



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN
PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR
MENGUNAKAN METODE AASHTO'93 PADA
JALAN DESA MUNJUNGAN KE DESA
KARANGGANDU KABUPATEN TRENGGALEK**

RATNA PUTRI HIDAYATI
NRP. 3114 105 043

Dosen Pembimbing :
Ir. Wahyu Herijanto, MT
Istiar, ST., MT

JURUSAN LINTAS JALUR S1 TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC14-1501

**GEOMETRICAL AND FLEXIBLE PAVEMENT
DESIGNING BY USING AASHTO'93 IN
MUNJUNGAN VILLAGE STREET TO
KARANGGANDU STREET AT TRENGGALEK
REGENCY**

RATNA PUTRI HIDAYATI
NRP. 3114 105 043

Advisor Lecture:
Ir. Wahyu Herijanto, MT
Istiar, ST., MT

CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Civil and Design Technology
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2016

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERENCANAAN
PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE
AASHTO'93 PADA JALAN DESA MUNJUNGAN KE
DESA KARANGGANDU KABUPATEN TRENGGALEK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

RATNA PUTRI HIDAYATI

NRP. 3114 105 043

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

- 1. Ir. Wabito Hidayat, M.T., Ph.D. (Dosen Pembimbing I)**
- 2. Istiar, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing II)**



**SURABAYA
JULI, 2016**

**PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERENCANAAN
PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE
AASHTO'93 PADA JALAN DESA MUNJUNGAN KE DESA
KARANGGANDU KABUPATEN TRENGGALEK**

Nama Mahasiswa : Ratna Putri Hidayati

NRP : 3114.105.043

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.

2. Istiar, ST., MT.

Abstrak

Pergerakan lalu lintas, baik barang maupun manusia di wilayah Utara Jawa cenderung lebih cepat berkembang dibanding dengan wilayah Selatan. Penyebabnya adalah akses antar kabupaten atau kota di wilayah Selatan yang belum terhubung dengan baik dan medan dominan pegunungan, sehingga kegiatan perekonomian hanya terfokus pada jalur Utara dan sekitarnya. Maka dari itu dibutuhkan perencanaan geometrik, perencanaan perkerasan lentur, serta drainase yang baik agar para pengguna jalan merasa aman dan nyaman dalam berkendara di daerah tersebut.

Untuk merencanakan geometrik jalan tersebut digunakan peraturan yang sesuai yaitu Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 perencanaan geometrik jalan. Perhitungan pembebanan lalu lintas (trip assignment) menggunakan metode Smock (1962). Perencanaan perkerasan lentur menggunakan peraturan SNI Pt T-01-2002-B yang mengacu pada AASHTO'93. Perencanaan drainase diperoleh mengacu pada peraturan Pd-T-02-2006-B. Serta anggaran biaya total menggunakan HSPK Zona 1 tahun 2016 yang diperlukan pada perencanaan geometrik ini.

Hasil Perencanaan Jalan dari Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten trenggalek diperoleh perencanaan geometrik dominan pegunungan dengan lebar jalan 7 meter dan bahu jalan 1 meter. Dengan perpindahan volume kendaraan

sebesar 40.9%. Ruas jalan ini menggunakan lapis perkerasan Laston MS744(AC-WC) setebal 7.70 cm. Untuk perencanaan saluran tepi berbentuk trapesium menggunakan material tanah asli dengan lebar saluran 0.4-1.6 meter dan tinggi saluran 0.9-2.5meter. Volume galian sebesar 5,167,299.28 m³ dan timbunan 1,810,960.38 m³. Total Estimasi biaya yang dikeluarkan Rp1,104,713,740,486,- (Terbilang: Satu Triliun Seratus Empat Miliar Tujuh Ratus Tiga Belas Juta Tujuh Ratus Empat Puluh Ribu Empat Ratus Delapan Puluh Enam Rupiah).

Kata Kunci: *Munjungan, Karanggandu, Geometrik Jalan, Trip Assigment, Perkerasan Lentur, Drainase, Anggaran Biaya*

**GEOMETRICAL AND FLEXIBLE PAVEMENT
DESIGNING BY USING AASHTO'93 IN MUNJUNGAN
VILLAGE STREET TO KARANGGANDU STREET AT
TRENGGALEK REGENCY**

Student Name : Ratna Putri Hidayati
NRP : 3114.105.043
Advisor Lecture : 1. Ir. Wahju Herijanto, MT.
2. Istiar, ST., MT.

Abstract

The development of traffic movement, both of human or thing, in the north side of Java is faster than the south side. Due to the accesses between regencies or cities in the south side do not well connected and the route mostly through the mountain, it makes economical activity only focuses in the north area. Therefore, it needs geometric and flexible pavement planning, also a good drainage to make the road user feels safe and comfort when passing that area.

To designing that road geometrical, it is used regulation from Geometrical Designing Order between the City Road numbers 038/TBM/1997. This study uses Smock method (1962 to calculate the trip assignment. To analyzing the flexible pavement, it uses SNI Pt T-01-2002-B that based on AASHTO'93 and it uses the regulation of Pd-T-02-2006-B for the planning of drainage. In this geometrical design, it also uses HSPK Zone 1 2006 as the total cost.

The result of road designing from Munjungan Village to Karanggandu Village at Trenggalek Regency was showed that 7 meter as the road width and 1 meter as the shoulder of road in the mountain dominant geometrical designing. Due to the vehicle volume movement was 40.9%, this road used Laston MS744 (AC-WC) with 7.70 cm of thickness for pavement layer. For trapezium side stream design, it used real soil with 0.4-1.6 meter of stream wideness and 0.9-2.5 meter of stream highness. Another result was the cut volume was 5,167,299.28 m³ and the fill volume

was 1,810,960.38 m³. The total cost estimation that should be spent was Rp1,104,713,740,486,- (One Trillion A Hundred And Four Billion, Seven Hundred And Thirteen Million, Seven Hundred And Fourty Thousand, Four Hundred And Eighty-Six Rupiah)

Keywords: Munjungan, Karanggandu, Road Geometric, Trip Assignment, Flexible Pavement, Drainage, Cost Planning

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala karunia, rahmat nikmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini. Proyek Akhir merupakan salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyusunan Proyek Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Proyek Akhir kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT selaku dosen pembimbing I Proyek Akhir ini.
2. Bapak Istiar, ST., MT selaku dosen pembimbing II Proyek Akhir ini.
3. Orang tua kami yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
4. Semua pihak dan instansi yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini.

Di dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis menyadari masi jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan. Terima kasih sekali lagi kepada semua yang telah ikut berperan dalam penyusunan Proyek Akhir ini. Semoga penulisan Proyek Akhir ini bisa berguna bagi semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Abstrak	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Lokasi Perencanaan.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Jalan.....	7
2.2.1 Sistem Jaringan Jalan	7
2.2.2 Fungsi Jalan.....	8
2.2.3 Status Jalan	8
2.2.4 Kelas Jalan.....	9
2.2.5 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan	9
2.3 Analisa Kecepatan Arus Bebas	10
2.3.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})	10
2.3.2 Penyesuaian Kecepatan Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (V_{BL})	11
2.3.3 Faktor Penyesuaian kecepatan akibat hambatan samping (FV_{HS})	12
2.3.4 Faktor Penyesuaian kecepatan kelas fungsi jalan (FV_{KFJ}).....	12
2.3.5 Kecepatan Arus Bebas (V_B)	13
2.4 Analisa Kapasitas	15
2.4.1 Kapasitas Dasar	15

2.4.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas	16
2.4.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah	16
2.4.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping.....	17
2.4.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan.....	17
2.5 Derajat Kejenuhan.....	18
2.6 Kecepatan dan Waktu Tempuh	19
2.7 Permodelan Trasportasi Dengan <i>Trip Assigment</i>	21
2.8 Kriteria Perencanaan	21
2.8.1 Kendaraan Rencana	21
2.8.2 Satuan Mobil Penumpang.....	23
2.8.3 Volume Lalu Lintas Rencana	23
2.8.4 Kecepatan Rencana	24
2.9 Bagian Bagian Jalan	25
2.9.1 Ruang Manfaat Jalan	25
2.9.2 Ruang Milik Jalan	25
2.9.3 Ruang Pengawas Jalan	26
2.10 Penampang Melintang.....	27
2.10.1 Jalur Lalu Lintas	27
2.10.2 Lebar Lajur	27
2.10.3 Bahu Jalan	28
2.10.4 Totoar dan Kereb.....	28
2.10.5 Median.....	29
2.11 Jarak Pandang Henti.....	30
2.11.1 Jarak Pandang Henti Minimum	30
2.11.2 Jarak Pandang Menyiap.....	32
2.12 Alinyemen Horizontal	35
2.12.1 Panjang Bagian Lurus	35
2.12.2 Tikungan (Lengkung).....	36
2.13 Alinyemen Vertikal	51
2.13.1 Kelandaian Jalan.....	51
2.14 Perencanaan Tebal Perkerasan	60

2.14.1	Lalu Lintas.....	60
2.12.2	Volume Lalu Lintas.....	61
2.12.3	Angka Ekuivalen Beban Sumbu.....	61
2.14.4	Struktur Perkerasan Lentur.....	62
2.14.5	Kriteria Perencanaan	63
2.14.6	Batas Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan	74
2.14.7	Analisa Komponen Perkerasan.....	75
2.15	Perencanaan Drainase.....	77
2.15.1	Pola Umum Sistem Drainase.....	77
2.15.2	Drainase Jalan Raya	77
2.15.3	Analisa Hidrologi	80
2.15.4	Analisa Hidrolika	85
2.16	Volume Galian Timbunan	87
2.17	Rencana Anggaran Biaya	87
BAB III.....		89
METODOLOGI		89
3.1	Tujuan Metodologi.....	89
3.2	Metodologi Yang Digunakan	89
3.2.1	Studi Literatur.....	89
3.2.2	Pengumpulan Data Sekunder	90
3.2.3	Analisa Perencanaan.....	91
3.2.4	Hasil Perencanaan	92
3.3	Bagan Alir	93
BAB IV		95
DATA PERENCANAAN		95
4.1	Data Perencanaan	95
4.1.1	Peta Topografi	95
4.1.2	Data Lalu Lintas	95
4.1.3	Data CBR Tanah Dasar	96
4.1.4	Data Kependudukan	97
4.1.5	Data PDRB.....	98
4.1.6	Data Curah Hujan.....	99
4.2	Pengolahan Data.....	100
4.2.1	Pengolahan Data Kependudukan.....	100

4.2.2 Pengolahan Data PDRB	101
4.2.3 Pengolahan Data Lalu Lintas.....	102
4.2.4 Pengolahan Data Curah Hujan	107
BAB V.....	109
PERENCANAAN GEOMETRIK.....	109
5.1 Dasar Perencanaan Jalan	109
5.1.1 Penampang Melintang Jalan.....	109
5.1.2 Penentuan Karakteristik Geometrik	109
5.2 Perencanaan Geometrik.....	109
5.2.1 Perencanaan dan Pemilihan Trase Jalan.....	109
5.2.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal	111
5.2.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	123
BAB VI	133
PERENCANAAN PERKERASAN	133
6.1 Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota	133
6.2 Perhitungan CBR Rencana	135
6.3 Perhitungan Tebal Perkerasan.....	137
BAB VII	163
PERENCANAAN DRAINASE	163
7.1Perencanaan Drainase.....	163
7.2Analisa Hidrologi	163
7.3 Analisa Hidrolika	170
BAB VIII.....	185
RENCANA ANGGARAN BIAYA	185
8.1 Umum.....	185
8.2 Perhitungan Volume Pekerjaan	185
8.2.1 Pekerjaan Tanah	185
8.2.2 Volume Pekerjaan Perkerasan	190
8.2.3 Volume Pekerjaan Minor	192
8.2.4 Harga Satuan Upah.....	194
8.2.5 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK).....	197
8.2.6 Biaya Total Konstruksi.....	203
BAB IX	205
KESIMPULAN	205

9.1Kesimpulan.....	205
9.2 Saran.....	207
DAFTAR PUSTAKA.....	209
BIODATA PENULIS	
LAMPIRAN	
GAMBAR PERENCANAAN	

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan	10
Tabel 2. 2 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) Untuk Jalan Antar Kota Pada Alinyemen Biasa	10
Tabel 2. 3 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) KR Sebagai Fungsi Dari Alinyemen Dengan Kelandaian Khusus, Pada Type Jalan 2/2TT	11
Tabel 2. 4 Penyesuaian Kecepatan Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (V_{BL}).....	11
Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Kecepatan Akibat Hambatan Samping (FV_{HS})	12
Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kecepatan Kelas Fungsi Jalan (FV_{KFJ})	12
Tabel 2. 7 Kecepatan Arus Bebas Dasar Mendaki, $V_{BD\ NAIK}$ Dan Kecepatan Arus Bebas Menurun $V_{BD\ TURUN}$ Untuk KR Pada Kelandaian Khusus Tipe Jalan 2/2 TT	14
Tabel 2. 8 Kecepatan Arus Bebas Dasar Mendaki Truk Besar $V_{BD, TB\ NAIK}$ Pada Kelandaian Khusus, Jalan 2/2TT	15
Tabel 2. 9 a (Kapasitas dasar pada jalan luar-kota 4-lajur 2-arah (4/2)), dan b (Kapasitas dasar pada jalan luar-kota 2-lajur 2-arah (2/2TT)) (FC_0),	15
Tabel 2. 10 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_L).....	16
Tabel 2. 11 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA}).....	16
Tabel 2. 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})	17
Tabel 2. 13 Kapasitas Dasar pada kelandaian khusus jalan 2/2TT	18
Tabel 2. 14 Faktor penyesuaian pemisah arah pada kelandaian khusus jalan 2/2TT.....	18

Tabel 2. 15 Nilai Ekr Kendaraan 2/2TT	19
Tabel 2. 16 Dimensi Kendaraan Rencana	22
Tabel 2. 17 Ekuivalensi Mobil Penumpang	23
Tabel 2. 18 Penentuan faktor-K dan faktor-F berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata	24
Tabel 2. 19 Kecepatan Rencana, VR, sesuai klasifikasi fungsi dan kiasifikasi medan jalan.....	25
Tabel 2. 20 Lebar Lajur Jalan Ideal.....	27
Tabel 2. 21 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu jalan	29
Tabel 2. 22 Lebar Minimum Median	29
Tabel 2. 23 Jarak Pandang Henti Minimum.....	32
Tabel 2. 24 Jarak Pandangan Menyiap Minimum.....	35
Tabel 2. 25 Panjang Bagian Lurus Maksimum	35
Tabel 2. 26 Desain Lengkung Peralihan Rencana.....	38
Tabel 2. 28 Kendaraan Rencana.....	48
Tabel 2. 29 Kelandaian Jalan	53
Tabel 2. 30 Panjang Kritis.....	53
Tabel 2. 31 Nilai C menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 berdasarkan JPM dan JPH	59
Tabel 2. 32 Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam- macam klasifikasi jalan.....	65
Tabel 2. 33 Nilai Penyimpangan Normal Standart Untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu.....	66
Tabel 2. 34 Faktor Distribusi Lajur (D_L).....	67
Tabel 2. 35 Definisi Kualitas Drainase.....	68
Tabel 2. 36 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif <i>material untreated base</i> dan <i>subbase</i> pada perkerasan lentur	68
Tabel 2. 37 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)	69
Tabel 2. 38 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP ₀)	70

Tabel 2. 39 Kekuatan Relatif Bahan (A)	74
Tabel 2. 40 Nilai Tebal Minimum Untuk Lapis Permukaan Berbeton Aspal Dan Lapis Pondasi Agregat.....	75
Tabel 2. 41 Kemiringan Melintang Jalan	78
Tabel 2. 42 Nilai K Sesuai Dengan Lama Pengamatan.....	79
Tabel 2. 43 Nilai Yn.....	79
Tabel 2. 44 Nilai Sn.....	80
Tabel 2. 45 Koefisien Pengaliran (C).....	82
Tabel 2. 46 Koefisien Hambatan (nd) Berdasarkan Kondisi Permukaan	84
Tabel 2. 47 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkn Berdasarkan Jenis Material.....	84
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data Lalu Lintas.....	96
Tabel 4. 2 Data CBR	97
Tabel 4. 3 Jumlah Penduduk Hasil Proyeksi 2011-2015 Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota.....	98
Tabel 4. 4 Data PDRB Perkapita Kabupaten Trenggalek Atas Dasar Harga Konstan 2010 (Ribu Rupiah)	98
Tabel 4. 5 Data Pertumbuhan Ekonomi Atas Dasar Harga Konstan	99
Tabel 4. 6 Data Curah Hujan Kecamatan Munjungan	99
Tabel 4. 7 Data Curah Hujan Kecamatan Watulimo	100
Tabel 4. 8 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum	100
Tabel 4. 9 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi.....	101
Tabel 4. 10 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk	101
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Permodelan <i>Trip Assigment</i> dengan Metode <i>Smock (1962)</i>	103
Tabel 4. 12 Perhitungan Prosentase Perpindahan Kendaraan ke Jalan Baru	104

Tabel 4. 13 Pertumbuhan Kendaraan per Tahun	105
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian	106
Tabel 4. 15 Perhitungan Curah Hujan	107
Tabel 5. 1 Kemiringan Medan Jalan Rencana.....	110
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Trase	111
Tabel 5. 3 Sudut Azimuth Dan Sudut Tikungan Trase Rencana	113
Tabel 5. 4 Superelevasi (e).....	117
Tabel 5. 5 Hasil Perhitungan Parameter Tikungan.....	118
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping (E) ...	120
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan (ω)	122
Tabel 5. 8 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal	127
Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan) ...	128
Tabel 5. 10 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan) .	129
Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan) .	130
Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan) .	131
Tabel 6. 1 Hasil Perhitungan Q Pada Tahun 2016.....	134
Tabel 6. 2 Hasil Perhitungan Q Pada Tahun 2026	134
Tabel 6. 3 Nilai CBR Segmen	136
Tabel 6. 4 Tabel Ekuivalen Sumbu <i>Single Axle Load</i> , Ipt = 2.0 .	141
Tabel 6. 5 Tabel Ekuivalen Sumbu <i>Tandem Axle Load</i> , Ipt = 2.0	142
Tabel 6. 6 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif <i>material untreated base</i> dan <i>subbase</i> pada perkerasan lentur	154
Tabel 6. 7 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif <i>material untreated base</i> dan <i>subbase</i> pada perkerasan lentur	161
Tabel 7. 1 Hasil Perhitungan t_0 Jalan.....	174

Tabel 7. 2 Hasil Perhitungan t_0 Bahu.....	175
Tabel 7. 3 Hasil Perhitungan t_0 Lereng Sisi Kanan	176
Tabel 7. 4 Hasil Perhitungan t_0 Sisi Kiri	177
Tabel 7. 5 Hasil Perhitungan t_c	178
Tabel 7. 6 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan (I)	179
Tabel 7. 7 Hasil Perhitungan C Gabungan	180
Tabel 7. 8 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi.....	181
Tabel 7. 9 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Sisi Kanan	183
Tabel 7. 10 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Sisi Kiri	184
Tabel 8. 1 Hasil Perhitungan Pembersihan Lahan.....	186
Tabel 8. 2 Hasil Perhitungan Pembersihan Lahan (Lanjutan)...	187
Tabel 8. 3 Hasil Perhitungan Volume Galian dan Timbunan....	189
Tabel 8. 4 Harga Upah	194
Tabel 8. 5 Harga Material.....	195
Tabel 8. 6 Harga Sewa Alat.....	196
Tabel 8. 7 Hasil Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan	197
Tabel 8. 8 Biaya Total Konstruksi.....	203
Tabel 9. 1 Dimensi Saluran.....	206

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Jawa Timur	5
Gambar 1. 2 Peta lokasi.....	6
Gambar 2. 1 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan TT.....	2/2 20
Gambar 2. 2 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan $4/2$ TT.....	20
Gambar 2. 3 Dimensi a (Kendaraan Kecil), b (Kendaraan Sedang), c (Kendaraan Besar).....	22
Gambar 2. 4 Jari-Jari Manuver Kendaraan.....	23
Gambar 2. 5 Bagian-Bagian Jalan.....	26
Gambar 2. 6 Kemiringan Melintang Jalan Normal	28
Gambar 2. 7 Bagian-Bagian Jalan.....	30
Gambar 2. 8 Korelasi Nilai f_m terhadap Kecepatan Rencana, V_r	31
Gambar 2. 9 Ilustrasi Jarak Pandangan Menyiap	33
Gambar 2. 10 Hubungan antara jari-jari, R lengkung dengan derajat lengkung, D	36
Gambar 2. 11 Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan	39
Gambar 2. 12 Bentuk Lengkung <i>Full Circle</i>	40
Gambar 2. 13 Diagram Superelevasi lengkung <i>full circle</i>	41
Gambar 2. 14 Bentuk Lengkung <i>Spiral-Circle- Spiral</i>	42
Gambar 2. 15 Diagram Superelevasi lengkung <i>spiral – circle - spiral</i>	43
Gambar 2. 16 Bentuk Lengkung <i>Spiral- Spiral</i>	44
Gambar 2. 17 Diagram Superelevasi lengkung <i>spiral– spiral</i>	45
Gambar 2. 18 Jarak Pandangan Pengemudi $S < L_t$	46
Gambar 2. 19 Jarak Pandangan Pengemudi $S > L_t$	47
Gambar 2. 20 Pelebaran Pada Tikungan	49
Gambar 2. 21 Gabungan Lengkung Horizontal	50

Gambar 2. 22 Ilustrasi Panjang Kritis	54
Gambar 2. 23 Lengkung Vertikal	55
Gambar 2. 24 Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)	56
Gambar 2. 25 Lengkung Vertikal Cembung ($S > L$)	57
Gambar 2. 26 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)	58
Gambar 2. 27 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S > L$)	58
Gambar 2. 28 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)	59
Gambar 2. 29 Susunan Lapis Perkerasan	62
Gambar 2. 30 Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_1)	71
Gambar 2. 31 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2)	72
Gambar 2. 32 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular (a_3)	73
Gambar 2. 33 t_0 pada jalan tidak mendatar	83
Gambar 2. 34 Tinggi Jagaan Saluran	86
Gambar 3. 1 Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	93
Gambar 5. 1 Alternatif Trase Jalan	111
Gambar 5. 2 Dasar Perhitungan Sudut Tikungan	112
Gambar 6. 1 Nilai CBR STA 0+000 s/d STA18+000	137
Gambar 6. 2 Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_1)	147
Gambar 6. 3 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_2)	154
Gambar 6. 4 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular (a_3)	161

Gambar 6. 5 Tebal perkerasan.....	162
Gambar 7. 1 t_0 Pada jalan tidak mendatar untuk setengah lebar jalan.....	164
Gambar 8. 1 Susunan Lapis Perkerasan.....	190
Gambar 8. 2 Tipikal Marka Dengan Kecepatan < 60 Km/Jam	193
Gambar 8. 3 Tipikal Marka Dengan Kecepatan > 60 Km/Jam	193
Gambar 9. 1 Susunan Lapisan perkerasan.....	205

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pemerataan dari segi pembangunan dan ekonomi di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dengan berkembangnya hal tersebut dapat mewujudkan harapan masyarakat dalam hal peningkatan sarana transportasi khususnya di Pulau Jawa. Dimana mempunyai tingkat pertumbuhan penduduk terbanyak dan juga peningkatan yang pesat dari segi perekonomiannya di banding dengan pulau-pulau lain di Indonesia. Untuk menunjang peningkatan pembangunan dan perekonomian dibutuhkan sarana transportasi yang memadai. Sehingga dapat memperlancar aktifitas perekonomian di pulau Jawa, khususnya Jawa Timur.

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting bagi peningkatan perekonomian. Dimana dibutuhkan pula sistem transportasi yang memadai dan dapat berfungsi dengan baik, sehingga tercapai lalu lintas yang lancar, aman dan nyaman bagi para pengguna jalan.

Provinsi Jawa Timur memiliki jaringan jalan di daerah Utara dan Selatan. Namun keadaan di kedua jaringan jalan tersebut tidak sama baik dalam hal akses penghubung jalan dan akses untuk perekonomian itu sendiri. Pada kenyataannya pergerakan lalu lintas, baik barang maupun manusia di wilayah Utara cenderung lebih cepat berkembang dibanding dengan di wilayah Selatan. Penyebabnya adalah akses antar kabupaten atau kota di wilayah Selatan yang belum terhubung dengan baik dan medan yang dominan berupa pegunungan, sehingga kegiatan perekonomian hanya terfokus pada jalur Utara dan sekitarnya.

Dengan adanya permasalahan baik dari segi akses penghubung jalan yang dominan berupa pegunungan maupun perekonomian di wilayah Selatan. Pemerintah Jawa Timur membuat program pengembangan kawasan Selatan sebagai program utama yang diawali dengan pembangunan jalan Jalur

Lintas Selatan Jawa Timur penghubung dari Kabupaten Pacitan hingga Banyuwangi dengan status Jalan Nasional.

Untuk itu pada Tugas Akhir ini difokuskan untuk merencanakan geometrik untuk Jalur Lintas Selatan khususnya yang melalui Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek. Dengan adanya perencanaan tersebut diharapkan dapat membantu masyarakat baik dalam akses penghubung maupun akses perekonomian di wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kondisi tersebut dapat disimpulkan permasalahan yang terjadi sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah volume yang akan melalui jalan baru Desa Munjungan hingga Desa Karanggandu setelah dilakukannya analisa perhitungan *Trip Assigment* dengan metode *Smock* 1962 ?
2. Bagaimana mendesain alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang sesuai dengan pedoman atau tata cara yang berlaku untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek ?
3. Bagaimana hasil perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO'93 pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek dengan umur rencana 10 tahun ?
4. Bagaimana mendesain saluran samping untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek ?
5. Bagaimana hasil perhitungan volume galian dan timbunan pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek ?
6. Berapa besar anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan perencanaan tersebut ?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan proposal tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung jumlah volume yang akan melalui jalan baru Desa Munjungan hingga Desa Karanggandu setelah dilakukannya analisa perhitungan *Trip Assigment* dengan metode *Smock* 1962.
2. Mendesain alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang sesuai dengan pedoman atau tata cara yang berlaku untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek dengan mempertimbangkan kontur yang tersedia pada peta topografi.
3. Merencanakan tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO'93 pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek dengan umur rencana 10 tahun.
4. Mendesain saluran samping untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.
5. Menghitung volume galian dan timbunan pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.
6. Menghitung besar rencana anggaran biaya (RAB) total dari perencanaan jalan baru tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan pembahasan topik yang di ambil, mengingat meluasnya permasalahan yang ada, maka batasan masalah yang ada pada proposal tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Perhitungan geometrik berdasarkan "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997"

2. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan trase jalan, alinemen horizontal dan vertikal, serta galian dan timbunan.
3. Merencanakan tebal perkerasan lentur berdasarkan SNI Pt T-01-2002-B mengacu pada AASHTO'93.
4. Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan daftar analisis harga satuan dari "Harga Satuan Pokok Kegiatan Zona 1" tahun 2016.
5. Merencanakan saluran samping berdasarkan peraturan SNI Pd T-02-2006-B, Hendarsin (2000), serta Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 .
6. Tidak menghitung stabilitas tanah, gorong-gorong, metode pelaksanaan serta jembatan.

1.5 Manfaat Penulisan

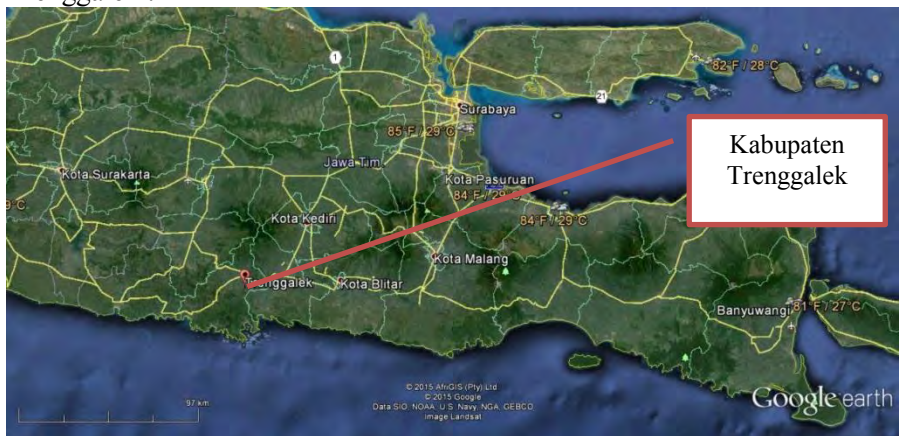
Manfaat dari proposal proyek akhir ini meliputi:

1. Dapat menghitung jumlah volume yang akan melalui jalan baru Desa Munjungan hingga Desa Karanggandu setelah dilakukannya analisa perhitungan *Trip Assigment* dengan metode *Smock* 1962
2. Dapat mendesain alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang sesuai dengan pedoman atau tata cara yang berlaku untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.
3. Dapat merencanakan tebal perkerasan lentur pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek dengan umur rencana 10 tahun.
4. Dapat mendesain saluran samping untuk akses Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.
5. Dapat menghitung volume galian dan timbunan pada perencanaan jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.

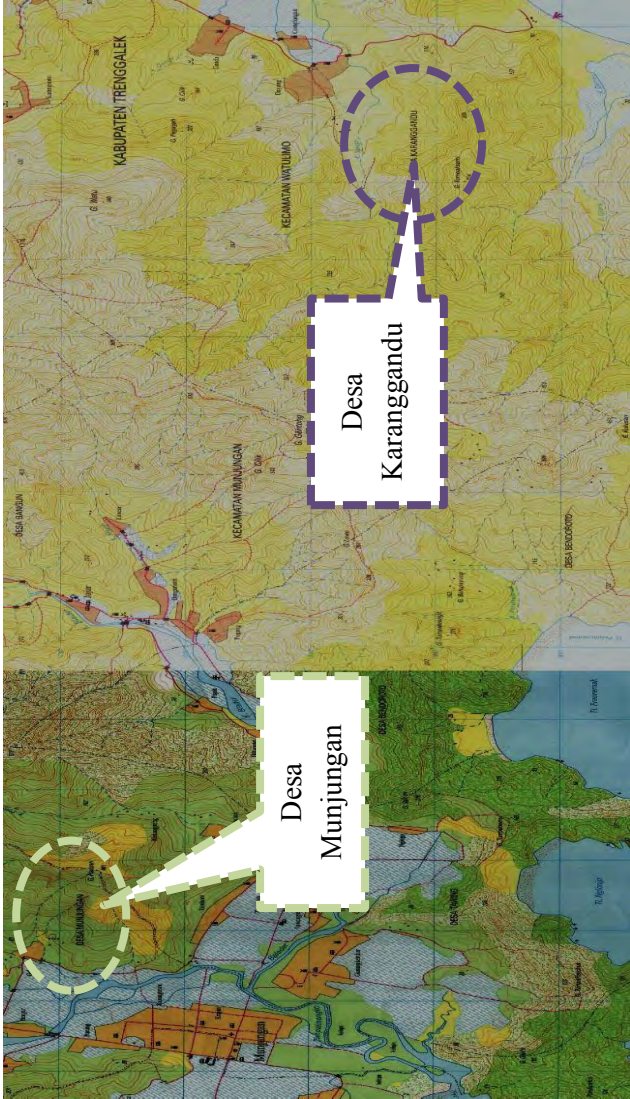
6. Dapat menghitung besar rencana anggaran biaya (RAB) total dari perencanaan peningkatan jalan tersebut.
7. Dapat menunjang perekonomian dan akses penghubung Jalur Lintas Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek.

1.6 Lokasi Perencanaan

Dibawah ini menunjukkan lokasi perencanaan geometrik jalan Desa Munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek :



Gambar 1. 1 Peta Jawa Timur
Sumber : Google Eart



Gambar 1. 2 Peta lokasi
Sumber : BAKOSURTANAL, 2001

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Untuk merencanakan sebuah jalan dibutuhkan teori – teori yang menunjang guna memperoleh sebuah desain yang ideal dan nyaman untuk para pengguna jalan. Untuk itu teori yang digunakan untuk perencanaan meliputi teori pembebanan lalu lintas (*trip assignment*), perencanaan geometrik jalan, perencanaan tebal perkerasan lentur, perencanaan drainase, serta peraturan rencana anggaran biaya . Berikut merupakan penjelasan teori penunjang proposal akhir ini.

2.2 Jalan

Menurut UU Jalan yang terbaru, jalan dikelompokkan menjadi 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

2.2.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu Sistem Jaringan Jalan Primer dan Sistem Jaringan Jalan Sekunder.

2.2.1.1 Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang pemerintah serta menjadi penghubung antar kawasan perkotaan yang merupakan pusat dari kegiatan sebagai berikut:

- menghubungkan pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan; serta

- Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.

2.2.1.2 Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem Jaringan Jalan Sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kota/kabupaten yang menjadi penghubung kawasan yang memiliki fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

2.2.2 Fungsi Jalan

Berdasarkan sifat, pergerakan lalu lintas serta angkutan jalan, fungsi jalan diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Jalan Arteri; Merupakan akses jalan penghubung angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, serta jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2) Jalan Kolektor; Merupakan akses jalan penghubung angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang serta jumlah akses jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan Lokal; Merupakan akses jalan penghubung angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, serta jumlah akses jalan masuk tidak dibatasi.
- 4) Lingkungan; Merupakan jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

2.2.3 Status Jalan

Menurut statusnya, jalan umum klasifikasikan menjadi 5 (lima) golongan, yaitu:

- 1) Jalan Nasional; Jalan dengan pengelolaan dan wewenangnya berada di tingkat nasional.
- 2) Jalan propinsi; jalan dengan pengelolaan dan wewenangnya berada di tingkat propinsi.

- 3) Jalan Kabupaten; Jalan dengan pengelolaan dan wewenangnya berada di tingkat kabupaten.
- 4) Jalan Kota; Jalan dengan pengelolaan dan wewenangnya berada di tingkat kota.
- 5) Jalan Desa; Jalan dengan pengelolaan dan wewenangnya berada di tingkat desa.

2.2.4 Kelas Jalan

Penentuan kelas jalan ditetapkan berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang jalan berdasarkan spesifikasi prasarana jalan yang terdiri dari:

- 1) Spesifikasi Jalan Bebas Hambatan; dimana meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, terdapat pagar ruang milik jalan, dan dilengkapi dengan median, yang paling sedikit memiliki 2 (dua) lajur setiap arah, serta lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.
- 2) Spesifikasi jalan raya; merupakan jalan umum untuk lalu lintas dengan akses jalan masuk yang dibatasi serta dilengkapi dengan median, yang paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.
- 3) Spesifikasi jalan sedang adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan akses jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.
- 4) Spesifikasi jalan kecil adalah jalan umum yang dibuat untuk lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 (lima koma lima) meter.

2.2.5 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Medan Jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar medan yang di ukur tegak lurus dengan garis konturnya. Klasifikasi medan jalan ini terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

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

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997*

2.3 Analisa Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol, sesuai kecepatan yang dipilih oleh pengemudi pada saat mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lainnya.

2.3.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

Tabel 2. 2 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) Untuk Jalan Antar Kota Pada Alinyemen Biasa

Tipe jalan/ Tipe alinyemen/ (Kelas jarak pandang)	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)				
	KR	KBM	BB	TB	SM
Enam-lajur terbagi					
- Datar	83	67	86	64	64
- Bukit	71	56	68	52	58
- Gunung	62	45	55	40	55
Empat-lajur terbagi					
- Datar	78	65	81	62	64
- Bukit	68	55	66	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar	68	60	73	58	55
" KJP:A	65	57	69	55	54
" KJP:B	61	54	63	52	53
" KJP:C	61	52	62	49	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Catatan: KJP – Kelas Jarak Pandang

Sumber : *PKJI, 2014*

Tabel 2. 3 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) KR Sebagai Fungsi Dari Alinyemen Dengan Kelandaian Khusus, Pada Type Jalan 2/2TT

Naik + turun (m/km)	V_{BD} KR, jalan 2/2TT						
	Lengkung horizontal rad/km						
	< 0,5	0,5 - 1	1,2	2,4	4,6	6,8	8-10
5	68	65	63	58	52	47	43
15	67	64	62	58	52	47	43
25	66	64	62	57	51	47	43
35	65	63	61	57	50	46	42
45	64	61	60	56	49	45	42
55	61	58	57	53	48	44	41
65	58	56	55	51	46	43	40
75	56	54	53	50	45	42	39
85	54	52	51	48	43	41	38
95	52	50	49	46	42	40	37

Sumber : PKJI, 2014

2.3.2 Penyesuaian Kecepatan Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (V_{BL})

Tabel 2. 4 Penyesuaian Kecepatan Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (V_{BL})

Tipe jalan	Lebar lajur efektif (L_{LE}) (m)	FV_W (km/jam)		
		Datar: KJP= A,B	Bukit : KJP=A,B,C Datar : KJP=C	Gunung
4/2T dan	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
6/2T	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
4/2TT	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
2/2TT	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
11	3	3	2	

Sumber : PKJI, 2014

2.3.3 Faktor Penyesuaian kecepatan akibat hambatan samping (FV_{HS})

Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Kecepatan Akibat Hambatan Samping (FV_{HS})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (KHS)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif L_{BE} (m)			
		$\leq 0,5m$	1,0 m	1,5m	$\geq 2m$
4/2T	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,86
4/2TT	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
2/2TT	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : PKJI, 2014

2.3.4 Faktor Penyesuaian kecepatan kelas fungsi jalan (FV_{KFJ})

Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kecepatan Kelas Fungsi Jalan (FV_{KFJ})

Tipe Jalan	Fungsi Jalan	$FV_{B,KFJ}$				
		Pengembangan samping jalan				
		0%	25%	50%	75%	100%
4/2T	Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
	Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
	Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
4/2TT	Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
	Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
	Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
2/2TT	Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
	Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
	Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : PKJI, 2014

2.3.5 Kecepatan Arus Bebas (V_B)

Penentuan Kecepatan Arus Bebas berdasarkan bantuan tabel ketentuan di atas, dan dapat dimasukkan ke dalam rumus berikut :

$$V_B = (V_D + FV_{BL}) \times FV_{HS} \times FV_{KJL} \quad (2.1)$$

Dimana :

V_B = Kecepatan arus bebas

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar (KR)

V_{BL} = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas

FV_{HS} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FV_{KFJ} = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

V_B yang digunakan dalam analisis ini adalah untuk jenis Kendaraan Ringan (KR), sedangkan untuk kendaraan lainnya sebagai berikut:

1. Hitung faktor penyesuaian kecepatan arus bebas dasar untuk:

$$KR (FV_B) = V_{BD} - V_B \quad (2.2)$$

2. Hitung VB untuk jenis kendaraan lain

$$(\text{misal KS; } V_{BKS}) = V_{BD} - FV_B \times VB_{DKS} / V_{BD} \quad (2.3)$$

Untuk perhitungan V_B pada kelandaian khusus ($2/2TT$) , berikut langkah yang digunakan:

1. Hitung V_B untuk kondisi datar dengan ketentuan-ketentuan seperti di atas.
2. Menentukan V_{BD} naik dan V_{BD} turun.

Tabel 2. 7 Kecepatan Arus Bebas Dasar Mendaki, $V_{BD \text{ NAIK}}$ Dan Kecepatan Arus Bebas Menurun $V_{BD \text{ TURUN}}$ Untuk KR Pada Kelandaian Khusus Tipe Jalan 2/2 TT

Panjang (km)	Arah 1: Tanjakan					Arah 2: Turunan				
	3%	4%	5%	6%	7%	3%	4%	5%	6%	7%
0,5	68,0	65,7	62,6	59,5	55,2	68,0	68,0	68,0	65,7	62,6
1,0	67,7	64,3	60,3	56,0	51,4	68,0	68,0	67,7	64,3	60,3
2,0	67,6	63,4	58,9	54,3	49,5	68,0	68,0	67,6	63,4	58,9
3,0	67,5	63,1	58,5	53,8	48,9	68,0	68,0	67,5	63,1	58,5
4,0	67,4	62,9	58,2	53,4	48,5	68,0	68,0	67,4	62,9	58,2
5,0	67,4	62,8	58,0	53,2	48,5	68,0	68,0	67,4	62,8	58,0

Sumber: PKJI, 2014

3. Bandingkan VB kondisi datar dengan V_{BD} naik dan tentukan V_B naik.
 - Jika $VB \text{ datar} \leq V_{BD} \text{ naik} \rightarrow VB \text{ naik} = VB \text{ datar}$
 - Jika $VB \text{ datar} > V_{BD} \text{ naik} \rightarrow$ hitung VB naik :

$$V_{B,NAIK} = V_{BD,NAIK} - (68 - V_{BD,DATAR} \times \left(\frac{10 - \text{kelandaian}}{10}\right) \times \frac{0,62}{L} \quad (2.4)$$

4. Bandingkan VB kondisi datar dengan VBD turun dan tentukan VB turun
 - Jika $VB \text{ datar} \leq V_{BD} \text{ turun} \rightarrow VB \text{ turun} = VB \text{ datar}$
 - Jika $VB \text{ datar} > V_{BD} \text{ turun} \rightarrow VB \text{ turun} = VB \text{ datar}$
5. Hitung V gabungan (perhatikan arus KR untuk kedua arah)

$$V_B = \frac{Q_{KR}}{\frac{Q_{KR1}}{V_{B,NAIK}} + \frac{Q_{KR2}}{V_{B,TURUN}}} \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk VB pada kelandaian khusus (2/2TT) untuk truk besar, sama dengan langkah pada perhitungan KR dengan catatan :

1. V_{BD} datar untuk TB
2. V_B datar untuk TB
3. V_{BD} naik untuk TB

Tabel 2. 8 Kecepatan Arus Bebas Dasar Mendaki Truk Besar $V_{BD, TB\ NAIK}$ Pada Kelandaian Khusus, Jalan 2/2TT

Panjang (km)	Truk Besar, TB Kelandaian tanjakan				
	3%	4%	5%	6%	7%
0,5	50,0	45,0	39,5	34,3	29,4
1,0	47,6	40,9	34,6	30,2	26,1
2,0	45,2	38,6	32,5	28,5	24,7
3,0	44,4	37,9	31,8	27,9	24,3
4,0	44,1	37,6	31,5	27,7	24,1
5,0	43,8	37,3	31,3	27,5	23,9

Sumber: PKJI, 2014

4. V_B naik untuk TB

$$V_{B,NAIK} = V_{BD,TB,NAIK} - (58 - V_{B,TB,DATAR} \times \left(\frac{8 - \text{kelandaian}}{8}\right) \times \frac{0.60}{L} \quad (2. 6)$$

2.4 Analisa Kapasitas

Sebelum masuk pada perhitungan perencanaan geometrik, dibutuhkan analisa kapasitas untuk mendapatkan derajat kejenuhan dan penentuan kecepatan kendaraan yang direncanakan.

2.4.1 Kapasitas Dasar

Tabel 2. 9 a (Kapasitas dasar pada jalan luar-kota 4-lajur 2-arah (4/2)), dan b (Kapasitas dasar pada jalan luar-kota 2-lajur 2-arah (2/2TT)) (FC_0),

Tipe Jalan	Tipe alinemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
4/2T	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800
4/2TT	Datar	1700
	Bukit	1650
	Gunung	1600

a

Tipe Jalan	Tipe alinemen	Kapasitas dasar total kedua arah (smp/jam)
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	2900

b

Sumber : PKJI, 2014

2.4.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas

Tabel 2. 10 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FC_L)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (L_{LE}), m	FC_L
4/2T & 6/2T	Per Lajur	3,00
		3,25
		3,50
		3,75
4/2TT	Per Lajur	3,00
		3,25
		3,50
		3,75
2/2TT	Total dua arah	5,00
		6,00
		7,00
		8,00
		9,00
		10,0
11,0		

Sumber : PKJI, 2014

2.4.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah

Tabel 2. 11 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA})

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua lajur. 2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur. 4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : PKJI, 2014

2.4.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Tabel 2. 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{HS})			
		Lebar bahu efektif L_{BE} , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	Sangat rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2TT	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
&	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
4/2TT	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : PKJI, 12014

2.4.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Penentuan kapasitas berdasarkan bantuan data yang ada di lapangan, dan dapat dimasukkan ke dalam rumus berikut :

$$C = C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (ekr/jam)} \quad (2. 7)$$

di mana:

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (ekr/jam)

FC_L = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas

FC_{PA} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Untuk perhitungan kapasitas pada kelandaian khusus jalan 2/2TT dapat dimasukkan nilai Kapasitas Dasar berdasarkan tabel 2.13 dan faktor penyesuaian pemisah arah pada tabel 2.14 .

Tabel 2. 13 Kapasitas Dasar pada kelandaian khusus jalan 2/2TT

Panjang kelandaian, Km	% Kelandaian	Kapasitas dasar dua arah (skr/jam)
≤ 0,5 km	Semua kelandaian	3.000
≤ 0,8 Km	≤ 4,5%	2900
Keadaan-keadaan lain	-	2800

Sumber : PKJI, 2014

Tabel 2. 14 Faktor penyesuaian pemisah arah pada kelandaian khusus jalan 2/2TT

Persen lalu lintas mendaki (arah 1)	FC _{PA}
70	0,78
65	0,83
60	0,88
55	0,94
50	1,00
45	1,03
40	1,06
35	1,09
30	1,12

Sumber : PKJI, 2014

2.5 Derajat Kejenuhan

Dengan menggunakan nilai kapasitas di atas serta nilai arus total lalu lintas (Q)(ekr/jam), maka rumusan untuk mencari derajat kejenuhan sebagai berikut:

$$D_j = Q/C \quad (2. 8)$$

Dimana:

D_j = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Total Lalu Lintas (ekr/jam)

C = Kapasitas (ekr/jam)

Tabel 2. 15 Nilai Ekr Kendaraan 2/2TT

Tipe alinemen	Arus total (kend./-jam)	Ekr					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar jalur lalu lintas(m)		
< 6m	6 - 8m	> 8m					
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : PKJI, 2014

2.6 Kecepatan dan Waktu Tempuh

Pada perhitungan ini penentuan kecepatan pada keadaan lalu lintas, hambatan samping, dan kondisi geometrik di lapangannya bisa menggunakan gambar grafik 2.1 untuk jalan 2/2TT dan gambar grafik 2.2 untuk jalan 4 lajur. Dan untuk menghitung waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan menggunakan rumusan berikut:

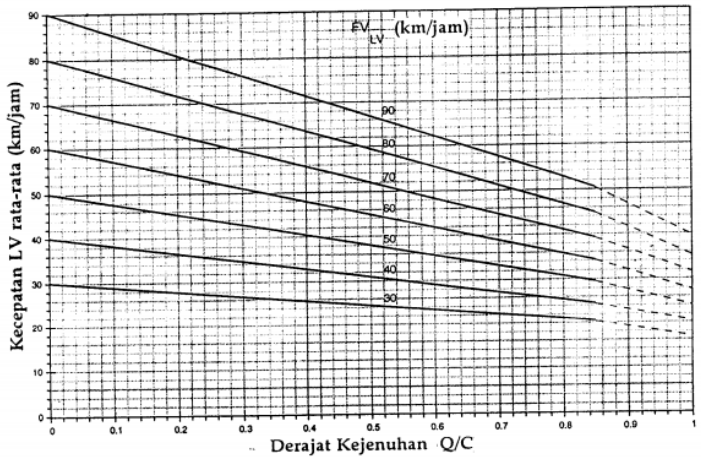
$$TT = L/V \quad (2.9)$$

Dengan:

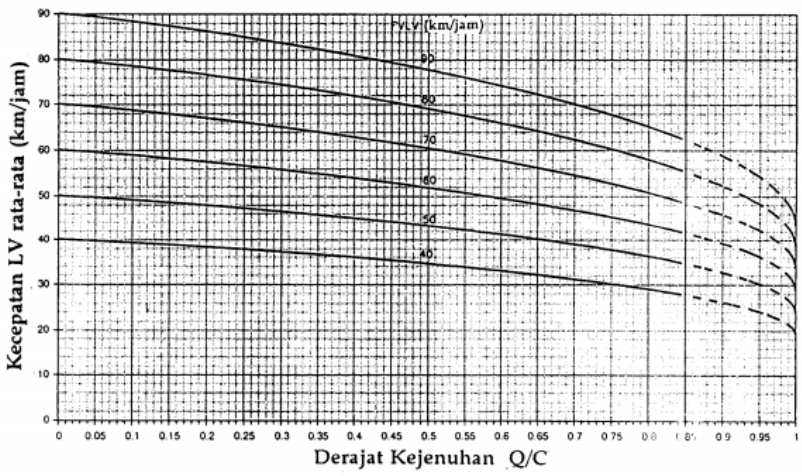
TT = Waktu Tempuh (jam)

L = Panjang Segmen (km)

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



Gambar 2. 1 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan 2/2 TT
 Sumber : PKJI, 2014



Gambar 2. 2 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan 4/2 TT
 Sumber : PKJI, 2014

2.7 Permodelan Transportasi Dengan *Trip Assignment*

Pada perencanaan geometrik ini dibutuhkan permodelan transportasi dengan *trip assignment*, yang digunakan untuk memperkirakan volume lalu lintas yang terpisah akibat dibangunnya jalan baru. Dengan dibangunnya jalan baru maka sebagian kendaraan lalu lintas yang melalui jalan eksisting atau jalan nasional yang ada sebelumnya akan memilih jalan baru. Metode yang digunakan pada permodelan transportasi *trip assignment* ini berupa metode *Smock* (1962), berikut penjelasannya:

$$t = t_0 \times \text{Exp} (V / Q_s) \quad (2. 10)$$

Dimana :

t_0 = travel time per satuan jarak saat free flow

Q_s = kapasitas pada kondisi jenuh

2.8 Kriteria Perencanaan

Geometrik jalan merupakan suatu bangunan jalan raya yang menggambarkan bentuk atau ukuran jalan raya yang menyangkut penampang melintang, memanjang, maupun aspek lain yang berkaitan dengan bentuk fisik jalan.

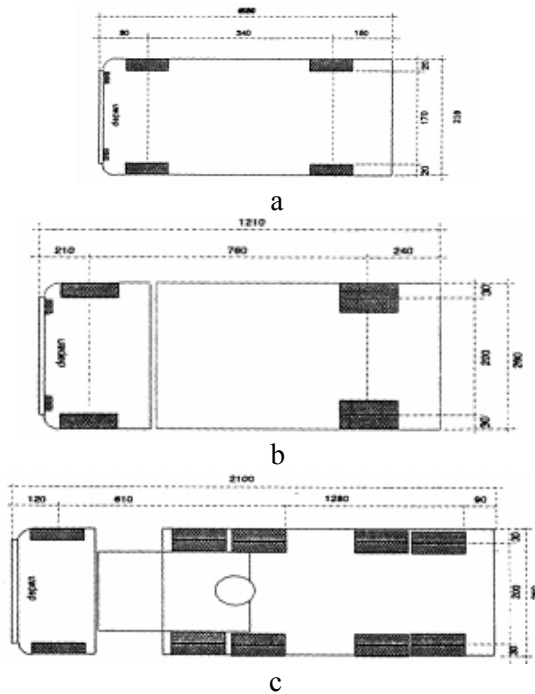
2.8.1 Kendaraan Rencana

- 1) Menurut peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997, Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya digunakan untuk persyaratan dalam perencanaan geometrik.
- 2) Kendaraan Rencana diklasifikasikan dalam 3 kategori, yaitu:
 - a. Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang.
 - b. Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as
 - c. Kendaraan Besar, diwakili oleh truk-semi-trailer.

Tabel 2. 16 Dimensi Kendaraan Rencana

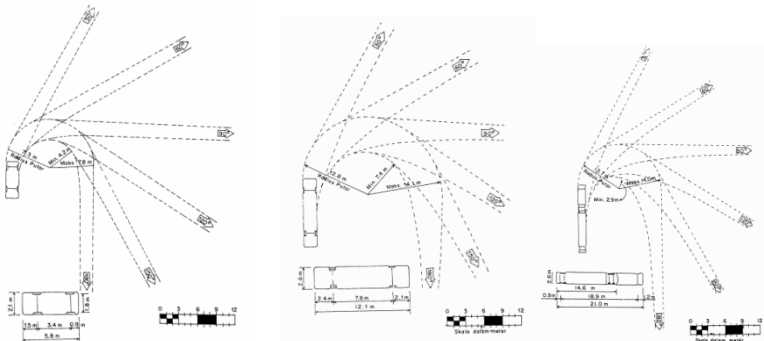
Katagori Kendaraan	Dimensi Kend. (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min.	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997



Gambar 2. 3 Dimensi a (Kendaraan Kecil), b (Kendaraan Sedang), c (Kendaraan Besar)

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997



Gambar 2. 4 Jari-Jari Manuver Kendaraan

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.8.2 Satuan Mobil Penumpang

SMP adalah ketetapan angka satuan kendaraan untuk perhitungan kapasitas jalan, dimana mobil penumpang ditetapkan sebagai satuan SMP. SMP untuk jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat dalam tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Ekuivalensi Mobil Penumpang

No.	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1.	Sedan, Jeep, Station Wagon.	1.0	1.0
2.	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil.	1.2-2.4	1.9-3.5
3.	Bus dan Truck Besar	1.2-5.0	2.2-6.0

Sumber: PKJI 2014

2.8.3 Volume Lalu Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari.

Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan

dalam SMP/jam. VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang digunakan. Tabel 2.18 menyajikan faktor-K dan faktor-F yang sesuai dengan VLHR-nya, yang dihitung dengan rumus:

$$\mathbf{VJR = VLHR \times \frac{K}{F}} \quad (2.11)$$

Dimana:

K = faktor volume lalu lintas jam sibuk, dan

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

Tabel 2. 18 Penentuan faktor-K dan faktor-F berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

VLHR	FAKTOR-K (%)	FAKTOR-F (%)
> 50.000	4-6	0,9-1
30.000 - 50.000	6-8	0,8-1
10.000 - 30.000	6-8	0,8-1
5.000 - 10.000	8-10	0,6-0,8
1.000 - 5.000	10 - 12	0,6-0,8
< 1.000	12 - 16	< 0,6

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.8.4 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Besarnya kecepatan rencana tergantung pada kelas jalan dan kondisi medan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.19. (Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997).

Tabel 2. 19 Kecepatan Rencana, VR, sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan

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

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.9 Bagian Bagian Jalan

Dalam UU jalan No 38/2004 *cross section* jalan meliputi 3 (tiga) bagian, yaitu:

- 1) RUMAJA (Ruang Manfaat Jalan)
- 2) RUMIJA (Ruang Milik Jalan)
- 3) RUWASJA (Ruang Pengawasan Jalan)

2.9.1 Ruang Manfaat Jalan

Ruang Manfaat Jalan merupakan ruang yang diperuntukkan untuk aktifitas di sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, serta kedalaman tertentu yang terdiri dari: badan jalan, saluran tepi, serta ambang pengamanannya. Lebih jelas mengenai Ruang Manfaat Jalan dapat dilihat pada Gambar 2.5.

2.9.2 Ruang Milik Jalan

Ruang Milik Jalan merupakan ruang yang terdiri dari RUMAJA dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, serta kedalaman tertentu. RUMIJA dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lanskekap jalan. Syarat dimensi untuk Ruang Milik Jalan minimal adalah sebagai berikut:

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

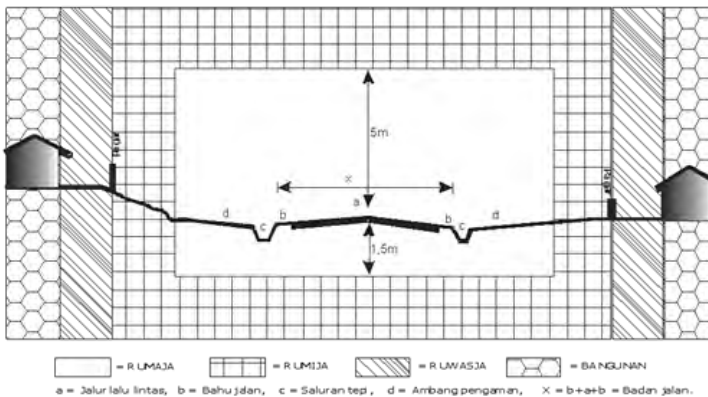
Lebih jelas mengenai Ruang Milik Jalan dapat dilihat pada Gambar 2.5.

2.9.3 Ruang Pengawas Jalan

Ruang Pengawas Jalan merupakan ruang tertentu diluar RUMIJA yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan, dimana diperuntukkan untuk jarak pandang bebas pengemudi kendaraan dan pengaman untuk konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan. RUWASJA ditentukan dari tepi badan jalan paling rendah sebagai berikut:

- Jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
- Jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
- Jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;
- Jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;
- Jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
- Jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter;
- jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

Lebih jelas mengenai Ruang Pengawasan Jalan dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Bagian-Bagian Jalan

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.10 Penampang Melintang

2.10.1 Jalur Lalu Lintas

Menurut Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997, Jalur lalu lintas yang secara fisik berupa perkerasan jalan dimana bagian jalannya dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan.

Menurut PKJI 2014, berbagai macam tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi, jalan tak terbagi, dan jalan satu arah. Tipe jalan dibagi menjadi:

- 1) Jalan dua lajur dua arah (2/2 UD).
- 2) Jalan empat lajur dua arah tanpa median (4/2 UD).
- 3) Jalan empat lajur dua arah dengan median (4/2 D).
- 4) Jalan enam lajur dua arah dengan median (6/2 D).
- 5) Jalan satu arah (1-3/1).

2.10.2 Lebar Lajur

Menurut PKJI 2014, lebar jalur lalu lintas berupa perkerasan yang merupakan lebar jalan untuk keperluan lalu lintas yang dibagi beberapa lajur.

Tabel 2. 20 Lebar Lajur Jalan Ideal

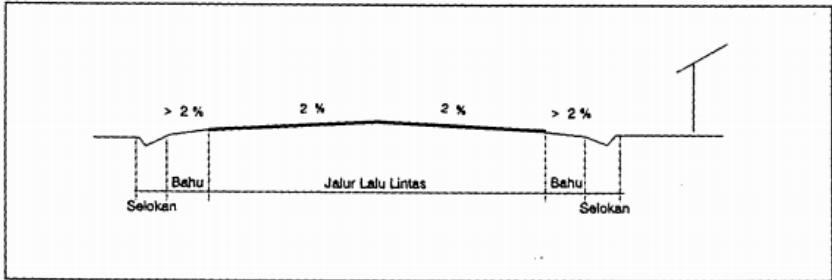
FUNGSI	KELAS	LEBAR LAJUR IDEAL (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997

Jumlah lajur ditetapkan dengan acuan MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80. Untuk kelancaran drainase

permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut (lihat Gambar 2.6):

- 1) 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
- 2) 4-5% untuk perkerasan kerikil



Gambar 2. 6 Kemiringan Melintang Jalan Normal

Sumber: *Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997*

2.10.3 Bahu Jalan

Menurut Sukirman (1994) bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Kecepatan dan kapasitas jalan akan meningkat bila lebar bahu semakin lebar.

2.10.4 Totoar dan Kereb

Trotoar adalah bagian jalan yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas dimana dipergunakan untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Sedangkan kereb menurut PKJI (2014) merupakan batas antara jalur lalu lintas dengan trotoar yang berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan.

Tabel 2. 21 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25.000	2n×3,5 ^{*)}	2,5	2×7,0 ^{*)}	2,0	2n×3,5 ^{*)}	2,0	**	**	-	-	-	-

Keterangan: **)= Mengacu pada persyaratan ideal
 *) = 2 jalur terbagi, masing – masing $n \times 3,5$ m, di mana n= Jumlah lajur per jalur
 - = Tidak ditentukan

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
 Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.10.5 Median

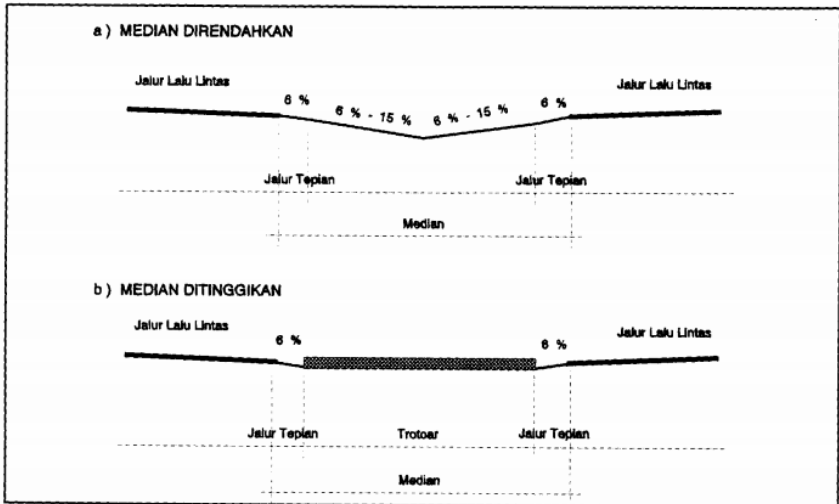
Median merupakan bagian dari bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median.

Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel 2.22. Perencanaan median yang lebih rinci mengacu pada Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992.

Tabel 2. 22 Lebar Minimum Median

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

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik
 Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997



Gambar 2. 7 Bagian-Bagian Jalan

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
 Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.11 Jarak Pandang Henti

2.11.1 Jarak Pandang Henti Minimum

Jarak Pandang Henti Minimum merupakan 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 Pandang Henti Minimum (Sukirman, 1994) sebagai berikut:

$$d = 0.278 V \cdot t + \frac{v^2}{254 f_m} \quad (2.12)$$

Dimana:

f_m : koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan (lihat gambar 2.5)

V : Kecepatan Kendaraan, km/jam

t : waktu reaksi = 2.5 dt

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

$$d = 0.278 V_r t + \frac{v^2}{254(f \pm L)} \quad (2.13)$$

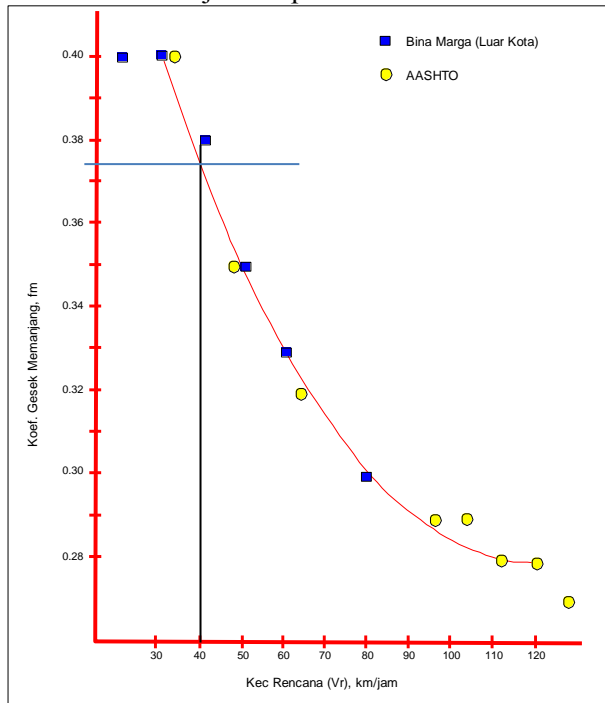
Dimana:

L : besarnya landai jalan dalam desimal

+ : untuk pendakian

- : untuk penurunan

Besarnya jarak pandangan henti berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada Tabel 2.23.



Gambar 2. 8 Korelasi Nilai fm terhadap Kecepatan Rencana, Vr

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Tabel 2. 23 Jarak Pandang Henti Minimum

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

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

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

- 1) Tinggi mata pengemudi truk lebih tinggi, sehingga pandangannya lebih jauh, dan
- 2) Kecepatan truk biasanya lebih lambat daripada mobil penumpang.

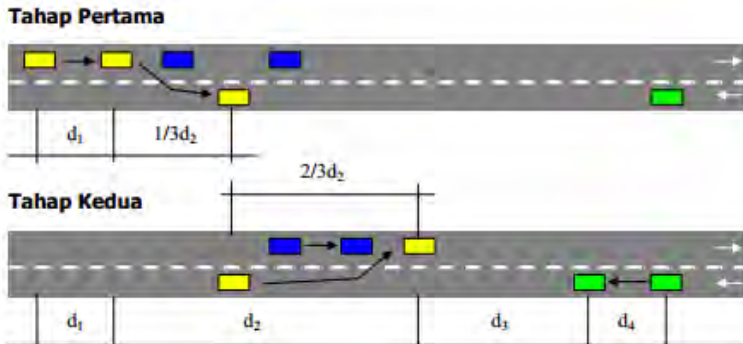
Disisi lain terdapat keadaan-keadaan yang tidak dapat diabaikan yaitu pada penurunan yang sangat panjang, karena:

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

2.11.2 Jarak Pandang Menyiap

Jarak Pandang Menyiap merupakan jarak minimum di depan kendaraan yang 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 2.9.



Gambar 2. 9 Ilustrasi Jarak Pandangan Menyiap

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

keterangan:

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

Besarnya jarak menyiap standar adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4} \quad (2. 14)$$

$$\mathbf{d_1 = 0.278t_1(V - m + \frac{at_1}{2})} \quad (2. 15)$$

$$\mathbf{d_2 = 0.278 Vt_2} \quad (2. 16)$$

$$\mathbf{d_3 = 30 s/d 100 m} \quad (2. 17)$$

$$\mathbf{d_4 = 2/3 * d_2} \quad (2. 18)$$

dimana:

t_1 = Waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan $t_1 = 2.12+0.026V$

t_2 = Waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2 = 6.56+0.048V$.

m = Perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang diisiap = 15 km/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 $a = 2.052+0.0036V$.

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})

$$\mathbf{d_{min} = 2/3d_2 + d_3 + d_4} \quad (2. 19)$$

Tabel 2. 24 Jarak Pandangan Menyiap Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
30	146	150	109	100
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: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.12 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometrik pada bagian lengkung digunakan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_R .

2.12.1 Panjang Bagian Lurus

Ditinjau dari segi kelelahan pengemudi dan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu kurang dari 2,5 menit (sesuai V_R). Panjang Bagian Lurus dapat ditetapkan dari tabel 2.25.

Tabel 2. 25 Panjang Bagian Lurus Maksimum

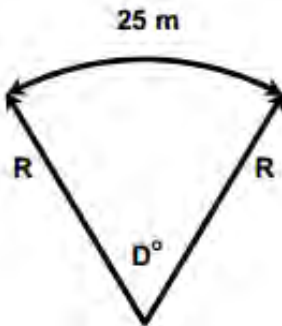
Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum		
	Datar	Pebukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

Sumber: Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997

2.12.2 Tikungan (Lengkung)

2.12.2.1 Kemiringan Melintang (Superelevasi)

Dalam perancangan alinemen horizontal, ketajaman lengkung horizontal dapat disebut dengan jari-jari lengkung atau dengan derajat kelengkungan. Derajat lengkung, D merupakan besarnya sudut lengkung yang menghasilkan panjang busur lingkaran sebesar 25 m berdasarkan Bina Marga dan 100 ft berdasarkan AASHTO 2004 (ilustrasi derajat lengkung lihat pada Gambar 2.10).



$$D = \frac{25}{2\pi R} * 360^\circ$$

$$D = \frac{1432.39}{R} \quad (2.20)$$

dimana :

D = derajat lengkung, o

R = jari-jari lengkung, m

Gambar 2. 10 Hubungan antara jari-jari, R lengkung dengan derajat lengkung, D

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Berdasarkan metode (AASHTO 2004), perhitungan nilai super-elevasi yang umum digunakan di Indonesia adalah sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (0.01e_{maks} + f_{maks})} \quad (2.21)$$

$$e = (e + f) - f(D) \quad (2.22)$$

$$(e + f) = (e_{maks} + f_{maks}) * \frac{D}{D_{maks}} \quad (2.23)$$

$$f_{maks} = -0.00065 * V_D + 0.192 \rightarrow \text{untuk } V_R < 80 \text{ km/jam} \quad (2.24)$$

$$f_{maks} = -0.00125 * V_D + 0.24 \rightarrow \text{untuk } V_R > 80 \text{ km/jam} \quad (2.25)$$

$$D = \frac{1432.39}{R} \quad (2.26)$$

$$D_{maks} = \frac{R}{181913.53 (e_{maks} + f_{maks})} \quad (2.27)$$

$$h = e_{maks} \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{maks} \quad (2.28)$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{h}{D_p} \quad (2.29)$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p} \quad (2.30)$$

$$f_1 = M_0 \left(\frac{D}{D_p} \right)^2 + D * \text{tg } \alpha_1 \longrightarrow D < D_p \quad (2.31)$$

$$f_2 = M_0 \left(\frac{D_{maks} - D}{D_{maks} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) * \text{tg } \alpha_1 \longrightarrow D > D_p \quad (2.32)$$

$$M_0 = D_p * (D_{maks} - D_p) * \left(\frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 * D_{maks}} \right) \quad (2.33)$$

$$D_p = \frac{181913.53 * e_{maks}}{V_r^2} \quad (2.34)$$

$$V_R = (80\% \text{ s/d } 90\%) * V_D \quad (2.35)$$

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%. Dan untuk AASHTO, 2011 terdapat pada lampiran

2.12.2.2 Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Lengkung peralihan atau sering disebut lengkung spiral. Radius pada spiral 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 horizontal (tikungan) sebagaimana fenomena keimbangan gaya yang diakibatkan adanya gaya

sentrifugal. Perhitungan lengkung peralihan, L_s adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan Desain Lengkung Peralihan Rencana

Tabel 2. 26 Desain Lengkung Peralihan Rencana

Kecepatan Rencana (V_r) (km/jam)	Lengkung Peralihan (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44
90	50
100	56
110	61
120	67
130	72

Sumber: AASHTO, 2011

- 2) Berdasarkan Kenyamanan Berkendara

$$L_{S_{\min}} = \sqrt{24(P_{\min})R} \quad (2. 36)$$

dimana :

$L_{S_{\min}}$ = Panjang lengkung peralihan minimum, m

R = jari-jari tikungan, m

P_{\min} =

- 3) Berdasarkan rumus Modifikasi Shortt.

$$L_S = 0.0214 \frac{V_R^3}{R C} \quad (2. 37)$$

dimana :

L_S = panjang lengkung peralihan, m

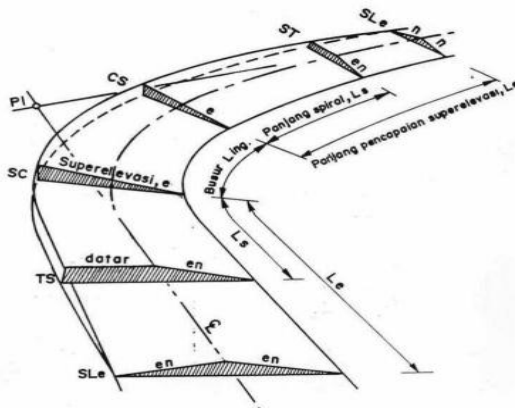
V_R = Kecepatan rencana, km/jam

R = jari-jari tikungan, m

C = perubahan percepatan, m/dt³ (1.2 m/dt³)

e = superelevasi, %

Dari ketiga kriteria diatas, apabila panjang desain lengkung peralihan rencana kurang dari panjang lengkung peralihan minimum pada rumus 2... dan 2... maka digunakan untuk desainnya adalah yang minimum.

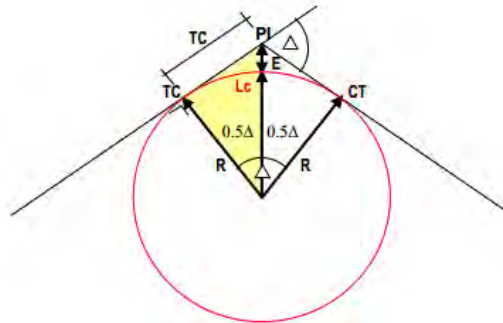


Gambar 2. 11 Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan
 Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.12.2.2 Perhitungan Alinyemen Horizontal

Terdapat 3 bentuk alinyemen horizontal, antara lain:

- 1) Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)
 Lengkung *full circle* pada umumnya hanya dapat digunakan apabila 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*

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Berikut merupakan parameter lengkung *full circle*:

$$Tc = R * \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\Delta\right) \quad (2.38)$$

$$E = \left(\frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)}\right) - R \quad (2.39)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta\pi}{180}\right) * R \quad (2.40)$$

dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI (*Point of Intersection*), m
= titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = jari-jari alinemen horizontal, m

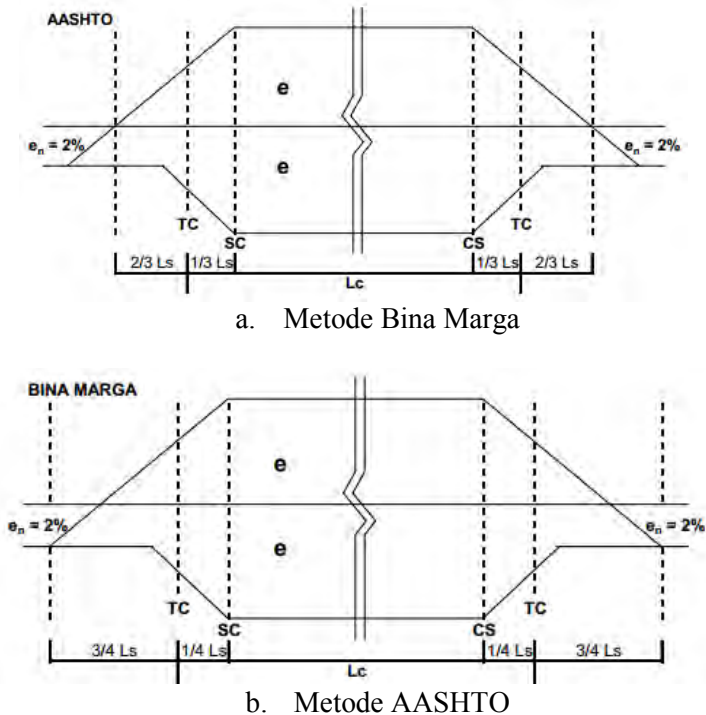
Δ = sudut alinemen horizontal, °

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

Lc = panjang busur lingkaran, m

Karena bentuk lengkung horizontal berupa *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 $3/4 Ls$ berada pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung. Sedangkan AASHTO menetapkan $2/3 Ls$ pada bagian lurus sisinya pada bagian

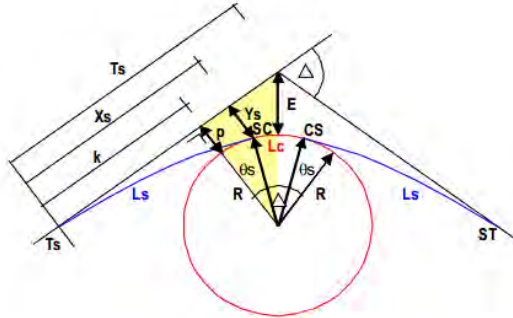
lengkung. Bentuk diagram superelevasi *Full Circle* dengan as jalan sebagai sumbu putar pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Diagram Superelevasi lengkung *full circle*
 Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

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

Lengkung *spiral-circle-spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ meter.



Gambar 2. 14 Bentuk Lengkung *Spiral-Circle- Spiral*
 Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Parameter lengkung *spiral – circle – spiral* :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (2.41)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) \cdot \pi \cdot R}{180} \quad (2.42)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.43)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40R^2} - R \sin \theta_s \quad (2.44)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad (2.45)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (2.46)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right) \quad (2.47)$$

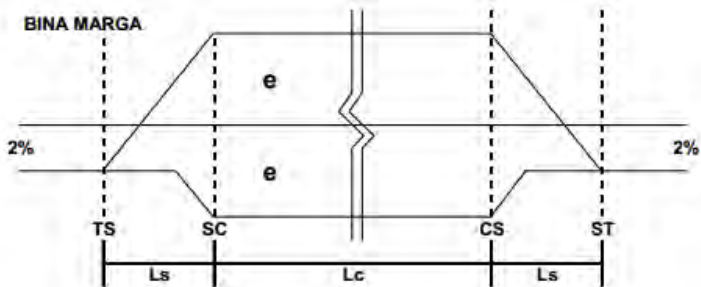
$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.48)$$

Dimana :

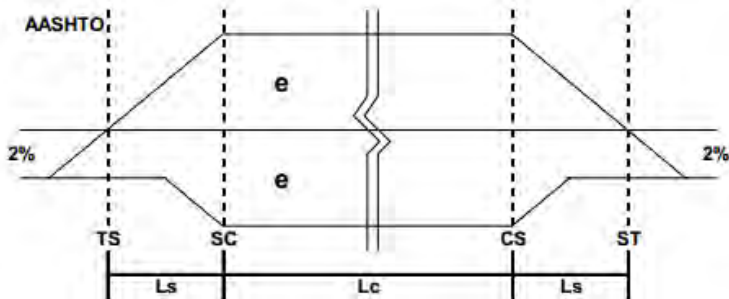
- θ_s = sudut spiral pada titik SC
- L_s = panjang lengkung spiral
- R = jari-jari alinemen horizontal, m
- Δ = sudut alinemen horizontal, °
- L_c = panjang busur lingkaran, m

- T_s = jarak titik T_s dari PI, m
 = titik awal mulai masuk ke daerah lengkung
 E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m
 X_s, Y_s = koordinat titik peralihan dari spiral ke *circle* (SC), m

Bentuk diagram superelevasi *Spiral – Circle – Spiral* ada pada Gambar 2.15.



a. Metode Bina Marga



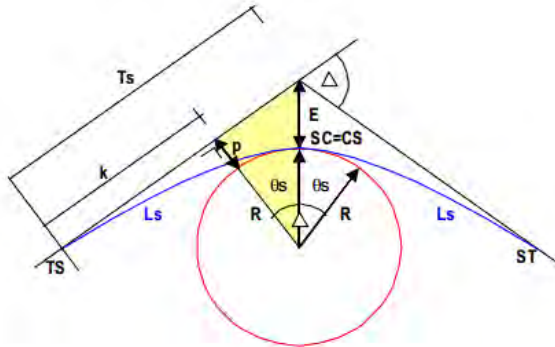
b. Metode AASHTO

Gambar 2. 15 Diagram Superelevasi lengkung *spiral – circle – spiral*

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

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 pada Gambar 2.16.



Gambar 2. 16 Bentuk Lengkung *Spiral- Spiral*

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Parameter lengkung *spiral - spiral* :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.49)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.50)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \theta_s \quad (2.51)$$

$$T_s = (R + p) * \text{tg}(\theta_s) + k \quad (2.52)$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos(\theta_s)} - R \quad (2.53)$$

Besarnya L_s pada tipe lengkung ini didasarkan pada landai relatif minimum yang disyaratkan.

$$L_{s\text{minimum}} = (e + e_n) * B * m_{\text{maks}} \quad (2.54)$$

Dimana :

θ_s = sudut spiral pada titik SC=CS

L_s = panjang lengkung spiral

R = jari-jari alinemen horizontal, m

Δ = sudut alinemen horizontal, $^{\circ}$

L_c = panjang busur lingkaran, m

T_s = jarak titik T_s dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

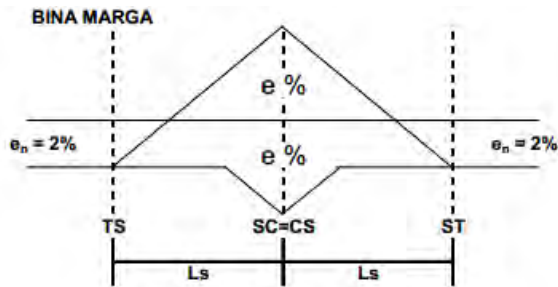
E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

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

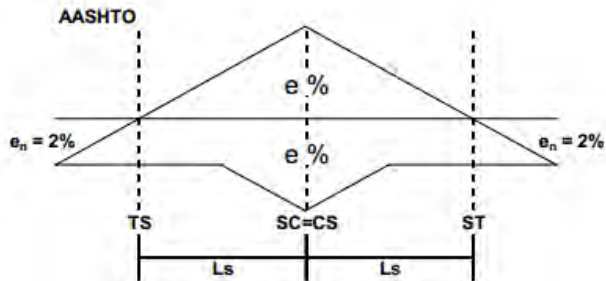
m

Bentuk diagram superelevasi *Spiral - Spiral* pada Gambar

2.17.



a. Metode Bina Marga



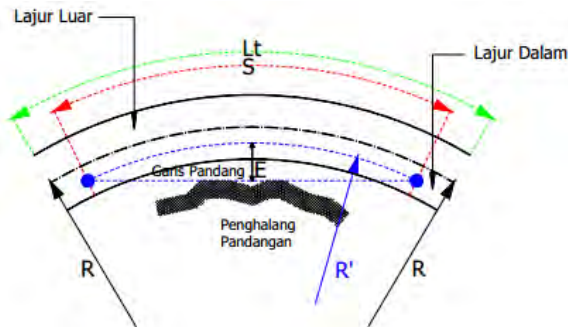
b. Metode AASHTO

Gambar 2. 17 Diagram Superelevasi lengkung *spiral- spiral*
 Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.12.2.3 Jarak Kebebasan Samping

Pada saat kendaraan melintasi alinemen horizontal membutuhkan kebebasan pandangan, dimana pandangan itu untuk melihat rintangan di depannya atau untuk pandangan untuk mendahului kendaraan yang ada di depannya. Kebebasan samping ini diperhitungkan jika pada arah dalam lengkung horizontal terdapat rintangan yang menghalangi pandangan pengemudi kendaraan. Besarnya jarak kebebasan samping seperti yang terlihat pada persamaan berikut.

- 1) Jika jarak pandangan, S lebih kecil daripada panjang total lengkung, L_t



Gambar 2. 18 Jarak Pandangan Pengemudi $S < L_t$

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] \quad (2. 55)$$

Dimana :

E = Kebebasan Samping, m

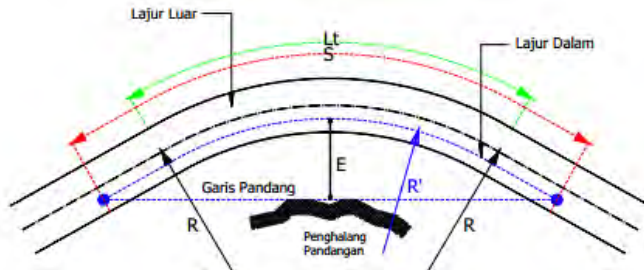
R = Jari-Jari Tikungan, m

R'' = Jari-Jari Sumbu Lajur Dalam, m

S = Jarak Pandangan, m

L_t = Panjang Total Lengkung, m

- 2) Jarak pandangan, S lebih besar daripada panjang total lengkung, L_t



Gambar 2. 19 Jarak Pandangan Pengemudi $S > L_t$

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] + \left[\frac{S - L_t}{2} * \sin \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] \quad (2. 56)$$

Dimana :

E = Kebebasan Samping, m

R = Jari-Jari Tikungan, m

R' = Jari-Jari Sumbu Lajur Dalam, m

S = Jarak Pandangan, m

L_t = Panjang Total Lengkung, m

2.12.2.4 Pelebaran Pada Tikungan

Seringkali para pengguna jalan yang melalui tikungan merasa kesulitan dalam mempertahankan lintasannya. Hal ini dikarenakan :

- 1) Pada saat kendaraan membelok seringkali lintasan roda belakang keluar lajur yang disediakan (*off tracking*)
- 2) Lintasan roda depan dengan belakang tidak sama

Besarnya pelebaran untuk sebuah tikungan dapat dicari dengan persamaan matematis berikut ini:

$$\omega = Wc - Wn \quad (2.57)$$

$$Wc = N(U + C) + (N - 1)Fa + Z \quad (2.58)$$

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (2.59)$$

$$Fa = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (2.60)$$

$$Z = 0.1 \times \frac{v}{\sqrt{R}} \quad (2.61)$$

dimana :

N = Jumlah lajur

C = Clearance

= 2 untuk lebar jalan 20 ft

= 2.5 untuk lebar jalan 22 ft

= 3 untuk lebar jalan 24 ft

Fa = Lebar front overhang

Z = Tambahan lebar karena kesulitan mengemudi

U = Lebar lintasan roda pada tikungan, (dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

μ = Lebar lintas

R = Jari-jari tikungan jalan

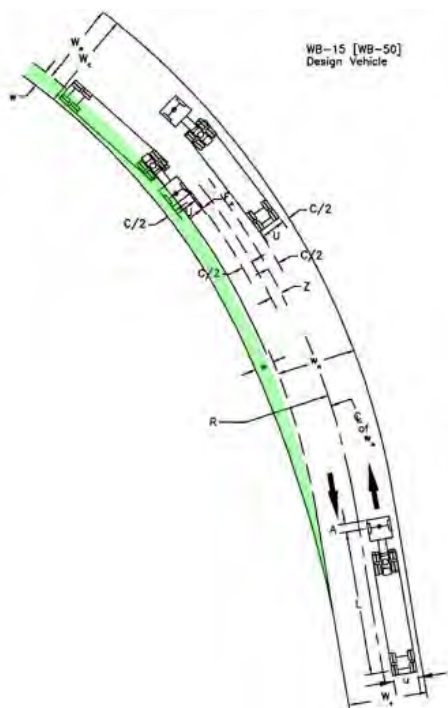
L = Jarak roda depan dengan belakang

A = Front overhangan roda pada jalan lurus (dari lintasan roda terluar ke roda terluar)

Tabel 2. 27 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana	Panjang Total	Lebar Total	Tinggi	Overhang Depan	Wheel Base	Overhang Belakang	Jari-Jari Putar Minimum
Passenger Car	4.7	1.7	2	0.8	2.7	1.2	6
Single Unit Truck	12	2.5	4.5	1.5	6.5	4	12
Semi Trailer	16.5	2.5	4	1.5	4 depan 9 belakang	2.2	12

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006



Gambar 2. 20 Pelebaran Pada Tikungan

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.12.2.5 Gabungan Alinyemen Horizontal

Terdapat 2 jenis gabungan alinemen horizontal (Gambar 2.21) antara lain :

- 1) Tikungan gabungan searah, adalah gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama, tetapi dengan jari-jari yang berbeda.
- 2) Tikungan gabungan terbalik, adalah gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda.

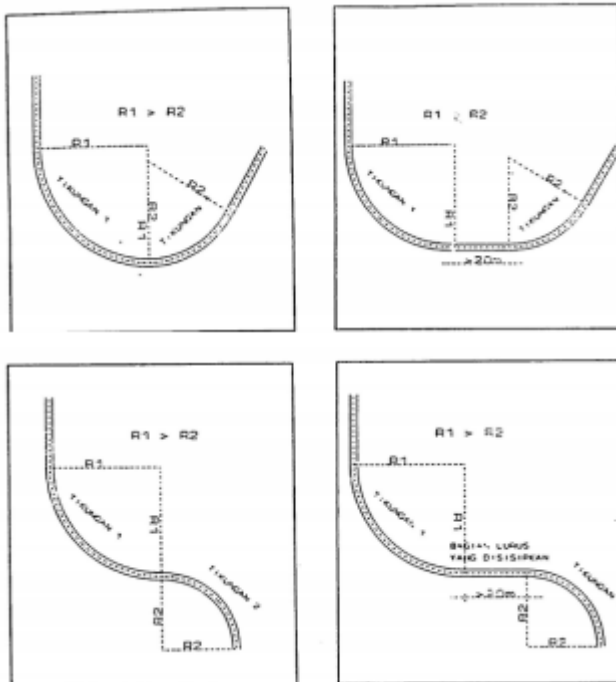
Persyaratan untuk gabungan alinemen horizontal antara lain (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, DPU, Ditjen Bina Marga 1997) :

- 1) Penggunaan tikungan gabungan tergantung perbandingan R_1 dan R_2 :

$$\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3} \quad , \text{ tikungan gabungan searah harus dihindari (2. 62)}$$

$$\frac{R_1}{R_2} < \frac{2}{3} \quad , \text{ tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus atau clothoide sepanjang minimum 20 meter (2. 63)}$$

- 2) Setiap tikungan gabungan balik harus dilengkapi dengan bagian lurus diantara kedua tikungan tersebut sepanjang minimum 20 meter.



Gambar 2. 21 Gabungan Lengkung Horizontal

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.12.2.6 Stasioning

Pada perencanaan jalan raya, stasioning di lapangan biasanya disebut dengan STA, dimana dibutuhkan untuk mengetahui letak parameter-parameter alinemen horizontal pada trase jalan terhadap titik acuan trase. Penentuan STA untuk parameter lengkung umumnya tergantung pada titik acuan yang telah ditentukan, misalnya awal dari proyek jalan.

2.13 Alinyemen 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 dengan besarnya volume galian dan timbunan yang didapatkan. 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.
- Memperhatikan penurunan (settlement), pada tanah lunak.
- Memperhatikan perkembangan lingkungan.

2.13.1 Kelandaian Jalan

2.13.1.1 Landai Minimum

Kelandaian jalan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinemen vertikal. Kelandaian yang membuat nyaman bagi kendaraan tentunya adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan dalam berkendara

yaitu kelandaian 0% (datar). Disisi lain, untuk keperluan drainase justru kelandaian yang tidak datar-lah yang lebih disukai. Panduan yang dapat diikuti untuk perencanaan kelandaian jalan adalah sebagai berikut:

- Untuk jalan-jalan di atas timbunan yang tidak memiliki kereb dan kemiringan melintang jalan sudah memadai untuk mengalirkan air, maka kelandaian “datar” sangat dianjurkan.
- 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.
- Untuk jalan-jalan di atas galian dan memiliki kereb dianjurkan untuk menggunakan kelandaian minimum sebesar 0.3%-0.5%.

2.13.1.2 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 diperbolehkan apabila kelandaian tersebut mengakibatkan kecepatan kendaraan lebih tinggi dari setengah nilai kecepatan rencana. Secara detil, batasan kelandaian maksimum menurut Bina Marga'90 dan AASHTO'90 pada Tabel 2.28.

Tabel 2. 28 Kelandaian Jalan

Kecepatan Rencana (km/j)	Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO“90)			Jalan Luar Kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maks Standar (%)	Kelandaian Maks Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.13.1.3 Panjang Kritis Kelandaian

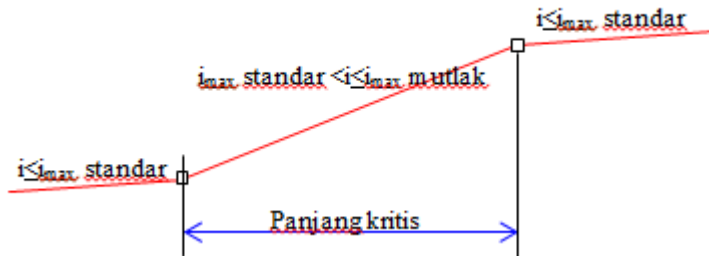
Kelandaian maksimum standard pada Tabel 2.28 masih mungkin untuk dilampaui jika panjang ruas dengan nilai gradien tidak melebihi panjang kritis yang diijinkan. Artinya, landai maksimum masih diperbolehkan sampai landai maksimum absolut asalkan panjangnya tidak melebihi nilai tertentu. Besarnya panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 2.29.

Tabel 2. 29 Panjang Kritis

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

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Penentuan panjang kritis didasarkan pada pengurangan kecepatan kendaraan yang mencapai 30-50% kecepatan rencana dan kendaraan tersebut membutuhkan waktu tempuh selama 1 menit.



Gambar 2. 22 Ilustrasi Panjang Kritis

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.13.1.4 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 terjebaknya kendaraan yang lebih cepat di belakang kendaraan berat yang melaju lebih lambat.

2.13.1.5 Perhitungan Lengkung Vertikal

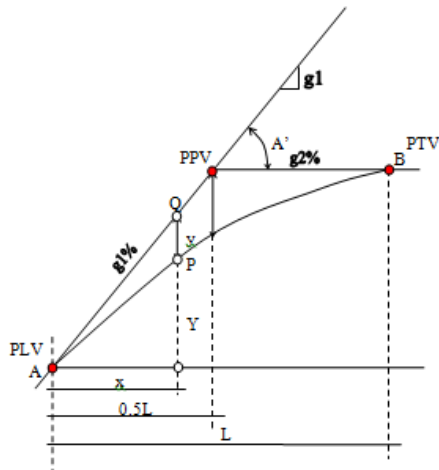
Bentuk Kurva yang mungkin untuk digunakan pada lengkung vertikal adalah sebagai berikut:

- 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



Gambar 2. 23 Lengkung Vertikal

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Titik PLV Peralihan Lengkung Vertikal

Titik PPV Pusat Perpotongan Vertikal

Titik PTV Peralihan Tangen Vertikal

Formula Lengkung Vertikal diturunkan dengan asumsi sebagai berikut:

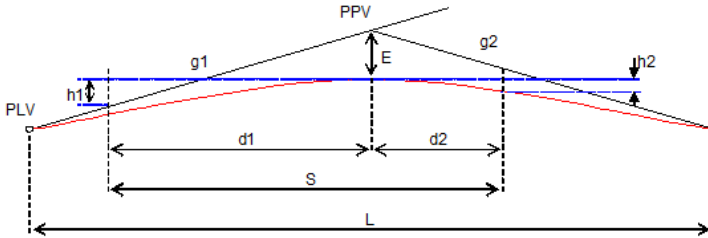
- Panjang lengkung vertikal bukan merupakan panjang busur, tapi panjang proyeksi busur terhadap bidang datar.
- Perubahan garis singgung adalah konstan.

$$A = (g_1 - g_2) \quad (2. 64)$$

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

$$y = \frac{A}{200L} (0. 5L)^2 \longrightarrow Ev = \frac{AL}{800} \quad (2. 65)$$

- 1) Lengkung Vertikal Cembung
 Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu:
- Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)



Gambar 2. 24 Lengkung Vertikal Cembung ($S < L$)

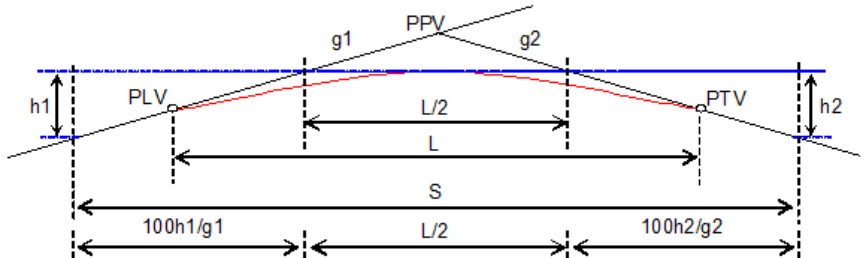
Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$y = \frac{A}{200L}(X)^2 \longrightarrow y = k * X^2, \text{ dimana: } k = \frac{A}{200L} \quad (2.66)$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \text{ (untuk JPH) atau } L = \frac{AS^2}{960} \text{ (untuk JPM)} \quad (2.67)$$

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

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



Gambar 2. 25 Lengkung Vertikal Cembung ($S > L$)

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$y = \frac{A}{200L}(X)^2 \longrightarrow y = k \cdot X^2, \text{ dimana: } k = \frac{A}{200L} \quad (2. 68)$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \text{ (untuk JPH) atau } L = 2S - \frac{960}{A} \text{ (untuk JPM)} \quad (2. 69)$$

Dimensi panjang lengkung vertikal akan mempengaruhi proses pengaliran air (drainase) di tepi jalan tersebut. Untuk itu, selain adanya perhitungan dimensi panjang di atas, dibutuhkan batasan yang cukup untuk mencukupi keperluan drainasi jalan. Syarat drainase pada perhitungan panjang lengkung vertikal tidak melebihi nilai 50A. ($L < 50A$).

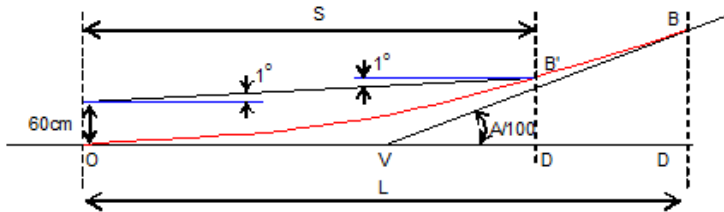
Selain syarat drainase, syarat lain yang harus diperhatikan dalam mendisain panjang lengkung vertikal adalah syarat kenyamanan yang besarnya bergantung pada kecepatan rencana. Lengkung vertikal cembung harus memenuhi syarat kenyamanan waktu tempuh minimal 3 detik perjalanan dengan menggunakan kecepatan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

2) Lengkung Vertikal Cekung

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

a. Berdasarkan penyinaran lampu kendaraan.

- Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)



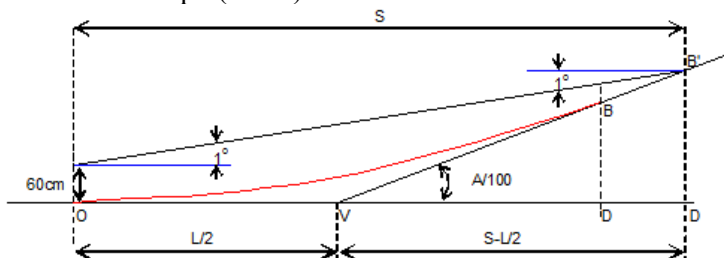
Gambar 2. 26 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$y = \frac{A}{200L} (X)^2 \longrightarrow y = k * X^2, \text{ dimana: } k = \frac{A}{200L} \quad (2. 70)$$

$$L = \frac{AS^2}{120+3.50 S} \quad (2. 71)$$

- Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S > L$)



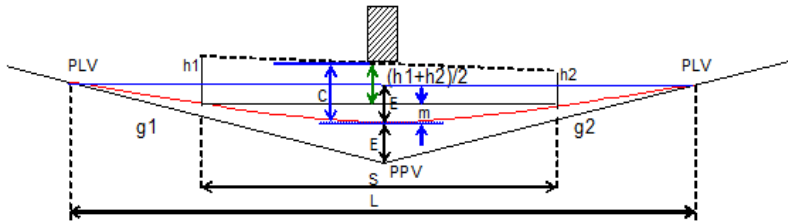
Gambar 2. 27 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S > L$)

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

$$y = \frac{A}{200L} (X)^2 \rightarrow y = k * X^2, \text{ dimana: } k = \frac{A}{200L} \quad (2.72)$$

$$L = 2S - \frac{120+3.50 S}{A} \quad (2.73)$$

- b. Jarak pandangan bebas di bawah jembatan.
- Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)



Gambar 2. 28 Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.

$$y = \frac{A}{200L} (X)^2 \rightarrow y = k * X^2, \text{ dimana: } k = \frac{A}{200L} \quad (2.74)$$

$$L = 2S - \frac{800 C - 400 (h_1 + h_2)}{A} \quad (2.75)$$

Tabel 2. 30 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

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

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

1) Bentuk Visual

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

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (2.76)$$

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 pengendara dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana.

2.14 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan merupakan lapis perkerasan yang terletak diantara lapis tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan diharapkan selama masa pelayanan perkerasan tersebut tidak mengalami kerusakan yang berarti.

2.14.1 Lalu Lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, beban tersebut dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan, jenis kendaraan

beserta jumlah tiap jenisnya, serta konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan dan beban masing-masing sumbu kendaraan.

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survey volume lalu lintas didekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas disekitar lokasi jalan.

2.12.2 Volume Lalu Lintas

Volume Lalu Lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan dalam satuan waktu. Pada perencanaan tebal perkerasan ini volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan kend/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah dan kend/hari/1arah untuk jalan satu arah atau dua arah terpisah. Untuk perencanaan tebal lapis perkerasan data- data yang dibutuhkan berupa:

- 1) LHR rata-rata.
- 2) Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai jenis kendaraan.
- 3) Distribusi arah untuk 2 lajur.

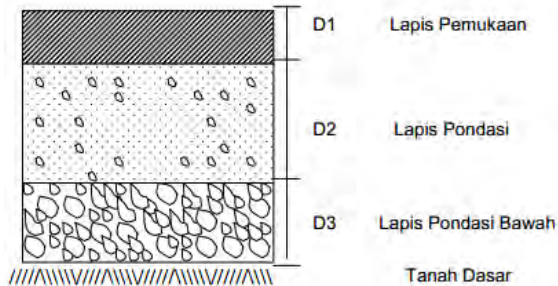
2.12.3 Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Pada umumnya jenis kendaraan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok dimana masing-masing kelompoknya diwakili oleh satu jenis kendaraan. Semua beban kendaraan yang berbeda sumbu diekivalenkan ke beban sumbu standart dengan menggunakan angka ekuivalen beban sumbu (E) dimana berat yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal sebesar 8.16 Ton (18.000 lb). Pengelompokkan jenis kendaraan yang digunakan pada perencanaan tebal perkerasan adalah sebagai berikut:

- 1) Mobil penumpang dengan berat total 2 Ton.
- 2) Bus.
- 3) Truk 2 as.
- 4) Truk 3 as.
- 5) Truk 5 as dan semi trailer.

2.14.4 Struktur Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur umumnya terdiri atas: lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Untuk susunan lapis perkerasan pada gambar 2.29.



Gambar 2. 29 Susunan Lapis Perkerasan

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

2.14.4.1 Tanah Dasar

Dalam perencanaan tebal perkerasan terdapat modulus resilien (M_R) digunakan sebagai parameter perencanaan. Modulus tanah dasar ini juga dapat diperkirakan dari data CBR standar dan hasil nilai tes soil index. Korelasi modulus resilien dengan nilai CBR berikut dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (*fine-grained soil*) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil:

$$M_R (\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR} \quad (2.77)$$

2.14.4.2 Lapis Pondasi Bawah (subbase course)

Lapis pondasi bawah merupakan struktur lapis pondasi yang terletak di antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi atau tidak, atau lapis tanah yang distabilisasi.

Lapis pondasi bawah dibutuhkan karena terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat pada pelaksanaan konstruksi atau karena dari pengaruh cuaca sehingga kondisi lapangan dipaksakan harus segera menutup tanah dasar.

Ber macam-macam jenis tanah setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland, dalam beberapa permasalahan di lapangan sangat dianjurkan agar diperoleh bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

2.14.4.3 Lapis Pondasi (base course)

Lapis Pondasi merupakan bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak di bawah lapis permukaan. Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya melakukan pengecekan dan pertimbangan sebaik-baiknya berdasarkan dengan persyaratan teknik. Macam - macam bahan alam/setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan, atau kapur.

2.14.4.4 Lapis Permukaan (surface course)

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas di atas lapis pondasi. Bahan yang digunakan untuk lapis permukaan biasanya sama dengan lapis pondasi tetapi dengan syarat mutu yang tinggi. Penggunaan bahan aspal sendiri dapat bersifat kedap air, serta mampu memberikan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta tahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

2.14.5 Kriteria Perencanaan

Salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan di Indonesia adalah SNI Pt T-01-2002-B yang mengacu pada metoda AASHTO'93 dimana metode

ini menjadi acuan dari peraturan tebal perkerasan. Metoda ini pada dasarnya merupakan metode perencanaan berdasarkan pada metode empiris. Dimana kriteria yang dibutuhkan pada perencanaan tebal perkerasan metode AASHTO'93 adalah sebagai berikut:

- 1) *Structural Number* (SN)
- 2) Lalu Lintas
- 3) Reliabilitas
- 4) Faktor Lingkungan
- 5) *Serviceability*

2.14.5.1 *Structural Number* (SN)

Menurut SNI Pt T-01-2002-B, *Structural Number* (SN) merupakan indeks yang diturunkan dari analisis lalu-lintas, kondisi dasar tanah dasar, dan lingkungan yang dapat dikonversikan untuk tebal lapis perkerasan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang sesuai untuk setiap jenis material masing-masing lapis struktur perkerasan. Pada penentuan SN ini berdasarkan faktor ekivalen beban, Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt), serta sumbu roda kendaraan. Penentuan Nilai Faktor ekivalen dapat dilihat pada lampiran 1-9.

2.14.5.2 Reliabilitas

Konsep reliabilitas untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa macam ketentuan dalam proses perencanaan untuk menetapkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkatan reliabilitas yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas serta klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun harapan dari pengguna jalan.

Reliabilitas didefinisikan sebagai kemungkinan tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Hal ini memberikan implikasi bahwa repetisi beban yang direncanakan dapat tercapai hingga mencapai tingkatan pelayanan tertentu. Faktor perencanaan reliabilitas

memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas (w_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan.

Tabel 2. 31 Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Reliabilitas kinerja-perencanaan dikontrol dengan faktor reliabilitas (F_R) yang dikalikan dengan perkiraan lalu-lintas (w_{18}) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja (W_{18}). Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reliability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (overall standard deviation, S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas dan perkiraan kinerja untuk W_{18} yang diberikan. Dalam persamaan desain perkerasan lentur, *level of reliability* (R) dihubungkan dengan parameter penyimpangan normal standar (standard normal deviate, Z_R).

Penerapan konsep reliabilitas memperhatikan langkah-langkah dibawah ini:

- a. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan klasifikasi dari ruas jalan yang akan direncanakan. Klasifikasi ini mencakup apakah jalan tersebut adalah jalan dalam kota (urban) atau jalan antar kota (rural).
- b. Tentukan tingkat reliabilitas yang dibutuhkan dengan tabel 2.32. Semakin tinggi tingkat reliabilitas yang dipilih, maka akan semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.

- c. Satu nilai standar deviasi (S_0) harus dipilih sesuai kondisi dilapangan. Nilai S_0 memiliki rentang 0.40 – 0.50.
- d. Setelah mendapatkan nilai Z_R dan S_0 , maka diperoleh rumus faktor reliabilitas :

$$FR = 10^{(-Z_R \times S_0)} \quad (2.78)$$

Tabel 2. 32 Nilai Penyimpangan Normal Standart Untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu

Reliabilitas, R (%)	Nilai Penyimpangan Normal Standar, Z_R
50	0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99,9	- 3.090
99,99	- 3.750

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

2.14.5.3 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w_{18}) diberikan dalam bentuk kumulatif beban gandar standart. Untuk mendapatkan besar lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan sebagai berikut:

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \quad (2.79)$$

Dimana:

D_D = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

\hat{w}_{18} = Beban gandar standar kumulatif untuk dua arah
= VLHR x E

Menurut SNI Pt T-01-2002-B, Pada umumnya D_D diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa D_D bervariasi dari 0,3 – 0,7 tergantung arah mana yang „berat“ dan „kosong“.

Tabel 2. 33 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah Lajur per arah	% Beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam acuan ini adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (w_{18}) dengan besaran perkembangan lalu lintas. Rumusan lalu-lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut :

$$W_{t18} = w_{18} \times 365 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (2.80)$$

Dimana:

W_{t18} = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

w_{18} = Beban Gandar Standar kumulatif selama 1 tahun
(dikalikan 365hari).

g = perkembangan lalu lintas (%)

2.14.5.4 Koefisien Drainase

Konsep koefisien drainase ini digunakan untuk menentukan kualitas sistem drainase yang dimiliki perkerasan jalan. Definisi umum mengenai kualitas drainase pada tabel 2.34.

Tabel 2. 34 Definisi Kualitas Drainase

Kualitas Drainase	Air Hilang dalam
Baik Sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek Sekali	air tidak akan mengalir

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif ini adalah koefisien drainase (m), persamaan Indeks Tebal Perkerasan (ITP (pada bina Marga); SN (pada AASHTO'93)) bersama-sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D).

Tabel 2. 35 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif *material untreated base* dan *subbase* pada perkerasan lentur

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasa dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1-5%	5-25%	> 25%
Baik Sekali	1.40 – 1.30	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Baik	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Sedang	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Jelek	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Jelek sekali	1.05 – 0.95	0.08 – 0.75	0.60 – 0.40	0.40

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

2.12.5.5 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini merupakan nilai ketentuan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi para pengguna jalan yang melintas. Berikut ini merupakan nilai IP beserta pengertiannya:

IP = 2.5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

IP = 2.0 : menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 1.5 : menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 1.0 : Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan pada Tabel 2.36.

Tabel 2. 36 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER*) (SS/hari)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
< 10	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 2.0	-
10-100	1.5	1.5 – 2.0	2.0	-
100-1000	1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
>1000	-	2.0 – 2.5	2.5	2.5

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8.16 ton beban sumbu tunggal

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.37.

Tabel 2. 37 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Perkerasan	IP_0	Ketidakrataan *) (IRI, m/km)
L A S T O N	≥ 4	≤ 1.0
	3.9 – 3.5	> 1.0
L A S B U T A G	3.9 – 3.5	≤ 2.0
	3.4 – 3.0	> 2.0
L A P E N	3.4 – 3.0	≤ 3.0
	2.9 – 2.5	> 3.0

*) Alat pengukur ketidakrataan yang dipergunakan dapat berupa roughometer NAASRA, Bump Integrator, dll.

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

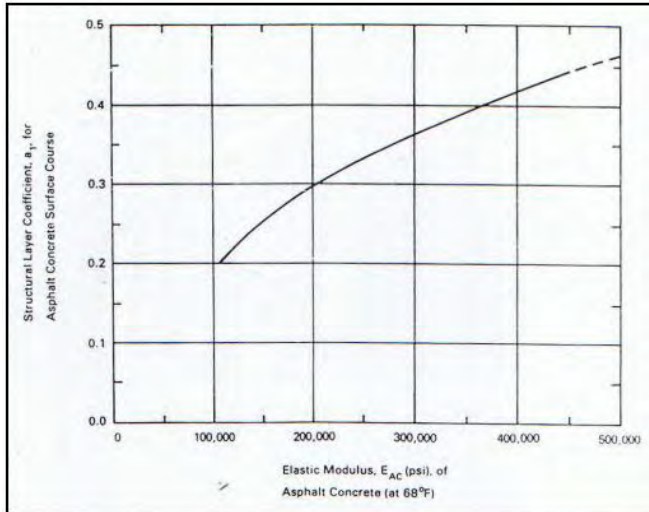
2.14.5.6 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

1) Lapis Permukaan Beton Aspal (*asphalt concrete surface course*)

Pada perencanaan lapis perkerasan, merencanakan lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat berdasarkan modulus elastisitas (E_{AC}) pada suhu $68^{\circ}F$. Untuk penggunaan nilai Modulus Elastisitas di atas 450.000 psi harus berhati-hati. Meskipun modulus aspal beton lebih tinggi, lebih kaku, dan lebih tahan terhadap lenturan, akan tetapi lebih rentan terhadap retak fatigue. Berikut rumus penentuan koefisien kekuatan relatif (a):

$$a_1 = 0,173 \ln (E_{AC}) - 1,813 \quad (2. 81)$$

Selain rumus di atas dapat juga dapat menentukan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat pada grafik dibawah ini:



Gambar 2. 30 Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_1).

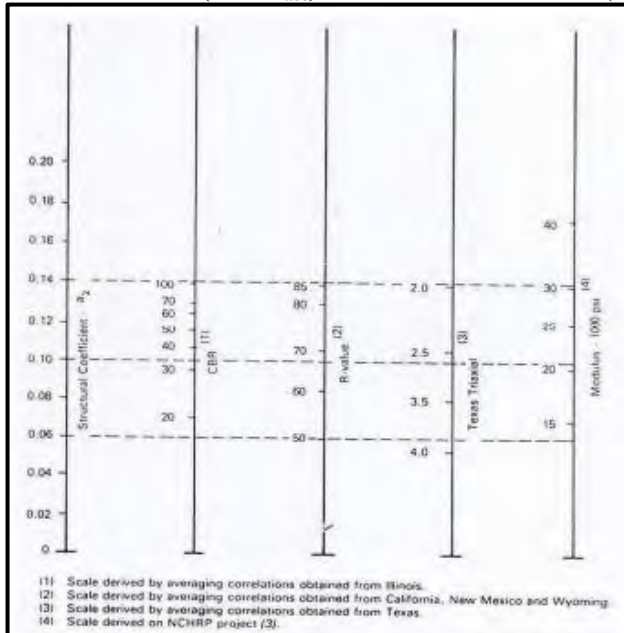
Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

2) Lapis Pondasi Granular (*granular base layer*)

Koefisien kekuatan relatif, a_2 dapat diperkirakan dengan gambar 2.31 atau dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$a_2 = 0,249 (\log_{10} E_{BS}) - 0,977$$

$$a_2 = 0,0428 \ln (\text{CBR}_{\text{Base}}) - 0,0542 \quad (2. 82)$$



Gambar 2. 31 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2).

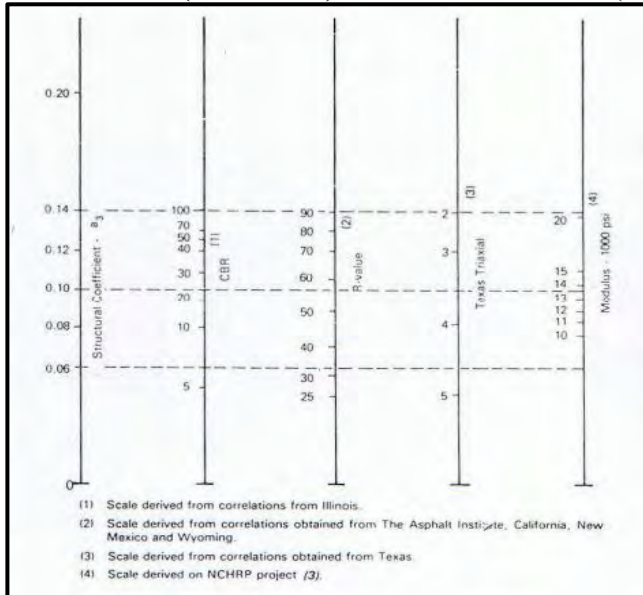
Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

3) Lapis Pondasi Bawah Granular (*granular subbase layers*)

Koefisien kekuatan relatif, a_3 dapat diperkirakan dengan gambar 2.32 atau dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$a_3 = 0,227 (\log_{10} E_{SB}) - 0,839$$

$$a_3 = 0,0264 (\text{CBR}_{\text{Sub-Base}}) + 0,0194 \quad (2.83)$$



Gambar 2. 32 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular (a_3).

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Koefisien kekuatan relatif bahan dapat juga menggunakan tabel 2.38.

Tabel 2. 38 Kekuatan Relatif Bahan (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	-	-	
0.25	-	-	-	-	-	Aspal Macadam
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
-	0.28	-	590	-	-	Lapen(manual)
-	0.26	-	454	-	-	Laston Atas
-	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	Batu Pecah (kelas A)
-	0.13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.13	-	-	70	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.12	-	-	50	Sirtu/ pitrum (kelas B)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas C)
-	-	0.10	-	-	20	Tanah/ lempung kepasiran

Sumber: Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya ITS, 2006

2.14.6 Batas Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan efektifitas dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, serta batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, apabila perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan akan secara ekonomis mendapatkan harga minimum

apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum. Tabel 2.39 menunjukkan nilai tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat.

Tabel 2. 39 Nilai Tebal Minimum Untuk Lapis Permukaan Berbeton Aspal Dan Lapis Pondasi Agregat

Lalu – Lintas (ESAL)	Beton Aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis Pondasi Agregat	
	Inci	cm	Inci	cm	Inci	cm	Inci	cm
< 50.000 *)	1,0*)	2,5	2	5	2	5	4	10
50.001 – 150.000	2,0	5,0	-	-	-	-	4	10
150.001 – 500.000	2,5	6,25	-	-	-	-	4	10
500.001 – 2.000.000	3,0	7,5	-	-	-	-	6	15
2.000.001 – 7.000.000	3,5	8,75	-	-	-	-	6	15
> 7.000.000	4,0	10,0	-	-	-	-	6	15

*) atau perawatan permukaan

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

2.14.7 Analisa Komponen Perkerasan

Penentuan Struktural number rencana dapat diperoleh apabila dipenuhi kondisi-kondisi berikut ini:

1. Perkiraan lalu-lintas masa datang (W_{18}) adalah pada akhir umur rencana,
2. Reliability (R).
3. Overall standard deviation (S_0),
4. Modulus resilien efektif (effective resilient modulus) material tanah dasar (M_R),
5. Design serviceability loss ($\Delta PSI = IP_0 - IP_1$).

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan dalam pedoman ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan dan pertimbangan kualitas drainasenya, dengan rumus sebagai berikut :

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (2. 84)$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan
(berdasarkan besaran mekanistik)

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan

m_2, m_3 = Koefisien drainase

Angka 1, 2, dan 3, pada masing-masing lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. Untuk perhitungan penentuan SN pakai menggunakan rumus berikut:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07 \quad (2. 85)$$

Dimana :

W_{18} = Perkiraan jumlah beban sumbu standar ekivalen 18-kip

Z_R = Deviasi normal standar

S_0 = Gabungan standard error untuk perkiraan lalu-lintas dan kinerja

ΔIP = Perbedaan antara initial design serviceability index, IP_0 dan design terminal *serviceability index*, IP_t

M_R = Modulus resilien

IP_f = Indeks permukaan jalan hancur (minimum 1,5)

2.15 Perencanaan Drainase

2.15.1 Pola Umum Sistem Drainase

Pada umumnya prinsip drainase mengikuti pola drainase alam, yaitu sungai. Saluran kecil yang menerima air hujan dari luasan kecil bersama sama dengan saluran kecil lainnya bergabung dalam saluran yang lebih besar, demikian seterusnya. Dan selanjutnya dibuang ke pembuangan akhir (outfall). Pembuangan akhir dapat berupa saluran drainase sistim yang lebih besar berupa sungai, danau, rawa, atau laut. dan perencanaan drainase ini menggunakan Peraturan Perencanaan Sistem Drainase Jalan – Pd.T-02-2006-B, Hendarsin (2000), Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994, serta Modul Ajar Rekayasa Sumber Daya Air ITS, 2006.

Penampang melintang normal geometrik dibuat miring keluar dengan maksud agar air hujan yang jatuh pada permukaan dapat dengan cepat mengalir pada saluran drainase yang ada.

2.15.2 Drainase Jalan Raya

1) Drainase Permukaan

Tujuan pekerjaan drainase permukaan jalan raya adalah:

- a. Mengalirkan air hujan dari permukaan jalan agar tidak terjadi genangan.
- b. Mengalirkan air permukaan yang terhambat oleh adanya jalan raya ke alur alur alam, sungai atau badan air lainnya.
- c. Mengalirkan air irigasi atau air buangan yang melintas di jalan raya, sehingga fungsinya tidak terganggu.

2) Tata Letak Saluran Drainase

Pada drainase permukaan, saluran ditempatkan di kiri dan kanan jalan, disebut saluran samping (*Side Dich*). Permukaan Jalan dibuat miring ke arah saluran agar air limpasan hujan di permukaan cepat mengalir ke saluran samping. Kemiringan jalan tergantung pada material lapisan

perkerasan jalan. Semakin kasar permukaan, kemiringan salurannya dibuat lebih besar guna mendapatkan kecepatan alir di atas lebih cepat.

Tabel 2. 40 Kemiringan Melintang Jalan

No.	Jenis Lapisan Perkerasan Jalan	Kemiringan Melintang, I (%)
1.	Aspal, Beton	2% - 3%
2.	Japat (Jalan agregat padat tahan cuaca)	4% - 6%
3.	Kerikil	3% - 6%
4.	Tanah	4% - 6%

Sumber: Pd.T-02-2006-B

- 3) Frekuensi Hujan Rencana Pada Masa Ulang (T) Tahun
 Pada perhitungan ini cara menentukan frekuensi hujan rencana menggunakan metode Gumble.

- Analisa Distribusi Frekuensi Cara Gumble
 Data hujan selama tahun pengamatan atau diurutkan dari data yang terbesar hingga yang terkecil nilai curah hujannya.

Persamaan yang digunakan adalah : (Hendarsin, 2000)

- ✓ Hujan Rata- Rata :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.86)$$

- ✓ Standart Deviasi :

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.87)$$

- ✓ Frekuensi Curah Hujan Periode Ulang

$$Rt = \bar{X} + K * Sx \quad (2.88)$$

- ✓ Faktor Frekuensi

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn} \quad (2.89)$$

Dimana:

\bar{x} = Hujan Rata-Rata

Sx = Standart Deviasi

R_t = Frekuensi curah hujan pada periode ulang t (mm)

K = Faktor Frekuensi

Y_t = Faktor Reduksi (Tabel 2.41)

Y_n = Nilai yang tergantung pada nilai n (Tabel 2.42)

S_n = Standart Deviasi merupakan fungsi dari (Tabel 2.43)

Tabel 2. 41 Nilai K Sesuai Dengan Lama Pengamatan

T	Yt	Lama Pengamatan (tahun)				
		10	15	20	25	30
2	0.3665	-0.1434	-0.1434	-0.1478	-0.1506	-0.1526
5	1.4999	1.058	0.9672	0.9186	0.8878	0.8663
10	2.2502	1.8482	1.7023	1.6246	1.5752	1.5408
20	2.9702	2.6064	2.4078	2.302	2.2348	2.1811
25	3.1985	2.8468	2.6315	2.5168	2.444	2.3933
50	3.9019	3.5875	3.3207	3.1787	3.0844	3.0256
100	4.6001	4.3228	4.0048	3.8356	3.7281	3.6533

Sumber: Hendarsin, 2000

Tabel 2. 42 Nilai Y_n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4995	0.5035	0.507	0.51	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.522
20	0.5225	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.532	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.538	0.5388	0.5402	0.5402	0.541	0.5418	0.5424	0.5432
40	0.5436	0.5422	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5519	0.5518
60	0.5521	0.5534	0.5527	0.553	0.5533	0.5535	0.5538	0.554	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5552	0.5555	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.557	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.558	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599

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

Tabel 2. 43 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9977	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0696	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.115	1.1159	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1436	1.148	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	1.1607	1.1623	1.1623	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1759	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1859	1.1863	1.1863	1.1881	1.189	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.193
80	1.1938	1.1945	1.1945	1.1959	1.1967	1.1973	1.198	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.202	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.206

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

2.15.3 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana jalan. Parameter untuk menghitung debit aliran pada jalan rencana meliputi:

- Waktu Konsentrasi (tc)
- Intensitas Hujan (I)
- Koefisien Pengaliran (C)
- Perhitungan Debit Hidrologi ($Q_{\text{hidrologi}}$)

Berikut penjelasan dari analisa hidrologi:

1) Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah tangkapan hujan (*cathment area*) pada perencanaan saluran samping jalan adalah daerah pengaliran (*drainage area*) yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (intensitas hujan), sehingga menghasilkan debit limpasan yang ditampung oleh saluran samping untuk dialirkan ke sungai. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan luas daerah pengaliran sebagai berikut: (Hendarsin, 2000)

$$A = L \times L_1 \quad (2.90)$$

$$A = L \times (L_1 + L_2 + L_3) \quad (2.91)$$

Dimana:

A : Luas Daerah Pengaliran

L : Panjang Saluran

2) Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan merupakan angka reduksi dari intensitas hujan, yang besarnya disesuaikan dengan kondisi permukaan, kemiringan atau kelandaian, jenis tanah serta durasi hujan. Dan koefisien ini tidak berdimensi.

Menurut *The Asphalt Institute*, untuk menentukan C_{gab} pada di berbagai kondisi permukaan, dapat dihitung atau ditetapkan dengan cara berikut: (Hendarsin,2000)

$$C_{gab} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3fk_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (2. 92)$$

Dimana:

C_1, C_2, \dots : Koefisien pengaliran sesuai jenis permukaan

A_1, A_2, \dots : Luas daerah pengaliran

C_{gab} : C rata – rata daerah pengaliran

fk_3 : Faktor Limpasan Sesuai Guna Lahan

Tabel 2. 44 Koefisien Pengaliran (C)

Kondisi Permukaan Jalan		C	Faktor Limpasan (fk)
Jalur Lalu Lintas	Jalan Aspal	0.70-0.95	-
	Jalan Kerikil	0.40-0.70	-
Bahu Jalan dan lereng	Tanah berbutir halus	0.40-0.65	-
	Tanah berbutir kasar	0.10-0.30	-
	Lapisan batuan keras	0.70-0.85	-
	Lapisan batuan lunak	0.60-0.75	-
Tanah Pasir tertutup lumpur	Kelandaian	0-2 %	0.05-0.10
		2-7 %	0.10-0.15
Tanah kohesif tertutup rumput	Kelandaian	0-2 %	0.15-0.20
		2-7 %	0.13-0.17
		>7 %	0.18-0.22
Tata Guna Lahan	Daerah perkotaan	0.70-0.95	2.0
	Daerah pinggir kota	0.60-0.70	1.5
	Daerah industri	0.60-0.90	1.2
	Permukiman padat	0.40-0.60	2.0
	Permukiman tidak padat	0.40-0.60	1.5
	Taman dan kebun	0.20-0.40	0.2
	Persawahan	0.45-0.60	0.5
	Perbukitan	0.70-0.80	0.4
	pegunungan	0.70-0.90	0.3

Sumber: Pd T-02-2006-B

3) Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu terpanjang yang dibutuhkan air untuk menyalurkan air ke seluruh daerah layanan setelah melewati titik-titik tertentu. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka terdapat pada rumus di bawah ini:

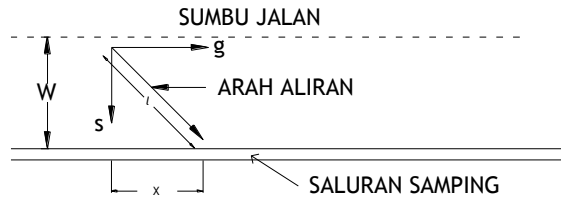
$$t_c = t_0 + t_r \quad (2.93)$$

$$t_0 = 1,44 \times \left(nd \frac{1}{\sqrt{S}} \right)^{0,467} \quad (2.94)$$

Rumus diatas digunakan jika $g = 0$, sedangkan untuk $g \neq 0$, maka menggunakan rumus *Kerby*:

$$t_0 = 1,44 \times \left(nd \frac{1}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \quad (2.95)$$

Karena pengaruh dari panjang longitudinal dan kemiringan jalan, maka besar dari nilai ℓ dan i sebagai berikut:



Gambar 2. 33 t_0 pada jalan tidak mendatar

$$X = \frac{g}{s} \cdot W \quad (2.96)$$

$$L = \sqrt{W^2 + L^2} \quad (2.99)$$

$$\Delta hg = X \cdot g \quad (2.97)$$

$$\Delta hs = X \cdot s \quad (2.98)$$

$$i = \frac{\Delta hg}{L} \quad (2.99)$$

$$t_f = \frac{\ell}{60 \times v} \quad (2.103)$$

dengan:

t_c = waktu konsentrasi (menit)

t_0 = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh(menit)

t_f = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran(menit)

L = Panjang aliran menuju (m)

ℓ = Lebar jalan (m)

nd = Koefisien hambatan (lihat Tabel 2.45)

- S = Kemiringan saluran melintang
 g = Kemiringan saluran memanjang
 V = Kecepatan air rata-rata pada saluran drainase
 (m/detik) (Tabel 2.46)

Tabel 2. 45 Koefisien Hambatan (nd) Berdasarkan Kondisi Permukaan

No.	Kondisi lapis permukaan	Nd
1	Lapis semen dan aspal beton	0.013
2	Permukaan licin dan kedap air	0.020
3	Permukaan licin dan kokoh	0.100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.200
5	Padang rumput dan rerumputan	0.400
6	Hutan gundul	0.600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.800

Sumber: Pd T-02-2006-B

Tabel 2. 46 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material

No.	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan (m/dt)
1.	Pasir Halus	0.45
2.	Lempung Kepasiran	0.50
3.	Lanau Aluvial	0.60
4.	Kerikil Halus	0.75
5.	Lempung Kokoh	0.75
6.	Lempung Padat	1.10
7.	Kerikil Kasar	1.20
8.	Batu-batu Besar	1.50
9.	Pasangan Batu	1.50
10.	Beton	1.50
11.	Beton Bertulang	1.50

Sumber: Pd T-02-2006-B

4) Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan ini menggunakan metode Mononobe berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.100)$$

Dimana :

I = Intensitas Hujan Mononobe (mm/jam)

t_c = Waktu Konsentrasi (menit)

R_{24} = Frekuensi curah hujan pada periode t (mm)

5) Debit Aliran (Q)

Debit aliran, merupakan jumlah pengaliran limpasan air yang masuk ke dalam saluran samping, dimana jumlah besarnya adalah sebagai berikut:

$$Q = 0.278 (C_{gab} \cdot I \cdot A) \quad (2.105)$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3)

C_{gab} = C rata – rata daerah pengaliran

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran

2.15.4 Analisa Hidrolika

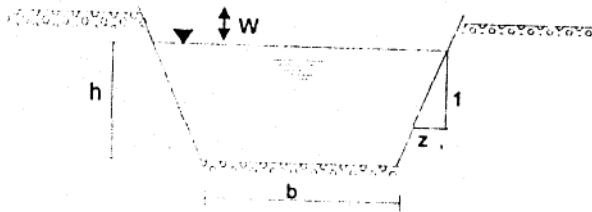
Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada saluran yang direncanakan sesuai dengan umur rencana jalan. Parameter untuk menghitung debit aliran pada saluran drainase meliputi:

- Keliling Basah Saluran (P)
- Luas Penampang Basah (A)
- Kemiringan saluran Melintang (I)
- Perhitungan Debit Hidrolika ($Q_{hidrolika}$)

Berikut penjelasan untuk Analisa Hidrolika:

1) Dimensi Saluran Tepi

Saluran tepi merupakan saluran yang menampung debit air yang berasal dari daerah tangkapan air baik dari badan jalan, bahu jalan, lereng maupun daerah pengaliran sekitar saluran tersebut. Perhitungan dimensi saluran ini menggunakan rumus manning.



Gambar 2. 34 Tinggi Jagaan Saluran

Sumber: *Pd T-02-2006-B*

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times A \quad (2.101)$$

$$R = \frac{P}{A} \quad (2.102)$$

$$W = \sqrt{0.5 \cdot h} \quad (2.103)$$

Dimana :

Q = Debit aliran hidrolika (m³)

R = Jari-jari hidrolis penampang saluran (m)

A = Luas Penampang basah saluran (m²)

P = Keliling basah penampang saluran (m)

I = Kemiringan dasar saluran

W = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang dalam saluran (m)

b = lebar dasar saluran (m)

2.16 Volume Galian Timbunan

Galian merupakan jumlah volume tanah yang dibuang pada perencanaan sebuah jalan raya yang bertujuan untuk membentuk badan jalan raya yang baik dan rata. Dan sebaliknya, timbunan merupakan jumlah volume tanah yang ditimbun untuk membentuk badan jalan yang rata dan baik. Dalam perencanaan Jalan Raya di usahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal maka dapat dipakai untuk menghitung banyaknya volume galian dari timbunan.

2.17 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan anggaran yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan sebuah proyek. Perkiraan anggaran tersebut diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil memanjang (*long section*), profil melintang (*cross section*), serta detail gambar perencanaan. Data harga satuan diperoleh dari Harga Satuan Pokok Kegiatan Zona I 2016.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Tujuan Metodologi

Dengan adanya metodologi ini diharapkan dapat mempermudah pelaksanaan dalam mengerjakan Proyek Akhir. Guna memperoleh pemecahan masalah yang disesuaikan dengan maksud yang telah ditetapkan melalui prosedur pengerjaan yang teratur dan tertib sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

3.2.1 Studi Literatur

Untuk menunjang pembahasan proyek akhir ini guna memahami materi yang akan di bahas, diperlukan studi literatur mengenai:

- a. Analisa Lalu Lintas, yang diperlukan untuk mengetahui teori yang digunakan untuk memperhitungkan volume kendaraan yang akan masuk ke jalan baru. Serta teori yang menunjang untuk permodelan transportasi dengan metode *Trip Assigment*.
- b. Geometrik Jalan Raya, yang diperlukan untuk mengetahui teori- teori yang digunakan untuk merencanakan jarak pandang, kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume lalu lintas, lengkung peralihan, lengkung horizontal, kelandaian dan lainnya.
- c. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, yang diperlukan untuk mengetahui teori-teori yang digunakan untuk merencanakan umur rencana dan tebal perkerasan lentur berdasarkan SNI Pt T-01-2002-B yang mengacu pada metode AASHTO'93.

- d. Drainase Permukaan Jalan Raya, yang diperlukan untuk mengetahui teori yang digunakan untuk merencanakan saluran tepi jalan seperti: frekuensi hujan rencana, luas daerah pengaliran, koefisien pengaliran, intensitas hujan rencana, debit aliran, serta penentuan dimensi saluran tepi jalan. Dimana mengacu pada Peraturan Perencanaan Sistem Drainase Jalan – Pd.T-02-2006-B, Hendarsin (2000), serta Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994.

3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

- a. Peta Topografi, yang diperlukan untuk mengetahui tata guna lahan, serta mengetahui kontur di lapangan guna mendapatkan trase jalan alternatif. Data ini diperoleh dari Lab jurusan Geomatika.
- b. Volume Lalu Lintas, yang diperlukan untuk menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas di satu titik pengamatan dalam satuan waktu, serta untuk memperkirakan jumlah lajur yang dibutuhkan pada perencanaan geometrik jalannya. Data ini diperoleh dari P2JN.
- c. PDRB Kab. Trenggalek, yang diperlukan untuk menghitung pertumbuhan kendaraan hingga 10 tahun kedepan yang diperoleh dari BPS Provinsi.
- d. Data Curah Hujan, yang diperlukan untuk merencanakan saluran samping atau saluran drainase permukaan. Data ini diperoleh dari Dinas PU Pengairan Povinsi Jawa Timur.
- e. Data CBR, yang diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan lentur. Data ini diperoleh dari P2JN.
- f. Data HSPK 2016 Zona 1, diperoleh dari Dinas PU Provinsi.

3.2.3 Analisa Perencanaan

- a. Pemilihan Trase Jalan dilakukan dengan pertimbangan:
 - Penentuan trase menghindari berpotongan dengan jalur rel kreta api dan permukiman penduduk.
 - Direncanakan se-efisien mungkin, terutama perbedaan elevasi pada jalan direncanakan serendah mungkin agar volume untuk pekerjaan galian timbunan dapat dikurangi.
- b. Perhitungan Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal, yang meliputi:
 - Alinyemen Horizontal
 - Nilai kemiringan melintang jalan (superelevasi, e)
 - Perhitungan panjang lengkung peralihan (*Length of Spiral*)
 - *Stationing*
 - Alinyemen Vertikal
 - Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung, meliputi:
 - Jarak pandang berada di dalam daerah lengkung ($S < L$).
 - Lengkung berada dalam jarak pandangan ($S > L$).
 - Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung, meliputi:
 - Berdasarkan penyinaran lampu kendaraan.
 - Jarak pandangan bebas di bawah jembatan.

- c. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO'93, meliputi:
 - Analisis Daya Dukung Lapisan Dibawahnya
 - Analisis Mutu Struktur Perkerasan
 - Analisis Faktor Reliabilitas
 - Analisis *Commulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL)
 - Analisis Angka Struktural Relatif Perkerasan

- d. Perencanaan Saluran Drainase Permukaan
Langkah perhitungan debit saluran yang meliputi:
 - Harga intensitas hujan (I)
 - Harga koefisien pengaliran (C)
 - Harga luasan (A)
 - Harga Q saluran
 - Merencanakan dimensi saluran

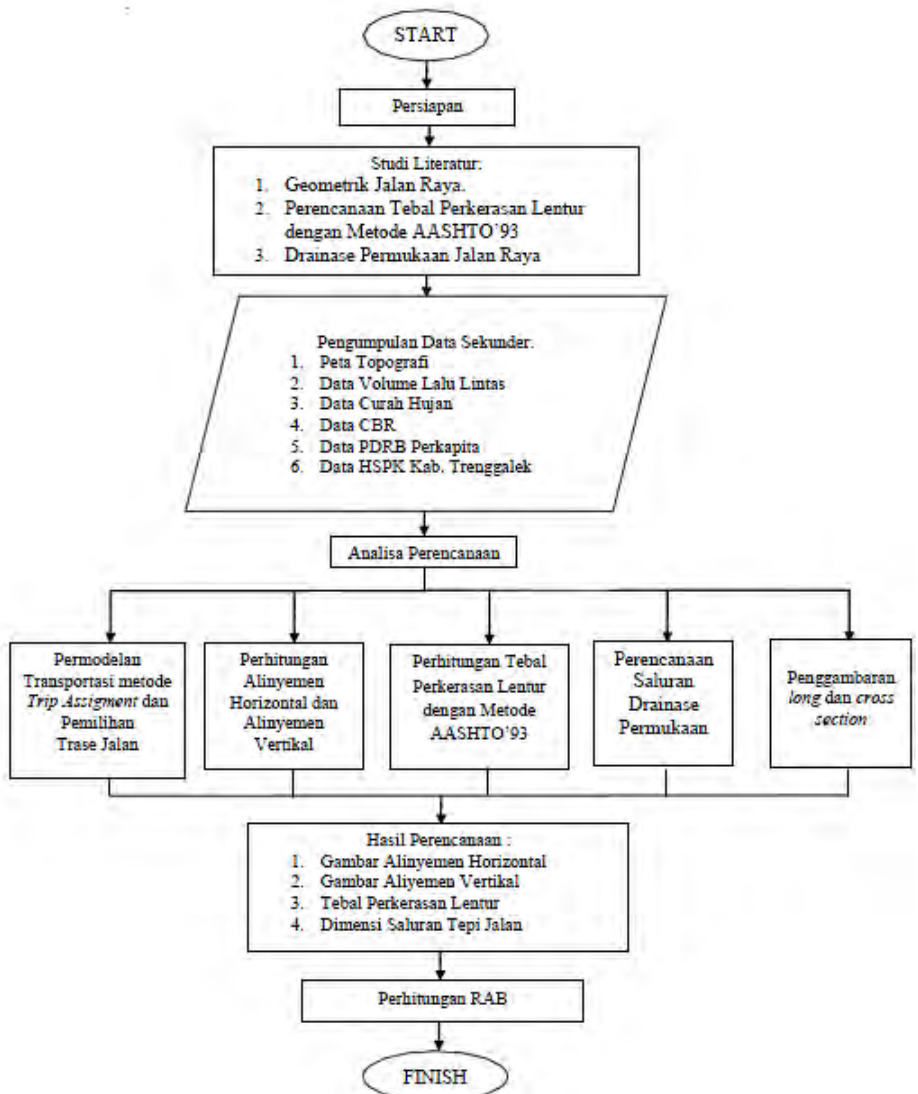
- e. Setelah perhitungan di atas telah selesai, maka melakukan penggambaran *long* dan *cross section* jalan yang direncanakan.

- f. Perencanaan Anggaran Biaya
 - Menghitung volume pekerjaan
 - Harga bahan dan peralatan
 - Upah untuk tenaga kerja

3.2.4 Hasil Perencanaan

Dengan melakukan semua prosedur di atas maka diperoleh hasil perencanaan berupa geometrik jalan alternatif yang meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal serta dimensi saluran tepi jalan.

3.3 Bagan Alir



Gambar 3. 1 Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

DATA PERENCANAAN

1.1 Data Perencanaan

Data perencanaan merupakan data yang dibutuhkan untuk proses perencanaan, data yang dibutuhkan antara lain:

- Peta Topografi.
- Data Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahun 2015.
- Data CBR (*California Bearing Ratio*).
- Data Kependudukan Kabupaten Trenggalek Tahun 2015.
- Data PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) Kabupaten Trenggalek tahun 2014.
- Data Curah Hujan Kabupaten Trenggalek Tahun 2005 – Tahun 2015.
- Data HSPK Kabupaten Trenggalek Tahun 2015.

4.1.1 Peta Topografi

Peta topografi pada perencanaan akses jalan penghubung ini menggunakan peta kontur guna mengetahui medan di sekitar lokasi daerah perencanaan trase dan geometrik jalan. Untuk trase ini direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT) yang dimulai dari STA 0+000 hingga STA 18+549.04

4.1.2 Data Lalu Lintas

Data Lalu Lintas pada perencanaan ini berguna untuk mendesain geometrik jalan dan mendesain struktur perkerasan jalan. Dimana data lalu lintas ini diperoleh dari volume kendaraan harian rata-rata. Data tersebut terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data Lalu Lintas

No.	Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan	Tahun 2012
			kend/jam
1	1	Sepeda Motor	574
2	2	Sedan atau Jeep	239
3	3	Angkutan Muatan(pick up)	289
4	4	Angkutan Umum(oplet)	195
5	5a	Bus Kecil	6
6	5b	Bus Besar	1
7	6a	Truk Kecil 2 Sumbu	26
8	6b	Truk Besar 2 Sumbu	11
9	7a	Truk Besar 3 Sumbu	10
10	7b	Trailer	3
11	7c	SemiTrailer	4
<i>Sumber: P2JN</i>			

4.1.3 Data CBR Tanah Dasar

Data CBR Tanah Dasar digunakan untuk proses perhitungan tebal perkerasan yang direncanakan. Data tersebut diperoleh dari P2JN.

Tabel 4. 2 Data CBR

No.	STA	ELEVASI (m)	CBR (%)
1	0+000	10	5.88
2	1+000	11.8	5.66
3	2+000	10.6	5.82
4	3+000	77.3	5.42
5	4+000	66.7	6.52
6	5+000	92.5	5.08
7	6+000	72.6	6.40
8	7+000	115.9	11.68
9	8+000	76.7	6.31
10	9+000	165	14.44
11	10+000	232.2	6.53
12	11+000	206.5	6.74
13	12+000	54.6	8.04
14	13+000	160	14.98
15	14+000	138	14.12
16	15+000	190.1	7.13
17	16+000	295.2	12.83
18	17+000	129.3	13.14
19	18+000	220.1	6.35

Sumber : P2JN

4.1.4 Data Kependudukan

Data kependudukan digunakan untuk merencanakan pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum yang akan melewati jalan yang akan direncanakan dari awal tahun rencana hingga akhir tahun rencana. Data yang digunakan adalah data kependudukan Kabupaten Trenggalek.

Tabel 4. 3 Jumlah Penduduk Hasil Proyeksi 2011-2015 Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota

No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2010	675584
2	2011	678792
3	2012	681706
4	2013	683791
5	2014	686781
6	2015	689200
<i>Sumber: (BPS Provinsi Jawa Timur 2015)</i>		

4.1.5 Data PDRB

Data PDRB ini digunakan untuk merencanakan pertumbuhan volume lalu lintas yang akan melewati jalan rencana, data ini diperoleh sebagai pelengkap data kependudukan. Untuk perhitungan pertumbuhan kendaraan pribadi menggunakan data PDRB pendapatan perkapita atas dasar harga konstan (tabel 4.4), sedangkan untuk perhitungan pertumbuhan barang dan truk menggunakan data pertumbuhan ekonomi atas dasar harga konstan (tabel 4.5).

Tabel 4. 4 Data PDRB Perkapita Kabupaten Trenggalek Atas Dasar Harga Konstan 2010 (Ribu Rupiah)

No.	Tahun	PDRB Perkapita Atas Dasar Harga Konstan (Ribu Rupiah)
1	2010	11786
2	2011	12427
3	2012	13143
4	2013	13667
5	2014	14554
<i>Sumber: Produk Domestik Regional Bruto (BPS Provinsi Jawa Timur 2010-2014)</i>		

Tabel 4. 5 Data Pertumbuhan Ekonomi Atas Dasar Harga Konstan

No.	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (Persen)
2	2011	5.94
3	2012	6.21
4	2013	5.83
5	2014	5.41
<i>Sumber: Produk Domestik Regional Bruto (BPS Provinsi Jawa Timur 2010-2014)</i>		

4.1.6 Data Curah Hujan

Data curah hujan ini digunakan untuk mengetahui tinggi curah hujan maksimum rata-rata dari stasiun hujan sekitar lokasi yaitu stasiun hujan Munjungan dan stasiun hujan Watulimo yang nantinya digunakan pada perhitungan saluran drainase jalan. Berikut data curah hujan yang digunakan pada perencanaan terdapat pada tabel 4.6 dan 4.7.

Tabel 4. 6 Data Curah Hujan Kecamatan Munjungan

NO.	TAHUN PENGAMATAN	CURAH HUJAN (mm)
1	2006	52
2	2007	74
3	2008	52
4	2009	85
5	2010	132
6	2011	89
7	2012	56
8	2013	88
9	2014	85
10	2015	47

Sumber : PU Pengairan Provinsi Jawa Timur

Tabel 4. 7 Data Curah Hujan Kecamatan Watulimo

NO.	TAHUN PENGAMATAN	CURAH HUJAN (mm)
1	2006	50
2	2007	66
3	2008	121
4	2009	53
5	2010	93
6	2011	53
7	2012	45
8	2013	60
9	2014	79
10	2015	39

Sumber : PU Pengairan Provinsi Jawa Timur

1.2 Pengolahan Data

1.2.1 Pengolahan Data Kependudukan

Data kependudukan dalam satuan jiwa dikonversikan dahulu menjadi nilai rata-rata prosentase, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai acuan perhitungan untuk pertumbuhan volume kendaraan bus dan angkutan umum. Berikut hasil perhitungan yang disajikan dalam bentuk tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Bus dan Angkutan Umum

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	i	%
1	2010	675584		
2	2011	678792	0.0047	0.47%
3	2012	681706	0.0043	0.43%
4	2013	683791	0.0031	0.31%
5	2014	686781	0.0044	0.44%
6	2015	689200	0.0035	0.35%
rata-rata			0.0040	0.40%

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.2 Pengolahan Data PDRB

Data PDRB perkapita atas dasar harga konstan dikonversikan dahulu menjadi nilai rata-rata prosentase, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai acuan untuk perhitungan pertumbuhan volume kendaraan pribadi. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 4.9. Sedangkan untuk perhitungan prosentase pertumbuhan truk menggunakan pertumbuhan ekonomi atas dasar harga konstan yang disajikan dalam tabel 4.10.

Tabel 4. 9 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Pribadi

No.	Tahun	PDRB Perkapita Atas Harga Konstan (Ribu Rupiah)	i	%
1	2010	11786		
2	2011	12427	0.0544	5.44%
3	2012	13143	0.0576	5.76%
4	2013	13667	0.0399	3.99%
5	2014	14554	0.0649	6.49%
rata-rata			0.0542	5.42%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 10 Prosentase Pertumbuhan Kendaraan Truk

No.	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (Persen)
1	2011	5.94
2	2012	6.21
3	2013	5.83
4	2014	5.41
Rata-Rata		5.85

Sumber: Produk Domestik Regional Bruto (BPS Provinsi Jawa Timur 2010-2014)

4.2.3 Pengolahan Data Lalu Lintas

Pada perencanaan jalan baru ini volume lalu lintas diperoleh dari hasil perhitungan permodelan *trip assignment* dengan metode *Smock* (1962) jalan nasional yang dari arah Panggul hingga Jarakan Kab. Trenggalek tahun 2012, dimana sebelum memperhitungkan berapa perpindahan kendaraan ke jalan baru, harus menghitung berapa kapasitas jalan guna mendapatkan waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melalui jalan nasional yang ditinjau. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.11. Berikut rumus dan penjelasannya:

$$t = t_0 \times \text{Exp} (V / Q_s)$$

Dimana :

t_0 = Travel time per satuan jarak saat free flow

Q_s = Kapasitas pada kondisi jenuh

Untuk analisa Kapasitas ruas jalan eksisting menggunakan persamaan rumus 2.7 berikut:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (ekr/jam)} \\ &= 3000 \times 0.69 \times 0.91 \times 0.94 \\ &= 1770.678 \text{ ekr/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Permodelan *Trip Assignment* dengan Metode *Smock (1962)*

No. Iterasi	Vol increment	Rute1		Vol1	V/C	t1	Rute2		t2
		Vol-incr1					Vol-incr2		
	0	0	0	0	0.000	98.791	0	0	119.350
1	52.910	53	53	0.030	101.787	0.000	0.000	0.000	119.350
2	52.910	53	106	0.060	104.875	0.000	0.000	0.000	119.350
3	52.910	53	159	0.090	108.056	0.000	0.000	0.000	119.350
4	52.910	53	212	0.120	111.333	0.000	0.000	0.000	119.350
5	52.910	53	265	0.149	114.710	0.000	0.000	0.000	119.350
6	52.910	52.910	317	0.179	118.190	0	0.000	0.000	119.350
7	52.910	52.910	370	0.209	121.775	0	0.000	0.000	119.350
8	52.910	0.0	370	0.209	121.775	52.910	52.910	0.019	121.665
9	52.910	0.000	370	0.209	121.775	53	105.820	0.038	124.024
10	52.910	53	423	0.239	125.468	0.000	105.820	0.038	124.024
11	52.910	0.000	423	0.239	125.468	53	158.730	0.058	126.429
12	52.910	53	476	0.269	129.274	0.000	158.730	0.058	126.429
13	52.910	0.000	476	0.269	129.274	53	211.640	0.077	128.880
14	52.910	0	476	0.269	129.274	52.910	264.550	0.096	131.379
15	52.910	52.910	529	0.299	133.195	0	264.550	0.096	131.379
16	52.910	0.000	529	0.299	133.195	53	317.460	0.115	133.927
17	52.910	52.910	582	0.329	137.235	0	317.460	0.115	133.927
18	52.910	0.000	582	0.329	137.235	53	370.370	0.134	136.524
19	52.910	0.000	582	0.329	137.235	53	423.280	0.154	139.171
20	52.910	52.910	635	0.359	141.398	0	423.280	0.154	139.171
21	52.910	0.000	635	0.359	141.398	53	476.190	0.173	141.870
22	52.910	52.910	688	0.388	145.687	0	476.190	0.173	141.870

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan demikian diperoleh hasil perpindahan kendaraan yang akan menuju ke jalan baru sebanyak 40.9% pada tahun 2012. Kemudian data VLHR yang sudah ada, dikalikan dengan persen perpindahannya. Penjelasan perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Perencanaan Jalur Lintas Selatan ini diasumsikan dibuka pada tahun 2016 dengan umur rencana 10 tahun, oleh karena itu dibutuhkan perhitungan pertumbuhan lalu lintas pada akhir umur rencana yaitu tahun 2026.

Tabel 4. 12 Perhitungan Prosentase Perpindahan Kendaraan ke Jalan Baru

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per Hari tahun 2012	kendaraan yang berpindah ke jalan baru 40.9% tahun 2012	Kendaraan per Hari tahun 2016	Kendaraan per Hari tahun 2026
		(1)	(2) = (1)*40.9%	(3)=(2)*(1+i) ⁴	(4)=(3)*(1+i) ¹⁰
1	Sepeda Motor	6297	2577	3183	5396
2	Sedan atau Jeep	2955	1209	1494	2533
3	Angkutan Muatan(pick up)	3577	1464	1488	1549
4	Angkutan Umum(oplet)	2421	991	1007	1049
5	Bus Kecil	132	55	56	59
6	Bus Besar	15	7	8	9
7	Truk Kecil 2 Sumbu	551	226	284	502
8	Truk Besar 2 Sumbu	86	36	46	82
9	Truk Besar 3 Sumbu	69	29	37	66
10	Trailer	11	5	7	13
11	Semi Trailer	28	12	16	29

Sumber: Hasil Perhitungan

Jalan direncanakan dibuka dan dioperasikan tahun 2016, maka dibutuhkan perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan tahun 2016.

Perhitungan pertumbuhan volume lalu-lintas menggunakan angka pertumbuhan dari data PDRB Perkapita dan Jumlah Penduduk Kabupaten Trenggalek. Angka pertumbuhan tiap jenis kendaraan terdapat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Pertumbuhan Kendaraan per Tahun

No.	Jenis Kendaraan	i (%)
1	Sepeda Motor	5.42
2	Sedan atau Jeep	5.42
3	Angkutan Muatan(pick up)	0.40
4	Angkutan Umum(oplet)	0.40
5	Bus Kecil	0.40
6	Bus Besar	0.40
7	Truk Kecil 2 Sumbu	5.85
8	Truk Besar 2 Sumbu	5.85
9	Truk Besar 3 Sumbu	5.85
10	Trailer	5.85
11	SemiTrailer	5.85
i (%) rata-rata		3.79
<i>Sumber: Hasil Perhitungan</i>		

Angka Pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan untuk menghitung volume lalu-lintas tahun 2016 sebagai asumsi beroperasinya jalan baru jalur lintas selatan pada awal umur rencana hingga akhir umur rencana 2026. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.13. berikut ini adalah perhitungan volume lalu-lintas tahun 2016 untuk kendaraan mobil:

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2016} &= \text{Volume Kendaraan tahun 2012} \times (1 + i)^4 \\
 &= 1209 \times (1+0.0542)^4 \\
 &= 1494 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

Pada tugas akhir ini direncanakan dengan umur rencana 10 tahun dari awal pembukaan jalan baru. Sehingga dibutuhkan perhitungan prediksi volume lalu-lintas pada tahun 2026. Dan pada perhitungan volume lalu-lintas tahun 2026 kendaraan mobil:

$$\begin{aligned} \text{LHR 2026} &= \text{Volume Kendaraan tahun 2016} \times (1 + i)^{10} \\ &= 1494 \times (1+0.054)^{10} \\ &= 2533 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian

No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan per Hari tahun 2012	Kendaraan per Hari tahun 2016	Kendaraan per Hari tahun 2026
1	Sepeda Motor	6297	3183	5396
2	Sedan atau Jeep	2955	1494	2533
3	Angkutan Muatan(pick up)	3577	1488	1549
4	Angkutan Umum(oplet)	2421	1007	1049
5	Bus Kecil	132	56	59
6	Bus Besar	15	8	9
7	Truk Kecil 2 Sumbu	551	284	502
8	Truk Besar 2 Sumbu	86	46	82
9	Truk Besar 3 Sumbu	69	37	66
10	Trailer	11	7	13
11	Semi Trailer	28	16	29

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.4 Pengolahan Data Curah Hujan

Perhitungan curah hujan ini berdasarkan data curah hujan dari stasiun hujan sekitar lokasi perencanaan jalan. Hasil pengolahan data curah hujan dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut:

Tabel 4. 15 Perhitungan Curah Hujan

No.	Tahun	Hujan Rata2 Max	Rata-rata	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
		x_i	\bar{x}		
1	2006	123	178.850	-55.85	3119.22
2	2007	199	178.850	20.15	406.02
3	2008	242	178.850	63.15	3987.92
4	2009	140.5	178.850	-38.35	1470.72
5	2010	202.5	178.850	23.65	559.32
6	2011	249.5	178.850	70.65	4991.42
7	2012	118.5	178.850	-60.35	3642.12
8	2013	215.5	178.850	36.65	1343.22
9	2014	179.5	178.850	0.65	0.42
10	2015	118.5	178.850	-60.35	3642.12
Jumlah					23162.53
<i>Sumber: Perhitungan</i>					

Perhitungan nilai Standard Deviasi menggunakan persamaan 2.89, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad S_x &= \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{23162.53}{10}} \\
 &= 48.127
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan curah hujan pada periode T tahun atau pada perencanaan ini menggunakan umur rencana 20 tahun. Dimana menggunakan persamaan 2.88, 2.90, dan 2.91.

- ✓ $T = 20$ Tahun
- ✓ $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$
 $= \frac{1788.5}{10}$
 $= 178.850 \text{ mm}$
- ✓ $S_x = 48.127$
- ✓ Nilai $Y_t = 2.97020$ (Tabel 2.40)
- ✓ Nilai $Y_n = 0.4952$ (Tabel 2.41)
- ✓ Nilai $S_n = 0.9496$ (Tabel 2.42)

Perhitungan Faktor K :

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 &= \frac{2.97020 - 0.4952}{0.9496} \\
 &= 2.606
 \end{aligned}$$

Perhitungan Curah Hujan Rencana (R) :

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad R_t &= \bar{X} + K * S_x \\
 &= 178.850 + (2.606 * 48.127) \\
 &= 304.287 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

BAB V

PERENCANAAN GEOMETRIK

5.1 Dasar Perencanaan Jalan

5.1.1 Penampang Melintang Jalan

Berdasarkan peraturan perencanaan jalan bina marga, direncanakan jalan nasional dengan fungsi jalan arteri di desain dengan kecepatan rencana 40 – 60 km/jam, dimana kecepatan tersebut disesuaikan dengan medan dilapangan yang berupa datar dan dominan medan pegunungan. Serta tipe jalan menggunakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar jalan 3.5 m pada masing-masing lajur.

5.1.2 Penentuan Karakteristik Geometrik

Lokasi perencanaan jalan ini terletak di Kabupaten Trenggalek, dari Kecamatan Munjungan ke Kecamatan Karanggandu dengan kondisi medan dilapangan yang berupa datar dan dominan medan pegunungan, sehingga dibutuhkan perhatian khusus pada kelandaian jalan yang direncanakan.

5.2 Perencanaan Geometrik

5.2.1 Perencanaan dan Pemilihan Trase Jalan

Perencanaan trase jalan baru ini mempertimbangkan kondisi di lapangan yang nantinya mempengaruhi desain yang akan di rencanakan. Dasar pemilihan trase jalan ini hanya berdasarkan panjang jalannya saja dikarenakan medan yang didominasi oleh pegunungan yang dianalisa dari perhitungan kemiringan medan pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Kemiringan Medan Jalan Rencana

STA	elv. Kanan	Elv kiri	% medan
0+000	11	10	4
1+000	12.3	12.7	1.6
2+000	11.8	10.2	6.4
3+000	75	79.3	17.2
4+000	72.5	62.7	39.2
5+000	93.2	91.7	6
6+000	79.9	65.6	57.2
7+000	119.8	111.9	31.6
8+000	80.5	75.4	20.4
9+000	163.1	166.6	14
10+000	231.7	227.1	18.4
11+000	209.4	203.2	24.8
12+000	53.3	56.2	11.6
13+000	165	155	40
14+000	145.1	131.7	53.6
15+000	193.1	186.9	24.8
16+000	299.9	292.1	31.2
17+000	297	256.9	160.4
18+000	211.2	226.6	61.6

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil kemiringan medan di atas, jika di rata-rata kemiringan medannya diperoleh hasil sebesar 32.842 %. Dimana prosentase tersebut masuk dalam medan pegunungan.



Gambar 5. 1 Alternatif Trase Jalan
Sumber: Gambar Perencanaan

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Trase

No.	Alternatif	Warna	Panjang (m)
1	I (Satu)	Merah	20376.21
2	II (Dua)	Biru	19589.075

Sumber: Hasil Analisa

5.2.2 Perencanaan Alinyemen Horizontal

5.2.2.1 Data Perencanaan Alinyemen Horizontal

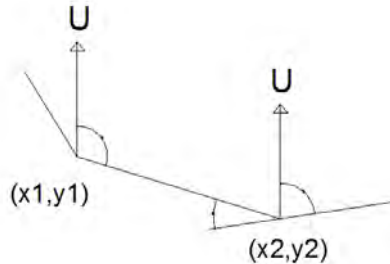
Perencanaan Alinyemen Horizontal ini menggunakan peraturan bina marga dengan 3 tipe tikungan yang dapat digunakan yaitu *Full Circle*, *Spiral-Circle-Spiral*, dan *Spiral-Spiral*. Dan pada perencanaan jalan baru ini di desain dengan menggunakan tipe tikungan *Spiral-Circle-Spiral* pada semua tikungan trase rencana.

Berikut merupakan data perencanaan jalan baru :

- Klasifikasi Jalan : Jalan Arteri Luar Kota
- Lebar jalan (2/2UD) : 2 x 3.5 m
- Kecepatan Rencana (V_D) :
 - ✓ Segmen I (STA 0+000 – STA 4+933.78) : 60 km/jam
 - ✓ Segmen II (STA 4+933.78 – STA 6+130.19) : 50 km/jam
 - ✓ Segmen III (STA 6+130.19 – STA 18+549.04) : 40 km/jam
- e max : 10 %
- e normal : 2 %
- fmax :
 - ✓ Segmen I (STA 0+000 – STA 4+933.78) : 0.153
 - ✓ Segmen II (STA 4+933.78 – STA 6+130.19) : 0.160
 - ✓ Segmen III (STA 6+130.19 – STA 18+549.04) : 0.166

5.2.2.1 Perhitungan Alinyemen Horizontal

5.2.2.1.1 Perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut Tikungan



Gambar 5. 2 Dasar Perhitungan Sudut Tikungan

Sumber: Gambar Manual

a. Sudut Azimuth

α A-P1

$$\begin{aligned}\alpha &= \text{ArcTg} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right) \\ &= \text{ArcTg} \left(\frac{5977.950 - 6111.130}{1814.754 - 1376.488} \right) \\ &= -16.902^\circ \text{ (kuadran IV)}\end{aligned}$$

Maka sudut azimuth Luar:

$$\alpha + 360^\circ = -16.902^\circ + 360^\circ = 343.097^\circ$$

b. Sudut Tikungan

Sudut Tikungan P1

$$\begin{aligned}\Delta P1 &= (\alpha P1-P2) - (\alpha A-P1) \\ &= 8.38^{\circ} - 343.10^{\circ} \\ &= -334.72^{\circ} + 360^{\circ} = 25.30^{\circ}\end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan Sudut Azimuth dan Sudut tikungan pada perencanaan jalan baru :

Tabel 5. 3 Sudut Azimuth Dan Sudut Tikungan Trase Rencana

No.	Tikungan	koordinat x	koordinat y	Δx	Δy	kuadran	Azimuth yang benar	sudut tikungan (Δ)	jarak tikungan	jarak kumulatif
1	A (Start)	6111.130	1376.488							
2	P1	5977.950	1814.754	-133.180	438.266	IV	343.10	25.3	458.055	458.055
3	P2	6069.417	2435.480	91.467	620.726	I	8.38	74.5	627.429	1085.483
4	P3	5574.701	2654.406	-494.716	218.926	IV	293.87	59.1	540.992	1626.476
5	P4	5492.941	3321.718	-81.760	667.312	IV	353.01	24.3	672.302	2298.778
6	P5	4510.277	4935.789	-982.664	1614.071	IV	328.67	91.4	1889.670	4188.448
7	P6	5406.915	5451.305	896.638	515.516	I	60.10	59.9	1034.271	5222.719
8	P7	5408.446	5862.137	1.531	410.832	I	0.21	12.3	410.835	5633.554
9	P8	5585.652	6661.908	177.206	799.771	I	12.49	104.8	819.168	6452.721
10	P9	5239.078	6647.941	-346.574	-13.967	III	267.69	85.8	346.855	6799.577
11	P10	5209.358	6908.018	-29.720	260.077	IV	353.48	39.4	261.770	7061.346
12	P11	4971.331	7138.872	-238.027	230.854	IV	314.12	86.3	331.588	7392.934
13	P12	5308.669	7535.284	337.338	396.412	I	40.40	89.6	520.518	7913.452
14	P13	4997.965	7803.882	-310.704	268.598	IV	310.84	72.4	410.709	8324.161
15	P14	5188.232	8246.661	190.267	442.779	I	23.25	120.9	481.928	8806.090
16	P15	4796.417	8194.177	-391.815	-52.484	III	262.37	33.0	395.315	9201.404
17	P16	4491.189	8338.694	-305.228	144.517	IV	295.34	28.5	337.712	9539.116
18	P17	4085.500	8316.376	-405.689	-22.318	III	266.85	58.9	406.302	9945.418
19	P18	3882.680	8614.205	-202.820	297.829	IV	325.75	26.7	360.330	10305.749
20	P19	3027.884	9088.254	-854.796	474.049	IV	299.01	13.4	977.445	11283.194
21	P20	1906.178	9401.843	-1121.706	313.589	IV	285.62	32.8	1164.716	12447.909
22	P21	1099.717	10312.134	-806.461	910.291	IV	318.46	58.2	1216.145	13664.055
23	P22	1197.147	10637.369	97.430	325.235	I	16.68	42.3	339.515	14003.570
24	P23	1639.550	10903.406	442.403	266.037	I	58.98	99.9	516.233	14519.802
25	P24	1421.590	11155.213	-217.960	251.807	IV	319.12	81.2	333.037	14852.839
26	P25	1623.064	11392.650	201.474	237.437	I	40.32	39.4	311.397	15164.236
27	P26	1925.110	11447.508	302.046	54.858	I	79.71	90.9	306.987	15471.223
28	P27	1758.010	12291.973	-167.100	844.465	IV	348.81	15.3	860.839	16332.062
29	P28	1774.809	12527.223	16.799	235.250	I	4.08	102.3	235.849	16567.911
30	P29	2056.670	12444.152	281.861	-83.071	II	106.42	72.5	293.848	16861.758
31	P30	2326.466	12844.775	269.796	400.623	I	33.96	75.1	483.000	17344.758
32	P31	3368.021	12485.233	1041.555	-359.542	II	109.04	60.9	1101.865	18446.623
33	P32	3429.135	12140.505	61.114	-344.728	II	169.95	66.2	350.103	18796.727
34	P33	3204.436	11989.873	-224.699	-150.632	III	236.16	107.2	270.517	19067.244
35	B(Finish)	3610.432	11662.040	405.996	-327.833	II	128.92	128.9	521.831	19589.075

Sumber: Hasil Perhitungan

5.2.2.1.2 Perhitungan Tikungan

Pada perhitungan tikungan alinyemen horizontal untuk panjang LS dan nilai Superelevasi (e) pada desain trase baru ini disesuaikan langsung dari *software 3D Civil Land Dekstop*.

Perhitungan Tikungan P1 (STA 0+458.05):

- Klasifikasi Jalan : Jalan Arteri Luar Kota
- Lebar jalan (2/2UD) : 2 x 3.5 m
- Kecepatan Rencana (V_R) : 60 km/jam
- e max : 10 %
- e normal : 2 %
- fmaks : 0.153

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})}$$

$$= \frac{60 \text{ km/jam}^2}{127 (0.10 + 0.153)} = 112.041 \text{ m} \approx 113 \text{ m}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} \Delta P1 &= 25.30^\circ \\ R_{min} &= 113 \text{ m} \\ R_{rencana} &= 200 \text{ m} \\ D_{maks} &= 12.784^\circ \\ f_{maks} &= 0.153 \\ L_s &= 33 \text{ m (Tabel 2. 26)} \\ e &= 0.038 \text{ (Tabel 5.3)} \end{aligned}$$

a. Perhitungan Parameter Lengkung S-C-S:

$$\begin{aligned} \checkmark \theta_s &= \frac{90 L_s}{\pi R} \\ &= \frac{90 \times 33 \text{ m}}{\pi \times 200 \text{ m}} \\ &= 4.727 \\ \checkmark L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s) \cdot \pi \cdot R}{180} \\ &= \frac{(25.30^\circ - (2 \times 4.727)) \cdot \pi \cdot 200 \text{ m}}{180} \\ &= 55.26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad p &= \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \\
 &= \frac{33 \text{ m}^2}{(6 \times 200 \text{ m})} - 200 \text{ m}(1 - \cos(4.727^\circ)) \\
 &= 0.227 \text{ m} \\
 \checkmark \quad k &= Ls - \frac{Ls^2}{40R^2} - R \sin \theta_s \\
 &= 33 \text{ m} - \frac{33 \text{ m}^2}{40(200 \text{ m})^2} - 200 \text{ m} \times (\sin 4.727^\circ) \\
 &= 16.50 \text{ m} \\
 \checkmark \quad Ts &= (R + p) * \text{tg}\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \\
 &= (200 \text{ m} + 0.227 \text{ m}) \times \text{tg}\left(\frac{1}{2}(25.30^\circ)\right) + 16.50 \text{ m} \\
 &= 61.41 \text{ m} \\
 \checkmark \quad Es &= \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \\
 &= \frac{(200 \text{ m} + 0.227 \text{ m})}{\cos\left(\frac{1}{2}(25.30^\circ)\right)} - 200 \text{ m} \\
 &= 5.20 \text{ m} \\
 \checkmark \quad Xs &= Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40R^2}\right) \\
 &= 33 \text{ m} \left(1 - \frac{33 \text{ m}^2}{40 \times 200 \text{ m}^2}\right) \\
 &= 32.98 \text{ m} \\
 \checkmark \quad Ys &= \frac{Ls^2}{6R} \\
 &= \frac{33 \text{ m}^2}{6 \times 200 \text{ m}} \\
 &= 0.91 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan tikungan lainnya dapat dilihat pada tabel 5.5.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 5. 4 Superelevasi (e)

Tikungan	Vd	Vr	fmax	e max	Dmax	Rmin	Rgambar	D	Dp	(e+f)	h	tg α_1	tg α_2	Mo	f ₁	f ₂	e AASHTO 2004	e AASHTO 2011	e rencana
P1	60	54	0.153	0.1	12.784	184.068	200	7.162	6.238	0.142	0.023	0.004	0.020	0.026	0.000	0.046	0.096	0.080	0.038
P2	60	54	0.153	0.1	12.784	184.068	200	7.162	6.238	0.142	0.023	0.004	0.020	0.026	0.000	0.046	0.096	0.080	0.038
P3	60	54	0.153	0.1	12.784	184.068	200	7.162	6.238	0.142	0.023	0.004	0.020	0.026	0.000	0.046	0.096	0.080	0.038
P4	60	54	0.153	0.1	12.784	184.068	200	7.162	6.238	0.142	0.023	0.004	0.020	0.026	0.000	0.046	0.096	0.080	0.038
P5	60	54	0.153	0.1	12.784	184.068	200	7.162	6.238	0.142	0.023	0.004	0.020	0.026	0.000	0.046	0.096	0.080	0.038
P6	50	45	0.1595	0.1	18.883	122.648	200	7.162	8.983	0.098	0.023	0.003	0.014	0.026	0.035	0.000	0.063	0.064	0.033
P7	50	45	0.1595	0.1	18.883	122.648	250	5.730	8.983	0.079	0.023	0.003	0.014	0.026	0.026	0.000	0.053	0.056	0.033
P8	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P9	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P10	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	150	9.549	14.037	0.084	0.023	0.002	0.009	0.027	0.028	0.000	0.056	0.060	0.031
P11	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	150	9.549	14.037	0.084	0.023	0.002	0.009	0.027	0.028	0.000	0.056	0.060	0.031
P12	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	175	8.185	14.037	0.072	0.023	0.002	0.009	0.027	0.023	0.000	0.049	0.054	0.030
P13	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	175	8.185	14.037	0.072	0.023	0.002	0.009	0.027	0.023	0.000	0.049	0.054	0.030
P14	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.030
P15	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	175	8.185	14.037	0.072	0.023	0.002	0.009	0.027	0.023	0.000	0.049	0.054	0.030
P16	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	175	8.185	14.037	0.072	0.023	0.002	0.009	0.027	0.023	0.000	0.049	0.054	0.030
P17	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	175	8.185	14.037	0.072	0.023	0.002	0.009	0.027	0.023	0.000	0.049	0.054	0.030
P18	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	200	7.162	14.037	0.063	0.023	0.002	0.009	0.027	0.019	0.000	0.044	0.048	0.030
P19	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	250	5.730	14.037	0.050	0.023	0.002	0.009	0.027	0.014	0.000	0.036	0.042	0.030
P20	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	200	7.162	14.037	0.063	0.023	0.002	0.009	0.027	0.019	0.000	0.044	0.048	0.030
P21	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	200	7.162	14.037	0.063	0.023	0.002	0.009	0.027	0.019	0.000	0.044	0.048	0.030
P22	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	200	7.162	14.037	0.063	0.023	0.002	0.009	0.027	0.019	0.000	0.044	0.048	0.030
P23	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P24	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P25	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P26	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P27	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	250	5.730	14.037	0.050	0.023	0.002	0.009	0.027	0.014	0.000	0.036	0.042	0.036
P28	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P29	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P30	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	150	9.549	14.037	0.084	0.023	0.002	0.009	0.027	0.028	0.000	0.056	0.060	0.031
P31	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P32	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036
P33	40	36	0.166	0.1	30.243	75.440	100	14.324	14.037	0.126	0.023	0.002	0.009	0.027	0.000	0.050	0.076	0.072	0.036

*direncanakan berdasarkan desain pada aplikasi 3D Civil Land Dekstop

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 5 Hasil Perhitungan Parameter Tikungan

Tikungan	Vd	Radius (R)	Δ	LS	e	θs	Lc koreksi	Lengkung yang digunakan	Spiral-Circle-Spiral							
									θs	Lc	p	k	Ts	Es	Xs	Ys
P1	60	200	25.3	33	0.038	4.727	55.26	SCS	4.73	55.26	0.23	16.50	61.41	5.20	32.98	0.91
P2	60	200	74.5	33	0.038	4.727	227.09	SCS	4.73	227.09	0.23	16.50	168.78	51.56	32.98	0.91
P3	60	200	59.1	33	0.038	4.727	173.45	SCS	4.73	173.45	0.23	16.50	130.11	30.22	32.98	0.91
P4	60	200	24.3	33	0.038	4.727	51.99	SCS	4.73	51.99	0.23	16.50	59.69	4.83	32.98	0.91
P5	60	200	91.4	33	0.038	4.727	286.18	SCS	4.73	286.18	0.23	16.50	221.81	86.78	32.98	0.91
P6	50	200	59.9	28	0.033	4.011	181.06	SCS	4.01	181.06	0.16	14.00	129.31	31.00	27.99	0.65
P7	50	250	12.3	28	0.033	3.209	25.58	SCS	3.21	25.58	0.13	14.00	40.91	1.57	27.99	0.52
P8	40	100	104.8	22	0.036	6.303	160.91	SCS	6.30	160.91	0.20	11.00	141.11	64.23	21.97	0.81
P9	40	100	85.8	22	0.036	6.303	127.73	SCS	6.30	127.73	0.20	11.00	104.09	36.77	21.97	0.81
P10	40	150	39.4	22	0.031	4.202	81.04	SCS	4.20	81.04	0.13	11.00	64.69	9.45	21.99	0.54
P11	40	150	86.3	22	0.031	4.202	203.86	SCS	4.20	203.86	0.13	11.00	151.67	55.74	21.99	0.54
P12	40	175	89.6	22	0.030	3.601	251.53	SCS	3.60	251.53	0.12	11.00	184.76	71.69	21.99	0.46
P13	40	175	72.4	22	0.030	3.601	199.17	SCS	3.60	199.17	0.12	11.00	139.19	42.02	21.99	0.46
P14	40	100	120.9	22	0.036	6.303	188.98	SCS	6.30	188.98	0.20	11.00	187.68	103.12	21.97	0.81
P15	40	175	33.0	22	0.030	3.601	78.69	SCS	3.60	78.69	0.12	11.00	62.81	7.62	21.99	0.46
P16	40	175	28.5	22	0.030	3.601	65.00	SCS	3.60	65.00	0.12	11.00	55.45	5.67	21.99	0.46
P17	40	175	58.9	22	0.030	3.601	157.88	SCS	3.60	157.88	0.12	11.00	109.86	26.09	21.99	0.46
P18	40	200	26.7	22	0.030	3.151	71.32	SCS	3.15	71.32	0.10	11.00	58.55	5.67	21.99	0.40
P19	40	250	13.4	22	0.030	2.521	36.44	SCS	2.52	36.44	0.08	11.00	40.36	1.80	22.00	0.32
P20	40	200	32.8	22	0.030	3.151	92.64	SCS	3.15	92.64	0.10	11.00	69.97	8.61	21.99	0.40
P21	40	200	58.2	22	0.030	3.151	181.21	SCS	3.15	181.21	0.10	11.00	122.41	29.03	21.99	0.40
P22	40	200	42.3	22	0.030	3.151	125.67	SCS	3.15	125.67	0.10	11.00	88.42	14.56	21.99	0.40
P23	40	100	99.9	22	0.036	6.303	152.29	SCS	6.30	152.29	0.20	11.00	130.11	55.66	21.97	0.81
P24	40	100	81.2	22	0.036	6.303	119.71	SCS	6.30	119.71	0.20	11.00	96.87	31.97	21.97	0.81
P25	40	100	39.4	22	0.036	6.303	46.75	SCS	6.30	46.75	0.20	11.00	46.86	6.43	21.97	0.81
P26	40	100	90.9	22	0.036	6.303	136.65	SCS	6.30	136.65	0.20	11.00	112.78	42.83	21.97	0.81
P27	40	250	15.3	22	0.036	2.521	44.66	SCS	2.52	44.66	0.08	11.00	44.54	2.32	22.00	0.32
P28	40	100	102.3	22	0.036	6.303	156.61	SCS	6.30	156.61	0.20	11.00	135.48	59.80	21.97	0.81
P29	40	100	72.5	22	0.036	6.303	104.47	SCS	6.30	104.47	0.20	11.00	84.42	24.22	21.97	0.81
P30	40	150	75.1	22	0.031	4.202	174.58	SCS	4.20	174.58	0.13	11.00	126.38	39.35	21.99	0.54
P31	40	100	60.9	22	0.036	6.303	84.29	SCS	6.30	84.29	0.20	11.00	69.90	16.24	21.97	0.81
P32	40	100	66.2	22	0.036	6.303	93.57	SCS	6.30	93.57	0.20	11.00	76.34	19.62	21.97	0.81
P33	40	100	107.2	22	0.036	6.303	165.17	SCS	6.30	165.17	0.20	11.00	147.01	68.94	21.97	0.81

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Perhitungan Jarak Kebebasan Samping

Jarak kebebasan samping ini diperhitungkan untuk memberikan jarak aman untuk para pengendara terutama kendaraan berat untuk melihat rintangan yang ada di depannya. Perhitungan ini berdasarkan jarak pandang henti minimum (JPM). Berikut ini merupakan contoh perhitungan jarak kebebasan samping pada tikungan P1 pada desain jalan 2/2UD dengan lebar lajur 3.5 m:

$$\begin{aligned} \checkmark \quad R' &= R - \left(\frac{1}{2} \text{Lebar Jalan}\right) \\ &= 200 - \left(\frac{1}{2}(3.5 \text{ m} \times 2)\right) \\ &= 196.50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\checkmark \quad Vd = 60 \text{ km/jam}$$

$$\checkmark \quad S = 80 \text{ m (diambil dari tabel 2.23)}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \quad Lt &= Lc + (2 \times Ls) \\ &= 55.26 \text{ m} + (2 \times 33 \text{ m}) \\ &= 121.26 \text{ m} \end{aligned}$$

✓ Karena $Lt > S$ maka perhitungan jarak kebebasan samping (E) menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned} E &= R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R'} \right) \right] \\ &= 196.50 \text{ m} \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 80 \text{ m}}{196.50 \text{ m}} \right) \right] \\ &= 4.06 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan jarak kebebasan samping pada tikungan yang lain dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Jarak Kebebasan Samping (E)

Tikungan	Vd	Radius (R)	Panjang Total Lengkung (m) (Lt)	Jarak Pandangan (m) (S)	Jarak Pandang Pengemudi	Jari-Jari Sumbu Lajur Dalam (m) (R')	$\frac{28,65 \cdot S}{R'}$	Kebebasan Samping (m) (E)
P1	60	200	121.26	80	S<Lt	196.50	11.66	4.06
P2	60	200	293.09	80	S<Lt	196.50	11.66	4.06
P3	60	200	239.45	80	S<Lt	196.50	11.66	4.06
P4	60	200	117.99	80	S<Lt	196.50	11.66	4.06
P5	60	200	352.18	60	S<Lt	196.50	8.75	2.29
P6	50	200	237.06	60	S<Lt	196.50	8.75	2.29
P7	50	250	81.58	42	S<Lt	246.50	4.88	0.89
P8	40	100	204.91	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P9	40	100	171.73	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P10	40	150	125.04	42	S<Lt	146.50	8.21	1.50
P11	40	150	247.86	42	S<Lt	146.50	8.21	1.50
P12	40	175	295.53	42	S<Lt	171.50	7.02	1.28
P13	40	175	243.17	42	S<Lt	171.50	7.02	1.28
P14	40	100	232.98	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P15	40	175	122.69	42	S<Lt	171.50	7.02	1.28
P16	40	175	109.00	42	S<Lt	171.50	7.02	1.28
P17	40	175	201.88	42	S<Lt	171.50	7.02	1.28
P18	40	200	115.32	42	S<Lt	196.50	6.12	1.12
P19	40	250	80.44	42	S<Lt	246.50	4.88	0.89
P20	40	200	136.64	42	S<Lt	196.50	6.12	1.12
P21	40	200	225.21	42	S<Lt	196.50	6.12	1.12
P22	40	200	169.67	42	S<Lt	196.50	6.12	1.12
P23	40	100	196.29	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P24	40	100	163.71	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P25	40	100	90.75	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P26	40	100	180.65	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P27	40	250	88.66	42	S<Lt	246.50	4.88	0.89
P28	40	100	200.61	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P29	40	100	148.47	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P30	40	150	218.58	42	S<Lt	146.50	8.21	1.50
P31	40	100	128.29	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P32	40	100	137.57	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28
P33	40	100	209.17	42	S<Lt	96.50	12.47	2.28

Sumber: Hasil Perhitungan

c. Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan ini diperhitungkan untuk pengguna jalan yang merasa kesulitan dalam mempertahankan lintasannya terutama untuk kendaraan berat. Besarnya pelebaran yang dibutuhkan untuk sebuah tikungan dapat dicari dengan rumus berikut:

Contoh perhitungan untuk pelebaran pada tikungan P1:

- ✓ $V_d = 60 \text{ km/jam}$
- ✓ $R = 200 \text{ m}$
- ✓ $A = 1.50 \text{ m}$ (diambil dari tabel 2.27)
- ✓ $L = 6.50 \text{ m}$ (diambil dari tabel 2.27)
- ✓ $\mu = 2.50 \text{ m}$ (diambil dari tabel 2.27)
- ✓ $C = 2.5 \text{ m}$
- ✓ $N = 2 \text{ lajur}$
- ✓ $W_n = 7 \text{ m}$
- ✓ $Z = 0.1 \times \frac{V}{\sqrt{R}}$
 $= \frac{60 \text{ km/jam}}{\sqrt{200 \text{ m}}}$
 $= 0.42 \text{ m}$
- ✓ $F_a = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$
 $= \sqrt{200 \text{ m}^2 + 1.5 \text{ m}(2 \times 6.50 \text{ m} + 1.5 \text{ m})} - 200 \text{ m}$
 $= 0.05 \text{ m}$
- ✓ $U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2}$
 $= 2.5 \text{ m} + 200 \text{ m} - \sqrt{200 \text{ m}^2 - 6.50 \text{ m}^2}$
 $= 2.61 \text{ m}$
- ✓ $W_c = N(U + C) + (N - 1)F_a + Z$
 $= 2(2.61 \text{ m} + 2.5 \text{ m}) + (2 - 1)0.05 \text{ m} + 13.42 \text{ m}$
 $= 7.49 \text{ m}$
- ✓ $\omega = W_c - W_n$
 $= 7.49 \text{ m} - 7 \text{ m}$
 $= 0.49 \text{ m}$

Untuk hasil perhitungan pelebaran pada tikungan yang lain dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Pelebaran Pada Tikungan (ω)

Tikungan	V	R	Z	A	L	μ	Fa	U	N	C	Wc	Wn	ω
P1	60	200	0.42	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.49	7.00	0.49
P2	60	200	0.42	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.49	7.00	0.49
P3	60	200	0.42	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.49	7.00	0.49
P4	60	200	0.42	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.49	7.00	0.49
P5	60	200	0.42	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.49	7.00	0.49
P6	50	200	0.35	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.42	7.00	0.42
P7	50	250	0.32	1.50	6.50	2.50	0.04	2.58	2.00	0.90	7.33	7.00	0.33
P8	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P9	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P10	40	150	0.33	1.50	6.50	2.50	0.07	2.64	2.00	0.90	7.48	7.00	0.48
P11	40	150	0.33	1.50	6.50	2.50	0.07	2.64	2.00	0.90	7.48	7.00	0.48
P12	40	175	0.30	1.50	6.50	2.50	0.06	2.62	2.00	0.90	7.41	7.00	0.41
P13	40	175	0.30	1.50	6.50	2.50	0.06	2.62	2.00	0.90	7.41	7.00	0.41
P14	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P15	40	175	0.30	1.50	6.50	2.50	0.06	2.62	2.00	0.90	7.41	7.00	0.41
P16	40	175	0.30	1.50	6.50	2.50	0.06	2.62	2.00	0.90	7.41	7.00	0.41
P17	40	175	0.30	1.50	6.50	2.50	0.06	2.62	2.00	0.90	7.41	7.00	0.41
P18	40	200	0.28	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.35	7.00	0.35
P19	40	250	0.25	1.50	6.50	2.50	0.04	2.58	2.00	0.90	7.27	7.00	0.27
P20	40	200	0.28	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.35	7.00	0.35
P21	40	200	0.28	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.35	7.00	0.35
P22	40	200	0.28	1.50	6.50	2.50	0.05	2.61	2.00	0.90	7.35	7.00	0.35
P23	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P24	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P25	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P26	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P27	40	250	0.25	1.50	6.50	2.50	0.04	2.58	2.00	0.90	7.27	7.00	0.27
P28	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P29	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P30	40	150	0.33	1.50	6.50	2.50	0.07	2.64	2.00	0.90	7.48	7.00	0.48
P31	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P32	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73
P33	40	100	0.40	1.50	6.50	2.50	0.11	2.71	2.00	0.90	7.73	7.00	0.73

Sumber: Hasil Perhitungan

5.2.3 Perhitungan Alinyemen 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 dengan besarnya volume galian dan timbunan yang didapatkan. 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.

Berikut merupakan contoh perhitungan alinyemen vertikal pada PV1:

a. Perhitungan Kelandaian Rencana

$$\begin{aligned} \checkmark \quad g_n &= \frac{\Delta h}{\Delta L} \times 100\% \\ \checkmark \quad g_1 &= \frac{12.5 \text{ m} - 12.5 \text{ m}}{1800 \text{ m} - 0 \text{ m}} \times 100\% \\ &g_1 = 0\% \\ \checkmark \quad g_2 &= \frac{70 \text{ m} - 12.5 \text{ m}}{2950 \text{ m} - 1800 \text{ m}} \times 100\% \\ &g_2 = +5\% \end{aligned}$$

Perhitungan lengkung vertikal ini dimulai pada STA PPV, perhitungan STA PLV dan STA PTV. Serta perhitungan elevasi PLV dan PTV.

PV1 pada STA 1+800 :

Diketahui:

$$\begin{aligned} \checkmark \quad \text{Elv. Perpotongan PPV} &= 12.50 \text{ m} \\ \checkmark \quad \text{Vd} &= 60 \text{ km/jam} \\ \checkmark \quad \text{JPH (S)} &= 85 \text{ m} \\ \checkmark \quad g_1 &= 0\% \\ \checkmark \quad g_2 &= +5\% \\ \checkmark \quad A &= g_1 - g_2 \\ &= 0\% - (+5\%) \\ &= -5\% \text{ (CEKUNG)} \end{aligned}$$

b. Perhitungan L✓ L dengan $S > L$

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

$$L = 2 \times 85\text{m} - \frac{120 + 3.5 \times 85\text{m}}{5}$$

$$L = -9.50 \text{ m (Memenuhi)}$$

✓ L dengan $S < L$

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

$$L = \frac{5 \times 85\text{m}^2}{120 + 3.50 \times 85\text{m}}$$

$$L = 86.53 \text{ m (Memenuhi)}$$

Dari perhitungan di atas L yang digunakan sementara sepanjang 86.53 m.

✓ Syarat Drainase Untuk Panjang Lengkung Vertikal

$$L \leq 50A$$

$$86.53 \text{ m} \leq 50 \times 5$$

$$86.53 \text{ m} \leq 250 \text{ m (Memenuhi)}$$

✓ Syarat Bentuk Visual Untuk Panjang Lengkung Vertikal

$$L = \frac{AV^2}{380}$$

$$L = \frac{5 \times 60 \text{ km/jam}^2}{380}$$

$$L = 47.368 \text{ m (Memenuhi)}$$

✓ Syarat Kenyamanan Untuk Panjang Lengkung Vertikal

$$L \geq Vd \times 3\text{dtk}$$

$$86.53 \text{ m} \geq (60 \times 1000\text{m} \times 3\text{dtk}) / 3600 \text{ dtk}$$

$$86.53 \text{ m} \geq 50 \text{ m (Memenuhi)}$$

Setelah melakukan cek persyaratan lengkung vertikal. Maka panjang lengkung yang digunakan pada $PV1 = 86.53$ m.

c. Perhitungan Stasioning dan Elevasi Lengkung Vertikal

- ✓ $\text{Elv PPV} = \text{Elv titik perpotongan PPV} + \frac{AL}{800}$
 $= 12.50 \text{ m} + \frac{5 \times 86.53 \text{ m}}{800}$
 $= 13.04 \text{ m}$
- ✓ $\text{STA PLV} = \text{STA PPV} - (L/2)$
 $= 1+800 - (86.53 \text{ m}/2)$
 $= 1+757$
- ✓ $\text{Elv. PLV} = \text{Elv titik perpotongan PPV} - (L/2 \times g_1)$
 $= 12.50 - (86.53 \text{ m}/2 \times 0)$
 $= 12.5 \text{ m}$
- ✓ $\text{STA PTV} = \text{STA PPV} + (L/2)$
 $= 1+800 + (86.53 \text{ m}/2)$
 $= 1+843$
- ✓ $\text{Elv. PTV} = \text{Elv titik perpotongan PPV} + (L/2 \times g_1)$
 $= 12.50 + (86.53 \text{ m}/2 \times 5)$
 $= 14.66 \text{ m}$

Untuk perhitungan lengkung vertikal yang lain dapat dilihat pada tabel 5.8 – 5.12.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 5. 8 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal

Lengkung	Data-Data Perencanaan					Analisis Lengkung Vertikal														Ev	Stasioning Lengkung Vertikal		Elevasi Lengkung Vertikal			
	Vd	g1 (%)	g2 (%)	STA Titik Perpotongan PPV	Elevasi Titik Perpotongan PPV	Jarak Pandang Henti		A	A absolut	Jenis Lengkung Vertikal	S Tabel	Penentuan Panjang Lengkung (L)														
						h ₁	h ₂					L(S>L)	CEK	L(S<L)	CEK	L Pakai	L Koreksi drainase L ≤ 50A	CEK	L Koreksi Kenyamanan L ≥ Vd*3dtk					CEK	L Koreksi untuk Visual (Cekung) L ≥ AV ² /380	CEK
PV1	60	0	5	1+800	12.500	1.2	0.1	-5	5	Cekung	85	-9.50	Memenuhi	86.53	Memenuhi	86.53	250	OK	50.00	OK	47.368	OK	0.54	PLV	1+757	12.50
																								PPV	1+800	13.04
																								PTV	1+843	14.66
PV2	60	5	-7	2+950	70.000	1.2	0.1	12		Cembung	85	136.75	Tidak Memenuhi	217.29	Memenuhi	217.53	600	OK	50.00	OK		OK	3.26	PLV	2+841	64.56
																								PPV	2+950	66.74
																								PTV	3+059	62.39
PV3	60	-7	-8	3+150	56.029	1.2	1.2	1		Cembung	350	-260.00	Memenuhi	127.60	tidak memenuhi	50.00	50	OK	50.00	OK		OK	0.06	PLV	3+125	57.75
																								PPV	3+150	55.97
																								PTV	3+175	54.00
PV4	60	-8	3	3+350	40.000	1.2	0.1	-11	11	Cekung	85	22.95	Memenuhi	190.36	Memenuhi	150.00	550	OK	50.00	OK	104.211	OK	2.06	PLV	3+275	46.00
																								PPV	3+350	42.06
																								PTV	3+425	42.25
PV5	60	3	7	3+700	50.500	1.2	0.1	-4	4	Cekung	85	-24.38	Memenuhi	69.22	tidak memenuhi	50.00	200	OK	50.00	OK	37.895	OK	0.25	PLV	3+675	49.75
																								PPV	3+700	50.75
																								PTV	3+725	52.25
PV6	60	7	4	4+050	75.000	1.2	0.1	3		Cembung	85	37.00	Memenuhi	54.32	tidak memenuhi	50.00	150	OK	50.00	OK		OK	0.19	PLV	4+025	73.25
																								PPV	4+050	74.81
																								PTV	4+075	76.00
PV7	60	4	0	4+250	83.000	1.2	0.1	4		Cembung	85	70.25	Memenuhi	72.43	tidak memenuhi	70.36	200	OK	50.00	OK		OK	0.35	PLV	4+215	81.59
																								PPV	4+250	82.65
																								PTV	4+285	83.00
PV8	50	0	2	5+364	83.000	1.2	0.1	-2	2	Cekung	64	-104.00	Memenuhi	23.81	tidak memenuhi	50.00	100	OK	41.67	OK	13.158	OK	0.13	PLV	5+339	83.00
																								PPV	5+364	83.13
																								PTV	5+389	83.50
PV9	50	2	4	5+900	93.718	1.2	0.1	-2	2	Cekung	64	-104.00	Memenuhi	23.81	tidak memenuhi	100.00	100	OK	41.67	OK	13.158	OK	0.25	PLV	5+850	92.72
																								PPV	5+900	93.97
																								PTV	5+950	95.72
PV10	40	4	-5	6+500	117.718	1.2	0.1	9		Cembung	45	45.67	Tidak Memenuhi	45.68	Memenuhi	45.73	450	OK	33.33	OK		OK	0.51	PLV	6+477	116.80
																								PPV	6+500	117.20
																								PTV	6+523	116.58

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 9 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

Lengkung	Data-Data Perencanaan						Analisis Lengkung Vertikal															Ev	Stasioning Lengkung Vertikal		Elevasi Lengkung Vertikal	
	Vd	g1 (%)	g2 (%)	STA Titik Perpotongan PPV	Elevasi Titik Perpotongan PPV	Jarak Pandang Henti		A	A absolut	Jenis Lengkung Vertikal	S Tabel	Penentuan Panjang Lengkung (L)														
						h ₁	h ₂					L(S>L)	CEK	L(S<L)	CEK	L Pakai	L Koreksi drainase L ≤ 50A	CEK	L Koreksi Kenyamanan L ≥ Vd*3dtk	CEK	L Koreksi untuk Visual (Cekung) L ≥ AV ² /380					CEK
PV11	40	-5	-3	6+891	98.192	1.2	0.1	-2	2	Cekung	45	-108.75	Memenuhi	14.59	tidak memenuhi	40.00	100	OK	33.33	OK	8.421	OK	0.10	PLV	6+871	99.19
																							PPV	6+891	98.29	
																							PTV	6+911	97.59	
PV12	40	-3	2	7+350	84.408	1.2	0.1	-5	5	Cekung	45	-61.50	Memenuhi	36.49	tidak memenuhi	40.00	250	OK	33.33	OK	21.053	OK	0.25	PLV	7+330	85.01
																							PPV	7+350	84.66	
																							PTV	7+370	84.81	
PV13	40	2	3	7+904	95.487	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	7+884	95.09
																							PPV	7+904	95.54	
																							PTV	7+924	96.09	
PV14	40	3	7	8+100	101.368	1.2	0.1	-4	4	Cekung	45	-69.38	Memenuhi	29.19	tidak memenuhi	40.00	200	OK	33.33	OK	16.842	OK	0.20	PLV	8+080	100.77
																							PPV	8+100	101.57	
																							PTV	8+120	102.77	
PV15	40	7	5	8+466	126.985	1.2	1.2	2		Cembung	200	-80.00	Memenuhi	83.33	tidak memenuhi	100.00	100	OK	33.33	OK		OK	0.25	PLV	8+416	123.85
																							PPV	8+466	126.74	
																							PTV	8+516	129.49	
PV16	40	5	7	8+800	143.687	1.2	0.1	-2	2	Cekung	45	-108.75	Memenuhi	14.59	tidak memenuhi	40.00	100	OK	33.33	OK	8.421	OK	0.10	PLV	8+780	142.69
																							PPV	8+800	143.79	
																							PTV	8+820	145.09	
PV17	40	7	8	9+170	169.6	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	9+150	168.20
																							PPV	9+170	169.65	
																							PTV	9+190	171.20	
PV18	40	8	3	9+400	187.986	1.2	0.1	5		Cembung	45	10.20	Memenuhi	25.38	tidak memenuhi	40.00	250	OK	33.33	OK		OK	0.25	PLV	9+380	186.39
																							PPV	9+400	187.74	
																							PTV	9+420	188.59	
PV19	40	3	5	9+596	193.867	1.2	0.1	-2	2	Cekung	45	-108.75	Memenuhi	14.59	tidak memenuhi	40.00	100	OK	33.33	OK	8.421	OK	0.10	PLV	9+576	193.27
																							PPV	9+596	193.97	
																							PTV	9+616	194.87	
PV20	40	5	0	9+950	211.565	1.2	0.1	5		Cembung	45	10.20	Memenuhi	25.38	tidak memenuhi	40.00	250	OK	33.33	OK		OK	0.25	PLV	9+930	210.57
																							PPV	9+950	211.32	
																							PTV	9+970	211.57	
PV21	40	0	-7	10+050	211.565	1.2	0.1	7		Cembung	45	33.00	Memenuhi	35.53	tidak memenuhi	40.00	350	OK	33.33	OK		OK	0.35	PLV	10+030	211.57
																							PPV	10+050	211.22	
																							PTV	10+070	210.17	
PV22	40	-7	-8	10+200	201.065	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK		OK	0.06	PLV	10+175	202.82
																							PPV	10+200	201.00	
																							PTV	10+225	199.07	
PV23	40	-8	5	10+400	185.065	1.2	0.1	-13	13	Cekung	45	-42.12	Memenuhi	94.86	Memenuhi	94.86	650	OK	33.33	OK	54.737	OK	1.54	PLV	10+353	188.86
																							PPV	10+400	186.61	
																							PTV	10+447	187.44	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 10 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

Lengkung	Data-Data Perencanaan					Analisis Lengkung Vertikal																Ev	Stasioning Lengkung Vertikal		Elevasi Lengkung Vertikal	
	Vd	g1 (%)	g2 (%)	STA Titik Perpotongan PPV	Elevasi Titik Perpotongan PPV	Jarak Pandang Henti		A	A absolut	Jenis Lengkung Vertikal	S Tabel	Penentuan Panjang Lengkung (L)														
						h ₁	h ₂					L(S>L)	CEK	L(S<L)	CEK	L Pakai	L Koreksi drainase L ≤ 50A	CEK	L Koreksi Kenyamanan L ≥ Vd*3dtk	CEK	L Koreksi untuk Visual (Cekung) L ≥ AV ² /380					CEK
PV24	40	5	-7	10+754	202.762	1.2	0.1	12		Cembung	45	56.75	Tidak Memenuhi	60.90	Memenuhi	60.97	600	OK	33.33	OK	OK	0.91	PLV	10+723	201.30	
																							PPV	10+754	201.85	
																							PTV	10+784	200.63	
PV25	40	-7	-9	10+950	189.039	1.2	1.2	2		Cembung	200	-80.00	Memenuhi	83.33	tidak memenuhi	100.00	100	OK	33.33	OK	OK	0.25	PLV	10+900	192.54	
																							PPV	10+950	188.79	
																							PTV	11+000	184.54	
PV26	40	-9	-10	11+150	171.039	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK	OK	0.06	PLV	11+125	173.29	
																							PPV	11+150	170.98	
																							PTV	11+175	168.54	
PV27	40	-10	-11	11+350	151.039	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK	OK	0.06	PLV	11+325	153.54	
																							PPV	11+350	150.98	
																							PTV	11+375	148.29	
PV28	40	-11	-10	11+550	129.039	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	11+530	131.24
																							PPV	11+550	129.09	
																							PTV	11+570	127.04	
PV29	40	-10	-11	11+750	109.039	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK	OK	0.06	PLV	11+725	111.54	
																							PPV	11+750	108.98	
																							PTV	11+775	106.29	
PV30	40	-11	-10	11+950	87.039	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	11+930	89.24
																							PPV	11+950	87.09	
																							PTV	11+970	85.04	
PV31	40	-10	11	12+150	67.039	1.2	0.1	-21	21	Cekung	45	-37.50	Memenuhi	153.24	Memenuhi	153.24	1050	OK	33.33	OK	88.421	OK	4.02	PLV	12+073	74.70
																							PPV	12+150	71.06	
																							PTV	12+227	75.47	
PV32	40	11	10	12+350	89.039	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK	OK	0.06	PLV	12+325	68.29	
																							PPV	12+350	88.98	
																							PTV	12+375	91.54	
PV33	40	10	11	12+550	109.039	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	12+530	107.04
																							PPV	12+550	109.09	
																							PTV	12+570	111.24	
PV34	40	11	8	12+750	131.039	1.2	1.2	3		Cembung	200	80.00	Memenuhi	125.00	tidak memenuhi	150.00	150	OK	33.33	OK	OK	0.56	PLV	12+675	122.79	
																							PPV	12+750	130.48	
																							PTV	12+825	137.04	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

Lengkung	Data-Data Perencanaan					Analisis Lengkung Vertikal															Ev	Stasioning Lengkung Vertikal		Elevasi Lengkung Vertikal		
	Vd	g1 (%)	g2 (%)	STA Titik Perpotongan PPV	Elevasi Titik Perpotongan PPV	Jarak Pandang Henti		A	A absolut	Jenis Lengkung Vertikal	S Tabel	Penentuan Panjang Lengkung (L)														
						h ₁	h ₂					L(S>L)	CEK	L(S<L)	CEK	L Pakai	L Koreksi drainase L ≤ 50A	CEK	L Koreksi Kenyamanan L ≥ Vd*3dtk	CEK					L Koreksi untuk Visual (Cekung) L ≥ AV ² /380	CEK
PV35	40	8	-7	12+987	149.973	1.2	0.1	15		Cembung	45	63.40	Tidak Memenuhi	76.13	Memenuhi	76.21	750	OK	33.33	OK		OK	1.43	PLV	12+949	146.92
																								PPV	12+987	148.54
																								PTV	13+025	147.31
PV36	40	-7	8	13+550	110.554	1.2	0.1	-15	15	Cekung	45	-40.50	Memenuhi	109.46	Memenuhi	110.00	750	OK	33.33	OK	63.158	OK	2.06	PLV	13+495	114.40
																								PPV	13+550	112.62
																								PTV	13+605	114.95
PV37	40	8	5	13+800	130.554	1.2	0.1	3		Cembung	200	80.00	Memenuhi	125.00	tidak memenuhi	150.00	150	OK	33.33	OK		OK	0.56	PLV	13+725	124.55
																								PPV	13+800	129.99
																								PTV	13+875	134.30
PV38	40	5	-4	14+350	158.064	1.2	0.1	9		Cembung	45	45.67	Tidak Memenuhi	45.68	Memenuhi	45.73	450	OK	33.33	OK		OK	0.51	PLV	14+327	156.92
																								PPV	14+350	157.55
																								PTV	14+373	157.15
PV39	40	-4	7	14+489	152.505	1.2	0.1	-11	11	Cekung	45	-44.32	Memenuhi	80.27	Memenuhi	80.27	550	OK	33.33	OK	46.316	OK	1.10	PLV	14+449	154.11
																								PPV	14+489	153.61
																								PTV	14+529	155.32
PV40	40	7	11	14+689	166.505	1.2	0.1	-4	4	Cekung	45	-69.38	Memenuhi	29.19	tidak memenuhi	40.00	200	OK	33.33	OK	16.842	OK	0.20	PLV	14+669	165.11
																								PPV	14+689	166.71
																								PTV	14+709	168.71
PV41	40	11	7	14+889	188.505	1.2	0.1	4		Cembung	200	160.00	Memenuhi	166.67	tidak memenuhi	200.00	200	OK	33.33	OK		OK	1.00	PLV	14+789	117.51
																								PPV	14+889	187.51
																								PTV	14+989	195.51
PV42	40	7	10	15+289	216.505	1.2	0.1	-3	3	Cekung	45	-82.50	Memenuhi	21.89	tidak memenuhi	40.00	150	OK	33.33	OK	12.632	OK	0.15	PLV	15+269	215.11
																								PPV	15+289	216.66
																								PTV	15+309	218.51
PV43	40	10	11	15+539	241.505	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	15+519	239.51
																								PPV	15+539	241.56
																								PTV	15+559	243.71

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Lengkung Vertikal (Lanjutan)

Lengkung	Data-Data Perencanaan					Analisis Lengkung Vertikal															Ev	Stasioning Lengkung Vertikal		Elevasi Lengkung Vertikal		
	Vd	g1 (%)	g2 (%)	STA Titik Perpotongan	Elevasi Titik Perpotongan PPV	Jarak Pandang Henti		A	A absolut	Jenis Lengkung Vertikal	S Tabel	Penentuan Panjang Lengkung (L)														
						h ₁	h ₂					L(S>L)	CEK	L(S<L)	CEK	L Pakai	L Koreksi drainase L ≤ 50A	CEK	L Koreksi Kenyamanan L ≥ Vd ³ /3dtk	CEK					L Koreksi untuk Visual (Cekung) L ≥ AV ² /380	CEK
PV44	40	11	10	15+739	263.505	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK	OK	0.06	PLV	15+714	260.76	
																							PPV	15+739	263.44	
																							PTV	15+764	266.01	
PV45	40	10	11	15+939	283.505	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	15+919	281.51
																							PPV	15+939	283.56	
																							PTV	15+959	285.71	
PV46	40	11	4	16+139	305.505	1.2	0.1	7		Cembung	45	33.00	Memenuhi	35.53	tidak memenuhi	40.00	350	OK	33.33	OK		OK	0.35	PLV	16+119	303.31
																							PPV	16+139	305.16	
																							PTV	16+159	306.31	
PV47	40	4	-7	16+450	317.947	1.2	0.1	11		Cembung	45	53.73	Tidak Memenuhi	55.83	Memenuhi	55.89	550	OK	33.33	OK		OK	0.77	PLV	16+422	316.83
																							PPV	16+450	317.18	
																							PTV	16+478	315.99	
PV48	40	-7	-8	16+750	296.947	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK		OK	0.06	PLV	16+725	298.70
																							PPV	16+750	296.88	
																							PTV	16+775	294.95	
PV49	40	-8	-9	16+950	280.947	1.2	1.2	1		Cembung	200	-560.00	Memenuhi	41.67	tidak memenuhi	50.00	50	OK	33.33	OK		OK	0.06	PLV	16+925	282.95
																							PPV	16+950	280.88	
																							PTV	16+975	278.70	
PV50	40	-9	-8	17+150	262.947	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	17+130	264.75
																							PPV	17+150	263.00	
																							PTV	17+170	261.35	
PV51	40	-8	-7	17+450	238.947	1.2	0.1	-1	1	Cekung	45	-187.50	Memenuhi	7.30	tidak memenuhi	40.00	50	OK	33.33	OK	4.211	OK	0.05	PLV	17+430	240.55
																							PPV	17+450	239.00	
																							PTV	17+470	237.55	
PV52	40	-7	-4	17+750	217.947	1.2	0.1	-3	3	Cekung	45	-82.50	Memenuhi	21.89	tidak memenuhi	40.00	150	OK	33.33	OK	12.632	OK	0.15	PLV	17+730	219.35
																							PPV	17+750	218.10	
																							PTV	17+770	217.15	
PV53	40	-4	3	18+150	201.947	1.2	0.1	-7	7	Cekung	45	-52.50	Memenuhi	51.08	Memenuhi	51.08	350	OK	33.33	OK	29.474	OK	0.45	PLV	18+124	202.97
																							PPV	18+150	202.39	
																							PTV	18+176	202.71	

Sumber: Hasil Perhitungan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB VI

PERENCANAAN PERKERASAN

6.1 Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota

Jalan baru yang direncanakan menggunakan pembagian lajur 2/2TT dengan lebar badan jalan 7 m sepanjang total jalan yang direncanakan 18+549.04. Analisa Kapasitas ruas jalan menggunakan persamaan rumus 2.7 berikut:

$$\begin{aligned} \checkmark \quad C &= C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (ekr/jam)} \\ &= 2900 \times 1 \times 1 \times 0.95 \\ &= 2755 \text{ ekr/jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan derajat kejenuhan menggunakan persamaan 2.8. Dengan contoh perhitungan nilai Q untuk kendaraan mobil tahun 2016 dan tahun 2026 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \checkmark \quad Q &= \text{Volume pada jam puncak tahun 2016} \times \text{ekr} \\ &= 80 \times 1 \\ &= 80 \text{ ekr/jam} \\ \checkmark \quad Q &= \text{Volume pada jam puncak tahun 2026} \times \text{ekr} \\ &= 135 \times 1 \\ &= 135 \text{ ekr/jam} \end{aligned}$$

Nilai ekr dapat diperoleh dari tabel 2.15. Dan untuk perhitungan kendaraan yang lain dapat dilihat pada tabel 6.1 dan 6.2.

Tabel 6. 1 Hasil Perhitungan Q Pada Tahun 2016

No.	Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan	Tahun 2016	ekr	Q
			kend/jam		ekr/jam
1	1	Sepeda Motor	709	0.409	291
2	2	Sedan atau Jeep	296	1	296
3	3	Angkutan Muatan(pick up)	294	1	294
4	4	Angkutan Umum(oplet)	199	1	199
5	5a	Bus Kecil	7	3.484	25
6	5b	Bus Besar	2	2.522	6
7	6a	Truk Kecil 2 Sumbu	33	3.484	115
8	6b	Truk Besar 2 Sumbu	14	3.484	49
9	7a	Truk Besar 3 Sumbu	13	5.984	78
10	7b	Trailer	4	5.984	24
11	7c	SemiTrailer	6	5.984	36
Total			1577		450

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 6. 2 Hasil Perhitungan Q Pada Tahun 2026

No.	Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan	Tahun 2016	ekr	Q
			kend/jam		ekr/jam
1	1	Sepeda Motor	1202	0.344	414
2	2	Sedan atau Jeep	502	1	502
3	3	Angkutan Muatan(pick up)	306	1	306
4	4	Angkutan Umum(oplet)	208	1	208
5	5a	Bus Kecil	8	2.719	22
6	5b	Bus Besar	3	2.806	9
7	6a	Truk Kecil 2 Sumbu	59	2.719	161
8	6b	Truk Besar 2 Sumbu	25	2.719	68
9	7a	Truk Besar 3 Sumbu	23	5.219	121
10	7b	Trailer	8	5.219	42
11	7c	SemiTrailer	11	5.219	58
Total			2355		1911

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan DS pada awal dan akhir umur rencana adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \checkmark \quad D_{J \text{ Tahun } 2016} &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{450 \text{ ekr/jam}}{2755 \text{ ekr/jam}} \\ &= 0.163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \quad D_{J \text{ Tahun } 2026} &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{1911 \text{ ekr/jam}}{2755 \text{ ekr/jam}} \\ &= 0.694 \end{aligned}$$

Dari perhitungan DS di atas menunjukkan bahwa hingga akhir umur rencana jalan baru ini belum memerlukan pelebaran.

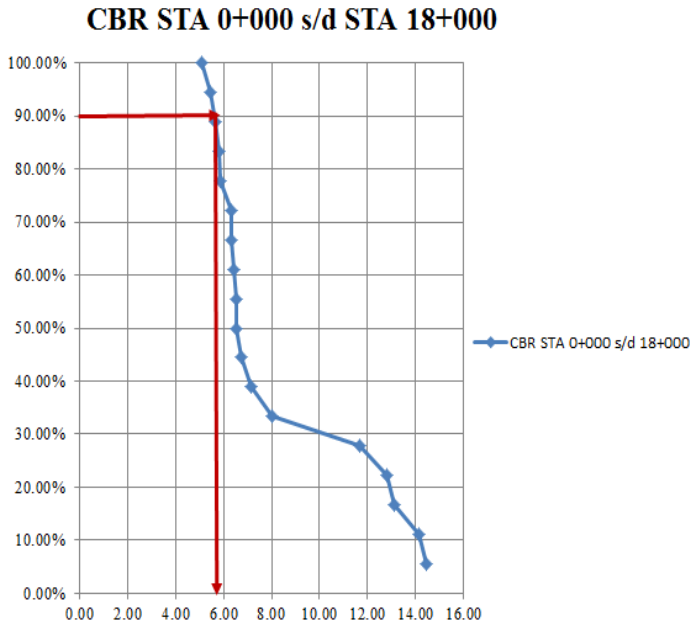
6.2 Perhitungan CBR Rencana

Perhitungan CBR ini berdasarkan data yang diperoleh dari laporan tanah jalan rencana JLS Munjungan-Panggul oleh **P2JN**. Nilai CBR yang digunakan pada perencanaan adalah nilai CBR 90%.

Tabel 6. 3 Nilai CBR Segmen

STA 0+000 s/d STA 18+000				
No.	Harga CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Jumlah yang sama atau lebih besar	
1	5.08	18	$(18/18) \times 100\%$	100.00%
2	5.42	17	$(17/18) \times 100\%$	94.44%
3	5.66	16	$(16/18) \times 100\%$	88.89%
4	5.82	15	$(15/18) \times 100\%$	83.33%
5	5.88	14	$(14/18) \times 100\%$	77.78%
6	6.31	13	$(13/18) \times 100\%$	72.22%
7	6.35	12	$(12/18) \times 100\%$	66.67%
8	6.40	11	$(11/18) \times 100\%$	61.11%
9	6.52	10	$(10/18) \times 100\%$	55.56%
10	6.53	9	$(9/18) \times 100\%$	50.00%
11	6.74	8	$(8/18) \times 100\%$	44.44%
12	7.13	7	$(7/18) \times 100\%$	38.89%
13	8.04	6	$(6/18) \times 100\%$	33.33%
14	11.68	5	$(5/18) \times 100\%$	27.78%
15	12.83	4	$(4/18) \times 100\%$	22.22%
16	13.14	3	$(3/18) \times 100\%$	16.67%
17	14.12	2	$(2/18) \times 100\%$	11.11%
18	14.44	1	$(1/18) \times 100\%$	5.56%

Sumber: P2JN dan korelasi perhitungan sampel data tanah munjungan-panggul



Gambar 6. 1 Nilai CBR STA 0+000 s/d STA18+000

Sumber: Hasil perhitungan

Maka, diperoleh nilai CBR pada saat 90% sebesar **5.48 %**.

6.3 Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan ini menggunakan peraturan AASHTO'93 dimana perhitungan berat per konfigurasi sumbu serta perhitungan angka ekuivalen ini diperhitungkan untuk kendaraan yang memiliki beban sumbu > 5 ton. Berikut merupakan urutan perhitungan lapis perkerasan :

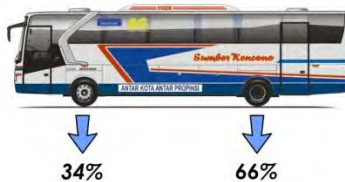
a. Berat Per Konfigurasi Sumbu

1. Bus Kecil



- ✓ Berat kendaraan = 7 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - $7 \text{ ton} \times 34\% / 0.454 = 5.242 \text{ kips}$
 - $7 \text{ ton} \times 66\% / 0.454 = 10.176 \text{ kips}$

2. Bus Besar



- ✓ Berat kendaraan = 9 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - $9 \text{ ton} \times 34\% / 0.454 = 6.740 \text{ kips}$
 - $9 \text{ ton} \times 66\% / 0.454 = 13.084 \text{ kips}$

3. Truk Kecil 2 Sumbu



- ✓ Berat kendaraan = 8.3 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - $8.3 \text{ ton} \times 34\% / 0.454 = 6.216 \text{ kips}$
 - $8.3 \text{ ton} \times 66\% / 0.454 = 12.066 \text{ kips}$

4. Truk Besar 2 Sumbu



- ✓ Berat kendaraan = 18.2 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - $18.2 \text{ ton} \times 34\% / 0.454 = 13.630 \text{ kips}$
 - $18.2 \text{ ton} \times 66\% / 0.454 = 26.458 \text{ kips}$

5. Truk Besar 3 Sumbu



- ✓ Berat kendaraan = 25 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - $25 \text{ ton} \times 34\% / 0.454 = 13.767 \text{ kips}$
 - $25 \text{ ton} \times 66\% / 0.454 = 41.300 \text{ kips}$

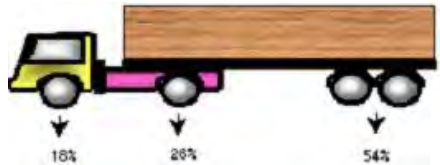
6. Trailer



- ✓ Berat kendaraan = 31.4 ton

- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - 31.4 ton x 16% / 0.454 = 11.066 kips
 - 31.4 ton x 36% / 0.454 = 24.899 kips
 - 31.4 ton x 24% / 0.454 = 16.599 kips
 - 31.4 ton x 24% / 0.454 = 16.599 kips

7. Semi Trailer



- ✓ Berat kendaraan = 42 ton
- ✓ Distribusi berat per konfigurasi sumbu (Lx) :
 - 42 ton x 18% / 0.454 = 16.652 kips
 - 42 ton x 28% / 0.454 = 25.903 kips
 - 42 ton x 54% / 0.454 = 49.956 kips

b. Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan ini juga ditentukan berdasarkan besarnya beban ekivalen sumbu. Untuk Penentuan beban ekivalen sumbu ini di klasifikasikan berdasarkan jenis konfigurasi beban sumpunya. Dari beban sumbu terkecil hingga beban sumbu yang terbesar serta dari as kendaraan sumbu tunggal hingga as kendaraan sumbu ganda. Berikut penentuan beban konfigurasi sumpunya :

❖ Perhitungan Tebal Perkerasan

Diketahui:

- ✓ Pertumbuhan kendaraan = 3.79 %
- ✓ IPT = 2.0 (dari tabel 2.36)
- ✓ IPO = 4.0 (dari tabel 2.37)
- ✓ SN_1 asumsi *Surface Course* = 1
- ✓ SN_2 asumsi *Base Layer* = 1.1
- ✓ SN_3 asumsi *Subbase Layer* = 3.1

Tabel 6. 4 Tabel Ekiyalen Sumbu *Single Axle Load*, IPT = 2.0

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.002	.003	.002	.002	.002	.002
6	.009	.012	.011	.010	.009	.009
8	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	.075	.085	.090	.085	.079	.076
12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Sumber: Pt T-01-2002-B

Tabel 6. 5 Tabel Ekuivalen Sumbu *Tandem Axle Load*, Ipt = 2.0

Axle Load (klps)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Sumber: Pt T-01-2002-B

1. Perhitungan Tebal Perkerasan *Surface Course*
 - a. Analisa Ekivalen Sumbu dan Log Wt₁₈
 - Ekivalen Sumbu *Single Axle Load 6 kips*
 - ✓ Volume Kendaraan = 56 + 8 + 284 = 348 Kend/Hari
 - ✓ Ekivalen Sumbu (E) = 0.0093
 - ✓ DD = 0.5
 - ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
 - ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 348 \times 0.0093 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 3577.441 \text{ ESAL}$$
 - Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load 10 kips*
 - ✓ Volume Kendaraan = 56 Kend/Hari
 - ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu (E) = 0.076
 - ✓ DD = 0.5
 - ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
 - ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 56 \times 0.0076 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 4704.483 \text{ ESAL}$$
 - Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load 12 kips*
 - ✓ Volume Kendaraan = 284 + 7 = 291 Kend/Hari
 - ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu (E) = 0.166
 - ✓ DD = 0.5
 - ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
 - ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 291 \times 0.166 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 53460.654 \text{ ESAL}$$
 - Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load 14 kips*
 - ✓ Volume Kendaraan = 8 + 46 + 7 = 91 Kend/Hari
 - ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu (E) = 0.326
 - ✓ DD = 0.5

- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times \text{R}$

$$= 91 \times 0.326 \times 0.50 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 32822.279 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 16 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 + 7 + 16 = 30 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu (E) = 0.590
- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 100 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times \text{R}$

$$= 30 \times 0.590 \times 0.50 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 19561.849 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 24 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu (E) = 3.701
- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 100 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times \text{R}$

$$= 7 \times 3.701 \times 0.50 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 28636.991 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 26 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 46 + 16 = 62 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu (E) = 5.345
- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times \text{R}$

$$= 62 \times 5.345 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 366310.746 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu Tandem Axle Load 42 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 37 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu (E) = 2.766
- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 100 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$

$$= 37 \times 2.766 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 113126.450 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu Tandem Axle Load 50 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 16 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu (E) = 6.134
- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$

$$= 16 \times 6.134 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 108486.079 \text{ ESAL}$$

Jadi diperoleh nilai

$$\begin{aligned} \text{Log}Wt_{18} &= \text{Log}(\sum Wt_{18}) \\ &= \text{Log}(3577.441 + 4704.483 + 53460.654 + \\ &\quad 32822.279 + 19561.849 + 28636.991 + \\ &\quad 366310.746 + 113126.450 + 108486.079) \\ &= 6.00 \end{aligned}$$

b. Analisa Faktor Realibilitas

- ✓ Nilai Reliabilitas = 90 % (didapat dari tabel 2.30)
- ✓ $S_o = 0.45$
- ✓ $Z_R = -1.282$ (didapat dari tabel 2.31)
- ✓ $FR = 10^{(-Z_R \times S_o)}$

$$= 10^{(-1.282 \times 0.45)}$$

$$= 3.77$$

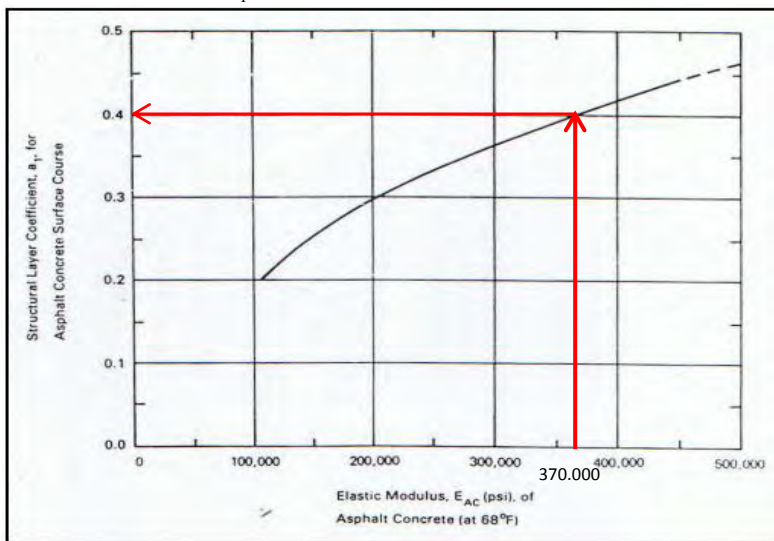
c. Analisa Daya Dukung Lapisan Dibawahnya

✓ CBRsegmen dibawahnya = 100% (Batu Pecah Kelas A)
(Didapat dari tabel 2.37)

✓ $MR = 1500 \times \text{CBRsegmen}$
 $= 1500 \times 100$
 $= 150000 \text{ psi}$

d. Cek perhitungan LogWt18

✓ $\text{Log} (Wt18) = ZR \times S^0 + 9,36 \text{ Log} (SN + 1) -$
 $0,20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{\Delta IP}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \text{ Log} (MR) - 8,07$
 $5.90 = -1.282 \times 0.45 + 9.36 \text{ Log} (1 + 1) -$
 $0.20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{4-2}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(1+1)^{5,19}}} + 2,32 \text{ Log} (150000) - 8,07$
 $6.00 = 6.00 \dots \text{ OKE}$

e. Cek Tebal Perkerasan✓ Penentuan a_1 

Gambar 6. 2 Grafik untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_1).

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Maka, $a_1 = 0.4$

$$\triangleright SN_1 = a_1 \times D_1$$

$$1 = 0.4 \times D_1$$

$$D_1 = 1 / 0.4$$

$$D_1 = 2.5 \text{ inci} = 6.35 \text{ cm} < \text{Tebal minimum} = 3 \text{ inci} = 7.62 \text{ cm}$$

Maka digunakan tebal Surface = 7.62 cm \approx 7.70 cm

$$\triangleright \text{Cek } SN_{\text{pakai}}$$

$$SN_{\text{pakai}} = a_1 \times D_1$$

$$SN_{\text{pakai}} = 0.4 \times 3 = 1.2$$

2. Perhitungan Tebal Perkerasan *Base Layer*a. Analisa Ekuivalen Sumbu dan Log Wt₁₈➤ Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 6 kips

✓ Volume Kendaraan = 56 + 8 + 284 = 348 Kend/Hari

✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
1	0.009
1.1	E
2	0.012

$$E = 0.009 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (0.009 - 0.012))$$

$$= 0.0093$$

✓ DD = 0.5

✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)

✓ Wt₁₈ = ESAL x DL x DD x 365 x R

$$= 348 \times 0.0093 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 3577.441 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 10 kips

✓ Volume Kendaraan = 56 Kend/Hari

✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
1	0.075
1.1	E
2	0.085

$$E = 0.075 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (0.075 - 0.085))$$

$$= 0.076$$

✓ DD = 0.5

✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)

✓ Wt₁₈ = ESAL x DL x DD x 365 x R

$$= 56 \times 0.0076 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 4704.483 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 12 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 284 + 7 = 291 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
1	0.165
1.1	E
2	0.177

$$E = 0.165 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (0.165 - 0.177)) \\ = 0.166$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t_{18}} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 291 \times 0.166 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 53460.654 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 14 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 8 + 46 + 7 = 91 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
1	0.325
1.1	E
2	0.338

$$E = 0.325 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (0.325 - 0.338)) \\ = 0.326$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t_{18}} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 91 \times 0.326 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 32822.279 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 16 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 + 7 + 16 = 30 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
1	0.589
1.1	E
2	0.598

$$E = 0.589 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (0.589 - 0.598)) \\ = 0.589$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 30 \times 0.589 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379} \\ = 19561.849 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 24 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
1	3.701
1.1	E
2	3.620

$$E = 3.701 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (3.701 - 3.620)) \\ = 3.701$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 7 \times 3.701 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379} \\ = 28636.991 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 26 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 46 + 16 = 62 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
1	5.360
1.1	E
2	5.210

$$E = 5.360 - (((2 - 1.1) / (2-1)) \times (5.360 - 5.210)) \\ = 5.345$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 62 \times 5.345 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379} \\ = 366310.746 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Tandem Axle Load* 42 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 37 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
1	2.770
1.1	E
2	2.730

$$E = 2.770 - (((2 - 1.1) / (2-1)) \times (2.770 - 2.730)) \\ = 2.766$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 37 \times 2.758 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379} \\ = 113126.450 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu Tandem Axle Load 50 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 16 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
1	6.150
1.1	E
2	5.990

$$E = 6.150 - (((2 - 1.1) / (2 - 1)) \times (6.150 - 5.990)) \\ = 6.134$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 100 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 16 \times 6.134 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379} \\ = 108486.079 \text{ ESAL}$$

Jadi diperoleh nilai

$$\text{Log}Wt_{18} = \text{Log}(\sum Wt_{18}) \\ = \text{Log}(3577.441 + 4704.483 + 53460.654 + \\ 32822.279 + 19561.849 + 28636.991 + \\ 366310.746 + 113126.450 + 108486.079) \\ = 5.90$$

b. Analisa Faktor Realibilitas

- ✓ Nilai Reliabilitas = 90 % (didapat dari tabel 2.30)
- ✓ $S_o = 0.45$
- ✓ ZR = -1.282 (didapat dari tabel 2.31)
- ✓ $FR = 10^{(-ZR \times S_o)} \\ = 10^{(-1.282 \times 0.45)} \\ = 3.77$

c. Analisa Daya Dukung Lapisan Dibawahnya

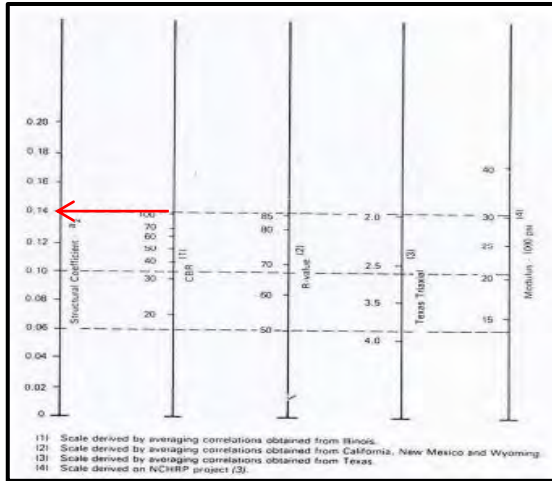
- ✓ CBRsegmen dibawahnya = 70% (Sirtu Kelas A) (Didapat dari tabel 2.37)
- ✓ $MR = 1500 \times \text{CBRsegmen}$
 $= 1500 \times 70$
 $= 105000 \text{ psi}$

d. Cek perhitungan LogWt18

- ✓ $\text{Log (Wt18)} = ZR \times S^0 + 9,36 \text{ Log (SN + 1)} -$
 $0,20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{\Delta IP}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \text{ Log (MR)} - 8,07$
 $5.90 = -1.282 \times 0.45 + 9,36 \text{ Log (1.1 + 1)} -$
 $0.20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{4-2}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(1.1+1)^{5,19}}} + 2.32 \text{ Log (105000)} - 8,07$
 $5.90 = 5.90 \dots \text{ OKE}$

e. Cek Tebal Perkerasan

✓ Penentuan a_2



Gambar 6. 3 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis permukaan berbeton aspal bergradasi rapat (a_2).

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Dengan CBR Base Layer = 100% (Batu Pecah Kelas A)
 Maka, $a_2 = 0.14$

✓ Koefisien Drainase (m_2)

Tabel 6. 6 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif *material untreated base* dan *subbase* pada perkerasan lentur

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasa dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1-5%	5-25%	> 25%
Baik Sekali	1.40 – 1.30	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Baik	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Sedang	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Jelek	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Jelek sekali	1.05 – 0.95	0.08 – 0.75	0.60 – 0.40	0.40

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Maka dipakai $m_2 = 1.20$

$$\begin{aligned} \text{➤ } D_2 &= \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \times m_2} \\ &= \frac{1.3 - 1.1}{0.14 \times 1.2} \\ &= -0.60 \text{ inci} = -1.51 \text{ cm} \\ &< \text{Tebal minimum} = 6 \text{ inci} = 15.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tebal minimum

Base Layer = 15.24 cm \approx 15.30cm

$$\begin{aligned} \text{➤ } \text{Cek } SN_{2 \text{ pakai}} &= a_2 \times D_2 \times m_2 \\ &= 0.14 \times 6 \times 1.20 \\ &= 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } SN_{\text{perkerasan}} &= SN_{2 \text{ pakai}} + SN_{1 \text{ pakai}} \\ &= 1.00 + 1.20 \\ &= 2.20 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Tebal Perkerasan *Subbase Layer*

a. Analisa Ekuivalen Sumbu dan Log Wt18

➤ Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load 6 kips*

- ✓ Volume Kendaraan = 56 + 8 + 284 = 348 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
3	0.011
3.1	E
4	0.010

$$\begin{aligned} E &= 0.011 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (0.011 - 0.010)) \\ &= 0.0109 \end{aligned}$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 348 \times 0.0109 \times 0.50 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 4192.914 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 10 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 56 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
3	0.090
3.1	E
4	0.085

$$E = 0.090 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (0.090 - 0.085)) \\ = 0.089$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$
 $= 56 \times 0.089 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$
 $= 5540.147 \text{ ESAL}$

➤ Perhitungan Ekuivalen Sumbu *Single Axle Load* 12 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 284 + 7 = 291 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekuivalen Sumbu :

SN	Angka Ekuivalen (E)
3	0.189
3.1	E
4	0.183

$$E = 0.189 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (0.189 - 0.183)) \\ = 0.188$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$
 $= 291 \times 0.188 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$
 $= 60601.608 \text{ ESAL}$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 14 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 8 + 46 + 7 = 91 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	0.354
3.1	E
4	0.350

$$E = 0.354 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (0.354 - 0.350)) \\ = 0.354$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 91 \times 0.354 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 35568.366 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 16 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 + 7 + 16 = 30 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	0.613
3.1	E
4	0.612

$$E = 0.613 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (0.613 - 0.612)) \\ = 0.6123$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $Wt_{18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 30 \times 0.6123 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 20324.559 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 24 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 7 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	3.43
3.1	E
4	3.33

$$E = 3.43 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (3.43 - 3.33)) \\ = 3.42$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$
 $= 7 \times 3.42 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$
 $= 26462.715 \text{ ESAL}$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu *Single Axle Load* 26 kips

- ✓ Volume Kendaraan = 46 + 16 = 62 Kend/Hari
- ✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	4.88
3.1	E
4	4.68

$$E = 4.88 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (4.88 - 4.64)) \\ = 4.86$$

- ✓ DD = 0.5
- ✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)
- ✓ $W_{t18} = \text{ESAL} \times \text{DL} \times \text{DD} \times 365 \times R$
 $= 62 \times 4.80 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$
 $= 333072.072 \text{ ESAL}$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu Tandem Axle Load 42 kips

✓ Volume Kendaraan = 37 Kend/Hari

✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	2.64
3.1	E
4	2.62

$$E = 2.64 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (2.64 - 2.62)) \\ = 2.638$$

✓ DD = 0.5

✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)

✓ $W_{t18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 37 \times 2.638 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 107891.387 \text{ ESAL}$$

➤ Perhitungan Ekivalen Sumbu Tandem Axle Load 50 kips

✓ Volume Kendaraan = 16 Kend/Hari

✓ Interpolasi Ekivalen Sumbu :

SN	Angka Ekivalen (E)
3	5.64
3.41	E
4	5.44

$$E = 5.64 - (((4 - 3.1) / (4 - 3)) \times (5.64 - 5.44)) \\ = 5.62$$

✓ DD = 0.5

✓ DL = 50 % (didapat dari tabel 2.32)

✓ $W_{t18} = ESAL \times DL \times DD \times 365 \times R$

$$= 16 \times 5.62 \times 0.5 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1+0.379)^{10}-1}{0.379}$$

$$= 99395.462 \text{ ESAL}$$

Jadi diperoleh nilai

$$\begin{aligned}\text{LogWt}_{18} &= \text{Log} (\sum \text{Wt}_{18}) \\ &= \text{Log} (4192.914 + 5540.147 + 60601.608 + \\ &\quad 35568.366 + 20324.559 + 26462.715 + \\ &\quad 333072.072 + 107891.387 + 99395.462) \\ &= 6.00\end{aligned}$$

b. Analisa Faktor Realibilitas

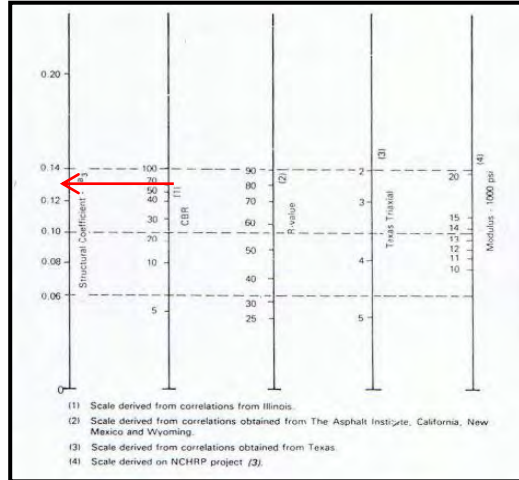
- ✓ Nilai Reliabilitas = 90 % (didapat dari tabel 2.30)
- ✓ $S_o = 0.45$
- ✓ $ZR = -1.282$ (didapat dari tabel 2.31)
- ✓ $FR = 10^{(-ZR \times S_o)}$
 $= 10^{(-1.282 \times 0.45)}$
 $= 3.77$

c. Analisa Daya Dukung Lapisan Dibawahnya

- ✓ CBRsegmen dibawahnya = 5.48 %
- ✓ $MR = 1500 \times \text{CBRsegmen}$
 $= 1500 \times 5.42$
 $= 8220 \text{ psi}$

d. Cek perhitungan LogWt18

- ✓ $\text{Log} (\text{Wt}_{18}) = ZR \times S^0 + 9,36 \text{ Log} (SN + 1) -$
 $0,20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{\Delta MP}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \text{ Log} (MR) - 8,07$
 $6.00 = -1.282 \times 0.45 + 9.36 \text{ Log} (3.1 + 1) -$
 $0.20 + \frac{\text{Log}\left[\frac{4-2}{4-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(3,1+1)^{5,19}}} + 2,32 \text{ Log} (8220) - 8,07$
 $6.00 = 6.00 \dots \text{ OKE}$

e. Cek Tebal Perkerasan✓ Penentuan a_3 

Gambar 6. 4 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular (a_3).

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Dengan CBR *Subbase Layer* = 70% (Sirtu Kelas A)

Maka, $a_3 = 0.132$

✓ Koefisien Drainase (m_3)

Tabel 6. 7 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif *material untreated base* dan *subbase* pada perkerasan lentur

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasa dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1-5%	5-25%	> 25%
Baik Sekali	1.40 – 1.30	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Baik	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Sedang	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Jelek	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Jelek sekali	1.05 – 0.95	0.08 – 0.75	0.60 – 0.40	0.40

Sumber: SNI Pt T-01-2002-B

Maka dipakai $m_2 = 1.20$

$$\text{➤ } D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2 \text{ pakai} + SN_1 \text{ pakai})}{a_3 \times m_3}$$

$$= \frac{3.1 - (2.20 + 1.2)}{0.132 \times 1.2}$$

$$= 5.63 \text{ inci} = 14.30 \text{ cm}$$

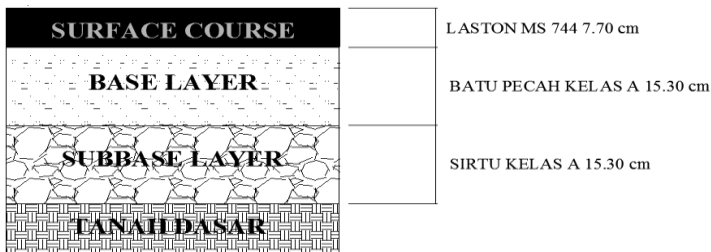
> Tebal minimum = 6inci = 15.24 cm ... OKE

Maka digunakan tebal minimum

Subbase Layer = 15.24 cm \approx 15.30 cm

$$\begin{aligned} \text{➤ Cek } SN_{3 \text{ pakai}} &= a_3 \times D_3 \times m_3 \\ &= 0.135 \times 6 \times 1.20 \\ &= 0.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } SN_{\text{perkerasan}} &= SN_{3 \text{ pakai}} + SN_{2 \text{ pakai}} + SN_{1 \text{ pakai}} \\ &= 1.20 + 1.00 + 0.9 = 3.10 \end{aligned}$$



Gambar 6. 5 Tebal perkerasan

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB VII

PERENCANAAN DRAINASE

7.1 Perencanaan Drainase

Perencanaan drainase jalan dimaksudkan untuk mengalirkan air/ hujan dari permukaan jalan menuju saluran samping secepat mungkin hingga ke saluran pembuangan akhir. Perencanaan drainase ini hanya menghitung dimensi saluran tepi saja.

7.2 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana jalan. Parameter untuk menghitung debit aliran pada jalan rencana meliputi:

- Waktu Konsentrasi (tc)
- Intensitas Hujan (I)
- Koefisien Pengaliran (C)
- Perhitungan Debit Hidrologi (Q)

Berikut contoh perhitungan debit aliran pada jalan rencana :

STA 1+800 s/d 2+950

Diketahui:

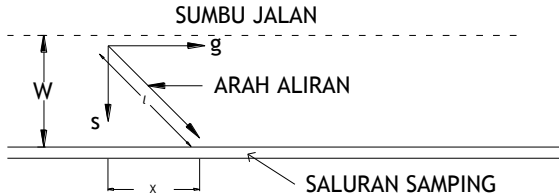
Tipe jalan 2/2UD

- ✓ g = 5 %
- ✓ Sjalan = 2 %
- ✓ Sbahu = 4 %
- ✓ Wjalan = 7 m (2 arah) = 3.5 m (per lajur)
- ✓ Wbahu = 1 m (kanan dan kiri)
- ✓ Lsal = 1150 m
- ✓ Vijin = 0.5 m/dt (Bahan dasar saluran lempung kepasiran) (tabel 2.46)

a. Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

➤ Menghitung t_0

Untuk t_0 pada jalan datar ($g \neq 0$)



Gambar 7. 1 t_0 Pada jalan tidak mendatar untuk setengah lebar jalan

Dimana:

W = Lebar Jalan

X = Jarak aliran arah memanjang

L = Panjang aliran menuju

S = Kemiringan melintang

g = gradient (kemiringan memanjang)

• *Saluran Tepi Kanan/ Kiri (Aspal)*

Menghitung Jarak Aliran Memanjang (X) :

$$\begin{aligned} \checkmark X_{\text{jalan}} &= \frac{g}{s} \times W \\ &= \frac{5\%}{0.02} \times 3.75 \\ &= 8.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Panjang Aliran Menuju (L) :

$$\begin{aligned} \checkmark L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{3.5^2 \text{ m}^2 + 8.75^2 \text{ m}^2} \\ &= 9.42 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \Delta h.g &= X \times g \\ &= 8.75 \times 5\% \\ &= 0.471 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \Delta h \cdot s &= W \times s \\ &= 3.50 \times 0.02 \\ &= 0.07 \end{aligned}$$

$$\checkmark \Delta h = 0.471 - 0.07 = 0.401$$

$$\begin{aligned} \checkmark i &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{0.401}{9.42 \text{ m}} \\ &= 0.043 \end{aligned}$$

$$\checkmark nd = 0.013 \text{ (Aspal Beton) (Tabel 2.45)}$$

Menghitung Waktu Pengaliran di permukaan ($t_{0 \text{ jalan}}$) :

$$\begin{aligned} \checkmark t_{0 \text{ jalan}} &= 1,44 \times \left(L \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(9.42 \text{ m} \cdot \frac{0.013}{\sqrt{0.043}} \right)^{0,467} \\ &= 1.129 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Saluran Tepi Kanan/ Kiri (Bahu)*

Menghitung Jarak Aliran Memanjang (X) :

$$\begin{aligned} \checkmark X_{\text{jalan}} &= \frac{g}{s} \times W \\ &= \frac{5\%}{0.04} \times 1 \text{ m} \\ &= 1.25 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Panjang Aliran Menuju (L) :

$$\begin{aligned} \checkmark L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{1 \text{ m}^2 + 1.25 \text{ m}^2} \\ &= 1.60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \Delta h.g &= X \times g \\ &= 1.25 \text{ m} \times 5\% \\ &= 0.080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \Delta h.s &= W \times s \\ &= 1 \text{ m} \times 0.04 \\ &= 0.04 \end{aligned}$$

$$\checkmark \Delta h = 0.040 - 0.080 = 0.400$$

$$\begin{aligned} \checkmark i &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{0.400}{1.60 \text{ m}} \\ &= 0.025 \end{aligned}$$

- ✓ $nd = 0.2$ (Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar) (Tabel 2.45)

Menghitung Waktu Pengaliran di permukaan (t_0 bahu) :

$$\begin{aligned} \checkmark t_{0 \text{ bahu}} &= 1,44 \times \left(L \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \times \left(1.60 \text{ m} \cdot \frac{0.2}{\sqrt{0.025}} \right)^{0,467} \\ &= 2.002 \text{ menit} \end{aligned}$$

• *Saluran Tepi Kanan (Lereng)*

Menghitung Jarak Aliran Memanjang (X) :

$$\begin{aligned} \checkmark X_{\text{jalan}} &= \frac{g}{s} \times W \\ &= \frac{5\%}{0.374} \times 100 \text{ m} \\ &= 333.33 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Panjang Aliran Menuju (L) :

$$\begin{aligned} \checkmark L &= \sqrt{W^2 + X^2} \\ &= \sqrt{100 \text{ m}^2 + 333.33 \text{ m}^2} \\ &= 177.84 \text{ m} \end{aligned}$$

- ✓ $\Delta h.g = X \times g$
 $= 333.33 \text{ m} \times 5\%$
 $= 17.401$
- ✓ $\Delta h.s = W \times s$
 $= 100 \text{ m} \times 0.374$
 $= 37.40$
- ✓ $\Delta h = 37.40 - 17.401 = 20$
- ✓ $i = \frac{\Delta h}{L}$
 $= \frac{20}{177.84 \text{ m}}$
 $= 0.057$
- ✓ $nd = 0.4$ (Padang rumput dan rerumputan) (Tabel 2.45)

Menghitung Waktu Pengaliran di permukaan (t_0 lereng kanan) :

$$\begin{aligned}
 \checkmark \quad t_0 \text{ lereng kanan} &= 1,44 \times \left(L \cdot \frac{nd}{\sqrt{i}} \right)^{0,467} \\
 &= 1,44 \times \left(177.84 \text{ m} \cdot \frac{0.4}{\sqrt{0.057}} \right)^{0,467} \\
 &= 28.127 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Penentuan t_0 :

- ✓ $t_0 \text{ sal. kanan} = t_0 \text{ jalan} + t_0 \text{ bahu}$
 $t_0 \text{ sal. kanan} = 1.129 \text{ menit} + 2.002 \text{ menit}$
 $t_0 \text{ sal. kanan} = 3.131 \text{ menit} < t_0 \text{ lereng kanan} = 28.127 \text{ menit}$
 maka, $t_0 \text{ sal kanan pakai} = 28.127 \text{ menit}$
- ✓ $t_0 \text{ sal. kiri} = t_0 \text{ jalan} + t_0 \text{ bahu}$
 $t_0 \text{ sal. kiri} = 1.129 \text{ menit} + 2.002 \text{ menit}$
 $t_0 \text{ sal. kiri} = 3.131 \text{ menit}$
 maka, $t_0 \text{ sal kiri pakai} = 3.131 \text{ menit}$

- Menghitung t_f Saluran Kanan dan kiri
Menghitung Waktu pengaliran di saluran menuju titik kontrol (t_f) :

$$\begin{aligned}\checkmark \quad t_f \text{ kanan dan kiri} &= \frac{L_{\text{saluran}}}{60 \times V} \\ &= \frac{1150 \text{ m}}{60 \times 0.5 \text{ m/dt}} \\ &= 38.333 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Menghitung t_c Saluran Kanan dan kiri
Menghitung Waktu konsentrasi aliran (t_c) :

$$\begin{aligned}\checkmark \quad t_{c \text{ sal. kanan}} &= t_0 + t_f \\ t_{c \text{ sal. kanan}} &= 28.127 \text{ menit} + 38.333 \text{ menit} \\ t_{c \text{ sal. kanan}} &= 66.460 \text{ menit} = 1.1077 \text{ jam} \\ \\ \checkmark \quad t_{c \text{ sal. kiri}} &= t_0 + t_f \\ t_{c \text{ sal. kiri}} &= 3.131 \text{ menit} + 38.333 \text{ menit} \\ t_{c \text{ sal. kiri}} &= 41.464 \text{ menit} = 0.691 \text{ jam}\end{aligned}$$

b. Menghitung Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan ini menggunakan rumus mononobe berikut :

$$\begin{aligned}\checkmark \quad R_{24} = Rt &= 304.287 \text{ mm/jam (curah hujan rencana)} \\ \checkmark \quad I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{304.287}{24} \left(\frac{24}{1.1077} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 98.539 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

c. Menghitung Koefisien Pengaliran (C_{gab})

Diketahui :

$$\begin{aligned}\checkmark \quad A_{\text{Aspal sal. kanan kiri}} &= 3.5 \text{ m} \times 1150 \text{ m} \\ &= 4025 \text{ m}^2 = 0.0040250 \text{ km}^2 \\ \\ \checkmark \quad A_{\text{bahu}} &= 1 \text{ m} \times 1150 \text{ m} \\ &= 1150 \text{ m}^2 = 0.001150 \text{ km}^2\end{aligned}$$

- ✓ $A_{\text{lereng kanan}} = 100 \text{ m} \times 1150 \text{ m}$
 $= 115000 \text{ m}^2 = 0.11500 \text{ km}^2$
- ✓ $C_{\text{jalan}} = 0.8$ (Jalan Aspal) (dari tabel 2.43)
- ✓ $C_{\text{bahu}} = 0.5$ (Tanah berbutir halus) (dari tabel 2.43)
- ✓ $C_{\text{lereng}} = 0.8$ (Pegunungan) (dari tabel 2.43)
 $f_{k_{\text{lereng}}} = 0.3$

Perhitungan $C_{\text{gab saluran}}$:

- ✓ $C_{\text{gab sal.kanan}} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 f_{k_3}}{A_1 + A_2 + A_3}$
 $= \frac{0.8 \times 0.0040250 + 0.5 \times 0.001150 + 0.8 \times 0.1150 \times 0.3}{0.0040250 + 0.001150 + 0.1150}$
 $= 0.261$
- ✓ $C_{\text{gab sal.kiri}} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2}{A_1 + A_2}$
 $= \frac{0.8 \times 0.0040250 + 0.5 \times 0.001150}{0.0040250 + 0.001150}$
 $= 0.733$

d. Menghitung Debit Saluran (Q)

Diketahui:

- ✓ $C_{\text{gab sal. kanan}} = 0.261$
- ✓ $C_{\text{gab sal. kiri}} = 0.733$
- ✓ $I = 98.539 \text{ mm/jam}$
- ✓ $A_{\text{Sal. kanan}} = 0.0040250 + 0.001150 + 0.1150$
 $= 0.1201 \text{ km}^2$
- ✓ $A_{\text{Sal. kiri}} = 0.0040250 + 0.001150$
 $= 0.00518 \text{ km}^2$

Perhitungan Debit Saluran hidrologi ($Q_{\text{hidrologi}}$) menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \checkmark Q_{\text{sal.kanan}} &= \alpha \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 1/3.6 \times 0.261 \times 98.539 \times 0.1201 \\ &= 0.859 \text{ m}^3/\text{dt} \\ \checkmark Q_{\text{sal.kiri}} &= \alpha \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 1/3.6 \times 0.733 \times 98.539 \times 0.00518 \\ &= 0.142 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

7.3 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada saluran yang direncanakan sesuai dengan umur rencana jalan. Parameter untuk menghitung debit aliran pada saluran drainase meliputi:

- Keliling Basah Saluran (P)
- Luas Penampang Basah (A)
- Kemiringan saluran Melintang (I)
- Perhitungan Debit Hidrolika ($Q_{\text{hidrolika}}$)

Berikut contoh perhitungan debit aliran pada jalan rencana :

STA 1+800 s/d 2+950

Diketahui :

$$\begin{aligned} \checkmark \text{Vijin} &= 0.50 \text{ m/dt} \\ \checkmark Q_{\text{sal.kanan}} &= 0.859 \text{ m}^3/\text{dt} \\ \checkmark Q_{\text{sal.kiri}} &= 0.142 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

a. Menghitung Luas Penampang Saluran (A)

$$\begin{aligned} \checkmark A_{\text{sal. kanan}} &= Q/\text{Vijin} \\ &= 0.859 / 0.50 \\ &= 1.719 \text{ m}^2 \\ \checkmark A_{\text{sal. kiri}} &= Q/\text{Vijin} \\ &= 0.142 / 0.50 \\ &= 0.285 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Menghitung Dimensi Saluran Sisi Kanan

Diketahui :

- ✓ $b = h$
- ✓ $m = 1$ (untuk $Q < 0.75 \text{ m}^3/\text{dt}$)
- $m = 1.5$ (untuk $Q > 0.75 \text{ m}^3/\text{dt}$)

menentukan dimensi saluran :

- ✓ $A_{\text{sal. kanan}} = 1.719 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $1.719 = (b+mh).h$
- $1.719 = (h+1.5h).h$
- $1.719 = 2.5 h^2$
- $h_{\text{air}} = \sqrt{\frac{1.719}{2.5}} = 0.969 \text{ m} \approx 1.00 \text{ m}$
- $b_{\text{sal}} = h = 1.00 \text{ m}$

- ✓ $A_{\text{sal. kiri}} = 0.142 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $0.142 = (b+mh).h$
- $0.142 = (h+1h).h$
- $0.142 = 2 h^2$
- $h_{\text{air}} = \sqrt{\frac{0.142}{2}} = 0.383 \text{ m} \approx 0.400 \text{ m}$
- $b_{\text{sal}} = h = 0.400 \text{ m}$

- ✓ Tinggi Jagaan (W)
- $W = \sqrt{0.5 \times 1.00} = 0.70 \text{ m}$

Kontrol Penampang Saluran Kanan

Untuk $b = h = 1.00 \text{ m}$

- ✓ $A_{\text{sal. kanan}} = (b + mh).h$
- $= (1.00 + (1.5 \times 1.00)) \cdot 1.00$
- $= 2.50 \text{ m}^2$
- ✓ $P = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$
- $= 1.00 + 2 \times 1.00 \cdot \sqrt{1.5^2 + 1}$
- $= 4.606 \text{ m}$

- ✓ $R = A/P = 2.50 / 4.606 = 0.543 \text{ m}$
- ✓ $I_{\text{sal. kanan}} = 0.0005$ (jenis material tanah asli)
- ✓ koef. Manning (n) = 0.03(melengkung, bersih, berlubang, dan berinding pasir)
- ✓ $V_{\text{sal. kanan}} = 1/n \cdot R^{2/3} I^{1/2}$
 $= 1/0.03 \cdot 0.543^{2/3} \cdot 0.0005^{1/2}$
 $= 0.496 \text{ m/dt}$

Cek kecepatan aliran (V) :

$$V_{\text{sal. Kanan}} < V_{\text{ijin}}$$

$$0.496 \text{ m/dt} < 0.50 \text{ m/dt} \dots \text{ OKE}$$

Cek debit aliran (Q) :

$$Q_{\text{hidrolika}} = V \cdot A$$

$$= 0.496 \times 2.50$$

$$= 0.936 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{hidrologi}} < Q_{\text{hidrolika}}$$

$$0.859 \text{ m}^3/\text{dt} < 0.936 \text{ m}^3/\text{dt} \dots \text{ OKE}$$

Dengan demikian digunakan dimensi saluran untuk saluran sisi kanan dengan $V = 0.496 \text{ m/dt}$:

$$h_{\text{air}} = 1.00 \text{ m}$$

$$b_{\text{sal}} = 1.00 \text{ m}$$

$$W = 0.50 \text{ m}$$

$$h_{\text{sal}} = h_{\text{air}} + W$$

$$= 1.00 + 0.50$$

$$= 1.50 \text{ m}$$

Dan dengan cara yang sama untuk saluran sisi kiri diperoleh :

$$V = 0.305 \text{ m/dt}$$

$$h_{\text{air}} = 0.40 \text{ m}$$

$$b_{\text{sal}} = 0.40 \text{ m}$$

$$W = 0.50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_{\text{sal}} &= h_{\text{air}} + W \\ &= 0.40 + 0.50 \\ &= 0.90 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan dimensi saluran lainnya terdapat pada tabel 7.1 – 7.10.

Tabel 7. 1 Hasil Perhitungan t_0 Jalan

STA	Jarak	Sjalan Memanjang	Sjalan Melintang	Lebar (W)	X	Panjang Aliran (L.)	Δh_g	Δh_s	Δh	i	nd	t_0 (menit)	
0+000	1+800	1800	0.000	0.020	3.50	0.000	3.500	0.000	0.070	0.070	0.020	0.013	0.848
1+800	2+950	1150	0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
2+950	3+150	200	-0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
3+150	3+350	200	-0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
3+350	3+700	350	0.030	0.020	3.50	5.250	6.310	0.189	0.070	0.119	0.019	0.013	1.131
3+700	4+050	350	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
4+050	4+250	200	0.040	0.020	3.50	7.000	7.826	0.313	0.070	0.243	0.031	0.013	1.114
4+250	5+364	1114	0.000	0.020	3.50	0.000	3.500	0.000	0.070	0.070	0.020	0.013	0.848
5+364	5+900	536	0.020	0.020	3.50	3.500	4.950	0.099	0.070	0.029	0.006	0.013	1.328
5+900	6+500	600	0.040	0.020	3.50	7.000	7.826	0.313	0.070	0.243	0.031	0.013	1.114
6+500	6+891	391	-0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
6+891	7+350	459	-0.030	0.020	3.50	5.250	6.310	0.189	0.070	0.119	0.019	0.013	1.131
7+350	7+904	554	0.020	0.020	3.50	3.500	4.950	0.099	0.070	0.029	0.006	0.013	1.328
7+904	8+100	196	0.030	0.020	3.50	5.250	6.310	0.189	0.070	0.119	0.019	0.013	1.131
8+100	8+466	366	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
8+466	8+800	334	0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
8+800	9+170	370	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
9+170	9+400	230	0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
9+400	9+596	196	0.030	0.020	3.50	5.250	6.310	0.189	0.070	0.119	0.019	0.013	1.131
9+596	9+950	354	0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
9+950	10+050	100	0.000	0.020	3.50	0.000	3.500	0.000	0.070	0.070	0.020	0.013	0.848
10+050	10+200	150	-0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
10+200	10+400	200	-0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
10+400	10+754	354	0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
10+754	10+950	196	-0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
10+950	11+150	200	-0.090	0.020	3.50	15.750	16.134	1.452	0.070	1.382	0.086	0.013	1.232
11+150	11+350	200	-0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
11+350	11+550	200	-0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
11+550	11+750	200	-0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
11+750	11+950	200	-0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
11+950	12+150	200	-0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
12+150	12+350	200	0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
12+350	12+550	200	0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
12+550	12+750	200	0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
12+750	12+987	237	0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
12+987	13+550	563	-0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
13+550	13+800	250	0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
13+800	14+350	550	0.050	0.020	3.50	8.750	9.424	0.471	0.070	0.401	0.043	0.013	1.129
14+350	14+489	139	-0.040	0.020	3.50	7.000	7.826	0.313	0.070	0.243	0.031	0.013	1.114
14+489	14+689	200	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
14+689	14+889	200	0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
14+889	15+289	400	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
15+289	15+539	250	0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
15+539	15+739	200	0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
15+739	15+939	200	0.100	0.020	3.50	17.500	17.847	1.785	0.070	1.715	0.096	0.013	1.258
15+939	16+139	200	0.110	0.020	3.50	19.250	19.566	2.152	0.070	2.082	0.106	0.013	1.282
16+139	16+450	311	0.040	0.020	3.50	7.000	7.826	0.313	0.070	0.243	0.031	0.013	1.114
16+450	16+750	300	-0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
16+750	16+950	200	-0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
16+950	17+150	200	-0.090	0.020	3.50	15.750	16.134	1.452	0.070	1.382	0.086	0.013	1.232
17+150	17+450	300	-0.080	0.020	3.50	14.000	14.431	1.154	0.070	1.084	0.075	0.013	1.206
17+450	17+750	300	0.070	0.020	3.50	12.250	12.740	0.892	0.070	0.822	0.065	0.013	1.179
17+750	18+150	400	-0.040	0.020	3.50	7.000	7.826	0.313	0.070	0.243	0.031	0.013	1.114
18+150	18+549	399	0.030	0.020	3.50	5.250	6.310	0.189	0.070	0.119	0.019	0.013	1.131

Catatan :

* Sjalan bernilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelerendahan menurun, dan sebaliknya

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 2 Hasil Perhitungan t_0 Bahu

STA	Jarak	Sbahu Memanjang	Sbahu Melintang	Lebar (W)	X	Panjang Aliran (L.)	Δh_g	Δh_s	Δh	i	nd	t_0 (menit)	
0+000	1+800	1800	0.000	0.040	1	0.000	1.000	0.000	0.040	0.040	0.040	0.200	1.440
1+800	2+950	1150	0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
2+950	3+150	200	-0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
3+150	3+350	200	-0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
3+350	3+700	350	0.030	0.040	1	0.750	1.250	0.038	0.040	0.003	0.002	0.200	3.217
3+700	4+050	350	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
4+050	4+250	200	0.040	0.040	1	1.000	1.414	0.057	0.040	0.017	0.012	0.200	2.255
4+250	5+364	1114	0.000	0.040	1	0.000	1.000	0.000	0.040	0.040	0.040	0.200	1.440
5+364	5+900	536	0.020	0.040	1	0.500	1.118	0.022	0.040	0.018	0.016	0.200	1.885
5+900	6+500	600	0.040	0.040	1	1.000	1.414	0.057	0.040	0.017	0.012	0.200	2.255
6+500	6+891	391	-0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
6+891	7+350	459	-0.030	0.040	1	0.750	1.250	0.038	0.040	0.003	0.002	0.200	3.217
7+350	7+904	554	0.020	0.040	1	0.500	1.118	0.022	0.040	0.018	0.016	0.200	1.885
7+904	8+100	196	0.030	0.040	1	0.750	1.250	0.038	0.040	0.003	0.002	0.200	3.217
8+100	8+466	366	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
8+466	8+800	334	0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
8+800	9+170	370	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
9+170	9+400	230	0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
9+400	9+596	196	0.030	0.040	1	0.750	1.250	0.038	0.040	0.003	0.002	0.200	3.217
9+596	9+950	354	0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
9+950	10+050	100	0.000	0.040	1	0.000	1.000	0.000	0.040	0.040	0.040	0.200	1.440
10+050	10+200	150	-0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
10+200	10+400	200	-0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
10+400	10+754	354	0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
10+754	10+950	196	-0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
10+950	11+150	200	-0.090	0.040	1	2.250	2.462	0.222	0.040	0.182	0.074	0.200	1.901
11+150	11+350	200	-0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
11+350	11+550	200	-0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
11+550	11+750	200	-0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
11+750	11+950	200	-0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
11+950	12+150	200	-0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
12+150	12+350	200	0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
12+350	12+550	200	0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
12+550	12+750	200	0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
12+750	12+987	237	0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
12+987	13+550	563	-0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
13+550	13+800	250	0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
13+800	14+350	550	0.050	0.040	1	1.250	1.601	0.080	0.040	0.040	0.025	0.200	2.002
14+350	14+489	139	-0.040	0.040	1	1.000	1.414	0.057	0.040	0.017	0.012	0.200	2.255
14+489	14+689	200	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
14+689	14+889	200	0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
14+889	15+289	400	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
15+289	15+539	250	0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
15+539	15+739	200	0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
15+739	15+939	200	0.100	0.040	1	2.500	2.693	0.269	0.040	0.229	0.085	0.200	1.917
15+939	16+139	200	0.110	0.040	1	2.750	2.926	0.322	0.040	0.282	0.096	0.200	1.936
16+139	16+450	311	0.040	0.040	1	1.000	1.414	0.057	0.040	0.017	0.012	0.200	2.255
16+450	16+750	300	-0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
16+750	16+950	200	-0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
16+950	17+150	200	-0.090	0.040	1	2.250	2.462	0.222	0.040	0.182	0.074	0.200	1.901
17+150	17+450	300	-0.080	0.040	1	2.000	2.236	0.179	0.040	0.139	0.062	0.200	1.892
17+450	17+750	300	0.070	0.040	1	1.750	2.016	0.141	0.040	0.101	0.050	0.200	1.895
17+750	18+150	400	-0.040	0.040	1	1.000	1.414	0.057	0.040	0.017	0.012	0.200	2.255
18+150	18+549	399	0.030	0.040	1	0.750	1.250	0.038	0.040	0.003	0.002	0.200	3.217

Catatan :

* Sjaln bernilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelandaian menurun, dan sebaliknya

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 3 Hasil Perhitungan t0 Lereng Sisi Kanan

STA	Jarak	Stereng Kanan Memanjang	Stereng Kanan Melintang	Lebar (W)	X	Panjang Aliran (L)	Δhg	Δhs	Δh	i	nd	t0 (menit)	
0+000	1+800	1800	0.000	0.034	-	-	-	-	-	-	-	-	
1+800	2+950	1150	0.050	0.458	100	10.928	100.595	5.030	45.754	45.754	0.405	0.400	9.987
2+950	3+150	200	-0.070	0.248	100	28.226	103.907	7.274	24.800	24.800	0.169	0.400	12.439
3+150	3+350	200	-0.080	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	
3+350	3+700	350	0.030	0.213	100	14.085	100.987	3.030	21.300	21.300	0.181	0.400	12.075
3+700	4+050	350	0.070	0.067	-	-	-	-	-	-	-	-	
4+050	4+250	200	0.040	0.289	100	13.841	100.953	4.038	28.900	28.900	0.246	0.400	11.235
4+250	5+364	1114	0.000	0.104	100	0.000	100.000	0.000	10.353	10.353	0.104	0.400	13.693
5+364	5+900	536	0.020	0.405	100	4.938	100.122	2.002	40.500	40.500	0.385	0.400	10.085
5+900	6+500	600	0.040	0.260	100	15.385	101.177	4.047	26.000	26.000	0.217	0.400	11.584
6+500	6+891	391	-0.050	0.325	100	15.391	101.178	5.059	32.486	32.486	0.271	0.400	10.997
6+891	7+350	459	-0.030	0.121	100	24.793	103.028	3.091	12.100	12.100	0.087	0.400	14.444
7+350	7+904	554	0.020	0.211	100	9.472	100.448	2.009	21.115	21.115	0.190	0.400	11.905
7+904	8+100	196	0.030	0.104	-	-	-	-	-	-	-	-	
8+100	8+466	366	0.070	0.125	100	56.000	114.612	8.023	12.500	12.500	0.039	0.400	18.323
8+466	8+800	334	0.050	0.189	-	-	-	-	-	-	-	-	
8+800	9+170	370	0.070	0.063	100	111.500	149.774	10.484	6.278	6.278	0.028	0.400	22.425
9+170	9+400	230	0.080	0.314	100	25.478	103.195	8.256	31.400	31.400	0.224	0.400	11.601
9+400	9+596	196	0.030	0.025	100	122.100	157.824	4.735	2.457	2.457	0.014	0.400	26.845
9+596	9+950	354	0.050	0.171	100	29.240	104.187	5.209	17.100	17.100	0.114	0.400	13.644
9+950	10+050	100	0.000	0.286	100	0.000	100.000	0.000	28.600	28.600	0.286	0.400	10.801
10+050	10+200	150	-0.070	0.105	100	66.667	120.185	8.413	10.500	10.500	0.017	0.400	22.639
10+200	10+400	200	-0.080	0.335	100	23.881	102.812	8.225	33.500	33.500	0.246	0.400	11.335
10+400	10+754	354	0.050	0.129	100	38.868	107.288	5.364	12.864	12.864	0.070	0.400	15.510
10+754	10+950	196	-0.070	0.356	100	19.663	101.915	7.134	35.600	35.600	0.279	0.400	10.957
10+950	11+150	200	-0.090	0.275	100	32.727	105.219	9.470	27.500	27.500	0.171	0.400	12.466
11+150	11+350	200	-0.100	0.179	-	-	-	-	-	-	-	-	
11+350	11+550	200	-0.110	0.288	-	-	-	-	-	-	-	-	
11+550	11+750	200	-0.100	0.263	-	-	-	-	-	-	-	-	
11+750	11+950	200	-0.110	0.149	-	-	-	-	-	-	-	-	
11+950	12+150	200	-0.100	0.305	-	-	-	-	-	-	-	-	
12+150	12+350	200	0.110	0.370	100	29.730	104.326	11.476	37.000	37.000	0.245	0.400	11.426
12+350	12+550	200	0.100	0.402	100	24.876	103.048	10.305	40.200	40.200	0.290	0.400	10.917
12+550	12+750	200	0.110	0.437	100	25.172	103.119	11.343	43.700	43.700	0.314	0.400	10.722
12+750	12+987	237	0.080	0.324	100	24.726	103.012	8.241	32.354	32.354	0.234	0.400	11.476
12+987	13+550	563	-0.070	0.148	100	47.297	110.621	7.743	14.800	14.800	0.064	0.400	16.073
13+550	13+800	250	0.080	0.447	-	-	-	-	-	-	-	-	
13+800	14+350	550	0.050	0.633	100	7.899	100.311	5.016	63.300	63.300	0.581	0.400	9.167
14+350	14+489	139	-0.040	0.207	100	19.347	101.854	4.074	20.675	20.675	0.163	0.400	12.423
14+489	14+689	200	0.070	0.403	-	-	-	-	-	-	-	-	
14+689	14+889	200	0.110	0.257	-	-	-	-	-	-	-	-	
14+889	15+289	400	0.070	0.469	-	-	-	-	-	-	-	-	
15+289	15+539	250	0.100	0.375	-	-	-	-	-	-	-	-	
15+539	15+739	200	0.110	0.369	-	-	-	-	-	-	-	-	
15+739	15+939	200	0.100	0.286	-	-	-	-	-	-	-	-	
15+939	16+139	200	0.110	0.541	100	20.315	102.043	11.225	54.148	54.148	0.421	0.400	9.964
16+139	16+450	311	0.040	0.027	100	148.148	178.740	7.150	2.700	2.700	0.025	0.400	25.051
16+450	16+750	300	-0.070	0.006	100	1166.667	1170.945	81.966	0.600	0.600	0.069	0.400	47.418
16+750	16+950	200	-0.080	0.134	100	59.701	116.466	9.317	13.400	13.400	0.035	0.400	18.934
16+950	17+150	200	-0.090	0.217	100	41.475	108.260	9.743	21.700	21.700	0.110	0.400	13.997
17+150	17+450	300	-0.080	0.186	100	43.011	108.857	8.709	18.600	18.600	0.091	0.400	14.688
17+450	17+750	300	0.070	0.102	100	68.627	121.284	8.490	10.200	10.200	0.014	0.400	23.868
17+750	18+150	400	-0.040	0.396	100	10.101	100.509	4.020	39.600	39.600	0.354	0.400	10.301
18+150	18+549	399	0.030	0.560	100	5.354	100.143	3.040	56.036	56.036	0.530	0.400	9.360

Catatan :

* Sjaian bermilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelandaian menurun, dan sebaliknya

* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 4 Hasil Perhitungan t_0 Sisi Kiri

STA	Jarak	Slereng Kiri Memanjang	Slereng Kiri Melintang	Lebar (W)	X	Panjang Aliran (L)	Δ bg	Δ hs	Δ h	i	nd	t_0 (menit)	
0+00	1+800	1800	0.000	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	
1+800	2+950	1150	0.050	0.374	100	333.333	348.010	17.401	37.400	19.999	0.057	0.400	28.127
2+950	3+150	200	-0.070	0.037	100	466.667	477.261	33.408	3.700	29.708	0.062	0.400	31.995
3+150	3+350	200	-0.080	0.282	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3+350	3+700	350	0.030	0.463	100	200.000	223.607	6.708	46.300	39.592	0.177	0.400	17.591
3+700	4+050	350	0.070	0.342	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4+050	4+250	200	0.040	0.108	100	266.667	284.800	11.392	10.800	0.592	0.002	0.400	55.602
4+250	5+364	1114	0.000	0.116	100	0.000	100.000	0.000	11.615	11.615	0.116	0.400	13.330
5+364	5+900	536	0.020	0.456	100	133.333	166.667	3.333	45.600	42.267	0.254	0.400	14.101
5+900	6+500	600	0.040	0.327	100	266.667	284.800	11.392	32.700	21.308	0.075	0.400	24.083
6+500	6+891	391	-0.050	0.066	100	333.333	348.010	17.401	6.596	10.805	0.031	0.400	32.476
6+891	7+350	459	-0.030	0.282	100	200.000	223.607	6.708	28.200	21.492	0.096	0.400	20.289
7+350	7+904	554	0.020	0.186	100	133.333	166.667	3.333	18.635	15.302	0.092	0.400	17.877
7+904	8+100	196	0.030	0.276	100	200.000	223.607	6.708	27.600	20.892	0.093	0.400	20.423
8+100	8+466	366	0.070	0.197	100	466.667	477.261	33.408	19.679	13.729	0.029	0.400	38.314
8+466	8+800	334	0.050	0.013	100	333.333	348.010	17.401	1.300	16.101	0.046	0.400	29.588
8+800	9+170	370	0.070	0.302	100	466.667	477.261	33.408	30.230	3.178	0.007	0.400	53.918
9+170	9+400	230	0.080	0.053	100	533.333	542.627	43.410	5.300	38.110	0.070	0.400	33.027
9+400	9+596	196	0.030	0.341	100	200.000	223.607	6.708	34.144	27.436	0.123	0.400	19.164
9+596	9+950	354	0.050	0.333	100	333.333	348.010	17.401	33.300	15.899	0.046	0.400	29.675
9+950	10+050	100	0.000	0.081	100	0.000	100.000	0.000	8.100	8.100	0.081	0.400	14.501
10+050	10+200	150	-0.070	0.290	100	466.667	477.261	33.408	29.000	4.408	0.009	0.400	49.952
10+200	10+400	200	-0.080	0.153	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+400	10+754	354	0.050	0.211	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+754	10+950	196	-0.070	0.135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+950	11+150	200	-0.090	0.310	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+150	11+350	200	-0.100	0.379	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+350	11+550	200	-0.110	0.172	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+550	11+750	200	-0.100	0.179	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+750	11+950	200	-0.110	0.431	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+950	12+150	200	-0.100	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12+150	12+350	200	0.110	0.223	100	733.333	740.120	81.413	22.300	59.113	0.080	0.400	37.050
12+350	12+550	200	0.100	0.479	100	666.667	674.125	67.412	47.900	19.512	0.029	0.400	44.954
12+550	12+750	200	0.110	0.397	100	733.333	740.120	81.413	39.700	41.713	0.056	0.400	40.192
12+750	12+987	237	0.080	0.437	100	533.333	542.627	43.410	43.711	0.301	0.001	0.400	102.297
12+987	13+550	563	-0.070	0.442	100	466.667	477.261	33.408	44.200	10.792	0.023	0.400	40.529
13+550	13+800	250	0.080	0.309	100	533.333	542.627	43.410	30.900	12.510	0.023	0.400	42.838
13+800	14+350	550	0.050	0.366	100	333.333	348.010	17.401	36.600	19.199	0.055	0.400	28.396
14+350	14+489	139	-0.040	0.269	100	266.667	284.800	11.392	26.885	15.493	0.054	0.400	25.944
14+489	14+689	200	0.070	0.214	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+689	14+889	200	0.110	0.273	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+889	15+289	400	0.070	0.322	100	466.667	477.261	33.408	32.233	1.175	0.002	0.400	68.017
15+289	15+539	250	0.100	0.246	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+539	15+739	200	0.110	0.065	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+739	15+939	200	0.100	0.384	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+939	16+139	200	0.110	1.833	100	733.333	740.120	81.413	183.261	101.848	0.138	0.400	32.630
16+139	16+450	311	0.040	0.073	100	266.667	284.800	11.392	7.300	4.092	0.014	0.400	35.403
16+450	16+750	300	-0.070	0.052	100	466.667	477.261	33.408	5.200	28.208	0.059	0.400	32.384
16+750	16+950	200	-0.080	0.204	100	533.333	542.627	43.410	20.400	23.010	0.042	0.400	37.156
16+950	17+150	200	-0.090	0.170	100	600.000	608.276	54.745	17.000	37.745	0.062	0.400	35.858
17+150	17+450	300	-0.080	0.070	100	533.333	542.627	43.410	7.000	36.410	0.067	0.400	33.381
17+450	17+750	300	0.070	0.144	100	466.667	477.261	33.408	14.400	19.008	0.040	0.400	35.511
17+750	18+150	400	-0.040	0.577	100	266.667	284.800	11.392	57.700	46.308	0.163	0.400	20.091
18+150	18+549	399	0.030	0.086	100	200.000	223.607	6.708	8.597	1.889	0.008	0.400	35.797

Catatan :

* Sjaln bernilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelandaian menurun, dan sebaliknya

* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 5 Hasil Perhitungan t_c

STA		Jarak	Sjalan Memanjang	t0 jalan (menit)	t0 bahu (menit)	t0 lereng Kanan (menit)	t0 lereng Kiri (menit)	t0 Saluran Kanan (menit)	t0 Saluran Kiri (menit)	tf (menit)	tc sisi Kanan (menit)	tc sisi Kiri (menit)
0+000	1+800	1800	0.000	0.848	1.440	-	-	-	-	60.000	-	-
1+800	2+950	1150	0.050	1.129	2.002	9.987	28.127	9.987	28.127	38.333	48.320	66.460
2+950	3+150	200	-0.070	1.179	1.895	12.439	31.995	12.439	31.995	6.667	19.106	38.661
3+150	3+350	200	-0.080	1.206	1.892	-	-	-	-	6.667	-	-
3+350	3+700	350	0.030	1.131	3.217	12.075	17.591	12.075	17.591	11.667	23.742	29.258
3+700	4+050	350	0.070	1.179	1.895	-	-	-	-	11.667	-	-
4+050	4+250	200	0.040	1.114	2.255	11.235	55.602	11.235	55.602	6.667	17.901	62.269
4+250	5+364	1114	0.000	0.848	1.440	13.693	13.330	13.693	13.330	37.136	50.830	50.467
5+364	5+900	536	0.020	1.328	1.885	10.085	14.101	10.085	14.101	17.864	27.949	31.965
5+900	6+500	600	0.040	1.114	2.255	11.584	24.083	11.584	24.083	20.000	31.584	44.083
6+500	6+891	391	-0.050	1.129	2.002	10.997	32.476	10.997	32.476	13.017	24.014	45.493
6+891	7+350	459	-0.030	1.131	3.217	14.444	20.289	14.444	20.289	15.316	29.760	35.605
7+350	7+904	554	0.020	1.328	1.885	11.905	17.877	11.905	17.877	18.465	30.370	36.342
7+904	8+100	196	0.030	1.131	3.217	-	20.423	-	20.423	6.535	-	26.958
8+100	8+466	366	0.070	1.179	1.895	18.323	38.314	18.323	38.314	12.199	30.522	50.512
8+466	8+800	334	0.050	1.129	2.002	-	29.588	-	29.588	11.135	-	40.722
8+800	9+170	370	0.070	1.179	1.895	22.425	53.918	22.425	53.918	12.339	34.765	66.257
9+170	9+400	230	0.080	1.206	1.892	11.601	33.027	11.601	33.027	7.661	19.262	40.688
9+400	9+596	196	0.030	1.131	3.217	26.845	19.164	26.845	19.164	6.535	33.380	25.699
9+596	9+950	354	0.050	1.129	2.002	13.644	29.675	13.644	29.675	11.798	25.443	41.473
9+950	10+050	100	0.000	0.848	1.440	10.801	14.501	10.801	14.501	3.333	14.134	17.834
10+050	10+200	150	-0.070	1.179	1.895	22.639	49.952	22.639	49.952	5.000	27.639	54.952
10+200	10+400	200	-0.080	1.206	1.892	11.335	-	11.335	-	6.667	18.002	-
10+400	10+754	354	0.050	1.129	2.002	15.510	-	15.510	-	11.798	27.308	-
10+754	10+950	196	-0.070	1.179	1.895	10.957	-	10.957	-	6.535	17.492	-
10+950	11+150	200	-0.090	1.232	1.901	12.466	-	12.466	-	6.667	19.133	-
11+150	11+350	200	-0.100	1.258	1.917	-	-	-	-	6.667	-	-
11+350	11+550	200	-0.110	1.282	1.936	-	-	-	-	6.667	-	-
11+550	11+750	200	-0.100	1.258	1.917	-	-	-	-	6.667	-	-
11+750	11+950	200	-0.110	1.282	1.936	-	-	-	-	6.667	-	-
11+950	12+150	200	-0.100	1.258	1.917	-	-	-	-	6.667	-	-
12+150	12+350	200	0.110	1.282	1.936	11.426	37.050	11.426	37.050	6.667	18.092	43.716
12+350	12+550	200	0.100	1.258	1.917	10.917	44.954	10.917	44.954	6.667	17.584	51.621
12+550	12+750	200	0.110	1.282	1.936	10.722	40.192	10.722	40.192	6.667	17.389	46.858
12+750	12+987	237	0.080	1.206	1.892	11.476	102.297	11.476	102.297	7.889	19.365	110.185
12+987	13+550	563	-0.070	1.179	1.895	16.073	40.529	16.073	40.529	18.771	34.844	59.300
13+550	13+800	250	0.080	1.206	1.892	-	42.838	-	42.838	8.333	-	51.172
13+800	14+350	550	0.050	1.129	2.002	9.167	28.396	9.167	28.396	18.340	27.507	46.736
14+350	14+489	139	-0.040	1.114	2.255	12.423	25.944	12.423	25.944	4.632	17.055	30.576
14+489	14+689	200	0.070	1.179	1.895	-	-	-	-	6.667	-	-
14+689	14+889	200	0.110	1.282	1.936	-	-	-	-	6.667	-	-
14+889	15+289	400	0.070	1.179	1.895	-	68.017	-	68.017	13.333	-	81.350
15+289	15+539	250	0.100	1.258	1.917	-	-	-	-	8.333	-	-
15+539	15+739	200	0.110	1.282	1.936	-	-	-	-	6.667	-	-
15+739	15+939	200	0.100	1.258	1.917	-	-	-	-	6.667	-	-
15+939	16+139	200	0.110	1.282	1.936	9.964	32.630	9.964	32.630	6.667	16.631	39.296
16+139	16+450	311	0.040	1.114	2.255	25.051	35.403	25.051	35.403	10.368	35.419	45.771
16+450	16+750	300	-0.070	1.179	1.895	47.418	32.384	47.418	32.384	10.000	57.418	42.384
16+750	16+950	200	-0.080	1.206	1.892	18.934	37.156	18.934	37.156	6.667	25.601	43.823
16+950	17+150	200	-0.090	1.232	1.901	13.997	35.858	13.997	35.858	6.667	20.664	42.525
17+150	17+450	300	-0.080	1.206	1.892	14.688	33.381	14.688	33.381	10.000	24.688	43.381
17+450	17+750	300	0.070	1.179	1.895	23.868	35.511	23.868	35.511	10.000	33.868	45.511
17+750	18+150	400	-0.040	1.114	2.255	10.301	20.091	10.301	20.091	13.333	23.634	33.424
18+150	18+549	399	0.030	1.131	3.217	9.360	35.797	9.360	35.797	13.300	22.660	49.097

Catatan :

* Sjalan bernilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelandaian menurun, dan sebaliknya

* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 6 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan (I)

STA		Jarak	Sjalan Memanjang	Curah Hujan Rencana (X_r)	te sal. Sisi Kanan (jam)	te sal. Sisi Kiri (jam)	Intensitas Hujan Mononobesal Kanan (mm/jam)	Intensitas Hujan Mononobesal Kiri (mm/jam)
0+000	1+800	1800	0.000	304.287	-	-	-	-
1+800	2+950	1150	0.050	304.287	48.320	66.460	121.869	98.539
2+950	3+150	200	-0.070	304.287	19.106	38.661	226.225	141.405
3+150	3+350	200	-0.080	304.287	-	-	-	-
3+350	3+700	350	0.030	304.287	23.742	29.258	195.721	170.275
3+700	4+050	350	0.070	304.287	-	-	-	-
4+050	4+250	200	0.040	304.287	17.901	62.269	236.262	102.912
4+250	5+364	1114	0.000	304.287	50.830	50.467	117.825	118.389
5+364	5+900	536	0.020	304.287	27.949	31.965	175.550	160.521
5+900	6+500	600	0.040	304.287	31.584	44.083	161.810	129.558
6+500	6+891	391	-0.050	304.287	24.014	45.493	194.238	126.867
6+891	7+350	459	-0.030	304.287	29.760	35.605	168.356	149.386
7+350	7+904	554	0.020	304.287	30.370	36.342	166.092	147.358
7+904	8+100	196	0.030	304.287	-	26.958	-	179.827
8+100	8+466	366	0.070	304.287	30.522	50.512	165.540	118.318
8+466	8+800	334	0.050	304.287	-	40.722	-	136.592
8+800	9+170	370	0.070	304.287	34.765	66.257	151.782	98.740
9+170	9+400	230	0.080	304.287	19.262	40.688	225.002	136.670
9+400	9+596	196	0.030	304.287	33.380	25.699	155.951	185.653
9+596	9+950	354	0.050	304.287	25.443	41.473	186.899	134.939
9+950	10+050	100	0.000	304.287	14.134	17.834	276.565	236.853
10+050	10+200	150	-0.070	304.287	27.639	54.952	176.863	111.855
10+200	10+400	200	-0.080	304.287	18.002	-	235.379	-
10+400	10+754	354	0.050	304.287	27.308	-	178.287	-
10+754	10+950	196	-0.070	304.287	17.492	-	239.929	-
10+950	11+150	200	-0.090	304.287	19.133	-	226.012	-
11+150	11+350	200	-0.100	304.287	-	-	-	-
11+350	11+550	200	-0.110	304.287	-	-	-	-
11+550	11+750	200	-0.100	304.287	-	-	-	-
11+750	11+950	200	-0.110	304.287	-	-	-	-
11+950	12+150	200	-0.100	304.287	-	-	-	-
12+150	12+350	200	0.110	304.287	18.092	43.716	234.594	130.283
12+350	12+550	200	0.100	304.287	17.584	51.621	239.097	116.618
12+550	12+750	200	0.110	304.287	17.389	46.858	240.878	124.391
12+750	12+987	237	0.080	304.287	19.365	110.185	224.200	70.345
12+987	13+550	563	-0.070	304.287	34.844	59.300	151.553	106.319
13+550	13+800	250	0.080	304.287	-	51.172	-	117.299
13+800	14+350	550	0.050	304.287	27.507	46.736	177.427	124.607
14+350	14+489	139	-0.040	304.287	17.055	30.576	244.017	165.347
14+489	14+689	200	0.070	304.287	-	-	-	-
14+689	14+889	200	0.110	304.287	-	-	-	-
14+889	15+289	400	0.070	304.287	-	81.350	-	86.114
15+289	15+539	250	0.100	304.287	-	-	-	-
15+539	15+739	200	0.110	304.287	-	-	-	-
15+739	15+939	200	0.100	304.287	-	-	-	-
15+939	16+139	200	0.110	304.287	16.631	39.296	248.144	139.877
16+139	16+450	311	0.040	304.287	35.419	45.771	149.908	126.353
16+450	16+750	300	-0.070	304.287	57.418	42.384	108.629	132.998
16+750	16+950	200	-0.080	304.287	25.601	43.823	186.129	130.070
16+950	17+150	200	-0.090	304.287	20.664	42.525	214.703	132.704
17+150	17+450	300	-0.080	304.287	24.688	43.381	190.690	130.953
17+450	17+750	300	0.070	304.287	33.868	45.511	154.450	126.835
17+750	18+150	400	-0.040	304.287	23.634	33.424	196.316	155.814
18+150	18+549	399	0.030	304.287	22.660	49.097	201.902	120.580

Cacatan :
* Sjalan bernilai (-) menunjukkan bahwa berada pada kelandaian menurun, dan sebaliknya
* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 7 Hasil Perhitungan C Gabungan

STA		Jarak	Saluran Sisi Kanan dan Kiri						C Gabungan
			W Aspal (m)	A Aspal (km2)	W Bahu (m)	A Bahu (km2)	W Lereng (m)	A Lereng (km2)	
0+000	1+800	1800	3.50	0.006300	1	0.001800	100	0.18000	0.261
1+800	2+950	1150	3.50	0.004025	1	0.001150	100	0.11500	0.261
2+950	3+150	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
3+150	3+350	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
3+350	3+700	350	3.50	0.001225	1	0.000350	100	0.03500	0.261
3+700	4+050	350	3.50	0.001225	1	0.000350	100	0.03500	0.261
4+050	4+250	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
4+250	5+364	1114	3.50	0.003899	1	0.001114	100	0.11141	0.261
5+364	5+900	536	3.50	0.001876	1	0.000536	100	0.05359	0.261
5+900	6+500	600	3.50	0.002100	1	0.000600	100	0.06000	0.261
6+500	6+891	391	3.50	0.001367	1	0.000391	100	0.03905	0.261
6+891	7+350	459	3.50	0.001608	1	0.000459	100	0.04595	0.261
7+350	7+904	554	3.50	0.001939	1	0.000554	100	0.05540	0.261
7+904	8+100	196	3.50	0.000686	1	0.000196	100	0.01960	0.261
8+100	8+466	366	3.50	0.001281	1	0.000366	100	0.03660	0.261
8+466	8+800	334	3.50	0.001169	1	0.000334	100	0.03340	0.261
8+800	9+170	370	3.50	0.001296	1	0.000370	100	0.03702	0.261
9+170	9+400	230	3.50	0.000804	1	0.000230	100	0.02298	0.261
9+400	9+596	196	3.50	0.000686	1	0.000196	100	0.01960	0.261
9+596	9+950	354	3.50	0.001239	1	0.000354	100	0.03540	0.261
9+950	10+050	100	3.50	0.000350	1	0.000100	100	0.01000	0.261
10+050	10+200	150	3.50	0.000525	1	0.000150	100	0.01500	0.261
10+200	10+400	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
10+400	10+754	354	3.50	0.001239	1	0.000354	100	0.03540	0.261
10+754	10+950	196	3.50	0.000686	1	0.000196	100	0.01960	0.261
10+950	11+150	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
11+150	11+350	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
11+350	11+550	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
11+550	11+750	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
11+750	11+950	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
11+950	12+150	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
12+150	12+350	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
12+350	12+550	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
12+550	12+750	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
12+750	12+987	237	3.50	0.000828	1	0.000237	100	0.02367	0.261
12+987	13+550	563	3.50	0.001971	1	0.000563	100	0.05631	0.261
13+550	13+800	250	3.50	0.000875	1	0.000250	100	0.02500	0.261
13+800	14+350	550	3.50	0.001926	1	0.000550	100	0.05502	0.261
14+350	14+489	139	3.50	0.000486	1	0.000139	100	0.01390	0.261
14+489	14+689	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
14+689	14+889	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
14+889	15+289	400	3.50	0.001400	1	0.000400	100	0.04000	0.261
15+289	15+539	250	3.50	0.000875	1	0.000250	100	0.02500	0.261
15+539	15+739	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
15+739	15+939	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
15+939	16+139	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
16+139	16+450	311	3.50	0.001089	1	0.000311	100	0.03110	0.261
16+450	16+750	300	3.50	0.001050	1	0.000300	100	0.03000	0.261
16+750	16+950	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
16+950	17+150	200	3.50	0.000700	1	0.000200	100	0.02000	0.261
17+150	17+450	300	3.50	0.001050	1	0.000300	100	0.03000	0.261
17+450	17+750	300	3.50	0.001050	1	0.000300	100	0.03000	0.261
17+750	18+150	400	3.50	0.001400	1	0.000400	100	0.04000	0.261
18+150	18+549	399	3.50	0.001397	1	0.000399	100	0.03990	0.261

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 8 Hasil Perhitungan Debit Hidrologi

STA		Jarak	Saluran Sisi Kanan			Saluran Sisi Kiri				
			C Gab	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /dt)	C Gab	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
0+000	1+800	1800	0.261	-	0.0081	-	0.261	-	0.0081	-
1+800	2+950	1150	0.261	121.869	0.1202	1.063	0.261	98.539	0.1202	0.8593
2+950	3+150	200	0.261	226.225	0.0209	0.343	0.261	141.405	0.0209	0.2145
3+150	3+350	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
3+350	3+700	350	0.261	195.721	0.0366	0.519	0.261	170.275	0.0366	0.4519
3+700	4+050	350	0.261	-	0.0366	-	0.261	-	0.0366	-
4+050	4+250	200	0.261	236.262	0.0209	2.803	0.261	102.912	0.0209	2.3981
4+250	5+364	1114	0.261	117.825	0.1164	2.445	0.261	118.389	0.1164	118.389
5+364	5+900	536	0.261	175.550	0.0560	1.450	0.261	160.521	0.0560	1.2418
5+900	6+500	600	0.261	161.810	0.0627	0.736	0.261	129.558	0.0627	0.5895
6+500	6+891	391	0.261	194.238	0.0408	0.575	0.261	126.867	0.0408	0.9652
6+891	7+350	459	0.261	168.356	0.0480	1.162	0.261	149.386	0.0480	1.4857
7+350	7+904	554	0.261	166.092	0.0579	2.919	0.261	147.358	0.0579	2.8939
7+904	8+100	196	0.261	-	0.0205	-	0.261	179.827	0.0205	2.2749
8+100	8+466	366	0.261	165.540	0.0382	2.221	0.261	118.318	0.0382	2.0075
8+466	8+800	334	0.261	-	0.0349	-	0.261	136.592	0.0349	1.6792
8+800	9+170	370	0.261	151.782	0.0387	1.761	0.261	98.740	0.0387	1.3332
9+170	9+400	230	0.261	225.002	0.0240	1.335	0.261	136.670	0.0240	1.0560
9+400	9+596	196	0.261	155.951	0.0205	0.943	0.261	185.653	0.0205	0.8178
9+596	9+950	354	0.261	186.899	0.0370	0.711	0.261	134.939	0.0370	0.5418
9+950	10+050	100	0.261	276.565	0.0105	0.210	0.261	236.853	0.0105	0.1796
10+050	10+200	150	0.261	176.863	0.0157	0.201	0.261	111.855	0.0157	0.1272
10+200	10+400	200	0.261	235.379	0.0209	0.558	0.261	-	0.0209	-
10+400	10+754	354	0.261	178.287	0.0370	0.479	0.261	-	0.0370	-
10+754	10+950	196	0.261	239.929	0.0205	0.357	0.261	-	0.0205	-
10+950	11+150	200	0.261	226.012	0.0209	0.699	0.261	-	0.0209	-
11+150	11+350	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
11+350	11+550	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
11+550	11+750	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
11+750	11+950	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
11+950	12+150	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
12+150	12+350	200	0.261	234.594	0.0209	1.486	0.261	130.283	0.0209	0.6894
12+350	12+550	200	0.261	239.097	0.0209	1.130	0.261	116.618	0.0209	0.4918
12+550	12+750	200	0.261	240.878	0.0209	0.768	0.261	124.391	0.0209	0.3149
12+750	12+987	237	0.261	224.200	0.0247	0.402	0.261	70.345	0.0247	0.1262
12+987	13+550	563	0.261	151.553	0.0588	0.647	0.261	106.319	0.0588	0.4540
13+550	13+800	250	0.261	-	0.0261	-	0.261	117.299	0.0261	0.7423
13+800	14+350	550	0.261	177.427	0.0575	0.740	0.261	124.607	0.0575	0.5199
14+350	14+489	139	0.261	244.017	0.0145	0.257	0.261	165.347	0.0145	0.1742
14+489	14+689	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
14+689	14+889	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
14+889	15+289	400	0.261	-	0.0418	-	0.261	86.114	0.0418	0.2612
15+289	15+539	250	0.261	-	0.0261	-	0.261	-	0.0261	-
15+539	15+739	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
15+739	15+939	200	0.261	-	0.0209	-	0.261	-	0.0209	-
15+939	16+139	200	0.261	248.144	0.0209	0.730	0.261	139.877	0.0209	0.5102
16+139	16+450	311	0.261	149.908	0.0325	0.354	0.261	126.353	0.0325	0.2980
16+450	16+750	300	0.261	108.629	0.0314	0.247	0.261	132.998	0.0314	0.3026
16+750	16+950	200	0.261	186.129	0.0209	0.529	0.261	130.070	0.0209	0.4998
16+950	17+150	200	0.261	214.703	0.0209	0.855	0.261	132.704	0.0209	0.7011
17+150	17+450	300	0.261	190.690	0.0314	1.289	0.261	130.953	0.0314	0.9990
17+450	17+750	300	0.261	154.450	0.0314	0.351	0.261	126.835	0.0314	0.2885
17+750	18+150	400	0.261	196.316	0.0418	0.595	0.261	155.814	0.0418	0.4726
18+150	18+549	399	0.261	201.902	0.0417	0.611	0.261	120.580	0.0417	0.3648

Cacatan :
* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 7. 9 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Sisi Kanan

STA		Jarak	Saluran Sisi Kanan															
			Q (m ³ /dt)	A (m ²)	b/h	Vijin (m/dt)	m	Koef Manning (n)	h pakai (m)	b pakai (m)	Tinggi Jagaan (w) (m)	h sal (m)	A sal (m ²)	Psal (m)	Rsal (m)	Isal	Vlap (m/dt)	cek Vlap > Vijin
0+000	1+800	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+800	2+950	1150	1.063	2.126	1	0.5	1.5	0.03	1.00	1.00	0.70	1.70	2.500	4.606	0.543	0.00050	0.496	oke
2+950	3+150	200	0.343	0.686	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00100	0.486	oke
3+150	3+350	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3+350	3+700	350	0.519	1.039	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00060	0.456	oke
3+700	4+050	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4+050	4+250	200	2.803	5.607	1	0.5	1.5	0.03	1.50	1.50	0.90	2.40	5.625	6.908	0.814	0.00030	0.499	oke
4+250	5+364	1114	2.445	4.890	1	0.5	1.5	0.03	1.40	1.40	0.90	2.30	4.900	6.448	0.760	0.00032	0.500	oke
5+364	5+900	536	1.450	2.899	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00044	0.496	oke
5+900	6+500	600	0.736	1.472	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00053	0.464	oke
6+500	6+891	391	0.575	1.150	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.600	3.063	0.522	0.00044	0.454	oke
6+891	7+350	459	1.162	2.324	1	0.5	1.5	0.03	1.00	1.00	0.70	1.70	2.500	4.606	0.543	0.00044	0.465	oke
7+350	7+904	554	2.919	5.837	1	0.5	1.5	0.03	1.60	1.60	0.90	2.50	6.400	7.369	0.869	0.00025	0.480	oke
7+904	8+100	196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8+100	8+466	366	2.221	4.442	1	0.5	1.5	0.03	1.40	1.40	0.90	2.30	4.900	6.448	0.760	0.00032	0.497	oke
8+466	8+800	334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8+800	9+170	370	1.761	3.523	1	0.5	1.5	0.03	1.20	1.20	0.80	2.00	3.600	5.527	0.651	0.00039	0.495	oke
9+170	9+400	230	1.335	2.671	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00043	0.490	oke
9+400	9+596	196	0.943	1.886	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	2.025	4.145	0.489	0.00053	0.476	oke
9+596	9+950	354	0.711	1.423	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00053	0.464	oke
9+950	10+050	100	0.210	0.419	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00100	0.431	oke
10+050	10+200	150	0.201	0.402	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00100	0.431	oke
10+200	10+400	200	0.558	1.116	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00070	0.493	oke
10+400	10+754	354	0.479	0.957	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00083	0.491	oke
10+754	10+950	196	0.357	0.713	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00104	0.496	oke
10+950	11+150	200	0.699	1.399	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00053	0.464	oke
11+150	11+350	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+350	11+550	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+550	11+750	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+750	11+950	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+950	12+150	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12+150	12+350	200	1.486	2.972	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00044	0.494	oke
12+350	12+550	200	1.130	2.261	1	0.5	1.5	0.03	1.00	1.00	0.70	1.70	2.000	4.606	0.434	0.00090	0.499	oke
12+550	12+750	200	0.768	1.535	1	0.5	1.5	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.684	0.347	0.00170	0.487	oke
12+750	12+987	237	0.402	0.805	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00080	0.482	oke
12+987	13+550	563	0.647	1.294	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00050	0.451	oke
13+550	13+800	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13+800	14+350	550	0.740	1.481	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00060	0.494	oke
14+350	14+489	139	0.257	0.514	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00060	0.377	oke
14+489	14+689	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+689	14+889	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+889	15+289	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+289	15+539	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+539	15+739	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+739	15+939	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+939	16+139	200	0.730	1.460	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00060	0.494	oke
16+139	16+450	311	0.354	0.707	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00105	0.498	oke
16+450	16+750	300	0.247	0.494	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00134	0.499	oke
16+750	16+950	200	0.529	1.059	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00060	0.456	oke
16+950	17+150	200	0.855	1.710	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	4.145	0.391	0.00090	0.487	oke
17+150	17+450	300	1.289	2.578	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00040	0.473	oke
17+450	17+750	300	0.351	0.703	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00102	0.491	oke
17+750	18+150	400	0.595	1.191	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00066	0.479	oke
18+150	18+549	399	0.611	1.222	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00066	0.479	oke

Cacatan :

* tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. 10 Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Sisi Kiri

STA		Jarak	Saluran Sisi Kiri															
			Q (m ³ /dt)	A (m ²)	b/h	Vijin (m/dt)	m	Koef Manning (n)	h pakai (m)	b pakai (m)	Tinggi Jagaan (w) (m)	h sal (m)	A sal (m ²)	Psal (m)	Rsal (m)	Isal	Vlap (m/dt)	cek Vlap > Vijin
0+000	1+800	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+800	2+950	1150	0.859	1.719	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	2.025	4.145	0.489	0.00050	0.462	oke
2+950	3+150	200	0.214	0.429	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00100	0.431	oke
3+150	3+350	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3+350	3+700	350	0.452	0.904	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00080	0.482	oke
3+700	4+050	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4+050	4+250	200	2.398	4.796	1	0.5	1.5	0.03	1.40	1.40	0.90	2.30	4.900	6.448	0.760	0.00032	0.497	oke
4+250	5+364	1114	118.389	4.484	1	0.5	1.5	0.03	1.40	1.40	0.90	2.30	4.900	6.448	0.760	0.00030	0.481	oke
5+364	5+900	536	1.242	2.484	1	0.5	1.5	0.03	1.00	1.00	0.70	1.70	2.500	4.606	0.543	0.00051	0.498	oke
5+900	6+500	600	0.589	1.179	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00062	0.464	oke
6+500	6+891	391	0.965	1.930	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	2.025	4.145	0.489	0.00058	0.498	oke
6+891	7+350	459	1.486	2.971	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00044	0.497	oke
7+350	7+904	554	2.894	5.788	1	0.5	1.5	0.03	1.60	1.60	0.90	2.50	6.400	7.369	0.869	0.00023	0.460	oke
7+904	8+100	196	2.275	4.550	1	0.5	1.5	0.03	1.40	1.40	0.90	2.30	4.900	6.448	0.760	0.00030	0.481	oke
8+100	8+466	366	2.008	4.015	1	0.5	1.5	0.03	1.30	1.30	0.80	2.10	4.225	5.987	0.706	0.00034	0.487	oke
8+466	8+800	334	1.679	3.358	1	0.5	1.5	0.03	1.20	1.20	0.80	2.00	3.600	5.527	0.651	0.00038	0.488	oke
8+800	9+170	370	1.333	2.666	1	0.5	1.5	0.03	1.10	1.10	0.80	1.90	3.025	5.066	0.597	0.00035	0.442	oke
9+170	9+400	230	1.056	2.112	1	0.5	1.5	0.03	1.00	1.00	0.70	1.70	2.500	4.606	0.543	0.00038	0.432	oke
9+400	9+596	196	0.818	1.636	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	2.025	4.145	0.489	0.00040	0.414	oke
9+596	9+950	354	0.542	1.084	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00055	0.437	oke
9+950	10+050	100	0.180	0.359	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00070	0.360	oke
10+050	10+200	150	0.127	0.254	1	0.5	1	0.03	0.40	0.40	0.50	0.90	0.320	1.531	0.209	0.00140	0.439	oke
10+200	10+400	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+400	10+754	354	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+754	10+950	196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10+950	11+150	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+150	11+350	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+350	11+550	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+550	11+750	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+750	11+950	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11+950	12+150	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12+150	12+350	200	0.689	1.379	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00060	0.494	oke
12+350	12+550	200	0.492	0.984	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.60	1.40	1.280	3.063	0.418	0.00070	0.493	oke
12+550	12+750	200	0.315	0.630	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00106	0.500	oke
12+750	12+987	237	0.126	0.252	1	0.5	1	0.03	0.40	0.40	0.50	0.90	0.320	1.531	0.209	0.00120	0.407	oke
12+987	13+550	563	0.454	0.908	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00080	0.482	oke
13+550	13+800	250	0.742	1.485	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00060	0.494	oke
13+800	14+350	550	0.520	1.040	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.70	1.50	1.280	3.063	0.418	0.00050	0.417	oke
14+350	14+489	139	0.174	0.348	1	0.5	1	0.03	0.50	0.50	0.50	1.00	0.500	1.914	0.261	0.00080	0.385	oke
14+489	14+689	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+689	14+889	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14+889	15+289	400	0.261	0.522	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00070	0.407	oke
15+289	15+539	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+539	15+739	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+739	15+939	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15+939	16+139	200	0.510	1.020	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.60	1.40	1.280	3.063	0.418	0.00050	0.417	oke
16+139	16+450	311	0.298	0.596	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00089	0.459	oke
16+450	16+750	300	0.303	0.605	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00089	0.459	oke
16+750	16+950	200	0.500	1.000	1	0.5	1	0.03	0.80	0.80	0.60	1.40	1.280	3.063	0.418	0.00050	0.417	oke
16+950	17+150	200	0.701	1.402	1	0.5	1	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	1.620	3.446	0.470	0.00050	0.451	oke
17+150	17+450	300	0.999	1.998	1	0.5	1.5	0.03	0.90	0.90	0.70	1.60	2.025	4.145	0.489	0.00058	0.498	oke
17+450	17+750	300	0.289	0.577	1	0.5	1	0.03	0.60	0.60	0.60	1.20	0.720	2.297	0.313	0.00070	0.407	oke
17+750	18+150	400	0.473	0.945	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00084	0.494	oke
18+150	18+549	399	0.365	0.730	1	0.5	1	0.03	0.70	0.70	0.60	1.30	0.980	2.680	0.366	0.00050	0.381	oke

Cacatan :
 * tanda (-) menunjukkan bahwa tidak ada saluran di lereng kiri dan berupa jurang

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB VIII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

8.1 Umum

Rencana anggaran biaya ini diperlukan untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan baru dari Desa munjungan ke Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek. Perhitungan Anggaran biaya ini berdasarkan volume dari pekerjaan berikut:

- a. Pekerjaan Tanah
 - ✓ Pembersihan Lahan
 - ✓ Galian Tanah
 - ✓ Timbunan Tanah
- b. Pekerjaan Perkerasan
 - ✓ Penghamparan Laston
 - ✓ Lapis Perekat (Take Coat)
 - ✓ Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)
 - ✓ Lapis Aus AC-WC (Gradasi halus/kasar)
 - ✓ Lapis Pondasi Atas Dengan Agregat Kelas A
 - ✓ Lapis Pondasi Bawah Dengan Sirtu Kelas A
- c. Pekerjaan Minor
 - ✓ Marka Menerus (Solid)
 - ✓ Marka Putus-Putus
 - ✓ Patok Kilometer
 - ✓ Patok Hektometer

8.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

8.2.1 Pekerjaan Tanah

Volume pekerjaan tanah terdiri dari pekerjaan galian dan timbunan. Perhitungan ini di ambil dengan jarak interval 500 m serta perhitungan luasannya dengan bantuan *software autocad*.

- a. Pekerjaan Pembersihan Lahan
 - ✓ Lebar jalan $= 3.5 \times 2 = 7 \text{ m}$
 - ✓ Bahu Jalan $= 1 \times 2 = 2 \text{ m}$

- ✓ Lebar sal. Sisi kanan = $4\text{m} \times 1 = 4\text{ m}$
- ✓ Lebar sal. Sisi kiri = $3.6\text{ m} \times 1 = 3.6\text{ m}$
- ✓ Lebar Total = $16.6 \times 1150\text{ m} = 13915\text{ m}^2$

Untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada tabel 8.1 dan 8.2. Maka volume keseluruhan untuk pekerjaan pembersihan lahan sebesar **172394.83 m²**.

Tabel 8. 1 Hasil Perhitungan Pembersihan Lahan

Dengan:

Lebar jalan = 3.5 m

Bahu Jalan = 1 m

STA		Jarak	Saluran Sisi Kanan				Saluran Sisi Kiri				Luas (m ²)
			b (m)	h (m)	z (m)	Lebar Saluran (m)	b (m)	h (m)	z (m)	Lebar Saluran (m)	
0+000	1+800	1800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8100.00
1+800	2+950	1150	1.00	1.00	1.5	4	0.9	0.9	1.5	3.6	13915.00
2+950	3+150	200	0.60	0.60	1	1.8	0.5	0.5	1	1.5	1560.00
3+150	3+350	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
3+350	3+700	350	0.80	0.80	1	2.4	0.7	0.7	1	2.1	3150.00
3+700	4+050	350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1575.00
4+050	4+250	200	1.50	1.50	1.5	6	1.4	1.4	1.5	5.6	3220.00
4+250	5+364	1114	1.40	1.40	1.5	5.6	1.4	1.4	1.5	5.6	17491.18
5+364	5+900	536	1.10	1.10	1.5	4.4	1	1	1.5	4	6913.26
5+900	6+500	600	0.90	0.90	1	2.7	0.8	0.8	1	2.4	5760.00
6+500	6+891	391	0.80	0.80	1	2.4	0.9	0.9	1.5	3.6	4100.46
6+891	7+350	459	1.00	1.00	1.5	4	1.1	1.1	1.5	4.4	5927.29
7+350	7+904	554	1.60	1.60	1.5	6.4	1.6	1.6	1.5	6.4	9583.40
7+904	8+100	196	0.00	0.00	0.00	0.00	1.4	1.4	1.5	5.6	1980.06
8+100	8+466	366	1.40	1.40	1.5	5.6	1.3	1.3	1.5	5.2	5599.19
8+466	8+800	334	0.00	0.00	0.00	0.00	1.2	1.2	1.5	4.8	3106.57
8+800	9+170	370	1.20	1.20	1.5	4.8	1.1	1.1	1.5	4.4	5071.49
9+170	9+400	230	1.10	1.10	1.5	4.4	1	1	1.5	4	2964.65
9+400	9+596	196	0.90	0.90	1.5	3.6	0.9	0.9	1.5	3.6	2293.74
9+596	9+950	354	0.90	0.90	1	2.7	0.8	0.8	1	2.4	3397.96
9+950	10+050	100	0.50	0.50	1	1.5	0.5	0.5	1	1.5	750.00
10+050	10+200	150	0.50	0.50	1	1.5	0.4	0.4	1	1.2	1080.00
10+200	10+400	200	0.80	0.80	1	2.4	0.00	0.00	0.00	0.00	1380.00
10+400	10+754	354	0.70	0.70	1	2.1	0.00	0.00	0.00	0.00	2336.10

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8. 2 Hasil Perhitungan Pembersihan Lahan (Lanjutan)

Dengan:

Lebar jalan = 3.5 m

Bahu Jalan = 1 m

STA		Jarak	Saluran Sisi Kanan				Saluran Sisi Kiri				Luas (m ²)
			b (m)	h (m)	z (m)	Lebar Saluran (m)	b (m)	h (m)	z (m)	Lebar Saluran (m)	
10+754	10+950	196	0.60	0.60	1	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00	1235.09
10+950	11+150	200	0.90	0.90	1	2.7	0.00	0.00	0.00	0.00	1440.00
11+150	11+350	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
11+350	11+550	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
11+550	11+750	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
11+750	11+950	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
11+950	12+150	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
12+150	12+350	200	1.10	1.10	1.5	4.4	0.9	0.9	1	2.7	2320.00
12+350	12+550	200	1.00	1.00	1.5	4	0.8	0.8	1	2.4	2180.00
12+550	12+750	200	0.80	0.80	1.5	3.2	0.6	0.6	1	1.8	1900.00
12+750	12+987	237	0.70	0.70	1	2.1	0.4	0.4	1	1.2	1846.00
12+987	13+550	563	0.90	0.90	1	2.7	0.7	0.7	1	2.1	5237.10
13+550	13+800	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.9	0.9	1	2.7	1800.00
13+800	14+350	550	0.90	0.90	1	2.7	0.8	0.8	1	2.4	5281.96
14+350	14+489	139	0.60	0.60	1	1.8	0.5	0.5	1	1.5	1083.87
14+489	14+689	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
14+689	14+889	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
14+889	15+289	400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.6	1	1.8	2520.00
15+289	15+539	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1125.00
15+539	15+739	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
15+739	15+939	200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	900.00
15+939	16+139	200	0.90	0.90	1	2.7	0.8	0.8	1	2.4	1920.00
16+139	16+450	311	0.60	0.60	1	1.8	0.6	0.6	1	1.8	2519.44
16+450	16+750	300	0.50	0.50	1	1.5	0.6	0.6	1	1.8	2340.00
16+750	16+950	200	0.80	0.80	1	2.4	0.8	0.8	1	2.4	1860.00
16+950	17+150	200	0.90	0.90	1.5	3.6	0.9	0.9	1	2.7	2160.00
17+150	17+450	300	1.10	1.10	1.5	4.4	0.9	0.9	1.5	3.6	3750.00
17+450	17+750	300	0.60	0.60	1	1.8	0.6	0.6	1	1.8	2430.00
17+750	18+150	400	0.80	0.80	1	2.4	0.7	0.7	1	2.1	3600.00
18+150	18+549	399	0.80	0.80	1	2.4	0.7	0.7	1	2.1	3591.00
TOTAL											172394.83

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Pekerjaan Galian dan Timbunan

Pekerjaan volume untuk galian dan timbunan ini menggunakan software autocad. Berikut contoh perhitungan luasan galian dan timbunan:

- Volume Galian (STA 2+500-3+000)

✓ STA 2+500 = 1452.69 m²

✓ STA 3+000 = 338.03 m²

✓
$$\text{Vol}_{\text{galian}} = \frac{(A1 + A2)}{2} \times \text{Jarak STA}$$

$$= \frac{(1452.69 + 338.03)}{2} \times 500 \text{ m} = 447680.00 \text{ m}^3$$

- Volume Timbunan (STA 0+000-0+500)

✓ STA 0+000 = 27.07 m²

✓ STA 0+500 = 243.25 m²

✓
$$\text{Vol}_{\text{galian}} = \frac{(A1 + A2)}{2} \times \text{Jarak STA}$$

$$= \frac{(27.07 + 243.25)}{2} \times 500 \text{ m} = 67580.53 \text{ m}^3$$

Untuk perhitungan pada segmen lainnya dapat dilihat pada tabel 8.3.

Tabel 8. 3 Hasil Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

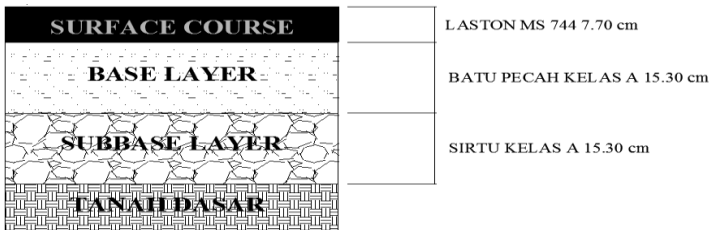
STA	Jarak	LUAS (m ²)						VOLUME (m ³)		
		Galian Awal	Galian Akhir	Galian Rata-Rata	Timbunan Awal	Timbunan Akhir	Timbunan Rata-Rata	Galian	Timbunan	
0+000	0+500	500	0.00	0.00	0.00	27.07	243.25	135.16	0.00	67580.53
0+500	1+000	500	0.00	0.00	0.00	243.25	4.05	123.65	0.00	61825.75
1+000	1+500	500	0.00	0.00	0.00	4.05	90.06	47.05	0.00	23526.25
1+500	2+000	500	0.00	0.00	0.00	90.06	541.59	315.82	0.00	157911.25
2+000	2+500	500	0.00	1452.69	726.35	541.59	0.00	270.80	363172.50	135397.50
2+500	3+000	500	1452.69	338.03	895.36	0.00	0.00	0.00	447680.00	0.00
3+000	3+500	500	338.03	0.00	169.02	0.00	66.73	33.37	84507.50	16682.50
3+500	4+000	500	0.00	0.00	0.00	66.73	49.48	58.11	0.00	29052.50
4+000	4+500	500	0.00	753.77	376.89	49.48	0.00	24.74	188443.25	12370.00
4+500	5+000	500	753.77	395.38	574.58	0.00	0.00	0.00	287288.75	0.00
5+000	5+500	500	395.38	0.00	197.69	0.00	49.84	24.92	98845.50	12458.80
5+500	6+000	500	0.00	0.00	0.00	49.84	0.00	24.92	0.00	12458.80
6+000	6+500	500	0.00	360.05	180.03	0.00	0.00	0.00	90012.50	0.00
6+500	7+000	500	360.05	1060.53	710.29	0.00	0.00	0.00	355145.00	0.00
7+000	7+500	500	1060.53	0.00	530.27	0.00	1055.89	527.95	265132.50	263972.50
7+500	8+000	500	0.00	0.00	0.00	1055.89	1303.86	1179.88	0.00	589937.50
8+000	8+500	500	0.00	0.00	0.00	1303.86	42.06	672.96	0.00	336480.00
8+500	9+000	500	0.00	260.00	130.00	42.06	0.00	21.03	65000.00	10515.00
9+000	9+500	500	260.00	719.73	489.87	0.00	0.00	0.00	244932.50	0.00
9+500	10+000	500	719.73	756.59	738.16	0.00	0.00	0.00	369080.00	0.00
10+000	10+500	500	756.59	8.26	382.42	0.00	8.62	4.31	191211.25	2155.75
10+500	11+000	500	8.26	918.95	463.60	8.62	0.00	4.31	231801.25	2155.75
11+000	11+500	500	918.95	0.00	459.48	0.00	62.04	31.02	229737.50	15510.00
11+500	12+000	500	0.00	0.00	0.00	62.04	0.00	31.02	0.00	15510.00
12+000	12+500	500	0.00	508.92	254.46	0.00	0.00	0.00	127230.00	0.00
12+500	13+000	500	508.92	382.15	445.54	0.00	0.00	0.00	222767.50	0.00
13+000	13+500	500	382.15	0.00	191.08	0.00	0.00	0.00	95537.50	0.00
13+500	14+000	500	0.00	14.58	7.29	0.00	22.52	11.26	3645.00	5630.00
14+000	14+500	500	14.58	74.45	44.52	22.52	6.90	14.71	22257.50	7355.00
14+500	15+000	500	74.45	0.00	37.23	6.90	61.50	34.20	18612.50	17100.00
15+000	15+500	500	0.00	0.00	0.00	61.50	0.00	30.75	0.00	15375.00
15+500	16+000	500	0.00	127.96	63.98	0.00	0.00	0.00	31990.00	0.00
16+000	16+500	500	127.96	453.57	290.77	0.00	0.00	0.00	145382.50	0.00
16+500	17+000	500	453.57	93.56	273.57	0.00	0.00	0.00	136782.50	0.00
17+000	17+500	500	93.56	725.80	409.68	0.00	0.00	0.00	204840.00	0.00
17+500	18+000	500	725.80	424.29	575.05	0.00	0.00	0.00	287522.50	0.00
18+000	18+500	500	424.29	886.86	655.58	0.00	0.00	0.00	327787.50	0.00
18+500	18+549	49	886.86	376.58	631.72	0.00	0.00	0.00	30954.28	0.00
TOTAL JUMLAH VOLUME GALIAN (m³)								5167299.28		
TOTAL JUMLAH VOLUME TIMBUNAN (m³)									1810960.38	

Sumber: Hasil Perhitungan dan Software Autocad

8.2.2 Volume Pekerjaan Perkerasan

Volume pada perkerasan ini dihitung berdasarkan tebal masing-masing lapis perkerasan yang terdiri dari:

- Lapis Permukaan : Laston M744
- Lapis Pondasi Atas : Agregat Kelas A (Batu Pecah)
 - Lapis Pondasi Bawah : Sirtu Kelas A
 - Lapis Tambahan : - Tack Coat (3mm)
- Prime Coat (3mm)



Gambar 8. 1 Susunan Lapis Perkerasan

Sumber: Hasil Perhitungan

➤ Lapis Permukaan (Laston MS 744/AC-WC)

Diketahui:

- ✓ Lebar Perkerasan = 3.5 m per arah
- ✓ Tebal Lapisan = 7.70 cm = 0.0770 m
- ✓ Volume Material = $18549.04\text{m} \times 3.5\text{m} \times 0.077\text{m} \times 2$
= 9997.91 m^3

Jadi volume total pekerjaan lapis permukaan adalah 9997.91 m^3 . Dengan laston yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal} &= \text{Volume} \times \text{Berat Jenis Aspal} \\ &= 9997.91 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ Ton/m}^3 \\ &= \mathbf{21995.40\text{Ton}} \end{aligned}$$

➤ Lapis Pondasi Atas (Batu Pecah Kelas A)

Diketahui:

- ✓ Lebar Perkerasan = 3.5 m per arah
- ✓ Tebal Lapisan = 15.30 cm = 0.1530 m

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Volume Material} &= 18549.04\text{m} \times 3.5\text{m} \times 0.1530\text{m} \times 2 \\ &= 19865.98 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi volume total pekerjaan lapis permukaan adalah **19865.98 m³**.

➤ **Lapis Pondasi Bawah (Sirtu Kelas A)**

Diketahui:

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Lebar Perkerasan} &= 3.5 \text{ m per arah} \\ \checkmark \text{ Tebal Lapisan} &= 15.30 \text{ cm} = 0.1530 \text{ m} \\ \checkmark \text{ Volume Material} &= 18549.04\text{m} \times 3.5\text{m} \times 0.1534\text{m} \times 2 \\ &= 19865.98 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi volume total pekerjaan lapis permukaan adalah **19865.98 m³**.

➤ **Lapis Resap Perekat (*Prime Coat*)**

Menurut Peraturan Bina Marga, kebutuhan pemakaian lapis resap perekat yaitu 0.4-1.3 liter per meter untuk lapis pondasi agregat kelas A, dan untuk perencanaan ini digunakan 1.3 liter/m². Berikut perhitungannya:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Lebar Perkerasan} &= 3.5 \text{ m per arah} \\ \checkmark \text{ Panjang Jalan} &= 118549.04 \text{ m} \\ \checkmark \text{ Volume Material} &= 18549.04 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 1.3 \text{ ltr/m}^2 \times 2 \\ &= 168795.9 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume total pekerjaan lapis permukaan adalah **168795.9 liter**.

➤ **Lapis Perekat (*Tack Coat*)**

Menurut Peraturan Bina Marga, kebutuhan pemakaian lapis perekat yaitu 0.4 liter per meter. Berikut perhitungannya:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Lebar Perkerasan} &= 3.5 \text{ m per arah} \\ \checkmark \text{ Panjang Jalan} &= 118549.04 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Volume Material} &= 18549.04 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 0.4 \text{ ltr/m}^2 \times 2 \\ &= 51937.2 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume total pekerjaan lapis permukaan adalah **51937.2 liter.**

8.2.3 Volume Pekerjaan Minor

➤ Volume Marka Jalan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan pada pasal 18 disebutkan bahwa untuk marka putus-putus memiliki panjang marka 3m dengan jarak antar marka 5m pada kecepatan < 60 km/jam. Sedangkan untuk kecepatan > 60 km/jam memiliki panjang marka 5m dan jarak antar marka 8m. Untuk marka dengan garis lurus maupun garis putus-putus lebar minimum marka paling sedikit 10 cm.

✓ Marka Lurus Pada Tepi Jalan

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{marka tepi}} &= \text{Panjang Jalan} \times 0.12 \text{ m} \\ &= 18549.04 \text{ m} \times 0.12 \text{ m} \\ &= 2225.88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

✓ Marka Lurus Pada Tiap Tikungan

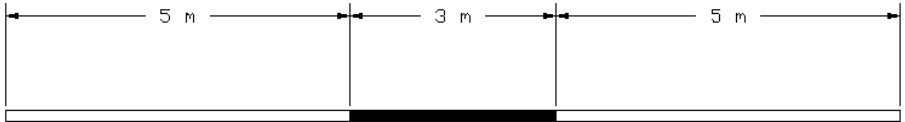
$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{marka Tikungan}} &= \text{Panjang Jalan} \times 0.15 \text{ m} \\ &= 6249 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \\ &= 9937.35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka total Volume Marka Lurus} \\ &= 2225.88 \text{ m}^2 + 9937.35 \text{ m}^2 = \mathbf{12163.23 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

- ✓ Marka Putus-Putus (kec. < 60 km/jam)

Pada perhitungan ini diasumsikan 200 garis marka per 1000 m. maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{marka putus-putus}} &= (11200\text{m}/1000\text{m}) \times 200 \times 0.15\text{m} \\ &= 336 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 8. 2 Tipikal Marka Dengan Kecepatan < 60 Km/Jam

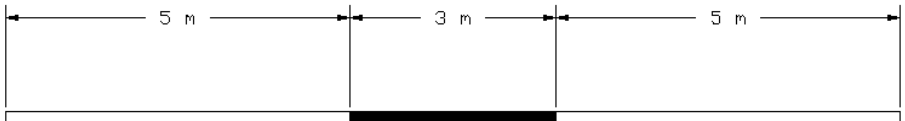
Sumber: PM 34 TH 2014

- ✓ Marka Putus-Putus (kec. > 60 km/jam)

Pada perhitungan ini diasumsikan 88 garis marka per 1000 m. maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{marka putus-putus}} &= (1100\text{m}/1000\text{m}) \times 88 \times 0.15\text{m} \\ &= 14.52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka total Volume Marka Putus-Putus} \\ &= 336 \text{ m}^2 + 14.52 \text{ m}^2 = \mathbf{350.52 \text{ m}^2} \end{aligned}$$



Gambar 8. 3 Tipikal Marka Dengan Kecepatan > 60 Km/Jam

Sumber: PM 34 TH 2014

➤ Patok Kilometer

Pemasangan patok kilometer ini diberi jarak setiap 1 km pada ruas jalan. Dengan demikian diperlukan patok sebanyak **18 buah**.

➤ **Patok Hektometer**

Pemasangan patok hektometer ini diberi jarak setiap 100 m pada ruas jalan. Dengan demikian diperlukan patok sebanyak **185 buah**.

➤ **Rambu Lalu Lintas**

Berdasarkan peraturan PM 13 tahun 2014 bahwa Pemasangan rambu lalu lintas ditempatkan pada daerah yang rawan akan kecelakaan. Dengan demikian dibutuhkan rambu sebanyak **82 buah** rambu jalan tunggal dan **32 buah** rambu jalan ganda.

8.2.4 Harga Satuan Upah

Harga satuan yang digunakan pada perhitungan rencana anggaran biaya ini menggunakan harga satuan upah wilayah kab. Trenggalek tahun 2016. Sedangkan untuk harga material dan alat menggunakan HSPK Zona 1 2016.harga satuan tersebut dapat dilihat pada tabel 8.4-8.6.

Tabel 8. 4 Harga Upah

No.	Uraian	Satuan	Upah/Hari		Upah/Jam
			(Rp)		
1	Mandor	O.H	Rp	59,200.00	Rp 7,400.00
2	Operator Terampil	O.H	Rp	64,600.00	Rp 8,075.00
3	Operator Kurang Terampil	O.H	Rp	53,800.00	Rp 6,725.00
4	Pembantu Operator	O.H	Rp	45,700.00	Rp 5,712.50
5	Supir	O.H	Rp	64,600.00	Rp 8,075.00
6	Pembantu Supir	O.H	Rp	43,100.00	Rp 5,387.50
7	Pekerja (Buruh Trampil)	O.H	Rp	48,800.00	Rp 6,100.00
8	Pekerja (Buruh Tidak Trampil)	O.H	Rp	43,100.00	Rp 5,387.50
9	Kepala Tukang Batu	O.H	Rp	59,200.00	Rp 7,400.00
10	Tukang Batu	O.H	Rp	53,800.00	Rp 6,725.00
11	Tukang Cat	O.H	Rp	53,800.00	Rp 6,725.00

Sumber: SHSBJ,2016

Tabel 8. 5 Harga Material

No.	Uraian	Satuan	Harga (Rp)
1	Agr 0-5	m3	Rp 244,050
2	Agregat 20-30	m3	Rp 252,950
3	Agregat 5-10 & 10-20	m3	Rp 244,050
4	Agregat A	m3	Rp 274,380
5	Aspal Curah (AC 60/70)	kg	Rp 13,800
6	Aspal Pengikat (Take coat)	ltr	Rp 15,600
7	Aspal Resap Pengikat (Prime Coat)	kg	Rp 16,800
8	Batu Pecah Mesin 0,5/1 cm	m3	Rp 287,450
9	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	m3	Rp 258,700
10	Batu Pecah Mesin 2/3 cm	m3	Rp 252,950
11	Campuran Laston	ton	Rp 1,548,729
12	Kerikil Pecah Tersaring	m3	Rp 354,212
13	Kerosene	ltr	Rp 9,000
14	Minyak Bakar	ltr	Rp 9,000
15	Pasir (Sirtu)	m3	Rp 217,300
16	Pasir Beton	m3	Rp 275,000

Sumber: Harga Satuan Pokok Kegiatan Zona 1 Tahun 2016

Tabel 8. 6 Harga Sewa Alat

No.	BAHAN	HARGA TENAGA	KAP.	SATUAN	HARGA	BIAYA
					ALAT	SEWA
						ALAT/JAM
						(di luar PPN)
1	ASPHALT MIXING PLANT	294	60	T/Jam	Rp 5,821,650	Rp 5,821,650
2	ASPHALT FINISHER	72.4	10	Ton	Rp 341,850	Rp 341,250
3	ASPHALT SPRAYER	4	850	Liter	Rp 2,000,000	Rp 53,850
4	BULLDOZER 100-150 HP	155	-	-	Rp 483,600	Rp 483,600
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	60	5000	CPM/(L/m)	Rp 100	Rp 164,350
6	DUMP TRUCK 3.5 TON	100	3.5	Ton	Rp 100	Rp 280,000
7	DUMP TRUCK 10 TON	190	10	Ton	Rp 100	Rp 340,000
8	EXCAVATOR 80-140 HP	133	0.93	M3	Rp 100	Rp 362,250
9	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	190	10	ton	Rp 100	Rp 231,450
10	GENERATOR SET	180	135	KVA	Rp 100	Rp 615,250
11	MOTOR GRADER >100 HP	135	10800	-	Rp 100	Rp 441,850
12	TRACK LOADER 75-100 HP	70	0.8	M3	Rp 100	Rp 427,455
13	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	96	1.5	M3	Rp 100	Rp 442,350
14	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	55	8	Ton	Rp 100	Rp 151,650
15	TANDEM ROLLER 6-8 T.	82	8.1	Ton	Rp 100	Rp 378,650
16	TIRE ROLLER 8-10 T.	100.5	9	Ton	Rp 100	Rp 499,905
17	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	82	7.05	Ton	Rp 100	Rp 304,750
18	STONE CRUSHER	220	50	T/Jam	Rp 100	Rp 697,400
19	WATER PUMP 70-100 mm	6	-	-	Rp 100	Rp 32,900
20	WATER TANKER 3000-4500 L.	100	4000	Liter	Rp 100	Rp 345,800
21	PEDESTRIAN ROLLER	8.8	835	Ton	Rp 100	Rp 80,550
22	ASPHALT LIQUID MIXER	5	1000	Liter	Rp 100	Rp 114,950
23	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	115	3.5	M	Rp 100	Rp 379,400
24	ASPHALT DISTRIBUTOR	115	4000	Liter	Rp 100	Rp 55,000
25	ASPHALT LIQUID MIXER	40	20000	Liter	Rp 100	Rp 114,950

Sumber: Harga Satuan Pokok Kegiatan Zona 1 Tahun 2016

2.8.5 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)

Berikut merupakan analisa HSPK yang nantinya digunakan sebagai dasar perhitungan Rencana Anggaran Biaya untuk proyek jalan baru ini yang terdapat pada tabel 8.7.

Tabel 8. 7 Hasil Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan

Pekerjaan Pembersihan Lahan (m ³)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.050	O.H	Rp 59,200	Rp	2,960
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.100	O.H	Rp 48,800	Rp	4,880
B	BAHAN					
C	PERALATAN					
1	Bulldozer 100-150 HP	0.05	Jam	Rp 483,600	Rp	24,180
2	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	0.003	Jam	Rp 442,350	Rp	1,327
3	Dump Truck 3.5 Ton	0.0118	Jam	Rp 280,000	Rp	3,304
4	Alat Bantu	1.00	Ls	Rp 12,705	Rp	12,705
				Total HSPK	Rp	49,356

Pekerjaan Galian Tanah (m ³)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.0459	O.H	Rp 59,200	Rp	2,717
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.0918	O.H	Rp 48,800	Rp	4,480
B	BAHAN					
C	PERALATAN					
1	Excavator 80-140 HP	0.0459	Jam	Rp 362,250	Rp	16,627
3	Dump Truck 3.5 Ton	0.311	Jam	Rp 280,000	Rp	86,948
				Total HSPK	Rp	110,773

Pekerjaan Timbunan Tanah (m ³)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.033	O.H	Rp 59,200	Rp	1,954
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.33	O.H	Rp 48,800	Rp	16,104
B	BAHAN					
C	PERALATAN					
1	Bulldozer 100-150 HP	0.0146	Jam	Rp 483,600	Rp	7,061
2	Vibrator Roller 5-8 T.	0.014	Jam	Rp 304,750	Rp	4,267
3	Dump Truck 3.5 Ton	0.5143	Jam	Rp 280,000	Rp	144,008
4	Motor Grader > 100 HP	0.0037	Jam	Rp 441,850	Rp	1,652
5	Water Tanker 3000-4500 L.	0.0194	Jam	Rp 345,800	Rp	6,709
5	Alat Bantu	1.00	Ls	Rp 12,705	Rp	12,705
				Total HSPK	Rp	194,459

Sirtu Kelas A (m ³)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.0567	O.H	Rp 59,200	Rp	3,356
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.3969	O.H	Rp 48,800	Rp	19,368
B	BAHAN					
1	Sirtu Kelas A	1.235	m ³	Rp 217,300	Rp	268,286
C	PERALATAN					
1	Wheel Loader 1.0 - 1.6 m ³	0.0071	Jam	Rp 442,350	Rp	3,135
2	Dump Truck 3.5 Ton	0.9125	Jam	Rp 280,000	Rp	255,505
3	Motor Grader > 100 HP	0.0043	Jam	Rp 441,850	Rp	1,882
4	Tandem Roller 6-8 T	0.0134	Jam	Rp 378,650	Rp	5,069
5	Water Tanker 3000-4500 L.	0.0141	Jam	Rp 345,800	Rp	4,861
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	Rp -	Rp	-
				Total HSPK	Rp	561,463

Agregat Kelas A (m ³)					
No.	Komponen	Koe fisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	TENAGA				
1	Mandor	0.0567	O.H	Rp 59,200	Rp 3,356
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.397	O.H	Rp 48,800	Rp 19,368
B	BAHAN				
1	Agregat Base Kelas A	1.259	m ³	Rp 274,380	Rp 345,337
C	PERALATAN				
1	Wheel Loader 1.0 - 1.6 m3	0.0071	Jam	Rp 442,350	Rp 3,135
2	Dump Truck 3.5 Ton	2.4563	Jam	Rp 280,000	Rp 687,757
3	Motor Grader > 100 HP	0.0094	Jam	Rp 441,850	Rp 4,140
4	Tandem Roller 6-8 T	0.0107	Jam	Rp 378,650	Rp 4,055
5	Water Tanker 3000-4500 L	0.0141	Jam	Rp 345,800	Rp 4,861
6	Alat Bantu	1.0000	Ls	Rp -	Rp -
				Total HSPK	Rp 1,072,009

Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (Liter)					
No.	Komponen	Koe fisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	TENAGA				
1	Mandor	0.00333	O.H	Rp 59,200	Rp 197
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.01667	O.H	Rp 48,800	Rp 813
B	BAHAN				
1	Aspal Curah	0.6790	Kg	Rp 12,500	Rp 8,487
2	Kerosene	0.3708	liter	Rp 9,000	Rp 3,337
C	PERALATAN				
1	Asphalt Distributor	0.000208	Jam	Rp 55,000	Rp 11
2	Compressor 4000-6500 L/M	0.000208	Jam	Rp 164,350	Rp 34
				Total HSPK	Rp 12,881

Pekerjaan Lapis Aus AC-WC (Gradasi Halus/Kasar) (Ton)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.16064	O.H	Rp 59,200	Rp	9,510
2	Pekerja (Buruh Trampil)	1.60643	O.H	Rp 48,800	Rp	78,394
B	BAHAN					
1	Agr 5-10 & 10-20	0.3242	m3	Rp 244,050	Rp	79,129
2	Agr 0-5	0.3221	m3	Rp 268,450	Rp	86,473
3	Aspal Curah	63.2400	Kg	Rp 12,500	Rp	790,500
C	PERALATAN					
1	Wheel Loader 1.0-1.6 m3	0.009571	Jam	Rp 442,350	Rp	4,234
2	Asphalt Mixing Plant	0.020080	Jam	Rp 5,821,650	Rp	116,901
3	Generator set	0.020080	Jam	Rp 615,250	Rp	12,354
4	Dump Truck 3.5 ton	1.372874	Jam	Rp 280,000	Rp	384,405
5	Asp. Finisher	0.013739	Jam	Rp 341,250	Rp	4,688
6	Tandem Roller 6-8 T	0.013524	Jam	Rp 378,650	Rp	5,121
7	P. Tyre Roller 8-10 T	0.005802	Jam	Rp 499,905	Rp	2,901
8	Alat Bantu	1.000000	Ls	Rp 5,000	Rp	5,000
				Total HSPK	Rp	1,579,609

Pekerjaan Marka Jalan (m2)						
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan	
A	TENAGA					
1	Mandor	0.02200	O.H	Rp 59,200	Rp	1,302
2	Tukang Cat	0.04400	O.H	Rp 53,800	Rp	2,367
3	Pekerja / Buruh Tak Terampil	0.089	O.H	Rp 43,100	Rp	3,836
B	BAHAN					
1	Thermo Plastic	3.7500	m3	Rp 37,400	Rp	140,250
2	LPG	0.0440	Kg	Rp 13,000	Rp	572
3	Glass Bit	0.5	Kg	Rp 15,850	Rp	7,925
C	PERALATAN					
1	Flat Bed Truck	0.044000	Jam	Rp 231,450	Rp	10,184
2	Sewa Alat Bantu	0.044000	Unit	Rp 91,850	Rp	4,041
				Total HSPK	Rp	170,478

Pekerjaan Patok Pengarah (Buah)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	TENAGA				
1	Mandor	0.01720	O.H	Rp 59,200	Rp 1,018
2	Tukang Batu	0.06870	O.H	Rp 53,800	Rp 3,696
3	Pekerja (Buruh Trampil)	0.138	O.H	Rp 48,800	Rp 6,734
B	BAHAN				
1	Beton K-175	0.0338	m3	Rp 1,067,511	Rp 36,082
2	Baja Tulangan	4.2188	Kg	Rp 13,000	Rp 54,844
3	Cat Avian	0.5	Kg	Rp 55,200	Rp 27,600
C	PERALATAN				
1	Dumptruck 3.5 Ton	0.120700	Jam	Rp 280,000	Rp 33,796
2	Alat bantu	0.000500	Unit	Rp 91,850	Rp 46
				Total HSPK	Rp 163,817

Pekerjaan Patok Kilometer (Buah)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	TENAGA				
1	Mandor	0.01720	O.H	Rp 59,200	Rp 1,018
2	Tukang Batu	0.06870	O.H	Rp 53,800	Rp 3,696
3	Pekerja (Buruh Trampil)	0.138	O.H	Rp 48,800	Rp 6,734
B	BAHAN				
1	Beton K-175	0.0338	m3	Rp 1,067,511	Rp 36,082
2	Baja Tulangan	4.2188	Kg	Rp 13,000	Rp 54,844
3	Cat Avian	0.5	Kg	Rp 55,200	Rp 27,600
C	PERALATAN				
1	Dumptruck 3.5 Ton	0.120700	Jam	Rp 280,000	Rp 33,796
2	Alat bantu	0.000500	Unit	Rp 91,850	Rp 46
				Total HSPK	Rp 163,817

Pekerjaan Patok Hektometer (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A	TENAGA				
1	Mandor	0.01720	O.H	Rp 59,200	Rp 1,018
2	Tukang Batu	0.06870	O.H	Rp 53,800	Rp 3,696
3	Pekerja (Buruh Trampil)	0.138	O.H	Rp 48,800	Rp 6,734
B	BAHAN				
1	Beton K-175	0.0338	m3	Rp 1,067,511	Rp 36,082
2	Baja Tulangan	4.2188	Kg	Rp 13,000	Rp 54,844
3	Cat Avian	0.5	Kg	Rp 55,200	Rp 27,600
C	PERALATAN				
1	Dumptruck 3.5 Ton	0.120700	Jam	Rp 280,000	Rp 33,796
2	Alat bantu	0.000500	Unit	Rp 91,850	Rp 46
				Total HSPK	Rp 163,817

Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal dengan Permukaan Pemantul Engineering Grade (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A TENAGA					
1	Mandor	0.04976	O.H	Rp 59,200	Rp 2,946
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.14929	O.H	Rp 53,800	Rp 8,032
3	Pekerja Biasa	0.248809524	O.H	Rp 43,100	Rp 10,724
B BAHAN					
1	Pelat Rambu	1.0000	BH	Rp 176,000	Rp 176,000
2	Pipa Galvanis Dia. 1,6"	1.0000	Batang	Rp 73,640	Rp 73,640
3	Beton K-175	0.0160	m ³	Rp 954,039	Rp 15,265
4	Cat, dan bahan lainnya	1.0000	Ls	Rp -	Rp -
C PERALATAN					
1	Dumptruck 3.5 Ton	0.348333	Jam	Rp 280,000	Rp 97,533
2	Alat bantu	1.000000	Unit	Rp -	Rp -
				Total HSPK	Rp 384,139

Pekerjaan Rambu Jalan Ganda dengan Permukaan Pemantul Engineering Grade (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga Satuan
A TENAGA					
1	Mandor	0.04976	O.H	Rp 53,800	Rp 2,677
2	Pekerja (Buruh Trampil)	0.14929	O.H	Rp 43,100	Rp 6,434
3	Pekerja Biasa	0.2986	O.H	Rp 43,100	Rp 12,868
B BAHAN					
1	Pelat Rambu	2.0000	BH	Rp 176,000	Rp 352,000
2	Pipa Galvanis Dia. 1,6"	1.0000	Batang	Rp 73,640	Rp 73,640
3	Beton K-175	0.0160	M3	Rp 954,039	Rp 15,265
4	Cat, dan bahan lainnya	1.0000	Ls	Rp -	Rp -
C PERALATAN					
1	Dumptruck 3.5 Ton	0.348333	Jam	Rp 280,000	Rp 97,533
2	Alat bantu	1.000000	Unit	Rp -	Rp -
				Total HSPK	Rp 560,418

Sumber: Analisis HSPK Zona 1 Tahun 2016

2.8.6 Biaya Total Konstruksi

Berdasarkan perhitungan volume tiap pekerjaan dan harga satuan pokok kegiatan, maka diperoleh biaya total konstruksi sebagai berikut:

Tabel 8. 8 Biaya Total Konstruksi

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Tanah				
1.1	Pembersihan Lahan	172394.83	m2	Rp 49,356.05	Rp 8,508,727,795
1.2	Galian Tanah	5167299.28	m3	Rp 110,772.62	Rp 572,395,279,986
1.3	Timbunan Tanah	1810960.38	m3	Rp 194,458.86	Rp 352,157,295,324
2	Pekerjaan Perkerasan				
2.1	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	168796.26	Ltr	Rp 12,880.76	Rp 2,174,224,888
2.2	Lapis Aus AC-WC (Gradasi Halus/Kasar)	21766.88	ton	Rp 1,579,609.40	Rp 34,383,168,198
2.3	Agregat Kelas A	19865.979	m3	Rp 1,072,009.24	Rp 21,296,512,974
2.4	Sirtu Kelas A	19865.979	m3	Rp 561,462.72	Rp 11,154,006,533
3	Pekerjaan Minor				
3.1	Marka Menerus (Solid)	12163.23	m2	Rp 170,477.70	Rp 2,073,559,475
3.2	Marka Putus-putus	350.52	m2	Rp 170,477.70	Rp 59,755,843
3.4	Pekerjaan Patok Kilometer	18	Buah	Rp 163,816.90	Rp 2,948,704
3.5	Pekerjaan Patok Hektometer	185	Buah	Rp 163,816.90	Rp 30,306,126
3.6	Pekerjaan Rambu Jalan Tunggal dengan Permukaan Pemantul Engineering Grade	82	Buah	Rp 384,139.12	Rp 31,499,408
3.7	Pekerjaan Rambu Jalan Ganda dengan Permukaan Pemantul Engineering Grade	32	Buah	Rp 560,418	Rp 17,933,369
				Jumlah	Rp 1,004,285,218,624
				PPN (10%)	Rp 100,428,521,862
				TOTAL	Rp 1,104,713,740,486

Sumber: Hasil Perhitungan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Lampiran 1

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.002	.003	.002	.002	.002	.002
6	.009	.012	.011	.010	.009	.009
8	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	.075	.085	.090	.085	.079	.076
12	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Lampiran 2

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Lampiran 3

Table D.3. Axle Load Equivalency Factors for Flexible Pavements, Triple Axles and p_s of 2.0						
Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
6	.0004	.0004	.0003	.0003	.0003	.0003
8	.0009	.0010	.0009	.0008	.0007	.0007
10	.002	.002	.002	.002	.002	.001
12	.004	.004	.004	.003	.003	.003
14	.006	.007	.007	.006	.006	.005
16	.010	.012	.012	.010	.009	.009
18	.016	.019	.019	.017	.015	.015
20	.024	.029	.029	.026	.024	.023
22	.034	.042	.042	.038	.035	.034
24	.049	.058	.060	.055	.051	.048
26	.068	.080	.083	.077	.071	.068
28	.093	.107	.113	.105	.098	.094
30	.125	.140	.149	.140	.131	.126
32	.164	.182	.194	.184	.173	.167
34	.213	.233	.248	.238	.225	.217
36	.273	.294	.313	.303	.288	.279
38	.346	.368	.390	.381	.364	.353
40	.434	.456	.481	.473	.454	.443
42	.538	.560	.587	.580	.561	.548
44	.662	.682	.710	.705	.686	.673
46	.807	.825	.852	.849	.831	.818
48	.976	.992	1.015	1.014	.999	.987
50	1.17	1.18	1.20	1.20	1.19	1.18
52	1.40	1.40	1.42	1.42	1.41	1.40
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.95	1.93	1.93	1.94	1.94
58	2.29	2.27	2.24	2.23	2.25	2.27
60	2.67	2.64	2.59	2.57	2.60	2.63
62	3.10	3.06	2.98	2.95	2.99	3.04
64	3.59	3.53	3.41	3.37	3.42	3.49
66	4.13	4.05	3.89	3.83	3.90	3.99
68	4.73	4.63	4.43	4.34	4.42	4.54
70	5.40	5.28	5.03	4.90	5.00	5.15
72	6.15	6.00	5.68	5.52	5.63	5.82
74	6.97	6.79	6.41	6.20	6.33	6.56
76	7.88	7.67	7.21	6.94	7.08	7.36
78	8.88	8.63	8.09	7.75	7.90	8.23
80	9.98	9.69	9.05	8.63	8.79	9.18
82	11.2	10.8	10.1	9.6	9.8	10.2
84	12.5	12.1	11.2	10.6	10.8	11.3
86	13.9	13.5	12.5	11.8	11.9	12.5
88	15.5	15.0	13.8	13.0	13.2	13.8
90	17.2	16.6	15.3	14.3	14.5	15.2

Lampiran 4

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0003	.0002	.0002	.0002
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Lampiran 5

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
4	.0005	.0005	.0004	.0003	.0003	.0002
6	.002	.002	.002	.001	.001	.001
8	.004	.006	.005	.004	.003	.003
10	.008	.013	.011	.009	.007	.006
12	.015	.024	.023	.018	.014	.013
14	.026	.041	.042	.033	.027	.024
16	.044	.065	.070	.057	.047	.043
18	.070	.097	.109	.092	.077	.070
20	.107	.141	.162	.141	.121	.110
22	.160	.198	.229	.207	.180	.166
24	.231	.273	.315	.292	.260	.242
26	.327	.370	.420	.401	.364	.342
28	.451	.493	.548	.534	.495	.470
30	.611	.648	.703	.695	.658	.633
32	.813	.843	.889	.887	.857	.834
34	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.75	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	2.21	2.16	2.06	2.03	2.08	2.14
42	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49
50	6.12	5.76	5.03	4.64	4.86	5.28
52	7.33	6.87	5.93	5.38	5.63	6.17
54	8.72	8.14	6.95	6.22	6.47	7.15
56	10.3	9.6	8.1	7.2	7.4	8.2
58	12.1	11.3	9.4	8.2	8.4	9.4
60	14.2	13.1	10.9	9.4	9.6	10.7
62	16.5	15.3	12.6	10.7	10.8	12.1
64	19.1	17.6	14.5	12.2	12.2	13.7
66	22.1	20.3	16.6	13.8	13.7	15.4
68	25.3	23.3	18.9	15.6	15.4	17.2
70	29.0	26.6	21.5	17.6	17.2	19.2
72	33.0	30.3	24.4	19.8	19.2	21.3
74	37.5	34.4	27.6	22.2	21.3	23.6
76	42.5	38.9	31.1	24.8	23.7	26.1
78	48.0	43.9	35.0	27.8	26.2	28.8
80	54.0	49.4	39.2	30.9	29.0	31.7
82	60.6	55.4	43.9	34.4	32.0	34.8
84	67.8	61.9	49.0	38.2	35.3	38.1
86	75.7	69.1	54.5	42.3	38.8	41.7
88	84.3	76.9	60.6	46.8	42.6	45.6
90	93.7	85.4	67.1	51.7	46.8	49.7

Lampiran 6

Axle Load (klps)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001
6	.0006	.0007	.0005	.0004	.0003	.0003
8	.001	.002	.001	.001	.001	.001
10	.003	.004	.003	.002	.002	.002
12	.005	.007	.006	.004	.003	.003
14	.008	.012	.010	.008	.006	.006
16	.012	.019	.018	.013	.011	.010
18	.018	.029	.028	.021	.017	.016
20	.027	.042	.042	.032	.027	.024
22	.038	.058	.060	.048	.040	.036
24	.053	.078	.084	.068	.057	.051
26	.072	.103	.114	.095	.080	.072
28	.098	.133	.151	.128	.109	.099
30	.129	.169	.195	.170	.145	.133
32	.169	.213	.247	.220	.191	.175
34	.219	.266	.308	.281	.246	.228
36	.279	.329	.379	.352	.313	.292
38	.352	.403	.461	.436	.393	.368
40	.439	.491	.554	.533	.487	.459
42	.543	.594	.661	.644	.597	.567
44	.666	.714	.781	.769	.723	.692
46	.811	.854	.918	.911	.868	.838
48	.979	1.015	1.072	1.069	1.033	1.005
50	1.17	1.20	1.24	1.25	1.22	1.20
52	1.40	1.41	1.44	1.44	1.43	1.41
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.93	1.90	1.90	1.91	1.93
58	2.29	2.25	2.17	2.16	2.20	2.24
60	2.67	2.60	2.48	2.44	2.51	2.58
62	3.09	3.00	2.82	2.76	2.85	2.95
64	3.57	3.44	3.19	3.10	3.22	3.36
66	4.11	3.94	3.61	3.47	3.62	3.81
68	4.71	4.49	4.06	3.88	4.05	4.30
70	5.38	5.11	4.57	4.32	4.52	4.84
72	6.12	5.79	5.13	4.80	5.03	5.41
74	6.93	6.54	5.74	5.32	5.57	6.04
76	7.84	7.37	6.41	5.88	6.15	6.71
78	8.83	8.28	7.14	6.49	6.78	7.43
80	9.92	9.28	7.95	7.15	7.45	8.21
82	11.1	10.4	8.8	7.9	8.2	9.0
84	12.4	11.6	9.8	8.6	8.9	9.9
86	13.8	12.9	10.8	9.5	9.8	10.9
88	15.4	14.3	11.9	10.4	10.6	11.9
90	17.1	15.8	13.2	11.3	11.6	12.9

Lampiran 7

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0008	.0009	.0006	.0003	.0002	.0002
4	.004	.008	.006	.004	.002	.002
6	.014	.030	.028	.018	.012	.010
8	.035	.070	.080	.055	.040	.034
10	.082	.132	.168	.132	.101	.086
12	.173	.231	.296	.260	.212	.187
14	.332	.388	.468	.447	.391	.358
16	.594	.633	.695	.693	.651	.622
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.60	1.53	1.41	1.38	1.44	1.51
22	2.47	2.29	1.96	1.83	1.97	2.16
24	3.67	3.33	2.69	2.39	2.60	2.96
26	5.29	4.72	3.65	3.08	3.33	3.91
28	7.43	6.56	4.88	3.93	4.17	5.00
30	10.2	8.9	6.5	5.0	5.1	6.3
32	13.8	12.0	8.4	6.2	6.3	7.7
34	18.2	15.7	10.9	7.8	7.6	9.3
36	23.8	20.4	14.0	9.7	9.1	11.0
38	30.6	26.2	17.7	11.9	11.0	13.0
40	38.8	33.2	22.2	14.6	13.1	15.3
42	48.8	41.6	27.6	17.8	15.5	17.8
44	60.6	51.6	34.0	21.6	18.4	20.6
46	74.7	63.4	41.5	26.1	21.6	23.8
48	91.2	77.3	50.3	31.3	25.4	27.4
50	110.	94.	61.	37.	30.	32.

Lampiran 8

Table D.8. Axle Load Equivalency Factors for Flexible Pavements, Tandem Axles and p, of 3.0						
Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0002	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
4	.001	.001	.001	.000	.000	.000
6	.003	.004	.003	.002	.001	.001
8	.006	.011	.009	.005	.003	.003
10	.011	.024	.020	.012	.008	.007
12	.019	.042	.039	.024	.017	.014
14	.031	.066	.068	.045	.032	.026
16	.049	.096	.109	.076	.055	.046
18	.075	.134	.164	.121	.090	.076
20	.113	.181	.232	.182	.139	.119
22	.166	.241	.313	.260	.205	.178
24	.238	.317	.407	.358	.292	.257
26	.333	.413	.517	.476	.402	.360
28	.457	.534	.643	.614	.538	.492
30	.616	.684	.788	.773	.702	.656
32	.817	.870	.956	.953	.896	.855
34	1.07	1.10	1.15	1.15	1.12	1.09
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.75	1.71	1.64	1.62	1.66	1.70
40	2.21	2.11	1.94	1.89	1.98	2.08
42	2.75	2.59	2.29	2.19	2.33	2.50
44	3.39	3.15	2.70	2.52	2.71	2.97
46	4.15	3.81	3.16	2.89	3.13	3.50
48	5.04	4.58	3.70	3.29	3.57	4.07
50	6.08	5.47	4.31	3.74	4.05	4.70
52	7.27	6.49	5.01	4.24	4.57	5.37
54	8.65	7.67	5.81	4.79	5.13	6.10
56	10.2	9.0	6.7	5.4	5.7	6.9
58	12.0	10.6	7.7	6.1	6.4	7.7
60	14.1	12.3	8.9	6.8	7.1	8.6
62	16.3	14.2	10.2	7.7	7.8	9.5
64	18.9	16.4	11.6	8.6	8.6	10.5
66	21.8	18.9	13.2	9.6	9.5	11.6
68	25.1	21.7	15.0	10.7	10.5	12.7
70	28.7	24.7	17.0	12.0	11.5	13.9
72	32.7	28.1	19.2	13.3	12.6	15.2
74	37.2	31.9	21.6	14.8	13.8	16.5
76	42.1	36.0	24.3	16.4	15.1	17.9
78	47.5	40.6	27.3	18.2	16.5	19.4
80	53.4	45.7	30.5	20.1	18.0	21.0
82	60.0	51.2	34.0	22.2	19.6	22.7
84	67.1	57.2	37.9	24.6	21.3	24.5
86	74.9	63.8	42.1	27.1	23.2	26.4
88	83.4	71.0	46.7	29.8	25.2	28.4
90	92.7	78.8	51.7	32.7	27.4	30.5

Lampiran 9

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
4	.0005	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001
6	.001	.001	.001	.001	.000	.000
8	.003	.004	.002	.001	.001	.001
10	.005	.008	.005	.003	.002	.002
12	.007	.014	.010	.006	.004	.003
14	.011	.023	.018	.011	.007	.006
16	.016	.035	.030	.018	.013	.010
18	.022	.050	.047	.029	.020	.017
20	.031	.069	.069	.044	.031	.026
22	.043	.090	.097	.065	.046	.039
24	.059	.116	.132	.092	.066	.056
26	.079	.145	.174	.126	.092	.078
28	.104	.179	.223	.168	.126	.107
30	.136	.218	.279	.219	.167	.143
32	.176	.265	.342	.279	.218	.188
34	.226	.319	.413	.350	.279	.243
36	.286	.382	.491	.432	.352	.310
38	.359	.456	.577	.524	.437	.389
40	.447	.543	.671	.626	.536	.483
42	.550	.643	.775	.740	.649	.593
44	.673	.760	.889	.865	.777	.720
46	.817	.894	1.014	1.001	.920	.865
48	.984	1.048	1.152	1.148	1.080	1.030
50	1.18	1.23	1.30	1.31	1.26	1.22
52	1.40	1.43	1.47	1.48	1.45	1.43
54	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
56	1.95	1.92	1.86	1.85	1.88	1.91
58	2.28	2.21	2.09	2.06	2.13	2.20
60	2.66	2.54	2.34	2.28	2.39	2.50
62	3.08	2.92	2.61	2.52	2.66	2.84
64	3.56	3.33	2.92	2.77	2.96	3.19
66	4.09	3.79	3.25	3.04	3.27	3.58
68	4.68	4.31	3.62	3.33	3.60	4.00
70	5.34	4.88	4.02	3.64	3.94	4.44
72	6.08	5.51	4.46	3.97	4.31	4.91
74	6.89	6.21	4.94	4.32	4.69	5.40
76	7.78	6.98	5.47	4.70	5.09	5.93
78	8.76	7.83	6.04	5.11	5.51	6.48
80	9.84	8.75	6.67	5.54	5.96	7.06
82	11.0	9.8	7.4	6.0	6.4	7.7
84	12.3	10.9	8.1	6.5	6.9	8.3
86	13.7	12.1	8.9	7.0	7.4	9.0
88	15.3	13.4	9.8	7.6	8.0	9.6
90	16.9	14.8	10.7	8.2	8.5	10.4

Lampiran 10

Table 3-11a. Minimum Radii for Design Superelevation Rates, Design Speeds, and $e_{\max} = 10\%$

e (%)	Metric											
	$V_d = 20$	$V_d = 30$	$V_d = 40$	$V_d = 50$	$V_d = 60$	$V_d = 70$	$V_d = 80$	$V_d = 90$	$V_d = 100$	$V_d = 110$	$V_d = 120$	$V_d = 130$
	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
NC	197	454	790	1110	1520	2000	2480	3010	3690	4250	4960	5410
RC	145	333	580	815	1120	1480	1840	2230	2740	3160	3700	4050
2.2	130	300	522	735	1020	1340	1660	2020	2480	2860	3360	3680
2.4	118	272	474	669	920	1220	1520	1840	2260	2620	3070	3370
2.6	108	249	434	612	844	1120	1390	1700	2080	2410	2830	3110
2.8	99	229	399	564	778	1030	1290	1570	1920	2230	2620	2880
3.0	91	211	368	522	720	952	1190	1460	1790	2070	2440	2690
3.2	85	196	342	485	670	887	1110	1360	1670	1940	2280	2520
3.4	79	182	318	453	626	829	1040	1270	1560	1820	2140	2370
3.6	73	170	297	424	586	777	974	1200	1470	1710	2020	2230
3.8	68	159	278	398	551	731	917	1130	1390	1610	1910	2120
4.0	64	149	261	374	519	690	866	1060	1310	1530	1810	2010
4.2	60	140	245	353	490	652	820	1010	1240	1450	1720	1910
4.4	56	132	231	333	464	617	777	953	1180	1380	1640	1820
4.6	53	124	218	315	439	586	738	907	1120	1310	1560	1740
4.8	50	117	206	299	417	557	703	864	1070	1250	1490	1670
5.0	47	111	194	283	396	530	670	824	1020	1200	1430	1600
5.2	44	104	184	269	377	505	640	788	975	1150	1370	1540
5.4	41	98	174	256	359	482	611	754	934	1100	1320	1480
5.6	39	93	164	243	343	461	585	723	896	1060	1270	1420
5.8	36	88	155	232	327	441	561	693	860	1020	1220	1370
6.0	33	82	146	221	312	422	538	666	827	976	1180	1330
6.2	31	77	138	210	298	404	516	640	795	941	1140	1280
6.4	28	72	130	200	285	387	496	616	766	907	1100	1240
6.6	26	67	121	191	273	372	476	593	738	876	1060	1200
6.8	24	62	114	181	261	357	458	571	712	846	1030	1170
7.0	22	58	107	172	249	342	441	551	688	819	993	1130
7.2	21	55	101	164	238	329	425	532	664	792	963	1100
7.4	20	51	95	156	228	315	409	513	642	767	934	1070
7.6	18	48	90	148	218	303	394	496	621	743	907	1040
7.8	17	45	85	141	208	291	380	479	601	721	882	1010
8.0	16	43	80	135	199	279	366	463	582	699	857	981
8.2	15	40	76	128	190	268	353	448	564	679	834	956
8.4	14	38	72	122	182	257	339	432	546	660	812	932
8.6	14	36	68	116	174	246	326	417	528	641	790	910
8.8	13	34	64	110	166	236	313	402	509	621	770	888
9.0	12	32	61	105	158	225	300	386	491	602	751	867
9.2	11	30	57	99	150	215	287	371	472	582	731	847
9.4	11	28	54	94	142	204	274	354	453	560	709	828
9.6	10	26	50	88	133	192	259	337	432	537	683	809
9.8	9	24	46	81	124	179	242	316	407	509	656	786
10.0	7	19	38	68	105	154	210	277	358	454	597	739


HASIL PENGUJIAN MATERIAL TES PIT.

Nama : PT. KRIDA PRATAMA ADNICIPTA

Tanggal di uji/Tgl: 14 Agustus 2015

Proyek : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-MUNJUNGAN

Di uji oleh : Harry S Ca

(PANSILA) TA - TH 2015

Diperiksa oleh : Gani, MT.

Lokasi : RUAS PANGGUL-MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

Quarry Mat : HASIL GALIAN TES PIT DARI 1. STA. 0+000; 2. STA. 1+000; 3. STA. 2+000; 4. STA. 3+000; 5. STA.45+000; 6. STA. 5+000

No.	Jenis Pengujian	Satuan	HASIL PENGUJIAN MATERIAL HASIL TES PIT							
			Sample No.1 STA. 0+000	Sample No.2 STA. 1+000	Sample No.3 STA. 2+000	Sample No.4 STA. 3+000	Sample No.5 STA. 4+000	Sample No.6 STA. 5+000		
1	Analisa Pembagian Butir (Griddal) : ASTM D 422-60; SNI 03-3423-2000									
	- Kerkil	%	1,19	4,49	0,99	10,91	3,13	0,57		
	- Pasir	%	29,43	15,87	19,04	46,13	22,39	34,91		
	- Butiran Halus (lempung)	%	69,38	79,63	80,37	42,95	74,47	64,51		
2	Atterberg Limit (LL, PL, IP) : ASTM D 4318-00; SNI 03-1088-1990 SNI 03-1967-1990									
	-Liquid Limit (LL)	%	40,12	50,89	55,89	35,09	60,18	59,49		
	-Plastic Limit (PL)	%	28,73	31,14	30,09	24,80	29,84	30,31		
	-Index Plastic (IP)	%	11,39	19,55	25,80	10,49	30,34	28,98		
3	Klasifikasi Sistem AASHTO : Klasifikasi Sistem USCS :		A-7-6 ML	A-7-6 ML	A-7-6 MH	A-8 SM	A-7-6 OH	A-7-6 OH		
4	Proktor Modified : ASTM D 1557-00 (1991); SNI 03-1743-1990									
	- Specific Gravity (G _s)		2,695	2,671	2,679	2,680	2,673	2,688		
	- Kadar Air Optimum (OMC)	%	18,34	19,71	18,72	14,37	16,36	20,05		
	- Berat / volume kering maksimum (γ _{d_{max}})	gr/cm ³	1,587	1,447	1,549	1,715	1,447	1,571		
	- Berat / volume (γ _d)	gr/cm ³	1,890	1,732	1,839	1,981	1,684	1,888		
5	Index Properties : ASTM D 2216-00 (1991); SNI 03-1964-1990 ASTM D654-00; SNI 03-1028-1990 SNI 03-3837-1994									
	- Berat volume tanah	γ _t	gr/cm ³	1,890	1,732	1,839	1,982	1,683	1,885	
	- Berat volume tanah i	γ _i	gr/cm ³	1,597	1,447	1,549	1,715	1,447	1,570	
	- Kadar Air	W _L	%	18,31	19,71	18,71	14,41	16,35	20,06	
	- Densitas lempungan	S _L	%	71,72	82,24	88,71	69,12	31,58	79,79	
	- Porositas	e	%	40,77	45,82	42,18	35,76	45,87	41,55	
	- Angka Poros	e		0,688	0,646	0,729	0,557	0,847	0,711	
	- Specific Gravity	G _s		2,695	2,671	2,679	2,680	2,673	2,688	
6	CBR Lab. Test (Soaked) : AASHTO T193-00; ASTM D1083-00; SNI 03-1744-1990									
	- Nilai CBR = 0.1"	%	12,70	8,23	7,48	15,81	5,06	8,38		
	- Nilai CBR = 0.2"	%	12,99	8,36	7,87	16,00	5,82	8,45		
	- Nilai CBR Desain	%	12,70	8,23	7,48	15,81	5,06	8,38		
7	Triaxial Compression Test : ASTM D2950-03; SNI 03-2815-1992									
	- Nilai Sudut Geser Dalam (φ)	(^o)	13,09	14,89	12,27	16,97	11,35	12,27		
	- Kohesi (C)	kg/cm ²	0,151	0,144	0,150	0,085	0,162	0,150		



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH & BATUAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

Kampus ITS, Keputih, Gubuklo, Surabaya (60111)

Telp: 031-5930601, 594021-02 Fax: 1140, Fec: 031-5920001

HASIL PENGUJIAN MATERIAL TES PIT.

Klien : PT. KIRDA PRATAMA ADHICAPTA

Proyek : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-MUNJUNGAN (PANSILA) TA - TH 2015

Lokasi : RUAS PANGGUL-MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

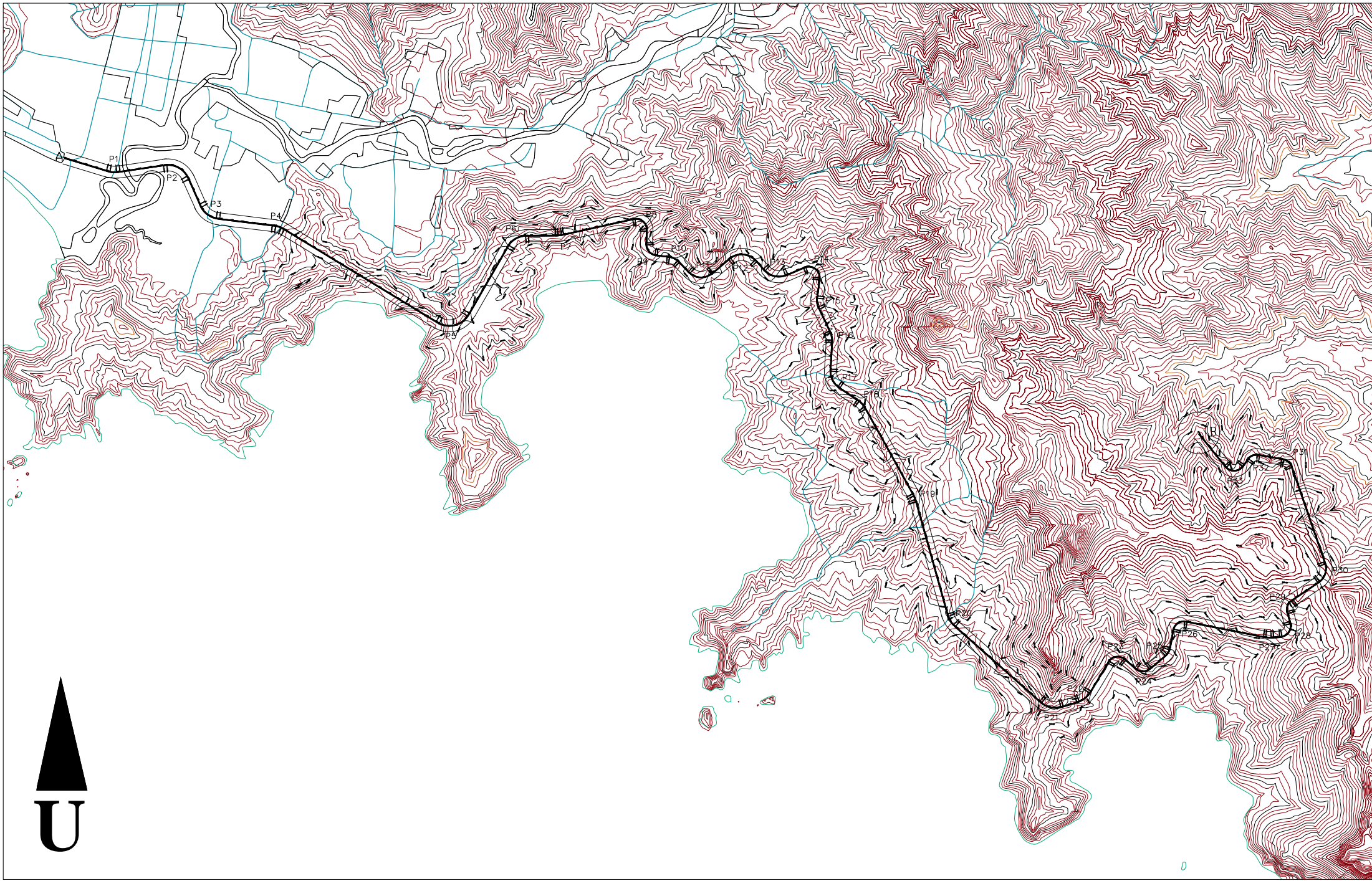
Quarry Mat : HASIL GALAN TES PIT : DARI : 7. STA. 6+000; 8. STA. 7+000; 9. STA. 8+000; 10. STA. 9+000; 11. STA.10+000; 12. STA. 10+800

Selesai di uj/pt: 14 Agusi, 2015

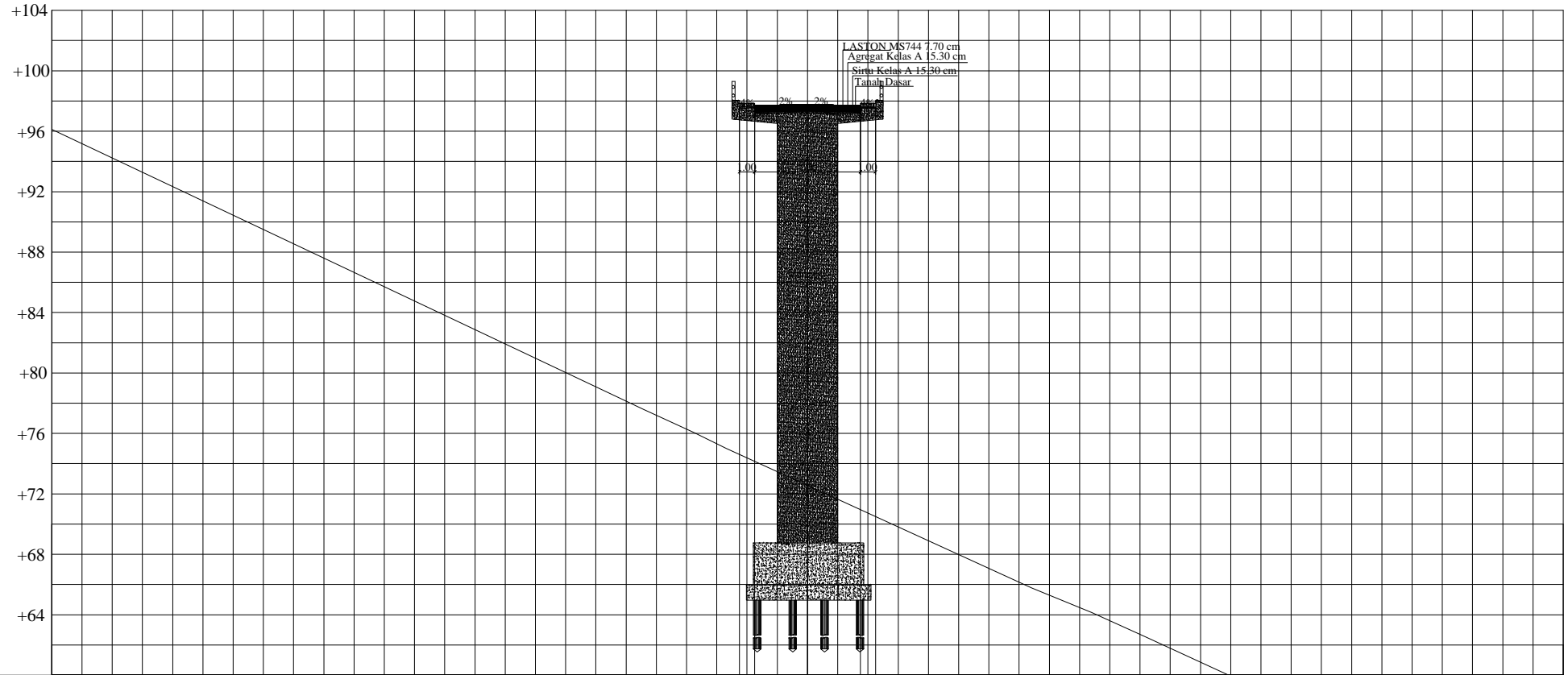
Di uj oleh : Harry S. Ca

Diperiksa oleh : Y. Gani, MT.

No.	Jenis Pengujian	Satuan	HASIL PENGUJIAN MATERIAL HASIL TES PIT						
			Sample No.7 STA. 6+000	Sample No.8 STA. 7+000	Sample No.9 STA. 8+000	Sample No.10 STA. 9+000	Sample No.11 STA. 10+000	Sample No.12 STA. 10+800	
1	Analisa Pembagian Butir (Grades) :								
	ASTM D 423-03; SNI 03-3423-2000								
	- Kerikil	%	21.51	0.37	10.11	0.58	0.75	18.58	
	- Pasir	%	20.75	22.31	53.21	17.87	23.85	41.82	
	- Butiran Halus (lempung)	%	57.74	77.33	38.68	81.45	75.60	39.62	
2	Atterberg Limit (LL, PL, IP) :								
	ASTM D 4318-00; SNI 03-1985-1990								
	SNI 03-1987-1990								
	-Liquid Limit (LL)	%	57.37	64.03	38.79	64.83	58.31	32.92	
	-Plastic Limit (PL)	%	31.48	30.25	28.98	31.73	31.84	28.20	
	-Index Plasticity (IP)	%	25.91	34.87	9.83	33.10	26.47	8.72	
3	Klasifikasi Standar AASHTO :	A-7-5	A-7-6	A-4	A-7-5	A-7-5	A-4		
	Klasifikasi Standar USCS :	MH	CH	ML	CH	MH	ML		
4	Proktor Modified :								
	ASTM D 1557-00 (1991) ; SNI 03-1743-1990								
	- Specific Gravity (G _s)		2.862	2.894	2.877	2.705	2.702	2.893	
	- Vadar Air Optimum (OMC)	%	18.09	18.17	14.48	18.28	15.33	18.04	
	- Berat / volume kering max (γ_{dmax})	gr/cm ³	1.575	1.601	1.703	1.597	1.687	1.680	
	- Berat / volume (γ_v)	gr/cm ³	1.880	1.892	1.949	1.869	1.923	1.926	
5	Index Properties :								
	ASTM D 2215-00 (1991) ; SNI 03-1984-1990								
	ASTM D654-02; SNI 03-1985-1990								
	SNI 03-3837-1994								
	- Berat volume larah γ_s	gr/cm ³	1.880	1.893	1.952	1.872	1.921	1.926	
	- Berat volume larah I γ_{sI}	gr/cm ³	1.575	1.602	1.705	1.583	1.685	1.680	
	- Kadar Air W_L	%	18.09	18.17	14.45	18.29	15.32	18.04	
	- Derajat lempungan U_L	%	69.74	71.79	87.86	88.79	86.51	89.37	
	- Porositas n	%	40.84	40.55	38.31	41.49	38.37	38.37	
	- Angka Poros e		0.690	0.682	0.570	0.709	0.629	0.623	
	- Specific Gravity G_s		2.862	2.894	2.877	2.705	2.702	2.893	
6	CBR Lab. Test (Soaked) :								
	AASHTO T103-00; ASTM D1083-00;								
	SNI 03-1744-1985								
	- Nilai CBR = 0.1 "	%	8.21	8.43	11.29	8.09	8.36	7.77	
	- Nilai CBR = 0.2 "	%	8.80	9.24	11.78	8.65	8.75	8.31	
	- Nilai CBR Desain "	%	8.21	8.43	11.29	8.09	8.36	7.77	
7	Triaxial Compression Test :								
	ASTM D2950-00 ; SNI 03-2815-1992								
	- Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)	($^{\circ}$)	13.27	12.08	14.48	13.13	12.91	14.81	
	- Koefisien (C)	kg/cm ²	0.138	0.154	0.143	0.162	0.165	0.138	



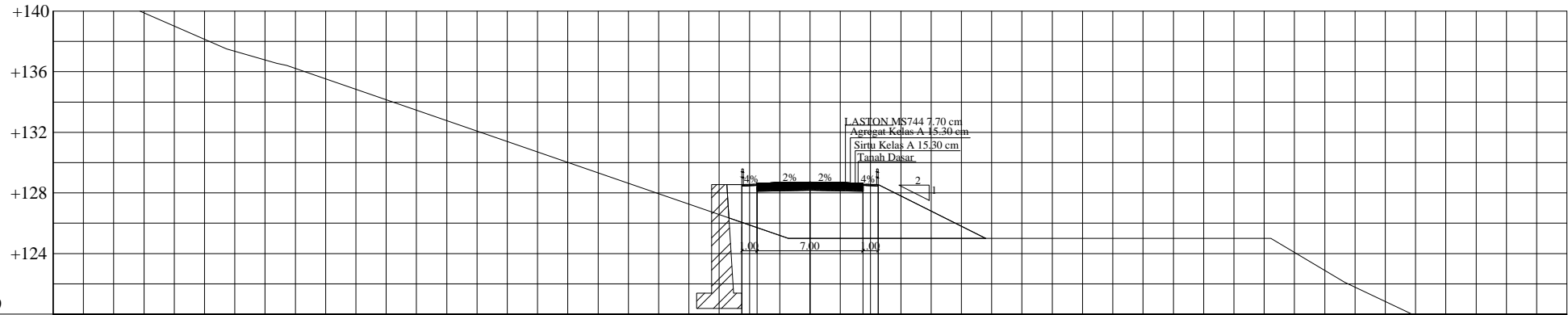
6+000



Datum + 60.00	
TITIK	
ELEVASI EKSTING (m)	+74.61 +74.15 +72.56 +70.96 +70.50
ELEVASI RENCANA (m)	+97.65 +97.72 +97.65 +97.61



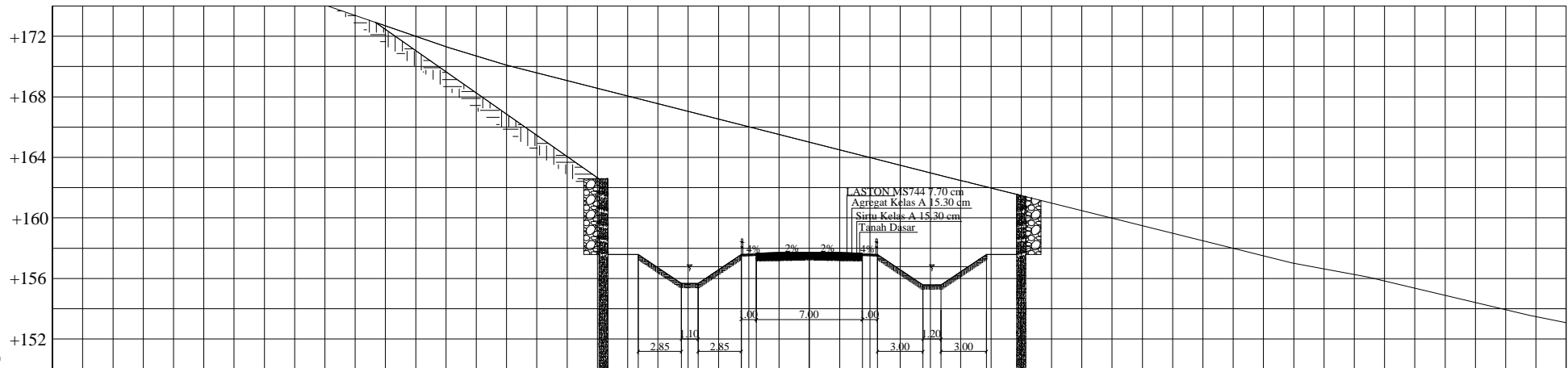
8+500



Datum + 120.00

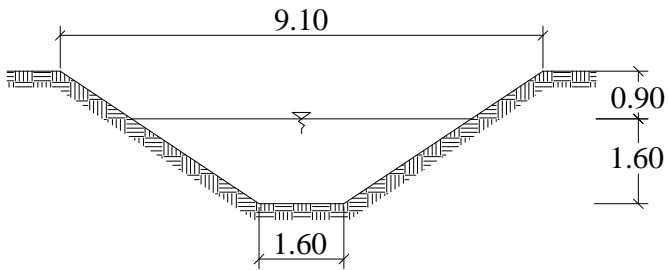
TITIK	
ELEVASI EKSTING (m)	+126.05 +126.59 ± 125.71 +126.66 ± 125.00 +126.59 ± 125.00 +126.55 ± 125.00
ELEVASI RENCANA (m)	

9+000

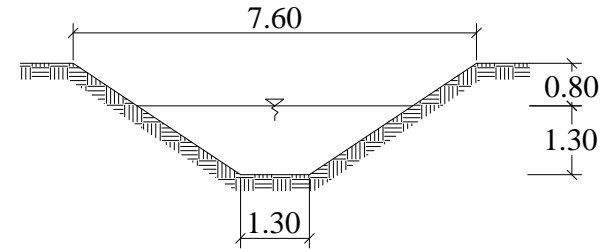


Datum + 150.00

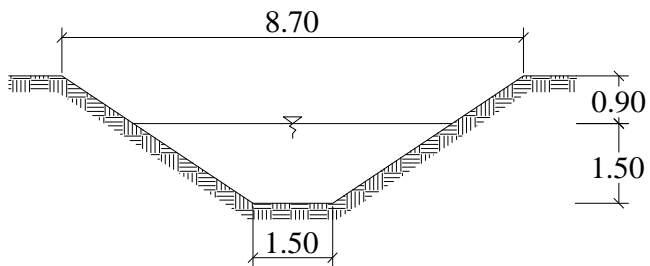
TITIK	
ELEVASI EKSTING (m)	+157.58 ± 167.88 +157.68 ± 167.16 +157.68 ± 166.88 +157.58 ± 166.15 +157.62 ± 165.89 +157.69 ± 165.00 +157.62 ± 164.11 +157.58 ± 163.86 +155.58 ± 163.10 +155.58 ± 162.78 +157.58 ± 162.05
ELEVASI RENCANA (m)	



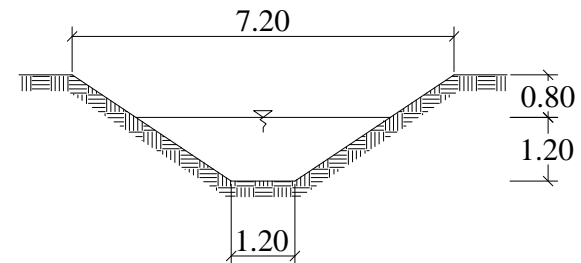
Saluran Drainase Type 1



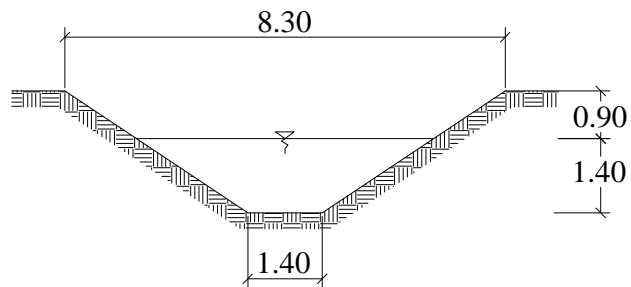
Saluran Drainase Type 4



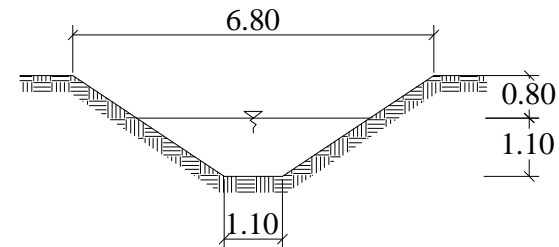
Saluran Drainase Type 2



Saluran Drainase Type 5

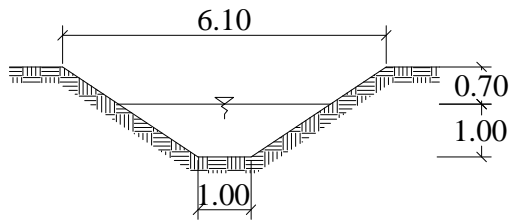


Saluran Drainase Type 3

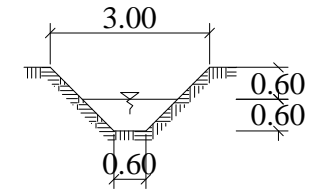


Saluran Drainase Type 6

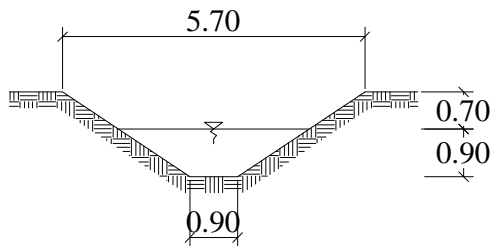
<p>TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA / NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING 1	JUDUL GAMBAR	SKALA	REVISI
	PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE AASHTO'93 PADA JALAN DESA MUNJUNGAN KE DESA KARANGGANDU KABUPATEN TRENGGALEK	RATNA PUTRI HIDAYATI	<i>Ir. WAHJU HERLIANTO, MT</i>	DIMENSI SALURAN	1:100	
		3114 105 043	DOSEN PEMBIMBING 2		NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
			<i>ISTIAR, ST., MT</i>		56	57



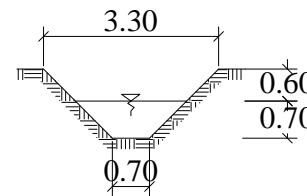
Saluran Drainase Type 7



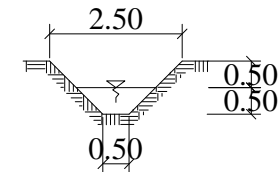
Saluran Drainase Type 11



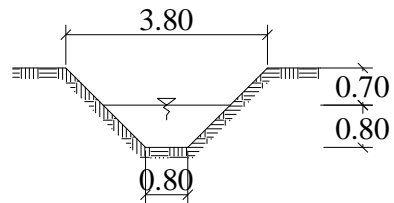
Saluran Drainase Type 8



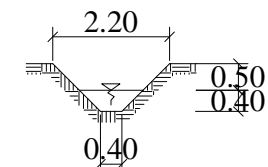
Saluran Drainase Type 10



Saluran Drainase Type 12



Saluran Drainase Type 9



Saluran Drainase Type 13



BAB IX KESIMPULAN

9.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pembahasan tugas akhir diatas adalah :

1. Perpindahan volume kendaraan dari jalan Nasional lama ke jalan Nasional rencana sebesar **40.9%**.
2. Jalan direncanakan dengan tipe 2/2UD, dengan dimensi:

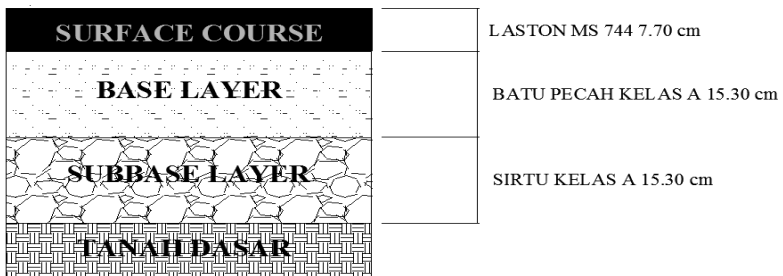
- Lebar Lajur = 3.5 m
- Lebar Jalur = 3.5 m
- Lebar Bahu = 1 m
- Kecepatan Rencana = 40 – 60 km/jam

Dengan perencanaan dimensi tersebut diperoleh:

- ✓ Alinyemen Horizonntal = 33 S-C-S
- ✓ Alinyemen Vertikal = 26 Cembung
27 Cekung
- ✓ Superelevasi = Maksimum 10%

3. Perkerasan Jalan

- Lapis Permukaan : 7.70 cm (Laston Ms 744 AC-WC)
- Lapis Pondasi Atas : 15.30 cm (Batu Pecah Kelas A)
- Lapis Pondasi Bawah: 15.30 cm (Sirtu Kelas A)



Gambar 9. 1 Susunan Lapisan perkerasan

Sumber: Hasil Perhitungan

4. Dimensi Saluran

Pada desain saluran drainase ini terdapat beberapa tipe dimensi sebagai berikut:

Tabel 9. 1 Dimensi Saluran

Type Saluran	h (m)	b (m)	Tinggi Jagaan (w) (m)	h sal (m)
1	1.60	1.60	0.9	2.50
2	1.50	1.50	0.9	2.40
3	1.40	1.40	0.9	2.30
4	1.30	1.30	0.8	2.10
5	1.20	1.20	0.8	2.00
6	1.10	1.10	0.8	1.90
7	1.00	1.00	0.7	1.70
8	0.90	0.90	0.7	1.60
9	0.80	0.80	0.7	1.50
10	0.70	0.70	0.6	1.30
11	0.60	0.60	0.6	1.20
12	0.50	0.50	0.5	1.00
13	0.40	0.40	0.5	0.90

Sumber: Hasil Perhitungan

5. Volume galian dan timbunan yang diperoleh dari jalan rencana yang nantinya akan dipergunakan pada perhitungan anggaran biaya sebesar:

Galian : **5,167,299.28 m³**

Timbunan : **1,810,960.38 m³**

6. Biaya Total Konstruksi

Pada proyek perencanaan jalan baru ini, berdasarkan perhitungan analisa biaya diperoleh nilai total biaya yang dikeluarkan sebesar **Rp1,104,713,740,486,-**

Terbilang: “Satu Triliun Seratus Empat Miliar Tujuh Ratus Tiga Belas Juta Tujuh Ratus Empat Puluh Ribu Empat Ratus Delapan Puluh Enam Rupiah”.

9.2 Saran

Dalam Perencanaan tugas akhir ini hendaknya memperhatikan beberapa hal berikut:

1. Pada perencanaan jalan sebaiknya menggunakan data selengkap mungkin dari data tanah hingga data pengukuran langsung baik data cross section ataupun long section lokasi perencanaan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang maksimal. Khususnya dari segi dimensi dan biaya konstruksi.
2. Perlunya beberapa alternatif trase yang disediakan, guna memperoleh trase yang terbaik.
3. Perlunya studi lebih lanjut tentang metode pelaksanaan konstruksi.
4. Perlunya studi lebih lanjut tentang perkuatan lereng maupun dinding penahan longsor.
5. Perlunya pengawasan yang baik pada pelaksanaan konstruksi, sehingga hasil perencanaan dapat terealisasi secara optimal.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bupati Trenggalek, 2016, **Peraturan Bupati Trenggalek Nomor 53 Tahun 2015 Tentang Standar Honorarium Kebutuhan Pemerintah Kabupaten Trenggalek Tahun Anggaran 2016**, Trenggalek.
- [2]. Departemen Pekerjaan Umum, 1994, **Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [3]. Departemen Pekerjaan Umum, 1997, **Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan (No. 038/TBM/1997)**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [4]. Departemen Pekerjaan Umum, 2002, **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, dengan Metode AASHTO'93 (SNI Pt T-01-2002-B)**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [5]. Departemen Pekerjaan Umum, 2006, **Perencanaan Sistem Drainase Jalan (SNI Pd T-02-2006-B)**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [6]. Departemen Pekerjaan Umum, 2014, **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [7]. Departemen Pekerjaan Umum, 2016, **Harga Satuan Pokok Kegiatan Zona 1**, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [8]. Geospasial Untuk Negri, 2016, **Peta Kontur**, <URL:<http://tanahair.indonesia.go.id/home/index.html>>

- [9]. Hendarsin, S. L. 2000, **Perencanaan Teknik Jalan Raya**. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- [10]. Menteri Perhubungan, 2014, **Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan**. Kementrian Perhubungan.
- [11]. Prastyanto, C. A; Kartika, A.A.G; Buana C. 2006. **Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya**. Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Surabaya.
- [12]. Tamin, Ofyar Z, 2000, **Perencanaan, Permodelan, dan Rekayasa Transportasi**”, ITB, Bandung.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Ratna Putri Hidayati, dilahirkan di Surabaya, 2 Agustus 1993, merupakan putri ke empat dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyah Mojo Surabaya, SDN Pacar Keling VI Surabaya, SMPN 8 Surabaya, dan SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Setelah lulus Tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan di Diploma III Teknik Sipil ITS, dengan mengambil konsentrasi studi di Bangunan Transportasi. Setelah lulus Tahun 2014 penulis juga melanjutkan pendidikan Lintas Jalur S1 Teknik Sipil ITS.