

47.942 M / 12



PROYEK AKHIR - RC090342

PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS KARANGLO – PENDEM STA MLG 24+000 – 27+000
KABUPATEN MALANG - PROPINSI JAWA TIMUR

MELLYNA APRILYA ROSA
NRP. 3109 030 073

RSS

625.7

IZYATUNNISA TANRA PUJI
NRP. 3109 030 110

Ros

P-1

2012

Dosen Pembimbing
Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP.19541002 198512 1 001

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

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl Terima	19-7-2012
Terima Dari	H
No Agenda Prp.	-



FINAL PROJECT - RC090342

**ROAD IMPROVEMENT PLAN
SUFFERED BY KARANGLO – PENDEM STA 24+000 – 27+000
MALANG DISTRICT - EAST JAVA PROVINCE**

**MELLYNA APRILYA ROSA
NRP. 3109 030 073**

**IZYATUNNISA TANRA PUJI
NRP. 3109 030 110**

**Counselor Lecturer
Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP.19541002 198512 1 001**

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

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS
KARANGLO – PENDEM STA MLG 24+000 - STA
27+000
KABUPATEN MALANG - PROPINSI JAWA TIMUR**

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada

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

Disusun Oleh :

Mahasiswa I



Mellyna Aprilya R.
NRP. 3109.030.073

Mahasiswa II

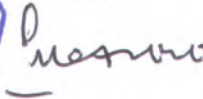


Izyatunnisa Tanra P
NRP. 3109.030.110

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :




Juli 2012



Ir. Djoko Sulistiono, MT

NIP. 19541002 198512 1 001



	BERITA ACARA UJIAN PROYEK AKHIR PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS	No. Agenda : 13
	PROGRAM DIPLOMA 3	Tanggal : 02 Juli 2012

Judul Proyek Akhir: **Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Karanglo - Pendem STA MLG 24 + 000 - 27 + 000 Kab. Malang Prop. Jatim**

Nama Mahasiswa 1	Malyana Aprilia R	NRP	3109030073
Nama Mahasiswa 2	Izyatunnisa TP.	NRP	3109030110
Dosen Pembimbing 1 Nip:	Ir. Djoko Sulestono, MT 19541002 198512 1 001	Tanda tangan	<i>[Signature]</i>
Dosen Pembimbing 2 Nip:		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - Metodologi, ditambahkan ya dan tidak ✓ - Gambar ...? bagaimana sih. ✓ - Mac 1B, 6b ... dicak. ✓ 	<i>[Signature]</i> Amalia Firdaus, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002
<ul style="list-style-type: none"> - Untuk redaksional dipartisa kembali / dikoreksi - keterangan gambar untuk petinggian menanggapi kelandaian jalan, saluran dan arah saluran dikeng kapi. 	<i>[Signature]</i> R. Buyung A, ST., MT NIP 19740203 200212 1 002
	Ir. Sulchan Anlin, M. Eng NIP 19571119 198503 1 001
	NIP

PERSETUJUAN HASIL REVISI				
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>			<i>[Signature]</i>
Amalia Firdaus, ST., MT. NIP 19770218 200501 2 002	R. Buyung A, ST., MT. NIP 19740203 200212 1 002	Ir. Sulchan Anlin, M. Eng NIP 19571119 198503 1 001	NIP	Ir. Djoko Sulestono, MT/ NIP 19541002 198512 1 001



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. MELLYNA APRILYA R. 2. IZYATUNNISA TANRA PUJI
 Nrp : 1. 3109030073 2. 3109030110
 Judul P.A. : 1. PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS KARANGLO -
 : PEJEDEM STA MLG 24+000 - 27+000 KAB MLG - PROV JATIM
 :
 :
 Dosen Pemb. : 1. Ir. DJOKO SULISTIONO, MT 2.




No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1	07/05 ²⁰¹²	1. -Perbaiki eufonium kata dan kalimat pada Bab II, III, dan IV, serta perbaiki' bagan ACR Matacologi' pada bab III. Pada bab IV - Data Struktur kata : Gantun kan data plastisitas (P) - Perbaiki perhitungan regresi - Perhitungan Benkelman beam .. hitung faktor keseragaman		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		2. -Cantumkan teori tentang indeks plastis pada Bab II Tindakan putraka. - Perbaiki' kurva batir' menurut hasil perhibugan' curah hujan serta pcat Hasil pada kurva batir. - cantumkan definisi' dan tipe-tipe peningkatan jalan meliputi' opa' rasa.		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

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



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : Isyapurnita Tamra Puzi & Mellyna Aprilya Perdi
NRP : (310903010) (3109030073)
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Peningkatan Jalan Ruar Karanglo - Perdem STA 29+000
 - STA 29+000, Kabupaten Malang - Provinsi Jawa Timur
Dosen Pembimbing : Ir. Doko Sulistiono, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
3.	9 April 2012	- Melakukan Perbaikan Regresi secara Polynomial pada persamaan $R^2 = 0,00$, dan menganalisa hasil perhitungan kembali		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Menseptot hasil perhitungan rencana pada kurva basis secara manual.		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	20 April 2012	- Memperbaiki perhitungan Regresi pada Bab IV. - Perbaikan urutan kata mulai Bab I sampai Bab IV		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Perbaikan pada kurva basis secara manual. - Melanjutkan ke Bab II		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.	1 Mei 2012	- Menganalisa data LHR dan mengalah data guna perhitungan Dr.		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Buat Beberapa Alternatif pada perhitungan Regresi dari dua persamaan		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

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



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama
NRP

: Izyatunisa Tanra Puri
: 3109030110

Mellyna Aprilya Roca
3109020073

Judul Tugas Akhir

: Perencanaan Peningkatan Jalan Puar Karanglo - Pendem STA 24+000 -
27+000, Kabupaten Malang - Provinsi Jawa Timur.

Dosen Pembimbing

: Ir. Doko Sulistiono, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
6	10 Mei 2012	Polynomial dan Linear.		
		Kemudian Bandingkan.		
		- menghitung kapasitas		B C K
		dan mencari DS dim simp/jam		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Menghitung LEF, LEA dan LET.		
		- Gambar allinyement horisontal		
		letak posisi tikungan 1-5		B C K
		cantumkan pada perhitungan		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Gambar allinyement vertikal		
		dan cantumkan pada perhitungan		
		- pada persamaan perhitungan		B C K
		cantumkan beserta halaman		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- pada stabilisasi Tanah Dasar		
		bagaimana jika lapis AB tidak		
		pakai melainkan hanya pakai		B C K
		lapis AC.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.	28 Mei 2012.	- Perencanaan Bentuk saluran		
		Trapezium dengan kecepatan		
		Airiran $V = 1.8 \text{ m/det}$ meng-		B C K
		gunakan patangan batu		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		kali.		

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal
- C = Sesuai dengan jadwal
- K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. Jayatunnisa Tara P 2. Mellyna Aprilya Ropo
Nrp : 1. 210020110 2. 3102030093
Judul P.A. : Perencanaan peningkatan jalan Ruas Karanglo -
 Bendem STA 24+000 - 27+000 Kabupaten Malang
 Propinsi Jawa Timur
Dosen Pemb. : 1. Ir. Doko Sulthianto MT 2.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
		- Hitung anggaran biaya pelaksanaan pelebaran jalan.		B C K
8.	05 Juni 2012	- Larutkan perhitungan sampai Rencana Anggaran Biaya Drainase menggunakan HRPK 2012.		B C K
		- sesuaikan gambar section dan cross section dengan.		B C K
9.	14 Juni 2012	- Perbaiki perhitungan kontrol Atinyemen vertikal dengan memperhatikan (Overlap) penumpukan lengkung, dan kontrol dan perhitungan tersebut serta tabelkan perhitungan lainnya.		B C K
		- Rencanakan salian pekerjaan tanah untuk drainase ming agar menghindari		B C K

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



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. isyatunna Tanra Pua 2. Mellyna Aprilya Resa
Nrp : 1. 310303010 2. 310303073
Judul P.A. : Perencanaan peningkatan jalan lebar karanglo - pendelo
: Str. MGS 24 tan - 27 tan kabupaten Malang
: Propinsi Jawa Timur
Dosen Pemb. : 1. Ir. Dede Kullihno MT 2. _____

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
		Terjadinya Congrer pada tanj jalan.				
10.	19 Juni 2012	- Buat Abstrak dan ketrmpu tan dan proyek Akhir. - tab. Berenta daftar in' daftar gambar, dll.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	21 Juni 2012	- perbaiki gambar long section dan cross section menggunakan standart peraturan penggambaran dengan skala untuk - Potongan melintang : vertikal = 1:10 horizontal = 1:100 - Potongan memanjang : vertikal = 1:100 horizontal = 1:1000		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	25 Juni 2012	- Perbaiki susunan kalimat pada bab kesimpulan dan saran. - perbaiki arah tabel		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. puatunnea Tanra P. 2. Mellyna Aprilia R.
 Nrp : 1. 310902010 2. 3100030093
 Judul P.A. : Perencanaan Peningkatan Jalan ruas Karangas
 - pendem STA MKG 27+000 - 27+400 Kabupaten Malang
 : Praying' Jawa Timur
 Dosen Pemb. : 1. Ir. Doko Sulikhono MS 2.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
		dan halaman di'baran		
		kan.		
		- cek kembali perhitung		B C K
		an Alinyemen vertikal		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		beserta Gambarnya.		
				B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

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

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS
KARANGLO - PENDEM STA MLG 24+000 – STA 27+000
KABUPATEN MALANG - PROPINSI JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa I : Mellyna Aprilya Rosa
NRP : 3109 030 073
Nama Mahasiswa II : Izyatunnisa Tanra Puji
NRP : 3109 030 110
Jurusan : DIII Teknik Sipil
Bangunan Transportasi
Dosen Pembimbing : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

Abstrak

Jalan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana perhubungan darat yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu upaya untuk mewujudkan hal tersebut maka dilaksanakan peningkatan jalan pada ruas jalan Karanglo – Pendem. Dengan melakukan pelebaran, peningkatan jalan dan pembuatan drainase.

Perencanaan peningkatan jalan ini meliputi perhitungan struktur perkerasan pada ruas jalan dengan menggunakan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, 1987, perencanaan tebal lapis tambahan (overlay) dengan Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkleman Beam. Analisa kapasitas jalan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (jalan perkotaan), 1997. Kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (jalan perkotaan), 1997 dan Dasar - Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Perencanaan drainase dengan menggunakan metode SNI-03-342-1994 (Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan), Dan rencana anggaran biaya menggunakan “ Buku Petunjuk Teknik Analisa Biaya Harga Satuan”.

Dari hasil perencanaan peningkatan jalan Karanglo – Pendem dengan umur rencana 10 tahun ini, diperoleh hasil pelebaran dari 6 m menjadi 10 m, dan lebar bahu direncanakan 2 m. Serta konstruksi berupa ketebalan perkerasan untuk pelebaran setinggi 10 cm Laston (MS 744), 20 cm Batu Pecah kls A (CBR 100%), 25 cm sirtu kls b (CBR 50%), 21 cm Stabilisasi Tanah Dasar (CBR 10%). Sedangkan perhitungan overlay didapatkan hasil 4 cm Laston (MS 744). Kontrol alinyemen horizontal yang menghasilkan alternative geometrik lengkung horizontal dan lengkung vertical. Perencanaan saluran tepi (drainase) berbentuk segi empat dengan bahan dari batu kali diperoleh dimensi saluran yang sama yaitu lebar saluran (b) = 1m , tinggi saluran (d) = 0.5m dan tinggi jagaan (w) = 0.5m. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan jalan Karanglo - Pendem ini sebesar Rp 8.409.743.180,00. Dengan pembangunan jalan Karanglo - Pendem, diharapkan jalan ini dapat berfungsi dengan baik serta melayani beban lalu lintas yang cukup berat sesuai dengan umur yang direncanakan.

Kata Kunci : Overlay, Drainase.

**ROAD IMPROVEMENT PLAN SUFFERED BY
KARANGLO – PENDEM STA 24+000 – 27+000 MALANG
DISTRICT - EAST JAVA PROVINCE**

Nama Mahasiswa I	: Mellyna Aprilya Rosa
NRP	: 3109 030 073
Nama Mahasiswa II	: Izyatunnisa Tanra Puji
NRP	: 3109 030 110
Jurusan	: DIII Teknik Sipil Bangunan Transportasi
Dosen Pembimbing	: Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP	: 19541002 198512 1 001

Abstract

Road is a construction is a construction that serves as a ground communications facilities play an important role in human life. One effort to make this happen then carried out on the road increased suffered by Karanglo - Pendem. widening, upgrading of roads and drainage. This road improvement plan includes the calculation of pavement structures on roads using the Pavement Thickness Flexure Planning Roads Component Analysis Method, 1987, planning extra thick layer (overlay) to the Examination Manual Pavement Road With Tool Benkleman Beam. Analysis of road capacity by using the method of Indonesia Jalan Capacity Manual (MKJI) (urban roads), 1997. Geometric control path by using Jalan Indonesia Capacity Manual (MKJI) (urban roads), 1997 and Basic - Basic Geometric Road Planning. Drainage plan using the SNI-03-342-1994 (Planning Procedures for Surface Drainage Road), and the budget plan using the "Cost Analysis Technical Manual Unit Price". Of the road improvement plan Karanglo - Pendem the design life of 10 years, the widening of

the results obtained from 6 m to 10 m, and planned to 2 m wide shoulders. Construction and widening of the thickness of the pavement to a height of 10 cm LASTON (MS 744), 20 cm KLS A Broken Stones (CBR 100%), 25 cm sirtu KLS b (CBR 50%), 21 cm Soil Stabilization Association (CBR 10%). While the overlay calculation results obtained 4 cm LASTON (MS 744). Control which alternative horizontal alignment and curved horizontal . Edge of the channel planning (drainage) with a rectangular stone material obtained from the same channel dimensions, namely the width of channel (b) = 1m, high of channel (d) = 0.5m high of surveillance (w) = 0.5m. Budget plans for road improvement planning Kranglo - Pendem was Rp 8,409,743,180.00. With the construction of roads Karanglo - Pendem, this road is expected to junnction properly and serve the traffic load is heavy enough age-appropriate planned.

Keyword : Overlay, Drainage

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nya-lah, Proyek Akhir kami dengan judul “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Karanglo - Pendem STA 24+000 - STA 27+000 Kabupaten Malang - Propinsi Jawa Timur“ dapat tersusun, dan terselesaikan dengan baik serta kami dapat mempresentasikan pada sidang Proyek Akhir.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini yaitu, agar mahasiswa dapat mengetahui langkah kerja dari perencanaan jalan dalam suatu proyek khususnya proyek peningkatan jalan.

Tersusunnya laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, ucapan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT , selaku dosen pembimbing Proyek Akhir kami.
2. Bapak Ir. M. Sigit Darmawan, M EngSc,Phd , selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil ITS.
3. Bapak Ir. Munarus Suluch, MT , selaku dosen wali kami.
4. Orang Tua kami yang telah membesarkan dan mendidik kami serta memberikan dukungan baik secara moril dan materiil yang tak terhingga pada kami.
5. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan D III Teknik Sipil FTSP-ITS.
6. Rekan-rekan sesama mahasiswa Diploma III Teknik Sipil.
7. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam nya. Oleh karena itu saran, kritik dan koreksi yang membangun tetap kami

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

Surabaya, Juli 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR SIMBOL	xix
DAFTAR TABEL	xxxiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat	4
1.7 Lokasi Proyek	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	7
2.2 Analisa Kebutuhan Pelebaran Jalan	7
2.2.1 Kapasitas Dasar	7
2.2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_w)	10
2.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{sp})	10
2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat	

	Hambatan Samping (FC_{SF}).....	11
2.2.5	Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FC_{cs})	13
2.2.6	Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan..	13
2.2.7	Analisa derajat kejenuhan (DS)	14
2.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	16
2.3.1	Fungsi Jalan	17
2.3.2	Umur Rencana	20
2.3.3	Data Lalu Lintas.....	21
2.3.4	Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	21
2.3.5	Jumlah Lajur dan Koefisien distribusi Kendaraan (C).....	25
2.3.6	Faktor Regional.....	26
2.3.7	Lintas Ekvivalen	27
2.3.8	Daya Dukung Tanah (DDT)	29
2.3.9	Indeks Permukaan	33
2.3.10	Koefisien Kekuatan Relatif.....	35
2.3.11	Tebal Minimum Lapis Perkerasan	36
2.2.12	Penentuan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan.	38
2.4	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)	40
2.4.1	Faktor keseragaman untuk lendutan balik	41
2.4.2	Faktor Umur Rencana.....	43
2.4.3	Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana.....	45
2.4.4	Lendutan Balik yang Diijinkan.....	46
2.4.5	Tebal Lapisan Tambahan	46
2.5	Kontrol geometrik jalan	47
2.5.1	Alinyemen Horizontal	48
2.5.1.1	Lengkung Peralihan	50
2.5.1.2	Bentuk-bentuk lengkung horizontal	51
2.5.1.3	Superelevasi	57
2.5.1.4	Diagram superelevasi	57

2.5.1.5 Landairelatif	61
2.5.2 Alinyemen Vertikal.....	62
2.6 Perencanaan Drainase	67
2.6.1 Analisa Hidrologi.....	69
2.6.2 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase	79
2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	86
BAB III METODOLOGI	87
3.1 Umum	87
3.2 Persiapan.....	87
3.3 Tinjauan Pustaka	88
3.4 Pengumpulan data	88
3.5 Survey Lokasi	88
3.6 Analisa Peningkatan Jalan	89
3.7 Gambar Teknik Hasil Perencanaan.....	89
3.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	90
3.9 Kesimpulan.....	90
3.10 Penulisan Laporan	90
Diagram Alir Metodologi	91
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	93
4.1 UMUM.....	
4.2 PENGUMPULAN DATA	93
4.2.1 Peta lokasi proyek	93
4.2.2 Data Geometrik Jalan.....	94
4.2.3 Struktur Jalan yang ada.....	94
4.2.4 Data Struktur Tanah	95
4.2.5 Data Pemeriksaan Atterberg Limit	96
4.2.6 Data Lalulintas	104
4.2.7 Data Benkelman Beam	105
4.2.8 Data Curah Hujan	107
4.3 Pengolahan data	108
4.3.1 Data lalu lintas	108

4.3.2	Data Survey MuatanMaksimum	142
4.3.3	Data PemeriksaanBengkelmanBeam.....	148
4.3.4	Data CBR.....	151
4.3.5	Data Curahhujan.....	154
BAB V ANALISA PERHITUNGAN		157
5.1	Analisa kinerjajalan.....	157
5.2	KontrolAlinyemenVertikaldanHorisontal.....	157
5.3.1	Alinyemen Horisontal	158
5.3.2	Alinyemen Vertikal.....	167
5.3	AnalisaKapasitas.....	181
5.4	PerencanaanTebalPerkerasanJalan.....	193
5.5	PerencanaanTebal Lapis Tambahan (overlay)....	200
5.6	PerhitunganAnalisaCurahHujan	207
5.7	PerencanaanDrainase.....	208
5.4.1	PerencanaanDrainasepada Sta 24+000 – 27+000	208
5.8	PerhitunganRencanaAnggaranBiaya	219
5.5.1	Perhitungan volume pekerjaan	219
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		241
6.1	KESIMPULAN.....	241
6.2	SARAN.....	243
PENUTUP		
DAFTAR PUSTAKA		
UCAPAN TERIMA KASIH		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Jawa Timur.....	5
Gambar 1.2	Peta Lokasi Kab Malang	6
Gambar 2.1	Nomogram Korelasi DDT dengan CBR.....	32
Gambar 2.2	Nomogram 3	39
Gambar 2.3	Grafik Lendutan Balik Yang di ijinakan	46
Gambar 2.4	Grafik Tebal Lapis Tambahan	47
Gambar 2.5	Lengkung Full Circle	52
Gambar 2.6	Lengkung Spiral – Circle - Spiral	55
Gambar 2.7	Lengkung Spiral – spiral.....	57
Gambar 2.8	Diagram superelevasi full circle.....	58
Gambar 2.9	Diagram superelevasi spiral – circle – spiral	58
Gambar 2.10	Diagram superelevasi spiral – spiral	59
Gambar 2.11	Jarak Pandang Lengkung Vertical Cembung	63
Gambar 2.12	Jarak Pandang pada Lengkung Vertikal Cembung	64
Gambar 2.13	Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak P	65
Gambar 2.14	Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandang Penyinaran Lampu Depan >L.....	66
Gambar 2.15	Kurva Basis.....	73
Gambar 2.16	Kemiringan Saluran	81
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi	91
Gambar 4.1	Grafik Atterberg limit 24+000	97
Gambar 4.2	Grafik Atterberg limit 24 + 500	98
Gambar 4.3	Grafik Atterberg limit 25+000	99
Gambar 4.4	Grafik Atterberg limit 25+500	100
Gambar 4.5	Grafik Atterberg limit 26+000	101
Gambar 4.6	Grafik Atterberg limit 26 +500	102
Gambar 4.7	Grafik Atterberg limit 27+000	103
Gambar 4.8	Grafik pertumbuhan sepeda motor (kend/hari)	112
Gambar 4.9	Grafik pertumbuhan sepeda motor (smp/jam).....	112

Gambar 4.10	Grafik pertumbuhan sedan, jeep, dan station wagon (kend/hari)	115
Gambar 4.11	Grafik pertumbuhan sedan, jeep dan station wagon (smp/jam).....	115
Gambar 4.12	Grafik pertumbuhan Oplet, Pick Up (kend/hari)	118
Gambar 4.13	Grafik pertumbuhan Oplet, pick up (smp/jam)	118
Gambar 4.14	Grafik pertumbuhan Mikro truck, mobil hantaran (kend/hari)	121
Gambar 4.15	Grafik pertumbuhan Mikri truck, mobil hantaran (smp/jam)	121
Gambar 4.16	Grafik pertumbuhan Bus Kecil (kend/hari)	124
Gambar 4.17	Grafik pertumbuhan Bus Kecil (smp/jam) .	124
Gambar 4.18	Grafik pertumbuhan Bus besar (kend/hari)	127
Gambar 4.19	Grafik pertumbuhan Bus besar (smp/jam)..	127
Gambar 4.20	Grafik pertumbuhan Truck tangki 2 sumbu (kend/hari)	130
Gambar 4.21	Grafik pertumbuhan Truck tangki 2 sumbu (smp/jam).....	130
Gambar 4.22	Grafik pertumbuhan Truck tangki 3 sumbu (kend/hari)	133
Gambar 4.23	Grafik pertumbuhan Truck tangki 3 sumbu (smp/jam).....	133
Gambar 4.24	Grafik pertumbuhan Truck tangki gandeng (kend/hari)	136
Gambar 4.25	Grafik pertumbuhan Truck tangki gandeng (smp/jam).....	136
Gambar 4.26	Grafik pertumbuhan truck semi trailer atau truck trailer (kend/hari)	139
Gambar 4.27	Grafik pertumbuhan truck semi trailer atau	

	truck trailer (smp/jam).....	139
Gambar 4.28	Grafik Lendutan Balik.....	151
Gambar 4.29	Grafik Nilai CBR.....	153
Gambar 4.30	Grafik Kurva Basis.....	156
Gambar 5.1	Grafik Korelasi Antara DDT dan CBR.....	197
Gambar 5.2	Nomogram 3.....	198
Gambar 5.3	Rencana Susunan Lapis Permukaan.....	200
Gambar 5.4	Rencana Lapis Tambahan.....	204
Gambar 5.5	Grafik AE 18 KSAL.....	205
Gambar 5.6	Grafik Penentuan Tebal Lapis Tambahan ..	206

DAFTAR PERSAMAAN



Pers. 2.1	Alinyemen Vertikal.....	8
Pers. 2.2	Alinyemen Horizontal.....	8
Pers. 2.3	Kapasitas (C)	13
Pers. 2.4	Derajat Kejenuhan (DS).....	14
Pers. 2.5	Arus Lalu Lintas (Q).....	14
Pers. 2.6	Volume lalu lintas rencana	21
Pers. 2.7	Angka Ekuivalen sumbu tunggal	22
Pers. 2.8	Angka Ekuivalen sumbu ganda	22
Pers. 2.9	LEP (Lintas Ekuivalen Permulaan)	27
Pers. 2.10	LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)	28
Pers. 2.11	LET (Lintas Ekuivalen Tengah)	28
Pers. 2.12	LER (Lintas Ekuivalen Rencana)	29
Pers. 2.13	FP (Faktor Penyesuain)	29
Pers. 2.14	ITP (Indeks Tebal Perkerasan)	38
Pers. 2.15	Fk (Faktor Keseragaman).....	41
Pers. 2.16	S (Standart Devisiasi).....	42
Pers. 2.17	\bar{d} (Lendut Balik rata-rata)	42
Pers. 2.18	$D = \bar{d} + 2$ (Arteri).....	43
Pers. 2.19	$D = \bar{d} + 1,64 s$ (Kolektor)	43
Pers. 2.20	$D = \bar{d} + 1,28 s$ (Lokal).....	43
Pers. 2.21	N (Faktor Umur Rencana).....	43
Pers. 2.22	AE 18 KSAL (Accumulative 18 Kips Single Axle Load.	45
Pers. 2.23	R Min (Alinyemen Horizontal).....	48
Pers. 2.24	Tc (Tangen Circle).....	51
Pers. 2.25	Ec (Jarak Titik Sudu dengan Busur Lingkaran	51
Pers. 2.26	Lc (Panjang Bagian Lengkung)	51
Pers. 2.27	θ_s Sudut Lengkung Spiral	53
Pers. 2.28	θ_c	53
Pers. 2.29	Lc (Panjang Busur Lingkaran).....	53
Pers. 2.30	L.....	53

Pers. 2.31	Y_s	53
Pers. 2.32	X_s (jarak titik T_s dengan SC)	53
Pers. 2.33	P (Pergeseran Tangen ke Spiral)	53
Pers. 2.34	p	53
Pers. 2.35	k (Absis dari p pada garis tangen spiral).....	53
Pers. 2.36	k	54
Pers. 2.37	E_s (Jarak P_1 ke Busur Lingkaran)	54
Pers. 2.38	T_s (Panjang tangen titik l ke T_s).....	54
Pers. 2.39	Δc (sudut tangen)	55
Pers. 2.40	L_c	55
Pers. 2.41	Θ_s	56
Pers. 2.42	T_s	56
Pers. 2.43	E_s	56
Pers. 2.44	Y_s	56
Pers. 2.45	p	56
Pers. 2.46	X_s	56
Pers. 2.47	k	56
Pers. 2.48	L_s (lengkung peralihan fiktif).....	58
Pers. 2.49	E_m	58
Pers. 2.50	G (kelandaian)	62
Pers. 2.51	A (perbedaan aljabar untuk kelandaian)... ..	62
Pers. 2.52	L ($S < L$)	64
Pers. 2.53	L ($S < L$)	64
Pers. 2.54	L ($S > L$)	65
Pers. 2.55	L ($S > L$)	65
Pers. 2.56	L (Jarak Penyinaran Lampu dengan $S < L$)	65
Pers. 2.57	L (Jarak Penyinaran Lampu Depan $S > L$).....	66
Pers. 2.58	S_x (Standart Deviasi)	70
Pers. 2.59	X_t (Besarnya Curah Hujan untuk Periode t Tahun mm/jam.....)	70
Pers. 2.60	I (Intensitas Hujan mm/jam)	70
Pers. 2.61	T_c (Waktu Konsentrasi).....	73
Pers. 2.62	t_1 (Waktu inlet time)	74
Pers. 2.63	t_2 (Waktu Aliran)	74

Pers. 2.64	L (Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan)	76
Pers. 2.65	A (Luas Daerah Pengaliran)	76
Pers. 2.66	C (Koefisien pengaliran)	77
Pers. 2.67	Q (Debit Aliran).....	79
Pers. 2.68	i (Kemiringan Yang Diiijinkan).....	81
Pers. 2.69	i (Kemiringan Perhitungan).....	81
Pers. 2.70	R (Jari-Jari Hidrolis)	82
Pers. 2.71	Hubungan Debit, Kecepatan aliran dan Luas penampang	82
Pers. 2.72	Fd (Luas Penampang)	83
Pers. 2.73	O (keliling basah)	83
Pers. 2.74	R	83
Pers. 2.75	V (Kecepatan rata-rata aliran)	83
Pers. 2.76	Q Hubungan antara debit aliran, Kecepatan aliran dan Luas Penampang	84
Pers. 2.77	w (tinggi jagaan)	84

DAFTAR DEFINISI, ISTILAH DAN SIMBOL

Ukuran kinerja umum

NOTASI	ISTILAH	DEFINISI
C	KAPASITAS	Arus lalu-lintas maksimum (mantap) yang dapat (smp/jam) dipertahankan sepanjang potongan jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh : rencana geometrik, lingkungan, lalu-lintas dan lain-lain).
DS	DERAJAT KEJENUHAN	Rasio arus terhadap kapasitas.
V	KECEPATAN TEMPUH	Kecepatan rata-rata (km/jam) dihitung sebagai panjang jalan dibagi waktu tempuh jalan tersebut.
Kondisi Geometrik		
W _c	LEBAR JALUR	Lebar (m) jalur jalan yang dilewati lalu-lintas, tidak termasuk bahu.
W _{ce}	LEBAR JALUR EFEKTIF	Lebar jalur (m) yang tersedia untuk gerakan lalu-lintas, setelah dikurangi akibat parkir. (Catatan : Bahu yang diperkeras kadang-kadang dianggap bagian dari lebar jalur efektif).
W _s	LEBAR BAHU	Lebar bahu (m) disamping

Wse LEBAR BAHU
 EFEKTIF

jalur jalan, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat. Lebar bahu (m) yang benar-benar dapat dipakai, setelah dikurangi untuk penghalang, seperti : pohon, kios samping jalan, dsb. (Catatan :

1. Lihat catatan di atas pada LEBAR JALUR EFEKTIF.
2. Lebar bahu efektif rata-rata dihitung sbb :
 - Jalan tak terbagi =
(bahu kiri +kanan)/2
 - Jalan terbagi (per arah) = (bahu dalam+luar)

KEGUNAAN BAHU

Kemungkinan untuk menggunakan bahu bagi gerakan kendaraan (misalnya bergerak, parkir, perhentian darurat).

L PANJANG JALAN
 TIPE JALAN

Panjang segmen jalan (km).
Tipe jalan menentukan jumlah lajur dan

arah pada suatu segmen jalan; untuk jalan-jalan luar kota :

- 2 lajur 1 arah (2/1)
- 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD)
- 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 UD)
- 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D)
- 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D)

TIPE ALINYEMEN

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan, dan ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horisontal (rad/km) sepanjang segmen jalan, lihat Tabel 1.3.2 (Nilai-nilai dalam kurung adalah yang digunakan untuk mengembangkan grafik untuk tipe alinyemen standar dalam manual) :

Tipe Alinyemen	Keterangan	Lengkung Vertikal : naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
F	Datar	< 10 (5)	< 1,0 (0,25)
R	Bukit	10-30 (25)	1,0 - 2,5 (2,00)
H	Gunung	> 30 (45)	> 2,5 (3,50)

Tabel 1.3:2 Ketentuan tipe alinyemen

TIPE MEDAN

Penggolongan tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu jalan (Datar = 0-9,9%, bukit = 10 - 24,9%, gunung >25%)

(Spesifikasi Standard Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1990).

RFC KELAS FUNGSIONAL JALAN

Kelas fungsional jalan sebagaimana ditentukan oleh Undang-Undang tentang Jalan No. 13 1980.

1. Arteri

2. Kolektor
3. Jalan Lokal

SDC KELAS JARAK
PANDANG

Jarak pandang adalah jarak maksimum dimana pengemudi (dengan tinggi mata 1,2 m) mampu melihat kendaraan lain atau suatu benda tetap dengan ketinggian tertentu (1,3m). Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang > 300 m; Lihat Tabel 1.3 :3

Kelas jarak pandang	% segmen dengan jarak pandang paling sedikit 300 m
A	> 70 %
B	30-70 %
C	<30%

Tabel 1.3:3 Kelas jarak pandang

SF	HAMBATAN SAMPING	Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu-lintas, misalnya pejalan kaki (bobot 0,6) penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya (bobot = 0,8), kendaraan masuk dan keluar lahan di samping jalan (bobot = 1,0) dan kendaraan lambat (bobot = 0,4).
SFC	KELAS HAMBATAN SAMPING	Lihat tabel 1.3 : 4 untuk penentuan kelas hambatan samping

Tabel 1.3:4 Kelas hambatan samping

Kelas hambatan samping	Kode	Frekuensi berbobot dan kejadian (kedua sisi)	Kondisi khas
Sangat rendah	VL	< 50	Pedesaan pertanian atau belum berkembang
Rendah	L	50 - 150	Pedesaan beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	150 - 250	Kampung kegiatan permukiman
Tinggi	H	250 - 350	Kampung beberapa kegiatan pasar
Sangat tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan banyak pasar/kegiatan ringan

KOMPOSISI LALU-LINTAS

UNSUR LALU-LINTAS

		Benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu-lintas
kend	KENDARAAN	Unsur lalu-lintas di atas roda.
LV	KENDARAAN RINGAN	Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0-3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bus, pick-up dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
MHV	KENDARAAN BERAT MENENGAH	Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 - 5,0 m (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
LT	TRUK BESAR	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
LB	BIS BESAR	Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0-6,0 m.

MC	SEPEDA MOTOR	Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
UM	KENDARAAN TAK BERMOTOR	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda (meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga). Catatan : Dalam manual ini kend. Tak bermotor tidak dianggap sebagai unsur lalu-lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.
Kondisi lalu-lintas	Q ARUS LALU-LINTAS	Jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{emp}) atau LHRT.
SP	PEMISAHAN ARAH	Pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan sebagai persen tase dari arus total pada masing-masing arah

sebagai contoh 60:40).

Faktor perhitungan		
Co	KAPASITAS DASAR	Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set (smp/jam) kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu-lintas dan faktor lingkungan). (lihat bagian 2.4:2)
FCw	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT LEBAR JALUR	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu-lintas
FC SP	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS AKIBAT HAMBATAN SAMPING	Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi dari lebar bahu.
emp	EKIVALEN MOBIL PENUMPANG	Faktor dari berbagai tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan ringan dalam arus campuran (untuk mobil penumpang dan kendaraan yang sama sasisnya;emp = 1,0)
smp	SATUAN MOBIL PENUMPANG	Satuan untuk arus lalu-lintas dimana arus berbagai kendaran yang berbeda telah diubah

		menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.
F _{smp}	FAKTOR SMP	Faktor untuk mengubah arus dalam kendaraan campuran menjadi arus ekivalen dalam smp, untuk analisa kapasitas.
	LHRT (kend/hari)	Lalu-lintas harian rata-rata tahunan.
k	FAKTOR LHRT	Faktor pengubah dari LHRT ke lalu-lintas jam puncak.
QDH	ARUS JAM RENCANA (kend/jam)	Arus lalu-lintas yang digunakan untuk perancangan : QDH = LHRT x k
F _k	=	Faktor keseragaman
S	=	Standar Deviasi
\bar{d}	=	Lendutan balik rata – rata
n	=	Jumlah titik pemisah dalam segmen
$\sum d$	=	Jumlah lendutan balik
N	=	Faktor umur rencana
R	=	Perkembangan lalu lintas (%)
i	=	Faktor pertumbuhan
n	=	Umur rencana jalan
R _{min}	=	Jari-jari minimum (meter)
V _r	=	Kecepatan rencana (km/h)
e _{maks}	=	superelevasi maksimum (%)
f	=	Koefisien gesek, untuk perkerasan lentur
Δ	=	Sudut Tangent (°)
R _c	=	Jari-jari lingkaran (m)
E _c	=	Jarak titik sudut dengan busur lingkaran (m)
L _c	=	Panjang Bagian Lengkung (m)

PI	= Point of Intersection (Perpotongan kedua garis tangent)
Tc	= Tangent circle, titik peralihan dari lurus ke bentuk circle
CT	= Circle Tangent, titik peralihan dari bentuk circle ke lurus
Xs	= Jarak titik Ts dengan Sc
Ys	= Jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung
Ls	= Panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)
Lc	= Panjang busur lingkaran (SC-CS)
Ts	= Panjang tangent titik PI ke TS
Es	= Jarak PI ke busur lingkaran
θ_s	= Sudut lengkung spiral
Δ	= Sudut Tangent
Rc	= Jari-jari lingkaran
p	= Pergeseran tangent ke spiral
k	= Absis dari p pada garis tangent spiral
d_1	= Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m).
d_2	= Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kelajur semula (m).
T_1	= Waktu dalam detik, $\propto 2,12 + 0,026 V_R$
T_2	= Waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik) $\propto 6,56 + 0,048 V_R$
m	= Perbedaan kecepatan yang dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului (biasanya diambil 10-15 km/jam).
V_R	= Kecepatan kendaraan rata - rata dalam keadaan mendahului \propto Kecepatan rencana (Km/jam)
b	= Tinggi saluran (m)
d	= Dalam saluran yang tergenang air / tinggi saluran (m)
R	= Jari-jari Hidrolis (m)
Fd	= Luas penampang basah saluran berdasarkan debit air dan kecepatan (m^2)
Q	= Debit air ($m^3/detik$)

V	= Kecepatan aliran (m/detik)
W	= Tinggi jagaan (m)
i	= Kemiringan saluran yang diizinkan
t ₁	= Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)
t ₂	= Tinggi tanah di bagian terendah (m)
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
n	= Koefisien kekerasan Manning
R	= F/P = Jari-jari Hidrolik
F	= Luas penampang basah (m ²)
P	= Keliling basah (m)
S _x	= Standard deviasi
X _t	= Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam
X	= Tinggi hujan maksimum
\bar{x}	= Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata
Y _t	= Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
Y _n	= Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (n)
S _n	= Standard deviasi yang merupakan fungsi n
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
T _c	= Waktu konsentrasi (menit)
t ₁	= Waktu inlet (menit)
t ₂	= Waktu aliran (menit)
Lo	= Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
L	= Panjang saluran (m)
nd	= Koefisien hambatan (lihat tabel)
s	= Kemiringan daerah pengaliran
V	= Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

- L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan
- L_1 = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan
- L_2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan
- L_3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter
- A = Luas daerah pengaliran (km^2)
- C = Koefisien pengaliran
- d_B = lendutan balik (mm)
- d_1 = lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran
- d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe alinyemen berdasarkan lengkung horizontal dan vertikal	9
Tabel 2.2	Tipe alinyemen berdasarkan kapasitas dasar ...	9
Tabel 2.3	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur lalu lintas	10
Tabel 2.4	Faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCsp)	11
Tabel 2.5	Faktor penyesuaian Kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)	11
Tabel 2.6	Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk ukuran kota (FCcs)	13
Tabel 2.7	Ekivalen Mobil Penumpang untuk jalan 2/2 UD	15
Tabel 2.8	Angka Ekivalen (E) Beban sumbu Kendaraan .	23
Tabel 2.9	Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan.....	24
Tabel 2.10	Jumlah Lajur kendaraan	25
Tabel 2.11	Koefisien Distribusi	26
Tabel 2.12	Faktor Regional.....	27
Tabel 2.13	Nilai Indeks plastis dan macam tanah	33
Tabel 2.14	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo).....	34
Tabel 2.15	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt).....	35
Tabel 2.16	Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	36
Tabel 2.17	Tebal Minimum Lapis Perkerasan.....	37
Tabel 2.18	Tebal Minimum Lapis Pondasi	38
Tabel 2.19	Faktor Koreksi Untuk Bengkelman Beam	41
Tabel 2.20	Faktor Keragaman	42
Tabel 2.21	Hubungan Faktor Umur Rencana Dengan Perkembangan Lalu lintas	44
Tabel 2.22	Hubungan AE 18 KESAL dan Lebar perkerasan	45
Tabel 2.23	Harga R min dan D maks untuk beberapa kecepatan rencana	48
Tabel 2.24	Hubungan parameter perencanaan lengkung	

	horizontal dengan kecepatan rencana	50
Tabel 2.25	Panjang lengkung peralihan minimum	51
Tabel 2.26	Landai relatif.....	61
Tabel 2.27	Kelandaian maksimum yang diijinkan	63
Tabel 2.28	Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum.....	66
Tabel 2.29	Jarak Pandang Mendahului (Jd)	67
Tabel 2.30	Kemiringan Melintang dan Perkerasan bahu jalan.....	68
Tabel 2.31	Hubunga kemiringan selokam samping dan Jemis material	68
Tabel 2.32	Variasi YT.....	71
Tabel 2.33	Nilai YN.....	71
Tabel 2.34	Nilai SN	72
Tabel 2.35	Hubungan kondisi permukaan tanah dengan Koefisien hambatan	75
Tabel 2.36	Kecepatan Aliran yang diijinkan berrkan jenis material	75
Tabel 2.37	Hubungan kondisi permukaan tanah dan Koefisien pengaliran.....	77
Tabel 2.38	Hubungan Kemiringan selokan samping jalan dan jenis material	80
Tabel 2.39	Harga n umtuk Rumus manng.....	85
Tabel 4.1	Perhitungan secara grafik harga CBR.....	95
Tabel 4.2	Data pemeriksaan atterberg limit	96
Tabel 4.3	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 24 + 000	97
Tabel 4.4	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 24 + 500.....	98
Tabel 4.5	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 25 + 000.....	99
Tabel 4.6	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 25 + 500.....	100
Tabel 4.7	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit	

	Ruas karanglo – pendem km 26 + 000.....	101
Tabel 4.8	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 26 + 500	102
Tabel 4.9	Pemeriksaan batas-batas Atterberg limit Ruas karanglo – pendem km 27 + 000	103
Tabel 4.10	Data jumlah kendaraan ruas jalan Karanglo- Pendem selama 5 tahun (kend/hari).....	104
Tabel 4.11	Data jumlah kendaraan ruas jalan Karanglo- Pendem selama 5 tahun (smp/jam).....	105
Tabel 4.12	Data Benkelman Beam	107
Tabel 4.13	Data Curah Hujan	108
Tabel 4.14	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Sepeda Motor (kend/hari).....	110
Tabel 4.15	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Sepeda Motor (smp/jam).....	111
Tabel 4.16	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Sedan, Jeep dan station wagon (kend/hari)	113
Tabel 4.17	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Sedan, Jeep dan station wagon (smp/jam).....	114
Tabel 4.18	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Oplet, Pick Up dan Mini bus (kend/hari).....	116
Tabel 4.19	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Oplet, Pick Up dan Mini bus (smp/jam).....	117
Tabel 4.20	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Mikro truck dan mobil hantaran (kend/hari).....	119
Tabel 4.21	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Mikro truck dan mobil hantaran (smp/jam).....	120
Tabel 4.22	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Bus kecil (kend/hari).....	122
Tabel 4.23	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Bus kecil (smp/jam).....	123
Tabel 4.24	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Bus besar (kend/hari).....	125
Tabel 4.25	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Bus besar (smp/jam).....	126

Tabel 4.26	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck 2 sumbu (kend/hari).....	128
Tabel 4.27	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck 2 sumbu (smp/jam).....	129
Tabel 4.28	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Tangki 3 sumbu (kend/hari).....	131
Tabel 4.29	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Tangki 3 sumbu (smp/jam).....	132
Tabel 4.30	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Tangki Gandeng (kend/hari).....	134
Tabel 4.31	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Tangki Gandeng (smp/jam).....	135
Tabel 4.32	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Semi trailer dan Truck Trailer (kend/hari).....	137
Tabel 4.33	Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Truck Semi trailer dan Truck Trailer (smp/jam).....	138
Tabel 4.34	Rekapitulasi prediksi jam Puncak lalu Lintas tahun 2012-2022 arah Karanglo - Pendem (kend/hari).....	140
Tabel 4.35	Rekapitulasi prediksi jam puncak lalu lintas Tahun 2012-2022 arah Karanglo-Pendem (smp/jam).....	141
Tabel 4.36	Rekapitulasi Angka Ekiivalen	148
Tabel 4.37	Perhitungan Benkelman Beam	148
Tabel 4.38	Perhitungan CBR segmen	152
Tabel 4.39	Data Curah Hujan	154
Tabel 5.1	Perhitungan ΔH untuk Alinyemen Vertikal ...	157
Tabel 5.2	Perhitungan kontrol alinyemen vertikal cekung.....	173
Tabel 5.3	Perhitungan kontrol alinyemen vertikal cembung.....	180
Tabel 5.4	Derajat Kejenuhan (DS) sebelum dilebarkan Jl. Karanglo – Jl. Pendem	186
Tabel 5.5	Derajat Kejenuhan (DS) sesudah dilebarkan Jl. Karanglo – Jl. Pendem	192

Tabel 5.6	Lintas Ekuivalen Permulaan	194
Tabel 5.7	Lintas Ekuivalen Akhir.....	193
Tabel 5.8	Prosentase kendaraan yang lewat	201
Tabel 5.9	Perhitungan Faktor umur rencana	201
Tabel 5.10	Faktor umur Rencana pada setiap Kendaraan ..	202
Tabel 5.11	UE 18 KSAL.....	203
Tabel 5.12	Data Curah Hujan.....	207
Tabel 5.13	Waktu Kosentrasi	214
Tabel 5.14	Koefisien Aliran	215
Tabel 5.15	Debit Aliran	216
Tabel 5.16	Dimensi Saluran	217
Tabel 5.17	Kontrol Kecepatan Aliran (V).....	218
Tabel 5.18	Perhitungan Volume Galian.....	227
Tabel 5.19	Perhitungan Volume Pasangan Batu Kali.....	228
Tabel 5.20	Perhitungan Volume Plesteran	229
Tabel 5.21	Perhitungan Volume Urugan.....	230
Tabel 5.22	Perhitungan Rekap Volume	231
Tabel 5.23	Harga Satuan	232
Tabel 5.24	Analisa Harga Satuan	235
Tabel 5.30	Rencana Anggaran Biaya.....	239

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. UMUM

Pertumbuhan ekonomi dan industri di Indonesia semakin berkembang seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Tingkat pertumbuhan tersebut sangat berpengaruh dan menyebabkan perubahan di segala bidang. Khususnya dalam bidang transportasi. Sehingga dibutuhkan prasarana perhubungan dalam bidang transportasi yaitu jalan.

Jalan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana perhubungan darat yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Dengan adanya jalan yang memadai dapat memperlancar pendistribusian barang maupun jasa. Salah satu cara yang diupayakan agar jalan berfungsi dengan baik sehingga mencapai keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan adalah dengan meningkatkan kapasitas dan kualitas jalan itu sendiri.

Upaya yang dilakukan untuk menunjang dan melancarkan segala aspek yang berhubungan dengan kegiatan transportasi dan mengatasi segala kerusakan dan hambatan kegiatan berlalu lintas, maka perlu dilaksanakan peningkatan jalan.

1.2. LATAR BELAKANG

Ruas jalan Karanglo – Pendem Link nomor 083 merupakan salah satu jalan yang terletak di Kabupaten Malang.

Sebagaimana layaknya jalan – jalan di propinsi Jawa timur, khususnya di Kabupaten mempunyai peranan

penting dalam kegiatan ekonomi dan pariwisata, maka kapasitas serta jenis sarana dan prasarana yang ada pada saat ini sudah selayaknya dilakukan peningkatan sistem pelayanannya.

Perencanaan peningkatan jalan ini merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lalu lintas. Sehubungan dengan permasalahan lalu lintas, maka diperlukan penambahan kapasitas jalan yang tentu akan memerlukan metoda efektif dalam perancangan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, tetapi memenuhi unsur kenyamanan, keamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Bidang peningkatan jalan meliputi peningkatan kapasitas jalan dengan melakukan pelebaran jalan, peningkatan struktur jalan dengan menambah lapisan pada jalan (overlay), peningkatan kenyamanan jalan dengan mengontrol geometrik jalan, peningkatan penampung air dengan merencanakan drainase pada jalan.

Berdasarkan latar belakang tersebut kami mencoba untuk meninjau dan merencanakan kembali peningkatan jalan tersebut yang dituangkan dalam suatu proyek akhir dengan judul “ Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Karanglo – Pendem STA MLG 24+000 – 27+000 Kabupaten Malang – Propinsi Jawa Timur “.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Dengan berpedoman pada latar belakang yang telah dijelaskan diatas, penulis ingin meninjau kembali segi-teknis untuk pelaksanaan peningkatan jalan sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan segmen jalan tersebut untuk umur rencana jalan (UR) 10 tahun mendatang.

2. Berapa ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana jalan 10 tahun mendatang (jika memang diperlukan pelebaran).
3. Berapa kebutuhan tebal lapis tambahan (overlay) yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun mendatang.
4. Berapa dimensi saluran tepi (drainase) yang diperlukan jika jalan tersebut diperlebar.
5. Bagaimana kontrol geometrik (Long dan cross section) untuk hasil perencanaan.
6. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan peningkatan jalan pada segmen jalan yang direncanakan.

1.4 TUJUAN PENULISAN

Tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perencanaan kebutuhan pelebaran perkerasan untuk umur rencana 10 tahun.
2. Menghitung perencanaan tebal perkerasan pada konstruksi pelebaran untuk umur rencana 10 tahun mendatang (jika memang diperlukan pelebaran).
3. Menghitung perencanaan tebal lapis tambahan (overlay).
4. Menghitung perencanaan dimensi saluran tepi jalan (drainase).
5. Bagaimana kontrol geometrik jalan (Long dan Cross section untuk perencanaan.
6. Menghitung anggaran biaya total perencanaan peningkatan jalan tersebut.

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan proyek akhir ini adalah :as

1. Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan dengan analisa kapasitas dari “ Manual Kapasitas Jalan Indonesia “ (MKJI).
2. Perencanaan tebal perkerasan jalan “ Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga, SKBI 2.3.26.1987 “.
3. Perencanaan tebal lapis tambahan (overlay) dengan cara ““Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan alat Bengkelman Beam, SK No.1/MN/B/1983”.
4. Perencanaan saluran tepi jalan (drainase) dengan cara “SNI 03-3424-1994”.
5. Perencanaan geometri jalan dengan Dasar – dasar Perencanaan Geometri Jalan.
6. Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan daftar analisa harga satuan dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga yakni “Buku Petunjuk Teknik Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Jalan”.
7. Tidak membicarakan pelaksanaan dilapangan, desain bangunan pelengkap (jembatan, gorong-gorong), dinding penahan tanah, serta data tanah baik di lapangan maupun di laboratorium.

1.6 MANFAAT

1. Dapat menghitung perencanaan kebutuhan perkerasan jalan sesuai umur rencana.
2. Dapat digunakan sebagai refrensi untuk perencanaan peningkatan jalan dan dapat mengetahui lebih banyak tentang perhitungan peningkatan jalan.
3. Dapat menghitung anggaran biaya yang dibutuhkan dari proyek peningkatan jalan.

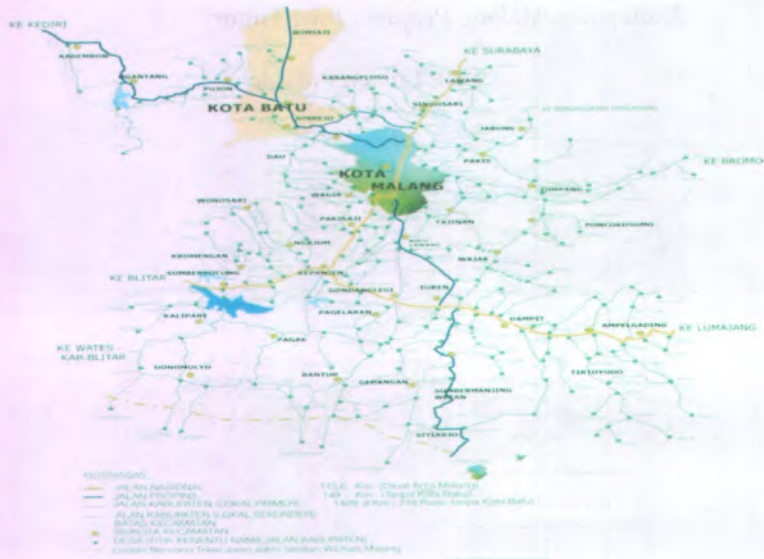
1.7 LOKASI PROYEK

Berikut adalah gambar peta lokasi dari proyek perencanaan jalan ruas Karanglo – Pendem STA 24+000 – STA 27+000 Kabupaten Malang Propinsi JawaTimur.

Peta Lokasi Proyek



Gambar 1.1 Peta Propinsi JawaTimur



Gambar 1.3 Peta Lokasi Kabupaten Malang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. UMUM

Dalam perkembangan teknologi yang begitu pesat di Indonesia, banyak dibangun proyek yang berhubungan dengan teknologi tinggi. Pada dasarnya hal ini dapat dicapai apabila pelaksanaan proyek tersebut didasari dengan perencanaan yang matang dan dapat dipertanggungjawabkan.

Pada peningkatan jalan raya, pelebaran jalan khususnya harus direncanakan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan pelayanan seoptimal mungkin terhadap lalu lintas sesuai dengan umur rencananya. Tujuan akhir dari perencanaan ini adalah terwujudnya konstruksi jalan yang mempunyai standar tinggi sesuai dengan fungsi jalan dan peranannya.

2.2 ANALISA KEBUTUHAN PELEBARAN JALAN

Tujuan utama dari analisa ini adalah menentukan lebar jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas sekarang dan yang akan datang. Langkah-langkah analisa yang kebutuhan lebar jalan adalah sebagai berikut :

2.2.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara

otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang didekatnya.

Kapasitas dasar Jalan Karanglo – Pendem merupakan kategori jalan kabupaten yang kapasitas dasarnya dari kondisi existing yaitu 1 lajur 2 arah. Dimana kapasitas dasar ditentukan oleh tipe alinyemen.

Menentukan tipe alinyemen

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan oleh jumlah naik turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan. Untuk menentukan lengkung horizontal dan vertikal dipakai rumus berikut :

Alinyemen Horizontal

$$\frac{\frac{\sum \Delta}{360} \times 2 \text{rady}}{\sum \text{panjang jalan}} = \text{rad / km} \dots\dots\dots \text{pers 2.1}$$

Alinyemen Vertikal

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{panjang jalan}} = \text{m / km} \dots\dots\dots \text{pers 2.2}$$

Tipe alinyemen umum dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 : Tipe Alinyemen Berdasarkan Lengkung Vertikal dan Horizontal

Tipe Alinyemen	Keterangan	Lengkung vertikal naik dan turun (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
P	Datar	< 10 (5)	< 1.0 (0.25)
R	Bukit	10 – 30 (25)	1.0 – 2.5 (2.00)
H	Gunung	>30 (45)	>2.5 (3.50)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 hal 6 – 40

Menentukan Kapasitas Dasar (smp/jam)

Kapasitas suatu jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya. Nilai Kapasitas Dasar (C_0) dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 : Tipe Alinyemen Berdasarkan Kapasitas Dasar

Tipe jalan:	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi / jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak terbagi	2900	Total 2 arah

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk jalan perkotaan hal 5- 50

2.2.2. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas. Dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar (m) jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan factor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (Wc/m)	FCw
Dua jalur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
	11	1.34

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk jalan perkotaan hal 5-51

2.2.3. Faktor Penyesuaian Akibat Pemisah Arah

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah dinyatakan sebagai prosentase dari arah arus total pada masing-masing arah. Menentukan factor penyesuaian kapasitas pemisah arah dari tabel 2.4 berikut ini :

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	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat lajur 4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk Jalan Perkotaan hal 5-52

2.2.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya: pejalan kaki, penghentian kendaraan umum, kendaraan masuk dan kendaraan keluar di samping jalan dan kendaraan lambat. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC _{sf})			
		Lebar bahu efektif W _s			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0

4/2 D	VL	0.96	0.98	1.01	1.03
	L	0.94	0.97	1.00	1.02
	M	0.92	0.95	0.98	1.00
	H	0.88	0.92	0.95	0.98
	VH	0.84	0.88	0.92	0.96
4/2 UD	VL	0.96	0.99	1.01	1.03
	L	0.94	0.97	1.00	1.02
	M	0.92	0.95	0.98	1.00
	H	0.87	0.91	0.94	0.98
	VH	0.80	0.86	0.90	0.95
2/2 UD	VL	0.94	0.96	0.99	1.01
	L	0.92	0.94	0.97	1.00
	M	0.89	0.92	0.95	0.98
	H	0.82	0.86	0.90	0.95
	VH	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk Jalan Perkotaan hal 5 -53

2.2.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCcs)

Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat ukuran kota. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah ini :

Tabel 2.6 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCcs)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.86
0.1 -0.5	0.90
0.5-1.0	0.94
1.0-3.0	1.00
>3.0	1.04

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 untuk jalan perkotaan hal 5-55

2.2.6. Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jalan yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada.

Rumus :

$$C = CO \times FC_w \times FC_{sp} \times FCS_f \times FC_{cs} \dots \dots \dots \text{pers 2.3}$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp / jam)

CO = Kapasitas dasar (smp / jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah

FCS_f = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

FC_{cs} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

2.2.7. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang atau segmen jalan. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian volume jam sibuk dengan kapasitas yang ada.

Rumus :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots \text{pers 2.4}$$

$$Q = LHRT \times k \times emp \dots\dots\dots \text{pers 2.5}$$

Dimana :

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus total lalu lintas
- C = Kapasitas (smp/ jam)
- K = Faktor volume lalu lintas jam sibuk, nilai normal $k = 0.09$

- *Menentukan faktor k*
Adalah rasio antara arus jam rencana dan LHRT yang ditentukan sebesar 0.09.

- *LHRT*
Adalah lalu lintas harian rata – rata tahunan dalam satuan kendaraan / jam supaya satuannya menjadi smp / jam maka harus dikalikan dengan emp.
- *Menentukan emp*
Emp (Ekivalensi mobil penumpang) adalah faktor dari berbagai tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kepada kecepatan kendaraan ringan antara arus campuran.

Penentuan emp dapat dilihat pada tabel 2.7 :

Tabel 2.7 : Emp untuk jalan 2/2 UD

Tipe Jalan: Tak Terbagi	Arus total (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu-lintas (m)	
			≤ 6 m	>6 m
2/2 UD	0	1.3	0.5	0.4
	≥ 1800	1.2	0.35	0.25

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 hal 6 – 44

Derajat kejenuhan (D_s) perlu diketahui dalam perencanaan peningkatan jalan yang sudah ada. Apabila $D_s > 0.75$ pada jam puncak maka jalan tersebut perlu diadakan pelebaran sedemikian rupa supaya $D_s > 0.75$ hingga akhir umur rencana.

2.3 PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar dengan maksud menahan beban lalu lintas atau kendaraan serta tahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi.

Konstruksi perkerasan ini terdiri dari Lapisan – lapisan yang berfungsi memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan yang ada dibawah hingga ke tanah dasar.

Suatu perkerasan lentur dapat dilihat baik apabila dapat menghasilkan dimensi konstruksi yang kecil dengan biaya yang murah dan mempunyai pemakaian yang cukup lama

Jenis Konstruksi Perkerasan

Konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur yakni perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu-lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur ini dibagi menjadi lima yaitu Perkerasan Lentur Sederhana, Sistem Telford, Sistem MacAdam, Perkerasan Aspal Beton Modern dan Perkerasan menggunakan paving block beton.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku yakni perkerasan yang menggunakan semen PC sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton. Perkerasan kaku ini dibagi menjadi dua yakni perkerasan beton

tanpa tulangan tak bersambung dan perkerasan beton tanpa tulangan dan bersambung.

2.3.1 Fungsi Jalan

Sesuai undang-undang tentang jalan No. 38 tahun 2004 dan peraturan pemerintah No. 26 tahun 1985, sistem jaringan jalan di Indonesia dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Sistem jaringan jalan primer adalah system jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk semua pengembangan wilayah di seluruh tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Ini berarti system jaringan jalan primer menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut :

1) Dalam satu satuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu (ibukota propinsi), kota jenjang kedua (ibukota kabupaten/kotamadya), kota jenjang ketiga (kecamatan), kota jenjang dibawahnya sampai ke persil.

2) Menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pengembangan.

Sistem jaringan jalan primer terdiri dari :

A. Jalan Arteri Primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan arteri primer adalah :

- a. Kecepatan rencana > 60 km/jam
- b. Lebar badan jalan > 8 km
- c. Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata
- d. Jalan masuk dibatasi dengan efisien sehingga

kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai

- e. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan local, lalu lintas local dan lalu-lintas ulang alik
- f. Jalan arteri primer tidak terputus walaupun memasuki kota
- g. Tingkat kenyamanan dan keamanan yang dinyatakan dengan indeks permukaan tidak kurang dari 2.

B. Jalan Kolektor Primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang ketiga.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor adalah :

- a. Kecepatan rencana > 40 km/jam
- b. Lebar badan jalan ≥ 7 m
- c. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu-lintas rata-rata
- d. Jalan masuk dibatasi sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu
- e. Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota
- f. Indeks permukaan tidak kurang dari 2.

C. Jalan Lokal Primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan lokal primer adalah :

- a. Kecepatan rencana > 20 km/jam
 - b. Lebar badan jalan > 6 m
 - c. Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa
 - d. Indeks permukaan tidak kurang dari 1.5.
2. Sistem jaringan sekunder adalah system jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota, ini berarti system sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.
- Sistem jaringan jalan sekunder terdiri dari :
- A. Jalan Arteri Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan primer kesatu, menghubungkan kawasan kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan arteri sekunder adalah :
 - a. Kecepatan rencana > 30 km/jam
 - b. Lebar badan jalan > 8 m
 - c. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu-lintas rata-rata
 - d. Tidak boleh terganggu oleh lalu-lintas lambat
 - e. Indeks permukaan tidak kurang dari 1.5
 - B. Jalan Kolektor Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder atau menghubungkan kawasan sekunder dengan kawasan sekunder ketiga.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor sekunder adalah :

- a. Kecepatan rencana > 20 km/jam
 - b. Lebar badan jalan 7 m
 - c. Indeks permukaan tidak kurang dari 1.5
- C. Jalan Lokal Sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.
- Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan lokal sekunder adalah :
- a. Kecepatan rencana > 10 km/jam
 - b. Lebar badan jalan 5 m
 - c. Indeks permukaan tidak kurang dari 1.

Berdasarkan fungsi jalan, jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan dengan cirri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan cirri-ciri perjalanan jarak sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.3.2 Umur Rencana

Umur rencana (UR) adalah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau hanya diberi permukaan baru. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru dapat diambil

10 tahun atau maksimal 20 tahun. Umur rencana yang > 20 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapat ketelitian yang memadai. Selama umur rencana, kegiatan perbaikan pelapisan permukaan dapat dilakukan sebagai kegiatan pemeliharaan. Untuk perencanaan peningkatan jalan Karanglo-Pendem dipergunakan umur rencana 10 tahun.

2.3.3 Data Lalu Lintas

Tebal perkerasan pelebaran jalan ditentukan dari bebanyang dipikul arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Data mengenai keadaan lalu lintas merupakan faktor terpenting dalam perencanaan tebal perkerasan. Volume lalu lintas rencana (VLLR) dapat didefinisikan sebagai perkiraan atau tafsiran lalu lintas untuk masa yang akan datang.

Volume lalu lintas pada spesifikasi standart dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang tergantung pada volume lalu lintas kendaraan bermotor dengan tidak memperhitungkan kendaraan bukan bermotor sebagai pengaruh untuk lalu lintas. Untuk mengetahui Volume Lalu Lintas Rencana yaitu :

$$VLLR = VLL \times \text{koefisien } (1 + i)^n \dots\dots\dots \text{ pers 2.6}$$

Perhitungan VLLR adalah untuk mengetahui fungsi dan kelas jalan. Sedangkan LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata) adalah jumlah rata-rata lalu lintas beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam untuk kedua jurusan. LHR untuk setiap jenis kendaraan ditentukan awal rencana, yang dihitung dua arah pada jalan tanpa menggunakan median atau menggunakan median.

2.3.4 Angka Ekuivalen (E) Beban sumbu kendaraan

Angka ekuivalen (E) dari suatu sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat

kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standart sumbu tunggal seberat 8.16 ton (18000 lbs). Karena beban sumbu kendaraan memiliki nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal diperhitungkan seberat 8.16 ton (18000 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekuivalen yang sesuai dengan aturan yang ada. Rumus yang digunakan dalam mencari angka ekuivalen beban sumbu terhadap standart sumbu tunggal sebesar 8.16 ton adalah :

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left[\frac{\text{Beban sumbu tunggal}^4}{8160} \right] \dots\dots\dots \text{pers2.7}$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = 0.086 \times \left[\frac{\text{Beban sumbu tunggal}^4}{8160} \right] \dots\dots\dots \text{pers2.8}$$







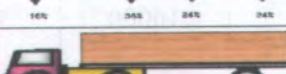

Untuk beban sumbu 1000 kg sampai dengan 16000 kg, hasil perhitungan angka ekuivalen sumbu tunggal dan ganda pada tabel 2.7 dan untuk beban sumbu yang tidak tercantum didalam tabel dapat dihitung dengan cara distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan yang ditunjukkan pada tabel 2.8

Tabel 2.8 : Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Sumbu Beban		Angka Ekuivalen	
kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6014	0.0193	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
7000	15432	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19000	1.4798	0.1273
10000	19841	2.2555	0.1940
11000	22046	3.0332	0.2840
12000	24251	4.6770	0.4022
13000	26455	6.4419	0.5540
14000	28660	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga, 1987

Tabel 2.9 : Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan

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

Sumber :Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkleman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga No 01/MN/B/1983

2.3.5. Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan.

Tabel 2.10 : Jumlah Lajur Kendaraan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5.50 \text{ m}$	1 Jalur
$5.50 \text{ m} \leq L < 8.25 \text{ m}$	2 Jalur
$8.25 \text{ m} \leq L < 11.25 \text{ m}$	3 Jalur
$11.25 \text{ m} \leq L < 15.00 \text{ m}$	4 Jalur
$15.00 \text{ m} \leq L < 18.75 \text{ m}$	5 Jalur
$18.75 \leq L < 22.00 \text{ m}$	6 Jalur

Sumber : "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga, SKBI 2.3.26.1987".

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel 2.11 berikut ini :

Tabel 2.11 : Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 jalur	1.00	1.00	1.00	1.00
2 jalur	0.64	0.50	0.70	0.50
3 jalur	0.40	0.40	0.50	0.475
4 jalur	-	0.30	-	0.450
5 jalur	-	0.25	-	0.425
6 jalur	-	0.20	-	0.40

2.3.6 Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah , perlengkapan drainase , bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton dan kendaraan yang berhenti. Sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata – rata per tahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan “ Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya “ Edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini , faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan) , persentase kendaraan berat, yang berhenti serta curah hujan.

Tabel 2.12 Faktor Regional

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

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 14

2.3.7 Lintas Ekuivalen

a. Lintas Ekuivalen Permulaan

Adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR \times C \times E \dots\dots\dots \text{pers 2.9}$$

Dimana :

LHR = Lintas harian rencana
 E = Angka ekivalen tiap jenis kendaraan
 C = Koefisien distribusi pada lajur rencana

b. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{i=1}^n LHR (1+i)^{UR} \times C \times E \dots \text{ pers 2.10}$$

Dimana :

LHR = Lintas harian rencana
 I = Pertumbuhan jumlah / volume kendaraan per tahun
 E = Angka ekivalen tiap jenis kendaraan
 C = Koefisien distribusi pada lajur rencana
 UR = Umur rencana

c. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. LET dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots \text{ pers 2.11}$$

Dimana :

LET = Lintas Ekivalen Tengah
 LEP = Lintas Ekivalen Permukaan

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

d. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. LET dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LER = LET \times FP \quad \text{..... pers 2.12}$$

$$FP = \frac{UR}{10} \quad \text{..... pers 2.13}$$

Dimana :

LER = Lintas Ekivalen Rencana

LET = Lintas Ekivalen Tengah

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

2.3.8 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Untuk merencanakan lapis ulang digunakan data CBR di lapangan. Harga DDT didapatkan dengan cara mengkorelasikan nilai CBR rencana kedalam bentuk DDT ini.



Menentukan korelasi DDT (Daya Dukung Tanah Dasar) dan CBR (California Bearing Ratio)

Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar tanah galian atau tanah dasar urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan.

CBR yang dinyatakan dalam persen (%) adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi sedalam 0,1 inci atau 0,2 inci antara contoh tanah dengan batu pecah standart. Nilai CBR adalah nilai empiris dari mutu tanah dasar dibandingkan dengan mutu batu pecah standart yang mempunyai CBR 100%.

Berdasarkan kondisi benda uji, CBR dibedakan atas :

- 1) CBR rencana
- 2) CBR lapangan
- 3) CBR lapangan rendaman

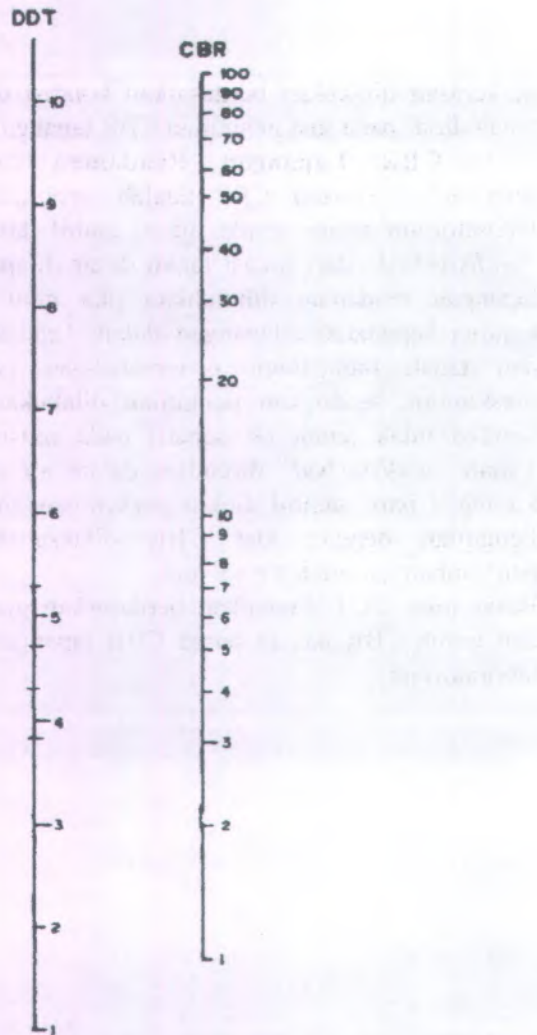
CBR rencana disebut juga CBR laboratorium adalah pengujian CBR dimana benda uji disiapkan dan diuji mengikuti SNI 03-1744 atau AASHTO T 193 di laboratorium. CBR rencana digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar dimana pada saat perencanaan lokasi tanah dasar belum disiapkan sebagai lapis tanah dasar struktur perkerasan. Jenis CBR digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar pada kondisi tanah dasar akan dipadatkan lagi sebelum struktur perkerasan dilaksanakan.

CBR lapangan dikenal juga dengan nama CBR *inplace* adalah pengujian CBR yang dilaksanakan langsung dilapangan, dilokasi tanah dasar rencana. Prosedur pengujian mengikuti SNI 03-1738 atau ASTM D 4429. CBR lapangan digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar, dimana tanah dasar direncanakan tidak lagi mengalami proses pemadatan atau peningkatan daya dukung tanah sebelum lapis pondasi dihampar dan pada saat pengujian tanah dasar dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain perencanaan tebal

perkerasan dilakukan berdasarkan kondisi daya dukung tanah dasar pada saat pengujian CBR lapangan itu.

CBR Lapangan Rendaman disebut juga *undisturbed soaked CBR* adalah pengujian CBR di laboratorium tetapi benda uji di ambil dalam keadaan "*undisturbed*" dari lokasi tanah dasar dilapangan. CBR lapangan rendaman dibutuhkan jika nilai CBR pada kondisi kepadatan dilapangan dalam keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum, sedangkan pengujian dilakukan pada saat kondisi tidak jenuh air seperti pada musim kemarau. Tanah "*undisturbed*" direndam dalam air selama lebih kurang 4 hari, sambil diukur perkembangannya (*swell*). Pengujian dengan alat CBR dilaksanakan setelah pengembangan tidak terjadi lagi.

Besar nilai DDT ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dan untuk CBR adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.



Gambar 2.1 : Nomogram Korelasi Harga CBR dan DDT

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Batasan mengenai indeks

plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.13 : Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung Berlanau	sebagian
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : *Mekanika tanah 1 edisi kelima, Hary Christady Hardiyatmo hal 52*

2.3.9 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun nilai IP beserta artinya adalah seperti di bawah ini :

IP = 1.0 = Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat, sehingga sangat mengganggu

IP = 1.5 = Tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan

IP = 2.0 = Tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang mantap

IP = 2.5 = Menyatakan permukaan jalan yang masih stabil dan mantap serta cukup baik.

a. Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPO)

Indeks permukaan awal rencana (IPO) perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan pada awal pembukaannya (awal umur rencana). Indeks permukaan awal dapat ditentukan dengan menggunakan tabel 2.12 dibawah ini :

Tabel 2.14 : Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	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 – 3,4	< 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	$\leq 2,4$	

Sumber : Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen
Bina Marga 1987, hal 13

b. Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (Ipt)

Penentuan indeks akhir pada akhir rencana, harus dipertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah luas ekivalen rencana (LER), yang dapat dilihat pada tabel 2.13 dibawah ini :

Tabel 2.15 : Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5 – 2,5	-
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

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 13

2.3.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan , pondasi , pondasi bawah , ditentukan secara korelasi sesuai nilai marshall test (untuk bahan dengan aspal) , kuat tekan (untuk bahan distabilisasi dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Besarnya koefisien relatif dapat dilihat pada tabel 2.14:

Tabel 2.16 : Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	KT (kg/cm ²)	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			
0.30			340			HRA Aspal Macadam Lapen(mekanis) Lapen (manual)
0.26			340			
0.25						
0.20						
	0.28		590			LASTON atas
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					Lapen(mekanis) Lapen (manual)
	0.19					
	0.15			22		Stabilitas tanah dengan semen Stabilisasi tanah dengan kapur
	0.13			18		
	0.15			22		
	0.13			18		
	0.14				100	Batu pecah (A) Batu pecah (B) Batu pecah (C)
	0.13				80	
	0.12				60	
		0.13			70	Sirtu/Pitrum A Sirtu/Pitrum B Sirtu/Pitrum C Tanah/Lempung Kepasiran
		0.12			50	
		0.11			30	
		0.10			20	
		0.10			20	
		0.10			20	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 14-15

2.3.11 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Untuk menentukan tebal lapisan perkerasan terlebih dahulu harus mengetahui tebal masing-masing lapis dalam (cm). D1, D2, D3 yang merupakan factor pengali koefisien relatif yang digunakan dalam menentukan tebal perkerasan. Perkiraan tebal masing-masing jenis lapisan perkerasan tergantung dari nilai minimum yang ditetapkan oleh Bina

Marga. Untuk penentuan tebal lapis minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.15 berikut ini :

Tabel 2.17 : Tebal Minimum Lapis Perkerasan

ITP	Tabal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapisan pelindung : (bursa/burtu/burda)
3.00 – 6.70	5 7.5	Lapen/Aspal macadam, HRa, Asbuton, Laston
6.71 – 7.49	7.5	Lapen/Aspal macadam, HRa, Asbuton, Laston
7.50 – 9.99	10	Asbuton, Laston
> 10		Laston

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal15

Tabel 2.18 Tebal Minimum Lapis Pondasi

ITP	Tabal Minimum m (cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3.00 – 7.49	20*	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
7.49 – 9.99	10 20	Laston atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macadam.
9.99 – 12.14	15 20	Laston atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macadam.
> 12.25	25	Lapen, Laston atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macada, Laston atas.

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal16

Catatan : * Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

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

2.3.12 Penentuan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing – masing lapisan perkerasan jangka panjang , dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (indeks Tebal Perkerasan) :

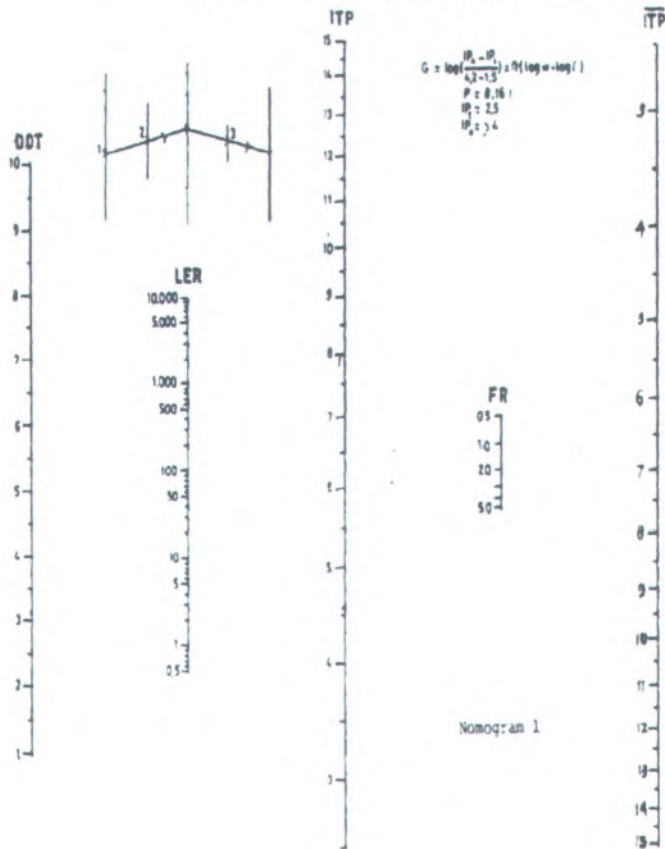
$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots \text{pers 2.14}$$

Dimana :

ITP = Indeks Tebal Perkerasan (Gambar 2.2)

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing – masing lapis perkerasan (cm)
Angka 1 , 2 dan 3 masing – masing untuk lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah



Gambar 2.2. Nomgram ITP untuk $I_{pt} = 2,5$ dan $I_{Po} \geq 4$

2.4 PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAHAN (OVERLAY)

Tujuan utama dari perencanaan tebal lapisan tambahan (overlay) adalah untuk meningkatkan atau untuk memperpanjang umur pelayanan jalan raya. Lapisan tambahan ini dilakukan pada jalan yang sudah tidak berfungsi sebagai mana mestinya atau kurang memenuhi syarat.

Metode yang digunakan dalam perencanaan proyek ini adalah metode Bina Marga 01/MN/B/1983 adalah untuk mengetahui struktural konstruksi perkerasan jalan lama dengan menggunakan alat Benkleman Beam sebagai surveynya. Survey dengan menggunakan alat Benkleman Beam terdapat faktor – faktor yang mempengaruhi data antara lain :

- a. Jenis perkerasan jalan
Jenis konstruksi permukaan jalan berpengaruh pada :
 - Letak survey dari jumlah alat Benkleman Beam yang digunakan.
 - Besar lendutan balik akibat beban AE 18 KSAL. suhu pada factor penyesuaian
- b. Data lalu lintas
Data lalu lintas kendaraan terdiri dari lalu lintas kendaraan ringan, kendaraan berat, kendaraan tidak bermotor.
- c. Beban truck
Beban truck yang digunakan pada survey mempengaruhi harga lendutan, dimana beban truck 8,16 ton, jika beban truck tidak memenuhi syarat harus dikoreksi dengan faktor koreksi beban.
- d. Musim
Musim dan lingkungan mempengaruhi hasil survey. Survey pada musim hujan menghasilkan lendutan lebih

tinggi dibandingkan survey pada musim kemarau. Dimana diperlukan faktor koreksi sebagai penyesuaian yang terlihat pada tabel 2.17.

Tabel 2.19 Faktor koreksi untuk Benkleman Beam

Faktor koreksi (Fe)	Kondisi survey
0,9 – 1,0	Survey dilakukan pada lokasi yang kondisinya drainasenya jelek dan akan dibuat lebih baik setelah survey.
1,0	Survey dilakukan pada musim kemarau dan lokasi survey berada pada daerah dengan muka air tanah tinggi.
1,0 – 1,15	Survey dilakukan pada awal musim kemarau atau musim penghujan.
1,15	Survey dilakukan pada musim kemarau

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

2.4.1 Faktor keseragaman untuk lendutan balik

Setelah mendapatkan data Benkleman Beam Test, maka data lendutan balik yang kurang seragam perlu diseragamkan, dengan menggunakan rumus :

Dimana :

$$Fk = \frac{S}{d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.15}$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots \text{pers 2.16}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \dots\dots\dots \text{pers 2.17}$$

Dimana :

- Fk = Faktor keseragaman
 S = Standar Deviasi
 \bar{d} = Lendutan balik rata – rata
 n = Jumlah titik pemisah dalam segmen
 $\sum d$ = Jumlah lendutan balik

Tabel 2.20 Faktor Keseragaman

Nilai FK	Keadaan
< 15 %	Sangat seragam
15 % - 20 %	Seragam
20 % - 25 %	Baik
25 % - 30 %	Cukup
30 % - 40 %	Jelek
> 40 %	Tidak Seragam

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

Besarnya lendutan balik segmen yang mewakili seksi jalan untuk masing – masing fungsi jalan :

→ Jalan arteri/tol $D = \bar{d} + 2s$ pers 2.18

→ Jalan kolektor $D = \bar{d} + 1.64 s$ pers 2.19

→ Jalan lokal $D = \bar{d} + 1.28 s$ pers 2.20

2.4.2 Faktor Umur Rencana

faktor umur rencana dapat diketahui dengan rumus:

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + R)^n + 2(1 + R) \frac{(1 + R^{n-1}) - 1}{R} \right] \dots \text{pers 2.21}$$

Dimana :

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan lalu lintas (%)

N = umur rencana

Tabel 2.21 Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas

R	2%	4%	5%	6%	8%	10%
N						
1 tahun	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05
2 tahun	2.04	2.08	2.1	2.12	2.16	2.21
3 tahun	3.09	3.18	3.23	2.3	3.38	3.48
4 tahun	4.16	4.33	4.42	4.5	4.69	4.87
5 tahun	5.25	5.53	5.66	5.3	6.1	6.41
6 tahun	6.37	6.77	6.97	7.18	7.63	8.1
7 tahun	7.51	8.06	8.35	8.65	9.28	9.96
8 tahun	8.7	9.51	9.62	10.2	11.05	12
9 tahun	9.85	10.19	11.3	11.84	12.99	14.26
10 tahun	11.05	12.25	12.9	13.6	15.05	16.73
15 tahun	17.45	20.25	22.15	23.9	28.3	33.36
20 tahun	24.55	30.4	33.9	37.95	47.7	60.2

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

2.4.3 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

Lalu lintas secara akumulatif selama umur rencana dapat diketahui dengan rumus :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times \sum UE\ 18\ KSAL \dots\dots\dots \text{pers.2.22}$$

Dimana :

AE 18 KSAL = Accumulatif Equivalent 18 Kip
Single axle Load

UE 18 KSAL = Unit Equivalent Single axle Load

N = Faktor umur rencana yang sesuai dengan perkembangan lalu lintas

M = Jumlah masing – masing jenis kendaraan

Tabel 2.22 Hubungan AE 18 KSAL dan Lebar Perkerasan

Lebar perkerasan (m)	AE 18 KSAL
1.00 – 4.00	100% 365 N (ITN _{kr} + ITN _{kb})
4.00 – 7.00	50% 365 N (ITN _{kr} + ITN _{kb})
8.00 – 10.00	365 N (45% ITN _{kr} + 45 ITN _{kb})
11.00 – 16.00	365 N (30% ITN _{kr} + 40 ITN _{kb})
17.00	365 N (80% ITN _{kr} + 40 ITN _{kb})

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983

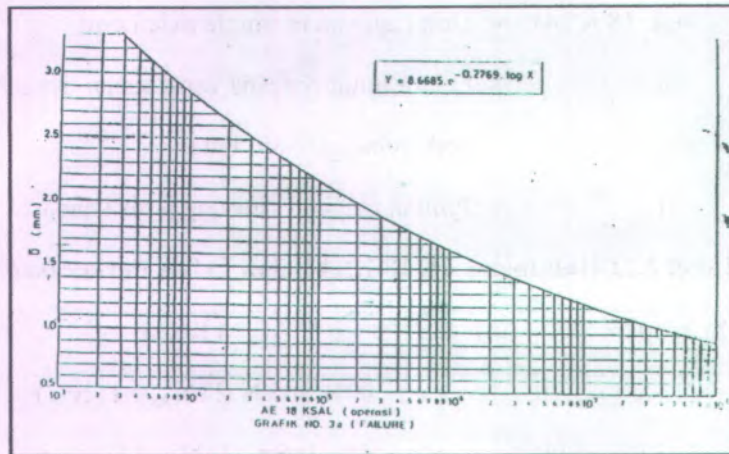
Dimana :

ITN_{kr} = Jumlah kendaraan ringan

ITN_{kb} = Jumlah kendaraan berat

2.4.4 Lendutan Balik yang Diijinkan

Untuk mendapatkan tebal lapisan yang aman maka perencanaan harus didasarkan pada lendutan balik yang diijinkan. Lendutan balik yang diijinkan diperoleh dari hubungan grafik antara AE 18 KSAL dengan lendutan balik yang diijinkan. Sesuai dengan gambar.

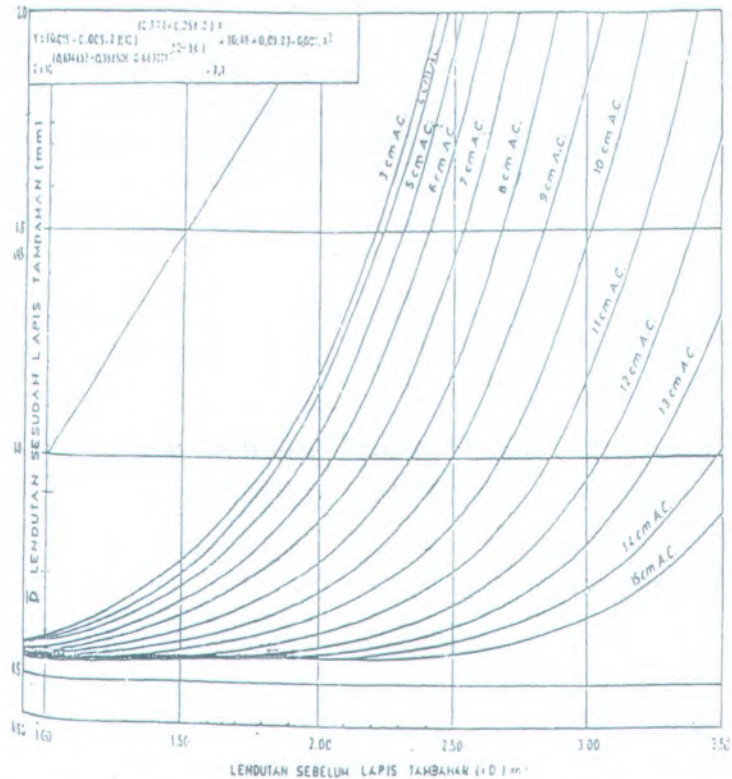


Gambar 2.3 Grafik Lendutan Balik yang Diijinkan

2.4.5 Tebal Lapisan Tambahan

Berdasarkan Lendutan balik yang ada dapat ditentukan tebal lapis tambahan yang nilai lendutan baliknya tidak boleh melebihi lendutan balik yang diijinkan.

Untuk menentukan tebal lapisan tambahan digunakan grafik tebal lapisan tambahan.



Gambar 2.4 Grafik Tebal Lapisan Tambahan

2.5 KONTROL GEOMETRIK

Adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan dan ditentukan jumlah naik / turun (alinyemen vertical) dan lengkung horizontal sepanjang segmen jalan (alinyemen horizontal) yang berpengaruh

dalam penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk segmen jalan

2.5.1. Kontrol Alinyemen Horizontal

Dalam mengontrol alinyemen horizontal, maka yang dilihat adalah adanya lengkung pada suatu segmen jalan. Radium minimum untuk lengkung tersebut didapat dengan penyesuaian dari kecepatan rencana. Radius minimum didapatkan dengan mempergunakan persamaan :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots \text{pers 2.23}$$

$R_{min} < R$ lapangan, maka kendaraan yang melalui lengkung tersebut masih dapat mempertahankan gesekan yang aman pada permukaan ban dan masih nyaman untuk dilewati.

Tabel 2.23 : Harga R minimum dan D maksimum untuk beberapa kecepatan rencana

Kecepatan Rencana	e maks (m/m')	f (maks)	R Min (perhitungan)	R Min Design (m)	D Maks Design (°)
40	0,1	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,1	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,1	0,153	112,041	111	12,79
	0,08		121,659	122	11,74

70	0,1	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,1	0,140	209,974	210	6,82
	0,08		229,062	229	6,25
90	0,1	0,128	280,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,1	0,115	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,1	0,103	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,1	0,090	596,769	597	2,4
	0,08		666,975	667	2,15

Sumber : Spesifikasi Standart Untuk Rencana Geometrik

Jalan Perkotaan, Bina Marga 1990

Tabel 2.24 : Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan kecepatan rencana

R (m)	V _R = 30 km/h			V _R = 40 km/h			V _R = 50 km/h			V _R = 60 km/h			V _R = 70 km/h			V _R = 80 km/h			V _R = 90 km/h			V _R = 100 km/h		
	e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)		e (%)	L _r (m)	
		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4
7000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0
5000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0
3000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	16	25
2500	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	15	23	RC	16	25
2000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	14	22	2,1	16	24	2,5	20	31
1500	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	13	20	2,2	16	24	2,7	21	31	3,1	25	38
1400	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	13	20	2,4	17	26	2,8	21	32	3,3	27	41
1300	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2,1	14	21	2,6	18	27	3,0	23	34	3,5	29	43
1200	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2,2	14	22	2,7	19	29	3,2	25	37	3,7	30	45
1000	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,1	13	19	2,8	17	26	3,1	22	33	3,6	28	41	4,2	34	52
900	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,3	14	21	2,8	18	27	3,4	24	37	3,9	30	45	4,5	37	55
800	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,5	15	23	3,1	20	30	3,5	26	39	4,2	32	48	4,9	40	60
700	NC	0	0	RC	10	15	2,1	12	17	2,8	17	25	3,4	22	33	4,0	29	43	4,6	35	53	5,2	43	64
600	NC	0	0	RC	10	15	2,4	13	20	3,1	19	28	3,8	25	37	4,3	31	46	5,0	38	57	5,6	46	69
500	NC	0	0	2,1	11	16	2,8	15	23	3,5	21	32	4,2	27	41	4,8	35	52	5,4	41	62	5,9	48	72
400	RC	10	14	2,5	13	19	3,3	18	27	4,0	24	36	4,7	31	46	5,3	38	57	5,9	45	66			
300	RC	10	14	3,1	16	24	3,9	22	32	4,6	28	41	5,4	35	53	5,9	42	64						
250	2,9	11	17	3,5	18	27	4,2	23	35	5,0	30	45	5,8	38	57	6,0	43	65						
200	2,6	13	20	3,9	20	30	4,7	26	39	5,5	33	50												
175	3,0	14	22	4,1	21	32	5,0	28	42	5,8	35	52												
150	3,3	16	24	4,4	23	34	5,3	29	44	6,0	36	54												
140	3,5	17	25	4,5	23	35	5,4	30	45	6,0	36	54												
130	3,6	17	26	4,6	24	35	5,6	31	47															
120	3,8	18	27	4,8	25	37	5,7	32	47															
110	3,9	19	28	5,0	26	39	5,8	32	48															
100	4,1	20	30	5,2	27	40	6,0	33	50															
90	4,2	20	30	5,4	28	42	6,0	33	50															
80	4,5	22	32	5,6	29	43																		
70	4,7	23	34	5,8	30	45																		
60	5,0	24	36	6,0	31	46																		
50	5,4	26	39																					
40	5,8	28	42																					
30	6,0	29	43																					
20																								

e max = Superelevasi maksimum 6 %
R = Jari-jari lengkung
V_R = Asumsi kecepatan rencana
e = Tingkat superelevasi
L_r = Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
NC = Lereng normal
RC = Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

Sumber : Standar Geometrik Jalan Perkotaan RSNI T- 14 - 2004

2.5.1.1 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung pada tikungan yang dipergunakan untuk mengadakan peralihan dari bagian jalan yang lurus ke bagian jalan yang mempunyai jari – jari lengkung dengan kemiringan tertentu.

Tabel 2.25 : Panjang lengkung peralihan minimum

V_R (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
L_{s-min}	56	50	44	39	33	28	22	17

2.5.1.2 Bentuk – Bentuk Lengkung Horizontal

Dalam perencanaan lengkung horizontal ada 3 macam tikungan yaitu :

1. Tikungan Full Circle(FC)

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangent yang relatif kecil. Rumus-rumus yang dipergunakan dalam perencanaan tikungan Full Circle.

$$T_c = R_c \cdot \tan (1/2 \Delta) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.24}$$

$$E_c = T_c \cdot \tan (1/4 \Delta) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.25}$$

$$L_c = (\Delta/360^\circ) 2\pi R_c \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.26}$$

Dimana :

Δ = Sudut Tangent ($^\circ$)

R_c = Jari-jari lingkaran (m)

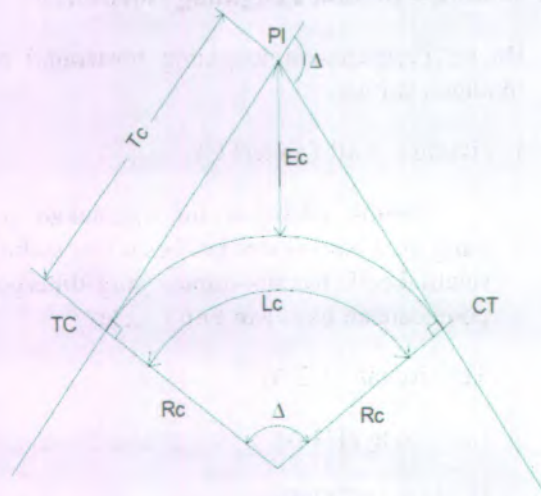
E_c = Jarak titik sudut dengan busur lingkaran (m)

L_c = Panjang Bagian Lengkung (m)

PI= Point of Intersection (Perpotongan kedua garis tangent)

Tc= Tangent circle, titik peralihan dari lurus ke bentuk circle

CT= Circle Tangent, titik peralihan dari bentuk circle ke lurus



Gambar 2.5 Tikungan Full Circle

2 Tikungan Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Pada tikungan S-C-S ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s). Yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk

Full Circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencanan. Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung Spiral-Circle-Spiral :

$$\theta_s = \frac{Ls \cdot 360}{2Rc \times 2\pi} \dots\dots\dots \text{pers 2.27}$$

$$\Delta c = \Delta - (2 - \theta_s) \dots\dots\dots \text{pers 2.28}$$

$$Lc = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi Rc \dots\dots\dots \text{pers 2.29}$$

$$L = Lc + 2Ls \dots\dots\dots \text{pers 2.30}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6Rc} \dots\dots\dots \text{pers 2.31}$$

$$Xs = Ls - \frac{Ls^2}{40Rc} \dots\dots\dots \text{pers 2.32}$$

$$p = Ys - Rc(1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots \text{pers 2.33}$$

Diperoleh p^*

$$p = p^* \times Ls \dots\dots\dots \text{pers 2.34}$$

$$k = Xs - Rc \cdot \sin \theta_s \dots\dots\dots \text{pers 2.35}$$

Diperoleh k^*

$$k = k^* \times L_s \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.36}$$

$$E_s = (R_c + p) \cos \frac{1}{2} \Delta - R_c \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.37}$$

$$T_s = (R_c + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.38}$$

Dimana :

X_s = Jarak titik T_s dengan S_c

Y_s = Jarak tegak lurus ke titik S_c pada lengkung

L_s = Panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)

L_c = Panjang busur lingkaran (SC-CS)

T_s = Panjang tangent titik PI ke TS

E_s = Jarak PI ke busur lingkaran

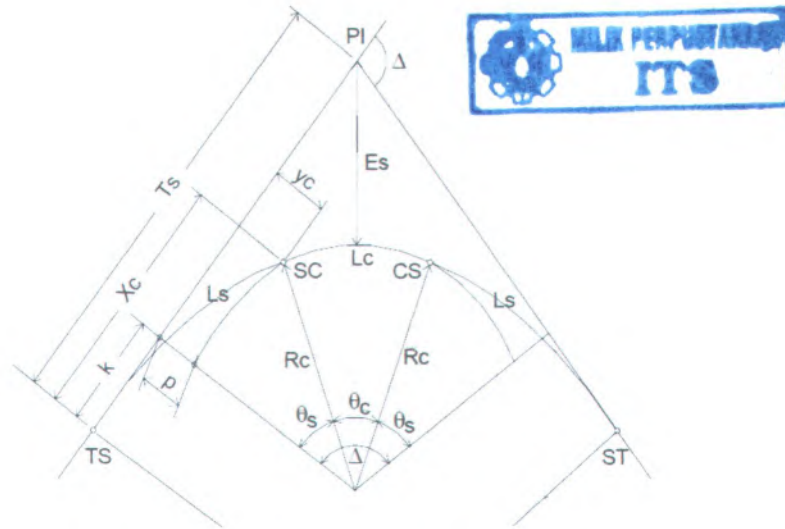
θ_s = Sudut lengkunhg spiral

Δ = Sudut Tangent

R_c = Jari-jari lingkaran

p = pergeseran tangent ke spiral

k = absis dari p pada garis tangent spiral



Gambar 2.6 Lengkung Spiral- Circle-Spiral

3. Tikungan Spiral – Spiral (S – S)

Bentuk tikungan ini dipergunakan pada tikungan yang tajam, atau apabila pada tikungan Spiral-Spiral dapat dilihat pada gambar 2.6 mempunyai harga seperti dibawah ini :

$$L_c < 20 \text{ m, } T_s > L, L = 2 L_s + L_c$$

Untuk tikungan Spiral – Spiral ini, rumus yang digunakan sama dengan lengkung Spiral – Circle – Spiral, tetapi perlu diingat bahwa $L_c = 0$.

Rumus – rumus yang digunakan tikungan Spiral – Spiral :

$$\Delta_c = 0 \quad \dots\dots\dots \text{ pers 2.39}$$

$$L_c = 0 \quad \dots\dots\dots \text{ pers 2.40}$$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{1}{2} L_s && \dots\dots\dots \text{pers 2.41} \\ L_{\text{total}} &= 2 L_s && \\ T_s &= (Rc + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k && \dots\dots\dots \text{pers 2.4} \\ E_s &= (Rc + p) \cos \frac{1}{2} \Delta - Rc && \dots\dots\dots \text{pers 2.43} \\ Y_s &= \frac{L_s^2}{6Rc} && \dots\dots\dots \text{pers 2.44} \\ p &= Y_s - Rc(1 - \cos \theta_s) && \dots\dots\dots \text{pers 2.45} \\ X_s &= L_s - \frac{L_s^2}{40Rc} && \dots\dots\dots \text{pers 2.46} \\ k &= X_s - Rc \cdot \sin \theta_s && \dots\dots\dots \text{pers 2.47} \end{aligned}$$

Dimana :

X_s = Jarak titik T_s dengan Sc

Y_s = Jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung

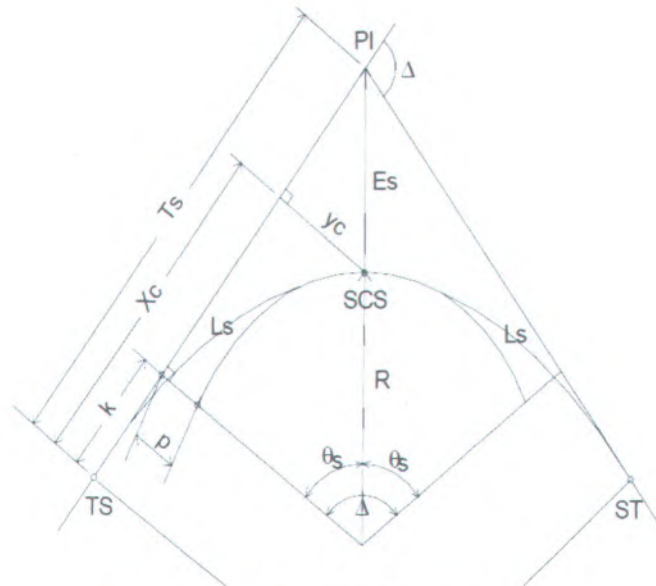
L_s = Panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)

T_s = Panjang tangent titik PI ke TS

E_s = Jarak PI ke busur lingkaran

θ_s = Sudut lengkung spiral

Δ = Sudut Tangent



Gambar 2.7 Lengkung Spiral-Spiral

2.5.1.3 Superelevasi

Nilai superelevasi yang tinggi mengurangi gaya gesek ke samping dan menjadikan pengemudian pada tikungan lebih bergerak perlahan mengitari suatu tikungan lebih nyaman. Tetapi batas - batas praktis berlaku untuk itu. Ketika superelevasi tinggi, maka bekerja gaya negatif ke samping jika pengemudi mengemudikannya ke sebelah atas lereng atau berlawanan dengan arah lengkung mendatar.

2.5.1.4 Diagram Superelevasi

Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh.

Ada 3 cara penggambaran diagram superelevasi :

1. Profil sumbu (as jalan) sebagai sumbu putar
2. Tepi dalam sebagai sumbu putar
3. Tepi luar sebagai sumbu putar

Pada umumnya penggambaran diagram superelevasi menggunakan cara ke-1.

• Diagram superelevasi Full Circle

Walaupun tidak mempunyai lengkung peralihan pada full circle diperlukan pada suatu lengkung peralihan fiktif (L_s) dimana $\frac{3}{4}$ bagian berada pada daerah tangen, sedangkan $\frac{1}{4}$ bagian pada busur lingkaran.

$L_s = B \cdot e \cdot m$ pers 2.48

$e \cdot m = 10\% \times \frac{1}{2} B$ pers 2.49

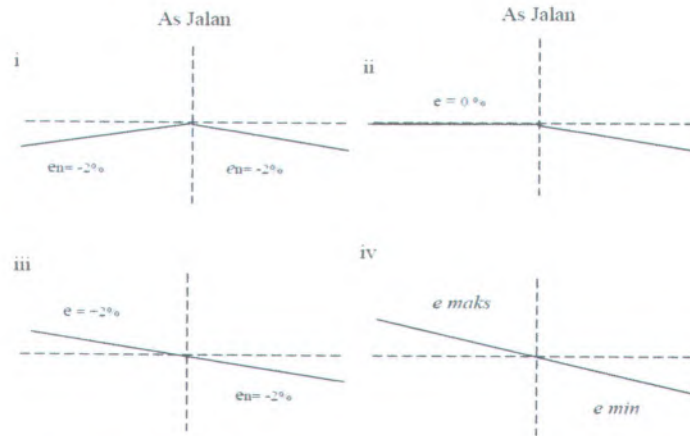
Dimana :

B = Lebar perkerasan

e = Kemiringan melintang maksimum relatif

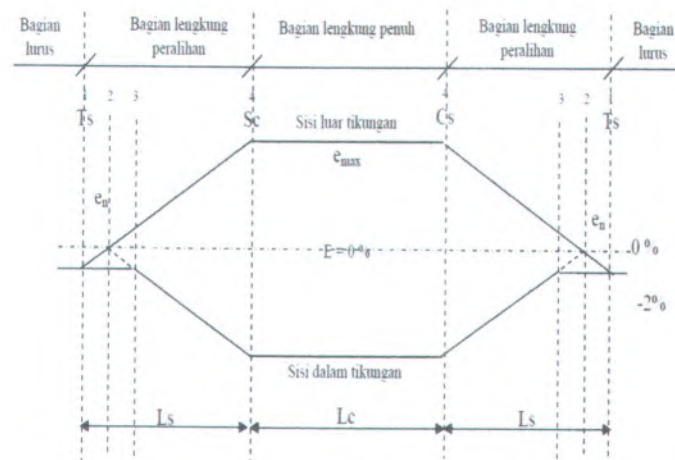
m = Landai relatif antar tepi perkerasan

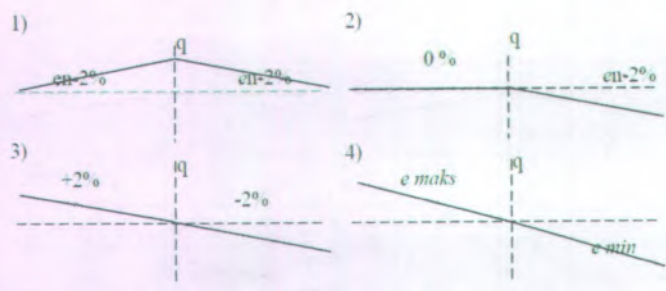




Gambar 2.8. Diagram Superelevasi Full Circle

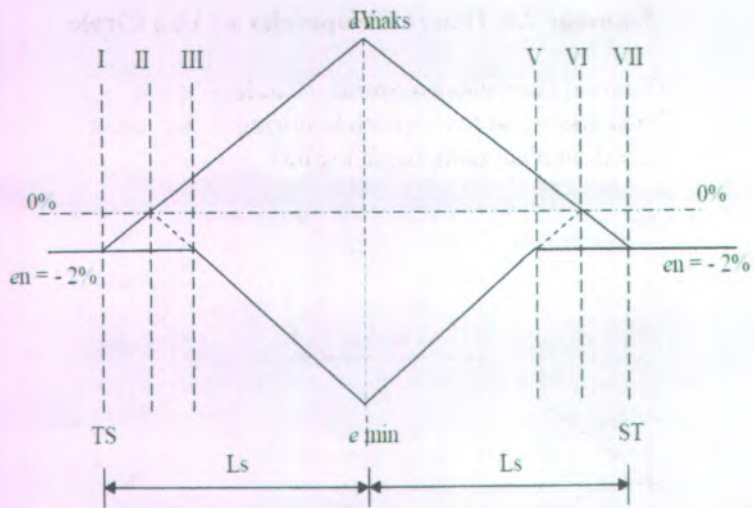
- Diagram superelevasi Spiral – Circle – Spiral Pada sistem ini pencapaian kemiringan dari e_n ke e_{max} dilakukan pada bagian spiral.

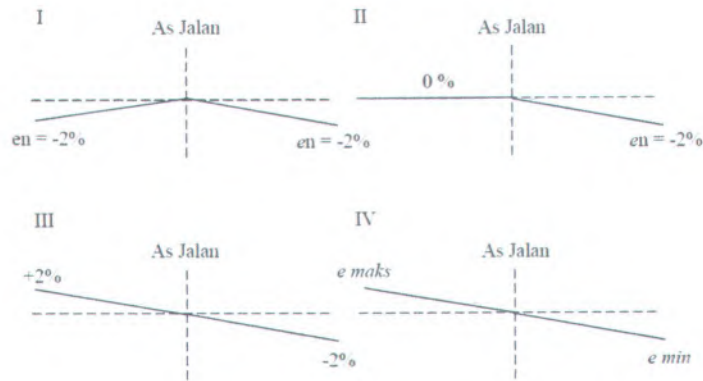




Gambar 2.9. Diagram Superelevasi Spiral-Circle-Spiral

• Diagram superelevasi Spiral – Spiral





Gambar 2.10. Diagram Superlevasi Spiral-Spiral

2.5.1.5 Landai Relatif

Landai relatif ($1/m$) adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Pada proses kemiringan melintang normal (e_n) pada jalan lurus sampai kemiringan melintang sebesar superlevasi pada lengkung berbentuk busur lingkaran menyebabkan peralihan tinggi perkerasan sebelah luar dari elevasi kemiringan normal pada jalan lurus ke elevasi sesuai kemiringan superlevasi pada busur lingkaran.

Tabel 2.26 Landai Relatif

V_r (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Landai Relatif	1/50	1/125	1/115	1/100	1/75	1/50

Sumber : Spesifikasi Standart Untuk Rencana Geometrik

Jalan Perkotaan, Bina Marga 1990

2.5.2 Kontrol 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 negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri atau landai nol (0) jika datar.

Kelandaian Jalan

Kelandaian yang bagus adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan pengemudi dalam mengemudikan kendaraan. Hampir semua mobil penumpang dapat mengatasi kelandaian 8 % - 9 % tanpa kehilangan kecepatan berarti, tetapi pada kendaraan truk akan kelihatan dengan nyata.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kelandaian jalan adalah sebagai berikut :

$$G = \frac{(i_1 - i_2)}{L} \dots\dots\dots \text{pers 2.50}$$

$$A = g_1 \pm g_2 \dots\dots\dots \text{pers 2.51}$$

Dimana :

L = Jarak antara kedua titik (m)

($i_1 - i_2$) = Beda elevasi rencana kedua titik (m)

g_2, g_1 = Kelandaian

A = perbedaan aljabar untuk kelandaian (%)

Tabel 2.27 Kelandaian maksimum yang diijinkan

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

Sumber : Spesifikasi Standart Untuk Rencana Geometrik Jalan Luar Kota, Bina Marga 1990

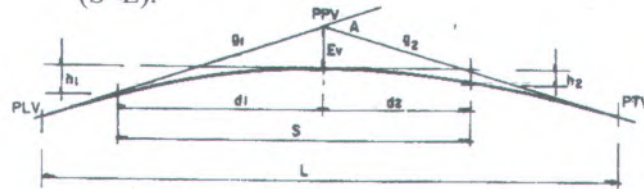
Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal dibagi menjadi dua macam, yaitu lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung.

a. Lengkung Vertikal Cembung

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

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



Gambar 2.11 Jarak Pandang pada lengkung vertikal cembung ($S < L$)

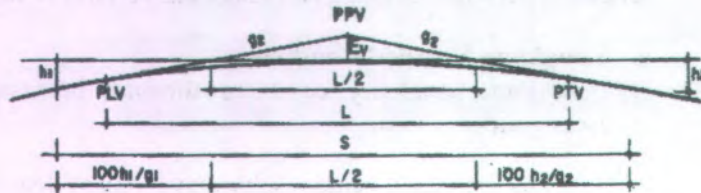
Persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

- Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana $h_1 = 10$ cm dan $h_2 = 120$ cm, maka persamaan yang digunakan adalah :

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \dots\dots\dots \text{pers. 2.52}$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \dots\dots\dots \text{pers. 2.53}$$

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



Gambar 2.12 Jarak Pandang pada lengkung

- a. vertikal cembung ($S > L$)

Seperti halnya perhitungan lengkung cembung dengan $S < L$ persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

- Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana $h_1 = 10$ cm dan $h_2 = 120$ cm, maka persamaan yang digunakan adalah :

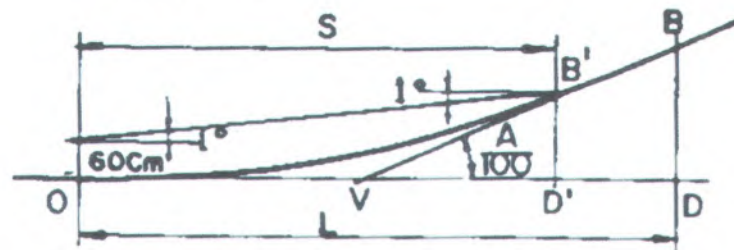
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A} \dots\dots\dots \text{pers. 2.54}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots \text{pers. 2.55}$$

b. Lengkung Vertikal Cekung

Berbeda dengan lengkung vertikal cembung, lengkung vertikal cekung dipengaruhi jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut peyebaran sinar sebesar 1° . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan.

1. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

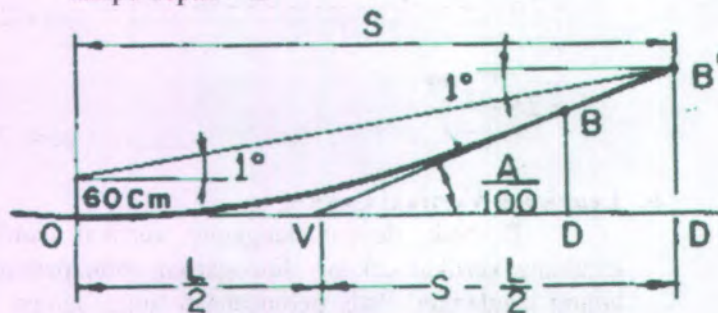


Gambar 2.13 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak P

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

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \dots\dots\dots \text{pers. 2.56}$$

2. Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$



Gambar 2.14 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandang Penyinaran Lampu Depan $> L$

Dengan asumsi perencanaan yang sama dengan persamaan diatas, untuk hal ini maka :

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A} \quad \text{..... pers. 2.57}$$

Tabel 2.28 Jarak Pandang Henti (J_h) minimum

Vr km/jam	12 0	10 0	80	60	50	40	30	20
J_h (m)	25 0	17 5	12 0	75	55	40	27	16

Tabel 2. 29 Jarak Pandang Mendahului (J_d)

V_r km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik jalan antar kota, Hal 21 – 22

2.6. PERENCANAAN DRAINASE

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area. Dalam perencanaan drainase terdiri dari dua tipe, yaitu :

- Drainase permukaan jalan
- Drainase bawah permukaan.

Adanya drainase permukaan dimaksudkan 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 tampak kering terhadap air.
2. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan jalan. Tabel menunjukkan besarnya kemiringan melintang normal untuk perkerasan dan bahu jalan.

Tabel 2.30 Kemiringan melintang dan perkerasan bahu jalan

No.	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1.	Beraspal, beton	2% - 3%
2.	Japat dan Tanah	4% - 6%
3.	Kerikil	3% - 6%
4.	Tanah	4% - 6%

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

SIN 03-3424-1994, hal 5

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat tabel 2.28.

Tabel 2.31 Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0 - 5
Kerikil	5 - 7,5
Pasanagan	7,5

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 7.

Skema perencanaan drainase :

1. menentukan waktu konsentrasi
2. menentukan intensitas hujan.
3. menentukan koefisien pengaliran
4. menentukan debit aliran
5. menentukan dimensi saluran
 - menghitung dimensi saluran
 - menentukan penampang basah
 - menentukan jari-jari hidrolis
6. menghitung kemiringan saluran

2.6.1 Analisa Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi.

a. Curah hujan

Merupakan tinggi hujan dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimal selama sepuluh (10) tahun terakhir.

b. Periode ulang hujan / Frekuensi hujan (T)

Merupakan suatu kemungkinan dimana terjadi atau terlampauinya tinggi hujan tertentu, Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima (5) tahun.

c. Waktu hujan (t)

Waktu hujan adalah lama terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen, bahwa hujan

harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan selama 24 jam.

d. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh pada periode tertentu biasanya dalam satuan mm/jam. Intensitas dipengaruhi oleh tiga poin sebelumnya, yakni curah hujan, periode ulang hujan, dan waktu hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan mempergunakan analisa distribusi frekwensi dengan persamaan sebagai berikut.

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

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.59}$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.60}$$

Dimana:

S_x = Standard deviasi

X_t = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun(mm/jam)

X = Tinggi hujan maksimum

\bar{x} = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (lihat tabel 2.29)

Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (lihat tabel 2.30)

S_n = Standars deviasi yang merupakan fungsi n (lihat tabel 2.31)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 2.32 Variasi Y_T

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2505
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 16

Tabel 2.33 Nilai Y_N

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468

50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

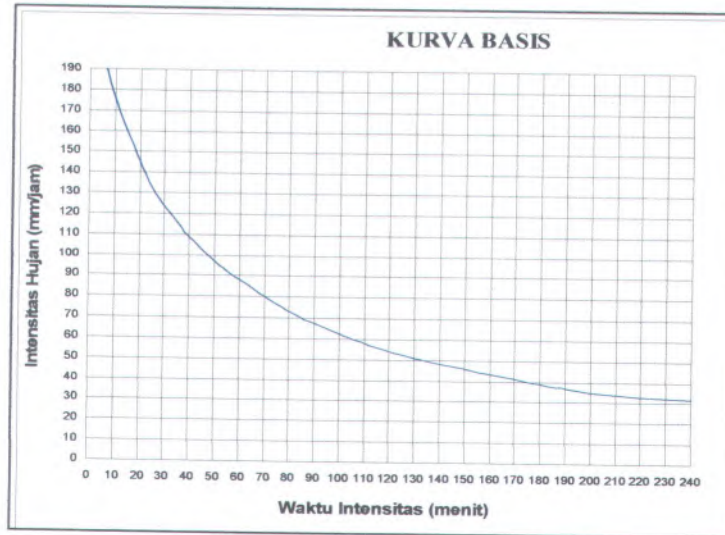
Tabel 2.34 Nilai S_N

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 16*

Untuk menentukan kurva lamanya intensitas lamanya hujan rencana, diturunkan dari kurva basis (

lengkung intensitas standart) dengan cara membuat garis lengkung dan memplotkan harga intensitas hujan (mm/jam) pada waktu konsentrasi 240 menit dan kemudian ditarik garis lengkung searah dengan lengkung basis.



Gambar 2.15 Kurva Basis

e. Waktu konsentrasi (T_c)

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

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.61}$$

Dimana :

- T_c = Waktu konsentrasi (menit)
 t_1 = waktu inlet (menit)
 t_2 = waktu aliran / time of flow (menit)

Inlet time (overland flow time) yaitu waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet) dari titik terjauh yang terletak di catchment area. Dimana yang dimaksud catchment area adalah daerah pengaliran tempat air hujan berkumpul dengan salah satu batasnya alinyemen jalan itu sendiri. Luas catchment area dihitung berdasarkan peta topografi. Pada umumnya perencanaan saluran tepi diambil dari titik yang terjauh dari catchmentarea dengan jarak maksimum 100 meter.

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots \text{pers. 2.62}$$

Time of flow yaitu waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mengalir melalui drainase.

$$t_2 = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots \text{pers. 2.63}$$

Dimana :

- L_0 = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
 L = Panjang saluran (m)
 nd = Koefisien hambatan (lihat tabel 2.32)
 s = Kemiringan daerah pengaliran
 V = Kecepatan air rata-rata yang diijinkan (m/dt)

Kecepatan air rata-rata yang diijinkan berdasarkan pada jenis materialnya terlihat pada Tabel 2.33

Tabel 2.35 Hubungan kondisi permukaan Tanah dengan koefisien 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	0.100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.200
5. Padang rumput dan rerumputan	0.400
6. Hutan gundul	0.600
7. Hutan rimbung dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.800

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 17*

Tabel 2.36 Kecepatan Aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
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	0.60 - 1.80
Beton	0.60 - 3.00
Beton bertulang	0.60 - 3.00

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

f. Luas Daerah Pengaliran

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

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \dots\dots\dots \text{pers. 2.64}$$

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \dots\dots\dots \text{pers. 2.65}$$

Dimana :

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L₁ = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan

L₂ = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan

L₃ = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maximum 100 meter

A = Luas daerah pengaliran

g. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentarsi diplotkan pada kurva basis rencana.

h. Menentukan Koefisien Pengaliran

Aliran yang masuk ke dalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area di sekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots \text{pers. 2.66}$$

Dimana :

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

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

Tabel 2.37 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1.	Jalan beton dan jalan beraspal	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
	- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	- Batuan 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.	Pemukiman Padat	0,40 – 0,60
8.	Pemukiman 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

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994 hal 9*

Keterangan: Untuk daerah datar ambil C yang terkecil

Untuk daerah lereng ambil C yang terbesar

i. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA \dots\dots\dots \text{pers. 2.67}$$

Dimana :

Q = Debit air (m/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

2.6.2 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Saluran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk :

- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan 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 (grade $\geq 5\%$) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan grade $\pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka saluran tepi 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 kecepatan aliran pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

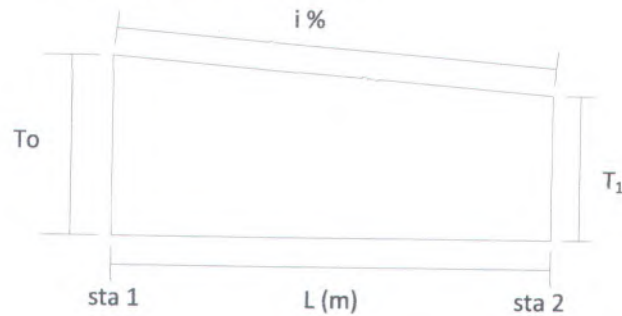
Kemiringan selokan samping ditentukan juga berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran.

Tabel 2.38 Hubungan Kemiringan Selokan Samping Jalan (i) dan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping (i) %
Tanah Asli	0 - 5
Kerikil	5 - 7.5
Pasangan batu kali	>7.5

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

a. Kemiringan Saluran (i)

**Gambar 2.16 Kemiringan saluran**

Kemiringan tanah ditempat dibuatnya saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan dan dihitung dengan rumus :

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.68}$$

Rumus kemiringan secara perhitungan :

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

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.69}$$

Dimana :

i = kemiringan yang diizinkan

t₀ = tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

- t_1 = tinggi tanah di bagian terendah (m)
 V = kecepatan aliran (m/detik)
 n = Koefisien kekerasan Manning
 R = Jari-jari Hidrolik

b. Jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{F_d}{O} \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.69}$$

Dimana :

- R = Jari – jari hidrolis(%)
 F_d = Luas penampang basah (m)
 O = Keliling basah (m)

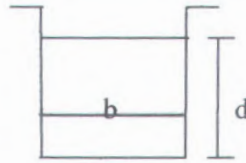
c. Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran dan luas penampang

$$Q = V \times F_d \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.70}$$

Dimana :

- Q = Debit Aliran (m³/detik)
 V = Kecepatan Aliran (m/dt)
 F_d = Luas Penampang saluran (m)

- Luas penampang pada saluran tepi berbentuk segiempat :



$$Fd = b \times d \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.71}$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

d = tinggi saluran (m)

Direncanakan $b = 2d$

$$Fd = 2d^2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.72}$$

$$O = 4d \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.73}$$

$$R = \frac{2d^2}{4d} = \frac{d}{2} \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.74}$$

- Kecepatan Rata - Rata diperoleh dari rumus manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.75}$$

Dimana :

V = kecepatan rata-rata (m/dt)

R = jari - jari hidrolis (m)

i = Kemiringan saluran

n = koefisien kekasaran Manning

- Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran, dan luas penampang

$$Q = V \times Fd$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times 2d^2$$

$$= \frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{3}\right)^{2/3} \times i^{1/2} \times 2d^2$$

$$= \frac{1}{n} \times d^{8/3} \times \left(\frac{2}{3}\right)^{2/3} \times i^{1/2}$$

Q = debit aliran air (m^3/dt)

V = kecepatan Aliran (m/dt)

Fd = luas penampang aliran (m^2)

Dari tabel 2.36 maka harga $n = 0,02$, sehingga :

$$Q = \frac{1}{0,02} \times d^{8/3} \times \left(\frac{2}{3}\right)^{2/3} \times i^{1/2} \quad \dots \text{ pers 2.76}$$

$$w = (0.5 \times h)^{1/2} \quad \dots \text{ pers 2.77}$$

Dimana :

w = tinggi jagaan

h = kedalaman saluran yang tergenang air (m)

Tabel 2.39 Harga n Untuk Rumus Manning

No	Tipe Saluran	Harga n			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
SALURAN BATUAN					
1.	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2.	Saluran tanah 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 diledakkan, ada tumbu-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 rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
SALURAN ALAM					
8.	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9.	Seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10.	Melengkung, bersih, berlubang dan berding 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 tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13.	Seperti no.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, 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

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

SIN 03-3424-1994 ha126-27

2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil perencanaan di lapangan. Berdasarkan pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Dinas Bina Marga Jawa Timur 2012. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (Cross section) dan profil memanjang (long section) serta detail gambar yang terdapat dalam lampiran.

Harga satuan pekerjaan diperoleh dari proses perhitungan masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilaksanakan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah, tenaga kerja dan peralatan, terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi dan faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan dasar ditambah dengan biaya umum dan laba menghasilkan harga satuan pekerjaan.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari perencanaan yaitu kebutuhan pelebaran jalan, perencanaan tebal perkerasan jalan, perencanaan tebal lapis tambahan (overlay), dimensi saluran air (drainase) serta perhitungan anggaran biaya yang dibutuhkan.

Adapun penyusunan metodologi ini bertujuan untuk :

1. Memberikan arahan dalam melaksanakan perencanaan peningkatan jalan.
2. Mendapat gambaran awal mengenai tahapan analisa secara sistematis.
3. Memudahkan dalam mengetahui hal – hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan .
4. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan analisa dan perencanaan.

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

3.2 Persiapan

Persiapan yang tercangkup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi :

- a. Mengurus surat perizinan yang diperlukan dalam pengajuan proyek akhir ini. (Surat pengantar dari kaprodi yang ditunjukan kepada suatu instansi)

- b. Mencari informasi dan mengumpulkan data – data yang diperlukan kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur.

3.3 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan pengumpulan dan pengolahan data, maka terlebih dahulu mempelajari dan memahami tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam pembahasan proyek akhir ini. Dalam mempelajari dan memahami dapat diketahui data-data apa saja yang diperlukan untuk perencanaan pelebaran jalan dalam proyek akhir ini. Tinjauan pustaka yang digunakan mengacu pada buku-buku perencanaan jalan yang terdapat dalam daftar pustaka.

3.4 Pengumpulan Data – Data

Dalam penyusunan proyek akhir perencanaan peningkatan, pengumpulan data – datanya sebagai berikut :

- a. Peta lokasi proyek
- b. Peta Topografi
- c. Data CBR tanah dasar
- d. Data geometrik jalan
- e. Data LHR
- f. Data Benklemen Beam
- g. Data curah hujan
- h. Gambar long section dan cross section

3.5 Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi suatu proyek yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan (data

primer). Dari hasil survey didapatkan data berupa gambar kondisi lokasi proyek

3.6 Analisa Peningkatan Jalan

Pada sub bab ini akan dibahas tentang permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan teori-teori yang ada dan hasil pengolahan data. Permasalahan teknis yang akan dianalisis antara lain

- a. Analisa kebutuhan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - Analisa data jumlah kendaraan
 - Analisa data CBR
- b. Perencanaan tebal perkeraan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - LHR awal dan akhir
 - Lintasan ekivalen tengah dan lintasan ekivalen rencana
- c. Perencanaan tebal lapisan tambahan (overlay)
- d. Merencanakan saluran tepi

3.7 Gambar Teknik Hasil Perencanaan

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan

3.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

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

3.9 Kesimpulan

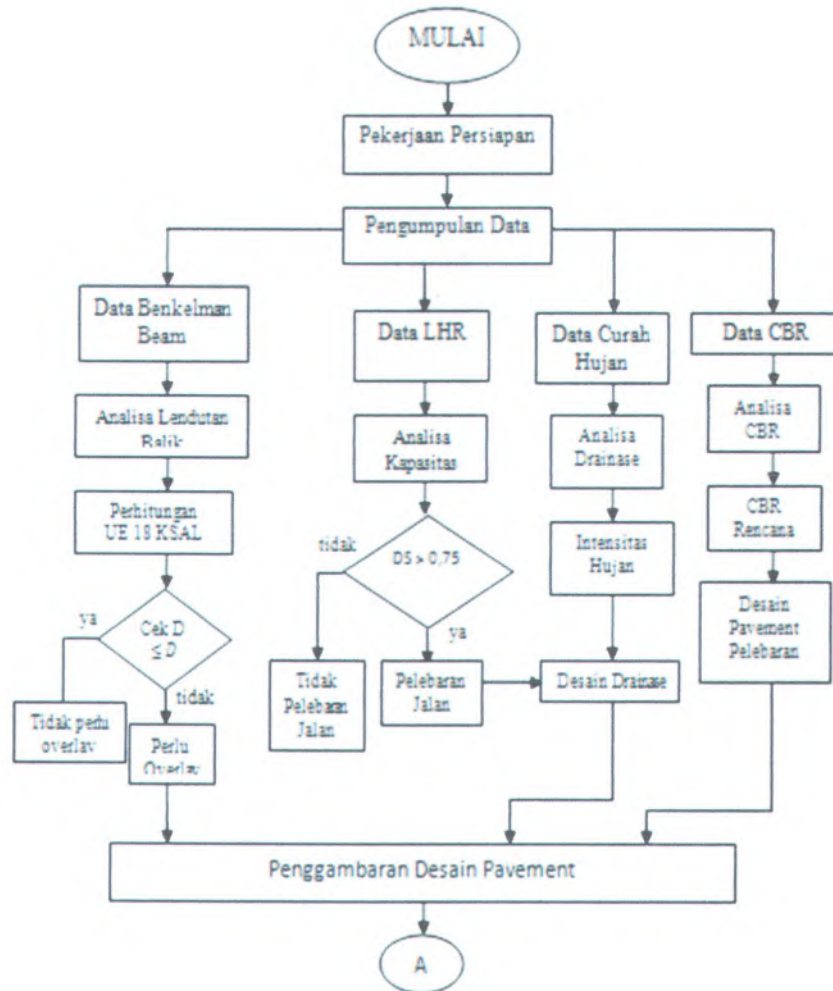
Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

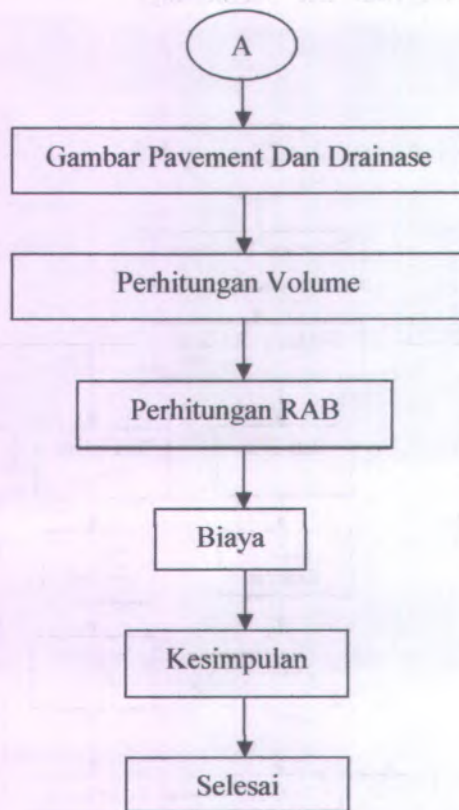
3.10 Penulisan Laporan

Pada Tahap ini adalah penulisan dan penyusunan laporan Proyek Akhir.

Berikut ini adalah gambar Diagram alir Metodologi sebagai mana terlihat Gambar 3.1

Diagram Alir Metodologi





Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Perencanaan peningkatan Jalan Malang – Pendem pada jalan yang sudah ada. Dimana semua data tentang kondisi jalan tersebut telah ada sebelum pelaksanaan perencanaan dimulai. Kekurangan data dan kelengkapan data dalam perencanaan berpengaruh banyak pada kualitas konstruksi jalan yang direncanakan. Untuk mendukung perencanaan yang lebih baik, maka pada bab ini diberikan data kondisi jalan yang ada antara lain :

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

Dari data kondisi jalan disajikan tersebut kemudian dapat dimulai perencanaan konstruksi jalan yang optimal.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi Proyek

Jalan Malang – Pendem wilayah propinsi Jawa Timur, sebagaimana terdapat pada gambar 1.1. Hal ini diperlukan untuk mengetahui secara umum posisi rencana peningkatan jalan tersebut.

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar jalan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal dan horisontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan superelevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan dilapangan maupun data proyek peningkatan jalan Malang – Pendem, jalan tersebut relatif lurus namun terdapat belokan yang tak terlalu tajam. Kondisi existing yang ada pada ruas jalan adalah sebagai berikut :

- a. Kecepatan rencana = 60 km/jam
- b. Lebar perkerasan = 2×3.00 m
- c. Lebar bahu jalan masing – masing = ± 2 m
- d. Miring melintang permukaan = 2%
- e. Miring melintang bahu = 4%
- f. Drainase jalan yang belum sempurna
- g. Tipe alinyemen bukit (horizontal)

4.2.3 Struktur Jalan Yang Ada

Kondisi struktur perkerasan yang ada saat ini adalah permukaan aspal dengan kondisi yang kurang baik di beberapa tempat mengalami retak buaya dan permukaan jalan mengalami pengelupasan butir halus. Dari kondisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kerusakan yang ada pada jalan lama tidak terlalu parah dan hanya membutuhkan pelebaran atau peningkatan jalan.

4.2.4 Data Struktur Tanah

Penyelidikan tanah pada ruas Karanglo – Pendem dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari DCPT (Dynamic Cone Penetration Test) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari data yang diperoleh di lapangan, maka dapat dihitung besarnya CBR yang mewakili pada segmen tertentu dengan menggunakan cara grafik.

Tabel 4.1 : Perhitungan secara grafik harga CBR

No.	STA	CBR
1	24+000	5,28
2	24+200	5,10
3	24+400	4,07
4	24+600	4,78
5	24+800	3,77
6	25+000	5,69
7	25+200	5,87
8	25+400	5,59
9	25+600	3,81
10	25+800	5,90
11	26+000	6,72
12	26+200	6,05
13	26+400	4,93
14	26+600	5,12
15	26+800	5,20
16	27+000	6,94

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa

4.2.5 Data Pemeriksaan Atterberg Limit

Tabel 4.2 : Data Pemeriksaan Atteberg Limit

STA	LL (Liquid Limit) %	PL (Plastic Limit) %	PI (Plasticity Index) %
24+000	73,50	34,12	39,38
24+500	72,50	30,45	42,05
25+000	67,22	33,29	33,93
25+500	68,20	32,63	35,57
26+000	60,20	32,08	28,12
26+500	59,75	33,71	26,04
27+000	63,00	34,12	28,88

Sumber : (SNI 03 – 1967 – 1990) – (SNI 03 – 1966 – 1990)

Tabel 4.3 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 24+000

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	W	R	F	H	J	L
Banyaknya ketukan	40	32	19	14		
Nomor Talam	W	R	F	H	J	L
Berat Talam	11.18	12.41	13.06	12.32	12.4	11.68
Berat talam + tanah basah	79.69	85.9	78.81	81.56	25.93	25.47
Berat talam + tanah kering	54.32	56.00	49.28	48.06	22.52	21.93
Berat air	25.37	29.90	29.53	33.50	3.41	3.54
Berat tanah kering	43.14	43.59	36.22	35.74	10.12	10.25
H Kadar Air = ((Berat air / Berat tanah kering) x 100%)	58.81	68.59	81.53	93.73	33.70	34.54

Pukulan	Kadar Air
40	58.81
32	68.59
19	81.53
14	93.73

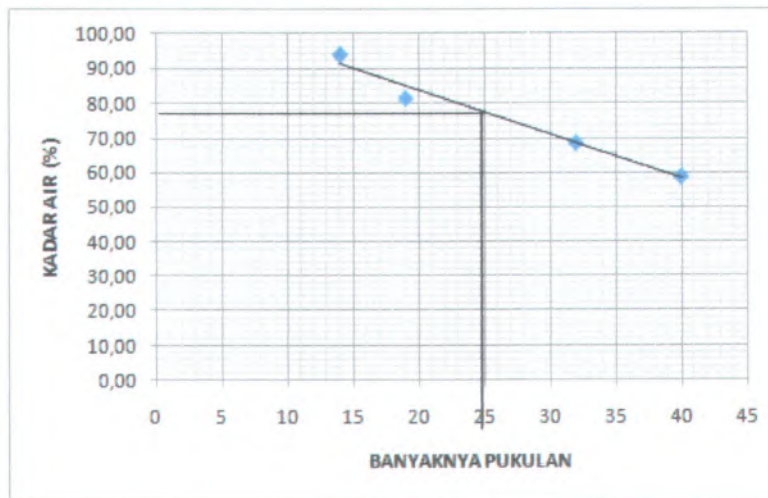
Liquid Limit	73.50
Plastic Limit	34.12
Plasticity Index	39.38

PI = LL - PL

PI = 73.50 - 34.12 = 39.38

Sumber : Laboratorium Jalan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.1 : Grafik Atterberg Limit 24 +000



Tabel 4.4 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 24+500

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	R	H	F	J	L	Z
Banyaknya ketukan	39	30	17	16		
Nomor Talam	R	H	F	J	L	Z
Berat Talam	11.81	12.41	12.85	12.20	11.80	11.58
Berat talam + tanah basah	79.96	85.09	79.21	80.55	25.93	25.47
Berat talam + tanah kering	54.32	56.00	49.25	48.06	22.65	22.21
Berat air	25.64	29.09	29.96	32.49	3.28	3.26
Berat tanah kering	42.51	43.59	36.4	35.86	10.85	10.63
H Kadar Air = ((Berat air / Berat tanah kering) x 100%)	60.32	66.74	82.31	90.60	30.23	30.67

Pukulan	Kadar Air
39	60.32
30	66.74
17	82.31
16	90.60

Liquid Limit	72.50
Plastic Limit	30.45
Plasticity Index	42.05

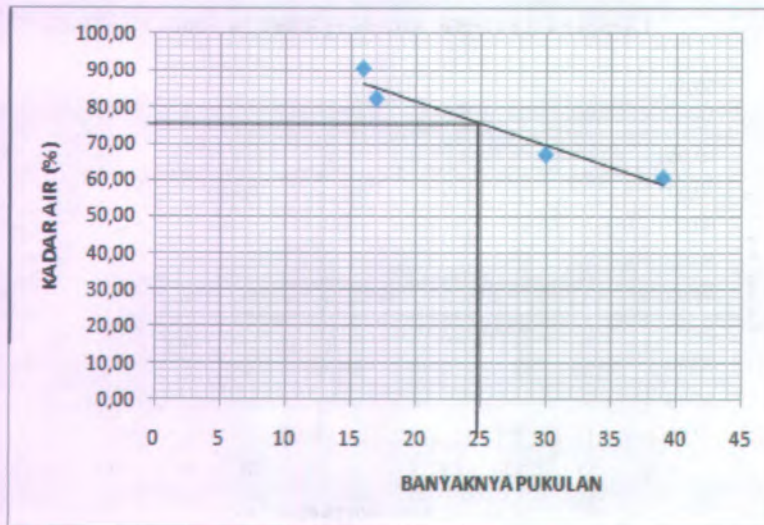
$$PI = LL - PL$$

$$PI = 72.50 - 30.45 = 42.05$$

Sumber : Laboratorium Jalan Dinas

Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.2 : Grafik Atterberg Limit 24 + 500



Tabel 4.5 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 25+000

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	41	27	16	12	Y	X
Banyaknya ketukan	41	27	16	12		
Nomor Talam	B	H	D	O	Y	X
Berat Talam	12.33	12.28	12.20	12.41	12.74	12.29
Berat talam + tanah basah	90.17	98.19	101.97	98.12	24.26	24.08
Berat talam + tanah kering	62.19	64.65	62.76	58.24	21.35	21.17
Berat air	27.98	33.54	39.21	39.88	2.91	2.91
Berat tanah kering	49.86	52.37	50.56	45.83	8.61	8.88
H.Kadar Air = ((Berat air / Berat tanah kering) x 100%)	56.12	64.04	77.55	87.02	33.80	32.77

Pukulan	Kadar Air
41	56.12
27	64.04
16	77.55
12	87.02

Liquid Limit	67.22
Plastic Limit	33.29
Plasticity Index	33.93

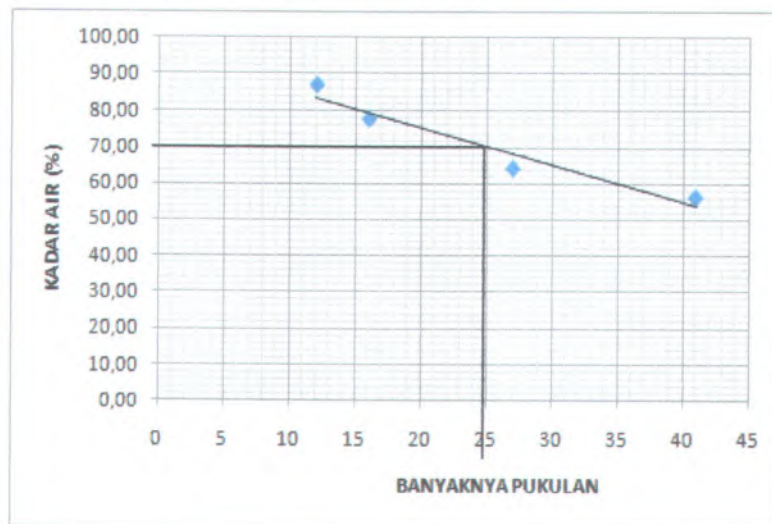
$$PI = LL - PL$$

$$PI = 67.22 - 33.29 = 33.93$$

Sumber : Laboratorium Jalan

Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.3 : Grafik Atterberg Limit 25 +000



Tabel 4.6 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 25+500

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	43	28	18	14		
Banyaknya ketukan	43	28	18	14		
Nomor Talam	Q	T	J	M	Z	A
Berat Talam	12.25	12.20	12.02	12.14	12.47	12.19
Berat talam + tanah basah	90.15	98.10	100.97	98.00	24.20	24.08
Berat talam + tanah kering	62.10	64.55	63.21	58.11	21.30	21.17
Berat air	28.05	33.55	37.76	39.89	2.90	2.91
Berat tanah kering	49.85	52.35	51.19	45.97	8.83	8.98
H. Kadar Air = ((Berat air / Berat tanah kering) x 100%)	56.27	64.09	73.76	86.77	32.84	32.41

Pukulan	Kadar Air
43	56.27
28	64.09
18	73.76
14	86.77

Liquid Limit	68.20
Plastic Limit	32.63
Plasticity Index	35.57

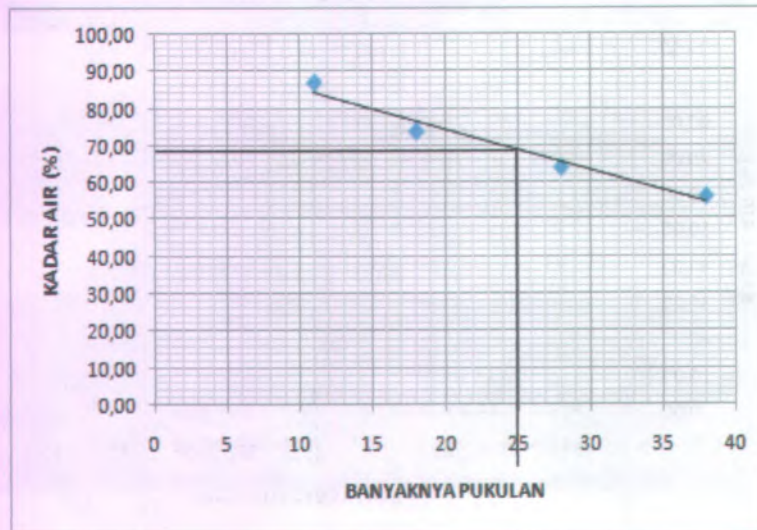
$$PI = LL - PL$$

$$PI = 68.20 - 32.63 = 35.57$$

Sumber : Laboratorium Jalan Dinas

Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.4 : Grafik Atterberg Limit 25+500



Tabel 4.7 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 26+000

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	39	30	20	13		
Banyaknya ketukan	39	30	20	13		
Nomor Talam	J	K	M	P	N	Q
Berat Talam	13.11	12.32	12.26	11.81	12.26	12.40
Berat talam + tanah basah	73.84	76.15	86.99	81.45	22.66	22.71
Berat talam + tanah kering	53.97	52.92	57.53	50.68	20.12	20.22
Berat air	19.87	23.23	29.46	30.77	2.54	2.49
Berat tanah kering	40.86	40.60	45.27	38.87	7.86	7.82
H.Kadar Air = ((Berat air / Berat tanah kering) x 100%)	48.63	57.22	65.08	79.16	32.32	31.84

Pukulan	Kadar Air
39	48.63
30	57.22
20	65.08
13	79.16

Liquid Limit	60.20
Plastic Limit	32.08
Plasticity Index	28.12

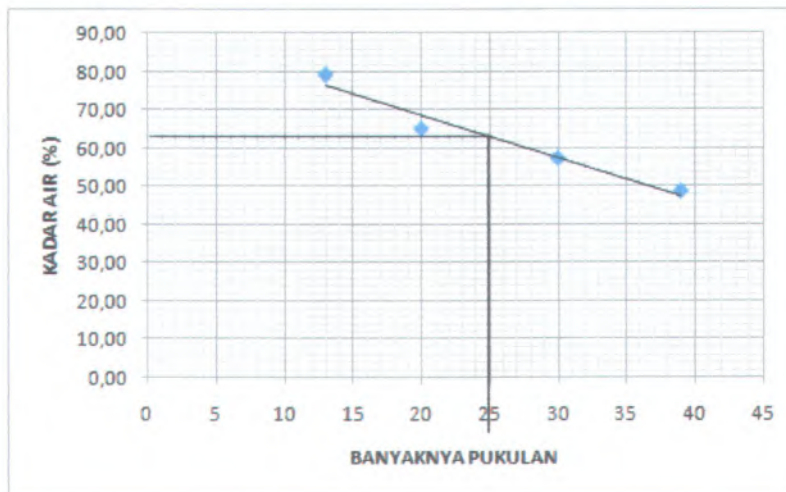
$$PI = LL - PL$$

$$PI = 60.20 - 32.08 = 28.12$$

Sumber : Laboratorium Jalan Dinas

Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.5 : Grafik Atterberg Limit 26+000



Tabel 4.8 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo - Pendem Km 26+500

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	J	K	M	P	N	Q
Banyaknya ketukan	39	30	20	13		
Nomor Talam	J	K	M	P	N	Q
Berat Talam	13.33	13.22	12.62	11.98	12.62	12.40
Berat talam + tanah basah	73.82	75.68	86.44	81.45	22.66	22.71
Berat talam + tanah kering	53.57	52.29	57.23	50.80	20.12	20.12
Berat air	20.25	23.39	29.21	30.65	2.54	2.59
Berat tanah kering	40.24	39.07	44.61	38.82	7.5	7.72
H.Kadar Air = ((Berat air/Berat tanah kering)x100%)	50.32	59.87	65.48	78.95	33.87	33.55

Pukulan	Kadar Air
39	50.32
30	59.87
20	65.48
13	78.95

Liquid Limit	59.75
Plastic Limit	33.71
Plasticity Index	26.04

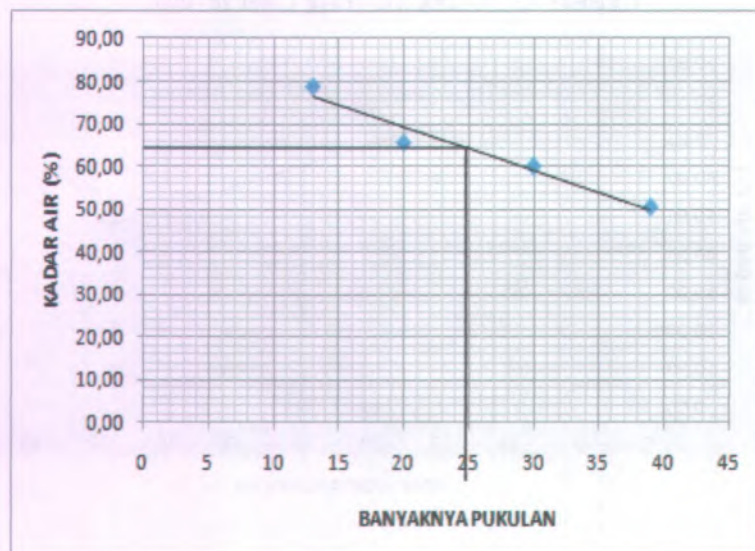
$$PI = LL - PL$$

$$PI = 59.75 - 33.71 = 26.04$$

Sumber : Laboratorium Jalan

Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.6 : Grafik Atterberg Limit 26+500



Tabel 4.9 : Pemeriksaan Batas Batas Atterberg Ruas Karanglo – Pendem Km 27+000

	Liquid Limit				Plastic Limit	
	J	K	M	P	N	Q
Banyaknya ketukan	41	30	19	12		
Nomor Talam	J	K	M	P	N	Q
Berat Talam	12.32	11.92	11.85	13.06	12.29	11.64
Berat talam + tanah basah	80.99	88.86	80.87	83.65	24.40	24.62
Berat talam + tanah kering	57.55	60.94	52.06	51.96	21.29	21.35
Berat air	23.44	27.92	28.81	31.69	3.11	3.27
Berat tanah kering	45.23	49.02	40.21	38.90	9.00	9.71
H.Kadar Air = ((Berat air/Berat tanah kering)x100%)	51.82	56.96	71.65	81.47	34.56	33.68

Pukulan	Kadar Air
41	51.82
30	56.96
19	71.65
12	81.47

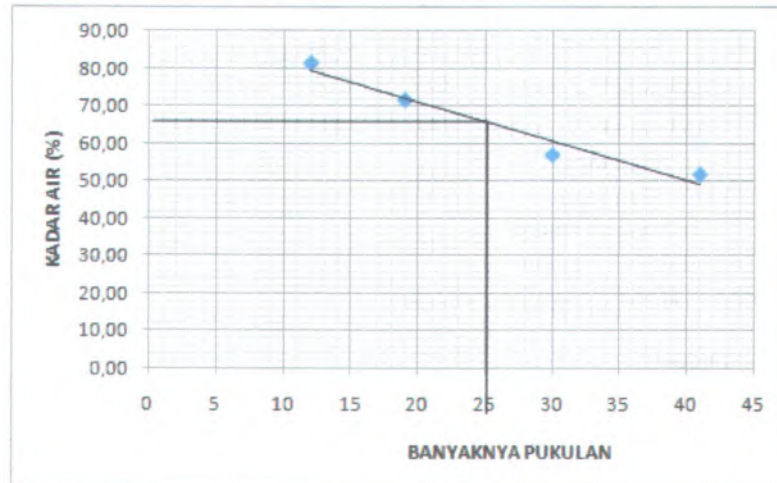
Liquid Limit	63.00
Plastic Limit	34.12
Plasticity Index	28.88

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 63.00 - 34.12 = 28.88$$

Sumber : Laboratorium Jalan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga
Propinsi Jawa Timur

Gambar 4.7 : Grafik Atterberg Limit 27+000



4.2.6 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan lalu lintas harian rata – rata pertahun sampai umur rencana. Selain itu digunakan juga untuk merencanakan tebal lapis perkerasan pelebaran jalan. Adapun data lalu lintas pada ruas jalan Karanglo – Pendem.

Tabel 4.10 : Data jumlah kendaraan ruas jalan Karanglo – Pendem selama 5 tahun (kend/hari)

Gol	JENIS KENDARAAN	2007	2008	2009	2010	2011
1	Sepeda motor	10256	19422	26344	25433	42556
2	Sedan , Jeep Dan Station wagon	1600	4333	1489	6733	5589
3	Oplet , Pick up dan Minibus	3000	1267	1467	822	878
4	Micro truck dan Mobil hantaran	1711	1078	733	1478	844
5A	Bus kecil	22	44	33	33	33
5B	Bus besar	67	256	67	333	67
6	Truck tangki 2 sumbu	822	656	478	467	1011
7A	Truck tangki 3 sumbu	33	44	11	22	33
7B	Truck tangki Gandeng	22	0	0	0	0
7C	Truck semi trailer dan Truck trailer	0	11	0	0	78

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Keterangan :

*Volume lalu lintas jam puncak (kend/jam) dibagi faktor 'k'
k= 0.09*

Tabel 4.11 : Data jumlah kendaraan ruas jalan Karanglo – Pendem selama 5 tahun (smp/jam)

Gol	JENIS KENDARAAN	2007	2008	2009	2010	2011
1	Sepeda motor	383	668	907	801	1341
2	Sedan dan Jeep	144	390	134	606	503
3	Oplet, Pick up, Minibus	270	114	132	74	79
4	Micro truck dan mobil hantaran	154	97	66	133	76
5A	Bus kecil	2	5	4	4	4
5B	Bus besar	7	28	7	36	7
6	Truck tangki 2 sumbu	92	72	53	50	109
7A	Truck tangki 3 sumbu	4	5	1	2	4
7B	Truck tangki Gandeng	2	0	0	0	0
7C	Truck semi trailer dan Truck trailer	0	1	0	0	8

Sumber : Hasil Pengolahan Data

4.2.7 Data Benkelman Beam

Salah satu survei kelayakan struktur konstruksi perkerasan yaitu pemeriksaan dengan menggunakan alat Benkelman Beam yakni dengan cara meletakkan alat tersebut diatas permukaan jalan, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada konstruksi jalan yang ada.

Cara menentukan lendutan balik yaitu dengan melakukan pemeriksaan dengan batang Benkelman Beam

yang dapat dilakukan empat kali pembacaan. Keempat pembacaan tersebut adalah :

1. Pembacaan awal (d_1) adalah pembacaan dial benkelman beam pada saat posisi beban berada tepat pada tumit batang. Pembacaan awal ini sering dinolkan.
2. Pembacaan kedua (d_2) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak X12 dari titik awal (30-40) cm.
3. Pembacaan ketiga (d_3) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak dari tumit batang sampai kaki depan.
4. Pembacaan keempat (d_4) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak enam meter dari titik awal.

Lendutan balik dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$D = F_m \cdot F_1 \cdot F_e (d_4 - d_1) \dots \dots \dots \text{Pers 4.1}$$

Dimana :

F_m = Faktor pengali

F_1 = Faktor koreksi beban (beban standar 8.16 ton/beban truk pemeriksaan)

F_e = Faktor koreksi (Pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau)

Sesuai dengan data yang diperoleh di lapangan serta berdasarkan perhitungan Beam didapatkan data pada tabel 4.12 berikut :

Tabel 4.12 : Data Benkelman Beam

NO.	STA	d
1	24+000	1,01
2	24+200	0,74
3	24+400	0,78
4	24+600	0,85
5	24+800	0,76
6	25+000	0,76
7	25+200	0,83
8	25+400	0,74
9	25+600	0,87
10	25+800	0,72
11	26+000	1,07
12	26+200	0,93
13	26+400	0,76
14	26+600	0,99
15	26+800	0,85
16	27+000	0,66

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur Bagian Proyek Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan.

4.2.8 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi sistem drainase.

Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 5 tahun terakhir disajikan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 : Data Curah Hujan

Tahun	Data Harian Curah Hujan Maksimum (mm/jam)
1999	85
2000	86
2001	98
2002	96
2003	78
2004	102
2005	103
2006	92
2008	104
2009	69
2010	190

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur

4.3 Pengolahan Data

Terdapat tiga data yang perlu diolah pada sub bab pengolahan data ini, yaitu data lalulintas, data benkelman beam dan data curah hujan.

4.3.1 Data Lalu Lintas

Data jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2007 sampai tahun 2011 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan. Untuk menjamin keakuratan hasil pertumbuhan lalu lintas maka digunakan program excel. Rumus yang digunakan dalam mencari perhitungan pertumbuhan lalu lintas adalah rumus yang terdapat pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan program excel.

Berikut langkah-langkah mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

1. Dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dapat kita peroleh grafik dan persamaan regresi.
2. Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
3. Dari persamaan regresi dapat kita peroleh prediksi pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun pada umur 10 tahun mendatang.
4. Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat kita peroleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun depan menggunakan rumus :

$$X_1 = \frac{Y_1 - Y_0}{Y_0}$$

$$X_5 = \frac{Y_5 - Y_4}{Y_4}$$

5. Dengan jumlah hasil dari persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i), dengan menggunakan rumus :

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

6. Kemudian kita ubah hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) kedalam persen (%).

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 3.1 halaman ,data lalu lintas harian rata-rata ruas-ruas jalan Karanglo-Pendem 2007 sampai 2011 (kend/24jam), maka dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas dari masing-masing jenis kendaraan.

- **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor**
 Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2007 sampai tahun 2011 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan

lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.14 dan 4.15.

Tabel 4.14 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (kend/hari)

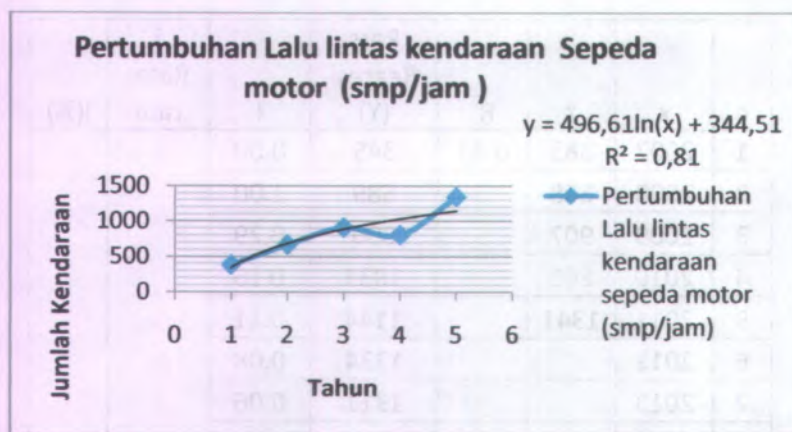
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	i	i Rata-rata	i(%)
1	2007	10256	0.83	8555	0.00	0.15	15
2	2008	19422		20316	1.37		
3	2009	26344		27197	0.34		
4	2010	25433		32078	0.18		
5	2011	42556		35865	0.12		
6	2012			38959	0.09		
7	2013			41574	0.07		
8	2014			43840	0.05		
9	2015			45839	0.05		
10	2016			47627	0.04		
11	2017			49244	0.03		
12	2018			50721	0.03		
13	2019			52079	0.03		
14	2020			53336	0.02		
15	2021			54507	0.02		
16	2022			55602	0.02		

Tabel 4.15 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (smp/jam)

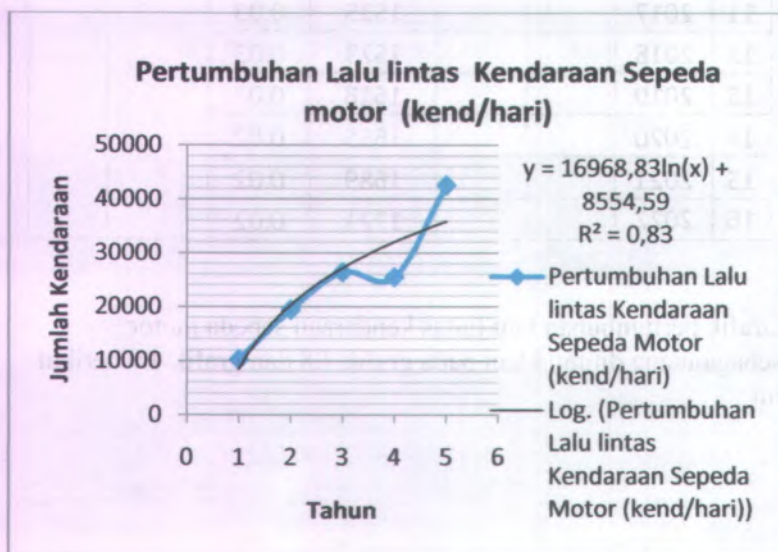
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	383	0.81	345	0.00	0.12	12
2	2008	668		689	1.00		
3	2009	907		890	0.29		
4	2010	801		1033	0.16		
5	2011	1341		1144	0.11		
6	2012			1234	0.08		
7	2013			1311	0.06		
8	2014			1377	0.05		
9	2015			1436	0.04		
10	2016			1488	0.04		
11	2017			1535	0.03		
12	2018			1579	0.03		
13	2019			1618	0.03		
14	2020			1655	0.02		
15	2021			1689	0.02		
16	2022			1721	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.8 dan grafik 4.9 berikut ini :

Gambar 4.8 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (kend/hari)



Gambar 4.9 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan ringan tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan dan jeep sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.16 dan 4.17.

Tabel 4.16 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon (kend/hari)

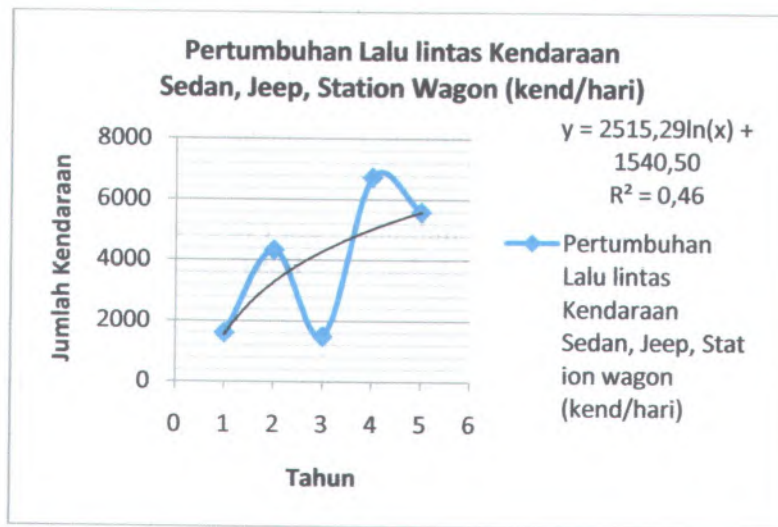
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	1600	0.46	1541	0.00	0.135	13.5
2	2008	4333		3284	1.13		
3	2009	1489		4304	0.31		
4	2010	6733		5027	0.17		
5	2011	5589		5589	0.11		
6	2012			6047	0.08		
7	2013			6435	0.06		
8	2014			6771	0.05		
9	2015			7067	0.04		
10	2016			7332	0.04		
11	2017			7572	0.03		
12	2018			7791	0.03		
13	2019			7992	0.03		
14	2020			8178	0.02		
15	2021			8352	0.02		
16	2022			8514	0.02		

Tabel 4.17 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon (smp/jam)

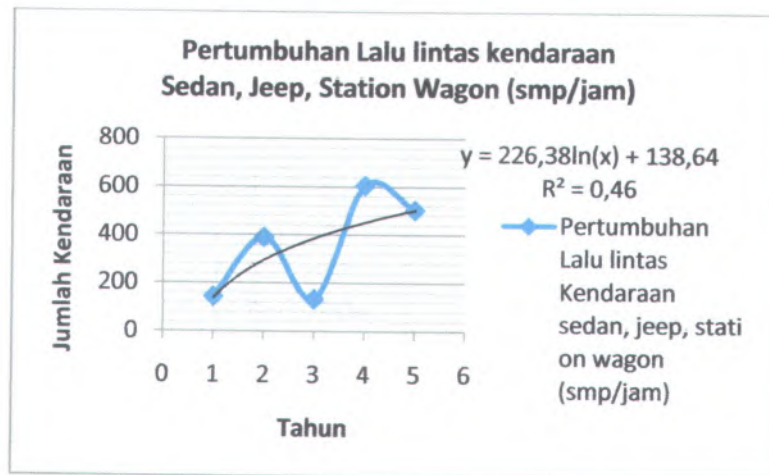
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	144	0.46	139	0.00	0.135	13.5
2	2008	390		296	1.13		
3	2009	134		387	0.31		
4	2010	606		452	0.17		
5	2011	503		503	0.11		
6	2012			544	0.08		
7	2013			579	0.06		
8	2014			609	0.05		
9	2015			636	0.04		
10	2016			660	0.04		
11	2017			681	0.03		
12	2018			701	0.03		
13	2019			719	0.03		
14	2020			736	0.02		
15	2021			752	0.02		
16	2022			766	0.02		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan jeep dan station wagon sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.10 dan grafik 4.11 berikut ini :

Gambar 4.10 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan, jeep dan station wagon (kend/hari)



Gambar 4.11 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan, jeep dan station wagon (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Oplet, Pick Up dan Mini Bus**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan ringan tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mini bus sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.18 dan 4.19.

Tabel 4.18 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Oplet, Pick Up dan Mini Bus (kend/hari)

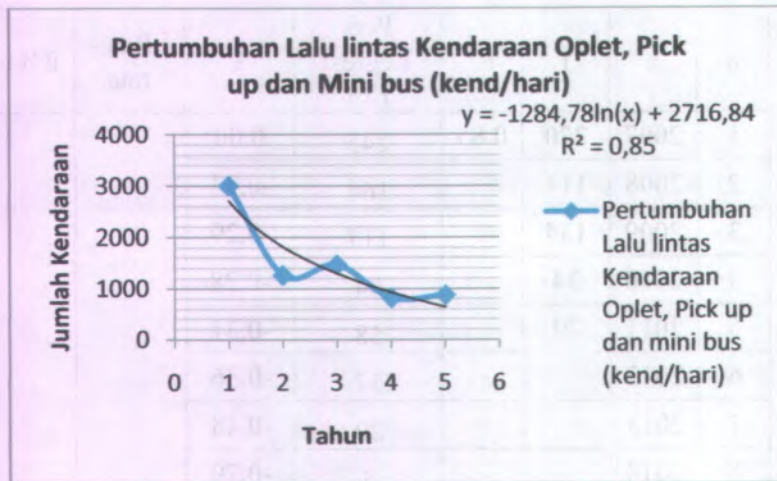
	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	2455	0.85	2223	0.00	-0.22	-22
2	2008	1036		1494	-0.33		
3	2009	1200		1068	-0.29		
4	2010	673		766	-0.28		
5	2011	718		531	-0.31		
6	2012			339	-0.36		
7	2013			177	-0.48		
8	2014			37	-0.79		
9	2015			-87	-3.35		
10	2016			-198	1.28		
11	2017			-298	0.51		
12	2018			-389	0.31		
13	2019			-473	0.22		
14	2020			-551	0.16		
15	2021			-624	0.13		
16	2022			-692	0.11		

Tabel 4.19 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Oplet, Pick Up dan Mini Bus (smp/jam)

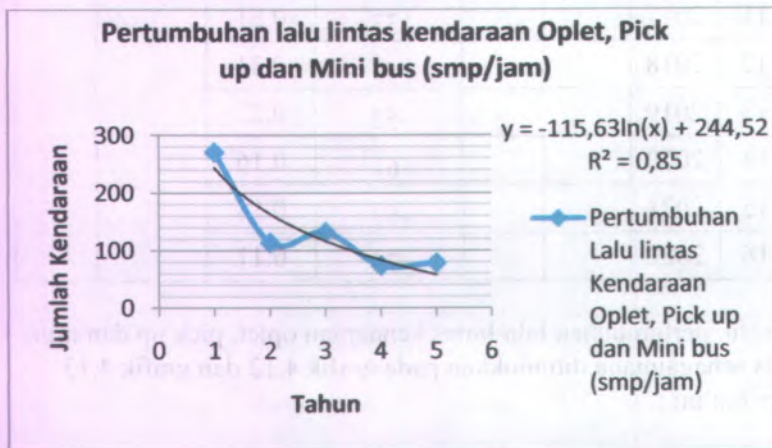
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	270	0.85	245	0.00	-0.22	-22
2	2008	114		164	-0.33		
3	2009	134		117	-0.29		
4	2010	74		84	-0.28		
5	2011	79		58	-0.31		
6	2012			37	-0.36		
7	2013			20	-0.48		
8	2014			4	-0.79		
9	2015			-10	-3.34		
10	2016			-22	1.28		
11	2017			-33	0.51		
12	2018			-43	0.31		
13	2019			-52	0.22		
14	2020			-61	0.16		
15	2021			-69	0.13		
16	2022			-76	0.11		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan oplet, pick up dan mini bus sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.12 dan grafik 4.13 berikut ini :

Gambar 4.12 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Oplet, Pick up dan mini bus (kend/hari)



Gambar 4.13 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Oplet, Pick up dan mini bus (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Micro Truck sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.20 dan 4.21

Tabel 4.20 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck dan Mobil Hantaran (kend/hari)

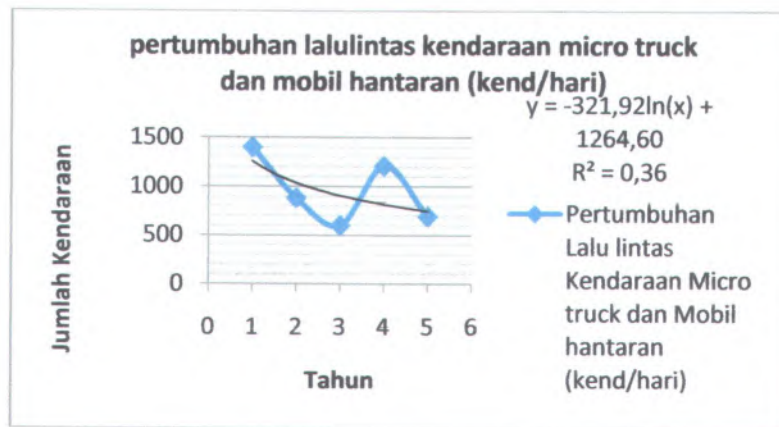
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	1711	0.36	1546	0.0000	-	-7.3
2	2008	1078		1273	-0.176		
3	2009	733		1113	-0.1253		
4	2010	1478		1000	-0.1017		
5	2011	844		912	-0.0878		
6	2012			841	-0.0786		
7	2013			780	-0.0722		
8	2014			727	-0.0674		
9	2015			681	-0.0637		
10	2016			640	-0.0609		
11	2017			602	-0.0586		
12	2018			568	-0.0569		
13	2019			536	-0.0555		
14	2020			507	-0.0544		
15	2021			480	-0.0535		
16	2022			455	-0.0529		

Tabel 4.21 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck dan Mobil Hantaran (smp/jam)

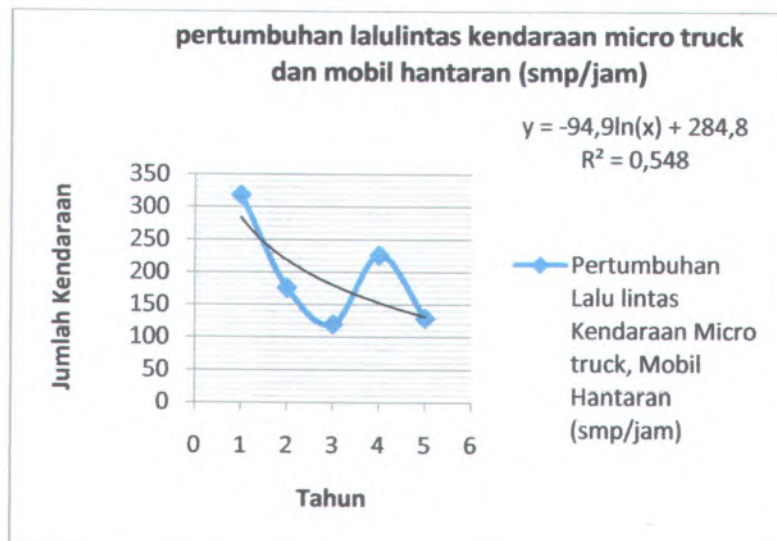
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	154	0.36	139	0.00	-0.07	-7
2	2008	97		115	-0.18		
3	2009	66		100	-0.13		
4	2010	133		90	-0.10		
5	2011	76		82	-0.09		
6	2012			76	-0.08		
7	2013			70	-0.07		
8	2014			65	-0.07		
9	2015			61	-0.06		
10	2016			58	-0.06		
11	2017			54	-0.06		
12	2018			51	-0.06		
13	2019			48	-0.06		
14	2020			46	-0.05		
15	2021			43	-0.05		
16	2022			41	-0.05		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan micro truck dan mobil hantaran sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.14 dan grafik 4.15 berikut ini :

Gambar 4.14 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan micro truck dan mobil hantaran (kend/hari)



Gambar 4.15 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan micro truck dan mobil hantaran (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.22 dan tabel 4.23.

Tabel 4.22 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil (kend/hari)

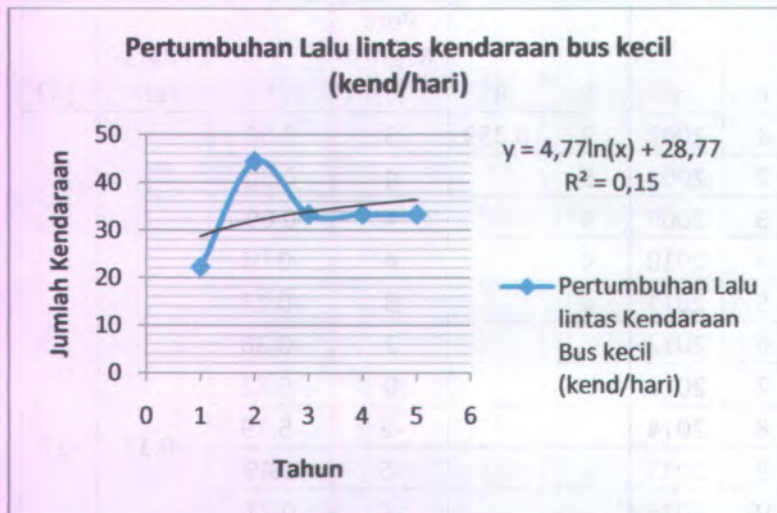
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	22	0.15	29	0.00	0.02	2
2	2008	44		32	0.11		
3	2009	33		34	0.06		
4	2010	33		35	0.04		
5	2011	33		36	0.03		
6	2012			37	0.02		
7	2013			38	0.02		
8	2014			39	0.02		
9	2015			39	0.01		
10	2016			40	0.01		
11	2017			40	0.01		
12	2018			41	0.01		
13	2019			41	0.01		
14	2020			41	0.01		
15	2021			42	0.01		
16	2022			42	0.01		

Tabel 4.23 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil (smp/jam)

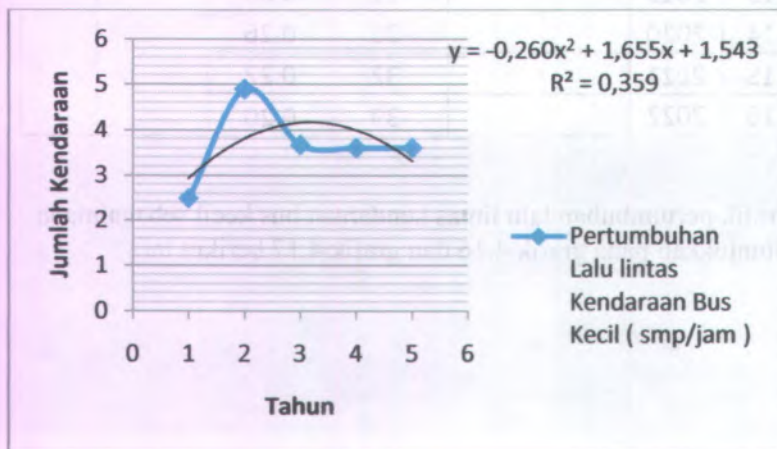
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	2	0.359	3	0.00	-0.17	-17
2	2008	5		4	0.30		
3	2009	4		4	0.09		
4	2010	4		4	-0.04		
5	2011	4		3	-0.17		
6	2012			2	-0.36		
7	2013			0	-0.82		
8	2014			-2	-5.79		
9	2015			-5	1.49		
10	2016			-8	0.71		
11	2017			-12	0.48		
12	2018			-16	0.37		
13	2019			-21	0.30		
14	2020			-26	0.26		
15	2021			-32	0.22		
16	2022			-39	0.20		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.16 dan grafik 4.17 berikut ini :

Gambar 4.16 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil (kend/hari)



Gambar 4.17 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil (smp/jam)



- **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar**
Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.24 dan 4.25.

Tabel 4.24 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar (kend/hari)

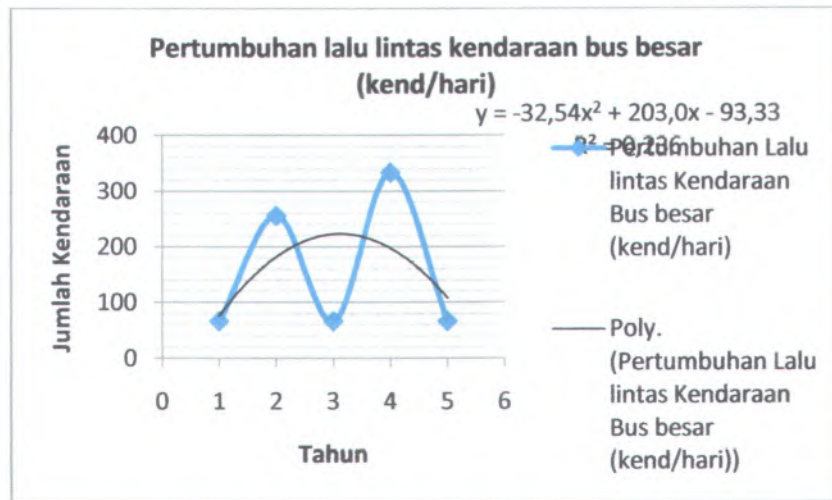
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	67	0.236	77	0.00	0.50	50
2	2008	256		183	1.37		
3	2009	67		223	0.22		
4	2010	333		198	-0.11		
5	2011	67		108	-0.45		
6	2012			-47	-1.43		
7	2013			-267	4.70		
8	2014			-552	1.07		
9	2015			-902	0.63		
10	2016			-1317	0.46		
11	2017			-1798	0.36		
12	2018			-2343	0.30		
13	2019			-2954	0.26		
14	2020			-3629	0.23		
15	2021			-4370	0.20		
16	2022			-5176	0.18		

Tabel 4.25 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar (smp/jam)

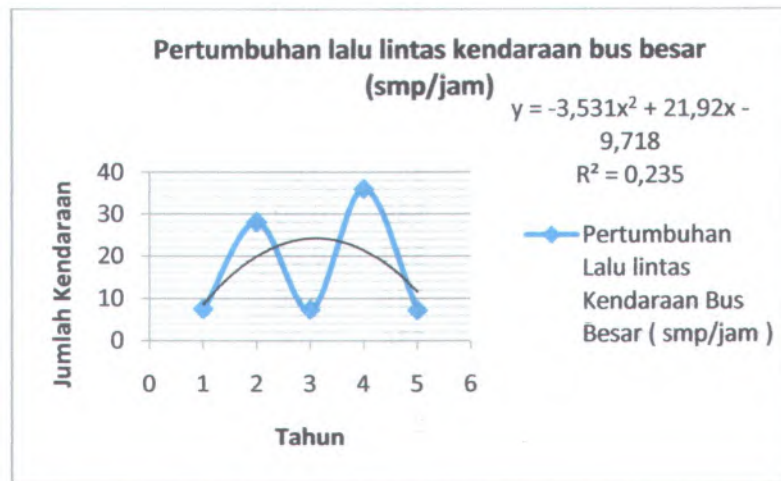
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	7	0.235	9	0.00	0.48	48
2	2008	28		20	1.31		
3	2009	7		24	0.21		
4	2010	36		21	-0.12		
5	2011	7		12	-0.46		
6	2012			-5	-1.46		
7	2013			-29	4.51		
8	2014			-60	1.06		
9	2015			-98	0.63		
10	2016			-144	0.46		
11	2017			-196	0.36		
12	2018			-255	0.30		
13	2019			-321	0.26		
14	2020			-395	0.23		
15	2021			-475	0.20		
16	2022			-563	0.18		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.18 dan grafik 4.19 berikut ini :

Gambar 4.18 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar (kend/hari)



Gambar 4.19 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck/Truck 2 Sumbu**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck/truck 2 sumbu sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.26 dan tabel 4.27.

Tabel 4.26 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 2 Sumbu (kend/hari)

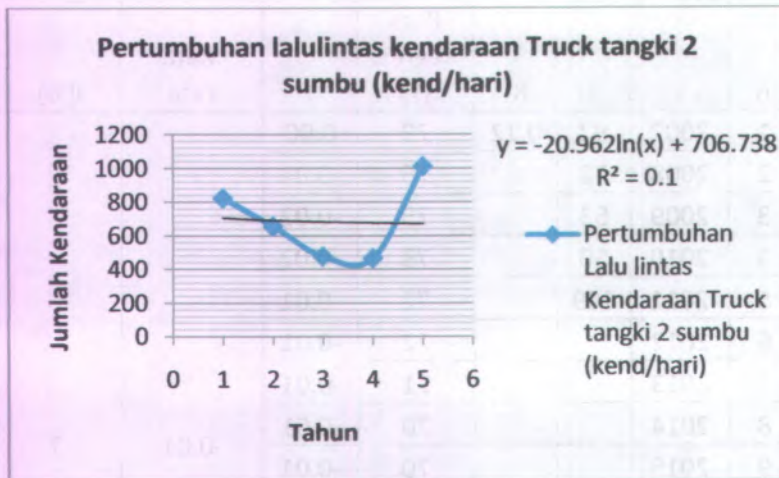
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	673	0.85	578	0.00	-0.01	-1
2	2008	536		566	-0.02		
3	2009	391		559	-0.01		
4	2010	382		554	-0.01		
5	2011	827		551	-0.01		
6	2012			548	-0.01		
7	2013			545	0.00		
8	2014			543	0.00		
9	2015			541	0.00		
10	2016			539	0.00		
11	2017			537	0.00		
12	2018			536	0.00		
13	2019			534	0.00		
14	2020			533	0.00		
15	2021			532	0.00		
16	2022			531	0.00		

Tabel 4.27 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck 2 Sumbu (smp/jam)

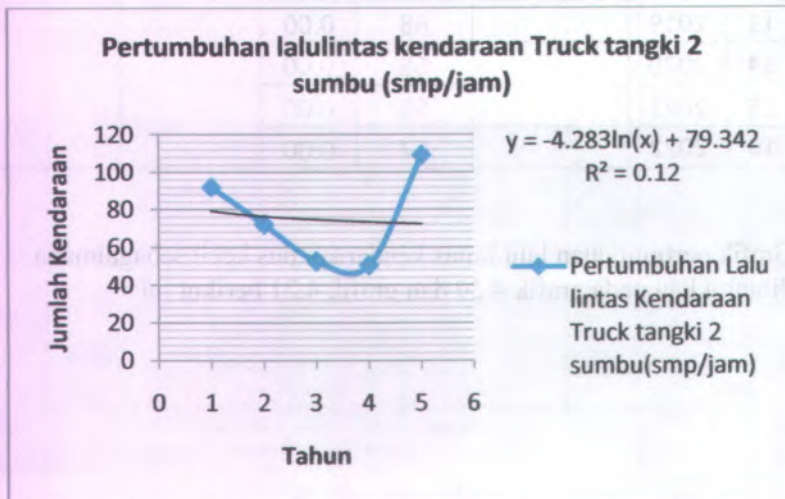
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	92	0.12	79	0.00	-0.01	-1
2	2008	72		76	-0.04		
3	2009	53		75	-0.02		
4	2010	50		73	-0.02		
5	2011	109		72	-0.01		
6	2012			72	-0.01		
7	2013			71	-0.01		
8	2014			70	-0.01		
9	2015			70	-0.01		
10	2016			69	-0.01		
11	2017			69	-0.01		
12	2018			69	-0.01		
13	2019			68	0.00		
14	2020			68	0.00		
15	2021			68	0.00		
16	2022			67	0.00		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.20 dan grafik 4.21 berikut ini :

Gambar 4.20 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki 2 sumbu (kend/hari)



Gambar 4.21 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki 2 sumbu (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck/Truck 3 Sumbu**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck/truck 3 sumbu sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.28 dan tabel 4.29.

Tabel 4.28 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Tangki 3 Sumbu (kend/hari)

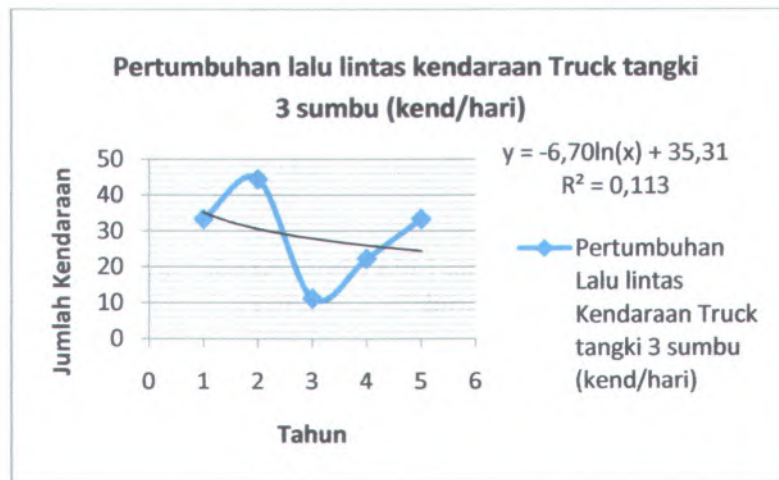
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	33	0.113	35	0.000	-0.05	-5
2	2008	44		31	-0.132		
3	2009	11		28	-0.089		
4	2010	22		26	-0.069		
5	2011	33		25	-0.057		
6	2012			23	-0.050		
7	2013			22	-0.044		
8	2014			21	-0.040		
9	2015			21	-0.037		
10	2016			20	-0.034		
11	2017			19	-0.032		
12	2018			19	-0.030		
13	2019			18	-0.029		
14	2020			18	-0.027		
15	2021			17	-0.026		
16	2022			17	-0.025		

Tabel 4.29 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Tangki 3 Sumbu (smp/jam)

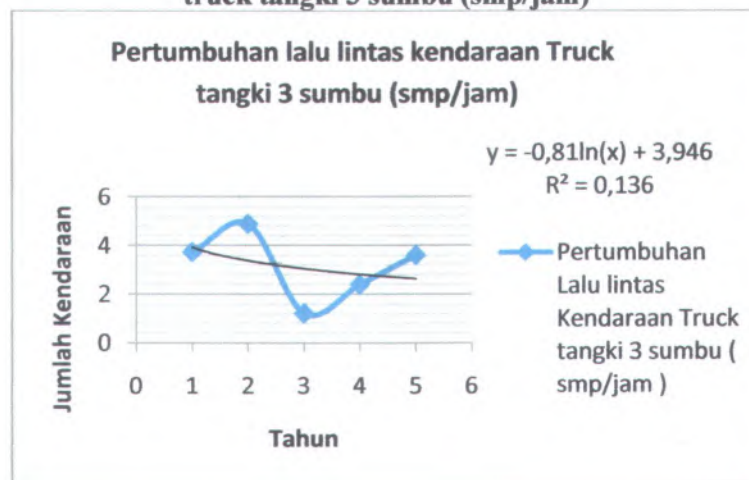
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	4	0.136	4	0.00	-0.05	-5
2	2008	5		3	-0.14		
3	2009	1		3	-0.10		
4	2010	2		3	-0.08		
5	2011	4		3	-0.06		
6	2012			2	-0.06		
7	2013			2	-0.05		
8	2014			2	-0.05		
9	2015			2	-0.04		
10	2016			2	-0.04		
11	2017			2	-0.04		
12	2018			2	-0.04		
13	2019			2	-0.03		
14	2020			2	-0.03		
15	2021			2	-0.03		
16	2022			2	-0.03		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki 3 sumbu sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.22 dan grafik 4.23 berikut ini :

Gambar 4.22 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki 3 sumbu (kend/hari)



Gambar 4.23 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki 3 sumbu (smp/jam)



• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck/Truck Tangki Gandeng**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck/truck tangki gandeng sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.30 dan tabel 4.31.

Tabel 4.30 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Tangki Gandeng (kend/hari)

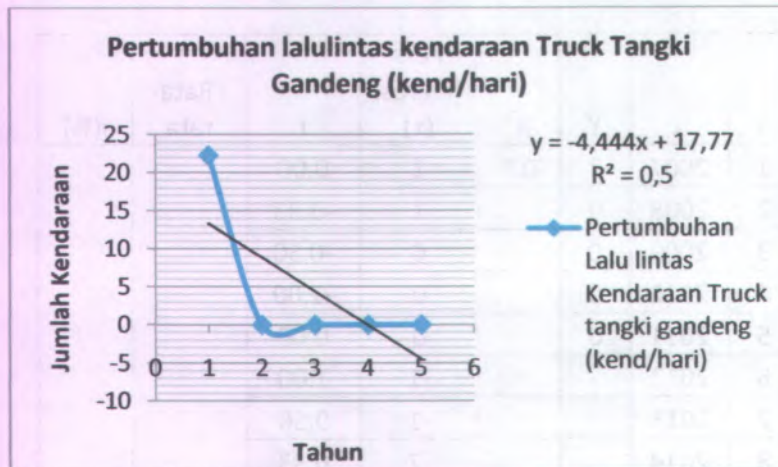
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	22	0.5	13	0.00	0.0739	7.4
2	2008	0		9	-0.33		
3	2009	0		4	-0.50		
4	2010	0		0	-1.00		
5	2011	0		-4	0.00		
6	2012			-9	1.00		
7	2013			-13	0.50		
8	2014			-18	0.33		
9	2015			-22	0.25		
10	2016			-27	0.20		
11	2017			-31	0.17		
12	2018			-36	0.14		
13	2019			-40	0.12		
14	2020			-44	0.11		
15	2021			-49	0.10		
16	2022			-53	0.09		

Tabel 4.31 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Tangki Gandeng (smp/jam)

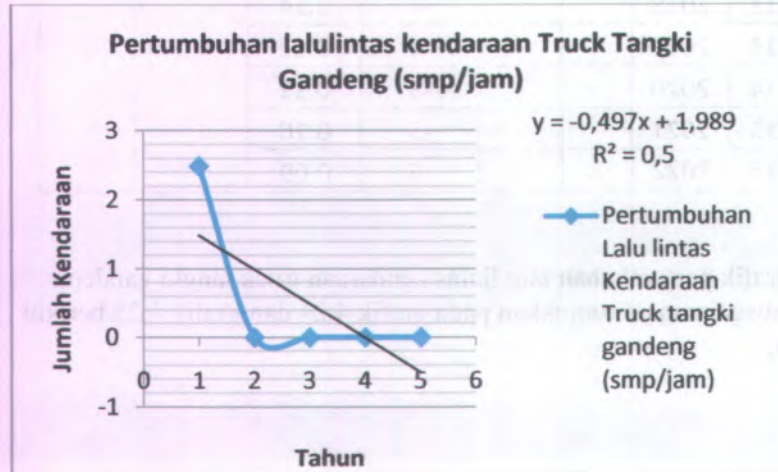
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	2	0.5	1	0.00	0.0745	7.5
2	2008	0		1	-0.33		
3	2009	0		0	-0.50		
4	2010	0		0	-1.00		
5	2011	0		0	0.00		
6	2012			-1	1.00		
7	2013			-1	0.50		
8	2014			-2	0.33		
9	2015			-2	0.25		
10	2016			-3	0.20		
11	2017			-3	0.17		
12	2018			-4	0.14		
13	2019			-4	0.13		
14	2020			-5	0.11		
15	2021			-5	0.10		
16	2022			-6	0.09		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki gandeng sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.24 dan grafik 4.25 berikut ini :

Gambar 4.24 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki gandeng (kend/hari)



Gambar 4.25 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck tangki gandeng (smp/jam)



- **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Semi Trailer dan Truck Trailer**

Dengan menggunakan program excel, dari data lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2007 sampai tahun 2010 dapat diketahui grafik regresi, besar regresi dan persamaan regresi. Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck semi trailer/truck trailer sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.32 dan tabel 4.33.

Tabel 4.32 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Semi Trailer dan Truck Trailer(kend/hari)

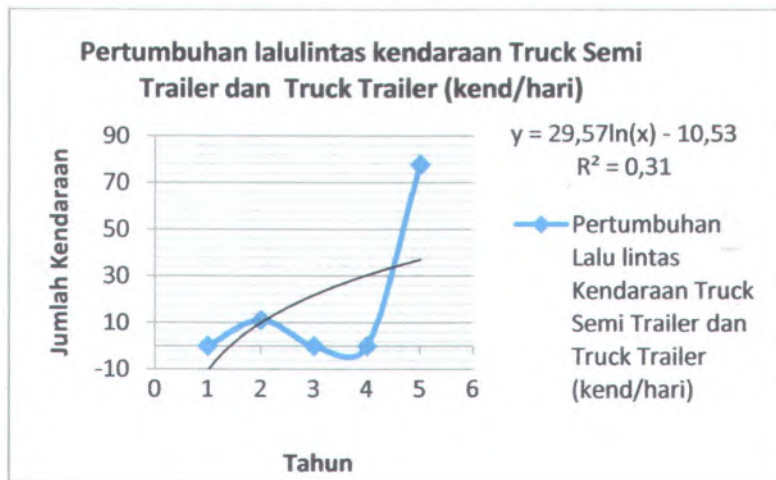
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	I	i Rata-rata	i(%)
1	2007	0	0.31	-11	0.00	0.03	3
2	2008	11		10	-1.95		
3	2009	0		22	1.20		
4	2010	0		30	0.39		
5	2011	78		37	0.22		
6	2012			42	0.15		
7	2013			47	0.11		
8	2014			51	0.08		
9	2015			54	0.07		
10	2016			58	0.06		
11	2017			60	0.05		
12	2018			63	0.04		
13	2019			65	0.04		
14	2020			68	0.03		
15	2021			70	0.03		
16	2022			71	0.03		

Tabel 4.33 : Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truck Semi Trailer dan Truck Trailer(smp/jam)

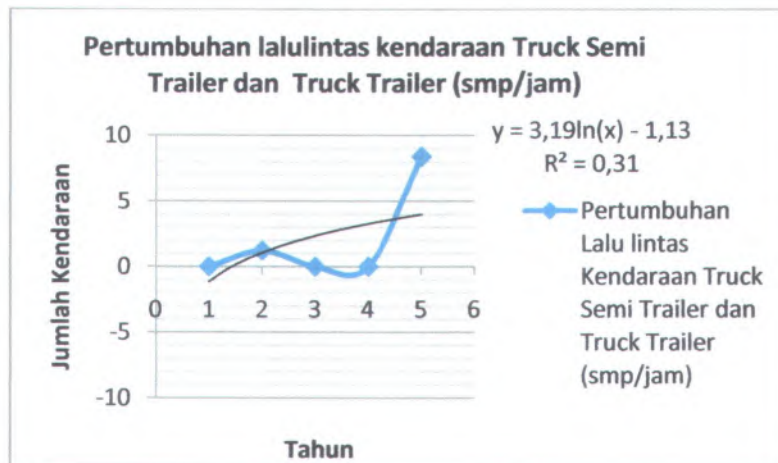
n	x	Y	R ²	Pers Regresi (Y)	l	i Rata-rata	i(%)
1	2007	0	0.30	-3	0.00	0.03	3
2	2008	4		3	-2.00		
3	2009	0		6	1.17		
4	2010	0		9	0.38		
5	2011	22		11	0.21		
6	2012			12	0.14		
7	2013			14	0.11		
8	2014			15	0.08		
9	2015			16	0.07		
10	2016			17	0.06		
11	2017			17	0.05		
12	2018			18	0.04		
13	2019			19	0.04		
14	2020			19	0.03		
15	2021			20	0.03		
16	2022			21	0.03		

Grafik pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck semi trailer dan trailer sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.26 dan grafik 4.27 berikut ini :

Gambar 4.26 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck semi trailer dan truck trailer (kend/hari)



Gambar 4.27 : Grafik Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck semi trailer dan truck trailer (smp/jam)



Tabel 4.34 : Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Rata - rata Tahun 2012 – 2022(kend/hari)

Jenis Kendaraan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sepeda motor	38959	41574	43840	45839	47627	49244	50721	52079	53336	54507	55602
Sedan, Jeep dan 'station wagon	6047	6435	6771	7067	7332	7572	7791	7992	8178	8352	8514
Oplet, Pick up dan minibus	415	217	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Micro truck dan mobil hantaran	841	780	727	681	640	602	568	536	507	480	455
Bus kecil	37	38	39	39	40	40	41	41	41	42	42
Bus besar	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Truck tangki 2 sumbu	669	666	663	661	658	656	655	653	651	650	649
Truck tangki 3 sumbu	23	22	21	21	20	19	19	18	18	17	17
Truck tangki Gandeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truck semi trailer dan Truck trailer	42	47	51	54	58	60	63	65	68	70	71
Jumlah	47142	49887	52266	54515	56527	58347	60009	61538	62953	64271	65503

Tabel 4.35 : Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Rata - rata Tahun 2012 – 2022(smp/jam)

Jenis Kendaraan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sepeda motor	1234	1311	1377	1436	1488	1535	1579	1618	1655	1689	1721
Sedan, Jeep dan station wagon	544	579	609	636	660	681	701	719	736	752	766
Oplet, Pick up dan minibus	37	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Micro truck dan mobil hantaran	76	70	65	61	58	54	51	48	46	43	41
Bus kecil	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus besar	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Truck tangki 2 sumbu	72	71	70	70	69	69	69	68	68	68	67
Truck tangki 3 sumbu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Truck tangki Gandeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truck semi trailer dan Truck trailer	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8
Jumlah	1984	2071	2146	2227	2299	2365	2424	2479	2530	2577	2622

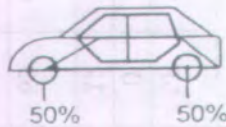
4.3.2 Data Survei Muatan Maximum

Dalam menentukan distribusi beban sumbu pada jenis-jenis kendaraan maka dipergunakan tabel 2.9. Dan untuk angka ekivalen tiap-tiap jenis kendaraan dapat dilihat tabel 2.8. Dan selanjutnya kita gunakan persamaan 2.7 dan persamaan 2.8.

Berikut adalah perhitungan beban sumbu dan angka ekivalen pada tiap jenis kendaraan :

➤ Mobil Penumpang, Sedan, Jeep, Station Wagon

Sesuai tabel 2.9 kendaraan penumpang mempunyai berat maksimum 2000 kg = 2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 50\% \times 2 \text{ ton} = 1 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

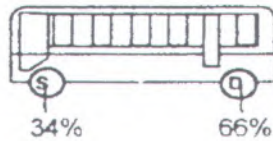
$$\text{E sumbu depan tunggal beban 1 ton} = 0,0002$$

$$\text{E sumbu belakang tunggal beban 1 ton} = \underline{0,0002} +$$

$$\begin{aligned} \text{E untuk kendaraan penumpang} \\ = 0,0004 \end{aligned}$$

➤ Kendaraan Bus Kecil

Sesuai tabel 2.9 kendaraan bus kecil mempunyai berat maksimum 7000 kg = 7 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 7 \text{ ton} = 2,38 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 7 \text{ ton} = 4,62 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

E sumbu depan tunggal beban 2,38 ton

$$= \left[\frac{2380}{8160} \right]^4 = 0,0072$$

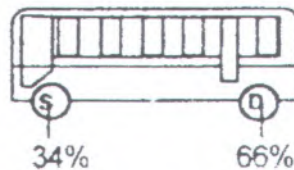
E sumbu Belakang tunggal beban 4,62 ton

$$= \left[\frac{4620}{8160} \right]^4 = \frac{0,1028}{+}$$

$$\text{E untuk kendaraan bus besar} = 0,1100$$

➤ **Kendaraan Bus Besar**

Sesuai tabel 2.9 kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 9000 kg = 9 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 9 \text{ ton} = 3,06 \text{ ton}$$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 9 \text{ ton} = 5,94 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

E sumbu depan tunggal beban 3,06 ton

$$= \left[\frac{3060}{8160} \right]^4 = 0,0198$$

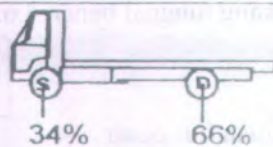
E sumbu Belakang tunggal beban 5,94 ton

$$= \left[\frac{5940}{8160} \right]^4 = 0,2808+$$

E untuk kendaraan bus besar = **0,3006**

➤ **Kendaraan Truck 2 as / Truck Sedang**

Sesuai tabel 2.9 kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum 18200 kg = 18,2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 18,2 \text{ ton} = 6,19 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang = $66\% \times 18,2 \text{ ton} = 12,01 \text{ ton}$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

E sumbu depan tunggal beban 6,19 ton

$$= \left[\frac{6190}{8160} \right]^4 = 0,3311$$

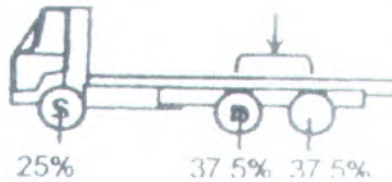
E sumbu Belakang tunggal beban 12,01 ton

$$= \left[\frac{12010}{8160} \right]^4 = 4,692 +$$

E untuk kendaraan truck 2 as = 5,0231

➤ **Kendaraan Truck 3 as / Truck Berat**

Sesuai tabel 2.9 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 25000 kg = 25 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = 25% x 25 ton = 6,25 ton

Beban sumbu belakang = 75% x 25 ton = 18,75ton

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

E sumbu depan tunggal beban 6,25 ton

$$= \left[\frac{6250}{8160} \right]^4 = 0,3442$$

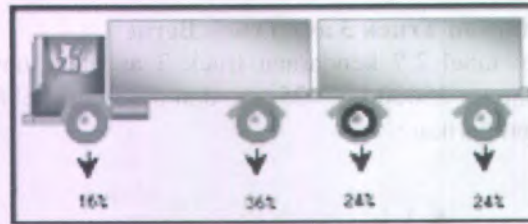
E sumbu Belakang tunggal beban 18,75ton

$$= 0,086 \times \left[\frac{18750}{8160} \right]^4 = 2,3974$$

E untuk kendaraan truck 3 as = 2,741

➤ **Truck Trailer 4 as, Truck Gandengan**

Sesuai tabel 2.9 kendaran truck gandeng mempunyai berat maksimum 31400kg = 31,4 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 16\% \times 31,4 \text{ ton} = 5,024 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu tengah} = 36\% \times 31,4 \text{ ton} = 11,304 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu tengah} = 24\% \times 31,4 \text{ ton} = 7,536 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 24\% \times 31,4 \text{ ton} = 7,536 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 5,024 \text{ ton} = \left[\frac{5024}{8160} \right]^4$$

$$= 0,1437$$

$$E \text{ sumbu tengah tunggal beban } 11,304 \text{ ton} = \left[\frac{11304}{8160} \right]^4$$

$$= 3,6823$$

$$E \text{ sumbu tengah tunggal beban } 7,536 \text{ ton} = \left[\frac{7536}{8160} \right]^4$$

$$= 0,7274$$

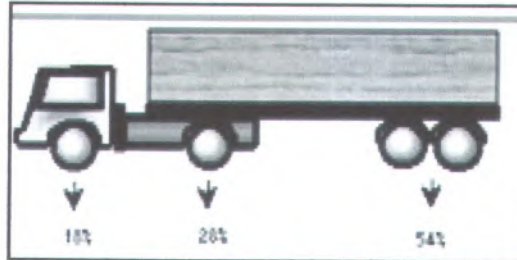
$$E \text{ sumbu belakang tunggal beban } 7,536 \text{ ton} = \left[\frac{7536}{8160} \right]^4$$

$$= 0,7274$$

$$E \text{ untuk Truck Gandeng} = 5,2813$$

➤ **Truck Trailer 4 as, Truck Trailer dan Semi Trailer**

Sesuai tabel 2.9 kendaraan truck gandeng mempunyai berat maksimum 42000kg = 42ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\text{Beban sumbu depan} = 18\% \times 42 \text{ ton} = 7,56 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu tengah} = 28\% \times 42 \text{ ton} = 11,76 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 54\% \times 42 \text{ ton} = 22,68 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 7,56 \text{ ton} = \left[\frac{7560}{8160} \right]^4$$

$$= 0,736$$

$$E \text{ sumbu tengah tunggal beban } 11,76 \text{ ton} = \left[\frac{11760}{8160} \right]^4$$

$$= 4,314$$

$$E \text{ sumbu belakang ganda beban } 22,68 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{22680}{8160} \right]^4$$

$$= 5,132$$

$$E \text{ untuk Truck Trailer dan Semi Trailer} = 10,183$$

Tabel 4.36 Rekapitulasi Angka Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Angka Ekuivalen
Mobil Penumpang	0.0004
Bus Kecil	0,1100
Bus Besar	0,3006
Truck Sedang 2 as	5,0231
Truck Berat 3 as	2,741
Truck Gandeng	5,2813
Truck Trailer dan Semi Trailer	10,183

4.3.3 Perhitungan Benkelman Beam

Tabel 4.37 : Perhitungan Benkelman Beam

NO.	STA	d	d ²
1	24+000	1,01	1,0201
2	24+200	0,74	0,5476
3	24+400	0,78	0,6084
4	24+600	0,85	0,7225
5	24+800	0,76	0,5776
6	25+000	0,76	0,5776
7	25+200	0,83	0,6889
8	25+400	0,74	0,5476
9	25+600	0,87	0,7569

10	25+800	0,72	0,5184
11	26+000	1,07	1,1449
12	26+200	0,93	0,8649
13	26+400	0,76	0,5776
14	26+600	0,99	0,9801
15	26+800	0,85	0,7225
16	27+000	0,66	0,4356
Σ		13,32	11,2912

- Berdasarkan data Benkelman Beam yang diperoleh maka :

$$n = 16$$

$$\Sigma d = 13,32$$

$$\Sigma d^2 = 11,3$$

$$(\Sigma d)^2 = 177,42$$

- Menghitung Nilai Standart Deviasi

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

$$S = \sqrt{\frac{16(11,3) - (177,42)}{16(16-1)}}$$

$$S = 0,12$$

- Menghitung lendutan balik rata-rata dalam suatu sesi jalan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\bar{d} = \frac{\Sigma d}{n}$$

$$\bar{d} = \frac{13,32}{16}$$

$$\bar{d} = 0,83$$

- Menghitung besarnya faktor keseragaman (FK), dengan menggunakan rumus persamaan 2.15 :

$$FK = \frac{s}{\bar{d}} \times 100\%$$

$$FK = \frac{0,12}{0,83} \times 100\%$$

$$FK = 14,45\% \text{ (} FK < 15 \text{..Sangat Seragam)}$$

- Menghitung besarnya lendutan balik yang mewakili suatu sesi jalan tersebut (representative rebound deflection), dipergunakan rumus :

$$D = \overline{\bar{d} + 1,64 s}$$

Dalam hal ini, jalan Karanglo – Pendem menggunakan Tipe jalan Kolektor sehingga menggunakan rumus sebagai berikut :

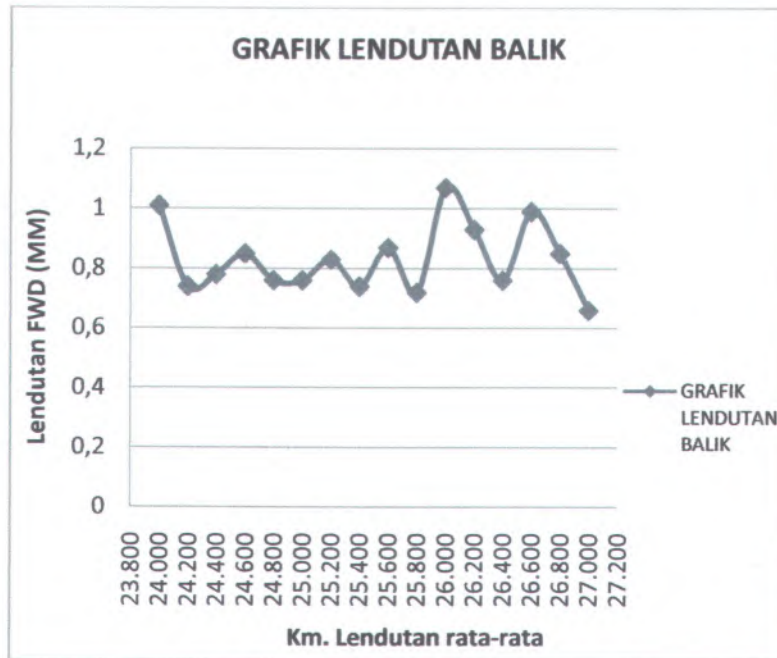
$$D = \overline{\bar{d} + 1,64 s}$$

Untuk tipe jalan Kolektor

$$0,83 \times 1,64 (0,12)$$

$$= 0,16 \text{ mm}$$

Gambar 4.28 : Grafik Lendutan Balik

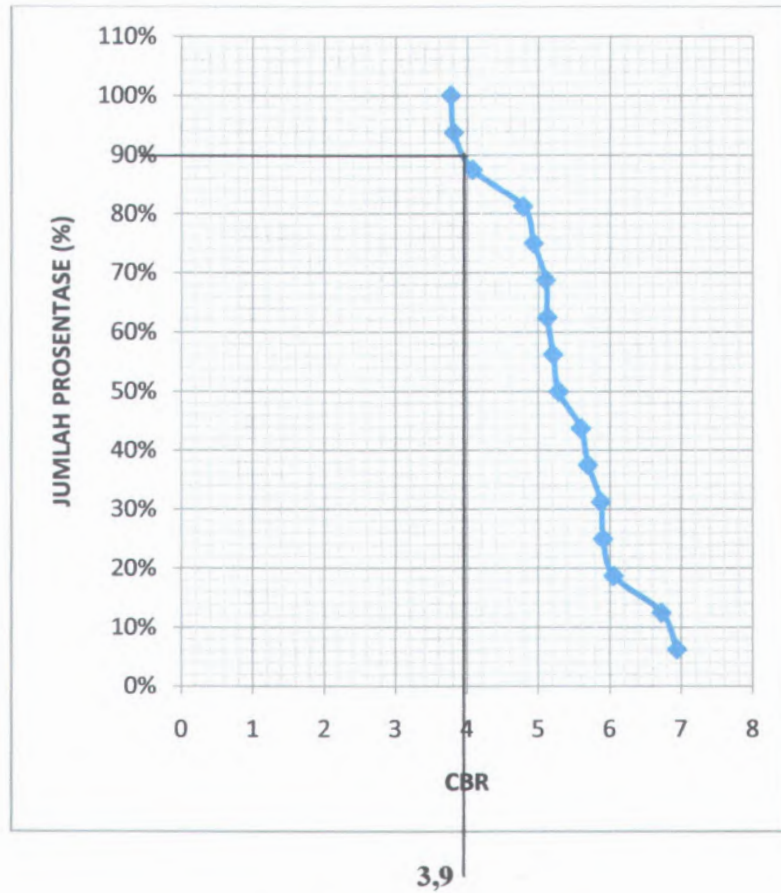


4.3.4 Data CBR

Dalam perencanaan peningkatan jalan, perlu diperhitungkan CBR rencana. Dimana CBR rencana didapat dari perhitungan secara grafis harga – harga CBR sebagaimana terlihat pada tabel 4.38 dan diplotkan pada gambar 4.29. kemudian ditarik garis pada 90% , jadi nilai CBR rencana 3,9 %.

Tabel 4.38 : Perhitungan CBR Segmen

No	CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Prosentase yang sama atau lebih besar
1	5,28	16	$16/16 \times 100\% = 100\%$
2	5,10	15	$15/16 \times 100\% = 94\%$
3	4,07	14	$14/16 \times 100\% = 88\%$
4	4,78	13	$13/16 \times 100\% = 81\%$
5	3,77	12	$12/16 \times 100\% = 75\%$
6	5,69	11	$11/16 \times 100\% = 69\%$
7	5,87	10	$10/16 \times 100\% = 63\%$
8	5,59	9	$9/16 \times 100\% = 56\%$
9	3,81	8	$8/16 \times 100\% = 50\%$
10	5,90	7	$7/16 \times 100\% = 44\%$
11	6,72	6	$6/16 \times 100\% = 38\%$
12	6,05	5	$5/16 \times 100\% = 31\%$
13	4,93	4	$4/16 \times 100\% = 25\%$
14	5,12	3	$3/16 \times 100\% = 19\%$
15	5,20	2	$2/16 \times 100\% = 13\%$
16	6,94	1	$1/16 \times 100\% = 6\%$



Gambar 4.29 : Grafik CBR

CBR rencana adalah 90% dari harga CBR segmen. Dari perhitungan dengan menggunakan cara grafis didapatkan CBR rencana sebesar 3,9%.

4.3.5 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari Stasiun hujan yang terdekat pada ruas Jalan Lingkar Utara sebagai berikut :

Tahun	Hujan Harian Max (mm/jam) (Ri)	Deviasi (Ri - rata-rata)	(Ri - R rata-rata) ²
1999	86	-15.8	249.64
2000	98	-3.8	14.44
2001	96	-5.8	33.64
2002	78	-23.8	566.44
2003	102	0.2	0.04
2004	103	1.2	1.44
2005	92	-9.8	96.04
2006	104	2.2	4.84
2008	69	-32.8	1075.84
2009	190	88.2	7779.24
n = 10	1018		9821.6
R rata-rata	101.8		

Tabel 4.39 Data Curah Hujan

✓ Standar Deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}} = \sqrt{\frac{9821,6}{10}} = 98,216$$

- ✓ Tinggi hujan maksimum

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

✓ $\bar{X} = \frac{1018}{10} = 101,8$

- ✓ Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T.

Periode ulang (T) = 5 tahun

Jumlah Tahun = 10 tahun

Dari tabel 2.32 $Y_t = 1,4999$

Dari tabel 2.33..... $Y_n = 0,4952$

Dari tabel 2.34..... $S_n = 0,9496$

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

$$R_t = 101,8 + \frac{23,4}{0,9496}(1,4999 - 0,4952) = 126,556 \text{ mm/jam}$$

- ✓ Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam.

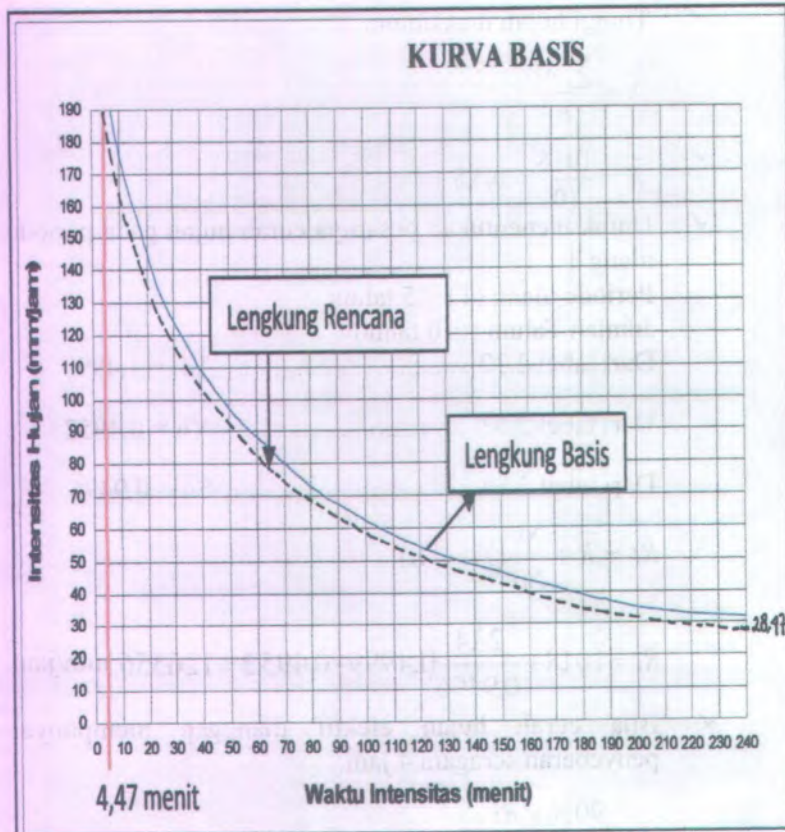
$$I = \frac{90\% \times R_t}{4}$$

$$I = \frac{90\% \times 126,556}{4} = 28,475 \text{ mm / jam}$$

Jadi Intensitas hujan didapat 28,475 mm/jam.

I Rencana = 190 mm/jam.





Gambar 4.30 Kurva Basis

BAB V ANALISA PERHITUNGAN

5.1 Analisa Kinerja Jalan

Dalam Analisa kinerja jalan memaparkan kondisi geometrik existing untuk awal rencana, kondisi geometrik existing untuk akhir rencana dan analisa kebutuhan pelebaran jalan pada akhir umur rencana. Namun terlebih dahulu dilakukan penentuan tipe alinyemen termasuk datar, bukit atau gunung. Penentuan tipe alinyemen ini digunakan untuk mengetahui kondisi medan dilapangan.

5.2 Kontrol Alinyemen Vertikal Dan Horizontal

5.2.1 Alinyemen Vertikal

Untuk menentukan tipe alinyemen termasuk datar, bukit dan gunung, maka dilakukan analisa sebagai berikut sesuai persamaan 2.2 :

$$\text{Alinyemen} = \frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}(km)}$$

Tabel 5.1 : Perhitungan ΔH Untuk Alinyemen Vertikal

No	STA	ELEVASI (m)	ΔH (m)
1	24+000	258,69	-
2	24+200	261,75	3,07
3	24+400	268,94	7,19
4	24+600	273,06	4,12
5	24+800	278,52	5,46
6	25+000	285,49	6,97
7	25+200	289,96	4,47
8	25+400	291,72	1,76
9	25+600	297,52	5,80

10	25+800	303,73	6,21
11	26+000	305,44	1,71
12	26+200	311,28	5,84
13	26+400	319,36	8,08
14	26+600	325,51	6,15
15	26+800	332,64	7,13
16	27+000	341,31	8,67
ΔH			82,63

Dimana :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}} = \frac{82,63}{3} = 27,54 \text{ m / km}$$

Sesuai tabel 2.1, alinyemen vertikal 27,54 m/km < 30 m/km. Maka tipe alinyemen vertikal 27,54 m/km tersebut adalah **Bukit**.

5.2.2 Kontrol Alinyemen Horisontal

Dari gambar proyek yang ada pada ruas jalan karanglo – pendem STA 24+000 – sampai dengan STA 27+000 – terdapat 5 (lima) lengkung, tepatnya pada STA 24+167.82 dengan R 1000 m, STA 24+960.51 dengan R 800 m, STA 25+455.51 dengan R 550 m, STA 25+891.84 dengan R 3000 m, dan STA 26+392.47 dengan R 3000 m.

Direncanakan kecepatan rencana 60 km/jam

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

Dimana : R = Jari – jari lengkung (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = Kemiringan maksimum tikungan 10%
(Tabel 2.21)

f_{\max} = Koefisien gesekan melintang maksimum
0,153 (Tabel 2.21)

Maka :

$$R_{\min} = \frac{60^2}{127(0,1 + 0,153)} = 112,04 \text{ m}$$

$R_{\min} < R_{\text{lapangan}} \dots\dots\dots \text{OK}$

Kontrol Alinyemen Horisontal

1. Tikungan P7

STA 24+167.82

$e = 2,1\%$

$R = 1000 \text{ m}$

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

$\Delta = 3,672954^\circ$

Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus
kebagian lengkung (T_c)

$$\begin{aligned} T_c &= R \times \tan (1/2\Delta) \\ &= 1000 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 3,672954^\circ) \\ &= 32,06 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan (1/4\Delta) \\ &= 32,06 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 3,672954^\circ) \\ &= 0,51 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$\begin{aligned} L_c &= (\Delta/360^\circ) \times 2\pi R_c \\ &= (3,672954^\circ/360^\circ) \times (2 \times 3,14 \times 1000 \text{ m}) \\ &= 64 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$\begin{aligned} TC &= STA PI.7 - Tc \\ &= 24+167,82 - 32,06 \text{ m} \\ &= 24+135,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= STA TC + Lc \\ &= 24+135,76 + 64,07 \text{ m} \\ &= 24+199,83 \end{aligned}$$

Kontrol $Lc < (2Tc)$
 $64,07 < (2 \times 32,06)$
 $64,07 < 64,12 \dots\dots\dots \text{OK}$

Penentuan e (kemiringan) pada diagram superelevasi berdasarkan pada tabel 2.24

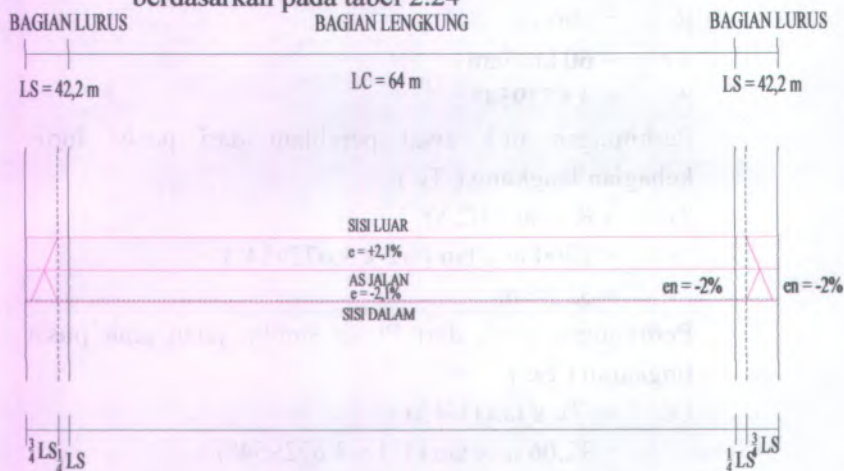


Diagram Superelevasi

2. Tikungan P8
 STA 24+960.51
 $e = 2,5$

$$R = 800 \text{ m}$$

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

$$\Delta = 22,439314^\circ$$

Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R \times \tan (1/2\Delta)$$

$$= 800 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 22,439314^\circ)$$

$$= 158,69 \text{ m}$$

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

$$E_c = T_c \times \tan (1/4\Delta)$$

$$= 158,69 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 22,439314^\circ)$$

$$= 15,59 \text{ m}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = (\Delta/360^\circ) \times 2\pi R_c$$

$$= (22,439314^\circ/360^\circ) \times (2 \times 3,14 \times 800 \text{ m})$$

$$= 313,15 \text{ m}$$

Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$TC = \text{STA PI.8} - T_c$$

$$= 24+960.51 - 158,69 \text{ m}$$

$$= 24+801.82$$

$$CT = \text{STA TC} + L_c$$

$$= 24+801.82 + 313,15 \text{ m}$$

$$= 25+114.97$$

Kontrol $L_c < (2T_c)$

$$313,31 < (2 \times 158,69)$$

$$313,31 < 317,38 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Penentuan e (kemiringan) pada diagram superelevasi berdasarkan pada tabel 2.24

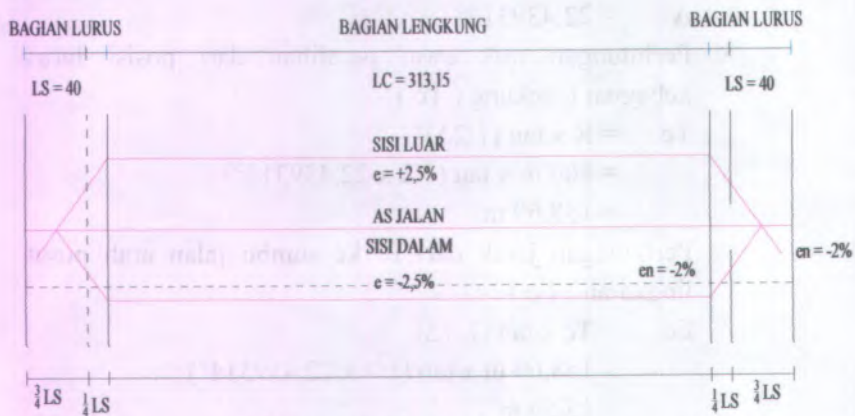


Diagram Superelevasi

3. Tikungan P9

STA 25+455.51

$$e_{\max} = 2,7\%$$

$$R = 550 \text{ m}$$

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

$$\Delta = 39,216757^\circ$$

Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R \times \tan (1/2\Delta)$$

$$= 550 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 39,216757^\circ)$$

$$= 195,94 \text{ m}$$

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

$$E_c = T_c \times \tan (1/4\Delta)$$

$$= 195,94 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 39,216757^\circ)$$

$$= 33,86 \text{ m}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$\begin{aligned} L_c &= (\Delta/360^\circ) \times 2\pi R_c \\ &= (39,216757^\circ/360^\circ) \times (2 \times 3,14 \times 550 \text{ m}) \\ &= 376,26 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$\begin{aligned} TC &= \text{STA PI.9} - T_c \\ &= 25+455.51 - 195,94 \text{ m} \\ &= 25+259.57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= \text{STA TC} + L_c \\ &= 25+259.57 + 376,26 \text{ m} \\ &= 25+635.83 \end{aligned}$$

Kontrol $L_c < (2T_c)$
 $376,26 < (2 \times 195,94)$
 $376,26 < 391,88 \dots\dots\dots \text{OK}$

Penentuan e (kemiringan) pada diagram superelevasi berdasarkan perhitungan interpolasi pada tabel 2.24



4. Tikungan P10
 STA 25+891.84
 $e = 2\%$

$$R = 3000 \text{ m}$$

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

$$\Delta = 4,314720^\circ$$

Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$T_c = R \times \tan (1/2\Delta)$$

$$= 3000 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 4,314720^\circ)$$

$$= 113,01 \text{ m}$$

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

$$E_c = T_c \times \tan (1/4\Delta)$$

$$= 113,01 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 4,314720^\circ)$$

$$= 2,13 \text{ m}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = (\Delta/360^\circ) \times 2\pi R_c$$

$$= (4,314720^\circ/360^\circ) \times (2 \times 3,14 \times 3000 \text{ m})$$

$$= 225,80 \text{ m}$$

Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$TC = \text{STA PI.10} - T_c$$

$$= 25+891.84 - 113,01 \text{ m}$$

$$= 25+778.83$$

$$CT = \text{STA TC} + L_c$$

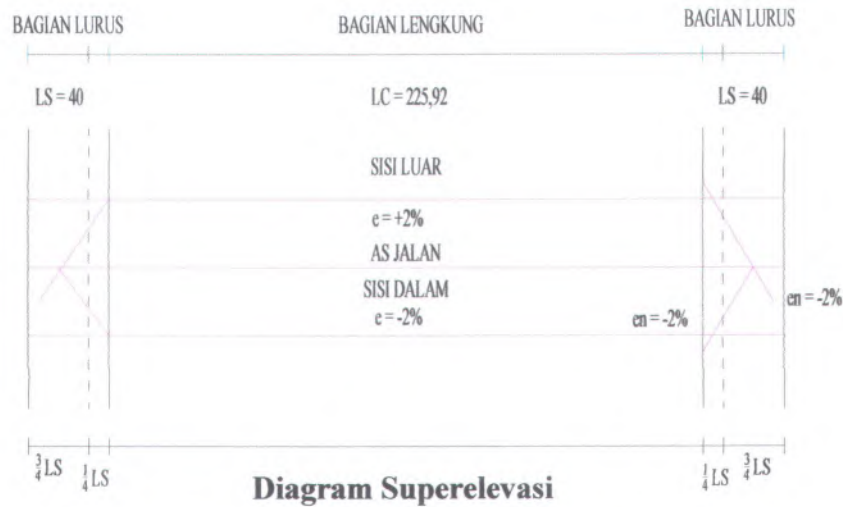
$$= 25+778.83 + 225,80 \text{ m}$$

$$= 26+004.63$$

Kontrol $L_c < (2T_c)$

$$225,92 < (2 \times 113,01)$$

$$225,92 < 226,02 \dots\dots\dots \text{Ok}$$



5. Tikungan P11

STA 26+392.47

$$e_{\max} = 2\%$$

$$R = 3000 \text{ m}$$

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

$$\Delta = 1,558570^\circ$$

Perhitungan titik awal peralihan dari posisi lurus kebagian lengkung (T_c)

$$\begin{aligned} T_c &= R \times \tan (1/2\Delta) \\ &= 3000 \text{ m} \times \tan (1/2 \times 1,558570^\circ) \\ &= 40,81 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan (1/4\Delta) \\ &= 40,81 \text{ m} \times \tan (1/4 \times 1,558570^\circ) \\ &= 0,28 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (Lc)

$$\begin{aligned} Lc &= (\Delta/360^\circ) \times 2\pi R_c \\ &= (1,558570^\circ/360^\circ) \times (2 \times 3,14 \times 3000 \text{ m}) \\ &= 81,56 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan STA titik PI, Tc, Ct

$$\begin{aligned} TC &= \text{STA PI.10} - T_c \\ &= 26+392.47 - 40,81 \text{ m} \\ &= 26+351.66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CT &= \text{STA TC} + Lc \\ &= 26+351.66 + 81,56 \text{ m} \\ &= 26+433.22 \end{aligned}$$

Kontrol $Lc < (2Tc)$
 $81,61 < (2 \times 40,81)$
 $81,61 < 81,62 \dots \dots \dots$ **OK**

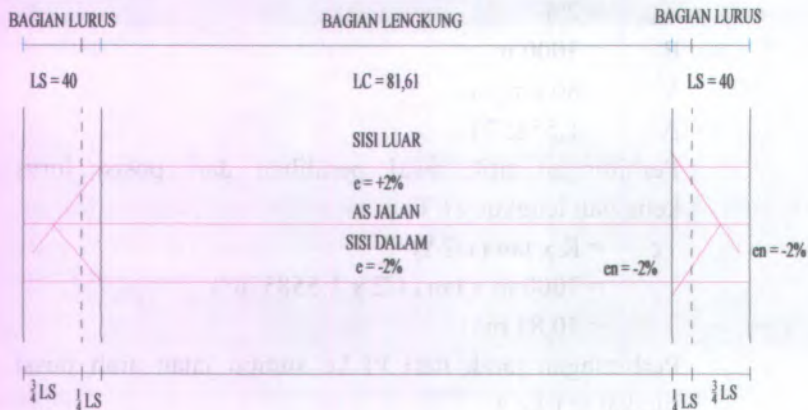


Diagram Superelevasi

5.2.3 Kontrol alinyemen vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Dalam perencanaan ruas jalan karanglo - pendem STA 24+000 – 27+000 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian untuk menentukan jenis lengkungan, jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung Cembung
2. Lengkung Cekung

1. Alinyemen Vertikal Cekung

STA 24+050 sampai dengan STA 24+150

➤ STA 24+050 – 24+250

- PLV STA 24+050 PLV Elevasi = 259,000
- PPV STA 24+250 PPV Elevasi = 260,067

$$g1 = \frac{(i_1 - i_2)}{L} \dots\dots\dots \text{Pers 2.50}$$

$$g1 = \frac{(260,067 \text{ m} - 259,000 \text{ m})}{50 \text{ m}}$$

$$g1 = 0,02134 \text{ m} \approx 2,134 \%$$

➤ STA 24+050 – 24+250

- PPV STA 24+50 PPV Elevasi = 260,067
- PTV STA 24+250 PTV Elevasi = 264,371

$$g2 = \frac{(i_1 - i_2)}{L} \dots\dots\dots \text{Pers 2.50}$$

$$g2 = \frac{(261,751 \text{ m} - 260,067 \text{ m})}{50 \text{ m}}$$

$$g2 = 0,03368 \text{ m} \approx 3,368 \%$$

➤ Perhitungan perbedaan kelandaian (A)

$$A = g_1 - g_2 \dots\dots\dots \text{Pers 2.51}$$

$$= 2,134\% - 3,368\%$$

$$= -1,234\%$$

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75

Jd : 350

h1 : 1,8 m

h2 : 0,45 m

Elevasi muka tanah : 260,067

➤ Pemilihan alinyemen vertikal

Berdasarkan perhitungan perbedaan kelandaian dan hasilnya **negatif**, maka alinyemen vertikal tersebut merupakan alinyemen vertikal **cekung**.

a. Mencari L :

➤ Berdasarkan jarak pandangan henti

Jarak pandang henti $J_h < L$

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

$$L = \frac{1,234 \times (75^2)}{120 + 3,50(75)}$$

$$L = 18,147 \text{ m (Tidak Memenuhi)}$$

Jarak pandang henti $J_h > L$

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50S}{A}$$

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50(75)}{1,234}$$

$$L = -242,72 \text{ m (memenuhi)}$$

➤ Berdasarkan jarak pandang mendahului

Jarak pandang mendahului $J_d < L$

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

$$L = \frac{1,234 \times (350^2)}{120 + 3,50(350)}$$

$$L = 112,39 \text{ m (Tidak memenuhi)}$$

Jarak pandang mendahului $J_d > L$

$$L = 2S - \frac{150 + 3,50S}{A}$$

$$L = 2(350) - \frac{150 + 3,50(350)}{1,234}$$

$$L = 1572,71 \text{ m (Memenuhi)}$$

➤ Berdasarkan kenyamanan mengemudi :

$$L = \frac{A \times V^2}{390}$$

$$L = \frac{1,234 \times 60^2}{390}$$

$$L = 11,4 \text{ m}$$

➤ Berdasarkan persyaratan drainase :

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 5,502$$

$$L = 49,4 \text{ m}$$

Jadi panjang L, adalah :

- Berdasarkan jarak pandangan henti = 247,72 m
- Berdasarkan jarak pandang mendahului = 1572,71 m
- Berdasarkan kenyamanan mengemudi = 11,4 m
- Berdasarkan persyaratan drainase = 49,4 m
- Berdasarkan keluwesan bentuk = 36 m

Ambil $L = 49,4 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$ karena menghindari kemungkinan terjadinya overlap.

➤ Pergeseran vertikal

$$E_v = \frac{A \times L}{800}$$

$$E_v = \frac{1,234 \times 50 \text{ m}}{800}$$

$$E_v = 0,08 \text{ m}$$

➤ L Lapangan : 50 m

$$\begin{aligned} \bullet x_1 &= \frac{1}{2} \times L \text{ lapangan} \\ &= \frac{1}{2} \times 50 \text{ m} = 25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet x_2 &= \frac{1}{4} \times L \text{ lapangan} \\ &= \frac{1}{4} \times 50 \text{ m} = 12,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet x_3 &= L \text{ lapangan} - x_1 - x_2 \\ &= 50 \text{ m} - 25 \text{ m} - 12,5 \text{ m} \\ &= 12,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi $S < L$, maka kontrol dengan rumus $S < L$

Persamaan umum lengkung vertikal :

- Elevasi PLV

Elevasi PLV

$$= (\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^1}{100}\right) \cdot x_1)$$

$$= (260,067 + \left(\frac{1,067}{100}\right) \times 50)$$

$$= 259,255 \text{ m}$$

- Elevasi $\frac{1}{4}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^2$$

$$y' = \frac{1,234}{(200 \times 50)} \cdot 12,5^2$$

$$y' = 0,019$$

Elevasi $\frac{1}{4}$

$$= (\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^1}{100}\right) \times 2) - y'$$

$$= (260,067 + (2,134/100) \cdot 12,5^2) - 0,086)$$

$$= 260,314$$

$$\text{STA. } \frac{1}{4} = \text{STA. PLV} + x^2$$

$$= 24+050 + 12,5$$

$$= 24+137,5$$

- Elevasi $\frac{1}{2}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^2$$

$$y' = \frac{1,234}{(200 \times 50)} \cdot 25^2$$

$$y' = 0,077$$

Elevasi PPV

$$= \text{Elevasi Muka Tanah} - y'$$

$$= 260,067 + 0,077$$

$$= 259,990$$

- Elevasi $\frac{3}{4}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^3$$

$$y' = \frac{1,234}{(200 \times 50)} \cdot 12,5^3$$

$$y' = 0,019$$

Elevasi $\frac{3}{4}$

$$= (\text{Elevasi Muka Tanah} + (g^2/100) \times x^3)$$

- y')

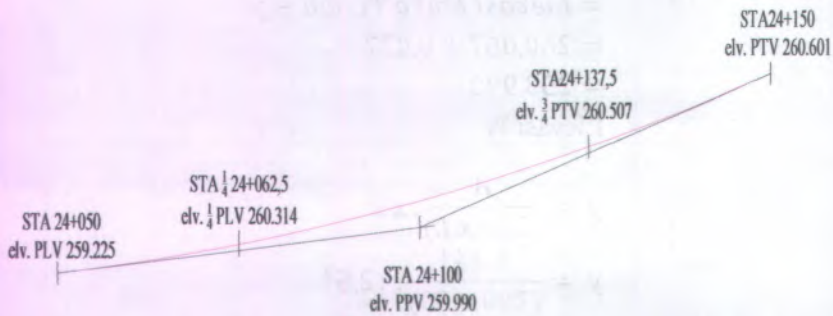
$$= ((260,067 + (3,368/100) \cdot 12,5) - 0,019)$$

$$= 260,507$$

$$\begin{aligned} \text{STA. } 3/4 &= \text{STA. PTV} - x_2 \\ &= 24+150 - 12,5 \\ &= 24+137,5 \end{aligned}$$

- Elevasi PTV
Elevasi PTV

$$\begin{aligned} &= \left(\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^2}{100} \right) \cdot x_1 \right) \\ &= \left(260,067 + \left(\frac{3,368}{100} \right) \cdot 50 \right) \\ &= 260,601 \end{aligned}$$



Perhitungan selanjutnya di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.2. : Perhitungan kontrol alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal cembung titik 2

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	24+325	276	3,297	1,312	1,985	266,45
2	1/4 L	24+444	69				268,90
3	PPV (1/2 L)	24+453,5	138				271,68
4	3/4 L	24+481	207				272,08
5	PTV	24+500	276				272,81

Alinyemen vertikal cembung titik 3

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	25+000	200	3,853	2,171	1,682	283,95
2	1/4 L	25+050	50				285,98
3	PPV (1/2 L)	25+060	100				288,22
4	3/4 L	25+075	50				288,99
5	PTV	25+125	200				289,97

Alinyemen vertikal cembung titik 4

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	25+700	102	3,27	0,722	2,548	302,06
2	1/4 L	25+726	25,5				302,98
3	PPV (1/2 L)	25+800	106				304,05
4	3/4 L	25+875	25,5				303,99
5	PTV	25+900	102				304,10

Alinyemen vertikal cembung titik 5

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	26+250	250	4,751	2,891	1,86	311,25
2	1/4 L	26+313	62,5				314,36
3	PPV (1/2 L)	26+325	125				317,77
4	3/4 L	26+338	62,5				319,14
5	PTV	26+400	250				320,80

2. Alinyemen Vertikal Cembung

STA 24+200 sampai dengan STA 24+325

➤ STA 24+175 – 24+210

- PLV STA 24+200 PLV Elevasi = 261,751

- PPV STA 24+263 PPV Elevasi = 264,871

$$g_1 = \frac{(i_1 - i_2)}{L} \dots\dots\dots \text{Pers 2.50}$$

$$g_1 = \frac{(264,871 \text{ m} - 262,971 \text{ m})}{35 \text{ m}}$$

$$g_1 = 0,0542 \text{ m} \approx 5,42 \%$$

➤ STA 24+210 – 24+250

- PPV STA 24+260 PPV Elevasi = 264,871

- PTV STA 24+325 PTV Elevasi = 266,579

$$g_2 = \frac{(i_1 - i_2)}{L} \dots\dots\dots \text{Pers 2.50}$$

$$g_2 = \frac{(264,871 \text{ m} - 265,925 \text{ m})}{40 \text{ m}}$$

$$g_2 = -0,0263 \text{ m} \approx -2,63 \%$$

➤ Perhitungan perbedaan kelandaian (A)

$$A = g_1 - g_2 \dots\dots\dots \text{Pers 2.51}$$

$$= 5,42\% - 2,63\%$$

$$= 2,79\%$$

Vrencana : 60 km/jam

Jh : 75

Jd : 350

h1 : 1,25 m

h2 : 0,10 m

Elevasi muka tanah : 264,871

a. Mencari L :

➤ Berdasarkan jarak pandang henti $J_h < L$

$$L = \frac{A J_h^2}{399}$$

$$L = \frac{(2,79 \times 75^2)}{399}$$

$$L = 39,33 \text{ m (Tidak memenuhi)}$$

Berdasarkan jarak pandang henti $J_h > L$

$$L = 2 \times jh - \frac{399}{A}$$

$$L = 2 (75) - \frac{399}{2,79}$$

$$L = 6,98 \text{ m (Memenuhi)}$$

➤ Berdasarkan jarak pandang menyiap $J_d < L$

$$L = \frac{A J d^2}{960}$$

$$L = \frac{(2,79 \times 350^2)}{840}$$

$$L = 406,875 \text{ m (memenuhi)}$$

Berdasarkan jarak pandang menyiap $J_d > L$

$$L = 2 \times Jd - \frac{A J d^2}{840}$$

$$L = 2 (350) - \frac{840}{3,04}$$

$$L = 398,925 \text{ m (Tidak memenuhi)}$$

➤ Berdasarkan kenyamanan mengemudi

$$L = \frac{A x V^2}{390}$$

$$L = \frac{2,79 \times 60^2}{390}$$

$$L = 25,75 \text{ m}$$

➤ Berdasarkan persyaratan drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 3,04$$

$$L = 111,6 \text{ m}$$

➤ Berdasarkan keluwesan

$$L = 0,6 \times V$$

$$L = 0,6 \times 60$$

$$L = 36 \text{ m}$$

Jadi panjang L, adalah :

- Berdasarkan jarak pandangan henti = 6,98 m
- Berdasarkan jarak pandang mendahului = 406,87 m
- Berdasarkan kenyamanan mengemudi = 25,75 m
- Berdasarkan persyaratan drainase = 111,6 m
- Berdasarkan keluwesan bentuk = 36 m

Ambil $L = 36 \text{ m} \sim 36 \text{ m}$ karena menghindari kemungkinan terjadinya overlap.

L Lapangan : 36 m

$$\begin{aligned} \bullet \quad x_1 &= \frac{1}{2} \times L \text{ lapangan} \\ &= \frac{1}{2} \times 36 \text{ m} = 18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad x_2 &= \frac{1}{4} \times L \text{ lapangan} \\ &= \frac{1}{4} \times 36 \text{ m} = 9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad x_3 &= L \text{ lapangan} - x_1 - x_2 \\ &= 36 \text{ m} - 18 \text{ m} - 9 \text{ m} \\ &= 9 \text{ m} \end{aligned}$$

Persamaan umum lengkung vertikal :

- Elevasi PLV

Elevasi PLV

$$= (\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g_1}{100} \right) \cdot x_1)$$

$$= (264,871 + \left(\frac{5,42}{100}\right) \times 18)$$

$$= 263,895 \text{ m}$$

- Elevasi $\frac{1}{4}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^2$$

$$y' = \frac{3,04}{(200 \times 36)} \cdot 9^2$$

$$y' = 0,031$$

Elevasi $\frac{1}{4}$

$$= \left(\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^1}{100}\right) \times 2 \right) + y'$$

$$= \left(264,871 + \left(\frac{5,42}{100}\right) \cdot 9^2 \right) + 0,31$$

$$= 264,415$$

$$\text{STA. } \frac{1}{4} = \text{STA. PLV} + x^2$$

$$= 24 + 175 + 9$$

$$= 24 + 184$$

- Elevasi $\frac{1}{2}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^2$$

$$y' = \frac{2,79}{(200 \times 36)} \cdot 18^2$$

$$y' = 0,126$$

Elevasi PPV

$$= \text{Elevasi Muka Tanah} + y'$$

$$= 264,871 + 0,126$$

$$= 264,997$$

- Elevasi $\frac{3}{4}$

$$y' = \frac{A}{(200 \times L)} \cdot x^3$$

$$y' = \frac{2,79}{(200 \times 36)} \cdot 9^2$$

$$y' = 0,031$$

Elevasi $\frac{3}{4}$

$$= \left(\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^2}{100} \right) \times 3 \right) + y'$$

$$= \left((265,000 + \left(\frac{2,63}{100} \right) \cdot) + 0,31 \right)$$

$$= 265,139$$

$$\text{STA. } \frac{3}{4} = \text{STA. PTV} - x^2$$

$$= 24 + 250 - 9$$

$$= 24 + 241$$

- Elevasi PTV

Elevasi PTV

$$= \left(\text{Elevasi Muka Tanah} + \left(\frac{g^2}{100} \right) \cdot x^1 \right) + y'$$

$$= \left((265,000 + \left(\frac{2,63}{100} \right) \cdot 18) \times 0,031 \right)$$

$$= 265,344$$



Perhitungan selanjutnya di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.3. : Perhitungan kontrol alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal cembung titik 2

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	24+875	60	0,49	3,979	4,469	282,906
2	1/4 L		15				283,184
3	PPV (1/2 L)	24+942,5	30				283,723
4	3/4 L		15				284,525
5	PTV	25+450	60				285,587

Alinyemen vertikal cembung titik 3

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	25+325	36	1,561	3,356	4,917	290,938
2	1/4 L	25+726	25,5				291,259
3	PPV (1/2 L)	25+367,5	18				291,662
4	3/4 L	25+875	25,5				292,144
5	PTV	25+900	36				292,708

Alinyemen vertikal cembung titik 4

No.	Lokasi	STA	L	g_1	g_2	A	Elevasi
1	PLV	25+900	68	0,513	2,908	3,421	304,487
2	1/4 L	25+934	17				304,763
3	PPV (1/2 L)	25+975	34				305,243
4	3/4 L	26+016	17				305,927
5	PTV	26+060	68				306,813

5.3 Analisa Kapasitas ➤ Sebelum di lebarkan

Pada ketentuan terhadap klasifikasi jalan (jalan kolektor 2 lajur 2 arah tak terbagi 2/2 UD), lebar jalur efektif adalah 6 m dan bahu jalan 2 m, (*Sumber MKJI 6-23 dan pengantar Rekayasa Jalan*). Untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan, maka jalan memerlukan pelebaran m pada sisi kanan dan sisi kiri.

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan pada daerah perencanaan. Dari hasil perhitungan tipe alinyemen diatas, maka ruas jalan Karanglo – Pendem STA 24+000 – STA 27+000 yang termasuk dua lajur tak terbagi (2/2 UD) adalah “Bukit”.

Dari Tabel 2.2, untuk tipe alinyemen Bukit dengan dua lajur tak terbagi (2/2 UD) didapat nilai $C_0 = 2900$ 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 6 meter didapat nilai $FC_w = 0.91$

c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{sp}).

➤ Arah JL. Karanglo – JL. Pendem

$$\frac{LHR_{2011} \text{ dari JL. Karanglo} - \text{JL. Pendem} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$= \frac{1908}{4598} \times 100\% = 41,5\% \approx 40\%$$

➤ Arah JL. Pendem – JL. Karanglo

$$\frac{LHR_{2011} \text{ dari JL. Pendem} - \text{JL. Karanglo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah LHR dari kedua arah} \\ & = \frac{2690}{4598} \times 100\% = 58,5\% \approx 60\% \end{aligned}$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe 4/2UD dengan pemisah arah 40% - 60% didapat $FC_{sp} = 0,94$

- c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{sf})

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 2 meter.

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2 UD dengan kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 2 meter, didapat $FC_{sf} = 1.00$

- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{cs})

Dari tabel 2.6 untuk tipe 2/2 UD dengan ukuran kota 2.4 juta penduduk didapat nilai $FC_{cs} = 1.00$

- e. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 hal 13 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \\ &= 2900 \times 0,91 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 2371.62 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- f. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q). Dari persamaan 2.5 hal 14 didapatkan :

$$Q = \text{Jumlah kendaraan jam puncak}_{2012} \text{ (smp/jam)}$$

➤ Awal umur rencana tahun 2012

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2012
sepeda motor	1234
sedan, jeep, wagon	544
pick up	37
mikro bus	76
bus kecil	2
bus besar	12
truck ringan	72
truck sedang	2
truck berat	0
truck trailer	5
$\Sigma Q = 1984$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2012}}{c}$$

$$= \frac{1984}{2372} = 0,84$$

Syarat : DS < 0,75

: 0,84 > 0,75Tidak OK

➤ Pertengahan umur rencana tahun 2016

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2016
Sepeda motor	1488
Sedan dan Jeep	660
Oplet,pick up	4
Micro Truck	61
Bus kecil	0
Bus Besar	12
Truck 2 sumbu	69
Truck 3 sumbu	2
Truck gandeng	0
Truck semi trailer	6
$\Sigma Q = 2303$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2016}}{c}$$

$$= \frac{2303}{2372} = 0,97$$

Syarat : DS < 0,75

: 0,97 > 0,75Tidak OK

➤ Akhir umur rencana tahun 2022

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2022
Sepeda motor	1721
Sedan dan Jeep	766
Oplet,pick up	4
Micro Truck	41
Bus kecil	0
Bus Besar	12
Truck 2 sumbu	67
Truck 3 sumbu	2
Truck gandeng	0
Truck semi trailer	8
$\Sigma Q = 2622$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q^{2022}}{c}$$

$$= \frac{2622}{2372} = 1,10$$

Syarat : DS < 0,75

: 1,10 > 0,75 Tidak OK

Hasil Perhitungan dari Derajat Kejenuhan diatas diperoleh bahwa jalan Karanglo – Pendem STA 24+000 – STA 27+000 pada awal umur rencana tahun 2012 sampai akhir umur rencana tahun 2022 tidak mampu menampung arus lalu lintas sehingga pada ruas jalan tersebut memerlukan pelebaran 5m dari kondisi existing 6m menjadi 10 m dengan lebar bahu jalan 2m.

Tabel 5.4
Derajat Kejenuhan sebelum Dilebarkan
JL. Karanglo – JL. Pendem

Karanglo - Pendem		
Tahun	Q	DS
2012	1984	0,84
2013	2071	0.87
2014	2146	0.90
2015	2227	0.94
2016	2303	0.97
2017	2365	0.95
2018	2424	1.02
2019	2479	1.04
2020	2530	1.06
2021	2575	1,08
2022	2622	1,10

➤ **Sesudah di lebarkan**

Pada ketentuan terhadap klasifikasi jalan (jalan kolektor 2 lajur 2 arah tak terbagi 2/2 UD), lebar jalur efektif adalah 10 m dan bahu jalan 2 m, (*Sumber MKJI 6-23*). Untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan, maka jalan memerlukan pelebaran m pada sisi kanan dan sisi kiri.

- a. Menentukan kapasitas dasar (Co)
 Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan

pada daerah perencanaan. Dari hasil perhitungan tipe alinyemen diatas, maka ruas jalan Karanglo – Pendem STA 24+000 – STA 27+000 yang termasuk dua lajur tak terbagi (2/2 UD) adalah “Bukit”.

Dari Tabel 2.2, untuk tipe alinyemen Bukit dengan dua lajur tak terbagi (2/2 UD) didapat nilai $C_o = 2900$ smp/jam.

- b. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw).

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2 UD dengan lebar efektif jalur 6 meter didapat nilai $FC_w = 1,29$

- c. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp).

$$\begin{aligned} &\text{➤ Arah JL. Karanglo – JL. Pendem} \\ &\quad \frac{\text{LHR}_{2012} \text{ dari JL. Karanglo – JL. Pendem} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}} \\ &= \frac{1908}{4598} \times 100\% = 41,5\% \approx 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{➤ Arah JL. Pendem – JL. Karanglo} \\ &\quad \frac{\text{LHR}_{2009} \text{ dari JL. Pendem – JL. Karanglo} \times 100\%}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}} \\ &= \frac{2690}{4598} \times 100\% = 58,5\% \approx 60\% \end{aligned}$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe 4/2UD dengan pemisah arah 40% - 60% didapat $FC_{sp} = 0,94$

- d. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan JL. Karanglo – JL. Pendem dan data geometrik jalan

maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 2meter.

Dari tabel 2.5 untuk tipe 2/2 UD dengan kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 2meter, didapat $FC_{sf} = 1,00$

- e. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs)

Dari tabel 2.6 untuk tipe 2/2 UD dengan ukuran kota 2.4 juta penduduk didapat nilai $FC_{cs} = 1,00$

- f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 hal 13 didapat :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \\ &= 2900 \times 1,27 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \\ &= 3516 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- g. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q). Dari persamaan 2.5 hal 14 didapatkan :

$$Q = \text{Jumlah kendaraan jam puncak}_{2012} \text{ (smp/jam)}$$

➤ Awal umur rencana tahun 2012

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2012
sepeda motor	1234
sedan, jeep, wagon	544
pick up	37
mikro bus	76
bus kecil	2
bus besar	12
truck ringan	72
truck sedang	2
truck berat	0
truck trailer	5
$\Sigma Q = 1984$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2012}}{c}$$

$$= \frac{1984}{3516} = 0,56$$

Syarat : $DS < 0,75$

: $0,56 < 0,75$ OK

➤ Pertengahan umur rencana tahun 2016

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2016
Sepeda motor	1488
Sedan dan Jeep	660
Oplet,pick up	4
Micro Truck	61
Bus kecil	0
Bus Besar	12
Truck 2 sumbu	69
Truck 3 sumbu	2
Truck gandeng	0
Truck semi trailer	6
$\Sigma Q = 2303$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2016}}{c}$$

$$= \frac{2303}{3516} = 0,65$$

Syarat : $DS < 0,75$

: $0,65 < 0,75$ OK

➤ Akhir umur rencana tahun 2022

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (smp/jam)2022
Sepeda motor	1721
Sedan dan Jeep	766
Oplet,pick up	4
Micro Truck	41
Bus kecil	0
Bus Besar	12
Truck 2 sumbu	67
Truck 3 sumbu	2
Truck gandeng	0
Truck semi trailer	8
$\Sigma Q = 2622$ smp/jam	

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{2022}}{c}$$

$$= \frac{2622}{3516} = 0,74$$

Syarat : DS < 0,75
: 0,74 < 0,75 OK

Tabel 5.5
Derajat Kejenuhan sesudah Dilebarkan
JL. Karanglo – JL. Pendem

Karanglo - Pendem		
Tahun	Q	DS
2012	1984	0,56
2013	2071	0,58
2014	2146	0,61
2015	2227	0,63
2016	2303	0,65
2017	2365	0,67
2018	2424	0,68
2019	2479	0,70
2020	2530	0,72
2021	2575	0,73
2022	2622	0,74

Kesimpulan : Setelah di lebarkan 4m di dua sisi STA 24+000 - 27+000, dapat diketahui nilai derajat kejenuhan (DS) < 0,75 atau segmen jalan mencukupi untuk kapasitas kendaraan hingga akhir umur rencana sehingga dapat disimpulkan pelebaran 4m pada kedua sisi memenuhi persyaratan yang ada.

5.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Berdasarkan lalu lintas harian rata-rata tahun 2012 arah Karanglo – Pendem :

- a. LHR awal umur rencana (2012) sesuai Tabel 4.34
- Mobil Penumpang (Mikro Bus, Pickup) = 7303 kend
 - Bus kecil = 37 kend
 - Bus besar = 108 kend
 - Truck Tangki 2 as = 669 kend
 - Truck Berat 3 as = 23 kend
 - Truck Gandeng = 0 kend
 - Truck trailer = 42 kend
- b. LHR akhir umur rencana (2022) sesuai Tabel 4.34
- Mobil penumpang (Mikro Bus, Pickup) = 8731 kend
 - Bus kecil = 41 kend
 - Bus besar = 108 kend
 - Truck Ringan 2 as = 651 kend
 - Truck Sedang 3 as = 18 kend
 - Truck gandeng = 0 kend
 - Truck trailer = 68 kend
- c. Angka ekivalen (E) sesuai Tabel 4.36
- Mobil penumpang = 0,0004
 - Bus kecil = 0,1100
 - Bus besar = 0,3006
 - Truck Ringan 2 as = 5,0231
 - Truck Sedang 3 as = 2,741
 - Truck gandeng = 5,2813
 - Truck Trailer = 10,183
- d. Lintas ekivalen permulaan (LEP) (tahun 2010)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.9}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.11

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.6 Lintas Ekuivalen Permulaan

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEP
Mobil Penumpang	7303	0,5	0,0004	1,461
Bus Kecil	37	0,5	0,11	2,052
Bus Besar	108	0,5	0,3006	16,232
Truck Sedang 2 as	669	0,5	5,0231	1680,677
Truck Berat 3 as	23	0,5	2,7416	31,940
Truck gandeng	0	0,5	5,281	0
Truck trailer	42	0,5	10,183	216,146

Jumlah LEP = 1948,508

d. Lintas ekuivalen akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \text{.....pers 2.10}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.11

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.7 Lintas Ekuivalen Akhir

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEA
Mobil Penumpang	8731	0,3	0,0004	1,746
Bus Kecil	41	0,45	0,11	2,275
Bus Besar	108	0,45	0,3006	16,232
Truck Sedang 2 as	651	0,45	5,0231	1636,069
Truck Berat 3 as	18	0,45	2,7416	24,160
Truck Gandeng	0	0,45	5,281	0
Truck trailer	68	0,45	10,183	343,712

Jumlah LEA = 2024,193

e. Lintas ekuivalen tengah (LET) sesuai pers 2.11 :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{1948,508 + 2024,193}{2} = 1986,351$$

f. Lintas ekuivalen rencana (LER) sesuai pers 2.12 dan 2.13 :

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

$$FP = \frac{10}{10} = 1,0 \longrightarrow LER = 1986,351 \times 1,0 = 1986,351$$

g. Menentukan nilai Faktor Regional (FR)

Persentase kendaraan berat (>5 ton) untuk :

$$\begin{aligned}
 - LHR_{2012} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\
 &= \frac{879}{8182} \times 100 = 10,74\% \\
 &= 10,74\% \leq 30\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad LHR_{2020} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\
 &= \frac{886}{9617} \times 100 = 9,21\% \\
 &= 9,21\% \leq 30\%
 \end{aligned}$$

Kelandaian 5 %

Iklim untuk curah hujan rata-rata tahunan adalah >900mm/th.

Dari tabel 2.12 : diperoleh FR = 1,5

h. IPo (Indeks permukaan pada awal umur rencana)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah LASTON MS 744. Dari tabel 2.14 didapat nilai Ipo >4.

i. IPt (Indeks permukaan pada akhir umur rencana)

Jl Karanglo – Pendem adalah jalan kolektor dengan LER = 1986,351. Dari Tabel 2.15 didapat nilai IPt = 2,0.

j. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

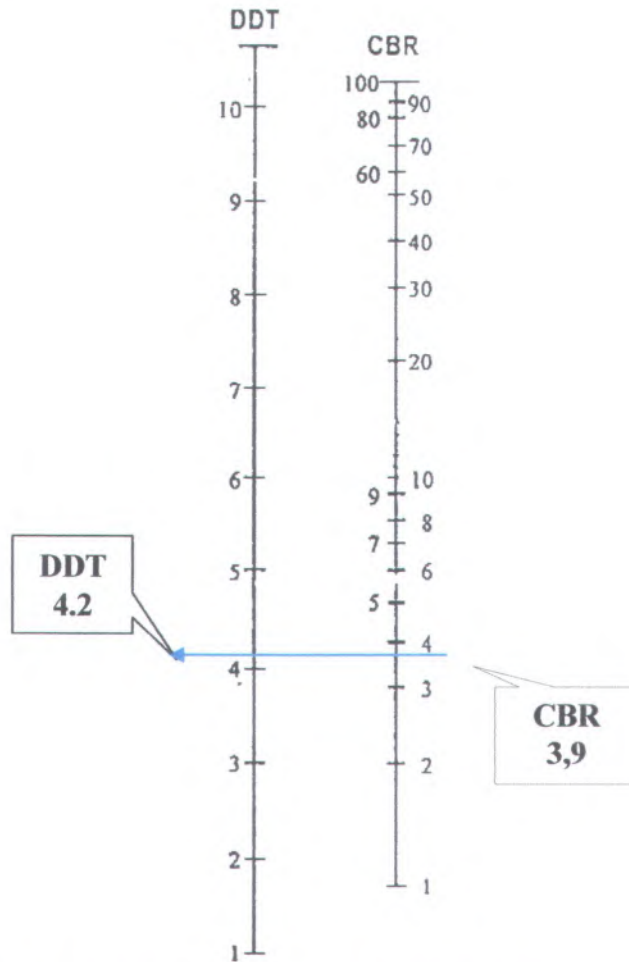
Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat gambar 4.11

diperoleh nilai CBR Rencana 3,9 % dan setelah diketahui maka dapat dilihat dengan nilai DDT yaitu = 4,2 % dari gambar 5.1.

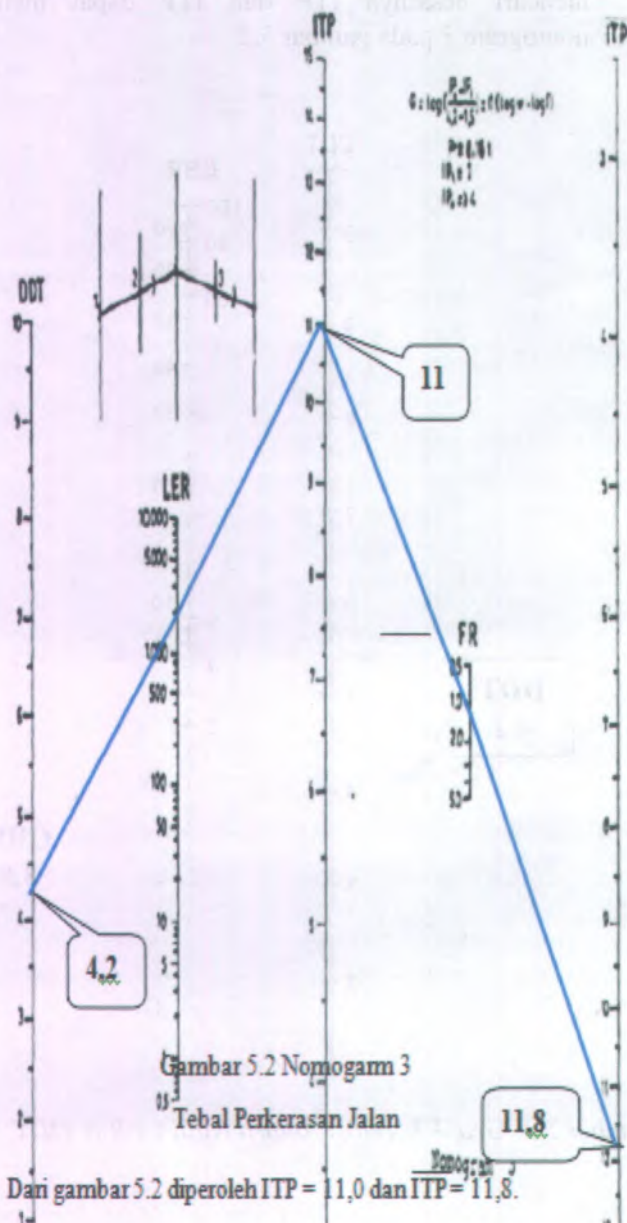
Berikut ini adalah rekapitulasi data – data yang diperlukan untuk memperoleh harga ITP yang diplotkan pada grafik 5.2.

CBR	= 3,9 %
DDT	= 4,2 %
IPo	= >4
IPt	= 2,0
FR	= 1,5
LER	= 1986,351

Karena hasil perhitungan $I_{pt} = 2,0$ dan $I_{po} = >4$ maka untuk mencari besarnya ITP dan ITP dapat menggunakan nomogram 3 pada gambar 5.2



Gambar 5.1. Grafik korelasi Antara Nilai CBR & DDT



Dari gambar 5.2 diperoleh ITP = 11,0 dan ITP = 11,8.

1. Penentuan Tebal Perkerasan

- Jenis lapis perkerasan
 - Lapis permukaan LASTON (MS 744)
 - Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100%)
 - Lapisan pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 50%)

- Koefisien kekuatan relatif
Diperoleh dari tabel 2.15.
 - Lapis permukaan Laston (a1) = 0,40
 - Lapis pondasi atas (a2) = 0,14
 - Lapis pondasi bawah(a3) = 0,12
 - Stabilisasi tanah dasar = 0,13

- Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan
Dari tabel 2.19 dan 2.20.
 - Lapis permukaan (D1) = 10 cm
 - Lapis Agregat kelas A (D2) = 20 cm
 - Lapis Sirtu kelas B (D3) = 25 cm
 - Stabilisasi tanah dasar = dicari

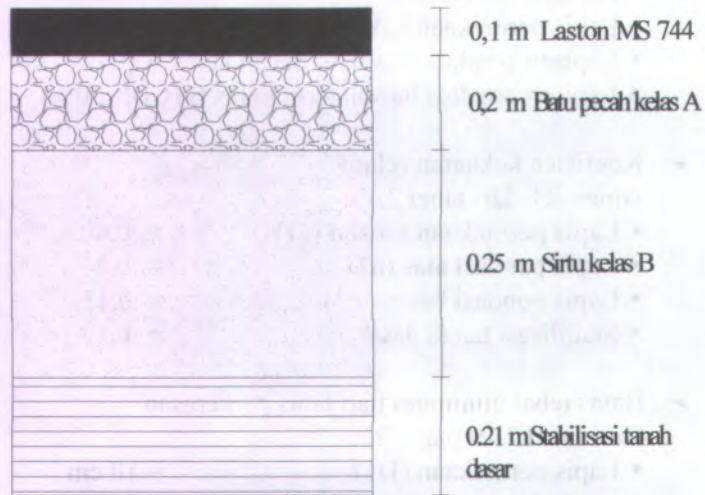
Dari persamaan 2.14 diperoleh.

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot D_4$$

$$12,5 = (0,4 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times 25) + (0,13 \times D_4)$$

$$12,5 = 4 + 2,8 + 3 + 0,13 D_4$$

$$D_4 = 20,77 \text{ cm} \rightarrow = 21 \text{ cm}$$



Gambar 5.3 Rencana Susunan Lapis Permukaan

5.5 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Seperti yang telah dikerjakan dalam Sub Bab pengolahan data bawah hasil perhitungan Faktor Keseragaman (FK) digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambahan dan diuraikan sebagai berikut :

Perhitungan prosentase kendaraan yang lewat ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi seperti dalam tabel 2.11. Koefisien distribusi kendaraan (C).

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.8 Prosentase kendaraan yang lewat jalan

Jenis Kendaraan	LHR		C	Jml kend
Mobil Penumpang	7303	x	0,5	3651,5
Bus Kecil	37	x	0,5	18,5
Bus Besar	108	x	0,5	54
Truck Ringan 2 as	669	x	0,5	334,5
Truck Sedang 3 as	23	x	0,5	11,5
Truck Gandeng	0	x	0,5	0
Truck Trailer	42	x	0,5	21

a. Perhitungan faktor umur rencana

Berdasarkan olah data Benkelman Beam didapat lendutan yang mewakili adalah $D = 0,16$ mm.

Tabel 5.9 Perhitungan faktor umur rencana

Jenis Kendaraan	LHR	i
Mobil Penumpang	7303	0,02
Bus Kecil	37	0,02
Bus Besar	108	0,50
Truck Sedang 2 as	669	-0,01
Truck Berat 3 as	23	-0,05
Truck Gandeng	0	0,074
Truck Trailer	42	0,03

Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas.

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

✓ **Mobil Penumpang**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + (-0,02))^{10} + 2(1 + (-0,02)) \frac{(1 + (-0,02))^{10-1} - 1}{(-0,02)} \right] = 1,1$$

$$\checkmark \text{ Bus Kecil} \\ N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,02)^{10} + 2(1 + 0,02) \frac{(1 + 0,02)^{10-1} - 1}{0,02} \right] = 1,11$$

$$\checkmark \text{ Bus Besar} \\ N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,50)^{10} + 2(1 + 0,50) \frac{(1 + 0,50)^{10-1} - 1}{0,50} \right] = 29,33$$

$$\checkmark \text{ Truk Sedang 2 as} \\ N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + (-0,01))^{10} + 2(1 + (-0,01)) \frac{(1 + (-0,01))^{10-1} - 1}{(-0,01)} \right]$$

$$\checkmark \text{ Truk Berat 3 as}$$

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + (-0,05))^{10} + 2(1 + (-0,05)) \frac{(1 + (-0,05))^{10-1} - 1}{(-0,05)} \right] = 1,32$$

$$\checkmark \text{ Truck Gandeng}$$

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,074)^{10} + 2(1 + 0,074) \frac{(1 + 0,074)^{10-1} - 1}{0,074} \right] = 1,52$$

$$\checkmark \text{ Truk Trailer}$$

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,03)^{10} + 2(1 + 0,03) \frac{(1 + 0,03)^{10-1} - 1}{0,03} \right] = 2,20$$

Tabel 5.10 Faktor umur rencana (N) pada setiap kendaraan

Jenis Kendaraan	R	UR	N
Mobil Penumpang	0,02	10	1,11
Bus Kecil	0,02	10	1,11
Bus Besar	0,50	10	29,33
Truck Sedang 2 as	-0,01	10	0,95
Truck Berat 3 as	-0,05	10	1,32
Truck Gandeng	0,074	10	1,52
Truck Trailer	0,03	10	2,20

Perhitungan Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL) Sebelum perhitungan Akumulatif Ekuivalen Beban Standar (AE 18 KSAL) maka ditentukan terlebih dulu Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

$$UE\ 18\ KSAL = LHR_{awal\ UR} \times \% \text{ kend} \times E \times N$$

Tabel 5.11 UE 18 KSAL

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	N	UE 18 KSAL
Mobil Penumpang	7303	0,5	0,0004	1,11	1,62
Bus Kecil	37	0,,5	0,1100	1,11	2,26
Bus Besar	108	0,5	0,3006	29,33	476,10
Truck Ringan 2	669	0,5	5,0231	0,95	1596,21
Truck Tangki 3 as	23	0,5	2,741	1,32	41,61
Truck Gandeng	0	0,5	5,2813	1,52	0
Truck Trailer	42	0,5	10,183	2,20	470,45
Jumlah			23,64		2588,25

Sehingga didapatkan AE 18 KSAL sebagai berikut :

$$\begin{aligned} AE\ 18\ KSAL &= 365 \times \sum UE\ 18\ KSAL \\ &= 365 \times 2588,25 \\ &= 944711,25 \end{aligned}$$

Lendutan Balik Yang diijinkan (D)

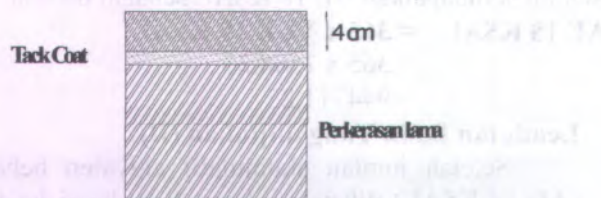
Setelah jumlah akumulatif ekuivalen beban standar (AE 18 KSAL) diketahui, kemudian dicari lendutan balik yang diijinkan \bar{D} (1,4) dengan berdasarkan pada grafik lendutan yang diijinkan sebagaimana gambar 2.3. dari grafik lendutan balik yang diijinkan \bar{D} didapat nilai (D) = 1,1 mm dengan mengplotkan gambar 5.5 didapat bawah perkerasan jalan belum membutuhkan overlay.

b. Perhitungan Tebal Lapisan Tambahan

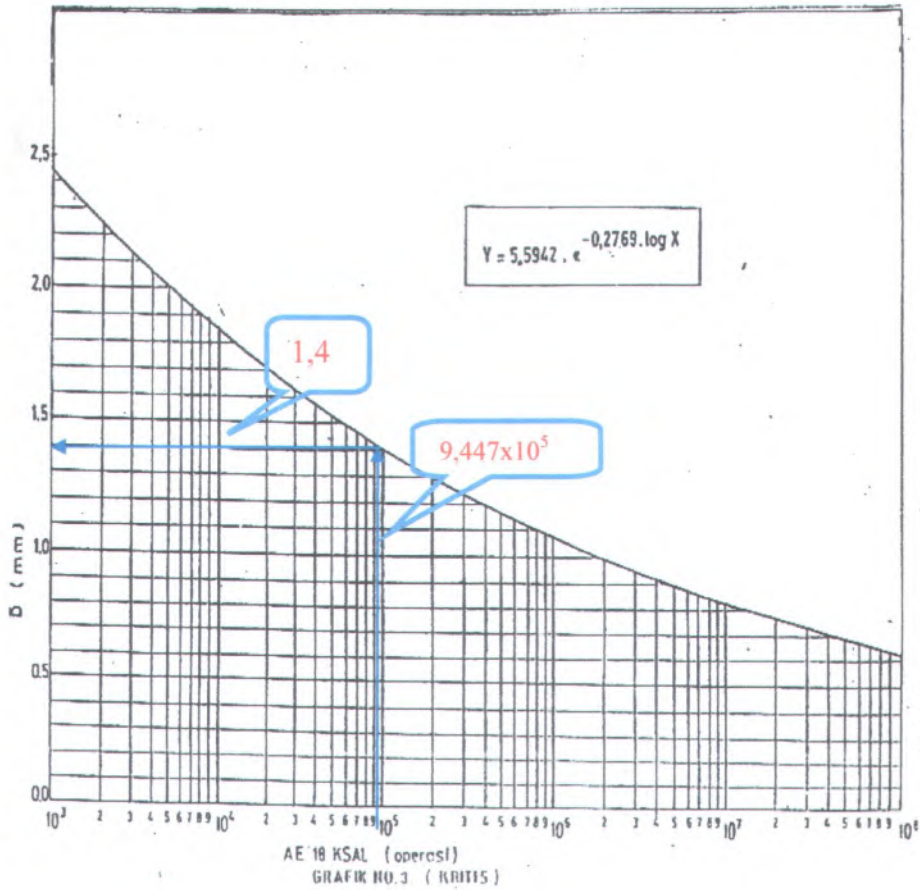
Perhitungan tebal lapisan tambahan ditentukan berdasarkan lendutan balik mewakili (D) = 2,3 mm dan lendutan balik yang diijinkan (i) = 1,4 mm kemudian diplot ke grafik yang terdapat pada gambar 5.5 sehingga didapat bawah jalan ini belum memerlukan lapis tambahan, tetapi ditinjau dari beberapa faktor, maka pada ruas jalan tersebut memerlukan overlay. Faktor – faktor tersebut yaitu :

- Pada ruas jalan sudah mengalami retak – retak dan berlubang sehingga mempengaruhi tingkat kedekatan air yang dapat membuat kerusakan pada badan jalan bertambah parah atau bertambah rusak, jika tidak ditambah sehingga mengurangi keamanan dan kenyamanan pemakai jalan.

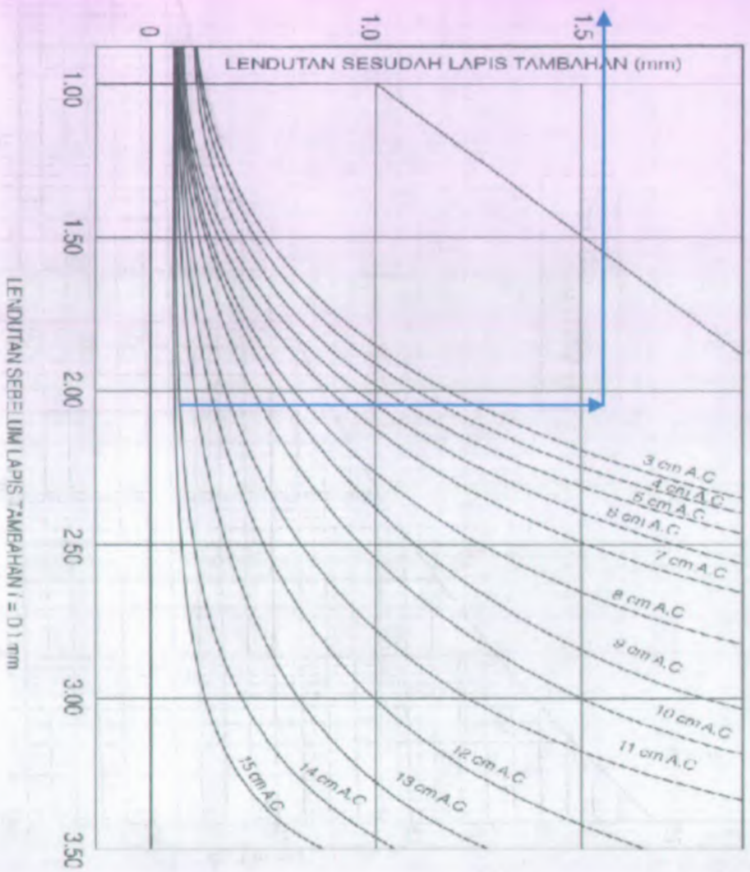
Untuk mendapat lebar jalur lalu lintas efektif sebesar 10 meter (PP.26 Tahun 1985). Oleh sebab itu diperlukan tebal lapis tambahan (overlay), untuk tebal lapis tambahan digunakan AC Laston MS 774 nilai minimum yang diambil dari grafik 5.5 adalah setebal 4 cm.



Gambar 5.4 Rencana Lapis Tambahan (overlay)



Gambar 5.5 Grafik AE 18 KSAL



Gambar 5.6 Grafik Penentuan Tebal Lapis Tambahan

5.6 Perhitungan Analisa Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari Stasiun hujan yang terdekat pada ruas Jalan Lingkar Utara sebagai berikut :

Tabel 5.12 Data Curah Hujan

Tahun	Hujan Harian Max (mm/jam) (Ri)	Deviasi (Ri - rata-rata)	(Ri - R rata-rata) ²
1999	86	-15.8	249.64
2000	98	-3.8	14.44
2001	96	-5.8	33.64
2002	78	-23.8	566.44
2003	102	0.2	0.04
2004	103	1.2	1.44
2005	92	-9.8	96.04
2006	104	2.2	4.84
2008	69	-32.8	1075.84
2009	190	88.2	7779.24
n = 10	1018		9821.6
R rata-rata	101.8		

- ✓ Standar Deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}} = \sqrt{\frac{9821,6}{10}} = 31,34$$

- ✓ Tinggi hujan maksimum

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1018}{10} = 101,8$$

- ✓ Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T.

Periode ulang (T) = 5 tahun

Jumlah Tahun = 10 tahun

Dari tabel 2.29 $Y_t = 1,4999$

Dari tabel 2.30..... $Y_n = 0,4952$

Dari tabel 2.31..... $S_n = 0,9496$

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

$$R_t = 1018 + \frac{31,34}{0,9496} (1,4999 - 0,4952) = 122,631 \text{ mm/jam}$$

- ✓ Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam.

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

$$I = \frac{90\% \times 122,631}{4} = 27,59 \text{ mm / jam}$$

Jadi Intensitas hujan didapat 27,59 mm/jam.

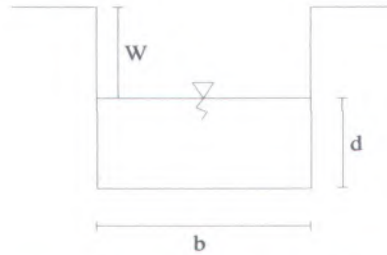
I Rencana = 190 mm/jam.

5.7 Perencanaan Drainase

Pada sub ini akan dibahas tentang perhitungan perencanaan saluran drainase pada proyek ruas jalan Karanglo – Pendem pada sta 24+000 – 27+000 dan hasilnya akan ditabelkan

5.7.1 Perencanaan dreinase pada sta 24+000 – 27+000

Pada sta 24+000 – sta 27+000 kondisi dilapangan adalah daerah perkotaan. Kami merencanakan drainase pada saluran ini adalah berbentuk segiempat sesuai daerah existingnya.



► Perhitungan Drainase 27+000-26+800

a. Perhitungan waktu konsentrasi (T_c)

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 5 m.

L_2 = bahu jalan kemiringan 4%, lebar 2 m.

L_3 = Bagian Luar Jalan 4%, lebar 100 m

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

nd perkerasan = 0,013

nd bahu jalan = 0,2

nd luar jalan = 0,1

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots \text{pers. 2.61}$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots \text{pers. 2.62}$$

$$t_1 \text{ perkerasan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 5x \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,00 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu jalan} = t_2 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2x \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,14 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ luar jalan} = t_3 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 100 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167}$$

$$= 2,19 \text{ menit}$$

$$t_1 = 1,00 \text{ menit} + 1,28 \text{ menit} + 2,19 \text{ menit}$$

$$= 4,33 \text{ menit}$$

t_2 dikarenakan awal saluran dianggap 0.

$$t_2 = 0$$

$$T_c = 4,33 \text{ menit} + 0 \text{ menit}$$

$$T_c = 4,33 \text{ menit}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

Hasil perhitungan T_c diplotkan pada kurva basisi didapatkan curah hujan rencana $I = 185 \text{ mm/jam}$.

c. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

$$C_1 = \text{perkerasan jalan} = 0,95 \text{ (jalan aspal)}$$

$$C_2 = \text{bahu jalan} = 0,2 \text{ (tanah dengan butiran)}$$

$$C_3 = \text{Bagian Luar jalan} = 0,6 \text{ (daerah perkotaan)}$$

$$A_1 = \text{perkerasan jalan} = 5 \text{ m} \times 200 = 1000 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \text{bahu jalan} = 2 \text{ m} \times 200 = 400 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \text{luar jalan} = 100 \text{ m} \times 200 = 20000 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}, \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.66}$$

$$C = \frac{(0,95 \times 1000) + (0,2 \times 400) + (0,6 \times 20000)}{1000 + 400 + 20000}$$

$$C = 0,61$$

d. Perhitungan Debit air (Q)

$$A = 1000 + 400 + 20000 = 21400 \text{ m}^2 = 0,0214 \text{ km}^2$$

$$C = 0,61$$

$$I = 185 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} CxIxA \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.67}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} \times 0,61 \times 185 \times 0,0214$$

$$Q = 0,67 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Analisa perhitungan dimensi saluran

- o Luas penampang basah (Fd)

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$Fd = \frac{0,67}{1,8} = 0,37 \text{ m}^2$$

Fd hitung < Fd min

Maka yang dipakai adalah Fd min : 0,5 m²

- o Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$b = 2d$$

$$Fd = b \times d$$

$$= 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2,1}} = \sqrt{\frac{0,37}{2,1}} = 0,5m$$

Dimensi diatas hanya sebagai acuan, dikarenakan hasil dari perhitungan i saluran < i lapangan maka kami merubah dimensi agar i saluran > i lapangan. Dimensi yang kami pakai adalah 1,0 m

- o Tinggi jagaan (W)

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

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,5} = 0,5 \text{ m}$$

- o Tinggi saluran keseluruhan (d_{total})

$$d_{\text{total}} = d + W$$

$$d_{\text{total}} = 0,5 + 0,5 = m = 1 \text{ m}$$

Jadi tinggi saluran yang digunakan adalah 100 cm

- Lebar saluran (b1)

$$b1 = 2d$$

$$b1 = 2 \times 0,5 = 1 \text{ m}$$

Jadi lebar saluran yang digunakan adalah 0,6 m

- Jari – jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ m}$$

- ▶ Menghitung kemiringan saluran diijinkan dengan menggunakan rumus :

$$v = 1/n \left(R \right)^{2/3} \left(i \right)^{1/2}$$

Saluran dari tanah lurus teratur dalam kondisi baik.

dari Tabel 7 harga $n = 0,020$; $v = 1,8 \text{ m/det}$

$$i = \left(\frac{vxn}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$i = \left(\frac{1,8 \times 0,02}{0,25^{2/3}} \right)^2 = 0,02\%$$

Jadi kemiringan yang diijinkan $i = 0,02\%$

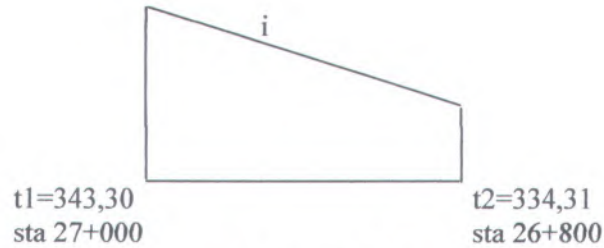
- Kontrol kemiringan

Arah aliran air ke arah timur

Sta : 2+000 ; $t_1 = 343,30$

Sta : 2+050 ; $t_2 = 334,31$

$$i \text{ lapangan} = \frac{t_1 - t_2}{L}$$



$$i \text{ lapangan} = \frac{343,30 - 334,31}{200} \times 100\% = 0,045\%$$

$$i \text{ diinginkan} = 0,02\%$$

$$i \text{ lapangan} = 0,045\%$$

• Kecepatan aliran (V)

$$V_{\text{ijin maks}} = 1,8 \text{ m/detik}$$

$$n = 0,03$$

$$R = 0,12 \text{ m}$$

$$I_{\text{lapangan}} = 0,045\%$$

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

$$V = \frac{1}{0,03} \times 0,05^{2/3} \times 0,045^{1/2} = 1,3 \text{ m/det}$$

Kontrol :

$$V_{\text{ijin min}} \leq V \leq V_{\text{ijin maks}}$$

$$V_{\text{ijin min}} = 0,60 \text{ m/det}$$

$V_{\text{ijin maks}} = 1,8 \text{ m/det}$ (kecepatan aliran yang diijinkan untuk material batu kali)

$$V_{\text{ijin min}} \leq V \leq V_{\text{ijin maks}}$$

$$0,60 \text{ m/det} \leq 1,3 \text{ m/det} \leq 1,80 \text{ m/det (OK)}$$

Tabel 5.13 : Waktu Konsentrasi

STA Saluran	Panjang	t1	t2	Tc
27 + 000 26 + 800	200 m	4.47	0.00	4.47
26 + 800 26 + 600	200 m	4.47	1.85	6.32
26 + 600 26 + 500	100 m	4.47	0.93	5.40
26 + 500 26 + 350	150 m	4.47	1.39	5.86
26 + 350 26 + 275	75 m	4.47	0.69	5.16
26 + 275 26 + 150	125 m	4.47	1.16	5.63
26 + 150 26 + 000	125 m	4.47	1.39	5.86
26 + 000 25 + 925	150 m	4.47	0.69	5.16
25 + 925 25 + 750	75 m	4.47	1.62	6.09
25 + 750 25 + 650	175 m	4.47	0.93	5.40
25 + 650 25 + 475	100 m	4.47	1.62	6.09
25 + 475 25 + 350	175 m	4.47	1.16	5.63
25 + 350 25 + 275	75 m	4.47	0.69	5.16
25 + 275 25 + 075	200 m	4.47	1.85	6.32
25 + 075 25 + 000	75 m	4.47	0.69	5.16
25 + 000 25 + 900	100 m	4.47	0.93	5.40
24 + 900 24 + 700	200 m	4.47	1.85	6.32
24 + 700 24 + 500	200 m	4.47	1.85	6.32
24 + 500 24 + 400	100 m	4.47	0.93	5.40
24 + 400 24 + 200	200 m	4.47	1.85	6.32
24 + 200 24 + 100	100 m	4.47	0.93	5.40
24 + 100 24 + 000	100 m	4.47	0.93	5.40

Tabel 5.14 : Koefisien Aliran

Saluran	Panjang	t1	t2	Tc
27+000 26+800	200 m	4.47 mnt	0.00 mnt	4.47 mnt
26+800 26+600	200 m	4.47 mnt	1.85 mnt	6.32 mnt
26+600 26+500	100 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt
26+500 26+350	150 m	4.47 mnt	1.39 mnt	5.86 mnt
26+350 26+275	75 m	4.47 mnt	0.69 mnt	5.16 mnt
26+275 26+150	125 m	4.47 mnt	1.16 mnt	5.63 mnt
26+150 26+000	125 m	4.47 mnt	1.39 mnt	5.86 mnt
26+000 25+925	150 m	4.47 mnt	0.69 mnt	5.16 mnt
25+925 25+750	75 m	4.47 mnt	1.62 mnt	6.09 mnt
25+750 25+650	175 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt
25+650 25+475	100 m	4.47 mnt	1.62 mnt	6.09 mnt
25+475 25+350	175 m	4.47 mnt	1.16 mnt	5.63 mnt
25+350 25+275	75 m	4.47 mnt	0.69 mnt	5.16 mnt
25+275 25+075	200 m	4.47 mnt	1.85 mnt	6.32 mnt
25+075 25+000	75 m	4.47 mnt	0.69 mnt	5.16 mnt
25+000 25+900	100 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt
24+900 24+700	200 m	4.47 mnt	1.85 mnt	6.32 mnt
24+700 24+500	200 m	4.47 mnt	1.85 mnt	6.32 mnt
24+500 24+400	100 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt
24+400 24+200	200 m	4.47 mnt	1.85 mnt	6.32 mnt
24+200 24+100	100 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt
24+100 24+000	100 m	4.47 mnt	0.93 mnt	5.40 mnt

Tabel 5.15 : Debit Aliran (Q)

Saluran	Panjang	Q (m ³ /det)	Arah aliran
27 + 000 26 + 800	200 m	0.67 mnt	Arah selatan
26 + 800 26 + 600	200 m	0.63 mnt	Arah selatan
26 + 600 26 + 500	100 m	0.61 mnt	Arah selatan
26 + 500 26 + 350	150 m	0.48 mnt	Arah selatan
26 + 350 26 + 275	75 m	0.24 mnt	Arah selatan
26 + 275 26 + 150	125 m	0.40 mnt	Arah selatan
26 + 150 26 + 000	125 m	0.48 mnt	Arah selatan
26 + 000 25 + 925	150 m	0.24 mnt	Arah selatan
25 + 925 25 + 750	75 m	0.55 mnt	Arah selatan
25 + 750 25 + 650	175 m	0.33 mnt	Arah selatan
25 + 650 25 + 475	100 m	0.55 mnt	Arah selatan
25 + 475 25 + 350	175 m	0.41 mnt	Arah selatan
25 + 350 25 + 275	75 m	0.24 mnt	Arah selatan
25 + 275 25 + 075	200 m	0.63 mnt	Arah selatan
25 + 075 25 + 000	75 m	0.24 mnt	Arah selatan
25 + 000 25 + 900	100 m	0.32 mnt	Arah selatan
24 + 900 24 + 700	200 m	0.63 mnt	Arah selatan
24 + 700 24 + 500	200 m	0.63 mnt	Arah selatan
24 + 500 24 + 400	100 m	0.33 mnt	Arah selatan
24 + 400 24 + 200	200 m	0.63 mnt	Arah selatan
24 + 200 24 + 100	100 m	0.33 mnt	Arah selatan
24 + 100 24 + 000	100 m	0.33 mnt	Arah selatan

Tabel 5.16 : Dimensi Saluran

Saluran	Fd (m ²)	Fd min (m ²)	d(m)	d total (m)	b1 (m)	w (m)	R (m)
27+000 26+800	0,37	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+800 26+600	0,35	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+600 26+500	0,34	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+500 26+350	0,26	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+350 26+275	0,14	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+275 26+150	0,22	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+150 26+000	0,26	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
26+000 25+925	0,14	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+925 25+750	0,31	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+750 25+650	0,18	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+650 25+475	0,31	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+475 25+350	0,23	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+350 25+275	0,14	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+275 25+075	0,35	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+075 25+000	0,14	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
25+000 25+900	0,18	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+900 24+700	0,35	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+700 24+500	0,35	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+500 24+400	0,18	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+400 24+200	0,35	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+200 24+100	0,18	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25
24+100 24+000	0,19	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,25

Tabel 5.17 : Kontrol Kecepatan Aliran (V)

I saluran (%)	I lap(%)	V aliran	Vijin	Kontrol
		(m ³ /det)	(m ³ /det)	Valiran < Vijin
0.019	0.045	1.3	1,8	OK
0.019	0.035	1.3	1,8	OK
0.019	0.034	1.2	1,8	OK
0.019	0.031	1.0	1,8	OK
0.019	0.029	0.5	1,8	OK
0.019	0.047	0.8	1,8	OK
0.019	0.028	1.0	1,8	OK
0.019	0.029	0.5	1,8	OK
0.019	0.006	1.1	1,8	OK
0.019	0.033	0.7	1,8	OK
0.019	0.027	1.1	1,8	OK
0.019	0.031	0.8	1,8	OK
0.019	0.017	0.5	1,8	OK
0.019	0.006	1.3	1,8	OK
0.019	0.038	0.5	1,8	OK
0.019	0.038	0.6	1,8	OK
0.019	0.032	1.3	1,8	OK
0.019	0.026	1.3	1,8	OK
0.019	0.016	0.7	1,8	OK
0.019	0.031	1.3	1,8	OK
0.019	0.043	0.7	1,8	OK
0.019	0.011	0.7	1,8	OK

5.8 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

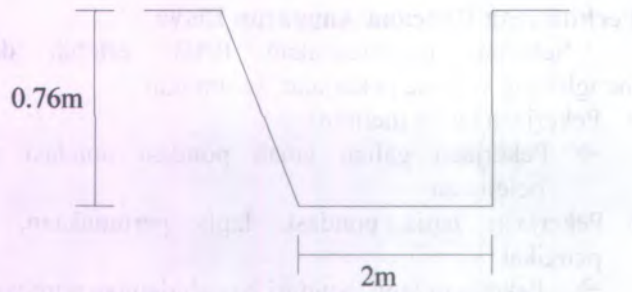
Sebelum merencanakan RAB terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain :

- a. Pekerjaan tanah meliputi :
 - Pekerjaan galian tanah pondasi pondasi untuk pelebaran
- b. Pekerjaan lapis pondasi, lapis permukaan, lapis pengikat :
 - Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas A
 - Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas B
 - Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan AC.
 - Pekerjaan lapis antara dengan AC.
- c. Pekerjaan lapis permukaan yang meliputi :
 - Pekerjaan pengikat (*tack coat*) untuk mengikat seluruh permukaan jalan lama dengan AC Laston MS 744.
- d. Pekerjaan drainase antara lain :
 - Pekerjaan galian tanah.
 - Pekerjaan pemasangan batu.

5.8.1 Pehitungan volume pekerjaan

a. Pekerjaan tanah

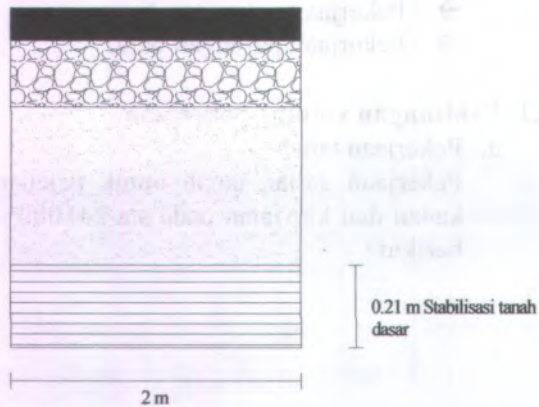
Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran jalan sebelah kanan dan kiri jalan pada sta 24+000 – 27+000 sebagai berikut :



Panjang = 3000 m
 Lebar = 2,00 m
 Tebal = 0,76 m
 Volume = $2 \times (3000 \times ((2\text{m}+2,5\text{m})/2) \times 0,76)$
 = 10260 m^3

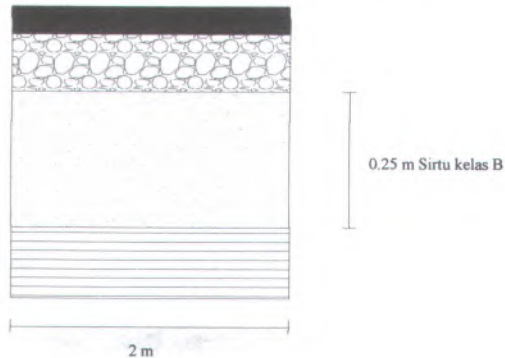
b. Pekerjaan lapis pondasi dan lapis permukaan

1. Pekerjaan lapis Stabilisasi tanah dengan Tanah Lempung Kepasiran. Volume Stabilisasi tanah pada sta 24+000 – 27+000.



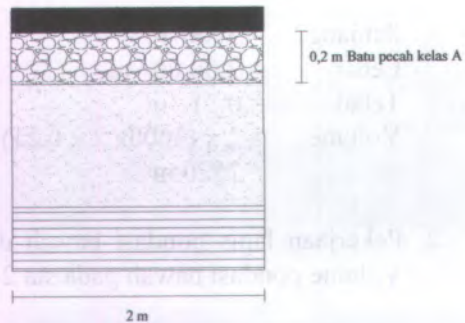
$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 2,00,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,21 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 2 \times 0,21) \\
 &= 2520 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan sirtu kls B.
Volume pondasi bawah pada sta 24+000 – 27+000.



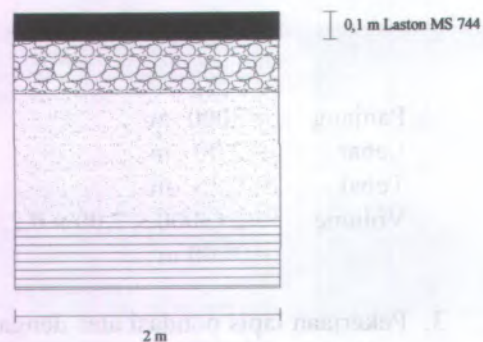
$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 2,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,25 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 (3000 \times 2,00 \times 0,25) \\
 &= 3000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas
A. Volume pondasi atas pada sta 24+000 – 27+000.



Panjang = 3000 m
 Lebar = 2,00 m
 Tebal = 0,20 m
 Volume = 2 (3000 x 2,00 x 0,20)
 = 2400 m³

4. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.



Panjang = 3000 m
 Lebar = 2,00 m
 Tebal = 0,1 m
 Volume = 2 (3000 x 2 x 0,1)
 = 12000 m³

5. Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan Laston pada Km 24+000 – 27+000.

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

$$\text{Lebar} = 2,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 (3000 \times 2,00) \\ &= 1200 \text{ m}^2 = 1200 \text{ lt.} \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk *prime Coat* (0,4-3 ltr/m²). Terdiri dari campuran 80 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 ltr/m².

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1200 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ ltr/m}^2 \\ &= 480 \text{ ltr} \end{aligned}$$

6. Pekerjaan lapis pengikat (*tack coat*)

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

$$\text{Lebar} = 2,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 2,00) \\ &= 1200 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk *Tack Coat* (0,2-1 ltr/m²).

Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,2 ltr/m².

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1200 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ ltr/m}^2 \\ &= 240 \text{ ltr} \end{aligned}$$

- c. Pekerjaan lapis tambahan atau *Overlay*.

1. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.

Volume pondasi bawah pada Km 2+000 – 5+000.



$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 5,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,04 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 5,0 \times 0,04) \\
 &= 1200 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

1. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 5,00 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 2 \times (3000 \times 5,00) \\
 &= 30.000 \text{ m}^2 = 30.000 \text{ lt.}
 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk Tack Coat (0,2-1 ltr/m²).
Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,2 ltr/m².

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 30.000 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ ltr/m}^2 \\
 &= 6000 \text{ ltr}
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

Panjang = 3000 m

Lebar = 5,00 m

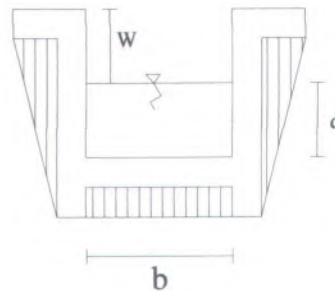
Volume = $2 \times (3000 \times 5,00)$
 $= 30.000 \text{ m}^2 = 30.000 \text{ lt.}$

Ketentuan spesifikasi untuk Tack Coat (0,2-1 ltr/m²).
 Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,2 ltr/m².

Volume = $30.000 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ ltr/m}^2$
 $= 6000 \text{ ltr}$

d. Pekerjaan Drainase

➤ Dimensi b pakai = 1 m, d pakai = 1 m digunakan pada STA 24+000 – 27+000ki ka



❖ STA 24+000 – 24+100

Dimensi saluran :

b1 pakai = 1,0 m

d pakai = 1,0 m

Jumlah = 2

a. Pekerjaan galian tanah untuk saluran tepi

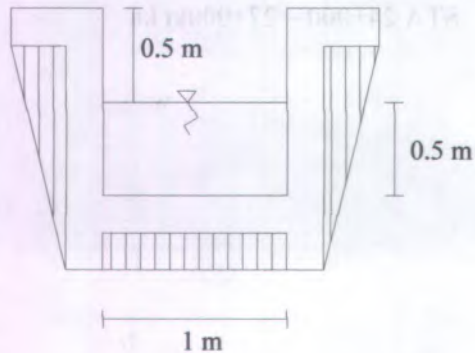
Dimensi galian :

Panjang = 100 m

Lebar = 1,0 m

Kedalaman = $1,0 + 0,2 + 0,2 = 1,4 \text{ m}$

- Volume = $2 \times 100 \times 1,0 \times 2,0$
 = 280 m^3
- b. Pekerjaan pasangan batu kali
- Luas galian = $1,4 \times 1,0 = 1,4 \text{ m}^2$
 Luas saluran = $1,0 \times 1,0 = 1,0 \text{ m}^2$
 Luas pasangan batu = $1,4 - 1 = 0,4 \text{ m}^2$
 Volume = $2 \times 0,4 \times 3000 = 2400 \text{ m}^3$
- c. Pekerjaan Urugan
- Panjang = 100 m
 Luas Urugan = $(1,0 \times 0,2) + (2 \times (0,22 \times 1,4))$
 = $0,76 \text{ m}^2$
 Volume = $2 \times (100 \times 0,76) = 270 \text{ m}^3$



Gambar : 5.7 Detail dimensi drainase berukuran b pakai = 1,0 m,
 dan d pakai = 1,0 m

- e. Pekerjaan Finishing
- Marka Jalan (m^2)
- Panjang garis putus-putus = 4 m
 Jarak celah garis putus-putus = $4,5 \text{ m}$
 Lebar marka = $0,1 \text{ m}$

1. Untuk Marka Tengah Jalan

Kebutuhan marka tengah jalan :

$$3000 : (4+4,5) = 262 \text{ m}^2 \times 2 = 705,882 \text{ m}^2$$

Volume pekerjaan :

$$705,882 \times 0,1 \times 4 = 282,353 \text{ m}^2$$

Tabel 5.18 : Perhitungan volume galian tanah untuk saluran drainase

No	Gambar	STA	jumlah	Panjang	Dimensi			Luas Area	Vol Galian(m ³)
					b1	b2	Tinggi		
1		27+000 - 26+800	2.0	200	1.4	2	1.4	2.38 m ²	952.00 m ³
		26+800 - 26+600		200				2.38 m ²	952.00 m ³
		26+600 - 26+500		100				2.38 m ²	476.00 m ³
		26+500 - 26+350		150				2.38 m ²	714.00 m ³
		26+350 - 26+275		75				2.38 m ²	357.00 m ³
		26+275 - 26+150		125				2.38 m ²	595.00 m ³
		26+150 - 26+000		150				2.38 m ²	714.00 m ³
		26+000 - 25+925		75				2.38 m ²	357.00 m ³
		25+925 - 25+750		175				2.38 m ²	833.00 m ³
		25+750 - 25+650		100				2.38 m ²	476.00 m ³
		25+650 - 25+475		175				2.38 m ²	833.00 m ³
		25+475 - 25+350		125				2.38 m ²	595.00 m ³
		25+350 - 25+275		75				2.38 m ²	357.00 m ³
		25+275 - 25+075		200				2.38 m ²	952.00 m ³
		25+075 - 25+000		75				2.38 m ²	357.00 m ³
		25+000 - 25+900		100				2.38 m ²	476.00 m ³
		24+900 - 24+700		200				2.38 m ²	952.00 m ³
		24+700 - 24+500		200				2.38 m ²	952.00 m ³
		24+500 - 24+400		100				2.38 m ²	476.00 m ³
		24+400 - 24+200		200				2.38 m ²	952.00 m ³
24+200 - 24+100	100	2.38 m ²	476.00 m ³						
24+100 - 24+000	100	2.38 m ²	476.00 m ³						
jumlah				3000 m				52.36 m ²	14280.00 m ³

Tabel 5.19 : Perhitungan volume pasangan batu kali untuk saluran drainase

Gambar	STA	Jumlah	Panjang	Luas Area			L Total	Volum batu kali
				L (I) pxl	L (II) pxl	L (III) pxl		
	27+000 - 26+800	2.0	200	0.10 m ²	0.24 m ²	0.20 m ²	0.88 m ²	352.00 m ³
	26+800 - 26+600		200					352.00 m ³
	26+600 - 26+500		100					176.00 m ³
	26+500 - 26+350		150					264.00 m ³
	26+350 - 26+275		75					132.00 m ³
	26+275 - 26+150		125					220.00 m ³
	26+150 - 26+000		150					264.00 m ³
	26+000 - 25+925		75					132.00 m ³
	25+925 - 25+750		175					308.00 m ³
	25+750 - 25+650		100					176.00 m ³
	25+650 - 25+475		175					308.00 m ³
	25+475 - 25+350		125					220.00 m ³
	25+350 - 25+275		75					132.00 m ³
	25+275 - 25+075		200					352.00 m ³
	25+075 - 25+000		75					132.00 m ³
	25+000 - 25+900		100					176.00 m ³
	24+900 - 24+700		200					352.00 m ³
	24+700 - 24+500		200					352.00 m ³
	24+500 - 24+400		100					176.00 m ³
	24+400 - 24+200		200					352.00 m ³
24+200 - 24+100	100	176.00 m ³						
24+100 - 24+000	100	176.00 m ³						
Jumlah			3000 m					5280.00 m ³

Tabel 5.20 : Perhitungan volume plesteran untuk saluran drainase

No	Gambar	STA	Jumlah	Panjang	Luas Area	Vol Plesteran(m ²)				
1		27+000 - 26+800	2.0	200	4.00 m	1600.00 m ²				
		26+800 - 26+600		200		1600.00 m ²				
		26+600 - 26+500		100		800.00 m ²				
		26+500 - 26+350		150		1200.00 m ²				
		26+350 - 26+275		75		600.00 m ²				
		26+275 - 26+150		125		1000.00 m ²				
		26+150 - 26+000		150		1200.00 m ²				
		26+000 - 25+925		75		600.00 m ²				
		25+925 - 25+750		175		1400.00 m ²				
		25+750 - 25+650		100		800.00 m ²				
		25+650 - 25+475		175		1400.00 m ²				
		25+475 - 25+350		125		1000.00 m ²				
		25+350 - 25+275		75		600.00 m ²				
		25+275 - 25+075		200		1600.00 m ²				
		25+075 - 25+000		75		600.00 m ²				
		25+000 - 25+900		100		800.00 m ²				
		24+900 - 24+700		200		1600.00 m ²				
		24+700 - 24+500		200		1600.00 m ²				
		24+500 - 24+400		100		800.00 m ²				
		24+400 - 24+200		200		1600.00 m ²				
		24+200 - 24+100		100		800.00 m ²				
		24+100 - 24+000		100		800.00 m ²				
		Jumlah					3000		24000.00 m ²	

Tabel 5.21 : Perhitungan volume urugan untuk saluran drainase

No	Gambar	STA	Jumlah	Panjang	Dimensi				Luas Total	Vol Urugan(m ³)	
					I		II				
					p	i	p	i			
1		27+000 - 26+800	2.0	300 m	0.30 m	1.20 m	1.00 m	0.20 m	0.56 m ²	224.00 m ³	
		26+800 - 26+600								224.00 m ³	
		26+600 - 26+500								100	112.00 m ³
		26+500 - 26+350								150	168.00 m ³
		26+350 - 26+275								75	84.00 m ³
		26+275 - 26+150								125	70.00 m ³
		26+150 - 26+000								150	168.00 m ³
		26+000 - 25+925								75	84.00 m ³
		25+925 - 25+750								175	196.00 m ³
		25+750 - 25+650								100	112.00 m ³
	25+650 - 25+475	175								196.00 m ³	
	25+475 - 25+350	125								140.00 m ³	
	25+350 - 25+275	75								84.00 m ³	
	25+275 - 25+075	200								224.00 m ³	
	25+075 - 25+000	75								84.00 m ³	
	25+000 - 25+900	100								112.00 m ³	
	24+900 - 24+700	200								224.00 m ³	
	24+700 - 24+500	200								224.00 m ³	
	24+500 - 24+400	100								112.00 m ³	
	24+400 - 24+200	200								224.00 m ³	
24+200 - 24+100	100	112.00 m ³									
24+100 - 24+000	100	112.00 m ³									
									3290.00 m ³		

Tabel 5.22 : Rekap volume pekerjaan

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
I	Persiapan		
1	Pembersihan	m2	45600
II	Pekerjaan Tanah		
1	Galian untuk pelebaran jalan	m3	10260
2	Galian untuk drainase	m3	14280
3	Urugan untuk drainase	m3	5160
III	Pekerjaan Lapis Perkerasan		
1	Lapis Pondasi bawah dengan sirtu kls B tebal 35 cm	m3	3000
2	Lapis Pondasi atas dengan sirtu kls A tebal 20 cm	m3	2400
3	Lapis Permukaan dengan Laston MS 744 tebal 4 cm	m3	1800
4	Lapis perekat Tack Coat	liter	2400
IV	Pekerjaan Tebal Lapis Tambahan		
1	Lapis tambahan (overlay) AC Laston MS 744 tebal 4cm	m3	1200
2	Lapis perekat Tack Coat	liter	6000
V	Pekerjaan Drainase		
1	Pasangan Batu Kali belah 15/20 (1PC:5PS)	m3	5280
2	Plesteran	m2	24000
V	Finishing		
1	Marka tengah	m2	282

Tabel 5.23 : Harga Satuan

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN
UPAH KERJA			
1	Mandor	Jam	Rp 7,856.00
2	Pekerja Terampil	Jam	Rp 6,050.00
3	Pekerja / Buruh Tak Terampil	Jam	Rp 6,050.00
4	Tukang	Jam	Rp 7,071.00
5	Operator	Jam	Rp 7,071.00
6	Mekanik	Jam	Rp 7,071.00
MATERIAL			
1	Batu Kali	m3	Rp 105,600.00
2	Pasir Pasang	m3	Rp 82,000.00
3	Solar (industri)	lt	Rp 9,240.00
4	Semen Pc	kg	Rp 1,450.00
5	Kerosen/minyak Tanah	lt	Rp 3,850.00
6	Filler	kg	Rp 330.00
7	Agregat Kasar (AC)	m3	Rp 164,600.00
8	Agregat Halus	m3	Rp 140,500.00
9	Aspal cement (Curah)	kg	Rp 8,609.00
10	Aspal Emulsi (RC)	kg	Rp 7,350.00

11	Batu Pecah 1/2-1	m3	Rp	130,000.00
12	Batu Pecah 1-2	m3	Rp	125,000.00
13	Batu Pecah 2-3	m3	Rp	115,000.00
14	Agregat Base Kelas A	m3	Rp	112,500.00
15	Agregat Base Kelas B	m3	Rp	93,750.00
16	Thermoplastic	kg	Rp	32,000.00
17	Glass Bead	kg	Rp	22,500.00
18	Curbing beton	buah	Rp	50,000.00
19	Minyak Pelumas	lt	Rp	35,000.00
20	Batu Kerikil	m3	Rp	110,000.00
21	Kayu Perancah	m3	Rp	1,900,000.00
22	Material Timbunan	m3	Rp	45,000.00
23	Sirtu	m3	Rp	70,000.00
24	Pasir Cor	m3	Rp	100,000.00
PERA LATA N				
1	Sewa Aspalt Sprayer	jam	Rp	44,976.00
2	Sewa Compressor 4000-6500	jam	Rp	134,937.00
3	Sewa AMP	jam	Rp	4,729,009.00
4	Sewa Aspal Finisher	jam	Rp	198,723.00
5	Sewa Dump Truck 8-10 m3	jam	Rp	262,000.00
6	Sewa Dump Truck 3-4 m3	jam	Rp	196,832.00
6	Sewa Pneumatic Tire Roller 8-10 T	jam	Rp	189,001.00

7	Sewa Tandem Roller 6-8 T	jam	Rp	179,687.00
8	Sewa Wheel Loader	jam	Rp	374,355.00
9	Motor Grader	jam	Rp	372,023.00
10	Excavator	jam	Rp	310,351.00
11	Vibratory Roller 5-8	jam	Rp	257,478.00
12	Concrete Mixer 0,3-0,6m3	jam	Rp	46,702.00
13	Generator set	jam	Rp	501,461.00
14	Water Tank 3000-4500L	jam	Rp	176,063.00
15	Bulldozer	jam	Rp	404,535.00
16	Alat bantu	Ls	Rp	1,000.00
17	Concrete Vibrator	jam	Rp	31,526.00

Tabel 5.24 : Analisa Harga Satuan

4	Pekerjaan Urugan Tanah untuk Drainase					
	TENAGA					
	Mandor	0.0134	jam		7,856	105.2704
	Pekerja Buruh Tak Terampil	0.0535	jam		6,050	323.68
	Jumlah					429
	BAHAN					
	Material Urugan	1.2	m ³		45000	54000
	PERALATAN					
	Alat bantu	1	Ls	1000		1000
	Jumlah					55,429
5	Pekerjaan lapis stabilasi tanah dasar					
	TENAGA					
	Mandor	0.0514	jam		7,856	246.6784
	Operator	0.0943	jam		7,071	666.9256681
	Sopir	0.0629	jam		7,071	444.6171121
	Pekerja Buruh Tak Terampil	0.2201	jam		6,050	1331.605
	BAHAN					
	Sirtu	1.2	m ³		70000	84000
	PERALATAN					
	Motor grader	0.0092	jam	372,023		3422.6116
	Dump truck	0.1655	jam	362,000		43361
	Vibro roller	0.008	jam	257,478		2059.824
	Wheel loader	0.0314	jam	374,355		11754.747
	Water Tanker	0.0383	jam	176,063		6743.2129
	Alat bantu	1	Ls	1,000		1000

	jam		kg		220	1200
PERALATAN						
AMP 30 T	0.0241	jam		4729009		113969.1169
Wheel loader	0.0117	jam		374355		4379.9533
Dump truck	0.3148	jam		262000		82477.6
Asphalt Finisher	0.0151	jam		198723		3000.7173
Tandem Roller	0.0097	jam		179687		1742.9639
Pneumatic Tire Roller	0.0107	jam		189001		2022.3107
Alat bantu	1	Ls		1,000		1000
Jumlah						792676.188
9	Pekerjaan Overlay AC Laston Ms 744					
TENAGA						
Mandor	0.0034	jam			7,856	26.7104
Pekerja Terampil	0.0413	jam			6050	349.865
BAHAN						
Aspal Curah	63	kg		7330		463030
Agregat Kasar	0.495	m3		184800		81477
Agregat Halus	0.2279	m3		140,500		32019.95
Filler	22	kg		330		7260
PERALATAN						
AMP 30 T	0.0241	jam		4,729,009		113969.1169
Wheel loader	0.0117	jam		374,355		4379.9533
Dump truck	0.3148	jam		262,000		82477.6
Asphalt Finisher	0.0151	jam		198,723		3000.7173
Tandem Roller	0.0097	jam		179,687		1742.9639
Pneumatic Tire Roller	0.0107	jam		189,001		2022.3107
Alat bantu	1	Ls		1,000		1000
Jumlah						792676.188
10	Pekerjaan Lapis Perekat (Tack Coat)					
TENAGA						
Mandor	0.003	jam			7,856	23.568
Pekerja Terampil	0.0211	jam			6050	
BAHAN						
Aspal Emulsi (RC)	1.1	kg		7330		8085
bensin	0.55	liter		3850		2117.5
PERALATAN						
Aspal Sprayer	0.003	jam		44976		134.928
Compressor	0.0065	jam		134937		850.1031
Dump truck	0.003	jam		196,832		590.496
Jumlah						11801.5951
11	Pekerjaan Pemasangan Batu kali					
TENAGA						
Mandor	0.9333	jam			7,856	7332.0048
Pekerja	14	jam			6050	84700
Tukang Batu	5	jam			6,050	28233.533
BAHAN						
Semen PC	1	kg		1450		2146
Batu Kali	1.1	m3		100000		110000
Pasir pasang	0.4814	m3		115,000		55361
PERALATAN						
Alat bantu	1	Ls		1,000		1000
Jumlah						288772.54
12	Pekerjaan Plesteran					
TENAGA						
Mandor	0.9333	jam			7,856	7332.0048
Pekerja	14	jam			6050	84700

	Uraian	Jumlah	Unit	Uraian	Uraian
	BAHAN				
	Semen PC	1.48	kg	1450	2146
	Pasir pasang	0.024	m ³	82000	1968
	PERALATAN				
	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Jumlah				97146.0048
13	Pekerjaan Marka Jalan				
	TENAGA				
	Mandor	0.1	jam	7856	786
	Pekerja Terampil	0.3	jam	6050	1,815
	Pekerja / Buruh Tak Terampil	0.6	jam	6,050	3,630
	BAHAN				
	Themoplastic	2.6775	kg	32000	85,680
	Glass Bead	0.4725	kg	22500	10631.25
	PERALATAN				
	Compressor	0.1	jam	134937	13493.7
	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Jumlah				104,861

Tabel 5.25 : Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
I	Pekerjaan Persiapan				
1	Pembersihan dan Pembongkaran Lahan	m ²	45,600	69,85	3,184,978
II	Pekerjaan Tanah				
1	Galian Untuk Pelebaran	m ³	10,260	16,228	166,496,794
2	Galian Untuk Drainase	m ³	14,280	921	13,145,834
3	Urugan Untuk Drainase	m ³	5,160	429	2,213,358
III	Pekerjaan Lapis Perkerasan				
1	Lapis Pondasi bawah sirtu Kls B	m ³	3,000	195,129	585,385,886
2	Lapis Pondasi Atas Batu Pecah Kls A	m ³	2,400	225,587	541,409,136
3	Lapis Permukaan dengan Laston MS 74	m ³	1,800	792,676	1,426,817,138
4	Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	ltr	2,400	11,802	28,323,828
IV	Pekerjaan Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>)				
1	Lapis Perekat (<i>Tack Coat</i>)	ltr	6,000	11,802	70,809,571
2	Lapis Permukaan dengan Laston MS 74	m ³	1,200	792,676	951,211,425
V	Pekerjaan Drainase				
1	Pemasangan Batu Kali	m ³	5,280	288,773	1,524,719,010
2	Plesteran	m ²	24000	97146.0048	2331504115
VII	Pekerjaan Finishing				
1	Marka Tengah	m ²	282	104,861	29607700.18
	JUMLAH				7,645,221,073
	PPN 10%				764,522,107
	Jumlah Total				8,409,743,180

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Proyek akhir ini merencanakan peningkatan jalan berupa pelebaran jalan dengan menggunakan perkerasan lentur (Flexible pavement). Perencanaan peningkatan ruas jalan Karanglo –Pendem dilakukan agar jalan mampu melayani arus lalu lintas sesuai dengan prediksi peningkatan arus lalu lintas sesuai umur rencana. Berdasarkan dari hasil evaluasi dan pembahasan pada ruas jalan Karanglo - Pendem, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil evaluasi pada awal umur rencana (tahun 2012) menunjukkan bahwa angka derajat kejenuhan tidak memenuhi persyaratan ($DS \geq 0,75$), dan dapat disimpulkan bahwa kapasitas jalan pada ruas jalan Karanglo - Pendem ini tidak memenuhi syarat untuk melayani arus lalu lintas yang lewat. Sehingga perlu adanya pelebaran pada jalur dan bahu jalan sesuai dengan persyaratan jalan kolektor menurut manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) pada sisi kanan dan kiri jalan yang semula lebar jalur 6.00 m dan lebar bahu 2.00 m menjadi lebar jalur 10,00 m dan lebar bahu jalan 2,00 m.
2. Peningkatan kapasitas jalan pada ruas jalan Karanglo – Pendem berupa penambahan lebar jalur dan lebar bahu jalan pada perkerasan untuk mendukung arus lalu lintas yang lewat. Penambahan lebar tiap lajur jalan sebesar 2,00 meter, dimana susunan struktur perkerasan jalannya yaitu Stabilisasi tanah dasar dengan tebal 21 cm, lapis pondasi bawah berupa sirtu dengan tebal 25 cm, lapis pondasi atas berupa batu pecah dengan tebal 20 cm, dan lapis permukaan berupa laston MS 744 dengan tebal 10

cm. Penambahan lebar bahu jalan menjadi 2,00 m berupa sirtu kelas B.

3. Peningkatan daya dukung eksisting dengan cara tebal lapis tambahan (overlay), dimana susunan struktur perkerasan untuk tebal lapis tambahan (overlay), yaitu lapis permukaan berupa laston MS 744 dengan tebal 4 cm.
4. Pada STA 24+000 – STA 27+000 direncanakan pembangunan drainase dengan cara menentukan waktu konsentrasi, intensitas hujan, koefisien pengaliran, debit aliran dan dimensi saluran drainase. Dari hasil penentuan tersebut didapatkan dimensi saluran berbentuk segi empat dengan bahan betu kali sebagai berikut :
 1. Pada STA 24+000 – 24+100 ki ka; STA 24+100 – 24+200 ki ka; STA 24+200 – 24+400 ki ka; STA 24+400 – 24+500 ki ka; STA 24+500 – 24+700 ki ka; STA 24+700 – 24+900 ki ka; STA 24+900 – 25+000 ki ka; STA 25+000 – 25+075 ki ka; STA 25+075 – 25+275 ki ka; STA 25+275 – 25+350 ki ka; STA 25+350 – 25+475 ki ka; STA 25+475 – 25+650 ki ka; STA 25+650 – 25+750 ki ka; STA 25+750 – 25+925 ki ka; STA 25+925 – 26+000 ki ka; STA 26+000 – 26+150 ki ka; STA 26+150 – 26+275 ki ka; STA 26+275 – 26+350 ki ka; STA 26+350 – 26+500 ki ka; STA 26+500 – 26+600 ki ka; STA 26+600 – 26+800 ki ka; STA 26+800 – 27+000 ki ka. Dimensi lebar saluran (b) = 1,00 m; tinggi saluran (d) = 0,5 m, dan tinggi jagaan (w) = 0,5 m.
5. Pada arah ruas jalan Karanglo - Pendem dan arah ruas Jalan Pendem – Karanglo didapat nilai lengkung vertikal sebesar 27,54 m/km < 30 m/km maka tipe medan jalan ini bukit.
6. Proyek akhir ini didesain dengan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar **Rp. 8.409.743.180** (*delapan milyar empat ratus sembilan juta tujuh ratus empat*

ini sudah termasuk PPN 10 %. Biaya tersebut dihitung berdasarkan harga satuan pada kondisi tahun 2012.

6.2 SARAN

Perencanaan peningkatan jalan pada ruas Karanglo – pendem STA MLG 24+000 – STA 27+000 Kabupaten Malang ini direncanakan dengan umur rencana selama 10 tahun dimulai dari tahun 2012. Oleh karena itu perencanaan peningkatan ini dapat digunakan dan bertahan hingga tahun 2022, dan setelah tahun pada ruas Karanglo – Pendem Kabupaten Malang perlu dievaluasi ulang mengenai kondisi pelebaran jalan, kapasitas jalan, dan kapasitas salurannya.

PENUTUP

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nya-lah, Proyek Akhir kami dengan judul “Perencanaan Peningkatan Jalan pada ruas Karanglo – Pendem STA 24+000 - STA 27+000 Kabupaten Gresik - Propinsi Jawa Timur “ dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik.

Dengan menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan kami sehingga dalam penyusunan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik maupun petunjuk demi kesempurnaan penyusunan proyek akhir ini.

Semoga penyusunan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya maupun pembaca pada umumnya.

Akhir kata kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesaikannya penyusunan proyek akhir ini.

Surabaya, Juli 2012

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Perkotaan Dengan Metode Analisa Komponen*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkleman Beam*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1990. *Spesifikasi Standart Untuk Rencana Geometrik Jalan Perkotaan*.
- RSNI-T-14.2004. *Standart Geometrik Jalan Perkotaan*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*, SNI 03 - 3424 - 1994.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2012. *Harga Satuan Pokok Kegiatan* : Jawa Timur

Mellyna say

Thanks!



Daripada sekedar bikin pembahasan di proyek akhir, ternyata membuat halaman ucapan terimakasih yang hanya DISEDIAKAN 3 LEMBAR SAJA membuat saya repot tujuh keliling.. Banyak Hal yang harus di cut mengingat kampus saya punya aturan sendiri... daripada saya dongkol sebal dan kepikiran terus-terusan, maka saya bikin Halaman Ucapan Terimakasih 😊

1. Allah SWT. Ayat-ayatMu sungguh menenangkan dan menjawab semua pertanyaan hati. Praise be to Allah, the Lord of the worlds! Semoga saya tetap berada di jalanmu dan terus menjadi lebih baik.
2. Ir. Djoko Sulistiono! Dosen pembimbing yang luar biasa baik, sabar, pengertian dan lain-lain.. hehe.. menyempatkan waktu padatnya ditengah jadwal-jadwal operasi, seminar, kegiatan mengajarnya, hingga family timenya. Memberi saya banyak arahan mulai dari substansi materi proyek akhir hingga cara berperilaku. Mendukung saya dalam segi moral. Pandai memuji dan cukup humoris. Semoga sehat selalu dan banyak rejeki, pak!
3. Ibu Palupi yang sangat menenangkan dengan senyum dan tawa nya saat di ruang baca, Ibu Palupi yang penuh rasa ingin tahu dan saran-saran yang

solutif, serta ibu palupi dengan segala kecerdasannya yang membuat saya merasa begitu belajar banyak ketika berbicara dengannya. Terimakasih bu sudah mau meminjamkan ruangan dan buku-buku nya, tak lupaa partner bu palupi, pak sarwo .. makasii pak 😊

4. ***Thanks to my parents*** : Ibu! Ibu! Dan ibu! Bapakk! Bapakk! Hahaha..., big thanks xooo muchh! So far, saya memang hanya bisa menghabiskan duit dan menambah biaya listrik, haha. Saya tidak bisa berhenti berterimakasih. Tidak hanya dalam hal proyek akhir ini, tetapi saya berterimakasih untuk semua yang ada di kehidupan saya. Ibu adalah orang tersabar dan Bapak adalah orang tegas yang saya temui. Dalam hal proyek akhir, beliau selaku sponsor utama segi materiil dan moril. Thanks God,. Dan yang paling istimewa adalah DOAnyaa.. Praise be to Allah for a my paReNts like their! 😊
5. ***Special Thanks to my family*** : Papaaaa,. Papaaa,. Emmuuaahh! Hehe! yang selalu bikin ketawa, kadang selalu bikin sedih; dan kadang menyebalkan *lhhoooo, hahahaha, meskipun seperti itu dia adalah papa saya tercyankk, separuh hidup saya, moga Qta isaa kumpul bersama. Aminnn! For "si kecil" (*my little baby*) selalu bangun tiap tengah malam, menemani saya mengerjakan proyek akhir ini dan tidak rewel,. piNterr.. hehe! Mereka adalah penyemangat hidup saya! Love my family forever.. big thanks all! 😊
6. My Partner proyek akhir panggil saja *Icha*. Trims atas kerjasama dan kebaikan nya.. maaf saya tak disiplin waktu asistensi. big thanks all!

7. Teman-teman kelas D3 Teknik Sipil BT'09 yang telah banyak membantu yaitu dika, vero, dan semuanya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu., makasii banget yaa..
8. Para staf dan karyawan ITS khususnya jurusan D3 Teknik Sipil yang sudah membantu.. thanks!
9. Benda tak bernyawa macam si hitam beat yang sudah berkorban untuk berlari kencang kemana-mana, laptop yang ajaib, smartfren yang mana speed u can trust *halah, haha; flashdisc2ku, kamera, handphone, mp3 player, hingga novel-novel ga jelas yang saya beli untuk menghilangkan kebosanan saya.
10. Dan semua pihak yang belum saya sebutkan, yang telah membantu saya baik perkuliahan maupun dalam pengerjaan proyek akhir ini. Terima kasih !

Segala ucapan terimakasih tentunya belum cukup, semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan anda. aminnn! Thank you semua! Aaariigatoooo! 😊

I Wanna say thanks to :

Yang pertama, icha mau ngucapin terima kasih kepada Allah SWT

Alhamdulillah, Allah telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Sujud syukur ku panjatkan padamu ya rabb, yang maha terkasih dan lagi maha penyayang.

Buat Mama dan Kak Juang 😊

*Mamaaaa.. Makasi buanyak sudah menjadi orang terpenting dalam hidupku, mama adalah semangatku, mama selalu ada di sampingku, maafin cecé' ya maa.. sudah banyak meropotkan mama saat mengerjakan proyek akhir ini. Mama selalu temani cecé' sampai tengah malam, mama buatin makanan. Walaupun mama single parents, tapi bagi cecé' mama adalah yang terbaik yang cecé' punya. I love you so much maa.. :**

Kakak.. Makasi ya uda banyak ngebantu adek, uda banyak ngasi informasi, uda banyak negur dan ngasi saran yang bermamfaat selama penyelesaian proyek akhir ini. Walaupun kita jarang bersama tapi kakak adalah kakak terbaik yang adek punya. kakak cepet pulang yaa, mama dan adek rindu kakak. Rindu kita berkumpul bersama. 😊

Buat My Inspiration :*

Terimakasih mas, sudah hadir dalam kehidupan aku, sudah memberi semangat dan sudah membuat hari-2 ku penuh warna. Makasi juga sudah menawarkan data untuk proyek akhir di malang, makasi untuk tumpangan mobilnya saat survey ke malang. Dan banyak deh ga bisa disebutin satu-2 hehe.. 😊

Buat dosen pembimbingku

Terima kasih bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT sudah membimbing kami saat pengerjaan proyek akhir ini. Bapak sangat sabar dalam menghadapi anak bimbingmu ini. Dan terima kasih bapak sudah memberi banyak masukan saat saya asistensi. Kritik dan saran dari bapak sangat bermamfaat untuk saya kelak dalam memasuki dunia kerja. Terima kasih bapak hehe..

Buat Dosen penguji

Buat ibu Amalia firdaus dan bapak buyung terima kasih sudah memberi masukkan kepada proyek akhir saya, walaupun masih ada revisi saat sidang hehe.. tapi itu saya jadikan proses pembelajaran.

Buat Patnerku

Buat memo: Makasi yaa nyong, usaha kita berdua buat nyesesei'in proyek akhir ini berjalan dengan lancar, walaupun banyak hambatan yang kita salui. Kita memang sering banget berbeda pendapat, tapi itu yang membuat kita saling melengkapi. Eh me, kira-2 nilai proyek akhir kita berapa yaa? hehe...

☺

Buat ibu Palupi

Du, makasi yaa..ibu yang sabar dan pengertian sama kami yang sedang sibuk T&A, menyediakan ruang baca sebagai tempat singgah selama proses pengerjaan proyek akhir. Thanks yaa buu'.. aku pasti kangen sama ibu'..)

Buat Penghuni-2 BT09

Sudah 2 tahun kita bersama teman-2, kalian adalah keluarga kedua buatku. Senang, sedih, susah kita lewati bersama. Dari mata kuliah yang menyenangkan sampai mata kuliah yang menegangkan kita hadapi bersama hehe.. makasi banyak ya teman-2 sudah mau menjadi teman-2 terbaikku. Kalau sudah wisuda nanti jangan lupain aku yaa teman-2.. hehe...☺

Buat d-bez friend

Buat vero, ratna, bog : makasi banyak ya sudah menjadi teman sekaligus menjadi sahabatku. Kangen rek masak-2 di kontrakannya vero, kangen

ngumpul bareng, canda tawa bareng. Makasi yo tante vero, tumpangan kontrakannya buat ngerjain proyek akhir. Maaf kalo sering ngerepotin dan sering berantakin kontrakannya..hahaha.. saran saya buka kos-2an aja mb' broo.. :D

Buat mb' nancy, mb' ima,mas oga : Makasi kawan, sudah ada saat aku sedih, saat aku bimbang, saat aku bingung..dan mau dengerin curhatku. Makasi uda ngasi semangat saat aku ngerjakan proyek akhir, sudah banyak menghibur. Maaf kalo sering merepotkan kalo aku main ke kos kalian.hehe.. ayo, jalan-jalan rek.. kangen pengen jalan-2, makan-2 bareng. Hehehe...☺

Buat seperangkat alat yang selalu menemaniku di kamar

Buat Lappiku, maaf ya sayang tiap hari km aku pake buat ngerjakan proyek akhir. Kalau km bisa ngomong, pasti km protes deh karena keseringan di pake, Untungnya km pengertian..hehe.. kalo ga ada kamu gimana nasib PA ku yaakk..hehehe...), buat seperangkat alat sholat dan al-quran yang selalu mengingatkanku untuk beribadah agar semua berjalan lancar hehe..,buat kalkulatorku, buat modemku, buat bantal dan gulingku..makasi yaa.. andaikan mereka bisa bicara..hahaha..:D

Buat Bios Print dan Sun print

Makasi banyak buat Bios print dan Sun print yang sudah banyak membantu dalam hal printing. Maaf ya mas-2 ato mbak-2 yang sering saya repotkan kalau mau ngeprint. Selain murah hasilnya juga bagus. Kalian sangat membantu penyelesaian Proyek akhirku. Makasiii.... ☺

Dan semua yang kenal aku dan yang aku kenal yang gak bisa ku sebutin satu-2, Thanks a lot guys.. ☺

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Mellyna Aprilya Rosa, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 25 April 1991, anak pertama. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak-kanak Nanggala Surabaya, Sekolah Dasar Negeri Dukuh Menanggal II Surabaya,

dilanjutkan pendidikan Sekolah Lanjut Tingkat Pertama Negeri 21 Surabaya, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 15 Surabaya, Lulus tahun 2009. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109.030.073. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis Mengambil Jurusan Bangunan Transportasi. Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan dalam beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswi.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Izyatunnisa Tanra Puji, dilahirkan di Praya, Nusa Tenggara Barat pada tanggal 21 April 1991, anak ke 3 dari 3 bersaudara.

Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak-kanak Bhayangkari-Mataram, Sekolah Dasar Negeri

Pelem Watu Menganti-Gresik, dilanjutkan pendidikan Sekolah Lanjut Tingkat Pertama Negeri 1 Menganti, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Cerme, Lulus tahun 2009. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109.030.110. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini Penulis Mengambil Jurusan Bangunan Transportasi. Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi dan aktif dalam kepanitiaan kegiatan organisasi.