900 \text{ m}$$

$$Es = 129,98 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Es**

$$Ts \text{ perhitungan} = Ts \text{ lapangan}$$

$$129,98 \text{ m} = 129,98 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$

➤ **Menentukan nilai Lc**

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan :

$$Lc = \frac{\Delta - 2 \emptyset S}{180} \times \pi \times Rc \dots\dots\dots (5.11)$$

$$Lc = \frac{58,014 - 2 \times 4,14}{180} \times 3,14 \times 900$$

$$Lc = 780,82m$$

➤ **Kontrol Lc**

Ts perhitungan	=	Ts lapangan
780,8236 m	=	780,8 m
781 m	=	781 m (Ok)

➤ **Menentukan nilai L total**

Nilai Ltotal dapat dihitung dengan persamaan :900

$$Ltotal = Lc + 2Ls\dots\dots\dots (5.12)$$

$$Ltotal = 780,82 m + 2 (130 m)$$

$$Ltotal = 1040,82 m$$

➤ **Kontrol Ltotal**

Ltotal perhitungan	=	Ltotal Lapangan
1040,82 m	=	1040,82 m (Ok)

➤ **Kontrol**

Spiral-Circle-Spiral dapat di kontrol dengan :

Ltotal	<	2Ts
1040,82 m	<	2 x 564,44 m
1040,82 m	<	1128,88 m (Ok)

b. Tikungan STA 10 + 960,25 (Spiral-Circle-Spiral)

Diperoleh data perencanaan dari DED Jalan Lingkar

Luar Timur Surabaya :

- Rc = 1200 m
- Ls = 105
- V = 80 km/jam
- Δ = 40,397

$$E = 3\%$$

$$F = 0,14$$

➤ **Menentukan nilai R min**

Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R \text{ min} = \frac{v^2}{[127 \times (e_{maks} + f_{maks})]} \dots\dots\dots (5.13)$$

$$R \text{ min} = \frac{(80 \text{ km/jam})^2}{[127 \times (0,03 + 0,14)]}$$

$$R \text{ min} = 296,433 \text{ m}$$

$$\text{Syarat} = R_{\text{min}} < R \text{ rencana} \quad (\text{OK})$$

$$= 296,433 \text{ m} < 1200 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

➤ **Menentukan Nilai Xs**

Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan :

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2}\right) \dots\dots\dots (5.14)$$

$$X_s = 105 \text{ m} \times \left(1 - \frac{105^2}{40 \times (1200 \text{ m})^2}\right)$$

$$X_s = 104,97 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ys**

Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan :

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c} \dots\dots\dots (5.15)$$

$$Y_s = \frac{(105 \text{ m})^2}{6 \times 1200 \text{ m}}$$

$$Y_s = 1,531 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai θ_s**

Nilai θ_s dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \dots\dots\dots (5.16)$$

$$\Theta_s = \frac{90 \times 105 \text{ m}}{3,14 \times 1200 \text{ m}}$$

$$\Theta_s = 2,507^\circ$$

➤ **Menentukan nilai p**

Nilai p dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (5.17)$$

$$p = \frac{(105 \text{ m})^2}{6 \times 900} - 1200(1 - \cos 2,507^\circ)$$

$$p = 0,383 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai k**

Nilai k dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40 \times R^2} - (R \times \sin \theta_s) \dots\dots\dots (5.18)$$

$$k = 105 \text{ m} - \frac{(105 \text{ m})^2}{40 \times (1200 \text{ m})^2} - (1200 \text{ m} \times \sin 2,507^\circ)$$

$$k = 52,50 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ts**

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + P) \tan 0,5 \Delta] + K \dots\dots\dots (5.19)$$

$$Ts = [(1200 \text{ m} + 0,383 \text{ m}) \times \tan (0,5 \times 40,397)] + 52,50 \text{ m}$$

$$Ts = 494,12$$

➤ **Kontrol TS**

Ts perhitungan	=	Ts lapangan	
494,12 m	=	494,12 m	(Ok)

➤ **Menentukan nilai Es**

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$Es = [(Rc + P) \sec 0,5 \Delta] - Rc \dots\dots\dots (5.20)$$

$$Es = [(1200 \text{ m} + 0,383 \text{ m}) \sec (0,5 \times 40,397)] - 1200 \text{ m}$$

$$Es = 79,04 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Es**

Ts perhitungan	=	Ts lapangan	
79,04 m	=	79,04 m	(Ok)

➤ **Menentukan nilai Lc**

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan :

$$Lc = \frac{\Delta - 2 \emptyset S}{180} \times \pi \times Rc \dots\dots\dots (5.21)$$

$$Lc = \frac{40,397 - 2,507}{180} \times 3,14 \times 1200$$

$$Lc = 740,70 \text{ cm}$$

➤ **Kontrol Lc**

Ts perhitungan	=	Ts lapangan
740,70 m	=	740,70 m

➤ **Menentukan nilai L total**

Nilai Ltotal dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_{total} = Lc + 2Ls \dots\dots\dots (5.22)$$

$$L_{total} = 740,70 \text{ m} + 2 (105 \text{ m})$$

$$L_{total} = 950,70 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Ltotal**

Ltotal perhitungan	=	Ltotal Lapangan
950,70 m	=	950,70 m (Ok)

➤ **Kontrol**

Spiral-Circle-Spiral dapat di kontrol dengan :

Ltotal	<	2Ts
950,70 m	<	2 x 564,44 m
950,70 m	<	1128,88 m (Ok)

5.2.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal (Potongan Memanjang), adalah bidang tegak yang melalui as jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Potongan memanjang ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan lengkung vertikal dan bila ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan) atau

landai negatif (turunan) atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung dan lengkung cembung. Kalau pada alinyemen horizontal yang merupakan bagian KRITIS adalah lengkung horizontal (bagian tikungan), maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian KRITIS justru pada bagian yang lurus.

Tabel 5. 8 Elevasi Lengkung Vertikal

STA X	ELEVASI Y	ΔH
8639,921	9,136	-0,726
9123,557	9,862	
9348,706	16,616	-6,754
9527,806	16,616	0
9799,447	8,467	8,149
10338,936	9,276	-0,809
10919,436	8,405	0,871
11193,127	16,616	-8,211
11503,355	16,616	0
11776,144	8,432	8,184
12000	8,768	-0,336

Sumber: Hasil Perhitungan

a. Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung

STA 09+123,557 (P1)

Kecepatan rencana (V) = 80 km/jam

Jarak pandang henti (JPH) = 120 m (Tabel)

Jarak pandang mendahului (JPM) = 550 m (Tabel)

L lapangan = 86 m

➤ **Perbedaan Kelandaian**

Garis 1

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_2 - X_1 \dots\dots\dots (5.23) \\ &= \text{STA } 9123.557 - \text{STA } 8639.921 \\ &= 483,636\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Y &= Y_2 - Y_1 \dots\dots\dots (5.24) \\ &= 9,862 - 9.136 \\ &= 0,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G1 &= \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots (5.25) \\ &= \frac{0,276}{483,636} \times 100\% \\ &= 0,15\%\end{aligned}$$

Garis 2

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_2 - X_1 \\ &= \text{STA } 9348,706 - \text{STA } 9123.557 \\ &= 225,149\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Y &= Y_2 - Y_1 \\ &= 16,616 - 9,862 \\ &= 6,754\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G2 &= \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100\% \\ &= \frac{6,754}{225,149} \times 100\% \\ &= 3\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= G_2 - G_1 \dots\dots\dots (5.26) \\ &= 3 - ,15 \\ &= 2,85\% \text{ (Cekung)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PPV} &= 9123,557 \\ \text{Elevasi PPV} &= 9,862\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} L \dots\dots\dots (5.27) \\ &= 9123,557 - \frac{1}{2} \times 86 \\ &= 9123,557 - 43 \\ &= 9080.562\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PPV} - \left(\frac{1}{2} \times L \times G1 \right) \dots\dots (5.28) \\ &= 9,862 - \left(\frac{1}{2} \times 86 \times 0,15 \right) \\ &= 9.797\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} L \dots\dots\dots (5.29) \\ &= 9123,557 + \frac{1}{2} \times 86 \\ &= 9123,557 + 43 \\ &= 9166.552\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi PTV} &= \text{Elevasi PPV} + \left(\frac{1}{2} \times L \times G2 \right) \\ &= 9,862 + \left(\frac{1}{2} \times 86 \times 3 \right) \\ &= 11.152\end{aligned}$$

➤ Perhitungan Detail Alinyment Vertikal

$$\begin{aligned}\text{L Detail} &= L / 4 \\ &= 86 / 4 \\ &= 21,50\end{aligned}$$

Dilihat dari PLV

$$\begin{aligned}\text{X1} &= \text{STA PLV} + \text{L Detail} \\ &= 9080.562 + 21,50 \\ &= 9102.06\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Y1} &= \frac{A \times X1^2}{200 \times L} \\ &= \frac{2,85 \times 9102,06^2}{200 \times 86} \\ &= 0,08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Detail} &= \text{El.PLV} + (G1/100 \times X1) + Y1 \\
 &= 9,797 + (0,15/100 \times 21,50) + 0,08 \\
 &= 9.906
 \end{aligned}$$

Dilihat dari PLV

$$\begin{aligned}
 X2 &= \text{STA PLV} + 2 \times L \text{ Detail} \\
 &= 9080.562 + 43 \\
 &= 9123,56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y2 &= \frac{A \times X2^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{2,85 \times 9123,56^2}{200 \times 86} \\
 &= 0,306
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Detail} &= \text{El.PLV} + (G1/100 \times X1) + Y2 \\
 &= 9,797 + (0,15/100 \times 43) + 0,306 \\
 &= 10.168
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung

STA 09+348,705 (P2)

$$\text{Kecepatan rencana (V)} = 80 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jarak pandang henti (JPH)} = 120 \text{ m (Tabel)}$$

$$\text{Jarak pandang mendahului (JPM)} = 550 \text{ m (Tabel)}$$

$$L \text{ lapangan} = 135 \text{ m}$$

➤ **Perbedaan Kelandaian**

Garis 1

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X2 - X1 \\
 &= \text{STA } 9348,706 - \text{STA } 9123,557 \\
 &= 225,149
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y &= Y2 - Y1 \\
 &= 16,616 - 9,862 \\
 &= 0,726
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G1 &= \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100\% \\
 &= \frac{6,754}{225,149} \times 100\% \\
 &= 3\%
 \end{aligned}$$

Garis 2

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X2 - X1 \\
 &= \text{STA } 9527,806 - \text{STA } 9348,706 \\
 &= 179,1 \\
 \Delta Y &= Y2 - Y1 \\
 &= 16,616 - 16,616 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G2 &= \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100\% \\
 &= \frac{0}{179,1} \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= G2 - G1 \\
 &= 0 - 3 \\
 &= -3\% \text{ (Cembung)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= 135 \text{ m} \\
 \text{STA PPV} &= 9348,706 \\
 \text{Elevasi PPV} &= 16,616
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV} - \frac{1}{2} L \\
 &= 9348,706 - \frac{1}{2} \times 135 \\
 &= 9348,706 - 67,5 \\
 &= 9281,211
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PPV} - \left(\frac{1}{2} \times L \times G1 \right) \\
 &= 16,616 - \left(\frac{1}{2} \times 135 \times 3 \right) \\
 &= 14,591
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} L \\
 &= 9348,706 + \frac{1}{2} \times 135 \\
 &= 9348,706 + 67,5 \\
 &= 9416,201
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PTV} &= \text{Elevasi PPV} + \left(\frac{1}{2} \times L \times G2 \right) \\
 &= 16,616 + \left(\frac{1}{2} \times 135 \times 0 \right) \\
 &= 16,616
 \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Detail Alinyment Vertikal**

$$\begin{aligned}
 L \text{ Detail} &= L / 4 \\
 &= 135 / 4 \\
 &= 33,75
 \end{aligned}$$

Dilihat dari PLV

$$\begin{aligned}
 X1 &= \text{STA PLV} + L \text{ Detail} \\
 &= 9281,211 + 33,75 \\
 &= 9314,96
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y1 &= \frac{A \times X1^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{3 \times 33,75^2}{200 \times 135} \\
 &= 0,13
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Detail} &= \text{El.PLV} + (G1/100) \times X1 - Y1 \\
 &= 9,862 + (0,15/100) \times (33,75) + 0,13 \\
 &= 15,447
 \end{aligned}$$

Dilihat dari PLV

$$\begin{aligned}
 X2 &= \text{STA PLV} + 2 \times L \text{ Detail} \\
 &= 9281,211 + 67,50 \\
 &= 9348,71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y2 &= \frac{A \times X2^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{3 \times 67,50^2}{200 \times 135} \\
 &= 0,506
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Detail} &= \text{El.PLV} + (G1/100 \times X2) + Y2 \\
 &= 14,591 + (3/100 \times 67,50) + 0,506 \\
 &= 16,110
 \end{aligned}$$

Di lihat dari PTV

$$\begin{aligned}
 X3 &= \text{STA PTV} - L \text{ detail} \\
 &= 9416,201 - 33,75 \\
 &= 9382,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y3 &= \frac{A \times X2^2}{200 \times L} \\
 &= \frac{3 \times (135 - 1,24)^2}{200 \times 135} \\
 &= 0,13
 \end{aligned}$$

Elevasi Detail

$$\begin{aligned}
 &= \text{El.PPV} - (G1/100) \times (X3 - 0,05 \times L) - Y3 \\
 &= 16,616 + (0,3/100) \times (101,24 - 0,05 \times 135) - 0,1 \\
 &= 16,489
 \end{aligned}$$

➤ **Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal**

No	STA X	ELEVASI Y	ΔX (X2-X1)	ΔV (Y2-Y1)	G $(\Delta Y/\Delta X) \times 100$	A (G2-G1)	K	L	KETERANGAN
	8639.92	9.136	483.636	0.726	0.15				
1	9123.557	9.862	225.149	6.754	3.000	2.850	30.175	86.0	CEKUNG
2	9348.706	16.616	179.1	0	0.000	-3.000	45	-135.0	CEMBUNG
3	9527.806	16.616	271.641	-8.149	-3.000	-3.000	45	-135.0	CEMBUNG
4	9799.447	8.467	539.489	0.809	0.150	3.150	30.159	95.0	CEKUNG
5	10338.936	9.276	580.5	-0.871	-0.150	-0.3	333.33	-100.0	CEMBUNG
6	10919.436	8.405	273.691	8.211	3.000	3.150	30.159	95.0	CEKUNG
7	11193.127	16.616	310.228	0	0.000	-3.000	45	-135.0	CEMBUNG
8	11503.355	16.616	272.789	-8.184	-3.000	-3.000	45	-135.0	CEMBUNG
9	11776.144	8.432	223.856	0.336	0.150	3.150	30.159	95.0	CEKUNG
	12000	8.768							

Sumber: Hasil Perhitungan

PLV		I/3 L		PPV		I/2 L		2/3 L		PTV	
STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi
9080.56	9.80	9102.06	9.91	9123.56	9.86	9123.56	10168.00	9145.05	10.58	9166.55	11.15
9281.21	14.59	9314.96	15.48	9348.71	16.62	9348.71	16.11	9382.45	16.49	9416.20	16.62
9460.31	16.62	9494.06	16.49	9527.81	16.62	9527.81	16.11	9561.56	15.48	9595.30	15.59
9751.95	9.89	9775.70	9.26	9799.45	8.47	9799.45	8.81	9823.20	8.59	9846.95	8.54
10288.94	9.20	10313.94	9.23	10338.94	9.28	10338.94	9.24	10363.94	9.23	10388.93	9.20
10871.93	8.48	10895.68	8.53	10919.44	8.41	10919.44	8.74	10943.14	9.20	10966.94	9.83
11125.63	14.59	11159.38	15.48	11193.13	16.62	11193.13	16.11	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	11503.36	0.00	11503.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber: Hasil Perhitungan

5.3. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Sebagai langkah awal perkerasan kaku, di butuhkan data pertumbuhan lalu lintas sampai akhir umur rencana. Data tersebut di dapatkan dari buku laporan akhir jalan lingkaran luar timur Surabaya dengan masing-masing pertumbuhan sebagai berikut :

- a. Golongan I : 4%
- b. Golongan II : 5%
- c. Golongan III : 5%
- d. Golongan IV : 5%
- e. Golongan V : 5%

Tabel 5. 9 LHR kendaraan lalu-lintas Jalan Lingkaran Luar Timur Surabaya

Uraian		LHR 2013	LHR 2014	LHR 2015	LHR 2016	LHR 2017	LHR 2018
LHR Jalan Tol	Gol I	4680	4868	5062	5265	5475	5694
	Gol II	701	736	765	796	827	860
	Gol III	286	300	312	325	338	351
	Gol IV	148	155	161	168	174	181
	Gol V	51	54	56	58	60	63
LHR Matrik OD		7121	7477	7776	8087	8410	8747
LHR Kendaraan Berat Jalan Arterti		1771	1859	133	2011	2091	2175

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari nilai pertumbuhan lalu-lintas (i) dapat di gunakan untuk menentukan factor pertumbuhan lalu lintas (R) untuk mendapatkan nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN). Untuk perkerasan kaku beban lalu-lintas rencana yang di gunakan adalah yang melebihi 5 ton. Karena itu kendaraan golongan I tidak masuk dalam perhitungan.

Jumlah kendaraan LHR golongan I ditambah LHR dari matrik OD jadi $5694 + 8747 = 14441$. Dan LHR kendaraan berat jalan arterti di asumsikan 50% masuk

kedalam golongan IV, dan 50% masuk kedalam golongan V. Jadi jumlah kendaraan LHR matrik OD 2175 di bagi 2, yaitu 1087. Jadi untuk golongan IV yaitu $181 + 1087 = 1269$, dan untuk golongan V yaitu $63 + 1087 = 1150$

Tabel 5. 10 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga

No	Golongan	Berat Total Max (Ton)
1	Golongan I	2
2	Golongan II	18,2
3	Golongan III	25
4	Golongan IV	32
5	Golongan V	42

Tabel 5. 11 Pembagian Beban Sumbu /As (Berdasarkan Penukuran Beban)

No	Jenis Kendaraan	Jenis As
1	Kendaraan ringan	STRT STRT
2	Truk 2 gandar	STRT STRG
3	Truk 3 gandar	STRT STdRG
4	Truk 4 gandar	STRT STRG
5	Truk 5 gandar	STRT STRG STdRG

5.3.1. Perhitungan Distribusi Beban Sumbu Kendaraan

Dalam survei muatan maksimum kendaraan digunakan untuk mengetahui angka ekuivalen untuk tiap jenis kendaraan, berikut perhitungan distribusi beban sumbu pada tiap jenis kendaraan :

➤ Golongan I

Muatan maksimal = 2 ton = 2000 kg , Total 2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 50\% \times 2 \text{ ton} \\ &= 1 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STRT)} &= 50\% \times 2 \text{ ton} \\ &= 1 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Golongan II

Muatan maksimal = 18,2 ton = 18200 kg , Total 18,2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 34\% \times 18,2 \text{ ton} \\ &= 6,19 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STRG)} &= 66\% \times 18,2 \text{ ton} \\ &= 12,01 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ **Golongan III**

Muatan maksimal = 25 ton = 25000 kg , Total 25 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

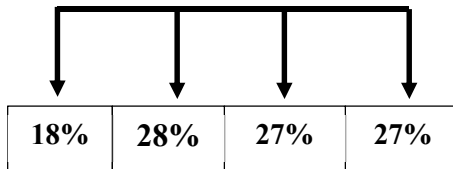


$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 25\% \times 25\text{ton} \\ &= 6,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STdRG)} &= 75\% \times 25\text{ton} \\ &= 18,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ **Golongan IV**

Muatan maksimal = 31,4 ton = 31400 kg , Total 31,4 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 18\% \times 31,4\text{ton} \\ &= 5,65 \text{ ton} \end{aligned}$$

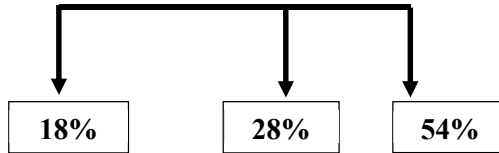
$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STRG)} &= 28\% \times 31,4\text{ton} \\ &= 8,79 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STRG)} &= 27\% \times 31,4\text{ton} \\ &= 8,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sumbu belakang (STRG)} &= 27\% \times 31,4\text{ton} \\ &= 8,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ **Golongan V**

Muatan maksimal = 42 ton = 42000 kg , Total 42 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan (STRT) = $18\% \times 42 \text{ ton}$
 = 7,56 ton
 Beban Sumbu belakang (STRG) = $28\% \times 42 \text{ ton}$
 = 11,76 ton
 Beban Sumbu belakang (STdRG) = $54\% \times 42 \text{ ton}$
 = 22,68 ton

Tabel 5. 12 perhitungan konfigurasi beban sumbu

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban sumbu (ton)			
	RD (Ton)	RB (Ton)	RGD (Ton)	RGB (Ton)
Golongan I	1.00	1.00		
Golongan II	6.19	12.01		
Golongan III	6.25	18.75		
Golongan IV	5.65	8.79	8.48	8.48
Golongan V	7.56	11.76		22.68

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan :

RD = Roda depan
 RB = Roda belakang
 RGD = Roda gandeng depan
 RGB = Roda gandeng belakang
 BS = Beban sumbu

JS	= Jumlah sumbu
STRT	= Sumbu tunggal roda tunggal
STRG	= Sumbu tunggal roda ganda
STdRG	= Sumbu tandem roda ganda

5.3.2. Analisa CBR

Pada perencanaan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, Untuk perhitungan pelat beton pada jalan. CBR yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 5. 13 Data CBR

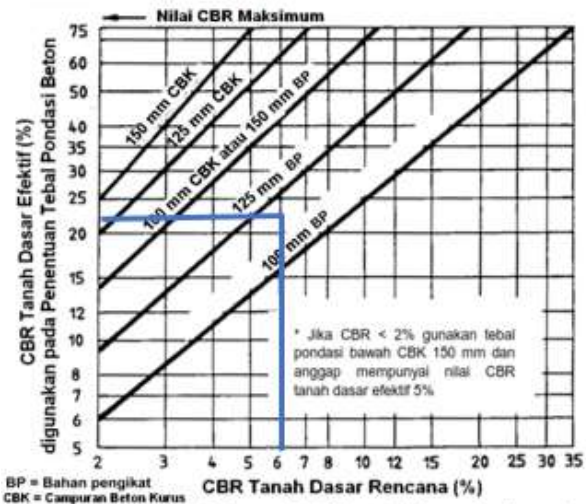
No	STA	CBR Max	CBR Mean	CBR Min
1	09+200	8,5	6,1	3,7
2	10+500	13,1	7,6	2,1
3	12+000	22,8	12,5	3,7

Sumber: Data

Dari table diatas diketahui nilai CBR tanah asli yaitu 2,32%. Selanjutnya menentukan nilai CBR tanah dasar yaitu 6% karena bahan yang digunakan untuk timbunan layer paling atas adalah agregat kelas A. Setelah diketahui nilai CBR tanah kemudian menentukan nilai repetisi sumbu untuk mengetahui tebal pondasi bawah minimum. Langkah selanjutnya adalah mencari CBR tanah efektif dengan cara memplotkan pada tabel, berikut ini adalah tabelnya :



Gambar 2. Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen



Gambar 5. 1 Grafik CBR Tanah Efektif

5.3.3. Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek ini adalah bahan pengikat (BP) sesuai dengan PdT – 14 – 2003.

- I. 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 tebang dan slag yang di haluskan.

- II. Campuran beraspal bergradasi rapat (dense-graded-ashpalt)
- III. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 Kg/ cm²)

Digunakan bahan pengikat berupa (III) campuran beton kurus.

5.3.4. Beton Semen

Kekuatan beton yang digunakan untuk perencanaan jalan pada proyek akhir ini adalah K-350

5.3.5. Umur Rencana

Perencanaan jalan dengan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada proyek akhir ini adalah 35 tahun

5.3.6. Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Per Hari Pada Saat Jalan di Buka (JSKNH)

Dibawah ini adalah tabel Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebanya :

Tabel 5. 14 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebanya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban sumbu (ton)				Jmh Kend (bh)	Jmh Sumbu per kendaraan (bh)	Jmh Sumbu (JSKNH) (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
								ton	bh	ton	bh	ton	bh
Golongan I	1.00	1.00			14441	2	28882	(Kendaraan Golongan I Tidak di Hitung karena < 4 Ton)					
Golongan II	6.19	12.01			860	2	1721	6.19	860	12.01	860		
Golongan III	6.25	18.75			351	3	1054	6.25	351			18.75	351
Golongan IV	5.65	8.79	8.48	8.48	1269	4	5075	5.65	1269	8.79	1269		
										8.48	1269		
										8.48	1269		
Golongan V	7.56	11.76		22.68	1150	4	4600	7.56	1150	11.76	1150	22.68	1150
Jumlah sumbu kendaraan niaga saat jalan di buka (JSKNH)							12450	3631	5817	1501			

Sumber : Hasil Perhitungan

Jadi berdasarkan perhitungan pada tabel diatas jumlah sumbu kendaraan niaga saat jalan mulai di buka pada tahun 2018 adalah sebesar 12450

5.3.7. Faktor Pertumbuhan Komulatif (R)

Faktor pertumbuhan komulatif lalu-lintas mempunyai rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1 + 0,05)^{UR} - 1}{i}$$

Keterangan :

R : Faktor pertumbuhan komulatif Umur rencana (tahun)

UR : Umur rencana (tahun) = 35 tahun

I : Laju pertumbuhan lalulintas pertahun dalam % = 5%

$$R = \frac{(1 + 0,05)^{35} - 1}{5\%} = 90,32$$

5.3.8. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi (C)

Lajur rencana dan koefisien distribusi dapat di tentukan dengan tabel di bawah ini, adalah sebesar 0,5 dengan lebar perkerasan $8,25 \leq LP \leq 11,25$ m

Tabel 5. 15 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C)

Lebar Perkerasan (LP)	Jumlah Lajur	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} < L_p < 8,25$ m	2 lajur	0.7	0.5
$8,25 \text{ m} < L_p < 11,25$ m	3 lajur	0.5	0.475
$11,23 \text{ m} < L_p < 15,00$ m	4 lajur	-	0.45
$15,00 \text{ m} < L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0.425
$18,75 \text{ m} < L_p < 22,00$ m	6 lajur	-	0.4

5.3.9. Perhitungan Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana (JSKN)

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana 35 tahun adalah sebagai berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

$$JSKN = 1721 \times 365 \times 90,32 \times 0,5$$

$$JSKN = \underline{\underline{205218311.42}}$$

Keterangan :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan di buka

R = Faktor pertumbuhan komulatif

C = Koefisien distribusi kendaraan

5.3.10. Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Berikut ini adalah hasil perhitungan repetisi sumbu yang terjadi :

Tabel 5. 16 Perhitungan Repetisi Sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII) = (IV) x (V) x (VI)
STRT	6.19	860	0.2370	0.331594359	205218311.4	16128193.5
	6.25	351	0.0967			6582513.237
	5.65	1269	0.3495			23781314.87
	7.56	1150	0.3168			21557212.81
Total STRT		3631	1			68049234.43
STRG	12.01	860	0.1479	0.531284709	205218311.4	16128193.5
	8.79	1269	0.2181			23781314.87
	8.48	1269	0.2181			23781314.87
	8.48	1269	0.2181			23781314.87
	11.76	1150	0.1977			21557212.81
Total STRG		5817	1			109029350.9

STdRG	18.75	351	0.2339	0.137120932	205218311.4	6582513.237
	22.68	1150	0.7661			21557212.81
Total STdRG		1501	1			28139726.05
Total		10949	3			205218311.4

Sumber = Hasil Perhitungan

a. Proporsi Beban

Proporsi beban di dapatkan dari hasil pembagian antara jumlah sumbu tiap beban di bagi dengan total keseluruhan jumlah sumbu, seperti dibawah ini:

$$\text{Proporsi beban} = \frac{\text{Jumlah sumbu dari suatu beban}}{\text{Jumlah keseluruhan sumbu}}$$

✓ Pada STRT :

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 6,19 \text{ ton}) &= \frac{860}{3631} \\ &= 0,2370 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 6,25 \text{ ton}) &= \frac{351}{3631} \\ &= 0,0967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 6,19 \text{ ton}) &= \frac{1269}{1150} \\ &= 0,3945 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 6,19 \text{ ton}) &= \frac{172}{3631} \\ &= 0,3168 \end{aligned}$$

✓ Pada STRG :

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 12,01 \text{ ton}) &= \frac{860}{5817} \\ &= 0,1479 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 8,79 \text{ ton}) &= \frac{1269}{5817} \\ &= 0,2181 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 8,48 \text{ ton}) &= \frac{1269}{5817} \\ &= 0,2181 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 8,48 \text{ ton}) &= \frac{1269}{5817} \\ &= 0,2181 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 11,76 \text{ ton}) &= \frac{1150}{5817} \\ &= 0,1977 \end{aligned}$$

✓ Pada STdRG :

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 18,75 \text{ ton}) &= \frac{351}{1501} \\ &= 0,2339 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proporsi beban}(\text{beban sumbu } 22,68 \text{ ton}) &= \frac{1150}{1501} \\ &= 0,7611 \end{aligned}$$

b. Proporsi Sumbu

Proporsi sumbu didapatkan dari perhitungan yaitu hasil bagi antara total keseluruhan jumlah sumbu di bagi total jumlah sumbu keseluruhan jenis kendaraan, berikut adalah perhitungan proporsi sumbu :

$$\begin{aligned} \text{Proporsi Sumbu} \\ &= \frac{\text{Total jumlah sumbu dari suatu beban}}{\text{Total jumlah keseluruhan sumbu}} \end{aligned}$$

✓ Pada STRT :

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{3631}{10949} = 0,331$$

✓ Pada STRG :

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{819}{10949} = 0,531$$

✓ Pada STdRG :

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{1501}{10949} = 0,137$$

5.3.11. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan beban (Fkb). Faktor keamanan beban ini digunakan untuk tingkat reliabilitas. Faktor keamanan beban dapat dilihat di tabel berikut ini :

Tabel 5. 17 Faktor Keamanan Beban

No.	penggunaan	Nilai F _{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan bertajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei 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

5.3.12. Perhitungan Tebal Plat Beton

- Jenis Perkerasan = Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)
- Jenis bahu = Bahu beton
- Umur rencana = 35 tahun
- Kuat tekan beton (f_c) = 350 kg/cm²
- Kuat tekan beton (f_c') = 0,83 x 35 = 29,05 Mpa
- Kuat tarik lentur (f_{ct}) = $K\sqrt{f_c'}$

$$= 0,75\sqrt{29,05}$$

$$= 4,04 \text{ Mpa}$$

(K = Konstanta, 0,7 untuk agregat tidak pecah 0,75 untuk agregatpecah)

- Faktor keamanan beban = 1,2
- JSKN = 28363757.83
- CBR tanah dasar = 6%
- CBR tanah efektif = 23%
- Tebal tafsiran pelat beton = 22cm

Perhitungan tebal pelat beton 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 sebagai berikut ini :

- Kolom jenis sumbu = Pembagian jenis-jenis sumbu pada setiap as jenis kendaraan yaitu STRT,STRG, dan STdRG
- Kolom beban sumbu = Beban sumbu yang diambil dari masing-masing jenis kendaraan
- Kolom beban rencana = Beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan (Fk) = 1,2
- Kolom repetisi beban = Repetisi beban yang diambil merupakan jumlah repetisi yang terjadi pada masing-masing kombinasi konfigurasi sumbu kendaraan.
- Kolom factor tegangan dan erosi (TE) dan factor erosi (FE) dapat di lihat di buku Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003 dan FRT di dapat dari :

$$FRT = \frac{TE}{\text{Kuat Tarik Lentur Beton}}$$

- Kolom repetisi beban ijin pada analisa fatik dan erosi dapat dilihat di dalam nomogram yang ada di dalam buku Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003. Pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui

repetisi beban ijin. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas nomogram, maka analisis tersebut memiliki nilai tidak terbatas (TT)

- Kolom persen rusak di analisa fatik dan erosi = persen rusak pada analisa fatik menunjukkan factor adanya kerusakan, apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada factor fatigue dan erosi tidak boleh lebih dari 100%. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya :

$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin dalam analisa fatik}} \times 100\%$$

$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin dalam analisa erosi}} \times 100\%$$

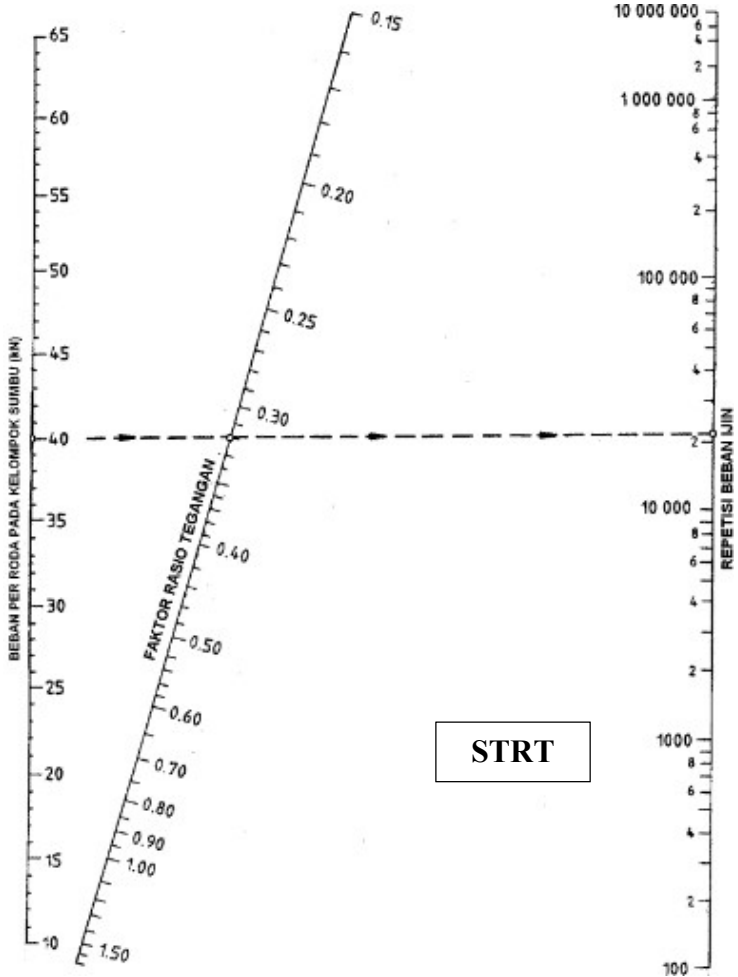
a. Tebal Taksiran Plat Beton Sebesar 33 cm

Tabel 5. 19 Perhitungan analisa fatik dan erosi

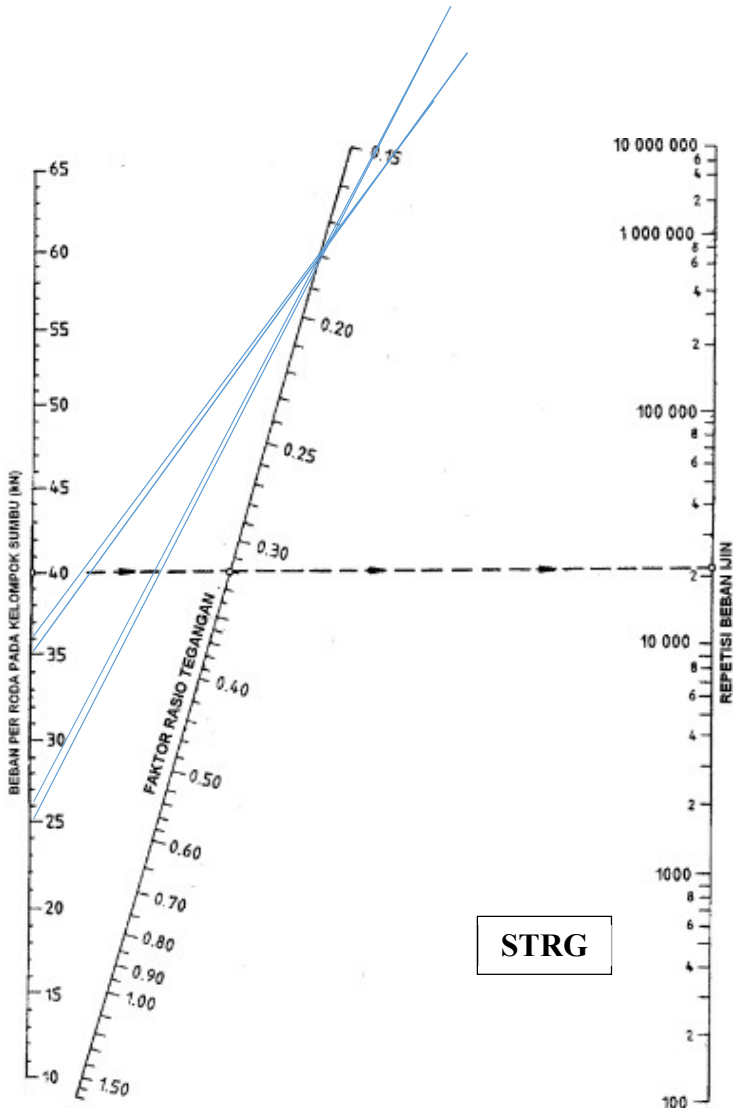
Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban	Repetisi	Faktor	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	ton	(kN)	Rencana	yang	Tegangan dan Erosi	Repetisi	Persen	Repetisi	Persen
			Per Roda (kN)	terjadi		Ijin	Rusak	Ijin	Rusak
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	6.19	61.88	37.13	16128194	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	6.25	62.50	37.50	6582513	0.4	TT	0.00%	TT	TT
	5.65	56.52	33.91	23781315	FRT :	TT	0.00%	TT	TT
	7.56	75.60	45.36	21557213	0.099	TT	0.00%	TT	TT
					FE :				
				1.41					
STRG	12.01	120.12	36.04	16128194	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	8.79	87.92	26.38	23781315	0.67	TT	0.00%	TT	TT
	8.48	84.78	25.43	23781315	FRT :	TT	0.00%	TT	TT
	8.48	84.78	25.43	23781315	0.17	TT	0.00%	TT	TT
	11.76	117.60	35.28	21557213	FE :	TT	0.00%	TT	TT
				2.01					
STdRG	18.75	187.50	28.13	6582513	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	22.68	226.80	34.02	21557213	0.6	TT	0.00%	20000000	107.79%
					FRT :				
					0.15				
					FE :				
				2.21					
TOTAL :							0%		107.79%
							<100%		<100%

Sumber = Hasil Perhitungan

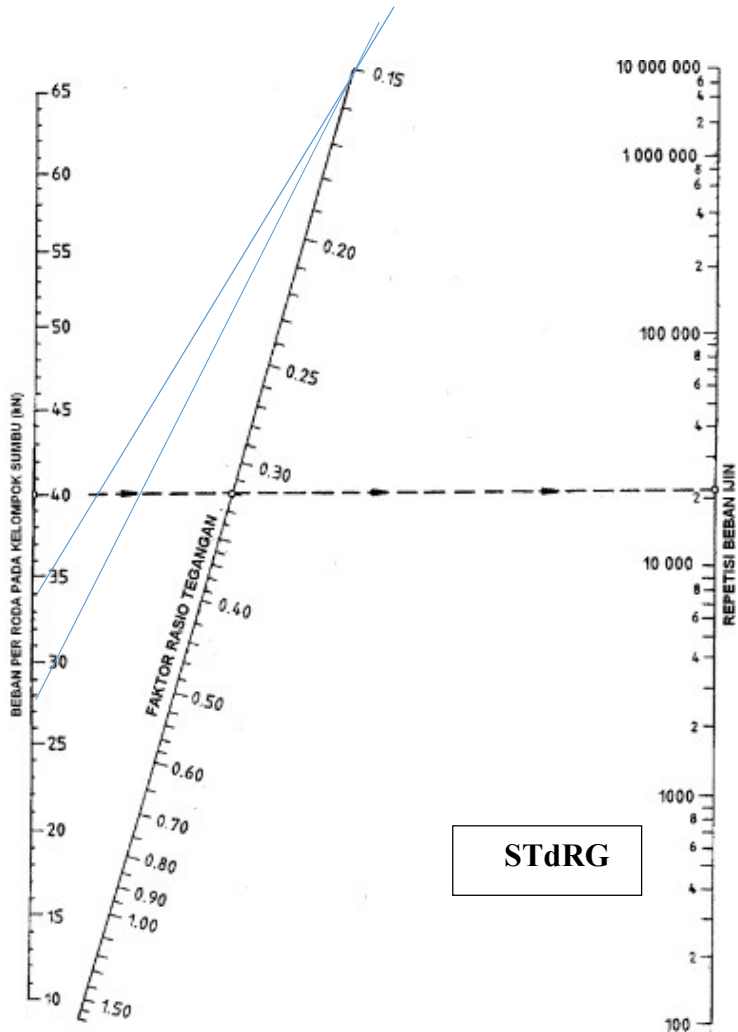
Dengan tebal plat beton 33 cm , terlihat presentasi erosi sebesar 107,79% > 100%. Maka tebal perkerasan tersebut tidak memenuhi (**TIDAK OKE**)



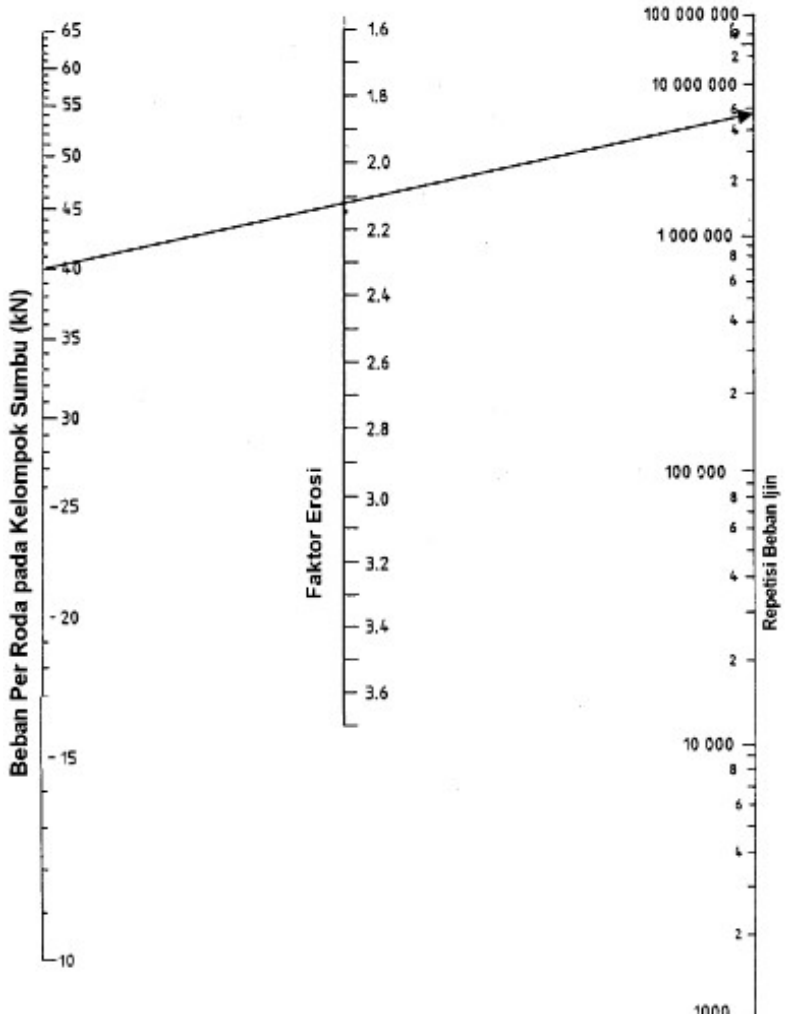
Gambar 5. 2 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



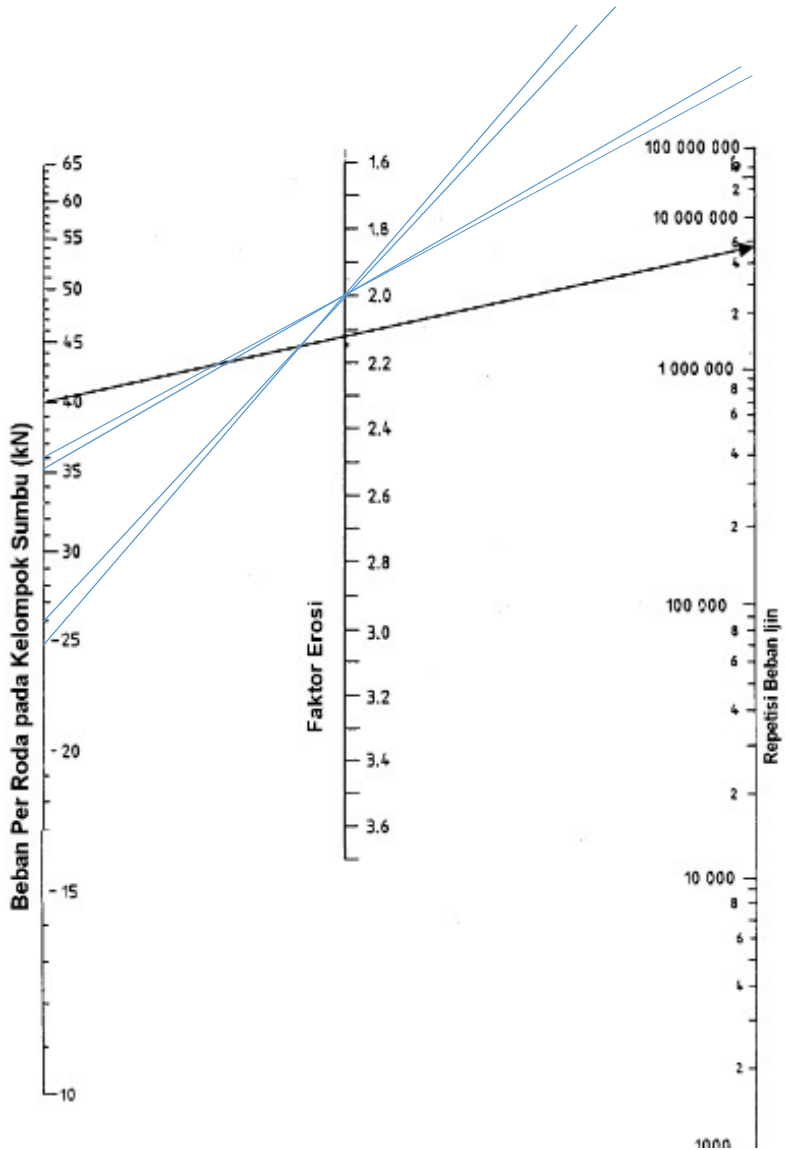
5. 3 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



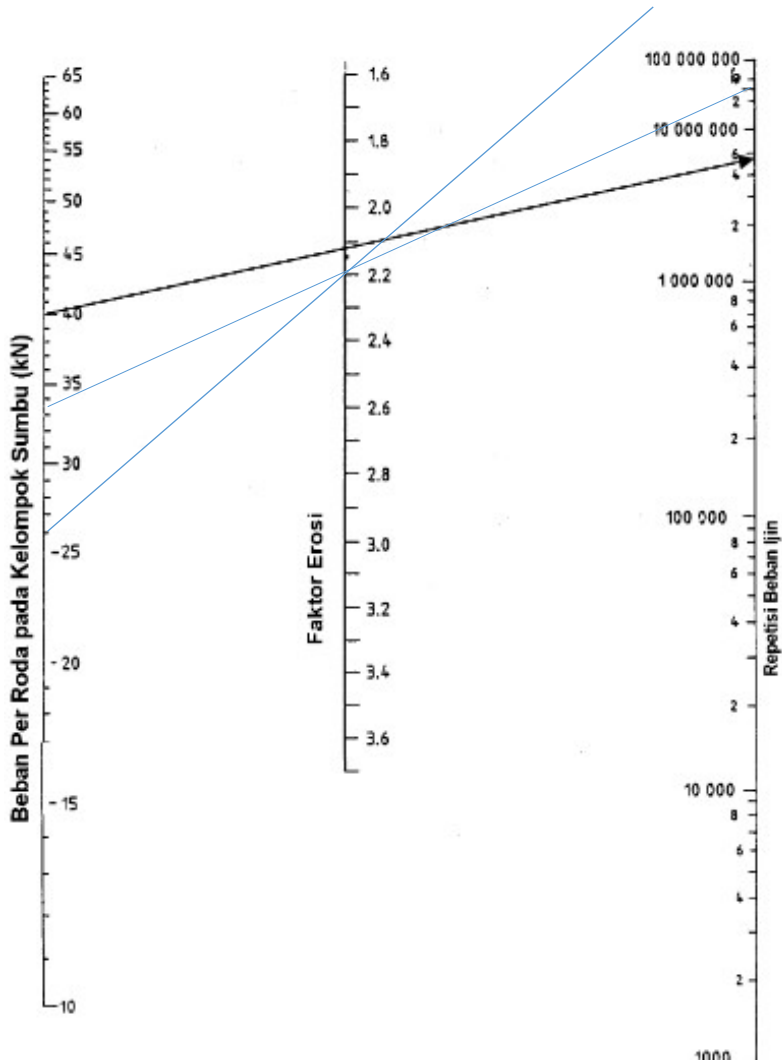
Gambar 5. 3 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



Gambar 5. 4 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton



Gambar 5. 5 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beto



Gambar 5. 6 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton

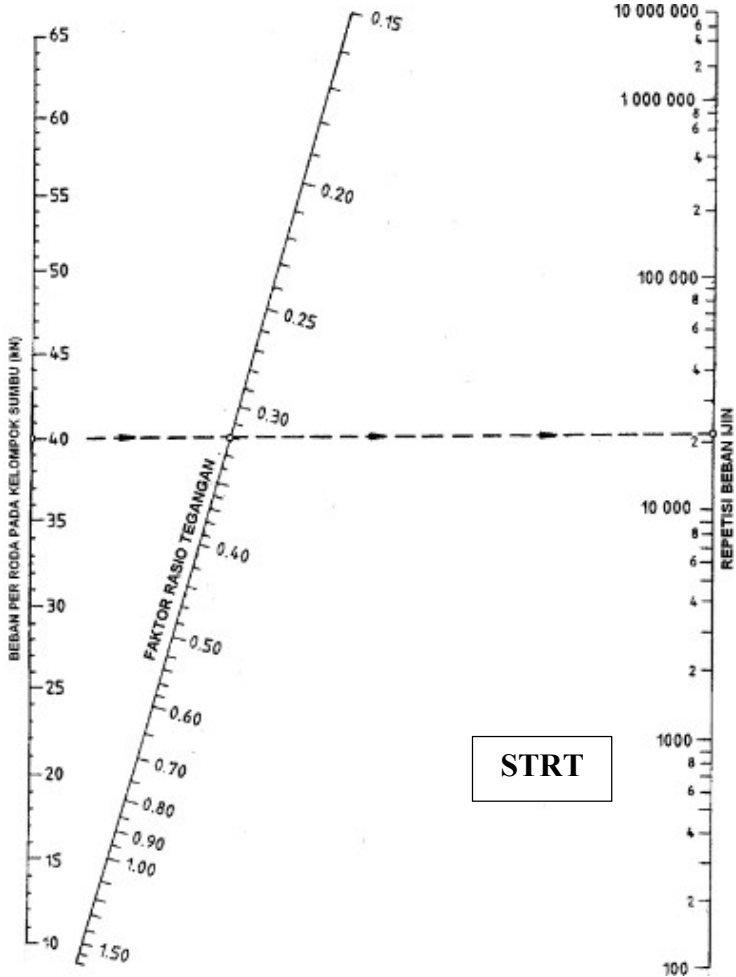
b. Tebal Taksiran Plat Beton Sebesar 34 cm

Tabel 5. 21 Perhitungan analisa fatik dan erosi

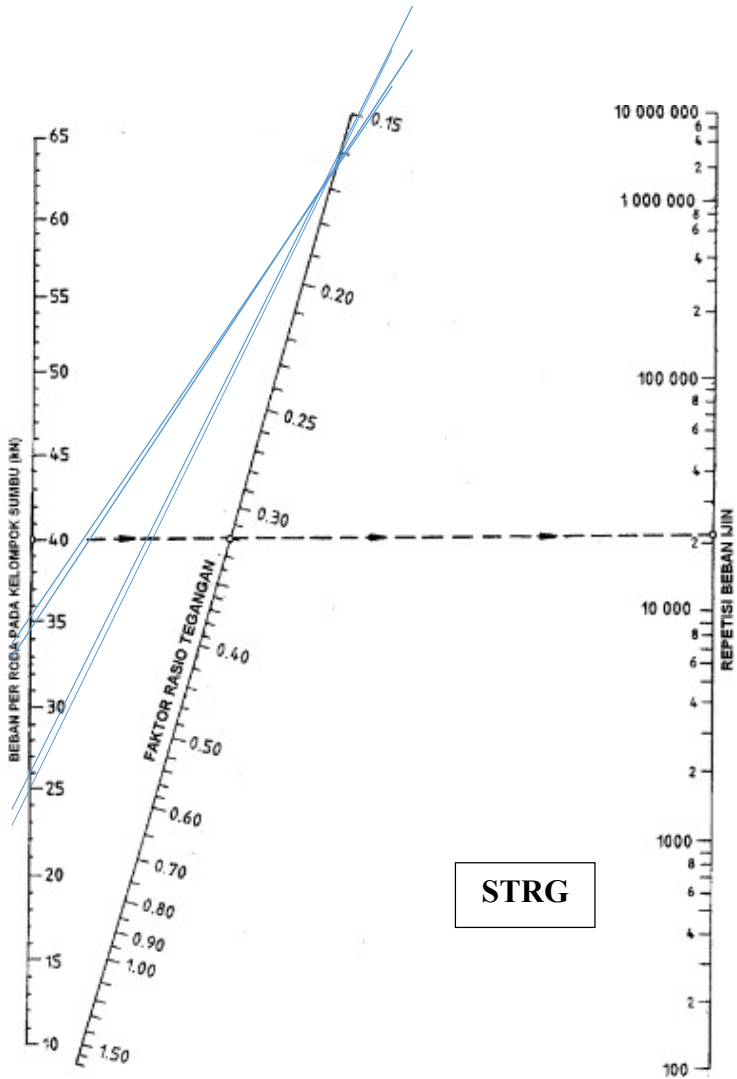
Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban	Repetisi	Faktor	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	ton	(kN)	Rencana Per Roda (kN)	yang terjadi	Tegangan dan Erosi	Repetisi	Persen	Repetisi	Persen
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	6.19	61.88	37.13	16128194	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	6.25	62.50	37.50	6582513	0.38	TT	0.00%	TT	TT
	5.65	56.52	33.91	23781315	FRT :	TT	0.00%	TT	TT
	7.56	75.60	45.36	21557213	0.094	TT	0.00%	TT	TT
					FE :				
				1.38					
STRG	12.01	120.12	36.04	16128194	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	8.79	87.92	26.38	23781315	0.64	TT	0.00%	TT	TT
	8.48	84.78	25.43	23781315	FRT :	TT	0.00%	TT	TT
	8.48	84.78	25.43	23781315	0.16	TT	0.00%	TT	TT
	11.76	117.60	35.28	21557213	FE :	TT	0.00%	TT	TT
				1.98					
STdRG	18.75	187.50	28.13	6582513	TE :	TT	0.00%	TT	TT
	22.68	226.80	34.02	21557213	0.6	TT	0.00%	50000000	43.11%
					FRT :				
					0.15				
					FE :				
				2.19					
TOTAL :							0%		43.11%
							< 100%		< 100%

Sumber = Hasil Perhitungan

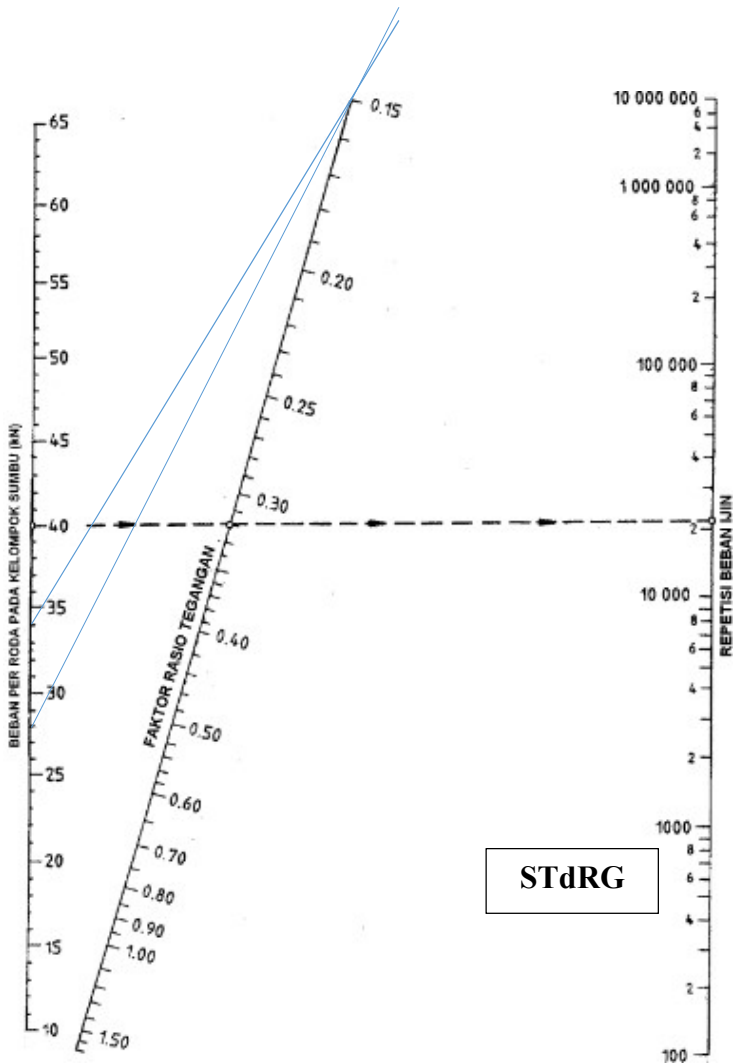
Dengan tebal plat beton 34 cm , terlihat presentasi erosi sebesar 43,11% < 100%. Maka tebal perkerasan tersebut memenuhi **(OKE)**



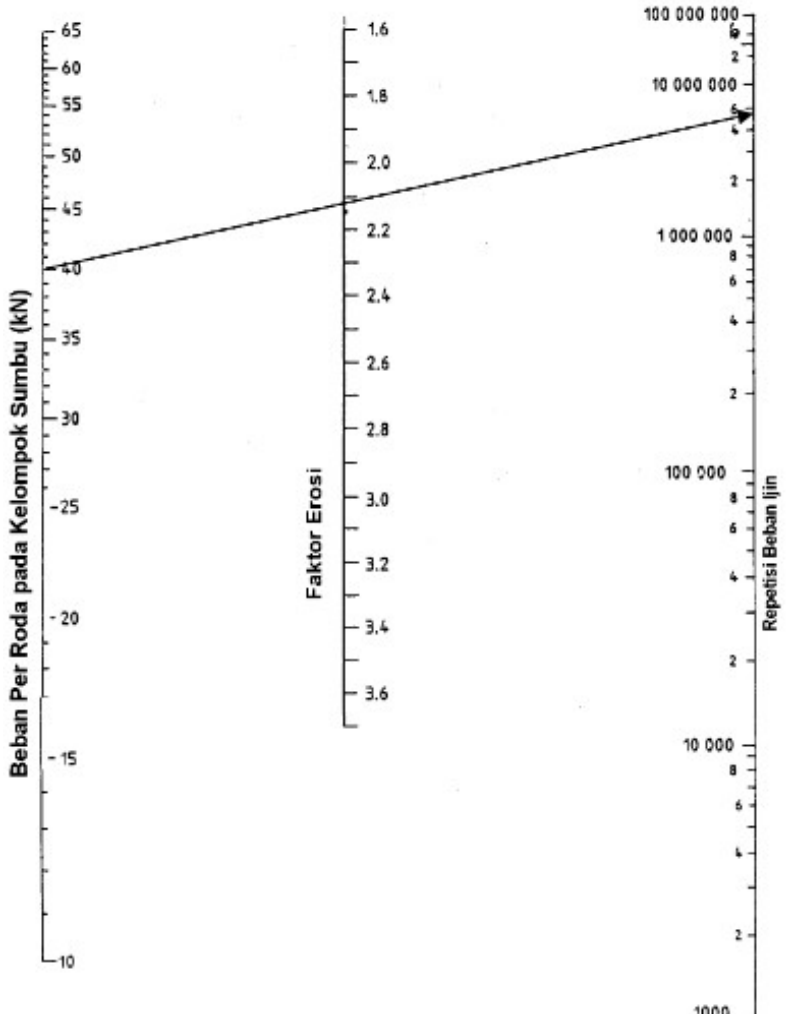
Gambar 5. 7 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



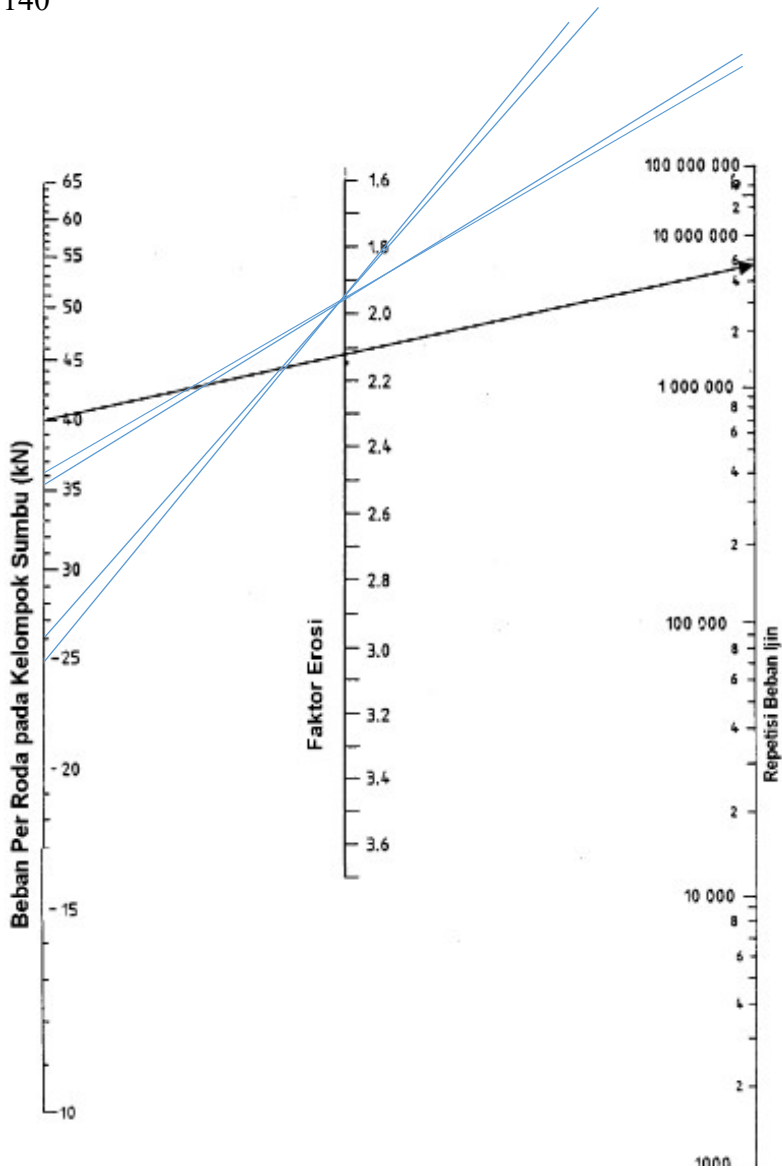
Gambar 5. 8 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



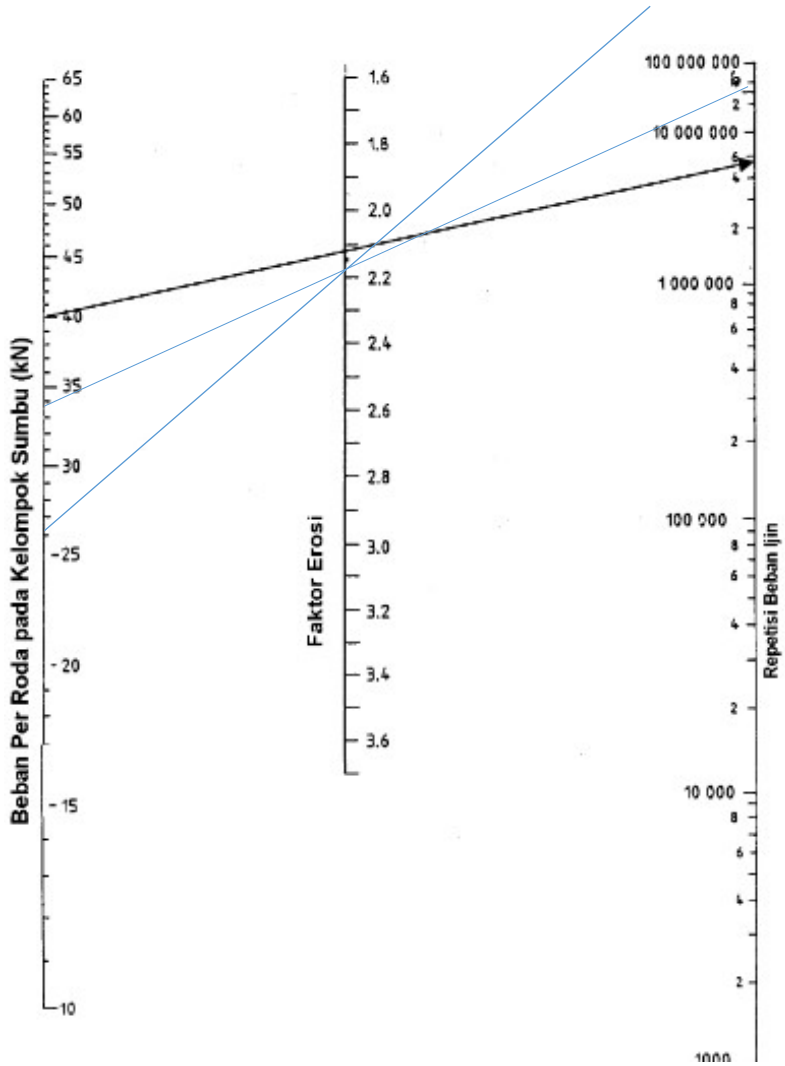
Gambar 5. 9 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan / Tanpa Bahu Beton



Gambar 5. 10 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton

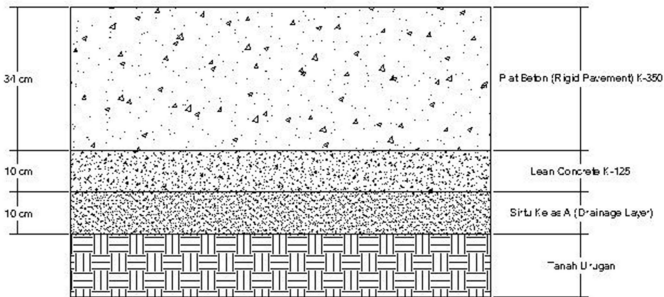


Gambar 5. 11 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton



Gambar 5. 12 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Dengan Bahu Beton

Gambar Perencanaan Tebal Perkerasan



Gambar 5. 13 Perencanaan Tebal Perkerasan

Sumber : Hasil Perhitungan

5.3.13. Perhitungan Sambungan

5.3.13.1.1. Perhitungan sambungan melintang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)(Dowel) :

Perhitungan penggunaan dowel sebagai penyambung atau peengikat pada sambungan plat beton dapat di lihat dari table berikut :

Tabel 5. 23 Diameter Ruji / Dowel

TEBAL PLAT PERKERASAN		Dowel					
Inci	mm	Diameter		Panjang		Jarak	
		Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	$1\frac{3}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	$1\frac{3}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	$1\frac{3}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
13	325	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Dari tabel di atas, dapat digunakan ruji/dowel dengan diameter maksimum yaitu 38 mm. Sambungan susut dipasang setiap jarak 3,75 m sesuai lebar lajur, ruji digunakan dengan ukuran panjang 45 cm. Jarak antar ruji adalah 30 cm, sesuai dengan peraturan di dalam tabel untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan.

5.3.13.1.2. *Perhitungan sambungan memanjang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)(Tie Bar) :*

Jarak antar sambungan (b)	= 4 m (Ketentuan)
Tebal plat (h)	= 340 mm = 0,34 m
Lebar plat	= 3 x 3,75 = 11,25 m
Mutu baja	= BJTU-24
Fy	= 40 Mpa
Berat isi beton	= 2400 kg/m ³

✓ Tie bar :

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 4\text{m} \times 0,34\text{m} \\ &= 277,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial dengan tulangan tiebar baja ulir **D16**

$$\begin{aligned} A_{izin} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 < 277,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial dengan tulangan tiebar baja ulir **D19**

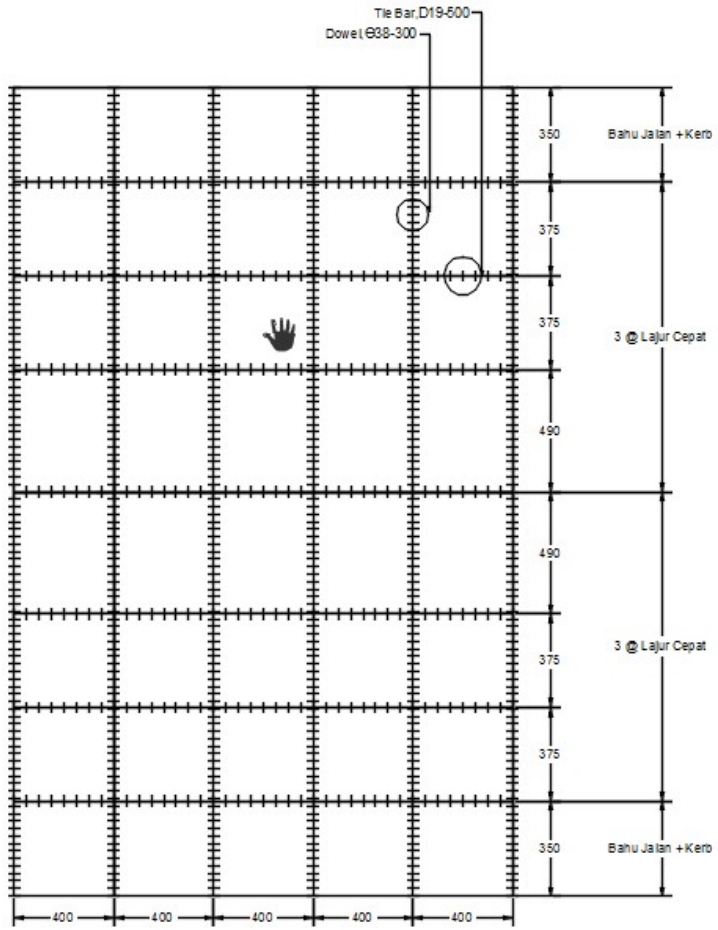
$$\begin{aligned} A_{izin} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 283,38 \text{ mm}^2 > 277,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar batang pengikat yang digunakan adalah 500 mm atau 50 cm, jadi panjang batang pengikat tie bars sebagai berikut :

$$\begin{aligned}L &= (38,3 \times \theta) + 50 \\ &= (38,3 \times 19) + 50 \\ &= 777,7 \text{ mm} = 780\text{mm} = 78\text{cm}\end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan sebagai berikut :

- ✓ Diameter tie bar = 19 mm
- ✓ Panjang tiap tie bar = 780 mm
- ✓ Jarak tiap tiebar = 500 mm



Gambar 5. 14 Detail Sambungan

5.4. Perencanaan Drainase

Drainase jalan merupakan bagian yang sangat penting pada perencanaan jalan. Drainase adalah system pengeringan dan pengaliran air yang berfungsi untuk mengendalikan kelebihan permukaan air. Permukaan air dalam sebuah konstruksi jalan harus sangat diperhatikan, karena jika air sampai menggenang di permukaan badan jalan, genangan air tersebut dapat merusak konstruksi jalan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan drainase jalan adalah, analisa curah hujan dan perencanaan dimensi saluran drainase agar dapat menampung jumlah debit air pada daerah tersebut. Perencanaan drainase dilakukan sesuai dengan acuan Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03 – 3424 – 1994.

5.4.1. Stasiun Daerah Tangkapan Hujan dan Curah Hujan Maksimum

Stasiun hujan yang masuk pada STA 9+000 s/d 12+000 adalah stasiun hujan Wonorejo Keputih. Berikut adalah curah hujan maksimum pada tiap-tiap stasiun :

Tabel 5. 25 Perhitungan Curah Hujan Daerah Wonorejo

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Wonorejo	$X_i - X_{mean}$	$(X_i - X_{mean})^2$
1	2003	76	16.8	282.4
2	2004	85	7.8	60.84
3	2005	90	2.8	7.84
4	2006	153	60.2	3624.04
5	2007	71	21.8	475.24
6	2008	68	24.8	615.04
7	2009	98	5.2	27.04
8	2010	98	5.2	27.04
9	2011	94	1.2	1.44
10	2012	95	2.2	4.84

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 n &= 10 \\
 \sum \text{Curah hujan harian maksimum} &= 928 \\
 \sum \text{Rata-rata} &= 5125.6
 \end{aligned}$$

1. Tinggi Hujan Maksimum Rata-rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{928}{10} = 92.8$$

2. Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\left(\frac{\sum Xi - Xi^2}{n}\right)} = \sqrt{\left(\frac{5125.6}{10}\right)} = 22.6$$

Tabel 5. 26 Perhitungan Curah Hujan Daerah Keputih

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Keputih	$X_i - X_{\text{mean}}$	$(X_i - X_{\text{mean}})^2$
1	2003	102	2	4
2	2004	58	42	1764
3	2005	110	10	100
4	2006	140	40	1600
5	2007	127	27	729
6	2008	90	10	100
7	2009	120	20	400
8	2010	90	10	100
9	2011	78	22	484
10	2012	85	15	225

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 n &= 10 \\
 \sum \text{Curah hujan harian maksimum} &= 1000 \\
 \sum \text{Rata-rata} &= 5506
 \end{aligned}$$

1. Tinggi Hujan Maksimum Rata-rata

$$X \text{ rata-rata} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1000}{10} = 1000$$

2. Standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\left(\frac{\sum Xi - X^2}{n}\right)} = \sqrt{\left(\frac{5506}{10}\right)} = 23.46$$

✓ Perhitungan Nilai Xt

$$X_t = X \text{ rata2} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

Tabel 5. 27 Periode Ulang

Periode Ullang (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

Tabel 5. 28 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

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

Tabel 5. 29 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0205	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0951	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1905	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

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

Periode Ulang (T) = 5 Tahun

n = 10 Tahun

Yt = 1.4999

Yn = 0.4952

Sn = 0.9496

- ✓ $X_t \text{ Wonorejo} = X \text{ rata2} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) = 116.75$
- ✓ $X_t \text{ Keputih} = X \text{ rata2} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) = 124.82$

Curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam selama 4 jam. Maka nilai I didapatkan dari persamaan berikut :

- ✓ I Winorejo

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4}$$

$$I = \frac{90\% \times 116.75}{4} = 26.27$$
- ✓ I Keputih

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4}$$

$$I = \frac{90\% \times 124.82}{4} = 28.08$$

Didapatkan nilai I gabungan adalah sebesar 27.17

5.4.2. Perhitungan Tc Pada Main Road dan Fly Over

Dikarenakan terdapat 2 bagian main road yaitu pada saat main road datar, dan main road yang berupa fly over maka nilai T1 juga dibedakan menjadi 2 bagian.

Tabel 5. 30 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	nd
Lapisan semen dan aspal beton	0.013
Perukaan licin dan kedap air	0.020
Permukaan licin dan kokoh	0.10
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.20
Padang rumput dan rerumputan	0.40
Hutan gundul	0.60
Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.80

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

✓ *Perhitungan T1*

$$T1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167}$$

Keterangan :

T1 = Waktu Inlet (m)

Lo = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

nd = Koefisien hambatan

s = Kemiringan daerah pengaliran

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

Tabel 5. 31 Perhitungan T1 pada Main Road

Main Road	<i>Lo</i>	<i>nd</i>	<i>s</i>	<i>Tl</i>
Median	1.15	0.013	1%	0.8297
Badan Jalan	11.25	0.013	2%	1.146
Bahu Jalan	3.5	0.013	4%	0.8899
Median Tepi	2	0.02	2%	0.9229
Frontage	7	0.013	2%	1.0587
Pemukiman	100	0.4	4%	2.7607
Σ	124.9			7.6079

Tabel 5. 32 Perhitungan T1 pada Fly Over

Fly Over	<i>Lo</i>	<i>nd</i>	<i>s</i>	<i>Tl</i>
Median	1.15	0.013	1%	0.8297
Badan Jalan	11.25	0.013	2%	1.146
Bahu Jalan	3.5	0.013	4%	0.8899
Median Tepi	2	0.013	1%	0.91
Frontage	7	0.013	2%	1.0587
Pemukiman	100	0.4	4%	2.7607
Σ	124.9			7.595

Didapatkan Nilai T1 sebesar 3.7511 pada Main Road dan 3.6821 pada Fly Over.

✓ *Perhitungan T2*

$$T2 = \frac{L}{60 \times V}$$

Keterangan :

T2 = Waktu aliran (m)

L = Panjang Saluran (m).

V = Kecepatan Air rata-rata diselokan.

✓ *Perhitungan TC*

$$TC = T1 + T2$$

Keterangan :

TC = Waktu Konsentrasi (m)

Perencanaan dimensi saluran tepi (Drainase) pada STA 9+000 s/d 9+123.557

STA start = 9+000

STA end = 9+123.557

L = 123.557 m

1. $T1 = 7.6079$
2. $T2 = \frac{L}{60 \times V} = \frac{L123.557}{60 \times 1.5} = 3.0899$

($v = 1.5$ (Tabel 2 SNI 03-3424-1994))

3. $TC = T1 + T2$
 $TC = 10.697$

4. Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan maksimum (mm/jam) ditentukan dengan cara memplotkan harga T_c , kemudian tarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana.

Sehingga didapatkan Nilai $I = 160$ mm /jam

5. Besar Koefisien (C)

Besar Koefisien C didapatkan dari Tabel Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dan Koefisien Pengaliran buku Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03 – 3424 -1994.

✓ Perhitungan C

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

$$A = b \times L$$

Keterangan :

$C1.C2.C3$ = Koefisien Pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

$A1.A2.A3$ = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

STA 9+000 s/d 9+123.557	b	L	A	C koefisien	C
Median	1.15	123.557	142.09	0.7	0.62
Badan Jalan	11.25	123.557	1390	0.7	
Bahu Jalan	3.5	123.557	432.44	0.7	
Median Tepi	2	123.557	247.11	0.6	
Frontage	7	123.557	864.89	0.7	
Pemukiman	100	123.557	12355.7	0.6	

Sumber : Hasil Perhitungan

Ddidapatkan nilai C adalah 0.62

6. Menghitung Besar Debit (Q)

$$A \text{ Total} = 15432.269 \text{ m}^2 = 0.0154 \text{ Km}^2$$

$$C = 0.62$$

$$I = 160 \text{ mm/ jam}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

$$Q = \frac{1}{3.6} \times 0.692 \times 160 \times 0.0154$$

$$Q = 0.424 \text{ m}^3 / \text{ Detik}$$

7. Penampang Basah Selokan Samping

$$\checkmark Fd = \frac{Q}{v} = \frac{0.424}{1.5} = 0.282 \text{ m}^2$$

8. Penampang Basah Selokan Samping

$$b = 2d$$

$$\checkmark Fe = b \times d$$

$$= 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$\checkmark Fe = Fd$$

$$2d^2 = 0.282 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0.141 \text{ m}^2$$

$$d = 0.376 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \quad b &= 2d \\ b &= 2 \times 0.376 \\ b &= 0.75 \text{ m} \\ \checkmark \quad w &= \sqrt{0.5 \times d} = \sqrt{0.5 \times 0.17} = 0.43 \text{ m} \end{aligned}$$

9. Menghitung saluran yang diizinkan menggunakan rumus:

$$Fd = 0.282 \text{ m}^2$$

$n = 0.014$ (Harga n untuk satuan rumus Manning, saluran beton baik sekali).

$$V = 1.5 \text{ m/det.}$$

$$P = b + 2d$$

$$P = 0.75 + 2(0.376) = 1.504$$

$$R = \frac{Fd}{P} = \frac{0.282}{1.504} = 0.188$$

$$I = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left(\frac{1.5 \times 0.014}{0.188^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0.82\%$$

$$\begin{aligned} \text{I Lapangan} &= \frac{\text{Elv tinggi} - \text{El renda}}{L} \\ &= \frac{10.191 - 9.676}{123.55} = 0.42\% \end{aligned}$$

5.4.3. Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana

Segment	STA start	Sta End	L (m)	EL S	EL E
Segment 1a	9+000	9+123.557	123.557	9.676	10.191
Segment 2a	9+123.557	9+348.706	225.149	10.191	16.129
2b.1	9+348.706	9+450	101.294	16.129	16.616
2b.1	9+450	9+527.806	77.806	16.616	16.151
2b.1	9+527.806	9+799.447	271.641	16.151	8.833
2b.2	9+799.447	10+338.936	539.489	8.833	9.237
Segment 3a.1	10+338.936	10+919.436	580.5	9.237	8.565
3a.2	10+919.436	11+193.127	273.691	8.565	16.208
3a.2	11+193.127	11+300	106.873	16.208	16.616
3b.1	11+300	11+503.355	203.355	16.616	16.159
4a.1	11+503.355	11+529	25.645	16.159	15.733
Segment 4b.1	11+529	11+776.144	247.144	15.733	8.561
Segment 4b.1	11+776.144	12+000	223.856	8.561	8.768

Sumber : Hasil Perhitungan

T1	T2	TC	I (mm/jam)	C	A	QR (m³/detik)
7.60785696	3.088925	10.69678	160	0.618335	0.015432	0.424102538
7.59496918	5.628725	13.22369	149	0.65044	0.028121	0.757048503
7.59496918	2.53235	10.12732	162	0.65044	0.012652	0.370310605
7.59496918	1.94515	9.540119	163	0.65044	0.009718	0.286198997
7.59496918	6.791025	14.38599	148	0.65044	0.033928	0.907244721
7.60785696	13.48723	21.09508	132	0.618335	0.067382	1.527706967
7.60785696	14.5125	22.12036	130	0.618335	0.072504	1.618933875
7.59496918	6.842275	14.43724	149	0.65044	0.034184	0.920267741
7.59496918	2.671825	10.26679	162	0.65044	0.013348	0.390706313
7.59496918	5.083875	12.67884	152	0.65044	0.025399	0.697534764
7.59496918	0.641125	8.236094	168	0.65044	0.003203	0.097225324
7.59496918	6.1786	13.77357	150	0.65044	0.030868	0.83658244
7.60785696	5.5964	13.20426	149	0.618335	0.02796	0.71554762

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4.4. Perencanaan Dimensi Saluran

STA start	Sta End	L	EL S	EL E	ΔY	I	QR
9+000	123.557	123.557	9.676	10.191	0.515	0.0041681	0.424102538
9+123.557	9+348.706	10.191	10.191	16.129	5.938	0.582671	0.757048503
9+348.706	9+799.447	450.741	16.129	8.833	7.296	0.0161867	1.563754323
9+799.447	10+338.936	539.489	8.833	9.237	0.404	0.0007489	1.527706967
10+338.936	10+919.436	580.5	9.237	8.565	0.672	0.0011576	1.618933875
10+919.436	11+300	380.564	8.565	16.616	8.051	0.0211554	1.310974055
11+300	11+503.355	203.355	16.616	16.159	0.457	0.0022473	0.697534764
11+503.355	11+529	25.645	16.159	15.733	0.426	0.0166114	0.097225324
11+529	12+000	471	15.733	8.768	6.965	0.0147877	1.55213006

$Fd = Q / V$	d	b	w	P	R	A	v
0.282735	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.062830006	2.25	0.722127456
0.504699	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.112155334	2.25	12.58818204
1.042503	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.231667307	2.25	3.411223917
1.018471	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.226326958	2.25	0.722344985
1.079289	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.239842056	2.25	0.933695929
0.873983	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.194218378	2.25	3.465273705
0.465023	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.103338484	2.25	0.740045178
0.064817	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.014403752	2.25	0.537346076
1.034753	1.5	1.5	0.866025	4.5	0.229945194	2.25	3.244220596

Sumber : Hasil Perhitungan

QR	QS	Ket
0.424102538	1.624786776	AMAN
0.757048503	28.32340958	AMAN
1.563754323	7.675253812	AMAN
1.527706967	1.625276216	AMAN
1.618933875	2.100815839	AMAN
1.310974055	7.796865836	AMAN
0.697534764	1.665101651	AMAN
0.097225324	1.209028671	AMAN
1.55213006	7.29949634	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah didapatkan nilai $Q_r < Q_s$ maka saluran dinyatakan aman dengan dimensi 100 cm x 50cm. karena saluran drainase menggunakan box culvert precast dari Asiacon Cipta Prima, maka dimensi yang digunakan adalah 150cm x 150cm.

5.5. Metode Pelaksanaan

5.5.1. Pekerjaan Pendahuluan

Setelah proyek sudah direncanakan dengan baik dan menerima Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK), pihak kontraktor akan segera melakukan survei ke tempat proyek yang akan dikerjakan untuk melihat keadaan eksisting dari kondisi lapangan lokasi proyek, dan kemudian menentukan dimana lokasi yang tepat untuk didirikannya kantor lapangan (*Direction Kit*). Survei yang dilakukan tersebut harus memiliki ketentuan untuk fasilitas pekerja dan pelaksanaan proyek seperti berikut :

1. Lokasi dapat dilewati oleh kendaraan berat.
2. Lokasi harus menjangkau semua pekerjaan proyek (terletak ditengah).
3. Tidak mengganggu fasilitas umum dan kegiatan warga sekitar.
4. Tersedia sumber air bersih.

5.5.1.1. *Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi*

Mobilisasi atau pengadaan alat alat berat serta Demobilisasi atau mengembalikan kembali, adalah kegiatan yang harus disiapkan untuk mengerjakan proyek. Mobilisasi yang pertamakali dilakukan adalah, mendatangkan Buldozer untuk pekerjaan pembersihan lahan pada lokasi proyek.

5.5.1.2. *Pembersihan Lokasi*

Sebelum memulai pekerjaan, lokasi proyek harus bersih dari tanaman yang tumbuh di sepanjang daerah proyek. Karena adanya tanaman tersebut bisa mengganggu pekerjaan tanah yang akan dijadikan tempat struktur itu dibangun.

5.5.1.3. *Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank*

Kontraktor harus membuat patok atau tanda untuk setiap unit pekerjaan yang memerlukan bouwplank. Patok tersebut harus diikat ketinggiannya dengan patok yang sudah

ada atau terhadap tinggi patok yang disetujui oleh konsultan pengawas. Dan juga patok tersebut harus dibuat dari bahan yang kuat dan awet, serta permukaan atasnya harus rata jika dilihat melalui waterpass.

5.5.1.4. *Pembuatan Direksi Kit*

Kantor dan juga Direksi kit adalah fasilitas yang diperlukan oleh para karyawan dan pekerja proyek agar dalam pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan lancar. Didalam direksi kit biasanya terdapat tempat untuk melaksanakan kegiatan pengawasan, pengendalian pekerjaan, pekerjaan administrasi proyek, tempat gambar penjadwalan, gambar bestek dan juga kurva s. serta terdapat juga tempat untuk istirahat, mandi dan juga beribadah.

5.5.1.5. *Pembuatan Job Mix Design*

Sebelum pekerjaan utama dilaksanakan terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel bahan dari quarry yang berada di lokasi setempat atau yang berdekatan dengan lokasi tersebut, diantaranya batu, pasir dan bahan Timbunan Pilihan selanjutnya dibawa ke laboratorium job Mix Formula/Job Mix, untuk kemudian digunakan sebagai design yang akan dipakai sebagai acuan kerja dalam pelaksanaan proyek.

5.5.1.6. *Pengaturan Arus Lalu Lintas dan Pemeliharaan Terhadap Arus Lalu Lintas*

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, pengaturan arus lalu lintas transportasi dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda lalu lintas yang memadai disetiap kegiatan lapangan. Bila diperlukan dapat ditempatkan petugas pemberi isyarat yang bertugas mengatur arus lalu lintas pada saat pelaksanaan.

5.5.1.7. *Rekayasa Lapangan*

Dengan petunjuk yang ada di direksi teknis, survey/rekayasa lapangan dilaksanakan untuk menentukan kondisi fisik dan struktural dari pekerjaan dan fasilitas yang ada dilokasi pekerjaan, sehingga dimungkinkan untuk mengadakan peninjauan ulang terhadap rancangan kerja yang telah diberikan sitem dan tatacara survey yang dikordinasikan dengan direksi teknis.

5.5.1.8. *Material dan Penyimpanan*

Bahan dan peralatan yang akan digunakan didalam pekerjaan harus memenuhi spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pembuatan Concrete diambil dari Quarry yang sudah ditentukan. Bahan dan peralatan tersebut juga harus memiliki lokasi atau tempat sendiri yang baik dan aman untuk disimpan agar memudahkan penggunaannya.

5.5.1.9. *Jadwal Konstruksi*

Jadwal konstruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan (Pre Construction Meeting/PCM).

5.5.1.10. *Galian untuk Selokan Drainase*

Pekerjaan Galian untuk selokan drainase dan saluran air dilakukan baik pada sisi kanan dan kiri jalan sepanjang jalan yang akan dikerjakan. Pelaksanaan galian untuk selokan drainase dan saluran air meliputi :

1. Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator.
2. Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck.

3. Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan.
4. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian.

5.5.2. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan yang pertama dilakukan dalam pembuatan jalan adalah pekerjaan tanah. Dalam pekerjaan tanah terdapat item-item yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

5.5.2.1. Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah harus mencakup seluruh galian.

Pelaksanaan galian memiliki prosedur sebagai berikut :

1. Pengukuran dan pemasangan bowplank atau menentukan kedalaman galian. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur theodolit dengan mempedomani hasil rekayasa yang telah ditentukan oleh konsultan dan pihak proyek. Pemasangan bowplank dilakukan setelah hasil dari pengukuran disetujui oleh pihak Konsultan dan direksi Pekerjaan.
2. Penggalan secara Manual. Pekerjaan penggalan dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali secara manual dikumpulkan ke tepi galian dan selanjutnya dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.
3. Penggalan dengan Menggunakan Alat Berat. Pekerjaan penggalan dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali oleh Excavator langsung dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.

5.5.2.2. *Timbunan Tanah*

Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas level timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau distujui oleh Direksi pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus sesuai dengan ketentuan.

Pekerjaan timbunan dilaksanakan dengan prosedur sebagai berikut :

1. *Pengangkutan Material*

Pengangkutan Material Urugan pilihan kelokasi pekerjaan menggunakan dump truck dan loadingnya dilakukan dengan menggunakan wheel loader. Pengecekan dan pencatatan volume material dilakukan pada saat penghamparan agar tidak terjadi kelebihan material disatu tempat dan kekurangan material ditempat lain.

2. *Penghamparan Material*

Penghamparan material dilakukan dengan menggunakan motor grader dalam tahap penghamparan ini harus diperhatikan hal-hal berikut :

1. Kondisi cuaca yang memungkinkan
2. Panjang hamparan pada saat setiap section yang didapatkan sesuai dengan kondisi lapangan. Lebar penghamparan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan tebal penghamparan sesuai dengan spesifikasi, semua tahapan pekerjaan hamparan dan tebal hamparan berdasarkan petunjuk dan persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
3. Material yang tidak dipakai dipisahkan dan ditempatkan pada lokasi yang ditetapkan.

5.5.2.3. *Pemadatan Material*

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller, dimulai dari bagian tepi ke bagian tengah. Pemadatan dilakukan berulang jika dimungkinkan untuk mendapat hasil yang maksimal dengan dibantu alat water tank untuk membasahi material timbunan pilihan dan diselingi dengan pemadatan dengan menggunakan Vibro Roller. Timbunan pilihan dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa yang sama. Bilamana memungkinkan, lalu lintas alat-alat konstruksi harus terus menerus divariasikan agar dapat menyebarkan pengaruh usaha pemadatan dari lalu lintas tersebut

Urutan Kerja/Metode kerja untuk pemadatan material adalah sebagai berikut :

1. Material urungan biasanya dimuat ke Dump Truck dengan menggunakan wheel Loader
2. Pengangkutan material urungan biasanya dilakukan dengan Dump Truck dari quarry /borrow pit
3. Material urungan biasa dihampar dengan menggunakan Motor Grader
4. Hamparan material disiram air dengan Water Tank truck (sebelum pelaksanaan pemadatan) dan dipadatkan dengan menggunakan Vibro Roller.
5. Selama pemadatan sekelompok pekerjaan akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu

5.5.2.4. *Penyiapan Badan Jalan*

Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan dilakukan setelah seluruh pekerjaan galian tanah telah memenuhi ketentuan elevasi yang ditentukan dalam perencanaan serta telah disetujui oleh Direksi Lapangan barulah dilakukan penyiapan badan jalan dengan ukuran sesuai gambar rencana/bestek.

Prosedur pelaksanaan Penyiapan Badan Jalan sebagai berikut:

1. Motor Grader meratakan permukaan hasil galian
2. Vibro Roller memadatkan permukaan yang telah dipotong/diratakan oleh Motor Grader
3. Sekelompok pekerja akan membantu meratakan badan jalan dengan alat bantu.

5.5.2.5. *Pekerjaan Perkerasan Kaku*

Pekerjaan perkerasan kaku dilakukan pada main road, dan didalam bagian main road juga terdapat bagian yang berupa fly over. Namun pada bagian fly over tetap diasumsikan sama dengan main road biasa untuk bagian perkerasannya. Metode pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan Tanah Dasar

Persyaratan tanah dasar untuk perkerasan kaku harus memenuhi persyaratan daya dukung, kepadatan, maupun kekuatannya. Lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku dapat berupa lean concrete (beton kurus). Untuk persiapan lapis pondasi bawah memiliki metode yang sama dengan saat pengurangan.

2. *Pekerjaan Lean Concrete*

Lean Concrete di hampar diatas lapisan agregat kelas A disepanjang areal pekerjaan yang akan di bangun jalan. Untuk penghamparan *lean concrete* disini menggunakan beton kelas E atau beton K-125. Tebal *Lean Concrete* yang di hampar adalah 10 cm. Langkah-langkah metode pelaksanaan *lean concrete* yaitu :

a. *Pengecoran Lean Concrete*

Pelaksanaan pekerjaan dimulai dengan melakukan pengukuran untuk memastikan luas area yang di kerjakan, kemudian patok akan dipasang untuk memudahkan dalam pemasangan bekisting. Bekisting di buat dari cetakan baja yang ditahan menggunakan besi tulangan. Bekisting harus bersih dan dilapisi pelumas sebelum beton dihamparkan.

Beton yang digunakan untuk *lean concrete* adalah beton jadi yang dibuat di batcing plant. Beton *lean concrete* dari truck mixer yang telah sampai di lokasi selanjutnya harus di ambil sample terlebih dahulu untuk dilakukan uji slump sebagai control pengendalian mutu. Kemudian pengecoran *lean concrete* dilaksanakan dengan cara menuangkan campuran beton dari turck mixer ke tempat pengecoran LC yang telah diberi bekisting, kemudian beton di sebar/diratakan dengan menggunakan cangkul. Kemudian di padatkan dengan alat vibrator. Untuk memperhalus permukaan pengecoran dilakukan pengacian. Beton tidak boleh di cor saat hujan tanpa adanya penutup, karena air hujan akan menurunkan mutu beton.

b. Perawatan *Lean Concrete*

Setelah pemadatan dilakukan dan diratakan sampai bidang dan elevasi sesuai *shop drawing*, *lean concrete* segera di *curing* setelah *finishing* selesai, untuk jangka waktu 7 hari dengan metode curing :

1. Seleruh permukaan disemprot merata dengan bahan *white pigmented curing compound*
2. Dilapisi penutup dengan geotextile non woven dengan sambungan saling menindih (*over lap*)
3. Seluruh permukaan disemprot air secara kontinyu dan kondisi kelembaban dijaga selama masa perawatan.
- 4.

c. Pengujian Laboratorium

Pengujian ini menggunakan silinder kuat tekan beton (*Compressive strength*), dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang dibuat dari beton material *lean concrete* yang di ambil dilapangan.

3. *Pekerjaan Lapisan Rigid Pavement*

Setelah lapisan *lean concrete* sudah mongering, dilakukan pengecoran *rigid pavement*. Untuk penghampanan rigid pavement menggunakan truk mixer sama dengan *lean concrete*. Tebal *rigid pavement* yang di hampar adalah 34 cm dengan lebar tiap lajur adalah 3,75 m dan panjang tiap segment adalah 4m. Langkah-langkah metode pelaksanaan pekerjaan *rigid pavement*, yaitu :

a. Pengecoran *Rigid Pavement*

Sebelum melakukan pengecoran *rigid pavement* , terlebih dahulu bersihkan permukaan *lean concrete* dari kotoran atau debu, kemudian dilakukan pemasangan bekisting dan pelapisan permukaan *lean concrete* dengan membran plastic. Pemasangan dowel (baja polos) dilakukan pada setiap sambungan melintang dengan tujuan sebagai

sistem penyalur beban sehingga plat yang berdampingan dapat bekerjasama tanpa terjadi penurunan yang berarti sedangkan tie bar (Baja ulir) di pasang pada sambungan memanjang dengan tujuan untuk mengikat plat agar tidak bergerak horizontal.

Sebelum pengecoran, diambil benda uji beton untuk di lakukan uji slump, uji kuat tekan beton (sebagai pengendalian mutu). Panjang setiap segmen adalah 4 meter. Pengecoran *rigid pavement* dilakukan dengan menuangkan beton segar langsung dari *Truck Mixer* yang telah sampai lokasi yang selanjutnya di sebar/diratakan dengan menggunakan cangkul pada daerah pengecoran. Kemudian pemadatan beton dilakukan dengan alat vibrator.

Penyelesaian akhir perkerasan beton adalah dengan meratakan kembali permukaan beton dengan alat jidar dan dilakukan pengacian sebanyak 2 kali untuk merapikan permukaan beton. Kemudian beton yang masih dalam keadaan plastis (\pm 1-3 jam setelah pengecoran) diberi tekstur untuk memberi kekesatan permukaan dengan cara pembuatan alur (*grooving*) searah melintang dengan menggunakan sisir kawat.

b. Perlindungan dan Perawatan *Rigid Pavement*

Setelah lapisan *Rigid Pavement* di cor dan di padatkan hingga diperoleh bidang dan elevasi sesuai shop drawing, hingga umur beberapa hari, beton harus dilidungi oleh faktor lingkungan antara lain :

1. Lindungi beton selama beberapa jam pertama setelah pengecoran dan pembuatan tekstur permukaan untum meminimalkan penguapan dengan membuat pelindung angin untuk mencegah retak susut plastis.
2. Untuk melindungi beton belum berusia 12 jam diperlukan bahan penutup seperti terpal, plastik, atau

bahan lain yang sesuai sebagai perlindungan terhadap air hujan.

Perawatan beton perlu dilakukan dengan seksama karena menentukan mutu akhir beton. Salah satu perawatannya adalah dengan menyemprotkan bahan kimia (*curing compound*) dengan menggunakan alat penyemprot.

c. Pekerjaan Penggergajian dan Penutup Sambungan

Penggergajian sambungan susut melintang dan memanjang harus dimulai secepat mungkin setelah beton mengeras dan sebelum terjadi keretakan. Penggergajian sambungan susut harus berurutan pada lajur-lajur yang berurutan. Setelah penggergajian, celah-celah sambungan harus di bersihkan dengan menggunakan Air Compresor lalu celah tersebut di tutup dengan bahan yang di tentukan. Kami memilih aspal untuk bahan menutup tersebut.

5.5.2.6. *Pekerjaan Drainase*

1. *Pengukuran*

Pengukuran meliputi pengukuran panjang saluran elevasi dan pemasangan patok. Pengukuran dimulai dari STA 9+000 s/d 12+000.

2. *Galian Tanah*

Galian tanah dilakukan pada bagian kanan dan kiri badan jalan sesuai dengan elevasi dan perhitungan dimensi saluran drainase. Galian dilakukan dengan menggunakan excavator. Kemudian untuk saluran drainase sendiri menggunakan beton jadi *pre-cast* yang sesuai dengan dimensi saluran drainase.

3. *Pengangkutan Tanah Galian Keluar Proyek*

Selama excavator mengerjakan galian, tanah hasil galian langsung dibuang diluar lokasi proyek yang sudah ditentukan dengan menggunakan dump truck.

4. *Pengukuran*

Beton pracetak U-Getter yang sudah berumur 7 hari dari pabrik dikirim ke lokasi dan di tempatkan di lokasi pemasangan terdekat. Pindahan dari lokasi ke tempat pemasangan menggunakan forklift dengan kapasitas yang di sediakan adalah 2 kali berat material. Pemasangan beton pracetak U-getter menggunakan crane . Pemasangan dilakukan setelah corlantai kerja berumur minimal 7hari.

5.5.2.7. *Pekerjaan Akhir*

1. *Demobilisasi*

Semua alat kerja yang digunakan pada akhir proyek harus segera dikembalikan ke pemberi dukungan alat agar tidak terlalu lama tidak digunakan dan mengganggu daerah sekitar.

2. *Pembersihan Akhir*

Setelah semua Pelaksanaan pekerjaan selesai maka kontraktor akan melakukan pembersihan akhir dimana barak kerja, kantor direksi dan lain-lain akan di bongkar dan diangkut ke luar lokasi menurut petunjuk direksi. Pembersihan ini dikerjakan pada semua bagian yang terjadi akibat efek dari pelaksanaan pekerjaan.

Pihak pelaksana bersama-sama konsultan pengawas/Direksi, PPTK/PPK dan KPA melakukan serah terima pekerjaan. Dalam jangka waktu masa pemeliharaan selama waktu yang telah ditentukan segala sesuatu yang terjadi dari hasil pekerjaan tersebut menjadi tanggung jawab pelaksana dan harus dilakukan perawatan.

5.6. Rencana Anggaran Biaya

Sebelum merencanakan anggaran biaya, terlebih dahulu melakukan perhitungan volume pekerjaan dan disesuaikan dengan analisa harga satuan pekerjaan.

5.6.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan Persiapan
 - a. Mobilisasi
 - b. Pekerjaan kantor sementara (Direksi kit)

Dengan desain :

Panjang = 10 m

Lebar = 10 m

Luas = Panjang x Lebar

= 10 m x 10 m

= 100 m²
 - c. Pekerjaan papan nama proyek
 - d. Pembersihan lahan proyek , Diketahui :

Panjang = 3000 m

Lebar = 60 m

Luas = 18000 m²

2. Pekerjaan Tanah

Perhitungan Volume timbunan tanah :

Tabel 5. 33 Volume Pekerjaan Timbunan Tanah

STA		Tinggi	lebar	jarak	volume
9000	9025	2.229	60	25	3343.5
9025	9050	2.138	60	25	3207.0
9050	9075	2.155	60	25	3232.5
9075	9100	2.174	60	25	3261.0
9100	9125	2.174	60	25	3261.0
9125	9150	2.174	60	25	3261.0
9150	9175	2.174	60	25	3261.0
9175	9200	2.174	60	25	3261.0
9200	9225	2.174	60	25	3261.0
9225	9250	2.174	60	25	3261.0
9250	9275	2.174	60	25	3261.0
9275	9300	2.174	60	25	3261.0
9300	9325	2.174	60	25	3261.0
9325	9350	2.174	60	25	3261.0
9350	9375	2.174	60	25	3261.0
9375	9400	2.174	60	25	3261.0
9400	9425	2.174	60	25	3261.0
9425	9450	2.174	60	25	3261.0
9450	9475	2.174	60	25	3261.0
9475	9500	2.174	60	25	3261.0
9500	9525	2.174	60	25	3261.0
9525	9550	2.174	60	25	3261.0
9550	9575	2.174	60	25	3261.0

9575	9600	2.174	60	25	3261.0
9600	9625	2.174	60	25	3261.0
9625	9650	2.174	60	25	3261.0
9650	9675	2.174	60	25	3261.0
9675	9700	2.174	60	25	3261.0
9700	9725	2.174	60	25	3261.0
9725	9750	2.174	60	25	3261.0
9750	9775	2.174	60	25	3261.0
9775	9800	2.174	60	25	3261.0
9800	9825	2.712	60	25	4068.0
9825	9850	2.449	60	25	3673.5
9850	9875	1.469	60	25	2203.5
9875	9900	2.859	60	25	4288.5
9900	9925	2.586	60	25	3879.0
9925	9950	3.069	60	25	4603.5
9950	9975	2.478	60	25	3717.0
9975	10000	2.476	60	25	3714.0
10000	10025	1.313	60	25	1969.5
10025	10050	1.595	60	25	2392.5
10050	10075	1.812	60	25	2718.0
10075	10100	1.86	60	25	2790.0
10100	10125	1.607	60	25	2410.5
10125	10150	1.636	60	25	2454.0
10150	10175	1.676	60	25	2514.0
10175	10200	1.618	60	25	2427.0
10200	10225	1.564	60	25	2346.0
10225	10250	1.732	60	25	2598.0
10250	10275	2.257	60	25	3385.5
10275	10300	1.989	60	25	2983.5

10300	10325	1.737	60	25	2605.5
10325	10350	0.658	60	25	987.0
10350	10375	0.476	60	25	714.0
10375	10400	0.904	60	25	1356.0
10400	10425	0.777	60	25	1165.5
10425	10450	0.858	60	25	1287.0
10450	10475	1.569	60	25	2353.5
10475	10500	0.259	60	25	388.5
10500	10525	0.124	60	25	186.0
10525	10550	0.813	60	25	1219.5
10550	10575	1.65	60	25	2475.0
10575	10600	2.702	60	25	4053.0
10600	10625	1.352	60	25	2028.0
10625	10650	1.383	60	25	2074.5
10650	10675	2.662	60	25	3993.0
10675	10700	1.523	60	25	2284.5
10700	10725	2.903	60	25	4354.5
10725	10750	2.815	60	25	4222.5
10750	10775	2.897	60	25	4345.5
10775	10800	2.664	60	25	3996.0
10800	10825	2.621	60	25	3931.5
10825	10850	2.581	60	25	3871.5
10850	10875	2.559	60	25	3838.5
10875	10900	1.197	60	25	1795.5
10900	10925	1.277	60	25	1915.5
10925	10950	1.277	60	25	1915.5
10950	10975	1.277	60	25	1915.5
10975	11000	1.277	60	25	1915.5

11000	11025	1.277	60	25	1915.5
11025	11050	1.277	60	25	1915.5
11050	11075	1.277	60	25	1915.5
11075	11100	1.277	60	25	1915.5
11100	11125	1.277	60	25	1915.5
11125	11150	1.277	60	25	1915.5
11150	11175	1.277	60	25	1915.5
11175	11200	1.277	60	25	1915.5
11200	11225	1.277	60	25	1915.5
11225	11250	1.277	60	25	1915.5
11250	11275	1.277	60	25	1915.5
11275	11300	1.277	60	25	1915.5
11300	11325	1.277	60	25	1915.5
11325	11350	1.277	60	25	1915.5
11350	11375	1.277	60	25	1915.5
11375	11400	1.277	60	25	1915.5
11400	11425	1.277	60	25	1915.5
11425	11450	1.277	60	25	1915.5
11450	11475	1.277	60	25	1915.5
11475	11500	1.277	60	25	1915.5
11500	11525	1.277	60	25	1915.5
11525	11550	1.277	60	25	1915.5
11550	11575	1.277	60	25	1915.5
11575	11600	1.277	60	25	1915.5
11600	11625	1.277	60	25	1915.5
11625	11650	1.277	60	25	1915.5
11650	11675	1.277	60	25	1915.5
11675	11700	1.277	60	25	1915.5
11700	11725	1.277	60	25	1915.5

11725	11750	1.277	60	25	1915.5
11750	11775	1.277	60	25	1915.5
11775	11800	1.277	60	25	1915.5
11800	11825	1.277	60	25	1915.5
11825	11850	1.277	60	25	1915.5
11850	11875	1.277	60	25	1915.5
11875	11900	1.277	60	25	1915.5
11900	11925	1.17	60	25	1755.0
11925	11950	2.831	60	25	4246.5
11950	11975	2.819	60	25	4228.5
11975	12000	2.75	60	25	4125.0
TOTAL VOLUME					315988.5

Sumber : Hasil Perhitungan

2.1 Pengurugan Sirtu Kelas A untuk Main Road (Drainage layer)

Karena hanya perkerasan kaku yang menggunakan drainage layer jadi perhitungan timbunan seperti ini :

$$\text{Tebal urugan} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Lebar urugan} = 32,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang urugan} = 3000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Urugan} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \text{Panjang} \\ &= 0,1 \text{ m} \times 32,8 \text{ m} \times 3000 \text{ m} \\ &= 9840 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Perkerasan Kaku

3.1 Pekerjaan *Lean Concrete*

Perhitungan Lean Concrete:

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Lean Concrete} &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\
 \text{Lebar Lean Concrete} &= 32,8 \text{ m} \\
 \text{Panjang Lean Concrete} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Volume Lean Concrete} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \text{Panjang} \\
 &= 0,1 \text{ m} \times 32,8 \text{ m} \times 3000 \text{ m} \\
 &= 9840 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3.2 Pekerjaan Plat Beton K-350

Jadi pekerjaan beton dari proyek ini dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Plat Beton} &= 34 \text{ cm} = 0,34 \text{ m} \\
 \text{Lebar Plat Beton} &= 32,8 \text{ m} \\
 \text{Panjang Plat Beton} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Volume Plat Beton} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \text{Panjang} \\
 &= 0,34 \text{ m} \times 32,8 \text{ m} \times 3000 \text{ m} \\
 &= 33456 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3.3 Pekerjaan Pembesian

Satuan pekerjaan (kg)

- Dowel

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 38 \text{ mm} \\
 \text{Panjang} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Volume 1 dowel} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 38^2 \times 450 \\
 &= 510093 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Jarak antar dowel = 300 mm

Jumlah dowel dalam 1 baris = 106 buah

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah baris} &= 3000 \text{ m} : 4 \text{ m} \\
 &= 750
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan dowel

= Jumlah dowel 1 baris x jumlah baris keseluruhan

= 106 buah x 750

= 79500 buah

Volume total = Volume 1 dowel x Total dowel

= $510093 \text{ mm}^3 \times 79500 \text{ buah}$

= $40,55 \text{ m}^3$

Berat jenis baja = 7850 kg/m^3

Berat volume = volume total x berat jenis

= $40,55 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$

= 318317,5 kg

- Tie bar

Diketahui :

Diameter = 19 mm

Panjang = 780 mm

Volume 1 tie bar = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \times 780$

= $221040,3 \text{ mm}^3$

Jarak antar tie bar = 500 mm = 50cm = 0,5 m

Jumlah dowel dalam 1 baris

= Jarak total : jarak antar tie bar

= 3000 m : 0,5 m

= 6000 buah

Jumlah baris = 7

Total kebutuhan tie bar

= Jumlah tie bar 1 baris x jumlah baris keseluruhan

= 6000 buah x 7

= 42000 buah

Volume total = Volume 1 tie bar x Total tie bar

= $221040,3 \text{ mm}^3 \times 42000 \text{ buah}$

= 9283692600 mm^3

= $9,28 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis baja} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Berat volume} & \\
 &= \text{volume total} \times \text{berat jenis} \\
 &= 9,28 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 72848 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Jadi ,volume total pembesian untuk proyek ini adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} & \\
 &= \text{Berat Volume Dowel} + \text{Berat Volume Tie Bar} \\
 &= 318317,5 \text{ kg} + 72848 \text{ kg} \\
 &= 10679,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Pekerjaan Drainase

4.1 Galian Drainase

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang galian} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar galian} &= 1,6 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman galian} &= 1,6 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (\text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}) \times 2 \\
 &= (3000 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} \times 1.6 \text{ m}) \times 2 \\
 &= 15360 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.2 Pemasangan Box Culvert U-getter

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang saluran} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Panjang box culvert} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Lebar box culvert} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Tinggi box culvert} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Jumlah box culvert} &= 3000 : 1 \\
 &= 3000 \times 2 \text{ (Kanan- Kiri)} \\
 &= 6000 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

4.3 Pemasangan Pipa PVC 5"

Diketahui :

Panjang jalan	= 3000 m
Jarak tiap pipa	= 5 m
Jumlah potongan pipa	= 3000 m : 5 m
	= 600 x 2 (kanan-kiri)
	= 1200 m ²
Panjang pipa	= 2 m
Pipa yang di pakai	= 1200 m ² x 2 m
	= 2400 m ³

5.6.2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan menggunakan acuan Analisa Harga Satuan Pekerjaan tahun 2016

Tabel 5. 34 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
1	Pekerjaan Persiapan				
a	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
b	Pembuatan Direksi Kit	m ²	100	Rp 1.622.857,00	Rp 162.285.700,00
c	Pekerjaan papan nama proyek	Ls	1	Rp 1.000.000,00	Rp 1.000.000,00
d	Pembersihan lapangan dan perataan tanah	m ²	18000	Rp 18.900,00	Rp 340.200.000,00
	Total				Rp 508.483.700,00
2	Pekerjaan Tanah				
a	Pengurukan tanah dengan alat berat	m ³	315988,5	Rp 189.180,00	Rp 59.778.704.430,00
b	Pengurukan sirtu kelas A (drainage layer)	m ³	9840	Rp 247.236,80	Rp 2.432.810.112,00
	Total				Rp 62.211.514.542,00
3	Pekerjaan Perkerasan Kaku				
a	Lean Concrete (Beton K-125)	m ³	9840	Rp 1.042.506,45	Rp 10.258.263.468,00
b	Pekerjaan pembesian	kg	10679,5	Rp 15.291,30	Rp 163.303.438,35
a	Pekerjaan Beton K-350	m ³	33456	Rp 1.339.070,10	Rp 44.799.929.265,60
	Total				Rp 55.221.496.171,95
4	Pekerjaan Drainase				
a	Pekerjaan Galian Drainase	m ³	15360	Rp 87.550,00	Rp 1.344.768.000,00
b	Pekerjaan Pemasangan box culvert	unit	6000	Rp 8.214.000,00	Rp 49.284.000.000,00
c	Pekerjaan Pemasangan Pipa PVC 5"	m ³	2400	Rp 11.874,50	Rp 28.498.800,00
	Total				Rp 50.657.266.800,00
	Total Kesehuruhan				Rp 168.598.763.213,95

Sumber : Analisa Harga Satuan Pokok 2016, Perubahan III

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Sesuai dengan hasil perhitungan yang kami rencanakan pada Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya bagian Main Road dengan menggunakan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) pada STA 09+000 s/d STA 12+000 dengan total panjang jalan sebesar 3 Km, menghasilkan kesimpulan sebagai Berikut :

1. Dari hasil analisa geometric yang dilakukan, hasil yang diperoleh adalah sama dengan data yang diperoleh.
2. Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya pada main road menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan, dengan mutu beton K-350 untuk lapisan perkerasan kaku, setebal 34 cm. Sambungan yang digunakan berupa Tie bar dengan diameter 19mm dan panjang 78cm untuk sambungan memanjang dan Dowel dengan diameter 38mm dengan panjang 45cm untuk sambungan meintang, tanpa ruji. Dibagi 4 m untuk tiap-tiap segmentnya.
3. Perencanaan saluran tepi drainase berupa galian yang kemudian dipasangan dengan Box Culvert ber ukuran 100 cm x 50 cm.
4. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan Main Road yang direncanakan adalah $6/2D$ dengan lebar 3,75 m per lajur dan diperoleh nilai $DS < 0,75$ hingga tahun 2041.

6.2. Saran

Dari hasil kesimpulan diatas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Sesuai dengan hasil perhitungan analisa kapasitas jalan Main Road yang direncanakan adalah 6/2D dengan lebar 3,75 m pada awal umur rencana yaitu 2018, DS bernilai 0,259 dimana angka tersebut memenuhi persyaratan $DS < 0,75$. Namun pada tahun 2041 nilai DS sudah mencapai 0,756 dimana angka tersebut sudah melebihi persyaratan $DS > 0,75$. Sehingga pada tahun 2041 keatas perlu dilakukan upaya untuk menutunkan kembali nilai DS, misalnya dengan melebarkan kembali jalan tersebut.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Marga, D. P. (1997). “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*”. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Indonesia, B. S. (2004). RSNI T-14-2004. “*Geometri Jalan Perkotaan*”. Badan Standarisasi Nasional.
- Marga, D. P. (2009). “*Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol*”. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Indonesia, B. S. (2003). PD T-14-2003. “*Perencanaan Perkerasan Beton Semen*”. Badan Standarisasi Nasional.
- Marga, D. P. (1993). SNI 03-3424-1994. “*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*”. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



SHOFTA GALIH JATMIKO

Penulis lahir di Ngawi pada tanggal, 03 Februari 1996 ,penulis menempuh pendidikan formal di TK Aisyah 2 Ngawi, SD Muhammadiyah 1 Ngawi, SMPN 2 Ngawi , SMAN 2 Ngawi. Setelah lulus melanjutkan pendidikan di D3 Teknik Sipil ITS pada tahun 2014 dengan NRP 3114030138. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis sempat mengikuti kerja praktek di PT Waskita Karya dalam proyek pembangunan jalan tol Solo-Ngawi-Kertosono. Penulis pernah aktif di dalam berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pada program Studi teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil judul proyek akhir di bidang transportasi/perhubungan. Penulis bisa dihubungi via email : shoftagalihjatismiko@gmail.com

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Ir. Rachmad Basuki, Ms yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Dhuwinofiansyah Putra sebagai partner TA yang begitu sabar dan telaten. Dan juga telah bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.

BIODATA PENULIS



DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA

Penulis lahir di Gresik pada tanggal, 01 Desember 1996 ,penulis menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Gresik, SDN Pongangan 2 Gresik, SMPN 2 Gresik , SMA Muhammadiyah 1 Gresik. Setelah lulus melanjutkan pendidikan di D3 Teknik Sipil ITS pada tahun 2014 dengan NRP 3114030157. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis sempat mengikuti kerja praktek di PT Waskita Karya dalam proyek pembangunan jalan tol Solo-Ngawi-Kertosono. Penulis aktif di dalam kegiatan himpunan kampus jurusan diploma sipil ITS dalam bidang hubungan luar. Penulis pernah aktif di dalam berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pada program Studi teknik Infrastuktur Sipil ini penulis mengambil judul proyek akhir di bidang transportasi/perhubungan. Penulis bisa dihubungi via email : dhioputraa@gmail.com

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Ir. Rachmad Basuki, Ms yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Shofta Galih Jatmiko sebagai partner TA yang telah bekerja sama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC145501
Lampiran Gambar

**MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU TIPE BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA
TULANGAN PADA STA 9+000 s.d 12+000 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR**

SHOFTA GALIH JATMIKO
NRP.3114 030 138

DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
NRP. 3114 030 157

Dosen Pembimbing
IR. RACHMAD BASUKI, MS
NIP. 19641114 198903 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

25 JUL 2017

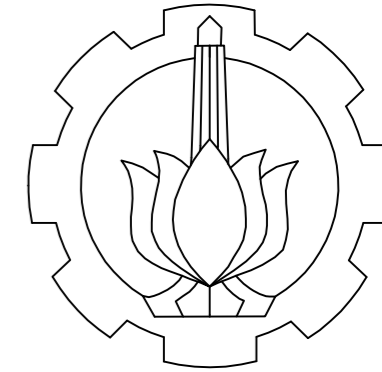


DAFTAR GAMBAR

SITE PLAN	1
ALINYEMENT HORIZONTAL	2
POTONGAN MEMANJANG	4
ALINYEMENT VERTIKAL	6
POTONGAN MELINTANG	7
POTONGAN MELINTANG FLY OVER	8
DETAIL RIGID PAVEMENT	9
DETAIL PENULANGAN RIGID PAVEMENT	10
DETAIL SALURAN DRAINASE	11
DETAIL SALURAN PIPA PVC	12
ARAH ALIRAN DAN CATCHMENT AREA	12
POTONGAN MELINTANG PER STA.....	13



GAMBAR SITE PLAN PROYEK
SKALA 1: 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI,MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

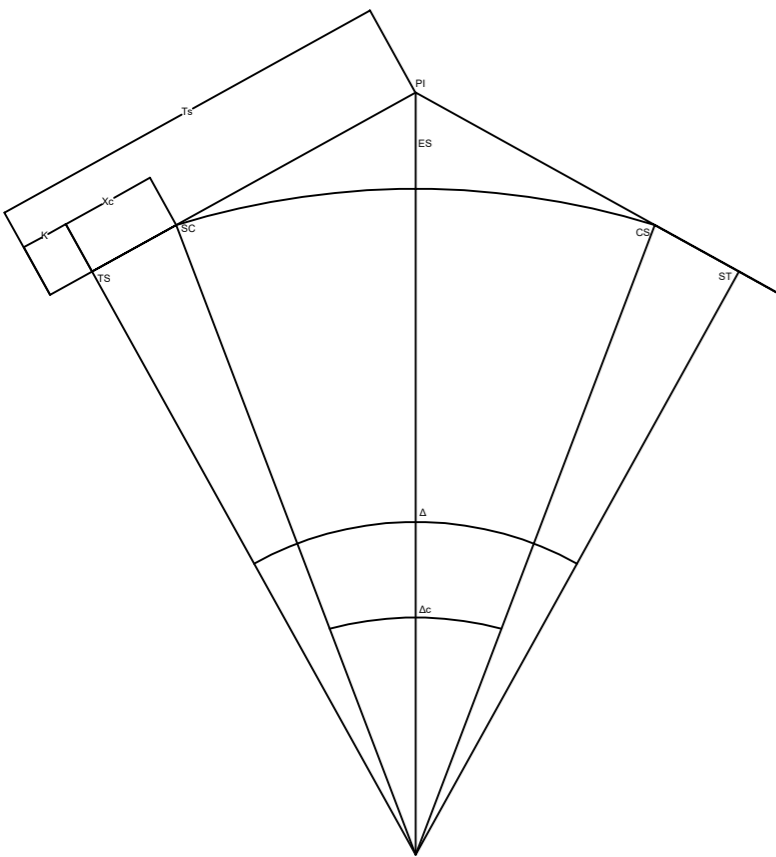
Site Plan

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
1	40	CM



Alinyement Horizontal 1 (STA 9 + 307,896)

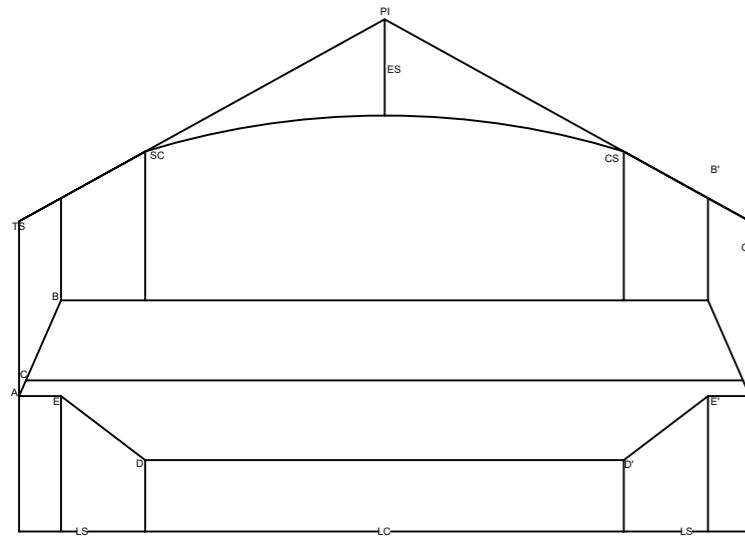


Diagram Superelevasi Alinyement Horizontal 1

Tikungan STA 9+307,896 (Spiral-Circle-Spiral)

Diperoleh data perencanaan dari DED Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

- Rc = 900 m
- Ls = 130
- V = 80 km/jam
- Δ = 58,014
- E = 4%
- F = 0,14

➤ **Menentukan nilai R min**

Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan : Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{[127 \times (e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})]}$$

$$R \text{ min} = \frac{80}{[127 \times (0,04 + 0,14)]}$$

$$R \text{ min} = 279,965 \text{ m}$$

Syarat = Rmin < R rencana (OK)

$$= 279,965\text{m} < 900\text{m} \quad (\text{OK})$$

➤ **Menentukan nilai Es**

$$Es = [(Rc + P) \sec 0,5 \Delta] - Rc$$

$$Es = [(900\text{m} + 0,78 \text{ m}) \sec (0,5 \times 58,014)] - 900 \text{ m}$$

$$Es = 129,98 \text{ m}$$

➤ **Menentukan Nilai Xs**

Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan :

$$Xs = Ls \times (1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2})$$

$$Xs = 130 \text{ m} \times (1 - \frac{130^2}{40 \times (900\text{m})^2})$$

$$Xs = 129,93 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Es**

Ts perhitungan = Ts lapangan

$$129,98 \text{ m} = 129,98 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$

➤ **Menentukan nilai Lc**

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan :

$$Lc = (\Delta - 2 \Theta_s / 180) \times \pi \times Rc$$

$$Lc = (58,014 - 2 \times 4,14 / 180) \times 3,14 \times 900$$

$$Lc = 780,82\text{m}$$

➤ **Menentukan nilai Ys**

Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$Ys = \frac{130^2}{6 \times 900}$$

$$Ys = 3,13 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Lc**

Ts perhitungan = Ts lapangan

$$780,8236 \text{ m} = 780,8 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai θs**

Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\theta_s = \{(90 \times Ls) / (\pi \times Rc)\}$$

$$\theta_s = \{(90 \times 130) / (3,14 \times 900)\}$$

$$\theta_s = 4,140$$

➤ **Menentukan nilai L total**

Nilai Ltotal dapat dihitung dengan persamaan :

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

$$L_{\text{total}} = 780,82 \text{ m} + 2 (130 \text{ m})$$

$$L_{\text{total}} = 1040,82 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai p**

Nilai p dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = (\frac{Ls^2}{6 \times Rc}) - Rc(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = (\frac{130^2}{6 \times 900}) - 900(1 - \cos 4,14^\circ)$$

$$p = 0,78 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Ltotal**

Ltotal perhitungan = Ltotal Lapangan

$$1040,82 \text{ m} = 1040,82 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$

➤ **Menentukan nilai k**

Nilai k dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - (\frac{Ls^2}{40 \times R2}) - (R \times \sin \theta_s)$$

$$k = 130 - (\frac{130^2}{40 \times 900^2}) - (900 \times \sin 4,14^\circ)$$

$$k = 64,99 \text{ m}$$

➤ **Kontrol**

Spiral-Circle-Spiral dapat di kontrol dengan :

$$L_{\text{total}} < 2Ts$$

$$1040,82 \text{ m} < 2 \times 564,44 \text{ m}$$

$$1040,82 \text{ m} < 1128,88 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$

➤ **Menentukan nilai Ts**

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + P) \tan 0,5 \Delta] + K$$

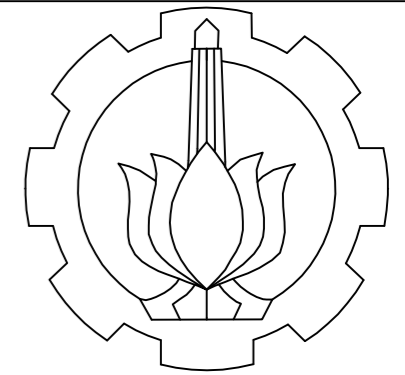
$$Ts = [(900\text{m} + 0,78 \text{ m}) \times \tan (0,5 \times 58,014)] + 64,99 \text{ m}$$

$$Ts = 564,44$$

Kontrol TS

Ts perhitungan = Ts lapangan

$$564,44 \text{ m} = 564,44 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR
LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU TIPE
BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA
TULANGAN PADA STA 9+000 S/D 12+000
KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

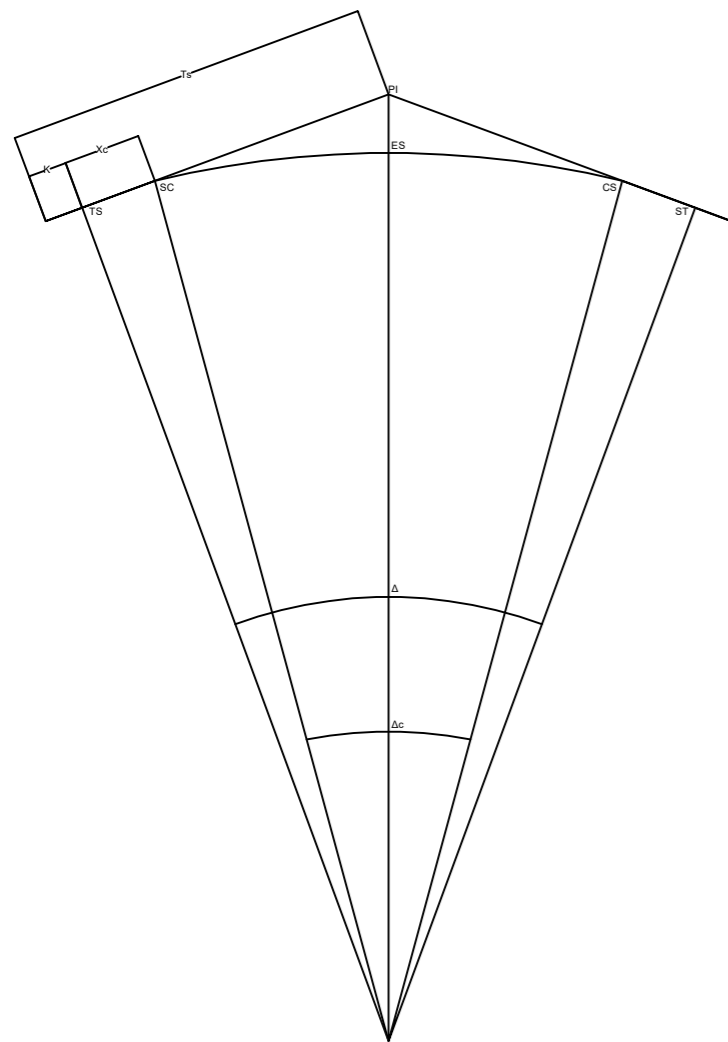
ALINYMENT HORIZONTAL

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
2	40	CM



Alinyement Horizontal 2 (STA 10 + 960,25)

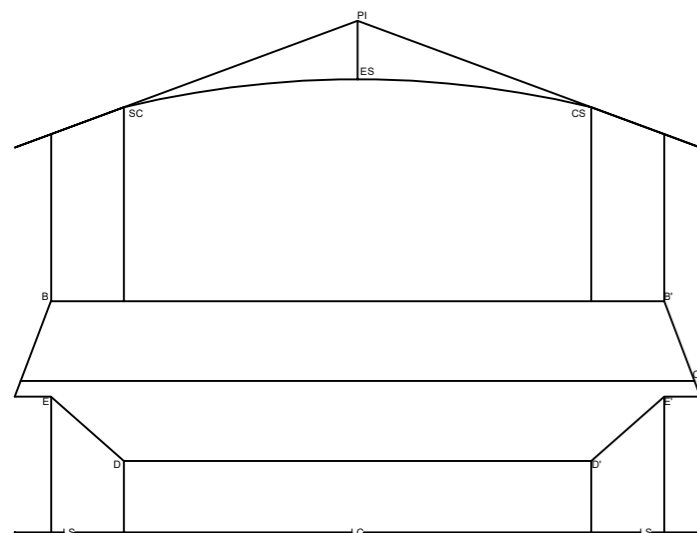


Diagram Superelevasi Alinyement Horizontal 2

Tikungan STA 9+307,896 (Spiral-Circle-Spiral)

Diperoleh data perencanaan dari DED Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya :

- Rc = 1200 m
- Ls = 105
- V = 80 km/jam
- Δ = 40,397
- E = 3%
- F = 0,14

➤ **Menentukan nilai R min**

Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R \text{ min} = V^2 / [127 \times (e_{maks} + f_{maks})]$$

$$R \text{ min} = 80 / [127 \times (0,03 + 0,14)]$$

$$R \text{ min} = 296,433 \text{ m}$$

Syarat = Rmin < R rencana (OK)
 = 296,433 m < 900 m (OK)

➤ **Menentukan Nilai Xs**

Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan :

$$Xs = Ls \times (1 - Ls^2 / 40 \times Rc^2)$$

$$Xs = 105 \text{ m} \times (1 - 105^2 / 40 \times (1200)^2)$$

$$Xs = 104,97 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ys**

Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ys = Ls^2 / 6 \times Rc$$

$$Ys = 105^2 / 6 \times 1200$$

$$Ys = 1,531 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai θs**

Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\theta_s = \{(90 \times Ls) / (\pi \times Rc)\}$$

$$\theta_s = \{(90 \times 105) / (3,14 \times 1200)\}$$

$$\theta_s = 2,507$$

➤ **Menentukan nilai p**

Nilai p dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = (Ls^2 / 6 \times Rc) - Rc(1 - \text{Cos } \theta_s)$$

$$p = (105^2 / 6 \times 1200) - 1200(1 - \text{Cos } 2,507^\circ)$$

$$p = 0,383 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai k**

Nilai k dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - (Ls^2 / 40 \times R2) - (R \times \text{Sin } \theta_s)$$

$$k = 105 - (105^2 / 40 \times 1200^2) - (900 \times \text{Sin } 414^\circ)$$

$$k = 52,50 \text{ m}$$

➤ **Menentukan nilai Ts**

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + P) \tan 0,5 \Delta] + K$$

$$Ts = [(1200 \text{ m} + 0,383 \text{ m}) \times \tan (0,5 \times 40,397)] + 52,50 \text{ m}$$

$$Ts = 494,12$$

Kontrol TS

Ts perhitungan = Ts lapangan
 494,12 m = 494,12 m (Ok)

➤ **Menentukan nilai Es**

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$Es = [(Rc + P) \sec 0,5 \Delta] - Rc$$

$$Es = [(1200 \text{ m} + 0,383 \text{ m}) \sec (0,5 \times 40,397)] - 1200 \text{ m}$$

$$Es = 79,04 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Es**

Ts perhitungan = Ts lapangan
 79,04 m = 79,04 m (Ok)

➤ **Menentukan nilai Lc**

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan :

$$Lc = (\Delta - 2 \theta_s / 180) \times \pi \times Rc$$

$$Lc = (40,397 - 2 \times 2,507 / 180) \times 3,14 \times 1200$$

$$Lc = 740,70 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Lc**

Ts perhitungan = Ts lapangan
 740,70 m = 740,70 m

➤ **Menentukan nilai L total**

Nilai Ltotal dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ltotal = Lc + 2Ls$$

$$Ltotal = 740,70 \text{ m} + 2 (105 \text{ m})$$

$$Ltotal = 950,70 \text{ m}$$

➤ **Kontrol Ltotal**

Ltotal perhitungan = Ltotal Lapangan
 950,70 m = 950,70 m (Ok)

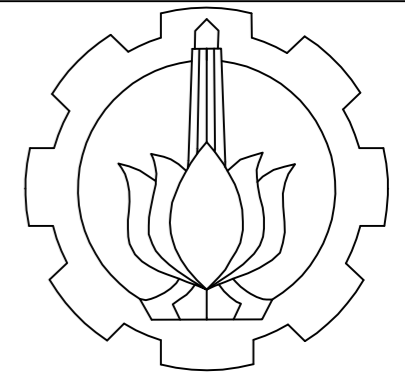
➤ **Kontrol**

Spiral-Circle-Spiral dapat di kontrol dengan :

$$Ltotal < 2Ts$$

$$950,70 \text{ m} < 2 \times 564,44 \text{ m}$$

$$950,70 \text{ m} < 1128,88 \text{ m} \quad (\text{Ok})$$



PROGRAM STUDI
 DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
 FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
 Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN JALAN LINGKAR
 LUAR TIMUR SURABAYA DENGAN
 MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU TIPE
 BETON SEMEN BERSAMBUNG TANPA
 TULANGAN PADA STA 9+000 S/D 12+000
 KOTA SURABAYA PROVINSI JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

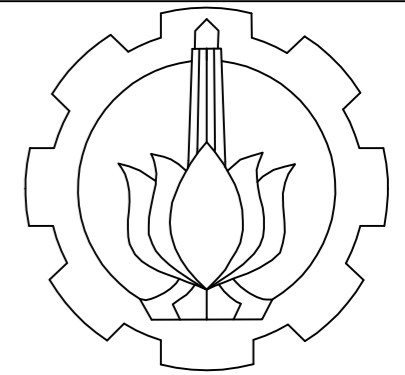
ALINYMENT HORIZONTAL

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
 3114030138
 DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
 3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
3	40	CM



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

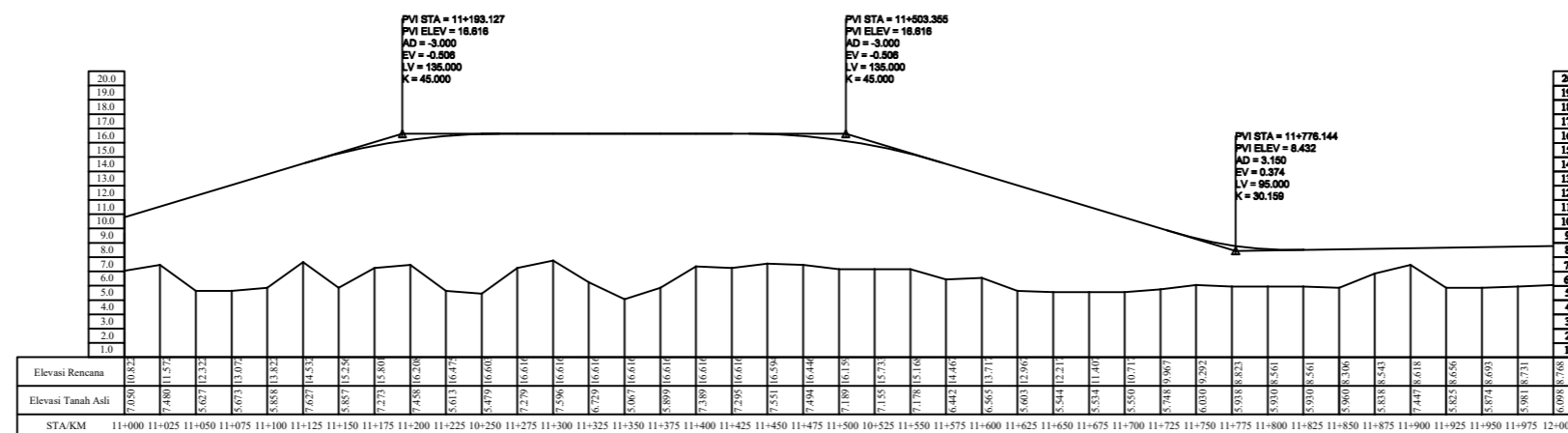
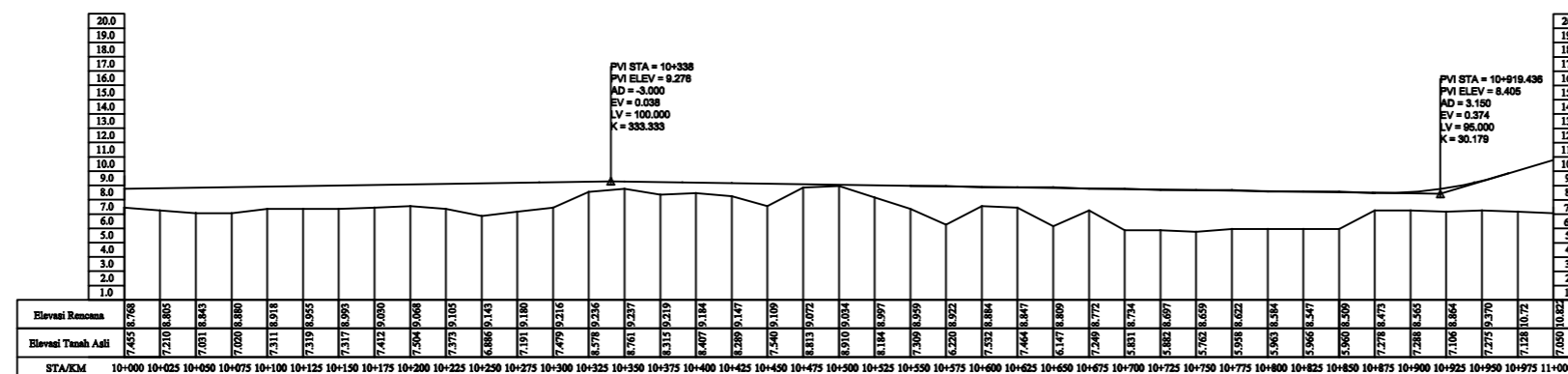
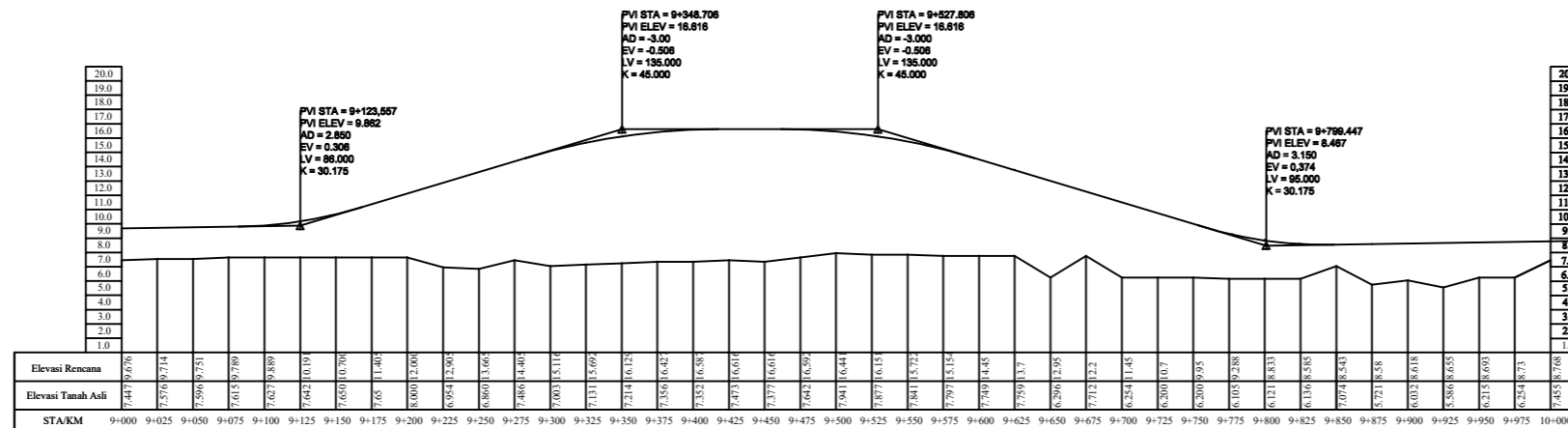
Potongan Memanjang

NAMA MAHASISWA

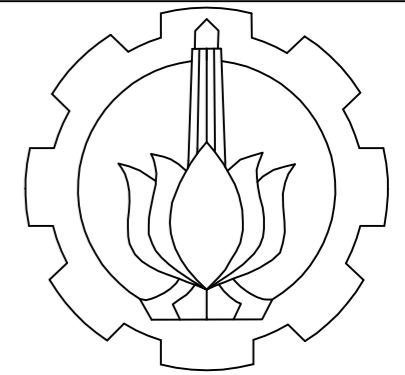
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
4	40	CM



Potongan Memanjang
1 : 50



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

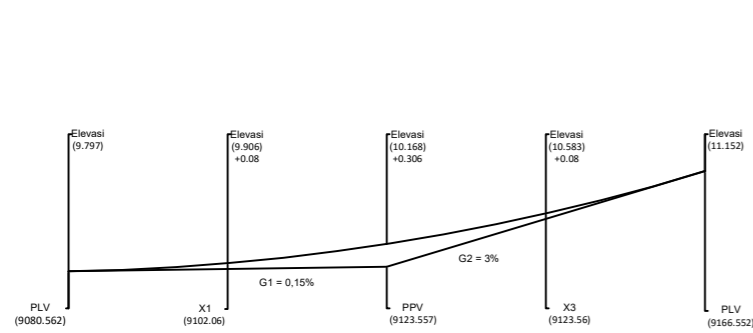
ALINYMENT VERTIKAL

NAMA MAHASISWA

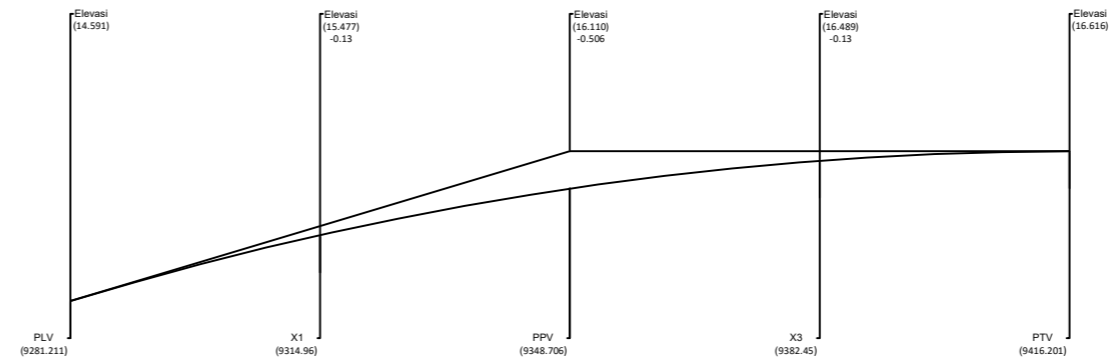
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

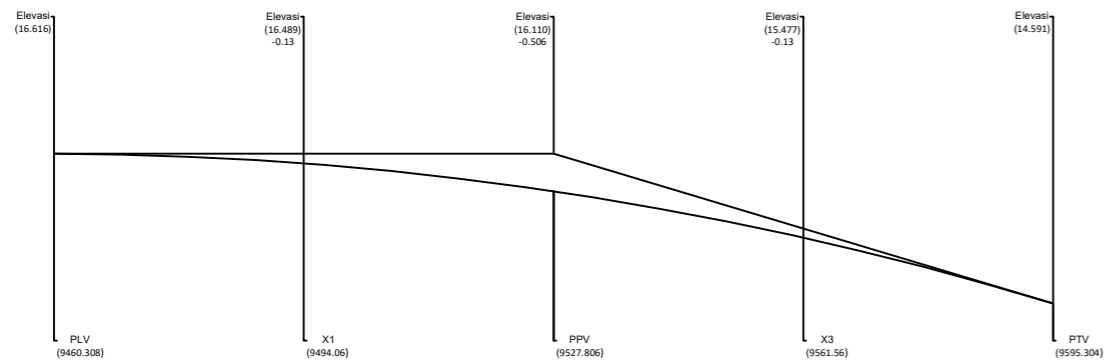
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
5	40	CM



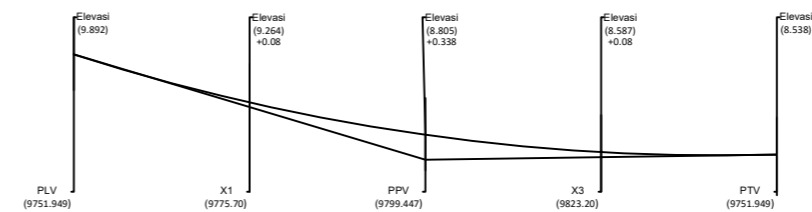
Alinyement Vertikal 1 STA 9+123,557
SKALA 1 : 12.5



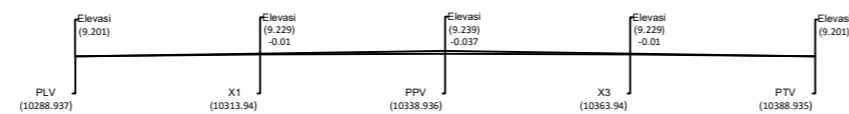
Alinyement Vertikal 2 STA 9+348.706
SKALA 1 : 12.5



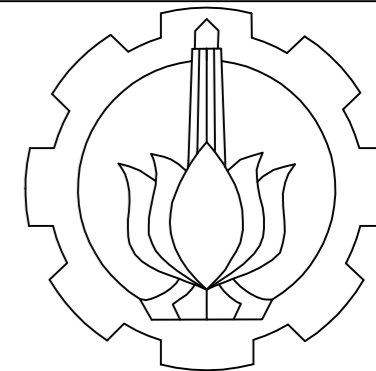
Alinyement Vertikal 3 STA 9+527.806
SKALA 1 : 12.5



Alinyement Vertikal 4 STA 9+799.447
SKALA 1 : 12.5



Alinyement Vertikal 5 STA 10+338
SKALA 1 : 12.5



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

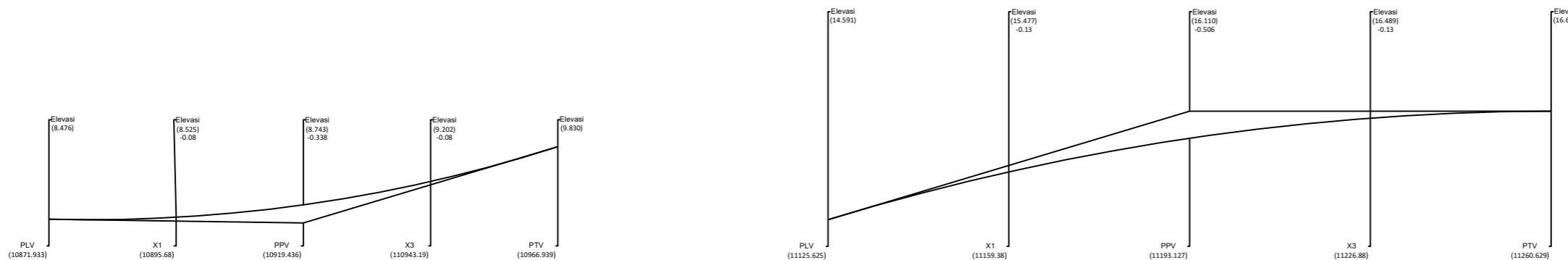
ALINYMENT HORIZONTAL

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

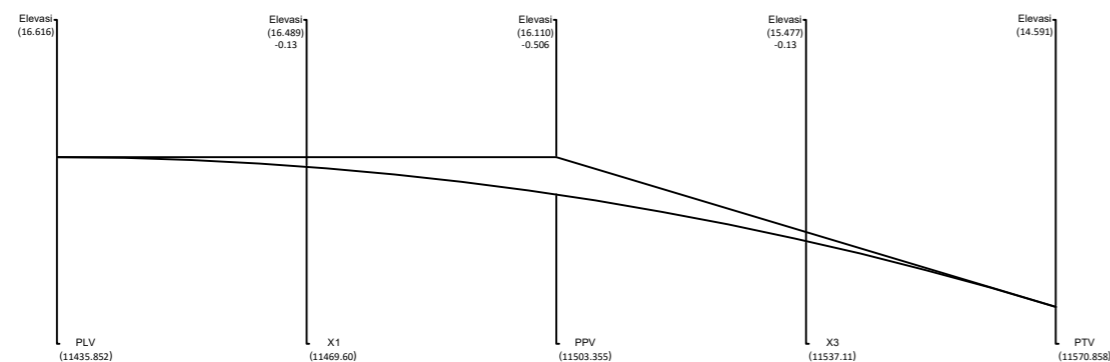
BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
6	40	CM

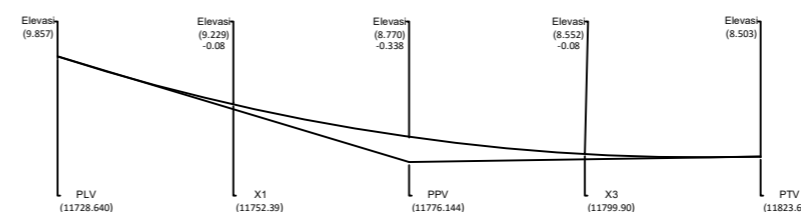


Alinyement Vertikal 6 STA 10+919.436
SKALA 1 : 12.5

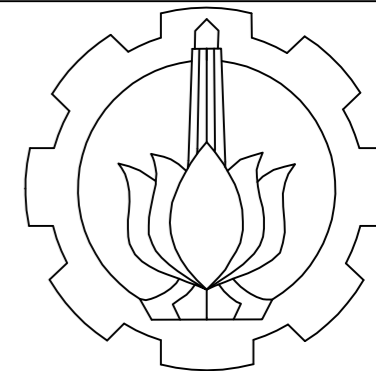
Alinyement Vertikal 7 STA 11+193.127
SKALA 1 : 12.5



Alinyement Vertikal 8 STA 11+503.355
SKALA 1 : 12.5



Alinyement Vertikal 9 STA 11+776.144
SKALA 1 : 12.5



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

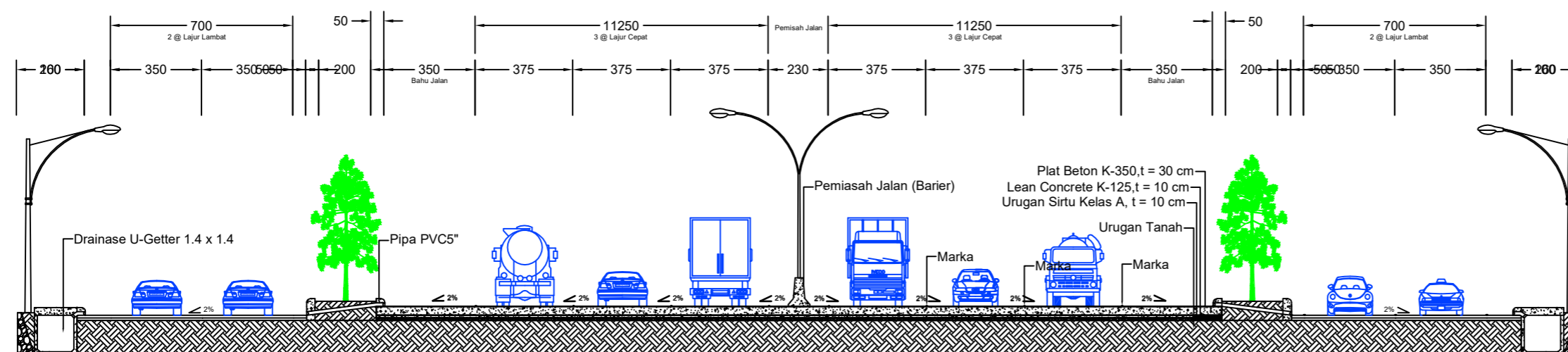
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

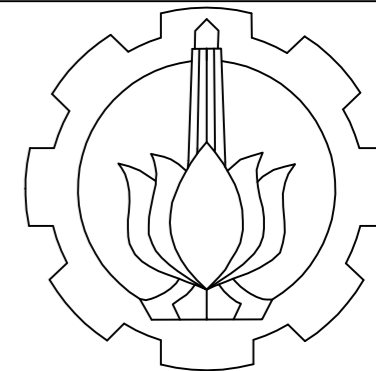
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
7	40	CM



Potongan Melintang
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

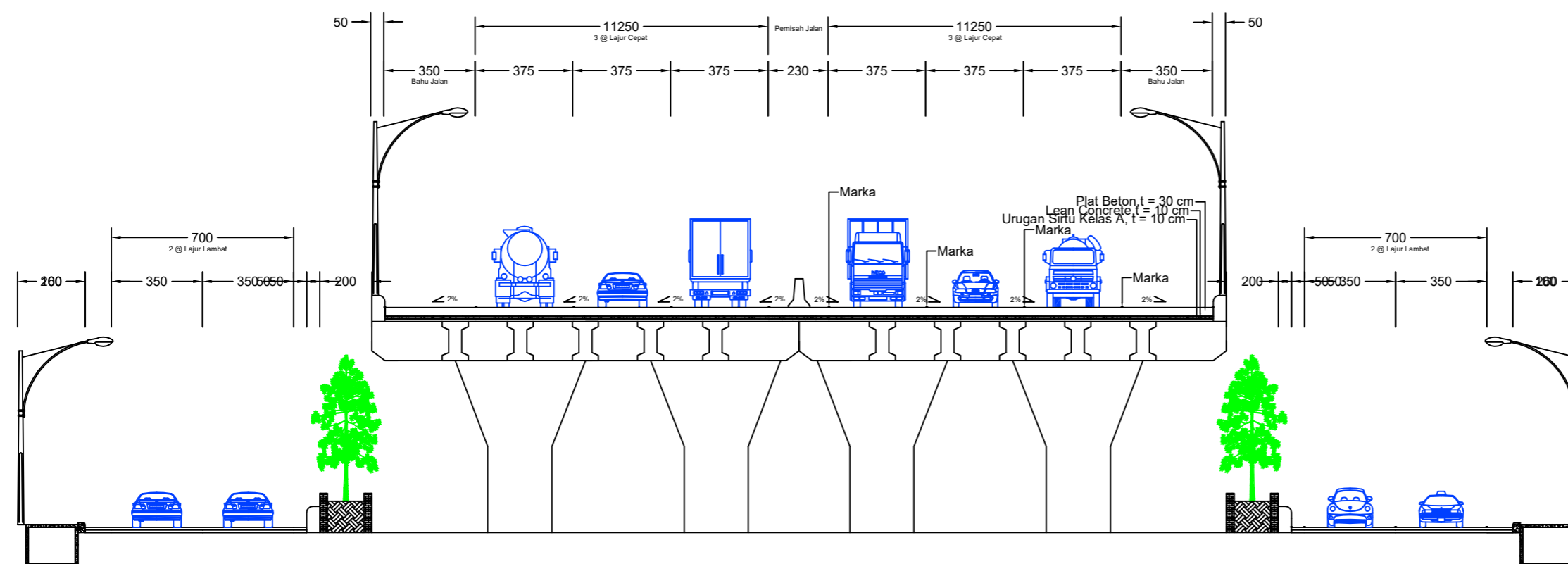
Potongan Melintang Fly Over

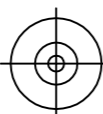
NAMA MAHASISWA

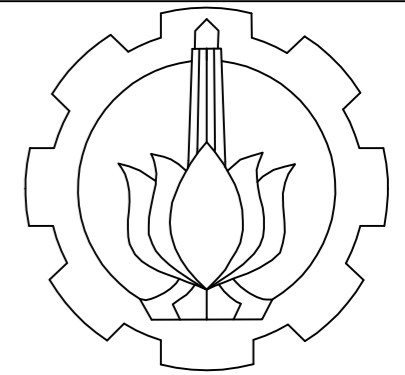
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
8	40	CM



 Potongan Melintang Fly Over
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

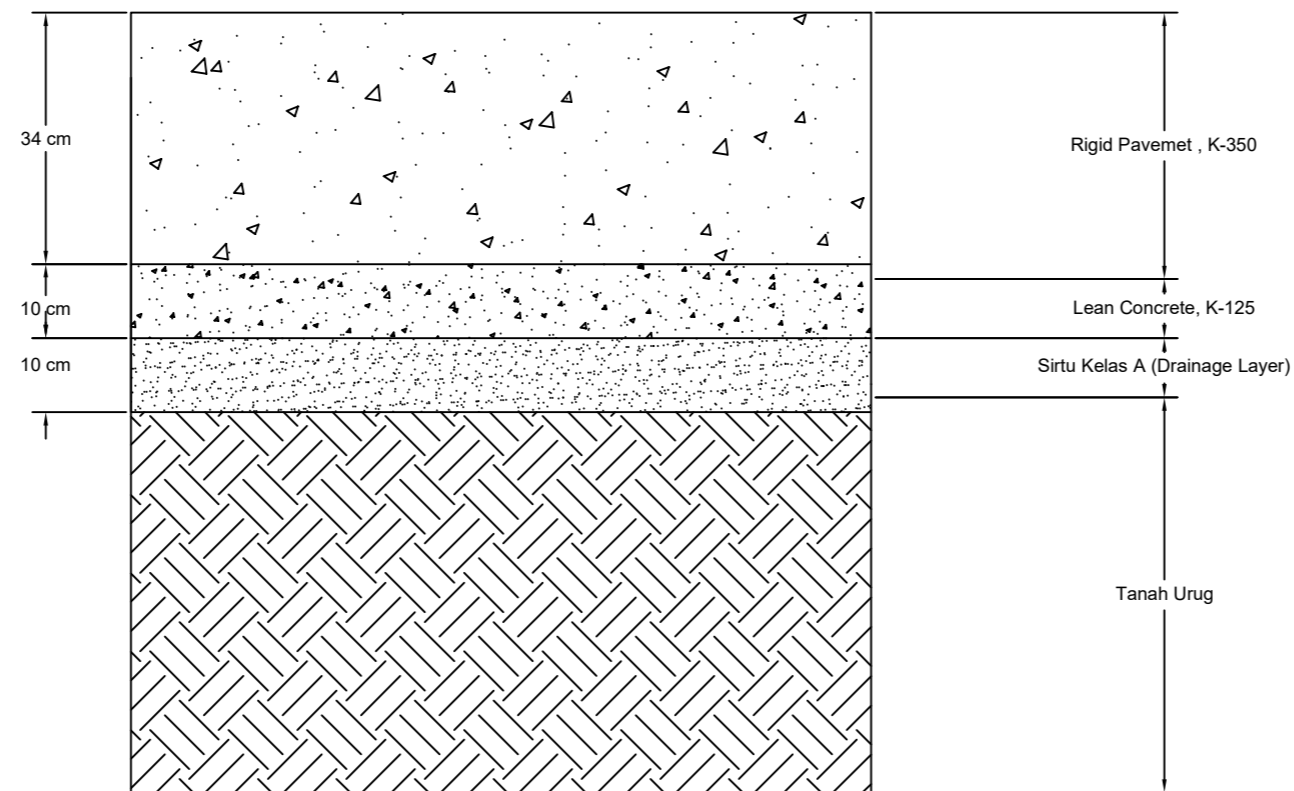
Detail Gambar

NAMA MAHASISWA

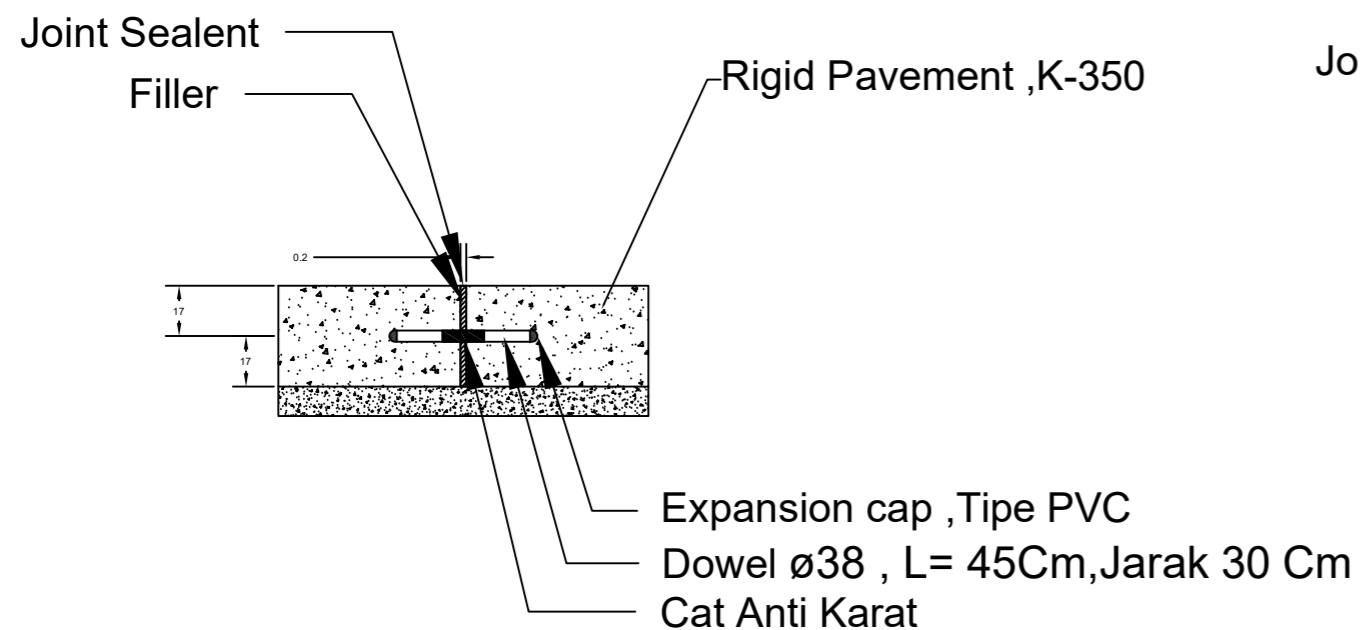
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

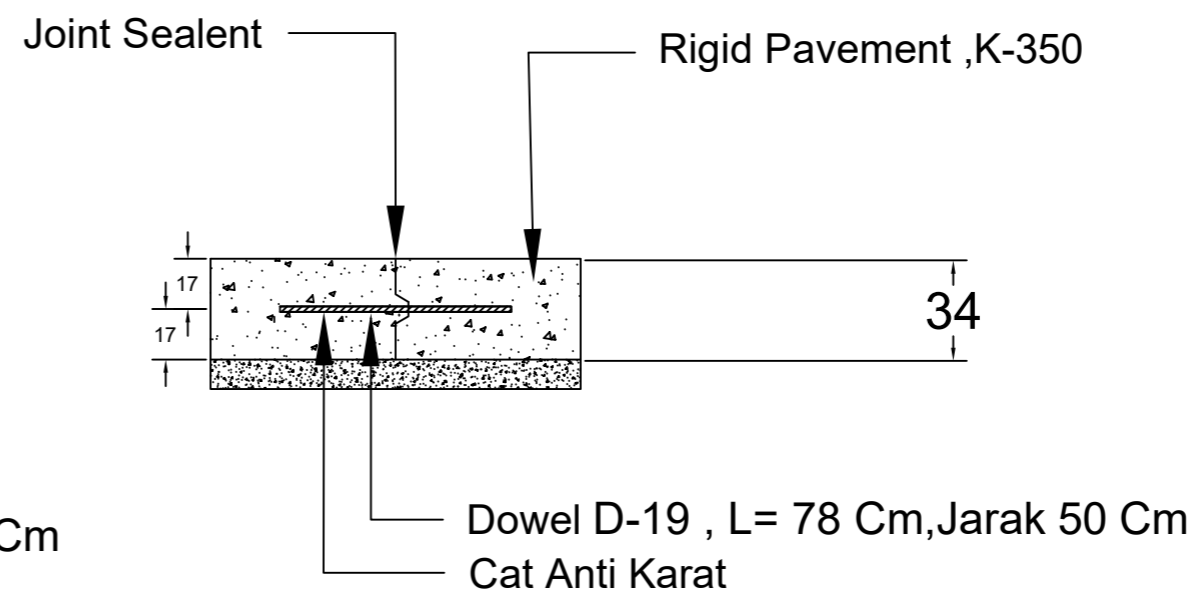
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
9	40	CM



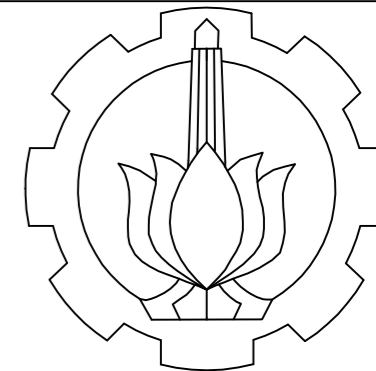
Detail Rigid Pavement
1 : 10



Detail Dowel Rigid Pavement
1 : 25



Detail Tie Bar Rigid Pavement
1 : 25



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI,MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

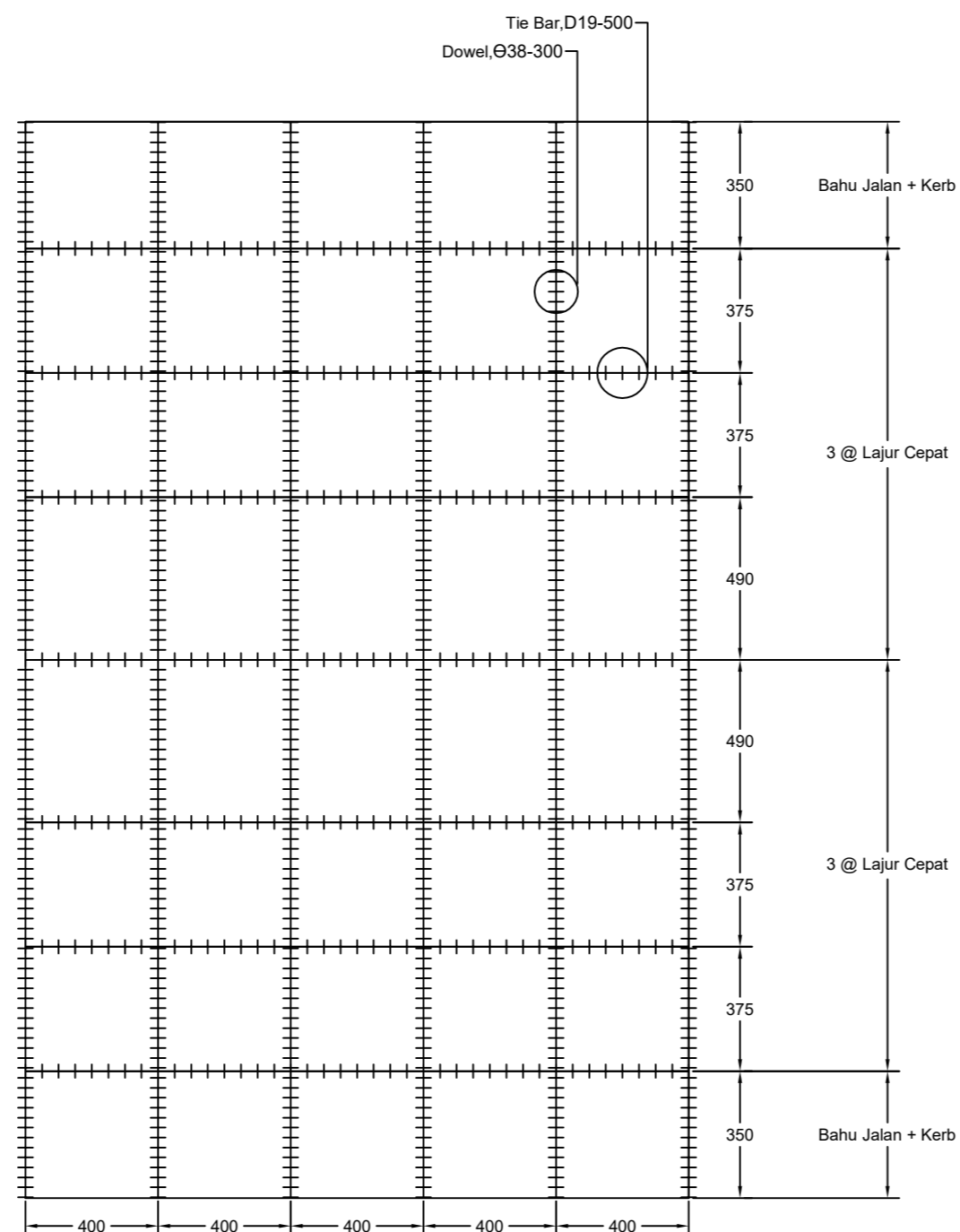
Gambar Tulangan


NAMA MAHASISWA

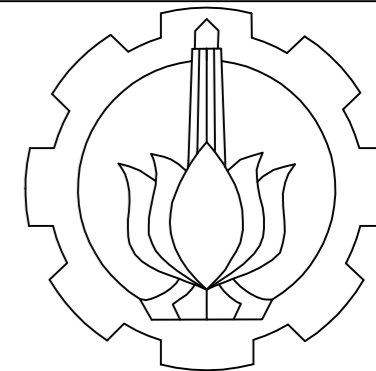
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
10	40	CM



 **Tulangan Rigid Pavement**
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

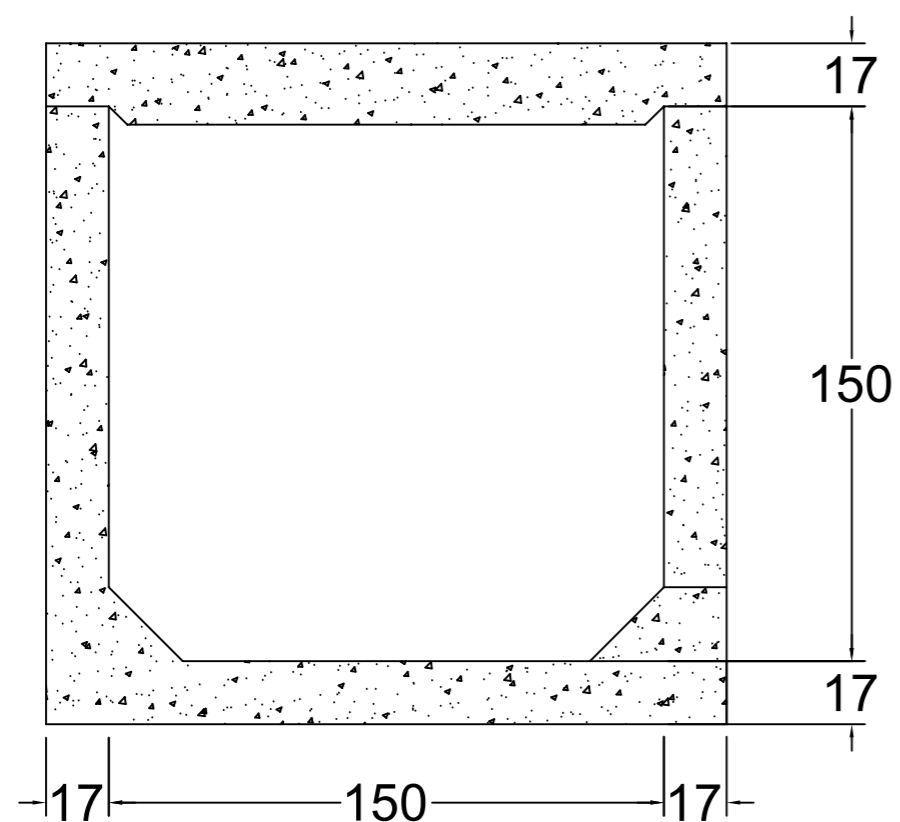
Detail Saluran Drainase

NAMA MAHASISWA

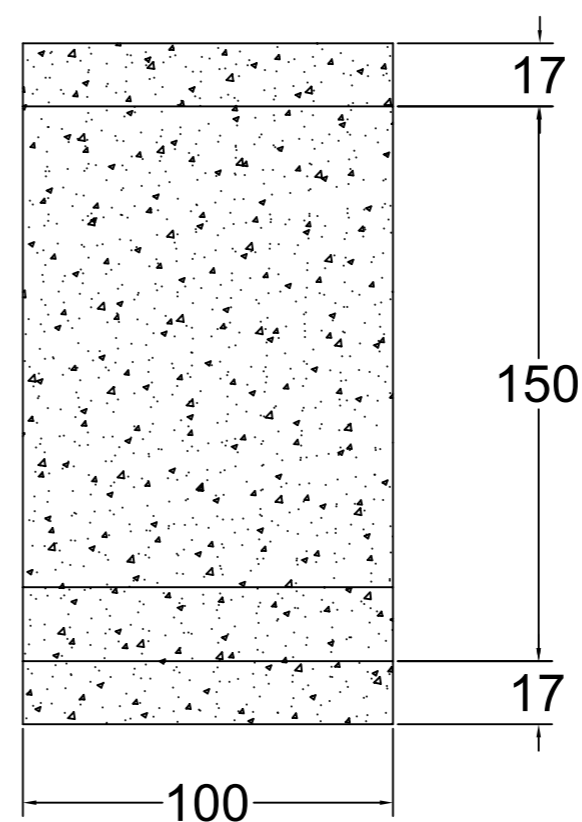
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

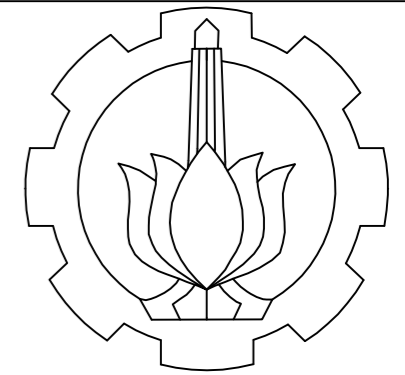
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
11	40	CM



⊙ Potongan Melintang Saluran Drainase
1 : 20



⊙ Potongan Memanjang Saluran Drainase
1 : 20



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

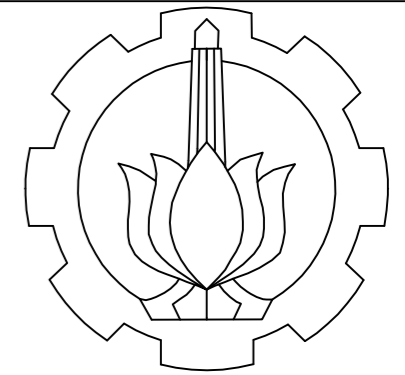
Arah aliran dan Catchment area

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
	40	CM



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

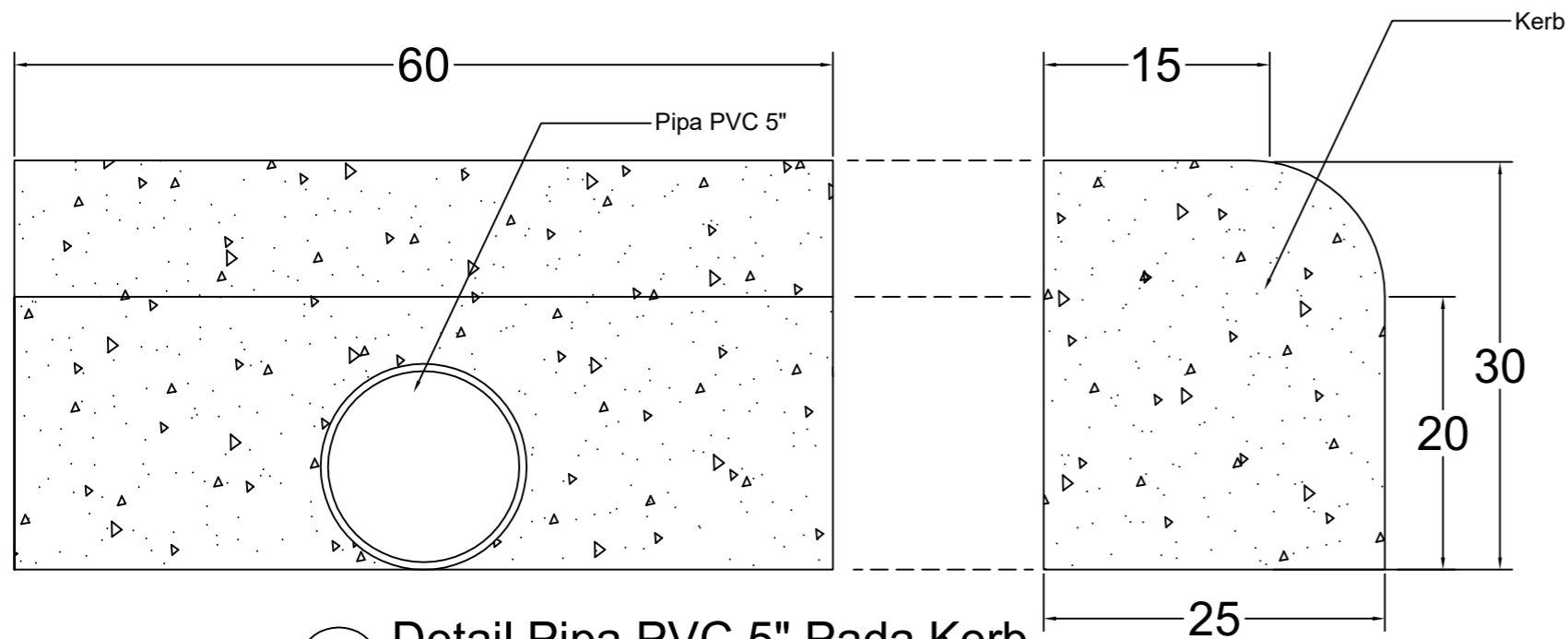
Detail Saluran Pipa PVC

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

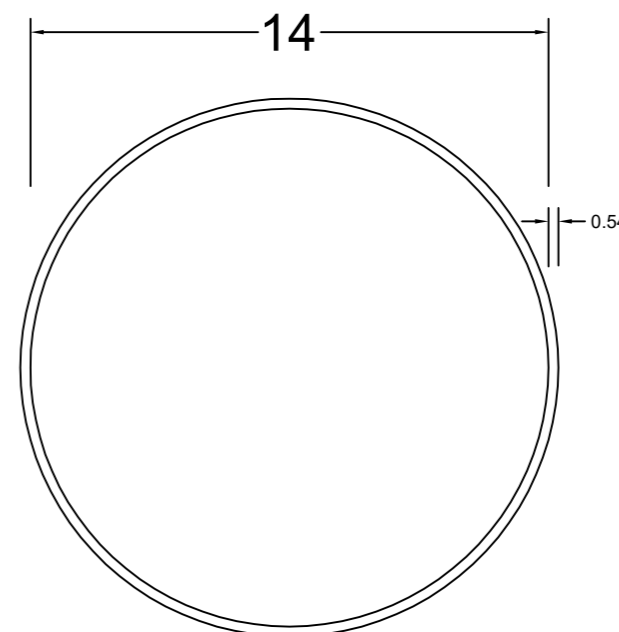
BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
12	40	CM

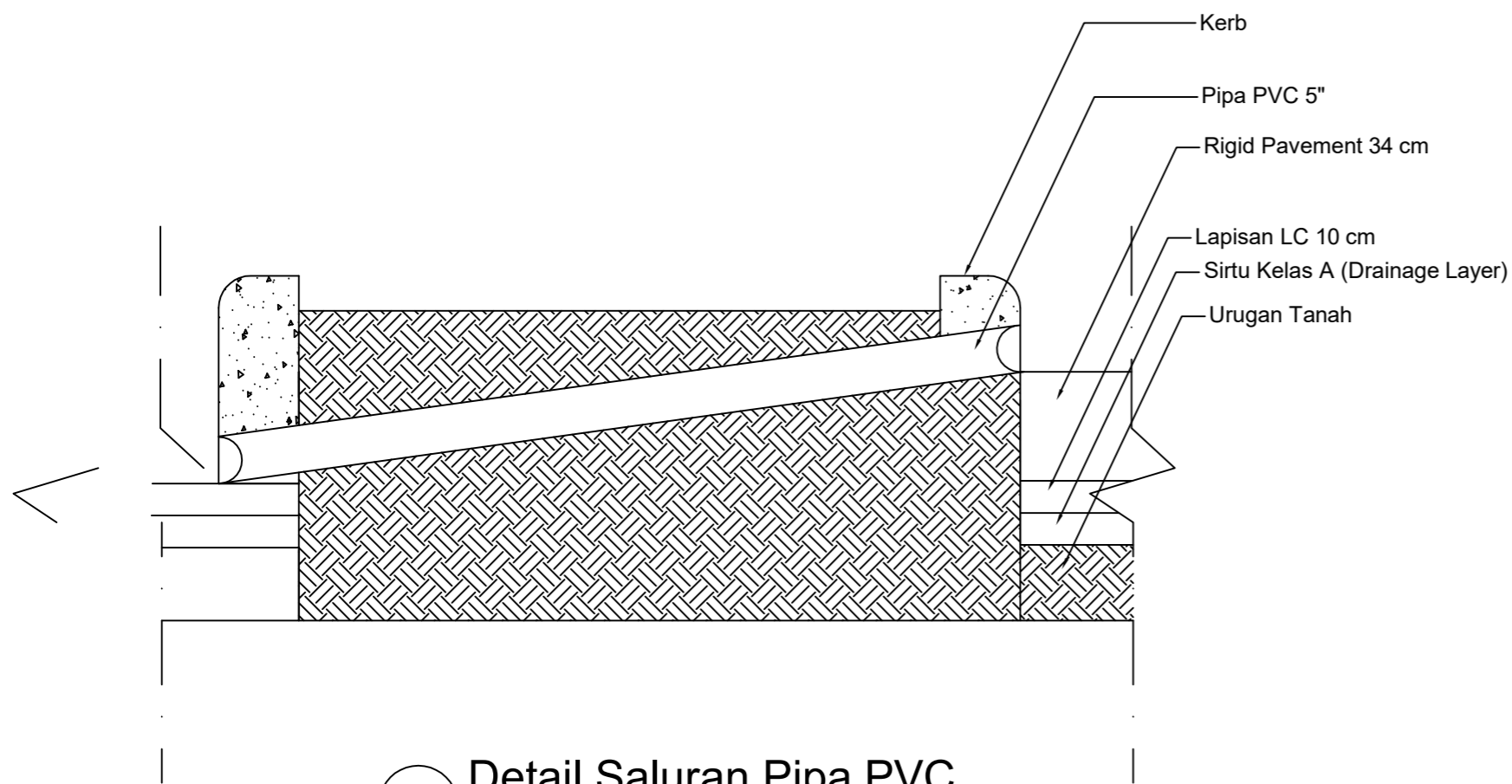


Detail Pipa PVC 5" Pada Kerb
1 : 5

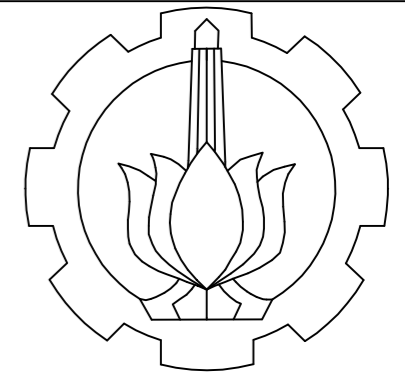
Diameter		Tebal Dinding (cm)
Inch	Cm	
5"	14	0.54



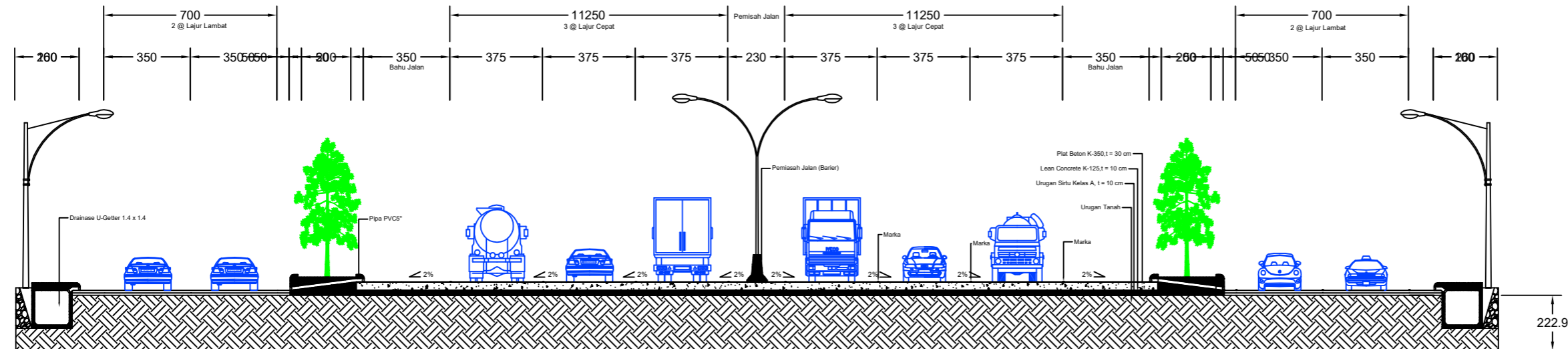
Detail Pipa PVC 5"
1 : 2



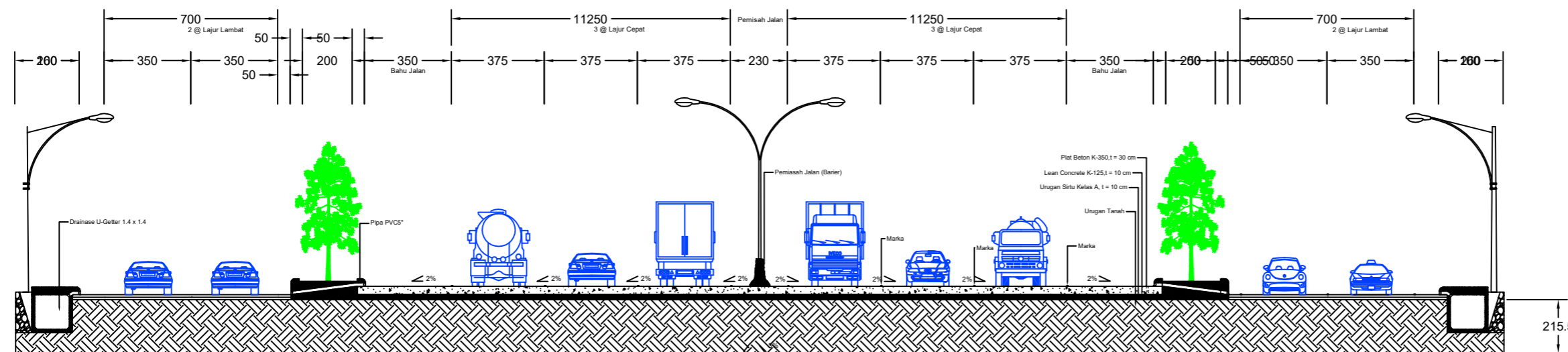
Detail Saluran Pipa PVC
1 : 20



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS



Potongan Melintang STA 09 + 000
1 : 200



Potongan Melintang STA 09 + 050
1 : 200

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

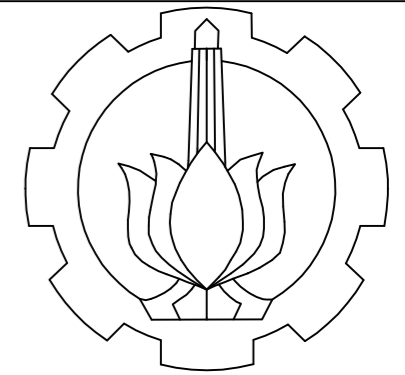
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
13	40	CM



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

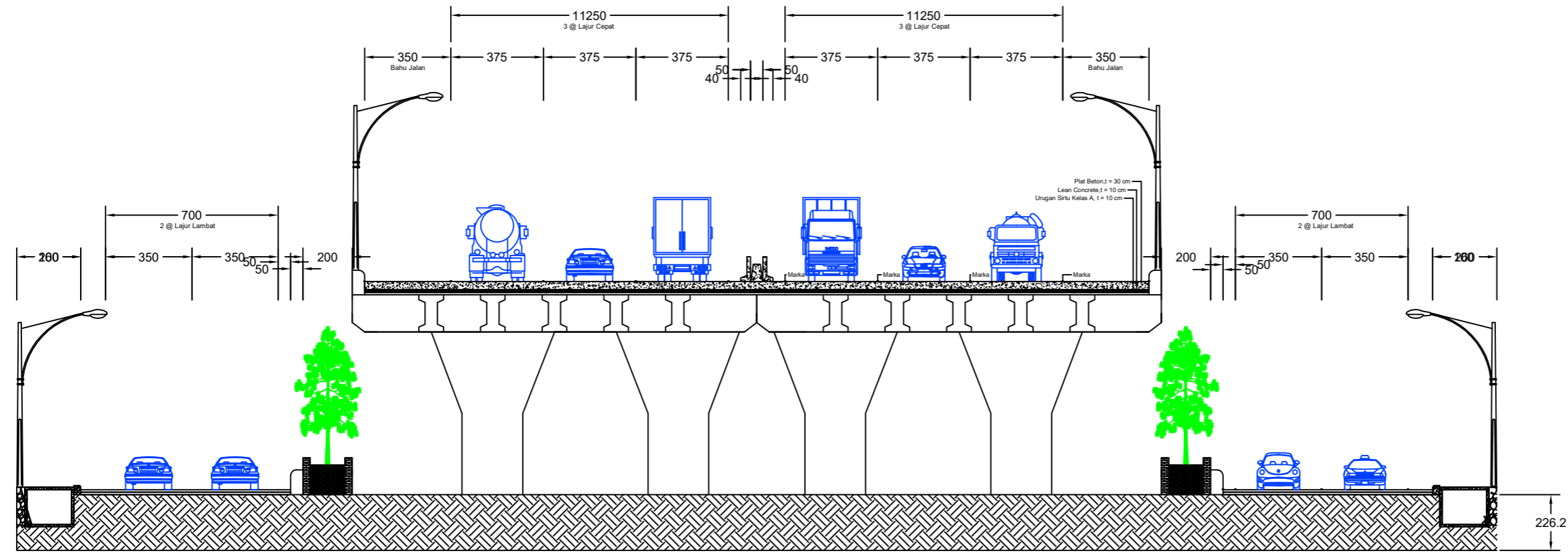
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

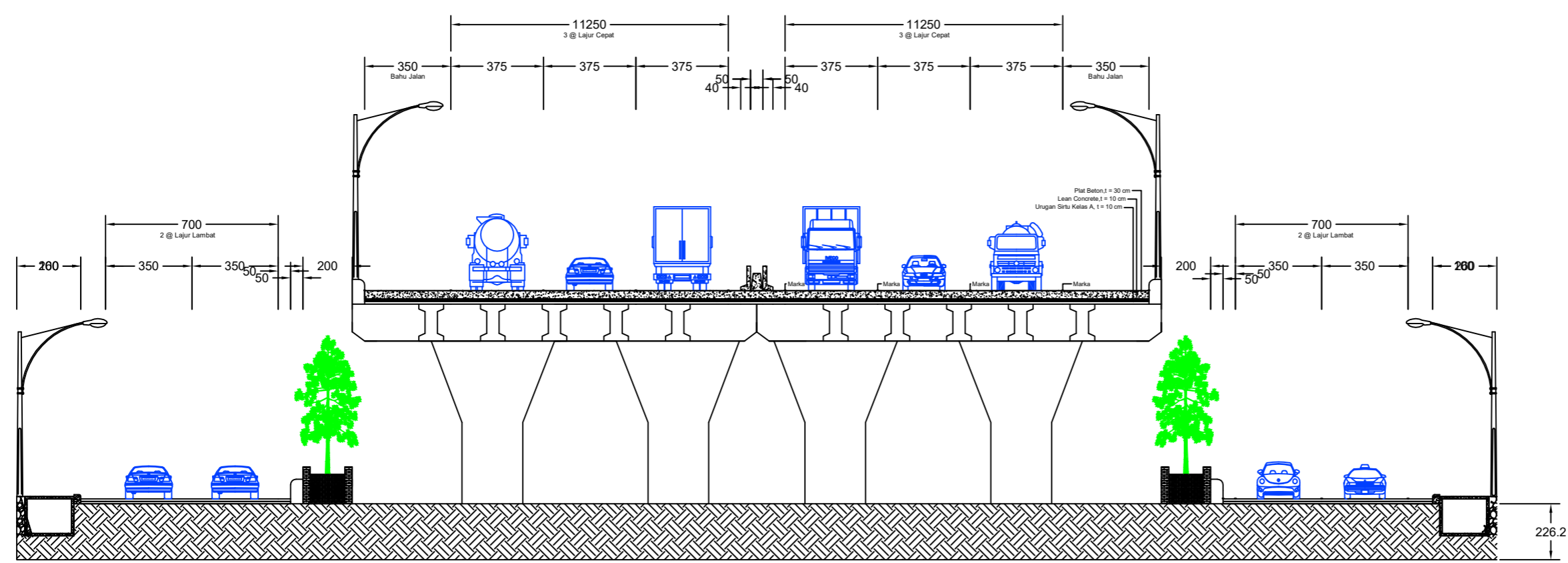
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

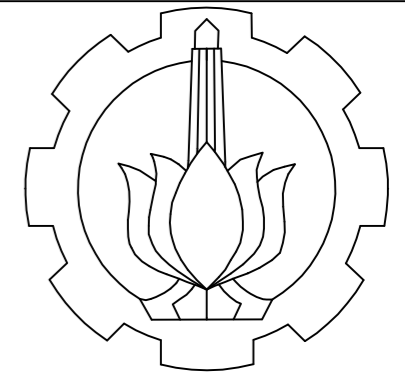
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
14	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 100
1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 150
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

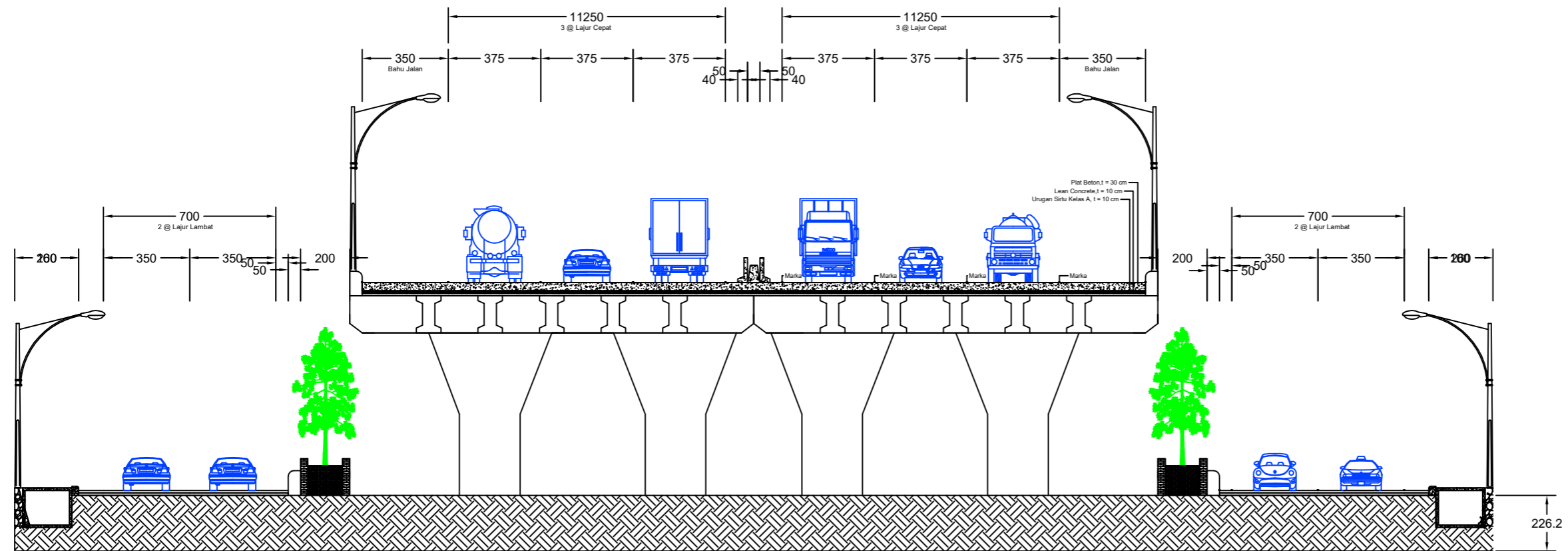
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

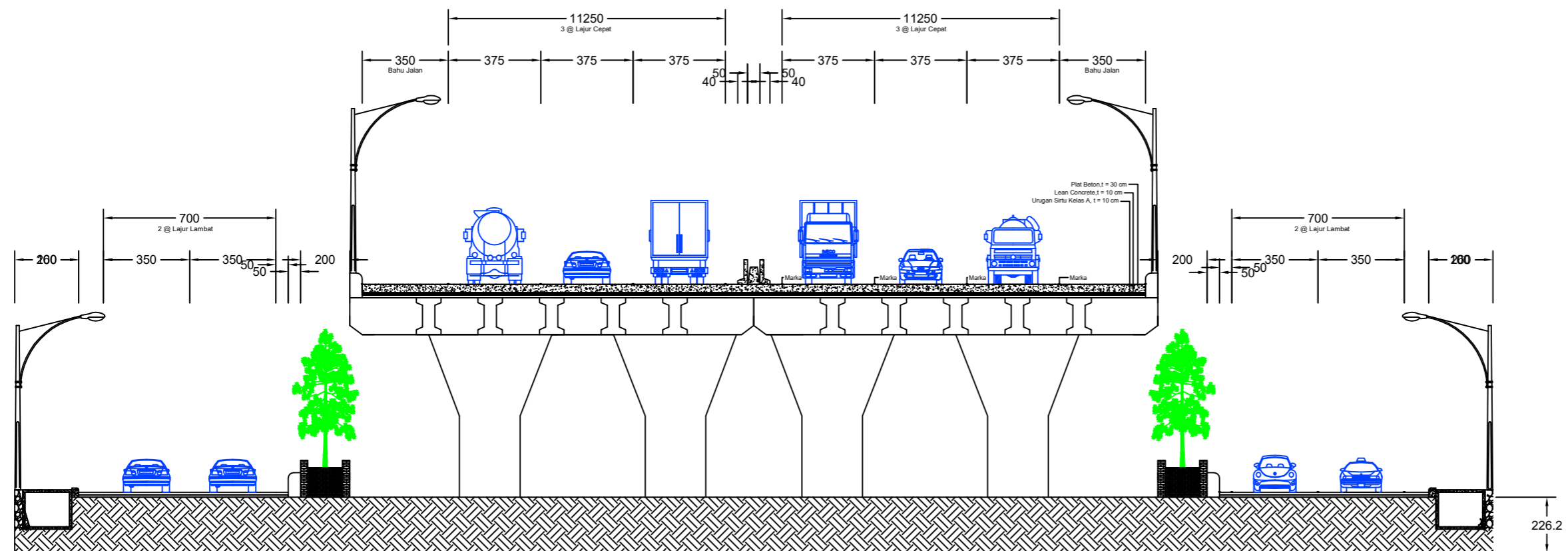
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

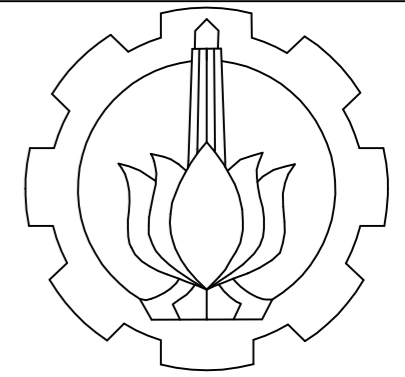
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
15	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 200
1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 250
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

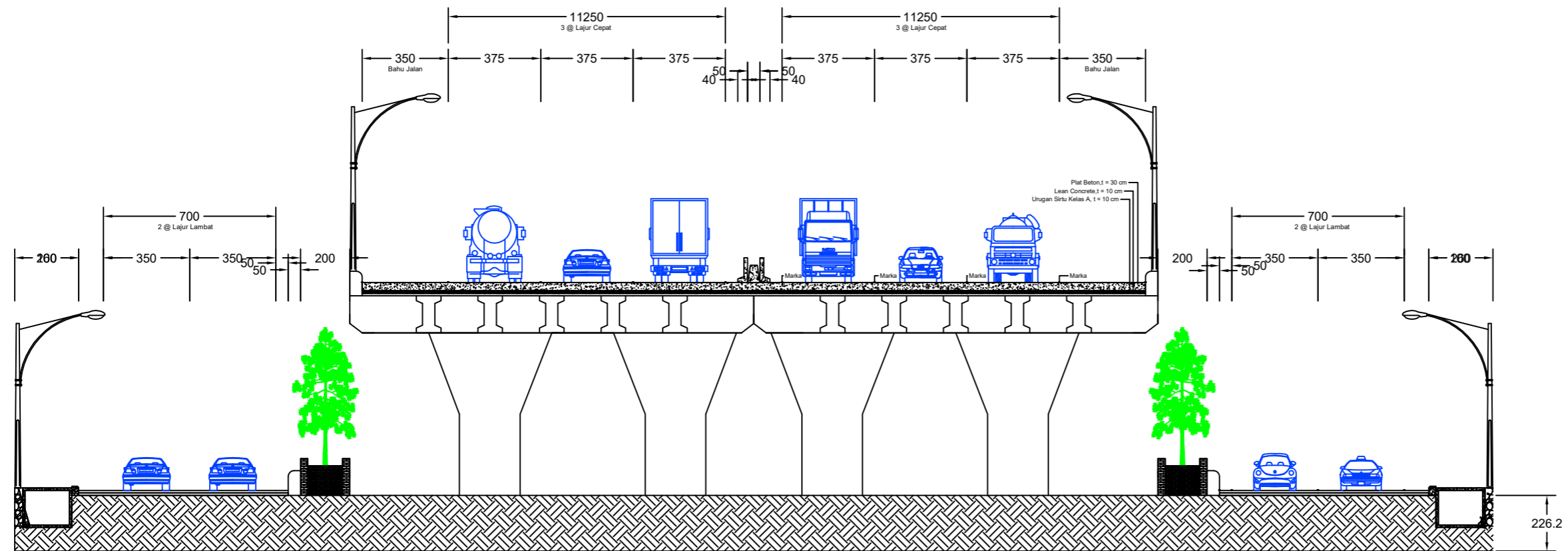
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

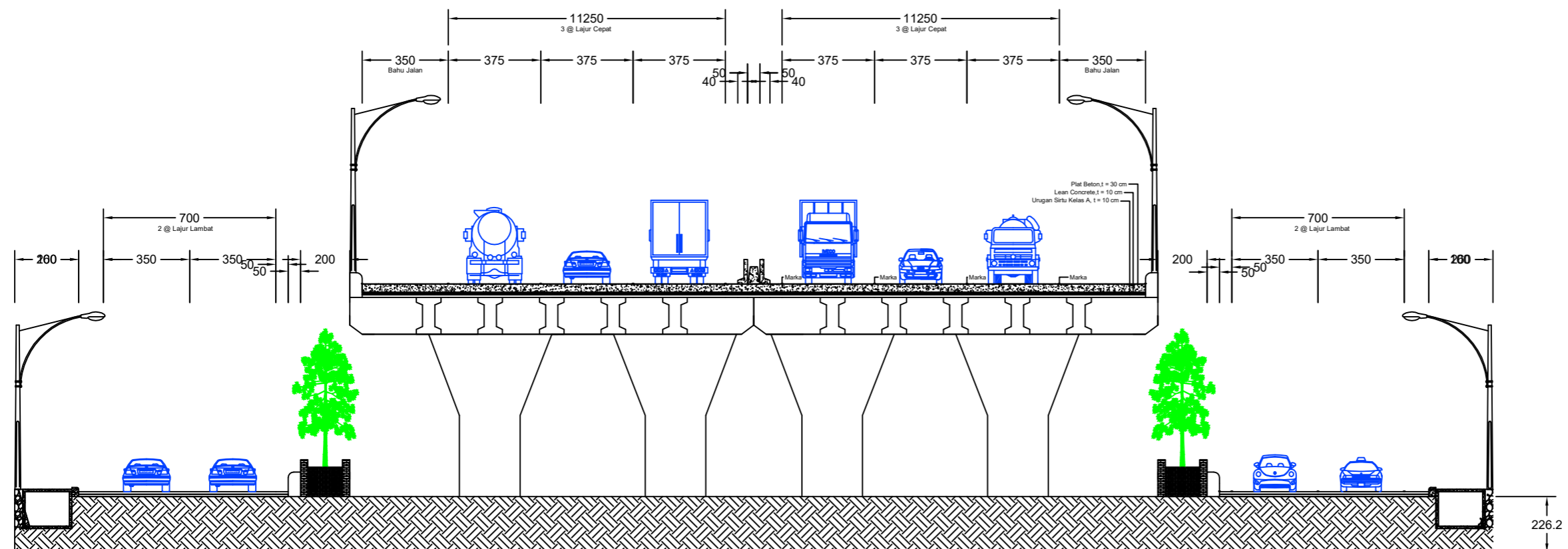
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

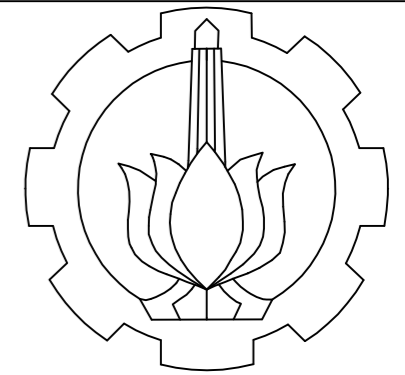
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
16	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 300
1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 350
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

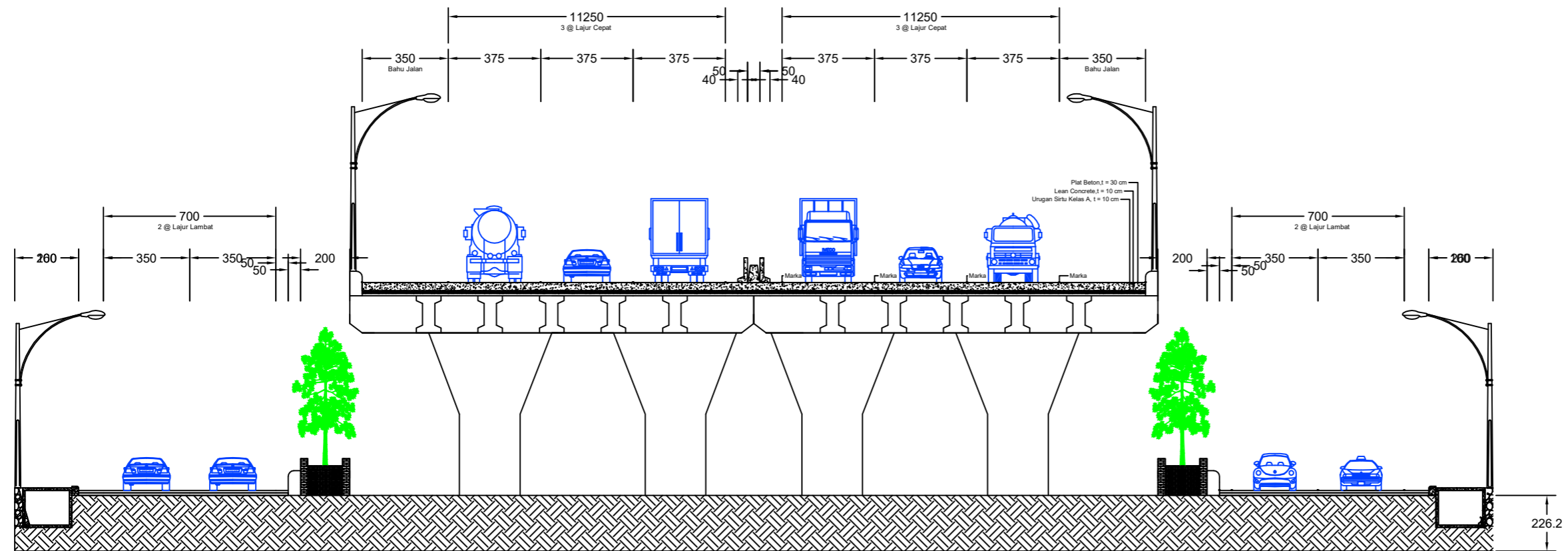
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

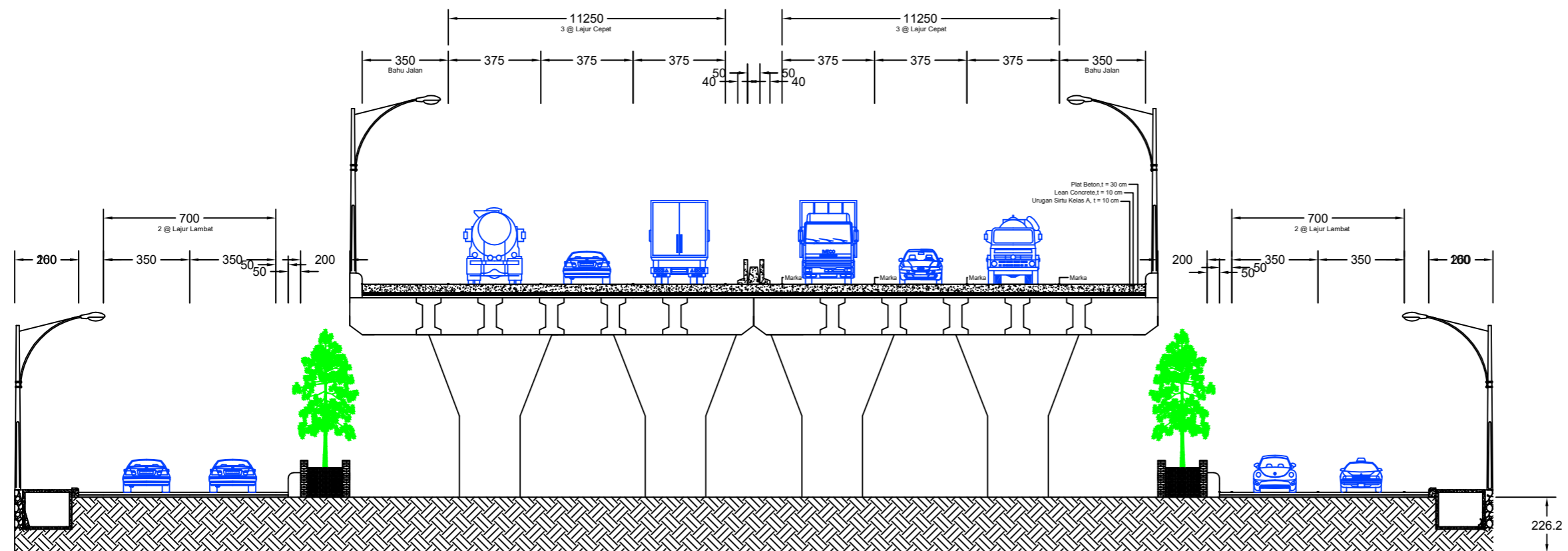
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

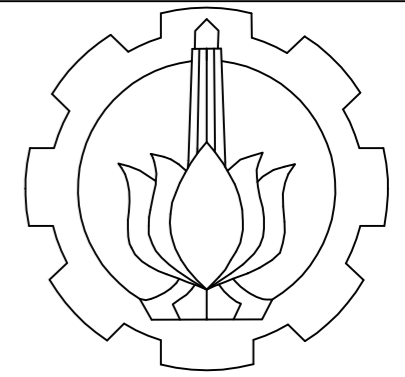
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
17	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 400
1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 450
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

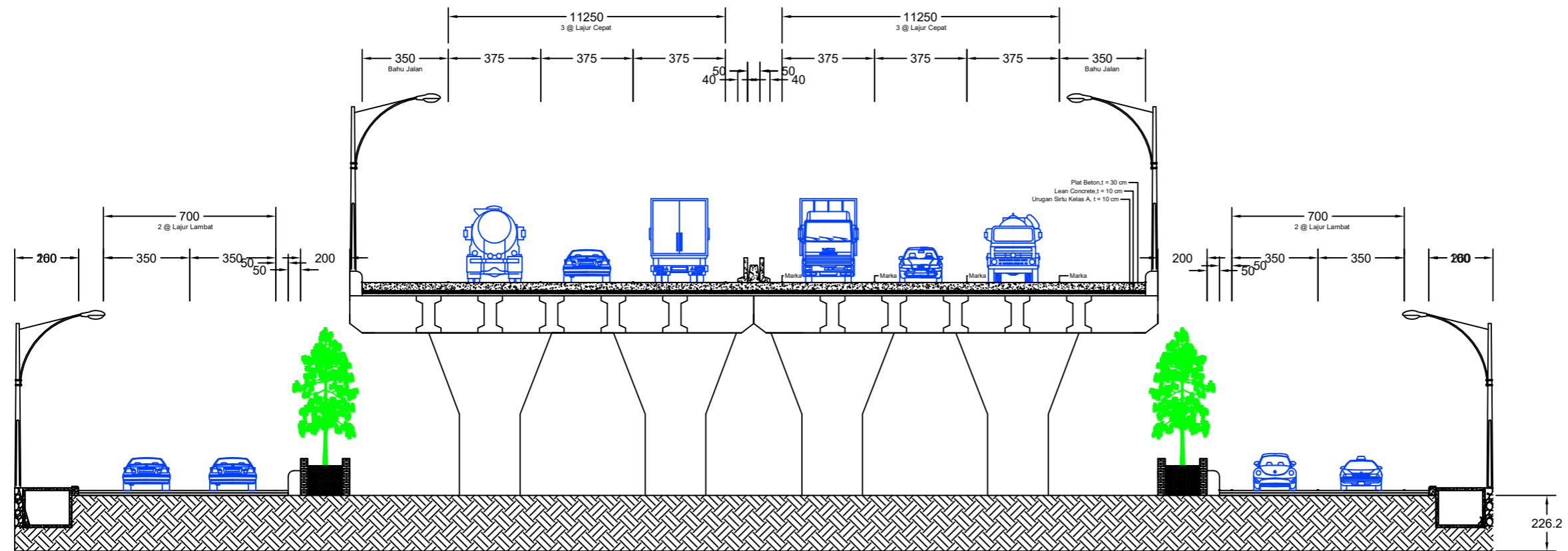
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

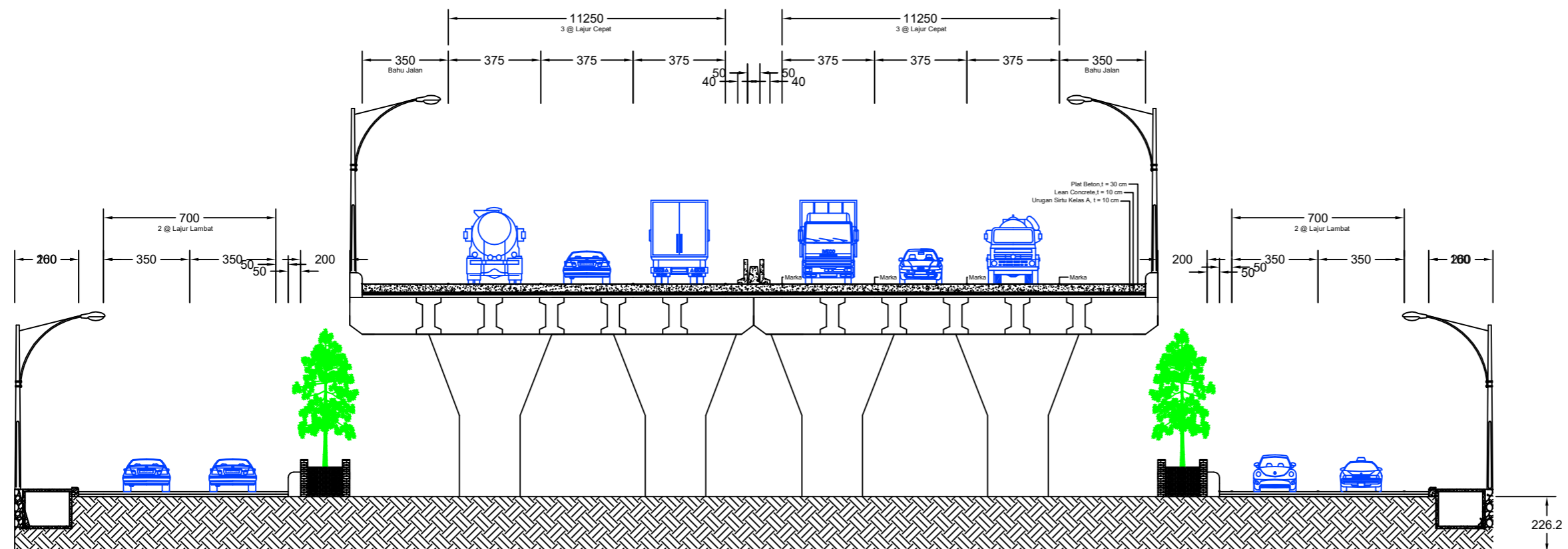
BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
18	40	CM



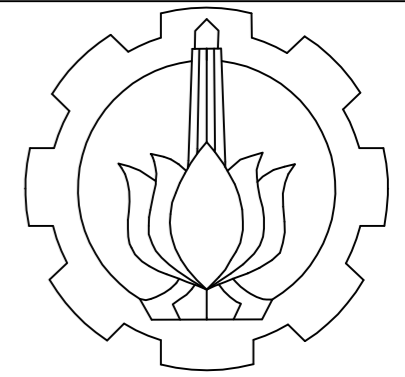
Potongan Melintang STA 9 + 500

1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 550

1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

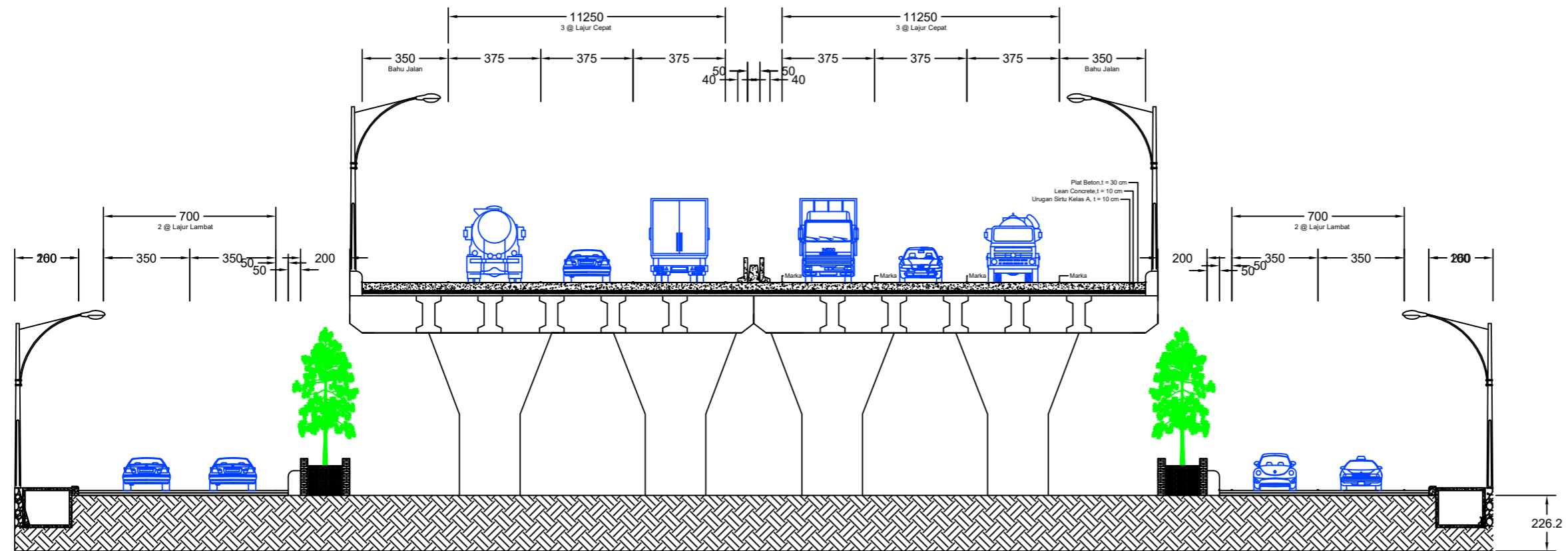
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

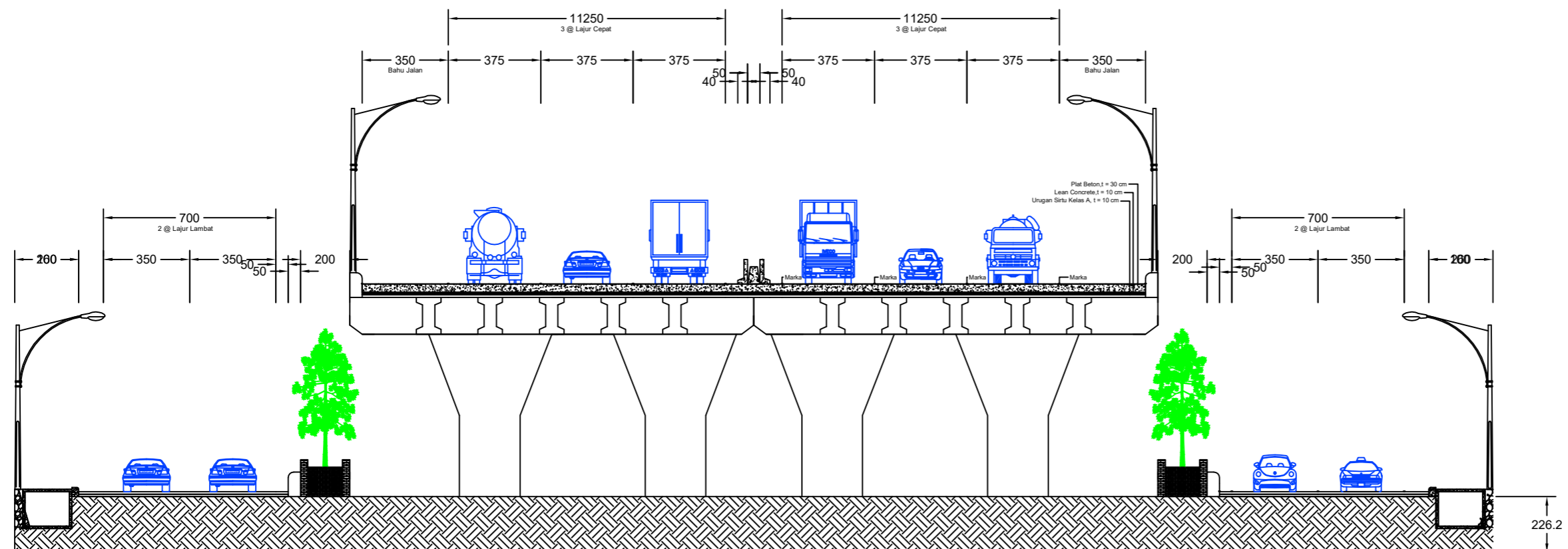
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

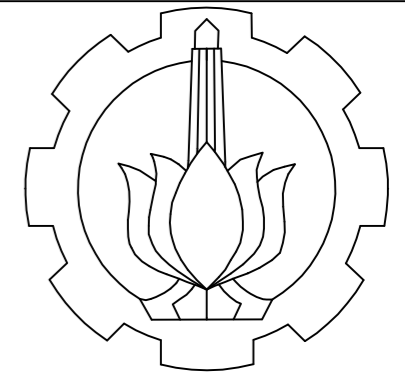
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
19	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 600
1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 650
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

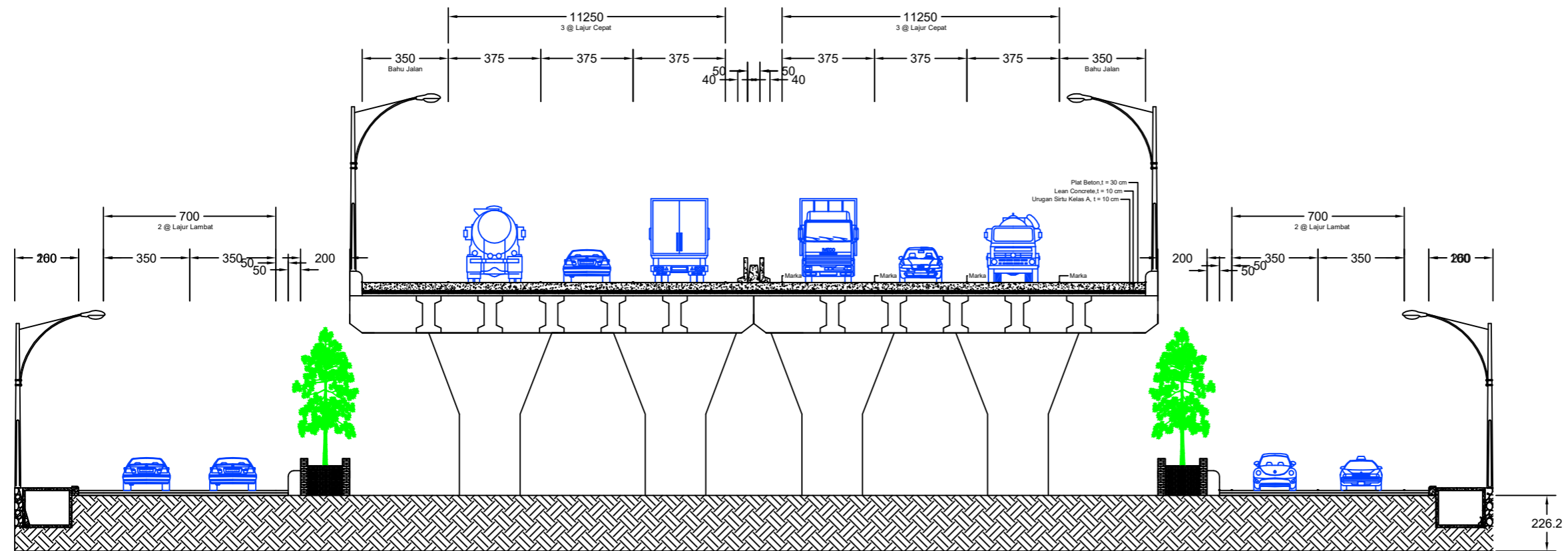
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

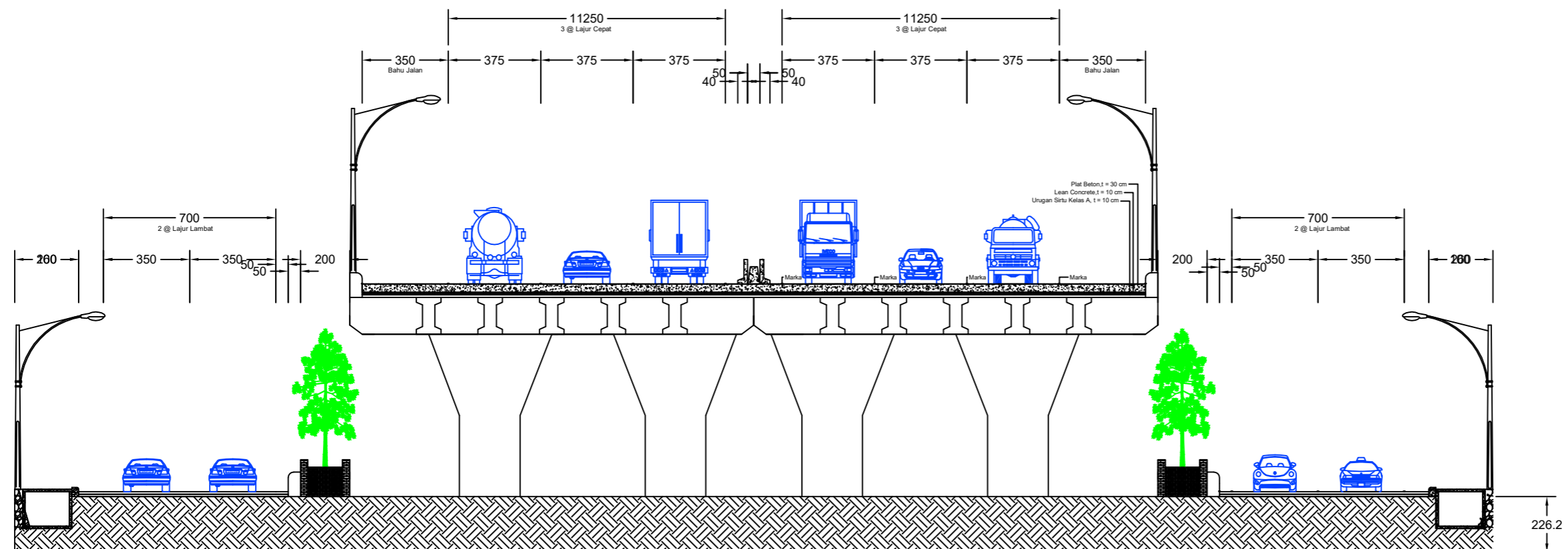
BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
20	40	CM



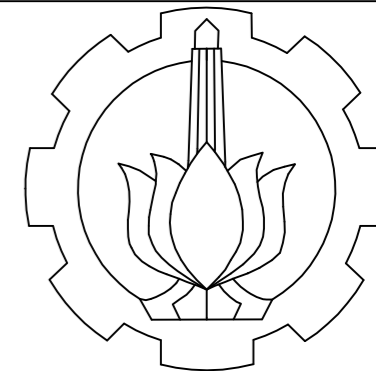
Potongan Melintang STA 9 + 700

1 : 200



Potongan Melintang STA 9 + 750

1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

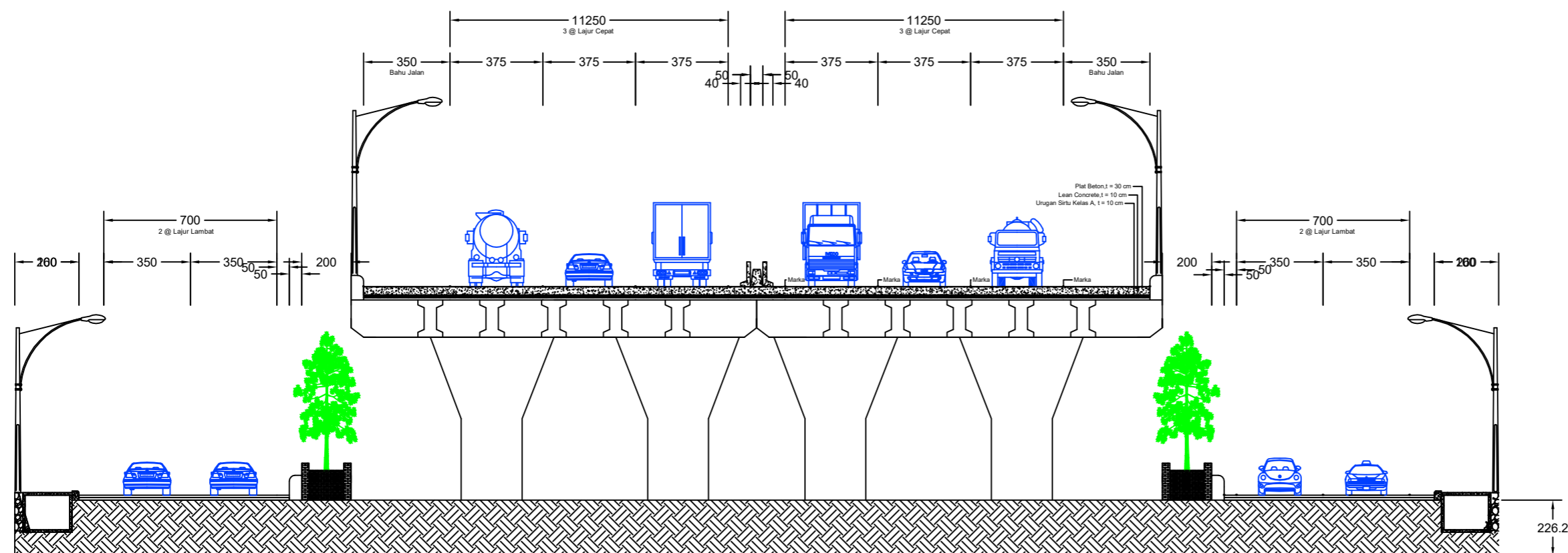
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

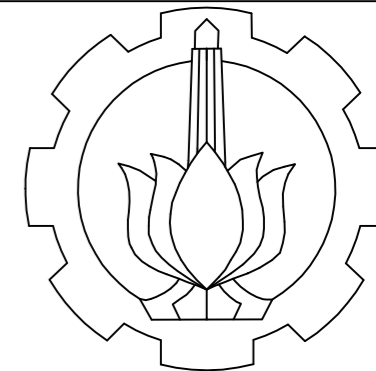
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
21	40	CM



Potongan Melintang STA 9 + 800
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

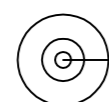
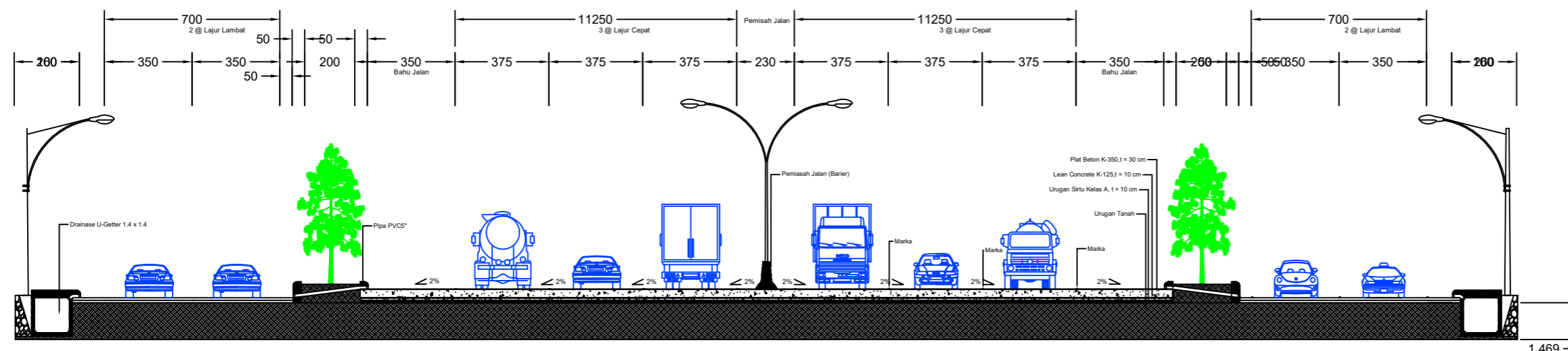
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

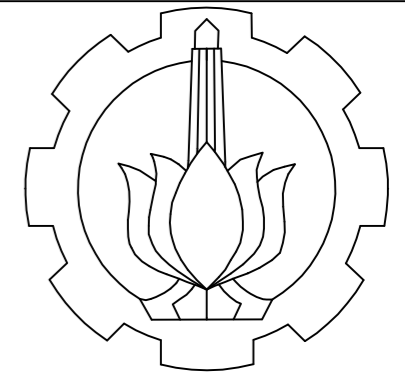
BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
22	40	CM



Potongan Melintang STA 09 + 850

1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

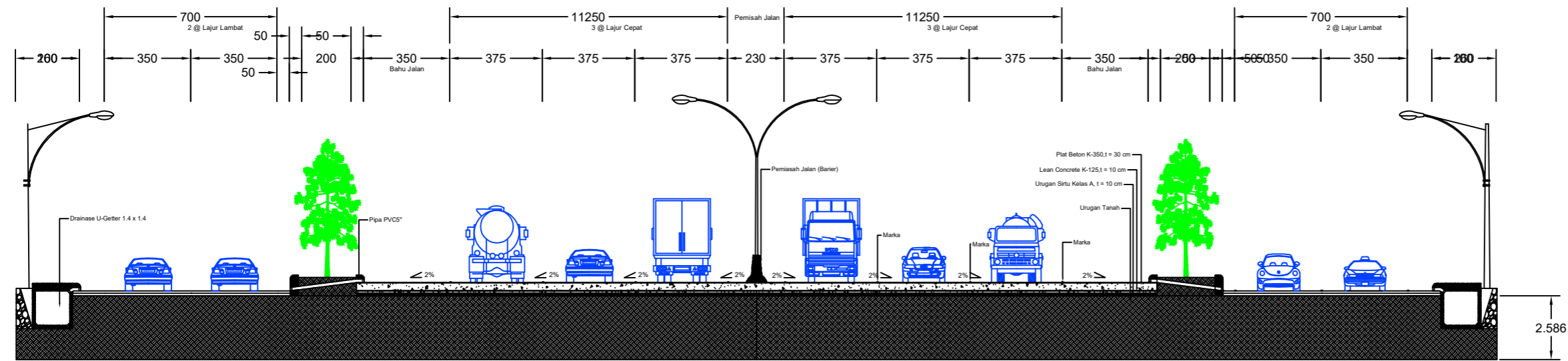
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

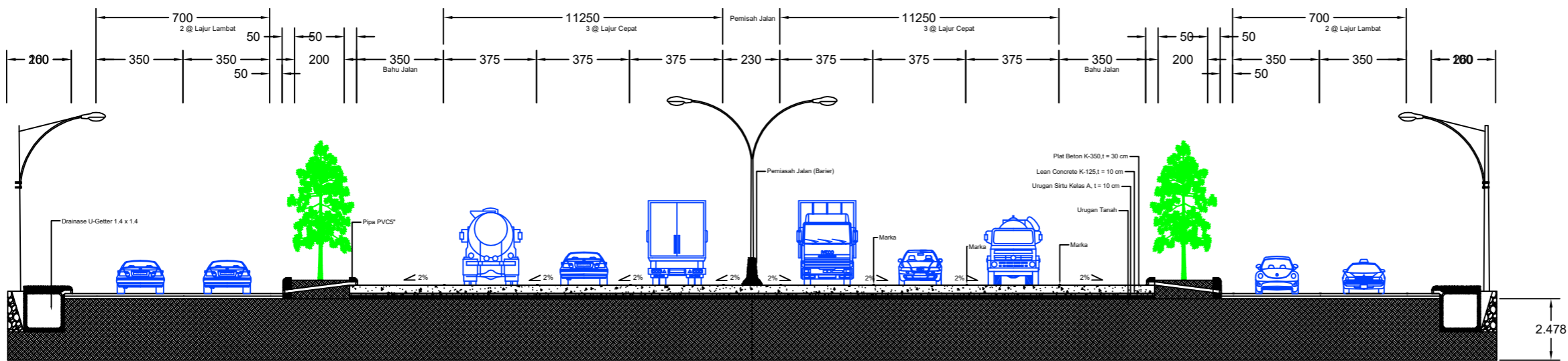
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

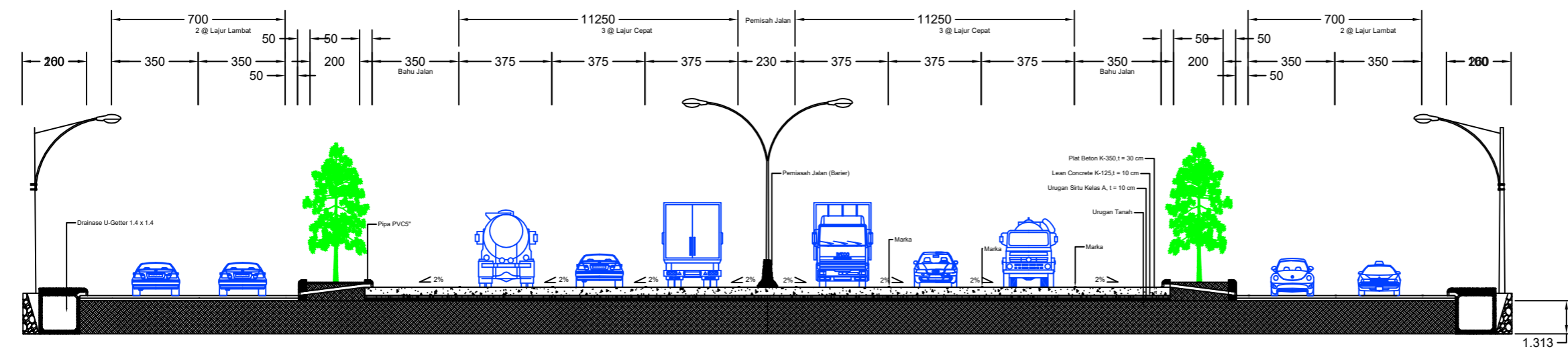
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
23	40	CM



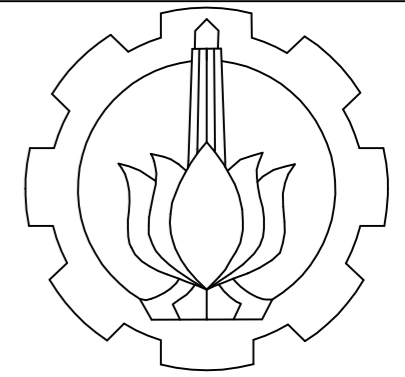
Potongan Melintang STA 09 + 900
1 : 200



Potongan Melintang STA 09 + 950
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 000
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

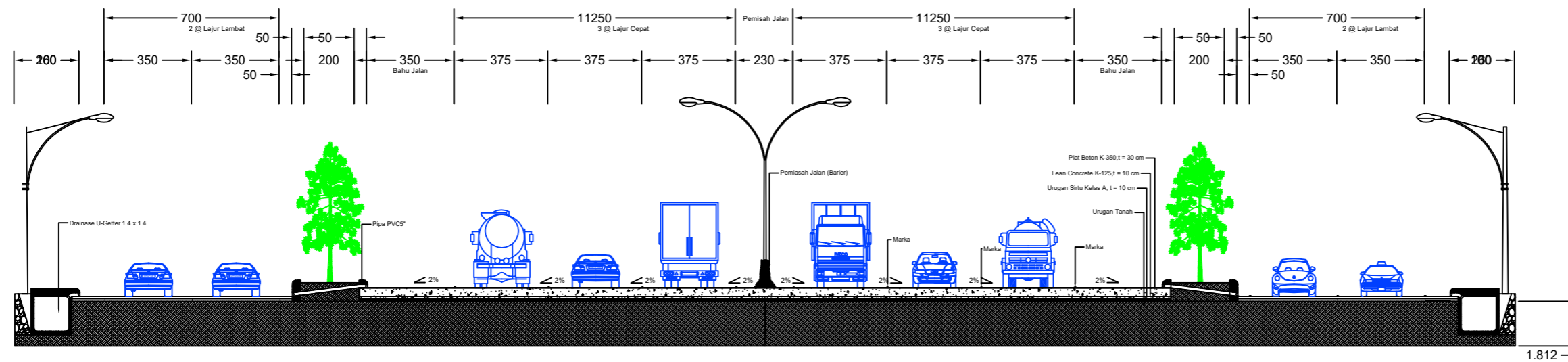
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

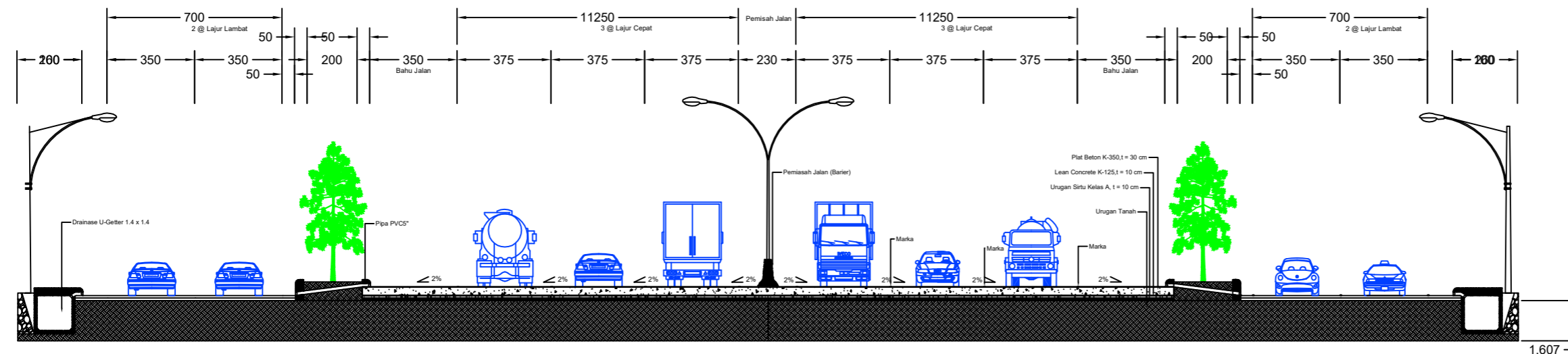
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

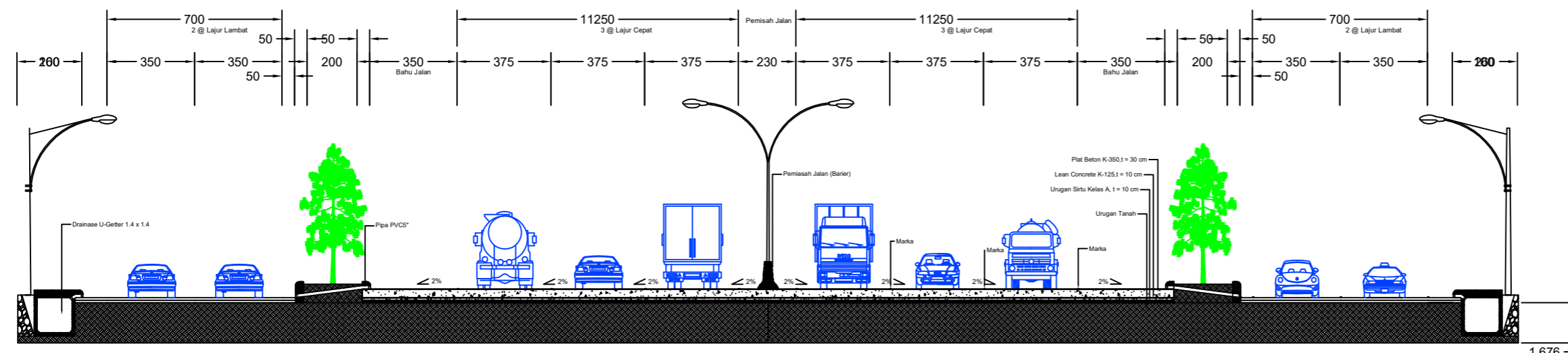
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
24		CM



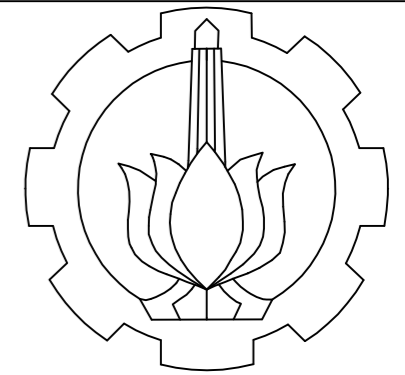
Potongan Melintang STA 10 + 050
1 : 200



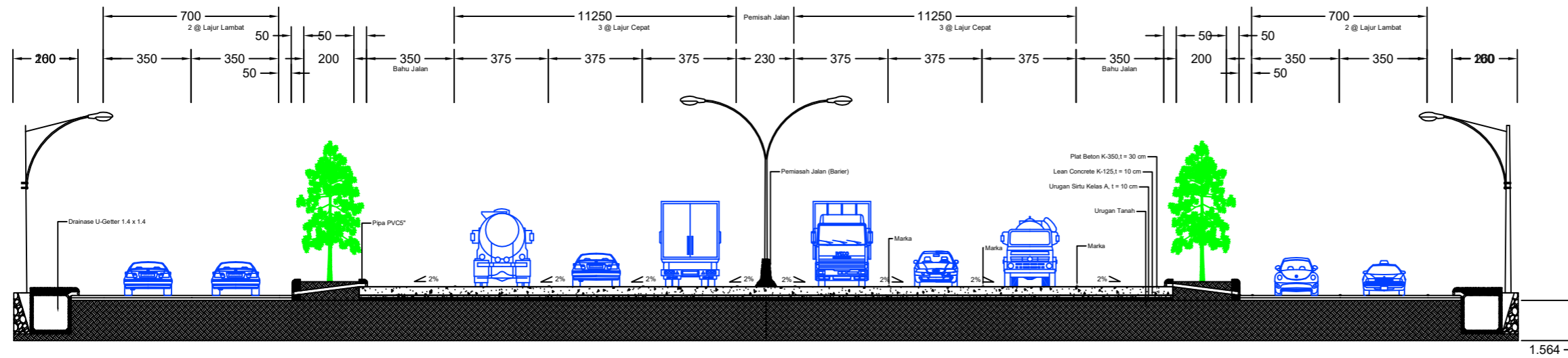
Potongan Melintang STA 10 + 100
1 : 200



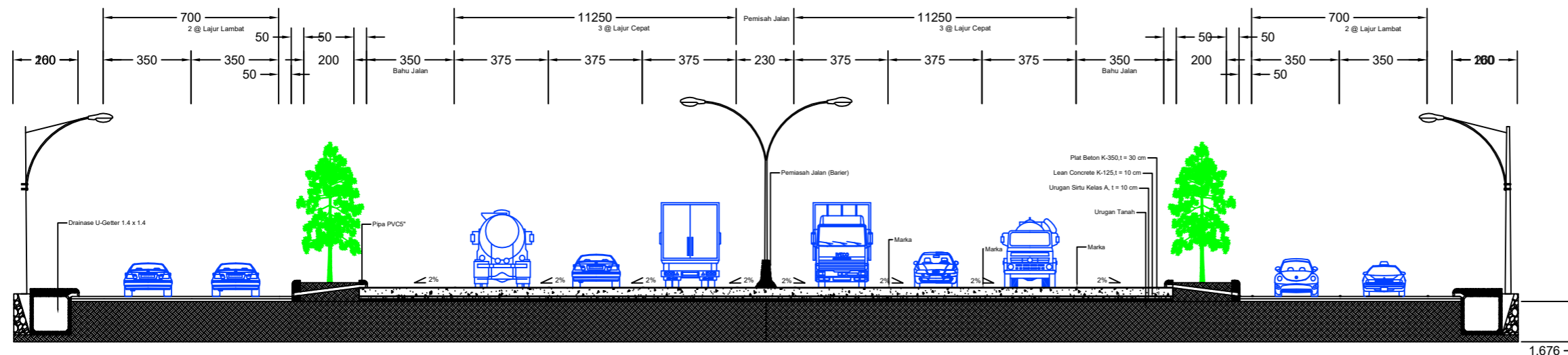
Potongan Melintang STA 10 + 150
1 : 200



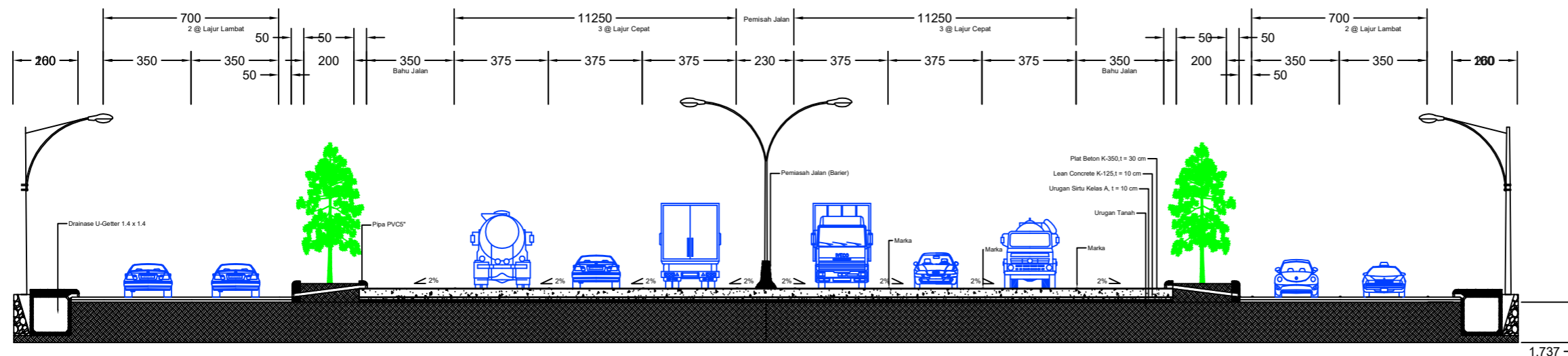
PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS



Potongan Melintang STA 10 + 200
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 250
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 300
1 : 200

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

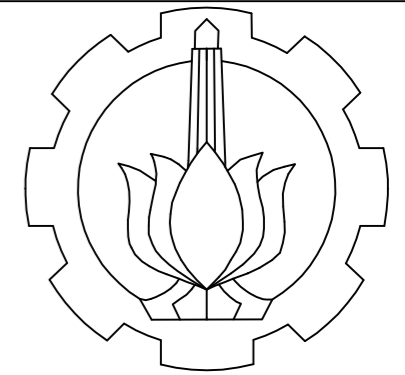
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
25	40	CM



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

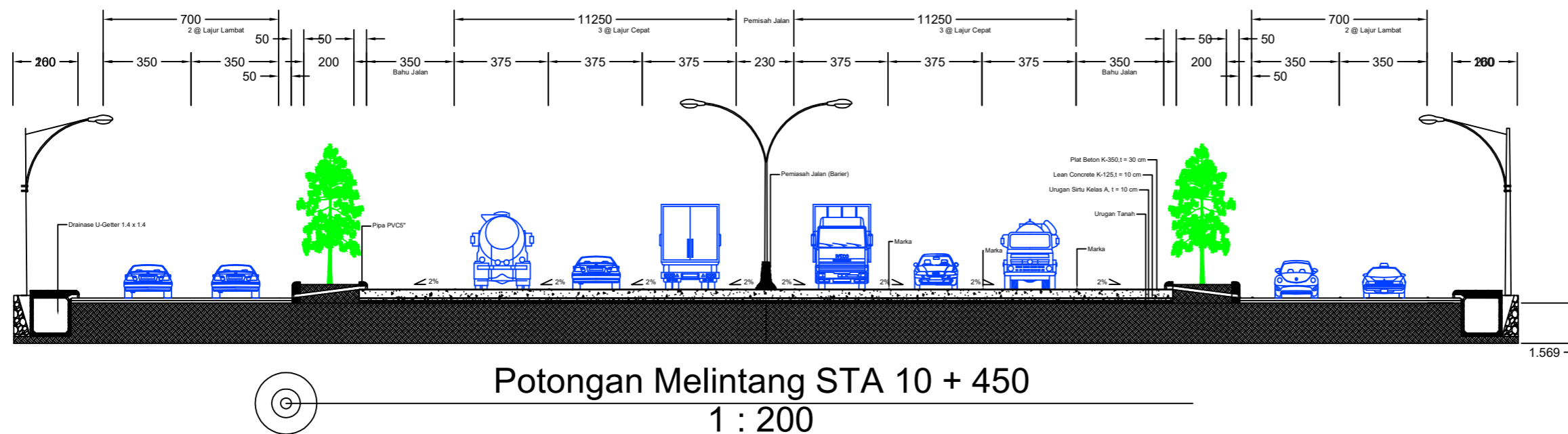
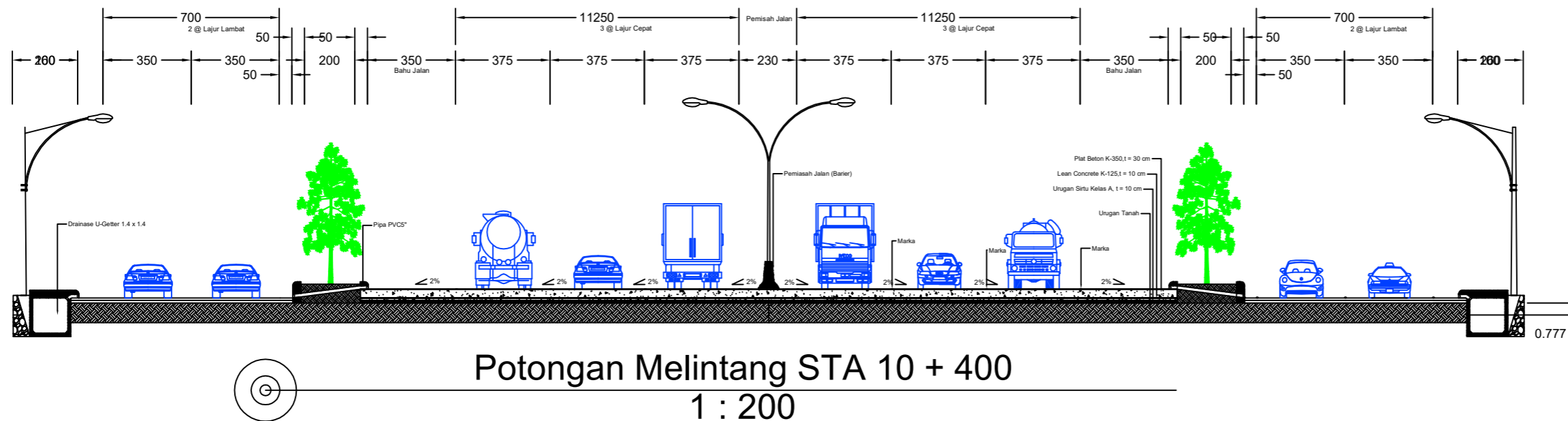
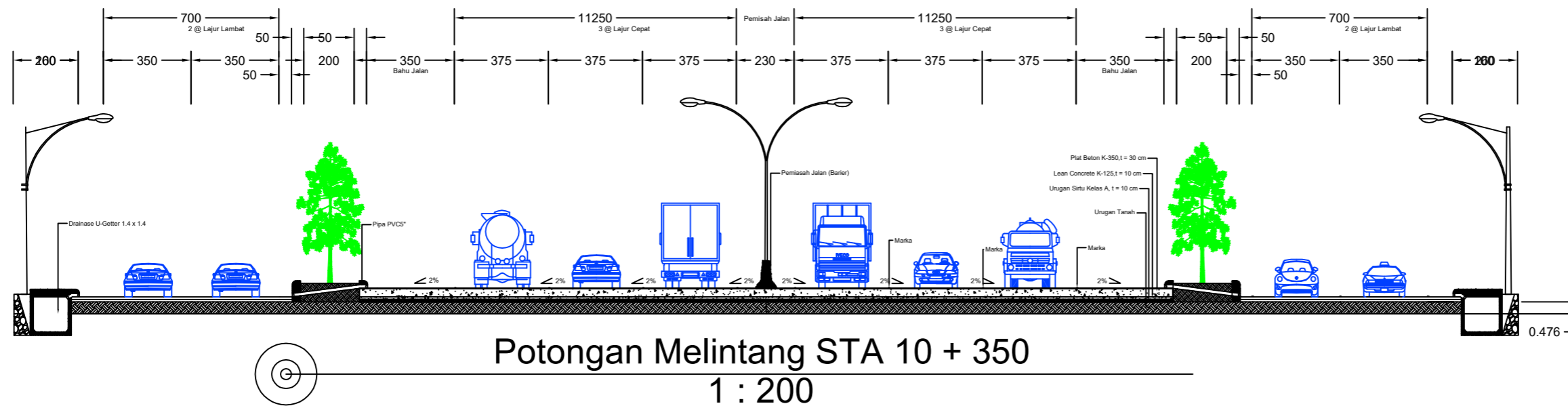
Potongan Melintang

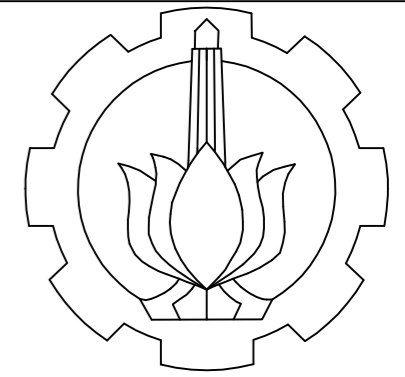
NAMA MAHASISWA

SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
26	40	CM





PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

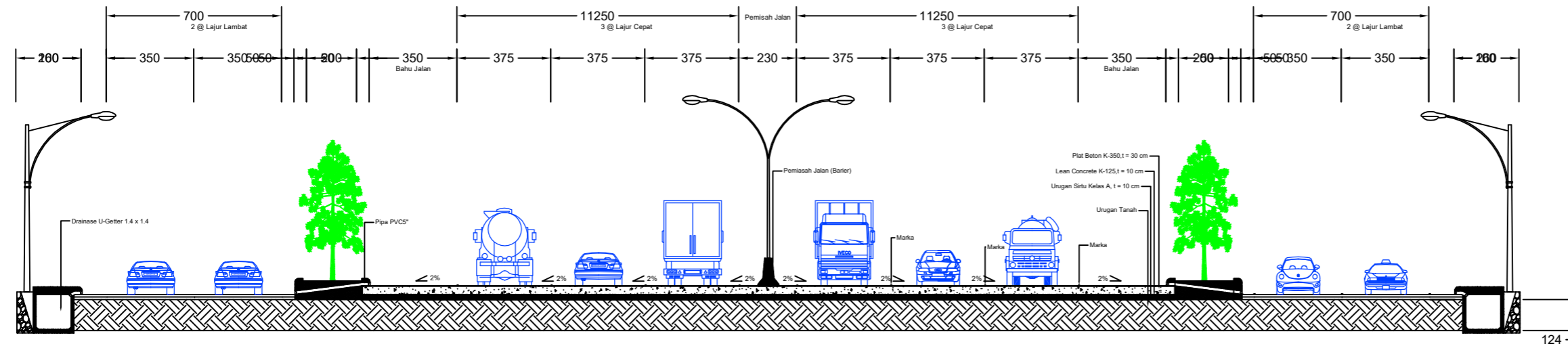
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

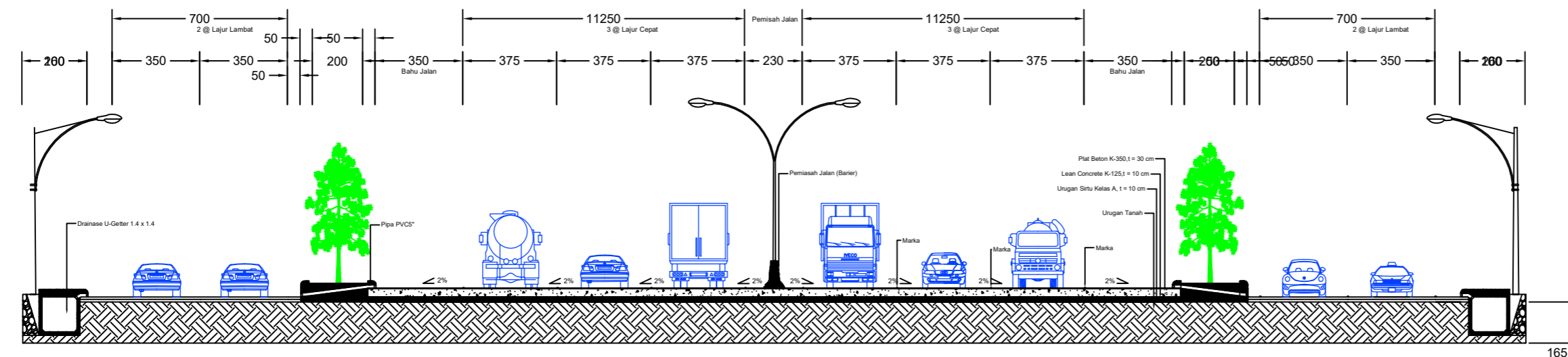
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

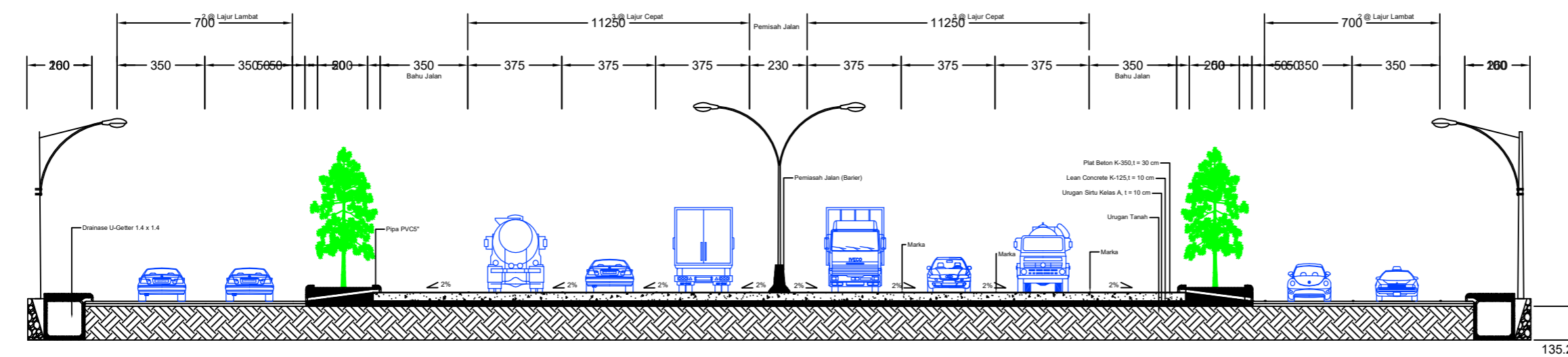
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
27	40	CM



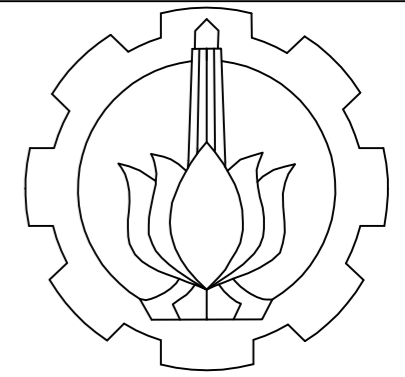
Potongan Melintang STA 10 + 500
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 550
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 600
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

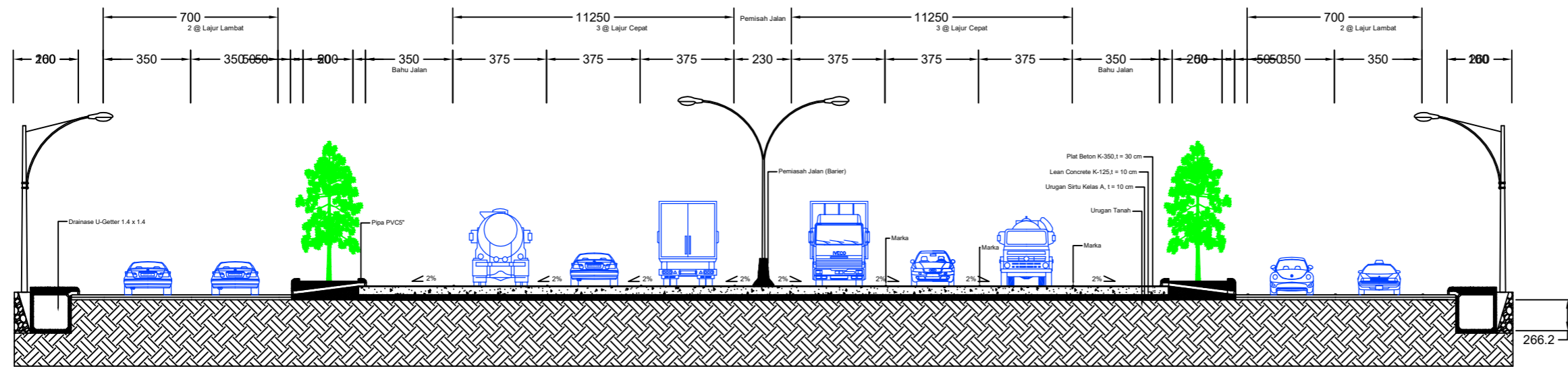
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

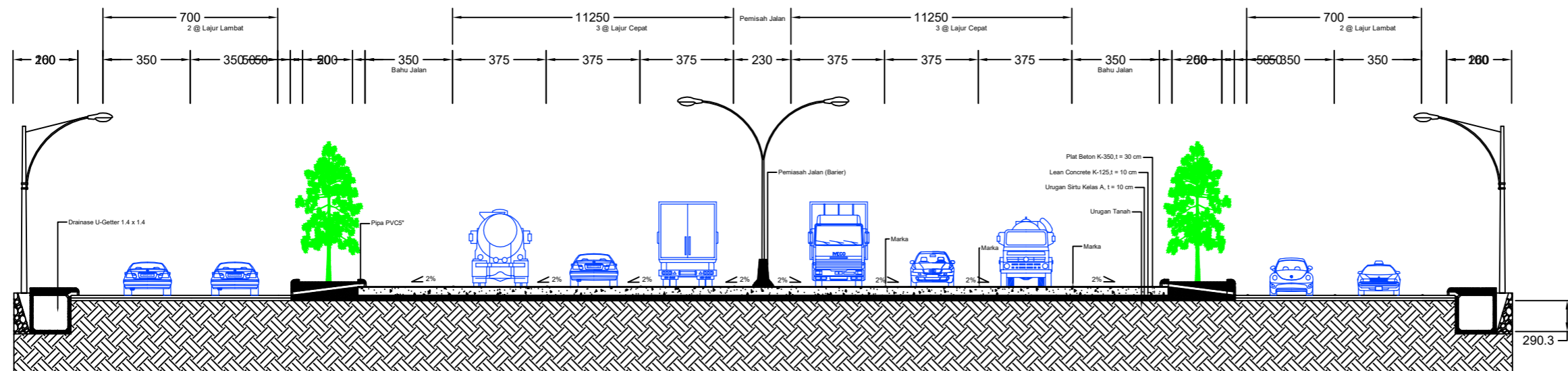
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

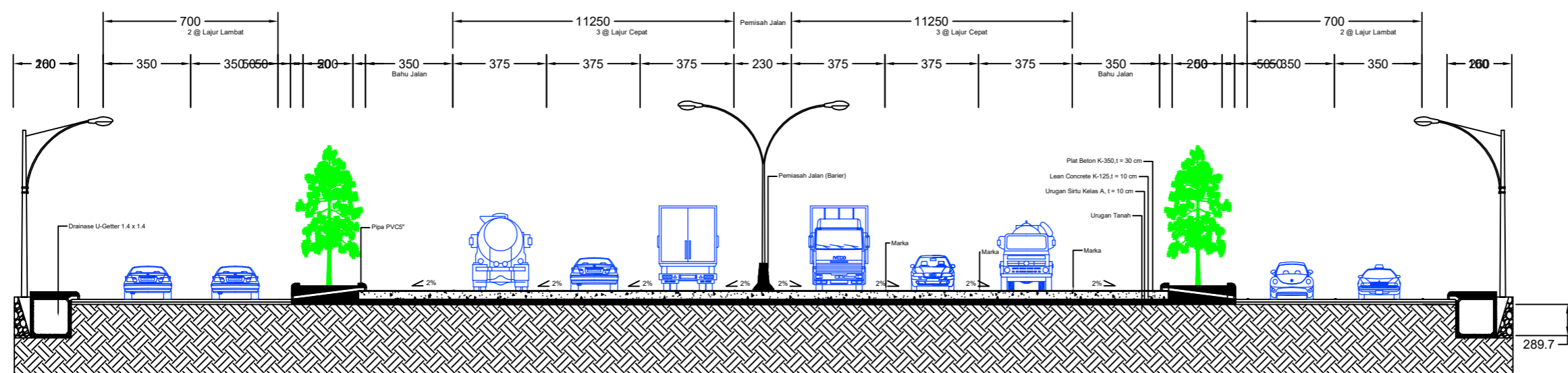
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
28	40	CM



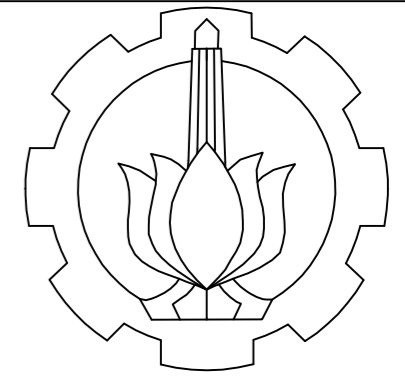
Potongan Melintang STA 10 + 650
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 700
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 750
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

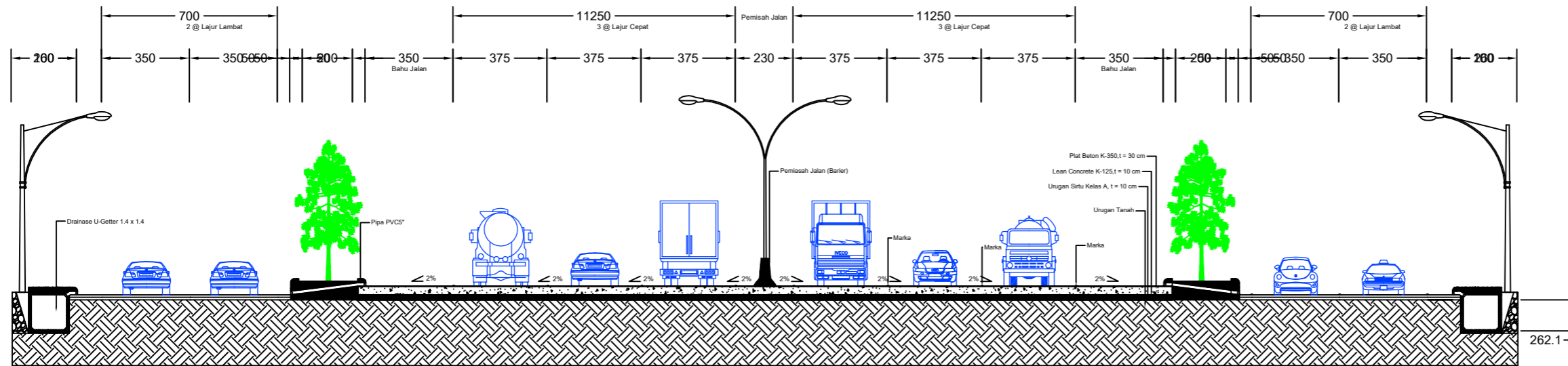
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

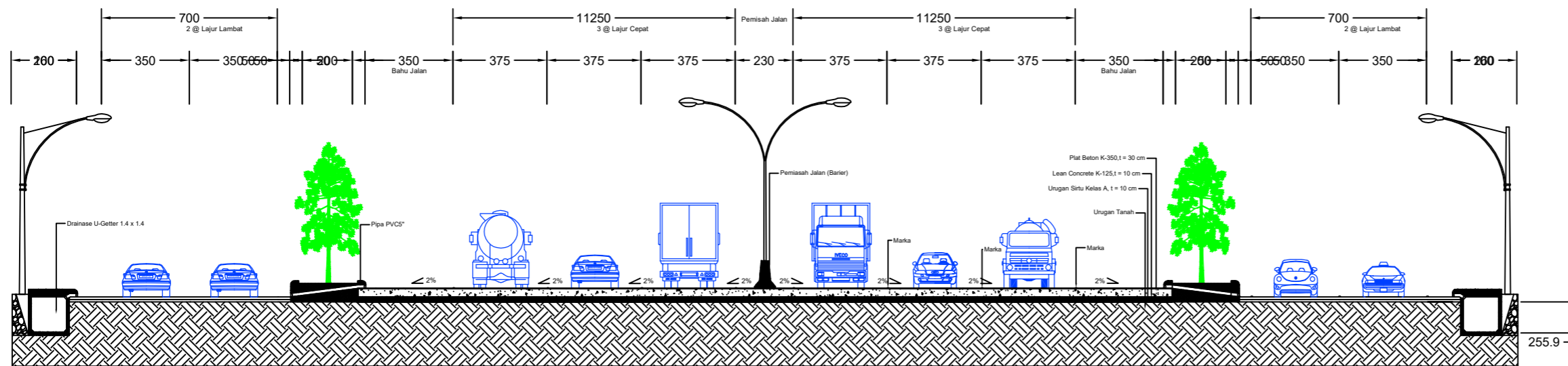
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

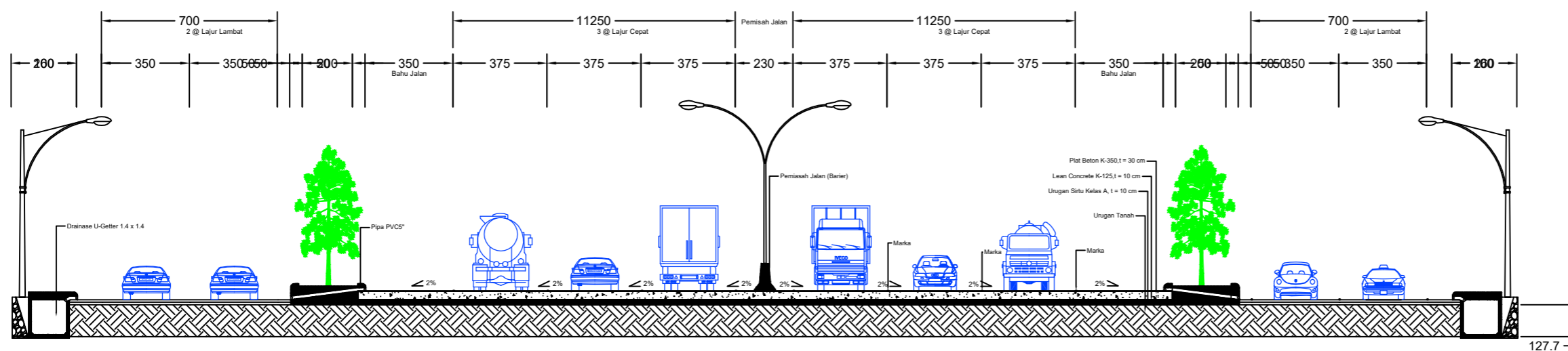
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
29	40	CM



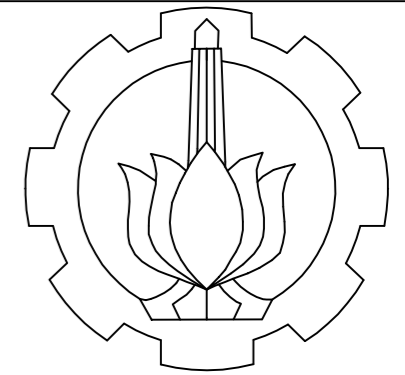
Potongan Melintang STA 10 + 800
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 850
1 : 200



Potongan Melintang STA 10 + 900
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

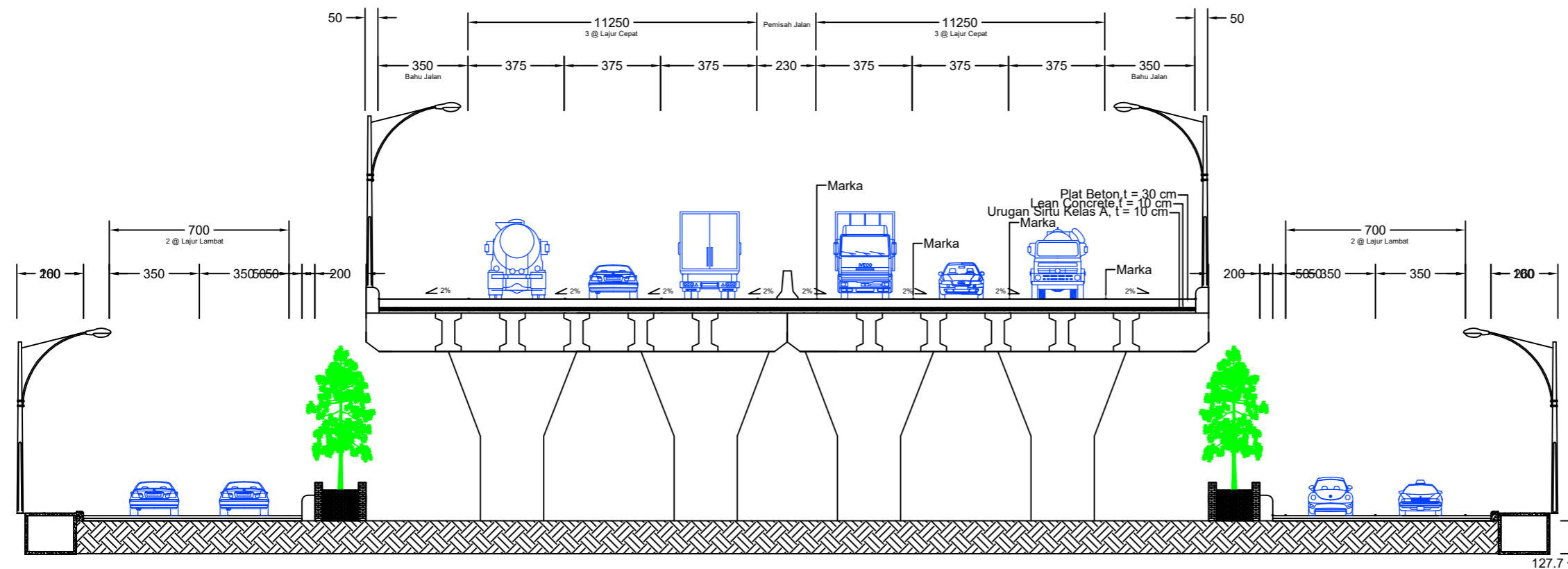
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

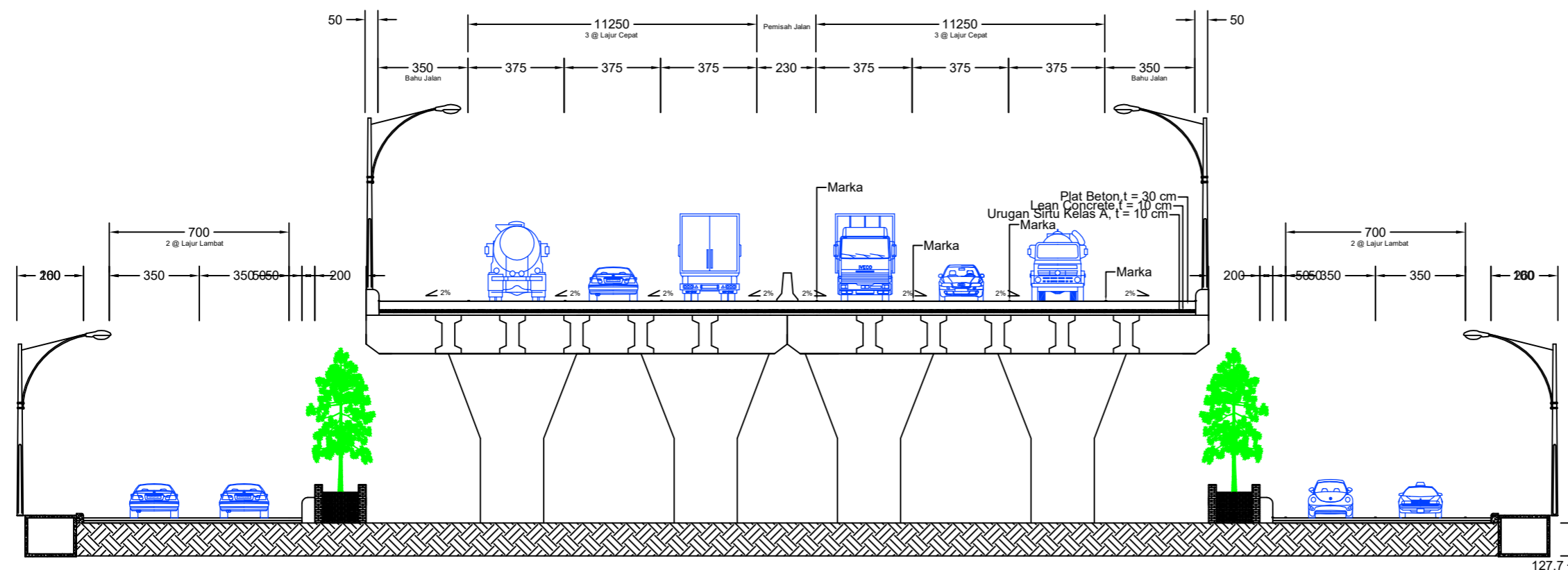
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

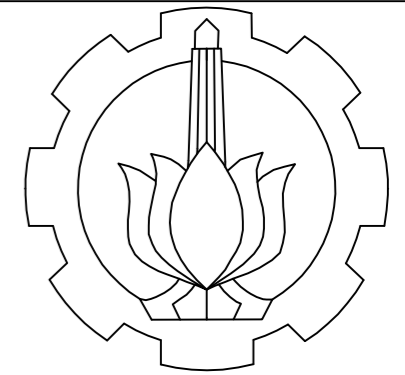
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
30	40	CM



Potongan Melintang STA 10 + 950
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 000
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

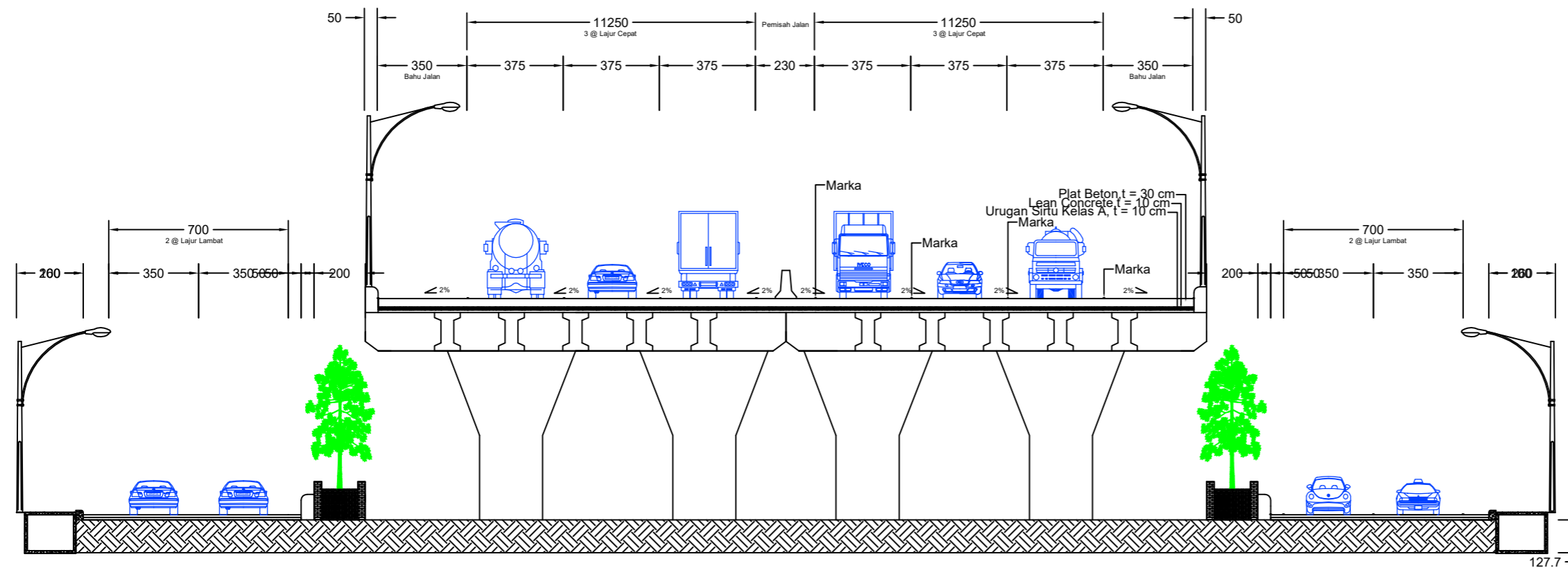
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

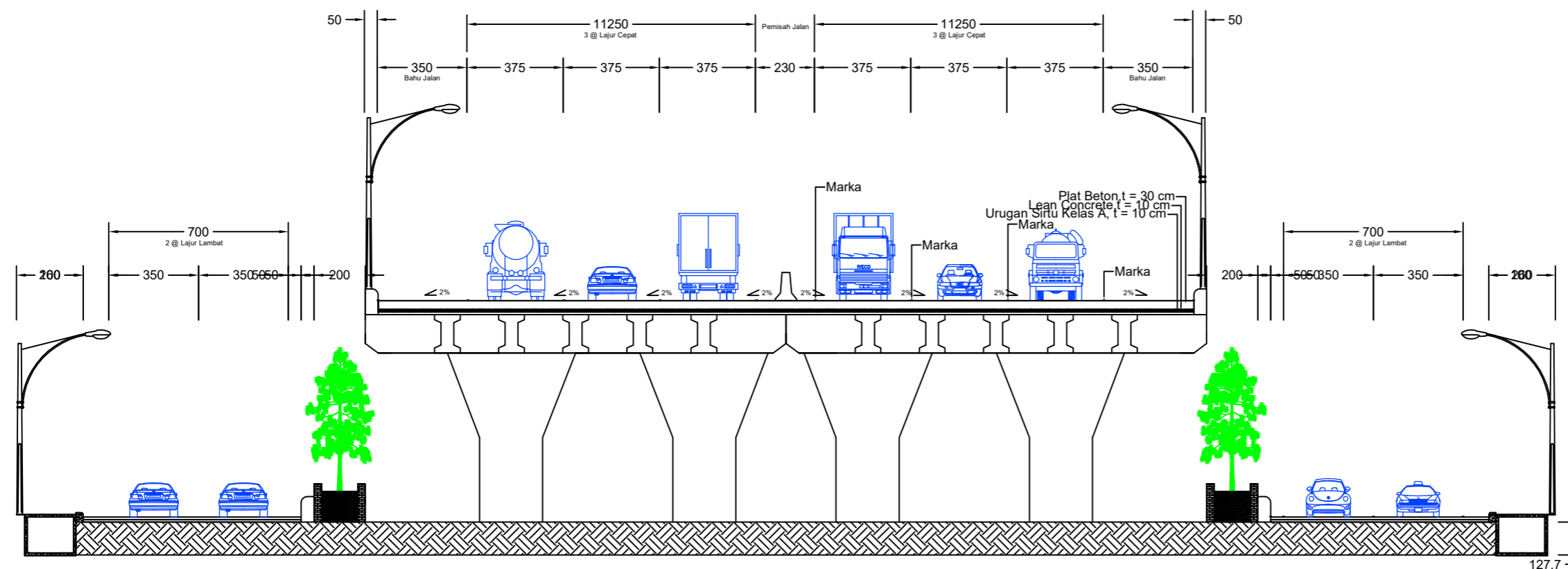
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

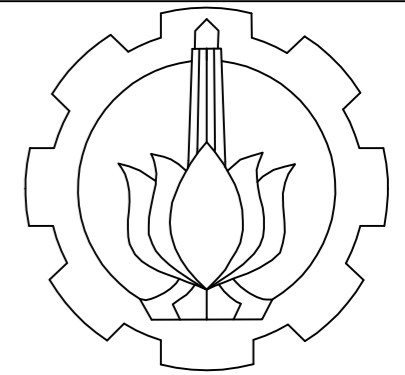
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
31	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 050
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 100
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

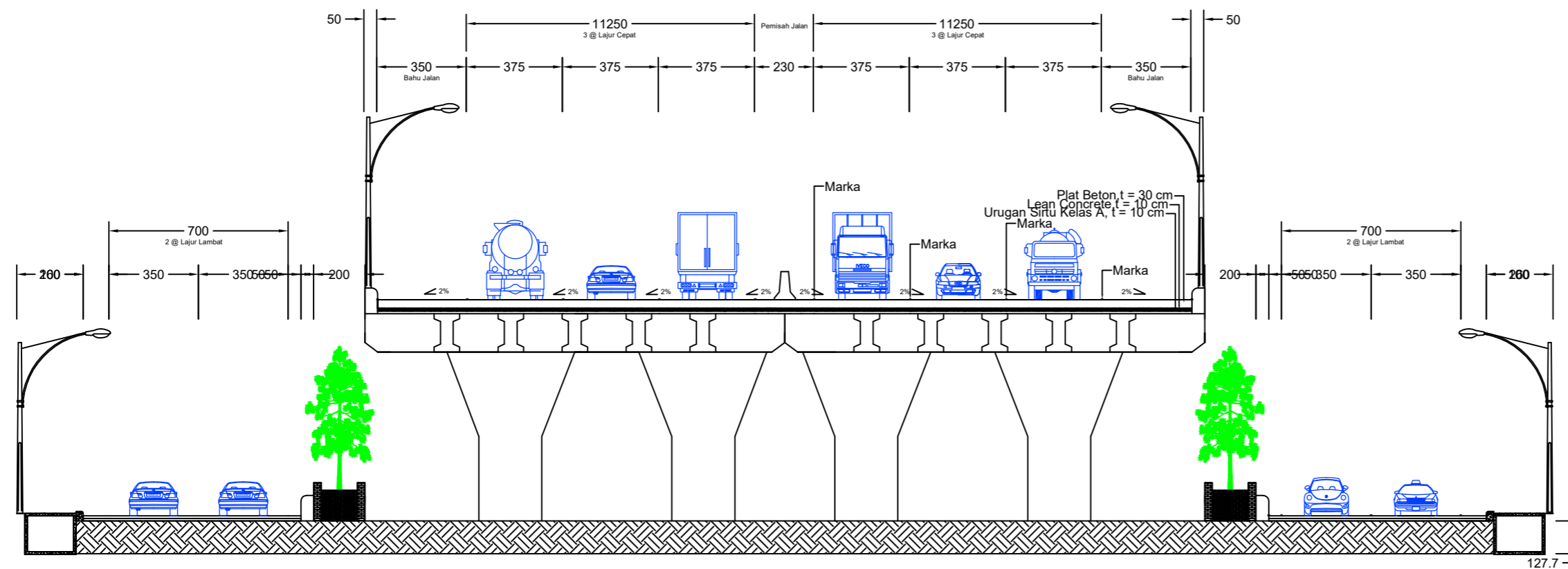
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

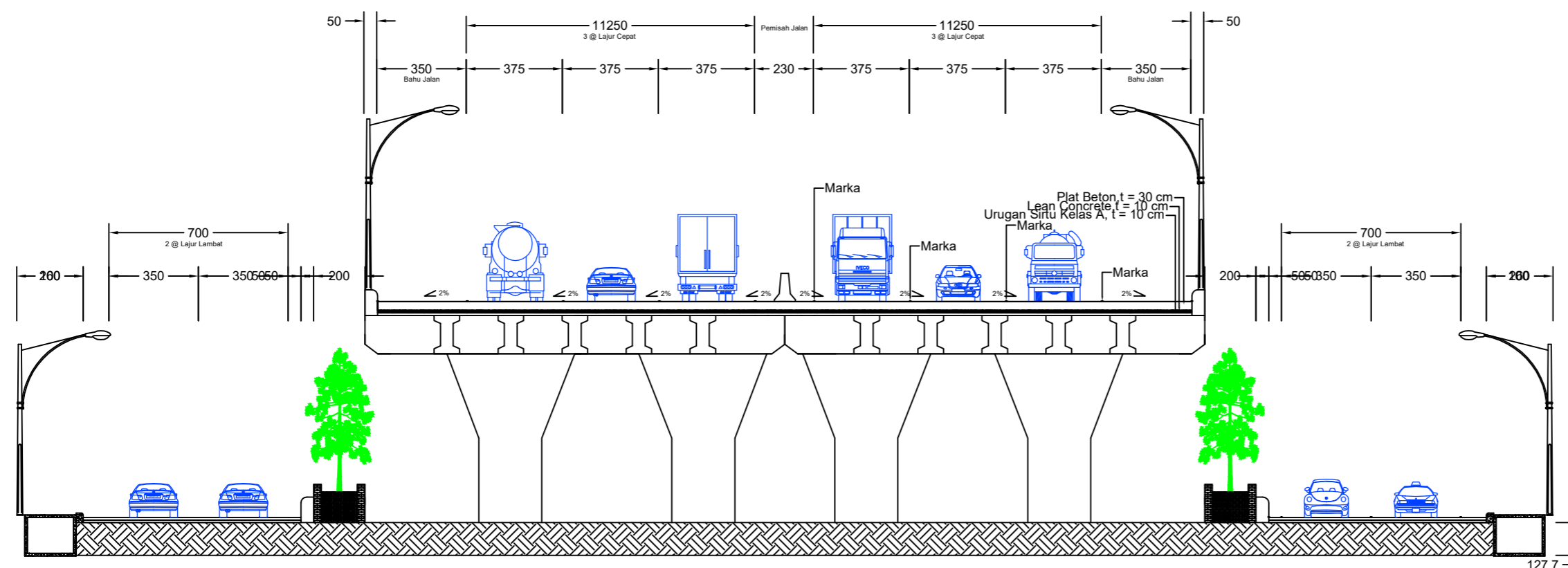
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

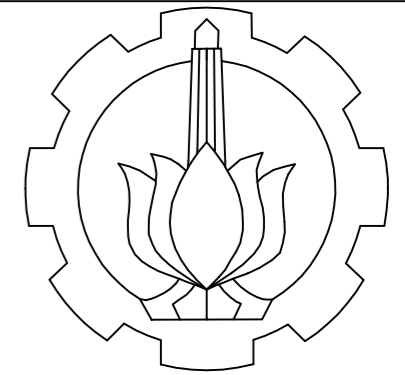
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
32	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 150
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 200
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

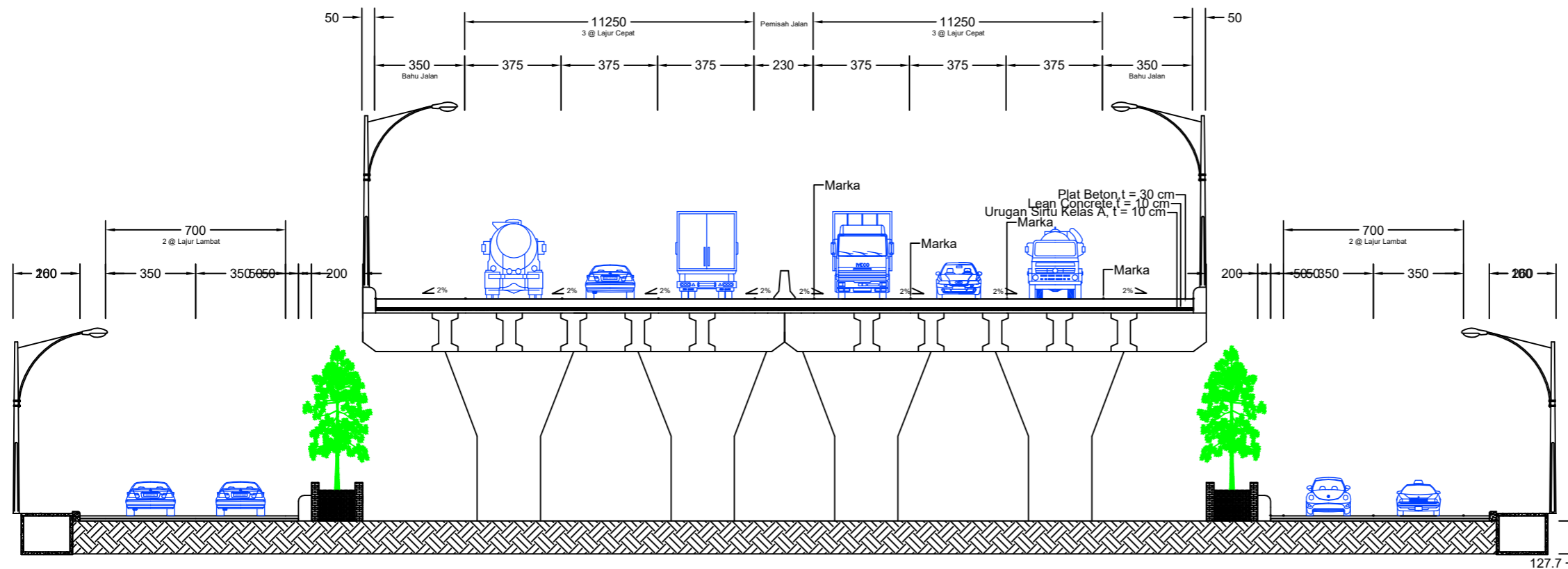
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

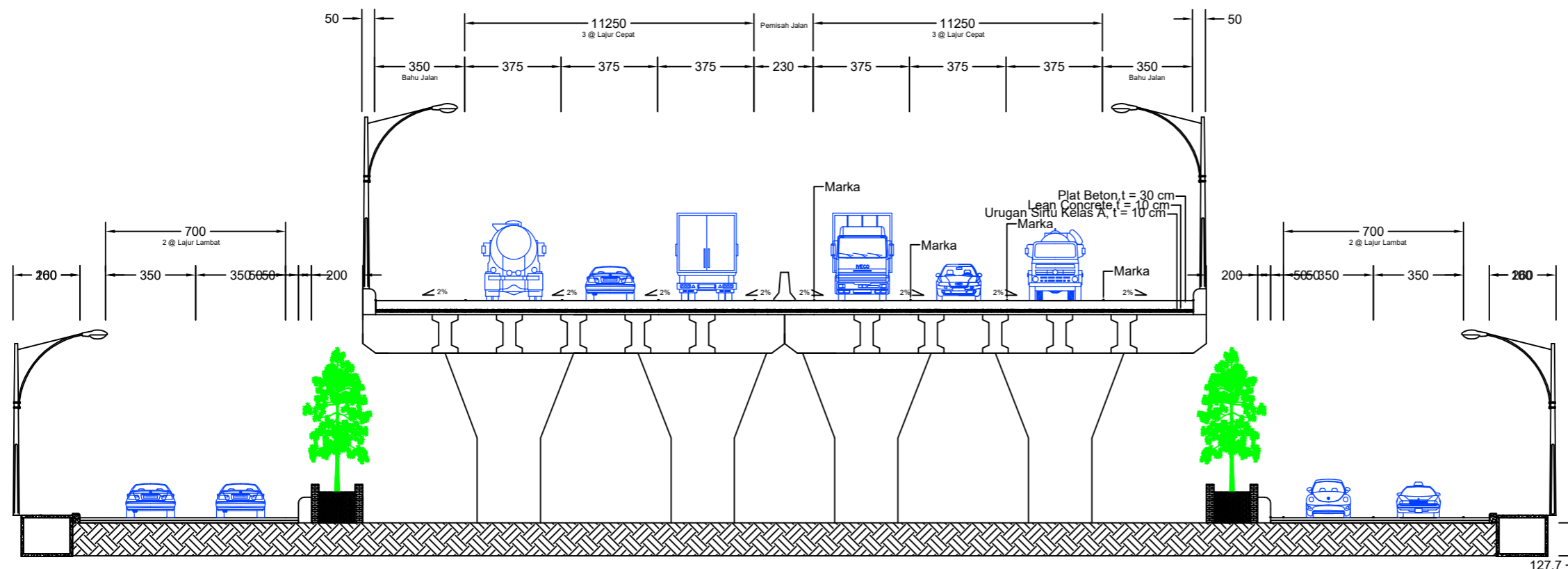
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

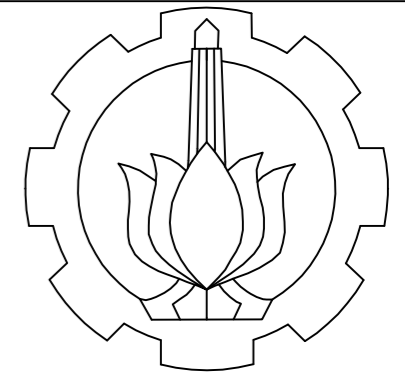
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
33	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 250
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 300
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

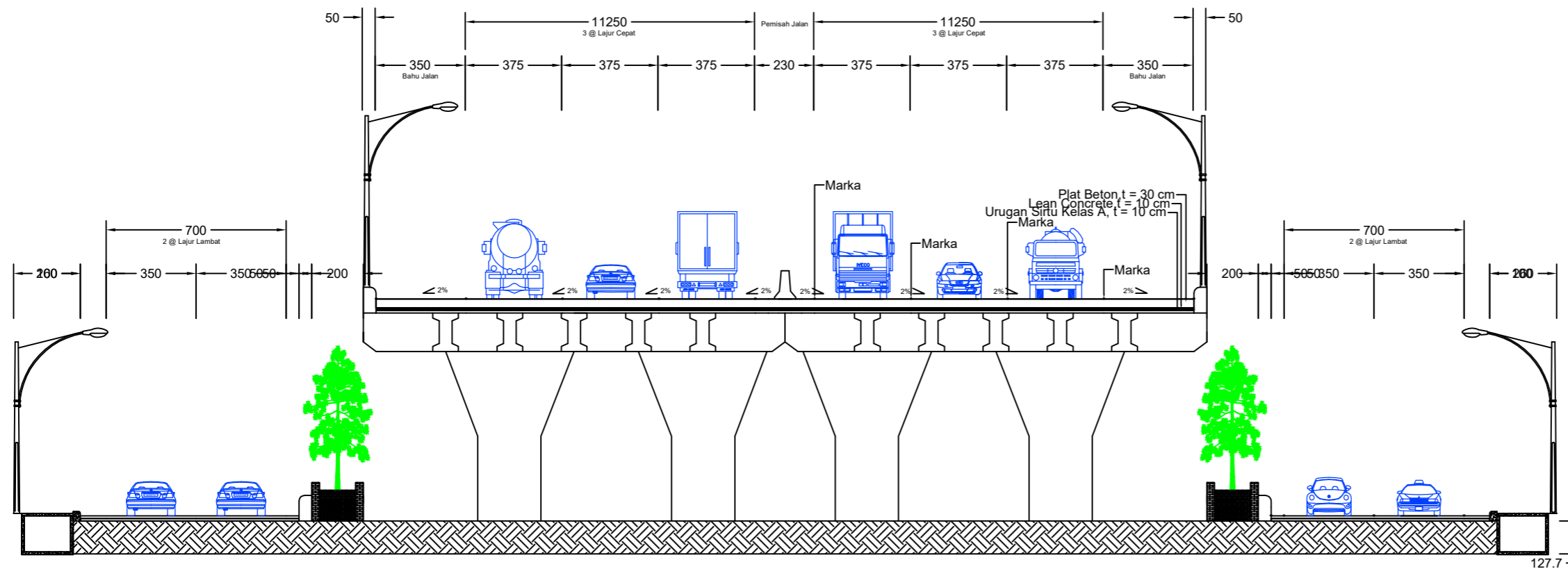
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

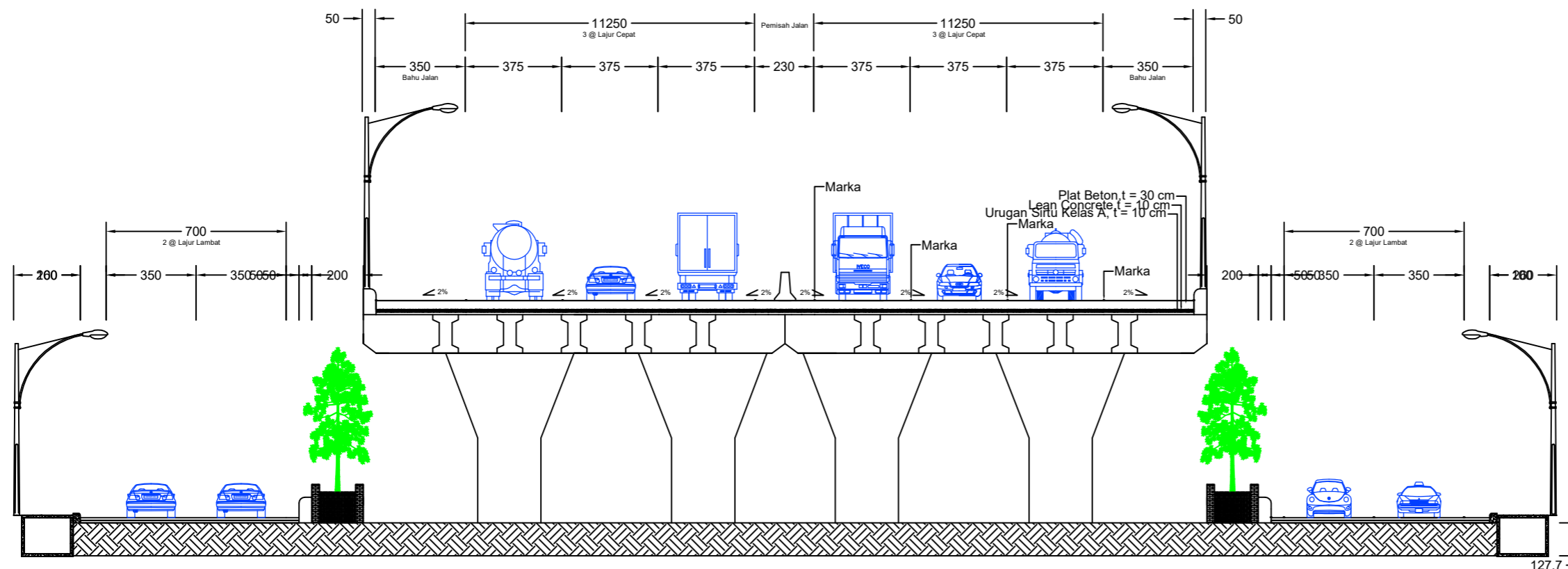
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

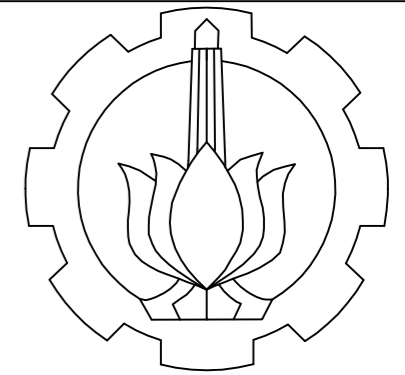
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
34	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 350
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 400
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

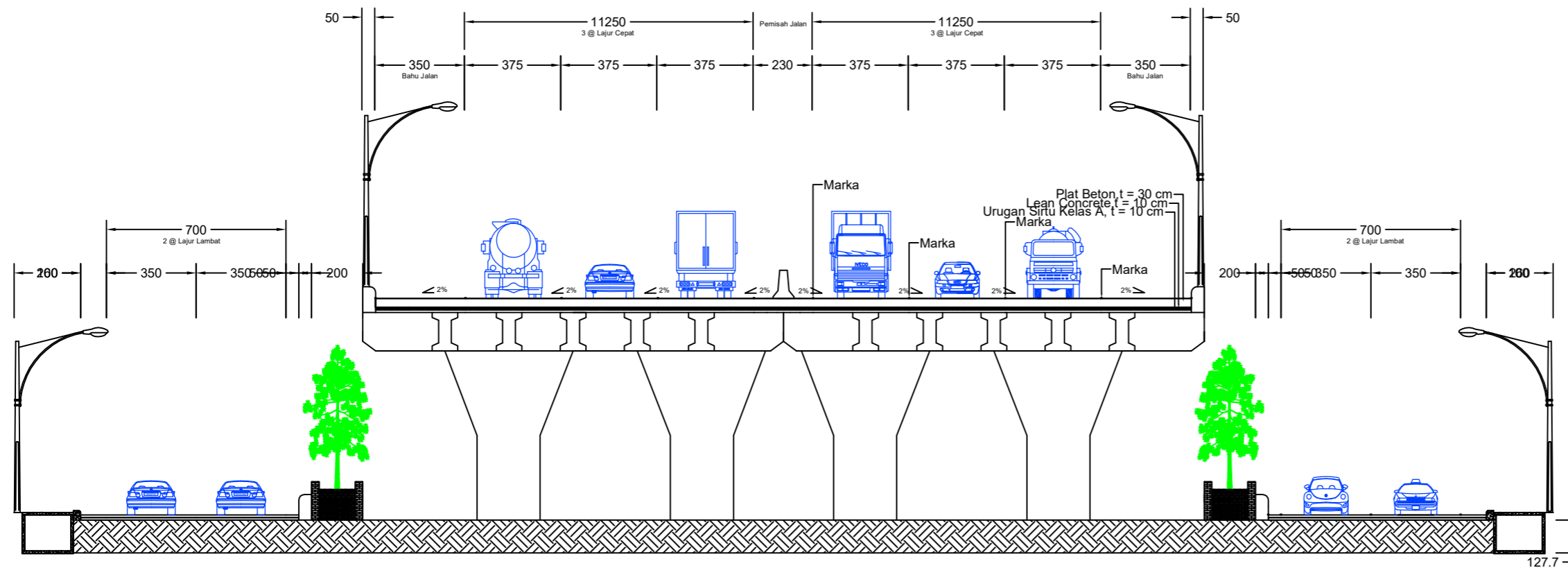
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

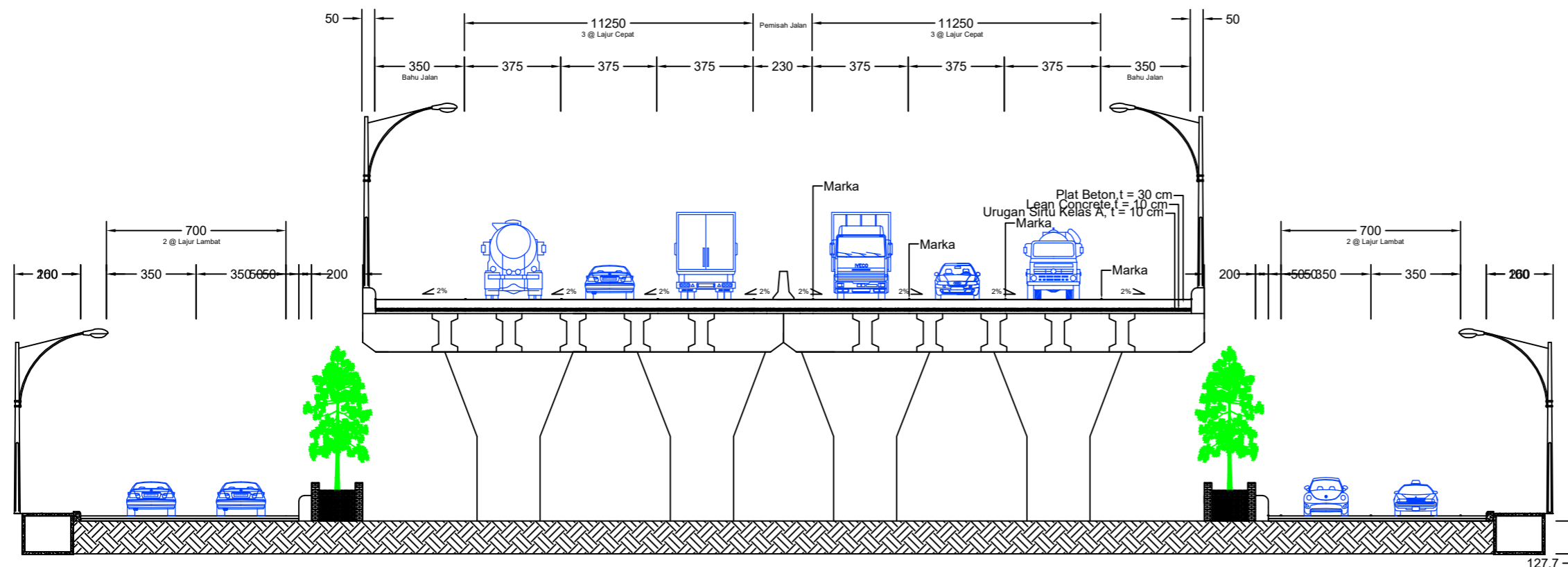
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

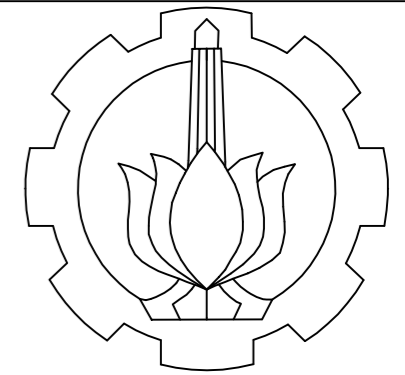
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
35	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 450
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 500
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

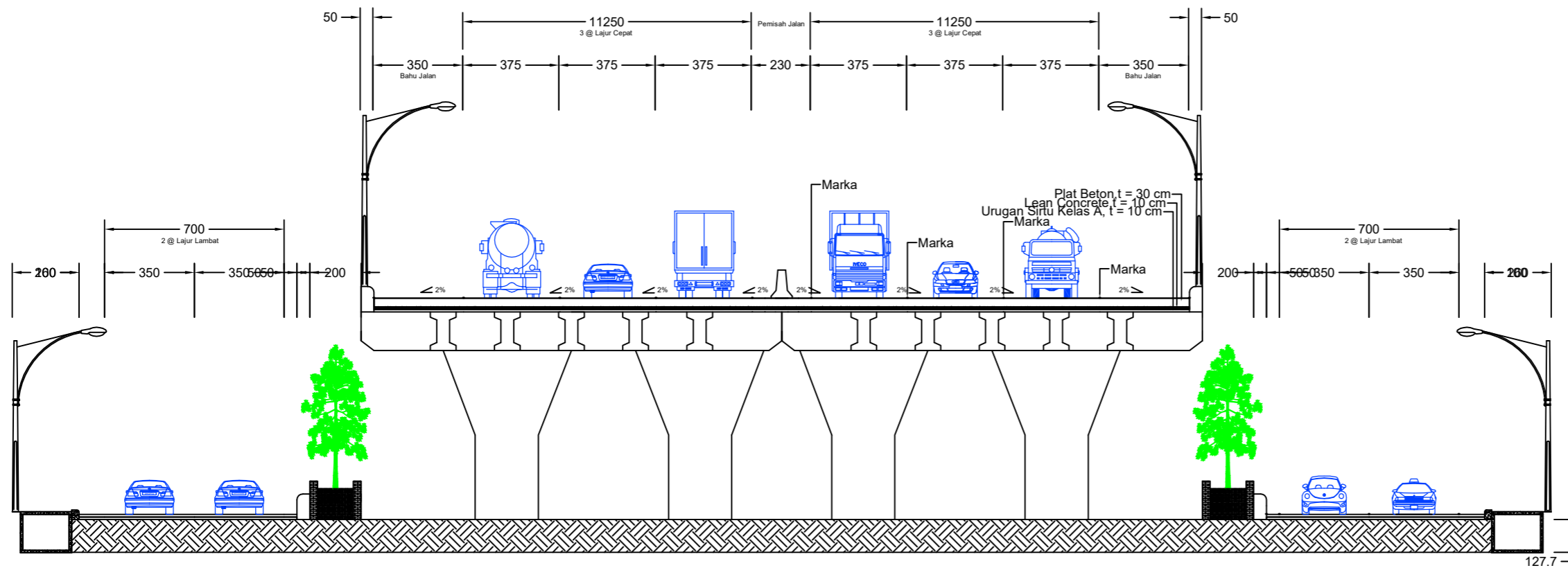
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

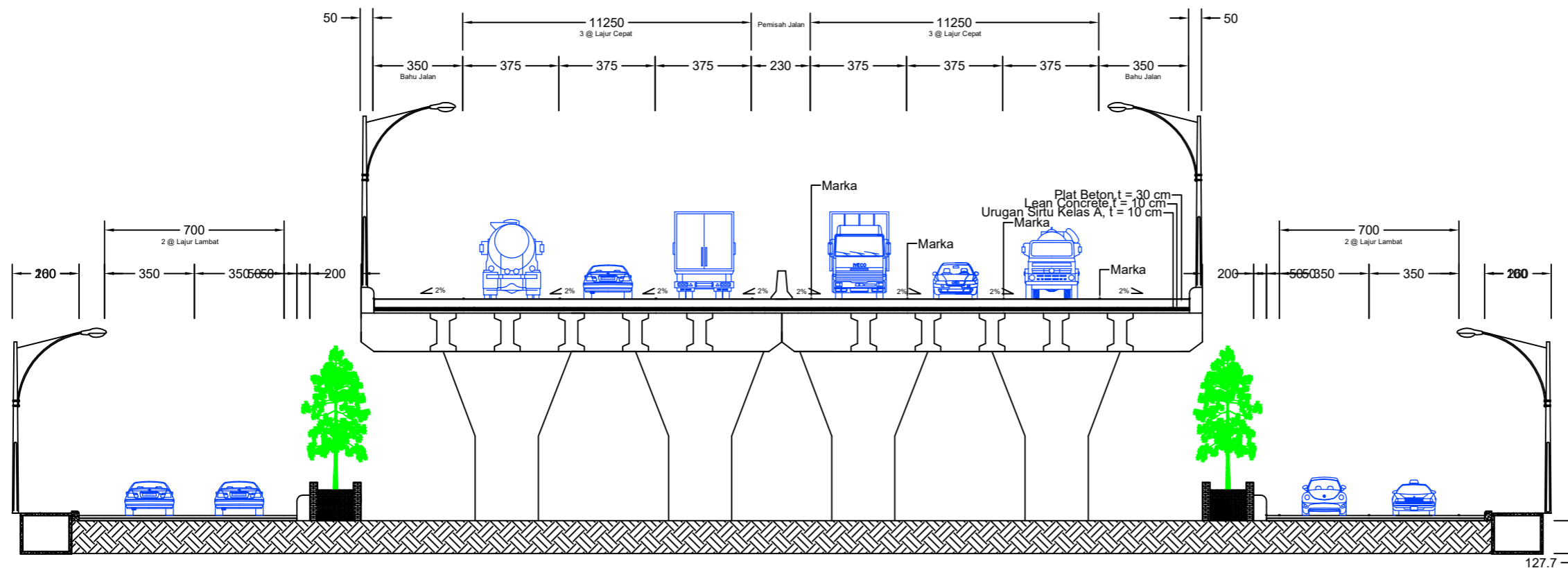
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

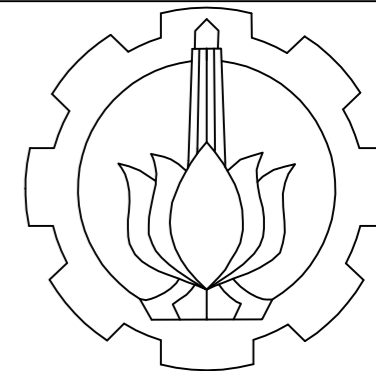
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
36	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 550
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 600
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

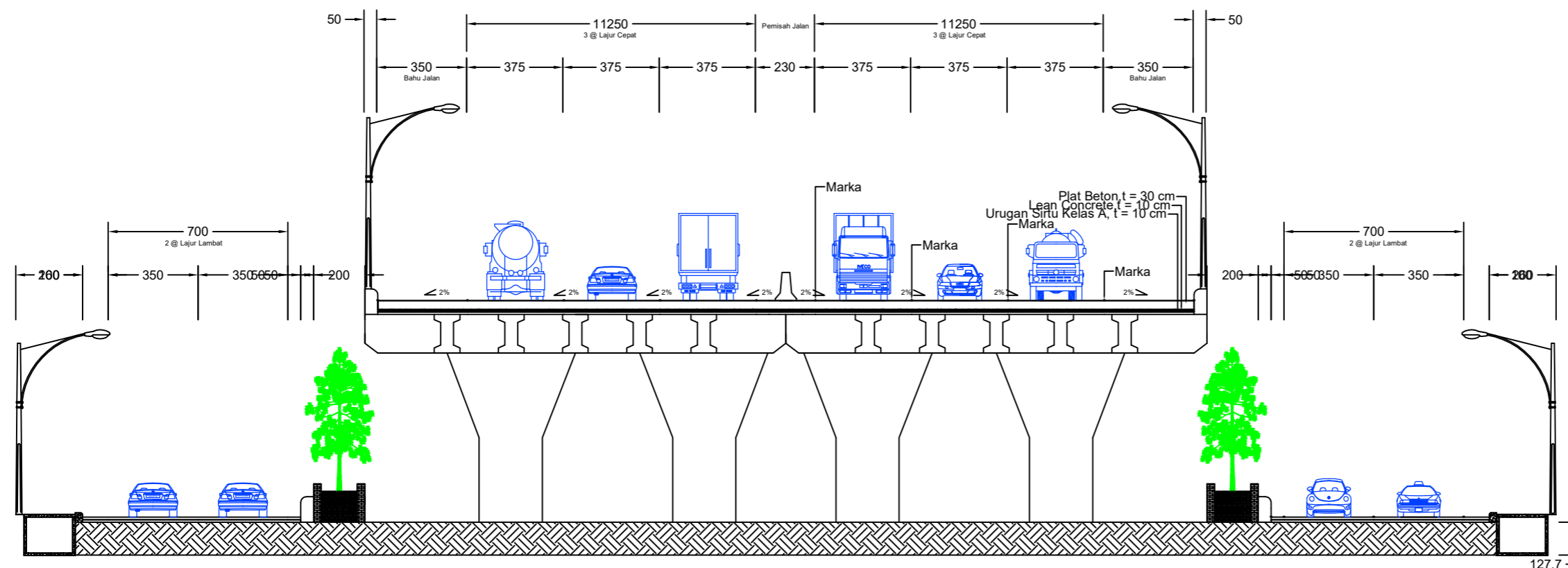
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

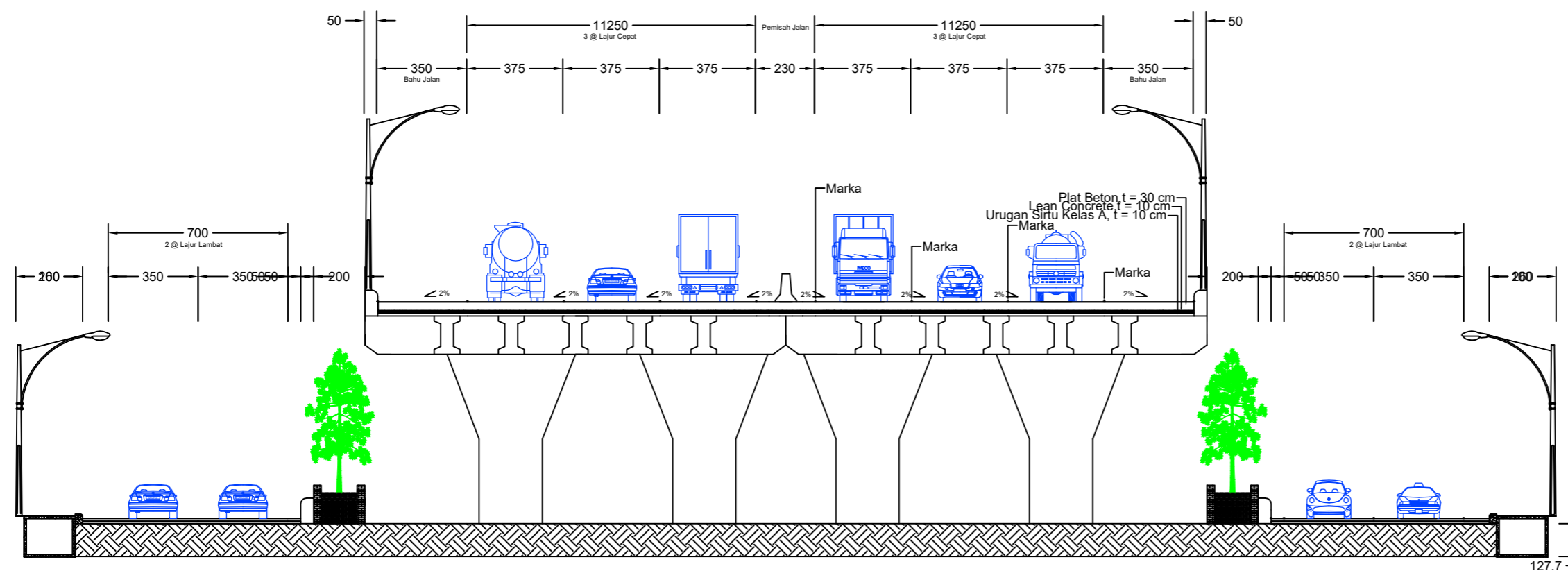
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

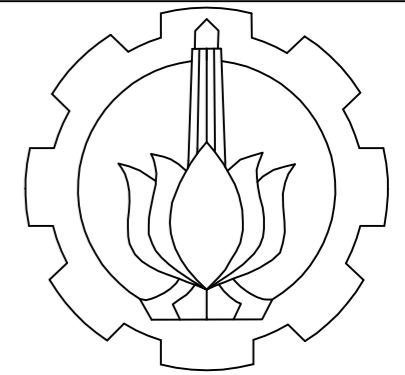
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
37	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 650
1 : 200



Potongan Melintang STA 11 + 700
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

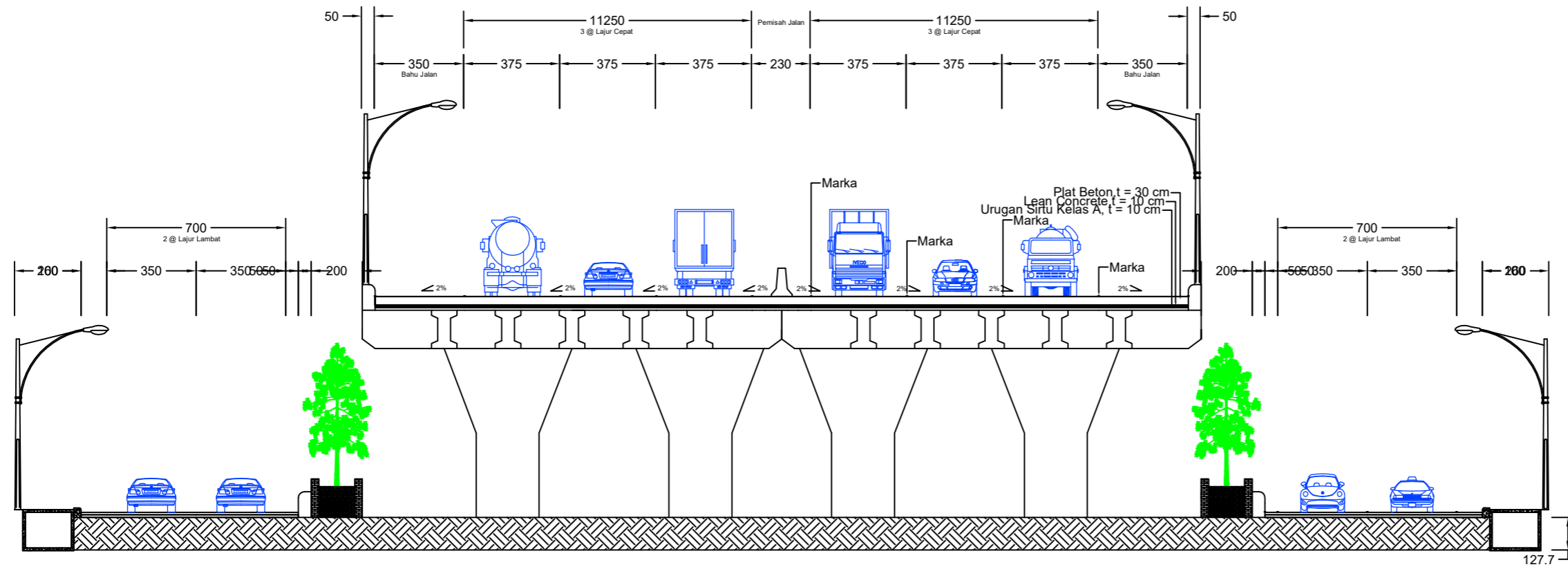
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

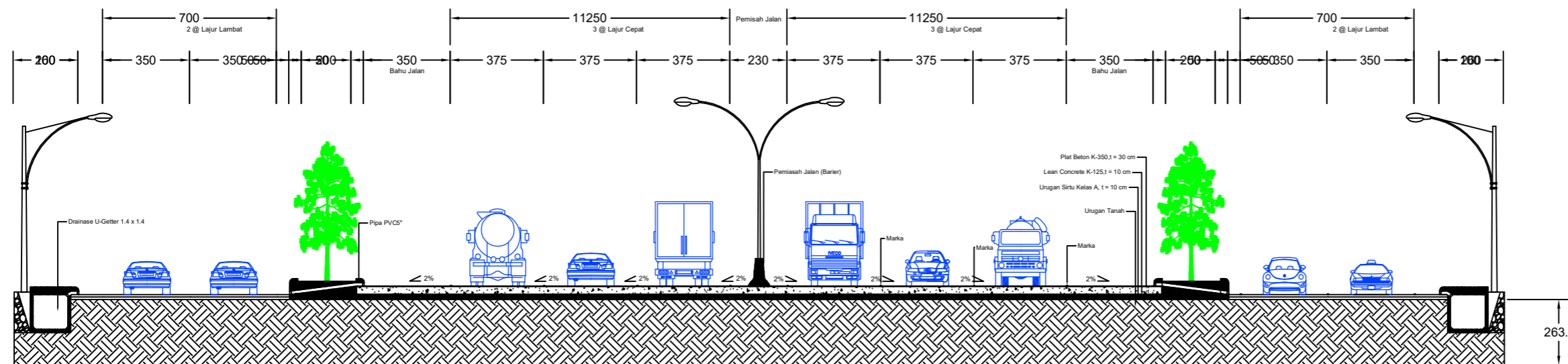
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

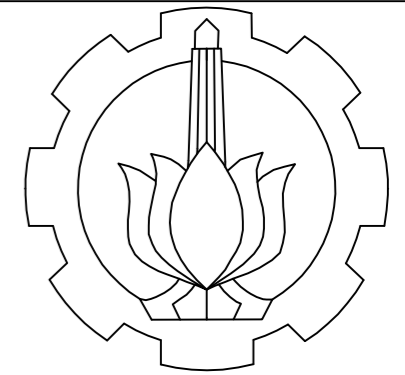
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
38	40	CM



⊙ Potongan Melintang STA 11 + 750
1 : 200



⊙ Potongan Melintang STA 11 + 800
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

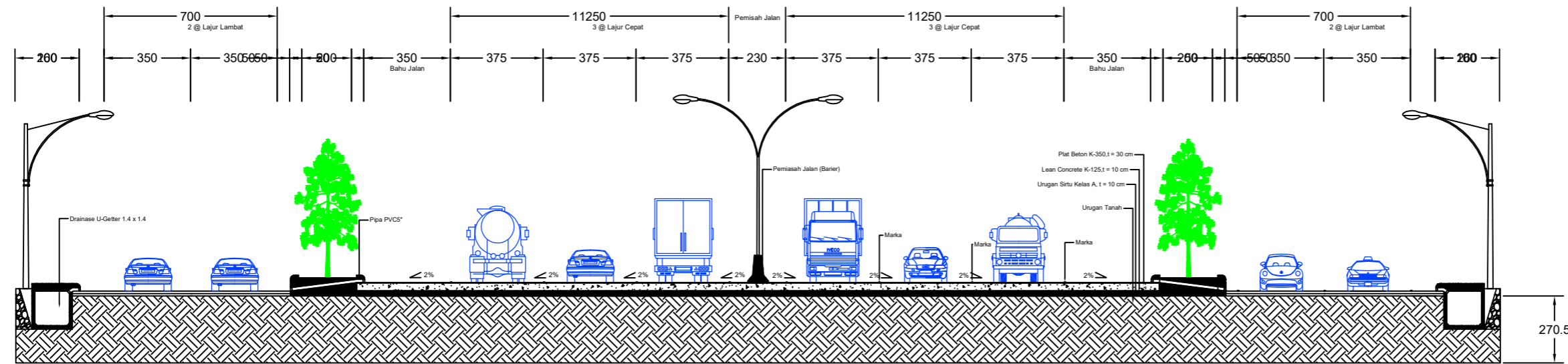
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

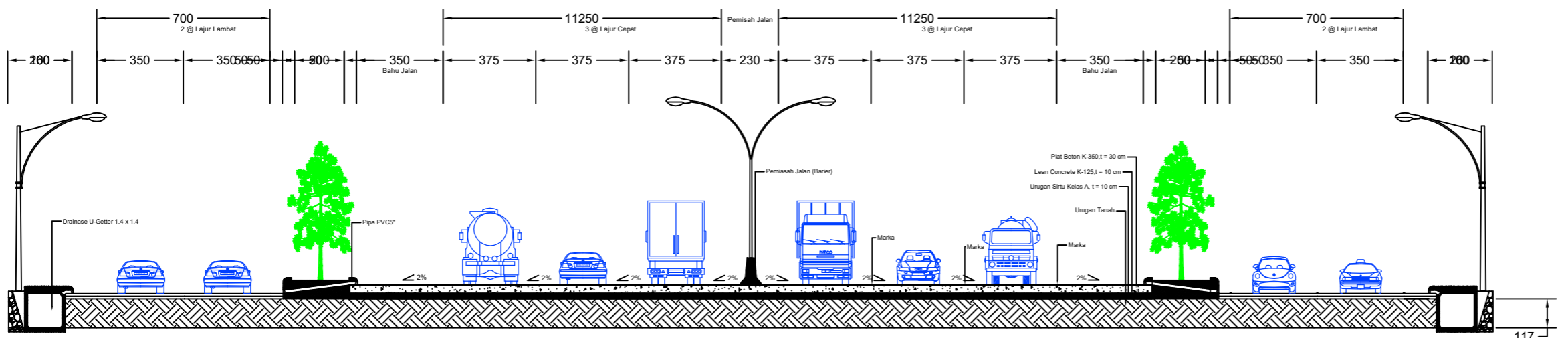
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

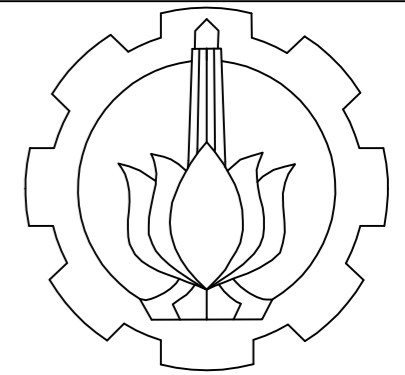
NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
39	40	CM



⊙ Potongan Melintang STA 11 + 850
1 : 200



⊙ Potongan Melintang STA 11 + 900
1 : 200



PROGRAM STUDI
DIPLOMA 3 TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS

NO	REVISI

DOSEN ASISTENSI
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

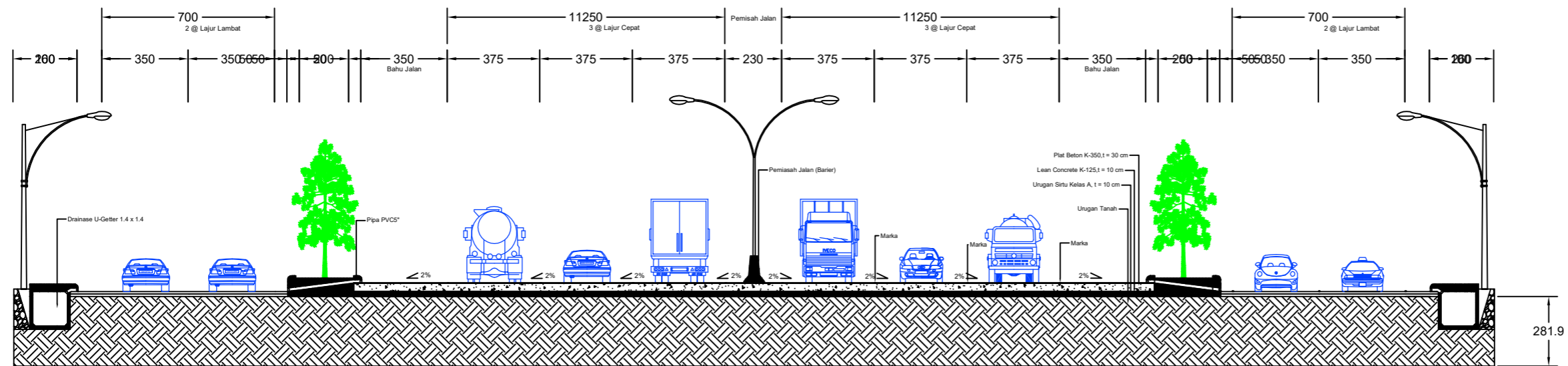
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

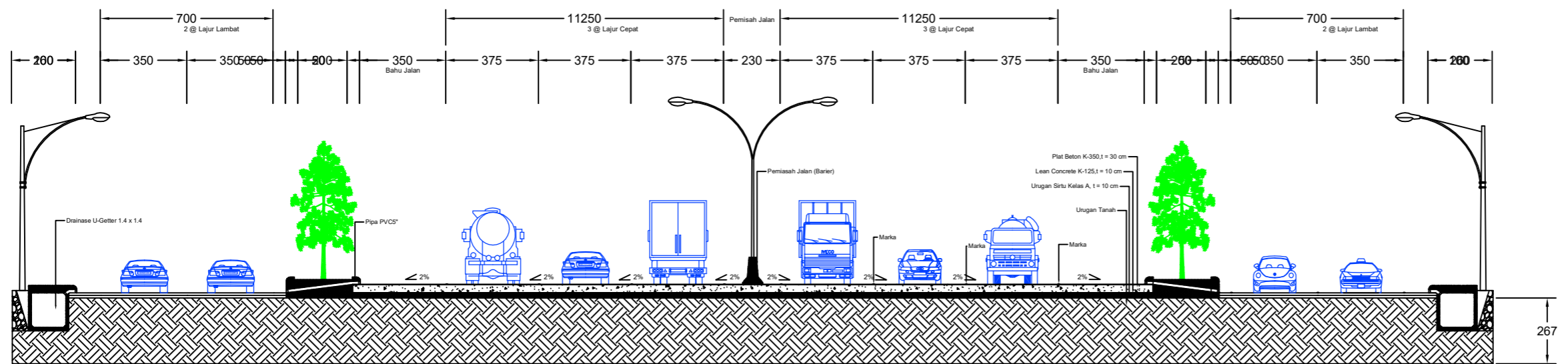
SHOFTA GALIH JATMIKO
3114030138
DHIO DWINOFIANSYAH PUTRA
3114030157

BANGUNAN TRANSPORTASI 2014

NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR	UNIT
40	40	CM



Potongan Melintang STA 11 + 950
1 : 200



Potongan Melintang STA 12 + 000
1 : 200