



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC090392

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN PASURUAN-PILANG STA 14+650 - 17+650 PROPINSI JAWA TIMUR

MUHAMMAD NURSASLI
NRP 3109038009

Dosen Pembimbing
Ir. AGUNG BUDIPRIJANTO, M.Eng. PhD
NIP . 19620328 198803 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2012



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC090392

**REDESIGN OF BETTERMENT ROAD
PASURUAN-PILANG STA 14+650 - 17+650
EAST JAVA PROVINCE**

MUHAMMAD NURSASLI
NRP 3109038009

Dosen Pembimbing
Ir. AGUNG BUDIPRIJANTO, M.Eng. PhD
NIP . 19620328 198803 1 001

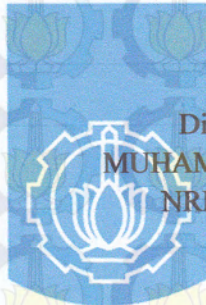
DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2012

**PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
PASURUAN-PILANG STA 14+650 - STA 17+650
PROPINSI JAWA TIMUR**

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada

Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya



Disusun Oleh :
MUHAMMAD NURSASLI
NRP. 3109038009

Teknologi
Sepuluh Nopember

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :

Surabaya, 16 Juli 2012



IE. AGUNG BUDIPRIJANTO, M.Eng, PhD

NIP. 19620328 198803 1001

PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN PASURUAN-PILANG STA 14+650 - 17+650 PROPINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Muhammad Nursasli
NRP : 3109038009
Jurusan : Teknik Sipil dan Perencanaan
Dosen Pembimbing: Ir. Agung Budiprijanto, M.Eng. PhD
NIP : 19620328 198803 1 001

Abstrak

Ruas jalan Pasuruan-Pilang merupakan salah satu jalan yang ada di jalur Pantura (Pantai Utara) yang menghubungkan Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo. Jalan Pasuruan-Pilang merupakan jalan Nasional yang setiap harinya dilalui oleh kendaraan-kendaraan berat angkutan barang. Dalam proyek akhir jalan Pasuruan-Pilang ditinjau apakah masih memenuhi untuk sepuluh tahun kedepan.

Pada analisa perencanaan kapasitas menggunakan Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (MKJI) tahun 1997 , Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Pd T – 05 – 2005 – B ,Perencanaan saluran drainase menggunakan (SNI 03 – 3434 – 1994) dan untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) menggunakan analisa harga satuan Pemerintah Provinsi Jawa Timur.

Dari hasil perencanaan dengan umur rencana 10 tahun dengan awal umur rencanana tahun 2012 dan pada akhir umur rencana tahun 2021 diperoleh $D_s = 1,5$ sehingga perlu dilakukan pelebaran dari 7 m menjadi 12 m dan ketebalan perkerasan untuk pelebaran yaitu lapisan laston (MS744) setebal 13 cm, Pondasi

atas dengan batu pecah kelas A (CBR 100%) setebal 25 cm, dan podansi bawah sirtu kelas B (CBR 50%) setebal 30 cm. Dari hasil data lendutan diperlukan lapis tambah (overlay) menggunakan bahan lapis permukaan Laston MS 744 setebal 9 cm. Untuk saluran drainase menggunakan pasangan batu kali dengan penampang segi empat dan untuk perhitungan RAB didapat Rp 16,492,041,000 (Enam Belas Miliar Empat Ratus Sembilan Puluh Dua Juta Empat Puluh Satu Ribu Rupiah)

Dari hasil perencanaan diatas diharapkan dapat melayani lalulintas sesuai dengan umur rencana yang di rencanakan.

FINAL PROJECT

REDESIGN OF BETTERMENT ROAD PASURUAN-PILANG STA 14+650 - 17+650 EAST JAVA PROVINCE

Composed By:

Student : Muhammad Nursasli
NRP : 3109038009
Department : Civil Engineering
Counsellor Lecturer : Ir. Agung Budiprijanto, M.Eng. PhD
NIP : 19620328 198803 1 001

Abstrak

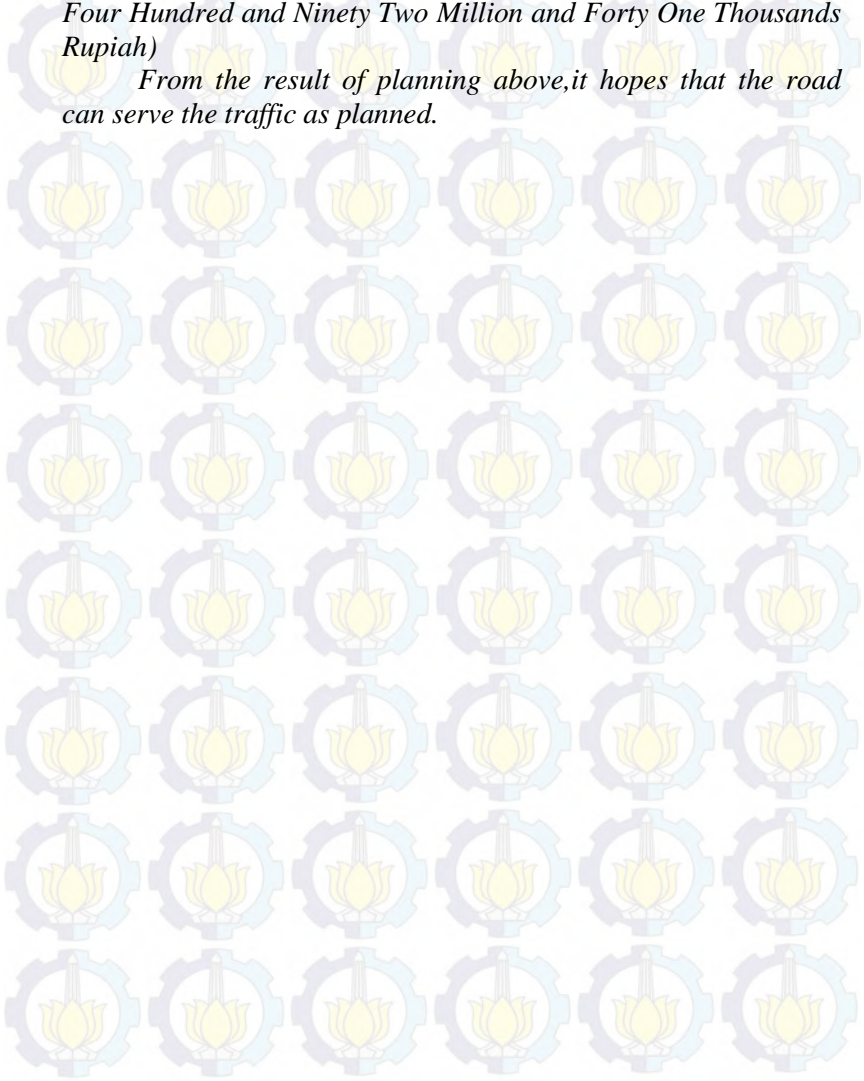
Section of Pasuruan-Pilang is road in Pantura which connect Pasuruan regency and Probolinggo regency. Pasuruan-Pilang is state road with daily traffic passed by heavy vehicles for good transportation. In this final project we will review Pasuruan-Pilang road for next ten year.

Analysis of capacity planning using Method based on Indonesia Highway Capacity Manual, Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (MKJI) year 1997 , Planning of thick layer (Overlay) using intrusion planning of thick hardenig flexible road by Deflection Method Pd T – 05 – 2005 – B ,for the planning of drainage, it refers to (SNI 03 – 3434 – 1994) and for budget of work estimate, it is used the analysis unit price (RAB) from East Java Province.

From the planning with the age of 10 years planning (2021) can be found that the value of DS = 1,5 so need to widen the road from 7 m to 12 m with layer thickness of Asphalt Concrete 13 cm, Agregat Class A 25 cm and Sirtu Class B 30 cm. The result of deflction this road need planning of thick layer (overlay) with Laston MS 744 thickness 9 cm and for the dimension of drainage it will used river stones stucture with base

rectangular shape and for the estimate of work budget of the whole works in this project is Rp 16,492,041,000 (Sixteen Billion Four Hundred and Ninety Two Million and Forty One Thousands Rupiah)

From the result of planning above, it hopes that the road can serve the traffic as planned.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmatnya kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Pasuruan-Pilang STA 14+650 s/d17+650 Provinsi Jawa Timur” ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penyusunan Proyek Akhir ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum Proyek Akhir Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, dukungan dan bantuan kepada:

1. Bapak Ir. Agung Budiprijanto, M.Eng, PhD selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar dan penuh pengertian membimbing kami dalam menyusun Tugas Akhir
2. Bapak Ir. Boedi Wibowo, CES selaku Dosen Wali
3. Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa yang tak ada habisnya
4. Teman-teman dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian Proyek Akhir ini

Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga dibutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Proyek akhir ini. Akhir kata semoga proyek tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan.

Surabaya, ... Juli 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Lokasi Proyek	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Analisa Kapasitas Jalan.....	5
2.1.1 Kapasitas Dasar	5
2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_w)	6
2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{SP})	7
2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	8
2.1.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan .	9
2.1.6 Analisa derajat kejenuhan (DS)	10
2.2 Menentukan Tebal Perkerasan	12
2.2.1 Menentukan DDT, dengan melihat korelasi	

	DDT dengan CBR pada nomogram	12
2.2.2	Menentukan umur rencana	12
2.2.3	Menentukan jumlah jalur dan koefisien Distribusi	12
2.2.4	Angka ekivalen dari suatu beban sumbu Kendaraan	13
2.2.5	LHR rencana dan akhir umur rencana	14
2.2.6	Faktor Regional	14
2.2.7	LEP (lintas ekivalen permulaan)	14
2.2.8	LEA (lintas ekivalen akhir)	14
2.2.9	LET (lintas ekivalen tengah)	15
2.2.10	LER (lintas ekivalen rencana)	15
2.2.11	Indeks Permukaan (IP)	15
2.2.12	Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	16
2.2.13	Menentukan koefisien kekuatan relative	17
2.2.14	Tebal minimum perkerasan	18
2.3	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)	19
2.3.1	Metode Analisa Lendutan	19
2.3.2	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)	20
2.3.3	Faktor Umur Rencana	21
2.3.4	Akumulasi Ekivalen Beban Sumbu Standar (CESA)	22
2.3.5	Keseragaman Lendutan	23
2.3.6	Lendutan Rencana (D rencana)	23
2.3.7	Lendutan Wakil (Dwakil)	24
2.3.8	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah	25
2.4	Kontrol geometrik	26
2.4.1	Alinyemen Horizontal	26
2.4.2	Alinyemen Vertikal	29
2.5	Saluran Tepi Jalan (Drainase)	31
2.5.1	Analisa Hidrologi	32
2.5.2	Dimensi Saluran Tepi	37
2.6	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	41
BAB III METODOLOGI		43

3.1	Persiapan	43
3.2	Pengumpulan data	43
3.3	Survey Lokasi	44
3.4	Analisa dan Pengolahan Data.....	44
3.5	Merencanakan Saluran Tepi.....	45
3.6	Gambar Rencana	45
3.7	Perhitungan RAB	45
3.8	Kesimpulan	45
	Bagan Metodologi	46

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA PERHITUNGAN.....

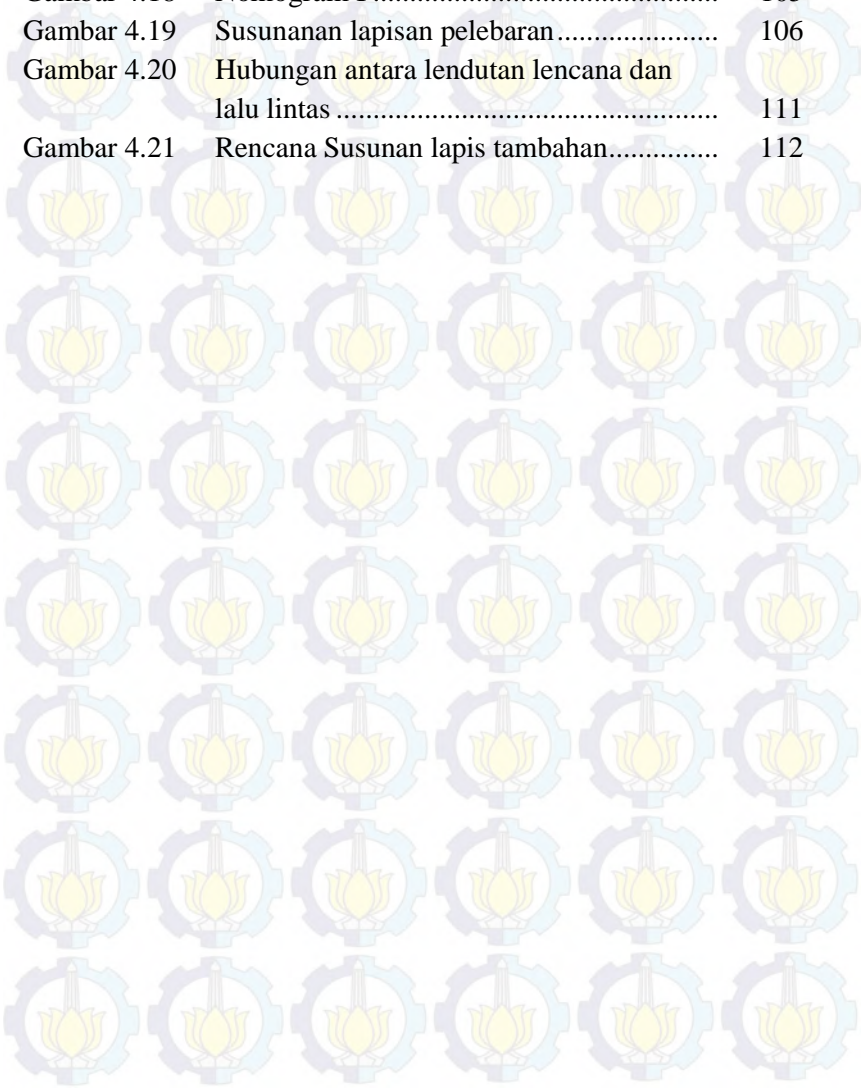
4.1	Umum	47
4.2	Peta lokasi	47
4.3	Geometri Jalan	48
4.4	Data Lalu Lintas	49
4.5	Data Struktur Tanah	50
4.6	Data Benkelmen Beam	51
4.7	Data curah hujan	52
4.8	Pengolahan Data	52
4.8.1	Kontrol Geometrik Jalan	53
4.8.2	Data Jumlah kendaraan bermotor	67
4.8.3	Data CBR	86
4.8.4	Perhitungan data Benkelmen Beam	87
4.8.5	Perhitungan Data Curah Hujan	89
4.9	Perhitungan Angka Ekvivalen	91
4.10	Analisa Kapasitas Pada Kondisi Geometrik Eksisting	96
4.11	Analisa Kapasitas Pada Kondisi Pelebaran Jalan	98
4.12	Perencanaan tebal perkerasan jalan berdasarkan lalu lintas harian rata-rata awal umur rencana tahun 2012	100
4.13	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan	107

4.14	Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA).	109
4.15	Perencanaan Drainase	112
4.16	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	121
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		135
5.1	KESIMPULAN	135
5.2	SARAN.....	136
PENUTUP		
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi	3
Gambar 2.1	Hubungan antara lendutan lencana dan lalu lintas	24
Gambar 2.2	Grafik Tebal Lapis Tambah	25
Gambar 2.3	Grafik Faktor Koreksi Overlay	26
Gambar 2.4	Alinyemen Full Circle.....	28
Gambar 2.5	Lengkung Spiral – Circle - Spiral	29
Gambar 2.6	Lengkung Vertical Cembung	29
Gambar 2.7	Lengkung Vertikal Cekung	30
Gambar 2.8	Kurva Basis	37
Gambar 2.9	Kemiringan Saluran.....	38
Gambar 2.10	Penampang Saluran.....	39
Gambar 3.1	Bagan Alir Metodologi.....	46
Gambar 4.1	Peta Lokasi Proyek.....	48
Gambar 4.2	Lokasi Proyek Pasuruan-Pilang	48
Gambar 4.3	Grafik pertumbuhan Motor	68
Gambar 4.4	Grafik pertumbuhan Sedan/Jeep	69
Gambar 4.5	Grafik pertumbuhan Pick Up	70
Gambar 4.6	Grafik pertumbuhan Mikro Truk.....	72
Gambar 4.7	Grafik pertumbuhan Bus Kecil	73
Gambar 4.8	Grafik pertumbuhan Bus Besar	74
Gambar 4.9	Grafik pertumbuhan Truk 3/4	76
Gambar 4.10	Grafik pertumbuhan Truk 2 sumbu.....	77
Gambar 4.11	Grafik pertumbuhan Truk 3 sumbu.....	78
Gambar 4.12	Grafik pertumbuhan Truk gandeng.....	80
Gambar 4.13	Grafik pertumbuhan Semi Trailer	81
Gambar 4.14	Grafik CBR	86
Gambar 4.15	Grafik Benkelmen Beam.....	89
Gambar 4.16	Kurva Basis	91

Gambar 4.17	Korelasi DDT dan CBR	104
Gambar 4.18	Nomogram I	105
Gambar 4.19	Susunan lapisan pelebaran	106
Gambar 4.20	Hubungan antara lendutan lencana dan lalu lintas	111
Gambar 4.21	Rencana Susunan lapis tambahan.....	112

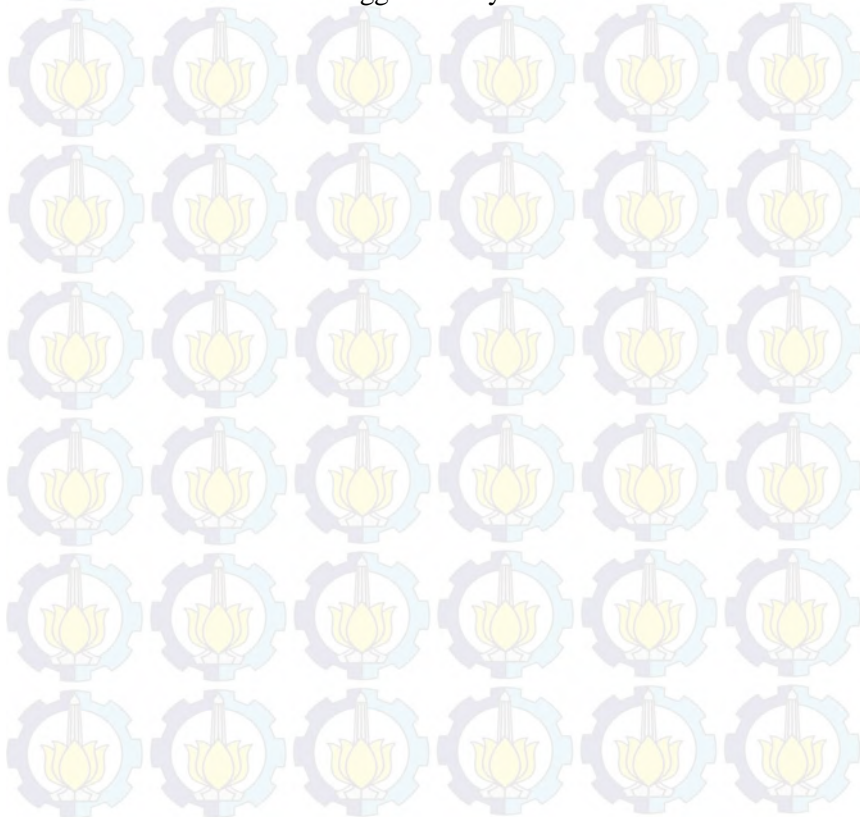


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kapasitas dasar pada jalan perkotaan 4-lajur 2-arah tak terbagi (4/2UD).....	5
Tabel 2.2	Pembagain Tipe Alinyemen	6
Tabel 2.3	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).....	7
Tabel 2.4	Faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCsp)	8
Tabel 2.5	Kelas Hambatan Samping.....	8
Tabel 2.6	Faktor penyesuaian Kapasitas akibat hambatan samping (FCsf) Jalan dengan Kerb	9
Tabel 2.7	Ekivalen Mobil Penumpang untuk jalan 2/2 UD	11
Tabel 2.8	Jumlah Lajur kendaraan	12
Tabel 2.9	Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana...	13
Tabel 2.10	Angka Ekivalen Beban Sumbu.....	13
Tabel 2.11	Penentuan Faktor Regional	14
Tabel 2.12	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)	15
Tabel 2.13	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)	16
Tabel 2.14	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	17
Tabel 2.15	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan	21
Tabel 2.16	Hubungan Faktor Umur Rencana Dengan Perkembangan Lalu lintas	22
Tabel 2.17	Harga R min kelengkungan	27
Tabel 2.18	Harga R Minimum Kecepatan Rencana	27
Tabel 2.19	Kemiringan Melintang dan Perkerasan bahu jalan.....	31
Tabel 2.20	Hubungan kemiringan selokan samping dan Jenis material	32
Tabel 2.21	Hubungan kondisi permukaan tanah dengan Koefisien hambatan	34
Tabel 2.22	Kecepatan Aliran yang diijinkan berikan jenis material.....	34
Tabel 2.23	Hubungan kondisi permukaan tanah dan	

	Koefisien pengaliran	35
Tabel 2.24	Hubungan kemiringan selokan samping dan Jenis material	38
Tabl 2.25	Harga n untuk Rumus Manning	40
Tabel 4.1	Data LHR 2010	49
Tabel 4.2	Data LHR 2008-2010.....	50
Tabel 4.3	Nilai CBR.....	50
Tabel 4.5	Data Lendutan Balik BB	51
Tabel 4.6	Data Curah Hujan	52
Tabel 4.7	Perbedaan Bada Tinggi	58
Tabel 4.8	Pertumbuhan Sepeda Motor	67
Tabel 4.9	Persamaan Regresi Sepeda Motor.....	68
Tabel 4.10	Pertumbuhan Sedan dan Jeep	69
Tabel 4.11	Persamaan Regresi Sedan, Jeep	69
Tabel 4.12	Jumlah Pick up.....	70
Tabel 4.13	Persamaan Regresi Pick Up	71
Tabel 4.14	Jumlah Mikro Bus.....	71
Tabel 4.15	Persamaan Regresi Mikro Bus.....	72
Tabel 4.16	Jumlah Bus Kecil	73
Tabel 4.17	Persamaan Regresi Bus Kecil	73
Tabel 4.18	Jumlah Bus Besar	74
Tabel 4.19	Persamaan Regresi Bus Besar.....	75
Tabel 4.20	Jumlah Tuck Ringan	75
Tabel 4.21	Persamaan Regresi truck Ringan	76
Tabel 4.22	Jumlah Truck sedang	77
Tabel 4.23	Persamaan Regresi Truck sedang	77
Tabel 4.24	Jumlah Truck 3 sumbu	78
Tabel 4.25	Persamaan Regresi Truck 3 sumbu	79
Tabel 4.26	Jumlah truk gandeng.....	79
Tabel 4.27	Persamaan Regresi truk gandeng	80
Tabel 4.28	Jumlah semi trailer	82
Tabel 4.29	Persamaan Regresi semi trailer	83
Tabel 4.30	Rekapitulasi pertumbuhan kendaraan 2012.....	84
Tabel 4.31	Rekapitulasi smp 2012	85

Tabel 4.32	Perhitungan CBR	86
Tabel 4.33	Perhitungan Data BB	87
Tabel 4.34	Perhitungan Data Curah Hujan	90
Tabel 4.35	Rekapitulasi Angka Ekuivalen.....	96
Tabel 4.36	Perhitungan Beda Tinggi	96
Tabel 4.37	Derajat Kejenuhan	97
Tabel 4.38	DS setelah pelebaran.....	99
Tabel 4.39	Daftar Harga Satuan.....	125
Tabel 4.40	Analisa Harga Satuan.....	126
Tabel 4.41	Rencana Anggaran Biaya.....	133





Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pertumbuhan lalu lintas yang tinggi di Jalur Pantura (Pantai Utara) sebagai urat nadi perekonomian di Pulau Jawa khususnya di ruas jalan Pasuruan-Pilang pada saat ini tak terhindarkan. Penurunan kapasitas jalan dan pertumbuhan arus lalu lintas yang tinggi dapat menyebabkan kondisi jalan rusak dan mengakibatkan kemampuan pelayanan jalan menurun.

Disamping itu juga umur rencana jalan tersebut tidak tercapai dari segi kualitas perkerasan, terutama untuk daerah pantura khususnya ruas jalan Pasuruan-Pilang dimana persentase untuk kendaraan-kendaraan berat juga meningkat. Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengambil judul Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Pasuruan-Pilang sebagai tugas akhir.

Panjang keseluruhan ruas jalan Pasuruan-Pilang adalah 32,808 km dimulai dari Jalan Ir. Juanda persimpangan jalan lingkar selatan pelabuhan pasuruan Km 62+080 sampai dengan desa pilang probolinggo km 94+800. Pada tugas akhir ini penulis mengambil dari STA 14+650 yang berlokasi di dekat Pusat Latihan Menembak Marinir TNI AL Desa Alas Tlogo Pasuruan sampai dengan STA 17+650 yang berlokasi di dekat Jembatan Timbang Sedarum Nguling Pasuruan

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan segmen jalan untuk umur rencana 10 tahun.

2. Berapa ketebalan lapis ulang (*overlay*) yang diperlukan untuk umur rencana jalan 10 tahun.
3. Bagaimana kontrol geometric jalan (*long section* dan *cross section*) untuk hasil perencanaan.
4. Bagaimana menghitung perencanaan drainase jalan raya, jika jalan tersebut diperlebar.
5. Berapa besar anggaran biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, batasan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Tidak merencanakan bangunan pelengkap (jembatan, gorong-gorong)
2. Tidak melakukan penyelidikan tanah dan survei lalu lintas
3. Tidak merencanakan geometrik jalan
4. Tidak merencanakan dan menghitung waktu penyelesaian pekerjaan

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

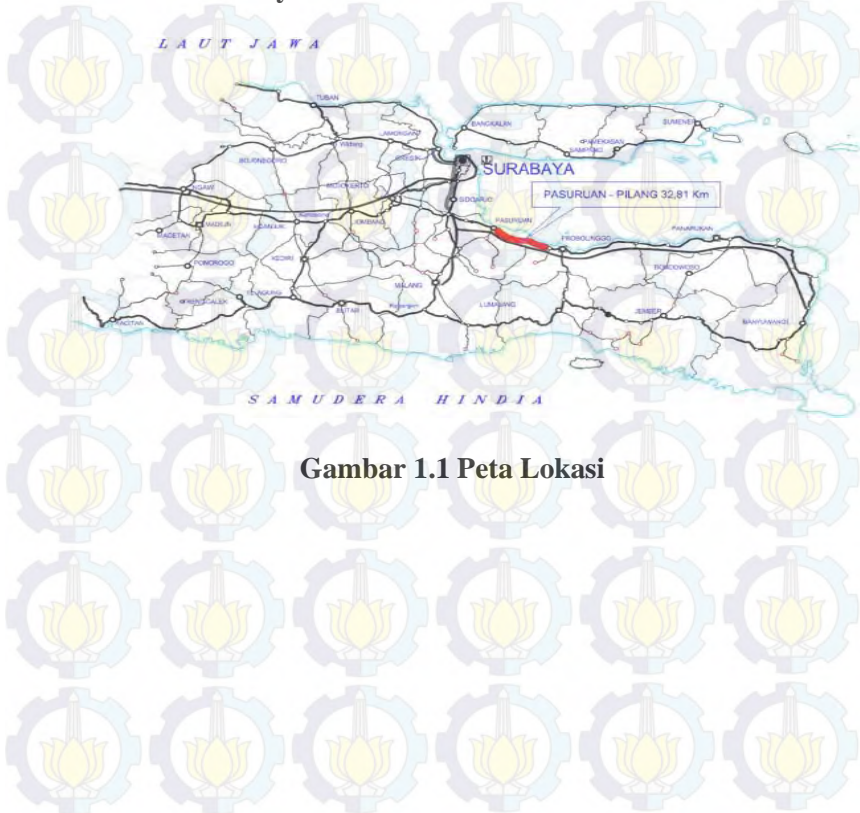
1. Menganalisis kebutuhan pelebaran
2. Menganalisis tebal lapis perkerasan ulang jalan (*overlay*) pada konstruksi pelebaran untuk umur rencana 10 tahun
3. Mengontrol geometric jalan pada segmen jalan yang dilaksanakan
4. Menghitung dimensi saluran tepi jalan drainase
5. Perhitungan rencana anggaran biaya total peningkatan

1.5 Manfaat

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah:

1. Dapat mengetahui dan melakukan analisis tentang perencanaan jalan khususnya peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur
2. Mampu mendesain proyek peningkatan jalan
3. Mampu menghitung anggaran biaya dan proyek peningkatan jalan

1.6 Lokasi Proyek



Gambar 1.1 Peta Lokasi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penyusunan tugas akhir suatu perencanaan peningkatan ruas jalan dibutuhkan analisis sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data. Dari analisis tersebut, maka dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan kami sebagai berikut:

2.1 Analisis Kapasitas Jalan

Analisis kapasitas jalan bertujuan menentukan peningkatan jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan 10 tahun yang akan datang sesuai perencanaan. Untuk pelebaran jalan maka diperlukan langkah-langkah analisis kapasitas sebagai berikut:

2.1.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan segmen jalan pada suatu kondisi yang telah ditentukan pada sebelumnya (kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan geometrik jalan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Tabel yang digunakan untuk perhitungan kapasitas dasar antara lain:

**Tabel 2.1 Kapasitas dasar pada jalan luar kota
2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD)**

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar Total kedua arah (smp/jam/lajur)
Dua-lajur tak-terbagi	
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-65.

Penggolongan tipe medan/alinyemen sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, medan dibagi

atas 3 jenis yang dibedakan oleh besarnya kemiringan medan dalam arah yang kira-kira tegak lurus as jalan.

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh naik/turun lengkung vertikal dan jumlah lengkung horisontal sepanjang jalan. Untuk menentukan lengkung horisontal dan lengkung vertikal dipakai rumus sebagai berikut :

$$\rightarrow \text{Alinyemen vertikal} \\ \frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}} \text{ (m/km) } \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\rightarrow \text{Alinyemen horisontal} \\ \frac{\sum \Delta}{360} \times 2\pi \text{ rad} \\ \frac{\sum \Delta}{\sum \text{Panjang Jalan}} \text{ (rad/km) } \dots \dots \dots (2.2)$$

Pengelompokan medan dan kemiringan medan yang terjadi pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Pembagian Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Lengkung Vertikal (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
Datar	<10	<1.0
Bukit	10-30	1.0-2.5
Gunung	>30	>2.5

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-23.

2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw).

Menetapkan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas (FCw). Dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk

menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (FCw) berdasarkan tabel 2.3.

Tabel 2.3 Faktor penyesuaian kapasitas akibat Lebar jalur lalu lintas (FCw)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (WC) (m)	FCW
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur 3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-66

2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan presentase dari arah arus total masing – masing arah. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah berdasarkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp)

Pemisah arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua Lajur 2/2	1.0	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4/2	1.0	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : MKJI Tahun 1997 untuk jalan luar kota 6-67.

2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Hambatan samping adalah pengaruh kondisi kegiatan di samping ruas jalan yang memberi dampak pada arus lalu lintas, misalnya pejalan kaki, penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya.

Tabel 2.5 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Bobot Frekuensi Dari Kejadian (kedua sisi)	Kondisi Khas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan : pertanian / belum berkembang
Rendah	L	50 -150	Pedesaan : beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	150 – 250	Kampung : kegiatan pemukiman
Tinggi	H	250 – 350	Kampung : beberapa kegiatan pasar
Sangat tingg	VH	> 350	Hampir perkotaan : banyak pasar/ kegiatan niaga

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-10.

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)			
		Lebar bahu efektif WS			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
4/2 UD	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-68.

2.1.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh: geometrik, lingkungan, lalu lintas dan lain-lain). Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan diperoleh dengan persamaan 2.3.

$$C = Co \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

C = Kapasitas

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan bahu jalan

(Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota hal 6-18).

2.1.6 Derajat Kejenuhan (DS)

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

$$DS = \frac{Q}{C} < 0,75 \quad \dots\dots\dots (\text{Pers. 2.4})$$

$$Q = \text{LHRT} \times k \times \text{emp} \quad \dots\dots\dots (\text{Pers. 2.5})$$

Dimana :

DS = *Degree of Saturated* (Derajat Kejenuhan)

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

k = Faktor volume lalu lintas jam sibuk Nilai normal = 0,11

→ Menentukan faktor k.

Faktor k adalah ratio antara arus jam rencana dan LHRT ditentukan sebesar 0,11.

→ LHRT

Adalah lalu lintas harian rata – rata tahunan dalam satuan kendaraan/jam, agar satuannya menjadi smp/jam dikalikan dengan nilai emp.

→ Menentukan emp (ekuivalen mobil penumpang) Adalah faktor dari tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan ringan antara arus campuran.

Tabel 2.7 Ekivalen Mobil Penumpang untuk jalan 2/2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar Jalur lalin (m)		
< 6 m	6-8 m	> 8 m					
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
	550	3.0	3.2	5.5	0.9	0.7	0.4
	1100	2.5	2.5	5.0	0.7	0.5	0.3
	≥ 1500	1.9	2.2	4.0	0.5	0.4	0.3

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan luar kota 6-43

Untuk kendaraan berat menengah (MHV), Bus Besar (LB), Truck Besar (LT), sepeda motor (MC), dan kendaraan ringan/mobil penumpang selalu bernilai 1,00.

Derajat kejenuhan (Ds) perlu diketahui dalam perencanaan peningkatan jalan luar kota yang sudah ada.

- Apabila $D_s > 0,75$ pada jam puncak maka jalan tersebut perlu diadakan pelebaran sedemikian rupa sehingga $D_s < 0,75$ hingga akhir umur rencana.
- Jalan Pasuruan-Pilang merupakan jalan yang menghubungkan Kabupaten Pasuruan dengan Kabupaten Probolinggo, dengan demikian jalan tersebut bisa diklasifikasikan sebagai jalan Arteri.

2.2 Menentukan Tebal Perkerasan

Tebal perkerasan suatu jalan pada umumnya diperanguhi oleh berat kendaraan yang lewat, kekuatan komponen dibawahnya, umur rencana dan material yang digunakan. Penentuan tebal perkerasan dengan bina marga, adalah sebagai berikut:

2.2.1 Menentukan DDT, dengan melihat korelasi DDT dengan CBR pada nomogram

Daya dukung tanah dasar adalah suatu besaran yang menyatakan kekuatan tanah dasar. Penentuan DDT dengan cara melihat korelasi DDT dengan CBR pada nomogram

2.2.2 Menentukan umur rencana

Umur rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan berat atau perlu diberli lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan metode analisis komponen dari bina marga adalah 10 tahun.

2.2.3 Menentukan jumlah jalur dan koefisien distribusi

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.8 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Tabel 2.9 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah lajur	Kendaraan ringan (berat total < 5 ton)		Kendaraan berat (berat total > 5 ton)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

2.2.4 Angka ekivalen dari suatu beban sumbu kendaraan

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dan daftar di bawah ini :

Angka ekivalen (E)

- Untuk sumbu tunggal :

$$\left(\frac{P(kg)}{8160}\right)^4 \dots \dots \dots (2.6)$$

- Untuk sumbu ganda :

$$0.086 \times \left(\frac{P(kg)}{8160}\right)^4 \dots \dots \dots (2.7)$$

Table 2.10 Angka Ekivalensi (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19842	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30865	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35274	14,7815	1,2712

2.2.5 LHR rencana dan akhir umur rencana

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median

2.2.6 Faktor Regional

Factor regional (FR) adalah factor setempat yang menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai factor regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada table berikut :

Tabel 2.11 Faktor Regional

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kend. berat		% Kend. berat		% Kend. berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

2.2.7 LEP (lintas ekivalen permulaan)

$$LEP = \sum LHR \text{ awal} \times C \times E \dots \dots \dots (2.8)$$

2.2.8 LEA (lintas ekivalen akhir)

$$LEP = \sum LHR \text{ akhir} \times C \times E \dots \dots \dots (2.9)$$

2.2.9 LET (lintas ekivalen tengah)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots \dots \dots (2.10)$$

2.2.10 LER (lintas ekivalen rencana)

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana, UR : Umur rencana

2.2.11 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan. Adapun beberapa nilai ip beserta artinya adalah sebagai berikut :

- IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap
- IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut daftar di bawah ini :

Tabel 2.12 Indeks permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	> 1000
	3,4 – 3,0	≤ 2000
HRA	3,9 – 3,5	> 2000
	3,4 – 3,0	≤ 2000
Burda	3,9 – 3,5	< 2000
Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan tanah	$\leq 2,4$	
Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir rencana, perlu diperharikan factor-factor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER) menurut daftar dibawah ini:

Tabel 2.13 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5-2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0-2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

2.2.12 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks tebal perkerasan (ITP) adalah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram.

Tebal perkerasan merupakan perkalian antara koefisien relative dengan tebal masing-masing.

Dapat ditulis dengan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

$a_{1,2,3}$ = koefisien kekuatan relative permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah

$D_{1,2,3}$ = tebal tiap-tiap lapis

2.2.13 Menentukan koefisien kekuatan relative

Koefisien kekuatan relative (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai marshal test, kuat tekan atau CBR.

Tabel 2.14 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0.40			744			Laston
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			Asbuton
0.31			590			
0.28			454			
0.26			340			

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0.30			340			HRA
0.26			340			Aspal macadam
0.25						Lapen (mekanis)
0.20						Lapen (manual)
	0.28		590			Laston atas
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					Lapen(mekanis)
	0.19					Lapen(mekanis)
	0.15			22		Stab. tanah dg semen
	0.13			18		
	0.15			22		
	0.13			18		Stab. tanah dg kapur
	0.14				100	Batu pecah (A)
	0.13				80	Batu pecah (B)
	0.12				60	Batu pecah (C)
		0.13			70	Sirtu (A)
		0.12			50	Sirtu (A)
		0.11			30	Sirtu (A)
		0.10			20	Tanah/lempung kepasiran

2.2.14 Tebal minimum perkerasan

a) Lapis Permukaan

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

b) Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00-7,49	20*) 10	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur Laston Atas
7,50-9,99	20 15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam Laston atas
10-12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

c) Lapis Pondasi Bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

2.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

2.3.1 Metode Analisa Lendutan

Tujuan utama dari tebal lapis tambahan (overlay) adalah untuk meningkatkan atau memperpanjang umur pelayanan jalan raya. Lapis tambahan ini dilakukan pada jalan yang sudah tidak berfungsi sebagai mana mestinya

atau kurang memenuhi syarat. Agar jalan tersebut dapat kembali berfungsi sebagai mana mestinya maka diperlukan lapis tambahan. Sebagai pedoman perencanaan lapis tambahan digunakan Pedoman Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metoda Lendutan (Pd T-05-2005-B).

Metode yang digunakan pada proyek ini adalah Metode Analisa Lendutan untuk mengetahui struktur konstruksi perkerasan jalan lama dengan menggunakan alat Benkelman Beam sebagai Surveinya.

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D_{sbl\ ov}) - \ln(D_{stl\ ov})]}{0,0597} \dots (2.13)$$

Dimana:

H_o = Tebal lapis tambah sebelum koreksi

$D_{sbl\ ov}$ = Lendutan sebelum overlay/ D_{wakil}

$D_{stl\ ov}$ = Lendutan setelah overlay/lendutan rencana

$$HT = H_o \times F_o \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

HT = Tebal lapis tambah terkoreksi

H_o = Tebal lapis tambah sebelum koreksi

F_o = Faktor koreksi

2.3.2 Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu standar

Angka Ekvivalen (E) masing – masing sumbu (setiap Kendaraan) dengan rumus:

$$E \text{ untuk STRT} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4 \dots \dots \dots (2.15)$$

$$E \text{ untuk STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots \dots \dots (2.16)$$

$$E \text{ untuk SDRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4 \dots \dots \dots (2.17)$$

$$E \text{ untuk STrRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18,45} \right]^4 \dots \dots \dots (2.18)$$

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan juga dapat ditentukan dengan tabel sebagai berikut

Tabel 2.15 Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Beban Sumbu (ton)	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

2.3.3 Faktor Umur Rencana

Faktor umur rencana dapat dihitung dengan gambar atau rumus:

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \dots (2.19)$$

Dimana:

r = Perencanaan lalu lintas

n = Umur rencana

N = faktor hubungan umur rencana

Tabel 2.16 Faktor Hubungan Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

n (tahun) \ r%	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,01	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,23	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,42	4,69	4,87
5	5,26	5,52	5,66	5,66	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	6,97	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,67	9,40	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,10	81,43	117,81	172,72

2.3.4 Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana dapat dihitung dengan rumus:

$$CESA = \sum_{Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana:

CESA= Akumulasi ekvivalen beban sumbu standar

m = Jumlah masing – masing kendaraan

365 = Jumlah hari satu tahun

E = Ekvivalen beban sumbu

C = Koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana yang disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

2.3.5 Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambahan dapat dihitung berdasarkan panjang segmen,cara menentukan panjang segmen jalan harus dipertimbangkan keseragaman lendutan dapat dihitung dengan rumus:

$$dr = \frac{\sum d}{n} \dots \dots \dots (2.21)$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$FK = \frac{S}{dr} \times 100 \% < FK \text{ ijin} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana:

FK = Faktor keseragaman

FK_{ijin} = Faktor keseragaman yang diijinkan

dr = Lendutan rata - rata

s = Deviasi standar

d = Lendutan balik

n = Jumlah titik pemeriksaan

Faktor keseragaman:

0% - 10% Keseragaman sangat baik

11% - 20% Keseragaman baik

21% - 30% Keseragaman cukup baik

2.3.6 Lendutan Rencana (D rencana)

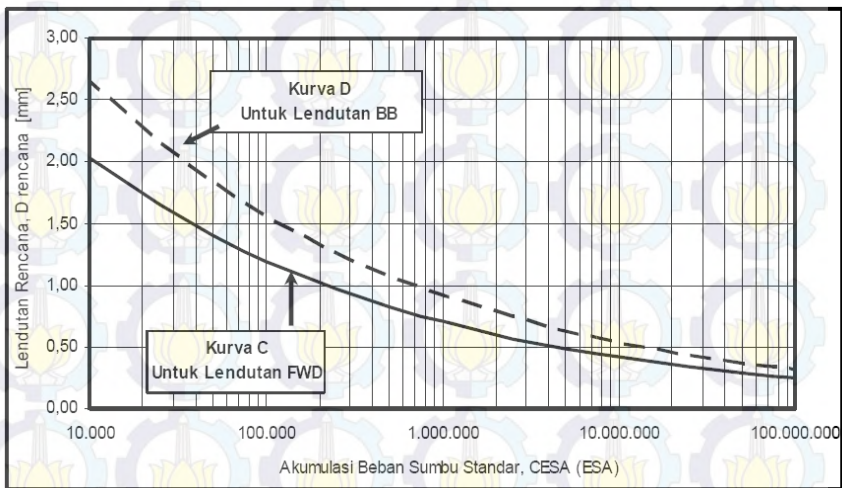
Untuk menentukan besarnya lendutan rencana suatu segmen jalan digunakan rumus:

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana:

CESA = Akumulasi ekivalen beban sumbu standa

$D_{rencana}$ = Lendutan setelah overlay /lendutan rencana



Gambar 2.1 Hubungan antara lendutan rencana dan lalu-lintas

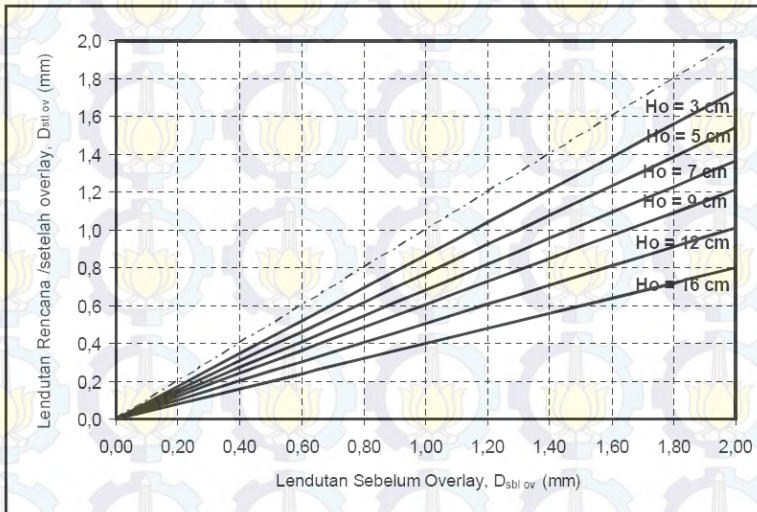
2.3.7 Lendutan Wakil (D_{wakil})

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu segmen jalan disesuaikan dengan fungsi jalan digunakan rumus:

$$D_{\text{wakil}} = dr + 2S \text{ Untuk jalan arteri / Tol (2.25)}$$

$$D_{\text{wakil}} = dr + 1,64S \text{ Untuk jalan kolektor (2.26)}$$

$$D_{\text{wakil}} = dr + 1,28S \text{ Untuk jalan lo..... (2.27)}$$



Gambar 2.2 Tebal lapis tambah/overlay (Ho)

2.3.8 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah

Tebal lapis tambah yang di peroleh adalah berdasarkan temperatur setandar 35°C, maka untuk masing masing daerah perlu dikoreksi karena memiliki temperatur rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda data untuk temperatur perkerasan rata-rata untuk setiap daerah atau kota ditunjukkan pada lampiran Sedangkan untuk faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) dapat dihitung menggunakan rumus :

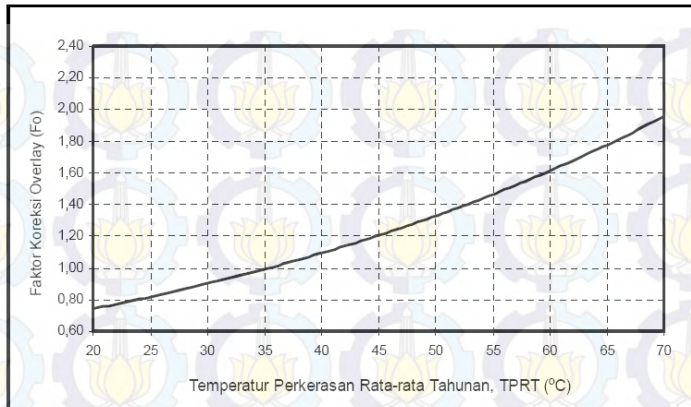
$$F_o = 0,5032 \times EXP^{(0,0194 \times TPRT)} \dots \dots \dots (2.28)$$

Dimana:

Fo = Faktor koreksi tebal lapis tambah

TPRT= Temperatur perkerasan rata –rata tahunan

Atau menggunakan grafik



Gambar 2.3 Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay (Fo)

2.4 Kontrol Geometrik

Dalam merencanakan jalan raya perlu diperhitungkan aspek kenyamanan. Untuk itu diperlukan control geometric jalan yang direncanakan untuk mengetahui jenis geometric yang pantas untuk dilaksanakan. Umumnya geometric pada jalan raya dibagi menjadi dua yaitu:

2.4.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah suatu proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Kecepatan rencana diperlukan untuk menentukan jari-jari dari lengkung yang ditetapkan pada jalan yang akan dibangun. Adapun menentukan jari-jari atau radius minimum dapat menggunakan rumus:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127(e_{max} \cdot f)} \dots \dots \dots (2.29)$$

Dimana:

R_{min} = Jari-jari tikungan minimum (m)

V_R = Kecepatan Rencana (km/jam)

e_{max} = superelevasi maximum (%)

F = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f = 0,14-0,24$)

Adapun harga Rmin adalah sebagai berikut:

Tabel 2.17 Harga Jari-Jari Kelengkungan Minimal

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{\min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Bentuk-bentuk lengkung Horizontal yaitu:

a. lengkung full circle

bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangent yang relatif kecil.

Rumus Umum:

$$T = R \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.30)$$

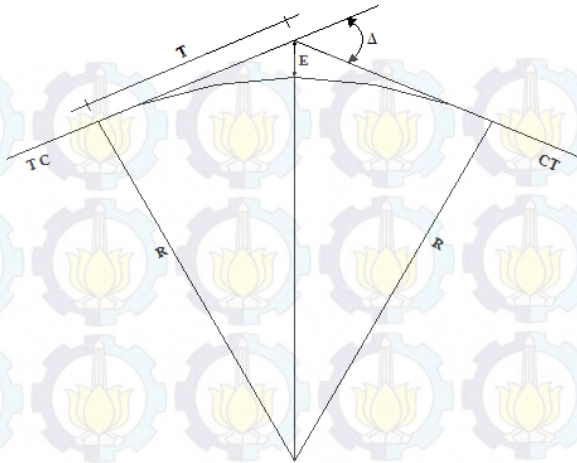
$$E = T \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.31)$$

$$LC = \frac{\pi}{180} \Delta R \dots \dots \dots (2.32)$$

Adapun table R minimum untuk kecepatan rencana lengkung full circle adalah sebagai berikut :

Tabel 2.18 R minimum untuk kecepatan rencana

Kecepatan Rencana (km/jam)	R minimum (m)
120	2000
100	1500
80	1100
60	700
50	440
40	300
30	180



Full Circle

Gambar 2.4 Alinyemen Horisontal Full Circle

- b. Lengkung Spiral Circle Spiral (S-C-S)
 Pada lengkung SCS ini dikenal dengan lengkung peralihan (Ls), yaitu lengkung yang disisipkan antara bagian lurus jalan dengan bagian lengkung jalan yang berjari-jari tetap R. Rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung ini adalah sebagai berikut:

Rumus Umum:

$$T = (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \dots \dots \dots (2.33)$$

$$ES = \frac{R + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots \dots \dots (2.34)$$

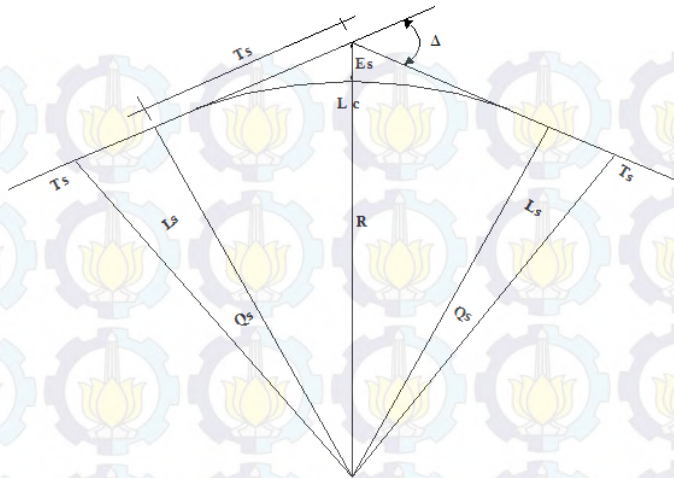
$$Lt = Lc + 2Ls \dots \dots \dots (2.35)$$

$$Lc = \frac{\Delta'}{360} 2\pi R \dots \dots \dots (2.36)$$

$$\Delta' = \Delta - 2\theta_s \dots \dots \dots (2.37)$$

Catatan: R ditentukan $> R_{min}$

Ls diketahui dari tabel



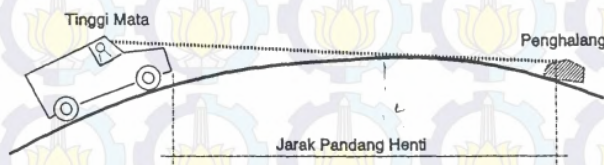
Spiral-Circle-Spiral

Gambar 2.5 Alinyemen Horizontal Spiral Circle Spiral

2.4.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Dalam alinyemen vertikal kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negative (-) bila penurunan yang ditinjau dari kiri.

a. Lengkung vertikal cembung



Gambar 2.6 lengkung vertikal cembung

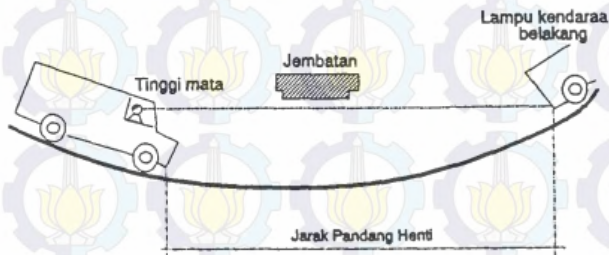
Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$):

$$L = \frac{S^2 A}{100 \times (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \dots \dots \dots (2.38)$$

Jika jarak pandang lebih panjang dari panjang lengkung vertikal ($S > L$):

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A} \dots \dots \dots (2.39)$$

b. Lengkung vertikal cekung



Gambar 2.7 lengkung vertical cekung

Jika jarak pandang lebih kecil dari panjang lengkung vertikal ($S < L$):

$$L = \frac{S^2 A}{122 + 3.5S} \dots \dots \dots (2.40)$$

Jika jarak pandang lebih panjang dari panjang lengkung vertikal ($S > L$):

$$L = 2S - \frac{122 + 3.5S}{A} \dots \dots \dots (2.41)$$

2.5 Perencanaan Drainase Saluran Tepi

Dalam perencanaan jalan baru maupun pemeliharaan jalan drainase merupakan bagian penting yang harus di perhatikan sehingga konstruksi jalan tidak cepat rusak dan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana. Dalam perencanaan jalan raya ada dua jenis drainase yaitu:

1. Drainase Permukaan
2. Drainase bawah permukaan

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

1. Menjaga agar permukaan jalan selalu tetap kering.
2. Menjaga kesetabilan bahu jalan yang disebabkan karena erosi.

Permukaan pada perkerasan maupun bahu jalan di buat miring dengan tujuan agar air dapat mengalir dari perkerasan jalan. Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2.19 Hubungan kemiringan melintang dan bahu jalan

Jenis lapis permukaan	Kemiringan melintang normal i (%)
Beraspal, beton	2-3
Japat	4-6
Kerikil	3-6
tanah	4-6

Sedangkan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.20 Hubungan kemiringan selokan samping jalan (i) dan jenis material

Jenis material	Kemiringan selokan samping i (%)
Tanah asli	0 - 5
Kerikil	5 - 7.5
Pasangan	7.5

2.5.1 Analisis Hidrologi

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan sistem drainase jalan adalah data curah hujan harian maksimum dalam satu tahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari setasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase. Jumlah data curah hujan paling sedikit 10 tahun.

b. Periode Ulang

Karakteristik hujan tertentu menunjukkan periode ulang tertentu juga. Dalam merencanakan saluran drainase tepi periode ulang yang diambil adalah 5 tahun.

Untuk menghitung periode ulang menggunakan persamaan

$$R_t = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \dots \dots \dots (2.42)$$

Dimana :

R_t = Curah hujan untuk periode ulang T tahun
(mm/jam)

\bar{R} = Tinggi hujan maksimum rata - rata

S_x = Standart deviasi

c. Intensitas Curah hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu.

$$I = \frac{90\% \cdot X_t}{4} \dots \dots \dots (2.43)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan untuk periode ulang T tahun
(mm/24 jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

S_x = Standart deviasi

d. Waktu konsentrasasi (T_c)

Waktu konsentrasasi adalah waktu yang diperlukan oleh aliran untuk mencapai lokasi drainase.

$$T_c = t_1 + t_2 \dots \dots \dots (2.44)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots \dots \dots (2.45)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V} \dots \dots \dots (2.46)$$

Dimana :

T_c = Waktu konsentrasasi

t_1 = Waktu inlet (menit)

t_2 = Waktu aliran (menit)

L_o = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan

s = Kemiringan daerah pengaliran

v = Kecepatan air rata – rata diselokan (m/dt)

Koefisien hambatan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.21 Hubungan kondisi permukaan dengan koefien hambatan

Kondisi lapis permukaan	nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0.013
2. Permukaan licin dan kedap air	0.020
3. Permukaan licin dan kokoh	0.10
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.20
5. Paadang rumput dan rerumputan	0.40
6. Hutan gundul	0.60
7. Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.60

Kecepatan rata-rata yang di iijinkan berdasarkan jenis material dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.22 Kecepatan rata-rata yang di iijinkan berdasarkan jenis material

Jenis bahan	Kepatan aliran air yang diijinkan (m/dt)
Pasir halus	0.45
Lempung kepasiran	0.50
Lanau aluvial	0.60
Kerikil halus	0.75
Lempung kokoh	0.75
Lempung padat	1.10
Kerikil kasar	1.20
Batu – batu besar	1.50
Pasangan batu	1.50
Beton	1.50
Beton bertulang	1.50

- e. Analisis Debit Aliran
Persamaan untuk menghitung debit aliran adalah:

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.47)$$

Dimana:

Q = Debit (m^3/dt)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya

$$L = L1 + L2 + L3 \dots\dots\dots (2.48)$$

Dimana:

L = Batas daerah pengaliran yang di perhitungkan

L1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan sampai tepi bahu jalan

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

Koefisien pengaliran (C) merupakan angka reduksi dari intensitas hujan, harga koefisien pengaliran untuk berbagai kondisi ditentukan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.23 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1. Jalan beton dan aspal	0.70 – 0.95
2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0.40 – 0.70
3. Bahu jalan	
- Tanah berbutir halus	0.40 – 0.65
- Tanah berbutir kasar	0.10 – 0.20
- Tanah masif keras	0.70 – 0.85
- Tanah masif lunak	0.60 – 0.75
4. Daerah perkotaan	0.70 – 0.95
5. Daerah pinggir kota	0.60 – 0.70
6. Daerah industri	0.60 – 0.90
7. Permukiman padat	0.40 – 0.60
8. Permukiman tidak padat	0.40 – 0.60
9. Taman dan kebun	0.20 – 0.40
10. Persawahan	0.45 – 0.60
11. Perbukitan	0.70 – 0.80
12. Pegunungan	0.75 – 0.90

Catatan :

Untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar

Bila daerah pengaliran terdiri dari berbagai tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda harga C rata – rata ditentukan dengan persamaan berikut:

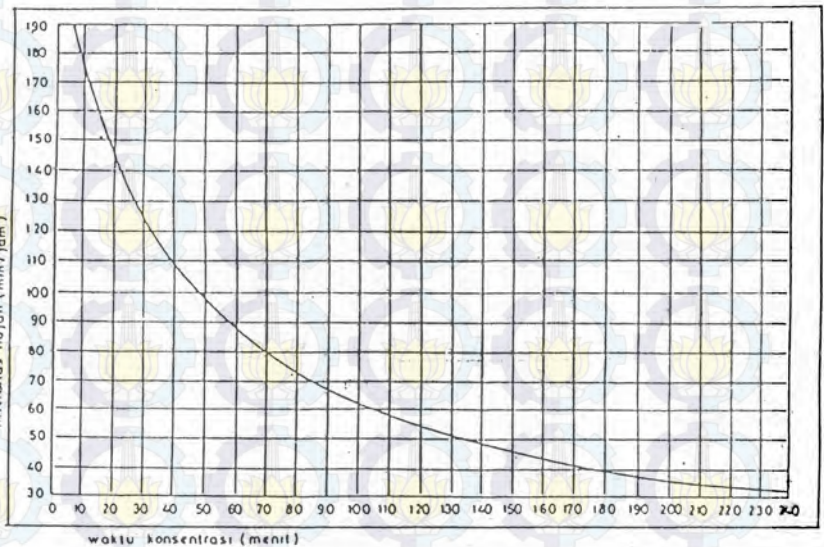
$$C = \frac{C1 \cdot A1 + C2 \cdot A2 + C3 \cdot A3}{A1 + A2 + A3} \dots \dots \dots (2.49)$$

Dimana :

C = koefisien pengaliran

A = Luas daerah pengaliran

Pada waktu intensitas $T_c = 240$ menit. Kurva basis dapat dilihat pada Untuk menentukan lamanya intensitas hujan rencana (I) dapat menggunakan kurva basis, dimana harga I diperoleh dengan memplotkan gambar berikut:



Gambar 2.8 Kurva Basis

2.5.2 Dimensi Saluran tepi

Saluran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu :

- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- Menampung dan mengalirkan air hujan berasal dari daerah penguasaan jalan.
- Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan antara lain :
 - Kondisi tanah dasar
 - Kecepatan aliran
 - Dalamnya kedudukan air tanah

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam ($\text{grade} \geq 5\%$), maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan $\text{grade} \pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi tersebut dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

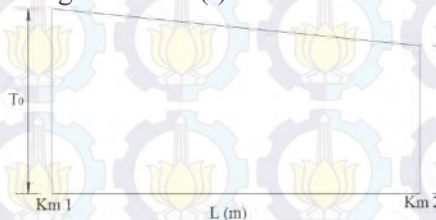
- Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan.
- Sebaliknya kecepatannya pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

Kemiringan selokan ditentukan juga berdasarkan bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran. Hubungan kemiringan selokan samping jalan (i) dan jenis materialnya sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 2.24 Hubungan kemiringan selokan samping jalan (i) dan jenis material

Jenis Material	Kemiringan selokan samping jalan (i) %
Tanah asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pas. Batu Kali	> 7,5

a. Kemiringan saluran (i)



Gambar 2.9 Kemiringan saluran

Kemiringan tanah ditempat dibuatnya saluranditentukan dari hasil pengukuran dilapangan dapat dihitung dngan rumus :

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \dots \dots \dots (2.50)$$

Keterangan :

- i = kemiringan saluran
- t₁ = tinggi tanah dibagian yang tertinggi (m)
- t₂ = tinggi tanah dibagian yang rendah (m)
- L = panjang saluran

b. Jari-jari hidrolis (R)

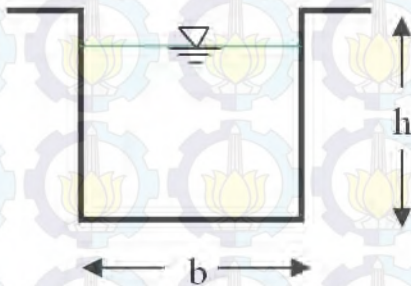
$$b = 2d \dots \dots \dots (2.51)$$

$$R = \frac{d}{2} \dots \dots \dots (2.52)$$

Keterangan :

- R = Jari-jari hidrolis
- b = lebar saluran(m)
- d = dalam saluran tergenang air (m)

c. penampang pada saluran tepi berbentuk segi empat



Gambar 2.10 Penampang Saluran

d. Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran dan luas penampang adalah :

$$Q = V \times Fd \dots \dots \dots (2.53)$$

Keterangan :

Q = Debit Aliran Air (m³/dt)

V = Kecepatan Rata-rata (m/dt)

Fd = Luas Penampang Aliran (m²)

e. Kecepatan rata-rata

Kecepatan rata-rata diperoleh dari rumus manning berikut ini :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \dots \dots \dots (2.54)$$

Keterangan :

V = Kecepatan Rata-rata (m/dt)

R = Jari-jari hidrolis (%)

i = Kemiringan saluran

n = Koefisien Kekasaran Manning

Tabel 2.25 Harga (n) untuk Rumus Manning

No	Tipe Saluran	Harga n			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	SALURAN BUATAN				
1	Saluran tanah, lurus teratur	0.017	0.020	0.023	0.025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0.023	0.028	0.030	0.040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus teratur	0.020	0.030	0.033	0.035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0.035	0.040	0.045	0.045
5	Saluran batuan yang diledakan, ada tumbuhan	0.025	0.030	0.035	0.040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0.028	0.030	0.033	0.035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0.020	0.025	0.028	0.030

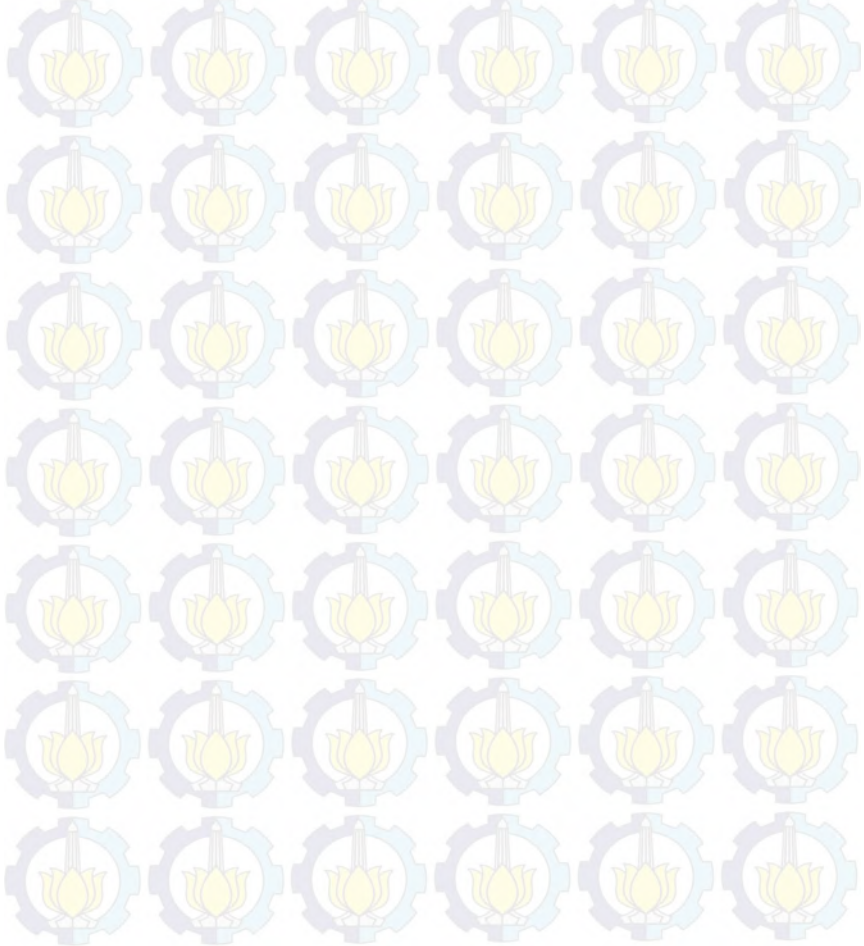
No	Tipe Saluran	Harga n			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	SALURAN ALAM				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0.025	0.028	0.030	0.033
9	Sepertino.8 tetapi ada timbunan kerikil	0.030	0.033	0.035	0.040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdingding pasir	0.033	0.035	0.040	0.045
11	Seperti no.10 , dangkal, tidak teratur	0.040	0.045	0.050	0.055
12	Seperti no.10,berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0.035	0.040	0.045	0.050
13	Sepertino.11, sebagian berbatu	0.045	0.050	0.055	0.060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0.050	0.060	0.070	0.080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0.075	0.100	0.125	0.150
	SALURAN BUATAN, BETON ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.030	0.033	0.035
17	Seperti no.16 tapi dengan penyelesaian	0.017	0.020	0.025	0.030
18	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
19	Saluran beton halus dan rata	0.010	0.011	0.012	0.013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya bmerupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan dilapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antar harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan. Perhitungan

volume ini didasarkan pada profil melintang (Cross Section) dan profil memanjang (Long Section) serta detail gambar.

Data harga satuan pekerjaan dan koefisien diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pasuruan. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien dengan harga satuan dasar ditambah dengan biaya umum.



BAB III METODOLOGI

Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari pelebaran jalan, tebal perkerasan jalan, overlay dan dimensi saluran yang dibutuhkan. Adapun metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan proposal ini adalah, sebagai berikut :

3.1 Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi:

1. Mencari informasi mengenai tempat meminjam data untuk dijadikan bahan tugas akhir
2. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait antara lain dinas pekerjaan umum bina marga propinsi jawa timur, serta meminta ijin kepada instansi tersebut yang memiliki proyek untuk meminjam data guna dijadikan bahan tugas akhir
3. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data. Dalam hal ini yaitu proposal dan surat pengantar dari kaprodi untuk pengajuan permohonan data
4. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan/hasil Survei yang sekitarnya dapat mendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir
5. Mempelajari semua data dan berkaitan dengan hal-hal yang menunjang isi tugas akhir

3.2 Pengumpulan data

Data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. peta lokasi proyek
2. peta topografi
3. data cbr tanah dasar

4. data geometric jalan
5. data LHR
6. Data Bengkelmen beam
7. Data Curah Hujan
8. Gambar long section dan cross section

3.3 Survei Lokasi

Mengetahui suatu kondisi lingkungan dari lokasi studi yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan (data primer). Dari hasil Survei yang didapat data berupa gambar kondisi lokasi proyek

3.4 Analisis dan pengolahan data

1) Analisis kebutuhan pelebaran jalan

Data yang perlu dianalisis

- Analisis data jumlah kendaraan
- Analisis data CBR
- Analisis data benkelmen beam

2) Perencanaan tebal perkerasan pelebaran jalan

Data yang perlu dianalisis

- LHR awal dan akhir umur rencana
- Lintas ekuivalen tengah dan lintas ekuivalen rencana
- CBR, curah hujan, material yang digunakan

3) Perencanaan tebal lapis tambahan (overlay)

Dalam merencanakan tebal lapisan tambahan antara lain:

- Perhitungan factor umur rencana
- Perhitungan unit ekuivalen beban sekunder
- Perhitungan akumulatif ekuivalen beban sekunder
- Menghitung lendutan balik yang diijinkan

3.5 Merencanakan saluran tepi

Dalam merencanakan saluran tepi yang perlu dihitung antara lain

- Menghitung waktu konsentrasi
- Menghitung intensitas hujan
- Menghitung koefisien pengaliran
- Menghitung debit air
- Menghitung dimensi saluran

3.6 Gambar rencana

Membuat gambar rencana pekerjaan antara lain:

- Gambar perencanaan pelebaran jalan atau geometric jalan
- Gambar perencanaan tebal perkerasan jalan dan penampang melintang
- Gambar perencanaan drainase

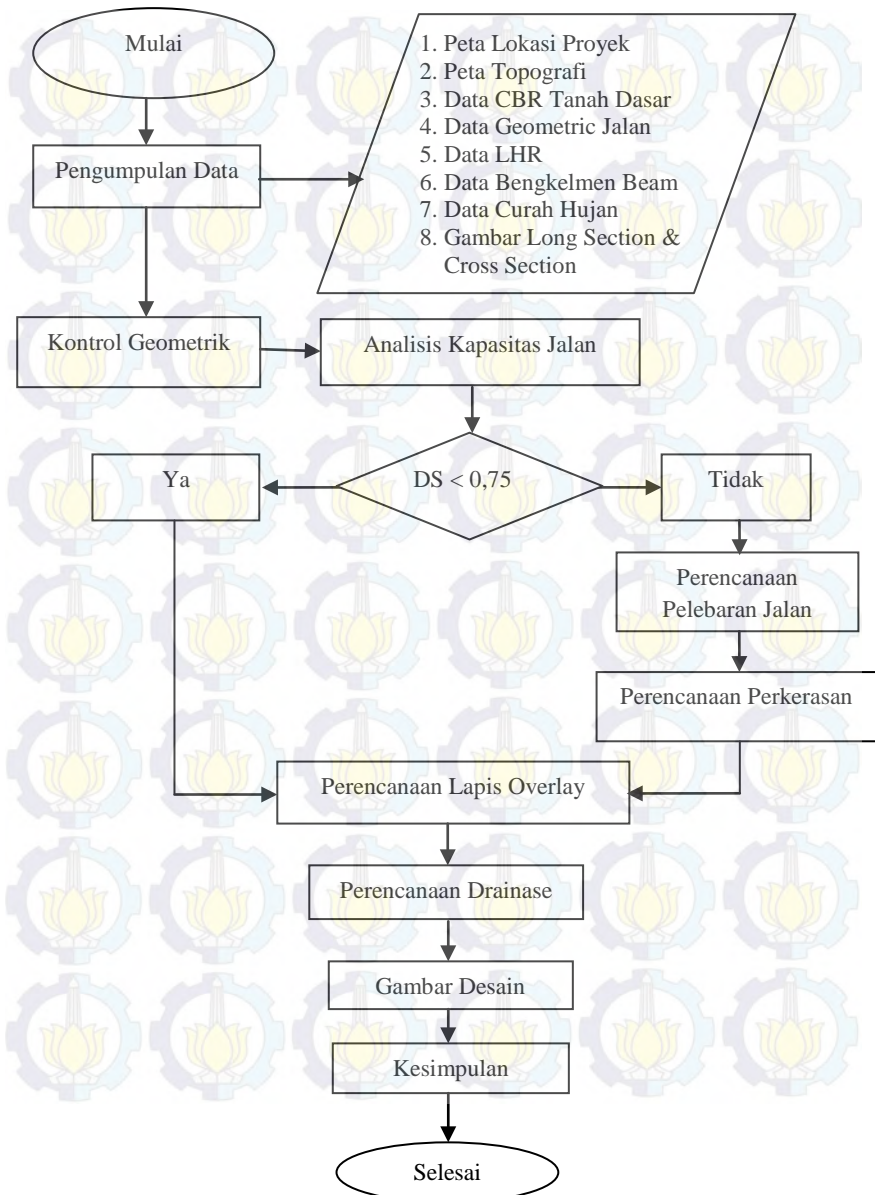
3.7 Perhitungan RAB

Pada tahap ini berupa perhitungan biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan

3.8 Kesimpulan

Pada bagian ini berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis

BAGAN ALIR METODOLOGI



Gambar 3.1 Bagan Alir Metodologi

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA PERHITUNGAN

4.1 Umum

Dalam perencanaan peningkatan jalan Pasuruan-Pilang Probolinggi Provinsi Jawa Timur ini, mengacu pada kondisi jalan yang telah ada dimana semua data kondisi jalan tersebut harus telah ada setelah dilakukan survey lapangan. Keakuratan data dan kelengkapan data dalam perencanaan berpengaruh banyak pada kualitas konstruksi yang direncanakan.

Untuk mendapat hasil yang optimal dalam perencanaan jalan, data-data yang diperlukan antara lain:

- a. Peta lokasi proyek
- b. Volume kendaraan
- c. Benkelmen beam
- d. Data struktur tanah (CBR)
- e. Data lalu lintas (LHR)
- f. Data curah hujan
- g. Gambar long section dan cross section

Jika data yang telah diperlukan telah didapatkan maka data tersebut dikumpulkan dan diolah sehingga perencanaan peningkatan jalan dapat dimulai secara optimal.

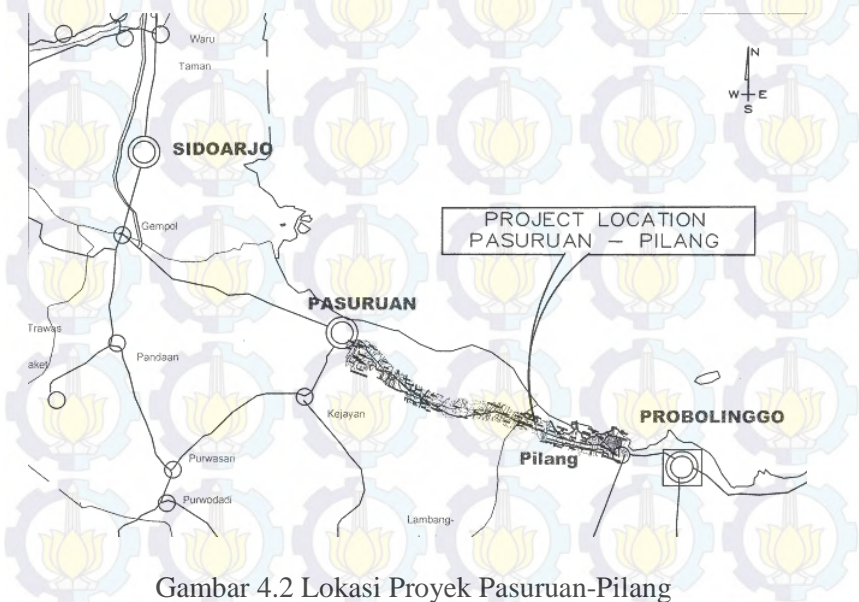
4.2 Peta lokasi

Perencanaan peningkatan jalan Pasuruan-Pilang tidak terlepas dari peta Jawa Timur guna mengetahui secara umum posisi rencana perencanaan jalan pasuruan-pilang tersebut.

Proyek peningkatan jalan ini hanya diambil sepanjang 3 km sesuai judul yang diambil yaitu “Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Pasuruan-Pilang STA 14+650 s/d 17+650 Provinsi Jawa Timur”



Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek



Gambar 4.2 Lokasi Proyek Pasuruan-Pilang

4.3 Geometri Jalan

Kondisi geometric jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan seperti: lebar jalan, bahu jalan, alinyemen vertical dan horizontal. Tujuan utama penggunaan prinsip

geometric adalah tercapainya syarat-syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan pasuruan-pilang, jalan tersebut relative lurus. Adapun ringkasan kondisi eksisting yang ada pada ruas jalan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Lebar perkerasan yang ada 7 m
- b. Lebar bahu 2 m x 2

4.4 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas ini diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan pelebaran jalan dengan memperkirakan adanya tingkat pertumbuhan rata-rata pertahun. Data yang diambil berdasarkan hasil survey lalu lintas pada ruas jalan pasuruan-pilang dalam dua arah seperti terlihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Hasil LHR Tahun 2010

Golongan	Jenis Kendaraan	2010
Golongan 1	Sepeda Motor, Roda Tiga	9356
Golongan 2	Sedan, Jeep	3748
Golongan 3	Pick Up, Mini Bus	4109
Golongan 4	Mikro Truk, Mobil Hantaran	2773
Golongan 5A	Bus Kecil	259
Golongan 5B	Bus Besar	65
Golongan 6A	Truk 2 Sumbu 3/4	1120
Golongan 6B	Truk 2 Sumbu	1027
Golongan 7A	Truk 3 Sumbu	256
Golongan 7B	Truk Gandeng/Trailer	97
Golongan 7C	Truck Semi Trailer	323

Dari data survey volume lalu lintas dan survey volume lalu lintas serta survey muatan maksimum kendaraan didapat data lalu lintas harian rata-rata (LHR) sesuai dengan tabel 4.2

**Tabel 4.2 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata
Tahun 2008-2010**

Golongan	Jenis Kendaraan	2008	2009	2010
Gol 1	Sepeda Motor, Roda Tiga	4301	7057	9356
Gol 2	Sedan, Jeep	2601	3112	3748
Gol 3	Pick Up, Mini Bus	3153	3769	4109
Gol 4	Mikro Truk, Mobil Hantaran	2133	2546	2773
Gol 5A	Bus Kecil	210	224	259
Gol 5B	Bus Besar	55	59	65
Gol 6A	Truk 2 Sumbu 3/4	958	1097	1120
Gol 6B	Truk 2 Sumbu	918	1012	1027
Gol 7A	Truk 3 Sumbu	235	240	256
Gol 7B	Truk Gandeng/Trailer	74	93	97
Gol 7C	Truck Semi Trailer	251	263	323

4.5 Data Struktur Tanah

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Pasuruan-Pilang dilakukan untuk mendapatkan data tentang keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan untuk pelebaran jalan pada proyek peningkatan jalan.

Data CBR didapatkan dari penyelidikan CBR di atas bahu jalan dengan kedalaman $\pm 0,5$ m yang dilaksanakan sepanjang ruas jalan pasuruan-pilang. Berikut ini adalah tabel 4.3 CBR ruas jalan Pasuruan-Pilang

Tabel 4.3 Nilai CBR

Titik	Nilai CBR %	Keterangan
1	11,98	Bahu Jalan kiri
2	19,96	Bahu Jalan kiri
3	9,85	Bahu Jalan kanan
4	14,90	Bahu Jalan kiri
5	12,78	Bahu Jalan kanan

Titik	Nilai CBR %	Keterangan
6	11,18	Bahu Jalan kanan
7	13,31	Bahu Jalan kiri
8	5,32	Bahu Jalan kanan
9	11,44	Bahu Jalan kiri
10	13,31	Bahu Jalan kanan

4.6 Data Benkelmen Beam

Melalui salah satu survey kelayakan structural konstruksi perkerasan yaitu suatu cara pemeriksaan dengan menggunakan alat benkelmen beam yang diletakkan di atas permukaan jalan sehingga tidak berakibat rusaknya konstruksi jalan yang ada. Dari hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat tersebut maka didapatkan data lendutan balik, seperti terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Benkelmen Beam

Titik	Km SBY	Lendutan Balik Maks	d^2
1	76+800	0.61	0.3721
2	77+000	0.59	0.3481
3	77+200	0.53	0.2809
4	77+400	0.46	0.2116
5	77+600	0.61	0.3721
6	77+800	0.55	0.3025
7	78+000	0.56	0.3136
8	78+200	0.57	0.3249
9	78+400	0.35	0.1225
10	78+600	0.40	0.1600
11	78+800	0.59	0.3481
12	79+000	0.55	0.3025
13	79+200	0.48	0.2304
14	79+400	0.43	0.1849
15	79+600	0.59	0.3481
Jumlah		7.87	4.2223

4.7 Data curah hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari UPT PSDA Wilayah Sungai Gembong Pekalen Kota Pasuruan Provinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi proyek yang digunakan adalah Stasiun Hujan Nguling untuk menghitung tinggi hujan rencana dan periode ulang guna perencanaan drainase.

Dari pengamatan pada jalan Pasuruan-Pilang didapatkan data curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir seperti terlihat dalam tabel 4.5

Tabel 4.5 Data curah hujan

Tahun	Hujan Harian Max
2002	107
2003	145
2004	85
2005	125
2006	105
2007	124
2008	98
2009	70
2010	109
2011	73
Jumlah	1041
R Rata-Rata	104,1

Sumber: UPT PSDA Wilayah Sungai Gembong Pekalen Kota Pasuruan

4.8 Pengolahan Data

Data-data yang perlu dianalisa untuk keperluan perencanaan adalah sebagai berikut:

4.8.1 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya Pasuruan-Pilang perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan untuk mengetahui jenis geometrik yang sesuai digunakan pada jalan tersebut.

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, maka pada ruas Jalan Pasuruan-Pilang STA 14+650 – 17+650 terdapat 5 (lima) lengkung tepatnya STA. 15+033.96, STA 16+019.13, STA 16+319.06, STA 16+564.94, STA 17+594.18.

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \cdot (e_{maks} + f)}$$

$$V = 80 \text{ km/jam}$$

$$e \text{ maks} = 0,1$$

$$f \text{ maks} = 0,14$$

$$R_{min} = \frac{80^2}{127 \cdot (0,1 + 0,14)} = 209,97 \text{ m}$$

❖ PI 01

$$\text{STA} = 15+033,96$$

$$e = 2 \%$$

$$\Delta = 4,655056^\circ$$

$$\text{Lengkung peralihan (Ls)} = 0 \text{ m}$$

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

$$\text{Jari-jari yang digunakan R} = 2500 \text{ m}$$

- Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$e < 3\%$, $L_c > 20\text{m}$ Full Circle

$e > 3\%$, $L_c > 20\text{m}$ Spiral Circle Spiral

$2\% < 3\%$, $203,12 \text{ m} > 20\text{m}$ Full Circle

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (Tc)

$$Tc = Rc \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$Tc = 2500 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 4.655056\right) = 101.6135$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = Tc \times \tan\frac{1}{4}\Delta$$

$$E_c = 101.6135 \times \tan\frac{1}{4} \times 4.655056 = 2.064207$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times Rc$$

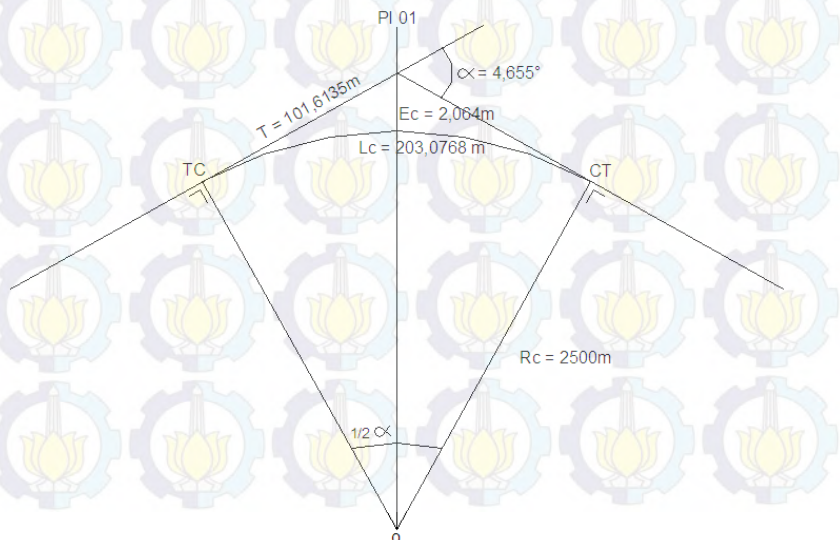
$$L_c = 0.01745 \times 4.655056 \times 2500 = 203.0768$$

- **Kontrol**

$$L_c < (2Tc)$$

$$203.0768 < (2 \times 101.6135)$$

$$203.0768 < 203.2269 \quad \dots\dots\dots\text{OK}$$



❖ PI 02

STA = 16+019.13

e = 2 %

 $\Delta = 12.78398^\circ$

Lengkung peralihan (Ls) = 0 m

Kecepatan rencana (Vr) = 80 km/jam

Jari-jari yang digunakan R = 1500 m

- Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

e < 3%, Lc > 20m Full Circle**e > 3% , Lc > 20m Spiral Circle Spiral****2% < 3%, 334.68 m > 20m Full Circle**

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (Tc)

$$Tc = Rc \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$Tc = 1500 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 12.78398\right) = 168.0396$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (Ec)

$$Ec = Tc \times \tan\frac{1}{4}\Delta$$

$$Ec = 168.0396 \times \tan\frac{1}{4} \times 12.78398 = 9.383083$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (Lc)

$$Lc = 0.01745 \times \Delta \times Rc$$

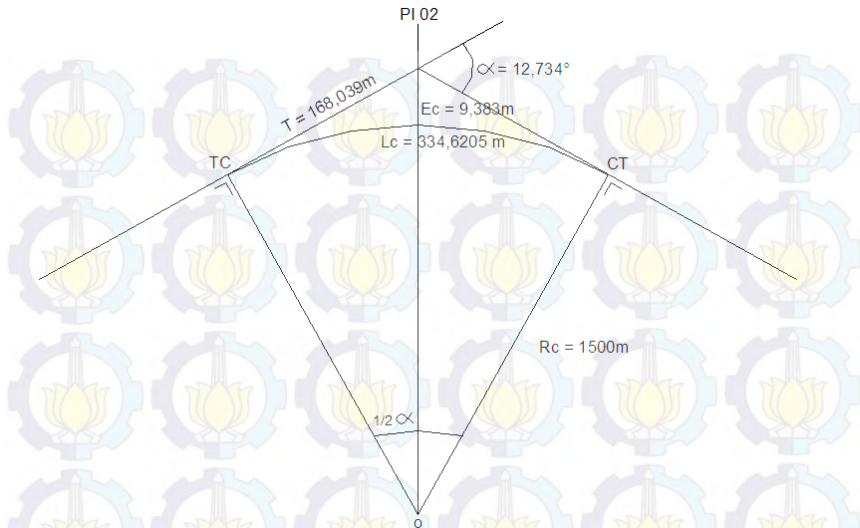
$$Lc = 0.01745 \times 12.78398 \times 1500 = 334.6205$$

- **Kontrol**

$$Lc < (2Tc)$$

$$334.6205 < (2 \times 168.0396)$$

$$334.6205 < 336.0791 \dots\dots\dots\text{OK}$$



❖ PI 03

STA = 16+319.06

e = 2 %

$\Delta = 2.779722^\circ$

Lengkung peralihan (Ls) = 0 m

Kecepatan rencana (Vr) = 80 km/jam

Jari-jari yang digunakan R = 2300 m

- Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

e < 3% , Lc > 20m Full Circle

e > 3% , Lc > 20m Spiral Circle Spiral

2% < 3% , 111.58 m > 20m Full Circle

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (Tc)

$$Tc = Rc \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$Tc = 2300 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 2.779722\right) = 55.80355$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = Tc \times \tan\frac{1}{4}\Delta$$

$$E_c = 55.80355 \times \tan\frac{1}{4} \times 2.779722 = 0.676865$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$L_c = 0.01745 \times 2.779722 \times 2300 = 111.5642$$

- **Kontrol**

$$L_c < (2Tc)$$

$$111.5642 < (2 \times 55.80355)$$

$$111.5642 < 111.6071 \dots\dots\dots\text{OK}$$



❖ PI 04

$$\text{STA} = 16+564.94$$

$$e = 2 \%$$

$$\Delta = 9.640278^\circ$$

$$\text{Lengkung peralihan (Ls)} = 0 \text{ m}$$

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

$$\text{Jari-jari yang digunakan R} = 1900 \text{ m}$$

- Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$$e < 3\%, Lc > 20\text{m Full Circle}$$

$$e > 3\%, Lc > 20\text{m Spiral Circle Spiral}$$

$$2\% < 3\%, 319.00 \text{ m} > 20\text{m Full Circle}$$

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (Tc)

$$Tc = Rc \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$Tc = 1900 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 9.640278\right) = 160.22$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (Ec)

$$Ec = Tc \times \tan\frac{1}{4}\Delta$$

$$Ec = 160.22 \times \tan\frac{1}{4} \times 9.640278 = 6.743416$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (Lc)

$$Lc = 0.01745 \times \Delta \times Rc$$

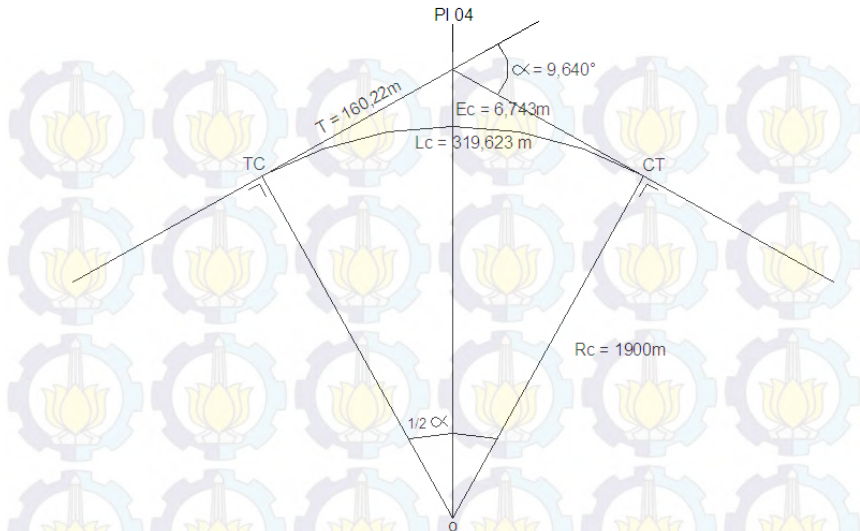
$$Lc = 0.01745 \times 9.640278 \times 1900 = 319.6234$$

- **Kontrol**

$$Lc < (2Tc)$$

$$319.6234 < (2 \times 160.22)$$

$$319.6234 < 320.44 \dots\dots\dots\text{OK}$$



❖ PI 05

STA = 17+594.18

$e = 2 \%$

$\Delta = 5.131861^\circ$

Lengkung peralihan (L_s) = 0 m

Kecepatan rencana (V_r) = 80 km/jam

Jari-jari yang digunakan R = 2900 m

- Menggunakan lengkung Full Circle dengan perhitungan sebagai berikut, karena :

$e < 3\%$, $L_c > 20\text{m}$ Full Circle

$e > 3\%$, $L_c > 20\text{m}$ Spiral Circle Spiral

$2\% < 3\%$, $295.75 \text{ m} > 20\text{m}$ Full Circle

- Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus ke bagian lengkung (T_c)

$$T_c = R_c \times \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$T_c = 2900 \times \tan\left(\frac{1}{2} \times 5.131861\right) = 129.9603$$

- Perhitungan jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran (E_c)

$$E_c = T_c \times \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$E_c = 129.9603 \times \tan \frac{1}{4} \times 5.131861 = 2.910554$$

- Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

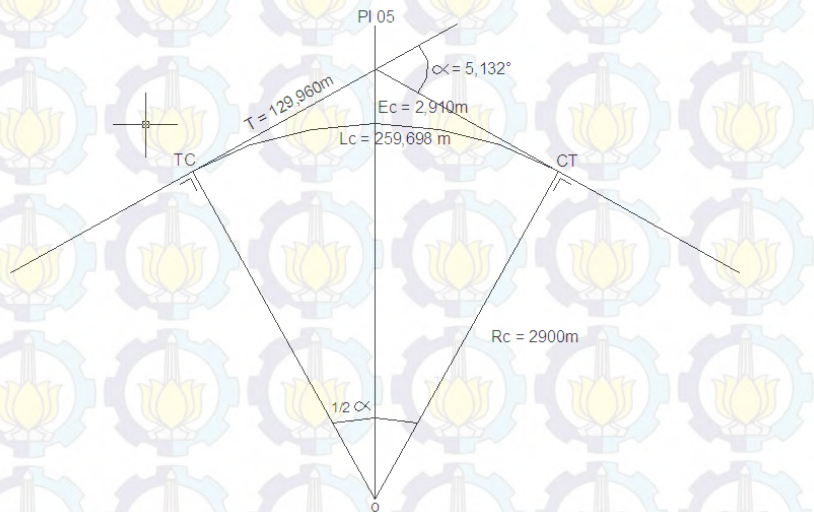
$$L_c = 0.01745 \times \Delta \times R_c$$

$$L_c = 0.01745 \times 5.131861 \times 2900 = 259.6978$$

- **Kontrol** $L_c < (2T_c)$

$$259.6978 < (2 \times 129.9603)$$

$$259.6978 < 259.9206 \dots\dots\dots \text{OK}$$



2. Alinyemen Vertical

Kontrol ruas jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650. Pada perhitungan analisa kapasitas diketahui beda elevasi $2.23 < 10$ m/km maka tipe medan datar. Untuk alinyemen vertical :

Tabel 4.7 Perhitungan Beda Tinggi

STA	STA	Elevasi 1	Elevasi 2	Beda Tinggi
14+650	14+900	32.254	32.606	0.352
14+900	15+250	32.606	34.112	1.506
15+250	15+550	34.112	34.124	0.012
15+550	15+900	34.124	36.004	1.880
15+900	16+250	36.004	36.439	0.435
16+250	16+600	36.439	36.805	0.366
16+600	16+950	36.805	38.273	1.468
16+950	17+300	38.273	38.279	0.006
17+300	17+650	38.279	38.958	0.679
			$\Sigma\Delta H =$	6.704

Untuk alinyemen vertical :

$$\Delta H$$

$$\frac{\sum \text{panjang Jalan}}{6.704} = 2.23 \text{ m/km}$$

2.23 m/km < 10 m/km, maka tipe medan datar

a. Alinyemen Vertikal Cekung

➤ STA 14+727.052

Kecepatan rencana = 80 km/jam

S = 120 m

STA PPV 14+727.052

Elv.PPV = 32.492

A = 0.135

L lapangan = 100 m

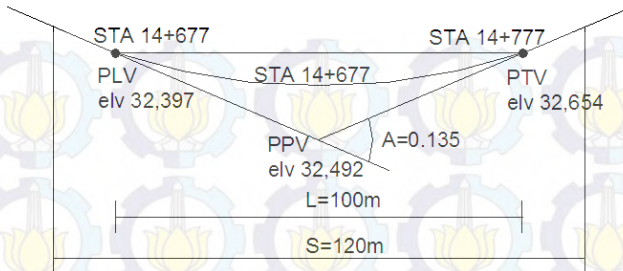
Jadi S > L maka control dengan rumus

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A}$$

$$L = 2 \times 120 - \frac{120 + 3.50 \times 120}{0.135}$$

$$L = -3760 \text{ m} \dots\dots\dots \text{Memenuhi}$$

L lapangan > L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



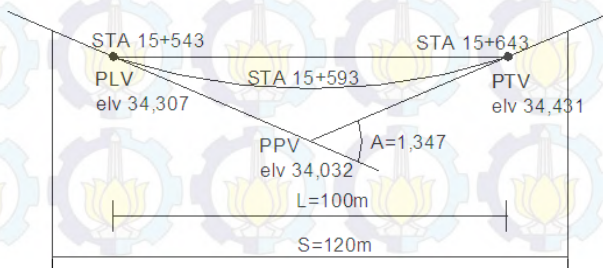
- STA 15+593.529
- Kecepatan rencana = 80 km/jam
- $S = 120\text{ m}$
- STA PPV 15+593.529
- Elv.PPV = 34.032
- $A = 1.347$
- L lapangan = 100 m
- Jadi $S > L$ maka control dengan rumus

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A}$$

$$L = 2 \times 120 - \frac{120 + 3.50 \times 120}{1.347}$$

$$L = -160.891\text{ m} \dots\dots\dots \text{Memenuhi}$$

L lapangan $>$ L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



➤ STA 16+518.306

Kecepatan rencana = 80 km/jam

$S = 120$ m

STA PPV 16+518.306

Elv.PPV = 36.626

$A = 0.384$

L lapangan = 100 m

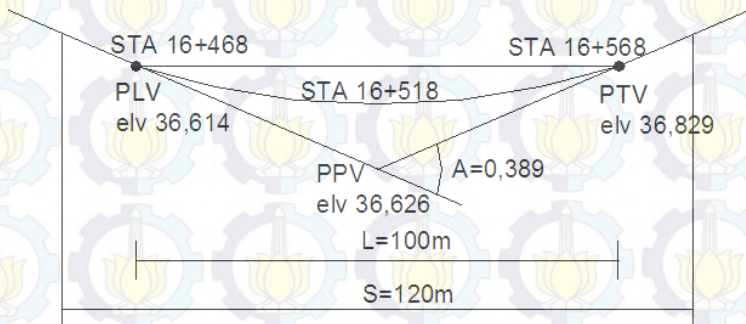
Jadi $S > L$ maka control dengan rumus

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A}$$

$$L = 2 \times 120 - \frac{120 + 3.50 \times 120}{0.384}$$

$L = -1166.25$ m Memenuhi

L lapangan $>$ L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



➤ STA 17+364.298

Kecepatan rencana = 80 km/jam

$S = 120$ m

STA PPV 17+364.298

Elv.PPV = 37.956

$A = 1.101$

L lapangan = 80 m

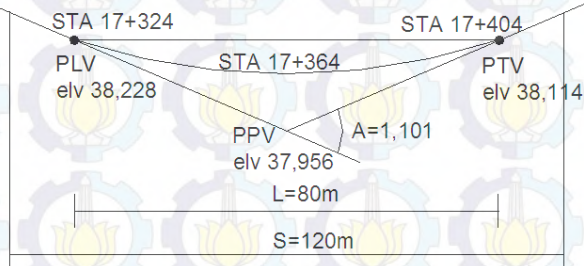
Jadi $S > L$ maka control dengan rumus

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A}$$

$$L = 2 \times 120 - \frac{120 + 3.50 \times 120}{1.101}$$

$$L = -250.463 \text{ m} \dots\dots\dots \text{Memenuhi}$$

L lapangan > L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



b. Alinyemen Vertikal Cembung

➤ STA 15+447.962

Kecepatan rencana = 80 km/jam

$S = 120 \text{ m}$

STA PPV 15+447.962

Elv. PPV = 34.832

$A = -0.874$

L lapangan = 150 m

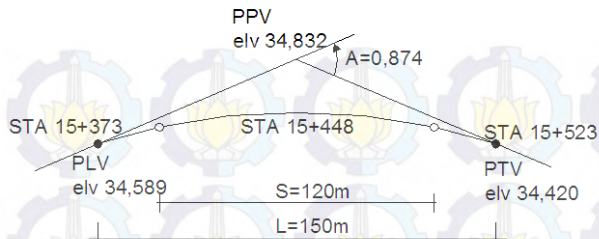
Jadi $S < L$ maka control dengan rumus

$$L = \frac{AS^2}{399}$$

$$L = \frac{-0.874 \times 120^2}{399}$$

$$L = -31.5429 \dots\dots\dots \text{Memenuhi}$$

L lapangan > L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



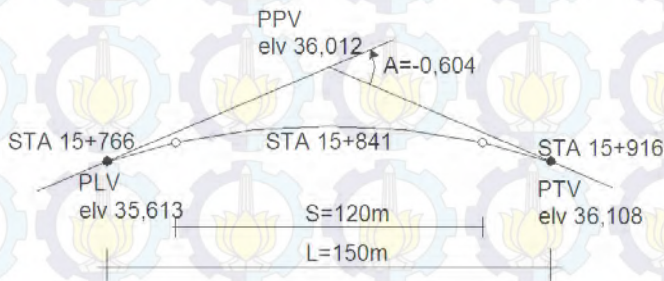
- STA 15+841.634
 Kecepatan rencana = 80 km/jam
 $S = 120\text{ m}$
 STA PPV 15+841.634
 Elv.PPV = 36.012
 $A = -0.604$
 L lapangan = 150 m
 Jadi $S < L$ maka control dengan rumus

$$L = \frac{AS^2}{399}$$

$$L = \frac{-0.604 \times 120^2}{399}$$

$L = -21.7985$ Memenuhi

L lapangan $>$ L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



➤ STA 16+112.261

Kecepatan rencana = 80 km/jam

S = 120 m

STA PPV 16+112.261

Elv.PPV = 36.535

A = -0.171

L lapangan = 150 m

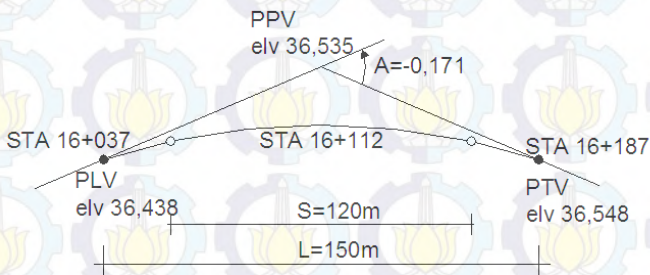
Jadi $S < L$ maka control dengan rumus

$$L = \frac{AS^2}{399}$$

$$L = \frac{-0.171 \times 120^2}{399}$$

$L = -6.17143$ Memenuhi

L lapangan > L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)



➤ STA 17+174.447

Kecepatan rencana = 80 km/jam

S = 120 m

STA PPV 17+174.447

Elv.PPV = 39.293

A = -1.111

L lapangan = 150 m

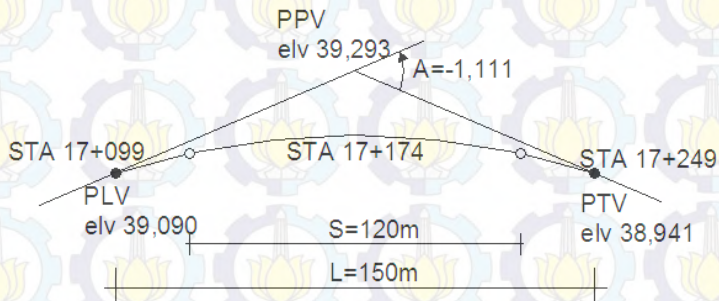
Jadi $S < L$ maka control dengan rumus

$$L = \frac{AS^2}{399}$$

$$L = \frac{-1.111 \times 120^2}{399}$$

$L = -40.0962$ Memenuhi

L lapangan > L hitung, sehingga menggunakan L lapangan (memenuhi batas minimum)

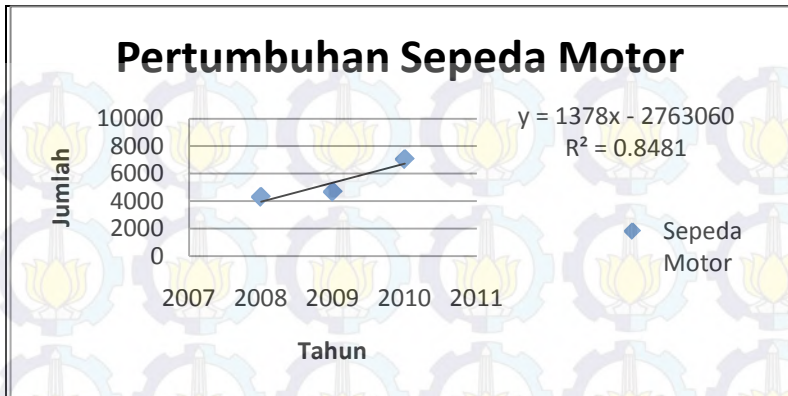


4.8.2 Data Jumlah kendaraan bermotor

Data jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan.

Tabel 4.8 Pertumbuhan Sepeda Motor

Tahun	Jumlah
2008	4301
2009	4669
2010	7057



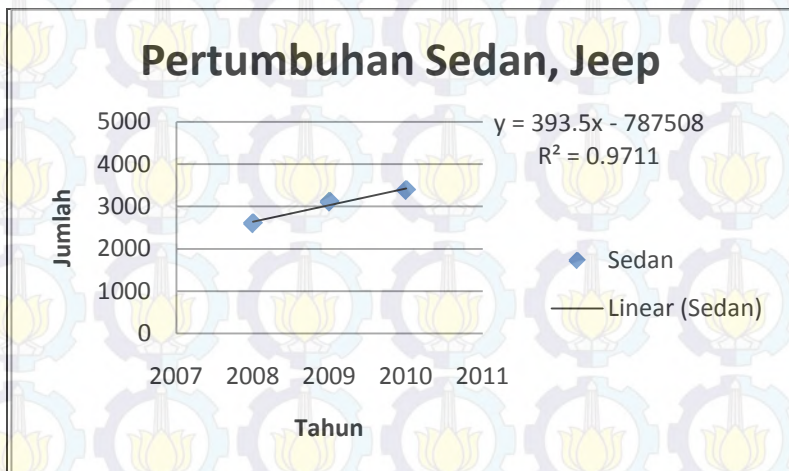
Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Sepeda Motor

Tabel 4.9 Persamaan Regresi Sepeda Motor

n	x	y	R^2	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	4301	0.8481	3964	0	0.14309	14.30%
2	2009	4669		5342	0.347629		
3	2010	7057		6720	0.257956		
4	2011			8098	0.20506		
5	2012			9476	0.170165		
6	2013			10854	0.14542		
7	2014			12232	0.126958		
8	2015			13610	0.112655		
9	2016			14988	0.101249		
10	2017			16366	0.09194		
11	2018			17744	0.084199		
12	2019			19122	0.07766		
13	2020			20500	0.072064		
14	2021			21878	0.06722		
				Jumlah	1.860174		

Tabel 4.10 Pertumbuhan Sedan Jeep

Tahun	Jumlah
2008	2601
2009	3112
2010	3388

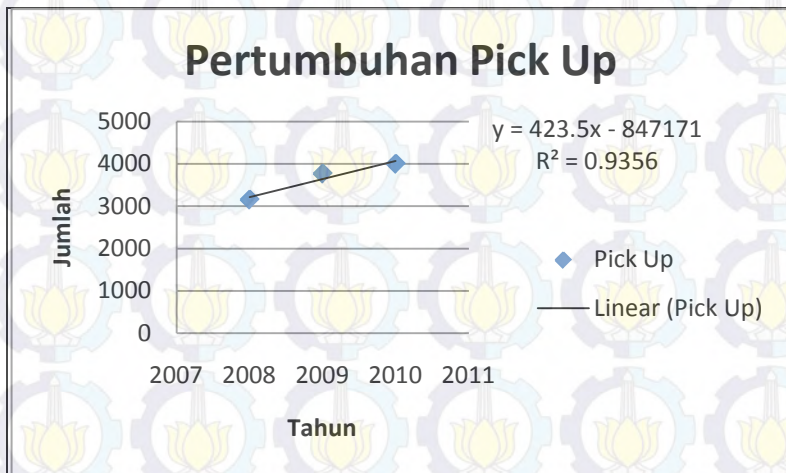
**Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Sedan Jeep****Tabel 4.11 Persamaan Regresi Sedan Jeep**

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	2601	0.9711	2640	0	0.086801	8.68%
2	2009	3112		3033.5	0.149053		
3	2010	3388		3427	0.129718		
4	2011			3820.5	0.114823		
5	2012			4214	0.102997		
6	2013			4607.5	0.093379		
7	2014			5001	0.085404		

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
8	2015			5394.5	0.078684		
9	2016			5788	0.072945		
10	2017			6181.5	0.067985		
11	2018			6575	0.063658		
12	2019			6968.5	0.059848		
13	2020			7362	0.056468		
14	2021			7755.5	0.05345		
				Jumlah	1.128414		

Tabel 4.12 Pertumbuhan Pick Up, Mini Bus

Tahun	Jumlah
2008	3153
2009	3769
2010	4000



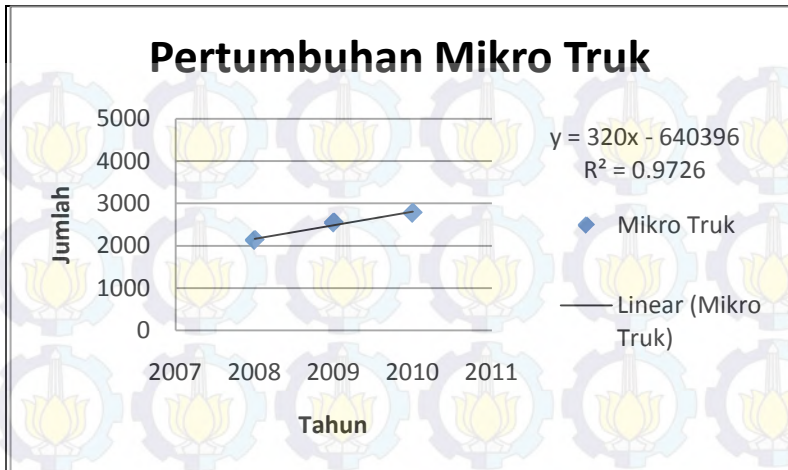
Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Pick Up, Mini Bus

Tabel 4.13 Persamaan Regresi Pick Up, Mini Bus

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	3153	0.9356	3217	0		
2	2009	3769		3640.5	0.131644		
3	2010	4000		4064	0.11633		
4	2011			4487.5	0.104208		
5	2012			4911	0.094373		
6	2013			5334.5	0.086235		
7	2014			5758	0.079389		
8	2015			6181.5	0.07355	0.080019	8.00%
9	2016			6605	0.068511		
10	2017			7028.5	0.064118		
11	2018			7452	0.060255		
12	2019			7875.5	0.05683		
13	2020			8299	0.053774		
14	2021			8722.5	0.05103		
				Jumlah	1.040248		

Tabel 4.14 Pertumbuhan Mikro Truk Mobil, Hantaran

Tahun	Jumlah
2008	2133
2009	2546
2010	2773



Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Mikro Truk Mobil, Hantaran

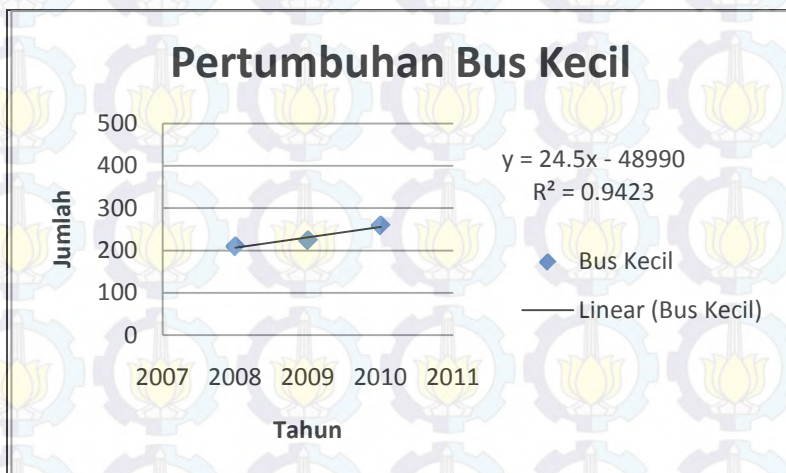
Tabel 4.15 Persamaan Regresi Mikro Truk Mobil, Hantaran

n	x	y	R^2	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	2133	0.9726	2164	0	0.086357	8.64%
2	2009	2546		2484	0.147874		
3	2010	2773		2804	0.128824		
4	2011			3124	0.114123		
5	2012			3444	0.102433		
6	2013			3764	0.092915		
7	2014			4084	0.085016		
8	2015			4404	0.078355		
9	2016			4724	0.072661		
10	2017			5044	0.067739		
11	2018			5364	0.063442		
12	2019			5684	0.059657		

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
13	2020			6004	0.056298		
14	2021			6324	0.053298		
				Jumlah	1.122635		

Tabel 4.16 Pertumbuhan Bus Kecil

Tahun	Jumlah
2008	210
2009	224
2010	259



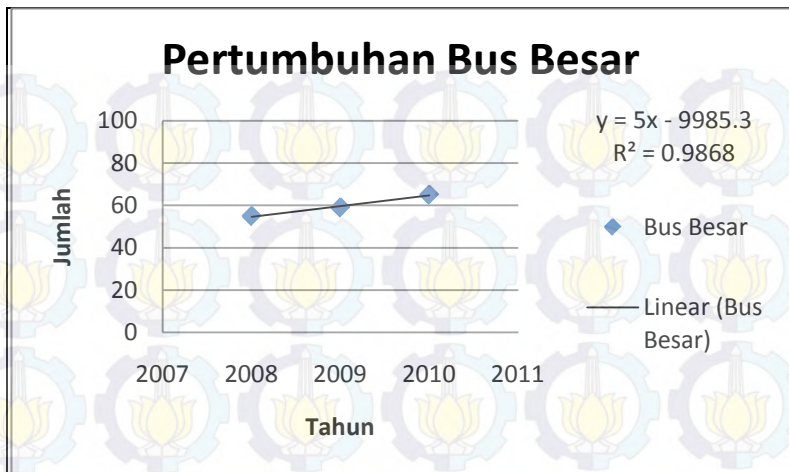
Gambar 4.7 Grafik Pertumbuhan Bus Kecil

Tabel 4.17 Persamaan Regresi Bus Kecil

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	210	0.9423	206	0	0.074744	7.47%
2	2009	224		230.5	0.118932		
3	2010	259		255	0.106291		
4	2011			279.5	0.096078		
5	2012			304	0.087657		
6	2013			328.5	0.080592		
7	2014			353	0.074581		
8	2015			377.5	0.069405		
9	2016			402	0.064901		
10	2017			426.5	0.060945		
11	2018			451	0.057444		
12	2019			475.5	0.054324		
13	2020			500	0.051525		
14	2021			524.5	0.049		
Jumlah					0.971675		

Tabel 4.18 Pertumbuhan Bus Besar

Tahun	Jumlah
2008	55
2009	59
2010	65



Gambar 4.8 Grafik Pertumbuhan Bus Besar

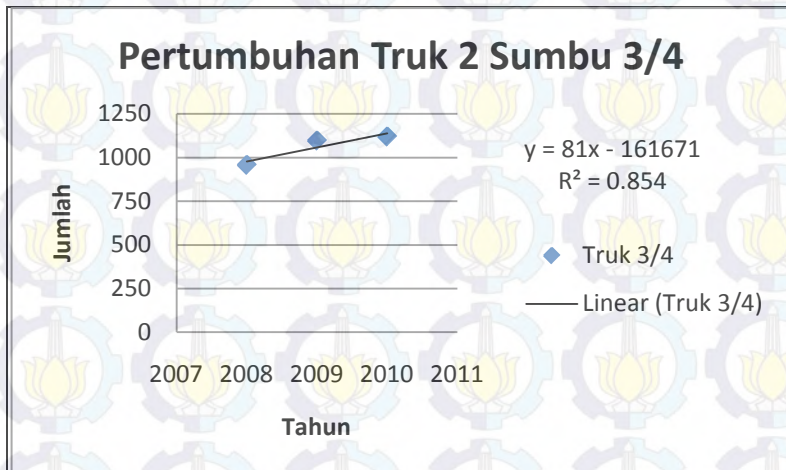
Tabel 4.19 Persamaan Regresi Bus Besar

n	x	y	R^2	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	55	0.9868	54.7	0		
2	2009	59		59.7	0.091408		
3	2010	65		64.7	0.083752		
4	2011			69.7	0.07728		
5	2012			74.7	0.071736		
6	2013			79.7	0.066934		
7	2014			84.7	0.062735	0.062192	6.22%
8	2015			89.7	0.059032		
9	2016			94.7	0.055741		
10	2017			99.7	0.052798		
11	2018			104.7	0.05015		
12	2019			109.7	0.047755		

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
13	2020			114.7	0.045579		
14	2021			119.7	0.043592		
				Jumlah	0.808494		

Tabel 4.20 Pertumbuhan Truk 2 Sumbu 3/4

Tahun	Jumlah
2008	958
2009	1097
2010	1120



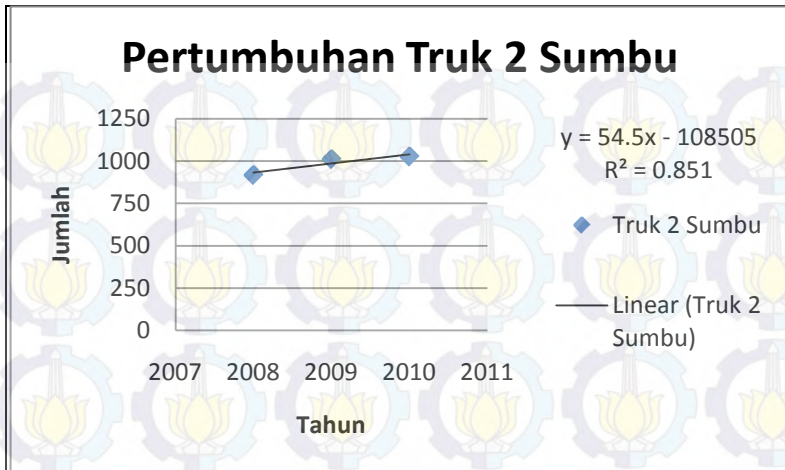
Gambar 4.9 Grafik Pertumbuhan Truk 2 Sumbu 3/4

Tabel 4.21 Persamaan Regresi Truk 2 Sumbu 3/4

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	958	0.854	977	0	0.057942	5.79%
2	2009	1097		1058	0.082907		
3	2010	1120		1139	0.07656		
4	2011			1220	0.071115		
5	2012			1301	0.066393		
6	2013			1382	0.06226		
7	2014			1463	0.058611		
8	2015			1544	0.055366		
9	2016			1625	0.052461		
10	2017			1706	0.049846		
11	2018			1787	0.047479		
12	2019			1868	0.045327		
13	2020			1949	0.043362		
14	2021			2030	0.04156		
				Jumlah	0.753247		

Tabel 4.22 Pertumbuhan Truk 2 Sumbu

Tahun	Jumlah
2008	918
2009	1012
2010	1027



Gambar 4.10 Grafik Pertumbuhan Truk 2 Sumbu

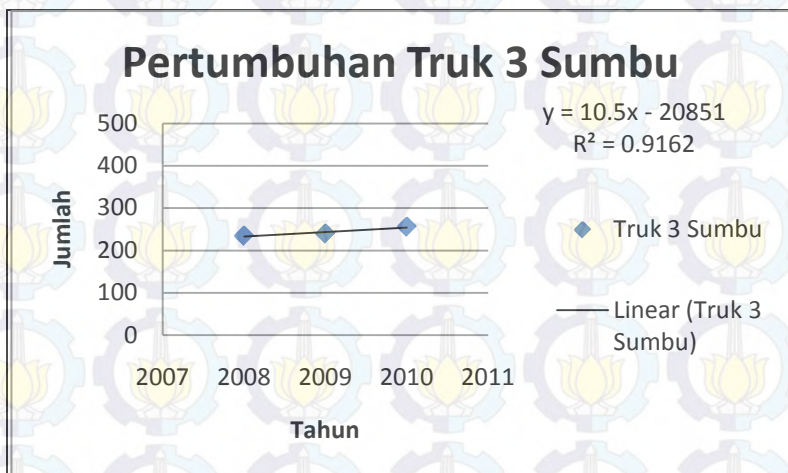
Tabel 4.23 Persamaan Regresi Truk 2 Sumbu

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	918	0.851	931	0	0.044518	4.45%
2	2009	1012		985.5	0.058539		
3	2010	1027		1040	0.055302		
4	2011			1094.5	0.052404		
5	2012			1149	0.049794		
6	2013			1203.5	0.047433		
7	2014			1258	0.045285		
8	2015			1312.5	0.043323		
9	2016			1367	0.041524		
10	2017			1421.5	0.039868		
11	2018			1476	0.03834		
12	2019			1530.5	0.036924		

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
13	2020			1585	0.035609		
14	2021			1639.5	0.034385		
				Jumlah	0.578729		

Tabel 4.24 Pertumbuhan Truk 3 Sumbu

Tahun	Jumlah
2008	235
2009	240
2010	256



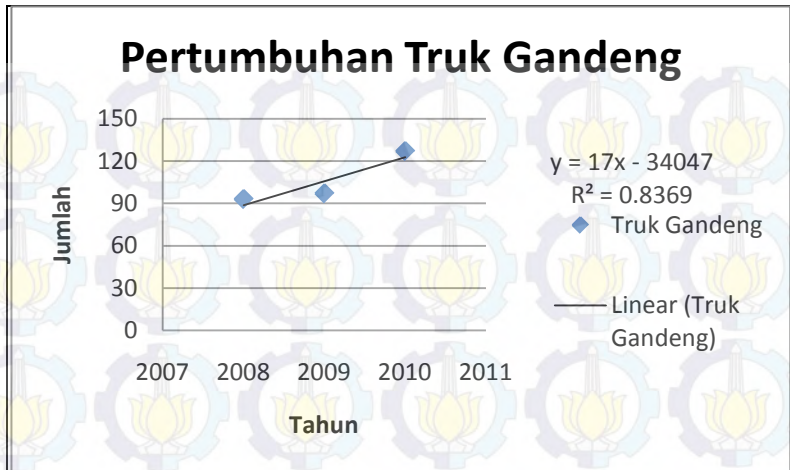
Gambar 4.11 Grafik Pertumbuhan Truk 3 Sumbu

Tabel 4.25 Persamaan Regresi Truk 3 Sumbu

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	235	0.9162	233	0	0.036118	3.61%
2	2009	240		243.5	0.045064		
3	2010	256		254	0.043121		
4	2011			264.5	0.041339		
5	2012			275	0.039698		
6	2013			285.5	0.038182		
7	2014			296	0.036778		
8	2015			306.5	0.035473		
9	2016			317	0.034258		
10	2017			327.5	0.033123		
11	2018			338	0.032061		
12	2019			348.5	0.031065		
13	2020			359	0.030129		
14	2021			369.5	0.029248		
				Jumlah	0.469538		

Tabel 4.26 Pertumbuhan Truk Gandengan/Trailer

Tahun	Jumlah
2008	93
2009	97
2010	127



Gambar 4.12 Grafik Pertumbuhan Truk Gandengan/Trailer

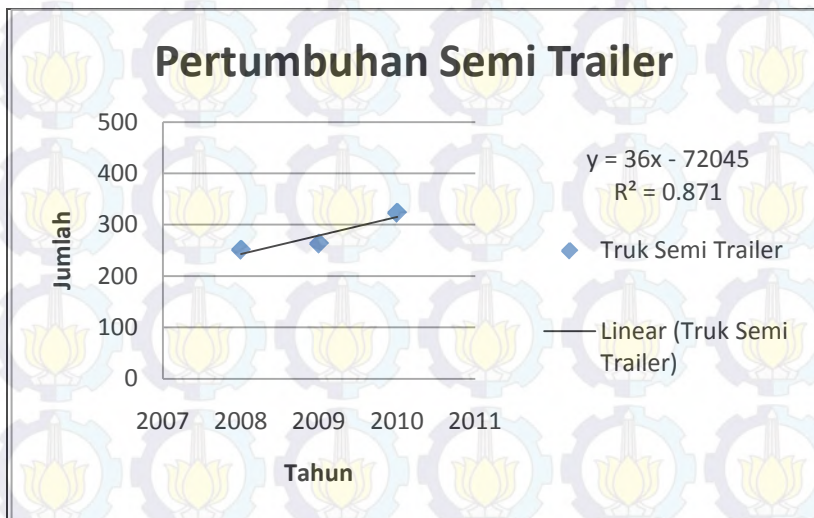
Tabel 4.27 Persamaan Regresi Truk Gandengan/Trailer

n	x	y	R^2	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	74	0.8369	76	0	0.087649	8.76%
2	2009	93		87.5	0.191011		
3	2010	97		99	0.160377		
4	2011			110.5	0.138211		
5	2012			122	0.121429		
6	2013			133.5	0.10828		
7	2014			145	0.097701		
8	2015			156.5	0.089005		
9	2016			168	0.081731		
10	2017			179.5	0.075556		
11	2018			191	0.070248		
12	2019			202.5	0.065637		

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
13	2020			214	0.061594		
14	2021			225	0.053738		
				Jumlah	1.139433		

Tabel 4.28 Pertumbuhan Truk Semi Trailer

Tahun	Jumlah
2008	251
2009	263
2010	323



Gambar 4.13 Grafik Pertumbuhan Truk Semi Trailer

Tabel 4.29 Persamaan Regresi Truk Semi Trailer

n	x	y	R ²	Persamaan Regresi (Y)	i	i rata-rata	i %
1	2008	251	0.871	243	0	0.08646	8.65%
2	2009	263		279	0.148148		
3	2010	323		315	0.129032		
4	2011			351	0.114286		
5	2012			387	0.102564		
6	2013			423	0.093023		
7	2014			459	0.085106		
8	2015			495	0.078431		
9	2016			531	0.072727		
10	2017			567	0.067797		
11	2018			603	0.063492		
12	2019			639	0.059701		
13	2020			675	0.056338		
14	2021			711	0.053333		
				Jumlah	1.12398		

Tabel Kendaraan Per Hari

Jenis Kendaraan	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sepeda Motor, Roda Tiga	9356	9476	10854	12232	13610	14988	16366	17744	19122	20500	21878
Sedan, Jeep	3748	4214	4608	5001	5395	5788	6182	6575	6969	7362	7756
Pick Up, Mini Bus	4109	4911	5335	5758	6182	6605	7029	7452	7876	8299	8723
Mikro Truk, Mobil Hantaran	2773	3444	3764	4084	4404	4724	5044	5364	5684	6004	6324
Bus Kecil	259	304	329	353	378	402	427	451	476	500	524
Bus Besar	65	75	80	85	90	95	100	105	110	115	119
Truk 2 Sumbu 3/4	1120	1301	1382	1463	1544	1625	1706	1787	1868	1949	2030
Truk 2 Sumbu	1027	1149	1204	1258	1313	1367	1422	1476	1531	1585	1639
Truk 3 Sumbu	256	275	286	296	307	317	328	338	349	359	369
Truk Gandeng/Trailer	97	122	133,5	145	156,5	168	179,5	191	202,5	214	225
Truk Semi Trailer	323	387	423	459	495	531	567	603	639	675	711
Jumlah	23133	25558	28398,5	31134	33874,5	36610	39350,5	42086	44826,5	47562	50298

Tabel 1 SMP Per Jam Sebelum dilebarkan

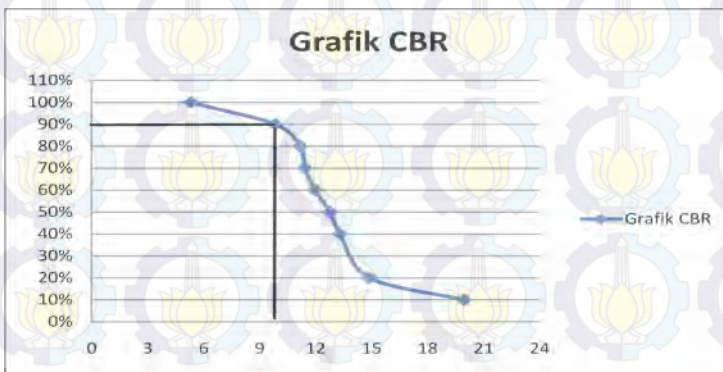
Jenis Kendaratan	entp	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sepeda Motor, Roda Tiga	0,5	521	597	673	749	824	900	976	1052	1128	1203
Sedan, Jeep	1	464	507	550	593	637	680	723	767	810	853
Pick Up, Mini Bus	1	540	587	633	680	727	773	820	866	913	960
Mikro Truk, Mobil Hantaran	1	379	414	449	484	520	555	590	625	660	696
Bus Kecil	1,2	40	43	47	50	53	56	60	63	66	69
Bus Besar	1,2	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16
Truk 2 Sumbu 3/4	1,2	172	182	193	204	215	225	236	247	257	268
Truk 2 Sumbu	1,8	228	238	249	260	271	282	292	303	314	325
Truk 3 Sumbu	1,8	54	57	59	61	63	65	67	69	71	73
Truk Gandeng/Trailer	1,8	24	26	29	31	33	36	38	40	42	45
Truck Semi Trailer	1,8	77	84	91	98	105	112	119	127	134	141
Jumlah		2508	2746	2984	3222	3459	3697	3935	4173	4410	4647

4.8.3 Data CBR

Untuk merencanakan peningkatan jalan diperlukan CBR rencana, dimana CBR rencana ini diperlukan dalam perencanaan pelebaran jalan. Dari data yang diperoleh di lapangan, maka dapat dihitung besarnya harga CBR rencana yang mewakili suatu lokasi. Perhitungan harga CBR rencana dapat diperoleh dengan cara metode grafis dan analitis. Dalam perhitungan CBR rencana Pasuruan-Pilang menggunakan metode grafis dapat dilihat pada tabel 4.32

Tabel 4.32 Perhitungan CBR rata-rata

No	CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
1	5.32	10	100%
2	9.85	9	90%
3	11.18	8	80%
4	11.44	7	70%
5	11.98	6	60%
6	12.78	5	50%
7	13.31	4	40%
8	13.31	-	-
9	14.9	2	20%
10	19.96	1	10%



Gambar 4.14 Grafik CBR

CBR rencana adalah 90% dari harga CBR segmen. Dari perhitungan secara grafis didapatkan CBR rencana 9.85%

4.8.4 Perhitungan data Benkelmen Beam

Berdasarkan data benkelmen pada tabel 4.4 dapat ditentukan faktor keseragaman (FK) yang nantinya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (overlay). Berikut ini adalah tabel perhitungan mengenai data lendutan balik:

Tabel 4.33 Perhitungan Data Benkelmen Beam

Titik	Km SBY	Lendutan Balik Maks	d^2
1	76+800	0.61	0.3721
2	77+000	0.59	0.3481
3	77+200	0.53	0.2809
4	77+400	0.46	0.2116
5	77+600	0.61	0.3721
6	77+800	0.55	0.3025
7	78+000	0.56	0.3136
8	78+200	0.57	0.3249
9	78+400	0.35	0.1225
10	78+600	0.40	0.1600
11	78+800	0.59	0.3481
12	79+000	0.55	0.3025
13	79+200	0.48	0.2304
14	79+400	0.43	0.1849
15	79+600	0.59	0.3481
Jumlah		7.87	4.2223

$$\begin{aligned}
 n &= 15 \\
 \sum d &= 7.87 \\
 \sum d^2 &= 4.2223 \\
 (\sum d)^2 &= 61.9369
 \end{aligned}$$

Menghitung Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{15(4.2223) - 61.9369}{15(15-1)}} \\
 &= 0.08158
 \end{aligned}$$

Menghitung Lendutan rata-rata

$$\begin{aligned}
 \bar{d} &= \frac{\sum d}{n} \\
 &= \frac{7.87}{15} \\
 &= 0.52
 \end{aligned}$$

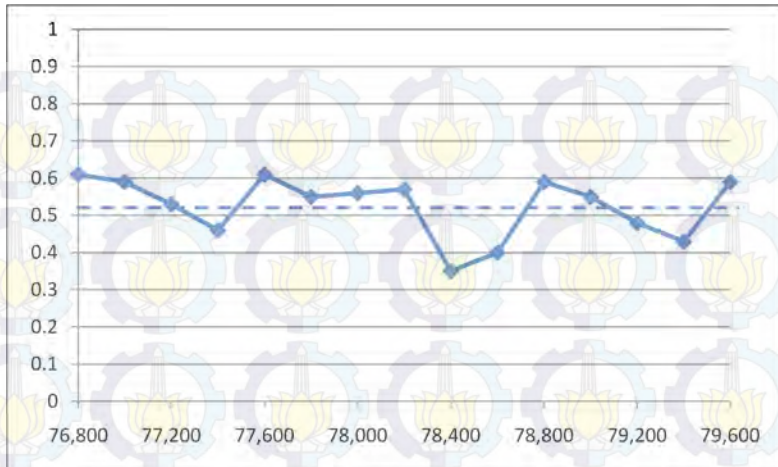
Menghitung Faktor Keseragaman

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{S}{\bar{d}} \times 100\% \\
 &= \frac{0.08158}{0.52} \times 100\% \\
 &= 15.55 \text{ (Keseragaman Lendutan Baik)}
 \end{aligned}$$

Jadi; $11 < FK < 20 \rightarrow$ Keseragaman lendutan baik

Menghitung lendutan wakil untuk jalan arteri menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 D &= \bar{d} + 2S \\
 D &= 0.52 + 2 \times 0.08158 \\
 D &= 0.683
 \end{aligned}$$



Gambar 4.15 Grafik Benkelmen Beam

4.8.5 Perhitungan Data Curah Hujan

Dari data curah hujan maksimum pada tabel 4.5 digunakan dalam perhitungan analisa frekuensi curah hujan. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan besarnya intensitas hujan (I). perhitungan data curah hujan terlihat pada tabel 4.37 berikut ini:

Tabel 4.34 Perhitungan data curah hujan

Tahun	Hujan Harian Max	Deviasi ($x_i - \bar{x}$)	($x_i - \bar{x}$) ²
2002	107	2.9	8.41
2003	145	40.9	1672.81
2004	85	-19.1	364.81
2005	125	20.9	436.81
2006	105	0.9	0.81
2007	124	19.9	396.01
2008	98	-6.1	37.21
2009	70	-34.1	1162.81

Tahun	Hujan Harian Max	Deviasi ($x_i - \bar{x}$)	($x_i - \bar{x}$) ²
2010	109	4.9	24.01
2011	73	-31.1	967.21
n=10	1041	0	5070.9
X rata-rata = 104.1			

- Tinggi hujan maksimum rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1041}{10} = 104.1$$

- Standar Deviasi

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

$$S_x = \sqrt{\frac{5070.9}{10}} = 22.52$$

- Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T tahun menggunakan persamaan

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$N = 10$$

$$Y_t = 1.4999$$

$$Y_n = 0.4952$$

$$S_n = 0.9496$$

$$X_t = 104.1 + \frac{22.52}{0.9496} (1.4999 - 0.4952)$$

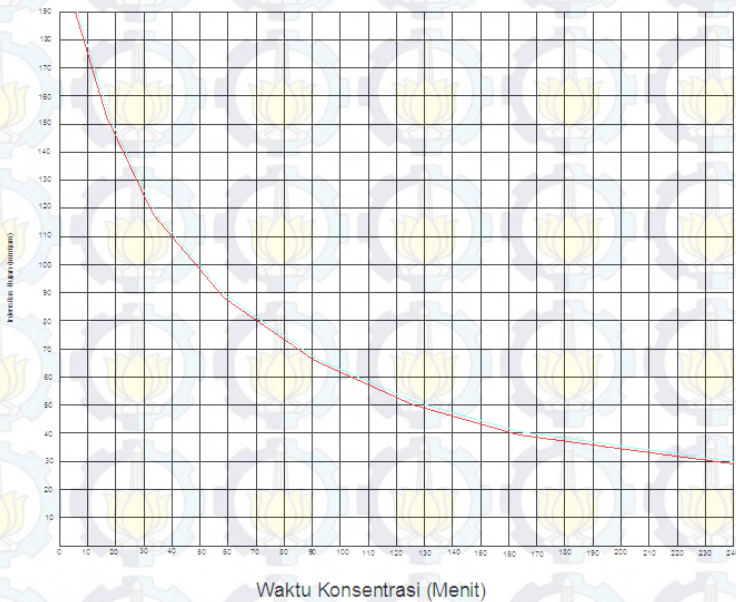
$$X_t = 127.927 \text{ mm/jam}$$

Maka diperoleh I dari persamaan:

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

$$I = \frac{90\% \times 127.927}{4} = 28.784 \text{ mm/jam}$$

Harga $I = 28.78$ diplotkan pada waktu intensitas $t = 240$ menit di kurva basis kemudian ditarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis (gambar 4.18) kurva ini merupakan garis lengkung dengan intensitas hujan rencana.



Gambar 4.16 Kurva basis

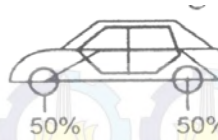
4.9 Perhitungan Angka Ekuivalen

Perhitungan distribusi beban sumbu dan angka ekuivalen pada tiap jenis kendaraan

- Kendaraan Ringan

Muatan maksimum = 2000 kg = 2 ton

Pada kendaraan ringan distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 50% x 2000 kg = 1000 kg

Beban sumbu belakang = 50% x 2000 kg = 1000 kg

$$E_{sumbu\ tunggal} = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,00023$$

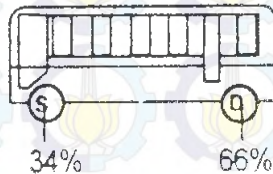
$$E_{sumbu\ belakang} = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,00023$$

E untuk mobil penumpang = 0,00045

- Bus Kecil

Muatan maksimum = 5000 kg = 5 ton

Pada Bus Kecil distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 34% x 5000 kg = 1700 kg

Beban sumbu belakang = 66% x 5000 kg = 3300 kg

$$E_{sumbu\ tunggal} = \left(\frac{1700}{8160}\right)^4 = 0,0019$$

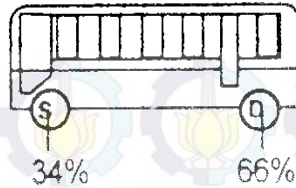
$$E_{sumbu\ belakang} = \left(\frac{3300}{8160}\right)^4 = 0,0267$$

E untuk Bus Kecil = 0,0286

- Bus Besar

Muatan maksimum = 9000 kg = 9 ton

Pada Bus Besar distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = $34\% \times 9000 \text{ kg} = 3060 \text{ kg}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 9000 \text{ kg} = 5940 \text{ kg}$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{4760}{8160}\right)^4 = 0,0198$$

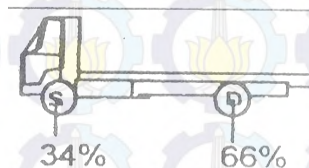
$$E_{\text{sumbu belakang}} = \left(\frac{9240}{8160}\right)^4 = 0,2808$$

E untuk Bus Besar = 0,3006

- Mikro Truk

Muatan maksimum = 8300 kg = 8,3 ton

Pada Mikro Truk distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = $34\% \times 8300 \text{ kg} = 2822 \text{ kg}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 8300 \text{ kg} = 5478 \text{ kg}$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{2822}{8160}\right)^4 = 0,0143$$

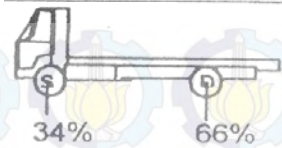
$$E_{\text{sumbu belakang}} = \left(\frac{5478}{8160}\right)^4 = 0,2031$$

E untuk mikro truk = 0,2174

- Truk 2 As

Muatan maksimum = 18200 kg = 18,2 ton

Pada Truk 2 As distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 34% x 18200 kg = 6188 kg

Beban sumbu belakang = 66% x 18200 kg = 12012 kg

$$E_{sumbu\ tunggal} = \left(\frac{6188}{8160}\right)^4 = 0,3307$$

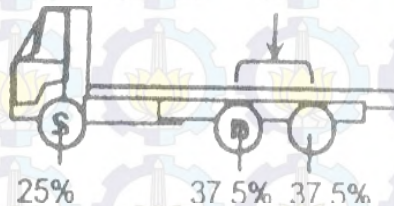
$$E_{sumbu\ belakang} = \left(\frac{12012}{8160}\right)^4 = 4,6957$$

E untuk truk 2 As = 5,0264

- Truk 3 As

Muatan maksimum = 25000 kg = 25 ton

Pada Truk 3 As distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = 25% x 25000 kg = 6250 kg

Beban sumbu belakang = 75% x 25000 kg = 18750 kg

$$E_{sumbu\ tunggal} = \left(\frac{6250}{8160}\right)^4 = 0,3442$$

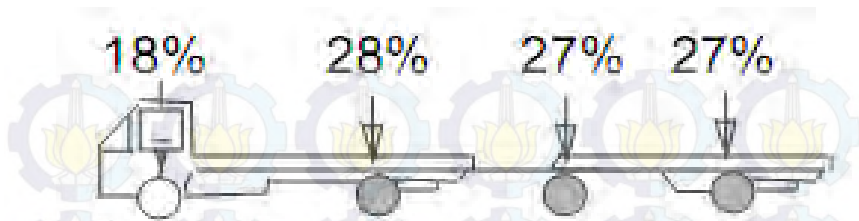
$$E_{sumbu\ belakang} = \left(\frac{18750}{8160}\right)^4 = 2,3974$$

E untuk truk 3 As = 2,7416

- Truk Gandeng

Muatan maksimum = 31400 kg = 31,4 ton

Truk Gandeng distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = $18\% \times 31400 \text{ kg} = 5652 \text{ kg}$

Beban sumbu tengah = $28\% \times 31400 \text{ kg} = 8792 \text{ kg}$

Beban sumbu tengah = $27\% \times 31400 \text{ kg} = 8478 \text{ kg}$

Beban sumbu belakang = $27\% \times 31400 \text{ kg} = 8478 \text{ kg}$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{5652}{8160} \right)^4 = 0,2302$$

$$E_{\text{sumbu tengah}} = \left(\frac{8792}{8160} \right)^4 = 1,3477$$

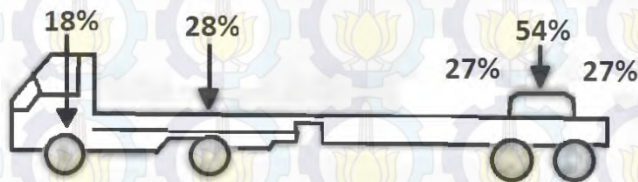
$$E_{\text{sumbu belakang}} = \left(\frac{8478}{8160} \right)^4 \times 2 = 2,3304$$

E untuk truk gandeng = 3,9083

- Truk Semi Trailer

Muatan maksimum = $42000 \text{ kg} = 42 \text{ ton}$

Pada Truk Semi Trailer distribusi beban sumbu sebagai berikut:



Beban sumbu depan = $18\% \times 42000 \text{ kg} = 7560 \text{ kg}$

Beban sumbu tengah = $28\% \times 42000 \text{ kg} = 11760 \text{ kg}$

Beban sumbu belakang = $54\% \times 42000 \text{ kg} = 22680 \text{ kg}$

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left(\frac{7560}{8160} \right)^4 = 0,7368$$

$$E_{sumbu\ tengah} = \left(\frac{11760}{8160}\right)^4 = 4,313$$

$$E_{sumbu\ belakang} = \left(\frac{22680}{8160}\right)^4 \times 0,086 = 5,1323$$

$$E \text{ untuk truk semi trailer} = 10,183$$

Tabel 4.35 Rekapitulasi Angka Ekivalen

Jenis Kendaraan	Angka Ekivalen
Sedan, Jeep	0.00045
Mikro Truk	0.2174
Bus Kecil	0.0286
Bus Besar	0.3006
Truk 2 Sumbu 3/4	0.2174
Truk 2 Sumbu	5.0264
Truk 3 Sumbu	2.7416
Truk Gandeng/Trailer	3.9083
Truck Semi Trailer	10.183

4.10 Analisa Kapasitas Pada Kondisi Geometrik Eksisting

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk itu jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650 untuk alinyemen vertical:

$$\Delta H$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}}$$

Tabel 4.36 Perhitungan Beda Tinggi

STA	STA	Elevasi 1	Elevasi 2	Beda Tinggi
14+650	14+900	32.254	32.606	0.352
14+900	15+250	32.606	34.112	1.506
15+250	15+550	34.112	34.124	0.012

STA	STA	Elevasi 1	Elevasi 2	Beda Tinggi
15+550	15+900	34.124	36.004	1.880
15+900	16+250	36.004	36.439	0.435
16+250	16+600	36.439	36.805	0.366
16+600	16+950	36.805	38.273	1.468
16+950	17+300	38.273	38.279	0.006
17+300	17+650	38.279	38.958	0.679
			$\Sigma\Delta H =$	6.704

$$\frac{6.704}{3} = 2.23 \text{ m/km}$$

2.23 m/km < 10 m/km, maka tipe medan datar

Jalan pasuruan-pilang mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) maka didapat nilai $C_o = 3100$ Smp/jam

- b. menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w)
dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2 UD dengan lebar efektif jalur 7 meter maka didapat dilai $FC_w = 1.00$
- c. menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FC_{SP})
dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2 UD maka didapatkan nilai $FC_{SP} = 1.00$
- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{SF})
dari tabel 2.6 maka didapatkan nilai $FC_{SF} = 1.00$
- e. Menentukan nilai kapasitas (C)
dari persamaan 2.3 maka didapatkan nilai
 $C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$
 $C = 3100 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 3100$ Smp/jam

Tabel 4.37 Derajat Kejenuhan (DS) Pasuruan-Pilang

Tahun	Q	DS
2012	2508	0.81
2013	2746	0.89
2014	2984	0.96
2015	3222	1.04
2016	3459	1.12
2017	3697	1.19
2018	3935	1.27
2019	4173	1.35
2020	4410	1.42
2021	4647	1.50

Kesimpulan:

Dari hasil analisa di atas maka diperoleh kesimpulan bahwa jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650 tidak mampu menampung arus lalu lintas selama umur rencana yang telah ditentukan 10 tahun karena derajat kejenuhan (DS) pada tahun 2012 hingga tahun 2021 $> 0,75$

Untuk memenuhi tuntutan terhadap klasifikasi jalan yang berupa jalan arteri, maka dari jalan arteri dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar awal 7 meter dan bahu jalan 2 meter pada masing-masing sisi jalan, maka akan direncanakan pelebaran menjadi 12 m dengan bahu jalan 2 meter. Agar memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan.

4.11 Analisa Kapasitas Pada Kondisi Pelebaran Jalan

a. menentukan kapasitas dasar (C_0)

kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segment jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk itu jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650 ini mempunyai tipe alinyemen datar empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)

dari tabel MKJI hal 6-65 maka didapat nilai $C_o = 1700 \times 4 = 6800$ smp/jam

- b. menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w)

Dari tabel 2.3 Dengan lebar efektif jalur lalu lintas per jalur 3 meter untuk tipe jalan 4/2 UD didapatkan nilai $FC_w = 0.91$

- c. menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FC_{SP}) dari tabel 2.4 untuk tipe 4/2 UD maka didapatkan nilai $FC_{SP} = 1.00$

- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{SF})

dari tabel 2.6 maka didapatkan nilai $FC_{SF} = 1.00$

- e. Menentukan nilai kapasitas (C)

dari persamaan 2.3 maka didapat nilai C:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

$$C = 6800 \times 0.91 \times 1.00 \times 1.00 = 6188 \text{ Smp/jam}$$

Tabel 4.38 Derajat Kejenuhan (DS) Pasuruan-Pilang Setelah Pelebaran

Tahun	Q	DS
2012	2466	0.40
2013	2701	0.44
2014	2936	0.47
2015	3172	0.51
2016	3407	0.55
2017	3642	0.59
2018	3877	0.63
2019	4113	0.66
2020	4348	0.70
2021	4583	0.74

Kesimpulan:

Dari hasil perhitungan analisa diatas dengan dilakukan adanya perencanaan pelebaran jalan pasuruan-pilang STA

14+650 s/d 17+650 maka diperoleh derajat kejenuhan jalan pada akhir rencana yaitu tahun 0.74 dengan menggunakan tipe empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) maka mampu menampung arus lalu lintas hingga akhir umur rencana.

4.12 Perencanaan tebal perkerasan jalan berdasarkan lalu lintas harian rata-rata awal umur rencana tahun 2012

LHR 2011

• Sedan, Jeep	=	4214
• Pick Up, Mini Bus	=	4911
• Mikro Truk, Mobil Hantaran	=	3444
• Bus Kecil	=	304
• Bus Besar	=	75
• Truk 2 Sumbu 3/4	=	1301
• Truk 2 Sumbu	=	1149
• Truk 3 Sumbu	=	275
• Truk Gandeng/Trailer	=	122
• Truck Semi Trailer	=	387

LHR 2021

• Sedan, Jeep	=	7756
• Pick Up, Mini Bus	=	8723
• Mikro Truk, Mobil Hantaran	=	6324
• Bus Kecil	=	524
• Bus Besar	=	119
• Truk 2 Sumbu 3/4	=	2030
• Truk 2 Sumbu	=	1639
• Truk 3 Sumbu	=	369
• Truk Gandeng/Trailer	=	225
• Truck Semi Trailer	=	711

Angka Ekuivalen

• Sedan, Jeep	=	0.00045
---------------	---	---------

• Pick Up, Mini Bus	=	0.2174
• Mikro Truk, Mobil Hantaran	=	0.2174
• Bus Kecil	=	0.0286
• Bus Besar	=	0.3006
• Truk 2 Sumbu 3/4	=	0.2174
• Truk 2 Sumbu	=	5.0264
• Truk 3 Sumbu	=	2.7416
• Truk Gandeng/Trailer	=	3.9083
• Truck Semi Trailer	=	10.183

Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$\left\{ LEP = \sum_{i=1}^n LHR \times C \times E \right\}$$

C kendaraan ringan dan berat = 0.5

Sedan, Jeep	4214	× 0.5	× 0.00045	=	0.94815
Pick Up	4911	× 0.5	× 0.2174	=	533.8257
Mikro Truk	3444	× 0.5	× 0.2174	=	374.3628
Bus Kecil	304	× 0.5	× 0.0286	=	4.3472
Bus Besar	75	× 0.5	× 0.3006	=	11.2725
Truk 2 Sumbu ³ / ₄	1301	× 0.5	× 0.2174	=	141.4187
Truk 2 Sumbu	1149	× 0.5	× 5.0264	=	2887.667
Truk 3 Sumbu	275	× 0.5	× 2.7416	=	376.97
Truk Gandeng	122	× 0.5	× 3.9083	=	238.4063
Truck Semi Trailer	387	× 0.5	× 10.183	=	1970.411
				Total	6539.62

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$\left\{ LEA = \sum_{i=1}^n LHR (1 + i)^{UR} \times C \times E \right\}$$

Sedan, Jeep	7756	× 0.5	× 0.00045	=	1.7451
Pick Up	8723	× 0.5	× 0.2174	=	948.1901
Mikro Truk	6324	× 0.5	× 0.2174	=	687.4188
Bus Kecil	524	× 0.5	× 0.0286	=	7.4932
Bus Besar	119	× 0.5	× 0.3006	=	17.8857
Truk 2 Sumbu ³ / ₄	2030	× 0.5	× 0.2174	=	220.661

Truk 2 Sumbu	1639	$\times 0.5 \times 5.0264$	=	4119.135
Truk 3 Sumbu	369	$\times 0.5 \times 2.7416$	=	505.8252
Truk Gandeng	225	$\times 0.5 \times 3.9083$	=	439.683
Truck Semi Trailer	711	$\times 0.5 \times 10.183$	=	3620.057
			Total	10568.09

Lintas Ekuivalen Tengah

$$LET_{10} = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET_{10} = \frac{6539.62 + 10568.09}{2} = 8553.855$$

Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$

$$LER = 8554 \times \frac{10}{10} = 8554$$

Menentukan Nilai Faktor Regional
Persentase kendaraan berat > 5 ton

$$LHR_{2012} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Jumlah Total Kendaraan}} \times 100\%$$

$$= \frac{3613}{16182} \times 100\% = 22.33\% \leq 30\%$$

$$LHR_{2021} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Jumlah Total Kendaraan}} \times 100\%$$

$$= \frac{5617}{28420} \times 100\% = 19.76\% \leq 30\%$$

Kelandaian : < 6%

Curah hujan rata-rata : > 900 mm/tahun

Dilihat pada tabel 2.11 dipakai nilai FR = 1.5

Tabel 2.11 Faktor Regional

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kend. berat		% Kend. berat		% Kend. berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Indeks permukaan awal umur rencana (IPo)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah Laston

Dari tabel 2.12 Dipakai nilai IPo = ≥ 4

Tabel 2.12 Indeks permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

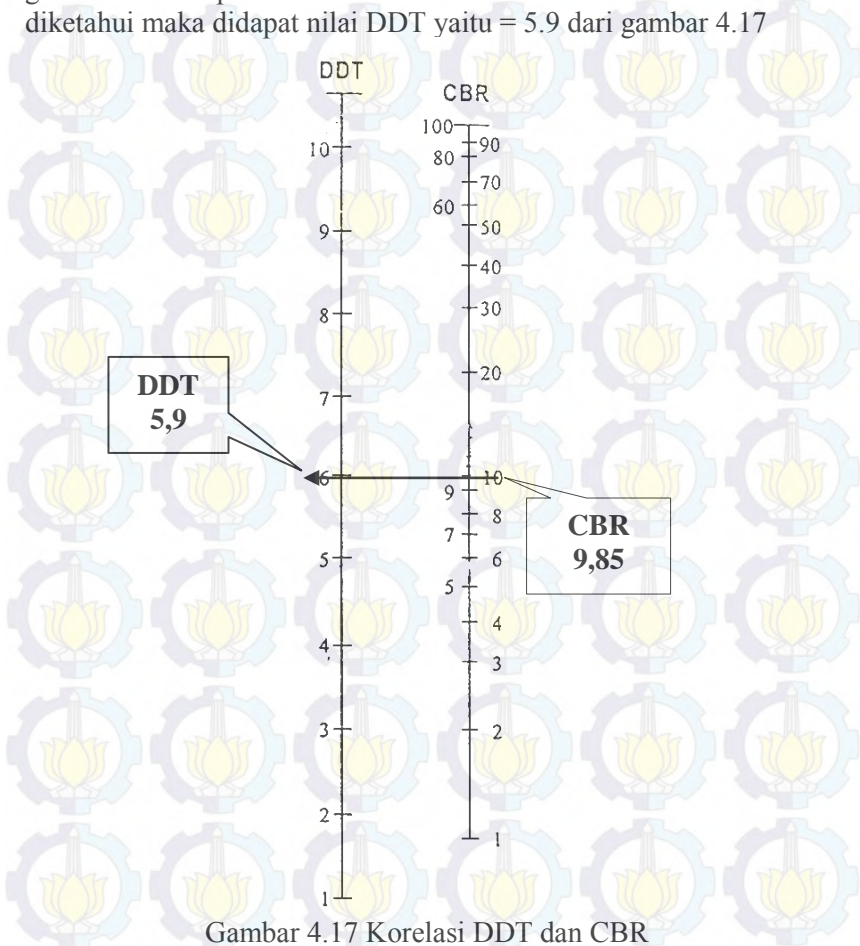
Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
Burda	3,9 – 3,5	< 2000
Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan tanah	$\leq 2,4$	
Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	

Indeks permukaan akhir umur rencana (IPt) untuk jalan arteri dengan LER = 8495, dari tabel 2.13 didapat nilai IPt = 2.5

Tabel 2.13 Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5-2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0-2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat gambar 4.14 diperoleh nilai CBR Rencana 9.85% dan setelah diketahui maka didapat nilai DDT yaitu = 5.9 dari gambar 4.17



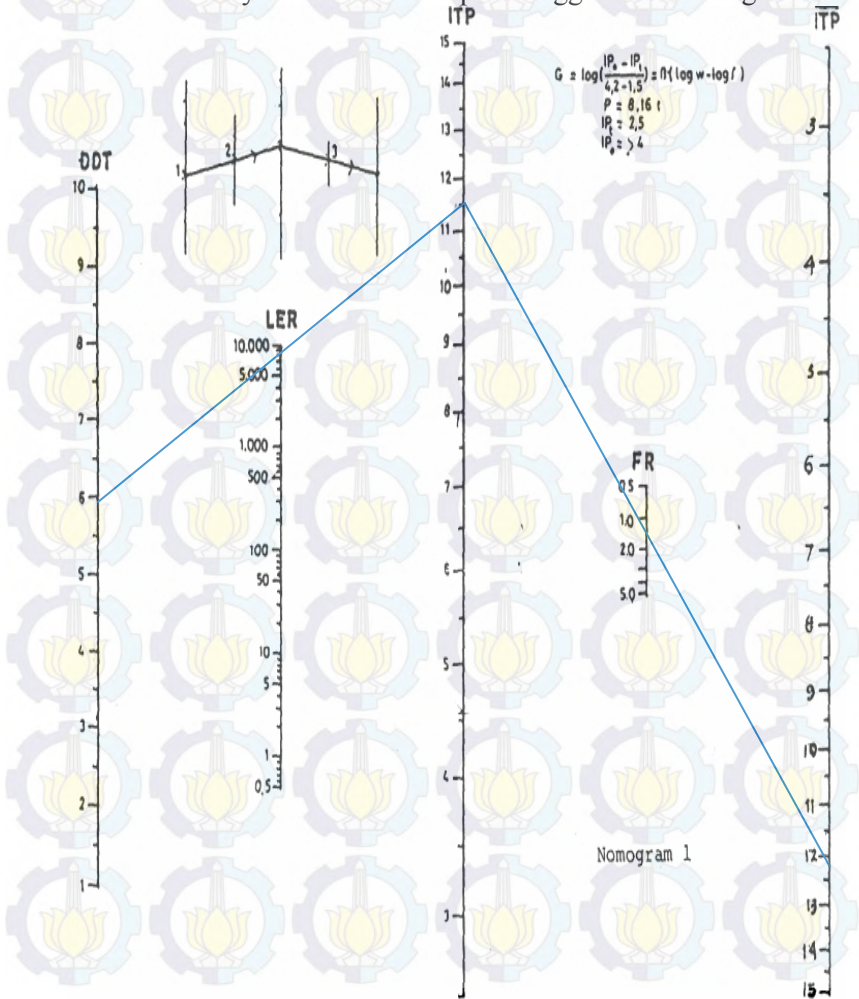
Gambar 4.17 Korelasi DDT dan CBR

Berikut ini adalah rekapitulasi data – data yang diperlukan untuk memperoleh harga ITP :

CBR = 9.85 %
 DDT = 5.9
 IPo = ≥ 4

$IP_t = 2.5$
 $FR = 1,5$
 $LER = 8554$

Karena hasil perhitungan $IP_t = 2,5$ dan $IP_o \geq 4$ maka untuk mencari besarnya ITP dan \overline{ITP} dapat menggunakan nomogram 1



Gambar 4.18 Nomogram 1 untuk $IP_t = 2.5$ dan $IP_o = \geq 4$

Dari gambar 4.21 diperoleh $ITP = 12.5$ dan $\overline{ITP} = 12.3$

Penentuan tebal perkerasan

a. jenis lapis perkerasan

- Lapis permukaan dari Laston MS (744)
- Lapisan Pondasi batu pecah kelas A (CBR 100%)
- Lapisan Pondasi Bawah Sirtu kelas B (CBR 50%)

b. koefisien kekuatan relatif

dari tabel 2.14 diperoleh

- lapis permukaan bagian atas AC (a_1) = 0.40
- lapis pondasi batu pecah kelas A (a_2) = 0.14
- lapis pondasi bawah sirtu kelas B (a_4) = 0.12

c. D_1 laston MS 744 = ...?

- Lapis permukaan (D_1) = ... cm (dicari)
- Lapis Agregat kelas A (D_2) = 25 cm
- Lapis Sirtu kelas B (D_3) = 30 cm

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$12.3 = 0.40 \cdot D_1 + 0.14 \cdot 25 + 0.12 \cdot 30$$

$$12.3 = 0.4D_1 + (3.5 + 3.6)$$

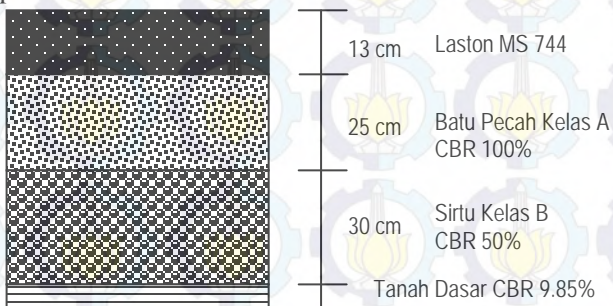
$$D_1 = \frac{12.3 - (3.5 + 3.6)}{0.40}$$

$$D_1 = 13 \text{ cm} > 10 \text{ cm (OK)}$$

Lapisan permukaan = 13 cm

Lapisan pondasi atas = 25 cm

Lapisan pondasi bawah = 30 cm



Gambar 4.19 susunan lapis perkerasan pelebaran jalan

4.13 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan

Data lalu lintas yang mewakili pada awal umur rencana berdasarkan LHR tahun 2012

Sepeda Motor	=	9476	kend	$i = 0.1430$
Sedan, Jeep	=	4214	kend	$i = 0.0868$
Pick Up, Mini Bus	=	4911	kend	$i = 0.0800$
Mikro Truk, Mobil Hantaran	=	3444	kend	$i = 0.0864$
Bus Kecil	=	304	kend	$i = 0.0747$
Bus Besar	=	75	kend	$i = 0.0622$
Truk 2 Sumbu 3/4	=	1301	kend	$i = 0.0579$
Truk 2 Sumbu	=	1149	kend	$i = 0.0445$
Truk 3 Sumbu	=	275	kend	$i = 0.0361$
Truk Gandeng/Trailer	=	122	kend	$i = 0.0876$
Truck Semi Trailer	=	387	kend	$i = 0.0865$

Prosentase kendaraan

Ruas jalan yang direncanakan adalah 4 lajur 2 arah maka prosentase kendaraan ringan 30% sedangkan kendaraan berat 45%

Prosentase kendaraan yang lewat

Sedan, Jeep	$4214 \times 0.30 =$	1264	kend
Pick Up	$4911 \times 0.30 =$	1473	kend
Mikro Truk	$3444 \times 0.30 =$	1033	kend
Bus Kecil	$304 \times 0.45 =$	137	kend
Bus Besar	$75 \times 0.45 =$	34	kend
Truk 2 Sumbu $\frac{3}{4}$	$1301 \times 0.45 =$	585	kend
Truk 2 Sumbu	$1149 \times 0.45 =$	517	kend
Truk 3 Sumbu	$275 \times 0.45 =$	124	kend
Truk Gandeng	$122 \times 0.45 =$	55	kend
Truck Semi Trailer	$387 \times 0.45 =$	174	kend

4.14 Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1 + r)^{n-1} - 1}{r} \right]$$

- Sedan, Jeep

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0868)^{10} + 2(1 + 0,0868) \frac{(1 + 0,0868)^{10-1} - 1}{0,0868} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.298774 + 27.92567] = 15.61222$$

- Pick Up

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0800)^{10} + 2(1 + 0,0800) \frac{(1 + 0,0800)^{10-1} - 1}{0,0800} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.158925 + 26.97312] = 15.06602$$

- Mikro Truk

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0864)^{10} + 2(1 + 0,0864) \frac{(1 + 0,0864)^{10-1} - 1}{0,0864} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.290327 + 27.86869] = 15.57951$$

- Bus Kecil

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0747)^{10} + 2(1 + 0,0747) \frac{(1 + 0,0747)^{10-1} - 1}{0,0747} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.055287 + 26.254] = 14.65465$$

- Bus Besar

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0622)^{10} + 2(1 + 0,0622) \frac{(1 + 0,0622)^{10-1} - 1}{0,0622} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [1.828365 + 24.63554] = 13.73195$$

- Truck 2 sumbu 3/4

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0579)^{10} + 2(1 + 0,0579) \frac{(1 + 0,0579)^{10-1} - 1}{0,0579} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [1.755683 + 24.10305] = 13.42937$$

- Truck 2 sumbu

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0445)^{10} + 2(1 + 0,0445) \frac{(1 + 0,0445)^{10-1} - 1}{0,0445} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [1.54555 + 22.51932] = 12.53244$$

- Truck 3 sumbu

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0361)^{10} + 2(1 + 0,0361) \frac{(1 + 0,0361)^{10-1} - 1}{0,0361} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [1.425663 + 21.58241] = 12.00404$$

- Truck Gandeng

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0876)^{10} + 2(1 + 0,0876) \frac{(1 + 0,0876)^{10-1} - 1}{0,0876} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.315752 + 28.03999] = 15.67787$$

- Truck Semi Trailer

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,0865)^{10} + 2(1 + 0,0865) \frac{(1 + 0,0865)^{10-1} - 1}{0,0865} \right]$$

$$N = \frac{1}{2} [2.292436 + 27.88292] = 15.58768$$

4.15 Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan persamaan (2.20)

$$CESA = \sum_{Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N$$

Sedan, Jeep

$$4214 \times 365 \times 0.00045 \times 0.3 \times 15.61222 = 3241.79708$$

Pick Up

$$4911 \times 365 \times 0.2174 \times 0.3 \times 15.06602 = 1761335.679$$

Mikro Truk

$$3444 \times 365 \times 0.2174 \times 0.3 \times 15.57951 = 1277293.188$$

Bus Kecil

$$304 \times 365 \times 0.0286 \times 0.45 \times 14.65465 = 20927.64914$$

Bus Besar

$$75 \times 365 \times 0.3006 \times 0.45 \times 13.73195 = 50849.634$$

Truk 2 Sumbu $\frac{3}{4}$

$$1301 \times 365 \times 0.2174 \times 0.45 \times 13.42937 = 623875.3895$$

Truk 2 Sumbu

$$1149 \times 365 \times 5.0264 \times 0.45 \times 12.53244 = 11888254.33$$

Truk 3 Sumbu

$$275 \times 365 \times 2.7416 \times 0.45 \times 12.00404 = 1486516.032$$

Truk Gandeng

$$122 \times 365 \times 3.9083 \times 0.45 \times 15.67787 = 1227835.43$$

Truck Semi Trailer

$$387 \times 365 \times 10.183 \times 0.45 \times 15.58768 = 10089591.16$$

28, 429, 720.29

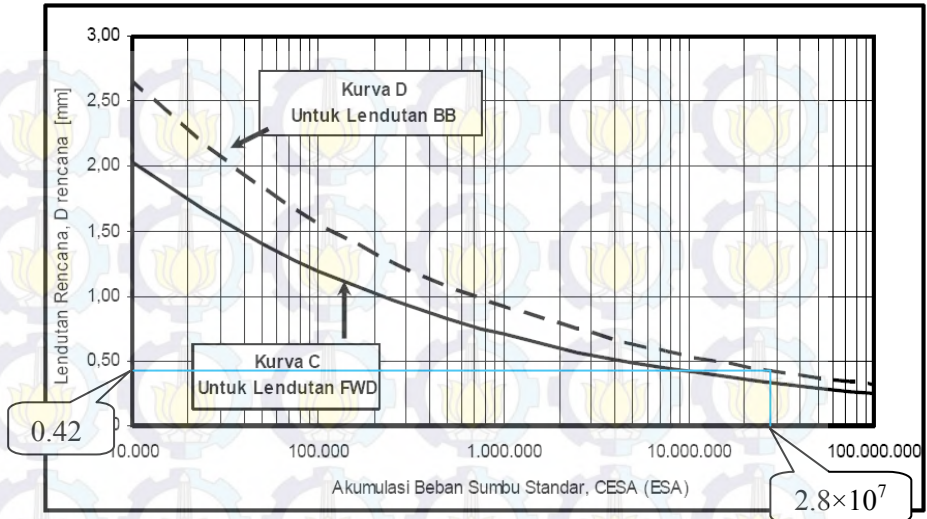
Menghitung Lendutan Rencana/ ijin ($D_{rencana}/ D_{stl\ ov}$) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)}$$

$$D_{rencana} = 22,208 \times 28.429,720.29^{(-0,2307)}$$

$$D_{rencana} = 0.42 \text{ mm}$$

Atau dapat juga dengan menggunakan gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 4.20 Hubungan antara lendutan rencana dan lalu lintas

Menghitung Tebal Lapis Tambah (H_o) dengan persamaan:

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{sbl\ ov}) - \text{Ln}(D_{stl\ ov})]}{0,0597}$$

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(0,683) - \text{Ln}(0,42)]}{0,0597}$$

$$H_o = 8,74 \text{ cm}$$

Menentukan koreksi tebal lapis tambah (F_o) ruas jalan Janti - ngrupit segman I Kabupaten Pasuruan berdasarkan lokasi jalan tersebut maka besarnya Temperatur Perkerasan Rata rata Tahunan (TPRT) diambilkan dari lokasi yang berdekatan yang sudah ada dilampiran 1 yaitu Pasuruan sebesar $36,8^\circ\text{C}$. Faktor koreksi tebal lapis tambah dihitung dengan persamaan:

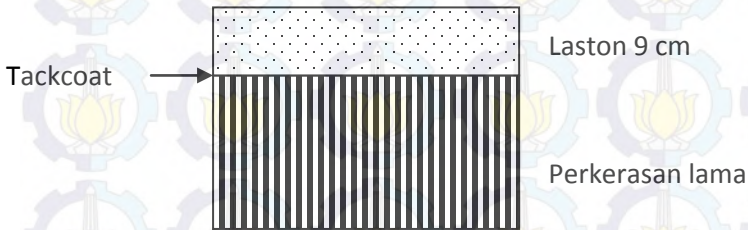
$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})}$$

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 36,8)}$$

$$F_o = 1,02$$

Menentukan tebal lapis tambah terkorreksi (HT) dengan persamaan:

$$\begin{aligned} HT &= H_o \times F_o \\ HT &= 8,74 \times 1,02 \\ HT &= 8.98 \text{ cm} \sim 9 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 4.21 Rencana susunan lapis tambahan

4.16 Perencanaan Drainase

Pada sub ini dibahas tentang perhitungan debit dan perhitungan dimensi saluran. Perhitungan debit membahas tentang penentuan inlet time, flow time, waktu konsentrasi, intensitas hujan, nilai koefisien pengaliran, dan debit aliran. Perhitungan dimensi saluran membahas tentang perhitungan luas penampang, kemiringan saluran dan kecepatan rata – rata.

Dimensi saluran akan direncanakan menggunakan saluran berbentuk segi empat dengan ketentuan sebagai berikut :

$$b = 2d$$

$$F_d = b \times d = 2d^2$$

$$O = b + 2d = 4d$$

$$R = \frac{F}{O} = \frac{2d^2}{4d} = \frac{1}{2}d$$

$$w = \sqrt{0.5 \times d}$$

$$h = w + d$$

$$V < V_{ijin} = 1,8 \text{ m/dtk}$$

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuang. Sedangkan rinciannya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- STA 14+650 – 15+448 (Arah aliran ke barat)
- STA 15+448 – 15+612 (Arah aliran ke timur)
- STA 15+612 – 16+112 (Arah aliran ke barat)
- STA 16+112 – 16+385 (Arah aliran ke timur)
- STA 16+385 – 17+150 (Arah aliran ke barat)
- STA 17+150 – 17+390 (Arah aliran ke timur)
- STA 17+390 – 17+650 (Arah aliran ke barat)

a. Perencanaan Drainase STA 14+650 – 15+448

1) Perhitungan Waktu Konsentrasi

Berdasarkan tabel diperoleh nilai n_d , serta kemiringan :

- Perkerasan $s = 2\%$ $n_d = 0,013$
- Bahu jalan $s = 4\%$ $n_d = 0,20$

$$t_1 \text{ perkerasan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 6 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 1.03 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167}$$

$$= 1.28 \text{ menit}$$

$$t_1 = t_1 \text{ Perkerasan} + t_1 \text{ bahu}$$

$$= 1.03 + 1.28$$

$$= 2.31 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V} = \frac{798}{60 \times 1.8}$$

$$= 7.39 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_1 + t_2 \\
 &= 2.31 + 7.39 \\
 &= 9.7 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel diperoleh nilai nd , serta kemiringan

- Permukiman $s = 3\%$ $nd = 0,20$

$$\begin{aligned}
 t_1 \text{ permukiman} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 50 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,167} \\
 &= 2.24 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{L}{60 V} = \frac{798}{60 \times 1.8} \\
 &= 7.39 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_1 + t_2 \\
 &= 2.24 + 7.39 \\
 &= 9.63 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2) Menentukan Intensitas Curah Hujan Rencana

- Perkerasan dan bahu jalan
Berdasarkan perhitungan waktu konsentrasi (t_c), hasil tersebut diplotkan pada gambar kurva basis, maka akan didapatkan nilai I_{maks} sebesar 180 mm/jam.
- Permukiman
Berdasarkan perhitungan waktu konsentrasi (t_c), hasil tersebut diplotkan pada gambar kurva basis, maka akan didapatkan nilai I_{maks} sebesar 180 mm/jam.

3) Menentukan Luas daerah dan Koefisien Pengaliran Perkerasan dan bahu jalan

- Luas daerah pengaliran (A)
 A Perkerasan $= 6 \times 798 = 4788 \text{ m}^2$
 A Bahu jalan $= 2 \times 798 = 1596 \text{ m}^2$

- Koefisien pengaliran berdasarkan tabel, didapatkan :

$$C \text{ Perkerasan} = 0,70$$

$$C \text{ Bahu jalan} = 0,40$$

- Menghitung harga C_{total} Perkerasan dan bahu jalan

$$\begin{aligned} C_{\text{total}} &= \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i} \\ &= \frac{(0,70 \times 4788) + (0,40 \times 1596)}{6384} \\ &= 0.625 \end{aligned}$$

Permukiman

- Luas daerah pengaliran (A)

$$A \text{ Permukiman} = 50 \times 798 = 39900 \text{ m}^2$$

- Koefisien pengaliran berdasarkan tabel, didapatkan :

$$C \text{ Permukiman} = 0,40$$

- Menghitung harga C_{total} permukiman

$$\begin{aligned} C_{\text{total}} &= \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i} \\ &= \frac{(0,40 \times 39900)}{39900} \\ &= 0.4 \end{aligned}$$

4) Menentukan debit aliran (Q)

Debit aliran (Q) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

- Perkerasan dan bahu jalan

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3,6} \times 0.625 \times 180 \times 6384 \times 10^{-6} \\ &= 0.2 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- Permukiman

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4 \times 180 \times 39900 \times 10^{-6} \\
 &= 0,8 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

- Debit aliran total Q_{total}

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{Perkerasan dan bahu}} + Q_{\text{Permukiman}} \\
 &= 0,2 + 0,8 \\
 &= 1,0 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5) Menentukan Dimensi Saluran

Saluran yang direncanakan terbuat dari jenis material pasangan batu kali dengan kondisi baik dengan nilai $n = 0,030$ dan n kecepatan aliran yang diijinkan = 1,8 m/detik. Saluran yang direncanakan berpenampang segi empat.

- Penampang basah saluran (Fd)

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times Fd \\
 Fd &= \frac{Q}{V} \\
 Fd &= \frac{1}{1,8} = 0,56 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$\begin{aligned}
 b &= 2d \\
 Fd &= b \times d \\
 Fd &= 2d \times d \\
 &= 2d^2
 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}} = \sqrt{\frac{0,56}{2}} = 0,53 \text{ m}$$

- Tinggi jagaan (w)

$$w = \sqrt{0,5d}$$

$$= \sqrt{0.5 \times 0.53}$$

$$= 0.51 \text{ m}$$

- Tinggi saluran keseluruhan (h)

$$h = d + w$$

$$= 0.53 \text{ m} + 0.51 \text{ m}$$

$$= 1.04 \text{ m}$$

- Lebar saluran (b)

$$b = 2d$$

$$= 2 \times 0.53 \text{ m}$$

$$= 1.06 \text{ m}$$

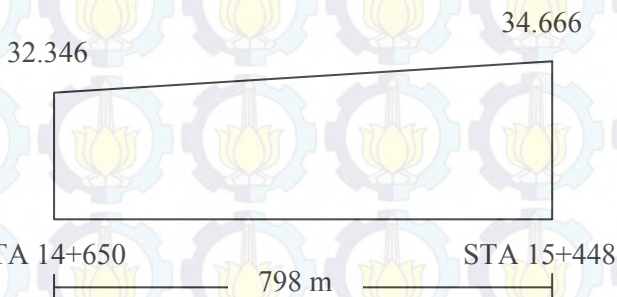
- Jari hidrolis (R)

$$R = \frac{d}{2}$$

$$R = \frac{0.53}{2} = 0.265 \text{ m}$$

6) Kontrol kemiringan saluran (i)

- Kemiringan Lapangan



$$I_{\text{lapangan}} = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$= \frac{34.666 - 32.346}{798}$$

$$= 0.0029$$

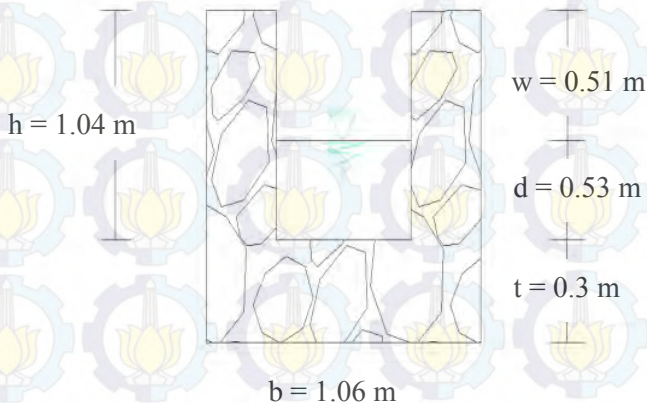
- Kemiringan perhitungan

$$\begin{aligned}
 I_{\text{perhitungan}} &= \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{1.8 \times 0.03}{0.265^{2/3}} \right)^2 \\
 &= 0.017
 \end{aligned}$$

Karena i lapangan $\leq i$ perhitungan, maka kemiringan selokan direncanakan menggunakan i perhitungan tanpa menggunakan pematah arus.

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0.03} \times 0.265^{2/3} \times 0.017^{1/2} \\
 &= 1.79 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{endap}} < V_{\text{rencana}} < V_{\text{gerus}} \\
 0,6 \text{ m/detik} < \mathbf{1,79 \text{ m/detik}} < 1,80 \text{ m/detik} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$



Saluran	Panjang	Waktu Konsentrasi							
		t1 perkerasan	t1 bahu	t1 bahu perkerasan	t2	tc perkerasan	t1 permukiman	tc permukiman	l maks
14650 - 15448	798	1.03	1.28	2.31	7.39	9.70	2.24	9.63	180
15448 - 15612	164	1.03	1.28	2.31	1.52	3.83	2.24	3.76	190
15612 - 16112	500	1.03	1.28	2.31	4.63	6.94	2.24	6.87	185
16112 - 16385	273	1.03	1.28	2.31	2.53	4.84	2.24	4.77	190
16385 - 17150	765	1.03	1.28	2.31	7.08	9.39	2.24	9.33	180
17150 - 17390	240	1.03	1.28	2.31	2.22	4.53	2.24	4.47	190
17390 - 17650	260	1.03	1.28	2.31	2.41	4.72	2.24	4.65	190

Koefisien Aliran

Saluran	Panjang	Badan Jalan		Bahu Jalan		Permukiman		Badan Bahu		C Jalan	C Permukim
		Lebar	Luas	Lebar	Luas	Lebar	Luas	Lebar	Luas		
14650 - 15448	798	6	4788	2	1596	50	39900	6384	0.625	0.4	
15448 - 15612	164	6	984	2	328	50	8200	1312	0.625	0.4	
15612 - 16112	500	6	3000	2	1000	50	25000	4000	0.625	0.4	
16112 - 16385	273	6	1638	2	546	50	13650	2184	0.625	0.4	
16385 - 17150	765	6	4590	2	1530	50	38250	6120	0.625	0.4	
17150 - 17390	240	6	1440	2	480	50	12000	1920	0.625	0.4	
17390 - 17650	260	6	1560	2	520	50	13000	2080	0.625	0.4	

Debit Alian

Saluran	Panjang	Q perkerasan Bahu	Q Permukim	Q Total	Arah Alian
14650 - 15448	798	0.20	0.80	1.00	barat
15448 - 15612	164	0.04	0.17	0.22	timur
15612 - 16112	500	0.13	0.51	0.64	barat
16112 - 16385	273	0.07	0.29	0.36	timur
16385 - 17150	765	0.19	0.77	0.96	barat
17150 - 17390	240	0.06	0.25	0.32	timur
17390 - 17650	260	0.07	0.27	0.34	barat

Kontrol Kemiringan Saluran

Beda Tinggi	I lapangan	i hitung	
3.013	0.00377569	0.017288	OK
0.625	0.00381098	0.047886	OK
2.1	0.0042	0.023183	OK
0.3	0.0010989	0.034093	OK
3.3	0.00431373	0.017782	OK
1.2	0.005	0.03715	OK
1.15	0.00442308	0.03522	OK

Dimensi Saluran

Saluran	Panjang	V	fd	d	w	h	b	R	d pakai	b pakai
14650 - 15448	798	1.8	0.55	0.53	0.51	1.04	1.05	0.26	0.5	1
15448 - 15612	164	1.8	0.12	0.25	0.35	0.60	0.49	0.12	0.5	1
15612 - 16112	500	1.8	0.36	0.42	0.46	0.88	0.84	0.21	0.5	1
16112 - 16385	273	1.8	0.20	0.32	0.40	0.71	0.63	0.16	0.5	1
16385 - 17150	765	1.8	0.53	0.52	0.51	1.02	1.03	0.26	0.5	1
17150 - 17390	240	1.8	0.18	0.30	0.39	0.68	0.59	0.15	0.5	1
17390 - 17650	260	1.8	0.19	0.31	0.39	0.70	0.62	0.15	0.5	1

4.17 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Sebelum merencanakan RAB terlebih dahulu menghitung perhitungan volume pekerjaan, berikut ruang lingkup perhitungan volume pekerjaan :

- Pekerjaan tanah, meliputi :
 - Pekerjaan galian tanah pondasi untuk pelebaran
 - Pekerjaan lapis pondasi, meliputi :
 - Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas B
 - Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat batu pecah kelas A
 - Pekerjaan lapis pengikat (prime coat)
 - pekerjaan lapis permukaan LASTON MS 744 (untuk pelebaran)
 - Pekerjaan lapis permukaan
 - Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) untuk mengikat seluruh permukaan jalan lama
 - pekerjaan lapis permukaan LASTON MS 744 untuk overlay
 - Pekerjaan drainase
 - Pekerjaan galian tanah
 - Mencari volume galian tanah
 - Pekerjaan pasangan batu
- Setelah perhitungan volume pekerjaan diketahui, maka dapat digunakan untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya.

Perhitungan Volume Pekerjaan

- a. Pekerjaan persiapan penyiapan dan pembersihan Badan Jalan.
- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| Panjang jalan | = 3000 m |
| Lebar jalan | = 12 m |
| Lebar bahu jalan | = 2 x 2 = 4 m |
| Total lebar keseluruhan | = 12 + 4 = 16 |
| Volume | = 16 × 3000 = 48000 m ³ |

b. Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran jalan

Panjang jalan = 3000 m

Lebar jalan = $2 \times 2,5 \text{ m} = 5 \text{ m}$

Kedalaman galian = 0,59 m

Volume galian = $3000 \times 5 \times 0,59 = 8850 \text{ m}^3$

c. Pekerjaan lapis pondasi bawah

Panjang jalan = 3000 m

Lebar timbunan = $2,5 \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$

Kedalaman = 0,3 m

Volume timbunan = $3000 \times 5 \times 0,30 = 4500 \text{ m}^3$

d. Pekerjaan lapis pondasi atas

Panjang jalan = 3000 m

Lebar timbunan = $2,5 \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$

Kedalaman = 0,25 m

Volume timbunan = $3000 \times 5 \times 0,25 = 3750 \text{ m}^3$

e. Pekerjaan lapis resap pengikat (prime coat)

Panjang jalan = 3000 m

Lebar = $2,5 \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$

Luas = 15000 m²

1m² prime coat = 0,4 liter/m²

Volume = $15000 \times 0,4 = 6000 \text{ liter}$

f. Pekerjaan Lapis Permukaan Laston (pelebaran)

Panjang jalan = 3000 m

Lebar = $2,5 \times 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$

Ketebalan = 0,04 m

Volume = $3000 \times 5 \times 0,04 = 600 \text{ m}^3$

Berat Jenis Aspal = 2243 kg/m³

Keperluan Laston = $600 \text{ m}^3 \times 2243 \text{ kg/m}^3$

= 1.345,8 Ton

g. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat)

Panjang jalan = 3000 m

Lebar = 12 m

Luas = 36000 m²

1m² tack coat = 0,35 liter/m²

Volume = $36000 \times 0,35 = 12600 \text{ ltr}$

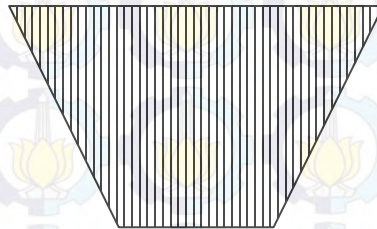
h. Pekerjaan Lapis Permukaan Laston MS 744

Panjang jalan	= 3000 m
Lebar	= 12 m
Ketebalan	= 0,09 m
Volume	= 3000 x 12 x 0,09 = 3240 m ³
Berat Jenis Aspal	= 2243 kg/m ³
Keperluan Laston	= 3240 m ³ x 2243 kg/m ³ = 7.267,32 Ton

i. Pekerjaan pemadatan bahu jalan (agregat B)

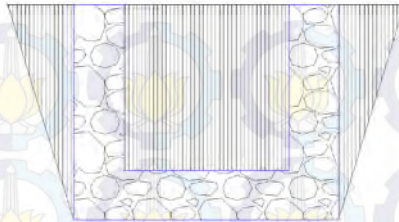
Panjang jalan	= 3000 m
Lebar	= 2 x 2 m = 4 m
Kedalaman	= 0,2 m
Volume	= 3000 x 4 x 0,2 = 2400 m ³

j. Pekerjaan drainase

• **Volume Galian drainase**

STA	Panjang	Luas	Volume
14650 - 15448	798	3.06	2441.88
15448 - 15612	164	2.52	413.28
15612 - 16112	500	2.88	1440
16112 - 16385	273	2.52	687.96
16385 - 17150	765	3.06	2340.9
17150 - 17390	240	2.52	604.8
17390 - 17650	260	2.52	655.2
Jumlah			8584.02
Total Kiri + Kanan			17168.04 m ³

- Pekerjaan pasangan batu



STA	Panjang	Luas	Volume
14650 - 15448	798	1.2	957.6
15448 - 15612	164	1.11	182.04
15612 - 16112	500	1.17	585
16112 - 16385	273	1.11	303.03
16385 - 17150	765	1.2	918
17150 - 17390	240	1.11	266.4
17390 - 17650	260	1.11	288.6
Jumlah			3500.67
Total Kiri + Kanan			7001.34

• Volume Urugan untuk drainase

STA	Panjang	Luas	Volume
14650 - 15448	798	0.6	478.8
15448 - 15612	164	0.54	88.56
15612 - 16112	500	0.58	290
16112 - 16385	273	0.54	147.42
16385 - 17150	765	0.6	459
17150 - 17390	240	0.54	129.6
17390 - 17650	260	0.54	140.4
Jumlah			1733.78
Total Kiri + Kanan			3467.56

**Tabel 4.39 Daftar Harga Satuan Upah dan Bahan
Kabupaten Pasuruan Tahun Anggaran 2012**

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
A.	TENAGA		
1	Pekerja	Jam	6,050
2	Tukang	Jam	7,071
3	Mandor	Jam	7,856
4	Operator	Jam	7,071
5	Mekanik	Jam	7,071
B.	BAHAN		
1	Agregat Kasar (Untuk AC)	m ³	164,600
2	Agregat Halus	m ³	140,500
3	Filler	Kg	330
4	Batu Kali	m ³	105,600
5	Aspal Curah	Kg	8,609
6	Aspal Emulsi (MC)	Kg	7,150
7	Aspal Emulsi (RC)	Kg	7,350
8	Kerosine (minyak Tanah)	Liter	3,850
9	Semen	Kg	1,450
10	Agregat Base Klas A	m ³	112,500
11	Agregat Base Klas B	m ³	93,750
12	Sirtu	m ³	70,000
13	Pasir Pasang	m ³	82,000
C.	HARGA ALAT		
1	Asphalt Mixing Plant	Jam	4,729,009
2	Asphalt Finihser	Jam	198,723
3	Asphalt Sprayer	Jam	44,976

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
4	Compressor	Jam	134,937
5	Dump Truck 3-4 M3	Jam	196,832
6	Dump Truck 8-10 m3	Jam	262,000
7	Excavator	Jam	310,351
8	Motor Grader	Jam	372,023
9	Wheel Loader	Jam	374,355
10	Tandem Roller	Jam	179,687
11	Pneumatic Tire Roller	Jam	189,001
12	Vibratory Roller	Jam	257,478
13	Water Tanker	Jam	176,063

Tabel 4.40 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Pasuruan Tahun Anggaran 2012

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Penyiapan & Pembersihan badan jalan	1	m2		4,387.5
	TENAGA				
1	Pekerja	0.025	Jam	48,000	1200
2	Mandor	0.05	Jam	63,000	3150
	PERALATAN				
4	Alat Bantu	0.0005	Ls	75,000	37.5

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN GALIAN TANAH UNTUK PELEBARAN JALAN					
II	Menggali Tanah Dengan Alat Berat	1	m3		54,263.68
	TENAGA				
1	Pekerja	0.226	OH	48,000	10,848.00
2	Mandor	0.007	OH	63,000	441.00
	PERALATAN				
1	Sewa Excavator	0.076	jam	310,351	23,586.68
2	Sewa Dump Truck	0.074	Jam	262,000	19,388.00
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN GALIAN TANAH UNTUK SALURAN TEPI					
III	Menggali Tanah Dengan Alat Berat	1	m3		49,441.24
	TENAGA				
1	Pekerja	0.226	OH	48,000	10,848.00
2	Mandor	0.007	OH	63,000	441.00
	PERALATAN				
1	Sewa Excavator	0.076	jam	310,351	23,586.68
2	Sewa Dump Truck	0.074	Jam	196,832	14,565.57
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN LAPIS PONDASI BAWAH SIRTU KLAS B					
IV	Lapisan sirtu klas B	1	m3		155,130.21
	TENAGA				
1	Pekerja	0.2201	Jam	6,050	1,331.61

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
2	Mandor	0.0314	Jam	7,856	246.68
	BAHAN				
1	Sirtu Klas B	1.2	M3	70,000	84,000.00
	PERALATAN				
1	Wheel Loader	0.0314	Jam	374,355	11,754.75
2	Dump Truck 8-10M3	0.1655	Jam	262,000	43,361.00
3	Motor Grader	0.0092	Jam	372,023	3,422.61
4	Vibro Roller	0.008	Jam	257,478	2,059.82
5	P. Tyre Roller	0.0115		189,001	2,173.51
6	Water Tanker	0.0383	Jam	176,063	6,743.21
7	Alat Bantu	1	Ls	37.02	37.02
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN LAPIS PONDASI ATAS BATU PECAH KLAS A					
V	Lapisan batu pecah kelas A	1	m3		206,130.21
	TENAGA				
1	Pekerja	0.2201	Jam	6,050	1,331.61
2	Mandor	0.0314	Jam	7,856	246.68
	BAHAN				
1	Agregat Base Klas A	1.2	M3	112,500	135,000.00
	PERALATAN				
1	Wheel Loader	0.0314	Jam	374,355	11,754.75
2	Dump Truck 8-10 M3	0.1655	Jam	262,000	43,361.00
3	Motor Grader	0.0092	Jam	372,023	3,422.61
4	Vibro Roller	0.008	Jam	257,478	2,059.82

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
5	P. Tyre Roller	0.0115	Jam	189,001	2,173.51
6	Water Tanker	0.0383	Jam	176,063	6,743.21
7	Alat Bantu	1	Ls	37.02	37.02
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN PRIME COAT					
VI	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	1	Ltr		7,650.44
	TENAGA				
1	Pekerja	0.0211	Jam	6,050	127.655
2	Mandor	0.003	Jam	7,856	23.568
	BAHAN				
1	Aspal Curah	0.6294	Kg	7,150	4500.21
2	Kerosene	0.4889	Lt	3,850	1882.265
	PERALATAN				
1	Asphal Sprayer	0.003	Jam	44,976	134.928
2	Compressor	0.0029	Jam	134,937	391.3173
3	Dump Truck 3 - 4 M3	0.003	Jam	196,832	590.496
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN TACK COAT					
VIII	Lapis Perekat (Tack Coat)	1	Lt		9,109.41
	TENAGA				
1	Pekerja	0.0211	Jam	6,050	127.655
2	Mandor	0.003	Jam	7,856	23.568
	BAHAN				
1	Aspal Curah	0.8715	Kg	7,350	6405.525

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
2	Kerosene	0.2538	Lt	3,850	977.13
	PERALATAN				
1	Asphal Sprayer	0.003	Jam	44,976	134.928
2	Compressor	0.0063	Jam	134,937	850.1031
3	Dump Truck 3 - 4 M3	0.003	Jam	196,832	590.496
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEKERJAAN PENGASPALAN DAN LAPIS TAMBAH					
IX	Laston (AC)	1	Ton		890,536.01
	TENAGA				
1	Pekerja	0.1205	Jam	6,050	729.025
2	Mandor	0.0241	Jam	7,856	189.3296
	BAHAN				
1	Agregat kasar	0.3795	M3	164,600	62465.7
2	Agregat halus	0.3434	M3	140,500	48247.7
3	Filler	22	Kg	330	7260
4	Aspal Curah	63	Kg	8,609	542367
	PERALATAN				
1	Wheel loader	0.0162	Jam	374,355	6064.551
2	AMP	0.0241	Jam	4,729,009	113969.12
3	Dump Truck	0.3148	Jam	262,000	82477.6
4	Asphalt Finisher	0.0151	Jam	198,723	3000.7173
5	Tandem Roller	0.0097	Jam	179,687	1742.9639
6	P.Tyre Roller	0.0107	Jam	189,001	2022.3107
7	Alat Bantu	1	Ls	20000	20000

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
Kelompok Pekerjaan Jalan : PEMADATAN BAHU JALAN					
X	Lapisan Agregat klas B	1	m3		181,456.70
	TENAGA				
1	Pekerja	0.2201	Jam	6,050	1,331.61
2	Mandor	0.0314	Jam	7,856	246.68
	BAHAN				
1	Agregat Klas B	1.2	M3	93,750	112,500.00
	PERALATAN				
1	Wheel Loader	0.0314	Jam	374,355	11,754.75
2	Dump Truck 8-10M3	0.1655	Jam	262,000	43,361.00
3	Motor Grader	0.0092	Jam	372,023	3,422.61
4	Vibro Roller	0.008	Jam	257,478	2,059.82
5	Water Tanker	0.0383	Jam	176,063	6,743.21
6	Alat Bantu	1	Ls	37.02	37.02
Kelompok Pekerjaan : PASANGAN BATU KALI					
XI	Pasangan batu kali 1pc:4psr	1	m3		530,074.00
	TENAGA				
1	Mandor	0.075	Org/hr	63,000	4,725.00
2	Kepala tukang batu	0.075	Org/hr	63,000	4,725.00
3	Tukang batu	0.75	Org/hr	57,000	42,750.00
4	Pekerja	1.5	Org/hr	48,000	72,000.00
	BAHAN				
1	Batu kali	1.2	m3	105,600	126,720.00

NO	Uraian Kegiatan	Koefisien/ Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012 (Rp)
2	Pasir	0.522	m3	82,000	42,804.00
3	Semen (Portland cement)	163	Kg	1,450	236,350.00
Kelompok Pekerjaan : Urugan untuk Timbunan Tambahan					
XII	Urugan untuk Drainase	1	m3		55,914.86
	TENAGA				
1	Mandor	0.01	Jam	7,856	78.56
2	Pekerja	0.3	Jam	6,050	1,815.00
	BAHAN				
1	Material Tanah Timbunan	1.2	m3	45,000	54,000.00
	PERALATAN				
1	Alat Bantu (1 set @ 3 alat)	0.0213	Jam	1,000	21.30

Tabel 4.41 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	HSPK 2012	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Penyiapan dan Pembersihan badan jalan	4800	m ²	4,387.50	21,060,000	
JUMLAH					21,060,000	
II	PEKERJAAN GALIAN TANAH					
1	Galian untuk pelebaran	8850	m ³	54,263.68	480,233,568.00	
2	Galian untuk saluran tepi	17168.04	m ³	49,441.24	848,809,185.97	
3	Urugan untuk Timbunan Tambahan	3467.56	m ³	55,914.86	193,888,131.94	
JUMLAH					1,522,930,885.91	
III	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI					
1	Lapis pondasi bawah dengan sirtu klas B	4500	m ³	155,130.21	698,085,945.00	
2	Lapis pondasi atas dengan batu pecah klas A	3750	m ³	206,130.21	772,988,287.50	
JUMLAH					1,471,074,232.50	
IV	PEKERJAAN PENGASPALAN					
1	Lapis resap pengikat (Prime Coat)	6000	Liter	7,650.44	45,902,640.00	
2	Lapis pengikat (Tack Coat)	12600	Liter	9,109.41	114,778,566.00	
3	Lapis permukaan Laston MS744	8613.12	Ton	890,536.01	7,670,293,518.45	
JUMLAH					7,830,974,724.45	
V	PEKERJAAN BAHU					
1	Pekerjaan Bahu Jalan	2400	m ³	181,456.70	435,496,080.00	
JUMLAH					435,496,080.00	
VI	PEKERJAAN PASANGAN BATU					
1	Pasangan Batu Kali	7001.34	m ³	530,074.00	3,711,228,299.16	
JUMLAH					3,711,228,299.16	
VII	JUMLAH					14,992,764,222.02
VIII	PPN (10%)					1,499,276,422.20
IX	JUMLAH TOTAL				16,492,040,644.22	
	PEMBULATAN				16,492,041,000	



KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan ulang peningkatan jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650 dengan panjang 3000 m, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan diperoleh:
Arah ruas jalan pasuruan-pilang dan arah ruas jalan pilang-pasuruan di dapat nilai lengkung vertikal sebesar 2.23 m/km < 10m/km maka tipe medan jalan ini adalah Datar. Nilai DS pada ruas jalan Pasuruan-Pilang selama umur rencana dan sebelum pelebaran sebesar 1.50 dan nilai DS setelah pelebaran adalah 0,74. Sehingga untuk kondisi jalan Pasuruan-Pilang pada kedua sisi perlu dilakukan pelebaran jalan 2,5 m di setiap lajur dikarenakan nilai derajat kejenuhan $DS > 0,75$ atau segmen jalan tidak mencukupi untuk kapasitas kendaraan hingga akhir umur rencana.
2. Susunan pada lapisan perkerasan terdiri dari 13 cm AC laston MS 744, 25 cm lapis pondasi atas (batu pecah kelas A), 30 cm lapis pondasi bawah (sirtu kelas B)
3. Tebal lapis tambahan digunakan AC laston MS 774 dengan ketebalan sebesar 9 cm
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) menggunakan 1 (satu) dimensi saluran tipikal yaitu: Pada STA 14+650 s/d STA 17+650 bentuk saluran adalah segi empat dengan bahan dari pasangan batu tanpa finishing dengan lebar saluran $b = 1$ m, tinggi saluran $d = 0,5$ m dan tinggi jagaan $w = 0,5$ m
5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan ulang peningkatan ruas jalan pasuruan-pilang STA 14+650 s/d 17+650 adalah sebesar Rp. 16,492,041,000 (Enam Belas Miliar Empat Ratus Sembilan Puluh Dua Juta Empat Puluh Satu Ribu Rupiah)

HASIL PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT BENKELMAN BEAM

SNI 03-2461-1991

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 76 + 800 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.61
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 23		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 77 + 200 (KIRI)							
TU	: 30	TT	: 30	Faktor Penyesuaian	: 1.28	d :	0.53
TP	: 31	TB	: 28	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 61	T rata-rata	: 30	d3 Lendutan	: 21		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 77 + 600 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.61
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 23		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 78 + 000 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.56
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 21		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 78 + 400 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.35
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 13		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 78 + 800 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.59
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 22		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 79 + 200 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.48
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 18		

JALAN : PROBOLINGGO ARAH PASURUAN							
KMSBY : 79 + 600 (KIRI)							
TU	: 29	TT	: 29	Faktor Penyesuaian	: 1.34	d :	0.59
TP	: 30	TB	: 27	d1	: 0.03		
JUMLAH	: 59	T rata-rata	: 29	d3 Lendutan	: 22		

HASIL PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT BENKELMAN BEAM

SNI 03-2461-1991

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 77 + 000 (KIRI)							
TU	: 35	TT	: 34	Faktor Penyesuaian	: 1.04	d	: 0.59
TP	: 36	TB	: 33	d1	: 0.002		
JUMLAH	: 71	T rata-rata	: 34	d3 Lendutan	: 25		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 77 + 400 (KIRI)							
TU	: 36	TT	: 35	Faktor Penyesuaian	: 1.00	d	: 0.46
TP	: 37	TB	: 34	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 73	T rata-rata	: 35	d3 Lendutan	: 20		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 77 + 800 (KIRI)							
TU	: 36	TT	: 35	Faktor Penyesuaian	: 1.00	d	: 0.55
TP	: 37	TB	: 34	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 73	T rata-rata	: 35	d3 Lendutan	: 24		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 78 + 200 (KIRI)							
TU	: 36	TT	: 35	Faktor Penyesuaian	: 1.00	d	: 0.57
TP	: 37	TB	: 34	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 73	T rata-rata	: 35	d3 Lendutan	: 25		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 78 + 600 (KIRI)							
TU	: 35	TT	: 34	Faktor Penyesuaian	: 1.04	d	: 0.40
TP	: 36	TB	: 33	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 71	T rata-rata	: 34	d3 Lendutan	: 17		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 79 + 000 (KIRI)							
TU	: 35	TT	: 34	Faktor Penyesuaian	: 1.04	d	: 0.55
TP	: 36	TB	: 33	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 71	T rata-rata	: 34	d3 Lendutan	: 23		

JALAN : PASURUAN ARAH PROBOLINGGO							
KMSBY : 79 + 400 (KIRI)							
TU	: 31	TT	: 30	Faktor Penyesuaian	: 1.21	d	: 0.43
TP	: 32	TB	: 29	d1	: 0.02		
JUMLAH	: 63	T rata-rata	: 30	d3 Lendutan	: 18		

NAMA RUAS : PASURUAN - PILANG
NO. RUAS : 28.019
TANGGAL SURVEY : 15 - 17 Nop. 2008

Jamsurvey	Direction	Gol1	Gol2	Gol3	Gol4	Gol5A	Gol5B	Gol6A	Gol6B	Gol7A	Gol7B	Gol7C
06-07	T	368	109	132	90	9	3	25	22	4	1	10
07-08	T	364	119	144	97	9	3	23	26	8	4	12
08-09	T	359	130	158	106	8	3	32	25	6	2	11
09-10	T	334	144	174	118	10	2	42	28	10	1	9
10-11	T	296	154	187	126	12	5	54	31	8	6	10
11-12	T	306	149	180	122	14	1	33	32	8	3	7
12-13	T	277	147	179	121	12	1	42	42	8	4	9
13-14	T	271	172	207	140	14	1	44	44	10	4	16
14-15	T	255	153	185	126	14	4	41	44	11	6	12
15-16	T	130	169	204	138	6	2	40	56	12	4	12
16-17	T	156	176	215	145	6	4	26	44	6	7	14
17-18	T	148	152	184	124	6	0	34	39	10	4	17
18-19	T	107	130	157	106	6	4	34	37	10	3	19
19-20	T	84	108	132	89	7	2	34	66	10	6	18
20-21	T	84	94	114	77	7	0	32	59	12	2	11
21-22	T	66	82	100	67	7	1	49	52	14	4	8
22-23	T	63	80	96	66	6	4	58	66	18	4	10
23-00	T	41	58	69	46	4	2	43	36	12	2	6
00-01	T	66	61	75	52	9	1	58	50	16	1	11
01-02	T	53	44	54	37	12	2	40	36	14	0	4
02-03	T	46	30	37	25	8	2	50	24	8	2	4
03-04	T	48	27	33	21	8	2	54	26	6	0	4
04-05	T	125	41	50	34	8	1	40	14	8	2	6
05-06	T	254	72	87	60	8	5	30	19	6	2	11

NAMA RUAS : PASURUAN - PILANG

NO. RUAS : 28.019

TANGGAL SURVEY : 04 - 06 Oktober 2009

Jamsurey	Direction	Gol1	Gol2	Gol3	Gol4	Gol5A	Gol5B	Gol6A	Gol6B	Gol7A	Gol7B	Gol7C
06-07	T	300	166	200	136	6	3	32	45	10	4	12
07-08	T	298	152	184	124	6	4	35	36	14	5	14
08-09	T	321	150	182	123	8	6	33	32	10	6	10
09-10	T	324	155	188	126	10	5	32	34	11	6	10
10-11	T	309	152	184	124	12	2	44	29	6	7	18
11-12	T	264	168	204	138	8	2	23	22	12	7	12
12-13	T	294	145	176	118	10	3	36	32	14	4	13
13-14	T	308	159	192	130	10	1	40	25	10	6	18
14-15	T	298	166	202	136	10	3	33	41	11	4	16
15-16	T	287	181	219	148	9	3	34	40	7	6	12
16-17	T	293	165	200	136	6	3	44	34	4	10	17
17-18	T	280	168	203	137	8	0	30	39	4	8	16
18-19	T	193	148	179	121	8	0	46	35	7	4	12
19-20	T	150	170	206	139	8	2	58	39	7	5	9
20-21	T	144	164	198	134	8	0	61	56	10	5	14
21-22	T	108	148	179	120	12	3	59	52	8	3	12
22-23	T	76	124	150	101	13	0	64	66	10	3	10
23-00	T	40	112	136	92	10	1	52	54	10	0	6
00-01	T	43	54	66	44	14	4	74	67	14	0	6
01-02	T	24	43	52	36	9	4	64	53	14	0	4
02-03	T	27	40	48	33	12	2	59	39	8	0	6
03-04	T	22	36	44	30	12	1	51	38	15	0	4
04-05	T	66	46	56	38	9	5	44	47	12	0	5
05-06	T	200	100	121	82	6	2	49	57	12	0	7

NAMA RUAS : BTS. KAB. PASURUAN - PILANG
NO. RUAS : 28.019
TANGGAL SURVEY : 30 NOPEMBER - 2 DESEMBER 2010

Jamsurvey	Direction	Gol1	Gol2	Gol3	Gol4	Gol5A	Gol5B	Gol6A	Gol6B	Gol7A	Gol7B	Gol7C
06-07	T	504	158	204	130	8	0	34	42	12	8	12
07-08	T	385	166	220	136	9	2	38	32	10	6	15
08-09	T	370	158	204	129	9	1	36	42	8	6	12
09-10	T	400	166	195	136	10	4	44	41	14	9	12
10-11	T	410	158	171	130	12	2	54	38	9	10	17
11-12	T	363	128	137	104	12	0	51	26	14	6	16
12-13	T	408	162	188	132	11	4	49	31	14	4	22
13-14	T	407	162	191	132	12	2	52	34	12	4	17
14-15	T	448	158	192	130	14	2	58	38	9	5	22
15-16	T	463	205	214	168	14	3	58	40	8	2	16
16-17	T	462	208	260	170	12	2	52	32	6	4	11
17-18	T	343	222	274	182	10	2	44	27	5	4	5
18-19	T	338	202	231	166	13	4	58	36	6	4	12
19-20	T	282	187	192	153	12	2	50	28	10	2	13
20-21	T	247	165	174	136	12	3	56	36	8	5	10
21-22	T	170	142	154	116	12	2	55	41	8	2	8
22-23	T	140	114	110	93	13	4	58	50	8	3	14
23-00	T	95	102	123	84	12	4	46	50	11	2	8
00-01	T	82	88	114	72	14	8	60	62	10	1	16
01-02	T	84	66	82	54	10	2	44	48	21	2	17
02-03	T	62	52	76	42	7	4	32	73	14	0	12
03-04	T	82	47	66	38	7	4	31	58	14	2	7
04-05	T	162	58	84	48	6	2	28	64	10	2	13
05-06	T	350	114	144	92	8	2	32	58	15	4	16

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1987. **Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan
Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa
Komponen.**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).**

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
1994. “ **Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan
Jalan** “, SNI 03 - 3424 – 1994.

Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, 2012, “**Harga Satuan
Pokok Kegiatan**”, Provinsi Jawa Timur

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina
Marga, “**Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan
Lentur Dengan Metode Lentutan**”, Pd T -05-2005-B

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhammad Nursasli, dilahirkan di Pasar Kerkap pada tanggal 30 Juni 1986, anak tunggal. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak-Kanak Kasih Ibu Pasar Kerkap, Sekolah Dasar Negeri I Pasar Kerkap Bengkulu Utara, dilanjutkan pendidikan Sekolah Lanjut Tingkat Pertama Negeri 1 Kota Bengkulu, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Kota Bengkulu, Lulus tahun 2004. Penulis mengikuti Tugas Belajar Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS bekerja sama dengan Kementerian Pekerjaan Umum RI dan diterima di ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109038009 di Program Studi D-III Teknik Sipil.