



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC 090412

**PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN  
POPOH-PRIGI STA 5+000 - STA 10+347 KABUPATEN  
TULUNGAGUNG PROPINSI JAWA TIMUR**

**ANAMBI MONO YUDIANTO**  
NRP. 3111040502

Dosen Pembimbing I  
**R. BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST., MT**

Dosen Pembimbing II  
**Ir. DUNAT INDRATMO, MT.**

JURUSAN DIV TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2012



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC 090412

# PLANNING SOUTH ROUTE ROAD POPOH-PRIGI STA 5+000 - 10+347 DISTRICT TULUNGAGUNG OF EAST JAVA PROVINCE

ANAMBI MONO YUDIANTO  
NRP. 3111040502

Counselor Lecturer I  
R. BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST., MT

Counselor Lecturer II  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

DIPLOMA IV Civil Engineering  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2012

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN POPOH – PRIGI STA 5+000 – 10+347 KABUPATEN TULUNGAGUNG PROPINSI JAWA TIMUR

#### PROYEK AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan  
Pada  
Program Diploma IV Teknik Sipil  
Bangunan Transportasi  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

Anambi Mono Yudianto  
NRP. 3111 040 502

Surabaya, 16 Juli 2012

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

R. Buyung Anugraha A. ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 001  
Ir. Dumat Indratmo, MT. NIP. 19530323 198502 1 001

## ABSTRAK

**PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN  
POPOH-PRIGI STA. 5 + 000 – STA. 10 + 347  
KABUPATEN TULUNGAGUNG  
PROPINSI JAWA TIMUR**

**Disusun Oleh :**

**Mahasiswa : Anambi Mono Yudianto**

**NRP : 3111.040.502**

**Dosen Pembimbing I : R. Buyung Anugraha A., ST., MT.**

**NIP : 19740203 200212 1 002**

**Dosen Pembimbing II : Ir. Dunat Indratmo, MT.**

**NIP : 19530323 198502 1 001**

Proyek pembangunan jalan jalur lintas selatan popoh-prigi ini merupakan salah satu upaya untuk menghidupkan jalur selatan. Proyek akhir ini bertujuan untuk mencari tebal perkerasan konstruksi jalan, dimensi saluran drainase, mengontrol geometrik jalan, serta menghitung rencana anggaran biaya yang diperlukan. Metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi perhitungan tebal perkerasan jalan pada ruas jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen 1987. Analisa kapasitas jalan dengan menggunakan program KAJI. Perencanaan drainase dengan menggunakan metode SNI-03-342-1994. perencanaan geometrik jalan dengan menggunakan Perencanaan Goemetrik Jalan Antar Kota. Rencana anggaran biaya menggunakan HSPK kota Tulungagung. Dari hasil perhitungan perencanaan pada proyek jalur lintas selatan diperoleh lebar perkerasan total 7

m dan bahu jalan 2 m dengan tipe jalan 2/2 UD. Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan dengan umur rencana 10 tahun diperoleh tebal total 50 cm dengan perincian lapisan pondasi bawah menggunakan Sirtu Kelas C (CBR 30 %) setebal 20 cm, lapisan pondasi atas menggunakan Agregat Kelas B (CBR 80%) setebal 20 cm dan lapis permukaan menggunakan Laston (MS 744) dengan tebal 10 cm. Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) berbentuk persegi empat dengan bahan terbuat dari batu kali dengan finishing. RAB yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan ini sebesar **Rp 42.636.712.700,-** (terbilang Empat Puluh Dua Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Dua Belas Ribu Tujuh Ratus Rupiah). Dengan pembangunan jalan jalur lintas selatan popoh-prigi ini maka diharapkan jalur selatan dapat meningkatkan perekonomian wilayah selatan seperti jalur pantura.

*Kata kunci : jls, popoh, prigi, tebal perkerasan, drainase, geometrik*

---

---

**ABSTRACTION****PLANNING SOUTH ROUTE ROAD POPOH-PRIGI  
STA 5+000 - 10+347 DISTRICT TULUNGAGUNG OF  
EAST JAVA PROVINCE****Composed By :****Student I : Anambi Mono Yudianto**  
**NRP : 3111.040.502****Counsellor Lecturer I : R. Buyung Anugraha A., ST., MT.**  
**NIP : 19740203 200212 1 002****Counsellor Lecturer II : Ir. Dunat Indratmo, MT**  
**NIP : 19530323 198502 1 001**

The construction of the traffic lane south-Prigi popoh This is an effort to revive the southern path. The final project is aimed to explore construction of road pavement thickness, drainage channel dimensions, geometric control path, and calculates the required budget plan. The method used in this way include the planning of road pavement thickness calculation on the road by using Component Analysis Method 1987. Road capacity analysis using the program KAJI. Drainage plan using the SNI-03-342-1994. geometric path planning using Goemetrik Planning Inter-City Road. Budget plan to use city HSPK Tulungagung. From the calculated cross-track project planning in the south gained a total pavement width of 7 m and 2 m with a shoulder type road 2/2 UD. To plan a road pavement thickness design life of 10 years obtained a total of 50 cm thick layer of foundation with the details of the use Sirtu Class C (CBR 30%) as thick as 20 cm, a layer of foundation

on the use of the Aggregate Class B (CBR 80%) and 20 cm thick layer surface using LASTON (MS 744) with a thickness of 10 cm. Planning dimensional edge channel (drainage) or rectangular with a material made of stone with a finishing time. RAB is needed for the construction of this road of **Rp 42,636,712,700**, - (in words Forty Two Billion Six Hundred Thirty-Six Million Seven Hundred Twelve Thousand Seven Hundred Dollar). With a cross-roads south Prigi popoh-south line is then expected to boost the economy of the south as pantura path.

*Keyword : JLS, popoh, Prigi, pavement thickness, drainage, geometric*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah Nya-lah kami dapat menyelesaikan dan mempresentasikan Proyek Akhir kami dengan judul “Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Popoh-Prigi STA 5+000 – 10+347 Kabupaten Tulungagung Provinsi Jawa Timur“.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma IV Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini, yaitu agar mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang di dapat di bangku perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan.

Terwujudnya laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang Tua kami yang telah membesarkan dan mendidik kami serta memberikan dukungan baik secara moril dan materiil yang tak terhingga pada kami.
2. Bapak R.Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT. Dan bapak Ir. Dunat Indratmo, MT. selaku dosen pembimbing proyek akhir kami.
3. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan D IV Teknik Sipil FTSP-ITS.
4. Rekan rekan sesama mahasiswa Diploma IV Teknik Sipil.
5. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, semoga laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 12 Juli 2012

Penyusun





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan .....	5
1.5. Manfaat .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Kelas Jalan .....	7
2.2. Analisa Kapasitas Jalan .....	8
2.2.1. Kecepatan arus bebas.....	8
2.2.2. Kapasitas.....	9
2.2.3. Derajat kejenuhan .....	10
2.2.4. Kecepatan .....	10
2.2.5. Derajat iringan .....	11
2.2.6. Perilaku lalu-lintas .....	11
2.3. Perhitungan Estimasi Volume Lalu-Lintas .....	11
2.4. Perencanaan Geometrik Jalan.....	12
2.4.1. Jarak pandangan .....	12
2.4.2. Gaya yang bekerja pada alinyemen Horizontal.....	19
2.4.3. Superelevasi.....	24
2.4.4. Alinyemen horizontal .....	30
2.4.5. Alinyemen vertikal .....	43
2.5. Perkerasan Lentur.....	58

2.5.1. Lapisan permukaan .....	58
2.5.2. Lapisan pondasi atas .....	59
2.5.3. Lapisan pondasi bawah .....	59
2.5.4. Lapisan tanah dasar.....	60
2.5.5. Umur rencana .....	61
2.5.6. Lalu-lintas harian rata-rata .....	62
2.5.7. Kondisi tanah dasar.....	63
2.5.8. Angka ekuivalen beban sumbu .....	65
2.5.9. Perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode analisa komponen....	67
2.6. Perencanaan Drainase.....	88
2.7. Rencana Anggaran Biaya .....	90

### **BAB III METODOLOGI**

3.1. Persiapan .....	91
3.2. Pengumpulan data .....	91
3.3. Pengolahan data.....	92
3.3.1. Pengolahan data lalu-lintas .....	92
3.3.2. Pengolahan data CBR tanah dasar .....	92
3.3.3. Pengolahan data curah hujan.....	92
3.4. Perhitungan Kapasitas Jalan .....	93
3.5. Perencanaan Geometrik Jalan.....	93
3.5.1. Perencanaan trase.....	93
3.5.2. Alinyemen horizontal .....	93
3.5.3. Alinyemen vertikal .....	93
3.6. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur.....	94
3.7. Perencanaan Drainase.....	94
3.8. Gambar Rencana .....	94
3.9. Perencanaan Rencana Anggaran Biaya .....	94
3.10. Kesimpulan dan Saran.....	94

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1. Umum .....	99
4.2. Pengumpulan data .....	99
4.2.1. Peta kontur lokasi proyek.....	99

4.2.2. Data CBR.....	99
4.2.3. Data lalu-lintas.....	100
4.2.4. Data curah hujan.....	100
4.3. Pengolahan Data.....	101
4.3.1. Data lalu-lintas.....	101
4.3.2. Data CBR tanah dasar.....	106
4.3.3. Data curah hujan.....	106

**BAB V ANALISA PERHITUNGAN**

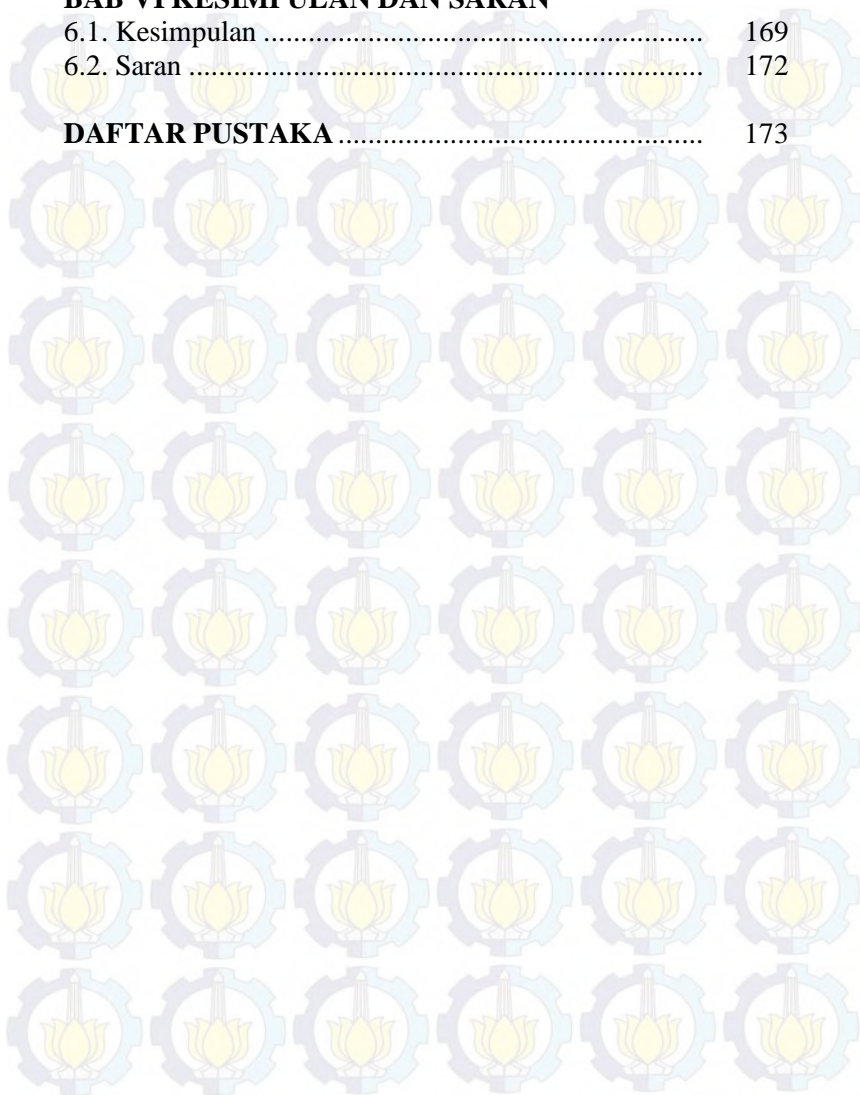
5.1. Analisis Trase.....	109
5.1.1. Kondisi medan.....	109
5.1.2. Kecepatan rencana.....	110
5.2. Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota.....	111
5.3. Perencanaan Geometrik Jalan.....	112
5.3.1. Alinyemen horizontal.....	112
5.3.2. Alinyemen vertikal.....	119
5.4. Perencanaan TebalPerkerasan.....	126
5.4.1. Umur rencana.....	126
5.4.2. Lalu-lintas.....	126
5.4.3. Angka ekivalen.....	128
5.4.4. Lintas ekivalen permulaan.....	132
5.4.5. Lintas ekivalen akhir.....	133
5.4.6. Lintas ekivalen tengah.....	135
5.4.7. Lintas ekivalen rencana.....	136
5.4.8. Faktor regional.....	136
5.4.9. Indeks permukaan awal umur rencana.....	136
5.4.10. Penentuan IPt.....	136
5.5. Perencanaan Drainase.....	141
5.5.1. Perhitungan menentukan arah aliran.....	142
5.5.2. Perhitungan saluran.....	143
5.6. Rencana Anggaran Biaya.....	150
5.6.1. Volume pekerjaan.....	150
5.6.2. Harga satuan dasar.....	154
5.6.3. Harga satuan pokok pekerjaan.....	159
5.6.4. Rekapitulasi rencana anggaran biaya.....	167

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan ..... 169

6.2. Saran ..... 172

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 173

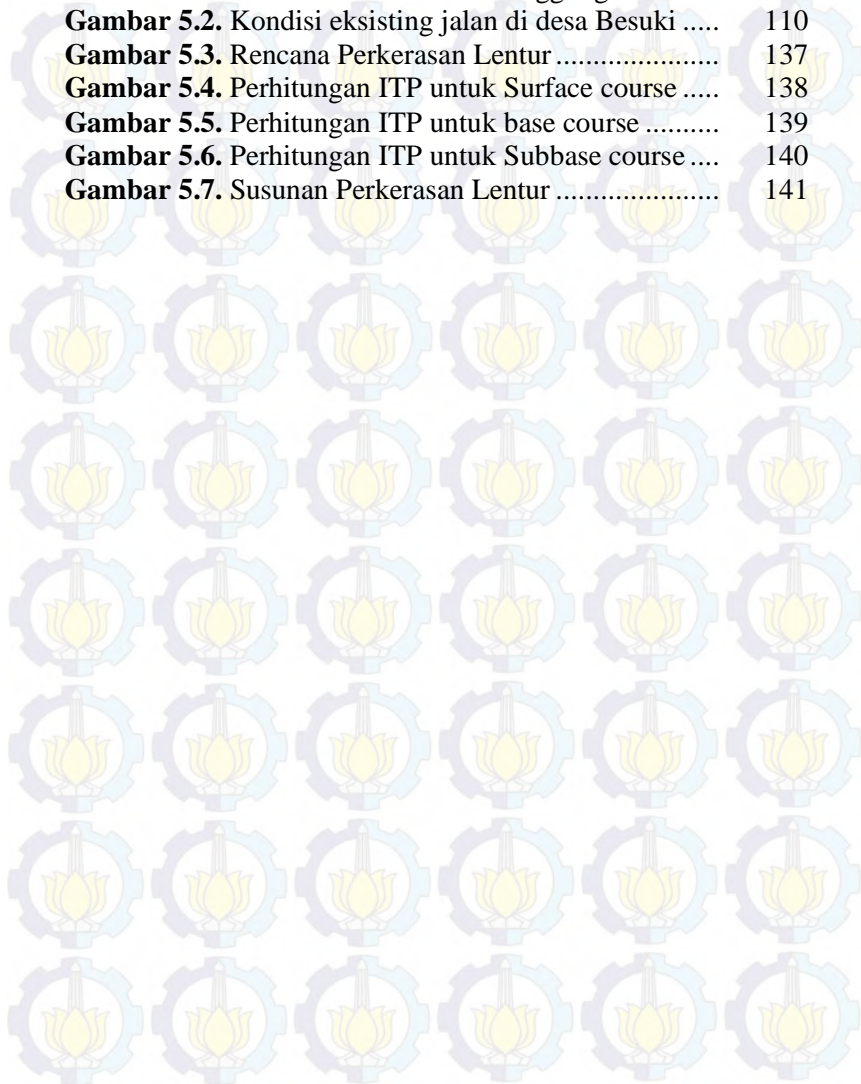


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta Jawa Timur .....	2
<b>Gambar 1.2.</b> Peta Lokasi Studi .....	3
<b>Gambar 1.3.</b> Peta Kontur Lokasi Studi .....	4
<b>Gambar 2.1.</b> Korelasi Nilai $f_m$ terhadap Kecepatan Rencana, $V_r$ .....	14
<b>Gambar 2.2.</b> Ilustrasi Jarak Pandangan Menyiap .....	15
<b>Gambar 2.3.</b> Korelasi Nilai $t_1$ dan $t_2$ terhadap Kecepatan Rencana, $V_r$ .....	17
<b>Gambar 2.4.</b> Korelasi Nilai $a$ terhadap Kecepatan Rencana, $V_r$ .....	18
<b>Gambar 2.5.</b> Gaya sentrifugal pada alinemen Horizontal .....	20
<b>Gambar 2.6.</b> Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan tinggi (AASHTO 2004) .....	21
<b>Gambar 2.7.</b> Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan rendah (AASHTO 2004) .....	22
<b>Gambar 2.8.</b> Koefisien gesekan melintang maksimum desain (AASHTO 2004) .....	23
<b>Gambar 2.9.</b> Koefisien gesekan melintang maksimum desain (Traffic Engineering Handbook, 1992) .....	24
<b>Gambar 2.10.</b> Ilustrasi diagram superelevasi dan potongan melintang jalan .....	30
<b>Gambar 2.11.</b> Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan .....	33
<b>Gambar 2.12.</b> Bentuk lengkung full circle .....	34
<b>Gambar 2.13.</b> Diagram superelevasi lengkung full Circle .....	35

<b>Gambar 2.14.</b> Bentuk lengkung spiral – circle – spiral .....	36
<b>Gambar 2.15.</b> Diagram superelevasi lengkung spiral – circle – spiral.....	37
<b>Gambar 2.16.</b> Bentuk lengkung spiral – spiral.....	38
<b>Gambar 2.17.</b> Diagram superelevasi lengkung spiral – spiral .....	39
<b>Gambar 2.18.</b> Ilustrasi Kelandaian Jalan.....	40
<b>Gambar 2.19.</b> Ilustrasi Panjang Kritis .....	43
<b>Gambar 2.20.</b> Lengkung Vertikal .....	45
<b>Gambar 2.21.</b> Lengkung Vertikal Cembung $S < L$ .....	47
<b>Gambar 2.22.</b> Lengkung Vertikal Cembung $S > L$ .....	50
<b>Gambar 2.23.</b> Lengkung Vertikal Cekung $S < L$ .....	53
<b>Gambar 2.24.</b> Lengkung Vertikal Cekung $S > L$ .....	54
<b>Gambar 2.25.</b> Lengkung Vertikal Cekung $S < L$ .....	55
<b>Gambar 2.26.</b> Lengkung Vertikal Cekung $S > L$ .....	56
<b>Gambar 2.27.</b> Susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur.....	58
<b>Gambar 2.28.</b> Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan .....	60
<b>Gambar 2.29.</b> Penentuan Umur Rencana .....	61
<b>Gambar 2.30.</b> Skematis Penentuan Angka Pertumbuhan Jumlah Kendaraan .....	63
<b>Gambar 2.31.</b> Beban Standar 8.16 t .....	65
<b>Gambar 2.32.</b> Korelasi DDT dan CBR .....	70
<b>Gambar 2.33.</b> Nomogram 1 .....	75
<b>Gambar 2.34.</b> Nomogram 2 .....	76
<b>Gambar 2.35.</b> Nomogram 3 .....	77
<b>Gambar 2.36.</b> Nomogram 4 .....	78
<b>Gambar 2.37.</b> Nomogram 5 .....	79
<b>Gambar 2.38.</b> Nomogram 6 .....	80
<b>Gambar 2.39.</b> Nomogram 7 .....	81
<b>Gambar 2.40.</b> Nomogram 8 .....	82
<b>Gambar 2.41.</b> Nomogram 9 .....	83
<b>Gambar 2.42.</b> Susunan Lapis Perkerasan Jalan.....	84

<b>Gambar 3.1.</b> Diagram alir metodologi .....	97
<b>Gambar 5.1.</b> STA 0+000 di desa Karanggongso .....	110
<b>Gambar 5.2.</b> Kondisi eksisting jalan di desa Besuki .....	110
<b>Gambar 5.3.</b> Rencana Perkerasan Lentur .....	137
<b>Gambar 5.4.</b> Perhitungan ITP untuk Surface course .....	138
<b>Gambar 5.5.</b> Perhitungan ITP untuk base course .....	139
<b>Gambar 5.6.</b> Perhitungan ITP untuk Subbase course .....	140
<b>Gambar 5.7.</b> Susunan Perkerasan Lentur .....	141







## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Jarak Pandangan Henti Minimum.....	13
<b>Tabel 2.2.</b> Jarak Pandangan Menyiap Minimum.....	18
<b>Tabel 2.3.</b> Nilai Superelevasi, e dan Panjang Lengkung Peralihan.....	29
<b>Tabel 2.4.</b> Kelandaian relatif maksimum .....	32
<b>Tabel 2.5.</b> Kelandaian Jalan.....	42
<b>Tabel 2.6.</b> Panjang Kritis .....	42
<b>Tabel 2.7.</b> lengkung vertikal .....	44
<b>Tabel 2.8.</b> Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH.....	50
<b>Tabel 2.9.</b> Nilai C' Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH.....	52
<b>Tabel 2.11.</b> Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.....	66
<b>Tabel 2.12.</b> Komposisi Roda dan Unit Ekivalen 8,16 Ton beban tunggal .....	67
<b>Tabel 2.13.</b> Koefisien Distribusi Kendaraan Pada Lajur Rencana.....	68
<b>Tabel 2.14.</b> Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana .....	71
<b>Tabel 2.15.</b> Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo).....	72
<b>Tabel 2.16.</b> Faktor Regional (FR).....	73
<b>Tabel 2.17.</b> Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	85
<b>Tabel 2.18.</b> Minimum Lapis Permukaan.....	86
<b>Tabel 2.19</b> Tebal Minimum Lapis Pondasi .....	87
<b>Tabel 4.1.</b> Rekapitulasi Data Lalu-Lintas Tahun 2009...	100
<b>Tabel 4.2.</b> Data Curah Hujan .....	101
<b>Tabel 4.3.</b> Pertumbuhan Lalu-Lintas Tiap Tahun .....	103
<b>Tabel 4.4.</b> Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu-Lintas .....	106
<b>Tabel 4.5.</b> Perhitungan Data Curah Hujan .....	107
<b>Tabel 5.1.</b> Klasifikasi Kemiringan Medan .....	109

<b>Tabel 5.2.</b> Kecepatan Rencana.....	111
<b>Tabel 5.3.</b> Rekapitulasi Derajat Kejenuhan.....	111
<b>Tabel 5.4.</b> Rekapitulasi Derajat Kejenuhan 2013-2033..	112
<b>Tabel 5.5.</b> Rekapitulasi Lengkung Spiral-Circle-Spiral .	115
<b>Tabel 5.6.</b> Rekapitulasi Lengkung Spiral-Spiral .....	119
<b>Tabel 5.7.</b> Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cembung ...	122
<b>Tabel 5.8.</b> Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cekung .....	125
<b>Tabel 5.9.</b> LHR tahun 2013 .....	127
<b>Tabel 5.10.</b> LHR tahun 2023 .....	127
<b>Tabel 5.11.</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekivalen.....	131
<b>Tabel 5.12.</b> Rekapitulasi hasil perhitungan LEP. ....	133
<b>Tabel 5.13.</b> Rekapitulasi hasil perhitungan LEA. ....	135
<b>Tabel 5.14.</b> Penentuan arah aliran .....	143
<b>Tabel 5.15.</b> Rekapitulasi Dimensi Saluran .....	147
<b>Tabel 5.16.</b> Harga Satuan Upah .....	155
<b>Tabel 5.17.</b> Harga Satuan Bahan.....	156
<b>Tabel 5.18.</b> HSPK Pekerjaan Tanah.....	159
<b>Tabel 5.19.</b> HSPK Pekerjaan Berbutir .....	160
<b>Tabel 5.20.</b> HSPK Pekerjaan Perkerasan Aspal.....	162
<b>Tabel 5.21.</b> HSPK Pekerjaan Drainase .....	164
<b>Tabel 5.22.</b> HSPK Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi .....	165
<b>Tabel 5.23.</b> Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	167

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Provinsi Jawa Timur mempunyai jaringan jalan di utara dan selatan. Keberadaan jaringan jalan diantara keduanya tidak sama baik dalam volume lalu lintas maupun kapasitas jalannya. Perbedaan paling nyata adalah pergerakan lalu lintas barang dan manusia di wilayah utara lebih cepat jika dibandingkan dengan wilayah selatan. Untuk menghubungkan antar Kabupaten atau Kota di wilayah selatan tidak akseleratif, sehingga konsentrasi kegiatan perekonomian hanya berada di wilayah utara dan sekitarnya. Kondisi yang demikian akan menimbulkan pengaruh yang kurang baik bagi pertumbuhan wilayah selatan. Apabila dilihat dari potensinya, wilayah selatan lebih potensial dan kelestarian lingkungannya masih terjaga baik. Seharusnya itu merupakan modal untuk meningkatkan perekonomian.

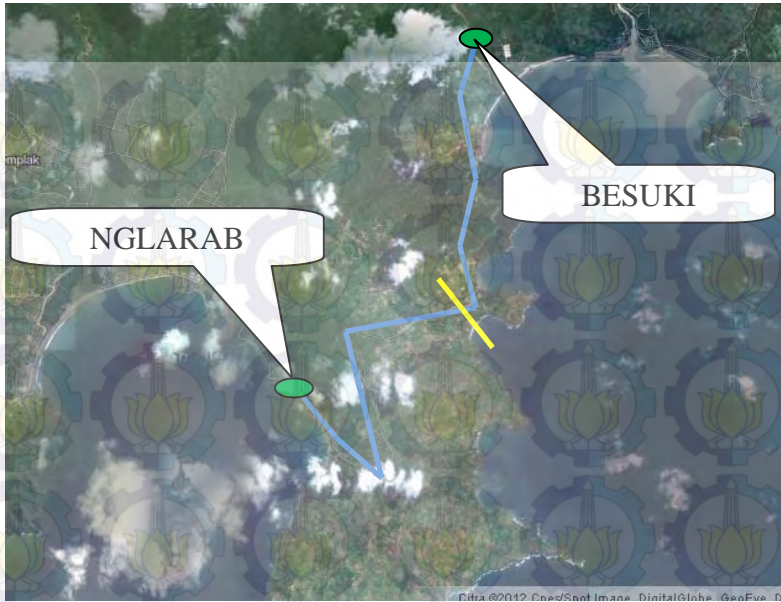
Dengan kondisi ekonomi nasional yang sedang berusaha bangkit, maka kawasan Jawa Timur bagian selatan cukup prospektif untuk dikembangkan sebagai motor penggerak perekonomian. Untuk mewujudkan hal tersebut, kebijakan pembangunan Propinsi Jawa Timur diarahkan ke wilayah selatan melalui Program Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur sebagai program prioritas yang diawali dengan pembangunan jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Jawa Timur melalui 8 (delapan) Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Banyuwangi.

Pada proyek akhir ini direncanakan bagian jalur lintas selatan yang melalui Kabupaten Trenggalek dan Tulungagung, tepatnya pada daerah popoh dan prigi. Lokasi Kabupaten Trenggalek dan Tulungagung terlihat pada gambar 1.1.

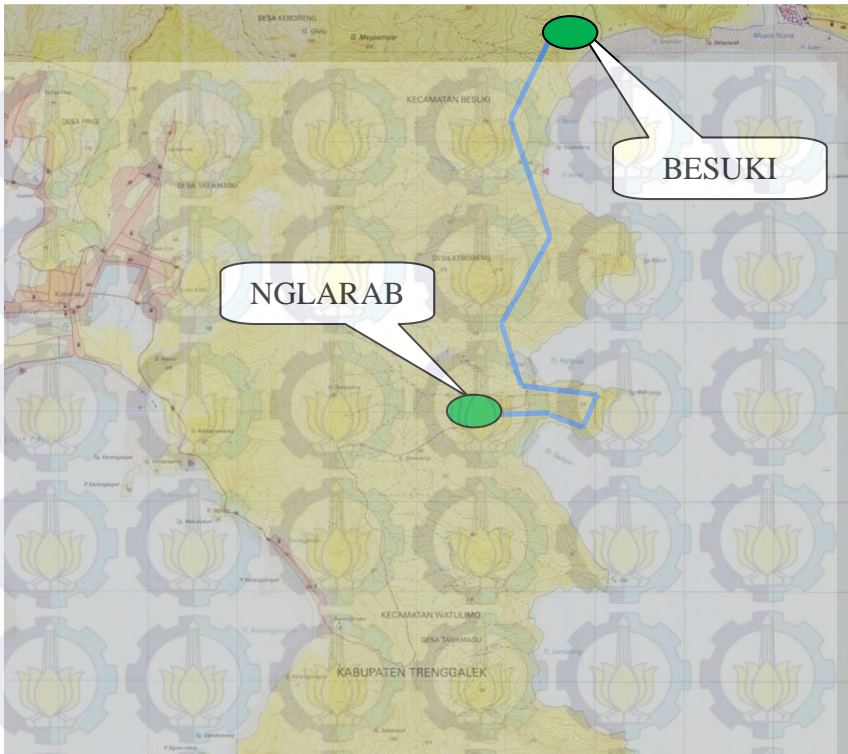


**Gambar 1.1.** Peta Jawa Timur

Pada gambar 1.1 terlihat bahwa kedua kabupaten tersebut berada pada wilayah selatan Jawa Timur. Lokasi studi perencanaan jalan popoh-prigi pada proyek akhir ini terlihat pada gambar 1.2. Jalan tersebut menghubungkan desa Karanggongso dan Besuki. Adapun Peta kontur untuk kebutuhan perencanaan terlihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.2. Peta Lokasi Studi



**Gambar 1.3.** Peta Kontur Lokasi Studi

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa pokok masalah yang akan terjawab pada akhir kesimpulan, diantaranya :

1. Bagaimana hasil perencanaan trase pada rencana jalan tersebut?
2. Bagaimana hasil perhitungan alinemen horizontal dan vertical pada rencana jalan tersebut?
3. Berapa ketebalan perkerasan lentur yang dibutuhkan?
4. Berapa dimensi saluran tepi pada rencana jalan tersebut?

5. Berapa anggaran biaya total pembangunan jalan tersebut?

### **1.3. Batasan Masalah**

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

1. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan trase jalan, alinemen horizontal dan vertikal, dan jarak pandang (No. 038/TBM/1997).
2. Analisa kapasitas dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
3. Perencanaan tebal perkerasan jalan dengan Metode Analisa Komponen (SNI 03-1732-1989).
4. Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK wilayah setempat.
5. Perencanaan drainase dengan cara SNI 03-3424-1994.
6. Tidak menghitung jembatan dan gorong-gorong
7. Tidak menghitung stabilitas tanah.
8. Tidak melakukan survey lalu-lintas secara rinci.
9. Tidak membicarakan pelaksanaan di lapangan, dan pengolahan data-data tanah baik di lapangan maupun laboratorium.

### **1.4. Tujuan**

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa tujuan untuk menjawab beberapa parameter yang dihasilkan dari perencanaan jalan, diantaranya :

1. Menghitung dan menggambar trase pada rencana jalan tersebut.
2. Menghitung dan merencanakan alinemen horizontal dan vertikal
3. Menghitung tebal perkerasan lentur yang diperlukan
4. Menghitung dan merencanakan dimensi saluran tepi



5. Menghitung anggaran biaya total pembangunan jalan tersebut

### 1.5. Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dari penyelesaian proyek akhir ini yaitu :

1. Dapat menghitung dan menggambar trase pada rencana jalan tersebut.
2. Dapat menghitung dan menentukan alinemen pada rencana jalan
3. Dapat menghitung dan menentukan tebal perkerasan lentur pada rencana jalan
4. Dapat menghitung dan menentukan dimensi saluran tepi pada rencana jalan
5. Dapat menghitung dan menentukan anggaran biaya total pembangunan jalan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Sesuai undang-undang jalan yang terbaru, jalan dikelompokkan berdasarkan 4 empat hal yaitu: (Sosialisasi UU no 38/2004, PP No 15/2005 dan RPP Jalan)

1. Sistem jaringan jalan,
2. Fungsi jalan,
3. Status jalan,
4. Kelas jalan

Pada proyek akhir ini penentuan lebar jalan mengacu pada kelas jalan. Oleh karena itu dijelaskan beberapa macam kelas jalan, diantaranya :

#### **2.1. Kelas Jalan**

Penentuan kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Penentuannya diatur dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang lalu lintas dan angkutan jalan.

Spesifikasi penyediaan prasarana jalan meliputi pengendalian jalan masuk, persimpangan, jumlah dan lebar lajur, ketersediaan median, dan pagar. Berikut ini adalah spesifikasi jalan-jalan tersebut di atas:

1. Spesifikasi *Jalan bebas hambatan* meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dan dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.
2. Spesifikasi *Jalan raya* adalah jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas

dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.

3. Spesifikasi *jalan sedang* adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.

4. Spesifikasi *jalan kecil* adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 (lima koma lima) meter.

## 2.2. Analisa Kapasitas Jalan

Untuk penentuan lebar jalan, analisis kapasitas jalan juga diperlukan guna menghitung derajat kejenuhan pada awal dan akhir umur rencana. Adapun beberapa parameter yang dibutuhkan adalah :

### 2.2.1. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan dipilih pengemudi seandainya mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lain di jalan (yaitu saat arus = 0). Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, darimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditetapkan dengan cara regresi. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada saat arus = 0. Kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah, bus besar, truk besar dan sepeda motor juga diberikan sebagai rujukan. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya adalah 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum berikut:

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC} \quad (2.1)$$

dimana :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV<sub>o</sub> = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan dan alinyemen yang diamati (lihat Bagian 2.4 dibawah) (km/jam)

FV<sub>w</sub> = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FFV<sub>SF</sub> = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FFV<sub>RC</sub> = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

### 2.2.2. Kapasitas

Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \quad (2.2)$$

dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian lebar jalan

$FC_{SP}$  = faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

$FC_{SF}$  = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

### 2.2.3. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C \quad (2.3)$$

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam. DS digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas berupa kecepatan.

### 2.2.4. Kecepatan

Manual Kapasitas Jalan Indonesia menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

$$V = L/TT \quad (2.4)$$

dimana :

V = Kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)

L = Panjang segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen (jam)

### **2.2.5. Derajat Ringan**

Indikator penting lebih lanjut mengenai perilaku lalu-lintas pada segmen jalan adalah derajat ringan yang terjadi yaitu rasio arus kendaraan didalam peleton terhadap arus total.

Dalam manual ini suatu peleton didefinisikan sebagai gerakan dari kendaraan yang beriringan dengan waktu antara (gandar depan ke gandar depan dari kendaraan yang di depan) dari setiap kendaraan, kecuali kendaraan pertama pada peleton, sebesar  $\leq 5$  detik. Kendaraan tak bernomor tidak dianggap sebagai bagian peleton. Derajat iringan adalah fungsi dari Derajat kejenuhan.

### **2.2.6. Perilaku Lalu-Lintas**

Dalam US HCM 1994 perilaku lalu-lintas diwakili oleh tingkat pelayanan (LOS): yaitu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. LOS berhubungan dengan ukuran kuantitatif, seperti kerapatan atau persen waktu tundaan. Konsep tingkat pelayanan dikembangkan untuk penggunaan di Amerika Serikat dan definisi LOS tidak berlaku secara langsung di Indonesia. Dalam manual ini kecepatan dan derajat kejenuhan digunakan sebagai indikator perilaku lalu-lintas.

### **2.3. Perhitungan Estimasi Volume Lalu-Lintas.**

Pada rencana jalan baru ini volume lalu-lintas diprediksi melalui LHR awal umur rencana jalan yang sudah ada. Asumsi unuk rencana jalan ini adalah semua volume lalu-lintas tidak

melewati jalan yang sudah ada, tetapi masuk pada jalan yang telah direncanakan pada proyek akhir ini. Adapun rumus yang digunakan adalah

$$\text{lalu-lintas rencana} = \text{lalu-lintas eksisting} \times (1 + \text{persen pertumbuhan})^n \quad (2.5)$$

Dimana :

'n = umur rencana (tahun)

## 2.4. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada perencanaan geometrik ini dilakukan dari awal pembuatan trase. Adapun bebeparameter yang harus dihitung agar dapat menghasilkan rencana jalan yang baik diantaranya :

### 2.4.1. Jarak Pandangan

Dalam perencanaan geometrik jalan diperlukan dua jenis jarak pandangan, yaitu :

1. Jarak pandangan henti
2. Jarak pandangan menyiap

#### 1. Jarak Pandangan Henti Minimum

Jarak tersebut adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur yang dilaluinya. Besarnya Jarak pandangan henti minimum sangat tergantung pada kecepatan rencana jalan. Rumus Umum Jarak Pandangan Henti Minimum (Sukirman, 1994) adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278V.t + \frac{V^2}{254fm} \quad (2.6)$$

dimana:

$f_m$  : koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan (Lihat gambar 2.1)

$V$  : kecepatan kendaraan, km/jam

$t$  : waktu reaksi=2.5 detik

Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum adalah sebagai berikut: (Sukirman, 1994)

$$d = 0.278V.t + \frac{V^2}{254(f \pm L)} \quad (2.7)$$

dimana:

$L$  : besarnya landai jalan dalam desimal

+ : untuk pendakian

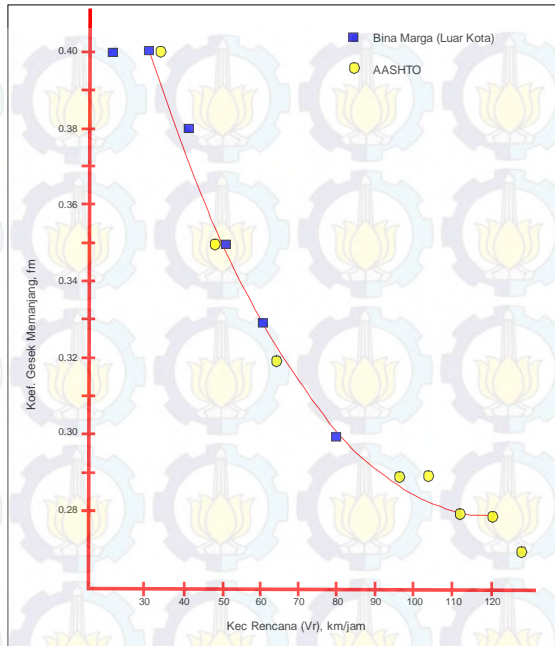
- : untuk penurunan

Besarnya jarak pandangan henti berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Jarak Pandangan Henti Minimum

Kecepatan Rencana, $V_r$ (km/jam)	Kecepatan Jalan, $V_j$ (km/jam)	Koefisien Gesek Jalan, $f_m$	$d$ perhitungan untuk $V_r$ (m)	$d$ perhitungan untuk $V_j$ (m)	$d$ desain (m)
30	27	0.400	29.71	25.94	25-30
40	36	0.375	44.60	38.63	40-45
50	45	0.350	62.87	54.05	55-65
60	54	0.330	84.65	72.32	75-85
70	63	0.313	110.28	93.71	95-110
80	72	0.300	139.59	118.07	120-140
100	90	0.285	207.64	174.44	175-210
120	108	0.280	285.87	239.06	240-285





**Gambar 2.1.** Korelasi Nilai  $f_m$  terhadap Kecepatan Rencana,  $V_r$   
 Sumber: Sukirman 1994.

Jarak pandangan henti berdasarkan truk akan berbeda dengan jarak pandangan henti dengan menggunakan mobil penumpang, hal ini dikarenakan truk berkecepatan lebih rendah, lebih tinggi dan memiliki kemampuan pengereman yang berbeda. Namun secara umum jarak pandang henti berdasarkan truk dapat dianggap sama dengan kendaraan penumpang karena alasan berikut:

1. Tinggi mata pengemudi truk lebih tinggi, sehingga pandanngannya lebih jauh, dan
2. Kecepatan truk biasanya lebih lambat daripada mobilpenumpang.

Namun terdapat keadaan-keadaan yang tidak dapat diabaikan yaitu pada penurunan yang sangat panjang, karena:

1. Tinggi mata pengemudi truk yang lebih tinggi tidak berarti lagi
2. Kecepatan truk hampir sama dengan kecepatan mobil penumpang.

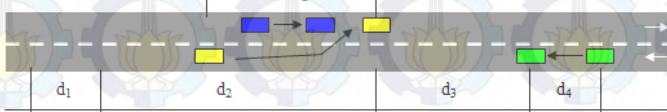
## 2. Jarak Pandangan Menyiap

Jarak pandangan menyiap adalah jarak minimum di depan kendaraan yang direncanakan harus dapat dilihat pengemudi agar proses menyiap (mendahului) kendaraan di depannya dapat dilakukan tanpa terjadi tabrakan dengan kendaraan dari arah yang berlawanan. Ilustrasi tentang jarak pandangan menyiap ditunjukkan pada gambar 2.2.

Tahap Pertama



Tahap Kedua



**Gambar 2.2.** Ilustrasi Jarak Pandangan Menyiap

keterangan:

$d_1$  : jarak yang ditempuh selama waktu reaksi oleh kendaraan yang hendak menyiap dan membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.

$d_2$  : Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap selama berada pada lajur sebelah kanan.

$d_3$  : Jarak bebas yang harus disediakan antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan menyiap dilakukan.

$d_4$  : Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama  $2/3$  dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan yang menyiap berada pada lajur sebelah kanan atau sama dengan  $2/3 d_2$ .

Besarnya jarak menyiap standar adalah sebagai berikut:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (2.8)$$

dimana:

$$d_1 = 0.278t_1 \left( V - m + \frac{at_1}{2} \right) \quad (2.9)$$

$$d_2 = 0.278Vt_2 \quad (2.10)$$

$$d_3 = 30 \text{ s.d } 100\text{m} \quad (2.11)$$

$$d_4 = 2/3 * d_2 \quad (2.12)$$

dimana:

$t_1$  = waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan  $t_1=2.12+0.026V$  (Lihat gambar 2.7.)

$t_2$  = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi  $t_2=6.56+0.048V$ . (Lihat gambar 2.3.)

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

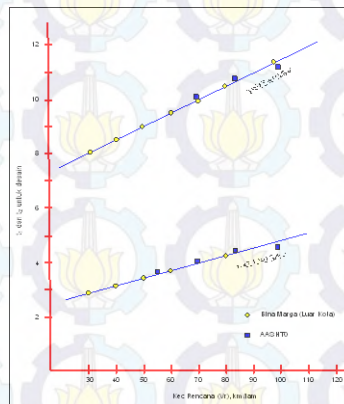
$V$  = kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap, dalam perhitungan dapat dianggap sama dengan kecepatan rencana, km/jam

$a$  = percepatan rata-rata yang besarnya tergantung pada kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi  $a=2.052+0.0036V$ . (Lihat Gambar 2.4.)

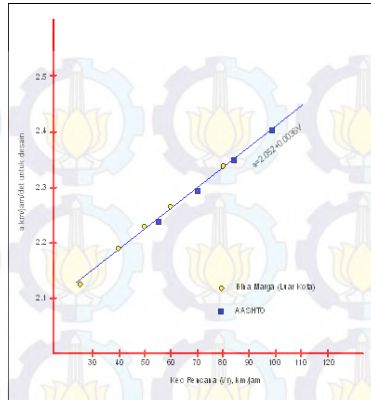
Dalam perencanaan seringkali kondisi jarak pandangan menyiap standar dibatasi oleh kekurangan biaya, sehingga jarak pandangan menyiap yang digunakan dapat memakai jarak pandangan menyiap minimum ( $d_{\min}$ )

$$d_{\min} = 2/3d_2 + d_3 + d_4 \quad (2.13)$$

Besarnya jarak pandangan menyiap berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada tabel 2.2. Jarak Pandangan Menyiap hanya perlu dilihat pada jalan 2/2 UD.



**Gambar 2.3.** Korelasi Nilai  $t_1$  dan  $t_2$  terhadap Kecepatan Rencana,  $V_r$



Gambar 2.4. Korelasi Nilai nialai a terhadap Kecepatan Rencana, Vr

Tabel 2.2. Jarak Pandangan Menyiap Minimum

Kecepatan Rencana, Vr (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
30	146	150	109	100
40	207	200	151	150
50	274	275	196	200
60	353	350	250	250
70	437	450	307	300
80	527	550	368	400
100	720	750	496	500
120	937	950	638	650

Sumber: Sukirman 1994.

### 2.4.2. Gaya Yang Bekerja Pada Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal adalah proyeksi dari sumbu jalan pada bidang yang horisontal (plan/denah). Pada alinemen horisontal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung. Untuk garis lengkung terdiri dari busur peralihan dan busur lingkaran atau busur peralihan saja.

#### 1. Gaya Sentrifugal

Pada alinemen horisontal terdapat dua jenis gaya yang bekerja, yaitu gaya sentripetal dan sentrifugal. Berdasarkan arah gaya, arah gaya sentripetal menuju ke arah pusat lingkaran sedangkan gaya sentrifugal ke arah luar (menjauhi titik pusat lingkaran) atau terlempar ke luar. Pada alinemen horisontal, gaya yang diperhitungkan adalah gaya sentrifugal.

Gaya sentrifugal  $F$  akan terjadi jika benda (kendaraan) dengan kecepatan  $V$  melintasi suatu lengkung seperti lingkaran (tikungan). Gaya ini akan mendorong kendaraan keluar lintasan dengan arah tegak lurus terhadap kecepatan  $V$ . Besarnya gaya sentrifugal dapat dihitung dengan menggunakan pers. 3.1, sedangkan ilustrasi gaya sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.5.

$$\text{Gaya sentrifugal (F)} = m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a = \frac{G}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \quad (2.14)$$

dimana :

$m$  = massa benda (kendaraan)

$G$  = berat kendaraan, kg

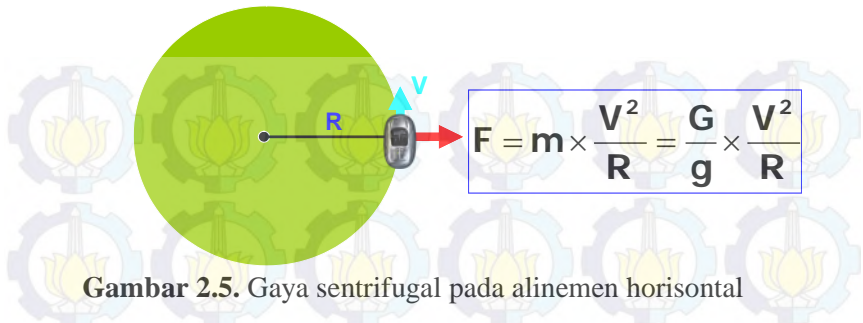
$g$  = gaya grafitasi,  $m/dt^2$

$a$  = percepatan sentrifugal,  $m/dt^2$

=  $V^2/R$

$V$  = kecepatan kendaraan, km/jam

$R$  = jari-jari lengkung lintasan, m



**Gambar 2.5.** Gaya sentrifugal pada alinemen horisontal

Agar kendaraan yang melintasi sebuah lengkungan (tikungan) tidak terlempar keluar lintasan, perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangnya sehingga kendaraan tidak terlempar keluar lintasan. Gaya-gaya tersebut antara lain :

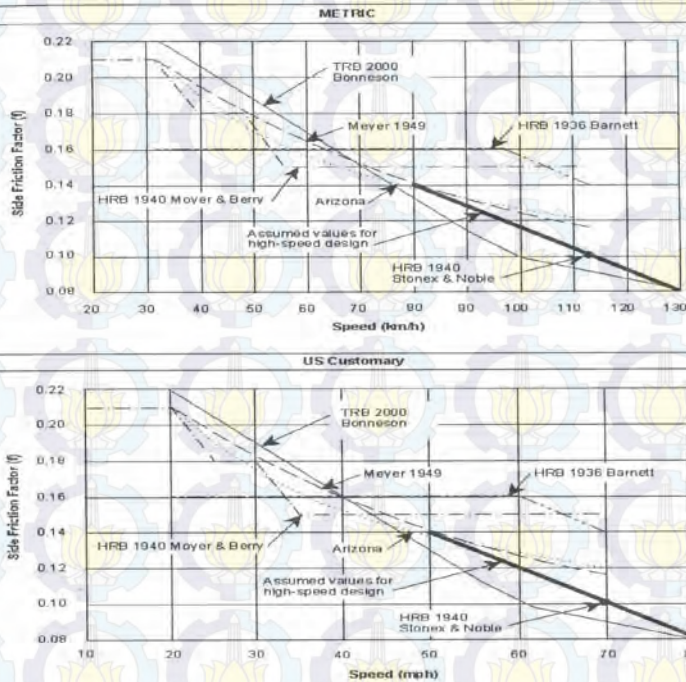
1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

## 2. Gaya Gesek Melintang Antara Roda Kendaraan dengan Permukaan Perkerasan Jalan

Gaya gesek melintang,  $F_s$  adalah gaya gesek arah melintang permukaan jalan yang ditimbulkan oleh roda (ban) kendaraan dengan permukaan jalan. Dalam perencanaan alinemen horisontal faktor gaya gesek yang digunakan dalam perencanaan adalah koefisien gesekan melintang. Koefisien ini diilustrasikan sebagai perbandingan antara gaya gesek melintang dengan gaya normal yang berkerja.

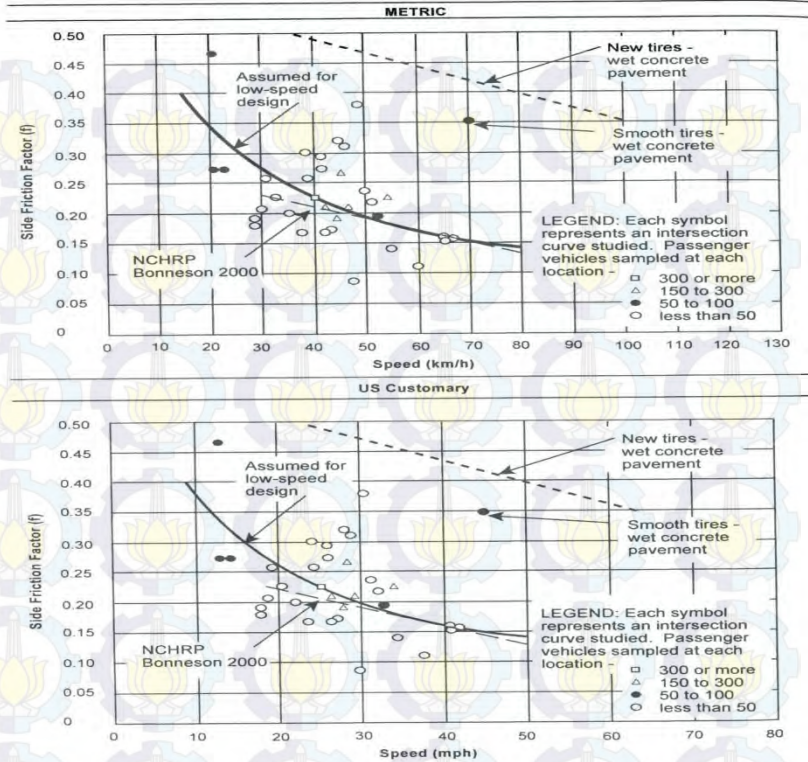
Secara umum, besarnya koefisien gesekan melintang jalan,  $f$  dipengaruhi oleh beberapa faktor anatara lain : jenis dan kondisi ban, tekanan ban, tekstur permukaan ban, konstruksi permukaan perkerasan (kekasaran), kecepatan kendaraan dan

yang tidak kalah penting adalah cuaca. Hubungan antara nilai koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan disajikan pada **Gambar 2.6** sampai dengan **Gambar 2.9**.

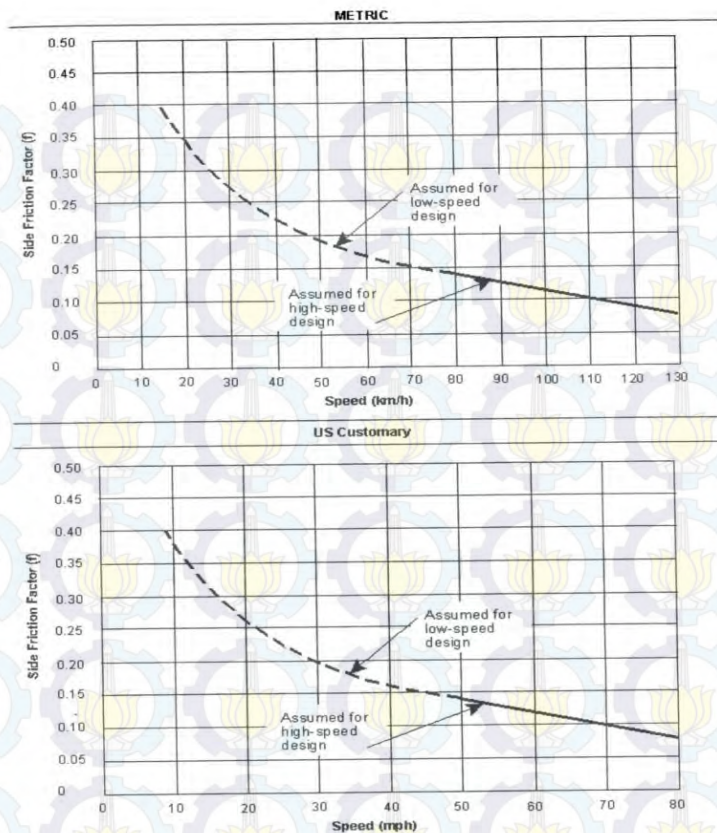


**Gambar 2.6.** Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan tinggi (AASHTO 2004)

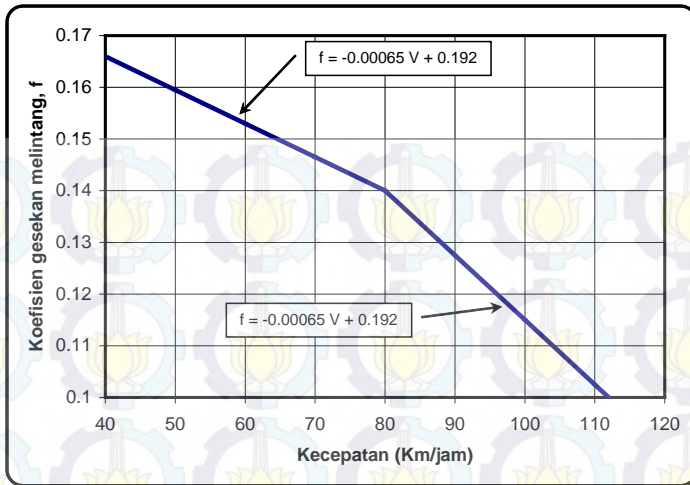




**Gambar 2.7.** Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan rendah (AASHTO 2004)



**Gambar 2.8.** Koefisien gesekan melintang maksimum desain (AASHTO 2004)



**Gambar 2.9.** Koefisien gesekan melintang maksimum desain (Traffic Engineering Handbook, 1992)

### 2.4.3. Superelevasi

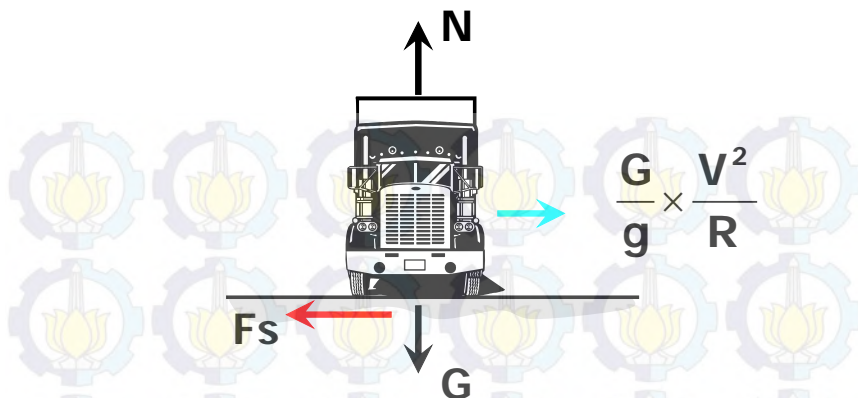
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada kendaraan yang melintasi alinemen horisontal perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangi gaya sentrifugal supaya kendaraan tidak terlempar keluar lintasan.

Pada alinemen horisontal, terdapat faktor penting sebagai penyeimbang gaya antara lain:

1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan permukaan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

Berbicara tentang keseimbangan gaya, terdapat 3 kondisi gaya-gaya yang berkerja pada alinemen horisontal antara lain :

1. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek,  $F_s$  roda kendaraan dengan permukaan jalan arah melintang.



$$F_s = f \cdot N ; N = G$$

$$= f \cdot G$$

$$F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R}$$

$$f \times G = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \quad f = \frac{V^2}{g * R}$$

Jika  $g = 9.81 \text{ m/dt}^2$  dan  $V = \text{km/jam}$ , maka :

$$f = \frac{V^2}{127 R}$$

(2.15)

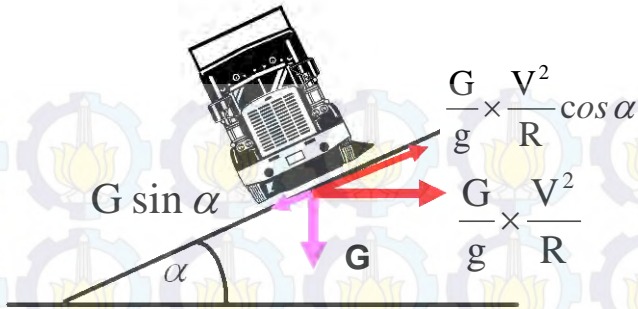
dimana :

$f$  = koefisien gesek ban dan permukaan jalan

$V$  = kecepatan rencana (m/jam)

$R$  = jari-jari lengkung (m)

2. Gaya sentrifugal diimbangi hanya dengan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

$$\frac{G \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V^2}{g * R}$$

jika  $\operatorname{tg} \alpha = e$ , maka :

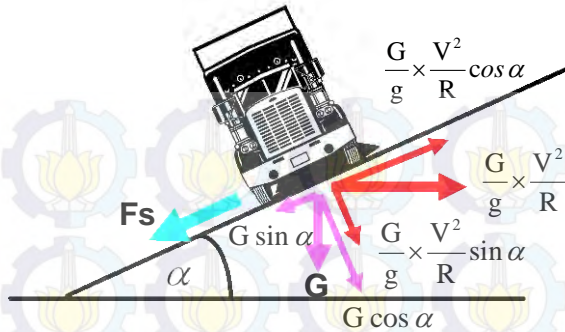
$$e = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow \quad e = \frac{V^2}{127 R}$$

(2.16)

dimana :

e = kemiringan melintang jalan (super-elevasi jalan), %

3. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek dan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha + F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha \quad ; F_s = f \cdot N = f G$$

$$G \sin \alpha + f \left( G \cos \alpha + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \sin \alpha \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

→ dibagi  $\cos \alpha$

$$G \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + f \left( G \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$G \operatorname{tg} \alpha + f \left( G + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \text{dibagi } G$$

$$\operatorname{tg} \alpha + f \left( 1 + \frac{V^2}{g * R} \operatorname{tg} \alpha \right) = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = e$$

$$e + f \left( 1 + \frac{V^2}{g * R} e \right) = \frac{V^2}{g * R}$$

$$e + f + \frac{V^2}{g * R} e f = \frac{V^2}{g * R}$$

→  $e \cdot f \approx$  kecil sekali ( $= 0$ ), maka

:

$$e + f = \frac{V^2}{g * R}$$

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

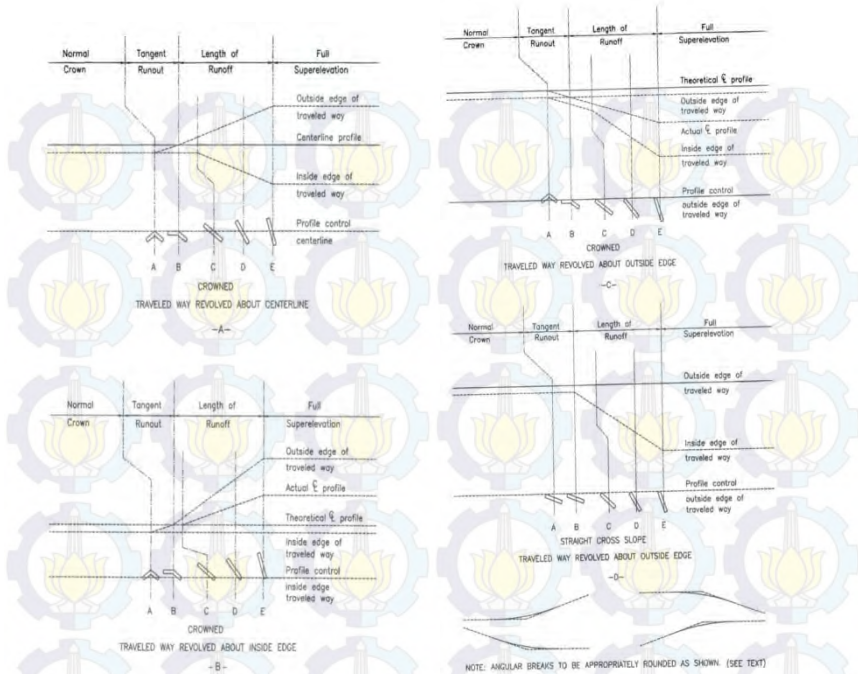
(2.17)

Berdasarkan ke 3 kondisi tersebut, kondisi ke 3 dengan persamaan 4.3 adalah kondisi yang ideal untuk merencanakan alinemen horisontal.

Besarnya nilai super-elevasi jalan di Indonesia baik untuk luar kota maupun dalam kota bervariasi yaitu 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% (Tata cara perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997, 1992). Namun demikian, nilai  $e$  maksimum menurut Bina Marga untuk jalan dalam kota adalah 8% dan untuk jalan luar kota adalah 10%. Sedangkan menurut A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, 2004 nilai  $e$  maksimum untuk semua jenis jalan adalah 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%. Besarnya nilai super-elevasi,  $e$  dapat dilihat pada **tabel 2.3**, sedangkan ilustrasi tentang diagram superelevasi dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.







**Gambar 2.10.** Ilustrasi diagram superelevasi dan potongan melintang jalan

**2.4.4. Alinemen Horizontal**

Alinemen horizontal adalah lengkung yang menghubungkan kedua garis tangent, untuk perencanaan lengkung tersebut dibutuhkan beberapa parameter berikut, diantaranya :

**1. Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan**

Lengkung peralihan atau sering disebut lengkung spiral juga merupakan lengkung spiral clothoid. Radius pada spiral clothoid diawali dari radius yang terhingga sampai dengan radius yang merupakan radius lingkaran.

Sesuai dengan nama peralihan, fungsi dari lengkung spiral adalah untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus dengan R tak terhingga sampai pada bentuk lengkung dengan R tetap atau untuk menuntun kendaraan dari posisi kemiringan normal (jalan lurus) ke kemiringan alinemen horisontal (tikungan) sebagaimana fenomena keseimbangan gaya yang diakibatkan adanya gaya sentrifugal. Perhitungan lengkung peralihan,  $L_s$  adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{Vd * t}{3.6} \quad (2.18)$$

dimana :

$Vd$  = kecepatan rencana, km/jam

$t$  = waktu tempuh di lengkung peralihan, detik (= 3 detik)

2. Berdasarkan landai relatif.

$$L_s \geq (e + e_n) * B * m_{maks} \quad (2.19)$$

dimana :

$L_s$  = panjang lengkung peralihan, m

$e$  = superelevasi, %

$e_n$  = kemiringan melintang normal, %

$B$  = lebar jalur per arah, m

$m_{maks}$  = landai relatif maksimum

**Tabel 2.4.** Kelandaian relatif maksimum

AASHTO 1990		Bina Marga (Luar Kota)	
Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, $m_{maks}$	Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, $m_{maks}$
32	33	20	50
48	150	30	75
64	175	40	100
80	200	50	115
88	123	60	125
96	222	80	150
104	244	100	
112	250		

3. Berdasarkan rumus Modifikasi Shortt.

$$L_s = 0.022 \frac{V^3}{R C} - 2.727 \frac{V e}{C} \quad (2.20)$$

dimana :

$L_s$  = panjang lengkung peralihan, m

$V$  = kecepatan rencana, km/jam

$R$  = jari-jari tikungan, m

$C$  = perubahan percepatan,  $m/dt^3$  (0.3 – 0.9  $m/dt^3$ )

$e$  = superelevasi, %

4. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian.

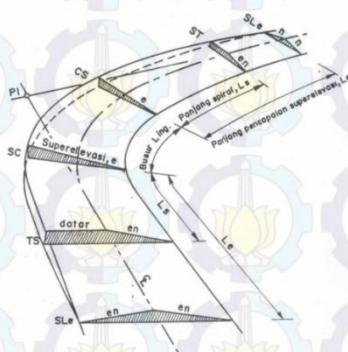
$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) V d}{3.6 * r_e} \quad (2.21)$$

dimana :

$L_s$  = panjang lengkung peralihan, m

$E_{maks}$  = superelevasi maksimum, %  
 $e_n$  = kemiringan melintang normal, %  
 $V_d$  = kecepatan rencana, km/jam  
 $Re$  = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan,  
           = 0.035 m/m/detik untuk  $V_d \leq 70$  km/jam  
           = 0.025 m/m/detik untuk  $V_d \geq 80$  km/jam

Dari ke empat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan,  $L_s$  yang digunakan untuk perencanaan adalah  $L_s$  dengan nilai yang terbesar. Untuk ilustrasi  $L_s$  terlihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2.11.** Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan

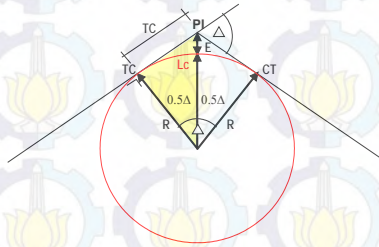
## 2. Perhitungan Alinemen Horisontal

Ada 3 bentuk alinemen horisontal, antara lain :

1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)
2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)
3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

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

Lengkung full circle pada umumnya hanya dapat digunakan jika jari-jari tikungan  $R$  yang direncanakan besar dan nilai superelevasi  $e$  lebih kecil dari 3%. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12.** Bentuk lengkung full circle

Parameter lengkung full circle :

$$Tc = R * tg \left( \frac{1}{2} \Delta \right) \quad (2.22)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left( \frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (2.23)$$

$$Lc = \left( \frac{\Delta \pi}{180} \right) * R \quad (2.24)$$

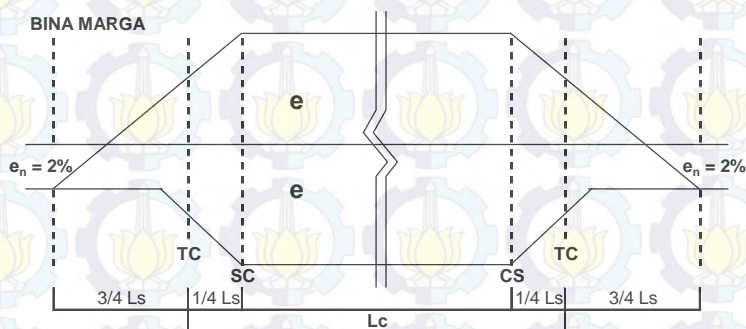
dimana :

- $Tc$  = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection), m
- $E$  = titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung
- $R$  = jari-jari alinemen horisontal, m
- $\Delta$  = sudut alinemen horisontal, °

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

$L_c$  = panjang busur lingkaran, m

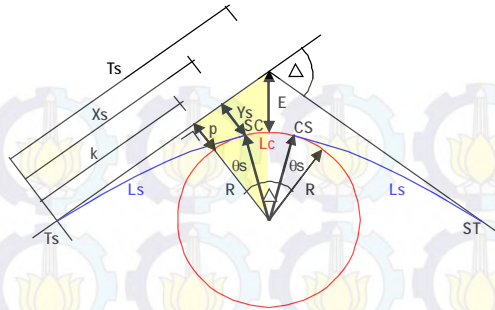
Berdasarkan rumusan diatas, tidak dijumpai adanya panjang lengkung peralihan. Padahal lengkung tersebut sangat penting pada alinemen horisontal. Karena bentuk lengkungnya adalah full circle, maka pencapaian superelevasi dilakukan pada bagian lurus dan lengkung. Sehingga lengkung peralihan pada lengkung full circle sering disebut panjang lengkung peralihan fiktif. Bina Marga menetapkan  $3/4 L_s$  berada pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung. Bentuk diagram superelevasi Full Circle dengan as jalan sebagai sumbu putar dapat dilihat pada gambar 2.13.



**Gambar 2.13.** Diagram superelevasi lengkung full circle

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

Lengkung *spiral – circle – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi  $\geq 3\%$  dan panjang  $L_c > 25$  meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.14.



**Gambar 2.14.** Bentuk lengkung spiral – circle – spiral

Parameter lengkung spiral – circle – spiral :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R}$$

(2.25)

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

(2.26)

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

(2.27)

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s$$

(2.28)

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

(2.29)

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

(2.30)

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

(2.31)

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 * R}$$

(2.32)

dimana :

$\theta_s$  = sudut spiral pada titik SC

$L_s$  = panjang lengkung spiral

$R$  = jari-jari alinemen horisontal, m

$\Delta$  = sudut alinemen horisontal, °

$L_c$  = panjang busur lingkaran, m

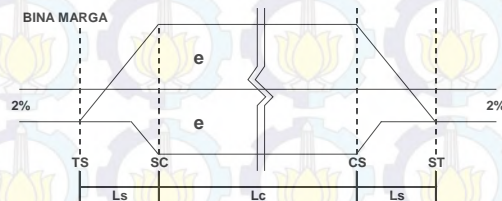
$T_s$  = jarak titik Ts dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

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

$X_s, Y_s$  = koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC), m

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.15.

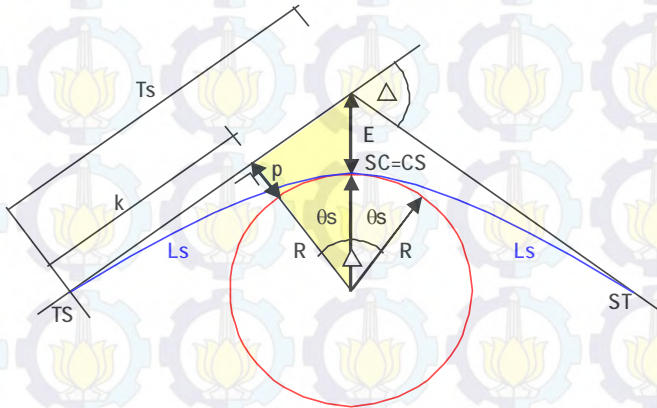


**Gambar 2.15.** Diagram superelevasi lengkung spiral – circle – spiral



### 3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

Lengkung *spiral – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi  $e \geq 3\%$  dan panjang  $L_c \leq 25$  meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.16.



**Gambar 2.16.** Bentuk lengkung spiral – spiral

Parameter lengkung spiral – spiral :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

(2.33)

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

(2.34)

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R * \sin \theta_s$$

(2.35)

$$Ts = (R + p) * tg(\theta_s) + k \quad (2.36)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \theta_s} - R \quad (2.37)$$

Besarnya  $L_s$  pada tipe lengkung ini adalah didasarkan pada landai relatif minimum yang disyaratkan (*Cara 2*). Bentuk matematisnya seperti pada persamaan 3.2, adalah :

$$L_{s_{\text{minimum}}} = (e + e_n) * B * m_{\text{maks}} \quad (2.38)$$

dimana :

$\theta_s$  = sudut spiral pada titik SC=CS

$L_s$  = panjang lengkung spiral

$R$  = jari-jari alinemen horisontal, m

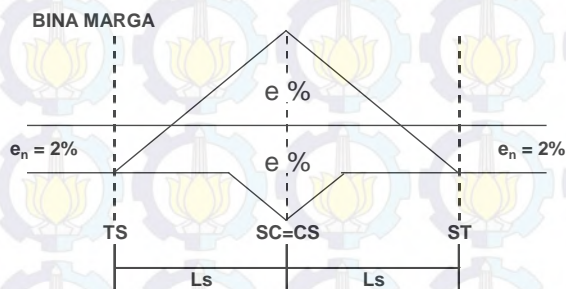
$\Delta$  = sudut alinemen horisontal, °

$Ts$  = jarak titik  $T_s$  dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

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

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.17.



**Gambar 2.17.** Diagram superelevasi lengkung spiral – spiral  
**2.4.5. Alinemen Vertikal**

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

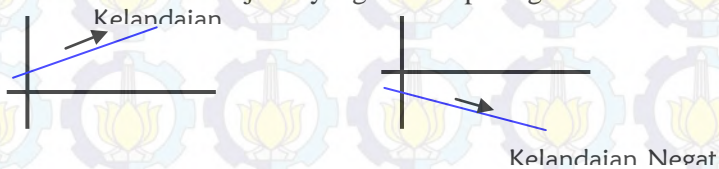
Perencanaan alinemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi, oleh karena itu perencanaannya juga terkait dengan besarnya biaya konstruksi yang akan terjadi. Sebagai contoh, jalan yang cenderung mengikuti muka tanah asli akan menghasilkan volume galian dan timbunan yang relatif kecil sehingga mengakibatkan biaya yang ditimbulkan menjadi relatif murah.

Elevasi muka jalan sebaiknya:

- Berada di atas elevasi permukaan tanah asli
- Berada di atas muka air banjir, pada daerah yang sering dilanda banjir.
- Dibuat dengan volume galian dan timbunan yang seimbang untuk minimalisasi biaya.
- Memperhatikan penurunan (settlement), pada tanah lunak.
- Memperhatikan perkembangan lingkungan

### 1. Kelandaian Jalan

Yang disebut kelandaian selalu dilihat dari kiri ke kanan bidang gambar. Agar lebih jelas, berikut ini adalah ilustrasi penentuan kelandaian jalan yang terlihat pada gambar 2.18.



**Gambar 2.18.** Ilustrasi Kelandaian Jalan

### **a. Landai Minimum**

Kelandaian jalan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinemen vertikal. Kelandaian yang bagus bagi kendaraan tentunya adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan dalam mengoperasikan kendaraan yaitu kelandaian 0% (datar). Namun, untuk keperluan drainase justru kelandaian yang tidak datar-lah yang lebih disukai. Beberapa panduan yang bisa diikuti dalam perencanaan kelandaian adalah sebagai berikut:

1. Untuk jalan-jalan di atas timbunan yang tidak memiliki kereb dan kemiringan melintang jalan sudah memadai untuk mengalirkan air, maka kelandaian “datar” sangat dianjurkan.
2. Untuk jalan-jalan di atas timbunan dan berada pada medan datar serta memiliki kereb, maka kelandaian 0.15% dianjurkan untuk dipakai guna mengalirkan air menuju saluran samping atau inlet.
3. Untuk jalan-jalan di atas galian dan memiliki kereb dianjurkan untuk menggunakan kelandaian minimum sebesar 0.3%-0.5%.

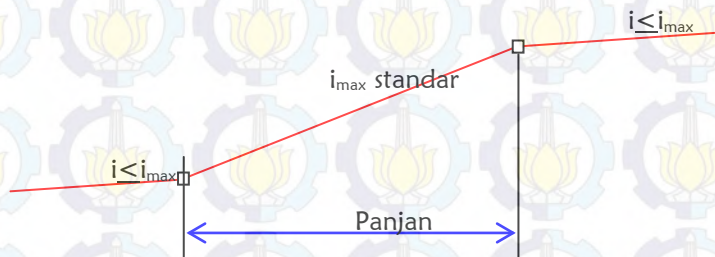
### **b. Landai Maksimum**

Selain memiliki batasan minimum, kelandaian juga memiliki batasan maksimum yang diijinkan. Hal ini terkait dengan masalah pengoperasian kendaraan, terutama kendaraan-kendaraan berat seperti truk. Pengaruh kelandaian terhadap pengoperasian kendaraan dapat berupa berkurangnya kecepatan kendaraan pada tingkat putaran mesin yang sama atau mulai digunakannya transmisi rendah (gigi rendah). Secara praktis, suatu nilai kelandaian masih diperkenankan bila kelandaian tersebut mengakibatkan kecepatan kendaraan lebih besar dari setengah nilai kecepatan rencana. Secara detil, batasan kelandaian



7	500	8	420	9	340	10	250	11	250	12	250
%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m
8	420	9	340	10	250	11	250	12	250	13	250
%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m

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



**Gambar 2.19.** Ilustrasi Panjang Kritis

#### d. Lajur Pendakian

Pada jalan-jalan dengan kelandaian yang dilewati volume kendaraan yang cukup tinggi termasuk jenis kendaraan truk, maka pada jarak tertentu diperlukan lajur pendakian. Lajur pendakian dibuat untuk menghindari terjebakny kendaraan yang lebih cepat di belakang kendaraan berat yang melaju lebih lambat.

#### 2.4.5. Lengkung Vertikal

Bentuk Kurva yang mungkin untuk digunakan adalah sebagai berikut:

1. Circle (lingkaran)
2. Parabola

Namun demikian, bentuk parabola-lah yang direkomendasikan oleh Bina Marga untuk dipakai di Indonesia. Jika dilihat dari bentuknya, lengkung vertikal dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Lengkung Vertikal Cembung
2. Lengkung Vertikal Cekung

Kemungkinan bentuk lengkung vertikal parabola:

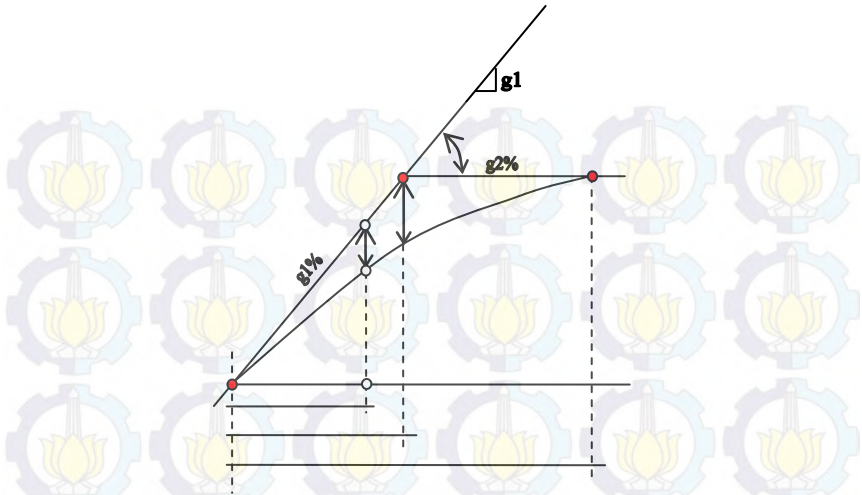
**Tabel 2.7.** lengkung vertikal Lanjutan Tabel 2.7

1	(-)	(+)	(-)	Cekung		S	(-)	(-)	(-)	Cembung	
2	(-)	(-)	(-)	Cekung		S	0%	(-)	(-)	Cembung	
3	(+)	(+)	(-)	Cekung		S	(+)	0%	(+)	Cembung	
4	0%	(+)	(-)	Cekung		S	(+)	(-)	(+)	Cembung	
5	(-)	0%	(-)	Cekung		S	(+)	(+)	(+)	Cembung	
6	(+)	(-)	(+)	Cembung		S	(-)	(-)	(-)	Cembung	
7	(+)	(+)	(+)	Cembung		S	(-)	(+)	(+)	Cembung	

Persamaan umum lengkung parabola adalah sebagai berikut:

$$Y = aX^2 + bX + c$$

Bentuk kurva parabola lengkung vertikal dapat dilihat pada gambar 2.20.



**Gambar 2.20.** Lengkung Vertikal

Titik PLV Peralihan Lengkung Vertikal

Titik PPV Pusat Perpotongan Vertikal

Titik PTV Peralihan Tangen Vertikal

Formula Lengkung Vertikal diturunkan dengan asumsi sebagai berikut:

- Panjang lengkung vertikal bukan merupakan panjang busur, tapi panjang proyeksi busur terhadap bidang datar.
- Perubahan garis singgung adalah konstan sebesar

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$A = [g_1 - g_2] \quad (2.39)$$

A=perbedaan aljabar kelandaian



Ev=jarak vertikal titik PPV ke bagian lengkung di bawah/di atasnya.

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$\frac{dY}{dx} = rx + C \Rightarrow x = 0 \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_1 \rightarrow C = g_1$$

$$x = L \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_2 \rightarrow rL + g_1 = g_2 \rightarrow r = \frac{(g_2 - g_1)}{L}$$

$$\frac{dY}{dx} = \frac{(g_2 - g_1)}{L} X + g_1$$

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X + C'$$

Karena pada salah satu titik  $X=0$  menghasilkan  $Y=0$ , maka  $C'=0$ , sehingga rumus di atas akan menjadi:

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X \quad (2.40)$$

Dari gambar 2.25 di atas diperoleh:

$$(y+Y):(g_1 \cdot 0.5L) = x:0.5L$$

$$y+Y = g_1 x$$

$$g_1 x = Y + y$$

sehingga;

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + Y + y$$

$$y = \frac{|g_1 - g_2|}{2L} X^2 \Rightarrow y = \frac{A}{200L} X^2, \text{ jika } A \text{ dinyatakan dalam persen}$$

untuk  $x=0.5L$  dan  $y=Ev$ , maka:

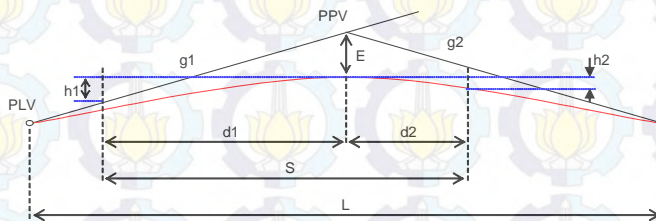
$$y = \frac{A}{200L} (0.5L)^2 \Rightarrow Ev = \frac{AL}{800} \quad (2.41)$$

### 1. Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu:

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

#### a. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$



**Gambar 2.21.** Lengkung Vertikal Cembung  $S < L$

$$y = \frac{A}{200L} X^2 \Leftrightarrow y = k.X^2, \text{ dimana } k = \frac{A}{200L}$$

$$y = k.X^2, (k = \text{konstanta})$$

$$y = Ev \rightarrow Ev = k(L/2)^2$$

$$y = h_1 \rightarrow h_1 = kd_1^2$$

$$y = h_2 \rightarrow h_2 = kd_2^2$$

Berapakah L?

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{kd_1^2}{k \frac{1}{4} L^2} \quad \frac{h_2}{Ev} = \frac{kd_2^2}{k \frac{1}{4} L^2}$$

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{4d_1^2}{L^2} \quad \frac{h_2}{Ev} = \frac{4d_2^2}{L^2}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}} \quad d_2 = \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$S = d_1 + d_2$$

$$S = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}} + \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$Ev = \frac{AL}{800}$$

$$S = \sqrt{\frac{200h_1 L}{A}} + \sqrt{\frac{200h_2 L}{A}}$$

$$S = \sqrt{\frac{100L}{A}} (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})$$

$$S^2 = \frac{100L}{A} (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2$$

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Menurut Bina Marga, untuk desain berdasarkan Jarak Pandangan Henti, besarnya nilai  $h_1$  diambil dari tinggi mata pengemudi yang terendah (terkritis) yaitu sebesar 120cm dan besarnya nilai  $h_2$  diambil dari tinggi obyek penghalang yaitu sebesar 10cm. Sedangkan jika desain berdasarkan Jarak Pandangan Menyiap, besarnya  $h_2$  diambil sebesar 120cm. Nilai ini sebenarnya bisa lebih besar lagi karena sebenarnya pengemudi masih bisa melihat tinggi atap kendaraan yang akan didahului. Namun untuk keamanan ditetapkan  $h_2$  sebesar 120cm.

Jika JPH yang dipakai;  
 $h_1=120\text{cm}$ ,  $h_2=10\text{cm}$ , maka

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2 * 120} + \sqrt{2 * 10})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{399} = C^{-1}AS^2$$

Jika JPM yang dipakai;  
 $h_1=120\text{cm}$ ,  $h_2=120\text{cm}$ , maka

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2 * 120} + \sqrt{2 * 120})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{960} = C^{-1}AS^2$$

(2.42)

Nilai C adalah konstanta yang nilainya tergantung pada asumsi nilai  $h_1$  dan  $h_2$  serta Jarak Pandang yang dipakai. Beberapa nilai C menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 berdasarkan JPM dan JPH ditunjukkan pada tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH

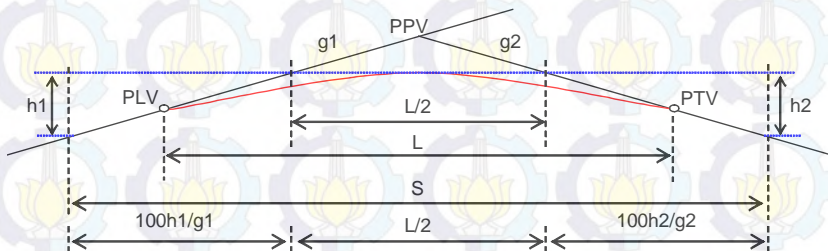
	AASHTO '90		Bina Marga '90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata pengemudi ( $h_1$ ) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek ( $h_2$ ) (m)	0.15	1.30	0.10	1.20
Konstanta C	404	946	399	960

Keterangan:

JPH: Jarak Pandangan Henti

JPM: Jarak Pandangan Menyiap

### b. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$



**Gambar 2.22.** Lengkung Vertikal Cembung  $S > L$

$$S = \frac{1}{2}L + \frac{100h_1}{g_1} + \frac{100h_2}{g_2}$$

$$L = 2S - \frac{200h_1}{g_1} - \frac{200h_2}{g_2}$$

Panjang Lengkung minimum jika  $dL/dg=0$ , sehingga:

$$\frac{h_1}{g_1^2} - \frac{h_2}{g_2^2} = 0 \Leftrightarrow \frac{h_1}{g_1^2} = \frac{h_2}{g_2^2}$$

$$g_2 = g_1 \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

Karena A merupakan jumlah aljabar  $g_1+g_2$ , maka:

$$A = g_1 + g_2$$

$$A = \left( \sqrt{\frac{h_2}{h_1} + 1} \right) g_1$$

$$g_1 = \frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

$$g_2 = \frac{A\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

Sehingga:

$$L = 2S - \frac{200h_1(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})}{A\sqrt{h_1}} - \frac{200h_2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})}{A\sqrt{h_2}}$$

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Jika menggunakan JPH, asumsi-asumsi yang dipakai adalah sebagai berikut:

$h_1=120\text{cm}$ ,  $h_2=10\text{cm}$ , maka;

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{120} + \sqrt{10})^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A}$$

$$L = 2S - \frac{C'}{A}$$

Jika menggunakan JPM, asumsi-asumsi yang dipakai adalah sebagai berikut:

$h_1=120\text{cm}$ ,  $h_2=12\text{cm}$ , maka;

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{120} + \sqrt{120})^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{960}{A}$$

$$L = 2S - \frac{C'}{A}$$

(2.43)

Beberapa nilai  $C'$  menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 berdasarkan JPM dan JPH ditunjukkan pada tabel 2.9.

**Tabel 2.9.** Nilai  $C'$  Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH

	AASHTO '90		Bina Marga '90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata pengemudi ( $h_1$ ) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek ( $h_2$ ) (m)	0.15	1.30	0.10	1.20
Konstanta $C'$	404	946	399	960

Keterangan:

**JPH: Jarak Pandangan Henti**

**JPM: Jarak Pandangan Menyiap**

Dimensi panjang lengkung vertikal akan mempengaruhi proses pengaliran air (drainase) di tepi jalan tersebut. Untuk itu, selain adanya perhitungan dimensi panjang di atas, juga perlu diberikan batasan-batasan yang cukup untuk mengakomodasi keperluan drainasi jalan. Sebagai syarat drainase panjang lengkung vertikal diharapkan tidak melebihi nilai  $50A$ . ( $L \leq 50A$ ).

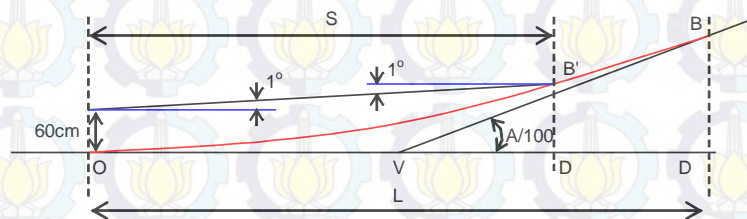
Selain syarat drainase, syarat lain yang harus diperhatikan dalam mendisain panjang lengkung vertikal adalah syarat kenyamanan yang besarnya tergantung pada kecepatan rencana. Lengkung vertikal cembung harus memenuhi syarat kenyamanan sebesar minimal dapat ditempuh dalam 3 detik perjalanan dengan menggunakan kecepatan rencana.

## 2. Lengkung Vertikal Cekung

Secara umum, lengkung vertikal cekung dibagi menjadi dua macam, yaitu;

- Berdasarkan penyinaran lampu kendaraan
- Jarak pandangan bebas di bawah jembatan

### a. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ( $S < L$ )



**Gambar 2.23.** Lengkung Vertikal Cekung  $S < L$



$$DB = \frac{A}{100} \frac{L}{2}$$

$$D'B' = \left( \frac{S}{L} \right)^2 DB$$

$$D'B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

$$D'B' = 0.60 + S \operatorname{tg} 1^\circ$$

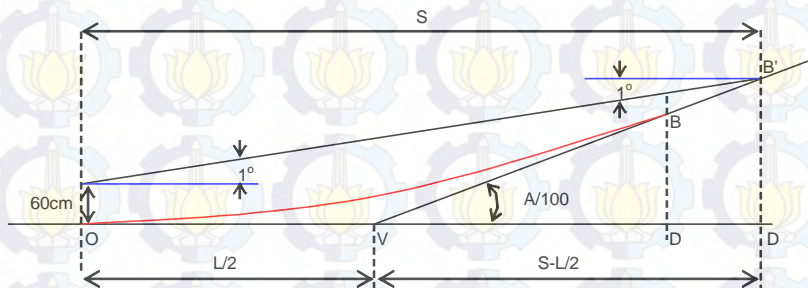
$$\operatorname{tg} 1^\circ = 0.0175$$

$$\frac{S^2 A}{200L} = 0.60 + S \operatorname{tg} 1^\circ$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S}$$

(2.44)

**b. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu (S>L)**



**Gambar 2.24.** Lengkung Vertikal Cekung  $S > L$

$$D'B' = \frac{A}{100} \left( S - \frac{L}{2} \right)$$

$$D'B' = 0.6 + S \operatorname{tg} 1^\circ$$

$$D'B' = 0.6 + 0.0175S$$

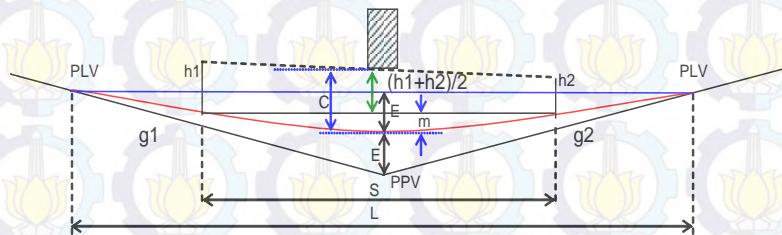
$$\frac{A}{100} \left( S - \frac{L}{2} \right) = 0.60 + 0.0175S$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.5S}{A}$$

(2.45)

### c. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ( $S < L$ )

Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.



**Gambar 2.25.** Lengkung Vertikal Cekung  $S < L$

$$\left( \frac{S}{L} \right)^2 = \frac{m}{E} \Leftrightarrow E = \frac{AL}{800}$$

$$\left( \frac{S}{L} \right)^2 = \frac{800m}{AL}$$

$$L = \frac{S^2 L}{800m} \Rightarrow m = \frac{S^2 A}{800L}$$

Jika C adalah jarak antara permukaan perkerasan dengan bagian terendah jembatan (clearance jembatan), maka:

$$m = C - \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right)$$

$$\frac{S^2 A}{800L} = C - \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right)$$

$$L = \frac{S^2 A}{800C - 400(h_1 + h_2)}$$

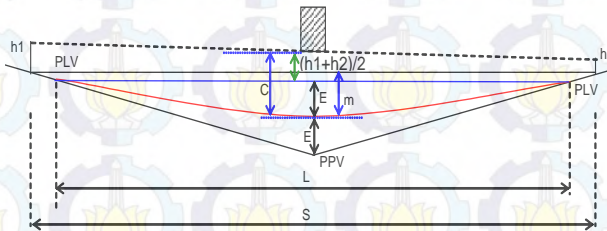
Dengan memberikan angka  $h_1=1.8\text{m}$ ,  $h_2=0.5\text{m}$  dan  $C=5.5\text{m}$ , maka persamaan di atas menjadi:

$$L = \frac{AS^2}{3480}$$

(2.46)

#### d. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ( $S>L$ )

Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.



**Gambar 2.26.** Lengkung Vertikal Cekung  $S>L$

$$\frac{S}{L} = \frac{E + m}{2E} \Rightarrow \frac{S}{L} = \frac{1}{2} + \frac{m}{2E}$$

$$E = \frac{AL}{800}$$

$$m = C - \frac{(h_1 + h_2)}{2}$$

$$L = 2S - \frac{800C - 400(h_1 + h_2)}{A}$$

Dengan memberikan angka  $h_1=1.8\text{m}$ ,  $h_2=0.5\text{m}$  dan  $C=5.5\text{m}$ , maka persamaan tersebut menjadi:

$$L = 2S - \frac{3480}{A} \quad (2.47)$$

Selain berdasarkan pada pertimbangan jarak pandang dan jarak penyinaran lampu, persyaratan panjang lengkung vertikal cekung juga harus memenuhi beberapa persyaratan lain, yaitu:

### 1. Bentuk visual

Untuk mengurangi ketidaknyamanan pengemudi akibat adanya gaya sentrifugal dan gravitasi, maka panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut:

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (2.48)$$

dimana:

V= kecepatan rencana, km/jam

A= perbedaan aljabar landai

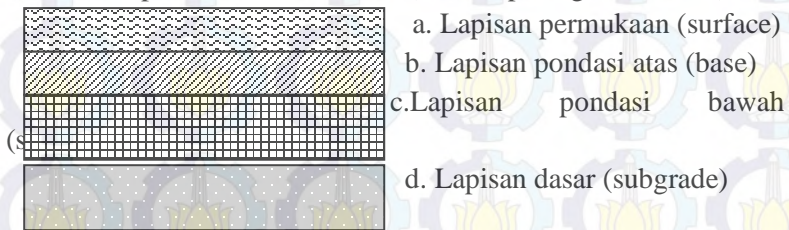
L= panjang lengkung vertikal cekung

## 2. Kenyamanan mengemudi

Untuk menghindari terlalu pendeknya panjang lengkung vertikal akibat perbedaan kelandaian yang terlalu kecil, maka panjang lengkung vertikal cekung disyaratkan minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana ( $\geq 3$  detik perjalanan)

### 2.5. Perkerasan lentur

Perkerasan lentur (flexible pavement) ialah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari (terlihat pada gambar 2.27):



**Gambar 2.27.** Susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur

Sumber : *Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*

#### 2.5.1. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan ialah bagian perkerasan yang terletak paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
2. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat air
3. Sebagai lapisan aus (wearing course), yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

### **2.5.2. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)**

Lapisan pondasi ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan (surface course) dengan lapisan bawah (sub base course) atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapisan pondasi bawah. Fungsi lapisan pondasi antara lain:

1. Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

Berbagai-bagai bahan alam/bahan setempat ( $CBR \geq 50\%$ ,  $PI \leq 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilitas tanah dengan semen atau kapur.

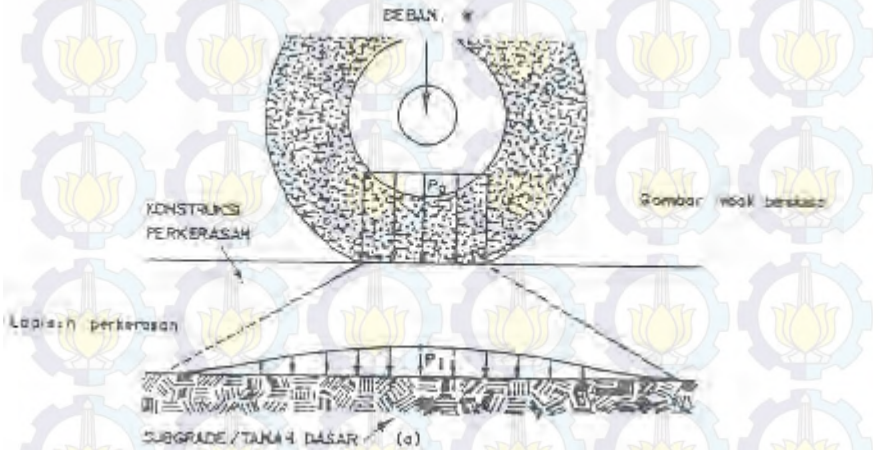
### **2.5.3. Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)**

Lapisan pondasi bawah ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi (base course) dan tanah dasar (subgrade). Fungsi lapisan pondasi bawah antara lain :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda (terlihat pada gambar 2.28)
2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.

4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Berbagai macam tipe tanah setempat ( $CBR \geq 50\%$ ,  $PI \leq 10\%$ ) yang relatif baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.



**Gambar 2.28.** Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

Sumber : *Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman*

Keterangan : Pada Gambar 2.28 terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata  $P_0$ . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi  $P_1$  yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

#### 2.5.4. Lapisan Tanah Dasar (Sub Grade Course)

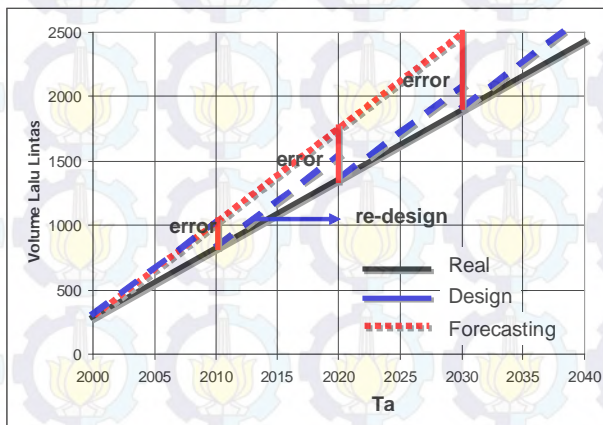
Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan

dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

### 2.5.5. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Penentuan umur rencana yang terlalu singkat ( $< 5$  tahun) akan menyebabkan desain perkerasan terlalu tipis dan akan cepat rusak oleh beban lalu lintas. Sedangkan bila umur rencana terlalu lama ( $> 10$  tahun) akan menyebabkan desain tebal perkerasan terlalu tebal sehingga konstruksi menjadi mahal, disamping itu juga menyebabkan tingkat ketelitian untuk perkiraan jumlah lalu lintas yang lewat sampai umur rencana juga menjadi kurang teliti (lihat Gambar 2.29. berikut).



**Gambar 2.29.** Penentuan Umur Rencana



### 2.5.6. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas harian rata-rata ini merupakan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenisnya. Secara umum jenis kendaraan yang berpengaruh terhadap tebal perkerasan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Truk atau kendaraan barang
2. Bus atau angkutan penumpang umum.
3. Mobil atau kendaraan pribadi.

Khusus untuk jenis kendaraan truk, masih dibagi menjadi beberapa type berdasarkan konfigurasi beban sumbunya (lihat juga tabel 2.14).

Data jumlah kendaraan tersebut dapat diketahui melalui survey traffic counting (survey perhitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan alat counter yang biasanya dilakukan selama 24 jam).

Berdasarkan hasil survey tersebut, jumlah kendaraan dipisah berdasarkan masing-masing jenis dan tipe kendaraan seperti tersebut di atas.

Data tersebut merupakan data kendaraan saat ini, untuk perencanaan diperlukan jumlah kendaraan sampai umur rencana. Untuk memperkirakan jumlah kendaraan tersebut dipakai perumusan pertumbuhan sebagai berikut:

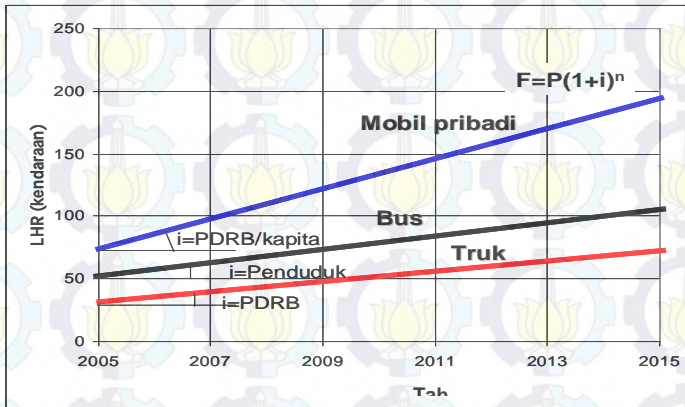
$$F = P(1+i)^n$$

Dimana:

- F : jumlah kendaraan pada saat umur rencana
- P : jumlah kendaraan saat ini
- i : faktor pertumbuhan
- n : umur rencana

Untuk memperkirakan faktor pertumbuhan jumlah kendaraan dapat digunakan pendekatan sebagai berikut:

- a. Pertumbuhan truk atau angkutan barang dapat didekati dengan angka pertumbuhan ekonomi daerah (Product Domestic Regional Bruto – PDRB)
- b. Pertumbuhan bus atau angkutan umum penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan penduduk
- c. Pertumbuhan mobil penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan perkapita income (PDRB per kapita). Secara skematis dapat digambarkan seperti pada gambar 2.30 berikut.



**Gambar 2.30.** Skematis Penentuan Angka Pertumbuhan Jumlah Kendaraan

Setelah diketahui jumlah kendaraan pada saat umur rencana tersebut kemudian dihitung besar lintas kendaraan yang disesuaikan dengan beban standar.

### 2.5.7. Kondisi Tanah Dasar

Disamping kondisi lalu lintas maka kondisi tanah dasar (sub grade) juga sangat mempengaruhi perhitungan tebal perkerasan.

Kondisi tanah dasar yang dimaksud adalah daya dukung dari tanah dasar. Ukuran untuk menghitung daya dukung tanah dasar konstruksi jalan adalah hasil dari test California Bearing Ratio (CBR). California Bearing Ratio ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung/ kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan dengan mencari besarnya gaya yang diperlukan untuk menekan piston kepermukaan tanah sedalam 0,1 inch (atau juga 0,2 inch). Harga CBR dapat dicari dengan dua cara yaitu langsung dari lapangan dan dari laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam (hal ini dilakukan karena pada kondisi terendam sebagai simulasi kondisi hujan, tanah tersebut mempunyai daya dukung yang paling rendah) dan diperiksa harga CBRnya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan pada saat musim hujan.

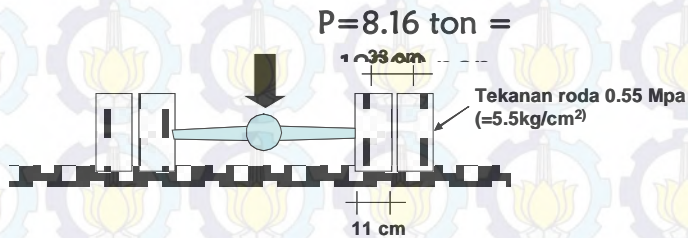
CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Sementara ini dianjurkan untuk memperkirakan daya dukung tanah dasar berdasarkan pengukuran nilai CBR. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- 1) Ditentukan harga CBR terendah.
- 2) Ditentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- 3) Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, sedangkan jumlah lainnya merupakan prosentase dari 100%.
- 4) Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi.
- 5) Harga CBR yang mewakili untuk pembuatan jalan ialah yang didapat dari angka prosentase 90% atau dari angka prosentase 75%.

### 2.5.8. Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka ekuivalen beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.




Beban standar tersebut dapat dilihat pada gambar 2.31. berikut.



**Gambar 2.31.** Beban Standar 8.16 t

Besar Ekuivalen Beban Sumbu Standar ini dapat dirumuskan seperti tabel 2.10.

**Tabel 2.10.** Rumus Untuk Ekuivalen Beban Sumbu

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






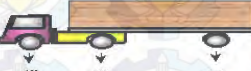
Berikut akan diberikan nilai ekivalen faktor kerusakan untuk beberapa besar beban sumbu dan jenis kendaraan yang tercatat dalam tabel 2.11 dan Tabel 2.12.

**Tabel 2.11.** Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5415	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,0000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.069	11,4184	0,9820
16.000	35.276	14,7815	1,2712

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

**Tabel 2.12. Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8,16 ton  
Beban As Tunggal**

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Maksimal Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAAL KOSONG	UE 18 KSAAL MAKSIMUM	
1.1 MF	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

Sumber : Dept.PU Bina Marga

### 2.5.9. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen

Ada 2 macam metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan jalan yaitu metode AASTHO dan metode Bina

Marga. metode Bina Marga dipilih karena metode ini telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga berdasarkan “Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen“. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, beberapa parameter yang berpengaruh dalam penentuan tebal perkerasan metode Bina Marga adalah lalu lintas harian rata-rata, angka ekivalen, lintas ekivalen permukaan, lintas ekivalen akhir, lintas ekivalen tengah, lintas ekivalen rencana, daya dukung tanah dasar, indeks permukaan, faktor regional, indeks tebal perkerasan dan tebal perkerasan.

### 1. Lintas Ekivalen Permukaan

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

$$\text{LEP} = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.49)$$

Dimana: J = Jenis kendaraan  
E = Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan  
C = Koefisien Distribusi Kendaraan (lihat tabel 2.13.)

**Tabel 2.13.** Koefisien Distribusi Kendaraan Pada Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	3 Arah	4 Arah

1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga.

## 2. Lintas Ekuivalen Akhir

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{\text{Umur rencana}} \times C_j \times E_j \quad (2.50)$$

## 3. Lintas Ekuivalen Tengah

Lintas Ekuivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Untuk menghitung LET digunakan rumus :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.51)$$

## 4. Lintas Ekuivalen Rencana

Lintas Ekuivalen Rencana (LER) ialah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. Perumusan menghitung LER ialah :

$$LER = LET \times FP \quad (2.52)$$



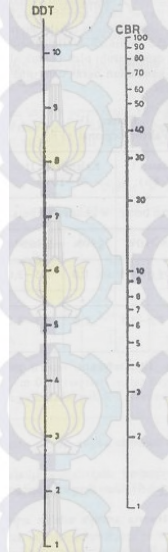
dimana :

Umur Rencana

$$FP(\text{Faktor Penyesuaian}) = \frac{10}{10}$$

### 5. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR pada gambar 2.32.



**Gambar 2.32.** Korelasi DDT dan CBR

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

Catatan : Hubungkan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri hingga diperoleh nilai DDT.

## 6. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP) ialah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan keratan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Indeks Permukaan diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut.

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

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

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

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

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

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER) seperti dicantumkan pada tabel 2.14.

**Tabel 2.14.** Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

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

> 1000	- 2,0 -	2,0 – 2,5	2,5	2,5
--------	---------------	-----------	-----	-----

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT (Jalan Padat Tahan Cuaca)/ Jalan Murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti yang dicantumkan pada tabel 2.15.

**Tabel 2.15.** Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Perkerasan	Lapis	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON		$\geq 4$	$\leq 1000$
		3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG		3,9 – 3,5	$\leq 2000$
		3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA		3,9 – 3,5	$\leq 2000$
		3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA		3,9 – 3,4	$< 2000$
BURTU		3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN		3,4 – 3,0	$\leq 3000$
		2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM		2,9 – 2,5	
BURAS		2,9 – 2,5	
LATASIR		2,9 – 2,5	
JALAN TANAH		$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL		$\leq 2,4$	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

### 7. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) ialah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai Faktor Regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada tabel 2.16.

**Tabel 2.16.** Faktor Regional (FR)

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

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Keterangan : Iklm I<900mm/th maksudnya curah hujan yang terjadi selama 1 tahun di bawah 900mm.

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

**8. Indeks Tebal Perkerasan**

Indeks Tebal Pakerasan (ITP) ialah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram pada gambar 2.33. sampai dengan gambar 2.41. Untuk harga LER>10.000 nilai ITP diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Log } W_{t18} = 9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}}{\text{Log} \frac{1}{FR} + 0,372 \left( \frac{DDT}{1,2} - 3 \right)} \quad (2.53)$$

$$W_{t18} = \text{LER} \times \text{Umur Rencana} \times 365 \dots\dots\dots (2.54)$$

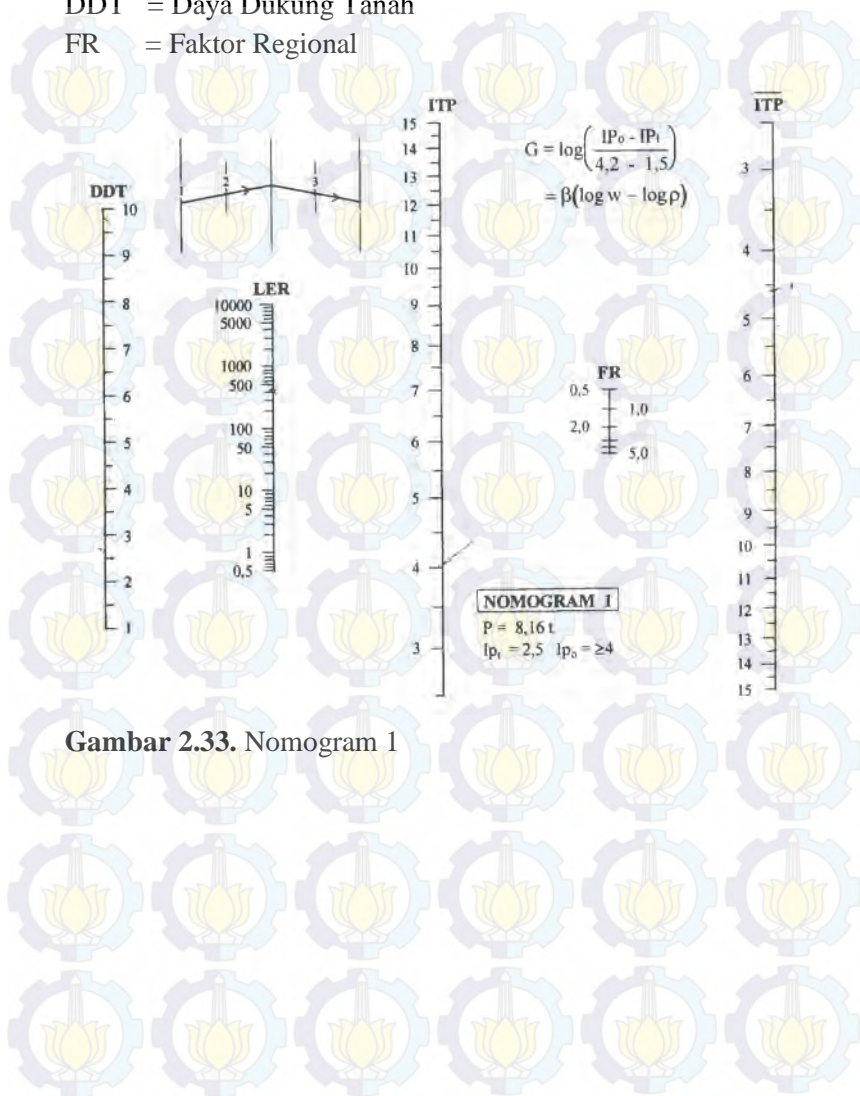
$$Gt = \text{Log} \left[ \frac{IPo - IPT}{IPo - 1,5} \right] \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana :

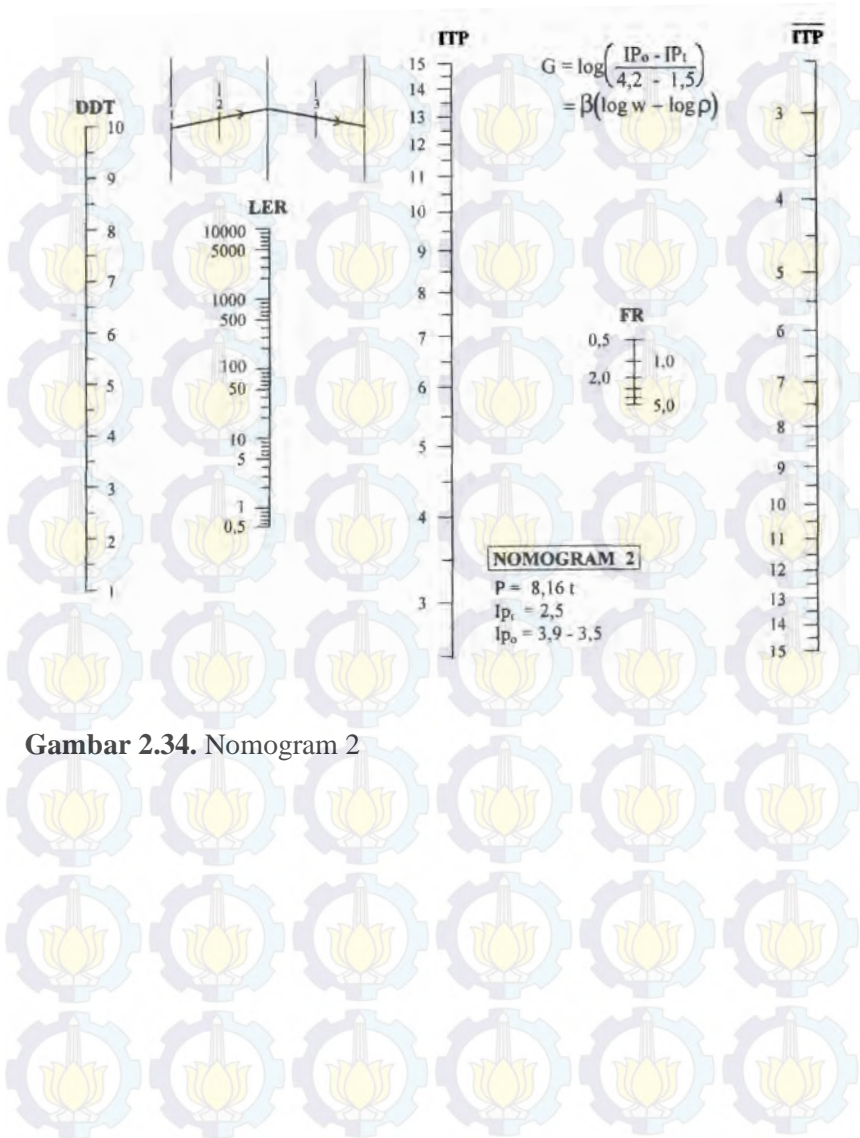
Wt 18 = Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar sumbu tunggal 18000 pon yang telah diperhitungkan terhadap faktor regional.

Gt = Fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari IP= Ipo sampai IP=Ipt dengan kehilangan tingkat pelayanan dari Ipo sampai Ipt=1,5.

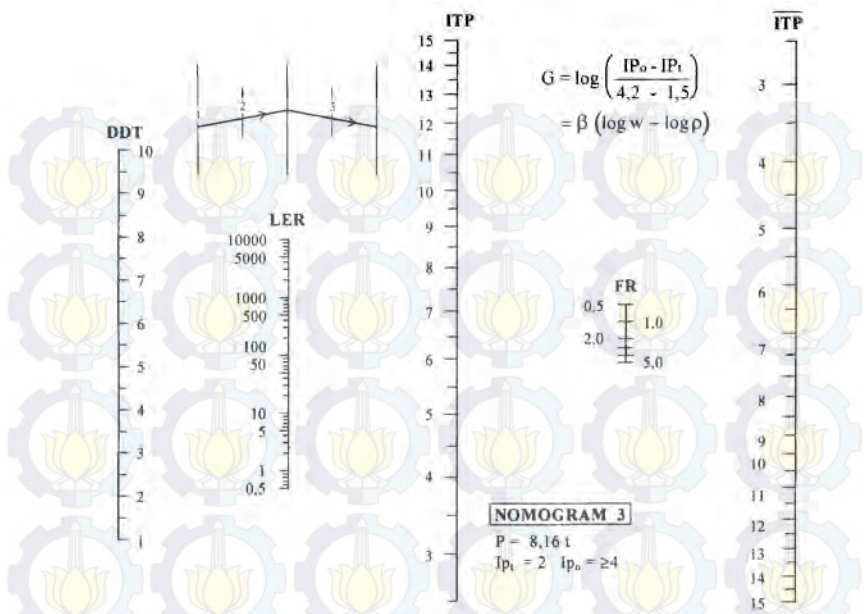
ITP = Indeks Tebal Perkerasan  
 DDT = Daya Dukung Tanah  
 FR = Faktor Regional



Gambar 2.33. Nomogram 1

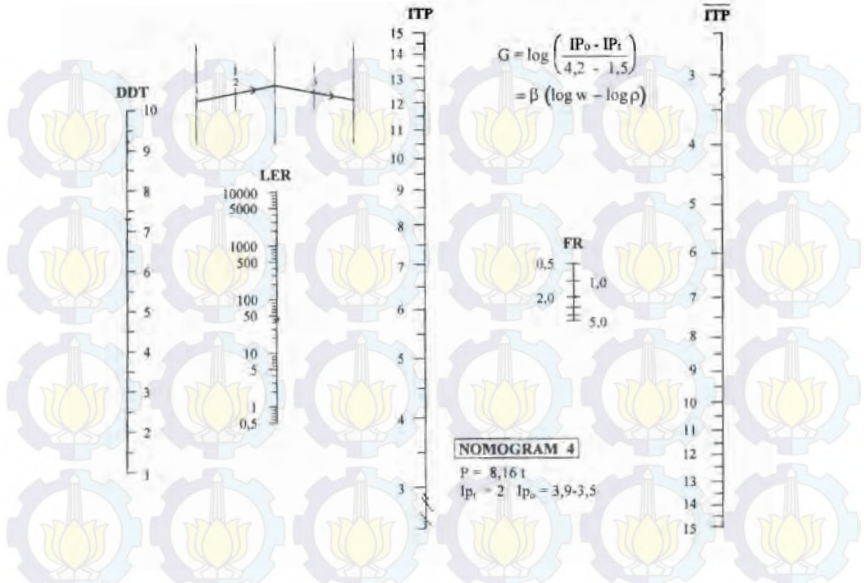


Gambar 2.34. Nomogram 2

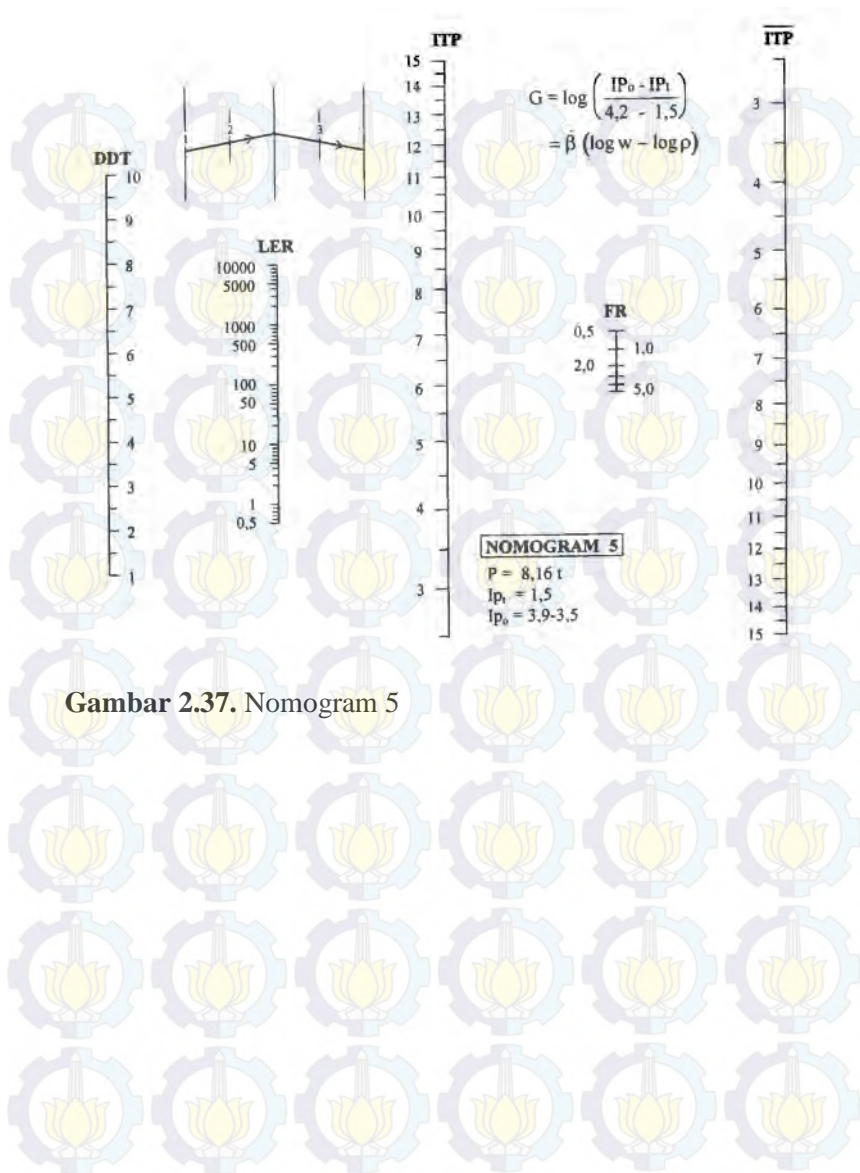


Gambar 2.35. Nomogram 3

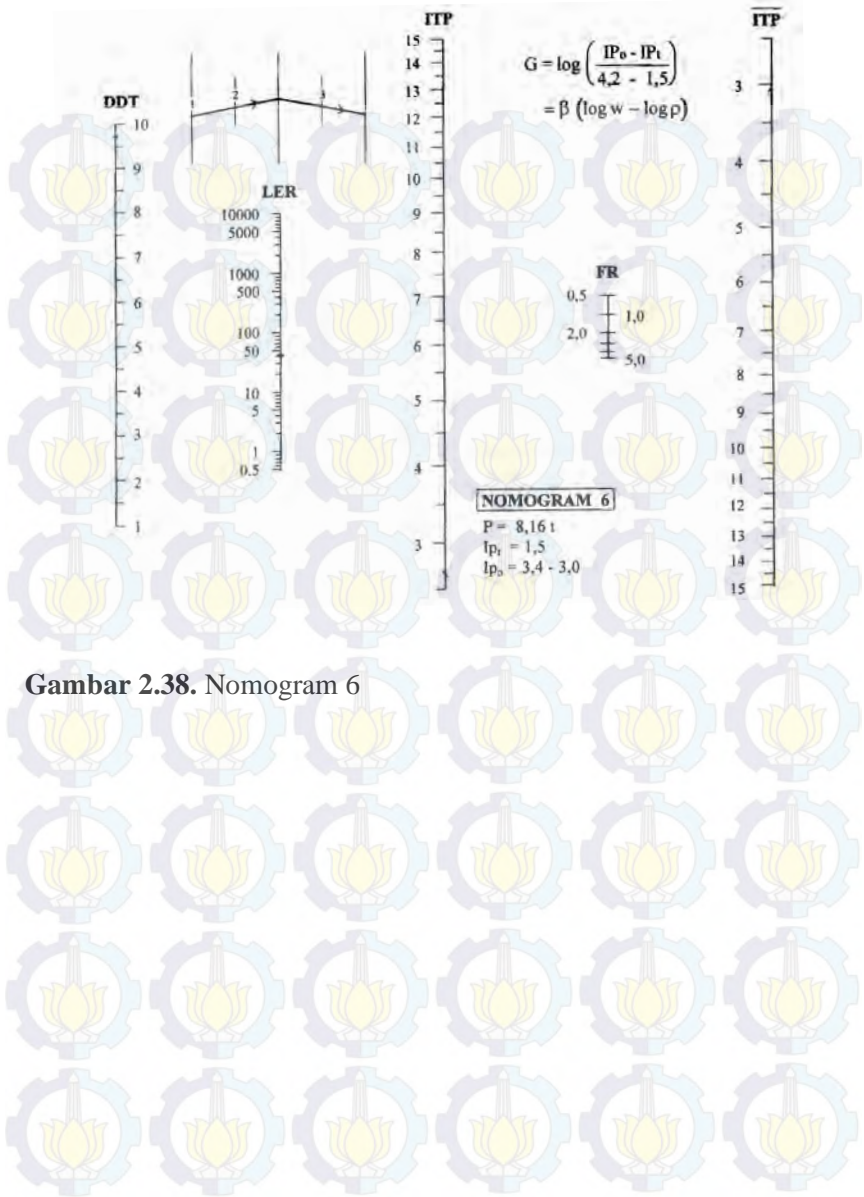




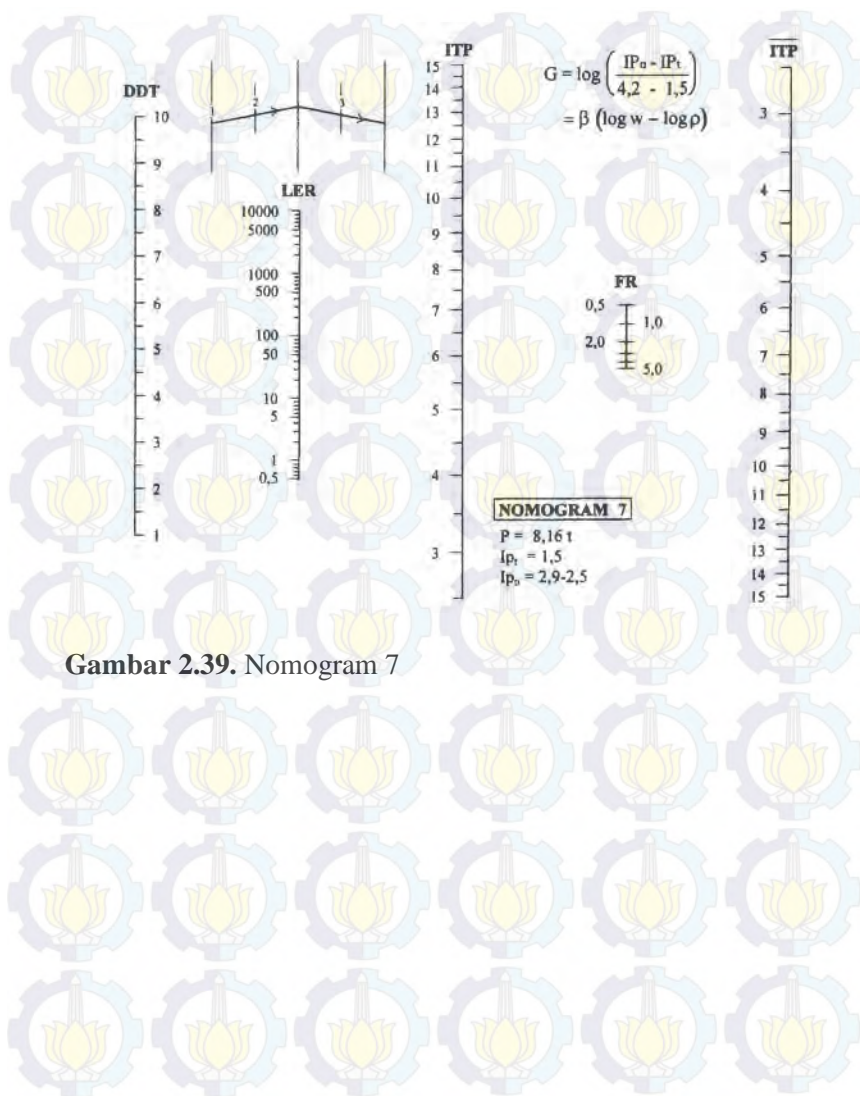
Gambar 2.36. Nomogram 4



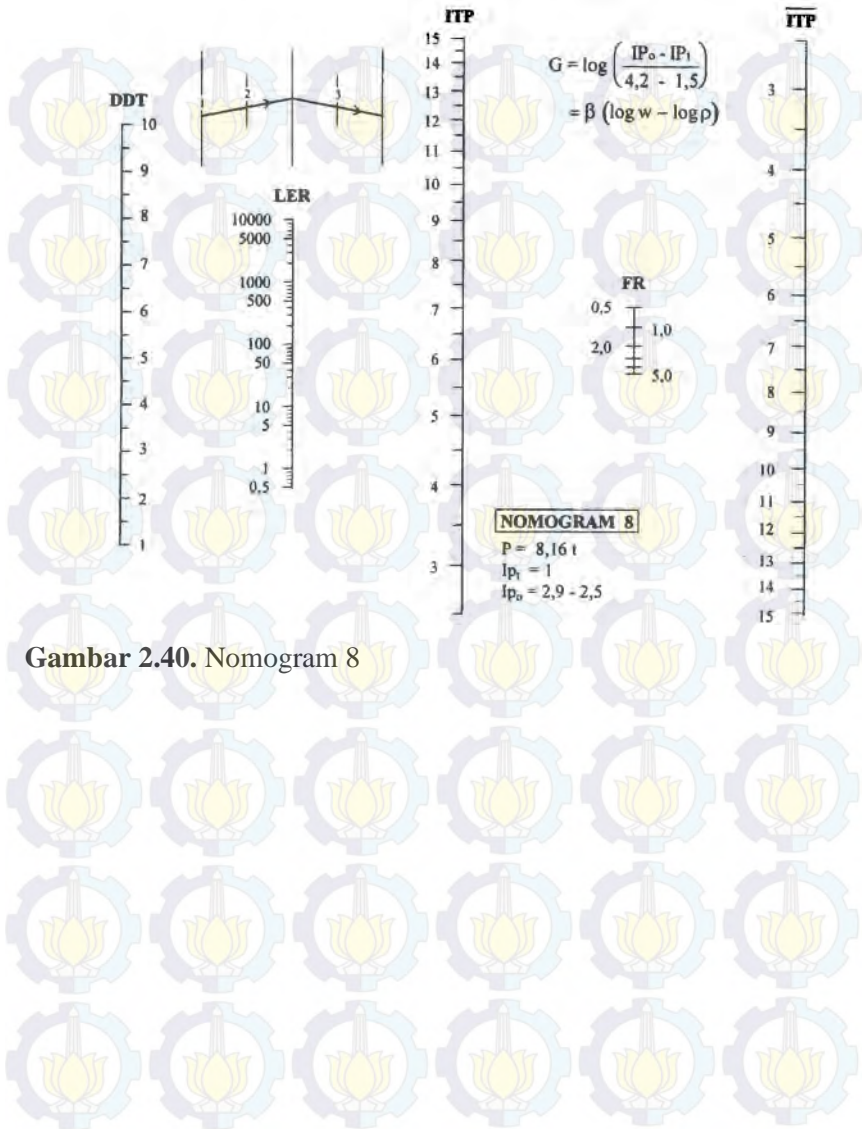
Gambar 2.37. Nomogram 5



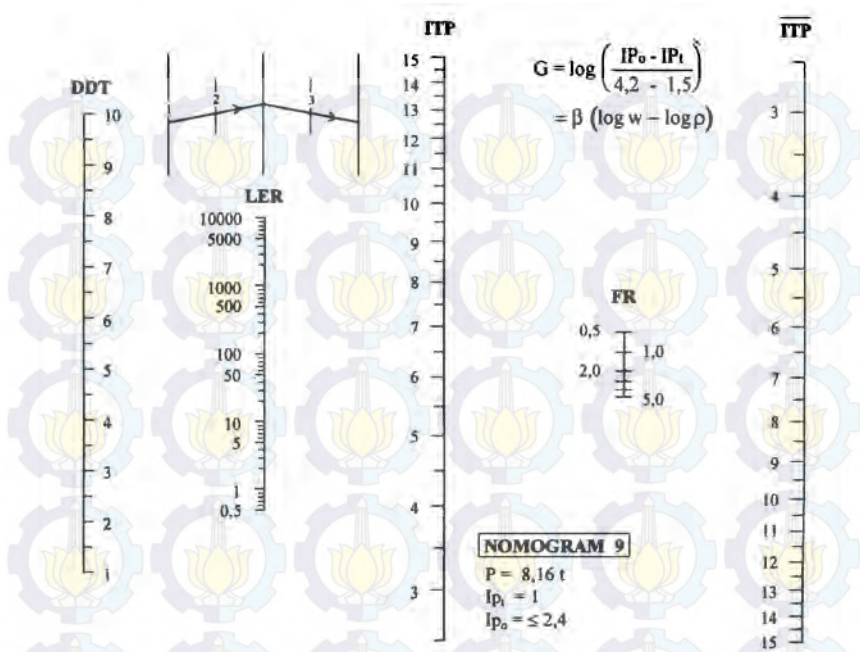
Gambar 2.38. Nomogram 6



Gambar 2.39. Nomogram 7



Gambar 2.40. Nomogram 8



**Gambar 2.41.** Nomogram 9

### 9. Tebal Perkerasan

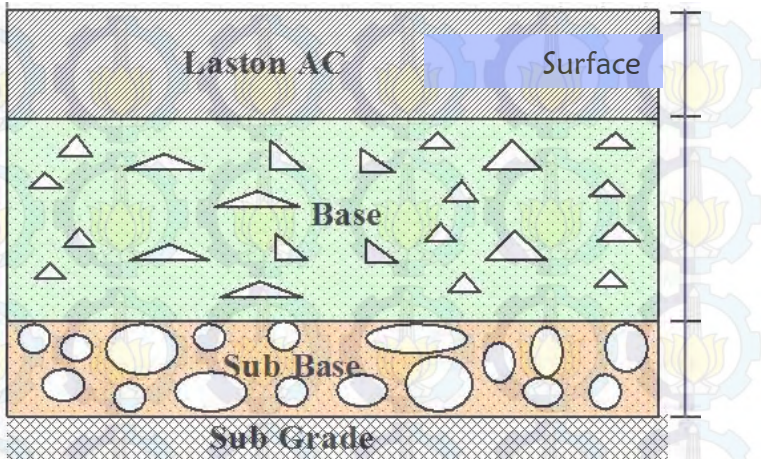
Dalam menentukan tebal perkerasan digunakan perumusan sebagai berikut:

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \quad (2.56)$$

Dimana:

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

$D_{1,2,3}$  = Tebal tiap-tiap lapisan



**Gambar 2.42.** Susunan Lapis Perkerasan Jalan

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

Koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dari aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan dari lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) ditunjukkan pada tabel 2.17.

Tabel 2.17. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.15	-	-	22	-	
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.14	-	-	-	100	
-	0.13	-	-	-	80	
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas A)
-	-	0.13	-	-	70	Batu Pecah (kelas B)
-	-	0.12	-	-	50	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/ pitrum (kelas B)
-	-	-	-	-	-	Sirtu/ pitrum (kelas C)
-	-	-	-	-	-	Tanah/ lempung kapasiran



Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Batasan-batasan minimum Tebal Lapisan Perkerasan :

1. Lapis Permukaan; tebal minimum (tercatat dalam tabel 2.18) dari lapis permukaan jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

**Tabel 2.18.** Minimum Lapis Permukaan

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

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

2. Lapis Pondasi; tebal minimum (lihat Tabel 2.19) dari lapis pondasi jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

**Tabel 2.19** Tebal Minimum Lapis Pondasi

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

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

\*) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi digunakan material berbutir kasar.

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

## 2.6. Perencanaan Drainase

Dengan adanya drainase permukaan diharapkan dapat mengendalikan air hujan yang jatuh pada permukaan jalan dengan cepat mengalir ke sistem drainase. Acuan yang digunakan dalam perencanaan drainase adalah Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994 sebagai berikut :

### 1. Pembuatan Sistem Drainase

Permukaan perkerasan jalan dibuat dengan kemiringan tertentu dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan menuju ke drainase.

### 2. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi yang dihitung terdiri dari :

1. Data Curah Hujan
2. Periode Ulang
3. Lama waktu Curah Hujan
4. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

### 3. Analisa Debit Drainase

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir yang masuk ke dalam saluran tepi, yang dapat dihitung dengan metode brasional.

#### a. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan daerah sekelilingnya.

#### b. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Dalam perhitungan intensitas curah hujan ( I ) digunakan analisa distribusi frekuensi dengan rumus :

$$R_t = R + \frac{S_r}{S_n} (Y_t + Y_n)$$

$$R_t = \sqrt{\frac{\sum (R_1 - R_2)^2}{n}} \quad (2.57)$$

$$I = \frac{90\% \cdot R_t}{4} \quad (2.58)$$

Maka :

Keterangan :

$R_t$  = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (  $\text{mm}/\text{jam}$  )

$\bar{R}$  = Tinggi hujan maksimum rata – rata

$Y_t$  = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (lihat table)

$Y_n$  = Nilai yang tergantung pada (nilai tabel)

$S_n$  = Standart Deviasi yang merupakan fungsi dari nilai n (lihat tabel)

#### 4. Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

a) Kondisi tanah dasar

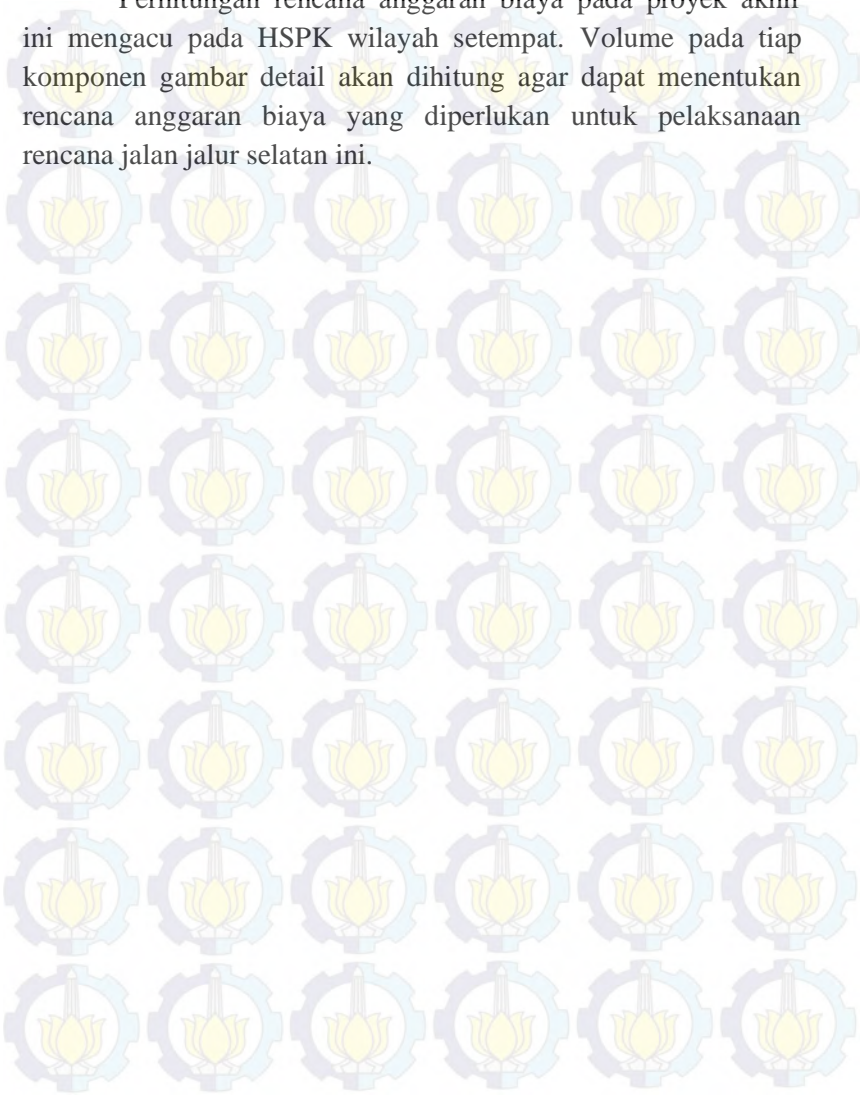
b) Kecepatan aliran

c) Dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan.

## 2.7. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada proyek akhir ini mengacu pada HSPK wilayah setempat. Volume pada tiap komponen gambar detail akan dihitung agar dapat menentukan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan rencana jalan jalur selatan ini.



## **BAB III METODOLOGI**

Metodologi suatu perencanaan jalan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari trase jalan, lebar jalan, tebal perkerasan, dan dimensi saluran yang dibutuhkan.

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

### **3.1. Persiapan**

Tahap Persiapan ini dilakukan untuk mempersiapkan beberapa surat atau dokumen yang dibutuhkan sebagai syarat meminta data perencanaan. Adapun kegiatan yang dilakukan diantaranya :

1. Membuat surat pengantar dari Kaprodi sebagai syarat untuk meminta data pada beberapa instansi terkait.
2. Mencari informasi sekaligus meminta data – data kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Pemprov Jawa Timur.
3. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Proyek Akhir.

### **3.2. Pengumpulan data**

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan proyek akhir, dilakukan pengumpulan data – data serta sumbernya sebagai berikut:

1. Peta lokasi : Bakorsultanal Teknik Geomatika – ITS.
2. LHR : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
3. CBR tanah dasar : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur

4. Curah Hujan : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan  
Pemprov Jawa timur

### **3.3. Pengolahan Data**

Data yang didapat dari beberapa instansi tersebut kemudian diolah agar mendapatkan data jadi. Adapun beberapa pengolahan data yang dilakukan adalah :

#### **3.3.1. Pengolahan data lalu lintas**

Data lalu lintas yang berupa LHR dianalisa untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan kendaraan baik pertumbuhan rata-rata maupun pertumbuhan tiap jenis kendaraan sampai dengan akhir umur rencana. Dengan angka pertumbuhan kendaraan didapatkan data kapasitas kendaraan yang diperlukan untuk merencanakan pelebaran jalan. Sedangkan untuk perkerasan jalan diperlukan data-data beban kendaraan, yaitu : beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas dan konfigurasi roda.

#### **3.3.2. Pengolahan data CBR tanah dasar**

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini diperlukan data CBR dari beberapa tempat sehingga didapatkan nilai CBR rencana. Dengan CBR rencana ini akan didapatkan daya dukung tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

#### **3.3.3. Pengolahan data curah hujan**

Digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu Catchment Area, dimana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi studi.

### **3.4. Perhitungan Kapasitas Jalan**

Untuk melakukan tahap perhitungan kapasitas jalan digunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Adapun pokok bahasan yang digunakan adalah analisa ruas jalan luar kota. Pada analisa tersebut hasil yang diperoleh adalah derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan adalah ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Derajat kejenuhan ini diberi batasan  $\leq 0,75$  (dalam kota), apabila melebihi maka dianggap jalan tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas sehingga rencana jalan perlu diperlebar.

### **3.5. Perencanaan Geometrik Jalan**

Pada tahap ini sebagian besar perencanaan mengacu pada peta lokasi studi dan peta kontur. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah :

#### **3.5.1. Perencanaan Trase**

Perencanaan trase ini ditarik atau digambar dari titik awal sampai titik terakhir rencana jalan. Titik awal rencana jalan berada pada kecamatan Karanggongso (Kab.Prigi) dan titik akhir berada pada kecamatan Nglarab (Kab.Popoh). Pada perencanaan ini dibuat 3 alternatif trase. Trase terpilih akan dibagi menjadi 2 tahap perencanaan dimana pada tugas akhir ini hanya menghitung dan menjelaskan tahap 1.

#### **3.5.2. Alinemen horisontal**

Tahap perhitungan alinemen horisontal dilakukan setelah trase sudah terpilih. Adapun cara perhitungan alinemen horisontal telah dijelaskan pada subbab 2.7.

#### **3.5.3. Alinemen vertikal**

Alinemen vertikal direncanakan untuk memperkecil jumlah timbunan atau galian. Perencanaan alinemen vertikal ini



mengacu pada potongan memanjang jalan. Adapun cara perhitungan alinemen vertikal telah dijelaskan pada subbab 2.8.

### **3.6. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur**

Pada tahap perencanaan perkerasan ini digunakan metode analisa komponen Bina Marga. Pada awal tahap ini mengacu pada hasil pengolahan data cbr yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kemudian tebal perkerasan akan didapat melalui proses perhitungan lalu-lintas sesuai umur rencana dan menggambar garis pada nomogram.

### **3.7. Perencanaan Drainase**

Proses analisa perhitungan perencanaan drainase mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 03-3424-1994. Data yang digunakan untuk perencanaan drainase tersebut adalah data curah hujan.

### **3.8. Gambar Rencana**

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Pembuatan gambar rencana dapat dilakukan setelah selesainya analisa perencanaan jalan. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

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

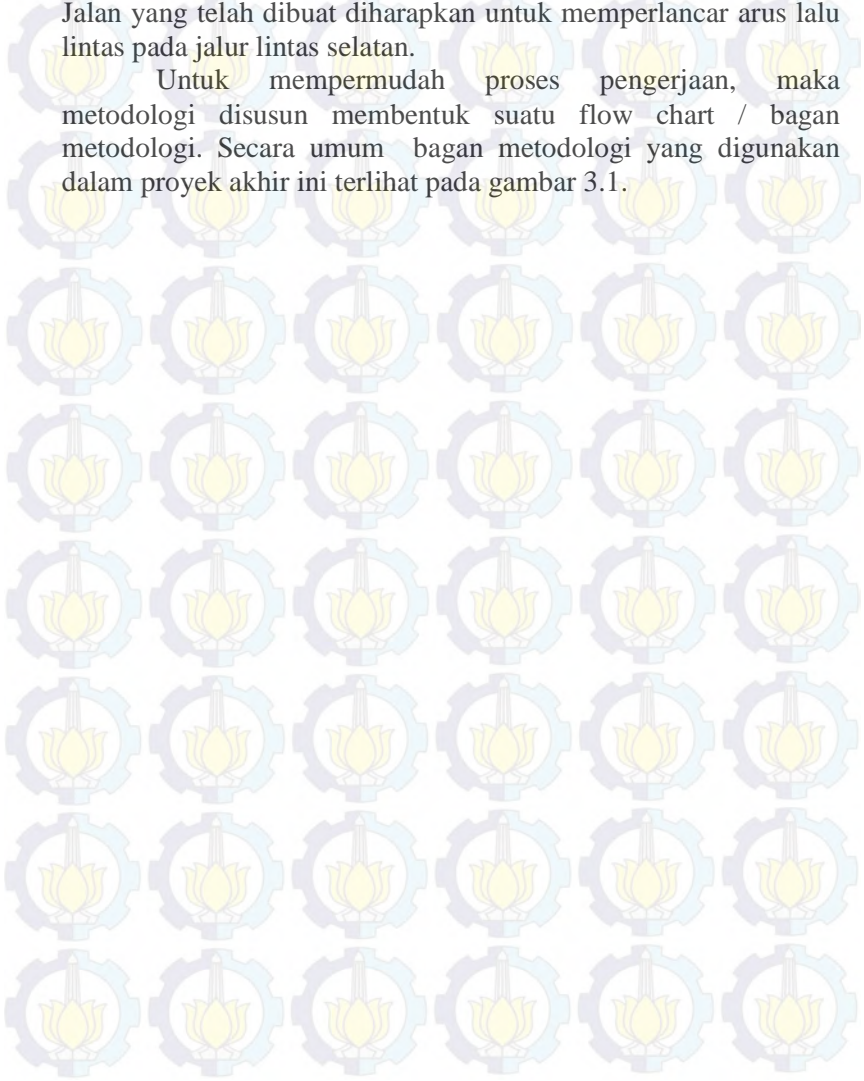
Perencanaan RAB mengacu pada HSPK wilayah Tulungagung. Perhitungan ini didasarkan pada volume masing-masing material yang digunakan untuk pelaksanaan rencana jalan.

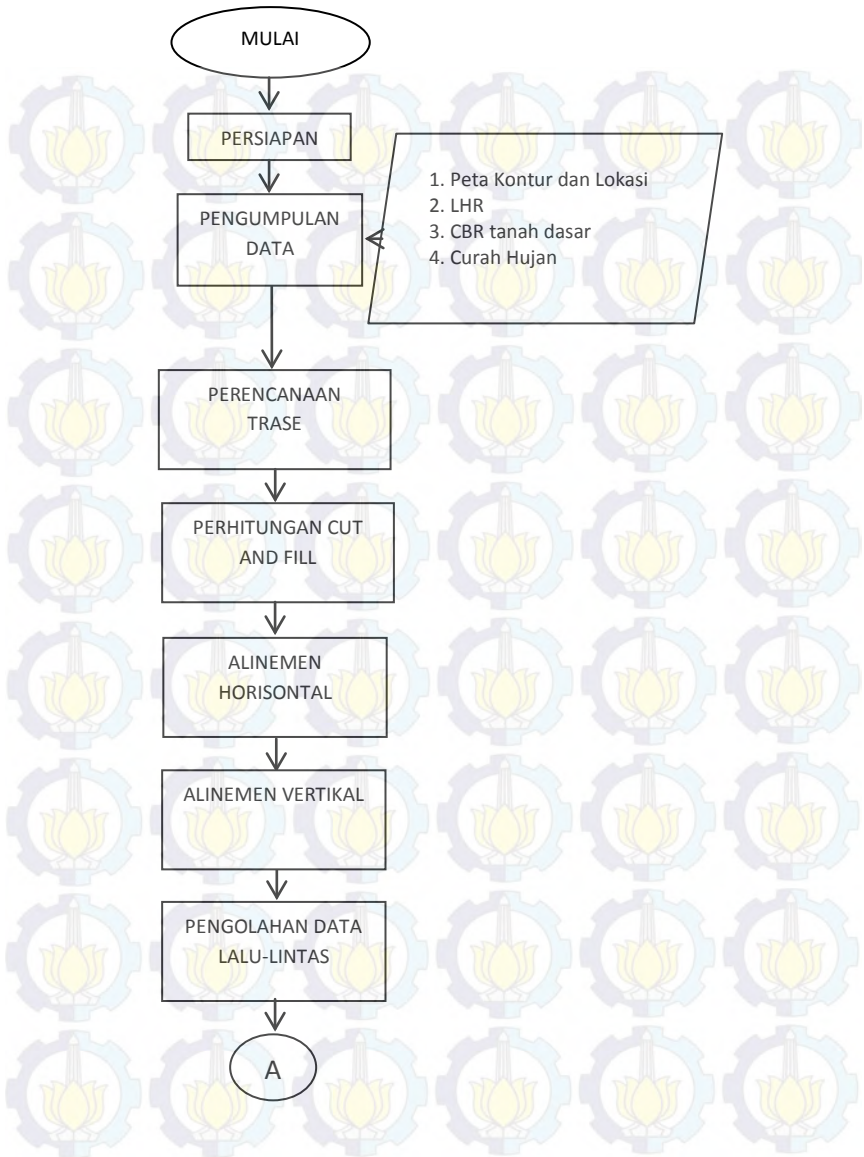
### **3.10. Kesimpulan Dan Saran**

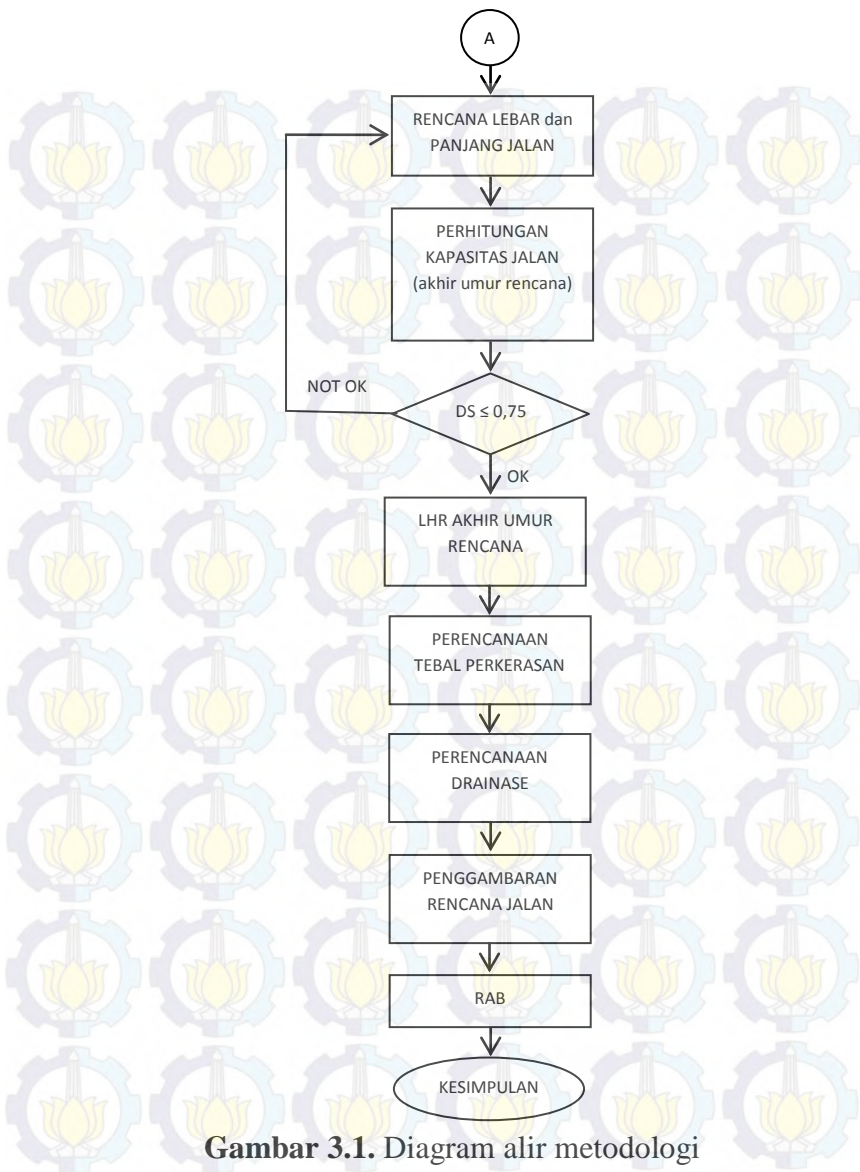
Tahap ini adalah penutup dari proyek akhir perencanaan jalan ini. Didalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terealisasinya apa yang telah direncanakan

yaitu jalan baru yang telah sesuai dengan apa yang telah perhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas pada jalur lintas selatan.

Untuk mempermudah proses pengerjaan, maka metodologi disusun membentuk suatu flow chart / bagan metodologi. Secara umum bagan metodologi yang digunakan dalam proyek akhir ini terlihat pada gambar 3.1.







**Gambar 3.1.** Diagram alir metodologi



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Umum**

Perencanaan jalan jalur lintas selatan berlokasi di Kabupaten Trenggalek dan Tulungagung. Proyek ini memiliki panjang jalan total 10,347 km dan direncanakan jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi.

Untuk mendukung dalam perencanaan jalan, maka data – data yang di butuhkan antara lain :

- a. Peta Kontur Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas (LHR)
- e. Data Curah Hujan

Dari semua data diatas kemudian dapat dimulai perencanaan konstruksi jalan yang optimal.

#### **4.2 Pengumpulan data**

##### **4.2.1 Peta Kontur Lokasi Proyek**

Jalan jalur lintas selatan popoh prigi menghubungkan Kabupaten Trenggalek dan Tulungagung. Dimana jalan ini akan direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD).

Proyek jalan jalur lintas selatan ini memiliki panjang jalan total 10,138 km dimulai dari STA 0+000 sampai STA 10+138. Untuk Tugas Akhir ini diambil 5,138 km mulai dari STA 5+000 – STA 10+138 dengan judul “Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Popoh-Prigi Kabupaten Tulungagung STA 5+000 – 10+138”.

##### **4.2.2 Data CBR**

Sesuai dengan laporan konsultan perencana kepada Dinas PU Bina Mara Propinsi Jawa Timur, CBR rata-rata kondisi eksisting tanah dasar sebesar 6 %. Karena keterbatasan data maka pada tugas akhir ini untuk menghitung tebal perkerasan digunakan angka cbr tersebut.

### 4.2.3 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas jalan dan tebal perkerasan. Data yang diperoleh adalah rekapitulasi hasil survey tahun 2009. Data tersebut tercatat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Rekapitulasi Data Lalu-Lintas Tahun 2009

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2009 Kendaraan/hari
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	450
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	1650
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	1200
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	800
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	350
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	350
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	150
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	50

*Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur*

### 4.2.4 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar per tahun selama 10 tahun sebagaimana tercatat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Data Curah Hujan

Tahun Pengamatan	Curah Hujan (mm)
1999	133.75
2000	132.92
2001	97.25
2002	82.17
2003	106.33
2004	65.08
2005	119.67
2006	80.42
2007	126.25
2008	103.08
<b>RATA - RATA</b>	<b>104.692</b>

Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Data Lalu Lintas

Data yang diperoleh dari Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur adalah rekapitulasi survey lalu-lintas tahun 2009. Data beberapa tahun kemudian tidak berhasil didapat karena keterbatasan data. Tetapi pada laporan akhir perencanaan jalan jalur lintas selatan yang dibuat oleh konsultan perencana telah dicantumkan pertumbuhan tiap tahun dan tiap jenis golongan kendaraan. Data yang telah didapat perlu dikali dengan faktor pengubah agar menjadi satuan kendaraan per jam.

Jalan jalur lintas selatan ini diasumsikan dibuka pada tahun 2013. Oleh karena itu diperlukan menghitung pertumbuhan lalu-lintas tahun 2023. Berikut proses perhitungan mengonversi data tahun 2009 dalam satuan kendaraan per jam.



Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 450 \times 0.11 \\ &= 50 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 1650 \times 0.11 \\ &= 182 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 1200 \times 0.11 \\ &= 132 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 800 \times 0.11 \\ &= 88 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Kecil (3 + 5)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 350 \times 0.11 \\ &= 39 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Besar (3 + 6)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 350 \times 0.11 \\ &= 39 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 150 \times 0.11 \\ &= 17 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Truck berat 3 As (6 + 3x10)

$$\begin{aligned} \text{Volume Lalu-Lintas} &= \text{LHR} \times 0.11 \\ &= 50 \times 0.11 \\ &= 6 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Jika hasil tersebut telah dihitung, maka dihitung lalu – lintas untuk tahun 2013. Tahun tersebut merupakan asumsi dibukanya jalan jalur lintas selatan. Perhitungan volume lalu – lintas menggunakan angka pertumbuhan yang telah tercantum pada laporan akhir perencanaan jalan jalur lintas selata popoh-prigi yang disusun oleh konsultan perencana. Adapun angka pertumbuhan tiap golongan kendaraan tercatat dalam tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Pertumbuhan Lalu-Lintas Tiap Tahun

Gol. Kend	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	7
2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	7
3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	7
4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	5
5a	Bus Kecil (3 + 5)	5
5b	Bus Besar (3 + 6)	5
6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	5
7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	4

Angka pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan untuk menghitung volume lalu – lintas tahun 2013 sebagai asumsi awal dibuka jalan jalur lintas selatan. Berikut proses perhitungan volume lalu – lintas tahun 2013.

Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 50 \times (1+0.07)^4 \\ &= 65 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 182 \times (1+0.07)^4 \\ &= 238 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 132 \times (1+0.07)^4 \\ &= 173 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 88 \times (1+0.05)^4 \\ &= 107 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Kecil (3 + 5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 39 \times (1+0.05)^4 \\ &= 47 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Besar (3 + 6)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 39 \times (1+0.05)^4 \\ &= 47 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 17 \times (1+0.05)^4 \\ &= 20 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Truck berat 3 As (6 + 3x10)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2009} \times (1+i)^4 \\ &= 6 \times (1+0.04)^4 \\ &= 6 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Setelah volume lalu – lintas awal umur rencana dihitung maka dihitung pula prediksi volume lalu – lintas pada tahun 2023. Berikut proses perhitungan volume lalu – lintas tahun 2013.

Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 65 \times (1+0.07)^4 \\ &= 128 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 238 \times (1+0.07)^4 \\ &= 468 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 340 \times (1+0.07)^4 \\ &= 173 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 174 \times (1+0.05)^4 \\ &= 107 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Kecil (3 + 5)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 47 \times (1+0.05)^4 \\ &= 76 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Bus Besar (3 + 6)

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 47 \times (1+0.05)^4 \\ &= 76 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

**Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)**

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 20 \times (1+0.05)^4 \\ &= 33 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

**Truck berat 3 As (6 + 3x10)**

$$\begin{aligned} \text{LHR 2013} &= \text{LHR 2013} \times (1+i)^{10} \\ &= 6 \times (1+0.04)^4 \\ &= 10 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan Volume lalu – lintas tahun 2009, 2013, dan 2023 tercatat dalam tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu-Lintas

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2009 Kendaraan/Jam	Tahun 2013 Kend/Jam	Tahun 2023 Kend/Jam
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	50	65	128
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1+1)	182	238	468
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	132	173	340
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	88	107	174
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	39	47	76
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	39	47	76
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	17	20	33
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	6	6	10

### 4.3.2 Data CBR Tanah Dasar

CBR tanah dasar yang digunakan adalah 6%. Angka tersebut didasarkan pada laporan akhir konsultan perencana pada Dinas PU Bina Marga. Hal tersebut dilakukan karena keterbatasan data CBR yang di dapat.

### 4.3.3 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari stasiun hujan

yang terdekat sepanjang ruas jalan jalur lintas selatan adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.5.** Perhitungan Data Curah Hujan

Tahun Pengamatan	Curah Hujan (mm)	DEVIASI	$(R_i - \bar{R})^2$
1999	133.75	29.058	844.367
2000	132.92	28.228	796.820
2001	97.25	-7.442	55.383
2002	82.17	-22.522	507.240
2003	106.33	1.638	2.683
2004	65.08	-39.612	1569.111
2005	119.67	14.978	224.340
2006	80.42	-24.272	589.130
2007	126.25	21.558	464.747
2008	103.08	-1.612	2.599
RATA - RATA	104.692		5056.421

- Standar deviasi

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

$$= \sqrt{\frac{5056.421}{10}} = 22,49$$

- Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun digunakan persamaan 2.26

$$R_t = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

Periode ulang (T) = 10 tahun

$$\begin{aligned}
 Y_t &= 2,2502 && \text{..... SNI 03-3424-1994} \\
 Y_n &= 0,4952 && \text{..... SNI 03-3424-1994} \\
 S_n &= 0,9496 && \text{..... SNI 03-3424-1994}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_t &= 104.692 + \frac{22,49}{0,9496} (2,2502 - 0,4952) \\
 &= 146,25 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka  $I$  didapat dari persamaan 2.27.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{90\% \times R_t}{4} \\
 &= \frac{90\% \times 146.25}{4} = 32,91 \text{ mm / jam}
 \end{aligned}$$

Harga  $I = 32,91$  mm/jam kemudian diplotkan pada waktu intensitas  $t = 240$  menit di kurva basis dan ditarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis. Kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana dengan harga.

## BAB V

### ANALISA PERHITUNGAN

#### 5.1. Analisis Trase

Perencanaan jalan jalur lintas selatan ini merupakan perencanaan jalan baru yang dimulai dari perencanaan trase jalan. Trase jalan yang terpilih merupakan trase jalan dengan lengkung horizontal tidak saling overlap. Begitu juga dengan lengkung vertikal dipilih juga trase yang tidak berpotongan antara lengkung vertikalnya. Ketentuan selanjutnya adalah galian tidak boleh lebih dari 25m dan timbunan tidak boleh lebih dari 10m. Hal tersebut dilakukan demi kepentingan pelaksanaan jalan jalur lintas selatan ini. Berikut analisis trase mengenai kondisi medan trase terpilih.

##### 5.1.1. Kondisi Medan.

Rata-rata kemiringan medan pada trase terpilih adalah 5,27%. Maka sesuai tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota No. 38/TBM/1997 diperoleh medan pada trase terpilih adalah perbukitan. Klasifikasi medan tersebut tercatat pada tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Klasifikasi Kemiringan Medan

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

Kondisi medan perbukitan juga dibuktikan dengan gambar 5.1 dan 5.2 yang menunjukkan bahwa jalan jalur lintas selatan membelah perbukitan.





**Gambar 5.1.** STA 0+000 di desa Karanggongso



**Gambar 5.2.** Kondisi eksisting jalan di desa Besuki

### **5.1.2. Kecepatan Rencana**

Klasifikasi jalan jalur lintas selatan ini adalah arteri sekunder. Hal ini disebabkan jalan ini merupakan jalan alternatif yang lebih cepat dimana jalan eksisting adalah arteri primer. Sesuai dengan tata cara perencanaan geometric jalan antar kota No. 38/TBM/1997 diambil kecepatan rencana = 60 km/jam.

Klasifikasi untuk kecepatan rencana tersebut tercatat pada tabel 5.2.

**Tabel 5.2.** Kecepatan Rencana

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

### 5.2. Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota.

Ruas jalan popoh-prigi merupakan jalur antar kota yang memiliki kondisi eksisting medan berbukitan. Segmen jalan ini direncanakan dengan pembagian jalur 2/2 UD serta lebar badan jalan 7m. Panjang total jalan yang direncanakan adalah 5+347. Pada analisis kapasitas ruas jalan antar kota ini digunakan program bantu KAJI untuk menganalisa Derajat kejenuhan tahun 2013 dan 2023. Berikut hasil analisis dari program KAJI yang telah direkapitulasi tahun 2013 dan 2023 tercatat dalam tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Rekapitulasi Derajat Kejenuhan

TAHUN	KAPASITAS	DS
2013	3543	0.256
2023	3543	0.416

Dalam tabel 5.3 menunjukkan bahwa DS pada tahun akhir umur rencana adalah 0.416. DS tersebut kurang dari 0.75 maka pada saat akhir umur rencana jalan tersebut masih belum mengalami kemacetan lalu-lintas. Analisis dilanjutkan sampai mencapai DS mendekati 0.75. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sampai tahun berapa kapasitas jalan dapat menampung volume lalu-lintas yang semakin besar. Proses analisis KAJI tercatat pada lampiran 1.

Hasil analisis menunjukkan tahun 2033 memiliki DS = 0.73. Angka tersebut telah mendekati 0.75. Maka pada tahun tersebut harus dilakukan pelebaran jalan. Hasil analisis pada tahun 2033 tercatat dalam tabel 5.4.

**Tabel 5.4.** Rekapitulasi Derajat Kejenuhan 2013-2033

TAHUN	KAPASITAS	DS
2013	3543	0.256
2023	3543	0.416
2033	3543	0.73

### 5.3. Perencanaan Geometrik Jalan

Didalam perencanaan jalan ini memerlukan banyak pertimbangan untuk kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan. Letak jalan jalur lintas selatan STA 5+000 – STA 10+347 terletak pada daerah bukit dan kondisi sekitarnya adalah ladang dan persawahan. Kondisi medan memiliki beberapa tikungan dan beberapa tanjakan. Dalam hal ini terdapat tipe geometrik pada jalan jalur lintas selatan STA 5+000 – STA 10+347 yaitu dibagi menjadi dua yaitu:

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

#### 5.3.1. Alinyemen Horisontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dalam perencanaan jalan jalur lintas selatan STA 5+000 – STA 10+347 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian untuk menentukan jenis tikungan, jenis tikungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung (tikungan) Spiral-Circle-Spiral
- Syarat :

$$e > 3\%, Lc > 25m$$

## 2. Lengkung (tikungan) Spiral-Spiral

Syarat :

$$e > 3\%, L_c < 25 \text{ m}$$

### a. Proses Perhitungan Alinyemen Horizontal Titik PI1

#### 1. Perhitungan R design

$$\Delta = 28^\circ$$

$$V_d = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_n = 0.02$$

$$e_{\max} = 0.1$$

$$F_{\max} = 0.15$$

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

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127 \times (0.1 + 0.15)}$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

Diambil :

$$R = 205 \text{ m}$$

$$e = 0.08$$

$$L_s = 50 \text{ m}$$

#### 2. Perhitungan Lengkung SCS

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi R_c} \rightarrow \theta_s = \frac{50 \cdot 90}{\pi \cdot 205} \rightarrow \theta_s = 6.987$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \rightarrow \theta_c = 28 - 2 \times 6.987 \rightarrow \theta_c = 14.025$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi R_c \rightarrow L_c = \frac{14.025}{360} \times 2\pi \cdot 205 \rightarrow$$

$$L_c = 50.182 \text{ m}$$

karena  $e$  lebih besar dari 3% dan  $L_c$  lebih besar dari 25 meter, maka disarankan menggunakan lengkung *spiral - circle - spiral*. Sehingga perhitungan parameter lengkung seperti yang disajikan dibawah ini.

$$L = L_c + 2L_s \rightarrow L = 50.182 + 2 \times 50 \rightarrow L = 150.182m$$

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

$$\rightarrow p = \frac{50^2}{6 \times 205} - 205(1 - \cos 6.987)$$

$$\rightarrow p = 0.510$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40Rc} - Rc \cdot \sin \theta_s$$

$$\rightarrow k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 205} - 205 \cdot \sin 6.987$$

$$\rightarrow k = 24.988m$$

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

$$\rightarrow E_s = (205 + 0.510) \sec \frac{1}{2} 28 - 205$$

$$\rightarrow E_s = 6.801m$$

$$T_s = (Rc + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$\rightarrow T_s = (205 + 0.510) \operatorname{tg} \frac{1}{2} 28 + 24.988$$

$$\rightarrow T_s = 76.227m$$

Untuk perhitungan lengkung horizontal selanjutnya digunakan program bantu excel. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan lengkung spiral-circle-spiral tercatat pada tabel 5.5.

**Tabel 5.5.** Rekapitulasi Lengkung Spiral-Circle-Spiral

PARAMETER	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-10	PI-11	PI-12
V <sub>r</sub>	60	60	60	60	60	60	60
Δ	28	57	30	36	16	46	51
R	205	159	159	159	318	159	159
e	0.08	0.091	0.091	0.091	0.059	0.091	0.091
e <sub>n</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
e maks	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
L <sub>s</sub>	50	50	50	50	50	50	50
L <sub>c</sub>	50.182	108.179	33.252	49.903	38.802	77.653	91.529
L	150.182	208.179	133.252	149.903	138.802	177.653	191.529
θ <sub>s</sub>	6.987	9.009	9.009	9.009	4.504	9.009	9.009
θ <sub>c</sub>	14.025	38.982	11.982	17.982	6.991	27.982	32.982
p	0.510	0.659	0.659	0.659	0.328	0.659	0.659
k	24.988	24.979	24.979	24.979	24.995	24.979	24.979
T <sub>s</sub>	76.227	111.667	67.760	76.856	69.733	92.751	101.133
E <sub>s</sub>	6.801	22.675	6.291	8.876	3.456	14.447	17.891

**Lanjutan Tabel 5.5.**

PARAMETER	PI-13	PI-14	PI-15	PI-17
V <sub>r</sub>	60	60	60	60
Δ	36	51	38	31
R	159	159	159	159
e	0.091	0.091	0.091	0.091
e <sub>n</sub>	0.02	0.02	0.02	0.02
e maks	0.1	0.1	0.1	0.1
L <sub>s</sub>	50	50	50	50
L <sub>c</sub>	49.903	91.529	55.453	36.027
L	149.903	191.529	155.453	136.027
θ <sub>s</sub>	9.009	9.009	9.009	9.009
θ <sub>c</sub>	17.982	32.982	19.982	12.982
p	0.659	0.659	0.659	0.659
k	24.979	24.979	24.979	24.979
T <sub>s</sub>	76.856	101.133	79.954	69.257
E <sub>s</sub>	8.876	17.891	9.859	6.685

## b. Proses Perhitungan Alinyemen Horizontal PI-5

### 1. Perhitungan R design

$$\Delta = 40^\circ$$

$$V_d = 60 \text{ km/jam}$$

$$e_n = 0.02$$

$$e_{\max} = 0.1$$

$$F_{\max} = 0.15$$

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

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127 x (0.1 + 0.15)}$$

$$R_{\min} = 112 \text{ m}$$

Diambil :

$$R = 119 \text{ m}$$

$$e = 0.1$$

$$L_s = 60 \text{ m}$$

### 3. Perhitungan Lengkung SS

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R}$$

$$\theta_s = \frac{90 * 60}{\pi * 119} = 14.44 \text{ meter}$$

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

$$L_c = \frac{(40 - 2 * 14.44) * \pi * 119}{180} = 23.077 \text{ meter}$$

karena  $e$  lebih besar dari 3% dan  $L_c$  lebih kecil dari 25 meter, maka disarankan menggunakan lengkung ***spiral – spiral***. Sehingga perhitungan parameter lengkung seperti yang disajikan dibawah ini.

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} 40 = 20^\circ$$

$$> \quad \theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad \rightarrow \quad L_s = \frac{\pi R \theta_s}{90}$$

$$L_s = \frac{\pi * 119 * 20}{90} = 83.077 \text{ meter} \quad \rightarrow \text{cek terhadap :}$$

**Cara 1**, berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{Vd * t}{3.6} ; t = 3 \text{ detik}$$

$$L_s = \frac{60 * 3}{3.6} = 50 \text{ meter}$$

**Cara 2**, berdasarkan landai relatif

$$L_{s \text{ minimum}} = (e + e_n) * B * m_{maks}$$

$$m_{maks} = 125 \text{ m untuk kecepatan } 60 \text{ km/jam}$$

$$L_{s \text{ minimum}} = (0.1 + 0.02) * 3.5 * 125 = 52.5 \text{ m}$$

**Cara 3**, berdasarkan rumus Modifikasi Shortt

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

$$L_s = 0.022 \frac{60^3}{119 * 0.4} - 2.727 \frac{60 * 0.1}{0.4} = 58.92 \text{ m}$$

**Cara 4**, berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) Vd}{3.6 * r_e}$$

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

$$r_e = 0.035 \text{ m/m/detik untuk } Vd \leq 70 \text{ km/jam}$$

$$L_s = \frac{(0.10 - 0.02) * 60}{3.6 * 0.035} = 38.10 \text{ m}$$

Jadi, dari ke empat cara tersebut maka panjang lengkung peralihan  $L_s$  rencana adalah **83.077 meter**.



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

$$p = \frac{83.077^2}{6 * 119} - 119 * (1 - \cos 20) = 2.49 \text{ m}$$

$$> \quad k = Ls - \frac{Ls^3}{40R^2} - R * \sin \theta_s$$

$$k = 83.077 - \frac{83.077^3}{40 * 119^2} - 119 * \sin 20 = 41.37 \text{ m}$$

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

$$Ts = (119 + 2.49) * tg \left( \frac{1}{2} * 40 \right) + 41.37 = 85.58 \text{ m}$$

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

$$E = \frac{119 + 2.49}{\cos \left( \frac{1}{2} * 40 \right)} - 119 = 10.28 \text{ m}$$

Untuk perhitungan lengkung horizontal selanjutnya digunakan program bantu excel. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan lengkung spiral-circle-spiral tercatat pada tabel 5.6.

**Tabel 5.6.** Rekapitulasi Lengkung Spiral-Spiral

PARAMETER	PI-5	PI-6	PI-7	PI-8	PI-9	PI-16	PI-18
$V_r$	60	60	60	60	60	60	60
$\Delta$	40	40	20	35	32	16	35
$e$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
$e_n$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
$e_{max}$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
$L_s$	83.078	83.078	58.927	72.693	66.462	58.927	72.693
$L$	166.155	166.155	117.854	145.386	132.924	117.854	145.386
$\Theta_s$	20.000	20.000	10.000	17.500	16.000	8.000	17.500
$p$	2.490	2.490	3.055	1.893	1.577	3.705	1.893
$k$	41.365	41.365	37.902	36.231	33.143	42.004	36.231
$T_s$	85.584	85.584	59.423	74.348	67.718	59.249	74.348
$E$	10.287	10.287	4.938	7.760	6.436	4.911	7.760

Lanjutan **Tabel 5.6.**

PARAMETER	PI-19	PI-20
$V_r$	60	60
$\Delta$	21	13
$e$	0.1	0.1
$e_n$	0.02	0.02
$e_{max}$	0.1	0.1
$L_s$	58.927	58.927
$L$	117.854	117.854
$\Theta_s$	10.500	6.500
$p$	2.871	4.098
$k$	36.880	45.095
$T_s$	59.467	59.120
$E$	4.946	4.895

### 5.3.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Dalam perencanaan jalan jalur lintas selatan STA 5+000 – STA 10+347 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses

pengklasifikasian untuk menentukan jenis lengkungan, jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung Cembung
2. Lengkung Cekung

#### a. Lengkung Vertikal Cembung (STA 5+600)

Lokasi	: Jalur Lintas Selatan Sta. 5+000 s/d Sta. 10+347
Vrencana	: 60 km/jam
STA	: 5 + 600
S	: 80 m
g1	: 5.06 %
g2	: -8.06 %
A	: 13.12 %

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ( $S < L$ ).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{13.12 \times 80^2}{399} \rightarrow L = 210.4 \text{ m}$$

Nilai  $L$  memenuhi terhadap syarat  $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ( $S > L$ ).

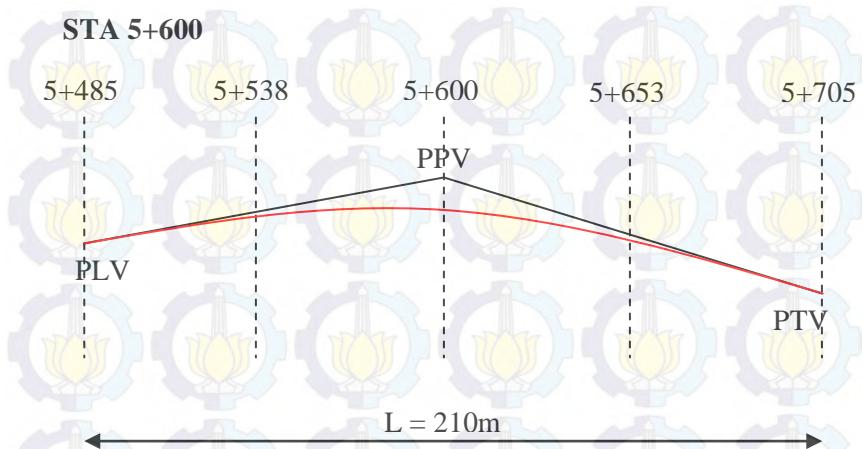
Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 80 - \frac{399}{13.12} \rightarrow L = 129.6 \text{ m}$$

Nilai  $L$  tidak memenuhi terhadap syarat  $S > L$

Dipakai  $L = 210.4 \text{ m}$

### Contoh perhitungan stationing



$$A = g_1 - g_2 = (+5.06) - (-8.06) = (13.12), \text{ (CEMBUNG)}$$

$L = 210\text{m}$ , Elevasi PLV = +34.68, Elevasi PTV = +31.52,

Elev. PPV = +40.00

Persamaan umum lengkung:

$$y = \frac{A}{200L} X^2 = \frac{-13.12}{200 * 210} X^2 = -\frac{13.12}{42000} X^2$$

Sta. 5+538

$$y = \frac{13.12}{42000} X^2 = \frac{13.12}{42000} 52.5^2 = 0.86\text{m}$$

Tanda (+) menunjukkan lengkung cembung

$$\text{Elev. Sta } 5+538 = 34.68 + (0.0506 \times 52.5) - 0.86 = +36.48\text{m}$$

Sta. 5+600

$$\text{Elev. Sta } 5+600 = 40.00 + 0.98 = +40.98\text{m}$$

Sta. 5+653

$$y = \frac{13.12}{42000} X^2 = \frac{13.12}{42000} 52.5^2 = 0.86m$$

Tanda (+) menunjukkan lengkung cekung

$$\text{Elv. Sta 5+653} = 31.52 + (0.0806 \times 52.5) - 0.86 = +34.89m$$

Untuk perhitungan lengkung vertikal cembung selanjutnya digunakan program bantu excel. Berikut rekapitulasi lengkung vertikal cekung tercatat dalam tabel 5.7.

**Tabel 5.7.** Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cembung

PARAMETER	STA PPV					
	5+600	6+150	6+700	7+650	8+600	9+350
Vr (km/jam)	60	60	60	60	60	60
S (m)	80	80	80	80	80	80
g1 (%)	5.06	5.04	7.86	5	2.16	7.14
g2 (%)	-8.06	-6.7	-3.94	-5.94	-1.6	-3.29
A (%)	13.12	11.74	11.8	10.94	3.76	10.43
L (m)	210	188	189	175	54	167
Ev (m)	0.98	0.88	0.89	0.82	1.53	167.30
STA PPV	5+600	6+150	6+700	7+650	8+600	9+350
ELV PPV	+ 40.00	+ 28.20	+ 35.20	+ 24.40	+ 16.88	+ 35.60
STA PLV	5+495	6+056	6+605	7+562	8+573	9+266
ELV PLV	+ 34.68	+ 23.45	+ 27.76	+ 20.01	+ 16.30	+ 29.63
STA PTV	5+705	6+244	6+795	7+738	8+627	9+434
ELV PTV	+ 31.52	+ 21.89	+ 31.47	+ 19.19	+ 16.45	+ 32.85

### b. Lengkung Vertikal Cekung (STA 5+900)

Lokasi : Jalur Lintas Selatan Sta.5+000 s/d Sta.10+347

Vrencana : 60 km/jam

STA : 5+900

S : 80 m

g1 : -8.06%

g2 : 5.04%

A : -13.1 %

Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan, yaitu :

- ◆ Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan  $< L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \rightarrow L = \frac{13.1 \times 80^2}{120 + 3.50 \times 80}$$

$$\rightarrow L = 209.6 \text{ m}$$

- ◆ Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan  $> L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \rightarrow L = 2 \times 80 - \frac{120 + 3.50 \times 80}{13.1}$$

$$\rightarrow L = 129.47 \text{ m}$$

- ◆ Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ( $S < L$ )

$$L = \frac{AS^2}{3480} \rightarrow L = \frac{13.12 \times 80^2}{3480} \rightarrow L = 24.09 \text{ m}$$

- ◆ Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ( $S > L$ )

$$L = 2S - \frac{3480}{A} \rightarrow L = 2 \times 80 - \frac{3480}{13.12} \rightarrow L = -105.6 \text{ m}$$

- ◆ Bentuk Visual

$$L = \frac{AV^2}{380} \rightarrow L = \frac{13.12 \times 60^2}{380} \rightarrow L = 124.1 \text{ m}$$

◆ Keamanan Pengemudi

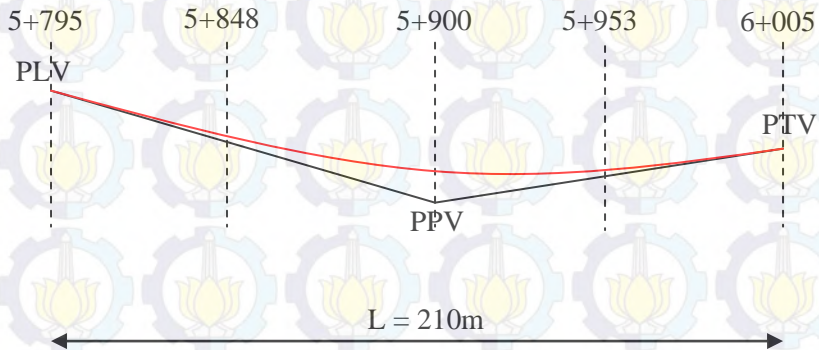
$L \geq 3$  detik perjalanan dengan  $V_r$ .

$L \geq (120/3600) * 1000 * 3 \text{det} = 50\text{m}$

Diambil  $L = 209.6\text{m}$

Contoh perhitungan stationing

**STA 5+900**



$A = g_1 - g_2 = (-8.06) - (+5.04) = (-13.1)$ , (**CEKUNG**)

$L = 210\text{m}$ , Elevasi PLV = +24.25, Elevasi PTV = +21.08,

Elev. PPV = +15.80

Persamaan umum lengkung:

$$y = \frac{A}{200L} X^2 = \frac{-13.1}{200 * 210} X^2 = -\frac{13.1}{42000} X^2$$

Sta. 5+848

$$y = \frac{-13.1}{42000} X^2 = -\frac{13.1}{42000} 52.5^2 = -0.86m$$

Tanda (-) menunjukkan lengkung cekung

$$\text{Elv. Sta } 5+848 = 24.25 - (0.0806 \times 52.5) + 0.86 = +20.88m$$

Sta. 5+900

$$\text{Elv. Sta } 5+900 = 15.8 + 3.43 = +19.23m$$

Sta. 5+953

$$y = \frac{-13.1}{42000} X^2 = -\frac{13.1}{42000} 52.5^2 = -0.86m$$

Tanda (-) menunjukkan lengkung cekung

$$\text{Elv. Sta } 5+953 = 21.08 - (0.0504 \times 52.5) + 0.86 = +19.29m$$

Untuk perhitungan lengkung vertikal cekung selanjutnya digunakan program bantu excel. Berikut rekapitulasi lengkung vertikal cekung tercatat dalam tabel 5.8.

**Tabel 5.8.** Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cekung

PARAMETER	STA PPV					
	5+900	6+400	7+350	8+000	9+000	10+000
Vr (km/jam)	60	60	60	60	60	60
S (m)	80	80	80	80	80	80
g1 (%)	-8.06	-6.7	-3.94	-5.94	-1.6	-3.29
g2 (%)	5.04	7.86	5	2.16	7.14	6.17
A (%)	-13.1	-14.56	-8.94	-8.1	-8.74	-9.46
L (m)	210	233	143	130	140	151
Ev (m)	3.43	4.24	1.60	1.31	1.53	1.79
STA PPV	5+900	6+400	7+350	8+000	9+000	10+000
ELV PPV	+ 15.80	+ 11.40	+ 09.60	+ 03.95	+ 10.60	+ 14.20
STA PLV	5+795	6+284	7+278	7+935	8+930	9+924
ELV PLV	+ 24.25	+ 19.20	+ 12.42	+ 07.80	+ 11.72	+ 16.69
STA PTV	6+005	6+516	7+422	8+065	9+070	10+076
ELV PTV	+ 21.08	+ 20.56	+ 13.18	+ 05.35	+ 15.59	+ 18.87



## **5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan**

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi yang dibangun di atas tanah dasar, dimana terdiri dari bahan material yang lebih keras/ kaku dari tanah dasarnya yang bertujuan agar jalan tersebut dapat dilalui oleh kendaraan (berat) dalam segala cuaca. Lapisan perkerasan berfungsi mendistribusikan beban lalu lintas yang diterima ke lapisan yang berada di bawahnya hingga tanah dasar.

### **5.4.1. Umur Rencana**

Umur Rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Dalam perencanaan jalan jalur lintas selatan STA 5+000 – STA 10+347 dihitung untuk jangka waktu 10 tahun.

### **5.4.2. Lalu Lintas**

Untuk merencanakan jalan maka diperlukan data mengenai lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Lalu lintas yang melalui jalan harus diperkirakan jumlahnya pada saat umur rencana. Hal ini bertujuan agar jalan yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan kelas fungsinya selama umur jalan yang direncanakan. Data LHR awal umur rencana yaitu tahun 2013 tercatat pada tabel 5.9.

**Tabel 5.9.** LHR tahun 2013

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2013 Kendaraan/hari
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	590
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	2163
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	1573
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	972
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	425
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	425
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	182
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	58

Pada perhitungan tebal perkerasan dibutuhkan pula LHR untuk tahun akhir umur rencana yaitu 2023. Oleh karena itu dihitung juga LHR tahun 2023 menggunakan persentase pertumbuhan yang telah ada. Berikut hasil perhitungan LHR tahun 2023 tercatat dalam tabel 5.10.

**Tabel 5.10.** LHR tahun 2023

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2023 Kendaraan/hari
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	1160
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	4255
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	3094
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	1584
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	693
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	693
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	297
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	87

### 5.4.3. Angka ekivalen

Angka ekivalen dihitung sesuai dengan tabel 2.10 pada bab tinjauan pustaka. Berikut proses perhitungan angka ekivalen tiap jenis kendaraan :

#### 2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

##### Roda depan

$$P = 1 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (1/8.16)^4$$

$$= 0.0002$$

##### Roda Belakang

$$P = 1 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (1/8.16)^4$$

$$= 0.0002$$

$$E \text{ total} = 0.0005$$

#### 3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

##### Roda depan

$$P = 1.5 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (1.5/8.16)^4$$

$$= 0.0011$$

##### Roda Belakang

$$P = 3.5 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (3.5/8.16)^4$$

$$= 0.0338$$

$$E \text{ total} = 0.0350$$

#### 4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

Roda depan

$$P = 1.5 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (1.5/8.16)^4$$

$$= 0.0011$$

Roda Belakang

$$P = 3.5 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (3.5/8.16)^4$$

$$= 0.0338$$

$$E \text{ total} = 0.0350$$

## 5a. Bus Kecil (3+5)

Roda depan

$$P = 3 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (3/8.16)^4$$

$$= 0.0183$$

Roda Belakang

$$P = 5 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (5/8.16)^4$$

$$= 0.1410$$

$$E \text{ total} = 0.1592$$

## 5b. Bus Besar (3+6)

Roda depan

$$P = 3 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (3/8.16)^4$$

$$= 0.0183$$

Roda Belakang

$$P = 6 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (6/8.16)^4$$

$$= 0.2923$$

$$E \text{ total} = 0.3106$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

Roda depan

$$P = 6 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (6/8.16)^4$$

$$= 0.2923$$

Roda Belakang

$$P = 10 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (10/8.16)^4$$

$$= 2.2555$$

$$E \text{ total} = 2.5478$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

Roda depan

$$P = 6 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$= (6/8.16)^4$$

$$= 0.2923$$

Roda tengah

$$P = 10 \text{ ton}$$

$$E = (P/8.16)^4$$

$$\begin{aligned}
 &= (10/8.16)^4 \\
 &= 2.2555 \\
 \text{Roda Belakang} & \\
 P &= 20 \text{ ton} \\
 E &= 0.086 \times (P/8.16)^4 \\
 &= 0.086 \times \\
 &= (20/8.16)^4 \\
 &= 3.1035 \\
 E \text{ total} &= 5.6513
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi angka ekivalen tiap jenis kendaraan tersebut tercatat dalam tabel 5.11.

**Tabel 5.11.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekivalen

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	E TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)	0.0005
3	Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)	0.0350
4	Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)	0.0350
5a	Bus kecil (3+5)	0.1592
5b	Bus besar (3+6)	0.3106
6	Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)	2.5478
7a	Truck berat 3 as (Tandem) (6+3x10)	5.6513

#### 5.4.4. Lintas Ekivalen Permulaan

Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2013. LEP dihitung sesuai dengan persamaan 2.49 yaitu :

$$\{LEP = \sum_{i=1}^n LHR_{awal} \times C \times E\}$$

Koefisien Distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.13

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Berikut proses perhitungan LEP tiap jenis kendaraan :

2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 2163 \times 0,5 \times 0,0005 \\ &= 0.487819 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 1573 \times 0,5 \times 0,0350 \\ &= 27.51741 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 972 \times 0,5 \times 0,0350 \\ &= 17.01133 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

5a. Bus Kecil (3+5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 425 \times 0,5 \times 0,1592 \\ &= 33.87188 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

5b. Bus Besar (3+6)

$$LEP = LHR \times C \times E$$

$$= 425 \times 0,5 \times 0,3106$$

$$= 66.06456 \text{ kend}$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

$$\text{LEP} = \text{LHR} \times C \times E$$

$$= 182 \times 0,5 \times 2,5478$$

$$= 232.2643 \text{ kend}$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

$$\text{LEP} = \text{LHR} \times C \times E$$

$$= 58 \times 0,5 \times 5.65$$

$$= 165.2816 \text{ kend}$$

Hasil perhitungan LEP masing-masing kendaraan tersebut kemudian ditotal dan di dapat LEP TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEP tercatat dalam tabel 5.12.

**Tabel 5.12.** Rekapitulasi hasil perhitungan LEP.

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	LEP	LEP TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon	0.49	542.50
3	Oplet, pick up oplet, combi	27.52	
4	Pick up, mikro truck, mobil box	17.01	
5a	Bus kecil	33.87	
5b	Bus besar	66.06	
6	Truck sedang, Truck berat 2 as	232.26	
7a	Truck berat 3 as (Tandem)	165.28	

#### 5.4.5. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Lintas ekuivalen permulaan (LEA) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2013. LEA dihitung sesuai dengan persamaan 2.50 yaitu :



$$\{LEA = \sum_{i=1}^n LHR_{akhir} \times C \times E\}$$

Koefisien Distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.13

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Berikut proses perhitungan LEA tiap jenis kendaraan :

2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

$$\begin{aligned} LEA &= LHR \times C \times E \\ &= 4255 \times 0,5 \times 0,0005 \\ &= 0.959613 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEA &= LHR \times C \times E \\ &= 3094 \times 0,5 \times 0,0350 \\ &= 54.13091 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEA &= LHR \times C \times E \\ &= 1584 \times 0,5 \times 0,0350 \\ &= 27.70967 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

5a. Bus Kecil (3+5)

$$\begin{aligned} LEA &= LHR \times C \times E \\ &= 693 \times 0,5 \times 0,1592 \\ &= 55.17372 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

5b. Bus Besar (3+6)

$$\begin{aligned} LEA &= LHR \times C \times E \\ &= 693 \times 0,5 \times 0,3106 \\ &= 107.6122 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

$$\begin{aligned}
 \text{LEA} &= \text{LHR} \times \text{C} \times \text{E} \\
 &= 297 \times 0,5 \times 2,5478 \\
 &= 378.3341 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

$$\begin{aligned}
 \text{LEA} &= \text{LHR} \times \text{C} \times \text{E} \\
 &= 87 \times 0,5 \times 5.65 \\
 &= 244.6571 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan LEA masing-masing kendaraan tersebut kemudian ditotal dan di dapat LEA TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEA tercatat dalam tabel 5.13.

**Tabel 5.13.** Rekapitulasi hasil perhitungan LEA.

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	LEA	LEA TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon	0.96	
3	Oplet, pick up oplet, combi	54.13	
4	Pick up, mikro truck, mobil box	27.71	
5a	Bus kecil	55.17	868.58
5b	Bus besar	107.61	
6	Truck sedang, Truck berat 2 as	378.33	
7a	Truck berat 3 as (Tandem)	244.66	

#### 5.4.6. Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

Lintas ekvivalen tengah (LET dihitung sesuai dengan persamaan 2.51 pada tinjauan pustaka, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{LET} &= \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2} \\
 \text{LET} &= \frac{542,5 + 868,58}{2} = 705,54
 \end{aligned}$$

#### 5.4.7. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas ekuivalen rencana (LER) dihitung sesuai dengan persamaan 2.52 pada tinjauan pustaka, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \longrightarrow \text{FP} = \frac{\text{UR}}{10} \\ \text{FP} &= \frac{10}{10} = 1,0 \\ \text{LER} &= 705.54 \times 1,0 = 705.54 \end{aligned}$$

#### 5.4.8. Faktor Regional (FR)

Prosentase kendaraan berat untuk :

$$\begin{aligned} \text{➤ LHR 2013} &= \frac{\text{jml.kend berat}}{\text{jml.kend total}} \times 100\% \\ &= \frac{241}{6390} \times 100\% = 3.77\% \\ &= 3,23\% \leq 30\% \\ \text{➤ LHR 2023} &= \frac{\text{jml.kend berat}}{\text{jml.kend total}} \times 100\% \\ &= \frac{384}{11863} \times 100\% = 3.23\% \\ &= 3,23\% \leq 30\% \end{aligned}$$

Kelandaian < 6%

Iklim curah hujan rata-rata tahunan < 900 mm/th

Sesuai dengan tabel 2.16 pada tinjauan pustaka didapat nilai FR = 0.5

#### 5.4.9. Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai pada jalan jalur lintas selatan ini adalah LASTON MS 744. Sesuai tabel 2.15 pada tinjauan pustaka didapat nilai IPo 3,9-3,5.

#### 5.4.10. Penentuan IPT

Jalan jalur lintas selatan adalah jalan arteri dengan LER = 705.54 (100-1000). Sesuai tabel 2.14 didapat nilai IPT = 2,5.

### Rencana Perkerasan Lentur

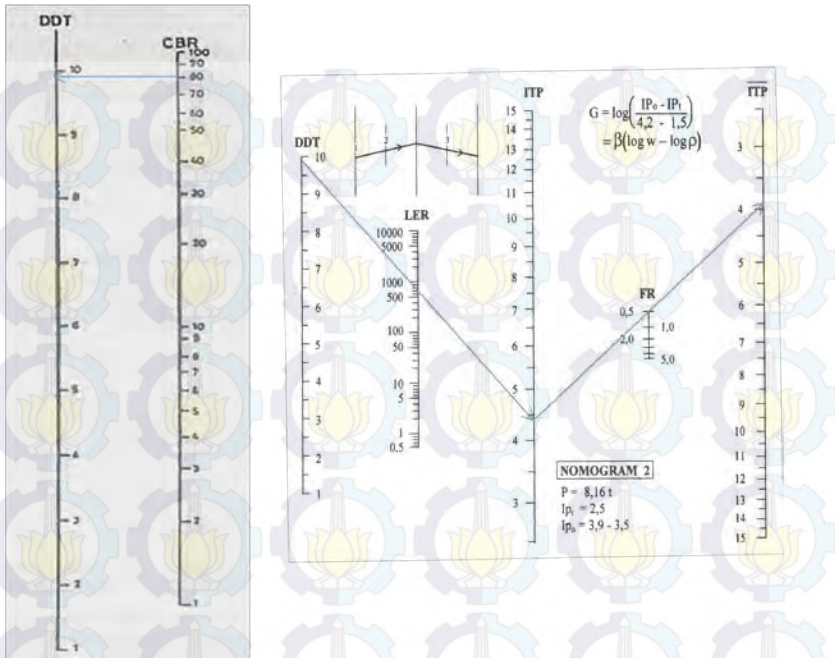
Rencana perkerasan lentur terbagi menjadi rencana jenis surface course, base course, dan subbase course. Rencana tersebut terlihat pada gambar 5.1.

SURFACE COURSE LASTON MS 744	0.4	D1
BASE COURSE BATU PECAH KELAS B CBR 80%	0.13	D2
SUBBASE COURSE SIRTU KELAS C CBR 30%	0.11	D3
SUBGRADE CBR 6%		

**Gambar 5.3.** Rencana Perkerasan Lentur

### Perhitungan Tebal D1 (Surface Course)

Perhitungan D1 menggunakan Laston MS 744 dengan koefisien 0.4. Perhitungan ketebalan D1 didasarkan pada CBR Base course yaitu 80%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 80% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 9.9. Untuk perhitungan ketebalan D1 digunakan juga nomogram 2 dengan dasar IPo 3,9-3,5 dan IPt = 2,5.

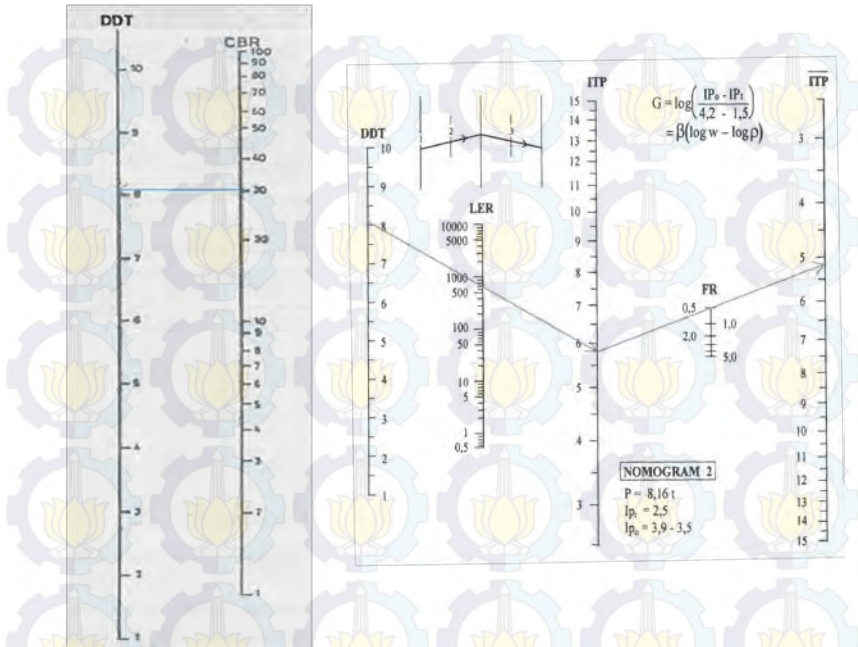


Gambar 5.4. Perhitungan ITP untuk Surface course

$$\begin{aligned}
 \text{ITP} &= a_1 \times D_1 \\
 3.9 &= 0.4 \times D_1 \\
 D_1 &= 9.75 \text{ cm} \\
 &\text{dipakai } 10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal D2 (Base Course)

Perhitungan D2 menggunakan batu pecah CBR 80% dengan koefisien 0.13. Perhitungan ketebalan D2 didasarkan pada CBR subbase course yaitu 30%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 30% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 8.1. Untuk perhitungan ketebalan D1 digunakan juga nomogram 2 dengan dasar IPo 3,9-3,5 dan IPt = 2,5.



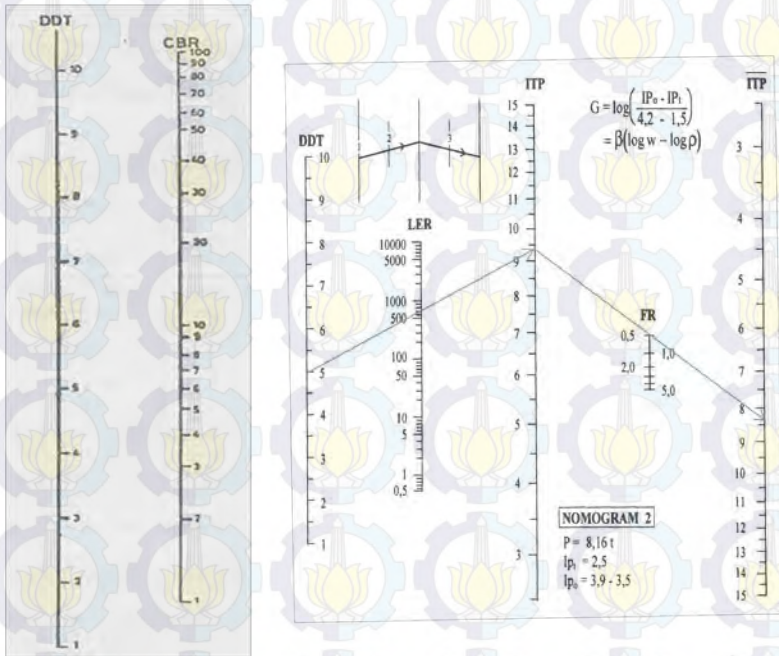
Gambar 5.5. Perhitungan ITP untuk base course

$$\begin{aligned}
 ITP &= a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \\
 5.2 &= 0.4 \times 10 + 0.13 \times D_2 \\
 D_2 &= 9.230769 \text{ cm} \\
 \text{dipakai} &= 20 \text{ cm minimum}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal D3 (Subbase Course)

Perhitungan D3 menggunakan sirtu CBR 30% dengan koefisien 0.11. Perhitungan ketebalan D1 didasarkan pada CBR subgrade yaitu 6%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 6% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 5. Untuk

perhitungan ketebalan D1 digunakan juga nomogram 2 dengan dasar  $I_{Po}$  3,9-3,5 dan  $I_{Pt} = 2,5$ .



Gambar 5.6. Perhitungan ITP untuk Subbase course

$$\begin{aligned}
 ITP &= a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3 \\
 8,4 &= 0,4 \times 10 + 0,13 \times 20 + 0,11 \times D_3 \\
 D_3 &= 16,4 \text{ cm} \\
 \text{dipakai} &= 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Tebal perkerasan untuk jalan jalur lintas selatan ini terlihat pada gambar 5.4.

SURFACE COURSE LASTON MS 744	10
BASE COURSE BATU PECAH KELAS B CBR 80%	20
SUBBASE COURSE SIRTU KELAS C CBR 30%	20
SUBGRADE CBR 6%	

**Gambar 5.7.** Susunan Perkerasan Lentur

### 5.5. PERENCANAAN DRAINASE

Penentuan arah aliran pada saluran tersebut sesuai dengan kelandaian jalan yang ada, serta titik penentuan pada saluran pembuangan. Pada perencanaan saluran tepi ini menggunakan tipe segi empat yang terbuat dari pasangan batu dengan penyelesaian.

Dengan data aktual :

Perkerasan

Aspal

$$v = 3 \text{ m/dt}$$

$$nd = 0,013$$

$$c1 = 0,70$$

Bahu jalan

tanah berbutir kasar

$$v = 1,2 \text{ m/dt}$$

$$nd = 0,2$$

$$c2 = 0,2$$



Tepi luar saluran

$$\begin{aligned} \text{Perbukitan} \quad v &= 1.2 \\ &nd &= 0.8 \\ &c3 &= 0.7 \end{aligned}$$

Saluran dari pasangan batu dengan penyelesaian

$$\text{Kecepatan aliran (V)} = 1,80$$

$$\text{Harga n (baik)} = 0,020$$

Direncanakan menggunakan saluran tepi tipe persegi, dengan rincian dibawah ini :

Dimisalkan :

$$Fd = b \times d$$

$$b = 2d$$

$$Fd = \frac{Q}{v}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

Keterangan :

$$b = \text{lebar saluran (m)}$$

$$d = \text{dalam saluran tergenang air (m)}$$

$$Fd = \text{luas penampang basah}$$

$$R = \text{jari-jari hidrolis (m)}$$

### 5.5.1 Perhitungan menentukan arah aliran

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuangan. Rinciannya adalah sebagai berikut pda tabel 5.14:

**Tabel 5.14.** Penentuan arah aliran

No.	Saluran	Panjang	Elv.1	Elv.2	i lapangan (%)	arah aliran
1	5+000 - 5+600	600	39.15	5.65	5.58	barat daya
2	5+600 - 5+900	300	39.35	15.15	8.07	timur laut
3	5+900 - 6+150	250	26.75	15.15	4.64	barat daya
4	6+150 - 6+400	250	26.75	14.95	4.72	timur laut
5	6+400 - 6+700	300	33.65	14.95	6.23	selatan
6	6+700 - 7+350	650	33.45	10.35	3.55	barat
7	7+350 - 7+650	300	22.95	10.55	4.13	tenggara
8	7+650 - 7+869	219.2	22.95	10.75	5.57	utara
9	7+869 - 8+000	130.8	10.75	4.65	4.66	utara
10	8+000 - 8+600	600	15.65	4.35	1.88	selatan
11	8+600 - 9+000	400	15.65	11.15	1.13	utara
12	9+000 - 9+046	45.6	13.75	11.65	4.61	selatan
13	9+046 - 9+350	304.4	34.15	13.55	6.77	selatan
14	9+350 - 9+726	376	34.05	22.45	3.09	utara
15	9+726 - 9+880	154	22.55	17.35	3.38	utara
16	9+880 - 10+000	120	17.35	15.35	1.67	utara
17	10+000 - 10+347	347	34.85	15.35	5.62	selatan

### 5.5.2. Perhitungan Saluran

#### SALURAN TEPI

Pada STA 5+000 - 5+600

#### ◆ Perhitungan debit

##### ▪ Penentuan waktu konsentrasi (Tc)

Penentuan inlet time ( $t_1$ )

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ perkerasan} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 5,50 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 1,461 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,0 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 1,463 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ perbukitan} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 50,0 \times \frac{0,8}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 2,413 \text{ menit}$$

$$\sum t_1 = 5,338 \text{ menit}$$

### Penentuan waktu flow time ( $t_2$ )

$$T_2 = \frac{L}{60 \times V}$$

$$T_2 = \frac{60 \times 1,8}{600}$$

$$= 5.555 \text{ menit}$$

### Total waktu konsentrasi ( $T_c$ )

$$T_c = \sum t_1 + t_2$$

$$= 5.338 + 5.555$$

$$= 10.894 \text{ menit}$$

#### ▪ Penentuan nilai intensitas hujan (I)

Nilai intensitas hujan (I) ditentukan dengan cara memplotkan harga  $T_c$  pada waktu konsentrasi di kurva basis. Sehingga diperoleh :

$$I = 173 \text{ mm/jam}$$

#### ▪ Penentuan nilai koefisien aliran (C)

Menentukan luas daerah pengairan (A)

$$\text{Jalan aspal (A}_1) = 3,5 \times 600 = 2100 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu jalan (A}_2) = 2,0 \times 600 = 1200 \text{ m}^2$$

$$\text{Pebukitan (A}_3) = 50,0 \times 600 = 30000 \text{ m}^2$$

Koefisien C

$$\text{Jalan aspal (C}_1) = 0,70$$

$$\text{Bahu jalan (C}_2) = 0,20$$

$$\text{Bahu jalan (C}_2) = 0,70$$

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3)}{\sum A}$$

$$C = \frac{(0,7 \times 2100) + (0,20 \times 1200) + (0,7 \times 30000)}{33300}$$

$$= 0,68$$

#### ▪ Penentuan debit aliran (Q)

$$A = 33300 \text{ m}^2 = 0,0333 \text{ km}^2$$

$$C = 0,68$$

$$I = 1730 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,68 \times 173 \times 0,00333$$

$$= 1,09 \text{ m}^3/\text{detik}$$

◆ Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah persegi

$$b = 2d$$

$$Fd = b \times d$$

$$Fd = 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$O = b + 2d$$

$$= 2d + 2d$$

$$= 4d$$

$$R = Fd/O$$

$$= 2d/4d$$

$$= 1/2d$$

$$Q = V \times Fd$$

$$= (1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}) \times (2d^2)$$

$$= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times i^{1/2} \times (2d^2)$$

$$= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times d^{8/3} \times 2i^{1/2}$$

$$d^{8/3} = Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2})$$

$$d = (Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}))^{3/8}$$

$$d = (1,09/(1/0,02 \times 1/2^{2/3} \times 2 \times 0,0558^{1/2}))^{3/8}$$

$$d = 0,37536 \text{ m}$$

$$b = 0,75072 \text{ m}$$

$$w = 0,5^{1/2} \times 0,37536$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

◆ Perhitungan kemiringan saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$i = \left( \frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$R = d / 2$$

$$= 0,37 / 2$$

$$= 0,185$$

$$i = \left( \frac{1,8 \times 0,02}{0,185^{2/3}} \right)^2$$

$$= 0,0121\%$$

$$i \text{ lapangan} = 5.58\%$$

$$i \text{ perhitungan} = 1.21\%$$

Karena  $i \text{ lapangan} \geq i \text{ perhitungan}$ , maka diperlukan pematah arus tiap 16m.

Untuk perhitungan saluran tepi selanjutnya digunakan program bantu excel untuk menghitung dimensi saluran tepi yang akan digunakan. Rekapitulasi dimensi saluran tiap segmen tercatat dalam tabel 5.15.

**Tabel 5.15.** Rekapitulasi Dimensi Saluran

No.	Saluran	Panjang	Q (m <sup>3</sup> /dt)	v (m/dt)	h (m)	b (m)	Pematah Arus (m)
1	5+000 - 5+600	600	1.09	3.872846	0.70	0.8	16
2	5+600 - 5+900	300	0.55	3.738505	0.70	0.8	8
3	5+900 - 6+150	250	0.45	2.90293	0.70	0.8	16
4	6+150 - 6+400	250	0.45	2.921599	0.70	0.8	16
5	6+400 - 6+700	300	0.55	0.200485	0.70	0.8	10
6	6+700 - 7+350	650	1.18	3.335398	0.70	0.8	16
7	7+350 - 7+650	300	0.55	2.909379	0.70	0.8	16
8	7+650 - 7+869	219.2	0.40	3.007373	0.70	0.8	16
9	7+869 - 8+000	130.8	0.24	2.473604	0.70	0.8	16
10	8+000 - 8+600	600	1.09	2.576576	0.80	0.9	16
11	8+600 - 9+000	400	0.73	1.919131	0.70	0.9	16
12	9+000 - 9+046	45.6	0.08	1.891773	0.70	0.8	16
13	9+046 - 9+350	304.4	0.55	3.512991	0.70	0.8	10
14	9+350 - 9+726	376	0.68	2.76	0.70	0.8	16
15	9+726 - 9+880	154	0.28	2.282804	0.70	0.8	16
16	9+880 - 10+000	120	0.22	1.8	0.70	0.8	-
17	10+000 - 10+347	347	0.63	1.8	0.70	0.8	16

### Saluran Melintang

Q total = 1.09 m<sup>3</sup>/dtk

#### 1. Penentuan Kemiringan Saluran

$$\begin{aligned}
 L &= 15 \text{ m} \\
 t_0 &= 6 \text{ m} \\
 t_1 &= 5.8 \text{ m} \\
 i &= (t_0 - t_1)/L \times 100\% \\
 &= (6 - 5.8)/15 \times 100\% \\
 &= 1.33\%
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah persegi

$$b = 2d$$

$$\begin{aligned}
 Fd &= b \times d \\
 Fd &= 2d \times d \\
 &= 2d^2 \\
 O &= b + 2d \\
 &= 2d + 2d \\
 &= 4d \\
 R &= Fd/O \\
 &= 2d/4d \\
 &= 1/2d \\
 Q &= V \times Fd \\
 &= (1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}) \times (2d^2) \\
 &= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times i^{1/2} \times (2d^2) \\
 &= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times d^{8/3} \times 2i^{1/2} \\
 d^{8/3} &= Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}) \\
 d &= (Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}))^{3/8} \\
 d &= (1.09/(1/0.02 \times 1/2^{2/3} \times 2 \times 1.33^2))^{3/8} \\
 d &= 0.4514\text{m} \\
 b &= 0.9031\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w &= 0.5^{1/2} \times 0.4514 \\
 &= 0.319309\text{m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan saluran melintang selanjutnya digunakan program bantu excel untuk menghitung dimensi saluran tepi yang akan digunakan. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan saluran melintang :

#### STA 5+000

h	=	0.8	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.6	M
luas	=	0.69	M <sup>2</sup>
volume	=	10.35	M <sup>3</sup>

#### STA 5+900

h	=	0.7	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.4	M
luas	=	0.66	M2
volume	=	9.9	M3
<b>STA 6+400</b>			
h	=	0.7	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.4	M
luas	=	0.66	M2
volume	=	9.9	M3
<b>STA 7+350</b>			
h	=	0.9	M
b	=	1.1	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	5.2	M
luas	=	0.78	M2
volume	=	11.7	M3
<b>STA 8+000</b>			
h	=	0.8	M
b	=	1	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.8	M
luas	=	0.72	M2



volume	=	10.8	M3
<b>STA 9+000</b>			
h	=	0.7	M
b	=	0.8	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.2	M
luas	=	0.63	M2
volume	=	9.45	M3
<b>STA 10+000</b>			
h	=	0.7	M
b	=	0.8	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.2	M
luas	=	0.63	M2
volume	=	9.45	M3
<b>TOTAL</b>	<b>=</b>	<b>71.55</b>	<b>M3</b>

## 5.6. RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pada perencanaan jalan jalur lintas ini direncanakan juga anggaran biaya yang akan dibutuhkan untuk proses pelaksanaan jalan ini. Adapun sebelum perhitungan biaya terlebih dahulu harus melakukan penghitungan volume tiap item pekerjaan. Berikut perhitungan volume tiap item pekerjaan :

### 5.6.1. Volume Pekerjaan

#### 1. Pekerjaan tanah

##### 1.1 Pembersihan dan pembongkaran (m<sup>2</sup>)

- Lebar jalan : 3,5 m x 2 = 7 m
- Lebar bahu : 2 m x 2 = 4 m
- Lebar saluran : 1 m x 2 = 1 m

Total : 13 m

▪ Volume keseluruhan :  $5347 \times 13\text{m} = 69.511 \text{ m}^2$

1.2 Galian tanah ( $\text{m}^3$ )

▪ Volume :  $735719,7 \text{ m}^3$

1.3 Urugan biasa ( $\text{m}^3$ )

▪ Volume :  $414439,3 \text{ m}^3$

2. Pekerjaan perkerasan berbutir

2.1 Lapisan pondasi agregat kelas B bahu ( $\text{m}^3$ )

▪ Lebar bahu :  $2 \text{ m} \times 2 = 4 \text{ m}$

▪ Tebal perkerasan :  $25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$

▪ Volume :  $5347\text{m} \times 4\text{m} \times 0,25 \text{ m} = 5347 \text{ m}^3$

2.2 Lapisan pondasi agregat kelas B ( $\text{m}^3$ )

▪ Lebar jalur :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$

▪ Tebal perkerasan :  $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$

▪ Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 0,20 \text{ m} = 7485,8 \text{ m}^3$

2.3 Lapisan pondasi agregat kelas A ( $\text{m}^3$ )

▪ Lebar jalan :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$

▪ Tebal perkerasan :  $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$

▪ Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 0,20\text{m} = 7485,8 \text{ m}^3$

3. Pekerjaan perkerasan aspal

3.1 Lapis resap pengikat (prime coat) (liter)

▪ Lebar jalan :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$

▪ Kebutuhan  $1 \text{ m}^2$  prime coat : 1,75 liter

(sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)

▪ Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 1,75 = 65500,75 \text{ liter}$

3.2 AC-BC( $\text{m}^3$ )

▪ Lebar jalan :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$

▪ Tebal perkerasan :  $6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$

▪ Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 0,06 \text{ m} = 2245,74 \text{ m}^3$

3.3 Lapis Perekat (liter)

▪ Lebar jalan :  $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$

▪ Kebutuhan  $1\text{m}^2$  tack coat ; 0,75 liter

(sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)

- Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 0.75\text{ m} = 28071.75\text{ m}^3$

### 3.4 AC-WC ( $\text{m}^2$ )

- Lebar jalan :  $3,5\text{ m} \times 2 = 7\text{ m}$
- Tebal perkerasan :  $4\text{ cm} = 0.04\text{ m}$
- Volume :  $5347\text{m} \times 7\text{m} \times 0,04\text{ m} = 1497.16\text{ m}^3$

## 4. Pekerjaan Drainase

### 4.1 Saluran tepi

- Jumlah saluran : 2
- Volume :  $5178.56\text{m}^3 \times 2 = 10357.1\text{ m}^3$

### 4.2 Box Culvert

#### STA 5+000

h	=	0.8	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.6	M
luas	=	0.69	M <sup>2</sup>
volume	=	10.35	M <sup>3</sup>

#### STA 5+900

h	=	0.7	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.4	M
luas	=	0.66	M <sup>2</sup>
volume	=	9.9	M <sup>3</sup>

#### STA 6+400

h	=	0.7	M
b	=	0.9	M
tebal	=	0.15	M

panjang	=	15	M
keliling	=	4.4	M
luas	=	0.66	M2
volume	=	9.9	M3

**STA 7+350**

h	=	0.9	M
b	=	1.1	M
tebal	=	0.15	M

panjang	=	15	M
keliling	=	5.2	M
luas	=	0.78	M2
volume	=	11.7	M3

**STA 8+000**

h	=	0.8	M
b	=	1	M
tebal	=	0.15	M

panjang	=	15	M
keliling	=	4.8	M
luas	=	0.72	M2
volume	=	10.8	M3

**STA 9+000**

h	=	0.7	M
b	=	0.8	M
tebal	=	0.15	M

panjang	=	15	M
keliling	=	4.2	M
luas	=	0.63	M2
volume	=	9.45	M3

**STA 10+000**

h	=	0.7	M
---	---	-----	---

b	=	0.8	M
tebal	=	0.15	M
panjang	=	15	M
keliling	=	4.2	M
luas	=	0.63	M <sup>2</sup>
volume	=	9.45	M <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	=	<b>71.55</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

#### 4.3 Plesteran halus

- Panjang plesteran : 6.5 m
- Jumlah saluran : 2
- Panjang saluran : 5347 m
- Volume :  $5347 \text{ m} \times 6.5 \text{ m} \times 2 = 69.511 \text{ m}^2$

### 5. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor

#### 5.1 Marka jalan (m<sup>2</sup>)

##### a. Marka tengah

- Asumsi 1 km = 16,2m<sup>2</sup>
- Marka :  $5.347 \times 16,2 \text{ m}^2 = 86,62 \text{ m}^2$

##### b. Marka tepi

- Volume :  $5347 \text{ m} \times 0,12 \times 2 = 1283.28 \text{ m}^2$

#### 5.2 Patok hektometer (buah)

- Patok Hektometer (tiap 100m) = 39 buah

#### 5.3 Patok kilometer (buah)

- Patok kilometer (tiap 1000m) = 6 buah

#### 5.6.2. Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah harga satuan wilayah Tulungagung. Adapun harga satuan upah dan bahan tercatat dalam tabel 5.16 dan 5.17.

**Tabel 5.16.** Harga Satuan Upah

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN (HRG SATHARI) (Rp.)
1.	Pekerja	(L01)	Jam	4,840	33,880
2.	Tukang	(L02)	Jam	6,914	48,398
3.	M a n d o r	(L03)	Jam	8,211	57,477
4.	Operator	(L04)	Jam	7,500	52,500
5.	Pembantu Operator	(L05)	Jam	6,050	57,477
6.	Sopir / Driver	(L06)	Jam	6,914	48,398
7.	Pembantu Sopir / Driver	(L07)	Jam	6,050	42,350
8.	Mekanik	(L08)	Jam	7,500	52,500
9.	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	6,914	48,398
10.	Kepala Tukang	(L10)	Jam	8,211	57,477

Tabel 5.17. Harga Satuan Bahan

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	70,000	Base Camp
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	84,498	Base Camp
5	Batu Kali	M02	M3	80,000	Lokasi Pekerjaan
6	Agregat Kasar	M03	M3	100,000	Base Camp
7	Agregat Halus	M04	M3	125,000	Base Camp
8	Filler	M05	Kg	1,000	Proses/Base Camp
9	Batu Belah / Kerakal	M06	M3	80,000	Lokasi Pekerjaan
10	Gravel	M07	M3	146,867	Base Camp
11	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3		SITE
12	Bahan Pilihan	M09	M3	46,000	SITE
13	Aspal	M10	KG	6,845	Base Camp
14	Kerosen / Minyak Tanah	M11	LITER	2,750	Base Camp
15	Semen / PC (50kg)	M12	Zak	50,000	Base Camp
16	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1,000	Base Camp
17	Besi Beton	M13	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
18	Kawat Beton	M14	Kg	10,000	Lokasi Pekerjaan
19	Kawat Bronjong	M15	Kg	8,000	Lokasi Pekerjaan
20	Sirtu	M16	M3	47,000	Lokasi Pekerjaan
21	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	27,500	Lokasi Pekerjaan
22	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	32,000	Lokasi Pekerjaan
23	Paku	M18	Kg	16,000	Lokasi Pekerjaan
24	Kayu Perancah	M19	M3	1,200,000	Lokasi Pekerjaan
25	Bensin	M20	LITER	5,500	BC/Site
26	Solar	M21	LITER	6,627	BC/Site
27	Minyak Pelumas / Oile	M22	LITER	35,000	BC/Site
28	Plastik Filter	M23	M2	16,000	Lokasi Pekerjaan
29	Pipa Galvanis Dia. 1.6"	M24	Batang	150,000	Lokasi Pekerjaan
30	Pipa Porus	M25	M'	40,000	Lokasi Pekerjaan
31	Bahan Agr. Base Kelas A	M26	M3	90,000	Base Camp
32	Bahan Agr. Base Kelas B	M27	M3	80,000	Base Camp
33	Bahan Agr. Base Kelas C	M28	M3	75,000	Base Camp
34	Bahan Agr. Base Kelas C2	M29	M3	70,000	Tidak tersedia
35	Geotextile	M30	M2	13,500	Lokasi Pekerjaan
36	Aspal Emulsi	M31	Kg	5,545	Base Camp
37	Gebalan Rumpit	M32	M2	2,800	Lokasi Pekerjaan
38	Thinner	M33	LITER	20,000	Lokasi Pekerjaan
39	Glass Bead	M34	Kg	39,000	Lokasi Pekerjaan
40	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	BH	350,000	Lokasi Pekerjaan

Lanjutan tabel 5.17.

41	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	BH	200,000	Lokasi Pekerjaan
42	Rel Pengaman	M36	M	250,000	Lokasi Pekerjaan
43	Beton K-250	M37	M3		Lokasi Pekerjaan
44	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
45	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
46	Kapur	M40	M3	132,000	Hasil Proses
47	Chipping	M41	M3	145,000	Base Camp
48	Chipping (kg)	M41kg	Kg	99	Base Camp
49	Cat	M42	Kg	39,000	Base Camp
50	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	Bh.	8,800	Base Camp
51	Pasir Urug	M44	M3	84,000	Base Camp
52	Arbocell	M45	Kg.	32,189	Base Camp
53	Baja Bergelombang	M46	Kg	12,500	Lokasi Pekerjaan
54	Beton K-125	M47	M3	600,843	Lokasi Pekerjaan
55	Baja Struktur	M48	Kg	17,000	Pelabuhan terdekat
56	Tiang Pancang Baja	M49	M		Lokasi Pekerjaan
57	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	M3		Pelabuhan terdekat
58	Kawat Las	M51	Dos		Lokasi Pekerjaan
59	Pipa Baja	M52	Kg		Pelabuhan terdekat
60	Minyak Fluks	M53	Liter		Base Camp
61	Bunker Oil	M54	Liter		Base Camp
62	Asbuton Halus	M55	Ton		Base Camp
63	Baja Prategang	M56	Kg		Base Camp
64	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
65	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
66	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
67	PCI Girder L=17m	M58a	Buah	85,508,182	Pelabuhan terdekat
68	PCI Girder L=21m	M58b	Buah	97,573,182	Pelabuhan terdekat
69	PCI Girder L=28m	M58c	Buah	124,732,727	Pelabuhan terdekat
70	PCI Girder L=32m	M58d	Buah	157,927,727	Pelabuhan terdekat
71	PCI Girder L=38m	M58e	Buah	168,992,727	Pelabuhan terdekat
72	PCI Girder L=41m	M58f	Buah	193,134,545	Pelabuhan terdekat
73	Beton K-300	M59	M3	1,405,207	Lokasi Pekerjaan
74	Beton K-175	M60	M3	625,989	Lokasi Pekerjaan
75	Cerucuk	M61	M	9,429	
76	Elastomer	M62	buah	301,773	
77	Bahan pengawet: kreosol	M63	liter	5,030	
78	Mata Kucing	M64	buah	75,443	
79	Anchorage	M65	buah	482,836	



Lanjutan tabel 5.17.

80	Anti stropping agent	M86	liter	45,266	
81	Bahan Modifikasi	M87	Kg	1,006	
82	Beton K-500	M88	M3		
83	Beton K-400	M89	M3		
84	Ducting (Kabel prestress)	M70	M'	150,888	
85	Ducting (Strand prestress)	M71	M'	50,295	
86	Beton K-350	M72	M3		
87	Multipleks 12 mm	M73	Lbr	182,573	
88	Elastomer jenis 1	M74a	buah	387,778	Base Camp
89	Elastomer jenis 2	M74b	buah	653,841	Base Camp
90	Elastomer jenis 3	M74c	buah	842,952	Base Camp
91	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	M	1,005,909	Base Camp
92	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	M	1,207,091	Base Camp
93	Expansion Join Baja Siku	M75f	M	276,625	Base Camp
94	Marmor	M76	Buah	402,964	Base Camp
95	Kerb Type A	M77	Buah	45,266	Base Camp
96	Paving Block	M78	Buah	60,355	Lokasi Pekerjaan
97	Mini Timber Pile	M79	Buah	27,160	Lokasi Pekerjaan
98	Expansion Joint Tipe Torma	M80	M1	1,207,091	Lokasi Pekerjaan
99	Strip Bearing	M81	Buah	230,856	Lokasi Pekerjaan
100	Joint Socket Pile 35x35	M82	Set	611,090	Lokasi Pekerjaan
101	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	Set	67,899	Lokasi Pekerjaan
102	Mikro Pile 16x16x16	M84	M1	61,109	Lokasi Pekerjaan
103	Matras Concrete	M85	Buah	407,393	Lokasi Pekerjaan
104	Assetilline	M86	Botol	230,856	Lokasi Pekerjaan
105	Oxygen	M87	Botol	115,428	Lokasi Pekerjaan
106	Batu Bara	M88	Kg	604	Lokasi Pekerjaan
107	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	M	20,118	
108	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	M	15,089	
109	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	M3	150,835	Base Camp
110	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	M3	135,798	Base Camp
111	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	M3	130,768	Base Camp
112	Joint Sealent	M94	Kg	34,302	
113	Cat Anti Karat	M95	Kg	45,266	
114	Expansion Cap	M96	M2	6,088	
115	Polytane 125 mikron	M97	Kg	19,364	
116	Curing Compound	M98	Ltr	38,728	
117	Kayu Acuan	M99	M3	1,106,500	
118	Additive	M67a	Ltr	38,728	
119	Casing	M100	M2	9,063	

### 5.6.3. Harga Satuan Pokok Pekerjaan

#### 1. Pekerjaan tanah

**Tabel 5.18.** HSPK Pekerjaan Tanah

Pembersihan (m2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.07	Jam	4,840	338.8
2	Mandor	0.014	Jam	8,211	114.954
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Bulldozer	0.005	Jam	350834	1754.17
2	Wheel Loader	0.0033	Jam	342582	1130.5206
3	Dump Truck 6 ton	0.0118	Jam	151646	1789.4228
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				6127.8674
	Overhead Profit (10%)				612.78674
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				6740.65414

Galian Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.076	Jam	4,840	367.84
2	Mandor	0.0253	Jam	8,211	207.7383
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Excavator	0.0253	Jam	297651	7530.5703
3	Dump Truck 6 ton	0.1301	Jam	151646	19729.1446
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				28259.7149
	Overhead Profit (10%)				2825.97149
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				31085.68639

Timbunan Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0466	Jam	4,840	225.544
2	Mandor	0.0117	Jam	8,211	96.0687
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Motor Grader	0.0012	Jam	341153	409.3836
3	Vibro Roller	0.013	Jam	239112	3108.456
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				4517.8396
	Overhead Profit (10%)				451.78396
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				4969.62356

## 2. Pekerjaan Berbutir

**Tabel 5.19. HSPK Pekerjaan Berbutir**

Agregat Kelas B Bahu Jalan (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0874	Jam	4,840	423.016
2	Mandor	0.0125	Jam	8,211	102.6375
b	Bahan				
	Agregat B	1.2586	M3	80000	100688
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0125	Jam	342582	4282.275
2	Dump Truck	0.3145	Jam	151646	47692.667
3	Water Tanker	0.0292	Jam	127044	3709.6848
4	Motor Grader	0.0095	Jam	341153	3240.9535
5	Vibro Roller	0.0056	Jam	239112	1339.0272
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				162478.261
	Overhead Profit (10%)				16247.8261
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				178726.0871

Agregat Kelas B (m <sup>3</sup> )					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0874	Jam	4,840	423.016
2	Mandor	0.0125	Jam	8,211	102.6375
b	Bahan				
	Agregat B	1.2586	M3	75000	94395
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0125	Jam	342582	4282.275
2	Dump Truck	0.3145	Jam	151646	47692.667
3	Water Tanker	0.0292	Jam	127044	3709.6848
4	Motor Grader	0.0095	Jam	341153	3240.9535
5	Vibro Roller	0.0056	Jam	239112	1339.0272
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				156185.261
	Overhead Profit (10%)				15618.5261
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				171803.7871

Agregat Kelas B (m <sup>3</sup> )					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0925	Jam	4,840	447.7
2	Mandor	0.0132	Jam	8,211	108.3852
b	Bahan				
	Agregat A	1.2586	M3	80000	100688
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0132	Jam	342582	4522.0824
2	Dump Truck	0.3156	Jam	151646	47859.4776
3	Water Tanker	0.0141	Jam	127044	1791.3204
4	Motor Grader	0.003	Jam	341153	1023.459
5	Vibro Roller	0.0241	Jam	239112	5762.5992
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				163203.0238
	Overhead Profit (10%)				16320.30238
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				179523.3262

### 3. Pekerjaan Perkerasan Aspal

**Tabel 5.20. HSPK Pekerjaan Perkerasan Aspal**

Lapis Resap Pengikat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0028	Jam	4,840	13.552
2	Mandor	0.0006	Jam	8,211	4.9266
b	Bahan				
	Aspal	0.7251	Kg	6845	4963.3095
	Kerosene	0.396	Liter	2750	1089
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.0003	Jam	274189.8846	82.25696538
2	Compressor	0.0003	Jam	92742	27.8226
	Total (Rp)				6180.867665
	Overhead Profit (10%)				618.0867665
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				6798.954432

AC-BC (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.6522	Jam	4,840	3156.648
2	Mandor	0.0932	Jam	8,211	765.2652
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.9018	M3	135,798	122462.3905
	Agr 0-5	0.633	M3	150,886	95511.06818
	Semen	46.3	Kg	1,000	46300
	Aspal	121.9	Kg	6845	834405.5
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0309	Jam	342582	10585.7838
2	AMP	0.0932	Jam	3722032	346893.3824
3	Genset	0.0932	Jam	332303	30970.6396
4	Dump Truck	0.3727	Jam	151646	56518.4642
5	Asphalt Finisher	0.0255	Jam	199718	5092.809
6	Tandem Roller	0.0651	Jam	167376	10896.1776
7	P. Tire Roller	0.0291	Jam	171201	4981.9491
8	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				1569540.078
	Overhead Profit (10%)				156954.0078
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				1726494.085

Lapis Perekat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0028	Jam	4,840	13.552
2	Mandor	0.0006	Jam	8,211	4.9266
b	Bahan				
	Aspal	0.9064	Kg	6845	6204.308
	Kerosene	0.22	Liter	2750	605
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.0003	Jam	274189.8846	82.25696538
2	Compressor	0.0003	Jam	92742	27.8226
	Total (Rp)				6937.866165
	Overhead Profit (10%)				693.7866165
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				7631.652782

AC-WC tebal = 4 CM (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0373	Jam	4,840	180.532
2	Mandor	0.0037	Jam	8,211	30.3807
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.0307	M3	135,798	4168.990227
	Agr 0-5	0.0298	M3	150,886	4496.413636
	Semen	1.8514	Kg	1,000	1851.4
	Aspal	5.1615	Kg	6845	35330.4675
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0032	Jam	342582	1096.2624
2	AMP	0.0037	Jam	3722032	13771.5184
3	Genset	0.0037	Jam	332303	1229.5211
4	Dump Truck	0.0199	Jam	151646	3017.7554
5	Asphalt Finisher	0.0025	Jam	199718	499.295
6	Tandem Roller	0.0033	Jam	167376	552.3408
7	P. Tire Roller	0.0017	Jam	171201	291.0417
8	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				67515.91886
	Overhead Profit (10%)				6751.591886
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				74267.51075

## 4. Pekerjaan Drainase

Tabel 5.21. HSPK Pekerjaan Drainase

PASANGAN BATU DENGAN MORTAR (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	3.5341	Jam	4,840	17105.044
2	Tukang Batu	0.8835	Jam	6,914	6108.519
3	Mandor	0.4418	Jam	8,211	3627.6198
b	Bahan				
1	Batu Kali	1.08	M3	80,000	86400
2	Semen (PC)	161	Kg	1,000	161000
3	Pasir	0.48	M3	70,000	33600
c	Peralatan				
1	Conc. Mixer	0.0032	Jam	34901	111.6832
2	Alat bantu	1	Ls	1500	1500
	Total (Rp)				309452.866
	Overhead Profit (10%)				30945.2866
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				340398.1526

PLESTERAN HALUS (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.2	OH	33,880	6776
2	Tukang	0.15	OH	48,398	7259.7
3	Kepala Tukang	0.015	OH	57,477	862.155
4	Mandor	0.01	OH	57,477	574.77
b	Bahan				
2	Semen (PC)	0.0495	Kg	1,000	49.5
3	Pasir	0.013	M3	70,000	910
c	Peralatan				
2	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				17432.125
	Overhead Profit (10%)				1743.2125
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				19175.3375

BETON K-250 (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8032	Jam	4,840	3887.488
2	Tukang	0.8032	Jam	6,914	5553.3248
4	Mandor	0	Jam	8,211	0
b	Bahan				
1	Semen (PC)	422.3	Kg	1,000	422300
2	Pasir beton	0.5412	M3	84,496	45729.432
3	Agregat Kasar	0.744	M3	100000	74400
4	Kayu perancah	0.1	M3	1200000	120000
5	Paku	0.8	Kg	16000	12800
c	Peralatan				
1	Con Pan. Mixer	0.1004	Jam	528385.1302	53049.86707
2	Truck Mixer	0.385	Jam	491324.5168	189159.939
3	Water Tank	0.0636	Jam	127044	8079.9984
4	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				935960.0492
	Overhead Profit (10%)				93596.00492
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				1029556.054

## 5. Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi

**Tabel 5.22.** HSPK Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi

MARKA JALAN TERMOPLASTIC (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.6	Jam	4,840	2904
2	Tukang	0.225	Jam	6,914	1555.65
4	Mandor	0.075	Jam	8,211	615.825
b	Bahan				
1	Cat Marka	1.95	Kg	32,000	62400
2	Thinner	1.05	Liter	20,000	21000
3	Glass Bead	0.45	Kg	39000	17550
c	Peralatan				
1	Compressor	0.075	Jam	92742	6955.65
2	Dump Truck	0.075	Jam	151646	11373.45
	Total (Rp)				124354.575
	Overhead Profit (10%)				12435.4575
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				136790.0325



PATOK HEKTOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	Jam	4,840	4315.828
2	Tukang	0.3567	Jam	6,914	2466.2238
4	Mandor	0.1783	Jam	8,211	1464.0213
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.063	M3	600,843	37853.109
2	Baja Tulangan	7.87	Kg	11,000	86570
3	Cat dan material lain	1	Ls	0	0
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	151646	27038.4818
	Total (Rp)				159707.6639
	Overhead Profit (10%)				15970.76639
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				175678.4303

PATOK KILOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	Jam	4,840	4315.828
2	Tukang	0.3567	Jam	6,914	2466.2238
4	Mandor	0.1783	Jam	8,211	1464.0213
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.15	M3	600,843	90126.45
2	Baja Tulangan	18.9	Kg	11,000	207900
3	Cat dan material lain	1	Ls	0	0
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	151646	27038.4818
	Total (Rp)				333311.0049
	Overhead Profit (10%)				33331.10049
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				366642.1054

## 5.6.4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 5.23. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
1.1.	Pembersihan Lahan	M2	69.511.0	6,740.654	468,549,609.926
1.2.	Galian Tanah	M3	735,719.7	31,085.686	22,870,352,688.916
1.3.	Urugan Biasa	M3	414,439.3	4,969.624	2,059,607,264.743
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Berbutir</b>				
2.1.	Lapisan pondasi agregat kelas B bahu	M3	5,347.0	178,726.087	955,648,387.724
2.2.	Lapisan pondasi agregat kelas C	M3	7,485.8	171,803.787	1,286,088,789.473
2.3.	Lapisan pondasi agregat kelas B	M3	7,485.8	179,523.326	1,343,875,715.118
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Aspal</b>				
3.1.	Prime Coat	LTR	65,500.8	6,798.954	445,336,614.506
3.2.	AC-BC	M3	2,245.7	1,726,494.085	3,877,256,827.099
3.3.	Tack Coat	LTR	28,071.8	7,631.653	214,233,848.981
3.4.	AC-WC	M2	1,497.2	74,267.511	111,190,346.394
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>				
4.1.	Saluran tepi	M3	10,357.1	340,398.153	3,525,544,514.257
4.2.	Plesteran	M2	69,511.0	19,175.338	1,332,896,884.963
4.3.	Beton K-250 (Saluran Melintang)	M3	71.6	1,029,556.054	73,664,735.675
<b>5</b>	<b>Pekerjaan Minor</b>				
5.1.	Marka Jalan	M2	1,369.6	136,790.033	187,350,364.313
5.2.	Patok hektometer	BH	39.0	175,678.430	6,851,458.781
5.3.	Patok kilometer	BH	6.0	366,642.105	2,199,852.632
<b>JUMLAH</b>					38,760,647,903.50
<b>PPN 10%</b>					3,876,064,790.35
<b>TOTAL BIAYA</b>					42,636,712,693.85
<b>DIBULATKAN</b>					42,636,712,700

**Terbilang : Empat Puluh Dua Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Dua Belas Ribu Tujuh Ratus Rupiah**



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI

### KESIMPULAN dan SARAN

#### 6.1 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Popoh-Prigi STA 5+000 – STA 10+347, dengan panjang 5347 m diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan trase jalan yang dihasilkan adalah trase yang menghubungkan desa Nglarab dan desa Besuki. Trase terpilih merupakan trase yang melewati medan perbukitan dengan kelandaian rata-rata 5.26%.
2. Perhitungan terhadap geometrik jalan diperoleh:
  - 6 alinyemen vertikal cekung dan 6 alinyemen vertikal cembung
  - 20 Alinyemen horizontal dengan jenis lengkung:
    - Spiral-circle-spiral berjumlah 11 lengkung
    - Spiral-spiral berjumlah 9 lengkung
3. Konstruksi jalan menggunakan perkerasan lentur dengan tebal perkerasan sebagai berikut :
  - Lapis permukaan (LASTON MS 744) = 10 cm.
  - Lapis pondasi atas( Batu Pecah Kelas B) = 20 cm
  - Lapis pondasi bawah (Sirtu Kelas C) = 20 cm
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan bahan pasangan batu kali dengan finishing diperoleh dimensi sebagai berikut :
  - a. Saluran Tepi
    - 5+000 – 8+000 : b = 0.8m ; h = 0.7m
    - 8+000 – 8+600 : b = 0.9m ; h = 0.8m
    - 8+600 – 9+000 : b = 0.9m ; h = 0.7m
    - 9+000 – 10+347 : b = 0.8m ; h = 0.7m
  - b. Saluran Melintang  
Box culvert berbentuk segi empat dengan bahan beton K-250 diperoleh dimensi sebagai berikut :

**STA 5+000**

$$h = 0.8 \text{ M}$$

$$b = 0.9 \text{ M}$$

$$\text{tebal} = 0.15 \text{ M}$$

$$\text{panjang} = 15 \text{ M}$$

$$\text{keliling} = 4.6 \text{ M}$$

$$\text{luas} = 0.69 \text{ M}^2$$

$$\text{volume} = 10.35 \text{ M}^3$$

**STA 5+900**

$$h = 0.7 \text{ M}$$

$$b = 0.9 \text{ M}$$

$$\text{tebal} = 0.15 \text{ M}$$

$$\text{panjang} = 15 \text{ M}$$

$$\text{keliling} = 4.4 \text{ M}$$

$$\text{luas} = 0.66 \text{ M}^2$$

$$\text{volume} = 9.9 \text{ M}^3$$

**STA 6+400**

$$h = 0.7 \text{ M}$$

$$b = 0.9 \text{ M}$$

$$\text{tebal} = 0.15 \text{ M}$$

$$\text{panjang} = 15 \text{ M}$$

$$\text{keliling} = 4.4 \text{ M}$$

$$\text{luas} = 0.66 \text{ M}^2$$

$$\text{volume} = 9.9 \text{ M}^3$$

**STA 7+350**

$$h = 0.9 \text{ M}$$

$$b = 1.1 \text{ M}$$

$$\text{tebal} = 0.15 \text{ M}$$

$$\text{panjang} = 15 \text{ M}$$

$$\text{keliling} = 5.2 \text{ M}$$

luas = 0.78 M2

volume = 11.7 M3

**STA 8+000**

h = 0.8 M

b = 1 M

tebal = 0.15 M

panjang = 15 M

keliling = 4.8 M

luas = 0.72 M2

volume = 10.8 M3

**STA 9+000**

h = 0.7 M

b = 0.8 M

tebal = 0.15 M

panjang = 15 M

keliling = 4.2 M

luas = 0.63 M2

volume = 9.45 M3

**STA 10+000**

h = 0.7 M

b = 0.8 M

tebal = 0.15 M

panjang = 15 M

keliling = 4.2 M

luas = 0.63 M2

volume = 9.45 M3

**TOTAL = 71.55 M3**

5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jalan jalur lintas selatan popoh-prigi STA 5+000 – STA 10+347

adalah sebesar **Rp 42.636.712.700,-** (Empat Puluh Dua Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Dua Belas Ribu Tujuh Ratus Rupiah).

## 6.2 SARAN

Pada perencanaan jalan jalur lintas selatan popoh-prigi ini terdapat beberapa timbunan yang melebihi 0.5 m. Maka seharusnya dilakukan analisis stabilitas tanah.

Beberapa alinyemen horizontal berjarak garis lurus 5 – 10 m. Hal tersebut masih diijinkan karena jenis lengkung menggunakan spiral-circle-spiral dan spiral-spiral. Tetapi untuk jarak lurus antar lengkung yang ideal seharusnya 25m. Oleh karena itu perlu rambu peringatan bagi pengguna jalan pada daerah tikungan tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan pada ruas jalan jalur lintas selatan popoh-prigi STA 5+000 – STA 10+347 Kabupaten Tulungagung Propinsi Jawa Timur ini, kami menyarankan agar dilakukan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat berfungsi sesuai dengan umur yang telah direncanakan.

# LAMPIRAN 1

## ANALISIS KAPASITAS JALAN TAHUN 2013

K A J I	Province: JAWA TIMUR	Date: 7 JUNI 2012	
INTERURBAN ROADS	Link number: 001	Handled by: ANAMBI DODYK	
	Segment code: 001	Checked by: P.BUYUNG	
Form IR-1: Input	Segment between 0+000 and 10+138 Specific grade: No [NO indicates segment, YES spec grade(only 2/2UD)]		
GENERAL DATA,			
ROAD GEOMETRY	Administr. road class: ARTERI	Functional road class: ARTERIAL	
Purpose: Operation	Road type: 2/2UD	Length (km): 10.138	
	Time period: JAM PUNCAK	Case number: 001	
<b>HORIZONTAL ALIGNMENT</b>			
To: <----- POPOH ***** *		+---> A * * * * * +-----> To: PRIGI	
***** *		* * * * * * * * * *	
***** *		* * * * * * * * * * Indicate	
***** *		+---> B +---N north (N)	
Horizontal curvature (radians/km): NA		Roadside development	Side A   Side B   Mean
Sight distance > 300 m (%): NA		Default: 0%	0%   0%   0%
Sight distance class (default= B):			
<b>VERTICAL ALIGNMENT</b>			
		Only for specific grade analysis	
Rise+fall: NA m/km	Grade length (km):		
Alignment type: NA ( FLAT = default)	Grade slope (%):		
	Climbing lane (Y/N):		
<b>CROSS SECTION</b>			
Undivided road	#####		
side A	WsA WcA	WcB WsB	side B
	2.00 3.50	3.50 2.00	
UNADJUSTED WIDTHS		Side A	Side B
Average carriageway width, Wc (m)		3.50	3.50
Unobstructed shoulder width, Ws (m)		2.00	2.00
		Total	Mean
		7.00	2.00
<b>ROAD SURFACE CONDITIONS</b>			
CARRIAGEWAY SURFACE CONDITIONS		Side A	Side B
Type [Flexible(asphalt)/Concrete/Other]		FLEXIBLE	FLEXIBLE
Surface condition [Good/Fair/Bad]		GOOD	GOOD
<b>SHOULDER SURFACE CONDITIONS</b>			
		SIDE A	SIDE B
		Outer	Inner
Surface type [Flexible/Concrete/Other]		FLEXIBLE	FLEXIBLE
Drop from carriageway to shoulder (cm)		0	0
Usability [Traffic/Parking/Emergency]		NoInput	NoInput
(default shoulder usability)		( TRAFFIC)	( TRAFFIC)
<b>EFFECTIVE WIDTHS</b>			
Undivided road		Divided road	
Widths (m)		Side A	Side B
Shoulder, total	0.00	Shoulder, total	
Shoulder, mean	0.00	Shoulder, mean	
Carriageway	11.00	Carriageway	
<b>TRAFFIC CONTROL CONDITIONS</b>			
Speed limit: 0 km/h	Max gross weight: 0.000 tonnes		
Other limitations:			
More remarks:			
Program version 1.10F   Date of run: 120607/18:28			



KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-2: Input	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG
TRAFFIC FLOW, SIDE FRICTION	Administr. road class :	ARTERIAL	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/ZUD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	001

TRAFFIC DATA:		
Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC AADT (veh/day)	DIRECTIONAL SPLIT Dir1 - Dir2 (default: 50 - 50)
CLASSIFIED-HOURLY	K-factor (default: 0.11)	
(Class/AAdt/UNclass)		NA - NA %

Traffic Composition (%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	MC (%)	Total (%)	
User values	73.37	6.798	6.798	3.682	9.348	100.0	
(normal values)	( 57.0)	( 23.0)	( 7.0)	( 4.0)	( 9.0)	(100.0)	

LV = Light Vehicle  
 MHV = Medium Heavy Vehicle  
 LB = Large Bus  
 LT = Large Truck  
 MC = MotorCycle

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Di-rec	Light Vehicle	Med Heavy Veh	Large Bus	Large Truck	MotorCycle	Total flow Q		
1.1	tion	pce,1= 1.00	pce,1= 1.73	pce,1= 1.73	pce,1= 2.59	pce,1= 0.58			
1.2		pce,2= 1.00	pce,2= 1.73	pce,2= 1.73	pce,2= 2.59	pce,2= 0.58			
		veh/h pcu/h	veh/h pcu/h	veh/h pcu/h	veh/h pcu/h	veh/h pcu/h	Split (%)	veh/h	pcu/h
2	(1)	(2)   (3)	(4)   (5)	(6)   (7)	(8)   (9)	(10)   (11)	(12)	(13)	(14)
3	Dir1	259   259	24   42	24   42	13   34	33   19	50.00	353	396
4	Dir2	259   259	24   42	24   42	13   34	33   19	50.00	353	396
5	1+2	518   518	48   84	48   84	26   68	66   38		706	792
6	Note. If specific grade then					Directional split, SP= Q1/(Q1+Q2)=	50.0%	50.0%	
7	dir 1 = uphill, dir 2= downhill					Pcu-factor, Ppcu =		1.121	

SIDE FRICTION CLASS: If detailed data are available, use first table to determine weighted frequency of events and then go to second table. If not, use second table only.

1. Determination of frequency of events

Calculation of weighted frequency of events per hour and 200 m of the studied road segment.	Side friction type of events (20)	Symbol (21)	Weighting factor (22)	Frequency of events (23)	Weighted frequency (24)
Frequencies are for both sides of the road.	Pedestrians	PED	0.6	NA / h, 200m	NA
	Parking, stopping veh.	PSV	0.8	NA / h, 200m	NA
	Entry+exit of vehicles	EEV	1.0	NA / h, 200m	NA
	Slow-moving vehicles	SMV	0.4	NA / h	NA
				Total:	NA

2. Determination of side friction class

Weighted frequency of events (30)	Typical conditions	Side friction class
< 50	Rural, agriculture or undeveloped with very few activities	VL= very low
50 - 149	Rural, some roadside buildings and some activities	L= low
150 - 249	Village, residential activities	M= medium
250 - 349	Village, some market activities	H= high
> 350	Almost urban, market and business activities	VH= very high
For current case indicate side friction class: NA (L is default)		

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:28 |

KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-3: Analysis	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG
SPEED, CAPACITY	Administr. road class :	ARTERIAL	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/ZUD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	001

FREE FLOW SPEEDS.

Option to enter other free flow speeds: No

Di- rec- tion	Base free-flow speed FV <sub>0</sub> (km/h) for different vehicles Table B-1:1 or B-1:2					Carriage- way width adjust- ment, FVw Tab B2:1 (km/h) (3)	FV <sub>0</sub> +FVw (2)+(3) (km/h) (4)	Adjustment factors			Actual free-flow speeds, km/h FPV <sub>lv</sub> = (FV <sub>0</sub> +FVw)*FPVsf*FPVrc				
	LV (2)	MHV (5)	LB (6)	LT (7)	MC (8)			Light vehicle (4*5*6)	Side friction FFVsf (5)	Land use Road func FFVrc (6)	Light vehicle (7)	Other vehicle types			
												MHV (5)	LB (6)	LT (7)	MC (8)
1+2	65.0	57.0	69.0	55.0	54.0	3.0	68.0	0.960	1.000	65.28	57.24	69.29	55.23	54.23	

Comments:

User FPV, dir1: None!  
dir2:

CAPACITY

Direc- tion	Base Capacity		Adjustment factors for capacity				Actual capacity, C
	Co Table C-1:1 pcu/h (11)	FCw Table C-2:1 (12)	Directional split FCsp Table C-3:1 (13)	Side friction FCsf Table C-4:1 (14)	C= Co*FCw*FCsp*FCsf pcu/h (11)*(12)*(13)*(14) (15)		
1+2	3100	1.270	1.000	0.930	3661		

ACTUAL SPEED and TRAVEL TIME for light vehicles

Only 2/ZUD roads

Di- rec- tion	Traffic flow, Q Form IR-2 pcu/h (21)	Degree of saturation DS=Q/C (21)/(15) (22)	Actual speed, Vlv Fig D2:1:2 km/h (23)	Road segment length, L km (24)	Travel time, TT (24/23) sec (25)	ACTUAL SPEEDS for other vehicle types km/h				Di- rec- tion	Degree of bunching DB Fig D3:1 (31)
						MHV (25)	LB (26)	LT (27)	MC (28)		
1+2	792	0.216	58.04	10.138	628.803	51.30	61.41	49.62	48.78	1+2	0.470

Space for user remark:

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:28 |

# ANALISIS KAPASITAS JALAN TAHUN 2023

K A J I	Province : JAWA TIMUR	Date : 7 JUNI 2012																	
INTERURBAN ROADS	Link number : 001	Handled by : ANAMBI DODYK																	
	Segment code : 001	Checked by : P.BUYUNG																	
Form IR-1: Input	Segment between 0+000 and 10+138		Specific grade: No [NO indicates segment, YES spec grade(only 2/2UD)]																
<b>GENERAL DATA, ROAD GEOMETRY</b>																			
	Administr. road class : ARTERI	Functional road class: ARTERIAL																	
	Road type : 2/2UD	Length (km) : 10.138																	
Purpose: Operation	Time period: JAM PUNCAK	Case number: 001																	
<b>HORIZONTAL ALIGNMENT</b>																			
	+--> A * * * * * +-----> To:			PRIGI															
To: <-----	* *																		
POPOH * * * * * *	* *			Indicate															
	+--> B			-->N north (N)															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Horizontal curvature (radians/km): NA</td> <td style="width: 25%;">Roadside development</td> <td style="width: 5%;">Side A</td> <td style="width: 5%;">Side B</td> <td style="width: 15%;">Mean</td> </tr> <tr> <td>Sight distance &gt; 300 m (%): NA</td> <td>Default: 0%</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Sight distance class (default= B):</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Horizontal curvature (radians/km): NA	Roadside development	Side A	Side B	Mean	Sight distance > 300 m (%): NA	Default: 0%	0 %	0 %	0 %	Sight distance class (default= B):				
Horizontal curvature (radians/km): NA	Roadside development	Side A	Side B	Mean															
Sight distance > 300 m (%): NA	Default: 0%	0 %	0 %	0 %															
Sight distance class (default= B):																			
<b>VERTICAL ALIGNMENT</b>																			
	Only for specific grade analysis																		
	Rise-fall : NA m/km	Grade length (km) :																	
Alignment type: NA ( FLAT = default)		Grade slope (%) :																	
		Climbing lane (Y/N) :																	
<b>CROSS SECTION</b>																			
Undivided road																			
side A	WsA	WcA	WcB	WsB	side B														
	2.00	3.50	3.50	2.00															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">UNADJUSTED WIDTHS</td> <td style="width: 12.5%;">Side A</td> <td style="width: 12.5%;">Side B</td> <td style="width: 12.5%;">Total</td> <td style="width: 12.5%;">Mean</td> </tr> <tr> <td>Average carriageway width, Wc (m)</td> <td>3.50</td> <td>3.50</td> <td>7.00</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>Unobstructed shoulder width, Ws (m)</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>4.00</td> <td>2.00</td> </tr> </table>					UNADJUSTED WIDTHS	Side A	Side B	Total	Mean	Average carriageway width, Wc (m)	3.50	3.50	7.00	2.00	Unobstructed shoulder width, Ws (m)	2.00	2.00	4.00	2.00
UNADJUSTED WIDTHS	Side A	Side B	Total	Mean															
Average carriageway width, Wc (m)	3.50	3.50	7.00	2.00															
Unobstructed shoulder width, Ws (m)	2.00	2.00	4.00	2.00															
<b>ROAD SURFACE CONDITIONS</b>																			
CARRIAGEWAY SURFACE CONDITIONS																			
Type [Flexible(asphalt)/Concrete/Other]		SIDE A	SIDE B																
Surface condition [Good/Fair/Bad]		FLEXIBLE GOOD	FLEXIBLE GOOD																
<b>SHOULDER SURFACE CONDITIONS</b>																			
SHOULDER SURFACE CONDITIONS		SIDE A	SIDE B																
		Outer	Inner	Outer															
Surface type [Flexible/Concrete/Other]		FLEXIBLE	FLEXIBLE																
Drop from carriageway to shoulder (cm)		0	0																
Usability [Traffic/Parking/Emergency] (default shoulder usability)		NoInput ( TRAFFIC )	NoInput ( TRAFFIC )																
<b>EFFECTIVE WIDTHS</b>																			
Effective Widths (m)																			
Undivided road		Divided road																	
Shoulder, total	0.00	Shoulder, total	Side A	Side B															
Shoulder, mean	0.00	Shoulder, mean																	
Carriageway	11.00	Carriageway																	
<b>TRAFFIC CONTROL CONDITIONS</b>																			
Speed limit : NA km/h		Max gross weight: 0.000 tonnes																	
Other limitations :																			
More remarks :																			
Program version 1.10F   Date of run: 120607/18:38																			

KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-2: Input	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG
TRAFFIC FLOW, SIDE FRICTION	Administr. road class :	ARTERIAL	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/ZUD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	001

TRAFFIC DATA:

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC AADT	DIRECTIONAL SPLIT Dir1 - Dir2
CLASSIFIED-HOURLY	K-factor (veh/day)	(default: 50 - 50)
(Class/AAdt/UNclass)		NA - NA %

Traffic Composition (%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	MC (%)	Total (%)	LV = Light Vehicle
User values	75.19	5.819	5.819	3.369	9.800	100.0	MHV = Medium Heavy Vehicle
(normal values)	(57.0)	(23.0)	(7.0)	(4.0)	(9.0)	(100.0)	LB = Large Bus
							LT = Large Truck
							MC = MotorCycle

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Dir	Light Vehicle	Med Heavy Veh	Large Bus	Large Truck	MotorCycle	Total flow Q	Split (%)	veh/h	pcu/h				
1.1	tion	pce,1= 1.00	pce,1= 1.52	pce,1= 1.62	pce,1= 2.52	pce,1= 0.51								
1.2		pce,2= 1.00	pce,2= 1.52	pce,2= 1.62	pce,2= 2.52	pce,2= 0.51								
2	(1)	veh/h pcu/h (2)   (3)	veh/h pcu/h (4)   (5)	veh/h pcu/h (6)   (7)	veh/h pcu/h (8)   (9)	veh/h pcu/h (10)   (11)		(12)	(13)	(14)				
3	Dir1	491	491	38	58	38	61	22	55	64	33	50.00	653	698
4	Dir2	491	491	38	58	38	61	22	55	64	33	50.00	653	698
5	1+2	982	982	76	116	76	122	44	110	128	66		1306	1396
6	Note.	If specific grade then				Directional split, SP= Q1/(Q1+Q2)=				50.0%	50.0%			
7		dir 1 = uphill, dir 2= downhill				Pcu-factor, Fpcu =					1.068			

SIDE FRICTION CLASS: If detailed data are available, use first table to determine weighted frequency of events and then go to second table. If not, use second table only.

1. Determination of frequency of events

Calculation of weighted frequency of events per hour and 200 m of the studied road segment.	Side friction type of events (20)	Symbol (21)	Weighting factor (22)	Frequency of events (23)	Weighted frequency (24)
Frequencies are for both sides of the road.	Pedestrians	PED	0.6	NA / h, 200m	NA
	Parking, stopping veh.	PSV	0.8	NA / h, 200m	NA
	Entry+exit of vehicles	EEV	1.0	NA / h, 200m	NA
	Slow-moving vehicles	SMV	0.4	NA / h	NA
					Total:

2. Determination of side friction class

Weighted frequency of events (30)	Typical conditions	Side friction class
< 50	Rural, agriculture or undeveloped with very few activities	VL= very low
50 - 149	Rural, some roadside buildings and some activities	L= low
150 - 249	Village, residential activities	M= medium
250 - 349	Village, some market activities	H= high
> 350	Almost urban, market and business activities	VH= very high
For current case indicate side friction class: NA (L is default)		

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:38 |

KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-3: Analysis	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG
SPEED, CAPACITY	Administr. road class :	ARTERIAL	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/ZUD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	001

FREE FLOW SPEEDS.

Option to enter other free flow speeds: No

Di- rec- tion	Base free-flow speed FV <sub>0</sub> (km/h)					Carriage- way width adjust- ment, FVw Tab B2:1 (2)+(3)	FV <sub>0</sub> +FVw Light vehicle (2)+(3) (km/h) (3)	Side friction FFVsf Tab B3:1 (5)	Land use Road func FFVrc Tab B4:1 (6)	Actual free-flow speeds, km/h FPVLv = (FV <sub>0</sub> +FVw)*FFVsf*FFVrc					
	for different vehicles Table B-1:1 or B-1:2									Light vehicle (4*5*6)	Other vehicle types				
	LV (2)	MHV (5)	LB (6)	LT (7)	MC (8)						Light vehicle (4)	MHV (5)	LB (6)	LT (7)	MC (8)
1+2	65.0	57.0	69.0	55.0	54.0	3.0	68.0	0.960	1.000	65.28	57.24	69.29	55.23	54.23	

Comments:

User FPV, dir1: None!  
dir2:

CAPACITY

Direc- tion	Base Capacity		Adjustment factors for capacity				Actual capacity, C
	Co Table C-1:1 pcu/h (11)	FCw Table C-2:1 (12)	Directional split FCsp Table C-3:1 (13)	Side friction FCsf Table C-4:1 (14)	C= Co*FCw*FCsp*FCsf pcu/h (11)*(12)*(13)*(14) (15)		
1+2	3100	1.270	1.000	0.930	3661		

ACTUAL SPEED and TRAVEL TIME for light vehicles

Only 2/ZUD roads

Di- rec- tion	Traffic flow, Q Form IR-2 pcu/h (21)	Degree of saturation DS=Q/C (21)/(15) (22)	Actual speed, Vlv Fig D2:1:2 km/h (23)	Road segment length, L km (24)	Travel time, TT (24/23) sec (25)	ACTUAL SPEEDS for other vehicle types km/h				Di- rec- tion	Degree of bunching DB Fig D3:1 (31)
						MHV	LB	LT	MC		
1+2	1396	0.381	52.52	10.138	694.891	46.77	55.40	45.34	44.63	1+2	0.641

Space for user remark:

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:38 |

### ANALISIS KAPASITAS JALAN TAHUN 2023

K A J I	Province	JAWA TIMUR	Date	7 JUNI 2012	
INTERURBAN ROADS	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK	
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG	
Form IR-1: Input	Segment between	0+000 and	10+347		
GENERAL DATA, ROAD GEOMETRY	Specific grade: No [NO indicates segment, YES spec grade(only 2/2UD)]				
Purpose: Operation	Administr. road class:	ARTERI	Functional road class:	ARTERIAL	
	Road type:	2/2UD	Length (km):	10.138	
	Time period:	JAM PUNCAK	Case number:	2033	
<b>HORIZONTAL ALIGNMENT</b>					
To: <-----		+--+ A * * * * *		-----> To:	
POPOH * * * * *		* * * * *		PRIGI	
* * * * *		* * * * *		Indicate	
* * * * *		* * * * *		+--N north (N)	
Horizontal curvature (radians/km):	NA	Roadside development	Side A	Side B	Mean
Sight distance > 300 m (%):	NA	Default: 0%	0 %	0 %	0 %
Sight distance class (default= B):	NA				
<b>VERTICAL ALIGNMENT</b>					
* * * * *					
* * * * *					
* * * * *					
Only for specific grade analysis					
Rise-fall:	NA m/km	Grade length (km):			
Alignment type: ROLLING ( FLAT = default)		Grade slope (%):			
		Climbing lane (Y/N):			
<b>CROSS SECTION</b>					
Undivided road	side A	#####			side B
	WsA      WcA	WcB	WsB		
	2.00   3.50	3.50	2.00		
UNADJUSTED WIDTHS		Side A	Side B	Total	Mean
Average carriageway width, Wc (m)		3.50	3.50	7.00	
Unobstructed shoulder width, Ws (m)		2.00	2.00	4.00	2.00
<b>ROAD SURFACE CONDITIONS</b>					
CARRIAGEWAY SURFACE CONDITIONS			Side A	Side B	
Type [Flexible(asphalt)/Concrete/Other]			FLEXIBLE	FLEXIBLE	
Surface condition [Good/Fair/Bad]			GOOD	GOOD	
<b>SHOULDER SURFACE CONDITIONS</b>					
SHOULDER SURFACE CONDITIONS		SIDE A		SIDE B	
		Outer	Inner	Inner	Outer
Surface type [Flexible/Concrete/Other]		FLEXIBLE			FLEXIBLE
Drop from carriageway to shoulder (cm)		0			0
Usability [Traffic/Parking/Emergency]		NoInput			NoInput
(default shoulder usability)		( TRAFFIC )	( )	( )	( TRAFFIC )
<b>EFFECTIVE WIDTHS</b>					
Undivided road		Widths (m)		Divided road	
				Widths (m)	
				Side A	
				Side B	
Shoulder, total	0.00	Shoulder, total			
Shoulder, mean	0.00	Shoulder, mean			
Carriageway	11.00	Carriageway			
<b>TRAFFIC CONTROL CONDITIONS</b>					
Speed limit:	NA km/h	Max gross weight: 0.000 tonnes			
Other limitations:					
More remarks:					
Program version 1.10F   Date of run: 120607/18:38					

KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-2: Input	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:		Checked by:	P. BUYUNG
TRAFFIC FLOW, SIDE FRICTION	Administr. road class :	ARTERIAL	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/2UD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	2033

TRAFFIC DATA:

Type of traffic data	ANNUAL AVERAGE DAILY TRAFFIC AADT	DIRECTIONAL SPLIT Dir1 - Dir2
CLASSIFIED-HOURLY	K-factor (veh/day)	(default: 50 - 50)
(Class/AAdt/UNclass)		NA - NA %

Traffic Composition (%)	LV (%)	MHV (%)	LB (%)	LT (%)	MC (%)	Total (%)	LV = Light Vehicle
User values	76.74	5.077	5.077	2.784	10.31	100.0	MHV = Medium Heavy Vehicle
(normal values)	(57.0)	(23.0)	(7.0)	(4.0)	(9.0)	(100.0)	LB = Large Bus
							LT = Large Truck
							MC = MotorCycle

Traffic flow data for whole segment analysis:

Row	Di-rec	Light Vehicle	Med Heavy Veh	Large Bus	Large Truck	MotorCycle	Total flow Q						
1.1	tion	pce,1= 1.00	pce,1= 1.70	pce,1= 1.70	pce,1= 3.20	pce,1= 0.30							
1.2		pce,2= 1.00	pce,2= 1.70	pce,2= 1.70	pce,2= 3.20	pce,2= 0.30							
2	(1)	veh/h pcu/h (2)   (3)	veh/h pcu/h (4)   (5)	veh/h pcu/h (6)   (7)	veh/h pcu/h (8)   (9)	veh/h pcu/h (10)   (11)	Split veh/h   pcu/h (12)   (13)   (14)						
3	Dir1	937	62	105	62	105	34	109	126	38	50.00	1221	1294
4	Dir2	937	62	105	62	105	34	109	126	38	50.00	1221	1294
5	1+2	1874	124	210	124	210	68	218	252	76		2442	2588
6	Note.	If specific grade then				Directional split, SP= Q1/(Q1+Q2)=				50.0%   50.0%			
7		dir 1 = uphill, dir 2= downhill				Pcu-factor, Fpcu =				1.059			

SIDE FRICTION CLASS: If detailed data are available, use first table to determine weighted frequency of events and then go to second table. If not, use second table only.

1. Determination of frequency of events

Calculation of weighted frequency of events per hour and 200 m of the studied road segment.	Side friction type of events (20)	Symbol (21)	Weighting factor (22)	Frequency of events (23)	Weighted frequency (24)
Frequencies are for both sides of the road.	Pedestrians	PED	0.6	NA / h, 200m	NA
	Parking, stopping veh.	PSV	0.8	NA / h, 200m	NA
	Entry+exit of vehicles	EEV	1.0	NA / h, 200m	NA
	Slow-moving vehicles	SMV	0.4	NA / h	NA
				Total:	NA

2. Determination of side friction class

Weighted frequency of events (30)	Typical conditions	Side friction class
< 50	Rural, agriculture or undeveloped with very few activities	VL= very low
50 - 149	Rural, some roadside buildings and some activities	L= low
150 - 249	Village, residential activities	M= medium
250 - 349	Village, some market activities	H= high
> 350	Almost urban, market and business activities	VH= very high
For current case indicate side friction class: NA (L is default)		

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:38 |

KAJI -- INTERURBAN ROADS	Province:	JAWA TIMUR	Date:	7 JUNI 2012
Form IR-3: Analysis	Link number:	001	Handled by:	ANAMBI DODYK
	Segment code:	001	Checked by:	P. BUYUNG
SPEED, CAPACITY	Administr. road class :	ARTERI	Functional road class:	ARTERIAL
Purpose: Operation	Road type :	2/ZUD	Length (km) :	10.138
	Time period :	JAM PUNCAK	Case number:	2033

FREE FLOW SPEEDS.

Option to enter other free flow speeds: No

Di- rec- tion	Base free-flow speed FV <sub>0</sub> (km/h) for different vehicles Table B-1:1 or B-1:2					Carriage- way width adjust- ment, FVw Tab B2:1 (km/h) (3)	FV <sub>0</sub> +FVw Light vehicle (2)+(3) (km/h) (4)	Adjustment factors			Actual free-flow speeds, km/h FPV <sub>lv</sub> = (FV <sub>0</sub> +FVw)*FPV <sub>sf</sub> *FPV <sub>rc</sub>				
	LV (2)	MHV (2)	LB (2)	LT (2)	MC (2)			Side friction FFV <sub>sf</sub> Tab B3:1 (5)	Land use Road func FFV <sub>rc</sub> Tab B4:1 (6)	Light vehicle (4*5*6) (7)	Other vehicle types				
1+2	61.0	52.0	62.0	49.0	53.0	3.0	64.0	0.960	1.000	61.44	52.37	62.44	49.35	53.38	

Comments:

User FPV, dir1: None!  
dir2:

CAPACITY

Direc- tion	Base Capacity		Adjustment factors for capacity				Actual capacity, C
	Co Table C-1:1 pcu/h (11)	FCw Table C-2:1 (12)	Directional split FCsp Table C-3:1 (13)	Side friction FCsf Table C-4:1 (14)	C= Co*FCw*FCsp*FCsf pcu/h (11)*(12)*(13)*(14) (15)		
1+2	3000	1.270	1.000	0.930	3543		

ACTUAL SPEED and TRAVEL TIME for light vehicles

Only 2/ZUD roads

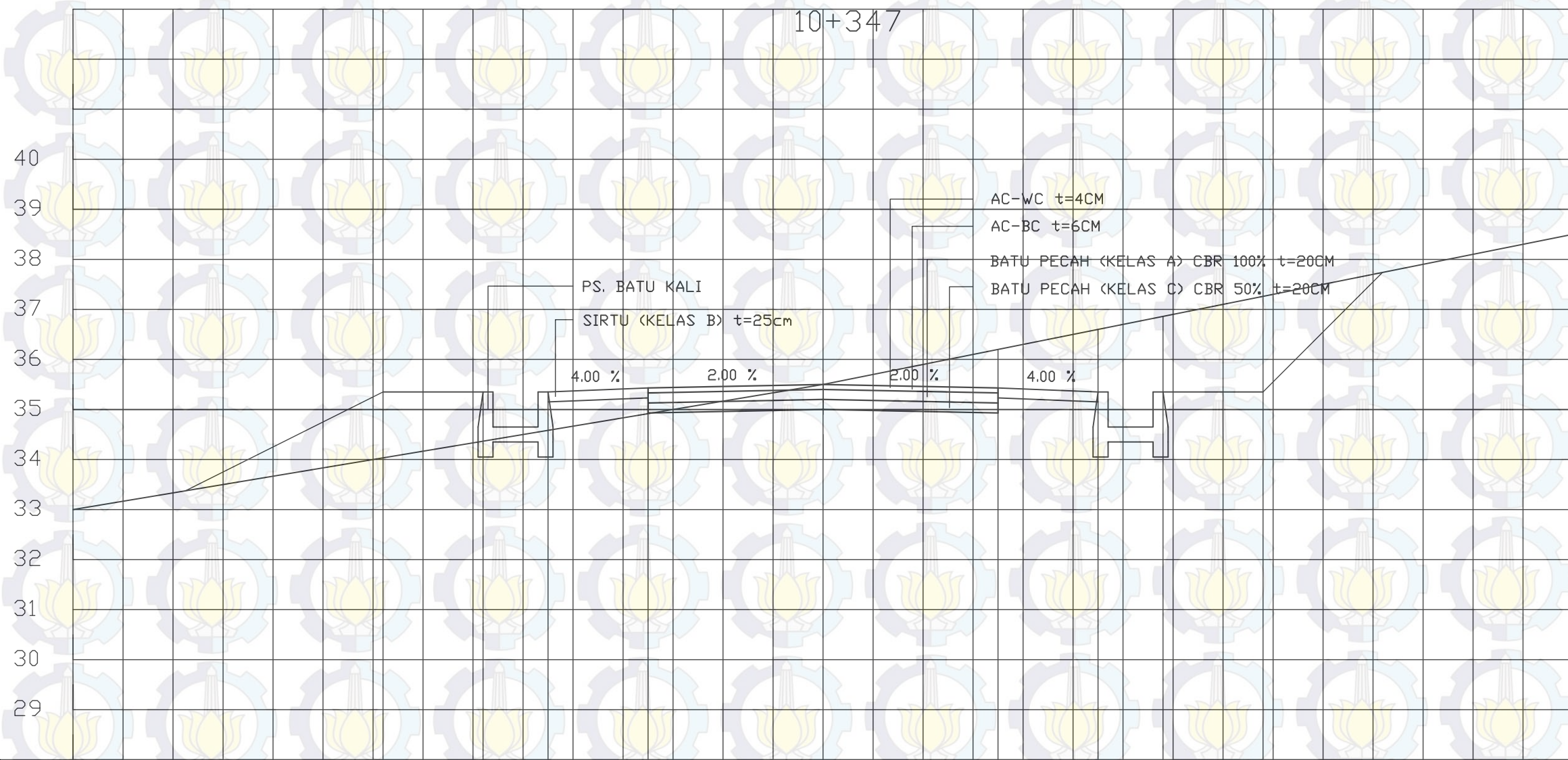
Di- rec- tion	Traffic flow, Q Form IR-2 pcu/h (21)	Degree of saturation DS=Q/C (21)/(15) (22)	Actual speed, Vlv Fig D2:1:2 km/h (23)	Road segment length, L km (24)	Travel time, TT (24)/(23) sec (25)	ACTUAL SPEEDS for other vehicle types km/h				Di- rec- tion	Degree of bunching DB Fig D3:1 (31)
						MHV	LB	LT	MC		
1+2	2588	0.730	38.64	10.138	944.294	34.58	39.11	33.22	35.03	1+2	0.831

Space for user remark:

Program version 1.10F | Date of run: 120607/18:38 |







JARAK (M)		8.2		1.3	2.0	3.5	3.5	2.0	1.3		8.2	
ELV. EKS	+33.00		+28.54	+28.63	+28.76	+35.50	+29.23	+29.36	+29.45	+38.50		
ELV. DESAIN	+33.00		+32.45 +31.75	+32.45	+32.53	+35.50	+32.53	+32.45 +31.75	+32.45	+38.50		

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION 10+347

DISUSUN OLEH

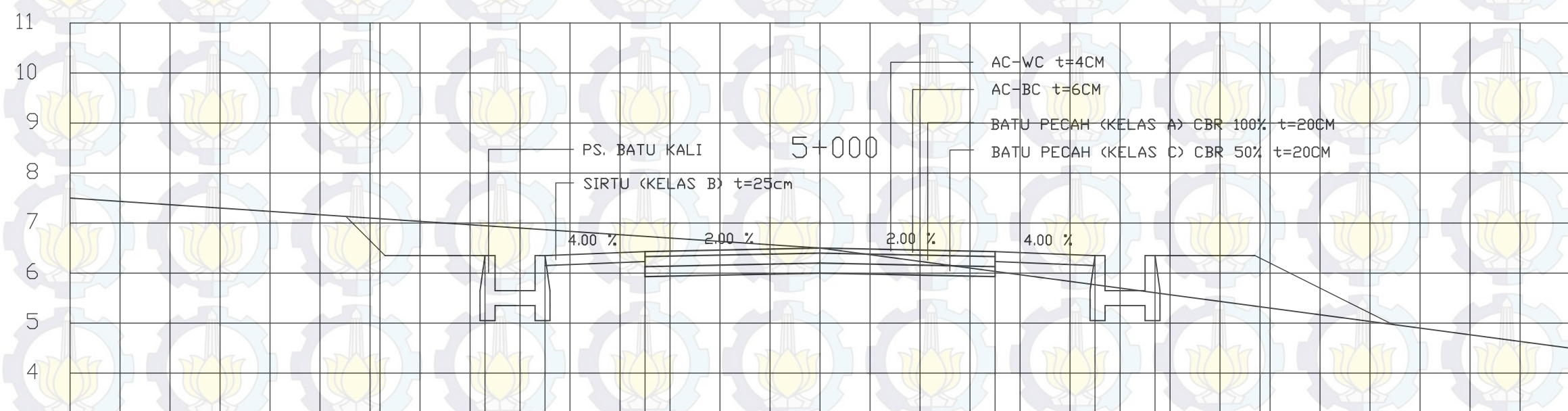
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

SKALA 1:100



JARAK (M)		8.2	1.3	2.0	3.5	3.5	2.0	1.3	8.2			
ELV. EKS	+7.50		+6.95	+6.86	+6.73	+6.50	+6.03	+5.76	+5.59	+4.50		
ELV. DESAIN	+7.50		+6.35	+5.65	+6.35	+6.43	+6.50	+6.43	+6.35	+5.65	+6.35	+4.50

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION 5+000

DISUSUN OLEH

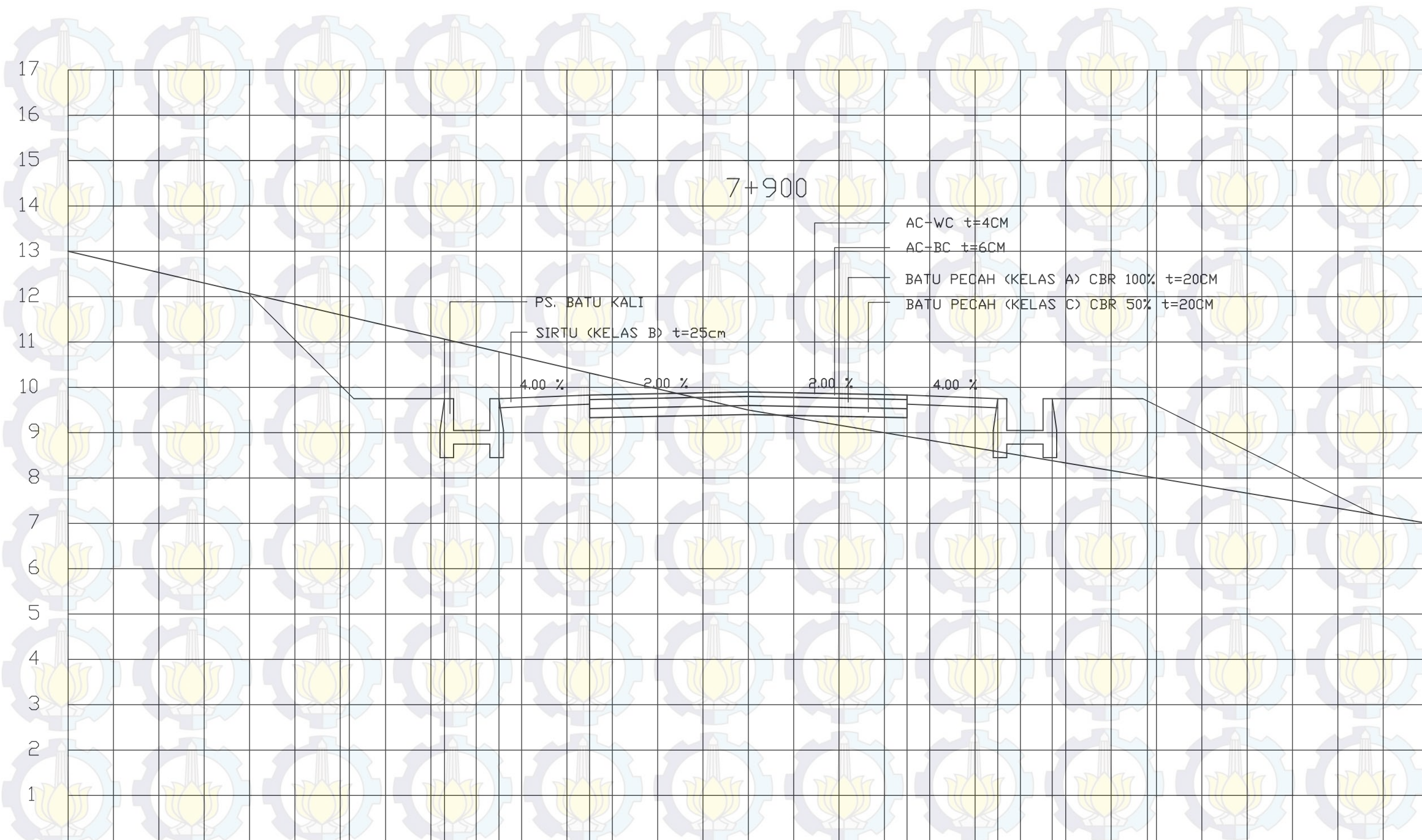
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

SKALA 1:100



JARAK (M)		8.2	1.3	2.0	3.5	3.5	2.0	1.3	8.2	
ELV. EKS	+13.00		+11.06	+10.78	+10.31	+9.50	+8.91	+8.58	+8.38	+7.00
ELV. DESAIN	+13.00		+9.75 +8.95	+9.75	+9.83	+9.90	+9.83	+9.75 +8.95	+9.75	+7.00

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION 7+900

DISUSUN OLEH

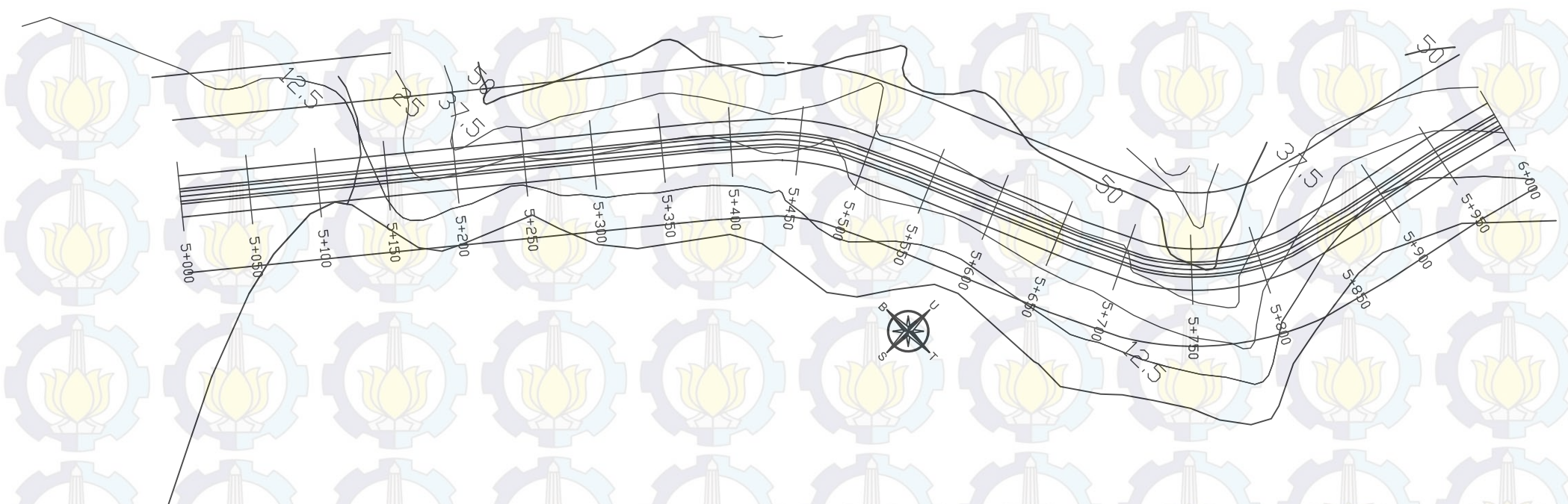
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

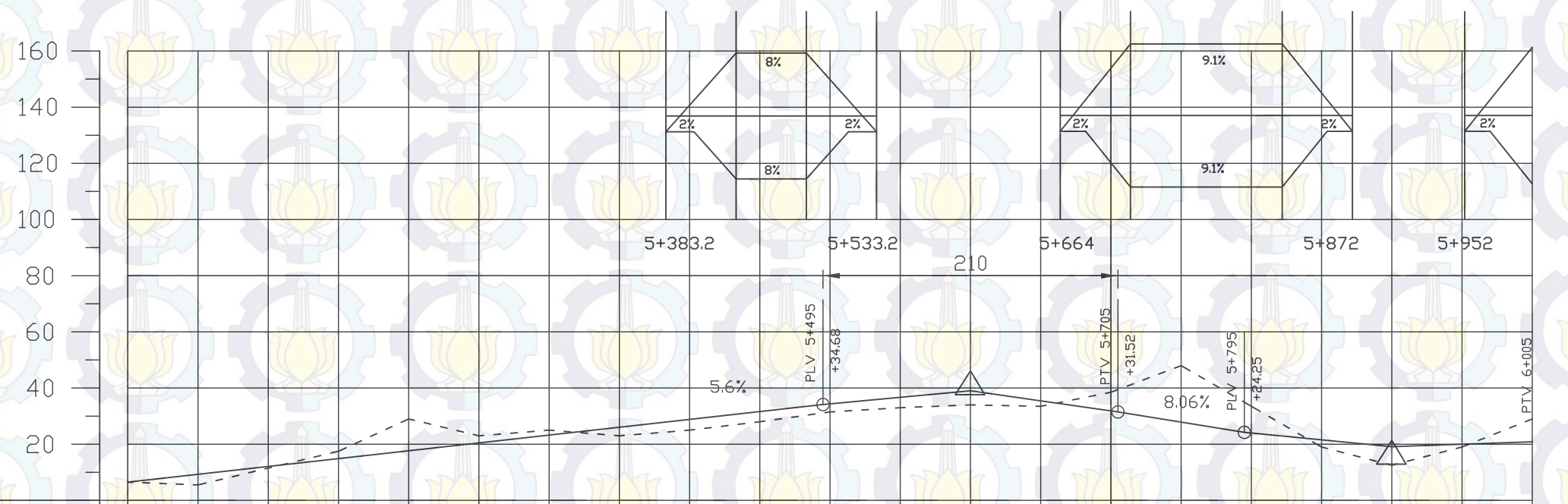
SKALA

SKALA 1:100



LEGENDA

- EKSISTING
- RENCANA



STA	5+000	5+050	5+100	5+150	5+200	5+250	5+300	5+350	5+400	5+450	5+500	5+550	5+600	5+650	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	6+000
JARAK (M)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
ELV. EKSISTING	+6.5	+5.5	+5.0	+17.5	+29.0	+23.0	+25.0	+23.0	+25.0	+28.0	+31.5	+33.0	+34.0	+33.5	+38.5	+48.0	+33.5	+19.0	+12.5	+19.0	+29.0
ELV. DESIGN	+6.5	+9.3	+12.1	+14.9	+17.7	+20.5	+23.3	+26.1	+28.9	+31.7	+34.5	+37.3	+40.0	+36.1	+32.0	+28.0	+23.9	+19.9	+15.8	+18.4	+20.9

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

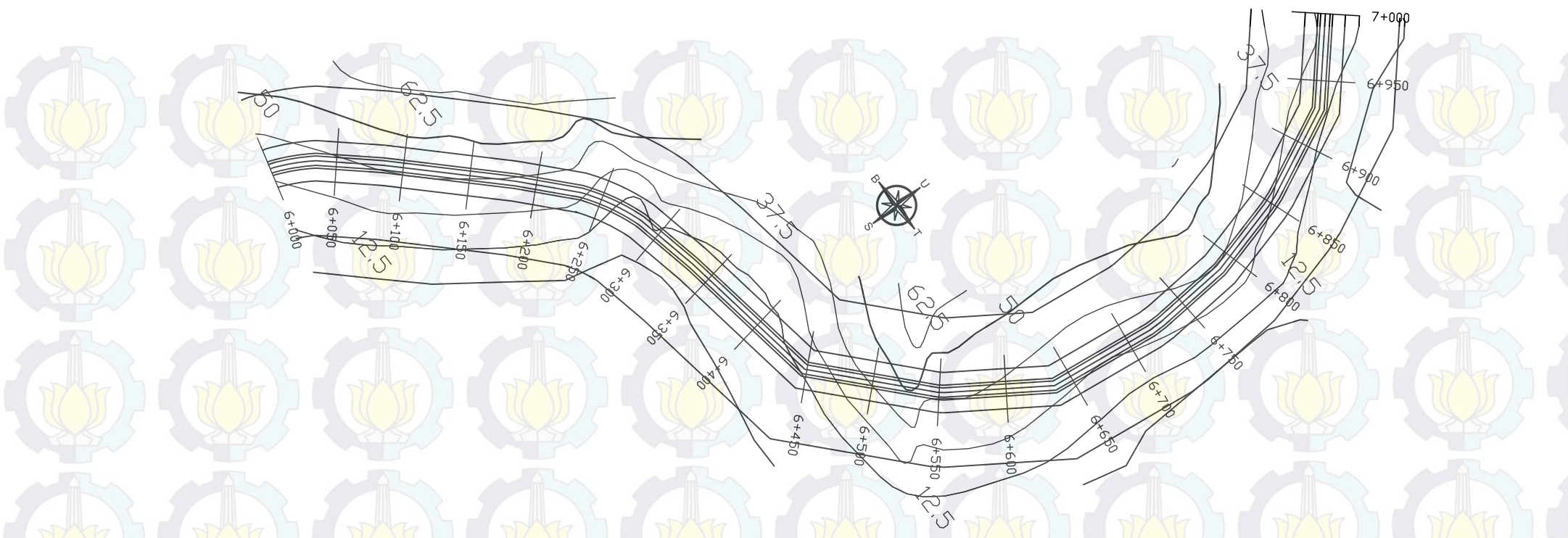
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

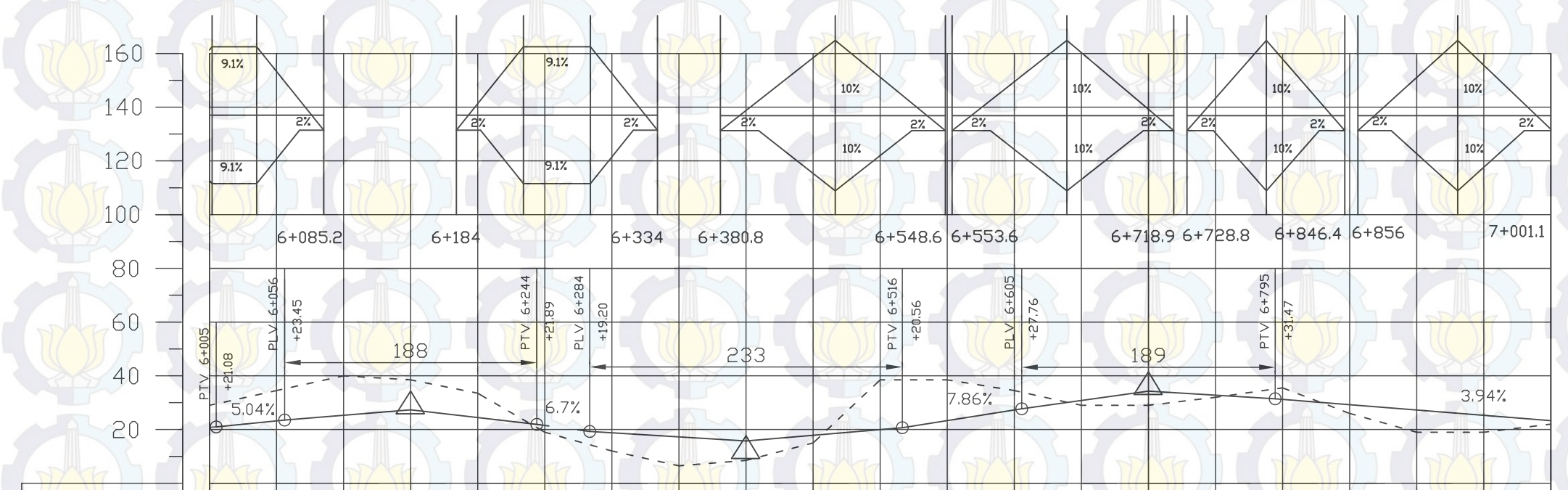
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000



— — — EKSISTING  
— — — RENCANA



STA	6+000	6+050	6+100	6+150	6+200	6+250	6+300	6+350	6+400	6+450	6+500	6+550	6+600	6+650	6+700	6+750	6+800	6+850	6+900	6+950	7+000
JARAK (M)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
ELV. EKSISTING	+29.0	+34.5	+40.0	+38.5	+33.5	+19.0	+12.0	+6.5	+8.5	+15.0	+38.5	+38.5	+34.5	+29.0	+29.0	+32.0	+35.5	+26.0	+19.0	+19.0	+22.0
ELV. DESIGN	+20.9	+23.5	+26.0	+27.4	+25.2	+21.8	+18.5	+15.1	+15.6	+15.7	+19.6	+23.6	+27.5	+31.4	+34.3	+33.4	+31.4	+29.4	+27.5	+25.5	+23.5

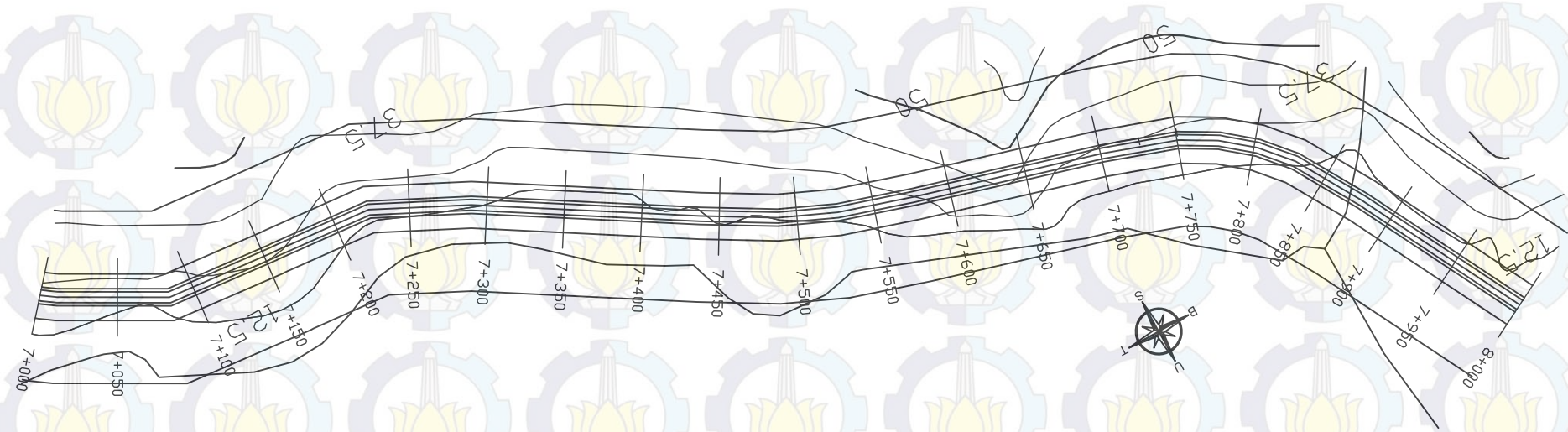
PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR  
ALINYEMEN HORIZONTAL

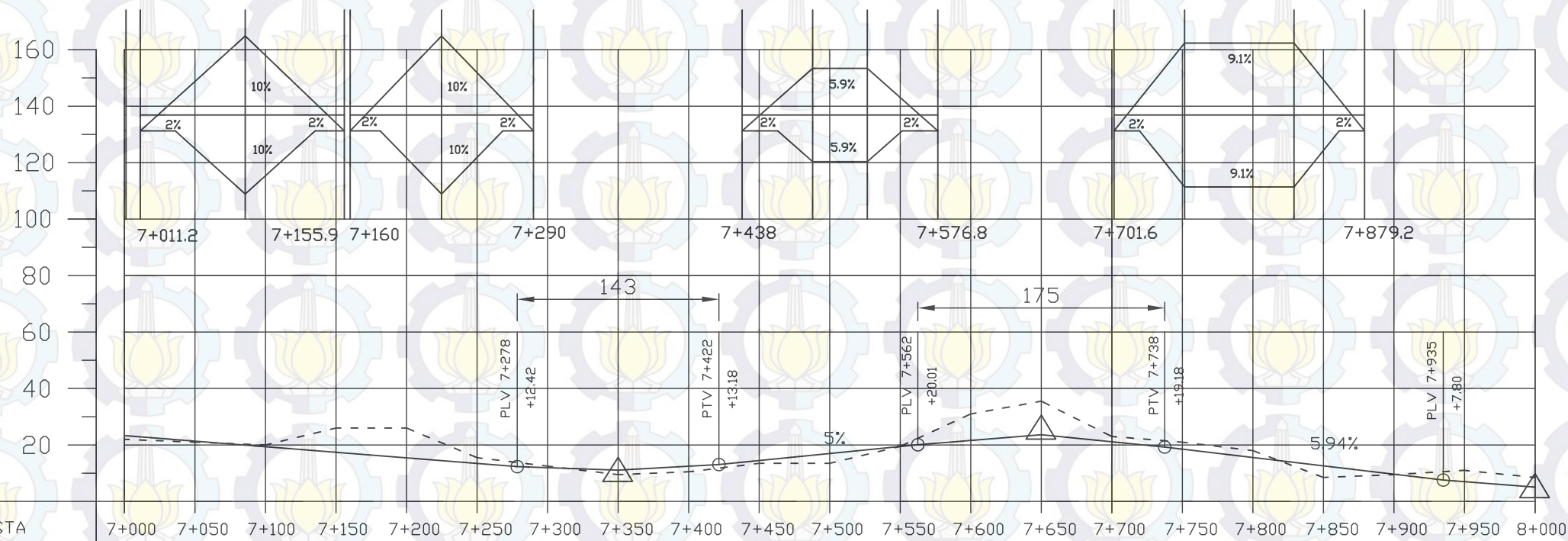
DISUSUN OLEH  
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING  
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA  
LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000



— — — EKSISTING  
— — — RENCANA



STA	7+000	7+050	7+100	7+150	7+200	7+250	7+300	7+350	7+400	7+450	7+500	7+550	7+600	7+650	7+700	7+750	7+800	7+850	7+900	7+950	8+000
JARAK (M)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
ELV. EKSISTING	+22.0	+21.0	+20.0	+26.0	+26.0	+15.5	+12.5	+9.5	+10.5	+13.5	+13.5	+19.5	+31.0	+35.5	+23.0	+21.0	+18.0	+8.5	+9.5	+11.0	+8.5
ELV. DESIGN	+23.5	+21.6	+19.6	+17.5	+15.7	+13.7	+11.7	+11.2	+12.2	+14.7	+17.2	+19.7	+22.2	+23.6	+21.8	+18.8	+15.8	+12.9	+9.9	+6.9	+5.3

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

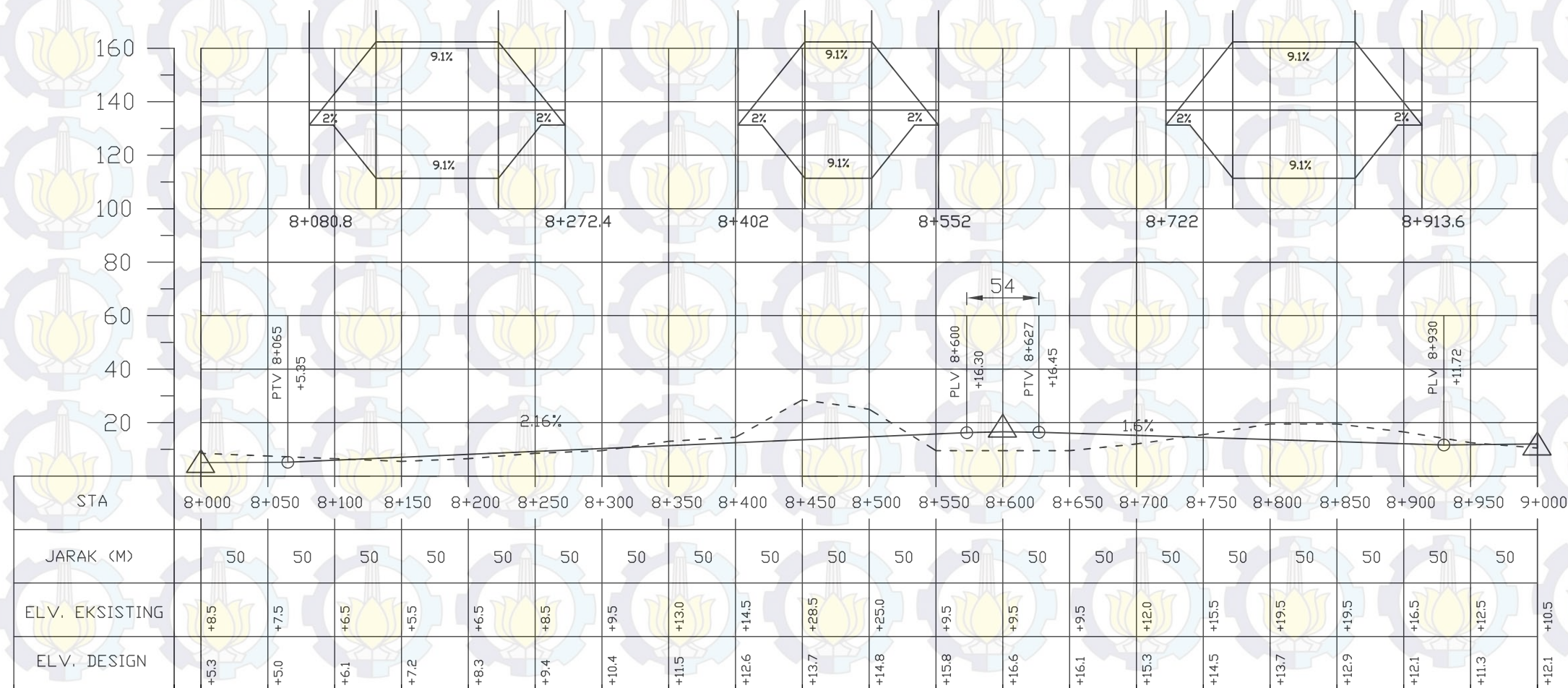
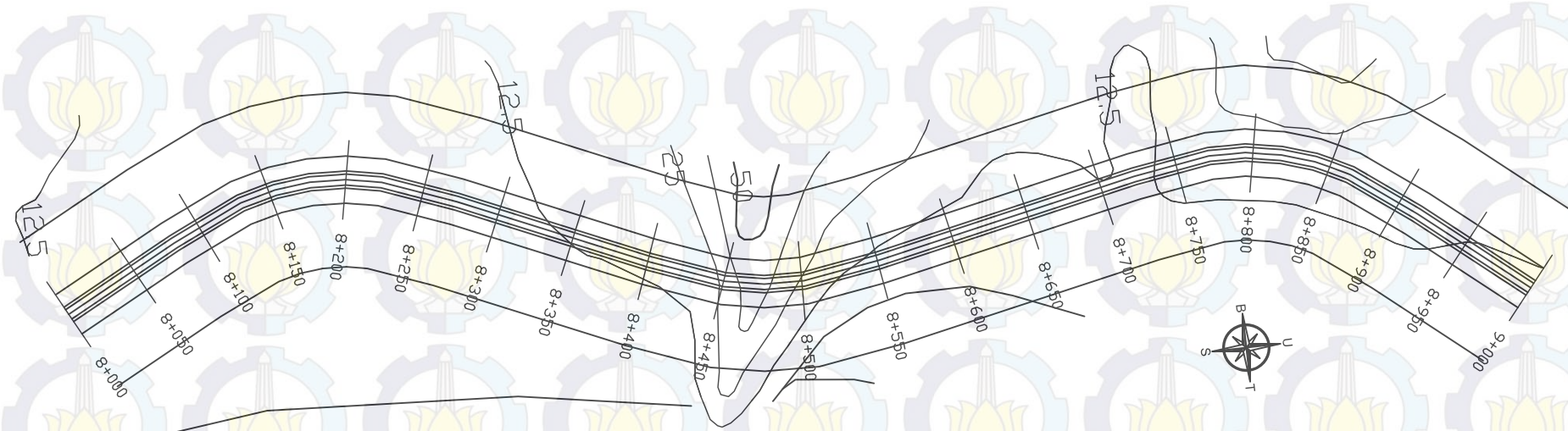
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

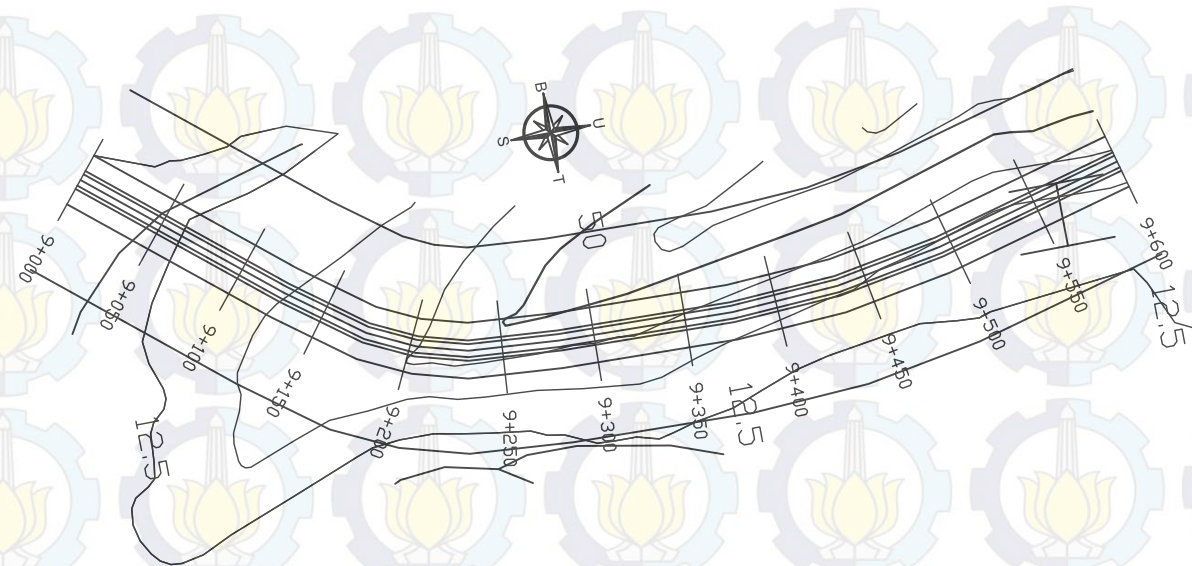
DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

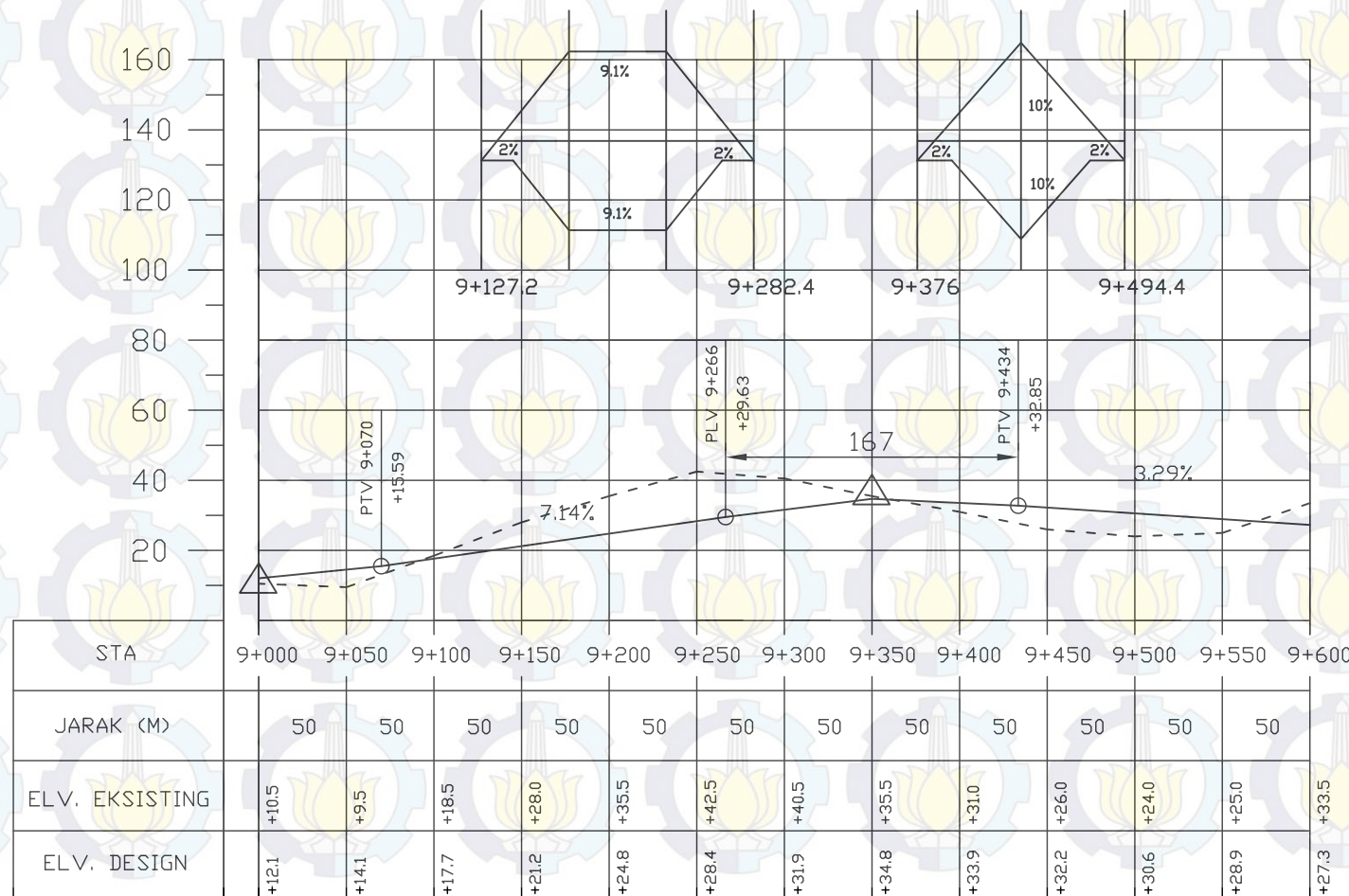
SKALA

LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000





— — — EKSISTING  
— — — RENCANA



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

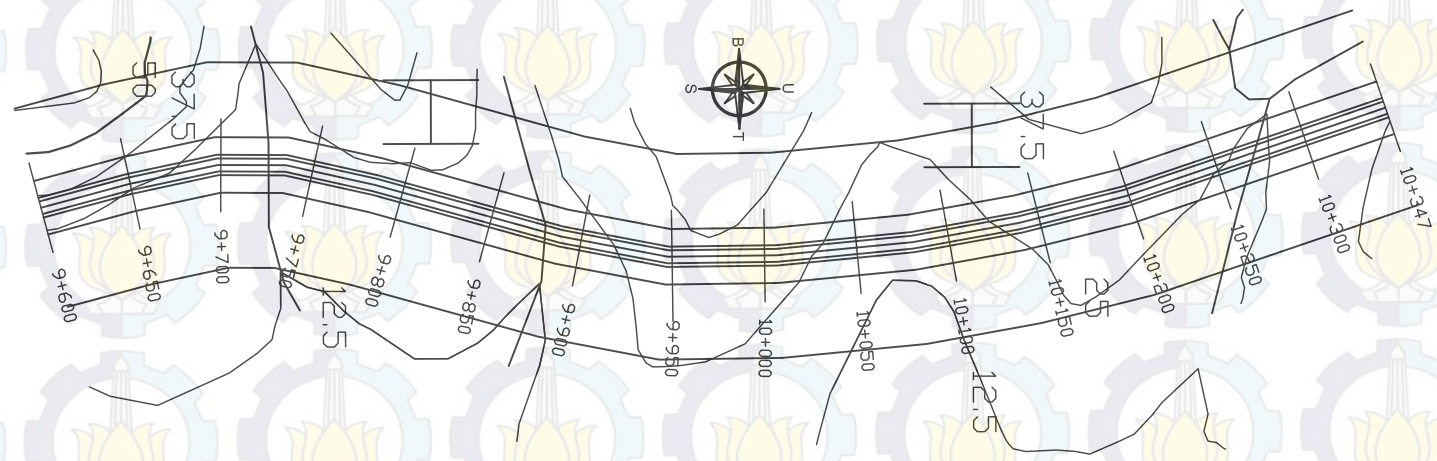
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

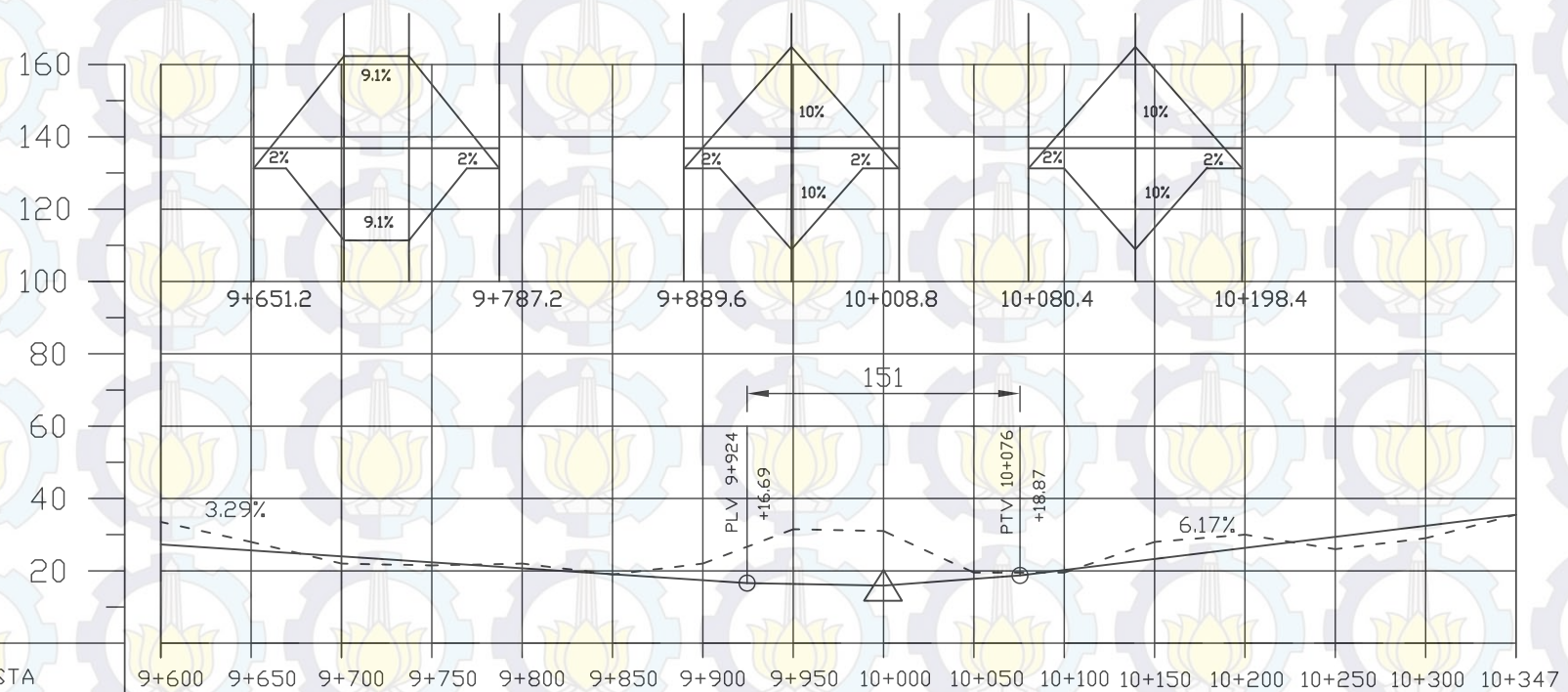
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000



— — — EKSISTING  
— — — RENCANA



STA	9+600	9+650	9+700	9+750	9+800	9+850	9+900	9+950	10+000	10+050	10+100	10+150	10+200	10+250	10+300	10+347	
JARAK (M)		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
ELV. EKSISTING		+33.5	+28.0	+22.0	+21.5	+22.0	+19.0	+22.0	+31.5	+31.0	+19.5	+19.5	+28.0	+30.0	+26.0	+29.0	+35.5
ELV. DESIGN		+27.3	+25.6	+23.9	+22.3	+20.7	+19.1	+17.4	+15.8	+16.0	+17.2	+20.3	+23.4	+26.5	+29.5	+32.6	+35.5

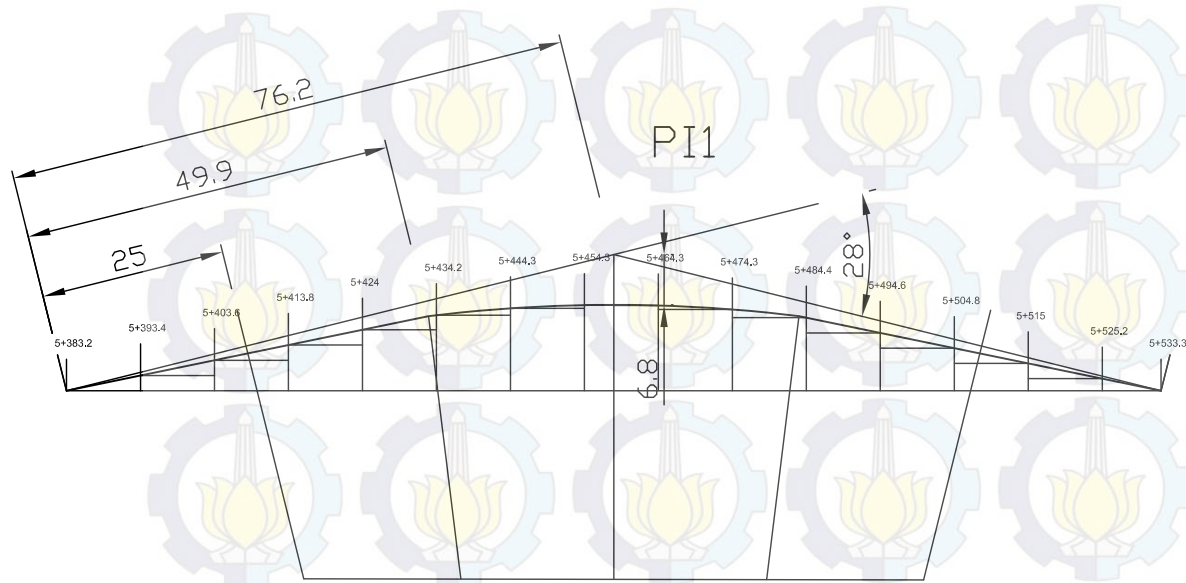
PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR  
ALINYEMEN HORIZONTAL

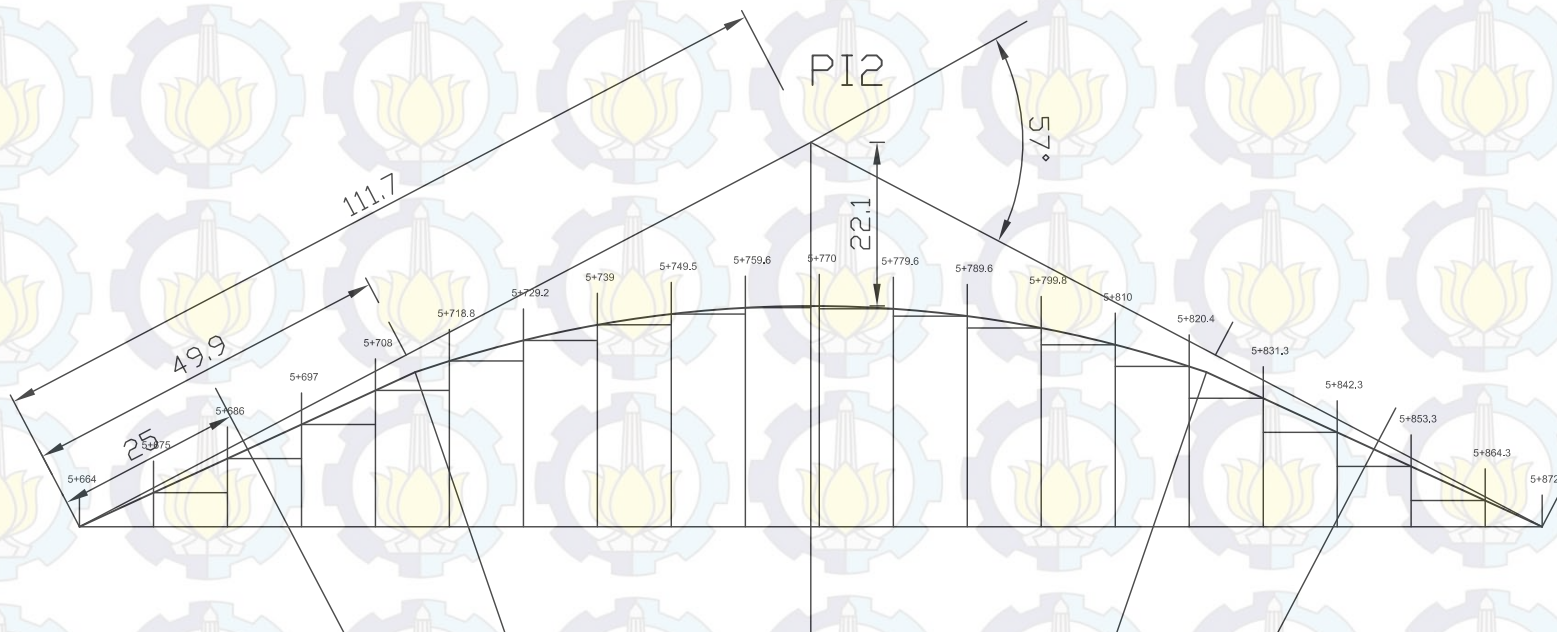
DISUSUN OLEH  
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING  
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA  
LAYOUT 1:4000  
SUPERELEVASI H=1:4000 V= 1:25  
LONG SECTION H=1:4000 V= 1:2000



STA	KOORDINAT	
	X	Y
5+383.2	0	0
5+393.4	10	2.06
5+403.6	20	4.12
5+413.8	30	6.18
5+424	50	8.24
5+434.2	60	10.21
5+444.3	70	11.13
5+454.3	80	11.57
5+464.3	90	11.52
5+474.3	100	10.98
5+484.4	110	9.87
5+494.6	120	7.82
5+504.8	130	5.76
5+515	140	3.7
5+525.2	150	1.64
5+533.3	160	0



STA	KOORDINAT	
	X	Y
5+664	0	0
5+675	10	4.6
5+686	20	9.2
5+697	30	13.81
5+708	40	18.41
5+718.8	50	22.4
5+729.2	60	25.17
5+739	70	27.28
5+749.5	80	28.75
5+759.6	90	29.59
5+770	100	29.83
5+779.6	110	29.45
5+789.6	120	28.46
5+799.8	130	26.85
5+810	140	24.59
5+820.4	150	21.66
5+831.3	160	17.35
5+842.3	170	12.75
5+853.3	180	8.15
5+864.3	190	3.54
5+872.8	198	0

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

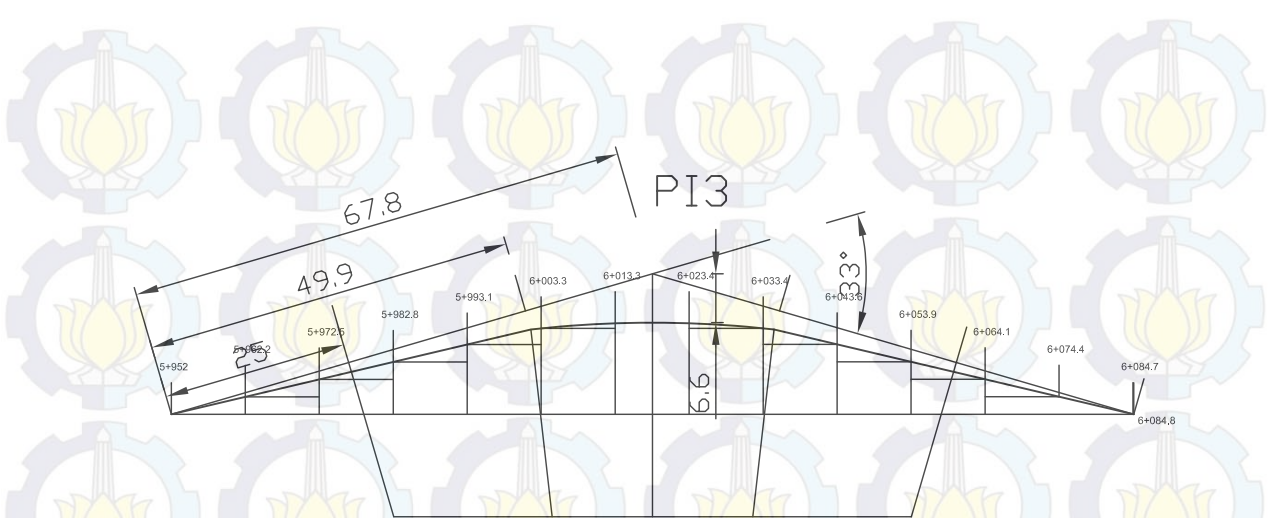
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

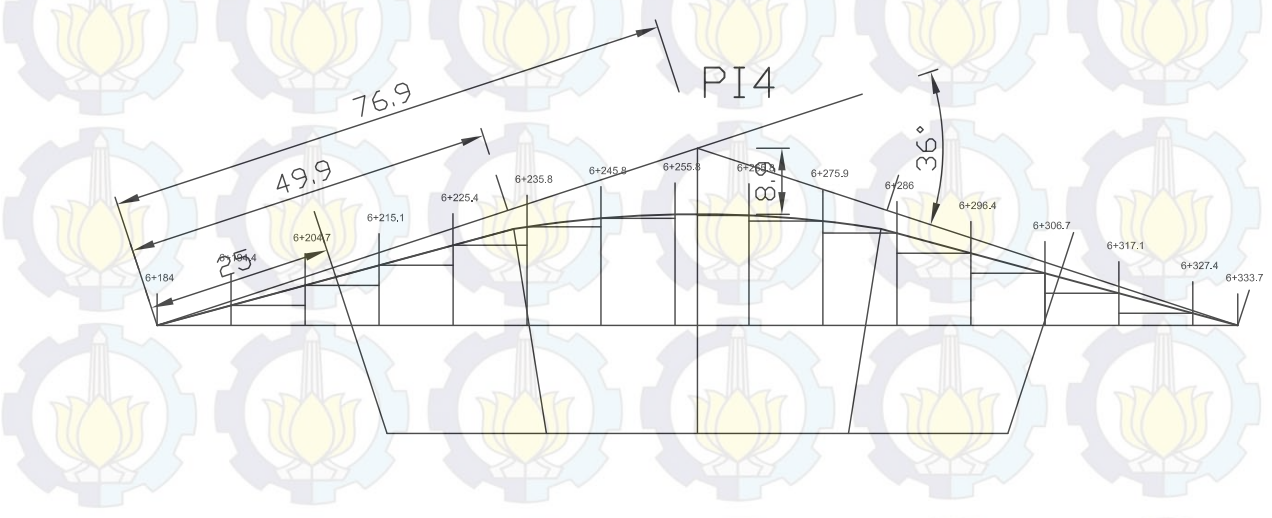
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

LENGKUNG HORIZONTAL 1:1000



STA	KOORDINAT	
	X	Y
5+952	0	0
5+962.2	10	2.36
5+972.5	20	4.72
5+982.8	30	7.07
5+993.1	40	9.43
6+003.3	50	11.61
6+013.3	60	12.3
6+023.4	70	12.3
6+033.4	80	11.62
6+043.6	90	9.45
6+053.9	100	7.09
6+064.1	110	4.74
6+074.4	120	2.38
6+084.7	130	0.02
6+084.8	130.09	0



STA	KOORDINAT	
	X	Y
6+184	0	0
6+194.4	10	2.71
6+204.7	20	5.41
6+215.1	30	8.12
6+225.4	40	10.83
6+235.8	50	13.32
6+245.8	60	14.47
6+255.8	70	14.99
6+265.8	80	14.86
6+275.9	90	14.1
6+286	100	12.47
6+296.4	110	9.76
6+306.7	120	7.05
6+317.1	130	4.35
6+327.4	140	1.64
6+333.7	146.06	0

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN HORIZONTAL

DISUSUN OLEH

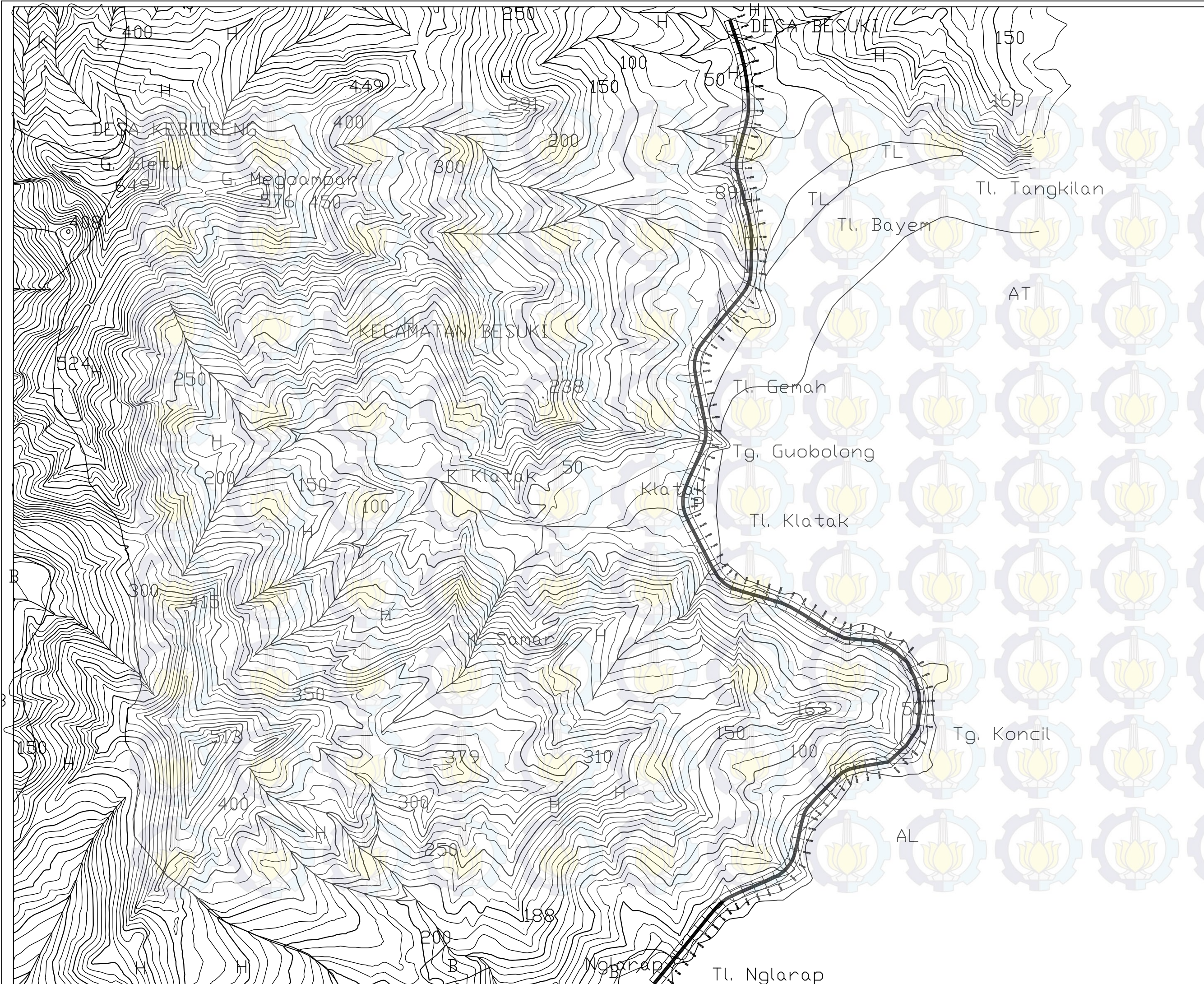
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

LENGKUNG HORIZONTAL 1:2000



PROGRAM STUDI  
 DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

PLAN PROFILE

DISUSUN OLEH

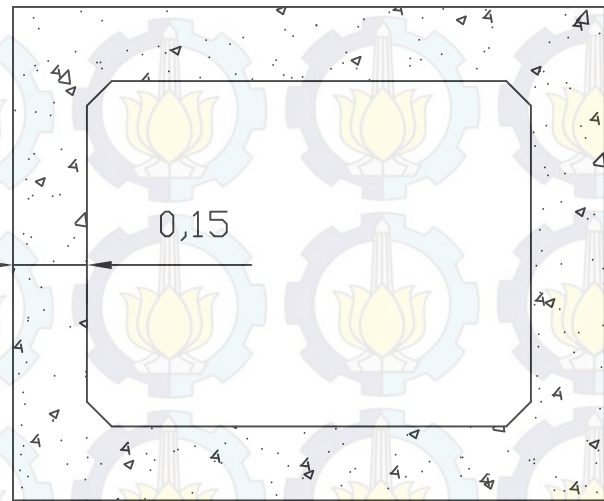
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

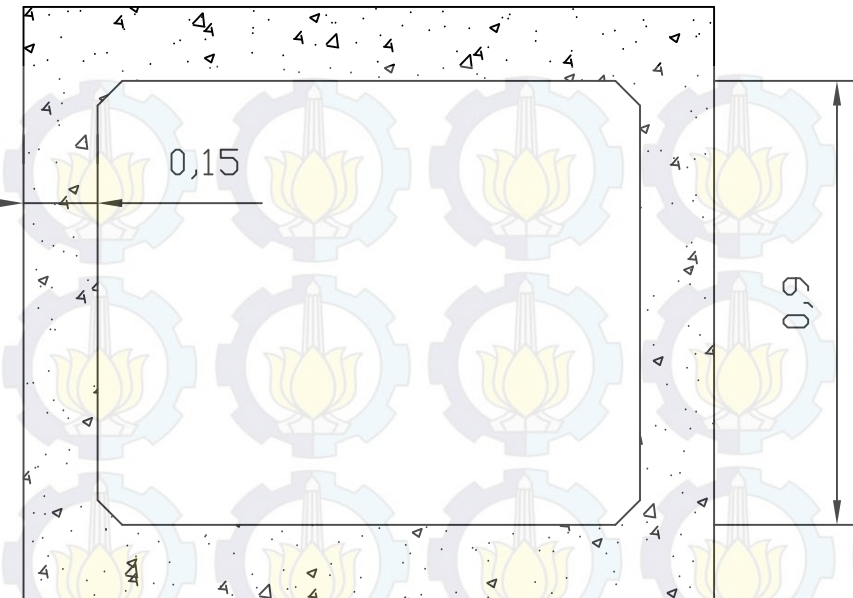
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
 Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

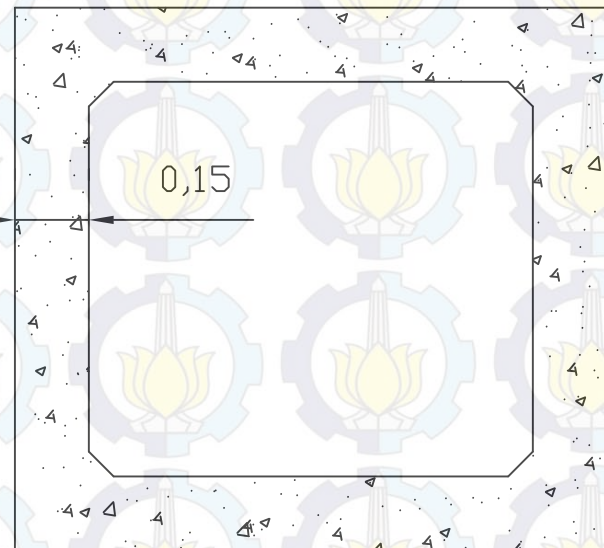
LAYOUT 1:5000



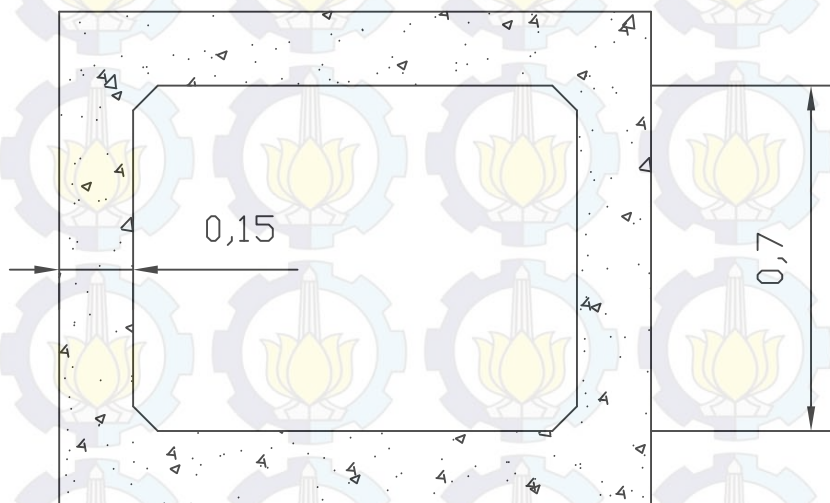
SALURAN MELINTANG STA 6+400  
SKALA 1:15



SALURAN MELINTANG STA 7+350  
SKALA 1:15



SALURAN MELINTANG STA 5+000  
SKALA 1:15



SALURAN MELINTANG STA 5+900  
SKALA 1:15

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

DETAIL SALURAN MELINTANG

DISUSUN OLEH

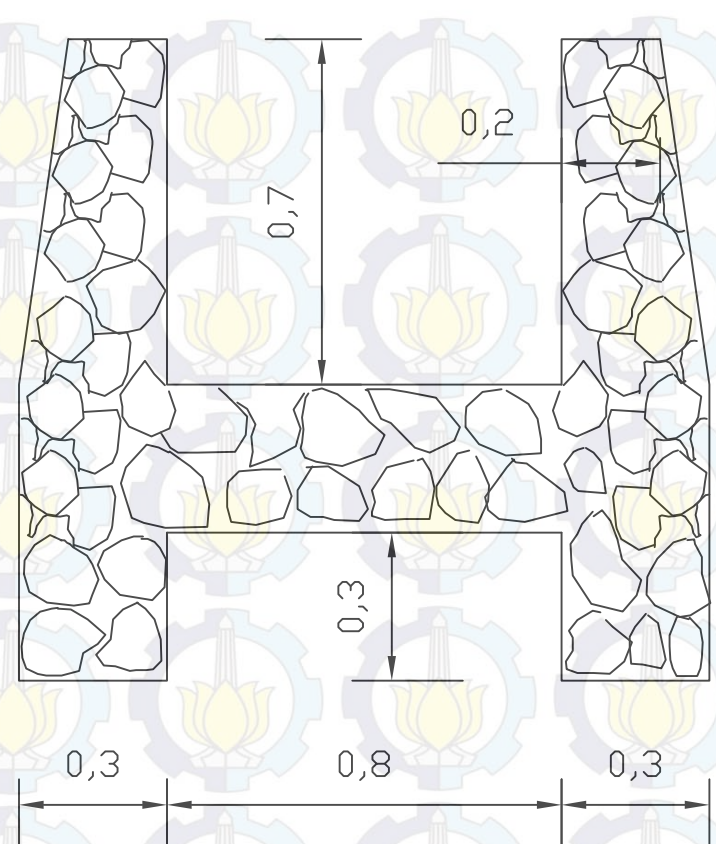
ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

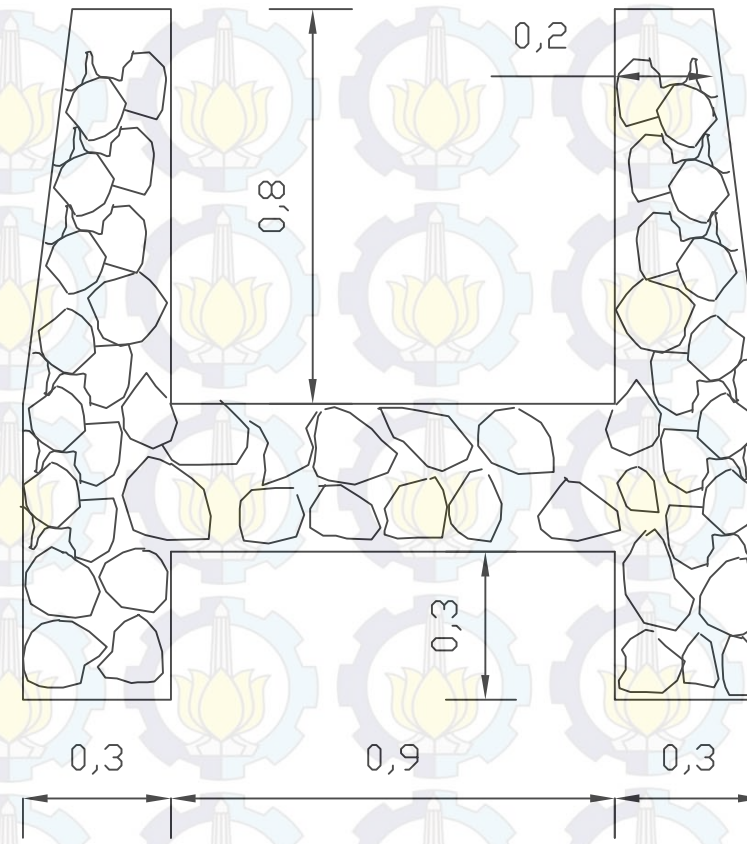
R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

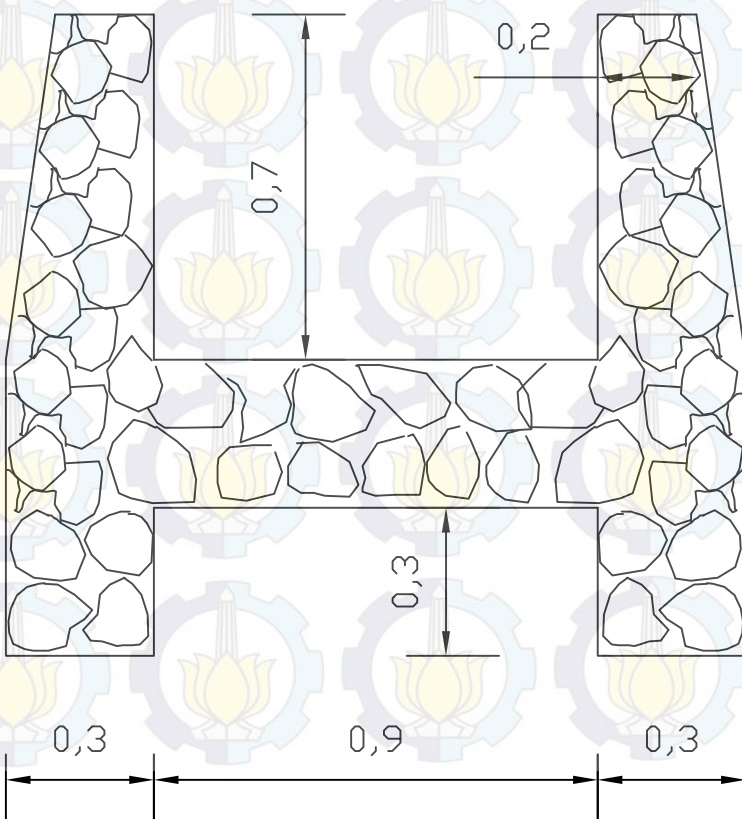
SKALA 1:15



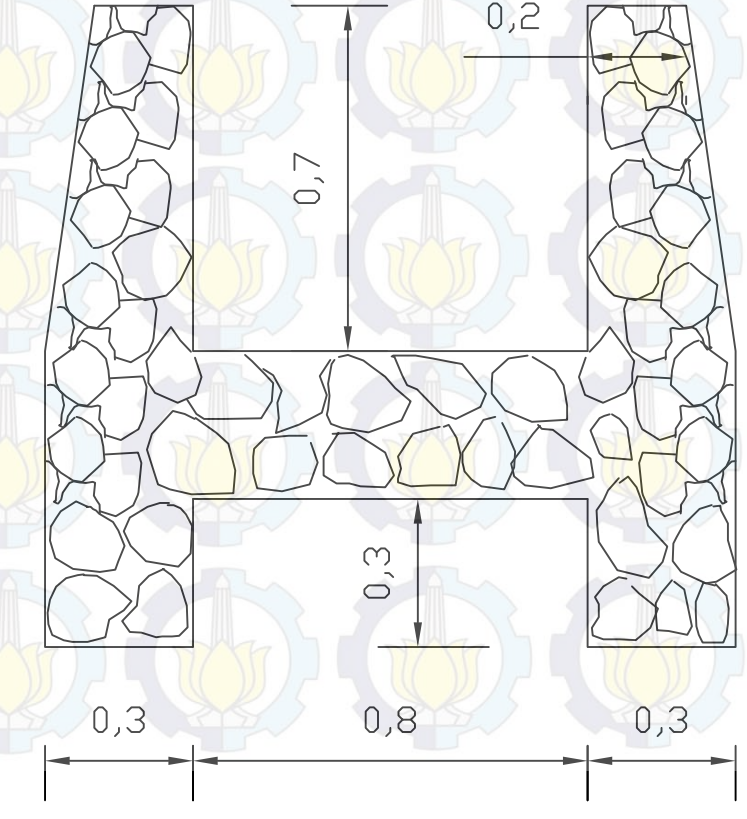
SALURAN TEPI STA 5+000-8+000  
SKALA 1:15



SALURAN TEPI STA 8+000-8+600  
SKALA 1:15



SALURAN TEPI STA 8+600-9+000  
SKALA 1:15



SALURAN TEPI STA 9+000-10+347  
SKALA 1:15

PROGRAM STUDI  
DIPLOMA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NAMA GAMBAR

DETAIL SALURAN TEPI

DISUSUN OLEH

ANAMBI MONO YUDIANTO-3111040502

DOSEN PEMBIMBING

R. BUYUNG ANUGRAHA, ST., MT.  
Ir. DUNAT INDRATMO, MT.

SKALA

SKALA 1:15

**DAFTAR PUSTAKA**

Departemen Pekerjaan Umum, 1989, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, dengan Metode Analisa Komponen (SNI 03-1732-1989)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia

Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia

Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.

Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan (No. 038/TBM/1997)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia

Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova : Bandung.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Anambi Mono Yudianto, dilahirkan di Sumenep pada tanggal 19 Februari 1990, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Darma Wanita Sidoarjo, SDN Pucang 2 Sidoarjo,

SMPN 6 Sidoarjo, SMAN 2 Sidoarjo, dan Diploma III Teknik Sipil FTSP – ITS. Setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil FTSP – ITS tahun 2011, penulis mengikuti Ujian Masuk Lanjut Jenjang FTSP - ITS dan diterima di Program Studi Diploma IV Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2011. Penulis terdaftar dengan NRP. 3111040502. Di Program Studi Diploma IV Teknik Sipil ini penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Transportasi.