



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN JALUR
LINTAS SELATAN (JLS) DESA KARANGGANDU –
DESA TASIKMADU KEC. WATULIMO
KABUPATEN TRENGGALEK**

ANGKI PRATIWI
NRP 3114 105 042

Dosen Pembimbing I
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Dosen Pembimbing II
Istiar, ST., MT.

PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC14-1501

**GEOMETRIC DESIGN OF SOUTHERN TRACK
ROAD (JLS) FROM KARANGGANDU VILLAGE TO
TASIKMADU VILLAGE WATULIMO SUBDISTRICT
TRENGGALEK**

ANGKI PRATIWI
NRP 3114 105 042

Supervisor I
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Supervisor II
Istiar, ST., MT.

DEPARTMENT of CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN JALUR LINTAS
SELATAN (JLS) DESA KARANGGANDU – DESA
TASIKMADU KEC. WATULIMO 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 :

ANGKI PRATIWI

NRP 03114105042

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir.

1. Ir. Wahyu Herijanto, MT
2. Istiar, ST. MT.

(Pembimbing I)

..... (Pembimbing II)



**SURABAYA
JULI, 2016**

**PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN JALUR LINTAS
SELATAN (JLS) DESA KARANGGANDU – DESA
TASIKMADU KEC. WATULIMO KABUPATEN
TRENGGALEK**

Nama Mahasiswa : Angki Pratiwi
NRP : 3114 105 042
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
Dosen Pembimbing 2. Istiar, ST. MT.

Abstrak

Dalam rangka pemerataan ekonomi antara Jawa Timur wilayah utara dengan selatan, Pemerintah membuat Program Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur. Langkah awal untuk merealisasikan kebijakan tersebut adalah membuat jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Jawa Timur melalui 8 (delapan) Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Banyuwangi. Diharapkan dengan adanya JLS ini dapat mengurangi waktu tempuh perjalanan sehingga meningkatkan efektifitas produksi di sektor ekonomi.

Penentuan volume lalu lintas pada tahun rencana dihitung menggunakan pemodelan trip assignment. Hasilnya akan digunakan untuk mendesain tebal perkerasan lentur. Pada perencanaan geometriknnya disesuaikan dengan kelas jalan dan medan jalan dibantu dengan program AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009.. Selanjutnya adalah menghitung dimensi saluran drainase pada sisi kedua jalan. Tahap terakhir adalah melakukan estimasi biaya yang akan dikeluarkan pada pengerjaan proyek tugas akhir ini.

Dari hasil perhitungan, sebanyak 58% volume lalu lintas akan berpindah menggunakan jalan baru yang mempunyai umur rencana 20 tahun dengan kecepatan 40 km/jam. Total estimasi biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan ini senilai Rp

Rp 179,354,441,459 terbilang “Seratus Tujuh Puluh Sembilan Milyar Tiga Ratus Lima Puluh Empat Juta Empat Ratus Empat Puluh Satu Ribu Empat Ratus Lima Puluh Sembilan Rupiah”.

Kata kunci: Jalur Lintas Selatan, Trenggalek, geometrik, perkerasan, biaya

GEOMETRIC DESIGN OF SOUTHERN TRACK ROAD (JLS) FROM KARANGGANDU VILLAGE TO TASIKMADU VILLAGE WATULIMO SUBDISTRICT TRENGGALEK

Student Name : Angki Pratiwi
NRP : 3114 105 042
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Supervisor : 1. Ir. Wahyu Herijanto, MT.
Supervisor II : 2. Istiar, ST. MT.

Abstract

In order for economic equality between the East Java region of the north to the south, the government made South Region Development Program East Java. The first step to realize the policy is making southern track road (JLS) in East Java through eight (8) districts, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember and Banyuwangi. The government hopes that this road can reduces travel time thereby increasing the effectiveness of production in the economic sector.

Determination of the volume of traffic in the plan are calculated using modeling assignment trip. The results will be used to design the flexible pavement thickness. Geometric design is adapted by road class and terrain road aided by the program AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009 .. Next is to calculate the dimension of drainage on both sides of the road. The last step is to estimate the costs construction.

From the calculation, as much as 58% by volume of traffic will use the new road which has a design life of 20 years at a speed of 40 km/h. The total estimated costs for the construction of this road is Rp 179,354,441,459 spelled "One Hundred Seventy Nine Billion Three Hundred Fifty Four Million Four Hundred Fourty One Thousand Four Hundred Fifty Nine Rupiahs",

Keywords: southern track road, Trenggalek, geometric, pavement, cost

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
Abstrak	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Lalu Lintas	7
2.2.1 Survei Pencacahan Lalu Lintas	7
2.2.2 Ekvivalen Kendaraan Ringan.....	9
2.2.3 Pemisah Arah	9
2.2.4 Faktor Skr.....	10
2.2.5 Faktor K	10
2.2.6 Kelas Hambatan Samping.....	10
2.2.7 Kecepatan Arus Bebas	10

2.2.8	Kapasitas	11
2.2.9	Trip Assignment.....	11
2.3	Jalan	12
2.3.1	Tipe Jalan	14
2.3.2	Medan Jalan	14
2.3.3	Kelas Jarak Pandang	14
2.3.4	Penampang Melintang.....	15
2.3.5	Kecepatan Rencana	18
2.3.6	Alinemen Horizontal	19
2.3.7	Jarak Pandangan Menyiap.....	26
2.3.8	Kebebasan Samping di Tikungan.....	27
2.3.9	Pelebaran pada Tikungan	29
2.3.10	Alinemen Vertikal	30
2.4	Konstruksi Perkerasan Lentur.....	36
2.5	Saluran Drainase	36
2.21.1	Frekuensi Hujan pada Periode Ulang T.....	37
2.21.2	Intensitas Hujan Rencana	37
2.21.3	Waktu Konsentrasi (tc).....	38
2.21.4	Koefisien Pengaliran (C)	39
2.21.5	Debit Aliran	39
2.21.6	Dimensi Saluran	39
BAB III METODOLOGI		41
3.1	Identifikasi Masalah.....	41
3.2	Studi Literatur	41
3.3	Pengumpulan Data	41
3.4	Perencanaan Geometrik Jalan	42

3.4.1 Perencanaan Alinemen Horizontal.....	43
3.4.2 Perencanaan Alinemen Vertikal.....	43
3.5 Perencanaan Tebal Perkerasan.....	44
3.6 Perencanaan Saluran Drainase.....	44
3.7 Hasil Perencanaan.....	45
3.8 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	45
3.9 Bagan Alir.....	46
BAB IV DATA PERENCANAAN.....	49
4.1 Umum.....	49
4.2 Peta Lokasi Proyek.....	49
4.3 Peta Rupa Bumi Indonesia.....	50
4.4 Data Volume Lalu Lintas Harian.....	50
4.5 Data CBR Tanah Dasar.....	52
4.6 Data Curah Hujan.....	52
4.7 Data PDRB.....	52
4.8 Data PDRB per Kapita.....	53
4.9 Data Kependudukan.....	54
BAB V ANALISA PERENCANAAN JALAN.....	55
5.1 Perencanaan Trase Jalan.....	55
5.2 Analisa Kapasitas Jalan.....	56
5.2.1 Analisa Jalan Eksisting.....	56
5.1.2 Analisa Jalan Rencana.....	65
5.3 Trip Assignment.....	71
5.4 Geometrik Jalan.....	74
5.4.1 Alinemen Horizontal.....	74
5.4.2 Jarak Pandangan.....	92

5.4.3	Jarak Kebebasan Samping.....	94
5.4.4	Pelebaran pada Tikungan	96
5.4.5	Alinemen Vertikal.....	99
5.5	Struktur Perkerasan.....	115
5.5.1	Umur Rencana.....	119
5.5.2	Lalu Lintas Umur Rencana	119
5.5.3	Pondasi Jalan.....	121
5.5.4	Tipe Perkerasan.....	122
5.5.5	Struktur Perkerasan	123
5.6	Drainase	125
5.6.1	Analisa Curah Hujan	125
5.6.2	Data perencanaan	126
5.6.3	Waktu Inlet Time (t_0)	127
5.6.4	Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)	128
5.6.5	Perhitungan Debit	129
5.6.6	Perhitungan Dimensi Saluran Tepi Jalan	130
5.7	Rencana Anggaran Biaya.....	153
5.7.1	Volume Pekerjaan	153
5.7.2	Harga Satuan Dasar.....	161
5.7.3	Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK)	164
5.7.4	Biaya Konstruksi.....	171
BAB VI PENUTUP.....		173
6.1	Kesimpulan	173
6.2	Saran	174
DAFTAR PUSTAKA.....		175

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta provinsi Jawa Timur, Indonesia	4
Gambar 1.2 Kabupaten Trenggalek.....	5
Gambar 1.3 Peta jaringan jalan nasional Jawa Timur	5
Gambar 2.1 Sistem Jaringan Jalan Primer.....	13
Gambar 2.2 Penampang melintang jalan.....	15
Gambar 2.3 Elemen perencanaan sudut tikungan	19
Gambar 2.4 Sudut tikungan dan sudut azimut.....	19
Gambar 2. 5 Ilustrasi lengkung peralihan pada tikungan	21
Gambar 2.6 Bentuk lengkung <i>full circle</i>	22
Gambar 2.7 Diagram superelevasi lengkung <i>full circle</i>	23
Gambar 2.8 Bentuk lengkung <i>spiral – circle – spiral</i>	23
Gambar 2.9 Diagram superelevasi lengkung <i>spiral – circle – spiral</i>	24
Gambar 2.10 Bentuk lengkung spiral – spiral	25
Gambar 2.11 Diagram Superelevasi Lengkung Spiral – spiral ...	26
Gambar 2.12 Jarak pandangan mendahului.....	26
Gambar 2.13 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S < L_t$	28
Gambar 2.14 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S > L_t$	28
Gambar 2.15 Pelebaran karena tapak roda belakang tidak mengikuti tapak roda depan (U)	29
Gambar 2.16 Pelebaran karena overhang depan (Fa).....	30
Gambar 2.17 Ilustrasi Kelandaian Jalan	30
Gambar 2.18 Lengkung Vertikal	31
Gambar 2.19 Lengkung Vertikal Cembung	31
Gambar 2.20 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S < L$	32
Gambar 2.21 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S > L$	32
Gambar 2.22 Lengkung Vertikal Cekung.....	33
Gambar 2.23 Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyaliran Lampu Kondisi $S < L$	33
Gambar 2. 24 Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyaliran Lampu Kondisi $S > L$	34
Gambar 2.25 Koordinasi Lengkung	35

Gambar 2.26 Koordinasi Ideal Antara Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal yang Berimpit	35
Gambar 2.27 Koordinasi yang Dihindari, Dimana Alinyemen Vertikal Menghalangi Pandangan Pengemudi pada saat Memasuki Tikungan Pertama.....	35
Gambar 2.28 Tikungan PI 3	91
Gambar 2.29 Diagram superelevasi tikungan PI 3	91
Gambar 2.30 Alinemen vertikal PPV 1	102
Gambar 2.31Tebal perkerasan hasil perhitungan	124
Gambar 2.32 Saluran drainase kiri STA 0+200 – 0+400	132
Gambar 2.33 Saluran drainase kanan STA 0+200 – 0+400	133
Gambar 3.1 Bagan alir.....	47
Gambar 5.1 Trase rencana dan trase eksisting	56
Gambar 5.2 Korelasi Nilai fm terhadap Kecepatan Rencana, V_r 94	
Gambar 5.3 Grafik regresi linier data PDRB	115
Gambar 5.4 Grafik regresi linier PDRB per Kapita	116
Gambar 5.5 Grafik regresi linier data penduduk	117
Gambar 5.6 Bagan Desain Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum	122
Gambar 5.7 Bagan desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis pondasi berbutir	124
Gambar 5.8 Marka putus – putus di bawah kecepatan 60 km/jam	161

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Golongan dan kelompok jenis kendaraan.....	8
Tabel 2.2 Kelas hambatan samping.....	10
Tabel 2.3 Ketentuan tipe alinemen.....	14
Tabel 2.4 Kelas jarak pandang (KJP).....	15
Tabel 2.5 Definisi tipe penampang melintang jalan standar.....	17
Tabel 2.6 Rentang arus lalu lintas (jam puncak tahun 1) untuk memilih tipe jalan untuk pembuatan jalan baru.....	18
Tabel 2.7 Kecepatan rencana (V_R) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan.....	18
Tabel 4.1 Rekapitulasi data lalu lintas ruas jalan Panggul – Jarakan tahun 2012.....	51
Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Stasiun Watulimo.....	52
Tabel 4.3 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Trenggalek.....	53
Tabel 4.4 Data PDRB per Kapita Kabupaten Trenggalek.....	53
Tabel 4.5 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin Hasil Registrasi Penduduk di Kabupaten Trenggalek.....	54
Tabel 5.1 Ekr untuk jalan 2/2 UD.....	57
Tabel 5.2 Arus volume lalu lintas tahun 2010.....	58
Tabel 5.3 Kapasitas dasar tipe jalan 2/2 UD.....	59
Tabel 5.4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{Lj}).....	59
Tabel 5.5 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA}).....	60
Tabel 5. 6 Kelas hambatan samping.....	60
Tabel 5.7 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS}).....	61
Tabel 5.8 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) untuk jalan luar kota pada alinemen biasa.....	62
Tabel 5.9 Faktor penyesuaian akibat perbedaan lebar efektif lajur lalu lintas (FV_{LE}) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinemen.....	63

Tabel 5.10 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV_{B-HS}).....	64
Tabel 5.11 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna lahan ($FV_{B,KFJ}$) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan.....	65
Tabel 5.12 Kapasitas dasar tipe jalan 2/2 UD	66
Tabel 5.13 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{Lj}).....	66
Tabel 5.14 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA})	66
Tabel 5.15 Kelas hambatan samping.....	67
Tabel 5.16 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS}).....	67
Tabel 5.17 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) untuk jalan luar kota pada alinemen biasa.....	68
Tabel 5.18 Faktor penyesuaian akibat perbedaan lebar efektif lajur lalu lintas (FV_{LE}) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinemen	69
Tabel 5.19 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV_{B-HS}).....	70
Tabel 5.20 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna lahan ($FV_{B,KFJ}$) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan.....	71
Tabel 5.21 <i>Trip assignment</i>	72
Tabel 5.22 Rekapitulasi LHR dua arah <i>trip assignment</i> tahun 2012.....	73
Tabel 5.23 Kemiringan medan trase desa Karanggandu – desa Tasikmadu	75
Tabel 5.24 Medan jalan	78
Tabel 5.25 Kecepatan Rencana	78
Tabel 5.26 Lebar bahu rencana	78
Tabel 5.27 Hasil perhitungan sudut azimuth dan sudut tikungan 80	
Tabel 5.28 Hasil perhitungan superelevasi AASHTO 2004.....	81
Tabel 5. 29 Minimum desain superelevasi untuk $e_{max} = 10\%$	84

Tabel 5. 30 Perbandingan nilai superelevasi AASHTO 2004, AASHTO 2011 dan <i>AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion</i>	85
Tabel 5. 31 Panjang lengkung spiral	86
Tabel 5. 32 Hasil perhitungan parameter tikungan.....	89
Tabel 5.33 Jarak kebebasan samping	95
Tabel 5.34 Kendaraan rencana	97
Tabel 5. 35 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH	100
Tabel 5.36 Alinemen Vertikal	103
Tabel 5.37 Tingkat pertumbuhan PDRB	116
Tabel 5.38 Tingkat pertumbuhan PDRB per Kapita	117
Tabel 5.39 Tingkat pertumbuhan jumlah penduduk.....	118
Tabel 5.40 Tingkat pertumbuhan lalu lintas.....	118
Tabel 5.41 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)	119
Tabel 5.42 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar.....	120
Tabel 5.43 Perhitungan beban sumbu standar kumulatif (CESA ₅)	121
Tabel 5.44 Pemilihan jenis perkerasan	123
Tabel 5.45 Analisa curah hujan stasiun Watulimo	125
Tabel 5.46 Perhitungan $t_{0 \text{ aspal} + \text{bahu}}$	134
Tabel 5 47 $t_{0 \text{ lereng}}$, t_f , luas perkerasan, luas bahu dan luas lereng	139
Tabel 5.48 Perhitungan saluran kiri yang berbatasan langsung dengan lereng	144
Tabel 5.49 Perhitungan saluran kanan yang berbatasan langsung dengan jurang	148
Tabel 5.50 Perhitungan Pembebasan Lahan.....	154
Tabel 5. 51 Perhitungan galian dan timbunan	157
Tabel 5.52 Harga Satuan Dasar (Upah).....	161
Tabel 5.53 Harga Satuan Dasar (Alat).....	162
Tabel 5.54 Harga Satuan Dasar Bahan	163
Tabel 5.55 HSPK Pekerjaan Pembersihan Lahan (m ²)	164
Tabel 5.56 HSPK Galian Tanah (m ³)	165
Tabel 5.57 HSPK Pekerjaan Timbunan Tanah (m ³).....	165

Tabel 5.58 HSPK Pekerjaan Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A (m ³).....	166
Tabel 5.59 HSPK Pekerjaan Lapis Aus AC – WC (ton)	167
Tabel 5.60 HSPK Pekerjaan Lapis Permukaan AC Binder (ton)	168
Tabel 5.61 HSPK Pekerjaan Lapis Permukaan AC Base (ton) .	169
Tabel 5.62 HSPK Pekerjaan Lapis Resap Perekat/Prime Coat (liter).....	170
Tabel 5.63 HSPK Lapis Perekat/Tack Coat (liter)	170
Tabel 5. 64 HSPK Pekerjaan Marka Jalan (m ²)	171
Tabel 5.65 Rencana Anggaran Biaya	172

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas lalu lintas barang dan manusia di wilayah utara Jawa Timur lebih cepat dibandingkan dengan wilayah selatan. Hal ini dikarenakan akses jalan sebagai infrastruktur lebih memadai daripada di wilayah selatan. Kondisi ini memberikan dampak bagian utara Jawa Timur perekonomiannya lebih cepat berkembang dibandingkan wilayah selatan. Padahal jika dilihat dari segi kelestarian alam, Jawa Timur daerah selatan memiliki potensi wisata yang cukup menjanjikan yaitu banyaknya pantai-pantai cantik yang masih belum difungsikan sebagai parawisata.

Kesenjangan pertumbuhan ekonomi antara Jawa Timur wilayah selatan dengan utara inilah yang mendorong Pemerintah untuk membuat kebijakan baru, yaitu Program Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur. Program tersebut diawali dengan pembangunan jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Jawa Timur melalui 8 (delapan) Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Banyuwangi.

Kondisi eksisting jalan di Desa Karanggandu hingga Desa Tasikmadu (Kecamatan Watulimo) ruas jalan Munjungan - Prigi Kabupaten Trenggalek, berkelok – kelok dan medan yang dihadapi pengemudi cukup terjal. Hal ini yang mendasari dibangunnya jalan JLS dengan desain geometrik yang nyaman dan aman bagi pengendara. Selain itu tujuan proyek JLS adalah untuk mengurangi waktu tempuh perjalanan dan memperluas pemerataan pembangunan di Jawa Timur.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan geometrik dan pekerasan jalan Jalur Lintas Selatan, tepatnya di Desa Karanggandu hingga Desa Tasikmadu Kabupaten Trenggalek serta pemodelan *trip assignment* jumlah arus lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Status jalan yang akan direncanakan adalah jalan nasional dan kelas jalan arteri yang menghubungkan

antar kabupaten. Perencanaan geometrik jalan didasari pada ukuran kendaraan dan karakteristik lalu lintas. Hasilnya adalah berupa bentuk dan ukuran jalan serta ruang gerak kendaraan berdasarkan spesifikasi jalan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa permasalahan yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini. Ditinjau dari segi teknis perencanaan jalan adalah sebagai berikut:

1. Berapa volume kendaraan yang beralih menggunakan jalan arteri Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu dan yang tetap menggunakan jalan lama setelah dibangunnya jalan JLS?
2. Bagaimana desain perencanaan trase di jalan tersebut?
3. Bagaimana bentuk alinemen horizontal dan vertikal pada jalan tersebut?
4. Bagaimana perhitungan *cut and fill* pada jalan tersebut?
5. Berapa dimensi saluran drainase pada jalan tersebut?
6. Berapa tebal perkerasan lentur jika menggunakan metode Bina Marga dengan umur rencana 20 tahun?
7. Berapa besar biaya pekerjaan konstruksi jalan yang diperlukan untuk perencanaan jalan Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu pada ruas jalan Munjungan – Prigi?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penulisan tugas akhir perencanaan Jalur Lintas Selatan Desa Karanggandu hingga Desa Tasikmadu adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan jumlah volume lalu lintas yang berpindah menggunakan jalan arteri Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu dan yang tetap menggunakan jalan lama setelah dibangunnya jalan JLS.
2. Hasil desain perencanaan trase berdasarkan peta topografi dan peta kontur.
3. Perencanaan alinemen horizontal dan vertikal.
4. Perhitungan *cut and fill* berdasarkan peta kontur agar diperoleh jumlah galian timbunan yang efisien.

5. Perencanaan dimensi saluran drainase yang sesuai dengan trase jalan.
6. Tebal tiap lapisan pada perkerasan lentur.
7. Perhitungan analisa rencana anggaran biaya.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu yang ada, maka pembahasan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Ruang Lingkup
 1. Perhitungan lalu lintas menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014.
 2. Perencanaan untuk desain trase meliputi perhitungan alinemen horizontal dan vertikal.
 3. Perencanaan drainase jalan berdasarkan Pd. T-02-2006-B.
 4. Perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/BM/2013
- b. Batasan Masalah
 1. Tidak melakukan survey lalu lintas (*counting*).
 2. Tidak menghitung bangunan perlintasan yaitu, jembatan dan gorong-gorong.
 3. Tidak menghitung stabilitas tanah untuk perencanaan pondasi jalan.
 4. Tidak menghitung biaya dinding penahan tanah.
 5. Tidak membicarakan metode pelaksanaan di lapangan.

1.5 Manfaat

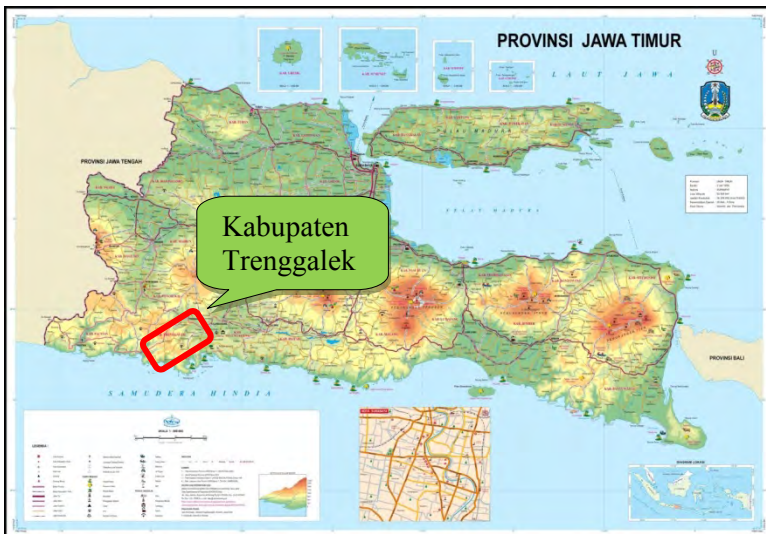
Manfaat yang dapat diperoleh pada penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menghitung pergerakan volume lalu lintas yang berpindah menggunakan jalan arteri Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu dan yang tetap menggunakan jalan lama menggunakan metode *trip assignment* setelah dibangunnya jalan JLS.
2. Dapat merencanakan dan menghitung trase jalan berdasarkan peta topografi dan peta kontur.

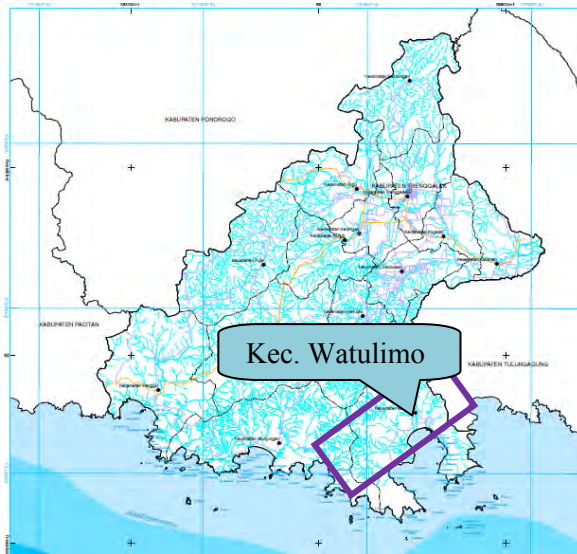
3. Dapat merencanakan dan menghitung alinemen horizontal dan vertikal yang optimal agar pengguna jalan merasa nyaman dalam berkendara.
4. Dapat menghitung volume galian dan timbunan yang optimal.
5. Dapat merencanakan dan menghitung saluran drainase pada jalan.
6. Dapat menghitung tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga tahun 2013.
7. Dapat menghitung besar biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu.

1.6 Lokasi Studi

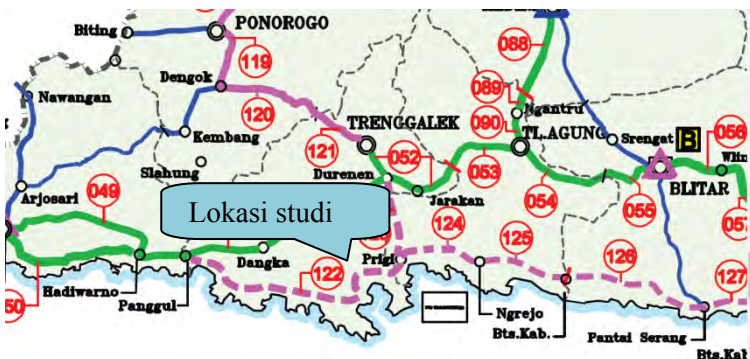
Lokasi studi adalah perencanaan Jalur Lintas Selatan pada ruas jalan Munjungan – Prigi tepatnya di Desa Karanggandu sampai Desa Tasikmadu Kecamatan Watulimo.



Gambar 1.1 Peta provinsi Jawa Timur, Indonesia
sumber: www.bpnjatim.wordpress.com/peta-jawatimur/



Gambar 1.2 Kabupaten Trenggalek
 sumber: www.bappedatrenggalek.com



Gambar 1.3 Peta jaringan jalan nasional Jawa Timur
 sumber: Keputusan Menteri Pekerjaan Umum 631/KPTS/M/2009

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

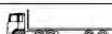
Perencanaan geometrik jalan merupakan perencanaan ruas jalan yang meliputi alinemen horizontal dan vertikal dimana terdapat perencanaan tikungan, kelandaian, dan jarak pandang serta kombinasi dari bagian-bagian tersebut. Hasil desain adalah menghasilkan kondisi geometrik jalan yang memberikan kenyamanan dalam berkendara. Selain itu perencanaan jalan juga meliputi perencanaan jumlah volume kendaraan yang akan masuk ke jalan tersebut, saluran drainase tepi jalan dan tebal perkerasan lentur.

2.2 Lalu Lintas

2.2.1 Survei Pencacahan Lalu Lintas

Survei pencacahan lalu lintas atau yang lebih dikenal sebagai survei *counting* adalah suatu metode perhitungan lalu lintas menggunakan alat cacah genggam (*handy tally counter*) pada jam tertentu. Pengelompokan jenis kendaraan yang dihitung berdasarkan Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan cara manual Pd.T-19-2004-B.

Tabel 2.1 Golongan dan kelompok jenis kendaraan

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3	  		
2	Sedan, jeep, station wagon	  		1.1
3	Angkutan penumpang sedang	 		1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran	 		1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu	 		1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu	 		1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer	 		1.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor	  		

sumber: Pd. T-19-2004-B

Hasil *traffic countung* diolah untuk dikelompokkan pada kategori jenis – jenis kendaraan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 yaitu sebagai berikut:

- Kendaraan ringan (KR)
Kendaraan bermotor beroda empat yang mempunyai 2 gandar berjarak 2.0 – 3.0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, pick up dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
- Kendaraan berat menengah (KBM)
Kendaraan bermotor dengan 2 a s berjarak 3.5 – 5.0 m (termasuk bis kecil, truk dua gandar dengan enam roda, sesuai klasifikasi kendaraan Bina Marga)
- Bis besar (BB)
Bis dengan dua atau tiga gandar berjarak 5.0 – 6.0 m.
- Truk besar (TB)
Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3.5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- Sepeda motor (SM)
Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

2.2.2 Ekvivalen Kendaraan Ringan

Ekivalen kendaraan ringan (ekr) adalah faktor pengali untuk LHR sebagai pembanding antara suatu jenis kendaraan dengan kendaraan ringan. Ekr dipengaruhi oleh tipe jalan, arus total volume lalu lintas dan tipe alinemen.

2.2.3 Pemisah Arah

Pemisah arah adalah prosentase jumlah kendaraan suatu arah dibandingkan dengan jumlah kendaraan total pada dua arah.

2.2.4 Faktor Skr

Faktor untuk mengubah arus total dalam kendaraan/jam menjadi arus ekivalen dalam skr (satuan kendaraan ringan) pada perhitungan kapasitas.

2.2.5 Faktor K

Faktor pengubah lalu lintas harian tahunan (LHRT) menjadi arus lalu lintas jam puncak.

2.2.6 Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas.

Tabel 2.2 Kelas hambatan samping

Kelas hambatan samping	Frekuensi kejadian di kedua sisi jalan	Ciri-ciri khusus
Sangat rendah	< 50	Pedesaan: pertanian atau belum berkembang
Rendah	50 – 150	Pedesaan: beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	150 – 250	Kampung: kegiatan permukiman
Tinggi	250 – 350	Kampung: beberapa kegiatan pasar
Sangat Tinggi	> 350	Mendekati perkotaan: banyak pasar/kegiatan niaga

sumber: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 4*

2.2.7 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (V_B) menurut Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 mempunyai dua definisi, yaitu:

- Kecepatan rata-rata teoritis ketika tidak ada kendaraan di jalan.
- Kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik tanpa adanya lalu lintas lain.

Kecepatan arus bebas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_B = (V_{BD} + FV_{LE}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B,KFJ} \quad \text{pers. 2.1}$$

dengan:

V_B = kecepatan arus bebas pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan dan alinemen yang diamati (km/jam)

FV_{B-HS} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

$FV_{B,KFJ}$ = faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan gunalahan

2.2.8 Kapasitas

Kapasitas adalah arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan. Untuk jalan 2/2TT, nilai kapasitas untuk arus dua-arah. Tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, kapasitas didefinisikan per lajur. Perhitungan kapasitas dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{Lj} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \quad \text{pers. 2.2}$$

dengan:

C = kapasitas (skr/jam)

C_0 = kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{Lj} = faktor penyesuaian lebar jalan

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

FC_{HS} = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

2.2.9 Trip Assignment

Untuk memperoleh volume lalu lintas yang berpindah menggunakan jalan baru dan yang tetap menggunakan jalan lama setelah dibangunnya jalan baru, menggunakan pemodelan pembebanan lalu lintas *trip assignment*. Salah satu metode yang digunakan adalah teori kurva biaya arus yang diusulkan oleh Smock (1962) yang mengemukakan untuk kajian di Detroit:

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

pers 2.3

dengan :

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

Q_s = kapasitas pada kondisi jenuh

2.3 Jalan

Klasifikasi jalan mengikuti pedoman Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.34 Tahun 2006 tentang Jalan dapat dibagi menjadi dua yaitu sistem jaringan jalan primer dan sekunder.

Sistem Jaringan Jalan Primer

1. Jalan arteri primer

Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 60 km /jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter. Selain itu lalu lintas tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal. Jika memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

2. Jalan kolektor primer

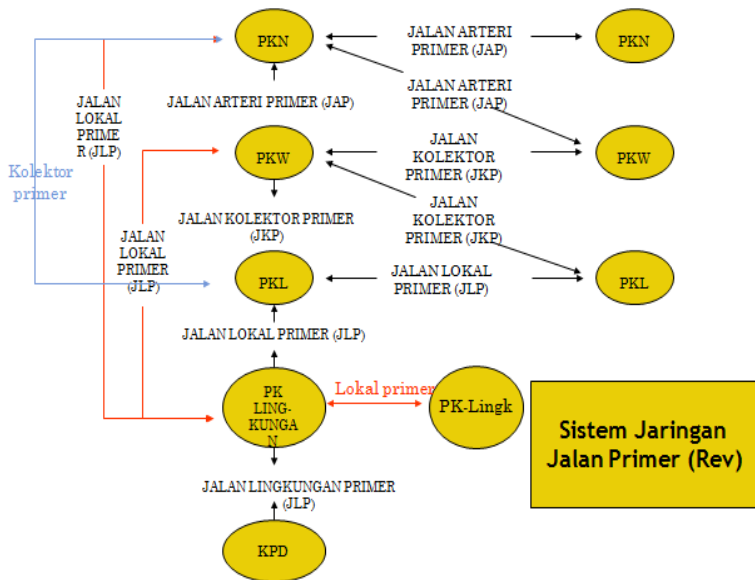
Jalan kolektor primer direncanakan berdasarkan kecepatan rencana minimal 40 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 m. Jalan kolektor primer yang melewati kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

3. Jalan lokal primer

Jalan lokal primer didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 20 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 m. Jika memasuki kawasan pedesaan tidak boleh terputus.

4. Jalan lingkungan primer

Jalan lingkungan primer direncanakan berdasarkan kecepatan rencana minimal 15 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6.5 m. Jalan lingkungan primer yang tidak boleh dilalui kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3.5 m.



Gambar 2.1 Sistem Jaringan Jalan Primer
sumber: Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Sistem Jaringan Jalan Sekunder

1. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 30 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 11 m. Lalu lintas tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

2. Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 20 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 m. Pada jalan ini lalu lintas tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

3. Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 7.5 m.

4. Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana minimal 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6.5 m. Jika tidak boleh dilewati kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3.5 m.

2.3.1 Tipe Jalan

Tipe jalan yaitu konfigurasi jumlah lajur dan arah jalan. Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 jalan antar kota mempunyai tipe – tipe jalan yaitu sebagai berikut:

- o 2 lajur 1 arah (2/1)
- o 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
- o 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2TT)
- o 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2T)
- o 6 lajur 2 arah terbagi (6/2T)

2.3.2 Medan Jalan

Klasifikasi medan jalan menurut Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014, yaitu berdasarkan lengkung vertikal dan horizontal serta dari kemiringan melintang.

Tabel 2.3 Ketentuan tipe alinemen

Tipe alinemen jalan	Lengkung vertikal naik+turun, (m/km)	Lengkung horizontal (rad/km)
Datar	< 10 (5)	< 1,0 (0,25)
Bukit	10 – 30 (25)	1,0 – 2,5 (2,00)
Gunung	> 30 (45)	> 2,5 (3,50)

Catatan: Nilai-nilai dalam kurung digunakan untuk mengembangkan grafik untuk tipe alinemen standar.

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 7

2.3.3 Kelas Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak maksimum pengemudi (dengan tinggi mata 1.2 m) melihat kendaraan lain atau suatu benda dengan ketinggian 1.3 m. Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan prosentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang > 300 m.

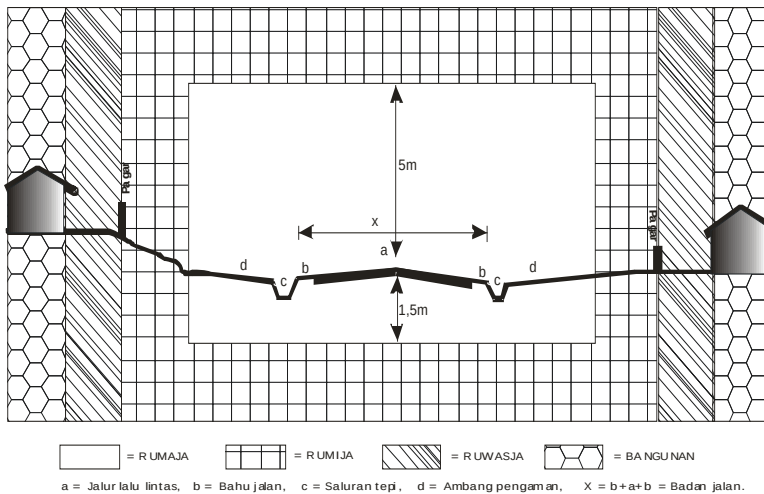
Tabel 2.4 Kelas jarak pandang (KJP)

Kelas jarak pandang	% segmen jalan dengan jarak pandang $\geq 300\text{m}$
A	> 70
B	$30 - 70$
C	< 30

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 4

2.3.4 Penampang Melintang

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota, penampang melintang dianggap mempunyai bahu berkerikil (perkerasan tidak berpenutup) yang dapat digunakan untuk parkir dan kendaraan berhenti, tetapi bukan untuk lajur perjalanan.



Gambar 2.2 Penampang melintang jalan

sumber: Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

- Ruang manfaat jalan (Rumaja)
Merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu. Rumaja terdiri dari badan jalan, saluran tepi dan ambang pengamannya. Rumaja hanya

untuk median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya.

- Ruang milik jalan (Rumija)
Rumija terdiri dari rumaja dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan yang diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan jalur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan. Jika terdapat sejalur tanah tertentu dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lansekap jalan. Syarat dimensi rumija minimal adalah sebagai berikut:
 - o Jalan bebas hambatan 30 m
 - o Jalan raya 25 m
 - o Jalan sedang 15 m
 - o Jalan kecil 11 m
- Ruang pengawasan jalan (Ruwasja)
Ruang pengawasan jalan merupakan ruang sepanjang jalan diluar rumija yang diperuntukan bagi pandangan bebas pengemudi, pengamanan konstruksi jalan dan pengamanan fungsi jalan. Lebar ruwasja ditentukan dari tepi badan jalan paling rendah sebagai berikut:
 - o Jalan arteri primer 15 m
 - o Jalan kolektor primer 10 m
 - o Jalan lokal primer 7 m
 - o Jalan lingkungan primer 5 m
 - o Jalan arteri sekunder 15 m
 - o Jalan kolektor sekunder 5 m
 - o Jalan lokal sekunder 3 m
 - o Jalan lingkungan sekunder 2 m
 - o Jembatan 100 m ke arah hilir dan hulu

Tabel 2.5 Definisi tipe penampang melintang jalan standar

Tipe jalan	Kelas Jarak Pandang	Lebar jalur lalu lintas (m)	Lebar bahu (m)			
			Luar			Dalam
			Datar	Perbukitan	Pegunungan	
2/2TT	B	5,50	1,50	1,50	1,00	-
2/2TT	B	7,00	1,50	1,50	1,00	-
4/2TT	B	14,00	1,50	1,50	1,00	-
4/2T	A	11,00	1,75	1,75	1,25	0,25
4/2T	A	14,00	1,75	1,75	1,25	0,25
6/2T	A	21,00	1,75	1,75	1,25	0,25

*) didefinisikan sesuai dengan persyaratan teknis jalan yang diatur dalam peraturan pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan.

sumber: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 22*

Tipe jalan yang paling ekonomis untuk jalan umum atau jalan bebas hambatan ditetapkan berdasarkan analisis biaya siklus hidup (BSH). Berikut ini adalah tabel untuk menentukan tipe jalan dan lebar jalur lalu lintas pada pembuatan jalan baru dengan umur rencana 23 tahun.

Tabel 2.6 Rentang arus lalu lintas (jam puncak tahun 1) untuk memilih tipe jalan untuk pembuatan jalan baru

Kondisi		Rentang ambang arus lalu lintas dalam kend./jam tahun ke-1 (jam puncak)						
Tipe aline-men	Hambatan Samping	Tipe jalan/lebar jalur lalu lintas (m)						
		2/2TT		4/2TT		4/2T		6/2T
		5,50	7	11	14	11	14	21
Datar	Rendah	<300	300-450	450-550	550-650	650-950	800-1.250	>1.450
Datar	Tinggi	<300	250-350		450-500	500-700	700-1.250	>1.450
Bukit / Gunung	Rendah	<300	300-400	450-500	500-600	600-650	800-950	>1.450
Bukit / Gunung	Tinggi	<250	300-350		450-500	500-700	700-950	>1.350

sumber: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 23*

2.3.5 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (V_R) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan. Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.7 Kecepatan rencana (V_R) sesuai klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

sumber: *Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)*

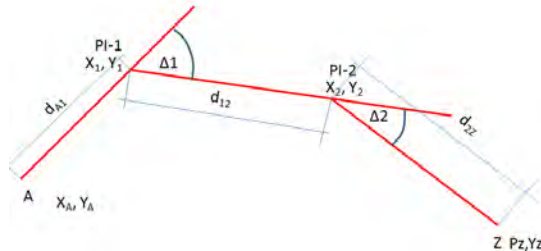
2.3.6 Alinemen Horizontal

Perhitungan alinemen horizontal digunakan untuk menentukan tipe lengkung berdasarkan kecepatan rencana dan sudut tikungan.

Sudut Tikungan

Sebelum menentukan sudut tikungan, terlebih dahulu dihitung sudut azimuthnya.

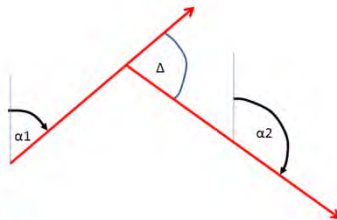
$$\alpha_A = \text{arc tg} \left(\frac{X_1 - X_A}{Y_1 - Y_A} \right) \quad \text{pers 2.4}$$



Gambar 2.3 Elemen perencanaan sudut tikungan

sumber: Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

$$\Delta = \alpha_2 - \alpha_1 \quad \text{pers 2.5}$$



Gambar 2.4 Sudut tikungan dan sudut azimuth

sumber: Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Jari – Jari Minimum

Pada alinemen horizontal terjadi gaya sentrifugal yang diimbangi dengan gaya gesek antara roda kendaraan dengan

kemiringan melintang jalan. Agar terjadi keseimbangan gaya-gaya tersebut, maka diperlukan jari-jari lengkung horizontal yang dapat dilalui kendaraan kecepatan rencana (V_R).

Besarnya jari-jari minimum dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \quad \text{pers 2.6}$$

Koefisien gesekan melintang dapat dihitung dengan rumus:

$$f_{\max} = -0.00065 \cdot V_R + 0.192 \rightarrow V_R < 80 \text{ km/jam} \quad \text{pers 2.7}$$

$$f_{\max} = -0.00125 \cdot V_R + 0.24 \rightarrow V_R > 80 \text{ km/jam} \quad \text{pers 2.8}$$

Superelevasi

Perhitungan nilai superelevasi menggunakan metode ke – 5 Aashto 2004.

$$e = (e + f) - f(D) \quad \text{pers 2.9}$$

$$(e + f) = (e_{\max} + f_{\max}) \times \frac{D}{D_{\max}} \quad \text{pers 2.10}$$

$$D = \frac{1432.39}{R} \quad \text{pers 2.11}$$

$$D_{\max} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \quad \text{pers 2.12}$$

$$f_1 = M_o \times \left(\frac{D}{D_p} \right)^2 + D \times \text{tg } \alpha_1 \rightarrow D < D_p \quad \text{pers 2.13}$$

$$f_2 = M_o \times \left(\frac{D_{\max} - D}{D_{\max} - D_p} \right)^2 + h + (D - D_p) \text{tg } \alpha_2 \rightarrow D > D_p$$

pers 2.14

$$M_o = D_p \times (D_{\max} - D_p) \times \frac{\text{tg } \alpha_2 - \text{tg } \alpha_1}{2 D_{\max}} \quad \text{pers 2.15}$$

$$D_p = \frac{181913.52 \times e_{\max}}{V_R^2} \quad \text{pers 2.16}$$

$$V_R = (80\% - 90\%) V_D \quad \text{pers 2.17}$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{h}{D_p} \quad \text{pers 2.18}$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{f_{\max} - h}{D_{\max} - D_p} \quad \text{pers 2.19}$$

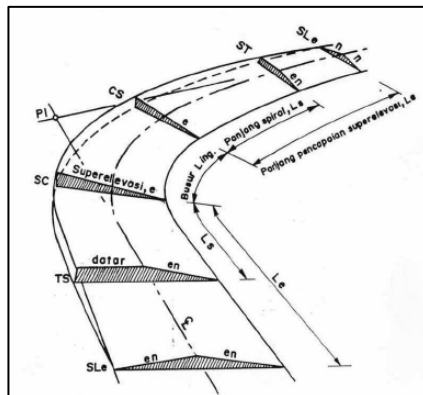
$$h = e_{\max} \frac{V_D^2}{V_R^2} - e_{\max} \quad \text{pers 2.20}$$

Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . Lengkung ini berfungsi untuk memberikan kendaraan adaptasi pada perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap.

Panjang lengkung peralihan untuk jalan yang lebih dari 2 lajur 2 arah adalah :

- Jalan 4 lajur 2 arah = $1.5 \times L_s$ (2 lajur) *pers 2.21*
- Jalan 6 lajur 2 arah = $2.0 \times L_s$ (2 lajur) *pers 2.22*



Gambar 2. 5 Ilustrasi lengkung peralihan pada tikungan
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Tikungan

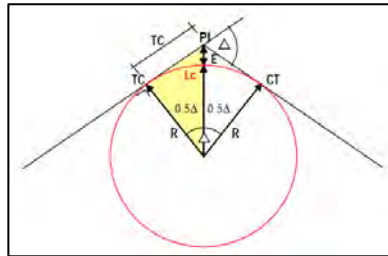
Terdapat 3 bentuk alinemen horisontal, yaitu sebagai berikut :

- Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)
- Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (spiral – circle – spiral)
- Lengkung peralihan (spiral – spiral)

1. Lengkung busur lingkaran (*full circle*)

Pada umumnya lengkung *full circle* hanya dapat digunakan jika :

- o jari-jari tikungan R yang direncanakan besar
- o nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%



Gambar 2.6 Bentuk lengkung *full circle*
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

2. Parameter lengkung *full circle*

$$T_c = R \times \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \quad \text{pers 2.23}$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad \text{pers 2.24}$$

$$L_c = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) \times R \quad \text{pers 2.25}$$

dengan:

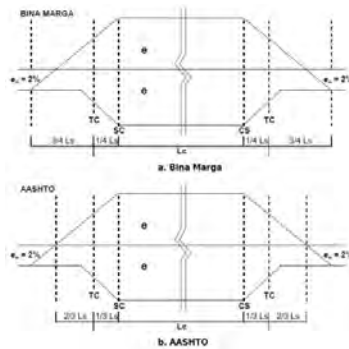
T_c = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection) (m) titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = jari-jari alinemen horisontal (m)

Δ = sudut alinemen horisontal (o)

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

L_c = panjang busur lingkaran (m)

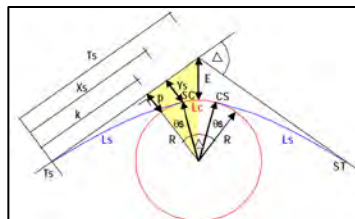


Gambar 2.7 Diagram superelevasi lengkung *full circle*
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

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

Lengkung *spiral – circle – spiral* digunakan jika :

- o nilai superelevasi $e \geq 3\%$
- o panjang $L_c > 25$ meter



Gambar 2.8 Bentuk lengkung *spiral – circle – spiral*
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Parameter lengkung *spiral – circle – spiral*

$$\theta_s = \frac{90LS}{\pi R} \quad \text{pers 2.26}$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s) \times \pi R}{180} \quad \text{pers 2.27}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \quad \text{pers 2.28}$$

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40R^2} - R \times \sin\theta s \quad \text{pers 2.29}$$

$$Ts = (R + p) \times tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \quad \text{pers 2.30}$$

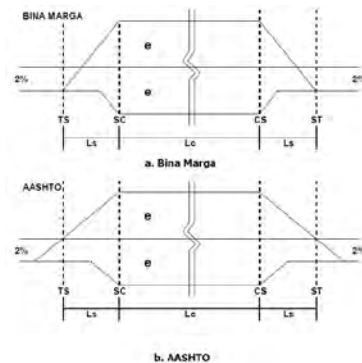
$$E = \frac{(R+p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \quad \text{pers 2.31}$$

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \cdot R^2} - R\right) \quad \text{pers 2.32}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6R} \quad \text{pers 2.33}$$

dengan:

- θs = sudut spiral pada titik SC (0)
- Ls = panjang lengkung spiral (m)
- R = jari-jari alinemen horisontal (m)
- Δ = sudut alinemen horisontal (0)
- Lc = panjang busur lingkaran (m)
- Ts = jarak titik Ts dari PI (m) titik awal mulai masuk ke daerah lengkung
- E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)
- Xs, Ys = koodinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC) (m)



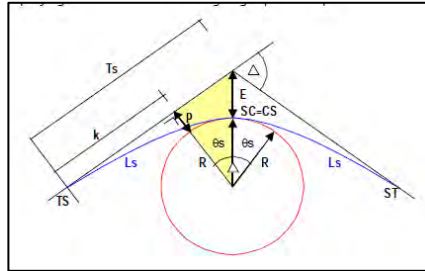
Gambar 2.9 Diagram superelevasi lengkung *spiral – circle – spiral*

sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

4. Lengkung peralihan (spiral – spiral)

Lengkung spiral – spiral digunakan jika :

- o nilai superelevasi $e \geq 3\%$
- o panjang $L_c \leq 25$ meter



Gambar 2.10 Bentuk lengkung spiral – spiral
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Parameter lengkung spiral – spiral :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad \text{pers 2.34}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \quad \text{pers 2.35}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40R^2} - R \times \sin\theta_s \quad \text{pers 2.36}$$

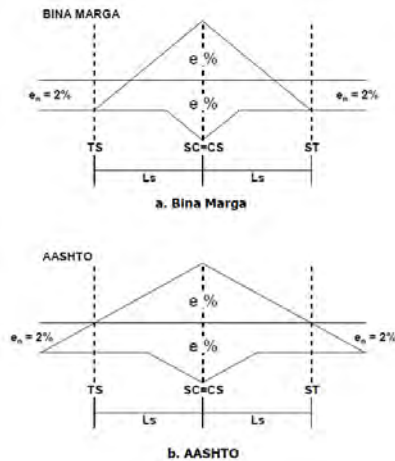
$$Ts = (R + p) \times \tan\theta_s + k \quad \text{pers 2.37}$$

$$E = \frac{(R+p)}{\cos\theta_s} - R \quad \text{pers 2.38}$$

$$L_{s_{min}} = (e + e_n) \times B \times m_{max} \quad \text{pers 2.39}$$

dengan :

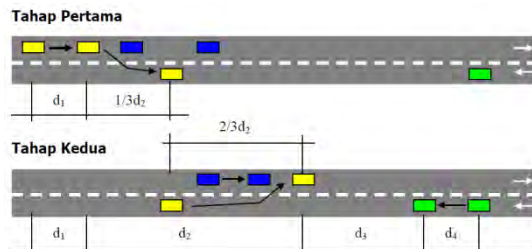
- θ_s = sudut spiral pada titik SC - CS (0)
- L_s = panjang lengkung spiral (m)
- R = jari-jari alinemen horisontal (m)
- Δ = sudut alinemen horisontal (0)
- Ts = jarak titik Ts dari PI (m)
- titik awal mulai masuk ke daerah lengkung
- E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (m)



Gambar 2.11 Diagram Superelevasi Lengkung Spiral – spiral
 sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

2.3.7 Jarak Pandangan Menyiap

Jarak pandangan menyiap adalah jarak kendaraan yang mendahului kendaraan lain di depannya sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula dengan aman.



Gambar 2.12 Jarak pandangan mendahului
 sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Untuk menghitung jarak pandangan menyiap adalah sebagai berikut:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad \text{pers 2.40}$$

dengan :

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $2/3 d_2$ (m)

dimana:

$$d_1 = 0.278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \quad \text{pers 2.41}$$

$$d_2 = 0.278V \cdot t_2 \quad \text{pers 2.42}$$

$$d_3 = 30s. d_{100m} \quad \text{pers 2.43}$$

$$d_4 = 2/3 \cdot d_2 \quad \text{pers 2.44}$$

dengan:

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 disiap (15km/jam).

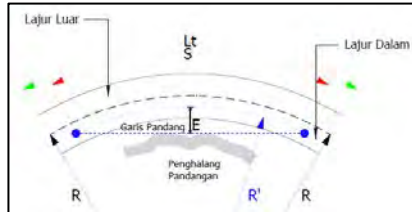
Jarak pandangan menyiap minimum dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$d_{\min} = 2/3 d_2 + d_3 + d_4 \quad \text{pers 2.45}$$

2.3.8 Kebebasan Samping di Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan bertujuan memberikan pengemudi kemudahan pandangan di tikungan dengan menghilangkan obyek-obyek penghalang sejauh E (m). Terdapat 2 jenis jarak kebebasan samping berdasarkan jarak pandangan.

1. Jika jarak pandangan, S lebih kecil daripada panjang total lengkung, Lt



Gambar 2.13 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S < L_t$
 sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65S}{R'} \right) \right] \quad \text{pers 2.46}$$

dengan:

E = kebebasan samping (m)

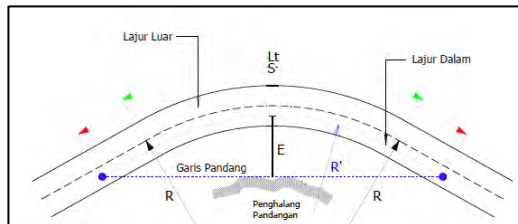
R = jari-jari tikungan (m)

R' = jari-jari sumbu lajur dalam (m)

S = jarak pandangan (m)

Lt = panjang total lengkung (m)

2. Jika jarak pandangan, S lebih besar daripada panjang total lengkung, Lt



Gambar 2.14 Daerah Bebas Samping di Tikungan $S > L_t$
 sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

$$E = R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65S}{R'} \right) \right] + \left[\frac{S-L_t}{2} \times \sin \left(\frac{28.65S}{R'} \right) \right] \quad \text{pers 2.47}$$

2.3.9 Pelebaran pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan mengatasi masalah kesulitan pengemudi dalam mempertahankan lintasannya yaitu ketika lintasan roda depan dengan belakang tidak sama sehingga terjadi *off tracking*. Besarnya pelebaran pada tikungan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\omega = Wc - Wn \quad \text{pers 2.48}$$

$$Wc = N(U + C) + (N - 1)Fa + Z \quad \text{pers 2.49}$$

dimana :

N = jumlah lajur

C = clearance

= 0.6 m untuk lebar jalan 6 m

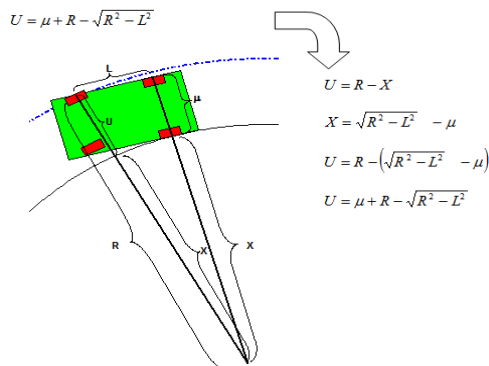
= 0.75 m untuk lebar jalan 6.6 m

= 0.9 m untuk lebar jalan 7.2 m

Fa = lebar front overhang

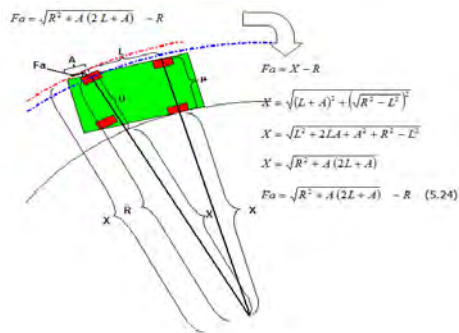
Z = tambahan lebar karena kesulitan mengemudi

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



Gambar 2.15 Pelebaran karena tapak roda belakang tidak mengikuti tapak roda depan (U)

sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)



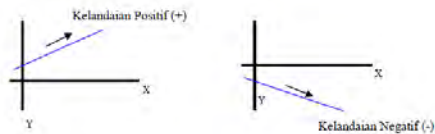
Gambar 2.16 Pelebaran karena overhang depan (Fa)
sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

2.3.10 Alinemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Kelandaian Jalan

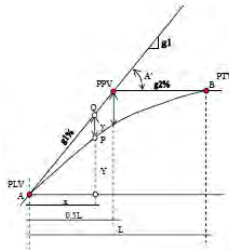
Kelandaian jalan berpengaruh pada masalah pengoperasian kendaraan, terutama truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian jalan bernilai positif dan negatif.



Gambar 2.17 Ilustrasi Kelandaian Jalan
sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Panjang Kritis

Lengkung vertikal bertujuan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti bagi pengemudi.



Gambar 2.18 Lengkung Vertikal

sumber : Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

$$A = [g_1 - g_2] \quad \text{pers. 2.50}$$

$$y = \frac{A}{200L} (0.5L^2) \rightarrow E_v = \frac{AL}{800} \quad \text{pers 2.51}$$

dengan:

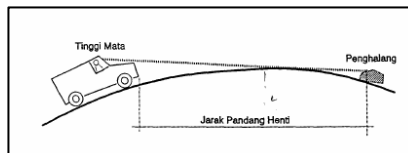
A = perbedaan aljabar kelandaian

g = gradien

Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung berdasarkan pada dua kondisi, yaitu:

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

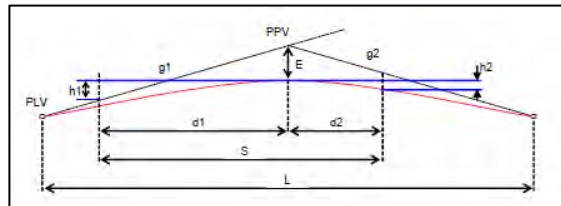


Gambar 2.19 Lengkung Vertikal Cembung

sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

No. 038/TBM/1997

1. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)

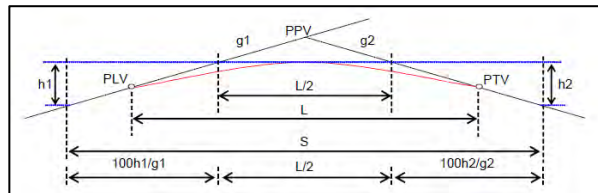


Gambar 2.20 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S < L$
 sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Nilai L dapat dihitung menggunakan rumus

$$L = \frac{AS^2}{960} \quad \text{pers 2.52}$$

2. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S > L$)



Gambar 2.21 Lengkung Vertikal Cembung Kondisi $S > L$
 sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Nilai L dapat dihitung menggunakan rumus

$$L = 2S - \frac{960}{A} \quad \text{pers 2.53}$$

Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung dibagi dua berdasarkan jarak penyinaran lampu. Panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut ini:

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

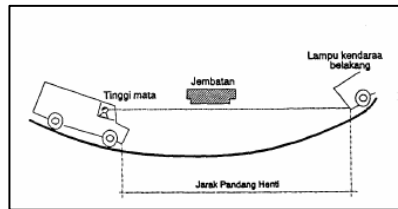
pers 2.54

dengan :

V = kecepatan rencana, km/jam

A = perbedaan aljabar landai

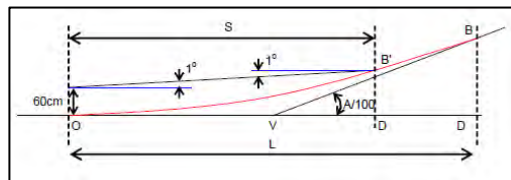
L = panjang lengkung vertikal cekung



Gambar 2.22 Lengkung Vertikal Cekung

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

1. Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)

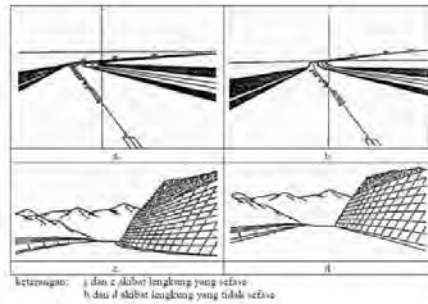


Gambar 2.23 Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak
Penyinaran Lampu Kondisi $S < L$

sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

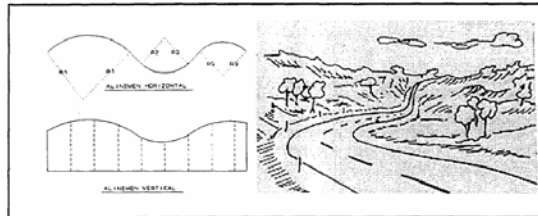
$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.5S}$$

pers 2.55



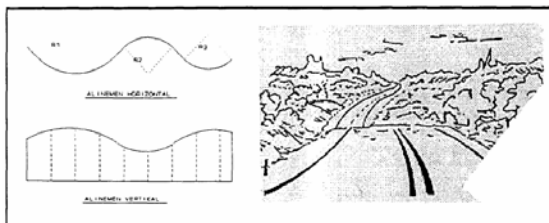
Gambar 2.25 Koordinasi Lengkung

sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)



Gambar 2.26 Koordinasi Ideal Antara Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal yang Berimpit

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



Gambar 2.27 Koordinasi yang Dihindari, Dimana Alinyemen Vertikal Menghalangi Pandangan Pengemudi pada saat Memasuki Tikungan Pertama

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

2.4 Konstruksi Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Terdapat dua macam metode untuk menentukan tebal perkerasan lentur yaitu metode AASTHO dan Bina Marga. Dalam proyek akhir ini menggunakan metode Bina Marga “Manual Desain Perkerasan Jalan”.

Pada Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2013 sub bab 13 terdapat prosedur desain untuk merencanakan perkerasan lentur. Berikut ini langkah – langkahnya:

1. Menentukan umur rencana perkerasan
2. Menentukan CESA₄ apabila perkerasan menggunakan pelaburan tipis (Burda) dan perkerasan tanpa penutup.
3. Menentukan TM (*Traffic Multiplier*) jika menggunakan desain dengan *circly* yaitu software *Australian mechanistic* yang digunakan oleh *Austroads 2004*
4. Menentukan CESA₅ jika menggunakan desain perkerasan lentur
5. Menentukan tipe perkerasan berdasarkan jumlah lalu lintas pada umur rencana
6. Membagi daya dukung pondasi tanah dasar yang seragam
7. Menentukan metode yang digunakan untuk desain pondasi jalan berdasarkan jenis tanah dasar.
8. Menentukan tebal perkerasan menggunakan bagan desain yang sesuai
9. Cek hasil tebal tiap lapisan untuk memastikan kekuatan struktur dengan menggunakan Pd T-01-2002-B atau Desain Mekanistik (*Austroads 2008*)

2.5 Saluran Drainase

Saluran tepi jalan berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, air irigasi atau air buangan, dan air permukaan yang terhambat oleh adanya jalan raya ke alur-alur

alam. Selain itu agar tidak terjadi genangan yang dapat merusak konstruksi perkerasan.

2.21.1 Frekuensi Hujan pada Periode Ulang T

Parameter untuk menghitung frekuensi tinggi hujan rencana selama 10 tahun adalah

- Hujan rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad \text{pers 2.57}$$

- Standard deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{pers 2.58}$$

- Faktor frekuensi

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \quad \text{pers 2.59}$$

Jadi, frekuensi periode hujan pada periode tahun T

$$R_T = X + \left[\left(\frac{Y_T - Y_n}{S_n} \right) \times Sx \right] \quad \text{pers 2.60}$$

dengan:

$\bar{X}$ = Hujan rata-rata

Sx = Standart deviasi

R_T = Frekuensi periode hujan pada periode tahun T

Y_T = Faktor reduksi

Y_n = Nilai yang tergantung pada nilai n

S_n = Standar deviasi merupakan fungsi dari n

2.21.2 Intensitas Hujan Rencana

Perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan rumus Mononobe, yaitu sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad \text{pers 2.61}$$

dengan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.21.3 Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh titik air yang berada di tempat terjauh menuju saluran tepi. Waktu konsentrasi dibagi menjadi dua, yaitu waktu untuk mencapai awal saluran (t_0) dan waktu pengaliran (t_f).

$$t_0 = 1.44 \times \left(\frac{L_T \times nd}{\sqrt{i}} \right)^{0.467} \quad \text{pers 2.62}$$

Untuk t_0 pada jalan tidak datar ($g \neq 0$), kelandaian dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$X = \frac{g}{s} \times W \quad \text{pers 2.63}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X^2} \quad \text{pers 2.64}$$

$$\Delta hg = X \cdot g \quad \text{pers 2.65}$$

$$\Delta hs = W \cdot s \quad \text{pers 2.66}$$

$$\Delta h = \Delta hg + \Delta hs \quad \text{pers 2.67}$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} \quad \text{pers 2.68}$$

dimana:

W = Lebar jalan

X = Jarak aliran arah memanjang

L = Panjang aliran menuju

S = Kemiringan melintang

g = gradient (kemiringan memanjang)

$$t_f = \frac{L}{V} \quad \text{pers 2.69}$$

$$t_c = t_0 + t_f \quad \text{pers 2.70}$$

dengan:

t_0 = Inlet time (menit)

nd = Koefisien hambatan

L_T = Panjang titik terjauh sampai sarana drainase (m)

i = Kelandaian permukaan

L = Panjang saluran (m)

V = Kecepatan air di saluran

Kecepatan air dihitung menggunakan rumus Manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \text{pers 2.71}$$

dengan:

V = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

R = Jari-jari hidrolis = F/P (m)

F = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

I = Kemiringan muka saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

2.21.4 Koefisien Pengaliran (C)

Menurut The Asphalt Institute, untuk menentukan C dengan berbagai kondisi permukaan, dapat dihitung atau ditentukan dengan cara sebagai berikut: (Hendarsin, 2000):

$$C = \frac{C_1 \cdot L_1 + C_2 \cdot L_2 + \dots + C_n \cdot L_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \text{pers 2.72}$$

dengan:

C1, C2,... = Koefisien pengaliran sesuai dengan jenis permukaan

A1, A2,... = Luas daerah pengaliran

2.21.5 Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah pengaliran limpasan yang masuk ke dalam saluran yang jumlahnya sebesar

$$Q = \frac{1}{3.6} \times (C \times I \times A) \quad \text{pers 2.73}$$

2.21.6 Dimensi Saluran

Direncanakan saluran berpenampang trapesium. Bentuk penampang saluran dipilih berdasarkan jenis tanah dasar, kedalaman saluran, kecepatan aliran, kemiringan saluran dan lahan yang tersedia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Identifikasi Masalah

Tahapan ini merupakan tahap mengidentifikasi latar belakang dan pertimbangan mengapa perlu dilakukan studi perencanaan jalan Desa Karanggandu – Desa Tasikimadu. Pada kondisi eksisting, fungsi jalan adalah kolektor dengan medan kemiringan yang cukup tinggi dan lebar jalan yang kurang memadai sehingga mengganggu kenyamanan pengemudi. Oleh karena itu, Pemerintah Propinsi merencanakan jalan baru Desa Karanggandu – Desa Tasikimadu dengan fungsi jalan arteri dan status jalan nasional. Jalan baru ini akan menjadi jalan penghubung antar kota/kabupaten di bagian selatan Pulau Jawa (program Jalur Lintas Selatan).

3.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap mempelajari materi yang berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir. Sumber dapat berupa peraturan pemerintah (Undang-Undang, SNI, atau pedoman standar PU), buku tugas akhir yang telah ada, buku-buku, modul ajar dan halaman-halaman *website*. Berikut ini beberapa topik bahasan yang relevan mengenai tugas akhir ini.

1. Pemodelan transportasi lalu lintas (*Trip Assignment*)
2. Geometrik jalan raya
3. Drainase jalan raya
4. Konstruksi perkerasan lentur metode Bina Marga

3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data sekunder yaitu data yang sudah tersedia tanpa perlu melakukan pengamatan atau penelitian. Data-data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Peta Rupa Bumi Indonesia
Peta RBI diperoleh di Jurusan Geomatika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya yang diproduksi oleh Bakosurtanal dengan skala 1:25000. Peta ini menunjukkan tata guna lahan dan kontur sehingga memudahkan dalam perencanaan trase.
2. Volume lalu lintas
Data volume lalu lintas digunakan untuk menentukan konstruksi perkerasan lentur. Jumlah LHR didapatkan dari pendekatan volume lalu lintas pada suatu ruas jalan yang mempunyai tipe, kelas dan fungsi jalan yang sama. Hal ini dikarenakan jalan yang direncanakan adalah jalan baru. Data volume lalu lintas tersebut diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V.
3. Data CBR tanah dasar
Data CBR digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan. Data CBR didapatkan dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V.
4. Data curah hujan
Data curah hujan diperoleh dari Dinas PU Pengairan Propinsi Jawa Timur. Data ini digunakan dalam perencanaan saluran drainase jalan raya.
5. Data PDRB, PDRB per-kapita dan kependudukan
Data PDRB, PDRB per-kapita dan kependudukan didapatkan dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Data tersebut digunakan sebagai perhitungan pertumbuhan lalu lintas dalam mendesain perkerasan lentur.

3.4 Perencanaan Geometrik Jalan

Setelah melakukan studi literatur dan data yang dikumpulkan telah lengkap, langkah selanjutnya adalah menentukan kecepatan rencana berdasarkan status jalan dan medan jalan. Kecepatan rencana akan digunakan dalam perencanaan geometrik yang meliputi alinemen vertikal dan horizontal.

3.4.1 Perencanaan Alinemen Horizontal

Tahapan perencanaan alinemen horizontal adalah sebagai berikut:

1. Penentuan trase

Pemilihan trase didasari dengan pertimbangan sebagai berikut ini:

 - lebih baik menghindari berpotongan sebidang dengan jalur kereta api
 - pembebasan lahan sebaiknya tidak di permukiman penduduk dan fasilitas umum
 - perbedaan elevasi serendah mungkin untuk menekan biaya pekerjaan galian timbunan
2. Penetapan parameter rencana
 - jari-jari tikungan
 - sudut tikungan
 - superelevasi
 - lebar jalan yang direncanakan
3. Perencanaan tikungan
 - Bentuk lengkung horizontal
 - perhitungan panjang lengkung peralihan (L_s)
 - perhitungan panjang lengkung circle (L_c)
 - perhitungan stasioning di titik-titik tikungan
 - penggambaran diagram superelevasi
 - perhitungan jarak kebebasan samping
 - perhitungan pelebaran pada tikungan
 - gabungan alinemen horizontal
4. Penentuan Stasioning

3.4.2 Perencanaan Alinemen Vertikal

Berikut ini adalah tahapan dalam perencanaan alinemen vertikal

1. Penetapan parameter rencana
 - jarak pandangan henti
 - jarak pandangan menyiap

- jarak penyinaran lampu kendaraan
 - jarak pandangan bebas di bawah jembatan
2. Perencanaan lengkung vertikal
 - perhitungan kelandaian
 - perhitungan panjang lengkung vertikal
 - perhitungan elevasi

3.5 Perencanaan Tebal Perkerasan

Besarnya tebal perkerasan lentur dihitung berdasarkan metode Bina Marga tahun 2013. Perencanaan tebal perkerasan meliputi

1. Volume kendaraan awal rencana
Untuk memperoleh jumlah kendaraan yang akan melewati ruas jalan yang direncanakan menggunakan pemodelan *trip assignment*.
2. Menentukan umur rencana berdasarkan jenis perkerasan
3. Menentukan lalu lintas rencana berdasarkan umur rencana yang telah dikalikan dengan faktor beban ketika kendaraan bermuatan lebih (*over load*) (CESA₅)
4. Menentukan tipe perkerasan berdasarkan lalu lintas rencana
5. Menentukan struktur pondasi jalan berdasarkan daya dukung tanah dasar (*subgrade*)
6. Menentukan struktur perkerasan

3.6 Perencanaan Saluran Drainase

Saluran drainase jalan raya adalah saluran yang mengalir di permukaan. Perencanaannya dimulai dari mengolah data curah hujan hingga menentukan dimensi saluran. Perencanaan saluran drainase jalan raya terdiri dari:

- perhitungan intensitas hujan rencana (I)
- penentuan luas daerah pengaliran (A)
- perhitungan waktu konsentrasi (t_c)
- perhitungan koefisien Pengaliran (C)
- perhitungan debit limpasan (Q)
- perhitungan dimensi saluran

3.7 Hasil Perencanaan

Hasil perhitungan pada perencanaan jalan baru Desa Karanggandu – Desa Tasikimadu adalah sebagai berikut:

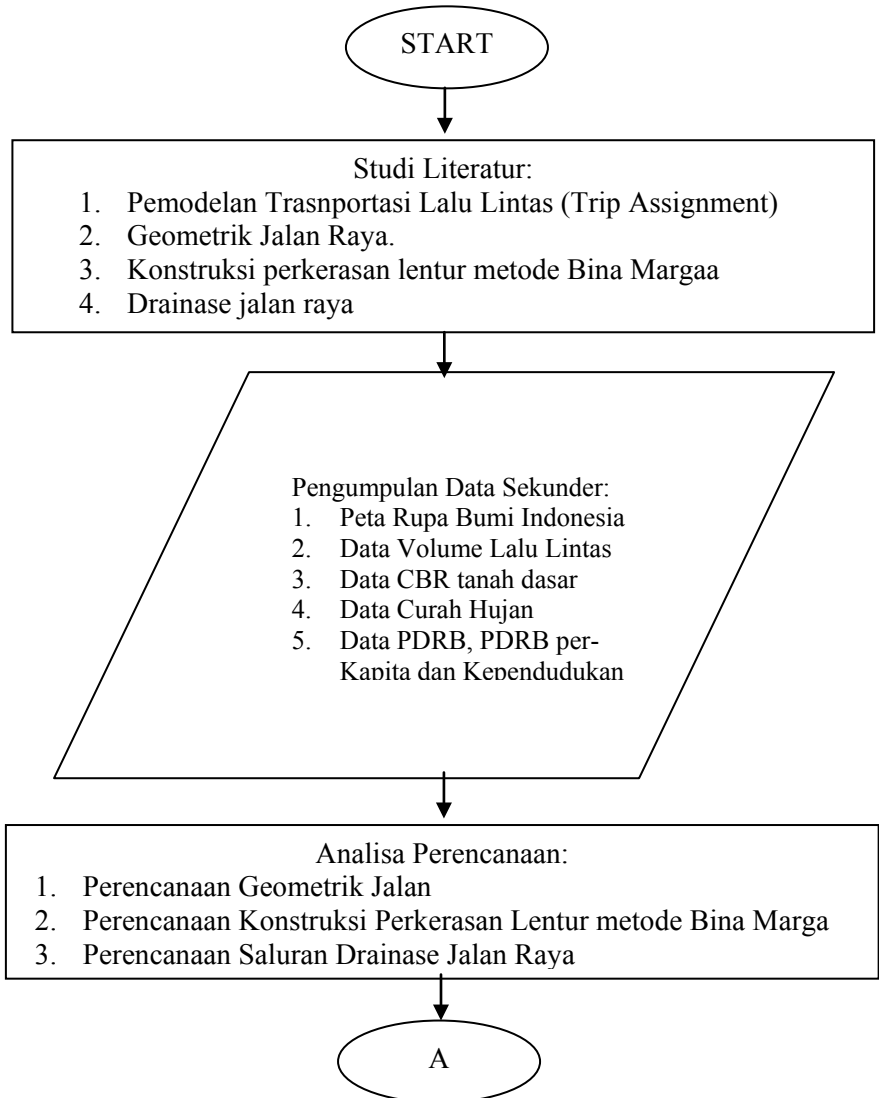
1. Trase dan geometrik jalan yang meliputi alinemen horisontal dan alinemen vertical
2. Gambar potongan memanjang dan melintang
3. Tebal konstruksi perkerasan lentur
4. Dimensi saluran drainase

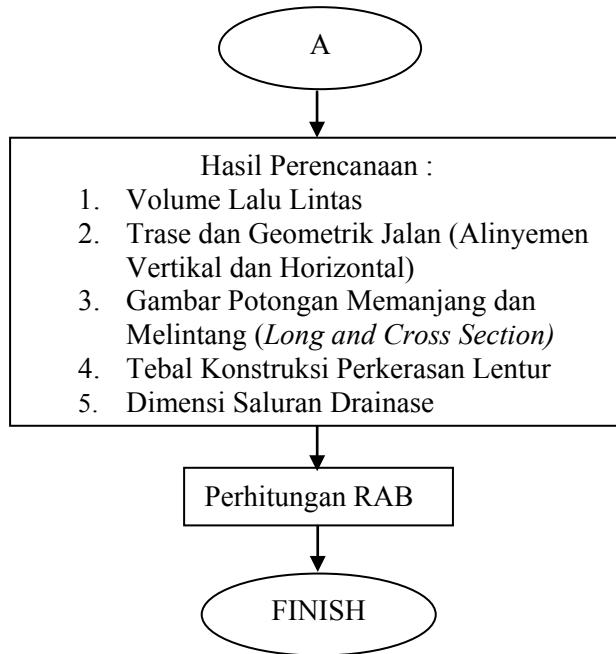
3.8 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Kegiatan ini bertujuan untuk menghitung biaya total pengerjaan perencanaan geometrik dan perkerasan yang meliputi: volume pekerjaan; harga, bahan dan sewa peralatan; dan upah tenaga kerja.

3.9 Bagan Alir

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan selama proses pengerjaan tugas akhir yang tersaji dalam bentuk bagan alir.





Gambar 3.1 Bagan alir

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

DATA PERENCANAAN

4.1 Umum

Perencanaan jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Trenggalek dengan Kabupaten Tulungagung dengan kondisi medan adalah pegunungan. Untuk mendukung perencanaan jalan tersebut diperlukan data – data sebagai berikut:

- o Peta lokasi proyek tahun 2013
- o Peta Rupa Bumi Indonesia tahun 2001
- o Data volume lalu lintas harian tahun 2012
- o Data CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar tahun 2015
- o Data curah hujan tahun 2006 - 2015
- o Data PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Kabupaten Trenggalek tahun 2010 - 2014
- o Data PDRB per Kapita Kabupaten Trenggalek tahun 2010 - 2014
- o Data Kependudukan tahun 2011 - 2015

4.2 Peta Lokasi Proyek

Proyek Jalur Lintas Selatan ruas Munjungan – Prigi mempunyai panjang 15.330 km yang direncanakan 2 lajur tak terbagi (2/2 TT). Proyek ini dimulai dari STA 3 + 792 sampai STA 19 + 122.

Pada tugas akhir ini, perencanaan ruas Munjungan – Prigi tidak dimulai dari Munjungan tetapi dimulai di desa Karanggandu Kecamatan Watulimo dengan trase jalan yang berbeda dengan trase proyek. Trase alternatif ini melewati pegunungan dan menggunakan konstruksi perkerasan lentur.

4.3 Peta Rupa Bumi Indonesia

Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) merupakan peta topografi yang dilengkapi dengan peta kontur dan tata guna lahan pada daerah yang dipetakan. Peta ini berfungsi sebagai dasar plotting perencanaan trase. Dengan adanya peta ini memudahkan perencanaan untuk mengetahui kondisi medan di sekitar ruas jalan.

4.4 Data Volume Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas digunakan untuk merencanakan kapasitas jalan, geometrik jalan dan tebal perkerasan lentur dengan memperkirakan tingkat pertumbuhan lalu lintas sampai dengan umur rencana. Berikut ini data lalu lintas ruas jalan.

Tabel 4.1 Rekapitulasi data lalu lintas ruas jalan Panggul – Jarakan tahun 2012

Waktu	Sepeda Motor	Sedan, Jeep	Angkutan Umum	Pick Up	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk semi-trailer	Total (kend/jam)
06.00 - 07.00	574	239	289	195	6	1	26	11	10	3	4	1358
07.00 - 08.00	449	174	212	144	8	0	33	2	6	3	2	1033
08.00 - 09.00	402	148	180	122	8	1	32	4	4	1	2	904
09.00 - 10.00	356	174	211	142	9	2	40	6	5	0	1	946
10.00 - 11.00	342	176	211	143	8	2	32	6	0	0	2	922
11.00 - 12.00	344	175	212	143	11	1	43	4	4	0	2	939
12.00 - 13.00	380	195	237	159	10	1	42	3	4	0	0	1031
13.00 - 14.00	462	210	255	172	8	0	34	8	5	1	3	1158
14.00 - 15.00	456	232	280	190	9	0	36	8	7	1	4	1223
15.00 - 16.00	406	202	244	165	9	0	36	8	4	0	2	1076
16.00 - 17.00	405	228	276	186	7	2	32	7	2	2	4	1151
17.00 - 18.00	384	190	231	156	7	1	30	7	4	0	1	1011
18.00 - 19.00	318	148	180	122	5	2	20	3	2	0	1	801
19.00 - 20.00	251	114	138	93	4	1	19	3	3	0	0	626
20.00 - 21.00	187	82	100	67	4	0	14	3	2	0	0	459
21.00 - 22.00	138	61	72	50	3	0	9	1	2	0	0	336

sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

4.5 Data CBR Tanah Dasar

Data CBR diperlukan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar pada perhitungan tebal perkerasan. Data CBR yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data CBR proyek JLS ruas jalan Panggul – Munjungan dimana nilai CBR nya diasumsikan sama dengan lokasi studi tugas akhir. Data CBR terlampir di lampiran.

4.6 Data Curah Hujan

Untuk merencanakan saluran drainase dibutuhkan intensitas hujan rencana yang diperoleh dari perhitungan data curah hujan. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum per tahun selama 10 tahun.

Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Stasiun Watulimo

Tahun	Bulan (mm)												
	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	max
2006	78	0	53	45	40	53	120	6	51	59	48	39	120
2007	75	31	51	45	47	42	48	8	3	31	168	235	235
2008	137	187	275	387	175	13	4	4	23	71	193	26	387
2009	48	82	16	113	67	34	55	3	24	0	65	124	124
2010	27	37	99	68	157	121	79	64	152	182	81	36	182
2011	118	51	38	52	120	34	12	1	7	16	128	48	128
2012	42	69	78	48	70	51	25	4	7	69	33	44	78
2013	57	44	59	24	27	109	145	17	6	31	98	98	145
2014	42	37	94	81	173	77	196	39	2	3	116	87	196
2015	31	35	44	89	60	47	5	21	0	0	27	98	98

sumber: Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur

4.7 Data PDRB

Data PDRB digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan barang dan volume lalu lintas pada truk yang akan melewati jalan rencana.

Tabel 4.3 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	PDRB Harga Konstan (miliar rupiah)	i (%)
1.	2010	7962.1	
2.	2011	8435.2	5.94%
3.	2012	8959.5	6.22%
4.	2013	9592.2	7.06%
5.	2014	9995.1	4.20%
Rata-rata			5.85%

sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota Menurut Lapangan Usaha 2010 – 2014)

4.8 Data PDRB per Kapita

Data PDRB per kapita digunakan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas pada kendaraan pribadi.

Tabel 4.4 Data PDRB per Kapita Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	PDRB Perkapita (ribu rupiah)	i (%)
1.	2010	11785.60	
2.	2011	12426.80	5.44%
3.	2012	13142.70	5.76%
4.	2013	13867.10	5.51%
5.	2014	14753.60	6.39%
Rata-rata			5.78%

sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota Menurut Lapangan Usaha 2010 – 2014)

4.9 Data Kependudukan

Untuk menghitung nilai pertumbuhan volume lalu lintas pada bus dan angkutan umum diperlukan data kependudukan. Data kependudukan disajikan di tabel di bawah ini.

Tabel 4.5 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin Hasil Registrasi Penduduk di Kabupaten Trenggalek

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	i (%)
1.	2011	678792	
2.	2012	681706	0.43%
3.	2013	683791	0.31%
4.	2014	686781	0.44%
5.	2015	689200	0.35%
Rata-rata			0.38%

sumber : *jatim.bps.go.id*

BAB V

ANALISA PERENCANAAN JALAN

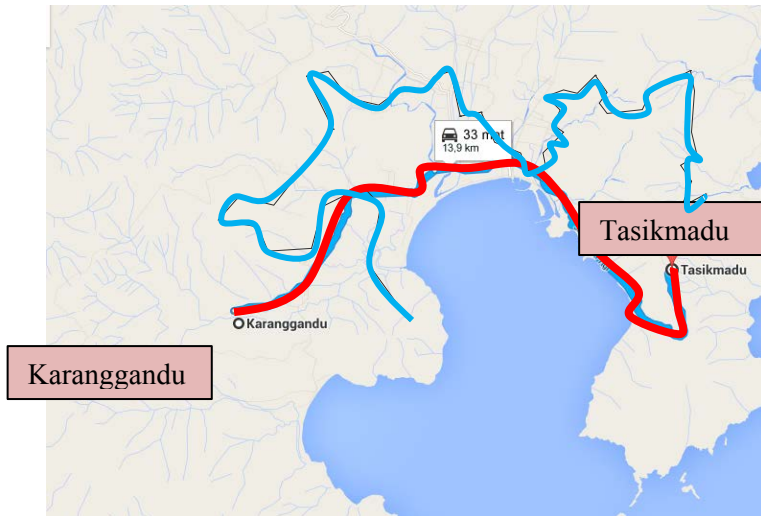
5.1 Perencanaan Trase Jalan

Perencanaan jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) yang menghubungkan Kabupaten Trenggalek dengan Kabupaten Tulungagung yang melewati Desa Karanggandu – Desa Tasikmadu merupakan trase alternatif yang pemilihannya dipengaruhi oleh kondisi lapangan. Trase eksisting melewati daerah permukiman sedangkan trase alternatif lebih memfokuskan untuk melewati perbukitan, pegunungan, sawah bahkan pantai.

Meskipun kondisi medan trase alternatif tidak datar tetapi truk dan bis tetap dapat menggunakan jalan tersebut dengan nyaman sehingga pendistribusian barang dan jasa sebagai tujuan pembangunan proyek JLS dapat terpenuhi.

Jalan rencana desa Karanggandu – desa Tasikmadu termasuk jalan antar kota dengan fungsi jalan arteri primer dan status jalan nasional. Pada ruas jalan ini didesain dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tanpa median (2/2 TT). Lebar jalan rencana adalah 7 m, lebar lajur rencana adalah 3.5 m dan bahu jalan rencana 1.0 m.

Pada kondisi eksisting panjang jalan adalah 13.9 km dengan warna garis merah tebal. Sedangkan trase rencana adalah garis warna biru yang panjangnya 15.772 km.



Gambar 5.1 Trase rencana dan trase eksisting
 sumber: www.google.co.id/maps dan hasil perencanaan

5.2 Analisa Kapasitas Jalan

Untuk menentukan jumlah kendaraan yang melewati desa Karanggandu – desa Tasikmadu berdasarkan data counting di ruas jalan Panggul – Jarakan, diperlukan analisa lalu lintas pada jalan eksisting dan jalan rencana. Hasil analisa tersebut akan menjadi data utama untuk digunakan pada *trip assignment*.

5.2.1 Analisa Jalan Eksisting

Data kondisi jalan eksisting ruas jalan Panggul – Jarakan adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| o Kelas jalan | : kolektor primer antar kota |
| o Status jalan | : nasional |
| o Tipe jalan | : 2/2 TT |
| o Tipe alinemen | : bukit |
| o Lebar jalan | : 2 x 2.5 m |
| o Lebar bahu | : 1.5 m |
| o Hambatan samping | : sedang |

o Pengembangan sisi jalan : 50%

o Menentukan Ekr

Lebar jalur lalu lintas adalah 7.0 m. Arus total adalah volume LHR pada jam puncak yang terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 dengan jumlah kendaraan 1358 kend/hari. Ekr pada masing-masing jenis kendaraan mempunyai nilai yang berbeda. Karena pada tabel tidak terdapat arus volume kendaraan sebesar 1358 kend/jam, maka perhitungan menggunakan interpolasi. Jadi, nilai ekr pada ruas jalan Panggul – Jarakan adalah

1. Kendaraan ringan (KR) : 1.00
2. Kendaraan berat menengah (KBM) : 1.85
3. Bis besar (BB) : 1.85
4. Truk besar (TB) : 3.59
5. Sepeda motor (SM) : 0.50

Tabel 5.1 Ekr untuk jalan 2/2 UD

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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 37

Tabel 5.2 Arus volume lalu lintas tahun 2010

Baris	Tipe kend.	Kendaraan ringan		Menengah berat		Bis besar		Truk besar		Sepeda motor		Arus total Q		
1,1	emp arah 1	KR :	1.00	KBM :	1.85	BB:	1.85	TB :	3.59	SM :	0.50			
1,2	emp arah 2	KR :	1.00	KBM :	1.85	BB:	1.85	TB :	3.59	SM :	0.50			
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3	1	352	352	14	25.83	0	0	5	17.94	108	53.65		479	449.4
4	2	371	371	29	53.51	1	1.845	12	43.05	466	231.5		879	700.9
5	1+2	723	723	43	79.34	1	1.845	17	60.98	574	285.2		1358	1150.3
6	Catatan: Untuk kelandaian khusus arah 1 = naik, arah 2 = turun								Pemisahan arah, $SP = Q_1/(Q_{1+2})$			35.3%		
7									Faktor-smp $F_{SMP} =$					0.85

sumber: hasil perhitungan

o Menentukan Kapasitas

Kapasitas ruas jalan Panggul – Jarakan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_{Lj} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\
 &= 3000 \text{ smp/jam} \times 0.69 \times 0.91 \times 0.91 \\
 &= 1770.7 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Kapasitas dasar tipe jalan 2/2 UD

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

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 55

Tabel 5.4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{Lj})

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (L_{Lj-E}), m	FC_{Lj}
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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 56

Tabel 5.5 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: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014* hal 56

Tabel 5. 6 Kelas hambatan samping

Frekuensi ber bobot dari kejadian di kedua sisi jalan	Kondisi khas	Kelas hambatan samping	
< 50	Pedalaman, pertanian atau tidak berkembang; tanpa kegiatan	Sangat rendah	SR
50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan	Rendah	R
150 – 249	Desa, kegiatan dan angkutan lokal	Sedang	S
250 – 350	Desa, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	T
> 350	Hampir perkotaan, pasar/kegiatan perdagangan	Sangat Tinggi	ST

sumber: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014* hal 43

Tabel 5.7 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			
		< 0,5	1,0	1,5	> 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
	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
2/2TT & 4/2TT	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
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 57

o Menentukan Kecepatan Arus Bebas

Perhitungan kecepatan arus bebas kendaraan ringan ruas jalan Panggul – Jarakan adalah:

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{LE}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B,KFJ} \\
 &= (61 \text{ km/jam} + (-9)) \times 0,93 \times 0,91 \\
 &= 44 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) untuk jalan luar kota pada alinemen biasa

Tipe jalan/ Tipe alinemen/ (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 KJP: A	68	60	73	58	55
" " KJP: B	65	57	69	55	54
" " KJP: C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Catatan: KJP – Kelas Jarak Pandang

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 47

Tabel 5.9 Faktor penyesuaian akibat perbedaan lebar efektif lajur lalu lintas (FV_{LE}) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinemen

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	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
6/2T	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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 49

Tabel 5.10 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV_{B-HS})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (KHS)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif L_{BE} (m)			
		$< 0,5m$	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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 50

Tabel 5.11 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna lahan ($FV_{B,KFJ}$) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan

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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 51

5.1.2 Analisa Jalan Rencana

Data kondisi jalan eksisting ruas jalan Panggul – Jarakan adalah sebagai berikut:

- o Kelas jalan : arteri primer antar kota
- o Status jalan : nasional
- o Tipe jalan : 2/2 TT
- o Tipe alinemen : pegunungan
- o Lebar jalan : 2 x 3.5 m
- o Lebar bahu : 1.0 m
- o Hambatan samping : rendah
- o Pengembangan sisi jalan : 25%

- o Menentukan Kapasitas

Kapasitas jalan rencana desa Karanggandu – desa Tasikmadu dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_{Lj} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\
 &= 2900 \text{ smp/jam} \times 1.00 \times 1.00 \times 0.95 \\
 &= 2755 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Kapasitas dasar tipe jalan 2/2 UD

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

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 55

Tabel 5.13 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{Li})

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (L_{Li-E}), m	FC_{Li}
4/2T & 6/2T	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
4/2TT	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
2/2TT	5,00	0,69
	6,00	0,91
	7,00	1,00
	8,00	1,08
	9,00	1,15
	10,0	1,21
	11,0	1,27

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 56

Tabel 5.14 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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 56

Tabel 5.15 Kelas hambatan samping

Frekuensi ber bobot dari kejadian di kedua sisi jalan	Kondisi khas	Kelas hambatan samping	
< 50	Pedalaman, pertanian atau tidak berkembang; tanpa kegiatan	Sangat rendah	SR
50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan	Rendah	R
150 – 249	Desa, kegiatan dan angkutan lokal	Sedang	S
250 – 350	Desa, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	T
> 350	Hampir perkotaan, pasar/kegiatan perdagangan	Sangat Tinggi	ST

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 43

Tabel 5.16 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
	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
2/2TT & 4/2TT	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
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 57

o Menentukan Kecepatan Arus Bebas

Perhitungan kecepatan arus bebas kendaraan ringan jalan rencana desa Karanggandu – desa Tasikmadu adalah:

$$\begin{aligned}
 V_B &= (V_{BD} + FV_{LE}) \times FV_{B-HS} \times FV_{B,KFJ} \\
 &= (55 \text{ km/jam} + 0) \times 0.97 \times 0.98 \\
 &= 52.28 \text{ km/jam} \approx 52 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.17 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) untuk jalan luar kota pada alinemen biasa

Tipe jalan/ Tipe alinemen/ (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 KJP:A	68	60	73	58	55
" " KJP:B	65	57	69	55	54
" " KJP:C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Catatan: KJP – Kelas Jarak Pandang

sumber: *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014* hal 47

Tabel 5.18 Faktor penyesuaian akibat perbedaan lebar efektif lajur lalu lintas (FV_{LE}) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinemen

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	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
6/2T	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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 49

Tabel 5.19 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV_{B-HS})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (KHS)	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif L_{BE} (m)			
		< 0,5m	1,0 m	1,5m	≥ 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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 50

Tabel 5.20 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan tata guna lahan ($FV_{B,KFJ}$) terhadap kecepatan arus bebas kendaraan ringan

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: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 51

5.3 Trip Assignment

Untuk menentukan jumlah volume lalu lintas yang melewati jalan rencana desa Karanggandu – desa Tasikmadu, dilakukan perhitungan menggunakan metode *trip assignment*. Acuan data volume lalu lintas yang digunakan adalah ruas jalan Panggul – Jarakan.

o Ruas jalan Panggul – Jarakan

Kapasitas (C) : 1770.68 skr/jam
 Panjang segmen (d) : 85 km
 Travel time (t_0) : $\frac{d}{V_B} = \frac{85\text{km}}{44\text{km/jam}} \times 60$
 = 115 menit

o Jalan rencana desa Karanggandu – desa Tasikmadu

Kapasitas (C) : 2755 skr/jam
 Panjang segmen (d) : 103 km
 Travel time (t_0) : $\frac{d}{V_B} = \frac{103\text{km}}{52\text{km/jam}} \times 60$
 = 118 menit

Volume incremental diperoleh dengan *trial and error*. Perhitungan *trip assignment* menggunakan rumus Smock yaitu $t = t_0 \times \text{Exp}(V / Q_s)$.

Tabel 5.21 *Trip assignment*

Volume incremental	Rute eksisting				Rute Rencana			
	Vol-incr1	Vol1	V/C	TAB1	Vol-incr2	Vol2	V/C	TAB2
0	0	0	0	115.207	0	0	0	118.203
47.928	47.928	47.928	0.03	118.368	0	0	0	118.203
47.928	0	47.928	0.03	118.368	47.928	47.928	0.02	120.277
47.928	47.928	95.856	0.05	121.616	0	47.928	0.02	120.277
47.928	0	95.856	0.05	121.616	47.928	95.856	0.03	122.388
47.928	47.928	143.784	0.08	124.953	0	95.856	0.03	122.388
47.928	0	143.784	0.08	124.953	47.928	143.784	0.05	124.536
47.928	0	143.784	0.08	124.953	47.928	191.712	0.07	126.721
47.928	47.928	191.712	0.11	128.381	0	191.712	0.07	126.721
47.928	0	191.712	0.11	128.381	47.928	239.640	0.09	128.945
47.928	47.928	239.640	0.14	131.904	0	239.640	0.09	128.945
47.928	0	239.640	0.14	131.904	47.928	287.568	0.10	131.208
47.928	0	239.640	0.14	131.904	47.928	335.496	0.12	133.510
47.928	47.928	287.568	0.16	135.523	0	335.496	0.12	133.510
47.928	0	287.568	0.16	135.523	47.928	383.424	0.14	135.853
47.928	47.928	335.496	0.19	139.241	0	383.424	0.14	135.853
47.928	0	335.496	0.19	139.241	47.928	431.352	0.16	138.237
47.928	0	335.496	0.19	139.241	47.928	479.280	0.17	140.663
47.928	47.928	383.424	0.22	143.061	0	479.280	0.17	140.663
47.928	0	383.424	0.22	143.061	47.928	527.208	0.19	143.132
47.928	47.928	431.352	0.24	146.987	0	527.208	0.19	143.132
47.928	0	431.352	0.24	146.987	47.928	575.136	0.21	145.644
47.928	0	431.352	0.24	146.987	47.928	623.064	0.23	148.200
47.928	47.928	479.280	0.27	151.020	0	623.064	0.23	148.200
47.928	0	479.280	0.27	151.020	47.928	670.992	0.24	150.800

sumber: hasil perhitungan

Iterasi berhenti ketika jumlah volume kendaraan pada trase rencana dan trase eksisting sama dengan volume total kendaraan trase eksisting.

$$\text{Vol1} + \text{Vol2} = Q_{\text{eksisting}}$$

$$479.28 \text{ skr/jam} + 670.992 \text{ skr/jam} = 1150.3 \text{ skr/jam}$$

$$1150.3 \text{ skr/jam} = 1150.3 \text{ skr/jam} \rightarrow \text{OK!}$$

Prosentase kendaraan yang pindah menggunakan trase rencana adalah:

$$\frac{\text{Vol2}}{Q_{\text{eksisting}}} \times 100\% = \frac{670.992 \text{ skr/jam}}{1150.3 \text{ skr/jam}} \times 100\% = 58\%$$

Prosentase kendaraan yang tetap melalui trase eksisting adalah:

$$\frac{\text{Vol1}}{Q_{\text{eksisting}}} \times 100\% = \frac{479.28 \text{ skr/jam}}{1150.3 \text{ skr/jam}} \times 100\% = 42\%$$

Tabel 5.22 Rekapitulasi LHR dua arah *trip assignment* tahun 2012

No.	Jenis Kendaraan	Trase eksisting (kend/jam)	Trase rencana (kend/jam)
1.	Sepeda Motor	574	335
2.	Sedan, Jeep	239	139
3.	Angkutan Umum	289	169
4.	Pick Up	195	114
5.	Bus Kecil	6	3
6.	Bus Besar	1	1
7.	Truk Ringan 2 Sur	26	15
8.	Truk Sedang 2 Sur	11	6
9.	Truk 3 Sumbu	10	6
10.	Truk Gandengan	3	2
11.	Truk semi-trailer	4	2

sumber: hasil perhitungan

5.4 Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik menggunakan program aplikasi *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion* karena panjangnya trase jalan yang ditinjau dan kondisi medan yang sulit yaitu pegunungan. Perhitungan geometrik jalan terdiri dari:

1. Alinemen horizontal
2. Alinemen vertikal

5.4.1 Alinemen Horizontal

Pada perhitungan alinemen horizontal diperoleh tipe tikungan spiral – circle – spiral dan spiral – spiral. Tetapi untuk pembuatan tikungan pada aplikasi *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion*, menggunakan tipe *spiral – circle – spiral*. Tikungan tipe ini sangat ideal digunakan pada kondisi medan pegunungan, karena pengemudi truk dan bis dapat mengendarai kendaraannya sesuai dengan kecepatan rencana.

Data perencanaan alinemen horizontal adalah sebagai berikut:

- o Kelas jalan : arteri primer antar kota
- o Status jalan : nasional
- o Tipe jalan : 2/2 TT
- o Lebar jalan : 2 x 3.5 m

Penentuan kecepatan rencana berdasarkan kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.

Tabel 5.23 Kemiringan medan trase desa Karanggandu – desa Tasikmadu

STA	Elevasi Kiri	Elevasi Kanan	Kemiringan (%)
0 + 200	148.66	156.68	32.08
0 + 400	136.67	145.47	35.20
0 + 600	140.13	146.57	25.76
0 + 800	134.56	138.47	15.64
1 + 000	134.47	142.44	31.88
1 + 200	148.65	161.04	49.56
1 + 400	136.83	145.07	32.96
1 + 600	138.77	142.52	15.00
1 + 800	150.00	153.03	12.12
2 + 000	128.36	132.57	16.84
2 + 200	133.15	138.82	22.68
2 + 400	111.52	124.96	53.76
2 + 600	127.09	120.84	25.00
2 + 800	147.99	159.44	45.80
3 + 000	116.63	131.94	61.24
3 + 200	129.43	130.71	5.12
3 + 400	120.57	127.20	26.52
3 + 600	122.33	128.69	25.44
3 + 800	112.50	117.55	20.20
4 + 000	137.05	156.57	78.08
4 + 200	118.90	121.72	11.28
4 + 400	123.59	137.5	55.64
4 + 600	121.78	123.46	6.72
4 + 800	101.15	119.74	74.36
5 + 000	116.82	132.28	61.84
5 + 200	121.62	127.09	21.88
5 + 400	96.07	109.97	55.60
5 + 600	111.81	109.36	9.80
5 + 800	103.11	103.97	3.44
6 + 000	118.00	127.36	37.44

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Elevasi Kiri	Elevasi Kanan	Kemiringan (%)
6 + 200	123.01	131.18	32.68
6 + 400	126.60	131.67	20.28
6 + 600	104.01	111.17	28.64
6 + 800	100.00	107.54	30.16
7 + 000	108.81	112.85	16.16
7 + 200	102.23	106.45	16.88
7 + 400	91.11	105.1	55.96
7 + 600	103.55	108.81	21.04
7 + 800	100.71	113.36	50.60
8 + 000	102.63	120.1	69.88
8 + 200	102.53	112.55	40.08
8 + 400	104.04	115.93	47.56
8 + 600	102.36	117.72	61.44
8 + 800	121.57	82.34	156.92
9 + 000	109.55	116.92	29.48
9 + 200	102.97	111.26	33.16
9 + 400	102.74	111.46	34.88
9 + 600	88.78	112.91	96.52
9 + 800	112.50	105.58	27.68
10 + 000	104.88	110.17	21.16
10 + 200	121.11	106.40	58.84
10 + 400	119.21	135.59	65.52
10 + 600	122.99	126.05	12.24
10 + 800	112.24	121.23	35.96
11 + 000	107.74	117.54	39.20
11 + 200	100.00	115.05	60.20
11 + 400	111.10	122.56	45.84
11 + 600	100.00	108.89	35.56
11 + 800	97.07	115.12	72.20
12 + 000	114.29	137.93	94.56

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Elevasi Kiri	Elevasi Kanan	Kemiringan (%)
12 + 200	89.12	92.57	13.80
12 + 400	93.03	102.66	38.52
12 + 600	118.56	102.23	65.32
12 + 800	103.62	113.06	37.76
13 + 000	91.96	112.58	82.48
13 + 200	104.29	116.47	48.72
13 + 400	112.78	111.50	5.12
13 + 600	95.62	99.69	16.28
13 + 800	105.80	109.96	16.64
14 + 000	115.36	108.31	28.20
14 + 200	112.50	117.49	19.96
14 + 400	99.02	97.54	5.92
14 + 600	121.56	129.39	31.32
14 + 800	110.26	111.57	5.24
15 + 000	106.90	127.56	82.64
15 + 200	102.99	137.50	138.04
15 + 400	136.46	127.22	36.96
15 + 600	106.38	155.13	195.00
Rata - rata kemiringan			41.64

sumber: hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan diperoleh rata - rata kemiringan medan adalah 41.64% yang menunjukkan bahwa kondisi medan adalah pegunungan. Jadi, kecepatan rencana yang digunakan adalah 40 km/jam

Tabel 5.24 Medan jalan

Tipe medan jalan	Kemiringan melintang (%)
Datar	0 – 9,9
Bukit	10 – 24,9
Pegunungan	> 25

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 7

Tabel 5.25 Kecepatan Rencana

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: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Tabel 5.26 Lebar bahu rencana

Tipe jalan	Kelas Jarak Pandang	Lebar jalur lalu lintas (m)	Lebar bahu (m)			
			Luar			Dalam
			Datar	Perbukitan	Pegunungan	
2/2TT	B	5,50	1,50	1,50	1,00	-
2/2TT	B	7,00	1,50	1,50	1,00	-
4/2TT	B	14,00	1,50	1,50	1,00	-
4/2T	A	11,00	1,75	1,75	1,25	0,25
4/2T	A	14,00	1,75	1,75	1,25	0,25
6/2T	A	21,00	1,75	1,75	1,25	0,25

*) didefinisikan sesuai dengan persyaratan teknis jalan yang diatur dalam peraturan pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan.

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014 hal 22

1. Sudut tikungan

Berikut ini adalah contoh perhitungan sudut azimuth pada PI 3:

Diketahui :

$X_{PI\ 2}$: 4483.85

$Y_{PI\ 2}$: 11709.58

$X_{PI\ 3}$: 4271.05

$$Y_{PI\ 3} : 11941.37$$

Sudut azimuth PI 2 - PI 3:

$$\begin{aligned}\alpha_{PI\ 2-PI\ 3} &= 360 + \text{arc tg} \left(\frac{X_{PI\ 3} - X_{PI\ 2}}{Y_{PI\ 3} - Y_{PI\ 2}} \right) \\ &= 360 + \text{arc tg} \left(\frac{4271.05 - 4483.85}{11941.37 - 11709.58} \right) \\ &= 317.4446979^0\end{aligned}$$

Sudut azimuth yang telah dihitung sebelumnya digunakan untuk menghitung sudut tikungan. Contoh perhitungan sudut tikungan PI 3 adalah sebagai berikut:

Sudut tikungan PI 3:

$$\begin{aligned}\Delta_{PI\ 3} &= \alpha_{PI\ 3-PI\ 4} - \alpha_{PI\ 2-PI\ 3} \\ &= 243.6229731 - 317.4446979 \\ &= 73.82^0\end{aligned}$$

Hasil perhitungan sudut azimuth dan sudut tikungan pada tikungan – tikungan selanjutnya disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.27 Hasil perhitungan sudut azimuth dan sudut tikungan

No.	Nama Tikungan	X	Y	ΔX	ΔY	L (m)	arc tg ($\Delta X/\Delta Y$)	Azimuth (α)	Δ (°)
1	A (start)	4830.71	10320.90						
2	PI 1	4352.56	10984.11	-478.15	663.21	817.6	-35.79	324.21	46.05
3	PI 2	4483.85	11709.58	131.29	725.48	737.26	10.26	10.26	52.81
4	PI 3	4271.05	11941.37	-212.80	231.78	314.65	-42.56	317.44	73.82
5	PI 4	3786.84	11701.25	-484.21	-240.12	540.48	63.62	243.62	48.68
6	PI 5	3651.76	11194.99	-135.08	-506.26	523.97	14.94	194.94	71.41
7	PI 6	3128.35	11161.59	-523.40	-33.40	524.47	86.35	266.35	71.25
8	PI 7	3008.36	11452.75	-120.00	291.16	314.91	-22.40	337.60	57.51
9	PI 8	2529.75	11537.93	-478.61	85.18	486.13	-79.91	280.09	121.39
10	PI 9	2777.24	11817.84	247.49	279.91	373.63	41.48	41.48	62.23
11	PI 10	3197.08	11715.37	419.84	-102.46	432.16	-76.28	103.72	65.73
12	PI 11	3911.96	12630.90	714.88	915.53	1161.6	37.98	37.98	64.38
13	PI 12	3595.10	13269.34	-316.86	638.44	712.74	-26.40	333.60	103.49
14	PI 13	3853.79	13328.60	258.69	59.26	265.4	77.10	77.10	66.25
15	PI 14	4092.95	13007.23	239.16	-321.37	400.59	-36.66	143.34	40.14
16	PI 15	4459.63	12921.23	366.68	-86.00	376.63	-76.80	103.20	49.35
17	PI 16	4733.60	13121.36	273.97	200.13	339.28	53.85	53.85	40.88
18	PI 17	5018.99	13097.75	285.39	-23.61	286.36	-85.27	94.73	61.53
19	PI 18	5130.01	13267.45	111.02	169.69	202.78	33.19	33.19	39.06
20	PI 19	5324.42	13329.66	194.41	62.22	204.12	72.25	72.25	95.67
21	PI 20	5440.44	12787.44	116.02	-542.22	554.49	-12.08	167.92	88.79
22	PI 21	5693.20	12835.98	252.77	48.53	257.38	79.13	79.13	76.68
23	PI 22	5855.98	12473.63	162.78	-362.35	397.23	-24.19	155.81	43.29
24	PI 23	6170.53	12343.19	314.55	-130.44	340.53	-67.48	112.52	52.19
25	PI 24	6230.27	12124.61	59.74	-218.58	226.6	-15.29	164.71	90.04
26	PI 25	6468.40	12189.85	238.12	65.24	246.9	74.68	74.68	85.87
27	PI 26	6437.62	12345.36	-30.78	155.52	158.53	-11.19	348.81	55.88
28	PI 27	6684.86	12595.36	247.24	249.99	351.6	44.68	44.68	99.79
29	PI 28	6566.81	12677.70	-118.05	82.34	143.93	-55.10	304.90	77.69
30	PI 29	6643.48	12862.04	76.67	184.34	199.65	22.58	22.58	67.51
31	PI 30	6478.05	13027.89	-165.43	165.84	234.24	-44.93	315.07	114.68
32	PI 31	6685.03	13104.23	206.98	76.34	220.61	69.75	69.75	33.95
33	PI 32	6850.94	13063.77	165.91	-40.46	170.77	-76.29	103.71	58.70
34	PI 33	7066.95	13279.74	216.01	215.98	305.46	45.00	45.00	100.24
35	PI 34	7209.28	13074.59	142.33	-205.15	249.69	-34.75	145.25	70.57
36	PI 35	7115.31	12944.41	-93.97	-130.18	160.55	35.82	215.82	73.16
37	PI 36	7209.93	12820.38	94.62	-124.03	156	-37.34	142.66	58.98
38	PI 37	7633.27	12867.23	423.34	46.85	425.93	83.68	83.68	58.71
39	PI 38	7737.89	13091.85	104.61	224.62	247.78	24.97	24.97	37.63
40	PI 39	8211.68	13337.45	473.79	245.60	533.67	62.60	62.60	105.86
41	PI 40	8261.61	13092.91	49.92	-244.55	249.59	-11.54	168.46	15.73
42	PI 41	8225.17	12596.33	-36.43	-496.58	497.91	4.20	184.20	17.73
43	PI 42	8293.66	12311.73	68.49	-284.60	292.72	-13.53	166.47	73.50

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Nama Tikungan	X	Y	ΔX	ΔY	L (m)	arc tg ($\Delta X/\Delta Y$)	Azimuth (ω)	Δ ($^\circ$)
44	PI 43	8094.66	12196.67	-199.01	-115.05	229.87	59.97	239.97	94.42
45	PI 44	8226.73	12004.15	132.07	-192.52	233.47	-34.45	145.55	56.07
46	PI 45	8104.70	11696.27	-122.03	-307.88	331.19	21.62	201.62	139.31
48	B (end)	8395.51	11848.85	290.82	152.59	328.42	62.32	62.32	

sumber: hasil perhitungan

2. Superelevasi

Sebelum menentukan tipe alinemen, terlebih dahulu menentukan nilai superelevasi setiap tikungan. Perhitungan superelevasi menggunakan AASHTO 2004 dan 2011

Tabel 5.28 Hasil perhitungan superelevasi AASHTO 2004

V_D	=	40	km/jam
$e_{\max}$	=	10%	(menurut Bina Marga Jalan Antar Kota)
$f_{\max}$	=	0.166	
$R_{\min}$	=	47.363	m
$D_{\max}$	=	30.243	
D_P	=	14.037	
h	=	0.023	
$\text{tg } \alpha_1$	=	0.0017	
$\text{tg } \alpha_2$	=	0.0088	
M_o	=	0.0268	

No.	Nama Tikungan	Δ ($^\circ$)	R_{desain} (m)	D	e + f	f_1	f_2	f (D)	e
1	P1	46.05	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
2	P2	52.81	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
3	P3	73.82	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
4	P4	48.68	90	15.915	0.140	0.061	0.061	0.061	0.079
5	P5	71.41	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
6	P6	71.25	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
7	P7	57.51	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
8	P8	121.39	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Nama Tikungan	Δ (°)	R_{desain} (m)	D	e + f	f_1	f_2	f (D)	e
9	P9	62.23	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
10	P10	65.73	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
11	P11	64.38	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
12	P12	103.49	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
13	P13	66.25	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
14	P14	40.14	100	14.324	0.126	0.052	0.052	0.052	0.074
15	P15	49.35	80	17.905	0.157	0.074	0.073	0.073	0.084
16	P16	40.88	100	14.324	0.126	0.052	0.052	0.052	0.074
17	P17	61.53	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
18	P18	39.06	100	14.324	0.126	0.052	0.052	0.052	0.074
19	P19	95.67	90	15.915	0.140	0.061	0.061	0.061	0.079
20	P20	88.79	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
21	P21	76.68	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
22	P22	43.29	100	14.324	0.126	0.052	0.052	0.052	0.074
23	P23	52.19	80	17.905	0.157	0.074	0.073	0.073	0.084
24	P24	90.04	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
25	P25	85.87	80	17.905	0.157	0.074	0.073	0.073	0.084
26	P26	55.88	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
27	P27	99.79	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
28	P28	77.69	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
29	P29	67.51	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
30	P30	114.68	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
31	P31	33.95	120	11.937	0.105	0.039	0.039	0.039	0.066
32	P32	58.70	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
33	P33	100.24	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
34	P34	70.57	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
35	P35	73.16	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
36	P36	58.98	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
37	P37	58.71	70	20.463	0.180	0.091	0.090	0.090	0.090
38	P38	37.63	110	13.022	0.115	0.045	0.045	0.045	0.070
39	P39	105.86	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
40	P40	15.73	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Nama Tikungan	Δ (°)	R_{desain} (m)	D	$e + f$	f_1	f_2	$f(D)$	e
41	P41	17.73	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
42	P42	73.50	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
43	P43	94.42	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
44	P44	56.07	60	23.873	0.210	0.117	0.114	0.114	0.096
45	P45	139.31	100	14.324	0.126	0.052	0.052	0.052	0.074

sumber: hasil perhitungan

Tabel 5. 29 Minimum desain superelevasi untuk $e_{\max} = 10\%$

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)	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	685	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

sumber: AASHTO 2011 hal 3-48

Tabel 5. 30 Perbandingan nilai superelevasi AASHTO 2004, AASHTO 2011 dan *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion*

R _{desain} (m)	e (AASHTO 2004)	e (AASHTO 2011)	e land desktop
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
70	9.02%	8.40%	3.90%
90	7.91%	7.60%	3.70%
70	9.02%	8.40%	3.90%
60	9.59%	9.00%	4.00%
70	9.02%	8.40%	3.90%
70	9.02%	8.40%	3.90%
70	9.02%	8.40%	3.90%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
100	7.41%	7.20%	3.60%
80	8.45%	8.00%	3.80%
100	7.41%	7.20%	3.60%
70	9.02%	8.40%	3.90%
100	7.41%	7.20%	3.60%
90	7.91%	7.60%	3.70%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
100	7.41%	7.20%	3.60%
80	8.45%	8.00%	3.80%
60	9.59%	9.00%	4.00%
80	8.45%	8.00%	3.80%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
120	6.57%	6.60%	3.40%
70	9.02%	8.40%	3.90%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
70	9.02%	8.40%	3.90%

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

R_{desain} (m)	e (AASHTO 2004)	e (AASHTO 2011)	e land desktop
70	9.02%	8.40%	3.90%
110	6.97%	6.80%	3.50%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	3.10%
60	9.59%	9.00%	3.10%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
60	9.59%	9.00%	4.00%
100	7.41%	7.20%	3.80%

sumber: hasil perhitungan

3. Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

Panjang lengkung peralihan berdasarkan AASHTO 2011 untuk kecepatan rencana 40 km/jam adalah 22 m

Tabel 5. 31 Panjang lengkung spiral

Metric		U.S. Customary	
Design Speed (km/h)	Spiral Length (m)	Design Speed (mph)	Spiral Length (ft)
20	11	15	44
30	17	20	59
40	22	25	74
50	28	30	88
60	33	35	103
70	39	40	117
80	44	45	132
90	50	50	147
100	56	55	161
110	61	60	176
120	67	65	191
130	72	70	205
		75	220
		80	235

sumber: AASHTO 2011 hal 3-73

4. Parameter Lengkung

Desain alinemen horizontal menggunakan perhitungan manual adalah *full circle*, *spiral – circle – spiral* dan *spiral - spiral*. Sedangkan semua alinemen horizontal yang didesain pada program aplikasi *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion* menggunakan *spiral – circle – spiral*.

Data perencanaan tikungan PI 3:

$$\Delta : 73.82^{\circ}$$

$$e : 3.90\%$$

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R} = \frac{90 \times 22}{\pi \times 70} = 9.00 \\ L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s) \times \pi \times R}{180} = \frac{(73.82 - 2 \times 9.00) \times \pi \times 70}{180} \\ &= 68.19 \text{ m}\end{aligned}$$

Karena e lebih besar daripada 3% ($3.90\% > 3\%$) dan L_c lebih besar dari 25 m ($68.19 \text{ m} > 25 \text{ m}$) maka menggunakan lengkung *spiral – circle - spiral*.

$$\begin{aligned}p &= \frac{L_s^2}{6R} - R \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{22^2}{6 \times 70} - 70 \times (1 - \cos 9.00) = 0.29 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s \\ &= 22 - \frac{22^3}{40 \times 70^2} - 70 \times \sin 9.00 = 10.99 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (R + p) \times \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2} \times \Delta\right) + k \\
 &= (70 + 0.29) \times \operatorname{tg}\left(\frac{1}{2} \times 73.82\right) + 10.99 = 63.8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{(R + p)}{\cos\left(\frac{1}{2} \Delta\right)} - R \\
 &= \frac{(70 + 0.29)}{\cos\left(\frac{1}{2} \times 73.82\right)} - 70 = 17.9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan parameter pada tikungan – tikungan selanjutnya disajikan dalam tabel di bawah ini

Tabel 5. 32 Hasil perhitungan parameter tikungan

No.	Tikungan	Δ	e	R	Ls	Tipe Lengkung	Full Circle			Spiral - circle - spiral								Spiral - spiral					
							Tc	E	Lc	θ_s	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Ls	θ_s	p	k	Ts	E
1	PI 1	46.05	4.00%	60	22.0	SCS	25.5	65.2	48.2	10.50	26.22	0.34	10.99	36.6	5.6	21.93	1.34	48.22	23.02	1.7	23.98	50.19	7.02
2	PI 2	52.81	4.00%	60	22.0	SCS	29.8	67.0	55.3	10.50	33.31	0.34	10.99	40.9	7.4	21.93	1.34	55.31	26.41	2.2	27.45	58.35	9.49
3	PI 3	73.82	3.90%	70	22.0	SCS	52.6	87.5	90.2	9.00	68.19	0.29	10.99	63.8	17.9	21.95	1.15	90.19	36.91	5.3	44.41	100.99	24.22
4	PI 4	48.68	3.70%	90	22.0	SCS	40.7	98.8	76.5	7.00	54.47	0.22	10.99	51.8	9.0	21.97	0.90	76.47	24.34	2.8	38.00	79.99	11.89
5	PI 5	71.41	3.90%	70	22.0	SCS	50.3	86.2	87.2	9.00	65.24	0.29	10.99	61.5	16.6	21.95	1.15	87.24	35.70	5.0	43.00	96.88	22.32
6	PI 6	71.25	4.00%	60	22.0	SCS	43.0	73.8	74.6	10.50	52.62	0.34	10.99	54.2	14.2	21.93	1.34	74.62	35.63	4.2	36.78	82.81	19.03
7	PI 7	57.51	3.90%	70	22.0	SCS	38.4	79.8	70.3	9.00	48.26	0.29	10.99	49.6	10.2	21.95	1.15	70.26	28.76	3.1	34.82	74.94	13.41
8	PI 8	121.39	3.90%	70	22.0	SCS	124.7	143.0	148.3	9.00	126.31	0.29	10.99	136.2	73.6	21.95	1.15	148.31	60.70	16.6	70.62	224.97	107.00
9	PI 9	62.23	3.90%	70	22.0	SCS	42.3	81.8	76.0	9.00	54.03	0.29	10.99	53.4	12.1	21.95	1.15	76.03	31.12	3.7	37.61	82.10	16.08
10	PI 10	65.73	4.00%	60	22.0	SCS	38.8	71.4	68.8	10.50	46.83	0.34	10.99	50.0	11.8	21.93	1.34	68.83	32.87	3.6	34.01	75.07	15.67
11	PI 11	64.38	4.00%	60	22.0	SCS	37.8	70.9	67.4	10.50	45.42	0.34	10.99	49.0	11.3	21.93	1.34	67.42	32.19	3.4	33.33	73.24	14.92
12	PI 12	103.49	4.00%	60	22.0	SCS	76.1	96.9	108.4	10.50	86.38	0.34	10.99	87.5	37.5	21.93	1.34	108.38	51.75	9.8	52.42	140.92	52.70
13	PI 13	66.25	4.00%	60	22.0	SCS	39.1	71.6	69.4	10.50	47.37	0.34	10.99	50.4	12.0	21.93	1.34	69.37	33.12	3.6	34.27	75.78	15.96
14	PI 14	40.14	3.60%	100	22.0	SCS	36.5	106.5	70.1	6.30	48.07	0.20	11.00	47.6	6.7	21.97	0.81	70.07	20.07	2.1	34.88	72.19	8.71
15	PI 15	49.35	3.80%	80	22.0	SCS	36.8	88.0	68.9	7.88	46.90	0.25	10.99	47.9	8.3	21.96	1.01	68.90	24.67	2.6	34.23	72.17	10.88
16	PI 16	40.88	3.60%	100	22.0	SCS	37.3	106.7	71.3	6.30	49.34	0.20	11.00	48.3	6.9	21.97	0.81	71.34	20.44	2.2	35.51	73.59	9.05
17	PI 17	61.53	3.90%	70	22.0	SCS	41.7	81.5	75.2	9.00	53.18	0.29	10.99	52.8	11.8	21.95	1.15	75.18	30.77	3.6	37.20	81.02	15.66
18	PI 18	39.06	3.60%	100	22.0	SCS	35.5	106.1	68.2	6.30	46.17	0.20	11.00	46.5	6.3	21.97	0.81	68.17	19.53	2.0	33.95	70.13	8.22
19	PI 19	95.67	3.70%	90	22.0	SCS	99.4	134.1	150.3	7.00	128.28	0.22	10.99	110.6	44.4	21.97	0.90	150.28	47.83	12.2	73.09	185.98	62.30
20	PI 20	88.79	4.00%	60	22.0	SCS	58.7	84.0	93.0	10.50	70.98	0.34	10.99	70.1	24.4	21.93	1.34	92.98	44.40	6.9	45.42	110.91	33.61
21	PI 21	76.68	4.00%	60	22.0	SCS	47.5	76.5	80.3	10.50	58.30	0.34	10.99	58.7	16.9	21.93	1.34	80.30	38.34	5.0	39.48	90.87	22.83
22	PI 22	43.29	3.60%	100	22.0	SCS	39.7	107.6	75.5	6.30	53.55	0.20	11.00	50.8	7.8	21.97	0.81	75.55	21.64	2.5	37.59	78.24	10.23
23	PI 23	52.19	3.80%	80	22.0	SCS	39.2	89.1	72.9	7.88	50.87	0.25	10.99	50.3	9.4	21.96	1.01	72.87	26.10	2.9	36.17	76.78	12.32
24	PI 24	90.04	4.00%	60	22.0	SCS	60.0	84.9	94.3	10.50	72.28	0.34	10.99	71.4	25.4	21.93	1.34	94.28	45.02	7.1	46.02	113.17	34.93
25	PI 25	85.87	3.80%	80	22.0	SCS	74.4	109.3	119.9	7.88	97.90	0.25	10.99	85.7	29.6	21.96	1.01	119.90	42.94	8.5	58.67	141.04	40.91
26	PI 26	55.88	4.00%	60	22.0	SCS	31.8	67.9	58.5	10.50	36.52	0.34	10.99	43.0	8.3	21.93	1.34	58.52	27.94	2.5	29.01	62.17	10.77
27	PI 27	99.79	4.00%	60	22.0	SCS	71.2	93.1	104.5	10.50	82.50	0.34	10.99	82.6	33.7	21.93	1.34	104.50	49.89	9.0	50.68	132.59	47.09

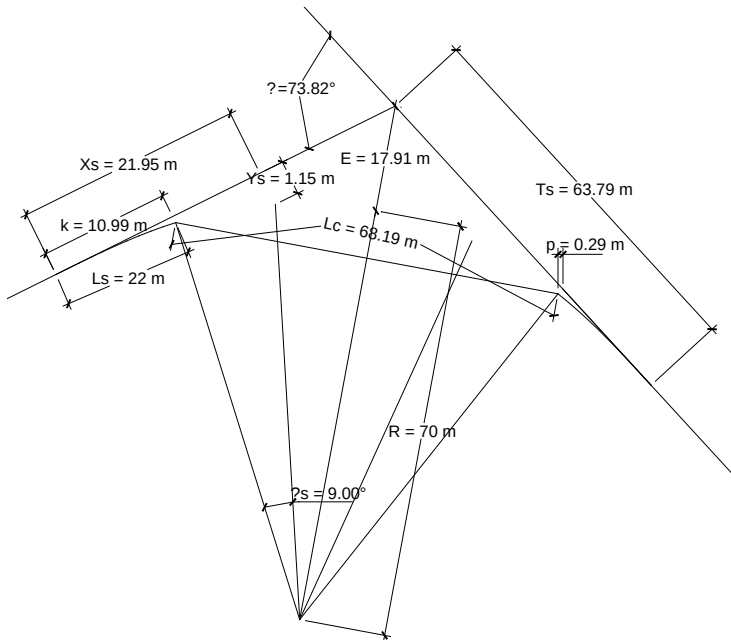
sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

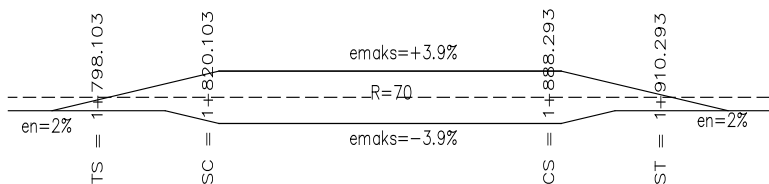
No.	Tikungan	Δ	e	R	Ls	Tipe Lengkung	Full Circle			Spiral - circle - spiral								Spiral - spiral					
							Tc	E	Lc	θ_s	Lc	p	k	Ts	E	Xs	Ys	Ls	θ_s	p	k	Ts	E
28	PI 28	77.69	4.00%	60	22.0	SCS	48.3	77.0	81.4	10.50	59.35	0.34	10.99	59.6	17.5	21.93	1.34	81.35	38.84	5.1	39.98	92.42	23.61
29	PI 29	67.51	4.00%	60	22.0	SCS	40.1	72.2	70.7	10.50	48.70	0.34	10.99	51.3	12.6	21.93	1.34	70.70	33.76	3.8	34.90	77.52	16.70
30	PI 30	114.68	4.00%	60	22.0	SCS	93.6	111.2	120.1	10.50	98.09	0.34	10.99	105.1	51.8	21.93	1.34	120.09	57.34	12.4	57.55	170.57	74.24
31	PI 31	33.95	3.40%	120	22.0	SCS	36.6	125.5	71.1	5.25	49.11	0.17	11.00	47.7	5.6	21.98	0.67	71.11	16.98	1.8	35.45	72.63	7.34
32	PI 32	58.70	3.90%	70	22.0	SCS	39.4	80.3	71.7	9.00	49.72	0.29	10.99	50.5	10.6	21.95	1.15	71.72	29.35	3.3	35.52	76.72	14.05
33	PI 33	100.24	4.00%	60	22.0	SCS	71.8	93.6	105.0	10.50	82.97	0.34	10.99	83.2	34.1	21.93	1.34	104.97	50.12	9.1	50.90	133.58	47.74
34	PI 34	70.57	4.00%	60	22.0	SCS	42.5	73.5	73.9	10.50	51.91	0.34	10.99	53.7	13.9	21.93	1.34	73.91	35.29	4.1	36.44	81.84	18.59
35	PI 35	73.16	4.00%	60	22.0	SCS	44.5	74.7	76.6	10.50	54.62	0.34	10.99	55.8	15.1	21.93	1.34	76.62	36.58	4.5	37.73	85.59	20.31
36	PI 36	58.98	3.90%	70	22.0	SCS	39.6	80.4	72.1	9.00	50.05	0.29	10.99	50.7	10.8	21.95	1.15	72.05	29.49	3.3	35.69	77.13	14.20
37	PI 37	58.71	3.90%	70	22.0	SCS	39.4	80.3	71.7	9.00	49.73	0.29	10.99	50.5	10.6	21.95	1.15	71.73	29.36	3.3	35.53	76.74	14.06
38	PI 38	37.63	3.50%	110	22.0	SCS	37.5	116.2	72.2	5.73	50.24	0.18	11.00	48.5	6.4	21.98	0.73	72.24	18.81	2.0	35.99	74.15	8.35
39	PI 39	105.86	4.00%	60	22.0	SCS	79.4	99.5	110.9	10.50	88.86	0.34	10.99	90.9	40.1	21.93	1.34	110.86	52.93	10.3	53.52	146.59	56.63
40	PI 40	15.73	3.10%	60	22.0	SS	8.3	60.6	16.5	10.50	-5.52	0.34	10.99	19.3	0.9	21.93	1.34	16.48	7.87	0.2	8.23	16.55	0.76
41	PI 41	17.73	3.10%	60	22.0	SS	9.4	60.7	18.6	10.50	-3.44	0.34	10.99	20.4	1.1	21.93	1.34	18.56	8.86	0.2	9.27	18.67	0.97
42	PI 42	73.50	4.00%	60	22.0	SCS	44.8	74.9	77.0	10.50	54.97	0.34	10.99	56.0	15.3	21.93	1.34	76.97	36.75	4.5	37.90	86.09	20.54
43	PI 43	94.42	4.00%	60	22.0	SCS	64.8	88.3	98.9	10.50	76.87	0.34	10.99	76.2	28.8	21.93	1.34	98.87	47.21	7.9	48.13	121.49	39.97
44	PI 44	56.07	4.00%	60	22.0	SCS	31.9	68.0	58.7	10.50	36.72	0.34	10.99	43.1	8.4	21.93	1.34	58.72	28.04	2.5	29.11	62.41	10.85
45	PI 45	139.31	3.80%	100	22.0	SCS	269.7	287.6	243.1	6.30	221.13	0.20	11.00	281.2	188.2	21.97	0.81	243.13	69.65	33.3	113.4	472.88	283.35

sumber: hasil perhitungan

Panjang lengkung peralihan, panjang lengkung dan nilai superelevasi yang digunakan adalah hasil dari program aplikasi *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion*. Maka parameter tikungan akan berubah sesuai dengan hasil program aplikasi tersebut.



Gambar 2. 28 Tikungan PI 3



Gambar 2. 29 Diagram superelevasi tikungan PI 3

5.4.2 Jarak Pandangan

Karena tipe jalan merupakan 2/2 TT maka yang dibutuhkan adalah jarak pandangan menyiap. Tetapi melihat kondisi medan adalah pegunungan, jarak pandangan henti perlu dihitung karena diperlukan jika pembebasan lahan pada tikungan terjadi kesulitan ketika dilaksanakan karena kondisi medan.

1. Jarak pandangan menyiap

waktu reaksi

$$\begin{aligned} t_1 &= 2.12 + 0.026V \\ &= 2.12 + 0.026 \times 40 = 3.16 \end{aligned}$$

waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan

$$\begin{aligned} t_2 &= 6.56 + 0.048V \\ &= 6.56 + 0.048 \times 40 = 8.48 \end{aligned}$$

percepatan rata-rata

$$\begin{aligned} a &= 2.052 + (0.004V) \\ &= 2.052 + (0.004 \times 40) = 2.212 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} d_1 &= 0.278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \\ &= 0.278 \times 3.16 \left(40 - 15 + \frac{2.212 \times 3.16}{2} \right) = 25.03 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap selama berada pada lajur sebelah kanan

$$\begin{aligned} d_2 &= 0.278V \cdot t_2 \\ &= 0.278 \times 40 \cdot 8.48 = 94.298 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak bebas yang harus disediakan antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan menyiap dilakukan

$$\begin{aligned}d_3 &= 30 \text{ s.d } 100\text{m} \\ &= 70 \text{ m}\end{aligned}$$

Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama $2/3$ dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan yang menyiap berada pada lajur sebelah kanan

$$\begin{aligned}d_4 &= 2/3 \cdot d_2 \\ &= 2/3 \cdot 94.298 \text{ m} = 62.87 \text{ m}\end{aligned}$$

Jadi panjang jarak pandangan menyiap standar dengan kecepatan rencana 40 km/jam adalah:

$$\begin{aligned}J_d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ &= 25.03 + 94.298 + 70 + 62.87 = 252.19 \text{ m}\end{aligned}$$

Panjang minimum jarak pandangan menyiap dengan kecepatan rencana 40 km/jam adalah:

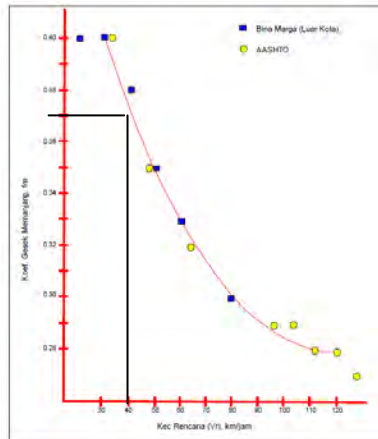
$$\begin{aligned}d_{\min} &= 2/3 d_2 + d_3 + d_4 \\ &= 2/3 \times 94.298 + 70 + 62.87 = 195.73 \text{ m}\end{aligned}$$

Karena keterbatasan biaya maka jarak pandangan menyiap yang digunakan di lapangan dengan kecepatan 40 km/jam adalah sebesar 200 m ($200 \text{ m} > d_{\min} \rightarrow \text{OK!}$)

2. Jarak pandangan henti

Jarak pandangan henti menggunakan rumus Sukirman, 1994 dan koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan ditentukan pada grafik di bawah ini.

$$\begin{aligned}d &= 0.278Vt + \frac{V^2}{254fm} \\ &= 0.278 \cdot 40 \cdot 2.5 + \frac{40^2}{254 \cdot 0.375} = 44.60 \text{ m} \approx 45 \text{ m}\end{aligned}$$



Gambar 5.2 Korelasi Nilai fm terhadap Kecepatan Rencana, Vr
sumber: Modul Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

5.4.3 Jarak Kebebasan Sampling

Kebebasan sampling dibutuhkan pengendara untuk melihat rintangan di depan atau untuk mendahului kendaraan yang ada di depannya. Jarak yang digunakan adalah jarak pandangan henti karena lahan samping jalan adalah tebing.

Berikut ini adalah perhitungan jarak kebebasan sampling tikungan PI 1 dengan data perencanaan sebagai berikut:

o Jarak pandangan henti (S) : 45m

o Panjang total lengkung (Lt) : $(2 L_s) + L_c = 70.221$ m

Jadi $S < L_t$ ($45 \text{ m} < 70.221 \text{ m} \rightarrow \text{OK!}$)

$$\begin{aligned}
 E &= R' \left[1 - \cos \left(\frac{28.65S}{R'} \right) \right] \\
 &= 58.25 \left[1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 45}{58.25} \right) \right] = 4.29 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak kebebasan sampling untuk tikungan lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 5.33 Jarak kebebasan sampling

No.	Tikungan	R (m)	R'	Lc	Ls	Lt	S < Lt	S > Lt	E
1	PI 1	60.00	58.25	26.22	22.00	70.221	4.29	-272.46	4.29
2	PI 2	60.00	58.25	33.31	22.00	77.31	4.29	-350.19	4.29
3	PI 3	70.00	68.25	68.19	22.00	112.19	3.68	-738.65	3.68
4	PI 4	90.00	88.25	54.47	22.00	98.47	2.85	-592.24	2.85
5	PI 5	70.00	68.25	65.24	22.00	109.24	3.68	-706.09	3.68
6	PI 6	60.00	58.25	52.62	22.00	96.62	4.29	-562.09	4.29
7	PI 7	70.00	68.25	48.26	22.00	92.26	3.68	-518.48	3.68
8	PI 8	70.00	68.25	126.3	22.00	170.31	3.68	-1380.7	3.68
9	PI 9	70.00	68.25	54.03	22.00	98.03	3.68	-582.23	3.68
10	PI 10	60.00	58.25	46.83	22.00	90.83	4.29	-498.65	4.29
11	PI 11	60.00	58.25	45.42	22.00	89.42	4.29	-483.11	4.29
12	PI 12	60.00	58.25	86.38	22.00	130.38	4.29	-932.56	4.29
13	PI 13	60.00	58.25	47.37	22.00	91.37	4.29	-504.56	4.29
14	PI 14	100.00	98.25	48.07	22.00	92.07	2.57	-522.34	2.57
15	PI 15	80.00	78.25	46.9	22.00	90.90	3.21	-506.11	3.21
16	PI 16	100.00	98.25	49.34	22.00	93.34	2.57	-536.57	2.57
17	PI 17	70.00	68.25	53.18	22.00	97.18	3.68	-572.80	3.68
18	PI 18	100.00	98.25	46.17	22.00	90.17	2.57	-501.21	2.57
19	PI 19	90.00	88.25	128.3	22.00	172.28	2.85	-1413.7	2.85
20	PI 20	60.00	58.25	70.98	22.00	114.98	4.29	-763.6	4.29
21	PI 21	60.00	58.25	58.3	22.00	102.30	4.29	-624.4	4.29
22	PI 22	100.00	98.25	53.55	22.00	97.55	2.57	-583.5	2.57
23	PI 23	80.00	78.25	50.87	22.00	94.87	3.21	-550.2	3.21
24	PI 24	60.00	58.25	72.29	22.00	116.29	4.29	-777.9	4.29
25	PI 25	80.00	78.25	97.9	22.00	141.90	3.21	-1072.1	3.21
26	PI 26	60.00	58.25	36.52	22.00	80.52	4.29	-385.42	4.29
27	PI 27	60.00	58.25	82.5	22.00	126.50	4.29	-889.99	4.29
28	PI 28	60.00	58.25	59.36	22.00	103.36	4.29	-636.04	4.29
29	PI 29	60.00	58.25	48.7	22.00	92.70	4.29	-519.09	4.29
30	PI 30	60.00	58.25	98.1	22.00	142.10	4.29	-1061.1	4.29
31	PI 31	120.00	118.25	49.11	22.00	93.11	2.13	-535.85	2.13

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Tikungan	R (m)	R'	Lc	Ls	Lt	S < Lt	S > Lt	E
32	PI 32	70.00	68.25	49.72	22.00	93.72	3.68	-534.54	3.68
33	PI 33	60.00	58.25	82.98	22.00	126.98	4.29	-895.23	4.29
34	PI 34	60.00	58.25	51.91	22.00	95.91	4.29	-554.30	4.29
35	PI 35	60.00	58.25	54.62	22.00	98.62	4.29	-584.03	4.29
36	PI 36	70.00	68.25	50.05	22.00	94.05	3.68	-538.27	3.68
37	PI 37	70.00	68.25	49.73	22.00	93.73	3.68	-534.70	3.68
38	PI 38	110.00	108.25	50.24	22.00	94.24	2.33	-547.66	2.33
39	PI 39	60.00	58.25	88.86	22.00	132.86	4.29	-959.78	4.29
40	PI 40	150.00	148.25	19.19	22.00	63.19	1.70	-202.21	1.70
41	PI 41	150.00	148.25	24.41	22.00	68.41	1.70	-260.69	1.70
42	PI 42	60.00	58.25	54.97	22.00	98.97	4.29	-587.88	4.29
43	PI 43	60.00	58.25	76.87	22.00	120.87	4.29	-828.25	4.29
44	PI 44	60.00	58.25	36.72	22.00	80.72	4.29	-387.63	4.29
45	PI 45	80.00	78.25	172.5	22.00	216.51	3.21	-1899.9	3.21

sumber: hasil perhitungan

5.4.4 Pelebaran pada Tikungan

Pelebaran pada tikungan berfungsi untuk menghindari *off tracking* akibat lintasan roda depan dan belakang tidak sama. Kendaraan acuan yang digunakan adalah *single unit truck*. Berikut ini adalah data perencanaan untuk menghitung pelebaran pada tikungan:

- o Jumlah lajur (N) : 2
- o Lebar total kendaraan ($\square$) : 2.5 m
- o *Wheel base* kendaraan (L) : 6.5 m
- o *Clearance* (C) : 0.9 (lebar jalan 7 m)
- o *Overhang* depan kendaraan (A) : 1.5 m

Tabel 5.34 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 Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Berikut ini adalah perhitungan pelebaran tikungan PI 1:

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$= 2.5 + 60 - \sqrt{60^2 - 6.5^2} = 2.853 \text{ m}$$

$$Fa = \frac{\sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R}{\sqrt{60^2 + 1.5(2 \times 6.5 + 1.5)}} - 60 = 0.18098 \text{ m}$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}} = 0.1 \frac{40}{\sqrt{60}} = 0.516 \text{ m}$$

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

$$= 2 \times (2.853 + 0.9) + (2 - 1) \times 0.18098 + 0.516$$

$$= 8.204 \text{ m}$$

Jadi pada tikungan PI 2 dibutuhkan pelebaran sebesar :

$$\omega = Wc - Wn$$

$$= 8.204 - 7.00 = 1.204 \text{ m}$$

Pelebaran tikungan untuk tikungan lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Pelebaran pada tikungan

N = 2 (jumlah lajur)

μ = 2.5 (lebar total single unit truck)

L = 6.5 (wheel base single unit truck)

C = 0.9 (clearance → untuk lebar jalan 7.2 m)

A = 1.5 (overhang depan single unit truck)

No.	Tikungan	R	U	Fa	Z	Wc	ω
1	PI 1	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
2	PI 2	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
3	PI 3	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
4	PI 4	90	2.735	0.121	0.422	7.812	0.812
5	PI 5	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
6	PI 6	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
7	PI 7	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
8	PI 8	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
9	PI 9	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
10	PI 10	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
11	PI 11	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
12	PI 12	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
13	PI 13	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
14	PI 14	100	2.711	0.109	0.400	7.732	0.732
15	PI 15	80	2.764	0.136	0.447	7.912	0.912
16	PI 16	100	2.711	0.109	0.400	7.732	0.732
17	PI 17	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
18	PI 18	100	2.711	0.109	0.400	7.732	0.732
19	PI 19	90	2.735	0.121	0.422	7.812	0.812
20	PI 20	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
21	PI 21	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
22	PI 22	100	2.711	0.109	0.400	7.732	0.732
23	PI 23	80	2.764	0.136	0.447	7.912	0.912

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Tikungan	R	U	Fa	Z	Wc	ω
24	PI 24	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
25	PI 25	80	2.764	0.136	0.447	7.912	0.912
26	PI 26	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
27	PI 27	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
28	PI 28	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
29	PI 29	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
30	PI 30	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
31	PI 31	120	2.676	0.091	0.365	7.608	0.608
32	PI 32	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
33	PI 33	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
34	PI 34	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
35	PI 35	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
36	PI 36	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
37	PI 37	70	2.802	0.155	0.478	8.038	1.038
38	PI 38	110	2.692	0.099	0.381	7.665	0.665
39	PI 39	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
40	PI 40	150	2.641	0.072	0.327	7.481	0.481
41	PI 41	150	2.641	0.072	0.327	7.481	0.481
42	PI 42	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
43	PI 43	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
44	PI 44	60	2.853	0.181	0.516	8.204	1.204
45	PI 45	80	2.764	0.136	0.447	7.912	0.912

sumber: hasil perhitungan

5.4.5 Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal yang digunakan pada tugas akhir ini adalah lengkung vertikal cekung berdasarkan penyinaran lampu kendaraan dan lengkung vertikal cembung.

Berikut ini adalah contoh perhitungan lengkung vertikal pada PPV 1.

Diketahui:

Kecepatan rencana (V_D) : 40 km/jam

Cek jenis lengkung

$A = g_1 - g_2 = 11\% - 2\% = 9\% \rightarrow < 0$ maka lengkung vertikal cembung

Jadi jarak pandangan yang digunakan adalah jarak pandangan menyiap (S) = 200 m. Jarak antar PPV 200 m, bila menggunakan jarak pandangan menyiap akan terjadi overlap maka didesain dengan jarak pandangan henti (S) = 45 m.

Karena yang digunakan adalah output dari program *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion* maka konstanta untuk jarak pandangan henti adalah 404 (AASHTO '90)

Tabel 5. 35 Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH

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

Keterangan:

JPH: Jarak Pandangan Henti

JPM: Jarak Pandangan Menyiap

sumber: Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)

Menghitung nilai L

- $L_{S<L} = \frac{AS^2}{404} = \frac{9 \times 45^2}{404} = 45.11 \text{ m} \rightarrow 45 \text{ m} < 45.11 \text{ m}$ maka memenuhi
- $L_{S>L} = 2S - \frac{404}{A} = 2 \times 45 - \frac{404}{9} = 45.11 \text{ m} \rightarrow 45 \text{ m} > 45.11 \text{ m}$ maka tidak memenuhi
- $L_{\text{drainase}} \leq 50 \times A$
 $L_{\text{drainase}} \leq 50 \times 9 \rightarrow L_{\text{drainase}} \leq 450 \text{ m}$

- $L_{\text{kenyamanan}} = \frac{V}{\frac{3600}{40}} \times 1000 \times 3$
 $= \frac{3600}{40} \times 1000 \times 3 = 33.33 \text{ m}$
- $L_{\text{visual}} = \frac{A \times V^2}{380} = \frac{9 \times 40^2}{380} = 37.89 \text{ m}$

Jadi, panjang lengkung vertikal yang digunakan adalah
 $45.11 \text{ m} < L < 450 \text{ m} \rightarrow L = 50 \text{ m}$

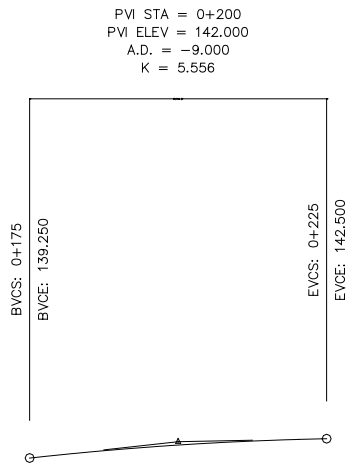
Perhitungan stationing pada PPV 1 adalah sebagai berikut:

- Sta. PPV = $0 + 200$ (pusat perpotongan vertikal)
- Sta. PLV = Sta PPV - $\frac{L}{2} = 200 - \frac{50}{2} = 0 + 175$
- Sta. PTV = Sta PLV - $\frac{L}{2} = 200 + \frac{50}{2} = 0 + 225$

Perhitungan elevasi pada PPV 1 dijelaskan di bawah ini

$$E_v = \frac{A \times L}{800} = \frac{9 \times 50}{800} = 0.563 \text{ m}$$

- Elevasi tanah dasar PPV = $+ 142.00$
- Elevasi rencana jalan PPV = $+ 142.00 + E_v$
 $= + 142.00 + 0.563 = + 141.44$
- Elevasi PLV = Elev. PPV - $\frac{g_1}{100} + \frac{L}{2}$
 $= (+142) - \frac{11}{100} + \frac{50}{2} = +139.25$
- Elevasi PTV = Elev. PPV + $\frac{g_2}{100} + \frac{L}{2}$
 $= (+142) + \frac{2}{100} + \frac{50}{2} = +142.5$



Gambar 2. 30 Alinemen vertical PPV 1

Untuk perhitungan lengkung vertikal selanjutnya disajikan dalam tabel di bawah ini

Tabel 5.36 Alinemen Vertikal

 $V_D = 40 \text{ km/jam}$
 $C = 404 \text{ (Jarak pandangan henti)}$
 $S = 45 \text{ m (Jarak pandangan henti)}$

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g_1	g_2			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
1	PPV 1	22	4	200	200	11%	2%	9%	cembung	45.11	45.111	450	33.33	37.89	50	PPV	0 + 200	142.00	0.563	141.44
																PLV	0 + 175	139.25		139.25
																PTV	0 + 225	142.50		142.50
2	PPV 2	4	-6	200	200	2%	-3%	5%	cembung	211.42	210.80	250	33.33	21.05	215	PPV	0 + 400	146.00	1.34	144.66
																PLV	0 + 292.5	143.85		143.85
																PTV	0 + 507.5	142.78		142.78
3	PPV 3	-6	4	200	200	-3%	2%	5%	cekung	36.486	34.50	250	33.33	21.05	40	PPV	0 + 600	140.00	0.250	140.25
																PLV	0 + 580	140.60		140.60
																PTV	0 + 620	140.40		140.40
4	PPV 4	4	-6	200	200	2%	-3%	5%	cembung	211.42	210.80	250	33.33	21.05	215	PPV	0 + 800	144.00	1.344	142.66
																PLV	0 + 692.5	141.85		141.85
																PTV	0 + 907.5	140.78		140.78
5	PPV 5	-6	10	200	200	-3%	5%	8%	cekung	58.38	55.31	400	33.33	33.68	60	PPV	1 + 000	138.00	0.600	138.60
																PLV	0 + 970	138.90		138.90
																PTV	1 + 030	139.50		139.50
6	PPV 6	10	-12	200	200	5%	-6%	11%	cembung	55.14	53.27	550	33.33	46.32	60	PPV	1 + 200	148.00	0.825	147.18
																PLV	1 + 170	146.50		146.50
																PTV	1 + 230	146.20		146.20

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
7	PPV 7	-12	4	200	200	-6%	2%	8%	cekung	58.38	55.31	400	33.33	33.68	60	PPV	1 + 400	136.00	0.600	136.60
																PLV	1 + 370	137.80		137.80
																PTV	1 + 430	136.60		136.60
8	PPV 8	4	6	200	200	2%	3%	1%	cekung	7.30	-187.50	50	33.33	4.211	40	PPV	1 + 600	140.00	0.050	140.05
																PLV	1 + 580	139.60		139.60
																PTV	1 + 620	140.60		140.60
9	PPV 9	6	-22	200	200	3%	-11%	14%	cembung	70.17	61.14	700	33.33	58.95	335	PPV	1 + 800	146.00	5.863	140.14
																PLV	1 + 632.5	140.98		140.98
																PTV	1 + 967.5	127.58		127.58
10	PPV 10	-22	-9	200	100	-11%	-9%	2%	cekung	14.59	-48.75	100	33.33	8.421	40	PPV	2 + 000	124.00	0.100	124.10
																PLV	1 + 980	126.20		126.20
																PTV	2 + 020	122.20		122.20
11	PPV 11	-9	22	100	200	-9%	11%	20%	cekung	145.95	76.13	1000	33.33	84.21	150	PPV	2 + 100	115.00	3.750	118.75
																PLV	2 + 025	121.75		121.75
																PTV	2 + 175	123.25		123.25
12	PPV 12	22	-20	200	200	11%	-10%	21%	cembung	105.26	70.76	1050	33.33	88.42	110	PPV	2 + 300	137.00	2.888	134.11
																PLV	2 + 245	130.95		130.95
																PTV	2 + 355	131.50		131.50
13	PPV 13	-20	22	200	200	-10%	11%	21%	cekung	153.24	76.79	1050	33.33	88.42	155	PPV	2 + 500	117.00	4.069	121.07
																PLV	2 + 422.5	124.75		124.75
																PTV	2 + 577.5	125.53		125.53
14	PPV 14	22	7	200	100	11%	7%	4%	cembung	20.05	-11.00	200	33.33	16.84	40	PPV	2 + 700	139.00	0.200	138.80
																PLV	2 + 680	136.80		136.80
																PTV	2 + 720	140.40		140.40

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
15	PPV 15	7	-16	100	200	7%	-8%	15%	cembung	75.19	63.07	750	33.33	63.16	80	PPV	2 + 800	146.00	1.500	144.50
																PLV	2 + 760	143.20		143.20
																PTV	2 + 840	142.80		142.80
16	PPV 16	-16	8	200	200	-8%	4%	12%	cekung	87.57	66.88	600	33.33	50.53	90	PPV	3 + 000	130.00	1.350	131.35
																PLV	2 + 955	133.60		133.60
																PTV	3 + 045	131.80		131.80
17	PPV 17	8	-20	200	200	4%	-10%	14%	cembung	70.17	61.14	700	33.33	58.95	75	PPV	3 + 200	138.00	1.313	136.69
																PLV	3 + 162.5	136.50		136.50
																PTV	3 + 237.5	134.25		134.25
18	PPV 18	-20	16	200	200	-10%	8%	18%	cekung	131.35	74.58	900	33.33	75.79	135	PPV	3 + 400	118.00	3.038	121.04
																PLV	3 + 332.5	124.75		124.75
																PTV	3 + 467.5	123.40		123.40
19	PPV 19	16	-18	200	200	8%	-9%	17%	cembung	85.21	66.24	850	33.33	71.58	90	PPV	3 + 600	134.00	1.913	132.09
																PLV	3 + 555	130.40		130.40
																PTV	3 + 645	129.95		129.95
20	PPV 20	-18	20	200	200	-9%	10%	19%	cekung	138.65	75.39	950	33.33	80	140	PPV	3 + 800	116.00	3.325	119.33
																PLV	3 + 730	122.30		122.30
																PTV	3 + 870	123.00		123.00
21	PPV 21	20	-22	200	200	10%	-11%	21%	cembung	105.26	354.95	1050	33.33	88.42	110	PPV	4 + 000	136.00	2.888	133.11
																PLV	3 + 945	130.50		130.50
																PTV	4 + 055	129.95		129.95
22	PPV 22	-22	14	200	200	-11%	7%	18%	cekung	131.35	74.58	900	33.33	75.79	135	PPV	4 + 200	114.00	3.038	117.04
																PLV	4 + 132.5	121.43		121.43
																PTV	4 + 267.5	118.73		118.73

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA		Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual			4 +	400			
23	PPV 23	14	-12	200	200	7%	-6%	13%	cembung	65.16	58.92	650	33.33	54.74	200	PPV	4 +	400	128.00	3.250	124.75
																PLV	4 +	300	121.00		121.00
																PTV	4 +	500	122.00		122.00
24	PPV 24	-12	10	200	200	-6%	5%	11%	cekung	80.27	64.77	550	33.33	46.32	85	PPV	4 +	600	116.00	1.169	117.17
																PLV	4 +	557.5	118.55		118.55
																PTV	4 +	642.5	118.13		118.13
25	PPV 25	10	-14	200	200	5%	-7%	12%	cembung	60.15	56.33	600	33.33	50.53	65	PPV	4 +	800	126.00	0.975	125.03
																PLV	4 +	767.5	124.38		124.38
																PTV	4 +	832.5	123.73		123.73
26	PPV 26	-14	6	200	200	-7%	3%	10%	cekung	72.97	62.25	500	33.33	42.11	75	PPV	5 +	000	112.00	0.938	112.94
																PLV	4 +	962.5	114.63		114.63
																PTV	5 +	038	113.13		113.13
27	PPV 27	6	-12	200	200	3%	-6%	9%	cembung	45.11	45.11	450	33.33	37.89	200	PPV	5 +	200	118.00	2.250	115.75
																PLV	5 +	100	115.00		115.00
																PTV	5 +	300	112.00		112.00
28	PPV 28	-12	-4	200	200	-6%	-2%	4%	cekung	29.19	20.63	200	33.33	16.84	40	PPV	5 +	400	106.00	0.200	106.20
																PLV	5 +	380	107.20		107.20
																PTV	5 +	420	105.60		105.60
29	PPV 29	-4	12	200	200	-2%	6%	8%	cekung	58.38	55.31	400	33.33	33.68	60	PPV	5 +	600	102.00	0.600	102.60
																PLV	5 +	570	102.60		102.60
																PTV	5 +	630	103.80		103.80
30	PPV 30	12	-6	200	200	6%	-3%	9%	cembung	45.11	45.11	450	33.33	37.89	200	PPV	5 +	800	114.00	2.250	111.75
																PLV	5 +	700	108.00		108.00
																PTV	5 +	900	111.00		111.00

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
31	PPV 31	-6	16	200	200	-3%	8%	11%	cekung	80.27	64.77	550	33.33	46.32	85	PPV	6 + 000	108.00	1.169	109.17
																PLV	5 + 957.5	109.28		109.28
																PTV	6 + 043	111.40		111.40
32	PPV 32	16	-4	200	200	8%	-2%	10%	cembung	50.12	49.60	500	33.33	42.11	200	PPV	6 + 200	124.00	2.500	121.50
																PLV	6 + 100	116.00		116.00
																PTV	6 + 300	122.00		122.00
33	PPV 33	-4	-6	200	200	-2%	-3%	1%	cembung	5.01	-314.00	50	33.33	4.211	40	PPV	6 + 400	120.00	0.050	119.95
																PLV	6 + 380	120.40		120.40
																PTV	6 + 420	119.40		119.40
34	PPV 34	-6	-12	200	200	-3%	-6%	3%	cembung	126.85	84.67	150	33.33	12.63	85	PPV	6 + 600	114.00	0.319	113.68
																PLV	6 + 557.5	115.28		115.28
																PTV	6 + 642.5	111.45		111.45
35	PPV 35	-12	6	200	200	-6%	3%	9%	cekung	65.68	59.17	450	33.33	37.89	70	PPV	6 + 800	102.00	0.788	102.79
																PLV	6 + 765	104.10		104.10
																PTV	6 + 835	103.05		103.05
36	PPV 36	6	-4	200	200	3%	-2%	5%	cembung	211.42	210.80	250	33.33	21.05	215	PPV	7 + 000	108.00	1.344	106.66
																PLV	6 + 892.5	104.78		104.78
																PTV	7 + 0108	105.85		105.85
37	PPV 37	-4	-6	200	200	-2%	-3%	1%	cembung	42.28	-546.00	50	33.33	4.211	50	PPV	7 + 200	104.00	0.063	103.94
																PLV	7 + 175	104.50		104.50
																PTV	7 + 225	103.25		103.25
38	PPV 38	-6	2	200	200	-3%	1%	4%	cekung	29.19	20.63	200	33.33	16.84	40	PPV	7 + 400	98.00	0.200	98.20
																PLV	7 + 380	98.60		98.60
																PTV	7 + 420	98.20		98.20

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
39	PPV 39	2	4	200	200	1%	2%	1%	cekung	7.30	-187.50	50	33.33	4.211	40	PPV	7 + 600	100.00	0.050	100.05
																PLV	7 + 580	99.80		99.80
																PTV	7 + 620	100.40		100.40
40	PPV 40	4	6	200	200	2%	3%	1%	cekung	7.30	-187.50	50	33.33	4.211	40	PPV	7 + 800	104.00	0.050	104.05
																PLV	7 + 780	103.60		103.60
																PTV	7 + 820	104.60		104.60
41	PPV 41	6	-4	200	200	3%	-2%	5%	cembung	211.42	210.80	250	33.33	21.05	215	PPV	8 + 000	110.00	1.344	108.66
																PLV	7 + 892.5	106.78		106.78
																PTV	8 + 0108	107.85		107.85
42	PPV 42	-4	6	200	200	-2%	3%	5%	cekung	36.49	34.50	250	33.33	21.05	40	PPV	8 + 200	106.00	0.250	106.25
																PLV	8 + 180	106.40		106.40
																PTV	8 + 220	106.60		106.60
43	PPV 43	6	-16	200	400	3%	-4%	7%	cembung	295.98	264.86	350	33.33	29.47	300	PPV	8 + 400	112.00	2.625	109.38
																PLV	8 + 250	107.50		107.50
																PTV	8 + 550	106.00		106.00
44	PPV 44	-16	22	400	200	-4%	11%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	110	PPV	8 + 800	96.00	2.063	98.06
																PLV	8 + 745	98.20		98.20
																PTV	8 + 855	102.05		102.05
45	PPV 45	22	-18	200	200	11%	-9%	20%	cembung	100.25	69.80	1000	33.33	84.21	200	PPV	9 + 000	118.00	5.000	113.00
																PLV	8 + 900	107.00		107.00
																PTV	9 + 0100	109.00		109.00
46	PPV 46	-18	12	200	200	-9%	6%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	110	PPV	9 + 200	100.00	2.063	102.06
																PLV	9 + 145	104.95		104.95
																PTV	9 + 255	103.30		103.30

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
46	PPV 46	-18	12	200	200	-9%	6%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	110	PPV	9 + 200	100.00	2.063	102.06
																PLV	9 + 145	104.95		104.95
																PTV	9 + 255	103.30		103.30
47	PPV 47	12	-8	200	200	6%	-4%	10%	cembung	50.12	49.60	500	33.33	42.11	200	PPV	9 + 400	112.00	2.500	109.50
																PLV	9 + 300	106.00		106.00
																PTV	9 + 500	108.00		108.00
48	PPV 48	-8	-7	200	100	-4%	-7%	3%	cembung	126.85	84.67	150	33.33	12.63	85	PPV	9 + 600	104.00	0.319	103.68
																PLV	9 + 557.5	105.70		105.70
																PTV	9 + 642.5	101.03		101.03
49	PPV 49	-7	16	100	200	-7%	8%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	110	PPV	9 + 700	97.00	2.063	99.06
																PLV	9 + 645	100.85		100.85
																PTV	9 + 755	101.40		101.40
50	PPV 50	16	-12	200	200	8%	-6%	14%	cembung	70.17	61.14	700	33.33	58.95	200	PPV	9 + 900	113.00	3.500	109.50
																PLV	9 + 800	105.00		105.00
																PTV	9 + 1000	107.00		107.00
51	PPV 51	-12	20	200	200	-6%	10%	16%	cekung	116.76	72.66	800	33.33	67.37	120	PPV	10 + 100	101.00	2.400	103.40
																PLV	10 + 040	104.60		104.60
																PTV	10 + 160	107.00		107.00
52	PPV 52	20	10	200	200	10%	5%	5%	cembung	211.42	210.80	250	33.33	21.05	215	PPV	10 + 300	121.00	1.344	119.66
																PLV	10 + 192.5	110.25		110.25
																PTV	10 + 407.5	126.38		126.38
53	PPV 53	10	-20	200	200	5%	-10%	15%	cembung	75.19	63.07	750	33.33	63.16	80	PPV	10 + 500	131.00	1.500	129.50
																PLV	10 + 460	129.00		129.00
																PTV	10 + 540	127.00		127.00

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
54	PPV 54	-20	10	200	200	-10%	5%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	110	PPV	10 + 700	111.00	2.063	113.06
																PLV	10 + 645	116.50		116.50
																PTV	10 + 755	113.75		113.75
55	PPV 55	10	-6	200	200	5%	-3%	8%	cembung	40.10	39.50	400	33.33	33.68	40	PPV	10 + 900	121.00	0.400	120.60
																PLV	10 + 880	120.00		120.00
																PTV	10 + 920	120.40		120.40
56	PPV 56	-6	-4	200	200	-3%	-2%	1%	cekung	7.30	-187.50	50	33.33	4.211	40	PPV	11 + 100	115.00	0.050	115.05
																PLV	11 + 080	115.60		115.60
																PTV	11 + 120	114.60		114.60
57	PPV 57	-4	2	200	200	-2%	1%	3%	cekung	146.34	126.67	150	33.33	12.63	130	PPV	11 + 300	111.00	0.488	111.49
																PLV	11 + 235	112.30		112.30
																PTV	11 + 365	111.65		111.65
58	PPV 58	2	-10	200	200	1%	-5%	6%	cembung	253.70	242.33	300	33.33	25.26	255	PPV	11 + 500	113.00	1.913	111.09
																PLV	11 + 372.5	111.73		111.73
																PTV	11 + 627.5	106.63		106.63
59	PPV 59	-10	4	200	200	-5%	2%	7%	cekung	51.08	50.36	350	33.33	29.47	55	PPV	11 + 700	103.00	0.481	103.48
																PLV	11 + 672.5	104.38		104.38
																PTV	11 + 727.5	103.55		103.55
60	PPV 60	4	10.5	200	150	2%	7%	5%	cekung	36.49	34.50	250	33.33	21.05	40	PPV	11 + 900	107.00	0.250	107.25
																PLV	11 + 880	106.60		106.60
																PTV	11 + 920	108.40		108.40
61	PPV 61	10.5	-16.5	150	150	7%	-11%	18%	cembung	90.22	67.56	900	33.33	75.79	100	PPV	12 + 050	117.50	2.250	115.25
																PLV	12 + 00	114.00		114.00
																PTV	12 + 0100	112.00		112.00

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
62	PPV 62	-16.5	-8	150	100	-11%	-8%	3%	cekung	21.89	-2.50	150	33.33	12.63	40	PPV	12 + 200	101.00	0.150	101.15
																PLV	12 + 180	103.20		103.20
																PTV	12 + 220	99.40		99.40
63	PPV 63	-8	6	100	200	-8%	3%	11%	cekung	80.27	64.77	550	33.33	46.32	85	PPV	12 + 300	93.00	1.169	94.17
																PLV	12 + 257.5	96.40		96.40
																PTV	12 + 342.5	94.28		94.28
64	PPV 64	6	11	200	100	3%	11%	8%	cekung	58.38	55.31	400	33.33	33.68	60	PPV	12 + 500	99.00	0.600	99.60
																PLV	12 + 470	98.10		98.10
																PTV	12 + 530	102.30		102.30
65	PPV 65	11	5	100	50	11%	10%	1%	cembung	42.28	-546.00	50	33.33	4.211	40	PPV	12 + 600	110.00	0.050	109.95
																PLV	12 + 580	107.80		107.80
																PTV	12 + 620	112.00		112.00
66	PPV 66	5	-12	50	150	10%	-8%	18%	cembung	90.22	67.56	900	33.33	75.79	60	PPV	12 + 650	115.00	1.350	113.65
																PLV	12 + 620	112.00		112.00
																PTV	12 + 680	112.60		112.60
67	PPV 67	-12	4	150	200	-8%	2%	10%	cekung	72.97	62.25	500	33.33	42.11	75	PPV	12 + 800	103.00	0.938	103.94
																PLV	12 + 762.5	106.00		106.00
																PTV	12 + 837.5	103.75		103.75
68	PPV 68	4	2	200	200	2%	1%	1%	cembung	42.28	-546.00	50	33.33	4.211	50	PPV	13 + 000	107.00	0.063	106.94
																PLV	12 + 975	106.50		106.50
																PTV	13 + 025	107.25		107.25
69	PPV 69	2	4	200	200	1%	2%	1%	cekung	48.78	-420.00	50	33.33	4.211	50	PPV	13 + 200	109.00	0.063	109.06
																PLV	13 + 175	108.75		108.75
																PTV	13 + 225	109.50		109.50

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA		Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual							
70	PPV 70	4	-4	200	50	2%	-8%	10%	cembung	50.12	49.60	500	33.33	42.11	50	PPV	13 + 400		113.00	0.625	112.38
																PLV	13 + 375		112.50		112.50
																PTV	13 + 425		111.00		111.00
71	PPV 71	-4	-8	50	200	-8%	-4%	4%	cekung	29.19	20.63	200	33.33	16.84	40	PPV	13 + 450		109.00	0.200	109.20
																PLV	13 + 430		110.60		110.60
																PTV	13 + 470		108.20		108.20
72	PPV 72	-8	4	200	200	-4%	2%	6%	cekung	43.78	43.75	300	33.33	25.26	44	PPV	13 + 650		101.00	0.330	101.33
																PLV	13 + 628		101.88		101.88
																PTV	13 + 672		101.44		101.44
73	PPV 73	4	6	200	200	2%	3%	1%	cekung	48.78	-420.00	50	33.33	4.211	50	PPV	13 + 850		105.00	0.063	105.06
																PLV	13 + 825		104.50		104.50
																PTV	13 + 875		105.75		105.75
74	PPV 74	6	-4	200	200	3%	-2%	5%	cembung	25.06	9.20	250	33.33	21.05	40	PPV	14 + 050		111.00	0.250	110.75
																PLV	14 + 030		110.40		110.40
																PTV	14 + 070		110.60		110.60
75	PPV 75	-4	-10.5	200	150	-2%	-7%	5%	cembung	25.06	9.20	250	33.33	21.05	40	PPV	14 + 250		107.00	0.250	106.75
																PLV	14 + 230		107.40		107.40
																PTV	14 + 270		105.60		105.60
76	PPV 76	-10.5	8	150	100	-7%	8%	15%	cekung	109.46	71.50	750	33.33	63.16	50	PPV	14 + 400		96.50	0.938	97.44
																PLV	14 + 375		98.25		98.25
																PTV	14 + 425		98.50		98.50
77	PPV 77	8	11	100	100	8%	11%	3%	cekung	21.89	-2.50	150	33.33	12.63	40	PPV	14 + 500		104.50	0.150	104.65
																PLV	14 + 480		102.90		102.90
																PTV	14 + 520		106.70		106.70

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
78	PPV 78	11	1	100	100	11%	1%	10%	cembung	50.12	49.60	500	33.33	42.11	55	PPV	14 + 600	115.50	0.688	114.81
																PLV	14 + 572.5	112.48		112.48
																PTV	14 + 627.5	115.78		115.78
79	PPV 79	1	-8	100	200	1%	-4%	5%	cembung	25.06	9.20	250	33.33	21.05	40	PPV	14 + 700	116.50	0.250	116.25
																PLV	14 + 680	116.30		116.30
																PTV	14 + 720	115.70		115.70
80	PPV 80	-8	12	200	200	-4%	6%	10%	cekung	72.97	62.25	500	33.33	42.11	75	PPV	14 + 900	108.50	0.938	109.44
																PLV	14 + 862.5	110.00		110.00
																PTV	14 + 937.5	110.75		110.75
81	PPV 81	12	2.5	200	50	6%	5%	1%	cembung	42.28	-546.00	50	33.33	4.211	50	PPV	15 + 100	120.50	0.063	120.44
																PLV	15 + 075	119.00		119.00
																PTV	15 + 125	121.75		121.75
82	PPV 82	2.5	-12	50	150	5%	-8%	13%	cembung	65.16	58.92	650	33.33	54.74	50	PPV	15 + 150	123.00	0.813	122.19
																PLV	15 + 125	121.75		121.75
																PTV	15 + 175	121.00		121.00
83	PPV 83	-12	11	150	100	-8%	11%	19%	cekung	138.65	75.39	950	33.33	80	50	PPV	15 + 300	111.00	1.188	112.19
																PLV	15 + 275	113.00		113.00
																PTV	15 + 325	113.75		113.75
84	PPV 84	11	10	100	100	11%	10%	1%	cembung	42.28	-546.00	50	33.33	4.211	50	PPV	15 + 400	122.00	0.063	121.94
																PLV	15 + 375	119.25		119.25
																PTV	15 + 425	124.50		124.50
85	PPV 85	10	5.5	100	50	10%	11%	1%	cekung	48.78	-420.00	50	33.33	4.211	40	PPV	15 + 500	132.00	0.050	132.05
																PLV	15 + 480	130.00		130.00
																PTV	15 + 520	134.20		134.20

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

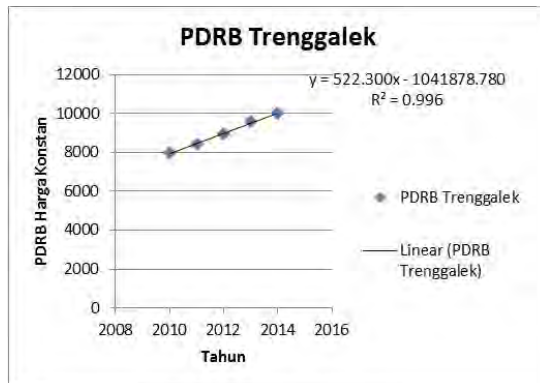
No.	Kode PPV	Beda Elevasi		Jarak		Gradien		A	Jenis Lengkung	Panjang Lengkung (L)					L	Nama	STA	Elevasi Eksisting	Y	Elevasi Rencana
		A - B	C - D	A - B	C - D	g ₁	g ₂			S < L	S > L	drainase	kenyamanan	visual						
86	PPV 86	5.5	-15	50	150	11%	-10%	21%	cembung	105.26	70.76	1050	33.33	88.42	60	PPV	15 + 550	137.50	1.575	135.93
																PLV	15 + 520	134.20		134.20
																PTV	15 + 580	134.50		134.50
87	PPV 87	-15	-7.905	150	71.862	-10%	-11%	1%	cembung	42.29	-545.76	50	33.33	4.212	50	PPV	15 + 700	122.50	0.063	122.44
																PLV	15 + 675	125.00		125.00
																PTV	15 + 725	119.75		119.75

sumber: hasil perhitungan

5.5 Struktur Perkerasan

Jenis perkerasan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah perkerasan lentur. Standar acuan yang digunakan adalah peraturan Bina Marga tahun 2013. Sebelum menghitung tebal perkerasan terlebih dahulu menghitung jumlah kendaraan pada tahun awal rencana.

Data lalu lintas proyek JLS adalah tahun 2012. Untuk memperoleh data lalu lintas pada tahun 2016 dilakukan perhitungan *forecasting* tingkat pertumbuhan terhadap data PDRB, data PDRB per kapita dan data penduduk.



Gambar 5.3 Grafik regresi linier data PDRB

Tabel 5.37 Tingkat pertumbuhan PDRB

No.	Tahun	PDRB Harga Konstan (miliar rupiah)	i
1	2015	10555.72	5.61%
2	2016	11078.02	4.95%
3	2017	11600.32	4.71%
4	2018	12122.62	4.50%
5	2019	12644.92	4.31%
6	2020	13167.22	4.13%
7	2021	13689.52	3.97%
8	2022	14211.82	3.82%
9	2023	14734.12	3.68%
10	2024	15256.42	3.54%
11	2025	15778.72	3.42%
12	2026	16301.02	3.31%
13	2027	16823.32	3.20%
14	2028	17345.62	3.10%
15	2029	17867.92	3.01%
16	2030	18390.22	2.92%
17	2031	18912.52	2.84%
18	2032	19434.82	2.76%
19	2033	19957.12	2.69%
20	2034	20479.42	2.62%
21	2035	21001.72	2.55%
22	2036	21524.02	2.49%
Rata-rata			3.91%

sumber: hasil perhitungan



Gambar 5.4 Grafik regresi linier PDRB per Kapita

Tabel 5.38 Tingkat pertumbuhan PDRB per Kapita

No.	Tahun	PDRB Perkapita (ribu rupiah)	i (%)
1	2015	15408.05	4.44%
2	2016	16145.68	4.79%
3	2017	16883.31	4.57%
4	2018	17620.94	4.37%
5	2019	18358.57	4.19%
6	2020	19096.2	4.02%
7	2021	19833.83	3.86%
8	2022	20571.46	3.72%
9	2023	21309.09	3.59%
10	2024	22046.72	3.46%
11	2025	22784.35	3.35%
12	2026	23521.98	3.24%
13	2027	24259.61	3.14%
14	2028	24997.24	3.04%
15	2029	25734.87	2.95%
16	2030	26472.5	2.87%
17	2031	27210.13	2.79%
18	2032	27947.76	2.71%
19	2033	28685.39	2.64%
20	2034	29423.02	2.57%
21	2035	30160.65	2.51%
22	2036	30898.28	2.45%
Rata-rata			3.78%

sumber: hasil perhitungan



Gambar 5.5 Grafik regresi linier data penduduk

Tabel 5.39 Tingkat pertumbuhan jumlah penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	i
1	2016	691821.30	0.38%
2	2017	694410.40	0.37%
3	2018	696999.50	0.37%
4	2019	699588.60	0.37%
5	2020	702177.70	0.37%
6	2021	704766.80	0.37%
7	2022	707355.90	0.37%
8	2023	709945.00	0.37%
9	2024	712534.10	0.36%
10	2025	715123.20	0.36%
11	2026	717712.30	0.36%
12	2027	720301.40	0.36%
13	2028	722890.50	0.36%
14	2029	725479.60	0.36%
15	2030	728068.70	0.36%
16	2031	730657.80	0.36%
17	2032	733246.90	0.35%
18	2033	735836.00	0.35%
19	2034	738425.10	0.35%
20	2035	741014.20	0.35%
21	2036	743603.30	0.35%
Rata-rata			0.37%

sumber: hasil perhitungan

Maka tingkat pertumbuhan tiap jenis kendaraan sebagai berikut:

Tabel 5.40 Tingkat pertumbuhan lalu lintas

No.	Jenis Kendaraan	Tingkat Pertumbuhan
1.	Sepeda Motor	3.78%
2.	Sedan, Jeep	3.78%
3.	Angkutan Umum	0.37%
4.	Pick Up	0.37%
5.	Bus Kecil	0.37%
6.	Bus Besar	0.37%
7.	Truk Ringan 2 Sumbu	3.91%
8.	Truk Sedang 2 Sumbu	3.91%
9.	Truk 3 Sumbu	3.91%
10.	Truk Gandengan	3.91%
11.	Truk semi-trailer	3.91%

sumber: hasil perhitungan

5.5.1 Umur Rencana

Menentukan umur rencana struktur perkerasan lentur dibedakan atas jenis perkerasannya. Umur rencana pada proyek JLS ini adalah 20 tahun.

Tabel 5.41 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	pondasi jalan	40
	semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
	Cement Treated Based	
Perkerasan Kaku	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	Minimum 10
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	

Catatan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted whole of life cost*, dimana ditunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted whole of life cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Monev/Bi+Rate/Data+Bi+Rate/>.
2. Umur rencana tidak boleh diambil melampaui kapasitas jalan pada saat umur rencana

sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*

5.5.2 Lalu Lintas Umur Rencana

Perhitungan LHR pada peraturan Bina Marga 2013 lebih dikenal sebagai CESA₅. Volume lalu lintas tersebut suda dikali dengan faktor pengali sumbu beban (VDF).

Diketahui:

Rata-rata tingkat pertumbuhan lalu lintas (i) : 2,6%

Faktor distribusi lajur (D_L) : 50%

Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i} \\
 &= \frac{(1 + 0.01 \times 2.6\%)^{20} - 1}{0.01 \times 2.6\%} = 20.0494
 \end{aligned}$$

Tabel 5.42 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

Jenis Kendaraan	Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF ₄ Pangkat ⁴	VDF ₅ Pangkat ⁵
1	1	Sepeda Motor	1.1	2	30,4			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / pickup / station wagon	1.1	2	51,7	74,3		
5a	5a	bus kecil	1.2	2	3,6	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2	2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu-cargomangan	1.1	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu- ringan	1.2	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-cargo sedang	1.2	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu- sedang	1.2	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu- berat	1.2	2			0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu- berat	1.2	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.22	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.22	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2	3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbudan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2	4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2 - 22	4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truk 5 sumbu- trailer	1.22 - 22	5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu- trailer	1.2 - 222	5			30,3	69,7
7c3	14	Truk 5 sumbu- trailer	1.22 - 222	5	0,3	0,50	41,6	93,7

Catatan :Data didasarkan pada survey beban lalu lintas Arteri Pulau Jawa – 2011. Lihat hasil survey WIM 2011 untuk informasi lebih lanjut
 sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013

Menurut Bina Marga 2013, nilai VDF yang digunakan adalah pangkat 5 karena struktur perkerasan adalah perkerasan lentur.

Tabel 5.43 Perhitungan beban sumbu standar kumulatif (CESA₅)

No.	Jenis Kendaraan	LHRT 2016 (kend/hari)	VDF ⁵	ESA	CESA
1.	Sepeda Motor	3544	0	0	0
2.	Sedan, Jeep	1664	0	0	0
3.	Angkutan Umum	1949	0	0	0
4.	Pick Up	1317	0	0	0
5.	Bus Kecil	68	0.2	6.80	49,762.61
6.	Bus Besar	9	1.0	4.50	32,931.14
7.	Truk Ringan 2 Sumbu	290	0.8	116.00	848,891.63
8.	Truk Sedang 2 Sumbu	51	1.7	43.35	317,236.66
9.	Truk 3 Sumbu	39	11.2	218.40	1,598,258.04
10.	Truk Gandengan	7	90.4	316.40	2,315,425.11
11.	Truk semi-trailer	17	33.2	282.20	2,065,148.44
Total CESA ₅					7,227,653.6

sumber: hasil perhitungan

5.5.3 Pondasi Jalan

Data CBR yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data CBR pada proyek Panggul - Munjungan Trenggalek karena dianggap mempunyai kondisi medan dan tanah yang hampir sama. Nilai CBR rata-rata adalah di atas 6%. Untuk menentukan desain pondasi jalan minimum menggunakan bagan desain 2 pada peraturan Bina Marga 2013.

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	Tebal lapis lajur desain umur rencana 40 tahun (jula CES ₄₀)		
				< 2	2 - 4	> 4
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lepas)	Tebal minimum peningkatan tanah dasar		
5	SG5			Tidak perlu peningkatan		
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2.5	SG2.5			175	250	350
Tanah ekspansif (potential swell> 5%)		AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ²	SG1 aktual ¹	B	Lapis penopang (capping layer) ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid ⁽²⁾⁽⁴⁾	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1250	1500

(1) Nilai CBR lapisan CBR rندان tidak relevan.

(2) Datas lapis penopang harus diasumsikan memiliki nilai CBR ekuivalen 2,5%.

(3) Ketentuaan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis.

(4) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asli dipadatkan (tanah lunak kering pada saat konstruksi).

(5) Ditandai oleh kepadatan yang rendah dan CBR lapisan yang rendah di bawah daerah yang dipadatkan

Gambar 5. 6 Bagan Desain Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*

Dari bagan desain tersebut diperoleh bahwa CBR yang mempunyai nilai > 6% tidak perlu dilakukan peningkatan jalan.

5.5.4 Tipe Perkerasan

Total kendaraan pada akhir umur rencana adalah 7,227,653.6 maka tipe perkerasan yang dipilih adalah lapis pondasi berbutir.

Tabel 5.44 Pemilihan jenis perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ESA20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0.5	0.1 – 4	4 – 10	10 – 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

 Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)
 Alternatif – lihat catatan

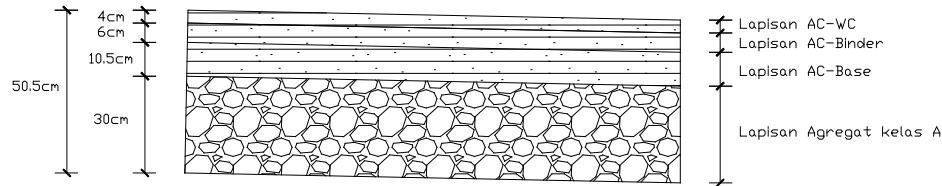
Catatan: tingkat kesulitan: 1 kontraktor kecil - medium
 2 kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai
 3 membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – dibutuhkan kontraktor spesialis Burda

sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013

5.5.5 Struktur Perkerasan

Tipe perkerasan yang dipilih adalah lapis pondasi berbutir dengan tebal masing-masing lapisan adalah:

- Lapis permukaan AC WC = 40 mm
- Lapis permukaan AC Binder = 60 mm
- Lapis permukaan AC Base = 105 mm
- Lapis pondasi agregat (LPA) kelas A = 300 mm



Gambar 2. 31Tebal perkerasan hasil perhitungan

(Solusi untuk Reliabilitas 80% Umur Rencana 20 Tahun)

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 3		Lihat Catatan 3		
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat 5) (10^5 CESA _s)	1 - 2	2 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Catatan Bagan Desain 3A:

1. FF1 atau FF2 harus lebih diutamakan daripada solusi F1 dan F2 atau dalam situasi jika HRS berpotensi rutting
2. FF3 akan lebih efektif biaya relatif terhadap solusi F4 pada kondisi tertentu
3. CTB dan pilihan perkerasan kaku (Bagan Desain 3) dapat lebih efektif biaya tapi dapat menjadi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia. Solusi dari FF5-FF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan desain 3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu. Contoh jika perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis : pelebaran perkerasan lentur eksisting atau diatas tanah yang berpotensi konsolidasi atau pergerakan tidak seragam (pada perkerasan kaku) atau jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.
4. Faktor reliabilitas 80% digunakan untuk solusi ini.
5. Bagan Desain 3A digunakan jika HRS atau CTB sulit untuk diimplementasikan. Untuk desain perkerasan lentur, lebih diutamakan menggunakan Bagan Desain 3.

Gambar 5.7 Bagan desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis pondasi berbutir

5.6 Drainase

Perencanaan saluran drainase diperlukan data curah hujan pada stasiun hujan yang mewakili Daerah Aliran Sungai (DAS) pada trase rencana jalan. Perhitungan dimensi saluran direncanakan per segmen sesuai dengan jarak perencanaan alinemen vertikal. Pada tugas akhir ini aliran air pada lereng diperhitungkan karena arah aliran alir pada lereng menuju ke saluran drainase jalan. Lebar lereng yang dihitung untuk lintasan air adalah 100 m. Berikut ini adalah contoh perhitungan dimensi saluran pada STA 0+200 – 0+400.

5.6.1 Analisa Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh selama 10 tahun, akan dihitung intensitas curah hujannya sebagai patokan untuk menentukan debit air yang masuk ke saluran.

Tabel 5.45 Analisa curah hujan stasiun Watulimo

No.	Tahun Pengamatan	Hujan Harian Maksimum X_i	Rata-rata $\bar{X}$	Deviasi $X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1.	2006	120	169.30	-49.30	2430.49
2.	2007	235		65.70	4316.49
3.	2008	387		217.70	47393.29
4.	2009	124		-45.30	2052.09
5.	2010	182		12.70	161.29
6.	2011	128		-41.30	1705.69
7.	2012	78		-91.30	8335.69
8.	2013	145		-24.30	590.49
9.	2014	196		26.70	712.89
10.	2015	98		-71.30	5083.69
Jumlah		1693			72782.10

sumber: hasil perhitungan

Standard deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{72782.1}{10 - 1}} = 89.93 \text{ mm}$$

Periode ulang hujan maksimum direncanakan 20 t ahun dengan jumlah data hujan (n) = 10 tahun. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan 1994, maka diperoleh:

$$Y_t = 2.8824$$

$$Y_n = 0.4952$$

$$S_n = 0.9496$$

Jadi, curah hujan pada periode ulang 20 tahun adalah:

$$\begin{aligned} R_{20} &= \bar{X} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \\ &= 169.3 + \frac{89.93}{0.9496} (2.8824 - 0.4952) = 395,37 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

5.6.2 Data perencanaan

Saluran

- Tinggi hujan rencana (R) = 395,37 mm/jam
- Kec. saluran (Vsal) = 0.50 m/det
lempung kepasiran → kec.ijin 0.5 m/dt
- Angka kekasaran Manning (n) = 0.05
melengkung bersih berlubang dan berdinding pasir
- b = 1h
- Kemiringan saluran memanjang = 0 - 5 %
(tanah asli)

Perkerasan

- Koef. hambatan (n_d saluran) = 0.020
(permukaan licin dan kedap air)
- Lebar jalan 1 lajur (Wj) = 3.5 m
- Kemiringan melintang jalan = 0.02
- Koef. pengaliran (C_{jalan}) = 0.95
(jalan beton & jalan aspal)

Bahu jalan

- Koef. hambatan (n_d bahu) = 0.200
(tanah dg rumput tipis dan gundul dg permukaan sedikit kasar)
- Lebar bahu (Wb) = 1.0 m

- Kemiringan melintang bahu = 0.04
- Koef. pengaliran (C_{bahu}) = 0.65 (tanah berbutir halus)

Lereng

- Koef. Manning ($n_{\text{d lereng}}$) = 0.800
(Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dg hamparan rumput jaranq sampai rapat)
- Koef. pengaliran (C_{lereng}) = 0.90 (pegunungan)
- Faktor limpasan (f_k) = 0.3 (pegunungan)
- Lebar lereng (W_l) = 100 m

Saluran kiri mempunyai elevasi yang lebih tinggi karena bersebelahan dengan lereng. Sedangkan saluran kanan dekat dengan jurang. Sehingga aliran lereng hanya digunakan untuk saluran kiri. Jadi, dimensi saluran kanan dan saluran kiri berbeda.

5.6.3 Waktu Inlet Time (t_0)

Inlet time (t_0) jalan

$$X = \frac{g}{s} \times W = \frac{2\%}{2\%} \times 3.5 = 3.5 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X} = \sqrt{3.5^2 + 3.5^2} = 4.95 \text{ m}$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 3.5 \times 2\% = 0.07 \text{ m}$$

$$\Delta h_s = W \times s = 3.5 \times 0.02 = 0.07 \text{ m}$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0.07 + 0.07 = 0.14 \text{ m}$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0.14}{200} = 0.028$$

$$t_{0 \text{ jalan}} = 1.44 \cdot \left(\frac{L \cdot n_{\text{d jalan}}}{\sqrt{i}} \right) = 1.44 \cdot \left(\frac{200 \cdot 0.02}{\sqrt{0.028}} \right) = 1.219 \text{ menit}$$

Inlet time (t_0) bahu

$$X = \frac{g}{s} \times W = \frac{2\%}{4\%} \times 1 = 0.5 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X} = \sqrt{1^2 + 0.5^2} = 1.12 \text{ m}$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 0.5 \times 2\% = 0.01 \text{ m}$$

$$\Delta h_s = W \times s = 1 \times 0.04 = 0.04 \text{ m}$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0.01 + 0.04 = 0.05 \text{ m}$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0.05}{200} = 0.045$$

$$t_{0 \text{ bahu}} = 1.44 \cdot \left(\frac{L \cdot n_d \text{ bahu}}{\sqrt{i}} \right) = 1.44 \cdot \left(\frac{200 \cdot 0.2}{\sqrt{0.045}} \right) = 1,517 \text{ menit}$$

Inlet time (t_0) lereng

$$X = \frac{g}{s} \times W = \frac{2\%}{39\%} \times 100 = 5.18 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{W^2 + X} = \sqrt{100^2 + 5.18^2} = 100.13 \text{ m}$$

$$\Delta h_g = X \cdot g = 5.18 \times 2\% = 0.1 \text{ m}$$

$$\Delta h_s = W \times s = 100 \times 0.39 = 38.62 \text{ m}$$

$$\Delta h = \Delta h_g + \Delta h_s = 0.1 + 38.62 = 38.72 \text{ m}$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{38.72}{200} = 0.387$$

$$t_{0 \text{ lereng}} = 1.44 \cdot \left(\frac{L \cdot n_d \text{ lereng}}{\sqrt{i}} \right) = 1.44 \cdot \left(\frac{200 \cdot 0.8}{\sqrt{0.387}} \right) = 13.927 \text{ menit}$$

5.6.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh waktu inlet diambil yang terbesar dan waktu pengaliran.

Inlet time

$$- t_{0 \text{ jalan + bahu}} = 1.219 + 1.517 = 2.736 \text{ menit}$$

$$- t_{0 \text{ lereng}} = 13.927 \text{ menit}$$

Waktu pengaliran di saluran

$$t_f = \frac{L}{60 \times V} = \frac{200}{60 \times 0.5} = 6.67 \text{ menit}$$

Waktu konsentrasi

- Saluran kiri

Saluran kiri berbatasan langsung dengan lereng maka t_0 yang diambil adalah yang terbesar anatar $t_{0 \text{ jalan + bahu}}$ dengan $t_{0 \text{ lereng}}$

$$t_{c \text{ kiri}} = t_{0 \text{ lereng}} + t_f = 13.927 + 6.67 = 20.594 \text{ menit} = 0.34 \text{ jam}$$

- Saluran kanan

Elevasi lereng sebelah kanan lebih rendah dari yang kiri, maka saluran kanan hanya menerima air hujan dari jalan dan bahu.

$$\begin{aligned} t_{c \text{ kanan}} &= t_{0 \text{ jalan+bahu}} + t_f = 2.736 + 6.67 \\ &= 9.40 \text{ menit} = 0.157 \text{ jam} \end{aligned}$$

5.6.5 Perhitungan Debit

- Luas daerah pengaliran

$$A_{\text{aspal}} = W_{\text{jalan}} \times L = 3.5 \times 200 = 700 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{bahu}} = W_{\text{bahu}} \times L = 1.0 \times 200 = 200 \text{ m}^2$$

Berdasarkan SNI Perencanaan Sistem Drainase Jalan 2006, panjang aliran lereng yang akan masuk ke saluran adalah 100 m terhitung dari bahu jalan.

$$A_{\text{lereng}} = W_{\text{lereng}} \times L = 100 \times 200 = 20000 \text{ m}^2$$

- Koefisien pengaliran

- Saluran kiri

$$\begin{aligned} C_{\text{gab}} &= \frac{(C_{\text{aspal}} \cdot A_{\text{aspal}}) + (C_{\text{bahu}} \cdot A_{\text{bahu}}) + (C_{\text{lereng}} \cdot A_{\text{lereng}} \times f_k)}{A_{\text{aspal}} + A_{\text{bahu}} + A_{\text{lereng}}} \\ &= \frac{(0.95 \cdot 700) + (0.65 \cdot 200) + (0.9 \cdot 20000 \cdot 0.3)}{700 + 200 + 20000} \\ &= 0.296 \end{aligned}$$

- Saluran kanan

$$\begin{aligned} C_{\text{gab}} &= \frac{(C_{\text{aspal}} \cdot A_{\text{aspal}}) + (C_{\text{bahu}} \cdot A_{\text{bahu}})}{A_{\text{aspal}} + A_{\text{bahu}}} \\ &= \frac{(0.95 \cdot 700) + (0.65 \cdot 200)}{700 + 200} = 0.883 \end{aligned}$$

- Intensitas hujan

- Saluran kiri

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{395.37}{24} \times \left(\frac{24}{0.34} \right)^{\frac{2}{3}} = 279.6 \text{ mm/jam}$$

- Saluran kanan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{395.37}{24} \times \left(\frac{24}{0.157} \right)^{\frac{2}{3}} = 471.551 \text{ mm/jam}$$

d. Debit aliran

- Saluran kiri

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A \\ &= \frac{1}{3.6} \times 0.296 \times 279.6 \times \left(\frac{700 + 200 + 20000}{10^6} \right) \\ &= 0.481 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- Saluran kanan

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A \\ &= \frac{1}{3.6} \times 0.883 \times 471.551 \times \left(\frac{700 + 200}{10^6} \right) \\ &= 0.1041 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

5.6.6 Perhitungan Dimensi Saluran Tepi Jalan

Pada tugas akhir ini direncanakan saluran tepi jalan dengan bentuk trapesium dengan material tanah asli. Data rencana berikut ini:

- Saluran kiri

Debit (Q)	: 0.481 m ³ /det
Kecepatan (V)	: 0.5 m/det
Perbandingan	: b = h
Kemiringan talud (z)	: 1:1

Luas saluran

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{0.481}{0.5} = 0.962 \text{ m}^2$$

Dimensi saluran

$$A = (b + mh)h$$

$$0.962 = (h + 1h)h$$

$$0.962 = 2h^2$$

$$h = 0.694 \text{ m} \rightarrow \text{diambil } h = 0.7 \text{ maka } b = h = 0.7 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0.5h} = \sqrt{0.5 \times 0.7} = 0.6 \text{ m}$$

Keliling saluran

$$\begin{aligned} O &= b + 2h\sqrt{z^2 + 1} \\ &= 0.7 + 2 \times 0.7\sqrt{1^2 + 1} = 2.68 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{F}{O}\right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$0.5 = \frac{1}{0.05} \times \left(\frac{0.98}{2.68}\right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$I = 0.002390$$

$$I_{\text{saluran}} < I_{\text{jalan}} (0.02) \rightarrow \text{butuh bangunan terjun}$$

Bangunan terjun

$$\begin{aligned} \Delta h &= L(I_{\text{jalan}} - I_{\text{saluran}}) \\ &= 200 \times (0.02 - 0.002390) = 3.52 \text{ m} \end{aligned}$$

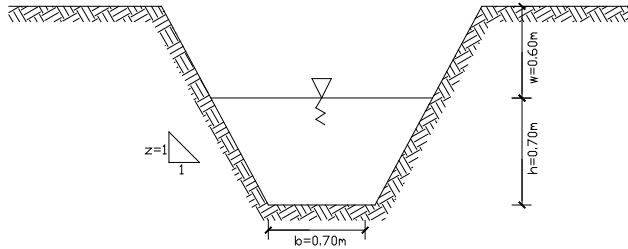
Jumlah bangunan terjun

Direncanakan tinggi bangunan terjun = 1 m

$$n = \frac{\Delta h}{t} = \frac{3.52}{1} = 3.52 \text{ m} = 4 \text{ buah}$$

Jarak antar bangunan terjun

$$l = \frac{L}{n} = \frac{200}{4} = 50 \text{ m}$$



Gambar 2. 32 Saluran drainase kiri STA 0+200 – 0+400

- Saluran kanan
 - Debit (Q) : 0.1041 m³/det
 - Kecepatan (V) : 0.5 m/det
 - Perbandingan : b = h
 - Kemiringan talud (z) : 1:1

Luas saluran

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{0.1041}{0.5} = 0.208 \text{ m}^2$$

Dimensi saluran

$$A = (b + mh)h$$

$$0.208 = (h + 1h)h$$

$$0.208 = 2h^2$$

$$h = 0.323 \text{ m} \rightarrow \text{diambil } h = 0.4 \text{ maka } b = h = 0.4 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0.5h} = \sqrt{0.5 \times 0.4} = 0.4 \text{ m}$$

Keliling saluran

$$O = b + 2h\sqrt{z^2 + 1}$$

$$= 0.4 + 2 \times 0.4\sqrt{1^2 + 1} = 1.531 \text{ m}$$

Kemiringan saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} = \frac{1}{n} \times \left(\frac{F}{O}\right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$0.5 = \frac{1}{0.05} \times \left(\frac{0.32}{1.531}\right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$I = 0.00504$$

$I_{\text{saluran}} < I_{\text{jalan}} (0.2) \rightarrow$ butuh bangunan terjun

Bangunan terjun

$$\begin{aligned} \Delta h &= L(I_{\text{jalan}} - I_{\text{saluran}}) \\ &= 200 \times (0.2 - 0.00504) = 2.99 \text{ m} \end{aligned}$$

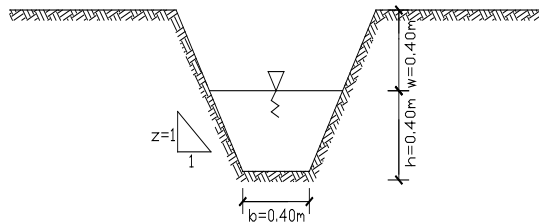
Jumlah bangunan terjun

Direncanakan tinggi bangunan terjun = 1 m

$$n = \frac{\Delta h}{t} = \frac{2.99}{1} = 2.99 \text{ m} = 3 \text{ buah}$$

Jarak antar bangunan terjun

$$l = \frac{L}{n} = \frac{200}{3} = 66.67 \text{ m} \approx 67 \text{ m}$$



Gambar 2. 33 Saluran drainase kanan STA 0+200 – 0+400

Untuk perhitungan drainase STA selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.46 Perhitungan t_0 aspal + bahu

STA	Jarak	g_{jalan}	Jalan							Bahu							t_0 jalan + bahu
			X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 jalan	X	L_{bahu}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 bahu	
0 + 000 - 0 + 200	200	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
0 + 200 - 0 + 400	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
0 + 400 - 0 + 600	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
0 + 600 - 0 + 800	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
0 + 800 - 1 + 000	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
1 + 000 - 1 + 200	200	0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441
1 + 200 - 1 + 400	200	-0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
1 + 400 - 1 + 600	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
1 + 600 - 1 + 800	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
1 + 800 - 2 + 000	200	-0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
2 + 000 - 2 + 100	100	-0.09	15.75	16.13	1.418	0.07	1.488	0.092	2.117	2.25	2.46	0.203	0.04	0.24	0.098	2.193	4.310
2 + 100 - 2 + 300	200	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
2 + 300 - 2 + 500	200	-0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
2 + 500 - 2 + 700	200	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
2 + 700 - 2 + 800	100	0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
2 + 800 - 3 + 000	200	-0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
3 + 000 - 3 + 200	200	0.04	7.00	7.83	0.280	0.07	0.350	0.045	1.510	1.00	1.41	0.040	0.04	0.08	0.057	1.693	3.203
3 + 200 - 3 + 400	200	-0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	g _{jalan}	Jalan							Bahu							t ₀
			X	L _{jalan}	Δhg	Δhs	Δh	i	t _{0 jalan}	X	L _{bahu}	Δhg	Δhs	Δh	i	t _{0 bahu}	jalan + bahu
3 + 400 - 3 + 600	200	0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
3 + 600 - 3 + 800	200	-0.09	15.75	16.13	1.418	0.07	1.488	0.092	2.117	2.25	2.46	0.203	0.04	0.24	0.098	2.193	4.310
3 + 800 - 4 + 000	200	0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
4 + 000 - 4 + 200	200	-0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
4 + 200 - 4 + 400	200	0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
4 + 400 - 4 + 600	200	-0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
4 + 600 - 4 + 800	200	0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441
4 + 800 - 5 + 000	200	-0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
5 + 000 - 5 + 200	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
5 + 200 - 5 + 400	200	-0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
5 + 400 - 5 + 600	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
5 + 600 - 5 + 800	200	0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
5 + 800 - 6 + 000	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
6 + 000 - 6 + 200	200	0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
6 + 200 - 6 + 400	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
6 + 400 - 6 + 600	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
6 + 600 - 6 + 800	200	-0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
6 + 800 - 7 + 000	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	g _{jalan}	Jalan							Bahu							t ₀
			X	L _{jalan}	Δhg	Δhs	Δh	i	t ₀ jalan	X	L _{bahu}	Δhg	Δhs	Δh	i	t ₀ bahu	jalan + bahu
7 + 000 - 7 + 200	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
7 + 200 - 7 + 400	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
7 + 400 - 7 + 600	200	0.01	1.75	3.91	0.018	0.07	0.088	0.022	1.092	0.25	1.03	0.003	0.04	0.04	0.041	1.461	2.553
7 + 600 - 7 + 800	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
7 + 800 - 8 + 000	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
8 + 000 - 8 + 200	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
8 + 200 - 8 + 400	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
8 + 400 - 8 + 800	400	-0.04	7.00	7.83	0.280	0.07	0.350	0.045	1.510	1.00	1.41	0.040	0.04	0.08	0.057	1.693	3.203
8 + 800 - 9 + 000	200	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
9 + 000 - 9 + 200	200	-0.09	15.75	16.13	1.418	0.07	1.488	0.092	2.117	2.25	2.46	0.203	0.04	0.24	0.098	2.193	4.310
9 + 200 - 9 + 400	200	0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
9 + 400 - 9 + 600	200	-0.04	7.00	7.83	0.280	0.07	0.350	0.045	1.510	1.00	1.41	0.040	0.04	0.08	0.057	1.693	3.203
9 + 600 - 9 + 700	100	-0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
9 + 700 - 9 + 900	200	0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
9 + 900 - 10 + 100	200	-0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
10 + 100 - 10 + 300	200	0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
10 + 300 - 10 + 500	200	0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441
10 + 500 - 10 + 700	200	-0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
10 + 700 - 10 + 900	200	0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	g _{jalan}	Jalan							Bahu							t ₀
			X	L _{jalan}	Δhg	Δhs	Δh	i	t _{0 jalan}	X	L _{bahu}	Δhg	Δhs	Δh	i	t _{0 bahu}	jalan + bahu
10 + 900 - 11 + 100	200	-0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
11 + 100 - 11 + 300	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
11 + 300 - 11 + 500	200	0.01	1.75	3.91	0.018	0.07	0.088	0.022	1.092	0.25	1.03	0.003	0.04	0.04	0.041	1.461	2.553
11 + 500 - 11 + 700	200	-0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441
11 + 700 - 11 + 900	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
11 + 900 - 12 + 050	150	0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
12 + 050 - 12 + 200	150	-0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
12 + 200 - 12 + 300	100	-0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
12 + 300 - 12 + 500	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964
12 + 500 - 12 + 600	100	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
12 + 600 - 12 + 650	50	0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
12 + 650 - 12 + 800	150	-0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
12 + 800 - 13 + 000	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
13 + 000 - 13 + 200	200	0.01	1.75	3.91	0.018	0.07	0.088	0.022	1.092	0.25	1.03	0.003	0.04	0.04	0.041	1.461	2.553
13 + 200 - 13 + 400	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
13 + 400 - 13 + 450	50	-0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
13 + 450 - 13 + 650	200	-0.04	7.00	7.83	0.280	0.07	0.350	0.045	1.510	1.00	1.41	0.040	0.04	0.08	0.057	1.693	3.203
13 + 650 - 13 + 850	200	0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
13 + 850 - 14 + 050	200	0.03	5.25	6.31	0.158	0.07	0.228	0.036	1.365	0.75	1.25	0.023	0.04	0.06	0.050	1.598	2.964

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	g _{jalan}	Jalan							Bahu							t ₀
			X	L _{jalan}	Δhg	Δhs	Δh	i	t ₀ jalan	X	L _{bahu}	Δhg	Δhs	Δh	i	t ₀ bahu	jalan + bahu
14 + 050 - 14 + 250	200	-0.02	3.50	4.95	0.070	0.07	0.140	0.028	1.219	0.50	1.12	0.010	0.04	0.05	0.045	1.517	2.736
14 + 250 - 14 + 400	150	-0.07	12.25	12.74	0.858	0.07	0.928	0.073	1.896	1.75	2.02	0.123	0.04	0.16	0.081	1.998	3.893
14 + 400 - 14 + 500	100	0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
14 + 500 - 14 + 600	100	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
14 + 600 - 14 + 700	100	0.01	1.75	3.91	0.018	0.07	0.088	0.022	1.092	0.25	1.03	0.003	0.04	0.04	0.041	1.461	2.553
14 + 700 - 14 + 900	200	-0.04	7.00	7.83	0.280	0.07	0.350	0.045	1.510	1.00	1.41	0.040	0.04	0.08	0.057	1.693	3.203
14 + 900 - 15 + 100	200	0.06	10.50	11.07	0.630	0.07	0.700	0.063	1.775	1.50	1.80	0.090	0.04	0.13	0.072	1.896	3.671
15 + 100 - 15 + 150	50	0.05	8.75	9.42	0.438	0.07	0.508	0.054	1.647	1.25	1.60	0.063	0.04	0.10	0.064	1.794	3.441
15 + 150 - 15 + 300	150	-0.08	14.00	14.43	1.120	0.07	1.190	0.082	2.009	2.00	2.24	0.160	0.04	0.20	0.089	2.097	4.106
15 + 300 - 15 + 400	100	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
15 + 400 - 15 + 500	100	0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
15 + 500 - 15 + 550	50	0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694
15 + 550 - 15 + 700	150	-0.10	17.50	17.85	1.750	0.07	1.820	0.102	2.219	2.50	2.69	0.250	0.04	0.29	0.108	2.287	4.506
15 + 700 - 15 + 772	72	-0.11	19.25	19.57	2.118	0.07	2.188	0.112	2.316	2.75	2.93	0.303	0.04	0.34	0.117	2.378	4.694

sumber: hasil perhitungan

Tabel 5 47 t_0 lereng , t_f luas perkerasan, luas bahu dan luas lereng

STA	Lereng								t_f	A_{jalan} m^2	A_{bahu} m^2	A_{lereng} m^2
	$i_{\text{melintang}}$	X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	t_0 lereng				
0 + 000 - 0 + 200	0.62	17.78	101.57	1.96	61.86	63.82	0.628	12.559	6.67	700	200	20000
0 + 200 - 0 + 400	0.39	5.18	100.13	0.10	38.62	38.72	0.387	13.927	6.67	700	200	20000
0 + 400 - 0 + 600	0.36	8.35	100.35	0.25	35.91	36.16	0.360	14.180	6.67	700	200	20000
0 + 600 - 0 + 800	0.27	7.49	100.28	0.15	26.72	26.87	0.268	15.189	6.67	700	200	20000
0 + 800 - 1 + 000	0.25	11.94	100.71	0.36	25.12	25.48	0.253	15.440	6.67	700	200	20000
1 + 000 - 1 + 200	0.34	14.79	101.09	0.74	33.81	34.55	0.342	14.430	6.67	700	200	20000
1 + 200 - 1 + 400	0.57	10.53	100.55	0.63	56.99	57.62	0.573	12.742	6.67	700	200	20000
1 + 400 - 1 + 600	0.22	9.02	100.41	0.18	22.17	22.35	0.223	15.874	6.67	700	200	20000
1 + 600 - 1 + 800	0.29	10.42	100.54	0.31	28.78	29.09	0.289	14.945	6.67	700	200	20000
1 + 800 - 2 + 000	0.51	21.62	102.31	2.38	50.88	53.25	0.521	13.191	6.67	700	200	20000
2 + 000 - 2 + 100	0.75	11.96	100.71	1.08	75.28	76.36	0.758	11.949	3.33	350	100	10000
2 + 100 - 2 + 300	0.68	16.21	101.31	1.78	67.85	69.63	0.687	12.276	6.67	700	200	20000
2 + 300 - 2 + 500	0.45	22.03	102.40	2.20	45.40	47.60	0.465	13.551	6.67	700	200	20000
2 + 500 - 2 + 700	0.42	26.27	103.39	2.89	41.88	44.77	0.433	13.872	6.67	700	200	20000
2 + 700 - 2 + 800	0.40	17.40	101.50	1.22	40.23	41.45	0.408	13.883	3.33	350	100	10000
2 + 800 - 3 + 000	0.46	17.35	101.49	1.39	46.11	47.50	0.468	13.447	6.67	700	200	20000
3 + 000 - 3 + 200	0.35	11.33	100.64	0.45	35.30	35.75	0.355	14.256	6.67	700	200	20000
3 + 200 - 3 + 400	0.43	23.28	102.67	2.33	42.96	45.28	0.441	13.745	6.67	700	200	20000
3 + 400 - 3 + 600	0.48	16.76	101.39	1.34	47.75	49.09	0.484	13.332	6.67	700	200	20000
3 + 600 - 3 + 800	0.49	18.51	101.70	1.67	48.61	50.28	0.494	13.294	6.67	700	200	20000

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Lereng								t_f	A_{jalan} m^2	A_{bahu} m^2	A_{lereng} m^2
	$i_{\text{melintang}}$	X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	$t_o \text{ lereng}$				
3 + 800 - 4 + 000	0.51	19.44	101.87	1.94	51.43	53.38	0.524	13.131	6.67	700	200	20000
4 + 000 - 4 + 200	0.77	14.23	101.01	1.56	77.33	78.89	0.781	11.891	6.67	700	200	20000
4 + 200 - 4 + 400	0.44	15.75	101.23	1.10	44.45	45.55	0.450	13.546	6.67	700	200	20000
4 + 400 - 4 + 600	0.68	8.77	100.38	0.53	68.44	68.97	0.687	12.199	6.67	700	200	20000
4 + 600 - 4 + 800	0.48	10.33	100.53	0.52	48.41	48.93	0.487	13.236	6.67	700	200	20000
4 + 800 - 5 + 000	0.47	14.94	101.11	1.05	46.87	47.91	0.474	13.372	6.67	700	200	20000
5 + 000 - 5 + 200	0.52	5.76	100.17	0.17	52.09	52.26	0.522	12.989	6.67	700	200	20000
5 + 200 - 5 + 400	0.60	9.93	100.49	0.60	60.40	61.00	0.607	12.567	6.67	700	200	20000
5 + 400 - 5 + 600	0.63	3.15	100.05	0.06	63.47	63.53	0.635	12.397	6.67	700	200	20000
5 + 600 - 5 + 800	0.57	10.44	100.54	0.63	57.48	58.11	0.578	12.716	6.67	700	200	20000
5 + 800 - 6 + 000	0.36	8.31	100.34	0.25	36.10	36.35	0.362	14.162	6.67	700	200	20000
6 + 000 - 6 + 200	0.44	18.20	101.64	1.46	43.96	45.42	0.447	13.607	6.67	700	200	20000
6 + 200 - 6 + 400	0.43	4.70	100.11	0.09	42.56	42.66	0.426	13.613	6.67	700	200	20000
6 + 400 - 6 + 600	0.50	6.00	100.18	0.18	49.97	50.15	0.501	13.117	6.67	700	200	20000
6 + 600 - 6 + 800	0.58	10.31	100.53	0.62	58.18	58.80	0.585	12.680	6.67	700	200	20000
6 + 800 - 7 + 000	0.57	5.23	100.14	0.16	57.34	57.49	0.574	12.700	6.67	700	200	20000
7 + 000 - 7 + 200	0.20	9.83	100.48	0.20	20.34	20.54	0.204	16.202	6.67	700	200	20000
7 + 200 - 7 + 400	0.41	7.27	100.26	0.22	41.27	41.49	0.414	13.721	6.67	700	200	20000
7 + 400 - 7 + 600	0.42	2.37	100.03	0.02	42.11	42.13	0.421	13.642	6.67	700	200	20000
7 + 600 - 7 + 800	0.37	5.41	100.15	0.11	37.00	37.11	0.371	14.068	6.67	700	200	20000

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Lereng								t_f	A_{jalan} m^2	A_{bahu} m^2	A_{lereng} m^2
	$i_{\text{melintang}}$	X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	$t_o \text{ lereng}$				
7 + 800 - 8 + 000	0.44	6.80	100.23	0.20	44.10	44.30	0.442	13.508	6.67	700	200	20000
8 + 000 - 8 + 200	0.37	5.43	100.15	0.11	36.83	36.94	0.369	14.083	6.67	700	200	20000
8 + 200 - 8 + 400	0.44	6.80	100.23	0.20	44.12	44.32	0.442	13.507	6.67	700	200	20000
8 + 400 - 8 + 800	0.78	5.12	100.13	0.20	78.06	78.27	0.782	11.816	13.33	1400	400	40000
8 + 800 - 9 + 000	0.50	21.96	102.38	2.42	50.09	52.51	0.513	13.243	6.67	700	200	20000
9 + 000 - 9 + 200	0.53	16.85	101.41	1.52	53.40	54.92	0.542	12.989	6.67	700	200	20000
9 + 200 - 9 + 400	0.56	10.77	100.58	0.65	55.72	56.37	0.560	12.811	6.67	700	200	20000
9 + 400 - 9 + 600	0.56	7.17	100.26	0.29	55.77	56.05	0.559	12.789	6.67	700	200	20000
9 + 600 - 9 + 700	0.55	12.68	100.80	0.89	55.20	56.09	0.556	12.852	3.33	350	100	10000
9 + 700 - 9 + 900	0.42	19.23	101.83	1.54	41.60	43.14	0.424	13.795	6.67	700	200	20000
9 + 900 - 10 + 100	0.48	12.50	100.78	0.75	47.99	48.74	0.484	13.278	6.67	700	200	20000
10 + 100 - 10 + 300	0.43	23.12	102.64	2.31	43.25	45.56	0.444	13.721	6.67	700	200	20000
10 + 300 - 10 + 500	0.13	39.65	107.57	1.98	12.61	14.59	0.136	18.702	6.67	700	200	20000
10 + 500 - 10 + 700	0.31	32.52	105.15	3.25	30.75	34.00	0.323	15.027	6.67	700	200	20000
10 + 700 - 10 + 900	0.54	9.24	100.43	0.46	54.11	54.57	0.543	12.890	6.67	700	200	20000
10 + 900 - 11 + 100	0.60	5.01	100.13	0.15	59.94	60.09	0.600	12.568	6.67	700	200	20000
11 + 100 - 11 + 300	0.64	3.13	100.05	0.06	63.81	63.87	0.638	12.381	6.67	700	200	20000
11 + 300 - 11 + 500	0.59	1.69	100.01	0.02	59.24	59.26	0.593	12.596	6.67	700	200	20000
11 + 500 - 11 + 700	0.62	8.02	100.32	0.40	62.36	62.76	0.626	12.464	6.67	700	200	20000
11 + 700 - 11 + 900	0.74	2.69	100.04	0.05	74.29	74.35	0.743	11.949	6.67	700	200	20000

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Lereng								t_f	A_{jalan} m^2	A_{bahu} m^2	A_{lereng} m^2
	$i_{\text{melintang}}$	X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	$t_o \text{ lereng}$				
11 + 900 - 12 + 050	0.75	9.32	100.43	0.65	75.09	75.74	0.754	11.941	5.00	525	150	15000
12 + 050 - 12 + 200	0.60	18.34	101.67	2.02	59.97	61.99	0.610	12.656	5.00	525	150	15000
12 + 200 - 12 + 300	0.67	11.92	100.71	0.95	67.12	68.08	0.676	12.273	3.33	350	100	10000
12 + 300 - 12 + 500	0.67	4.47	100.10	0.13	67.12	67.26	0.672	12.239	6.67	700	200	20000
12 + 500 - 12 + 600	0.55	19.90	101.96	2.19	55.29	57.48	0.564	12.916	3.33	350	100	10000
12 + 600 - 12 + 650	0.31	32.17	105.05	3.22	31.08	34.30	0.327	14.983	1.67	175	50	5000
12 + 650 - 12 + 800	0.64	12.43	100.77	0.99	64.37	65.36	0.649	12.398	5.00	525	150	15000
12 + 800 - 13 + 000	0.72	2.79	100.04	0.06	71.58	71.63	0.716	12.053	6.67	700	200	20000
13 + 000 - 13 + 200	0.33	3.03	100.05	0.03	33.04	33.07	0.331	14.438	6.67	700	200	20000
13 + 200 - 13 + 400	0.31	6.47	100.21	0.13	30.90	31.03	0.310	14.677	6.67	700	200	20000
13 + 400 - 13 + 450	0.24	32.87	105.26	2.63	24.34	26.97	0.256	15.878	1.67	175	50	5000
13 + 450 - 13 + 650	0.28	14.45	101.04	0.58	27.69	28.26	0.280	15.116	6.67	700	200	20000
13 + 650 - 13 + 850	0.25	8.06	100.32	0.16	24.81	24.97	0.249	15.457	6.67	700	200	20000
13 + 850 - 14 + 050	0.54	5.52	100.15	0.17	54.40	54.56	0.545	12.858	6.67	700	200	20000
14 + 050 - 14 + 250	0.72	2.77	100.04	0.06	72.21	72.27	0.722	12.028	6.67	700	200	20000
14 + 250 - 14 + 400	0.82	8.57	100.37	0.60	81.64	82.24	0.819	11.706	5.00	525	150	15000
14 + 400 - 14 + 500	0.78	10.31	100.53	0.82	77.61	78.44	0.780	11.854	3.33	350	100	10000
14 + 500 - 14 + 600	0.61	18.03	101.61	1.98	61.01	63.00	0.620	12.602	3.33	350	100	10000

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Lereng								t_r	A_{jalan} m^2	A_{bahu} m^2	A_{lereng} m^2
	$i_{\text{melintang}}$	X	L_{jalan}	Δh_g	Δh_s	Δh	i	$t_o \text{ lereng}$				
14 + 600 - 14 + 700	0.51	1.98	100.02	0.02	50.61	50.62	0.506	13.068	3.33	350	100	10000
14 + 700 - 14 + 900	0.39	10.33	100.53	0.41	38.73	39.14	0.389	13.944	6.67	700	200	20000
14 + 900 - 15 + 100	0.30	19.90	101.96	1.19	30.15	31.34	0.307	14.882	6.67	700	200	20000
15 + 100 - 15 + 150	0.04	####	171.39	6.96	3.59	10.55	0.062	31.168	1.67	175	50	5000
15 + 150 - 15 + 300	0.24	32.66	105.20	2.61	24.49	27.11	0.258	15.851	5.00	525	150	15000
15 + 300 - 15 + 400	0.42	26.21	103.38	2.88	41.97	44.85	0.434	13.864	3.33	350	100	10000
15 + 400 - 15 + 500	0.39	25.55	103.21	2.56	39.13	41.69	0.404	14.082	3.33	350	100	10000
15 + 500 - 15 + 550	0.29	37.92	106.95	4.17	29.01	33.18	0.310	15.355	1.67	175	50	5000
15 + 550 - 15 + 700	0.12	86.27	132.07	8.63	11.59	20.22	0.153	20.991	5.00	525	150	15000
15 + 700 - 15 + 772	0.20	55.13	114.19	6.06	19.95	26.02	0.228	17.277	2.40	252	72	7186

sumber: hasil perhitungan

Tabel 5.48 Perhitungan saluran kiri yang berbatasan langsung dengan lereng

STA	Saluran kiri																	
	C _{gab}	t ₀	tc	tc	tc	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
		pakai	pakai	menit	jam											Δh	jumlah	jarak
0 + 000 - 0 + 200	0.296	12.559	19.226	19.226	0.320	292.71	0.985	1.970	0.888	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	21.68	22	10
0 + 200 - 0 + 400	0.296	13.927	20.594	20.594	0.343	279.60	0.481	0.962	0.694	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
0 + 400 - 0 + 600	0.296	14.180	20.846	20.846	0.347	277.34	0.477	0.955	0.691	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
0 + 600 - 0 + 800	0.296	15.189	21.855	21.855	0.364	268.74	0.462	0.925	0.680	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
0 + 800 - 1 + 000	0.296	15.440	22.106	22.106	0.368	266.70	0.459	0.918	0.677	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
1 + 000 - 1 + 200	0.296	14.430	21.097	21.097	0.352	275.14	0.473	0.947	0.688	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	9.52	10	20
1 + 200 - 1 + 400	0.296	12.742	19.409	19.409	0.323	290.87	0.501	1.001	0.707	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
1 + 400 - 1 + 600	0.296	15.874	22.541	22.541	0.376	263.26	0.919	1.838	0.857	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
1 + 600 - 1 + 800	0.296	14.945	21.612	21.612	0.360	270.75	0.466	0.932	0.683	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
1 + 800 - 2 + 000	0.296	13.191	19.857	19.857	0.331	286.47	0.493	0.986	0.702	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	21.60	22	10
2 + 000 - 2 + 100	0.296	11.949	15.283	15.283	0.255	341.12	0.786	1.573	0.793	0.80	0.80	0.6	1.60	3.684	0.001901	8.81	9	12
2 + 100 - 2 + 300	0.296	12.276	18.943	18.943	0.316	295.62	0.509	1.017	0.713	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	21.60	22	10
2 + 300 - 2 + 500	0.296	13.551	20.218	20.218	0.337	283.05	0.487	0.974	0.698	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	19.52	20	10
2 + 500 - 2 + 700	0.296	13.872	20.539	20.539	0.342	280.10	0.753	1.506	0.776	0.80	0.80	0.6	1.60	3.684	0.001901	21.62	22	10
2 + 700 - 2 + 800	0.296	13.883	17.216	17.216	0.287	315.07	0.271	0.542	0.521	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.002935	6.71	7	15
2 + 800 - 3 + 000	0.296	13.447	20.113	20.113	0.335	284.04	0.489	0.978	0.699	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	15.52	16	13
3 + 000 - 3 + 200	0.296	14.256	20.923	20.923	0.349	276.67	0.476	0.952	0.690	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	7.52	8	25
3 + 200 - 3 + 400	0.296	13.745	20.412	20.412	0.340	281.26	0.484	0.968	0.696	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	19.52	20	10
3 + 400 - 3 + 600	0.296	13.332	19.998	19.998	0.333	285.13	0.491	0.981	0.700	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	15.60	16	13
3 + 600 - 3 + 800	0.296	13.294	19.961	19.961	0.333	285.48	0.491	0.983	0.701	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	17.60	18	12
3 + 800 - 4 + 000	0.296	13.131	19.798	19.798	0.330	287.05	0.494	0.988	0.703	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	19.60	20	10
4 + 000 - 4 + 200	0.296	11.891	18.558	18.558	0.309	299.70	0.516	1.031	0.718	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	21.60	22	10

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kiri																	
	C _{gab}	t ₀	tc	tc	tc	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
	pakai	pakai	menit	jam												Δh	jumlah	jarak
4 + 200 - 4 + 400	0.296	13.546	20.213	20.213	0.337	283.10	0.487	0.974	0.698	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	13.52	14	15
4 + 400 - 4 + 600	0.296	12.199	18.866	18.866	0.314	296.42	0.510	1.020	0.714	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
4 + 600 - 4 + 800	0.296	13.236	19.902	19.902	0.332	286.04	0.492	0.984	0.702	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	9.60	10	20
4 + 800 - 5 + 000	0.296	13.372	20.039	20.039	0.334	284.74	0.490	0.980	0.700	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	13.52	14	15
5 + 000 - 5 + 200	0.296	12.989	19.656	19.656	0.328	288.43	0.496	0.993	0.705	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	5.60	6	34
5 + 200 - 5 + 400	0.296	12.567	19.234	19.234	0.321	292.63	0.504	1.007	0.710	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
5 + 400 - 5 + 600	0.296	12.397	19.063	19.063	0.318	294.37	1.010	2.020	0.899	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
5 + 600 - 5 + 800	0.296	12.716	19.383	19.383	0.323	291.13	0.501	1.002	0.708	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
5 + 800 - 6 + 000	0.296	14.162	20.829	20.829	0.347	277.50	0.478	0.955	0.691	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
6 + 000 - 6 + 200	0.296	13.607	20.273	20.273	0.338	282.54	0.486	0.972	0.697	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	15.52	16	13
6 + 200 - 6 + 400	0.296	13.613	20.280	20.280	0.338	282.48	0.486	0.972	0.697	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
6 + 400 - 6 + 600	0.296	13.117	19.783	19.783	0.330	287.19	0.980	1.961	0.886	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	5.68	6	34
6 + 600 - 6 + 800	0.296	12.680	19.346	19.346	0.322	291.50	1.482	2.964	1.089	1.10	1.10	0.7	3.03	5.066	0.001243	11.75	12	17
6 + 800 - 7 + 000	0.296	12.700	19.366	19.366	0.323	291.30	0.501	1.003	0.708	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	5.60	6	34
7 + 000 - 7 + 200	0.296	16.202	22.869	22.869	0.381	260.73	0.449	0.897	0.670	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
7 + 200 - 7 + 400	0.296	13.721	20.388	20.388	0.340	281.48	0.933	1.866	0.864	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	5.68	6	34
7 + 400 - 7 + 600	0.296	13.642	20.308	20.308	0.338	282.22	1.452	2.905	1.078	1.10	1.10	0.7	3.03	5.066	0.001243	1.75	2	100
7 + 600 - 7 + 800	0.296	14.068	20.735	20.735	0.346	278.33	0.967	1.934	0.879	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
7 + 800 - 8 + 000	0.296	13.508	20.175	20.175	0.336	283.46	0.488	0.976	0.698	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
8 + 000 - 8 + 200	0.296	14.083	20.750	20.750	0.346	278.20	0.479	0.957	0.692	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
8 + 200 - 8 + 400	0.296	13.507	20.174	20.174	0.336	283.47	0.488	0.976	0.698	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	5.52	6	34
8 + 400 - 8 + 800	0.296	11.816	25.150	25.150	0.419	244.72	0.842	1.685	0.821	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	15.35	16	25

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kiri																	
	C _{gab}	t ₀	tc	tc	tc	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
		pakai	pakai	menit	jam											Δh	jumlah	jarak
8 + 800 - 9 + 000	0.296	13.243	19.910	19.910	0.332	285.97	0.492	0.984	0.702	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	21.60	22	10
9 + 000 - 9 + 200	0.296	12.989	19.655	19.655	0.328	288.43	0.496	0.993	0.705	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	17.60	18	12
9 + 200 - 9 + 400	0.296	12.811	19.477	19.477	0.325	290.19	0.499	0.999	0.707	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
9 + 400 - 9 + 600	0.296	12.789	19.456	19.456	0.324	290.40	0.500	0.999	0.707	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	7.60	8	25
9 + 600 - 9 + 700	0.296	12.852	16.186	16.186	0.270	328.31	0.782	1.564	0.791	0.80	0.80	0.6	1.60	3.684	0.001901	6.81	7	15
9 + 700 - 9 + 900	0.296	13.795	20.462	20.462	0.341	280.80	0.483	0.966	0.695	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	15.52	16	13
9 + 900 - 10 + 100	0.296	13.278	19.945	19.945	0.332	285.64	0.492	0.983	0.701	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
10 + 100 - 10 + 300	0.296	13.721	20.388	20.388	0.340	281.48	0.903	1.806	0.850	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	19.68	20	10
10 + 300 - 10 + 500	0.296	18.702	25.369	25.369	0.423	243.31	0.419	0.837	0.647	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	9.52	10	20
10 + 500 - 10 + 700	0.296	15.027	21.694	21.694	0.362	270.07	0.465	0.929	0.682	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	19.52	20	10
10 + 700 - 10 + 900	0.296	12.890	19.556	19.556	0.326	289.41	0.498	0.996	0.706	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	9.60	10	20
10 + 900 - 11 + 100	0.296	12.568	19.235	19.235	0.321	292.62	0.504	1.007	0.710	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	5.60	6	34
11 + 100 - 11 + 300	0.296	12.381	19.048	19.048	0.317	294.53	1.010	2.021	0.899	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
11 + 300 - 11 + 500	0.296	12.596	19.262	19.262	0.321	292.34	0.503	1.006	0.709	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	1.60	2	100
11 + 500 - 11 + 700	0.296	12.464	19.130	19.130	0.319	293.69	0.505	1.011	0.711	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	9.60	10	20
11 + 700 - 11 + 900	0.296	11.949	18.615	18.615	0.310	299.08	0.926	1.851	0.861	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
11 + 900 - 12 + 050	0.296	11.941	16.941	16.941	0.282	318.47	0.411	0.822	0.641	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	10.14	11	14
12 + 050 - 12 + 200	0.296	12.656	17.656	17.656	0.294	309.81	0.400	0.800	0.632	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	16.14	17	9
12 + 200 - 12 + 300	0.296	12.273	15.607	15.607	0.260	336.38	0.689	1.379	0.830	0.90	0.90	0.7	1.62	3.446	0.001710	7.83	8	13
12 + 300 - 12 + 500	0.296	12.239	18.905	18.905	0.315	296.01	0.930	1.859	0.862	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	5.68	6	34
12 + 500 - 12 + 600	0.296	12.916	16.250	16.250	0.271	327.45	0.420	0.841	0.648	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	10.76	11	10
12 + 600 - 12 + 650	0.296	14.983	16.649	16.649	0.277	322.18	0.139	0.277	0.372	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.005040	4.75	5	10

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kiri																	
	C _{gab}	t ₀ pakai	tc pakai	tc menit	tc jam	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
																Δh	jumlah	jarak
12 + 650 - 12 + 800	0.296	12.398	17.398	17.398	0.290	312.88	0.404	0.808	0.635	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	11.64	12	13
12 + 800 - 13 + 000	0.296	12.053	18.720	18.720	0.312	297.97	1.456	2.912	1.079	1.10	1.10	0.7	3.03	5.066	0.001243	3.75	4	50
13 + 000 - 13 + 200	0.296	14.438	21.105	21.105	0.352	275.07	0.943	1.886	0.869	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	1.68	2	100
13 + 200 - 13 + 400	0.296	14.677	21.344	21.344	0.356	273.02	0.470	0.940	0.685	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	3.52	4	50
13 + 400 - 13 + 450	0.296	15.878	17.545	17.545	0.292	311.12	0.134	0.268	0.366	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.005040	3.75	4	50
13 + 450 - 13 + 650	0.296	15.116	21.783	21.783	0.363	269.33	0.597	1.195	0.773	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	7.60	8	25
13 + 650 - 13 + 850	0.296	15.457	22.124	22.124	0.369	266.56	0.957	1.915	0.875	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	3.68	4	50
13 + 850 - 14 + 050	0.296	12.858	19.524	19.524	0.325	289.72	0.499	0.997	0.706	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	5.60	6	34
14 + 050 - 14 + 250	0.296	12.028	18.695	18.695	0.312	298.23	0.513	1.026	0.716	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	3.60	4	50
14 + 250 - 14 + 400	0.296	11.706	16.706	16.706	0.278	321.45	0.928	1.856	0.862	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	10.26	11	14
14 + 400 - 14 + 500	0.296	11.854	15.188	15.188	0.253	342.53	0.860	1.720	0.830	0.90	0.90	0.7	2.03	4.145	0.001624	7.84	8	13
14 + 500 - 14 + 600	0.296	12.602	15.936	15.936	0.266	331.73	0.565	1.131	0.752	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	10.80	11	10
14 + 600 - 14 + 700	0.296	13.068	16.402	16.402	0.273	325.42	0.280	0.560	0.529	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.002935	0.71	1	100
14 + 700 - 14 + 900	0.296	13.944	20.611	20.611	0.344	279.45	0.481	0.962	0.693	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	7.52	8	25
14 + 900 - 15 + 100	0.296	14.882	21.548	21.548	0.359	271.28	0.555	1.110	0.745	0.80	0.80	0.6	1.28	3.063	0.002000	11.60	12	17
15 + 100 - 15 + 150	0.296	31.168	32.835	32.835	0.547	204.87	0.088	0.176	0.297	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.007397	2.13	3	17
15 + 150 - 15 + 300	0.296	15.851	20.851	20.851	0.348	277.30	0.358	0.716	0.598	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.002935	11.56	12	13
15 + 300 - 15 + 400	0.296	13.864	17.197	17.197	0.287	315.30	0.677	1.354	0.823	0.90	0.90	0.7	1.62	3.446	0.001710	10.83	11	10
15 + 400 - 15 + 500	0.296	14.082	17.415	17.415	0.290	312.66	0.406	0.811	0.637	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	9.76	10	10
15 + 500 - 15 + 550	0.296	15.355	17.021	17.021	0.284	317.47	0.137	0.273	0.370	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.005040	5.25	6	9
15 + 550 - 15 + 700	0.296	20.991	25.991	25.991	0.433	239.41	0.309	0.618	0.556	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.002935	14.56	15	10
15 + 700 - 15 + 772	0.296	17.277	19.673	19.673	0.328	288.26	0.487	0.974	0.698	0.70	0.70	0.6	0.98	2.680	0.002390	7.73	8	9

sumber: hasil perhitungan

Tabel 5.49 Perhitungan saluran kanan yang berbatasan langsung dengan jurang

STA	Saluran kanan																	
	C _{gab}	t ₀ pakai	tc menit	tc jam	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	V _{cek}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
																Δh	jumlah	jarak
0 + 000 - 0 + 200	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.1959	0.392	0.443	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	21.25	22	10	
0 + 200 - 0 + 400	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67	
0 + 400 - 0 + 600	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
0 + 600 - 0 + 800	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67	
0 + 800 - 1 + 000	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
1 + 000 - 1 + 200	0.883	3.441	10.11	0.168	449.376	0.0992	0.198	0.315	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.99	9	23	
1 + 200 - 1 + 400	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19	
1 + 400 - 1 + 600	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
1 + 600 - 1 + 800	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
1 + 800 - 2 + 000	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.0918	0.184	0.303	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	20.99	21	10	
2 + 000 - 2 + 100	0.883	4.310	7.64	0.127	541.384	0.1516	0.303	0.389	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.50	9	12	
2 + 100 - 2 + 300	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.0918	0.184	0.303	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	20.99	21	10	
2 + 300 - 2 + 500	0.883	4.506	11.17	0.186	420.339	0.0928	0.186	0.305	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	18.99	19	11	
2 + 500 - 2 + 700	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.1539	0.308	0.392	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	20.99	21	10	
2 + 700 - 2 + 800	0.883	3.893	7.23	0.120	562.005	0.0621	0.124	0.249	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	6.26	7	15	
2 + 800 - 3 + 000	0.883	4.106	10.77	0.180	430.671	0.0951	0.190	0.308	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	14.99	15	14	
3 + 000 - 3 + 200	0.883	3.203	9.87	0.164	456.563	0.1008	0.202	0.318	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	6.99	7	29	
3 + 200 - 3 + 400	0.883	4.506	11.17	0.186	420.339	0.0928	0.186	0.305	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	18.99	19	11	
3 + 400 - 3 + 600	0.883	4.106	10.77	0.180	430.671	0.0951	0.190	0.308	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	14.99	15	14	
3 + 600 - 3 + 800	0.883	4.310	10.98	0.183	425.319	0.0939	0.188	0.306	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	16.99	17	12	
3 + 800 - 4 + 000	0.883	4.506	11.17	0.186	420.339	0.0928	0.186	0.305	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	18.99	19	11	

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kanan																	
	C _{gab}	t ₀	t _c	t _c	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	V _{cek}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
	pakai	menit	jam													Δh	jumlah	jarak
4 + 000 - 4 + 200	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.0918	0.184	0.303	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	20.99	21	10
4 + 200 - 4 + 400	0.883	3.893	10.56	0.176	436.438	0.0964	0.193	0.310	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	12.99	13	16
4 + 400 - 4 + 600	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19
4 + 600 - 4 + 800	0.883	3.441	10.11	0.168	449.376	0.0992	0.198	0.315	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.99	9	23
4 + 800 - 5 + 000	0.883	3.893	10.56	0.176	436.438	0.0964	0.193	0.310	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	12.99	13	16
5 + 000 - 5 + 200	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40
5 + 200 - 5 + 400	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19
5 + 400 - 5 + 600	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.2019	0.404	0.449	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
5 + 600 - 5 + 800	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19
5 + 800 - 6 + 000	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40
6 + 000 - 6 + 200	0.883	4.106	10.77	0.180	430.671	0.0951	0.190	0.308	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	14.99	15	14
6 + 200 - 6 + 400	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67
6 + 400 - 6 + 600	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	5.25	6	34	
6 + 600 - 6 + 800	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.3044	0.609	0.552	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.00294	11.41	12	17	
6 + 800 - 7 + 000	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40
7 + 000 - 7 + 200	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67
7 + 200 - 7 + 400	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	5.25	6	34	
7 + 400 - 7 + 600	0.883	2.553	9.22	0.154	477.777	0.3121	0.624	0.559	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.00294	1.41	2	100	
7 + 600 - 7 + 800	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
7 + 800 - 8 + 000	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40
8 + 000 - 8 + 200	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kanan																	
	C _{gab}	t ₀	t _c	t _c	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	V _{cek}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
	pakai	menit	jam													Δh	jumlah	jarak
8 + 200 - 8 + 400	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
8 + 400 - 8 + 800	0.883	3.203	16.54	0.276	323.649	0.1429	0.286	0.378	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	13.98	14	29	
8 + 800 - 9 + 000	0.883	4.694	11.36	0.189	415.690	0.0918	0.184	0.303	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	20.99	21	10	
9 + 000 - 9 + 200	0.883	4.310	10.98	0.183	425.319	0.0939	0.188	0.306	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	16.99	17	12	
9 + 200 - 9 + 400	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19	
9 + 400 - 9 + 600	0.883	3.203	9.87	0.164	456.563	0.1008	0.202	0.318	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	6.99	7	29	
9 + 600 - 9 + 700	0.883	3.893	7.23	0.120	562.005	0.1629	0.326	0.404	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	6.63	7	15	
9 + 700 - 9 + 900	0.883	4.106	10.77	0.180	430.671	0.0951	0.190	0.308	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	14.99	15	14	
9 + 900 - 10 + 100	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.0978	0.196	0.313	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19	
10 + 100 - 10 + 300	0.883	4.506	11.17	0.186	420.339	0.1921	0.384	0.438	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	19.25	20	10	
10 + 300 - 10 + 500	0.883	3.441	10.11	0.168	449.376	0.0992	0.198	0.315	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.99	9	23	
10 + 500 - 10 + 700	0.883	4.506	11.17	0.186	420.339	0.0928	0.186	0.305	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	18.99	19	11	
10 + 700 - 10 + 900	0.883	3.441	10.11	0.168	449.376	0.0992	0.198	0.315	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.99	9	23	
10 + 900 - 11 + 100	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
11 + 100 - 11 + 300	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
11 + 300 - 11 + 500	0.883	2.553	9.22	0.154	477.777	0.1055	0.211	0.325	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	0.99	1	200	
11 + 500 - 11 + 700	0.883	3.441	10.11	0.168	449.376	0.0992	0.198	0.315	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	8.99	9	23	
11 + 700 - 11 + 900	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1852	0.370	0.430	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
11 + 900 - 12 + 050	0.883	3.893	8.89	0.148	489.390	0.0811	0.162	0.285	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	9.39	10	15	
12 + 050 - 12 + 200	0.883	4.694	9.69	0.162	462.066	0.0765	0.153	0.277	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	15.39	16	10	
12 + 200 - 12 + 300	0.883	4.106	7.44	0.124	551.234	0.1374	0.275	0.371	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	7.50	8	13	

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kanan																	
	C _{gab}	t ₀	t _c	t _c	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	V _{cek}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
		pakai	menit	jam												Δh	jumlah	jarak
12 + 300 - 12 + 500	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1948	0.390	0.441	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	5.25	6	34	
12 + 500 - 12 + 600	0.883	4.694	8.03	0.134	523.995	0.0923	0.185	0.304	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.50	11	10	
12 + 600 - 12 + 650	0.883	4.506	6.17	0.103	624.301	0.0345	0.069	0.186	0.20	0.20	0.3	0.08	0.766	0.01270	4.36	5	10	
12 + 650 - 12 + 800	0.883	4.106	9.11	0.152	481.735	0.0798	0.160	0.282	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	10.89	11	14	
12 + 800 - 13 + 000	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.3138	0.628	0.560	0.60	0.60	0.5	0.72	2.297	0.00294	3.41	4	50	
13 + 000 - 13 + 200	0.883	2.553	9.22	0.154	477.777	0.2096	0.419	0.458	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	1.25	2	100	
13 + 200 - 13 + 400	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67	
13 + 400 - 13 + 450	0.883	4.106	5.77	0.096	652.789	0.0360	0.072	0.190	0.20	0.20	0.3	0.08	0.766	0.01270	3.36	4	13	
13 + 450 - 13 + 650	0.883	3.203	9.87	0.164	456.563	0.1369	0.274	0.370	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	6.99	7	29	
13 + 650 - 13 + 850	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.2066	0.413	0.455	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	3.25	4	50	
13 + 850 - 14 + 050	0.883	2.964	9.63	0.161	464.096	0.1025	0.205	0.320	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	4.99	5	40	
14 + 050 - 14 + 250	0.883	2.736	9.40	0.157	471.551	0.1041	0.208	0.323	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	2.99	3	67	
14 + 250 - 14 + 400	0.883	3.893	8.89	0.148	489.390	0.1852	0.370	0.430	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	9.94	10	15	
14 + 400 - 14 + 500	0.883	4.106	7.44	0.124	551.234	0.1899	0.380	0.436	0.50	0.50	0.5	0.50	1.914	0.00374	7.63	8	13	
14 + 500 - 14 + 600	0.883	4.694	8.03	0.134	523.995	0.1290	0.258	0.359	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.50	11	10	
14 + 600 - 14 + 700	0.883	2.553	5.89	0.098	644.379	0.0712	0.142	0.267	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	0.26	1	100	
14 + 700 - 14 + 900	0.883	3.203	9.87	0.164	456.563	0.1008	0.202	0.318	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	6.99	7	29	
14 + 900 - 15 + 100	0.883	3.671	10.34	0.172	442.663	0.1369	0.274	0.370	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.99	11	19	
15 + 100 - 15 + 150	0.883	3.441	5.11	0.085	708.339	0.0391	0.078	0.198	0.20	0.20	0.3	0.08	0.766	0.01270	1.86	2	25	
15 + 150 - 15 + 300	0.883	4.106	9.11	0.152	481.735	0.0798	0.160	0.282	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	10.89	11	14	
15 + 300 - 15 + 400	0.883	4.694	8.03	0.134	523.995	0.1504	0.301	0.388	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	10.50	11	10	

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Saluran kanan																	
	C _{gab}	t ₀	tc	tc	I	Q _{hidrologi}	A _{hidrologi}	h	h _{pakai}	b	w	A _{hidrolika}	V _{cek}	P	I _{sal}	Bangunan Terjun		
		pakai	menit	jam												Δh	jumlah	jarak
15 + 400 - 15 + 500	0.883	4.506	7.84	0.131	532.338	0.0926	0.185	0.304	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	9.50	10	10	
15 + 500 - 15 + 550	0.883	4.694	6.36	0.106	611.939	0.0338	0.068	0.184	0.20	0.20	0.3	0.08	0.766	0.01270	4.86	5	10	
15 + 550 - 15 + 700	0.883	4.506	9.51	0.158	468.138	0.0775	0.155	0.278	0.30	0.30	0.4	0.18	1.149	0.00740	13.89	14	11	
15 + 700 - 15 + 772	0.883	4.694	7.09	0.118	569.247	0.1227	0.245	0.350	0.40	0.40	0.4	0.32	1.531	0.00504	7.54	8	9	

sumber: hasil perhitungan

5.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah analisa biaya yang diperoleh dari volume dikalikan dengan harga satuan item pekerjaan. Acuan yang digunakan adalah Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) Trenggalek 2015.

5.7.1 Volume Pekerjaan

1. Volume pekerjaan pembersihan lahan

Volume pembersihan lahan dihitung per 100 m. Berikut ini adalah contoh perhitungan pembersihan lahan STA 0 + 000 – 0 + 200.

- Lebar jalan = 7 m
- Lebar bahu = 2 m
- Panjang trase = 15771.86 m

- Lebar drainase
 Bila dilihat dari potongan melintang, tidak dibutuhkan drainase karena air hujan yang jatuh ke badan jalan mengalir di lereng pada sisi kanan kirinya.

- Volume pekerjaan = $(7+2) \times 15771.86 \text{ m} = 1800 \text{ m}^2$

Untuk pembersihan lahan selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.50 Perhitungan Pembebasan Lahan

STA	Jarak	Saluran kiri				Saluran kanan				Luas total
		b	h	z	w _{saluran}	b	h	z	w _{saluran}	
0 + 000 - 0 + 200	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	1800.00
0 + 200 - 0 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
0 + 400 - 0 + 600	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
0 + 600 - 0 + 800	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
0 + 800 - 1 + 000	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
1 + 000 - 1 + 200	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
1 + 200 - 1 + 400	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
1 + 400 - 1 + 600	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
1 + 600 - 1 + 800	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
1 + 800 - 2 + 000	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
2 + 000 - 2 + 100	100	0.80	0.80	1.5	3.20	0.50	0.50	1.0	1.50	1370.00
2 + 100 - 2 + 300	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
2 + 300 - 2 + 500	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
2 + 500 - 2 + 700	200	0.80	0.80	1.5	3.20	0.50	0.50	1.0	1.50	2740.00
2 + 700 - 2 + 800	100	0.60	0.60	1.0	1.80	0.40	0.40	1.0	1.20	1200.00
2 + 800 - 3 + 000	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
3 + 000 - 3 + 200	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
3 + 200 - 3 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
3 + 400 - 3 + 600	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
3 + 600 - 3 + 800	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
3 + 800 - 4 + 000	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
4 + 000 - 4 + 200	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
4 + 200 - 4 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
4 + 400 - 4 + 600	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
4 + 600 - 4 + 800	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
4 + 800 - 5 + 000	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
5 + 000 - 5 + 200	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
5 + 200 - 5 + 400	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
5 + 400 - 5 + 600	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	1800.00
5 + 600 - 5 + 800	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
5 + 800 - 6 + 000	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
6 + 000 - 6 + 200	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
6 + 200 - 6 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
6 + 400 - 6 + 600	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2880.00

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	Saluran kiri				Saluran kanan				Luas total
		b	h	z	w _{saluran}	b	h	z	w _{saluran}	
6 + 600 - 6 + 800	200	1.10	1.10	1.5	4.40	0.70	0.70	1.0	2.10	3100.00
6 + 800 - 7 + 000	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
7 + 000 - 7 + 200	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
7 + 200 - 7 + 400	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2880.00
7 + 400 - 7 + 600	200	1.10	1.10	1.5	4.40	0.70	0.70	1.0	2.10	2680.00
7 + 600 - 7 + 800	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
7 + 800 - 8 + 000	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
8 + 000 - 8 + 200	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
8 + 200 - 8 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
8 + 400 - 8 + 800	400	0.90	0.90	1.5	3.60	0.50	0.50	1.0	1.50	3600.00
8 + 800 - 9 + 000	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
9 + 000 - 9 + 200	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
9 + 200 - 9 + 400	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
9 + 400 - 9 + 600	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
9 + 600 - 9 + 700	100	0.80	0.80	1.5	3.20	0.60	0.60	1.0	1.80	1400.00
9 + 700 - 9 + 900	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
9 + 900 - 10 + 100	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
10 + 100 - 10 + 300	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2880.00
10 + 300 - 10 + 500	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
10 + 500 - 10 + 700	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
10 + 700 - 10 + 900	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
10 + 900 - 11 + 100	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
11 + 100 - 11 + 300	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
11 + 300 - 11 + 500	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
11 + 500 - 11 + 700	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
11 + 700 - 11 + 900	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
11 + 900 - 12 + 050	150	0.70	0.70	1.0	2.10	0.40	0.40	1.0	1.20	1845.00
12 + 050 - 12 + 200	150	0.70	0.70	1.0	2.10	0.40	0.40	1.0	1.20	1845.00
12 + 200 - 12 + 300	100	0.90	0.90	1.0	2.70	0.50	0.50	1.0	1.50	1320.00
12 + 300 - 12 + 500	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
12 + 500 - 12 + 600	100	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1110.00
12 + 600 - 12 + 650	50	0.40	0.40	1.0	1.20	0.30	0.30	1.0	0.90	510.00
12 + 650 - 12 + 800	150	0.70	0.70	1.0	2.10	0.40	0.40	1.0	1.20	1665.00
12 + 800 - 13 + 000	200	1.10	1.10	1.5	4.40	0.70	0.70	1.0	2.10	2680.00

sumber: hasil perhitungan

Tabel lanjutan

STA	Jarak	Saluran kiri				Saluran kanan				Luas total
		b	h	z	w _{saluran}	b	h	z	w _{saluran}	
13 + 000 - 13 + 200	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2520.00
13 + 200 - 13 + 400	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2220.00
13 + 400 - 13 + 450	50	0.40	0.40	1.0	1.20	0.30	0.30	1.0	0.90	510.00
13 + 450 - 13 + 650	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2580.00
13 + 650 - 13 + 850	200	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	2880.00
13 + 850 - 14 + 050	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
14 + 050 - 14 + 250	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	2280.00
14 + 250 - 14 + 400	150	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	1890.00
14 + 400 - 14 + 500	100	0.90	0.90	1.5	3.60	0.60	0.60	1.0	1.80	1440.00
14 + 500 - 14 + 600	100	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	1290.00
14 + 600 - 14 + 700	100	0.60	0.60	1.0	1.80	0.40	0.40	1.0	1.20	1200.00
14 + 700 - 14 + 900	200	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	2520.00
14 + 900 - 15 + 100	200	0.80	0.80	1.0	2.40	0.50	0.50	1.0	1.50	1800.00
15 + 100 - 15 + 150	50	0.30	0.30	1.0	0.90	0.30	0.30	1.0	0.90	450.00
15 + 150 - 15 + 300	150	0.60	0.60	1.0	1.80	0.40	0.40	1.0	1.20	1350.00
15 + 300 - 15 + 400	100	0.90	0.90	1.0	2.70	0.50	0.50	1.0	1.50	900.00
15 + 400 - 15 + 500	100	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	1260.00
15 + 500 - 15 + 550	50	0.40	0.40	1.0	1.20	0.30	0.30	1.0	0.90	555.00
15 + 550 - 15 + 700	150	0.60	0.60	1.0	1.80	0.40	0.40	1.0	1.20	1800.00
15 + 700 - 15 + 772	72	0.70	0.70	1.0	2.10	0.50	0.50	1.0	1.50	905.46
Volume Pembersihan Lahan										187675

sumber: hasil perhitungan

2. Volume Galian Timbunan

Pada tugas akhir ini, perhitungan galian timbunan menggunakan program AutoCAD. Untuk lebih lengkapnya terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 51 Perhitungan galian dan timbunan

STA	Jarak	Luas Galian		Luas Timbunan		Volume	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Galian	Timbunan
0 + 000 - 0 + 500	500	0	6.07	93.98	13.26	1518.53	26809.70
0 + 500 - 1 + 000	500	6.07	28.69	13.26	6.27	8690.83	4883.65
1 + 000 - 1 + 500	500	28.69	14.09	6.27	24.67	10693.98	7735.85
1 + 500 - 2 + 000	500	14.09	321.74	24.67	0	83955.88	6167.18
2 + 000 - 2 + 500	500	321.74	91.63	0	0	103342.03	0
2 + 500 - 3 + 000	500	91.63	0	0	74.70	22907.83	18674.73
3 + 000 - 3 + 500	500	0	204.19	74.70	0	51047.58	18674.73
3 + 500 - 4 + 000	500	204.19	641.92	0	0	211528.01	0
4 + 000 - 4 + 500	500	641.92	0	0	55.64	160480.44	13909.90
4 + 500 - 5 + 000	500	0	428.79	55.64	0	107196.83	13909.90
5 + 000 - 5 + 500	500	428.79	0	0	79.70	107196.83	19924.35
5 + 500 - 6 + 000	500	0	659.98	79.70	0	164994.80	19924.35
6 + 000 - 6 + 500	500	659.98	134.07	0	0	198512.55	0
6 + 500 - 7 + 000	500	134.07	125.59	0	0	64915.15	0
7 + 000 - 7 + 500	500	125.59	18.28	0	11.01	35966.88	2752.13
7 + 500 - 8 + 000	500	18.28	101.82	11.01	0	30025.18	2752.13
8 + 000 - 8 + 500	500	101.82	0	0	80.73	25455.70	20182.98
8 + 500 - 9 + 000	500	0	0.80	80.73	45.49	200.75	31554.23
9 + 000 - 9 + 500	500	0.80	115.44	45.49	0	29061.20	11371.25
9 + 500 - 10 + 000	500	115.44	42.00	0	1.28	39361.43	318.95
10 + 000 - 10 + 500	500	42.00	0	1.28	87.36	10500.98	22158.20
10 + 500 - 11 + 000	500	0	0	87.36	88.34	0	43924.15
11 + 000 - 11 + 500	500	0	0.77	88.34	37.22	192.33	31389.55
11 + 500 - 12 + 000	500	0.77	498.07	37.22	0	124709.35	9304.65
12 + 000 - 12 + 500	500	498.07	4.34	0	21.30	125601.95	5325.98
12 + 500 - 13 + 000	500	4.34	0	21.30	86.37	1084.93	26918.30
13 + 000 - 13 + 500	500	0	282.17	86.37	0	70541.91	21592.33
13 + 500 - 14 + 000	500	282.17	7.03	0	9.18	72299.99	2295.28
14 + 000 - 14 + 500	500	7.03	39.03	9.18	0.41	11514.78	2398.30
14 + 500 - 15 + 000	500	39.03	0	0.41	17.60	9756.70	4502.20
15 + 000 - 15 + 500	500	0	399.25	17.60	0.09	99812.73	4422.78
15 + 500 - 15 + 772	272	399.25	0	0.09	145.59	54298.12	19812.85
Total						2037366.10	413590.52

sumber: hasil perhitungan

3. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Permukaan AC – WC

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis permukaan AC – WC.

Diketahui :

- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Tebal lapisan = 40 mm = 0.04 m
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Volume total = 7 m x 0.04 m x 15771.86 m
= 4416.12 m³

Kebutuhan lapis permukaan AC WC adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat Aspal} &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis aspal} \\ &= 4416.12 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ ton} / \text{m}^3 = 9715.47 \text{ ton}\end{aligned}$$

4. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Permukaan AC Binder

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis permukaan AC – Binder.

Diketahui :

- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Tebal lapisan = 60 mm = 0.06 m
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Volume total = 7 m x 0.06 m x 15771.86 m
= 6624.2 m³

Kebutuhan lapis permukaan AC Binder adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat Aspal} &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis aspal} \\ &= 6624.2 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ ton} / \text{m}^3 = 14573.20 \text{ ton}\end{aligned}$$

5. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Permukaan AC Base

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis permukaan AC – Base.

Diketahui :

- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Tebal lapisan = 105 mm = 0.105 m
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Volume total = 7 m x 0.105 m x 15771.86 m
= 11592.3 m³

Kebutuhan lapis permukaan AC Base adalah :

$$\begin{aligned}\text{Berat Aspal} &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis aspal} \\ &= 11592.3 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ ton} / \text{m}^3 = 25503.1 \text{ ton}\end{aligned}$$

6. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Resap Perekat Prime Coat

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis resap perekat prime coat.

Diketahui :

- o Standar prime coat = 1.4 liter/m²
- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Luas total = 7 m x 15771.86 m = 110403.03 m²

Kebutuhan lapis resap perekat prime coat adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume Aspal} &= \text{Luas} \times \text{standar prime coat} \\ &= 110403.03 \text{ m}^2 \times 1.4 \text{ liter/m}^2 = 154.564 \text{ liter}\end{aligned}$$

7. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Perekat Tack Coat

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis perekat prime coat.

Diketahui :

- o Standar tack coat = 0.4 liter/m²
- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Luas total = 7 m x 15771.86 m = 110403.03 m²

Kebutuhan lapis resap perekat prime coat adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume Aspal} &= \text{Luas} \times \text{standar prime coat} \\ &= 110403.03 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ liter/m}^2 = 44161.2 \text{ liter}\end{aligned}$$

8. Volume Pekerjaan Perkerasan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Berikut ini adalah perhitungan volume lapis pondasi agregat kelas A.

Diketahui :

- o Lebar perkerasan = 7 m per arah
- o Tebal lapisan = 300 mm = 0.3 m
- o Panjang jalan = 15771.86 m

Kebutuhan lapis pondasi agregat kelas A adalah:

$$\text{volume total} = 7 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 15771.86 \text{ m} = 33.121 \text{ m}^3$$

9. Volume Pekerjaan Marka Tepi

Berikut ini adalah perhitungan volume pekerjaan marka tepi.

Diketahui :

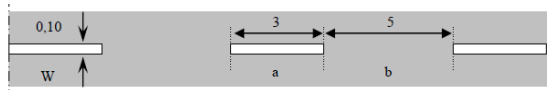
- o Lebar marka = 0.10 m
- o Panjang jalan = 15771.86 m
- o Panjang total tikungan = 2767.495 m

Kebutuhan marka tepi adalah:

$$\text{Luas total} = [(2 \times 15771.86\text{m}) + 2767.495\text{m}] \times 0.1\text{m} = 3431.1 \text{ m}^2$$

10. Volume Pekerjaan Marka Tengah

Berdasarkan Bina Marga 2004 ukuran marka dengan kecepatan di bawah kecepatan 60 km/jam dapat dilihat di gambar di bawah ini



Gambar 5.8 Marka putus – putus di bawah kecepatan 60 km/jam

Berikut ini adalah perhitungan volume pekerjaan marka tepi.

Diketahui :

- o Lebar marka = 0.10 m
- o Panjang jalan = 13004.37 m

Kebutuhan marka tepi adalah:

$$\text{Luas total} = (13004.37 \text{ m}/8) \times 3 \times 0.1 \text{ m} = 487.66 \text{ m}^2$$

5.7.2 Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan pada tugas akhir ini diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V.

Tabel 5.52 Harga Satuan Dasar (Upah)

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan 2016 (Rp)
1	Pekerja	Jam	6,528
2	Tukang	Jam	9,056
3	Mandor	Jam	10,800
4	Operator	Jam	10,965
5	Pembantu operator	Jam	8,772
6	Sopir	Jam	10,889
7	Pembantu sopir	Jam	8,711
8	Mekanik	Jam	11,063
9	Pembantu mekanik	Jam	8,850
10	Kepala tukang	Jam	10,867

Tabel 5.53 Harga Satuan Dasar (Alat)

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan 2016 (Rp)
1	Agregat (Chip) Spreader	Jam	226,031
2	Asphalt Tanker	Jam	337,984
3	Asphalt Distributor	Jam	303,831
4	Asphalt Finisher	Jam	236,581
5	Asphalt Liquid Mixer	Jam	169,052
7	Asphalt Mixing Plant	Jam	5,452,271
8	Asphalt Sprayer	Jam	45,343
9	Bulldozer 100-150 HP	Jam	481,601
10	Cement Tanker	Jam	288,625
11	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	160,643
12	Dump Truck 10 ton	Jam	311,912
13	Dump Truck 3.5 ton	Jam	219,781
14	Excavator 80-140 HP	Jam	369,474
15	Flat Bed Truck 3-4 m ₃	Jam	227,839
16	Generator Set	Jam	380,237
17	Jack Hammer	Jam	24,694
18	Motor Grader >100 HP	Jam	442,895
19	Pedestrian Roller	Jam	28,009
20	Pile Driver + Hammer	Jam	92,680
21	Rock Drill Breaker	Jam	23,060
22	Slip Form Paver	Jam	172,102
23	Stone Crusher	Jam	696,019
24	Tamper	Jam	17,610
25	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	213,918
26	Three Wheel Roller 6-8 T	Jam	150,313
27	Tire Roller 8-10 T.	Jam	225,007
28	Track Loader 75-100 HP	Jam	245,478
29	Vibratory Roller 5-8 T.	Jam	306,529
30	Water Pump 70-100 mm	Jam	27,558
31	Water Tanker 3000-4500 L.	Jam	192,800
32	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	Jam	424,715

Tabel 5.54 Harga Satuan Dasar Bahan

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan 2016 (Rp)
1	Agregat Halus	m3	291,417
2	Agregat Kasar	m3	291,417
3	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	m3	291,417
4	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	m3	291,417
5	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20	m3	291,417
6	Asbuton Halus	ton	386,914
7	Aspal	kg	9,734
8	Aspal Emulsi	kg	12,619
9	Bahan Agr.Base Kelas A	m3	275,398
10	Bahan Agr.Base Kelas B	m3	246,941
11	Bahan Agr.Base Kelas C	m3	294,006
12	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan	kg	1,250
13	Bahan Tanah Timbunan	m3	46,430
14	Batu Belah / Kerakal	m3	279,650
15	Batu Kali	m3	203,457
16	Bensin	liter	11,000
17	Cat	kg	21,191
18	Cat Marka (Thermoplastic)	kg	36,906
19	Geotextile	m2	116,669
20	Glass Bead	kg	27,382
21	Gravel	m3	320,127
22	Kapur	m3	165,959
23	Kawat Bronjong	kg	20,358
24	Kerosen / Minyak Tanah	liter	11,310
25	Marmar	buah	470,249
26	Minyak Pelumas / Oli	liter	25,596
27	Mortar	m3	321,436
28	Pasir Beton (Kasar)	m3	223,220
29	Pasir Halus (untuk HRS)	m3	160,718
30	Pasir Pasang (Sedang)	m3	190,481
31	Pasir Urug	m3	134,170
32	Paving Block	buah	1,905
33	Pelat Rambu (Eng. Grade)	buah	268,659

Tabel lanjutan

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan 2016 (Rp)
34	Pelat Rambu (High I. Grade)	buah	330,450
35	Pemantul Cahaya (Reflector)	buah	15,000
36	Rel Pengaman	m'	1,054,749
37	Semen / PC (50kg)	zak	65,775
38	Sirtu	m ³	175,361
39	Solar	liter	11,000
40	Thinner	liter	27,382

5.7.3 Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK)

Berikut ini adalah HSPK tiap jenis pekerjaan yang digunakan untuk menghitung semua pekerjaan pada tugas akhir ini.

Tabel 5.55 HSPK Pekerjaan Pembersihan Lahan (m²)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.0140	Jam	Rp 10,800	Rp 151
2	Pekerja	0.0700	Jam	Rp 6,528	Rp 457
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 608
B	Peralatan				
1	Dump Truck	0.0472	Jam	Rp 219,781	Rp 10,374
2	Alat Bantu	1.0000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 10,374
C	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 10,982
D	Overhead & Profit 10% x C				Rp 1,098
E	Harga Satuan Pekerjaan / m ²				Rp 12,080

Tabel 5.56 HSPK Galian Tanah (m^3)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.0109	Jam	Rp 10,800	Rp 118
2	Pekerja	0.0218	Jam	Rp 6,528	Rp 142
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 260
B	Peralatan				
1	Excavator	0.0109	Jam	Rp 369,474	Rp 4,027
2	Dump Truck	0.1960	Jam	Rp 219,781	Rp 43,077
3	Alat Bantu	1.0000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 47,104
C	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 47,364
D	Overhead & Profit 10% x C				Rp 4,736
E	Harga Satuan Pekerjaan / m^3				Rp 52,101

Tabel 5.57 HSPK Pekerjaan Timbunan Tanah (m^3)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.0109	Jam	Rp 10,800	Rp 118
2	Pekerja	0.0218	Jam	Rp 6,528	Rp 142
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 260
C	Peralatan				
1	Excavator	0.01008	Jam	Rp 369,474	Rp 3,723
2	Dump Truck	0.24974	Jam	Rp 219,781	Rp 54,888
3	Motor Grader	0.00374	Jam	Rp 442,895	Rp 1,656
4	Vibro Roller	0.00418	Jam	Rp 306,529	Rp 1,282
5	Water tank truck	0.00703	Jam	Rp 192,800	Rp 1,355
6	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 62,904
D	Jumlah Harga Tenaga dan Peralatan (A+B)				Rp 63,164
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 6,316
F	Harga Satuan Pekerjaan / m^3				Rp 69,481

Tabel 5.58 HSPK Pekerjaan Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A (m³)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.00850	Jam	Rp 10,800	Rp 92
2	Pekerja	0.05950	Jam	Rp 6,528	Rp 388
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 480
B	Bahan				
1	Agregat A	1.25860	m3	Rp 275,398	Rp 346,616
	Jumlah Harga Bahan				Rp 346,616
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.04720	Jam	Rp 424,715	Rp 20,047
2	Dump Truck	0.25440	Jam	Rp 219,781	Rp 55,912
3	Motor Grader	0.00430	Jam	Rp 442,895	Rp 1,904
4	Tandem Roller	0.01340	Jam	Rp 213,918	Rp 2,867
5	Water Tanker	0.01410	Jam	Rp 192,800	Rp 2,718
6	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 83,448
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 430,544
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 43,054
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 473,598

Tabel 5.59 HSPK Pekerjaan Lapis Aus AC – WC (ton)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.02010	Jam	Rp 10,800	Rp 217
2	Pekerja	0.20080	Jam	Rp 6,528	Rp 1,311
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 1,528
B	Bahan				
1	Agr 5-10&10-20	0.33050	m3	Rp 291,417	Rp 96,313
2	Agr 0-5	0.32100	m3	Rp 291,417	Rp 93,545
	Jumlah Harga Bahan				Rp 189,858
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.00960	Jam	Rp 424,715	Rp 4,077
2	AMP	0.02010	Jam	Rp 5,452,271	Rp 109,591
3	Genset	0.02010	Jam	Rp 380,237	Rp 7,643
4	Dump Truck	0.47970	Jam	Rp 219,781	Rp 105,429
5	Asp. Finisher	0.01370	Jam	Rp 236,581	Rp 3,241
6	Tandem Roller	0.01350	Jam	Rp 213,918	Rp 2,888
7	Tire Roller	0.00580	Jam	Rp 225,007	Rp 1,305
8	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 234,174
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 425,560
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 42,556
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 468,116

Tabel 5.60 HSPK Pekerjaan Lapis Permukaan AC Binder (ton)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.02010	Jam	Rp 10,800	Rp 217.07
2	Pekerja	0.20080	Jam	Rp 6,528	Rp 1,310.76
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 1,527.84
B	Bahan				
1	Agr 5-10&10-20	0.33050	m3	Rp 291,417	Rp 96,313
2	Agr 0-5	0.32100	m3	Rp 291,417	Rp 93,545
	Jumlah Harga Bahan				Rp 189,858
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.00960	Jam	Rp 424,715.13	Rp 4,077
2	AMP	0.02010	Jam	Rp 5,452,271.35	Rp 109,591
3	Genset	0.02010	Jam	Rp 380,237.35	Rp 7,643
4	Dump Truck	0.47970	Jam	Rp 219,780.75	Rp 105,429
5	Asp. Finisher	0.01100	Jam	Rp 236,580.65	Rp 2,602
6	Tandem Roller	0.01080	Jam	Rp 213,918.21	Rp 2,310
7	Tire Roller	0.00460	Jam	Rp 225,006.57	Rp 1,035
8	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 232,687
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 424,074
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 42,407
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 466,481

Tabel 5.61 HSPK Pekerjaan Lapis Permukaan AC Base (ton)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.02010	Jam	Rp 10,800	Rp 217
2	Pekerja	0.20080	Jam	Rp 6,528	Rp 1,311
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 1,528
B	Bahan				
1	Agr 20-30	0.13310	m3	Rp 291,417	Rp 38,788
2	Agr 5-10&10-20	0.37190	m3	Rp 291,417	Rp 108,378
3	Agr 0-5	0.17590	m3	Rp 291,417	Rp 51,260
	Jumlah Harga Bahan				Rp 198,426
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.00960	Jam	Rp 424,715.13	Rp 4,077
2	AMP	0.02010	Jam	Rp 5,452,271.35	Rp 109,591
3	Genset	0.02010	Jam	Rp 380,237.35	Rp 7,643
4	Dump Truck	0.47970	Jam	Rp 219,780.75	Rp 105,429
5	Asp. Finisher	0.01100	Jam	Rp 236,580.65	Rp 2,602
6	Tandem Roller	0.01080	Jam	Rp 213,918.21	Rp 2,310
7	Tire Roller	0.00460	Jam	Rp 225,006.57	Rp 1,035
8	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 232,687
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 432,641
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 43,264
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 475,905

Tabel 5.62 HSPK Pekerjaan Lapis Resap Perekat/Prime Coat (liter)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.00040	Jam	Rp 10,800	Rp 4
2	Pekerja	0.00210	Jam	Rp 6,528	Rp 14
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 18.03
B	Bahan				
1	Aspal	0.59410	kg	Rp 9,734	Rp 5,783
2	Kerosene	0.45320	liter	Rp 11,310	Rp 5,126
	Jumlah Harga Bahan				Rp 10,908
C	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.00020	Jam	Rp 303,831	Rp 61
2	Compressor	0.00020	Jam	Rp 160,643	Rp 32
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 92.89
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 11,019
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 1,101.93
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 12,121

Tabel 5.63 HSPK Lapis Perekat/Tack Coat (liter)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.00040	Jam	Rp 10,800	Rp 4
2	Pekerja	0.00210	Jam	Rp 6,528	Rp 14
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 18
B	Bahan				
1	Aspal	0.81690	kg	Rp 9,734	Rp 7,952
2	Kerosene	0.23690	liter	Rp 11,310	Rp 2,679
	Jumlah Harga Bahan				Rp 10,631
C	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.00020	Jam	Rp 303,831	Rp 61
2	Compressor	0.00020	Jam	Rp 160,643	Rp 32
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 93
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 10,742
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 1,074
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 11,816

Tabel 5. 64 HSPK Pekerjaan Marka Jalan (m²)

No.	Komponen	Koef.	Satuan	Harga Satuan Dasar	Harga
A	Tenaga				
1	Mandor	0.07500	Jam	Rp 10,800	Rp 810
2	Tukang	0.22500	Jam	Rp 7,607	Rp 1,712
3	Pekerja	0.60000	Jam	Rp 6,528	Rp 3,917
	Jumlah Harga Tenaga				Rp 6,438
B	Bahan				
1	Cat Marka	1.95000	m3	Rp 36,906	Rp 71,966
2	Thinner	1.05000	m3	Rp 27,382	Rp 28,751
3	Glass Bead	0.45000	m3	Rp 27,382	Rp 12,322
	Jumlah Harga Bahan				Rp 113,038
C	Peralatan				
1	Compressor	0.07500	Jam	Rp 160,643	Rp 12,048
2	Dump Truck	0.07500	Jam	Rp 219,781	Rp 16,484
3	Alat Bantu	1.00000	Ls	Rp -	Rp -
	Jumlah Harga Peralatan				Rp 28,532
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				Rp 148,008
E	Overhead & Profit 10% x D				Rp 14,801
F	Harga Satuan Pekerjaan / m ³				Rp 162,809

5.7.4 Biaya Konstruksi

Proyek Jalur Lintasan desa Karanggandu – desa Tasikmadu sepanjang 15.771 km ini akan menghabiskan biaya sebesar Rp 179,354,441,459 terbilang “*Seratus Tujuh Puluh Sembilan Milyar Tiga Ratus Lima Puluh Empat Juta Empat Ratus Empat Puluh Satu Ribu Empat Ratus Lima Puluh Sembilan Rupiah*”.

Tabel 5.65 Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan Dasar	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Tanah				
a	Pembersihan Lahan	187,675.46	m ²	Rp 12,080	Rp 2,267,112,986
b	Galian Tanah	2,037,366.10	m ³	Rp 52,101	Rp 106,148,300,709
c	Timbunan Tanah	413,590.52	m ³	Rp 69,481	Rp 28,736,540,361
2	Pekerjaan Perkerasan				
a	Laston Lapis Aus (AC-WC)	9,715.47	ton	Rp 468,116	Rp 4,547,964,323
b	Laston Lapis Antara (AC-Binder)	14,573.20	ton	Rp 466,481	Rp 6,798,119,443
c	Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	25,503.10	ton	Rp 475,905	Rp 12,137,061,445
d	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	33,120.91	m ³	Rp 473,598	Rp 15,686,007,409
e	Lapis Resap Pengikat	154,564.25	liter	Rp 12,121	Rp 1,873,516,441
f	Lapis Perekat	44,161.21	liter	Rp 11,816	Rp 521,803,982
3	Pekerjaan Minor				
a	Marka Menerus	3,431.12	m ²	Rp 162,809	Rp 558,618,214
b	Marka Putus - putus	487.66	m ²	Rp 162,809	Rp 79,396,147
	Total Biaya				Rp 179,354,441,459

sumber: hasil perhitungan



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL MUNJUNGAN (PANSELA) TA.- TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT GELAP..

Sample No. : 1. STA. 0+000

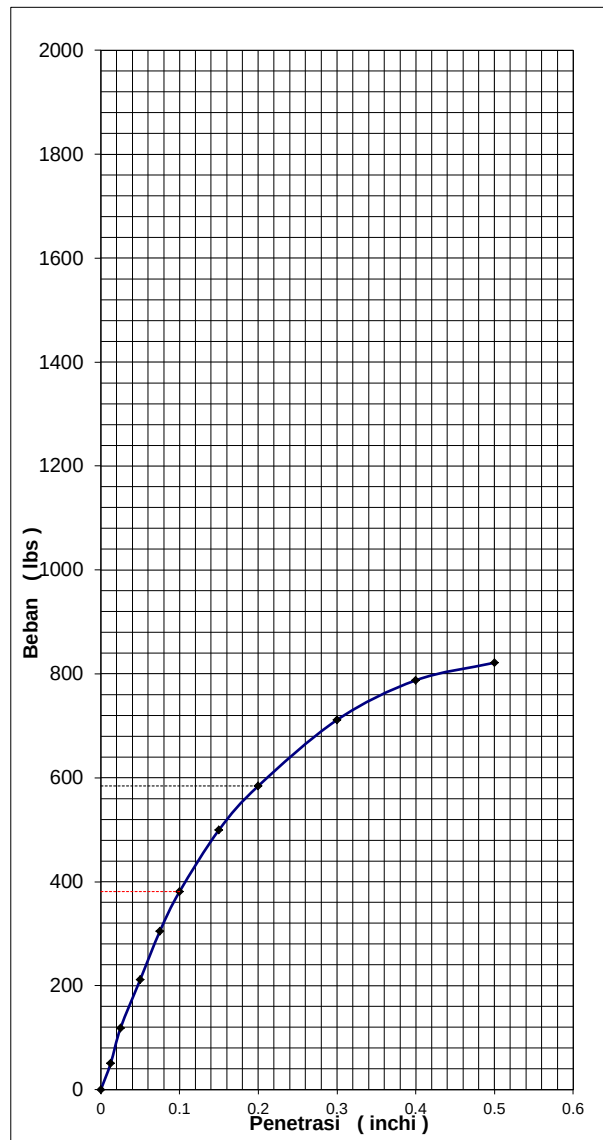
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11162.5	gr
Berat Cetakan	:	6986	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	4176.5	gr
Brt tanah kering	:	3528.80	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.598	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.891	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	47.0	
Swelling	:	0.470	mm
Prosentase Swelling	:	0.376	%
Kadar Air (Wc)	:	18.35	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	125.15	128.22
Brt cawan + tnh kering (gr) =	111.83	112.46
Brt cawan (gr) =	39.26	43.21
Brt air (gr) =	13.32	15.76
Brt tanah kering (gr) =	72.57	69.25
Kadar Air (Wc) (%) =	18.35	22.76

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	8.469	lbs
1 divisi =	3.842	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	6	50.81
0.0250	14	118.57
0.0500	25	211.73
0.0750	36	304.88
0.1000	45	381.11
0.1500	59	499.67
0.2000	69	584.36
0.3000	84	711.40
0.4000	93	787.62
0.5000	97	821.49

NILAI C B R (RENDAMAN)		
0.1 " =	$\frac{381.1}{3000} \times 100\%$	= 12.70 %
0.2 " =	$\frac{584.4}{4500} \times 100\%$	= 12.99 %
C B R DESIGN = 12.70 %		



Keterangan :

- Modified Proktor Test. = 56 X Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = 18.34 %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = 1.597 gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL
MUNJUNGAN (PANSELA) TA.- TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT GELAP..

Sample No. : 2. STA. 1+000

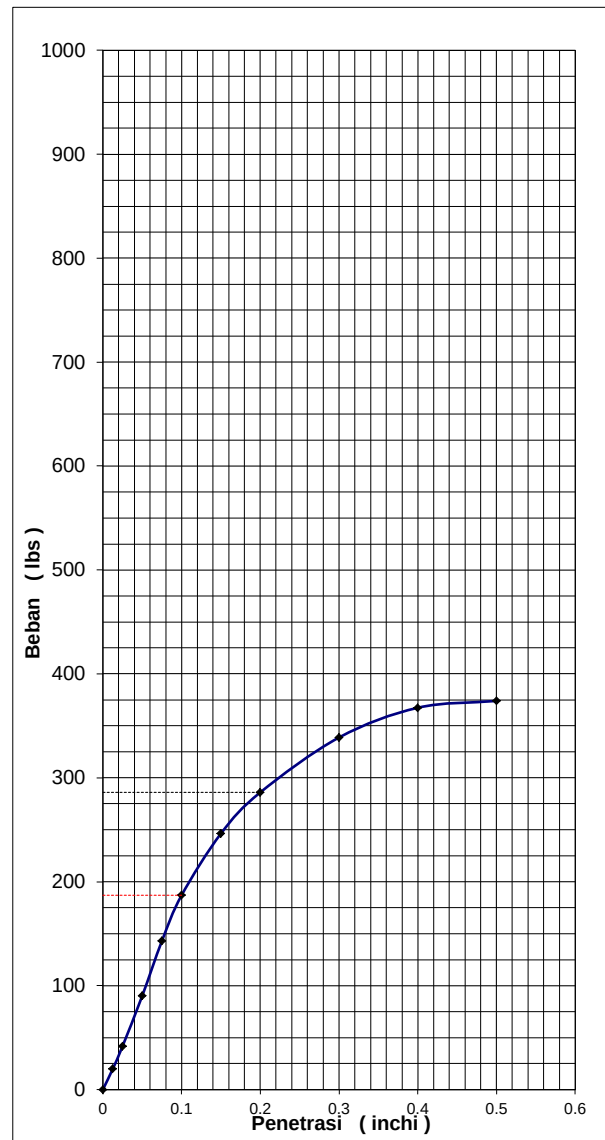
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	10679.5	gr
Berat Cetakan	:	6851	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	3828.5	gr
Brt tanah kering	:	3197.58	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.448	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.733	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	47.0	
Swelling	:	0.470	mm
Prosentase Swelling	:	0.376	%
Kadar Air (Wc)	:	19.73	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	118.32	120.72
Brt cawan + tnh kering (gr) =	105.85	105.16
Brt cawan (gr) =	42.65	40.11
Brt air (gr) =	12.47	15.56
Brt tanah kering (gr) =	63.20	65.05
Kadar Air (Wc) (%) =	19.73	23.92

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	9	19.80
0.0250	19	41.80
0.0500	41	90.20
0.0750	65	143.00
0.1000	85	187.00
0.1500	112	246.40
0.2000	130	286.00
0.3000	154	338.80
0.4000	167	367.40
0.5000	170	374.00

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{187.0}{3000}$	x 100% =	6.23 %
0.2 " =	$\frac{286.0}{4500}$	x 100% =	6.36 %
C B R DESIGN =		6.23	%



Keterangan :

- Modified Proktor Test. = **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **19.71** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.447** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT GELAP..

Sample No. : 3. STA. 2+000

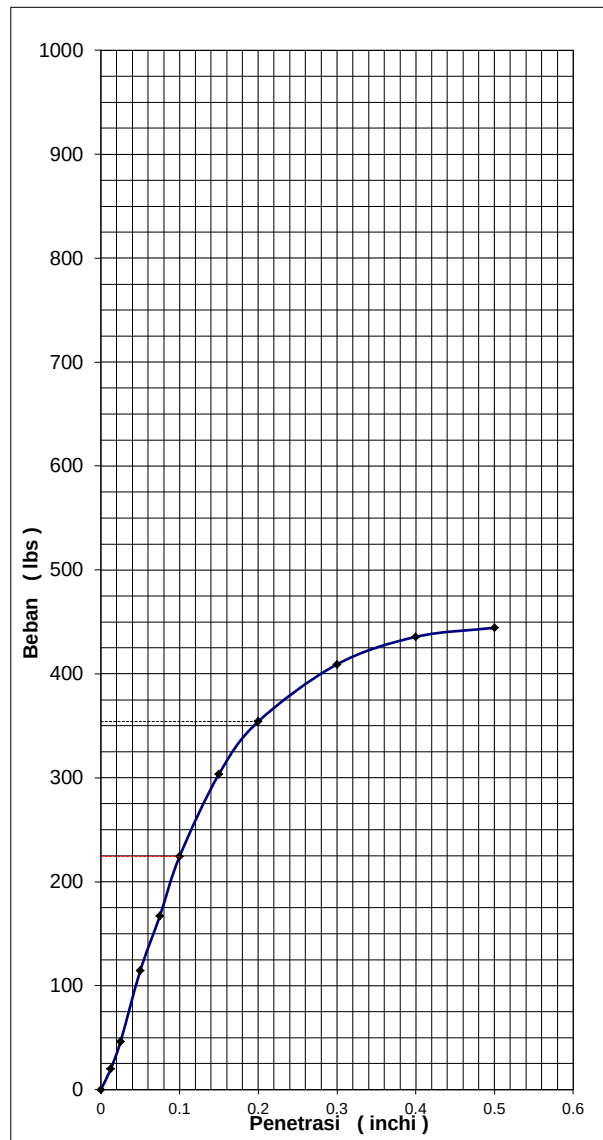
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11044.5	gr
Berat Cetakan	:	6981	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	4063.5	gr
Brt tanah kering	:	3422.30	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.549	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.840	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	47.0	
Swelling	:	0.470	mm
Prosentase Swelling	:	0.376	%
Kadar Air (Wc)	:	18.74	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	120.36	122.54
Brt cawan + tnh kering (gr) =	107.94	107.26
Brt cawan (gr) =	41.65	41.24
Brt air (gr) =	12.42	15.28
Brt tanah kering (gr) =	66.29	66.02
Kadar Air (Wc) (%) =	18.74	23.14

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	9	19.80
0.0250	21	46.20
0.0500	52	114.40
0.0750	76	167.20
0.1000	102	224.40
0.1500	138	303.60
0.2000	161	354.20
0.3000	186	409.20
0.4000	198	435.60
0.5000	202	444.40

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{224.4}{3000} \times 100\%$	=	7.48 %
0.2 " =	$\frac{354.2}{4500} \times 100\%$	=	7.87 %
C B R DESIGN		=	7.48 %



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **18.72** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.549** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT TERANG.

Sample No. : 4. STA. 3+000

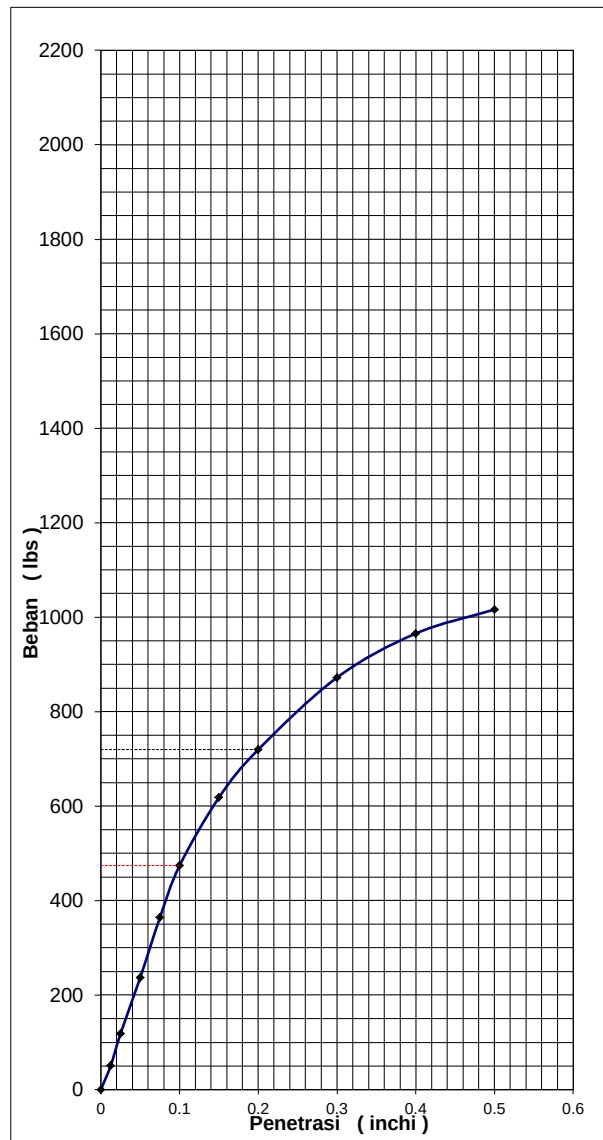
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11322.3	gr
Berat Cetakan	:	6987	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	4335.3	gr
Brt tanah kering	:	3790.14	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.716	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.963	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	47.0	
Swelling	:	0.470	mm
Prosentase Swelling	:	0.376	%
Kadar Air (Wc)	:	14.38	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	119.32	120.62
Brt cawan + tnh kering (gr) =	109.26	108.26
Brt cawan (gr) =	39.32	44.32
Brt air (gr) =	10.06	12.36
Brt tanah kering (gr) =	69.94	63.94
Kadar Air (Wc) (%) =	14.38	19.33

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	8.469	lbs
1 divisi =	3.842	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	6	50.81
0.0250	14	118.57
0.0500	28	237.13
0.0750	43	364.17
0.1000	56	474.26
0.1500	73	618.24
0.2000	85	719.87
0.3000	103	872.31
0.4000	114	965.47
0.5000	120	1016.28

NILAI C B R (RENDAMAN)		
0.1 " =	$\frac{474.3}{3000} \times 100\%$	15.81 %
0.2 " =	$\frac{719.9}{4500} \times 100\%$	16.00 %
C B R DESIGN = 15.81 %		



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **14.37** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.715** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT.

Sample No. : 5. STA. 4+000

Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	10737.7	gr
Berat Cetakan	:	7016	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	3721.7	gr
Brt tanah kering	:	3198.58	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.448	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.685	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	47.0	
Swelling	:	0.470	mm
Prosentase Swelling	:	0.376	%
Kadar Air (Wc)	:	16.35	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	122.24	118.63
Brt cawan + tnh kering (gr) =	110.71	105.26
Brt cawan (gr) =	40.21	40.75
Brt air (gr) =	11.53	13.37
Brt tanah kering (gr) =	70.50	64.51
Kadar Air (Wc) (%) =	16.35	20.73

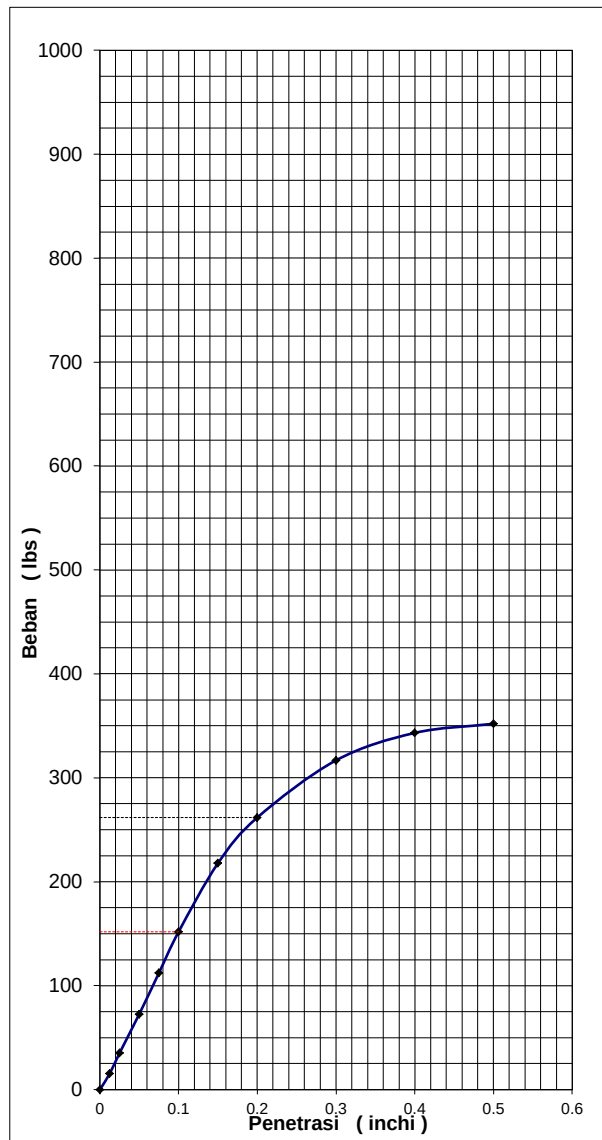
KALIBRASI PROVING RING

1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	7	15.40
0.0250	16	35.20
0.0500	33	72.60
0.0750	51	112.20
0.1000	69	151.80
0.1500	99	217.80
0.2000	119	261.80
0.3000	144	316.80
0.4000	156	343.20
0.5000	160	352.00

NILAI C B R (RENDAMAN)

0.1 " =	$\frac{151.8}{3000} \times 100\%$	= 5.06 %
0.2 " =	$\frac{261.8}{4500} \times 100\%$	= 5.82 %
C B R DESIGN = 5.06 %		



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **16.36** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.447** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU BERPASIR WARNA COKLAT.

Sample No. : 6. STA. 5+000

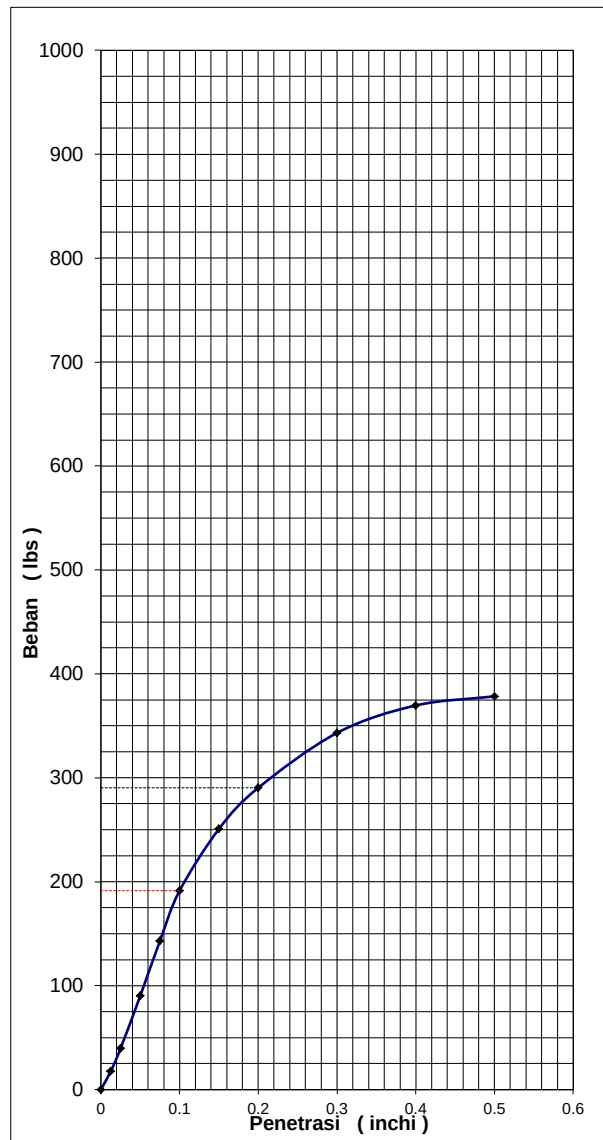
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11153.7	gr
Berat Cetakan	:	6985	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	4168.7	gr
Brt tanah kering	:	3472.23	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.572	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.887	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	62.0	
Swelling	:	0.620	mm
Prosentase Swelling	:	0.496	%
Kadar Air (Wc)	:	20.06	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	121.44	128.51
Brt cawan + tnh kering (gr) =	108.35	111.26
Brt cawan (gr) =	43.11	42.16
Brt air (gr) =	13.09	17.25
Brt tanah kering (gr) =	65.24	69.10
Kadar Air (Wc) (%) =	20.06	24.96

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	8	17.60
0.0250	18	39.60
0.0500	41	90.20
0.0750	65	143.00
0.1000	87	191.40
0.1500	114	250.80
0.2000	132	290.40
0.3000	156	343.20
0.4000	168	369.60
0.5000	172	378.40

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{191.4}{3000}$	x 100% =	6.38 %
0.2 " =	$\frac{290.4}{4500}$	x 100% =	6.45 %
C B R DESIGN =		6.38	%



Keterangan :

- Modified Proktor Test. = 56 X Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = 20.05 %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = 1.571 gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICIPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : PASIR LEMPUNG WARNA COKLAT.

Sample No. : 7. STA. 6+000

Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11093.7	gr
Berat Cetakan	:	6982	gr
Brt tanah dalam cetakar	:	4111.7	gr
Brt tanah kering	:	3481.42	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.576	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.862	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	34.0	
Swelling	:	0.340	mm
Prosentase Swelling	:	0.272	%
Kadar Air (Wc)	:	18.10	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	120.12	124.62
Brt cawan + tnh kering (gr) =	107.63	108.42
Brt cawan (gr) =	38.64	40.28
Brt air (gr) =	12.49	16.20
Brt tanah kering (gr) =	68.99	68.14
Kadar Air (Wc) (%) =	18.10	23.77

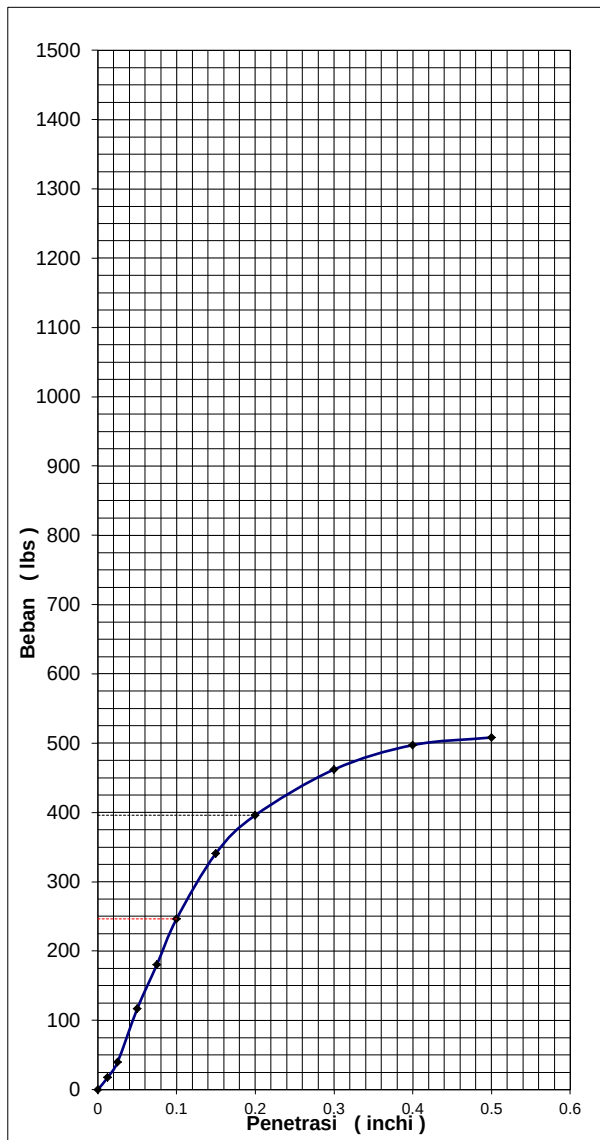
KALIBRASI PROVING RING

1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	8	17.60
0.0250	18	39.60
0.0500	53	116.60
0.0750	82	180.40
0.1000	112	246.40
0.1500	155	341.00
0.2000	180	396.00
0.3000	210	462.00
0.4000	226	497.20
0.5000	231	508.20

NILAI C B R (RENDAMAN)

0.1 " =	$\frac{246.4}{3000} \times 100\%$	= 8.21 %
0.2 " =	$\frac{396.0}{4500} \times 100\%$	= 8.80 %
C B R DESIGN = 8.21 %		



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **18.09** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.575** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG LANAU WARNA COKLAT KEABU-ABUAN

Sample No. : 8. STA. 7+000

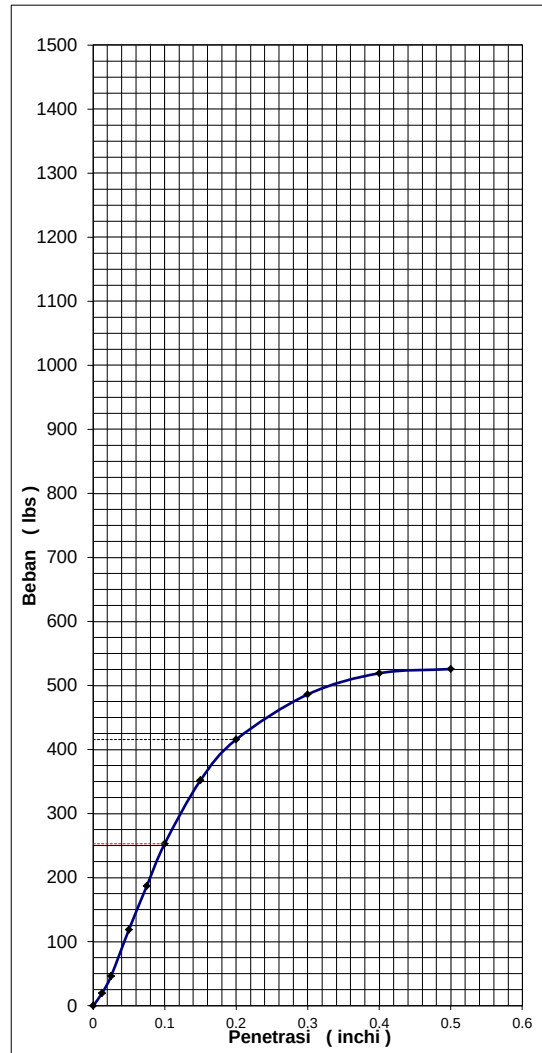
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11298.7	gr
Berat Cetakan	:	7116	gr
Brt tanah dalam cetakan	:	4182.7	gr
Brt tanah kering	:	3539.38	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.602	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.894	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	48.0	
Swelling	:	0.480	mm
Prosentase Swelling	:	0.384	%
Kadar Air (Wc)	:	18.18	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	115.34	118.65
Brt cawan + tnh kering (gr) =	104.16	104.42
Brt cawan (gr) =	42.65	41.88
Brt air (gr) =	11.18	14.23
Brt tanah kering (gr) =	61.51	62.54
Kadar Air (Wc) (%) =	18.18	22.75

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	9	19.80
0.0250	21	46.20
0.0500	54	118.80
0.0750	85	187.00
0.1000	115	253.00
0.1500	160	352.00
0.2000	189	415.80
0.3000	221	486.20
0.4000	236	519.20
0.5000	239	525.80

NILAI C B R (RENDAMAN)				
0.1 " =	$\frac{253.0}{3000}$	x 100%	=	8.43 %
0.2 " =	$\frac{415.8}{4500}$	x 100%	=	9.24 %
C B R DESIGN		=	8.43	%



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **18.17** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.601** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

JENIS MATERIAL : PASIR LANAU WARNA COKLAT.

Sample No. : 9. STA. 8+000

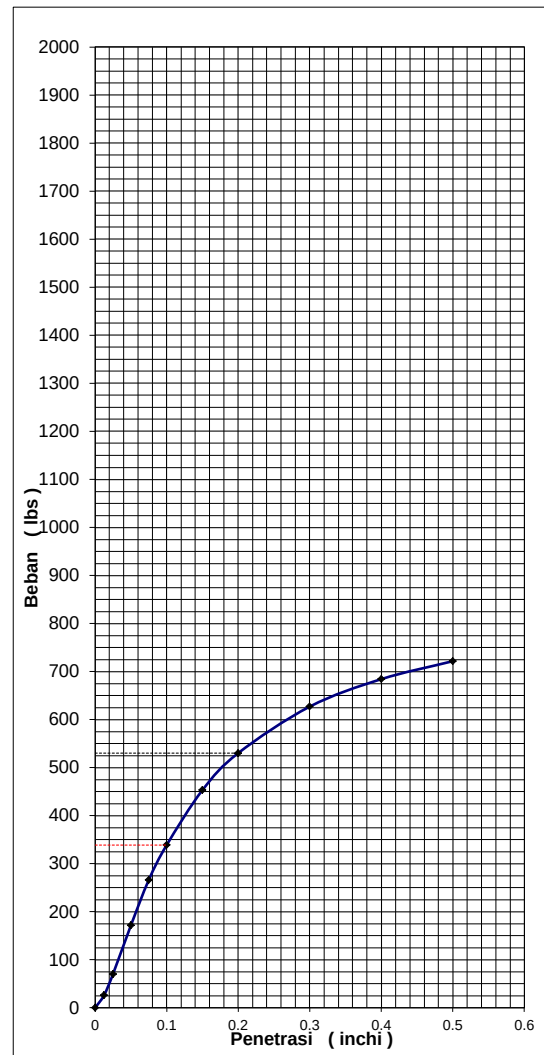
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11303.3	gr
Berat Cetakan	:	6995	gr
Brt tanah dalam cetakan	:	4308.3	gr
Brt tanah kering	:	3763.57	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.704	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.951	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	12.0	
Swelling	:	0.120	mm
Prosentase Swelling	:	0.096	%
Kadar Air (Wc)	:	14.47	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	119.33	121.36
Brt cawan + tnh kering (gr) =	109.32	108.42
Brt cawan (gr) =	40.16	40.25
Brt air (gr) =	10.01	12.94
Brt tanah kering (gr) =	69.16	68.17
Kadar Air (Wc) (%) =	14.47	18.98

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	12	26.40
0.0250	32	70.40
0.0500	78	171.60
0.0750	121	266.20
0.1000	154	338.80
0.1500	206	453.20
0.2000	241	530.20
0.3000	285	627.00
0.4000	311	684.20
0.5000	328	721.60

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{338.8}{3000} \times 100\%$	=	11.29 %
0.2 " =	$\frac{530.2}{4500} \times 100\%$	=	11.78 %
C B R DESIGN		=	11.29 %



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **14.46** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.703** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

JENIS MATERIAL : LEMPUNG WARNA COKLAT TERANG.

Sample No. : 10. STA. 9+000

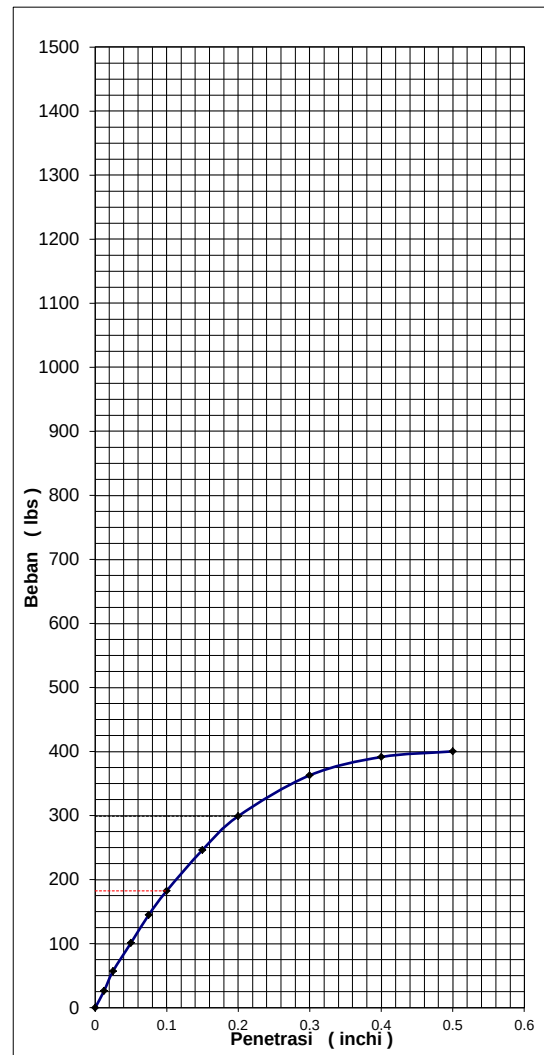
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	10957.3	gr
Berat Cetakan	:	6782	gr
Brt tanah dalam cetakan	:	4175.3	gr
Brt tanah kering	:	3529.53	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.598	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.890	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	61.0	
Swelling	:	0.610	mm
Prosentase Swelling	:	0.488	%
Kadar Air (Wc)	:	18.30	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	120.52	121.76
Brt cawan + tnh kering (gr) =	108.32	106.62
Brt cawan (gr) =	41.64	41.17
Brt air (gr) =	12.20	15.14
Brt tanah kering (gr) =	66.68	65.45
Kadar Air (Wc) (%) =	18.30	23.13

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	12	26.40
0.0250	26	57.20
0.0500	46	101.20
0.0750	66	145.20
0.1000	83	182.60
0.1500	112	246.40
0.2000	136	299.20
0.3000	165	363.00
0.4000	178	391.60
0.5000	182	400.40

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{182.6}{3000} \times 100\%$	=	6.09 %
0.2 " =	$\frac{299.2}{4500} \times 100\%$	=	6.65 %
C B R DESIGN		=	6.09 %



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **18.28** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.597** gr/cm³



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH & BATUAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP -

Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya (60111)

Telp.: 031-5928601, 5994251-55 Pesw. 1140, Fax. 031-5928601

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

JENIS MATERIAL : LEMPUNG WARNA COKLAT.

Sample No. : 11. STA. 10+000

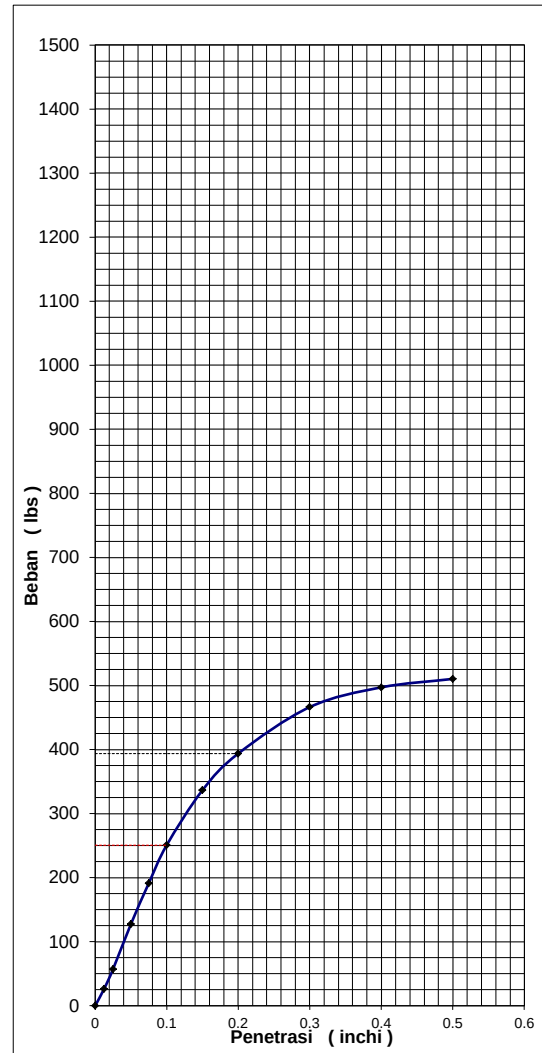
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11137.5	gr
Berat Cetakan	:	6889	gr
Brt tanah dalam cetakan	:	4248.5	gr
Brt tanah kering	:	3683.52	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.668	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.923	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	57.0	
Swelling	:	0.570	mm
Prosentase Swelling	:	0.456	%
Kadar Air (Wc)	:	15.34	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	122.61	120.46
Brt cawan + tnh kering (gr) =	111.74	107.60
Brt cawan (gr) =	40.87	43.21
Brt air (gr) =	10.87	12.86
Brt tanah kering (gr) =	70.87	64.39
Kadar Air (Wc) (%) =	15.34	19.97

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	12	26.40
0.0250	26	57.20
0.0500	58	127.60
0.0750	87	191.40
0.1000	114	250.80
0.1500	153	336.60
0.2000	179	393.80
0.3000	212	466.40
0.4000	226	497.20
0.5000	232	510.40

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{250.8}{3000}$	x 100% =	8.36 %
0.2 " =	$\frac{393.8}{4500}$	x 100% =	8.75 %
C B R DESIGN =		8.36	%



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **15.33** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.667** gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1883-73 ; AASHTO T-193-81 ; SNI. 03-1744-1989

KLIEN : PT. KRIDA PRATAMA ADHICPTA

Diuji Tanggal : 10 Agust. 2015

PROYEK : PAKET PR-10 PERENCANAAN TEKNIK PEMBANGUNAN JALAN PANGGUL-
MUNJUNGAN (PANSELA) TA - TH. 2015

Diuji Oleh : Endro Cs.

LOKASI : RUAS PANGGUL - MUNJUNGAN (AWAL DARI MUNJUNGAN)

Diperiksa oleh : Ir. Gani, MT.

JENIS MATERIAL : PASIR LANAU WARNA COKLAT.

Sample No. : 12. STA. 10+600

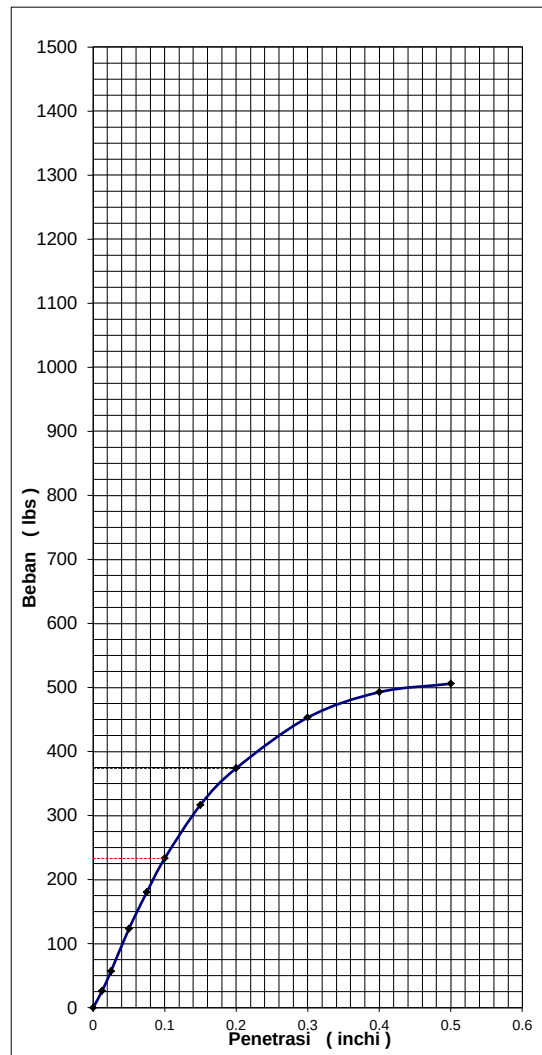
Volume Cetakan	:	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	:	11285.2	gr
Berat Cetakan	:	7028	gr
Brt tanah dalam cetakan	:	4257.2	gr
Brt tanah kering	:	3668.50	gr
Brt / vol kering γ_d	:	1.661	gr/cc
Brt / vol tanah, (γ_t)	:	1.927	gr/cc
Tinggi sample	:	12.500	cm
Skala dial	:	0.010	mm
Bacaan dial	:	0.0	
Swelling	:	0.000	mm
Prosentase Swelling	:	0.000	%
Kadar Air (Wc)	:	16.05	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah (gr) =	124.67	122.36
Brt cawan + tnh kering (gr) =	113.40	108.43
Brt cawan (gr) =	43.17	41.62
Brt air (gr) =	11.27	13.93
Brt tanah kering (gr) =	70.23	66.81
Kadar Air (Wc) (%) =	16.05	20.85

KALIBRASI PROVING RING		
1 divisi =	2.2	lbs
1 divisi =	0.998	Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. DIAL	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	12	26.40
0.0250	26	57.20
0.0500	56	123.20
0.0750	82	180.40
0.1000	106	233.20
0.1500	144	316.80
0.2000	170	374.00
0.3000	206	453.20
0.4000	224	492.80
0.5000	230	506.00

NILAI C B R (RENDAMAN)			
0.1 " =	$\frac{233.2}{3000} \times 100\%$	=	7.77 %
0.2 " =	$\frac{374.0}{4500} \times 100\%$	=	8.31 %
C B R DESIGN		=	7.77 %



Keterangan :

- Modified Proktor Test. **56 X** Tumbukan
- Optimum Moisture Content (OMC) = **16.04** %
- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = **1.660** gr/cm³

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode trip assignment diperoleh jumlah kendaraan yang akan beralih menggunakan trase rencana sebesar 58%.
2. Panjang trase jalan rencana adalah 15.771 km dengan elevasi tertinggi adalah 156.67 dan elevasi terendah 94.169.
3. Trase rencana terdiri dari 45 t ikungan *spiral circle spiral* dengan kondisi medan pegunungan yang didesain dengan bantuan program *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion*. Jumlah alinemen vertikal pada trase rencana ini adalah 87 lengkung vertikal yang terdiri dari 44 lengkung vertikal cembung dan 43 l engkung vertikal cekung. Perhitungan panjang lengkung menggunakan AASHTO 1990 jarak pandangan henti dan jarak pandangan menyiap tergantung dari kondisi medan jalan dan kontur. Serta kelandaian maksimum yang direncanakan adalah 11% dengan jarak maksimum panjang kritis 250 m.
4. Volume galian pada perencanaan tugas akhir ini adalah 2,037,366.10 m³. Sedangkan volume timbunan ialah 413,590.52 m³.
5. Saluran drainase jalan
Saluran drainase pada sisi kedua jalan mempunyai dimensi yang berbeda karena sisi sebelah kiri bersebelahan dengan lereng maka air yang dari lereng mengalir ke saluran jalan. Penampang saluran adalah trapesium dengan material tanah asli.
Saluran kiri:
 - Tipe I : 1.1 m x 1.1 m ; z = 1.5 ; w = 0.7
 - Tipe II : 0.9 m x 0.9 m ; z = 1.5 ; w = 0.7

- Tipe III : 0.8 m x 0.8 m ; z = 1.0 ; w = 0.6
- Tipe IV : 0.7 m x 0.7 m ; z = 1.0 ; w = 0.6
- Tipe V : 0.6 m x 0.6 m ; z = 1.0 ; w = 0.5
- Tipe VII : 0.4 m x 0.4 m ; z = 1.0 ; w = 0.4

Saluran kanan:

- Tipe VII : 0.4 m x 0.4 m ; z = 1.0 ; w = 0.4
- Tipe VI : 0.5 m x 0.5 m ; z = 1.0 ; w = 0.5
- Tipe VIII : 0.3 m x 0.3 m ; z = 1.0 ; w = 0.4

6. Berdasarkan peraturan Bina Marga tahun 2013, tipe perkerasan yang dipilih adalah lapisan pondasi berbutir dengan tebal perkerasan sebagai berikut:

Lapis permukaan AC WC	=	40	mm
Lapis permukaan AC Binder	=	60	mm
Lapis permukaan AC Base	=	105	mm
Lapis pondasi agregat kelas A	=	300	mm

7. Anggaran Biaya

Biaya yang akan dikeluarkan dalam pelaksanaan proyek ini sebesar Rp 179,354,441,459 terbilang "*Seratus Tujuh Puluh Sembilan Milyar Tiga Ratus Lima Puluh Empat Juta Empat Ratus Empat Puluh Satu Ribu Empat Ratus Lima Puluh Sembilan Rupiah*".

6.2 Saran

Ada beberapa saran yang dapat membantu dalam pelaksanaan proyek JLS ini yaitu sebagai berikut:

1. Sebaiknya perlu dibuat beberapa alternatif trase lagi sebagai perbandingan dan dapat dipilih trase yang terbaik.
2. Tebal perkerasan perlu dihitung kembali menggunakan metode yang lain misalnya menggunakan metode AASHTO.
3. Peninjauan lanjut pada perkuatan lereng dan dinding penahan tanah sangat perlu dilakukan.
4. Perlu adanya pengecekan secara berkala terhadap jalan dan saluran drainase agar umur rencana terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

American Association of State Highway and Transportation. 2011. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011 6th Edition*. Washington, USA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI No. 03-3424-1994*. Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997*. Jakarta

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. *Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual 2004 Pd. T-19-2004-B*. Surabaya

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Modul Ajar Rekayasa Jalan Raya (PS-1364)*. Surabaya

Kementrian Pekerjaan Umum. *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013*. Jakarta

Kementrian Pekerjaan Umum. *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota 2014*. Jakarta

Prastyanto, C. A; Kartika, A.A.G; Buana C. 2006. *Modul Ajar Kuliah Rekayasa Jalan Raya. Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ITS*. Surabaya.

Undang - Undang No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan

BIODATA PENULIS



Angki Pratiwi

Penulis dilahirkan di Surabaya 27 Juli 1993, merupakan anak ketiga dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Budi Dharma (Surabaya), SD Budi Dharma (Surabaya), SMP Negeri 12 (Surabaya), SMA Negeri 6 (Surabaya). Setelah lulus dari SMA Negeri 6 Surabaya tahun 2011, Penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di Jurusan Diploma III Teknik

Sipil FTSP-ITS pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 3111 030 019. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Kemudian setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil FTSP-ITS, penulis mengikuti ujian masuk Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS dan diterima di Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 3114 105 042.