



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS TUREN – BATAS KAB. LUMAJANG
STA 33+000 – 37+000
KABUPATEN MALANG PROPINSI JAWA TIMUR**

**FAUZAN HABIBI
NRP. 3112.030.092
KURNIA ELOK BUKHORI AM
NRP. 3112.030.109**

**Dosen Pembimbing
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP.19641114 198903 1001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



FINAL PROJECT APPLIED - RC 145501

**THE IMPROVEMENT ROADS DESIGN OF TUREN –
FRONTIER LUMAJANG REGENCY
STA 33+000 – 37+000
MALANG REGENCY – EAST JAVA**

**FAUZAN HABIBI
NRP. 3112.030.092
KURNIA ELOK BUKHORI AM
NRP.3112.030.109**

**CONSELING LECTURER
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP.19641114 198903 1001**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGI
SURABAYA 2015**

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS TUREN – BATAS KAB. LUMAJANG
STA 33+000 – STA 37+000 KABUPATEN MALANG
PROPINSI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

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

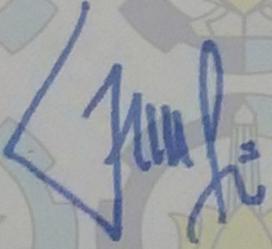
Pada

**Program Studi D III Teknik Sipil
Bangunan Transportasi
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**

Disusun Oleh :

FAUZAN HABIBI

KURNIA ELOK BUKHORI AM



3112.030.092



3112.030.109

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

31 JUL 2015



K. RACHMAD BASUKI, MS

NIP. 19641114 198903 1001
PROGRAM STUDI DIPLOMA
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SURABAYA, 29 JULI 2015

ABSTRAK

PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS TUREN –
BATAS KAB. LUMAJANG STA 33+000 – 37+000
KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

Nama mahasiswa I : FAUZAN HABIBI

NRP : 3112030092

Nama mahasiswa II : KURNIA ELOK BUKHORI AM

NRP : 3112030109

Dosen Pembimbing : Ir. RACHMAD BASUKI, MS

NIP : 19641114 198903 1 001

Ruas jalan Turen - batas Kabupaten Lumajang merupakan jalan kolektor primer yang menghubungkan antara Malang dengan Kabupaten Lumajang. Kerusakan struktur jalan di beberapa tempat dan kurangnya saluran drainase yang memadai mengakibatkan ketidak nyamanan dalam berkendara, maka dipandang perlu penanganan peningkatan struktur dan kapasitas jalan agar dapat menampung meningkatnya volume dan beban lalu lintas. Dalam tugas akhir ini direncanakan peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur untuk ruas jalan Turen – batas Kabupaten Lumajang pada STA 33+000 – 37+000.

Perencanaan peningkatan jalan ini meliputi perhitungan analisa kapasitas jalan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), perhitungan struktur perkerasan jalan dengan menggunakan metode analisa komponen Departemen PU Bina Marga, perencanaan tebal lapis tambah (overlay) dengan Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Benkleman Beam, kontrol geometrik jalan raya dengan menggunakan buku dasar – dasar perencanaan geometrik jalan, perencanaan drainase dengan menggunakan standart (Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994), dan untuk perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan analisa harga satuan yang diperoleh dari buku harga

satuan pokok kegiatan (HSPK) Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Dari hasil analisa perencanaan, tipe medan ruas jalan Turen – Lumajang termasuk daerah bukit, kapasitas jalan diketahui mempunyai DS pada akhir umur rencana $0,85 < 0,75$ sehingga diperlukan pelebaran jalur menjadi 9 meter (2 arah) tanpa median (2/2 UD), dengan bahu jalan direncanakan 1,5 meter, sedangkan kecepatan rencana $V_r = 40$ km/jam. Untuk perencanaan tebal perkerasan didapat surface course / lapis penutup (AC Laston) = 10 cm, base course / pondasi atas (batu pecah kelas B CBR 80%) = 20 cm dan sub base course / pondasi bawah (sirtu kelas B CBR 60%) = 55 cm, sedangkan untuk overlay didapat surface course / lapis penutup (AC Laston) = 8 cm. Untuk saluran drainase menggunakan pasangan batu kali pada STA 33+000 – 37+000 dengan kedalaman maximum 1,20 m dan lebar maximum 0,50 m. sedangkan untuk rencana anggaran biaya Rp. 19,422,593,000.00 (Sembilan belas milyar empat ratus dua puluh dua juta lima ratus Sembilan puluh tiga ribu rupiah).

Kata kunci : Perencanaan peningkatan jalan ruas Turen – Batas Kab. Lumajang, STA 33+000 – 37+000, Perkerasan Lentur.

ABSTRACT

THE IMPROVEMENT ROADS DESIGN OF TUREN – FRONTIER LUMAJANG REGENCY STA 33+000 – 37+000 MALANG REGENCY – EAST JAVA

Student Name I : FAUZAN HABIBI
NRP : 3112030092
Student Name II : KURNIA ELOK BUKHORI AM
NRP : 3112030109
Lecturer Coach : Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP : 19641114 198903 1 001

Road boundary Turen – of Lumajang is a primary collector road that connects between the city of Malang with Lumajang. Damage to the structure of the road in some places and the lack of adequate drainage channels lead to discomfort in the drive, then the perceived need of handling the increased structure and road capacity in order to accommodate the increased volume and load traffic. In this final project is planned to increase the road roughness by using flexible pavement for Turen roads boundaries on Lumajang STA 33+000 – 37+000.

Improvement planning includes calculation road pavement structures using component analysis method (1987), using analysis of road capacity road capacity manual Indonesia (MKJI) 1997, planning extra thick layer (overlay) with manual examination pavement road with benkleman beam, control the geometry of the highway by using the book fundamental og geometric roads planning (Silvia Sukirman), drainage planning by using SNI 03-3424-1994 methods, and for the calculation of budget plan to use a standard unit price basis and the analysis of the local town.

From the analysis of planning, the type field roads Turen – Lumajang including the hill, road capacity is known to have DS at the end of age plan $0,85 < 0,75$ so that the required widening path

to 9 meter wide lane (2 directions) with no median, with a frontage road is plan 1,5 meters. While the plan speed $V_r = 40$ km/jam. Controls on vertical alignment including flat. For planning of pavement thickness obtained surface course / layer cover (AC Laston) = 10 cm, base course / foundation of (broken stone class B CBR 90%) = 20 cm and sub base course / under foundation (sirtu class B CBR) = 52 cm, while for obtained surface course overlay / layer cover (AC Laston) = 8 cm. to use a pair of stones drainage at STA 33+000 – 37+000 with a maximum depth of 1,2 m and maximum width of 0,5m. as for the budget plan Rp. 19,422,593,000.00 somewhat nineteen billion four hundred twenty two million five hundred ninety three thousand.

Key words : planning the improvement of the road segment boundaries of Lumajang Turen, STA 33+000 – 37+000, flexible pavement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan sarana transportasi yang membentuk jaringan transportasi untuk menghubungkan daerah-daerah, sehingga roda perekonomian dan pembangunan dapat berputar dengan baik. Seiring dengan bertambahnya pertumbuhan lalu lintas jalan raya seringkali tidak sesuai dengan pertumbuhan pemakai jalan raya yang direncanakan, Hal ini akan mengakibatkan kemacetan, kecelakaan dan kerusakan pada jalan.

Pembangunan fisik yang dilakukan Pemerintah bertujuan untuk mengembangkan suatu wilayah. Yang dimaksud dengan pembangunan fisik disini adalah pembangunan perumahan, sekolah, sarana hiburan, dan fasilitas-fasilitas lainnya yang dapat menunjang kehidupan masyarakat di suatu wilayah, dengan pembangunan fisik yang dilakukan, diperlukan juga sarana penunjang yang diantaranya berupa jalan raya yang dapat menghubungkan suatu wilayah ke wilayah lain dengan lancar.

Jawa Timur sebagai Propinsi yang mengalami perkembangan lalu lintas yang sangat pesat sehingga dapat menimbulkan dampak yang luas terhadap kondisi jaringan, sebagai contohnya dapat kita lihat kondisi Lalu Lintas transportasi darat di wilayah Malang tepatnya di ruas jalan Turen batas Kabupaten Lumajang, sehingga terjadi kerusakan pada lapis perkerasan lentur.

Banyaknya geometrik jalan seringkali mengakibatkan kecelakaan, dikarenakan jarak pandang, lebar perkerasan dan juga radius tikungan, jalan raya ruas Turen tergolong jalan raya yang ada di daerah dataran tinggi.

Selain perencanaan Geometrik jalan, Perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien. Konstruksi perkerasan

lentur adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan lapis aspal pada lapis permukaan dan lapis berbutir pada lapis di bawahnya. Konstruksi perkerasan ini akan melindungi permukaan jalan dari kerusakan akibat air hujan dan beban kendaraan.

Dari latar belakang tersebut penulis meninjau dan merencanakan kembali peningkatan jalan tersebut untuk umur rencana 10 tahun mendatang yang dituangkan dalam suatu proyek akhir dengan judul “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen - Batas Kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur”.

Dengan diadakannya peningkatan jalan tersebut, diharapkan kemampuan kapasitas jalan dapat meningkat untuk mendukung pelayanan lalu lintas dari segi kenyamanan, keamanan dan dapat melayani beban lalu lintas yang lambat laun terus berkembang.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah – masalah yang diangkat dari uraian yang dituangkan dalam latar belakang diatas, ialah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan tebal overlay yang diperlukan untuk konstruksi jalan selama umur rencana 10 tahun kedepan.
2. Bagaimana merencanakan kebutuhan pelebaran jalan sebenarnya yang diperlukan segmen jalan untuk umur rencana (UR) 10 tahun.
3. Bagaimana merencanakan ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun.
4. Bagaimana merencanakan dimensi saluran tepi atau drainase yang diperlukan jika jalan tersebut dilebarkan.
5. Bagaimana melakukan kontrol geometrik pada ruas jalan Turen – Batas Kab. Lumajang.

6. Bagaimana merencanakan RAB pada peningkatan jalan ruas turen - batas kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000.

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen - Batas Kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur” yaitu sebagai berikut :

1. Merencanakan tebal overlay yang diperlukan untuk konstruksi jalan selama umur rencana 10 tahun.
2. Merencanakan kebutuhan pelebaran jalan sebenarnya yang diperlukan segmen jalan untuk umur rencana 10 tahun.
3. Merencanakan ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun.
4. Merencanakan dimensi saluran tepi atau drainase yang diperlukan jika jalan tersebut di lebarkan.
5. Melakukan kontrol geometrik sesuai dengan medan ruas jalan Turen – batas Kab. Lumajang.
6. Merencanakan RAB pada peningkatan jalan ruas turen - batas kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000

1.4 Manfaat

Manfaat penulisan tugas akhir ini adalah dari perencanaan peningkatan jalan ruas turen – batas kab. lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur adalah pembaca disajikan masalah tentang perencanaan peningkatan jalan sehingga dapat mengetahui lebih banyak tentang menghitung kapasitas lebar jalan untuk 10 tahun mendatang, menghitung tebal perkerasan, menghitung kontrol geometrik alinyemen vertikal, menghitung perencanaan dimensi saluran tepi jalan dan menghitung RAB.

Manfaat lain dari tugas akhir ini yakni sebagai bahan pustaka Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang

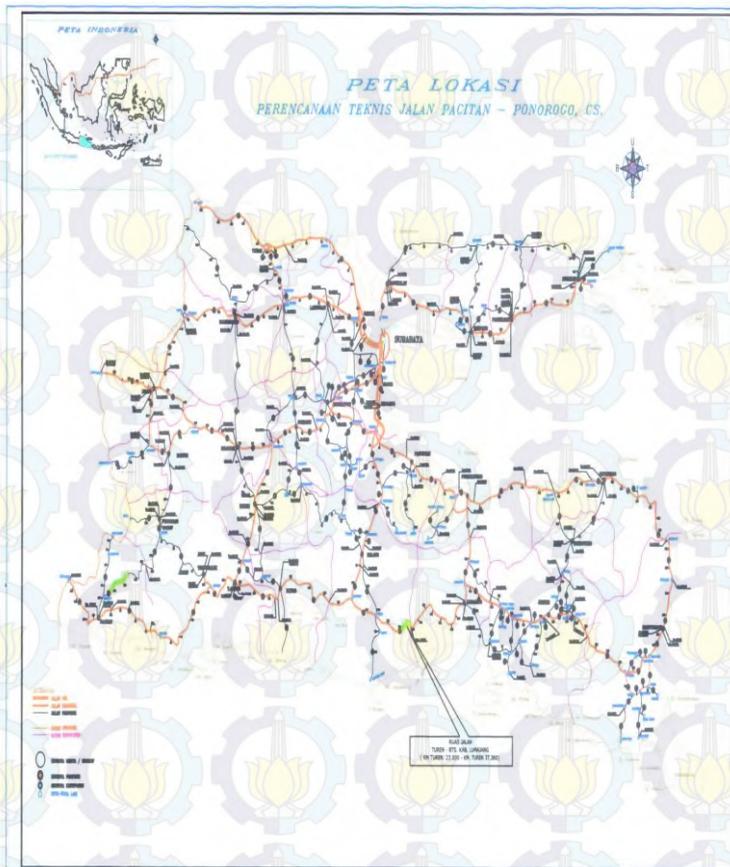
bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi informasi yang lebih lanjut pada kepentingan studi bagi para pembaca.

1.5 Batasan Masalah

Dari permasalahan dalam “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen - Batas Kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur” ini yang cukup luas, maka diperlukan adanya lingkup pembahasan atau batasan masalah dalam penulisan proyek akhir ini antara lain :

1. Perencanaan perkerasan lentur pada pelebaran jalan menggunakan metode Analisa Komponen.
2. Menghitung tebal lapisan ulang (overlay) pada jalan lama dengan cara “Manual Pemeriksaan Jalan dengan Alat Benkelman Beam”, SK No. 1/MN/B/1983.
3. Perencanaan saluran tepi jalan untuk perencanaan drainase permukaan dengan menggunakan “SNI 03-3424-1994”.
4. Melakukan kontrol geometrik jalan dengan melakukan perbaikan.
5. Tidak merencanakan desain bangunan pelengkap (jembatan)
6. Tidak membahas dinding penahan tanah, serta pengolahan data tanah baik di laboratorium maupun di lapangan.
7. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan.
8. Menghitung rencana anggaran biaya.

1.6 Lokasi Studi



Gambar 1.1 : peta lokasi

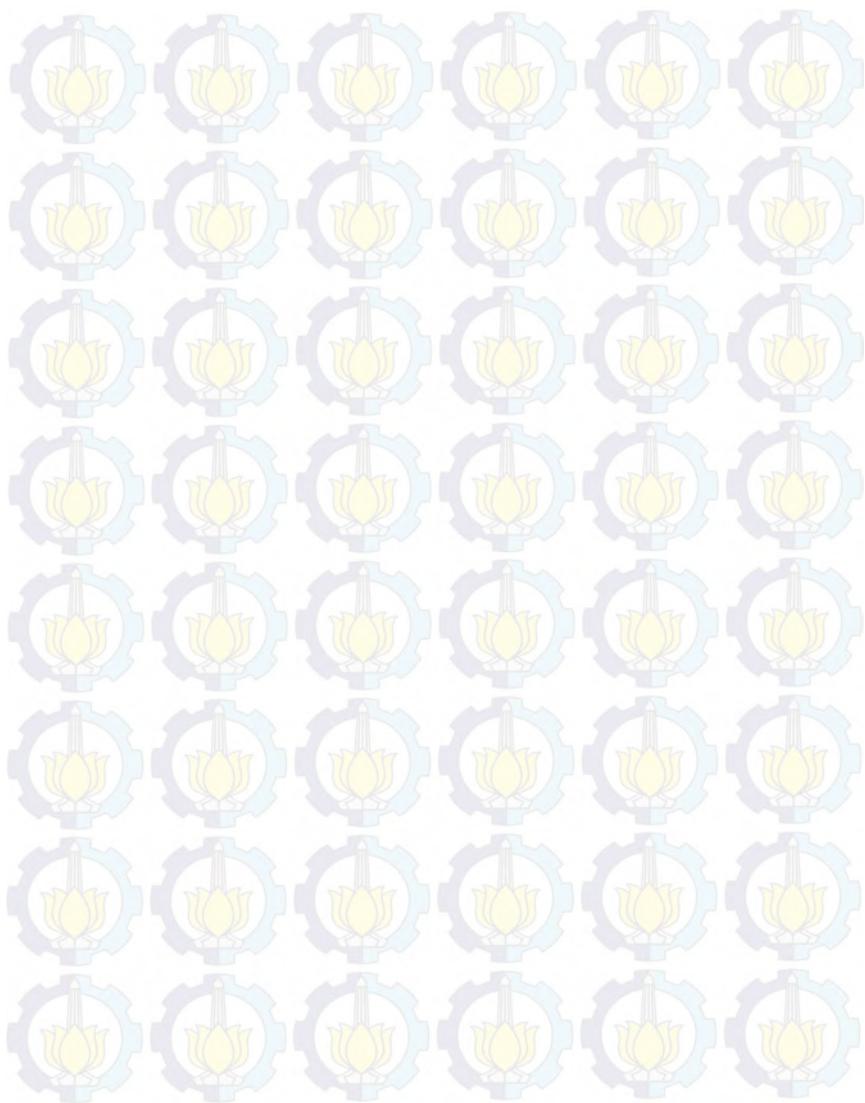
1.7 Lokasi Existing



Gambar 1. 2 : Kondisi Existing STA 36+000



Gambar 1. 3 Kondisi Existing STA 33+200



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Kapasitas Jalan

Menganalisa kapasitas jalan merupakan salah satu bagian dari proses perencanaan kebutuhan pelebaran jalan. Analisa kapasitas jalan dengan menggunakan acuan dari “ Manual Kapasitas Jalan Indonesia” (MKJI 1997) [1]

2.1.1 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 di dekatnya. Kapasitas dasar ditentukan oleh tipe alinyemen.

Kapasitas dasar adalah suatu set kondisi yang ditetapkan sebelumnya. Nilai kapasitas dasar (C_0) dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 : Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Jalan

Tipe jalan / tipe alinyemen	Kapasitas dasar total kedua arah smp/jam
Dua lajur tak terbagi	
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900
Empat lajur tak terbagi	
- Datar	1700
- Bukit	1650

Sumber :	- Gunung	1600	Manual
-----------------	----------	------	---------------

Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal. 6 - 65

2.1.2 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.

$$\text{Alinyemen vertical} = \frac{\Delta H}{\Sigma \text{ panjang jalan}} = \text{m/km} \quad (\text{pers 2.1})$$

$$\text{Alinyemen Horizontal} = \frac{\Sigma \frac{\Delta}{360} \times 2 \text{ rad } \pi}{\Sigma \text{ panjang jalan}} = \text{rad/km} \quad (\text{pers 2.2})$$

Tipe alinyemen umum dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2. 2 : Tipe Alinyemen Berdasarkan Tipe Lengkung

Tipe alinyemen	Lengkung Vertikal naik dan turun (m/km)	Lengkung Horizontal (rad/km)
Datar	< 10	<1,0
Bukit	10 – 30	1,0 - 2,5
Gunung	> 30	>2,5

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal. 6-40

2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, pemberhentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya dan kendaraan masuk atau keluar di samping jalan. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2. 3 : Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota hal 6-68

2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw)

Penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas, dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2. 4 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw)

Tipe jalan	Lebar Efektif jalur lalu lintas (wc/m)	FCw
Empat - lajur terbagi	Per lajur 3,00	0,91

Enam – lajur terbagi	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat – lajur tak terbagi	Per lajur	0,91
	3,00	
	3,25	0,96
	3,50	1,00
Dua – lajur tak terbagi	3,75	1,03
	Total kedua arah	0,69
	5	
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota hal 6-66

2.1.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam presentase dari arah arus total pada masing-masing arah. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah didapatkan pada tabel 2.5 berikut ini :

Tabel 2. 5 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP % - %		50 – 50	55 – 45	60 – 40	65 – 35	70 – 30
FCs pb	Dua – lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat –	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

	lajur 4/2					
--	--------------	--	--	--	--	--

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 untuk jalan luar kota hal 6-67

2.1.6 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan waktu yang melewati suatu titik dijalan dalam kondisi yang ada.

Rumus:

$$C = C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf \quad (\text{pers 2.3})$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas Dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalan lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

2.1.7 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian volume jam sibuk dengan kapasitas yang ada. Derajat kejenuhan ini di beri batasan maksimal yaitu 0,75 bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Sehingga perlu diadakan pelebaran jalan. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Rumus :

$$D_s = Q/C < 0,75 \quad (\text{pers 2.4})$$

$$Q = LHR_t \times k \times emp \quad (\text{pers 2.5})$$

Dimana :

D_s = derajat kejenuhan

Q = arus total lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas

k = faktor volume lalu lintas jam sibuk, nilai normal k sebesar = 0,09

Sedangkan untuk mengetahui arus jam rencana dari data volume lalu lintas harian rata-rata yaitu:

$$Q_{DH} = LHRt \times k \quad (\text{pers 2.6})$$

Faktor k adalah rasio antara arus jam rencana dan HRt yang ditentukan sebesar 0,11.

$LHRt$ adalah lalu lintas harian rata-rata tahunan dalam satuan kendaraan/jam.

Emp adalah faktor konversi dari berbagai jenis kendaraan disbanding dengan mobil penumpang (untuk mobil penumpang, $emp = 1,0$)

Penentuan emp dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini :

Tabel 2. 6 : Emp Untuk Jalan 2/2 UD

Tipe alinyemen	arus total (kend/jam)	Emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu lintas (m)		
					< 6m	6-8m	>8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3

Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 hal 6-44

2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan

Perkerasan jalan merupakan konstruksi perkerasan lentur yang dibangun diatas tanah dasar, berfungsi untuk menahan beban kendaraan atau beban lalu lintas, serta mampu bertahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Untuk menghitung tebal perkerasan dalam hal ini menggunakan “*Metode Analisa Komponen Departemen PU Bina Marga*”, SNI 03-1732-198[2]

2.2.1 Fungsi Jalan

Sesuai dengan undang – undang tentang jalan No.38 tahun 2004 dan peraturan pemerintah NO.26 tahun 1985, sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas sistem jaringan jalan primer dan sekunder.

- a. Sistem jaringan jalan primer adalah sistem 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 sistem jaringan jalan primer menghubungkan simpul – simpul jasa distribusi sebagai berikut.
 - Dalam satu satuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang ke satu (ibu kota propinsi), kota jenjang ke dua (ibu kota kabupaten, kota madya), kota jenjang ke tiga (kecamatan), kota jenjang dibawahnya sampai ke persil.
 - Menghubungkan kota jenjang ke satu dengan kota jenjang ke satu antar satuan wilayah pengembangan.
- b. Sistem jaringan sekunder adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat

dalam kota, ini berarti sistem sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan – kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder ke satu, fungsi sekunder ke dua, fungsi sekunder ke tiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Berdasarkan fungsi jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan dengan ciri – 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 ciri – ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata – rata 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.

Sistem jaringan jalan dibedakan menjadi 2, yaitu :

- a. Sistem jaringan jalan primer, terdiri dari :
 - 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 :

1. Kecepatan rencana > 60 km/jam
2. Lebar badan jalan > 8 m
3. Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata – rata
4. Jalan masuk dibatasi dengan efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai
5. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal, lalu lintas ulang alik
6. Jalan arteri primer tidak terputus walaupun memasuki kota

7. Tingkat kenyamanan dan keamanan yang dinyatakan dengan indeks permukaan tidak kurang dari 2

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

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor adalah :

1. Kecepatan rencana > 40 km/jam
2. Lebar badan jalan > 7 m
3. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata
4. Jalan masuk dibatasi sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu
5. Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota
6. Indeks permukaan tidak kurang dari 2

- Jalan Lokal Primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil atau kota di bawah jenjang ketiga sampai persil.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan lokal primer adalah :

1. Kecepatan rencana > 20 km/jam
2. Lebar badan jalan > 6 m
3. Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa
4. Indeks permukaan tidak kurang dari 1,5

- b. Sistem jaringan sekunder, terdiri dari :

- 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 :

1. Kecepatan rencana > 30 km/jam
2. Lebar badan jalan > 8 m
3. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata
4. Tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat
5. Indeks permukaan tidak kurang dari 1,5

- Jalan Kolektor Sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua, atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor sekunder adalah :

1. Kecepatan rencana > 20 km/jam
2. Lebar badan jalan 7 m
3. Indeks permukaan tidak lebih dari 1,5

- 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 :

1. Kecepatan rencana > 10 km/jam
2. Lebar badan jalan 5 m
3. Indeks permukaan tidak kurang dari 1

2.2.2 Umur Rencana

Umur rencana (UR) adalah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan perencanaan jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan.

Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 10 tahun tidak lagi ekonomis, karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai. Selama umur rencana, kegiatan perbaikan pelapisan permukaan dapat dilakukan sebagai kegiatan pemeliharaan.

Untuk perencanaan peningkatan jalan ruas Turen - Lumajang digunakan umur rencana 10 tahun.

2.2.3 Bagian – Bagian Jalan

Bagian – bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas
 - a. Jalur lalu lintas
 - b. Lajur lalu lintas
 - c. Bahu jalan
 - d. Trotoar
 - e. Median
2. Bagian yang berguna untuk drainase jalan
 - a. Saluran samping
 - b. Kemiringan melintang jalur lalu lintas
 - c. Kemiringan melintang bahu
 - d. Kemiringan lereng
3. Bagian pelengkap jalan
 - a. Kereb
 - b. Pengaman tepi
4. Bagian konstruksi jalan
 - a. Lapisan perkerasan jalan
 - b. Lapisan pondasi atas
 - c. Lapisan pondasi bawah
 - d. Lapisan tanah dasar
5. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)

Meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, ambang pengamanannya. Badan jalan meliputi jalur lalu lintas, dengan atau tanpa jalur pemisah bahu jalan.
6. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh Pembina Jalan dengan suatu hak tertentu.

7. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA)

Adalah sejajar tanah tertentu yang terletak diluar Daerah Milik Jalan, yang penggunaannya diawasi oleh Pembina Jalan, dalam hal ini tidak cukup luasnya Daerah Milik Jalan.

2.2.4 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 dengan CBR laboratorium adalah pengujian CBR dimana benda uji disiapkan dan diuji 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. CBR lapangan digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah

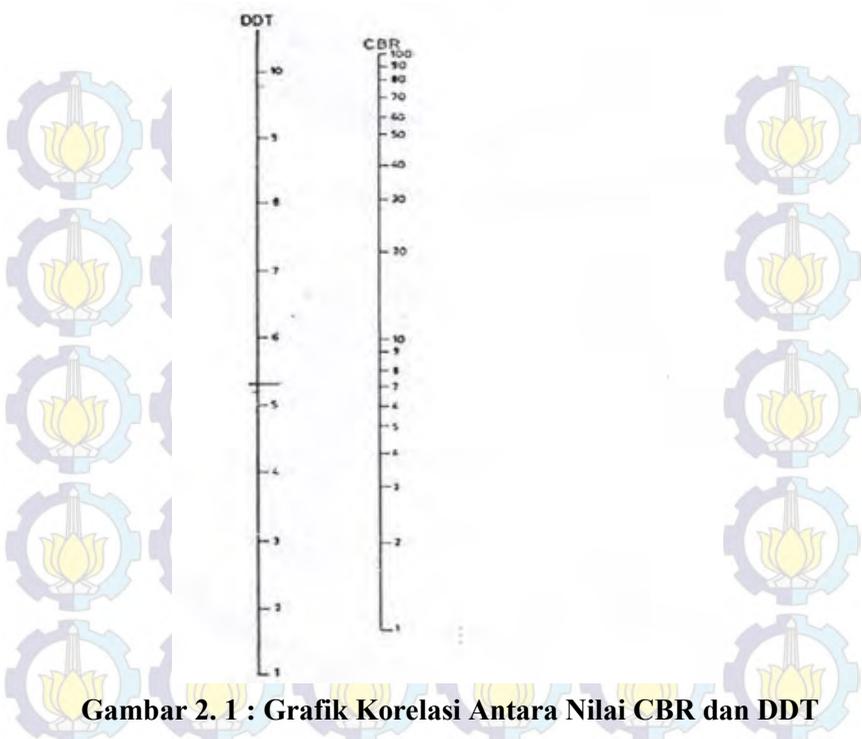
dasar, dimana tanah dasar direncanakan tidak lagi mengalami proses pemadatan atau peningkatan daya dukung tanah sebelum lapis pondasi dihampar dan pada saat pengujian tanah dasar dalam kondisi jenuh. Dengan kata lain perencanaan tebal perkerasan dilakukan berdasarkan kondisi daya dukung tanah dasar pada saat pengujian CBR lapangan itu.

CBR Lapangan Rendaman disebut juga *undisturbed soaked CBR* adalah pengujian CBR dilaboratorium tetapi benda uji diambil 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 pada gambar 2.1 adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

CBR dari satu titik pengamatan adalah nilai CBR gabungan yang menyatakan gabungan antar tiap lapis pada kedalaman 100 cm. Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili satu titik pengamatan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{CBR gabungan} = \left[\left(\frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1}}{h} + \frac{h_2 \sqrt[3]{\text{CBR}_2}}{h} + \frac{h_3 \sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{h} + \dots \right) \right]^3 \text{ (pers 2.7)}$$



Gambar 2. 1 : Grafik Korelasi Antara Nilai CBR dan DDT

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastis (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL$$

Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini :

Tabel 2. 7 : Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian

7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung bernau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Mekanika Tanah 1 edisi kelima, Hary christady hardyatmo, hal. 52

2.2.5 Penentuan Jumlah Lajur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas tanda jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan, dan sesuai pada tabel 2.8 dibawah ini :

Tabel 2. 8 : Jumlah Lajur Kendaraan

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

Sumber : pedoman penentuan perkerasan lentur jalan raya DPU Bina Marga

Menentukan koefisien distribusi kendaraan (C) bentuk kendaraan ringan dan berat lewat pada jalur rencana dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.9 berikut ini :

Tabel 2. 9 : koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,64	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475

4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

Sumber : Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya DPU Bina Marga

2.2.6 Menentukan Angka Ekuivalen (E)

Angka ekuivalen (E) dari sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standart sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lbs). Karena beban sumbu kendaraan memiliki nilai 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 tunggal yang digunakan dalam mencari angka ekuivalen beban sumbu terhadap standart sumbu tunggal sebesar 8,16 ton adalah :

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (\text{Pers 2.9})$$

$$E \text{ sumbu ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (\text{Pers 2.10})$$

Untuk beban sumbu 1000 kg sampai dengan 16000 kg, hasil perhitungan angka ekuivalen sumbu tunggal dan sumbu ganda pada tabel 2.10 dan untuk beban sumbu yang tidak tercantum didalam tabel dapat dihitung dengan cara distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan yang ditunjukkan pada tabel 2.11.

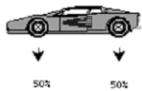
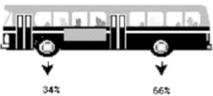
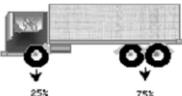
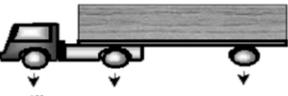
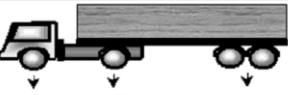
Tabel 2. 10 : Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan

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 Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1997

Tabel 2. 11 : Distribusi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL 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 : Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1997

2.2.7 Menentukan LHR

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata. Dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu:

- a. **Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{365} \quad (\text{pers 2.11})$$

LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur menggunakan median.

- b. **Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)**, yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad (\text{pers 2.12})$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 lajur menggunakan median.

Data LHR cukup akurat jika :

- Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama 1 tahun.
- Hasil LHR yang dipergunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa kali pengamatan atau telah melalui kajian lalu lintas.

2.2.8 Penentuan Faktor Regional (FR)

Faktor regional adalah faktor setempat tentang keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar, dan perkerasan. Jadi dalam penentuan tebal perkerasan, faktor regional dipengaruhi oleh bentuk kelandaian dan tikungan, presentase kendaraan berat, serta iklim. Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Penentuan faktor regional dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut ini :

Tabel 2. 12 : Faktor Regional

Curah hujan	Kelandaian I < 6%		Kelandaian II 6% - 10%		Kelandaian III > 10%	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklim I < 900 mm/thn	0.5	1.0 – 1.5	1.5	2.0 – 2.5	1.5	2.0 – 2.5
Iklim II ≥ 900 mm/thn	0.5	2.0 – 2.5	2.0	2.5 – 3.0	3.0	3.0 – 3.5
Catatan :						
<ul style="list-style-type: none"> • Pada bagian jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0.5 • Pada daerah rawa, FR ditambah dengan 1.0 						

2.2.9 Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen dipengaruhi oleh LHR, koefisien distribusi kendaraan dan angka ekuivalen (E). Lintas ekuivalen terdiri dari berbagai jenis :

A. Menentukan Lintas Ekivalen Permukaan (LEP)

Adalah jumlah lintas ekivalen harian rata – rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi pada awal umur rencana.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (\text{Pers 2.13})$$

Dimana :

J : Jenis kendaraan

E : Angka Ekivalen Setiap Jenis Kendaraan

C : Koefisien Distribusi Kendaraan

B. Menentukan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Adalah jumlah lintas ekivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada akhir umur rencana.

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (\text{pers 2.14})$$

Dimana :

J : Jenis Kendaraan

E : Angka Ekivalen Setiap Jenis Kendaraan

C : Koefisien Distribusi Kendaraan

i : Pertumbuhan Lalu Lintas

UR : Umur Rencana

C. Menentukan Lintas Ekivalen Permukaan (LET)

Adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur yang direncanakan pada pertengahan umur rencana.

$$LET = \frac{LEP \times LEA}{2} \quad (\text{Pers 2.15})$$

Dimana :

LET : Lintas Ekivalen Tengah

LEA : Lintas Ekivalen Awal

LEA : Lintas Ekivalen Akhir

D. Menentukan Lintas Ekivalen Permukaan (LER)

Adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lalu lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8.16 ton pada jalur rencana.

$$\mathbf{LER = LET \times FP} \quad (\text{Pers 2.16})$$

Dimana :

$$\mathbf{FP (Faktor Penyesuaian) = UR/10} \quad (\text{Pers 2.17})$$

Dimana :

LER : Lintas Ekivalen Rencana

LET : Lintas Ekivalen Tengah

FR : Faktor Penyesuaian

UR : Umur Rencana

2.2.10 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Penentuan Indeks Permukaan ada dua macam yaitu indeks permukaan awal pada umur rencana (IP_0) dan indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP_1).

- Indeks Permukaan awal umur rencana (IP_0) Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis hasil permukaan jalan (kerataan, kehalusan, serta kekokohan) pada awal umur rencana.

- Indeks permukaan akhir umur rencana (IP_t) dalam menentukan IP pada akhir umur rencana yang harus diperhatikan adalah klasifikasi fungsi jalan dan jumlah lalu lintas rencana (LER).

Untuk dapat menentukan indeks permukaan terlebih dahulu melakukan pengamatan pada kondisi permukaan jalan. IP , IP_o , IP_t dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.13 berikut ini :

Tabel 2. 13 : Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IP_t)

IP_t	Kinerja struktur perkerasan
1,0	Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan
1,5	Tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
2,0	Tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang kondisi baik
2,5	Menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik
>2,5	Permukaan jalan masih stabil dan baik

Sumber : SNI-1732-1989

Tabel 2. 14 : Indeks Permukaan Pada Awal Rencana (IP_o)

Jenis lapis permukaan	IP_o	Roughness (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	>1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	< 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
Burda	3,9 – 3,5	< 2000

Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	>3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan Tanah	≤ 2,4	
Jalan Kerikil	≤ 2,4	

Sumber : Pedoman Penentuan Tabel Perkerasan Lentur Jalan Raya Bina Marga

Tabel 2. 15 : Lintas Ekuivalen Rencana

LER	Fungsi Jalan			
	Local	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : SNI-1732-1989

2.2.11 Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relative masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan tes Marshall (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan stabilisasi semen atau kapur) dan CAR (untuk bahan lapis pondasi atas atau lapis pondasi bawah).

Tabel 2. 16 : Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis perkerasan
A1	A2	A3	MS (kg)	kuat tekan (kg/cm) ²	CBR (%)	
0,40			744			Laston

0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Lasbutag
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Penetrasi macamam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			Laston atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		Stabilisasi dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilisasi dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu pecah (kelas A)
	0,13				80	Batu pecah (kelas B)
	0,12				60	Batu pecah (kelas C)

		0,13			70	Sirtu (kelas A)
		0,12			50	Sirtu (kelas B)
		0,11			30	Sirtu (kelas C)
		0,10			20	Tanah / lempung kepasiran

Sumber : SNI-1732-1989

Tebal Minimum Lapis perkerasan dari berbagai macam bahan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 17 : Tebal Minimum Lapis Perkerasan

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung (buras/burda/burtu)
3,00 – 6,70	5	Lapen, aspal macadam, HRA, asbuton, laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/ aspal macadam, HRA, asbuton, laston
7,50 – 9,99	7,5	Asbuton, laston
≥ 10,00	10	Laston

Sumber : Pedoman Penentuan Tabel Perkerasan Lentur Jalan Raya Bina Marga

Tabel 2. 18 : lapis pondasi

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan

< 3,00	15	Batu pecah, stabilitasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20*	Batu pecah, stabilitasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur.
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam.
≥ 12,25	25	Lapen, laston atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 hal 16

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

2.2.12 Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

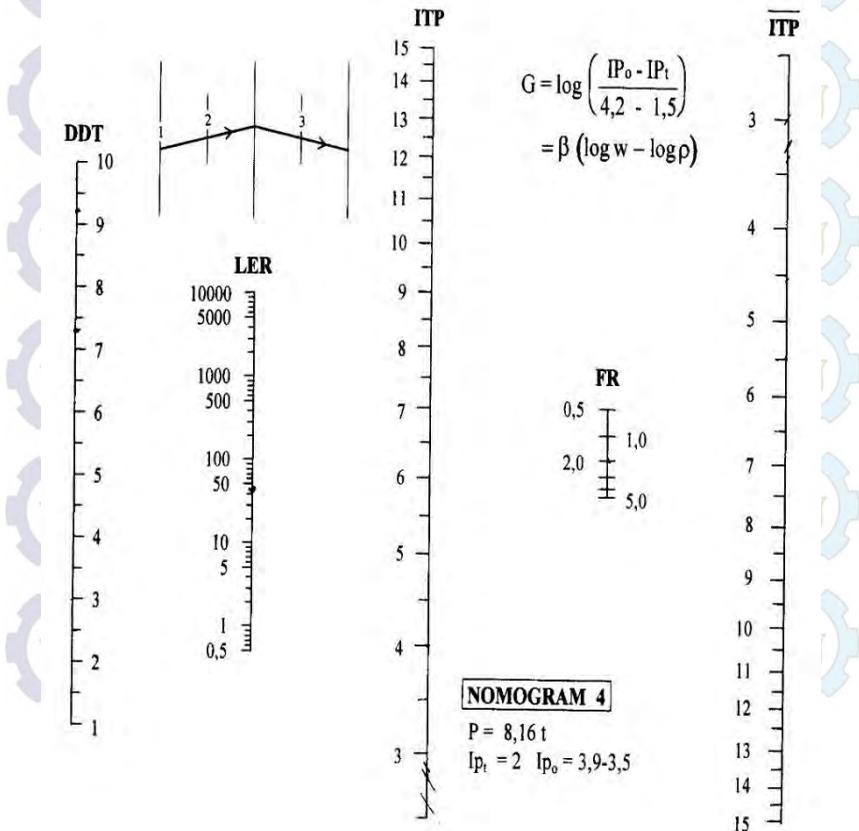
ITP adalah angka yang menunjukkan nilai struktural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda. Oleh karena itu untuk menentukan ITP diperlukan koefisien relative sehingga tebal perkerasan setiap lapisan setelah

dikalikan dengan koefisien relative dapat dijumlahkan. Nilai ITP dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad (\text{Pers. 2.18})$$

Dimana :

- ITP = Indeks Tebal Perkerasan
 - a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relative
 - D_1, D_2, D_3 = Tebal masing – masing lapis perkerasan (cm)
- Angka 1,2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah.



Gambar 2. 2 : Nomogram untuk ITP

2.3 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 [3] 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.
 Pengukuran suhu pada faktor 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 2.19.

Tabel 2.19 Faktor koreksi untuk Benkleman Beam

Faktor koreksi (Fe)	Kondisi survey
0,9 – 1,0	Survey dilakukan pada lokasi yang kondisi drainasenya jelek dan akan dibuat lebih baik setelah survey.
1,0	Survey dilakukan pada musim kemarau dan lokasi survey berada pada daerah denagn 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*

2.3.1 Faktor keseragaman untuk lendutan balik

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

Dimana :

$$Fk = \frac{S}{d} \times 100\% \quad (\text{Pers 2.19})$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad (\text{Pers 2.20})$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad (\text{Pers 2.21})$$

Dimana :

Fk = Faktor keseragaman

S = Standar Deviasi

\bar{d} = Lentutan balik rata – rata

n = Jumlah titik pemisah dalam segmen

$\sum d$ = Jumlah lentutan 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 lentutan balik segmen yang mewakili seksi jalan

Untuk masing – masing fungsi jalan :

→ Jalan arteri/tol $D = \bar{d} + 2 s$ (Pers 2.22)

→ Jalan kolektor $D = \bar{d} + 1.64 s$ (Pers 2.23)

→ Jalan lokal $D = \bar{d} + 1.28 s$ (Pers 2.24)

2.3.2 Faktor Umur Rencana

Faktor umur rencana dapat diketahui dengan rumus:

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R)^n - 1}{R} \right] \quad (\text{Pers 2.25})$$

Keterangan :

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan lalu lintas (%)

N = umur rencana

Tabel 2.21 Hubungan Faktor Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas

R N	2%	4%	5%	6%	8%	10%
1 tahun	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05
2 tahun	2.04	2.08	2.10	2.12	2.16	2.21
3 tahun	3.09	3.18	3.23	2.30	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	5.30	6.10	6.41
6 tahun	6.37	6.77	6.97	7.18	7.63	8.10
7 tahun	7.51	8.06	8.35	8.65	9.28	9.96
8 tahun	8.70	9.51	9.62	10.20	11.05	12.00
9 tahun	9.85	10.19	11.30	11.84	12.99	14.26
10 tahun	11.05	12.25	12.90	13.60	15.05	16.73
15 tahun	17.45	20.25	22.15	23.90	28.30	33.36
20 tahun	24.55	30.40	33.90	37.95	47.70	60.20

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

2.3.3 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

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

Dimana :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times \sum UE\ 18\ KSAL \quad (\text{Pers 2.26})$$

Keterangan :

AE 18 KSAL = Accumulatif Equivalent 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

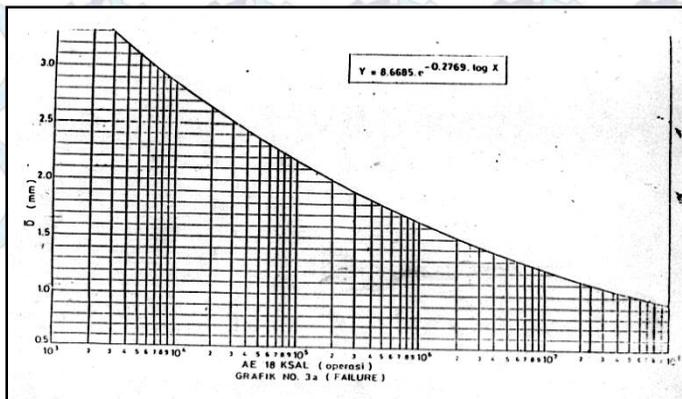
Keterangan :

ITN_{kr} = Jumlah kendaraan ringan

ITN_{kb} = Jumlah kendaraan berat

2.3.4 Lendutan Balik yang Diijinkan

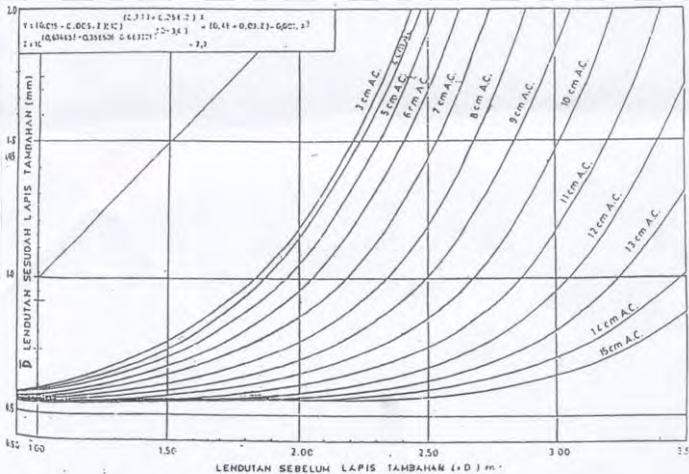
Untuk mendapatkan tebal lapisan yang aman maka perencanaan harus didasarkan pada lendutan balik yang diijinkan. Lendutan balik yang diijinkan diperoleh dari hubungan grafik antara AE 18 KSAL dengan lendutan balik yang diijinkan. Sesuai dengan gambar.



Gambar 2. 3 : Grafik Lendutan Balik Yang Di Ijinkan

2.3.5 Tebal Lapis 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 : Tebal Lapis Tambah

2.4 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Untuk itu perlu dilakukan control terhadap geometrik jalan yang direncanakan untuk mengetahui jenis geometrik yang pantas dilaksanakan. (*Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 1990. Spesifikasi Standart Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota*). Umumnya geometrik pada jalan raya terbagi menjadi dua yaitu :

1. Alinyemen Horisontal
2. Alinyemen Vertikal

2.4.1 Alinyemen Horisontal

Alinyemen Horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal yang dikenal “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen jalan terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometrik pada jalan lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang sedang berjalan dengan kecepatan tertentu. Untuk perencanaan alinyemen horizontal diusahakan dapat menambah keamanan dan kenyamanan. R minimum didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{v^2}{127 (em + fm)} \quad (\text{pers 2.27})$$

Dimana :

- R = jari-jari lengkung minimum (m)
 V = kecepatan rencana (km/jam)
 Em = kemiringanan tikungan maksimum (%)
 F = koefisien gesek melintang maksimum

Tabel 2. 19 : Harga R min dan D maks untuk beberapa Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana	E maks (m/m)	F (maks)	R min (perhitungan)	R min Desain (m)	D maks Desain (°)
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	11	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	2,40
	0,08		666,976	667	2,15

Sumber : buku 1 geometrik jalan hal. 58, Ir. Hamirhan Saodang MSCE

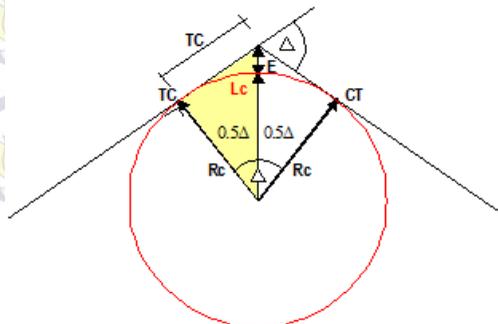
A. Bentuk – bentuk Tikungan Horizontal

Dalam perencanaan tikungan horizontal terdiri atas tiga bentuk tikungan yaitu :

1. Tikungan Full Circle
2. Tikungan Spiral – Circle – Spiral
3. Tikungan Spiral – Spiral

1) Tikungan Full Circle

Tikungan full circle yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh yang memiliki jari – jari besar dan sudut tangen yang relative kecil.



Gambar 2.5 : Tikungan Full Circle

Keterangan :

- TC = Bentuk peralihan dari bentuk lurus ke circle
- Δ = sudut perpotongan antar 2 garis
- T = jarak antara TC ke titik pertemuan antar 2 garis
- CT = Bentuk peralihan dari circle ke lurus
- R = jari – jari lengkung
- E = jarak dari perpotongan 2 garis lengkung peralihan

Rumus – rumus yang digunakan adalah

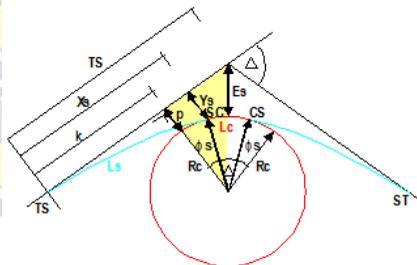
$$T = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \quad (\text{pers 2.28})$$

$$E = T \operatorname{tg} \frac{1}{4} \Delta \quad (\text{pers 2.29})$$

$$L = \frac{\Delta 2R}{360} \quad (\text{pers 2.30})$$

2) Bentuk Tikungan Spiral – Circle – Spiral

Tikungan spiral – circle – spiral yaitu tikungan yang terdiri dari 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral . selain itu lengkung spiral merupakan peralihan dari lurus ke bagian spiral. Tikungan ini dipakai apabila jari – jari lebih kecil dari batasan yang di tentukan untuk bentuk Full Circle.



Gambar 2. 6 : Tikungan Spiral - Circle - Spiral

Keterangan :

TS = Bentuk peralihan dari bentuk lurus ke spiral.

ST = Bentuk peralihan dari bentuk spiral ke lurus

LS = Panjang lengkung spiral

LC = panjang lengkung circle

Δ = sudut perpotongan antar 2 garis

R = jari – jari lengkung

Es = jarak dari titik perpotongan 2 garis ke lengkung peralihan

θ_s = sudut pusat lengkung spiral

Δc = sudut pusat busur lingkaran

Rumus – rumus yang digunakan :

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \quad (\text{pers 2.31})$$

$$\Delta c = \Delta \theta_s \quad (\text{pers 2.32})$$

$$L_c = \frac{(\Delta c \cdot 2\pi \cdot R \cdot c)}{360} \quad (\text{pers 2.33})$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6R} \quad (\text{pers 2.34})$$

$$X_c = L_s \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (\text{pers 2.35})$$

$$K = X_c R \sin \theta_s \quad (\text{pers 2.36})$$

$$P^* = Y_c - R(1 - \cos \theta_s) \quad (\text{pers 2.37})$$

diperoleh P^*

$$P = p^* \times L_s \quad (\text{pers 2.38})$$

$$K^* = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \cos \theta_s \quad (\text{pers 2.39})$$

diperoleh k^*

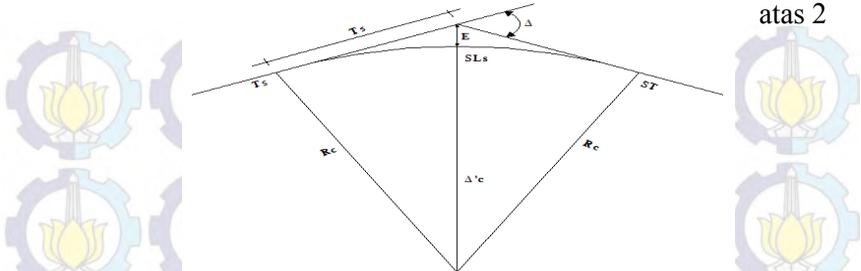
$$K = k^* \times L_s \quad (\text{pers 2.40})$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (\text{pers 2.41})$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} R \quad (\text{pers 2.42})$$

3) Bentuk tikungan spiral – spiral

Tikungan spiral – spiral yaitu tikungan yang terdiri atas 2



Spiral-Spiral

lengkung spiral. Tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam.

Gambar 2.7 : Tikungan Spiral - Spiral

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

$$\Delta = \theta_s \quad (\text{pers 2.43})$$

$$L = 2 L_s \quad (\text{pers 2.44})$$

$$L_c = \frac{\theta_s \pi R_c}{90} \quad (\text{pers 2.45})$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R_c} R (\cos \theta_s) \quad (\text{pers 2.46})$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40R_c^2} R_c \sin \Delta_c \quad (\text{pers 2.47})$$

B. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung yang berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – jari tetap. Lengkung peralihan mengurangi gaya sentrifugal berangsur – angsur mulai dari nol sampai mencapai maksimum dan berangsur menjadi normal kembali.

C. Tikungan Gabungan

Tikungan gabungan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Tikungan gabungan searah, yaitu tikungan gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran yang sama tetapi jari – jari yang berbeda.
2. Tikungan gabungan balik arah, yaitu tikungan gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda. Setiap tikungan balik arah harus dilengkapi dengan batu lurus diantara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 meter.

2.4.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah proyeksi jalan terhadap tegak lurus bidang gambar. Alinyemen vertikal terdiri dari dua bagian lengkung. Ditinjau dari perencanaan titik awal, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan) atau landai negative (turunan) atau landau nol (datar). Bagian lengkung vertical dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

A. Bentuk – bentuk lengkung vertikal

Dalam perencanaan lengkung vertikal terdiri atas dua bentuk lengkung vertical, yaitu :

1. Lengkung vertical cembung
2. Lengkung vertical cekung

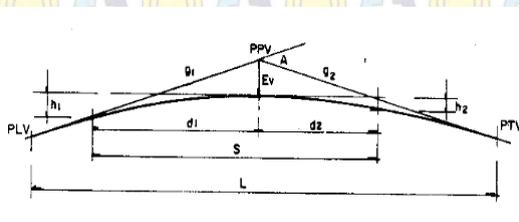
1) Lengkung Vertikal Cembung
lengkung vertikal cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang:

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

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 :

$$L = \frac{AS^2}{100 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \quad (\text{pers 2.48})$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \quad (\text{pers 2.49})$$



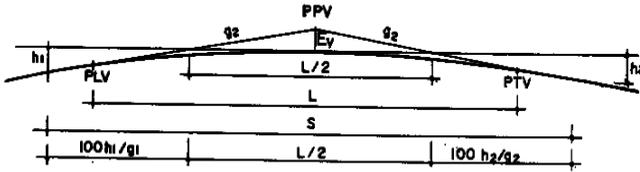
Gambar 2.8 : Jarak Pandang Berada Seluruhnya Dalam Daerah Lengkung ($S < L$)

b. Jarak pandang berada diluar dan didalam daerah lengkung ($S > L$)

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 :

$$L = 2s - \frac{200 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A} \quad (\text{pers 2.50})$$

$$L = 2s - \frac{399}{A} \quad (\text{pers 2.51})$$



Gambar 2. 9 : Jarak Pandang Berada Di Luar dan Di Dalam Daerah Lengkung ($S > L$)

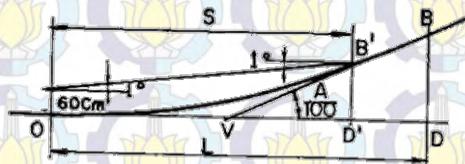
2) Lengkung vertikal cekung

Lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan adalah 60 cm dengan sudut penyebaran sinar sebesar 1° . perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan depan dibedakan menjadi dua keadaan.

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

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyinaran 1° .

$$L = \frac{AS^2}{120+3,50s} \quad (\text{pers 2.52})$$

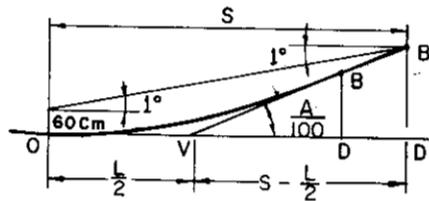


Gambar 2. 10 : Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan $< L$

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

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu 60 cm dan sudut penyinaran 1°

$$L = 2S - \frac{120 + 3,50 S}{A} \quad (\text{pers 2.53})$$



Gambar 2. 11 : Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu Depan $> L$

Tabel 2. 24 : Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Anta Kota Bina Marga

Tabel 2. 25 : 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 Anta Kota Bina Marga

2.4.3 Landai Maksimum Jalan

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truck yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan presneling rendah.

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatan kecepataannya sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R .

Tabel 2. 26: Landai Relatif Berdasarkan Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana (km/jam)	100	80	60	50	40	30	20
Landai	1/20	1/15	1/12	1/11	1/10	1/7	1/5
Tepi Perkerasan	0	0	5	5	0	5	0

Sumber : Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman[7]

2.4.4 Superelevasi

Nilai superelevasi yang tinggi mengurangi gaya gesek ke samping dan menjadikan pengemudi pada tikungan lebih bergerak perlahan mengitari suatu tikungan lebih nyaman. Tetapi batas praktis berlaku untuk itu. Ketika superelevasi tinggi, maka bekerja gaya negative ke samping jika pengemudi mengemudikannya ke sebelah atas lereng atau berlawanan dengan arah lengkung mendatar. Bina Marga (luar kota) menganjurkan superelevasi maksimum 10 % untuk kecepatan rencana > 30 km/jam dan 8% untuk kecepatan rencana < 30 km/jam. Sedangkan untuk jalan dalam kota dapat dipergunakan superelevasi 6%.

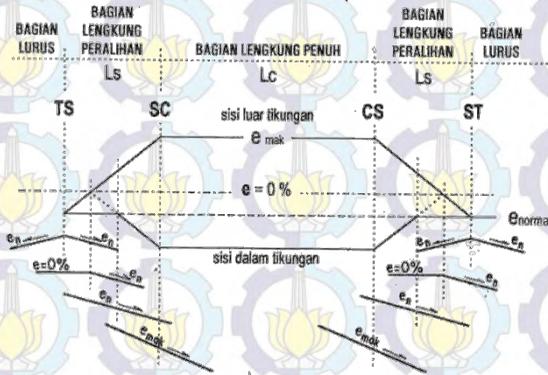
2.4.5 Diagram Superelevasi

Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat direncanakan bentuk penampang melintang pada setiap titik dilengkung horizontal. Macam – macam diagram superelevasi ada tiga, yaitu :

1. Diagram superelevasi full circle

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

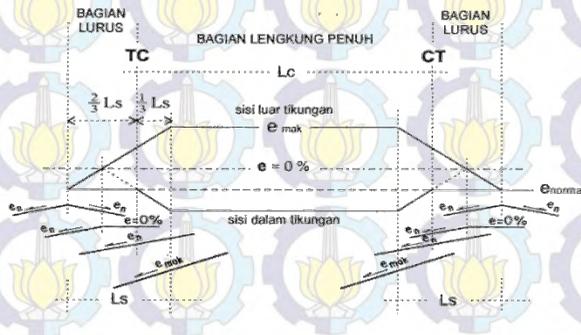
Gambar 2.12 : Diagram

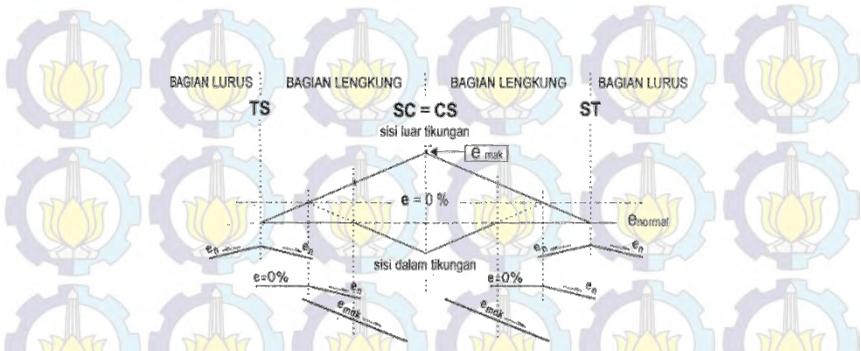


Superelevasi FC

2. Diagram superelevasi spiral-circle-spiral

Pada diagram superelevasi ini pencapaian kemiringan dari e_n ke e_{max} terjadi pada bagian spiral.





Gambar 2. 13 : Diagram Superelevasi S-C-S

3. Diagram superelevasi spiral – spiral

Gambar 2. 14 : Diagram Superelevasi S - S

Untuk mencari L_s menggunakan persamaan sebagai berikut

$$L_s' = B \times e_m \times m$$

Dimana :

L_s' = panjang lengkung peralihan (m)

B = lebar perkerasan 1 arah (m)

e_m = kemiringan melintang maksimum relative (%)

$$m = \frac{1}{\text{landai relatif maksimum tepi perkerasan}}$$

Tabel 2. 27 : Perhitungan e dan Ls minimum

D	R	V = 50		V = 60		V = 70			
	Meter	E	Ls	e	Ls	e	Ls		
15 ⁰	5730	LN	0	LN	0	LN	0		
30 ⁰	2864	LN	0	LN	0	LP	40		
45 ⁰	1910	LN	0	LP	40	LP	40		
15 ⁰	1432	LP	30	LP	40	0,02	40		
30 ⁰	1150	LP	30	LP	40	0,022	40		
45 ⁰	956	LP	30	0,021	40	0,028	40		
00 ⁰	840	LP	30	0,025	40	0,032	40		
30 ⁰	717	0,02	30	0,028	40	0,038	40		
00 ⁰	574	0,023	30	0,034	40	0,045	40		
30 ⁰	478	0,029	30	0,04	40	0,054	50		
00 ⁰	410	0,034	30	0,047	40	0,062	50		
30 ⁰	358	0,037	30	0,052	40	0,068	60		
00 ⁰	319	0,042	30	0,057	50	0,074	60		
00 ⁰	287	0,045	30	0,062	50	0,079	70		
00 ⁰	239	0,053	40	0,071	50	0,088	70		
00 ⁰	205	0,06	40	0,079	60	0,094	70		
00 ⁰	180	0,067	40	0,086	60	0,097	80		
00 ⁰	160	0,072	50	0,091	60	0,1	80		
00 ⁰	143	0,077	50	0,095	70	0,1	80		
00 ⁰	130	0,082	50	0,097	70	D maks = 9,13 ⁰			
00 ⁰	120	0,086	60	0,099	70				
00 ⁰	110	0,09	60	0,1	70	D maks = 12,79 ⁰			
00 ⁰	103	0,093	60	D maks = 12,79 ⁰					
00 ⁰	96	0,095	60						
00 ⁰	90	0,097	60	D maks = 12,79 ⁰					
00 ⁰	84	0,099	60						

00°	80	0,1	60
01°	76	D maks =	
		18,85°	

Sumber : buku 1 geometrik jalan hal 239, Ir. Hamilhan Saodang MSCE

2.5 Jenis – Jenis Kerusakan Lalu lintas

2.5.1 Retak

a. Retak Halus

Bentuk/ Sifat / Tingkatan :

- Lebar celah ≤ 3 mm
- Penyebaran setempat / luas
- Meresapkan air

Penyebab :

- Bahan perkerasan kurang baik
- Pelapukan permukaan air tanah
- Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang

b. Retak Kulit Buaya

Bentuk / Sifat / Tingkatan :

- Lebar celah ≥ 3 mm
- Saling berangkai membentuk kotak-kotak kecil menyerupai kulit buaya
- Meresapkan air
- Akan berkembang menjadi lubang akibat pelepasan butir butiran

Penyebab :

- Sokong dari samping kurang baik
- Pelapukan permukaan air tanah
- Tanah dasar dan atau bagian prkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil

c. Retak Pinggir

Bentuk / Sifat / Tingkatan :

- Memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu meresapkan air.

- Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak

Penyebab :

- Sokong dari samping kurang baik
- Bahan dibawa retak kurang baik
- penyusutan tanah
- drainase kurang baik

d. Retak Pertemuan Perkerasan dan Bahu

Bentuk / Sifat / Tingkatan :

- Memanjang dan terjadi pada bahu aspal

- Meresapkan air

- Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan buti butiran pada tepi retak

Penyebab :

- Permukaan bahu lebih tinggi dari permukaan perkerasan

- Penurunan bahu

- Penyusutan bahan baku dan atau bahan perkerasan

- Roda kendaraan berat yang menginjak bahu

e. Retak Sambungan Jalan

Bentuk / Sifat / Tingkatan

- Memanjang dan terletak pada sambungan dua jalur lalu lintas

- Meresapkan air

- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar

Penyebab :

- Ikatan sambungan kurang baik

f. Retak Sambungan Pelebaran
Bentuk / Sifat / Tingkatan

- Memanjang dan terletak pada sambungan antara perkerasan lama dan jalan lama
- Meresapkan air
- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih besar

Penyebab :

- Ikatan sambungan kurang baik
- Perbedaan kekuatan jalan pelebaran dengan jalan lama

g. Retak refleksi
Bentuk / sifat / tingkatan :

- Memanjang / diagonal / melintang / kotak
- Terjadi pada lapis tambahan yang menggambarkan pola retak perkerasan dibawah
- Meresapkan air
- Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih besar

Penyebab :

- Pergerakan vertical / horizontal dibawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah datar yang ekspansif

h. Retak susut
Bentuk / sifat / tingkatan :

- Saling bersambungan membentuk kotak besar dengan sudut tajam
- Meresapkan air
- Diikuti dengan pelapisan butiran pada tepi retak sehingga timbul lubang

Penyebab :

- Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah

i. Retak selip

Bentuk / sifat / tingkatan :

- Berbentuk lengkung menyerupai bulan sabit
- Meresapkan air
- Diikuti dengan pelepasan butiran pada tepi retak sehingga berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- Lapis pengikat kurang berfungsi
- Agregat halus terlalu banyak
- Lapis permukaan kurang padat

2.5.2 Cacat Permukaan

a. Lubang

Bentuk / sifat / tingkatan :

- seperti mangkok
- mengurangi kenyamanan
- menampung / meresapkan air
- membahayakan pengguna jalan
- berkembang menjadi lubang yang semakin dalam

Penyebab :

- aspal kurang (kurus)
- butir halus terlalu banyak atau terlalu sedikit

- agregat pengunci kurang
- drainase kurang baik
- lapis permukaan terlalu tipis

b. Pelepasan Batuan

Bentuk / sifat / tingkatan :

- luas
- mengurangi kenyamanan
- menampung / meresapkan air
- permukaan kasar
- berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- pemadatan kurang
- agregat kotor atau lunak
- aspal kurang
- pemanasan campuran terlalu tinggi

c. Pengelupasan lapisan permukaan

Bentuk / sifat / tingkatan :

- merata / luas
- berkembang menjadi lubang

Penyebab :

- ikatan antara lapis permukaan dan tapi dibawahnya kurang
- lapis permukaan terlalu tipis

2.5.3 Pengausan

a. Pengausan

Bentuk / sifat / tingkatan :

- permukaan licin luas
- membahayakan pengguna jalan

Penyebab :

- agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
- bentuk agregat bulan dan licin

2.6 Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah disekitar jalan yang masih terdapat di catchment area.

Drainase pada tepi jalan dimaksudkan untuk menampung, mengalirkan, dan membuang air hujan yang jatuh di permukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada.

Permukaan perkerasan, bahu jalan serta saluran drainase dibuat miring dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan saat terjadi hujan. Acuan yang digunakan dalam system drainase adalah (Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03 – 3424 – 1994) [6]

Tabel 2. 28 : Kemiringan Melintang dan Bahu Jalan

NO	Jenis Lapis Permukaan Jalan	Kemiringan melintang normal I (%)
1	beraspal, beton	2 % - 3 %
2	Japat	4 % - 6 %
3	Kerikil	3 % - 6 %
4	Tanah	4 % - 6 %

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

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara beban yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 29 : hubungan Kemiringan selokan samping dan jenis material

Jenis material	Kemiringan selokan samping (%)
----------------	--------------------------------

Tanah asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

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

2.6.1 Analisa hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi yaitu :

1. Curah Hujan

Merupakan curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam mm / hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimum selama 10 tahun terakhir.

2. Periode Ulang

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 tahun.

3. Waktu Curah Hujan

Waktu curah hujan adalah lamanya terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan 24 jam.

4. Intensitas Curah Hujan (I)

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 curah hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan digunakan analisa distribusi frekuensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (\text{pers 2.54})$$

$$X_t = \bar{X} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad (\text{pers 2.55})$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad (\text{pers 2.56})$$

Keterangan :

- S_x = standart deviasi
 X_t = besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm / jam)
 X = Tinggi Hujan Maksimum
 \bar{X} = Tinggi Hujan Maksimum Kumulatif rata – rata
 Y_t = variasi yang merupakan fungsi periode ulang
 Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan
 S_n = standart deviasi yang merupakan fungsi n
 I = intensitas hujan (mm / jam)

Tabel 2. 30 : variasi Yt

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 SNI 03 – 3424 – 1994

Tabel 2. 31 : nilai Yn

N	0	1	2	3	4	5	6
10	0,495 2	0,499 6	0,503 5	0,5070	0,510 0	0,512 6	0,515 7
20	0,522 5	0,525 2	0,528 8	0,5283	0,525 5	0,530 9	0,532 0
30	0,535 2	0,537 1	0,538 0	0,5388	0,540 2	0,540 2	0,541 0
40	0,543 5	0,542 2	0,544 8	0,5453	0,545 8	0,545 3	0,546 8
50	0,548 5	0,548 5	0,549 3	0,5497	0,550 1	0,550 4	0,550 8
60	0,552 1	0,553 4	0,552 7	0,5530	0,553 3	0,553 5	0,553 8
70	0,554 8	0,555 2	0,555 5	0,5555	0,555 7	0,555 9	0,556 1
80	0,556 9	0,557 0	0,557 2	0,5574	0,557 6	0,557 8	0,558 0
90	0,556 6	0,558 9	0,558 9	0,5589 1	0,559 2	0,559 3	0,559 5

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

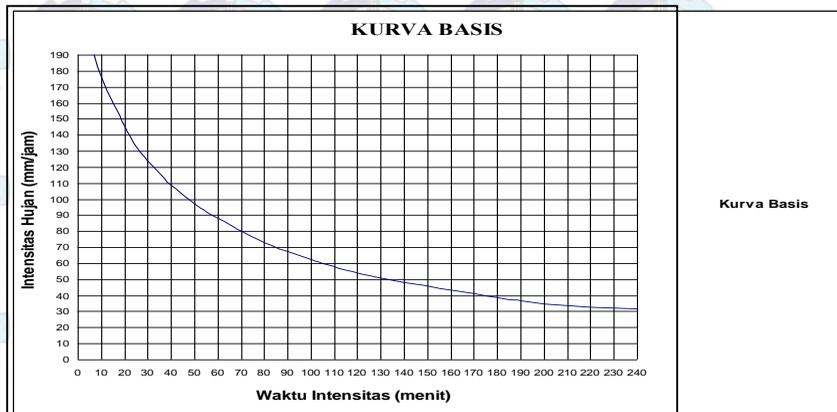
Tabel 2. 32 : nilai Sn

N	0	1	2	3	4	5	6
10	0,949 6	0,967 6	0,983 3	0,997 1	1,009 5	1,020 6	1,031 6
20	0,062 8	1,069 5	1,069 5	1,081 1	1,085 4	1,091 5	1,096 1

3 0	0,112 4	1,119 9	1,119 9	1,122 6	1,125 5	1,128 5	1,131 3
4 0	0,141 3	1,143 5	1,143 5	1,148 0	1,149 9	1,151 9	1,153 8
5 0	0,160 7	1,152 3	1,152 3	1,155 8	1,155 7	1,158 1	1,159 6
6 0	0,174 7	1,175 9	1,175 9	1,178 2	1,178 2	1,180 3	1,181 4
7 0	0,189 9	1,165 3	1,165 3	1,168 1	1,169 0	1,169 8	1,190 6
8 0	0,193 8	1,194 5	1,194 5	1,195 9	1,196 7	1,197 3	1,198 0
9 0	0,200 7	1,201 3	1,202 0	1,202 5	1,203 2	1,203 8	1,204 4

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

Untuk menentukan intensitas hujan rencana digunakan kurva basis dimana harga I (intensitas hujan) rencana $T_c = 240$ menit. Harga I yang dipakai pada perhiungan diperoleh dengan cara memplotkan harga T_c pada waktu konsentrasi memotong garis lengkung intensitas hujan rencana, kemudian tarik garis lurus memotong kearah garis intensitas hujan (mm / jam).



Gambar 2. 15 : Grafik Intensitas Curah Hujan

1. Waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah pengaliran ke lokasi drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi kemiringan saluran. Kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad (\text{pers 2.57})$$

Untuk mendapatkan inlet time (t1) diperlukan rumus :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad (\text{pers 2.58})$$

t2 = time of flow adalah waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mengalir melalui drainase dari suatu titik ke titik yang lain. Untuk mendapatkan time of flow menggunakan rumus :

$$t_2 = \frac{L}{30V} \quad (\text{pers 2.59})$$

Dimana :

T1 = waktu inlet adalah waktu yang diperlukan air untuk mencapai lokasi drainase dari titik terjauh yang terletak di cathmann area.

T2 = time of flow adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir melalui drainase.

L = panjang saluran (m).

Nd = koefisien hambatan.

S = kemiringan daerah pengaliran.

V = kecepatan air rata-rata.

Tabel 2. 33 : Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1. Lapis semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5. Padang rumput dan rerumputan	0,400
6. Hutan gundul	0,600
7. Hutan gundul dan hutan rimbun rapat dengan hamparan rumput jaran sampai kasar	0,800

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

Kecepatan rata – rata yang diizinkan berdasarkan pada jenis material dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 34 : 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
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 SNI 03-3424-1994

6. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya terikat dari pembebasan daerah sekitarnya. Untuk mendapatkan luas daerah pengaliran menggunakan rumus :

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad (\text{pers 2.60})$$

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \quad (\text{pers 2.61})$$

Dimana :

L = batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L1= ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2= ditetapkan dari tepi perkerasan sampai bahu

L3= tergantung dari daerah setempat dan panjang maksimum adalah 100 m

A = luas daerah pengaliran

7. Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu catchman area setempat disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan :

$$C \text{ gabungan} = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i} \quad (\text{pers 2.62})$$

Dimana :

C_i = koefisien pengaliran

A_i = luas daerah pengaliran

Tabel 2. 35 : Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
1.	Jalan beton dan jalan	0,70 – 0,95
2.	beraspal	0,40 – 0,70
3.	Jalan berkerikil dan jalan tanah	
	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.	Pesawahan	0,45 – 0,60
11.	Perbukitan	0,70 – 0,80
12.	Pegunungan	0,75 – 0,90

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

8. Analisa Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa diatas, maka debit air yang melalui saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (\text{pers 2.63})$$

Dimana :

- Q = debit air (m/detik)
 C = koefisien pengaliran
 I = intensitas hujan (mm/jam)
 A = luas daerah pengaliran (km²)

2.6.2 Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan seperti kondisi tanah dasar, kecepatan aliran air yang masuk, dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah menempung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan penguasaan jalan.

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 gread $\geq 5\%$) akan menjadi besar, untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi yaitu :

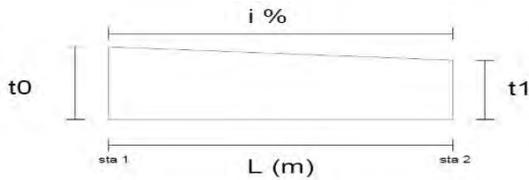
- a. Kecepatan aliran air dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab menyebabkan penggerusan saluran oleh aliran air.
- b. Sebaliknya, kecepatan aliran air tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

1. Kemiringan Saluran (i)

Kemiringan tanah ditempat saluran ditentukan dari hasil pengukuran dilapangan dan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :

Rumus kemiringan lapangan :

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \quad (\text{pers 2.64})$$



Rumus kemiringan secara perhitungan :

$$i = \left(\frac{v \times n}{\frac{R}{2}} \right)^2 \quad (\text{pers 2.65})$$

Dimana :

- i = kemiringan tanah
- t0 = tinggi tanah pada bagian tertinggi (m)
- t1 = tinggi tanah pada bagian terendah (m)
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- n = koefisien kekerasan manning
- R = jari-jari hidrolis
- F = luas penampang (m²)
- P = keliling basah (m)

Gambar 2. 16 : Kemiringan Saluran

2. Jari – Jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{O} \quad (\text{pers 2.66})$$

$$O = 2H + B \quad (\text{pers 2.67})$$

Dimana :

- R = jari – jari hidrolis (%)
 A = luas penampang basah (m²)
 O = keliling basah (m)
 H = tinggi saluran (m)
 B = lebar saluran (m)

3. Hubungan Antara Debit Aliran, Kecepatan Aliran dan Luas Penampang

$$Q = V \times A \quad (\text{pers 2.68})$$

Dimana :

- Q = debit aliran (m³/dt)
 V = Kecepatan Aliran (m/dt)
 A = Luas Penampang saluran (m²)

4. Luas Penampang Pada Saluran Tepi Dengan Penampang Trapesium

$$A = (b_1 + b_2) \times h \quad (\text{pers 2.69})$$

Dimana :

- A = Luas penampang saluran (m²)
 B1 = Lebar saluran bagian atas (m)
 B2 = Lebar saluran bagian bawah (m)
 H = Tinggi saluran (m)

5. Kecepatan Aliran Rata-rata
 Kecepatan aliran rata – rata diperoleh dari rumus manning berikut ini :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (\text{pers 2.70})$$

Dimana :

- V = Kecepatan Aliran (m/dt)
 N = Koefisien kekerasan manning
 R = jari – jari hidrolis

I =kemiringan saluran

Tabel 2.35 : Nilai n

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 tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5.	Saluran batuan diledakkan, ada tumbuh-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,	0,020	0,025	0,038	0,030

	dengan kecepatan rendah				
	SALURAN ALAM				
8.	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9.	Seperti no. 8 tetapi tidak ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10.	Melengkung bersih, berlubang dan berinding 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 tumbuhan-tumbuhan	0,050	0,060	0,070	0,080

15.	dan berlubang Banyak tumbuh- tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
16.	SALURAN BATUAN, BETON, ATAU BATU KALI 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
SNI 03-3424-1994

2.7 Rencana Anggaran Biaya

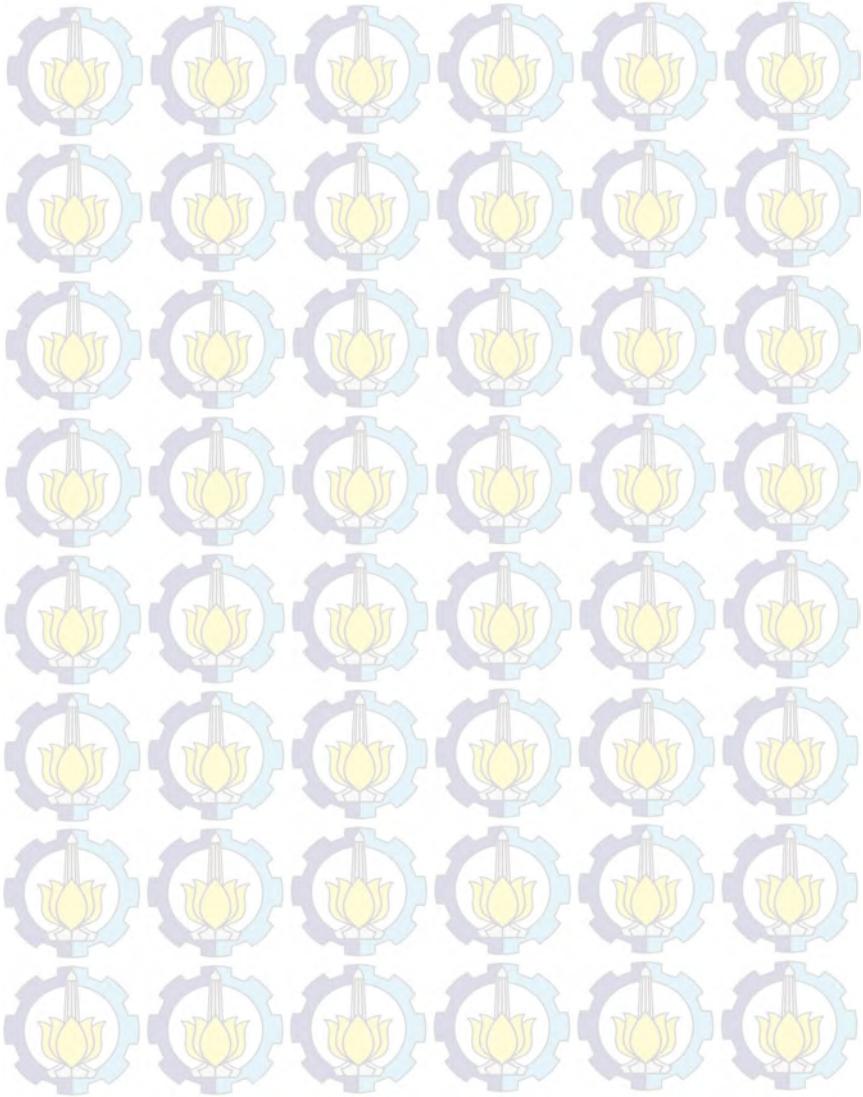
Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil

perencanaan dilapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil pekerjaan dengan volume masing – masing pekerjaan.

Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam suatu satuan. Untuk menghitung suatu volume pekerjaan dapat dihitung dengan melihat gambar desain baik long section maupun cross section.

Harga satuan pekerjaan diperoleh dari proses perhitungan masukan – masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk alat, bahan, 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 dasar satuan dasar ditambah dengan biaya umum dan laba menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Untuk perhitungan rencana anggaran biaya dalam proyek akhir ini digunakan daftar analisa harga satuan pokok pekerjaan tahun 2015 yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.



BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi suatu perencanaan jalan adalah suatu cara atau urutan kerja atau perhitungan perencanaan jalan untuk mendapatkan hasil dari tebal perkerasan, pelebaran jalan, overlay dan dimensi saluran yang dibutuhkan

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

3.2 Persiapan

Persiapan meliputi serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Mengurus surat – surat yang diperlukan proyek akhir ini, surat pengantar dari Kaprodi yang ditujukan ke suatu instansi.
2. Mencari informasi dan mengumpulkan data – data dari instansi terkait antar lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur
3. Mencari, mengumpulkan dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Proyek Akhir.

3.3 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan proyek akhir, dilakukan pengumpulan data – data sebagai mana ditampilkan pada tabel 3.1 :

Tabel 3. 1 : pengelompokan dan sumber data

DATA	SUMBER
Peta topografi dan peta lokasi proyek	Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur
LHR	
CBR Tanah Dasar	
Gambar <i>Long Section dan Cross Section</i>	

Harga Satuan Pekerja	
Curah Hujan	Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Propinsi Jawa Timur

3.4 Survey Lokasi

Mengetahui kondisi lingkungan lokasi proyek yang diperlukan untuk data perhitungan dan perencanaan (Data Primer)

3.5 Analisa Peningkatan Jalan

1. Analisa kebutuhan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - Analisa data jumlah kendaraan
 - Analisa data CBR
2. Perencanaan tebal perkerasan pelebaran jalan data – data yang perlu dianalisis :
 - LHR awal dan akhir
 - Lintasan ekivalen tengah dan lintasan ekivalen rencana
3. Perencanaan tebal lapis tambahan (overlay) dalam merencanakan tebal lapis tambahan antara lain:
 - Faktor keseragaman untuk lendutan balik
 - Faktor umur rencana
 - Jumlah lalu lintas secara akumulatif selama umur rencana
 - Lendutan balik yang diijinkan
 - Tebal lapis tambahan
4. Merencanakan saluran tepi
 Dalam merencanakan saluran tepi yang perlu dihitung antara lain :
 - Menghitung waktu konsentrasi
 - Menghitung intensitas hujan
 - Menghitung koefisien pengaliran
 - Menghitung debit air

→ Menghitung dimensi saluran

3.6 Menggambar Teknis Hasil Perencanaan

Pada tahap ini gambar rencana merupakan gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan.

3.7 Rencana Anggaran Biaya

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

3.8 Kesimpulan

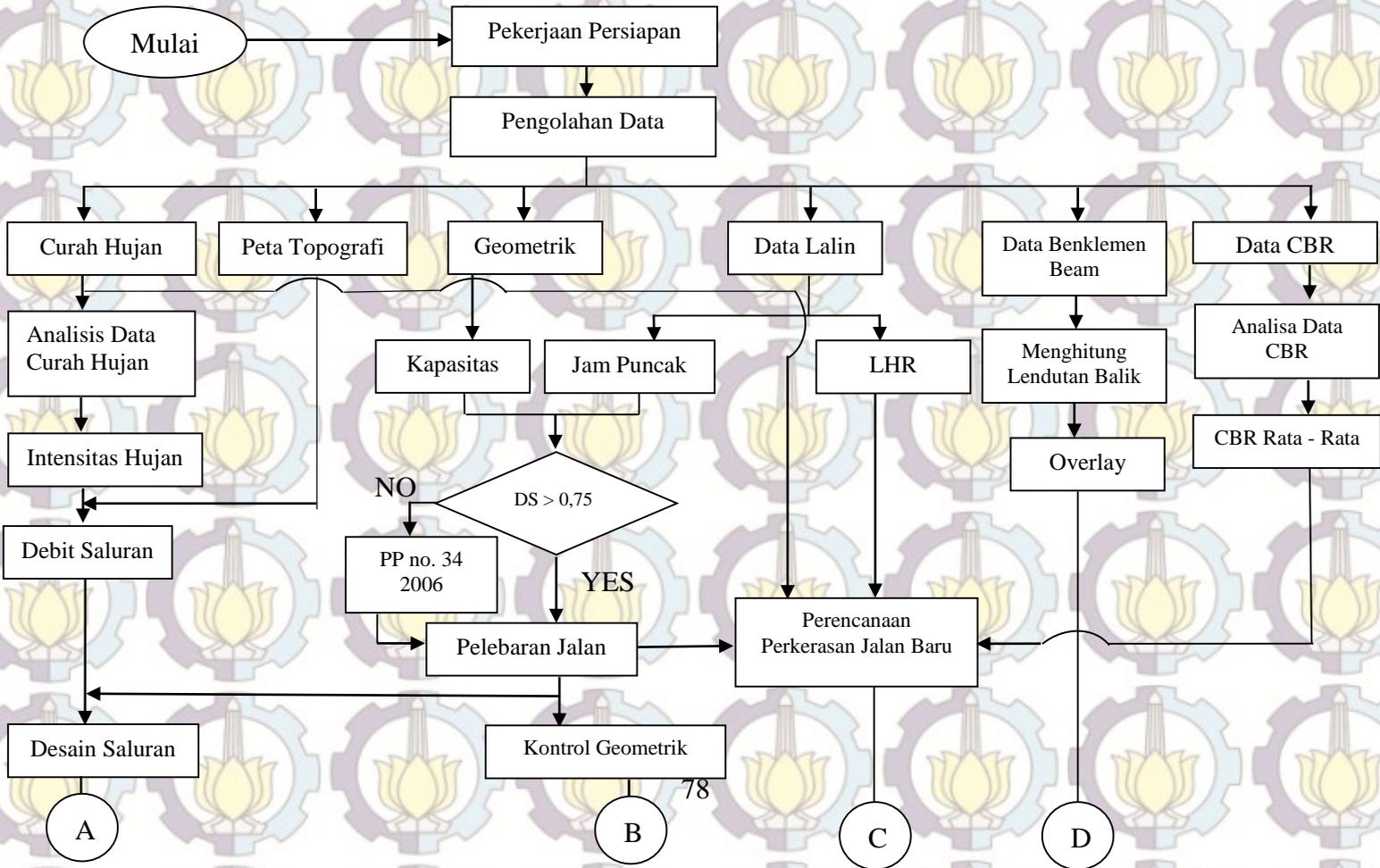
Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

3.9 Penulisan Laporan

Pada tahap ini adalah penulisan dan pembuatan laporan Tugas Akhir.

3.10 Diagram Alir Perencanaan

Berikut ini adalah diagram alir metodologi sebagaimana terlihat Gambar 3.1





Gambar Rencana

Metode Pelaksanaan

Analisa Harga

Rencana Anggaran Biaya

Kesimpulan dan Saran

Selesai



Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB IV

PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

1.1 Umum

Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen batas Kabupaten Lumajang ini mengacu pada kondisi jalan yang telah ada dimana semua data jalan tersebut telah ada setelah dilakukan survey lapangan. Keakuratan data dan kelengkapan data dalam perencanaan berpengaruh banyak pada kualitas konstruksi yang di rencanakan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam perencanaan jalan, data – data yang diperlukan antara lain :

- a. Peta Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas (LHR)
- e. Data Hasil Pemeriksaan Benkleman Beam
- f. Data Curah Hujan
- g. Data Foto Kondisi Existing Jalan
- h. Gambar Long Section dan Cross Section

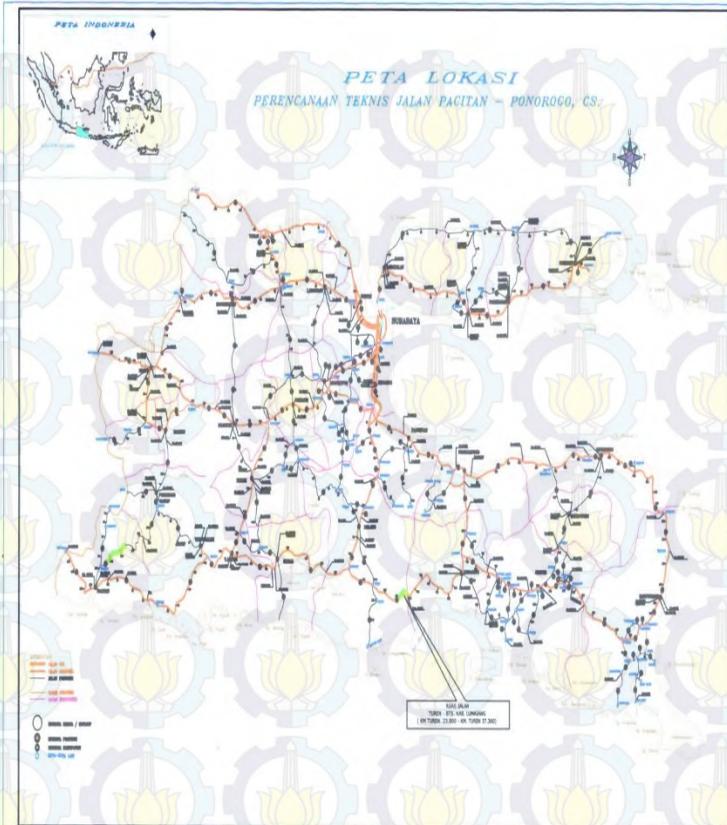
Jika data yang diperlukan telah didapatkan maka data tersebut dikumpulkan dan diolah sehingga perencanaan ulang dapat dimulai secara optimal.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Perencanaan peningkatan jalan ruas Turen batas Kabupaten Lumajang terletak pada perbatasan Kota Lumajang.

Proyek peningkatan jalan ini memiliki panjang total 15,5 km dimulai dari KM 23+000 – KM 37+500. Untuk penulisan proyek akhir ini hanya diambil 4 km saja sesuai judul yang dipilih yaitu “Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen - Batas Kab. Lumajang STA 33+000 s/d STA 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur”.



Gambar 4.1 : Peta Lokasi

4.2.2 Data Geometrik Jalan

Berdasarkan laporan perencanaan yang di peroleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan jalan, lebar bahu jalan, alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan superelevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip

geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan Turen – Batas kabupaten Lumajang, memiliki kriteria desain yang ditentukan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur, sebagai berikut :

1. Fungsi Rencana Jalan = Kolektor Primer
2. Kelas Jalan = I, II, IIIA
3. Kecepatan Rencana (V) = 40 km/jam
4. Potongan Melintang
 - a. lebar jalur = 6,4 – 13,30 m
 - b. Jumlah Lajur = 2
 - c. Lebar Bahu = 0,3 – 5,10 m
 - d. Lebar minimum trotoar = -
 - e. Kemiringan melintang
 - perkerasan = 2 %
 - bahu jalan = 4.0 %
 - superlevasi max = 8.0%
5. Alinyemen Horizontal
 - a. R minimum tidak memerlukan lengkung peralihan = 250.0 m
 - b. R minimum = 10.0 m
 - c. Panjang Bagian lengkung minimum = 20,43 m
 - d. Jarak pandang henti (Ss) = 40,0
 - e. panjang minimum lengkung peralihan = 8,56 m
6. Alinyemen vertikal
 - a. Landai maksimum / gradient = 10 %
 - b. Panjang landai krisis max = 80 m
 - c. Jarak henti minimum = 40 m

Dari pengamatan di lapangan didapat data sebagai berikut :

1. Fungsi Rencana Jalan = Kolektor Primer
2. Kelas Jalan = I, II, IIIA
3. Kecepatan Rencana (V) = 20 – 40 km/jam
4. Potongan Melintang
 - a. lebar jalur = 6,6 – 13,15 m
 - b. Jumlah Lajur = 2
 - c. Lebar Bahu = 0,6 – 3,2 m
 - d. Lebar minimum trotoar = -



Gambar 4. 2 : STA 34+450



Gambar 4. 3 : STA 35+150

4.2.3 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 Turen - Lumajang. Terlihat pada tabel 4.1 Turen – Lumajang.

Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata (kend/hari)

NO.	JENIS KENDARAAN	2009	2010	2011	2015
1	Sepeda Motor	11348	10683	15500	5124
2	Jeep, Sedan	2812	5720	4594	104
3	Mobil Penumpang	3411	6935	5576	682
4	Micro Truck	2299	4683	3761	533
5	Bus Kecil	233	361	338	55
6	Bus Besar	31	64	62	1
7	Truck 2 AS	981	1536	1430	21.0

8	Truck 2 AS $\frac{3}{4}$	171	309	304	2448
9	Truck 3 AS	70	144	140	4
10	Truck Gandeng	173	132	333	0
11	Truck Semi Trailer	165	177	318	0

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur dan survey lokasi dan Survey Lapangan

4.2.4 Data CBR

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Turen – batas Kabupaten Lumajang dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR tanah dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari DCP (Dynamic Cone Penetration) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari hasil pengetesan DCP, didapat harga CBR tanah dasar seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data CBR

NO	STA	CBR
1	33+000	3.248
2	33+200	3.49
3	33+400	1.787
4	33+500	2.394
5	33+600	1.678
6	33+800	1.528
7	34+000	2.597
8	34+200	2.748
9	34+400	2.624
10	34+500	2.558
11	34+600	2.543
12	34+800	2.487

13	35+000	6.186
14	35+200	3.653
15	35+400	2.804
16	35+500	2.676
17	35+600	2.541
18	35+800	3.156
19	36+000	3.31
20	36+200	2.887
21	36+400	2.346
22	36+500	2.528
23	36+600	2.52
24	36+800	1.376
25	37+000	2.359

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan Benkleman Beam

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

Cara menentukan lendutan balik yaitu dengan batang Benkelmen Beam yang dapat dilakukan empat kali pembacaan tersebut adalah :

1. Pembacaan awal (d_1) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada tepat tumit batang
2. Pembacaan kedua (d_2) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak X_{12} dari titik awal (30-40) cm.

3. Pembacaan kedua (d_3) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak dari tumit batang sampai kaki depan.

4. Pembacaan kedua (d_4) adalah pembacaan dial Benkelman Beam pada saat posisi beban berada pada jarak enam meter dari titik awal.

Untuk mendapat lendutan balik dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$d = 2(d_3 - d_1)Ft C \quad (\text{pers 4.1})$$

Dimana :

d_1 = bacaan awal

d_3 = bacaan akhir

Ft = faktor penyesuaian temperatur lapis Permukaan.

C = faktor perngaruh air tanah

Dari hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat tersebut maka didapat lendutan balik seperti pada tabel :

Tabel 4. 3 Perhitungan Data Benkleman Beam

NO	STATION	D	d ²
1	33+000	2.37	5.6169
2	33+200	1.44	2.0736
3	33+400	2.66	7.0756
4	33+600	1.3	1.69
5	33+800	2.66	5.32
6	34+000	0.85	0.7225
7	34+200	1.04	1.0816
8	34+400	1.8	3.24
9	34+600	1.8	3.24
10	34+800	1.65	2.7225

11	35+000	1.49	2.2201
12	35+200	0.67	0.4489
13	35+400	0.82	0.6724
14	35+600	1.31	1.7161
15	35+800	1.8	3.24
16	36+000	0.53	0.2809
17	36+200	0.69	0.4761
18	36+400	0.64	0.4096
19	36+600	1.73	2.9929
20	36+800	0.53	0.2809
21	37+000	1.09	1.1881

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.6 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi 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 10 tahun terakhir sebagaimana terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Data Curah Hujan

N O	TAHU N	STASIUN PENGAMA T	CURAH HUJAN RATA - RATA (mm)	URUTAN DATA KEJADIAN PADA BULAN KE-
1	2003	96	96	11
2	2004	110	110	3
3	2005	164	164	10

4	2006	108	108	4
5	2007	197	197	12
6	2008	127	127	1
7	2009	68	68	4
8	2010	100	100	11
9	2011	69	69	4
10	2012	115	115	3
11	2013	102	102	1

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.7 Data Kondisi Existing Jalan

Kondisi struktur perkerasan yang ada saat ini adalah permukaan aspal retak – retak dan berlubang meskipun kecil, sebagian jalan mengalami pengausan atau kasar. Dari kondisi tersebut bahwa kerusakan yang ada pada jalan lama tidak terlalu parah dan hanya membutuhkan peningkatan atau pelebaran.

4.3 Pengolahan Data

Dari perolehan data-data yang ada maka perlu diolah untuk menentukan parameter-parameter yang diperlukan dalam proses perhitungan rencana.

4.3.1 Data Pertumbuhan Lalu Lintas

Data Jumlah Kendaraan bermotor dari tahun 2009 sampai tahun 2011 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas untuk masing – masing jenis kendaraan. Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas , dipergunakan rumus yang terdapat pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas yang terdapat dalam program minitab. Kemudian kami olah lagi kedalam program Ms. Excel untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata – rata. Berikut langkah – langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

a. Mencari grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program minitab.

b. Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.

c. Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan di tiap-tiap tahun untuk umur rencana 10 tahun mendatang.

d. Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :

$$X_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow X_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4}$$

e. Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

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

f. Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) kedalam bentuk persen (%).

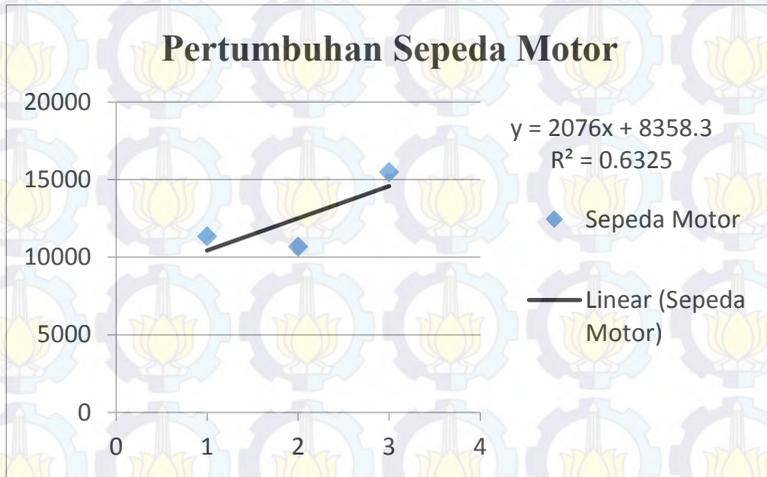
4.3.2 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan sepeda motor tahun 2009 - 2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 5 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	11348
2	2010	10683

3	2011	15500
---	------	-------



Gambar 4. 4 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 6 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor

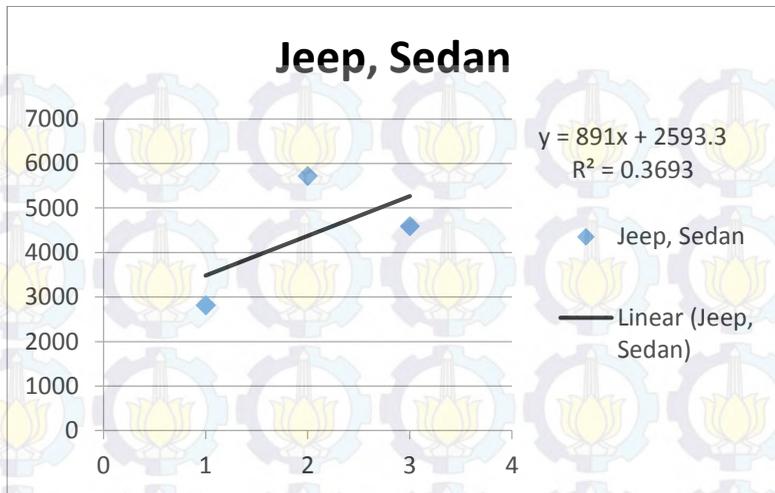
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	l rata-rata	l (%)
1	2009	11348	0.632	10434	0.000	0.078	7.800
2	2010	10683		12510	0.166		
3	2011	15500		14586	0.142		
4	2012	16709		16662	0.125		
5	2013	18012		18738	0.111		
6	2014	19417		20814	0.100		
7	2015	20932		22890	0.091		
8	2016	22564		24966	0.083		
9	2017	24324		27042	0.077		
10	2018	26221		29118	0.071		
11	2019	28266		31194	0.067		
12	2020	30471		33270	0.062		
13	2021	32848		35346	0.059		
14	2022	35410		37422	0.055		
15	2023	38171		39498	0.053		
16	2024	41149		41574	0.050		
17	2025	44358		43650	0.048		
18	2026	47818		45726	0.045		

4.3.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Jeep, Sedan

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan jeep dan sedan tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 7 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Jeep, Sedan

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	2812
2	2010	5720
3	2011	4594



Gambar 4. 5 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Jeep dan Sedan tahun 2009 – 2011

Tabel 4. 8 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Jeep, Sedan

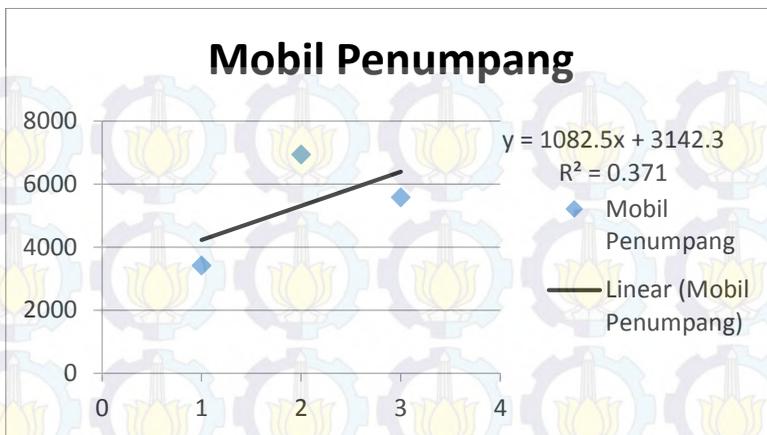
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	2812	0.369	3484	0.000	0.088	8.766
2	2010	5720		4375	0.204		
3	2011	4594		5266	0.169		
4	2012	4952		6157	0.145		
5	2013	5339		7048	0.126		
6	2014	5755		7939	0.112		
7	2015	6204		8830	0.101		
8	2016	6688		9721	0.092		
9	2017	7209		10612	0.084		
10	2018	7772		11503	0.077		
11	2019	8378		12394	0.072		
12	2020	9031		13285	0.067		
13	2021	9736		14176	0.063		
14	2022	10495		15067	0.059		
15	2023	11314		15958	0.056		
16	2024	12196		16849	0.053		
17	2025	13147		17740	0.050		
18	2026	14173		18631	0.048		

4.3.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan mobil penumpang tahun 2009-2011 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 9 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	3411
2	2010	6935
3	2011	5576



Gambar 4. 6 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 10 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang

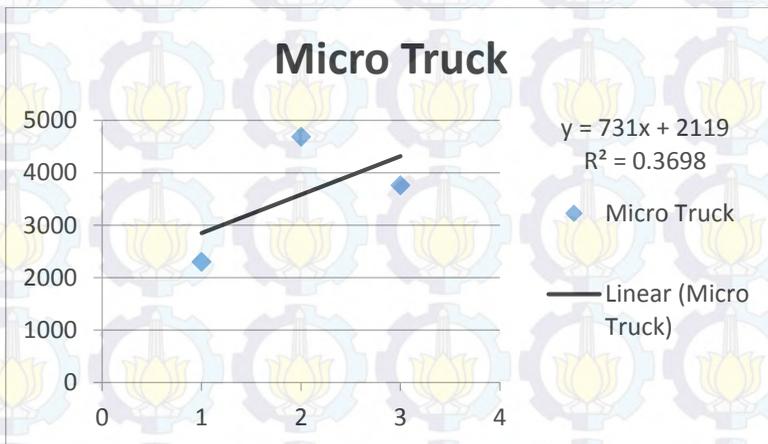
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	3411	0.371	4224	0.000	0.088	8.772
2	2010	6935		5306	0.204		
3	2011	5576		6388	0.169		
4	2012	6011		7470	0.145		
5	2013	6480		8552	0.127		
6	2014	6985		9634	0.112		
7	2015	7530		10716	0.101		
8	2016	8117		11798	0.092		
9	2017	8750		12880	0.084		
10	2018	9433		13962	0.077		
11	2019	10169		15044	0.072		
12	2020	10962		16126	0.067		
13	2021	11817		17208	0.063		
14	2022	12738		18290	0.059		
15	2023	13732		19372	0.056		
16	2024	14803		20454	0.053		
17	2025	15957		21536	0.050		
18	2026	17202		22618	0.048		

4.3.5 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan micro truck tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 11 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Micro Truck

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	2299
2	2010	4683
3	2011	3761



Gambar 4. 7 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Micro Truck Tahun 2009 – 2011

Tabel 4. 12 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck

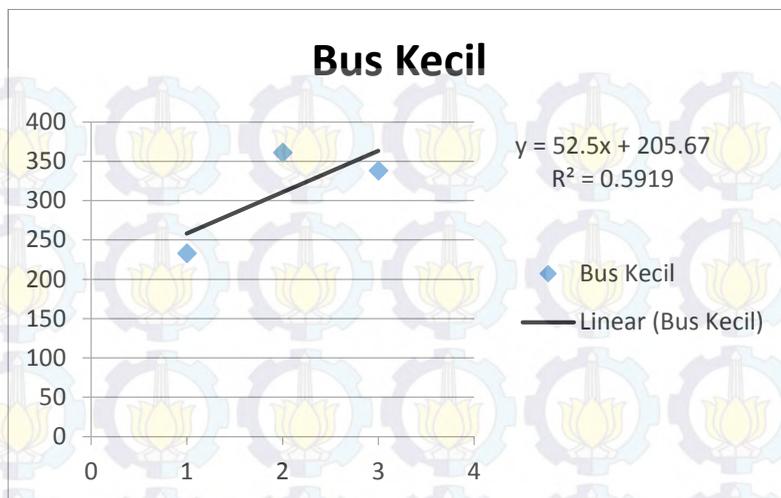
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	l rata-rata	l (%)
1	2009	2299	0.369	2850	0.000	0.088	8.778
2	2010	4683		3581	0.204		
3	2011	3761		4312	0.170		
4	2012	4054		5043	0.145		
5	2013	4371		5774	0.127		
6	2014	4711		6505	0.112		
7	2015	5079		7236	0.101		
8	2016	5475		7967	0.092		
9	2017	5902		8698	0.084		
10	2018	6362		9429	0.078		
11	2019	6859		10160	0.072		
12	2020	7394		10891	0.067		
13	2021	7970		11622	0.063		
14	2022	8592		12353	0.059		
15	2023	9262		13084	0.056		
16	2024	9985		13815	0.053		
17	2025	10763		14546	0.050		
18	2026	11603		15277	0.048		

4.3.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan bus kecil tahun 2009-2011 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 13 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	233
2	2010	361
3	2011	338



Gambar 4. 8 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil Tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 14 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil

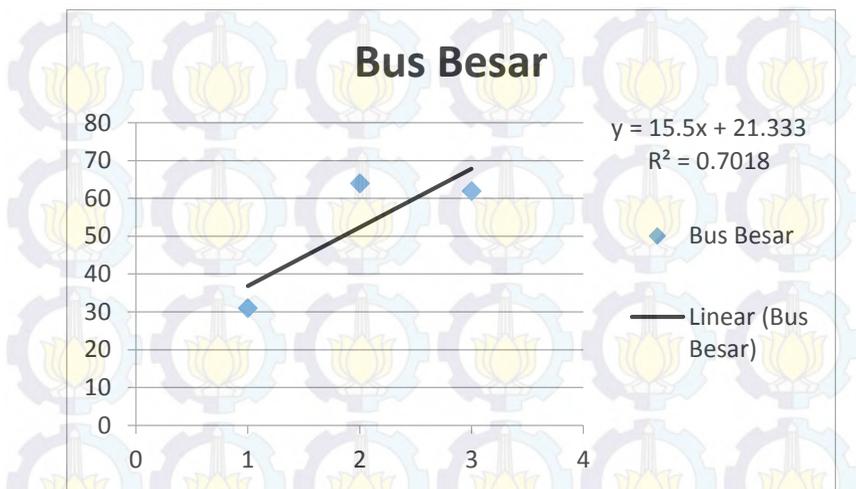
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	l rata-rata	l (%)
1	2009	233	0.591	258.1	0.000	0.079	7.884
2	2010	361		310.6	0.169		
3	2011	338		363.1	0.145		
4	2012	364		415.6	0.126		
5	2013	393		468.1	0.112		
6	2014	423		520.6	0.101		
7	2015	456		573.1	0.092		
8	2016	492		625.6	0.084		
9	2017	530		678.1	0.077		
10	2018	572		730.6	0.072		
11	2019	616		783.1	0.067		
12	2020	664		835.6	0.063		
13	2021	716		888.1	0.059		
14	2022	772		940.6	0.056		
15	2023	832		993.1	0.053		
16	2024	897		1045.6	0.050		
17	2025	967		1098.1	0.048		
18	2026	1043		1150.6	0.046		

4.3.7 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan bus besar tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 15 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	31
2	2010	64
3	2011	62



Gambar 4.9 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar tahun 2009 – 2011

Tabel 4. 16 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar

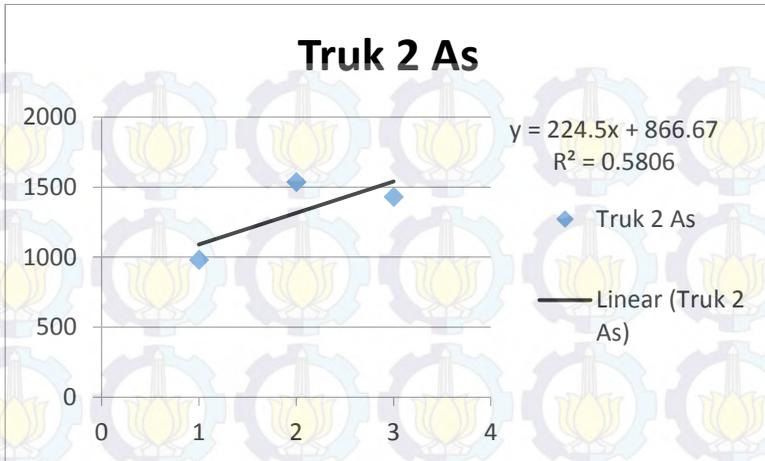
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	31	0.701	36.83	0.000	0.107	10.712
2	2010	64		52.33	0.296		
3	2011	62		67.83	0.229		
4	2012	67		83.33	0.186		
5	2013	72		98.83	0.157		
6	2014	78		114.33	0.136		
7	2015	84		129.83	0.119		
8	2016	90		145.33	0.107		
9	2017	97		160.83	0.096		
10	2018	105		176.33	0.088		
11	2019	113		191.83	0.081		
12	2020	122		207.33	0.075		
13	2021	131		222.83	0.070		
14	2022	142		238.33	0.065		
15	2023	153		253.83	0.061		
16	2024	165		269.33	0.058		
17	2025	177		284.83	0.054		
18	2026	191		300.33	0.052		

4.3.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 2 As

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan truk 2 as tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 17 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	981
2	2010	1536
3	2011	1430



Gambar 4. 10 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As tahun 2009 – 2011

Tabel 4. 18 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As

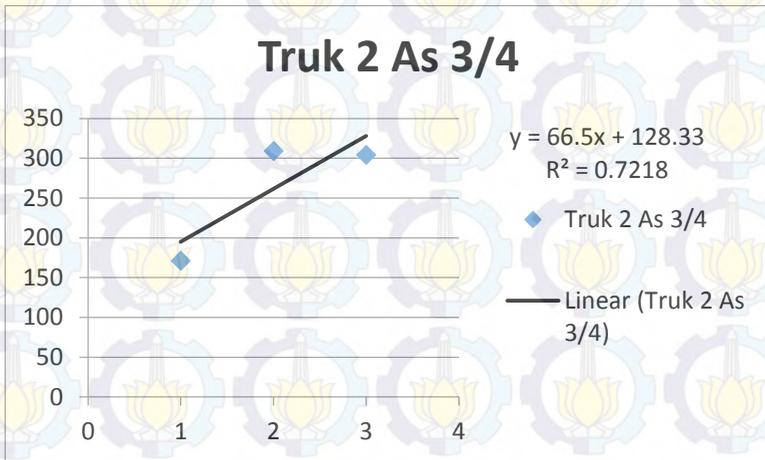
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	981	0.580	1091.1	0.000	0.079	7.927
2	2010	1536		1315.6	0.171		
3	2011	1430		1540.1	0.146		
4	2012	1542		1764.6	0.127		
5	2013	1662		1989.1	0.113		
6	2014	1791		2213.6	0.101		
7	2015	1931		2438.1	0.092		
8	2016	2082		2662.6	0.084		
9	2017	2244		2887.1	0.078		
10	2018	2419		3111.6	0.072		
11	2019	2608		3336.1	0.067		
12	2020	2811		3560.6	0.063		
13	2021	3030		3785.1	0.059		
14	2022	3267		4009.6	0.056		
15	2023	3522		4234.1	0.053		
16	2024	3796		4458.6	0.050		
17	2025	4092		4683.1	0.048		
18	2026	4412		4907.6	0.046		

4.3.9 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 2 As $\frac{3}{4}$

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan truk 2 as $\frac{3}{4}$ tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 19 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As $\frac{3}{4}$

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	171
2	2010	309
3	2011	304



Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As $\frac{3}{4}$ tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 20 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As 3/4

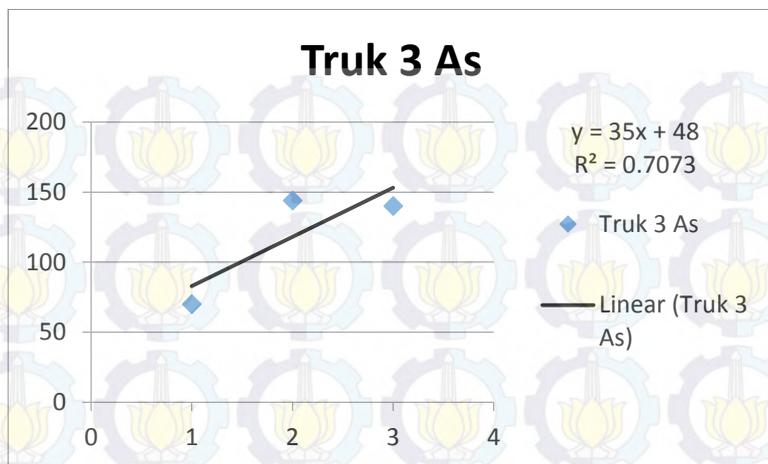
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	l rata-rata	l (%)
1	2009	171	0.721	194.8	0.000	0.099	9.896
2	2010	309		261.3	0.254		
3	2011	304		327.8	0.203		
4	2012	328		394.3	0.169		
5	2013	353		460.8	0.144		
6	2014	381		527.3	0.126		
7	2015	411		593.8	0.112		
8	2016	443		660.3	0.101		
9	2017	477		726.8	0.091		
10	2018	514		793.3	0.084		
11	2019	554		859.8	0.077		
12	2020	598		926.3	0.072		
13	2021	644		992.8	0.067		
14	2022	694		1059.3	0.063		
15	2023	749		1125.8	0.059		
16	2024	807		1192.3	0.056		
17	2025	870		1258.8	0.053		
18	2026	938		1325.3	0.050		

4.3.10 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 3 As

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan truk 3 as tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 21 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	70
2	2010	144
3	2011	140



Gambar 4. 12 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 22 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As

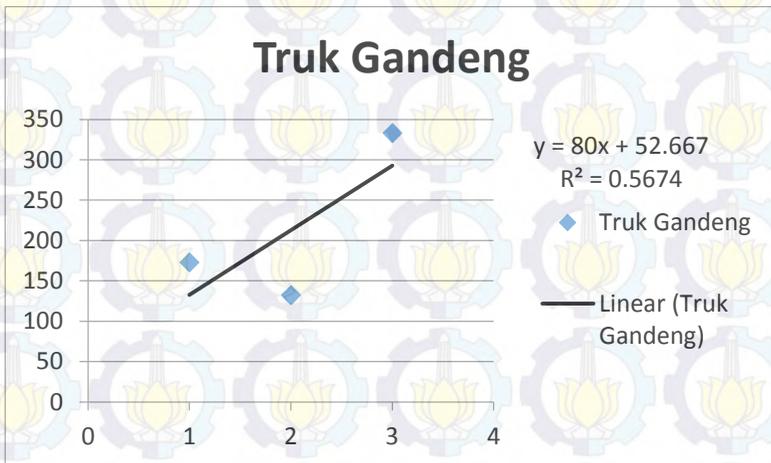
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	70	0.707	83	0.000	0.107	10.720
2	2010	144		118	0.297		
3	2011	140		153	0.229		
4	2012	151		188	0.186		
5	2013	163		223	0.157		
6	2014	175		258	0.136		
7	2015	189		293	0.119		
8	2016	204		328	0.107		
9	2017	220		363	0.096		
10	2018	237		398	0.088		
11	2019	255		433	0.081		
12	2020	275		468	0.075		
13	2021	297		503	0.070		
14	2022	320		538	0.065		
15	2023	345		573	0.061		
16	2024	372		608	0.058		
17	2025	401		643	0.054		
18	2026	432		678	0.052		

4.3.11 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Gandeng

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan truk gandeng tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 23 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	173
2	2010	132
3	2011	333



Gambar 4. 13 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 24 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng

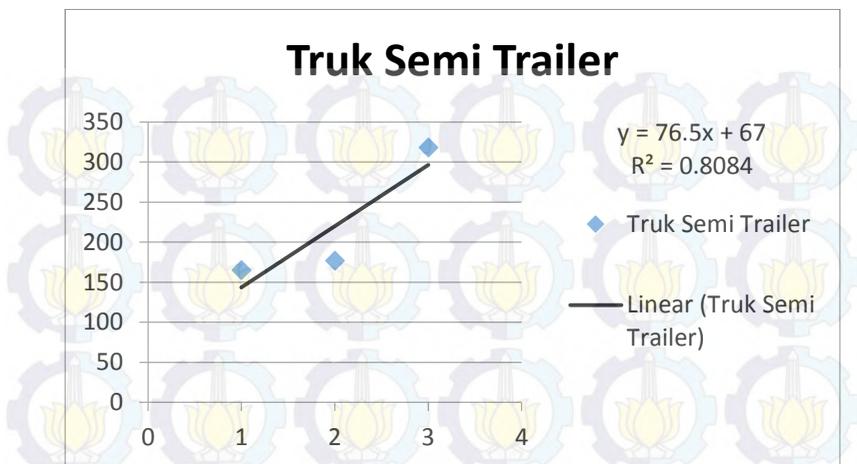
No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	I rata-rata	I (%)
1	2009	173	0.567	132.66	0.000	0.121	12.083
2	2010	132		212.66	0.376		
3	2011	333		292.66	0.273		
4	2012	359		372.66	0.215		
5	2013	387		452.66	0.177		
6	2014	417		532.66	0.150		
7	2015	450		612.66	0.131		
8	2016	485		692.66	0.115		
9	2017	523		772.66	0.104		
10	2018	563		852.66	0.094		
11	2019	607		932.66	0.086		
12	2020	655		1012.66	0.079		
13	2021	706		1092.66	0.073		
14	2022	761		1172.66	0.068		
15	2023	820		1252.66	0.064		
16	2024	884		1332.66	0.060		
17	2025	953		1412.66	0.057		
18	2026	1027		1492.66	0.054		

4.3.12 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Semi Trailer

Pertumbuhan lalu lintas rata-rata kendaraan truk semi trailer tahun 2009-2015 dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 4. 25 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Semi Trailer

NO.	TAHUN	JUMLAH KEND/HARI
1	2009	165
2	2010	177
3	2011	318



Gambar 4. 14 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Semi Trailer tahun 2009 - 2011

Tabel 4. 26 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Semi Trailer

No.	x	y	R ²	Pers. Regresi (Y)	i	l rata-rata	l (%)
1	2009	165	0.808	143.5	0.000	0.116	11.620
2	2010	177		220	0.348		
3	2011	318		296.5	0.258		
4	2012	343		373	0.205		
5	2013	370		449.5	0.170		
6	2014	398		526	0.145		
7	2015	429		602.5	0.127		
8	2016	463		679	0.113		
9	2017	499		755.5	0.101		
10	2018	538		832	0.092		
11	2019	580		908.5	0.084		
12	2020	625		985	0.078		
13	2021	674		1061.5	0.072		
14	2022	726		1138	0.067		
15	2023	783		1214.5	0.063		
16	2024	844		1291	0.059		
17	2025	910		1367.5	0.056		
18	2026	981		1444	0.053		

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata - Rata dari tahun 2016 - 2026 (kend/hari)

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
5124	5524	5955	6420	6921	7461	8043	8671	9348	10078	10865	11713
104	114	124	135	147	160	175	191	208	227	247	269
682	742	808	879	957	1041	1133	1233	1342	1460	1589	1729
533	580	631	687	748	814	886	964	1049	1142	1243	1353
55	60	65	71	77	84	91	99	107	116	126	136
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
21	23	25	27	30	33	36	39	43	47	51	56
2448	2691	2958	3251	3573	3927	4316	4744	5214	5730	6298	6922
4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8972	9741	10575	11481	12466	13535	14697	15961	17334	18826	20449	22212

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4. 28 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata - Rata dari tahun 2016 - 2026 (smp/jam)

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
282	303.82	327.53	353.1	380.66	410.36	442.37	476.91	514.14	554.29	597.58	644.22
11	12.54	13.64	14.85	16.17	17.6	19.25	21.01	22.88	24.97	27.17	29.59
75	81.62	88.88	96.69	105.27	114.51	124.63	135.63	147.62	160.6	174.79	190.19
59	63.8	69.41	75.57	82.28	89.54	97.46	106.04	115.39	125.62	136.73	148.83
11	11.88	12.87	14.058	15.25	16.632	18.018	19.60	21.19	22.97	24.95	26.93
0	0.352	0.528	0.704	0.88	1.056	1.232	1.408	1.584	1.76	2.112	2.46
4	4.554	4.95	5.346	5.94	6.534	7.128	7.722	8.514	9.306	10.098	11.09
485	532.82	585.68	643.70	707.45	777.55	854.57	939.31	1032.37	1134.54	1247.00	1370.56
2	2.86	3.432	4.004	4.576	5.148	5.72	6.86	8.008	9.152	10.30	11.44
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
929	1014	1107	1208	1318	1439	1570	1714	1872	2043	2231	2435

Sumber : Pengolahan Data

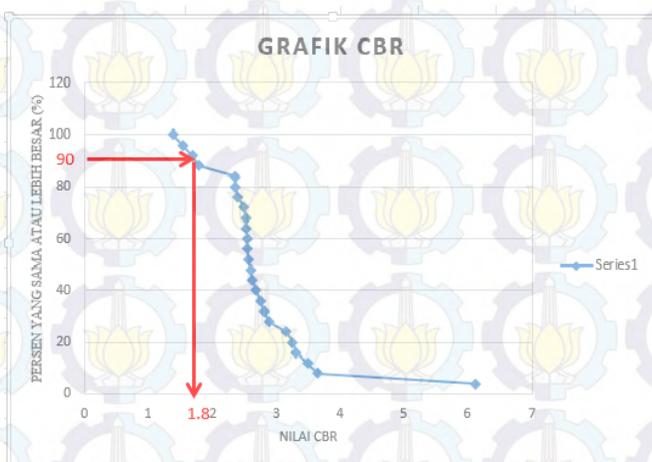
4.3.13 Analisis Data CBR

Dalam perencanaan peningkatan jalan, CBR rencana diperlukan dalam perhitungan. Dimana CBR rencana terdapat perhitungan secara grafis harga – harga CBR yang terlihat pada tabel 4.29 :

Tabel 4. 29 Data CBR

CBR	Jumlah titik yang sama atau lebih besar	% yang sama / lebih besar
1.376	25	100 %
1.528	24	96 %
1.678	23	92 %
1.787	22	88 %
2.346	21	84 %
2.359	20	80 %
2.394	19	76 %
2.487	18	72 %
2.52	17	68 %
2.528	16	64 %
2.541	15	60 %
2.543	14	56 %
2.558	13	52 %
2.597	12	48 %
2.624	11	44 %
2.676	10	40 %
2.748	9	36 %
2.804	8	32 %
2.887	7	28 %

3.156	6	24 %
3.248	5	20 %
3.31	4	16 %
3.49	3	12 %
3.653	2	8 %
6.1286	1	4 %



Gambar 4. 15 CBR rencana

4.3.14 Analisis Data Benkleman Beam

Dari hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat tersebut maka didapat lendutan balik seperti pada tabel 4.30 :

Tabel 4. 30 Perhitungan Data Benkleman Beam

NO	STATION	D	d ²
1	33+000	2.37	5.6169
2	33+200	1.44	2.0736

3	33+400	2.66	7.0756
4	33+600	1.3	1.69
5	33+800	2.66	7.0756
6	34+000	0.85	0.7225
7	34+200	1.04	1.0816
8	34+400	1.8	3.24
9	34+600	1.8	3.24
10	34+800	1.65	2.7225
11	35+000	1.49	2.2201
12	35+200	0.67	0.4489
13	35+400	0.82	0.6724
14	35+600	1.31	1.7161
15	35+800	1.8	3.24
16	36+000	0.53	0.2809
17	36+200	0.69	0.4761
18	36+400	0.64	0.4096
19	36+600	1.73	2.9929
20	36+800	0.53	0.2809
21	37+000	1.09	1.1881
Σ		28.87	48.4643

Perhitungan faktor keseragaman (FK) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n &= 21 \\
 \sum d &= 28.87 \\
 \sum d^2 &= 48.4643 \\
 (\sum d)^2 &= 833.477
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{21(48.4643) - (833.477)}{21(21-1)}}
 \end{aligned}$$

$$= 0.662379$$

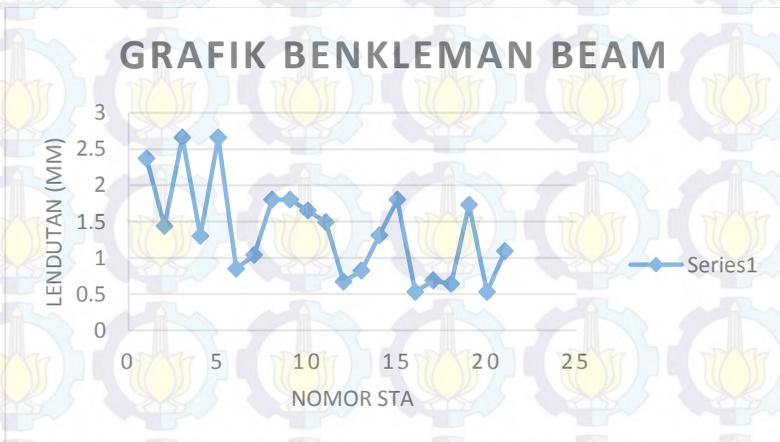
$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{28.87}{21} = 1.37$$

$$FK = \frac{S}{D} \times 100\%$$

$$= \frac{0.662379}{1.37} \times 100\% = 48.35\%$$

Ruas jalan Turen - Lumajang adalah jalan arteri maka lendutan balik yang mewakili (D) :

$$\begin{aligned} D &= \bar{d} + 2s \\ &= 1.37 + 2 \times 0.662379 \\ &= 2.69 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 4. 16 : Grafik Benkleman

4.3.15 Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini

diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Provinsi 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 10 tahun terakhir sebagaimana terlihat pada tabel 4.31:

Tabel 4. 31 Data Curah Hujan

NO	TAHUN	Jumlah terbesar curah hujan (mm/hari) xi	Deviasi (xi-x)	(xi-x) ²
1	2004	110	-6	36.0
2	2005	164	48	2304.0
3	2006	108	-8	64.0
4	2007	197	81	6561.0
5	2008	127	11	121.0
6	2009	68	-48	2304.0
7	2010	100	-16	256.0
8	2011	69	-47	2209.0
9	2012	115	-1	1.0
10	2013	102	-14	196.0
∑		1160		14052.0
n = 10				
Rata-rata		116		

- Tinggi hujan maksimum rata-rata

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\sum R}{n} \\
 &= \frac{1160}{10} \\
 &= 116
 \end{aligned}$$

- Standar deviasi

$$\begin{aligned}
 S_x &= \frac{\sqrt{\sum (R_i - R)^2}}{n} \\
 &= \frac{\sqrt{14052.0}}{10} \\
 &= 37.486
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T tahun digunakan persamaan

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

$$\begin{aligned}
 \text{Periode ulang (T)} &= 5 \text{ Tahun} \\
 n &= 10 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 2.30 $Y_t = 1.4999$

Dari Tabel 2.31 $Y_n = 0.4952$

Dari Tabel 2.32 $S_n = 0.9496$

$$R_t = 116 + (37.486 / 0.9496) * (1.4999 - 0.4952)$$

$$= 155.661 \text{ mm/jam}$$

Bila curah hujan Efektif 4 jam, maka I didapat dari persamaan

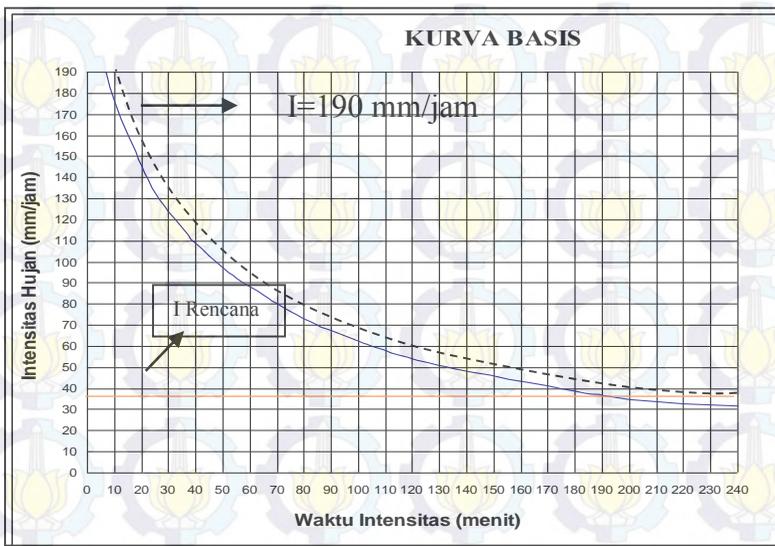
$$I = \frac{90 \% \times R_t}{4}$$

$$= \frac{0.90 \times 155.661}{4}$$

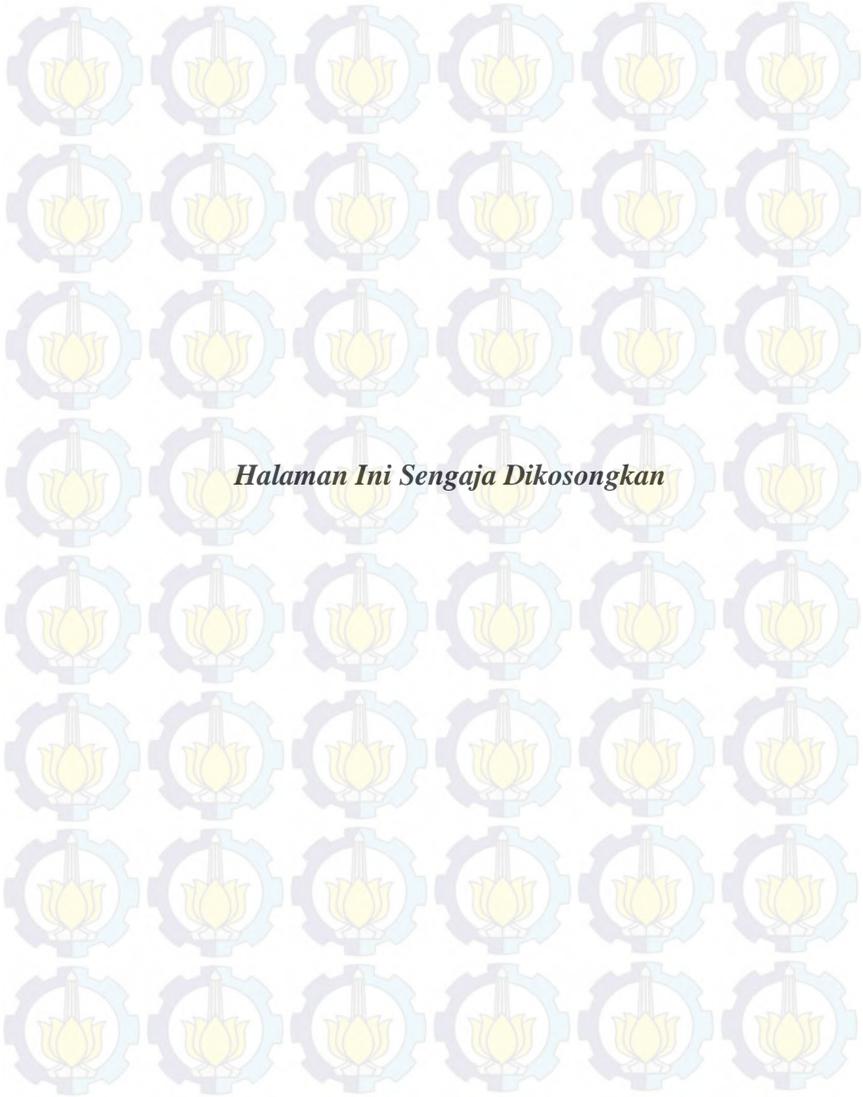
$$= 35.024 \text{ mm/jam.}$$

Jadi intensitas hujan didapat 35.024 mm/jam

Harga I = 35.024 mm/jam diplotkan pada waktu intensitas t = 240 menit dikurva basis dan ditarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis, kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana. (lihat gambar 4.17)



Kurva Basis



Halaman Ini Sengaja Dikосongkan

BAB V PERHITUNGAN

5.1 Analisa kapasitas jalan

Jalan ruas Turen – Lumajang merupakan jalan utama yang menghubungkan Kota Malang dengan Lumajang sekaligus menjadi jalur distribusi pasir dari Kota Lumajang. Jalan ini berstatus jalan nasional dan berfungsi sebagai jalan luar kota, ini terbukti dari perkembangan sisi kiri dan kanan jalan yang tidak permanen, meskipun terdapat perkembangan permanen seperti rumah makan dan pemukiman yang sering terjadi. Ruas jalan Turen – Lumajang memiliki lebar jalan 7 meter, 1 jalur, 2 lajur dan 2 arah tanpa median.

5.1.1 Survey Lapangan

Survey lapangan untuk mendapatkan data-data Existing seperti lebar jalan, lebar bahu jalan ,jumlah lalu lintas, kondisi sekitar untuk perencanaan drainase dan data-data lainnya, untuk menunjang analisa perhitungan pelebaran jalan .Pelebaran jalan harus dilakukan apabila jalan tersebut sudah tidak mampu menampung kapasitas yang ada Dari hasil perhitungan kapasitas kita dapat menghitung derajat kejenuhan sebagai dasar bahwa jalan tersebut perlu dilebarkan atau tidak.

5.1.2 Alinyemen

Didefinisikan Gambaran kemiringan daerah yang dilalui dan ditentukan oleh naik atau turun dan lengkung horizontal sepanjang segmen jalan. Untuk ruas jalan Turen - Lumajang termasuk alinyemen bukit. (tabel 2.2)

Untuk mengetahui tipe alinyemen termasuk datar,bukit atau gunung,maka digunakan analisa sebagai berikut :

sesuai persamaan 2.1

$$\frac{\Delta H(m)}{\sum PanjangJalan(km)}$$

Tabel 5. 1 Perhitungan ΔH Alinyemen Vertikal

NO	STA	ELEVASI	ΔH
1	STA 10+036	624.437	
2	STA 10+235	636.072	-11.635
3	STA 10+732	636.369	-0.297
4	STA 11+309	583.431	52.938
5	STA 11+368	581.625	1.806
6	STA 11+580	556.419	25.206
7	STA 11+925	551.384	5.035
8	STA 12+005	551.629	-0.245
9	STA 12+107	556.897	-5.268
10	STA 12+278	561.081	-4.184
11	STA 12+356	558.55	2.531
12	STA 12+425	557.595	0.955
13	STA 12+528	558.751	-1.156
14	STA 12+573	558.923	-0.172
15	STA 12+664	564.557	-5.634
16	STA 12+714	566.509	-1.952
17	STA 13+188	593.943	-27.434
18	STA 13+308	596.934	-2.991
19	STA 13+634	591.447	5.487
20	STA 13+817	582.166	9.281
21	STA 13+894	577.39	4.776
		Σ	47.047

Maka:

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

$$= \frac{47.047m}{4 km}$$

$$= 11.76 m/km$$

Sesuai tabel 2.2, alinyemen vertikal 11,76 m/km < 30m/km, maka alinyemen vertikal 11,76 m/km tersebut dianggap **BUKIT**.

5.2 Analisa Kapasitas Jalan Turen – Lumajang pada awal umur rencana tahun 2015

➤ Sebelum dilebarkan

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga type jalan tersebut, untuk jalan ruas Turen – Lumajang STA 33+000 – STA 37+000. Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal dapat disimpulkan jalan ruas Turen – Lumajang ini mempunyai type jalan bukit dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.1

Dari tabel 2.1 didapat nilai Co = 3000

b. Menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (FCw)

Dari tabel 2.3 untuk type 2/2 UD dengan lebar jalur efektif 7 meter didapat nilai FCw = 1,00.

a. Menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCsp)

➤ Arah Turen – Lumajang

LHR₂₀₁₅ arah Turen–Lumajang

Jumlah LHR dari kedua arah $\times 100\%$

$$= \frac{4328}{8580} \times 100\%$$

$$= 50.443 \% \sim 50\%$$

- Arah Lumajang – Turen

$$\begin{aligned} & \frac{\text{LHR}_{2015} \text{ arah Lumajang-Turen}}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}} \times 100\% \\ &= \frac{4252}{8580} \times 100\% \\ &= 49.557\% \sim 50\% \end{aligned}$$

Dari tabel 2.5 untuk 2/2 UD dengan pemisah arah 50% - 50% didapatkan nilai $FC_{sp} = 1.00$

- b. Menentukan faktor hambatan samping (FC_{sf})

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Turen – Bts. Kabupaten Lumajang dan data geometrik jalan maka dapat diasumsikan bahwa jalan tersebut memiliki hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1.0 meter. Dari tabel 2.5 untuk tipe jalan 2/2 UD dengan kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1.0 meter, didapatkan nilai $FC_{sf} = 0,95$.

- c. Menentukan nilai kapasitas (C)

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= 3000 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 0,95 \\ &= 2850 \text{ smp/jam} \sim 2850 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- d. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Dari persamaan 2.5

$$Q = \text{LHR}_t \times k \times \text{emp}$$

- Awal umur rencana

Sepeda motor	=	$5524 \times 0.11 \times 0,5$	=	303.82
Sedan / jeep	=	$114 \times 0.11 \times 1.0$	=	12.54
Mikro truck	=	$580 \times 0.11 \times 1.0$	=	63.8
Mobil penumpang	=	$742 \times 0.11 \times 1.0$	=	81.62

Bus kecil	= 60 x 0.11 x 1.8	= 11.88
Bus besar	= 2 x 0.11 x 1.6	= 0.352
Truck 2 as	= 23 x 0.11 x 1.8	= 4.554
Truck 2 as 3/4	= 2691 x 0.11 x 1.8	= 532.82
Truck 3 as	= 5 x 0.11 x 5.2	= 2.86
Truck gandeng	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
Truck semi trailer	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
	<hr/>	
	ΣQ	= 1014.246

e. Menentukan derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah ratio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada ruas jalan atau persimpangan jalan tertentu.

$$DS = Q/C$$

$$DS = \frac{1014.246}{2850}$$

$$= 0,35$$

$$\text{Syarat : } DS < 0,75$$

$$0,35 < 0,75 \quad (\text{OK})$$

➤ Akhir umur rencana LHRT

Sepeda motor	= 11713 x 0.11 x 0.5	= 644.21
Sedan / jeep	= 269 x 0.11 x 1.0	= 29,59
Mikro truck	= 1353 x 0.11 x 1.0	= 148.83
Mobil penumpang	= 1729 x 0.11 x 1.0	= 190.19
Bus kecil	= 136 x 0.11 x 1.8	= 26.928
Bus besar	= 14 x 0.11 x 1.6	= 2.464
Truck 2 as	= 56 x 0.11 x 1.8	= 11.088
Truck 2 as 3/4	= 6922 x 0.11 x 1.8	= 1370.5
Truck 3 as	= 20 x 0.11 x 5.2	= 11.44
Truck gandeng	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
Truck semi trailer	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
	<hr/>	
		2435.3

- Menentukan derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah ratio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada ruas jalan atau persimpangan jalan tertentu.

$$DS = Q/C$$

$$DS = \frac{2435.3}{2850} = 0.85$$

Syarat $DS < 0.75$

$0.85 > 0.75$ (tidak memenuhi syarat)

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan pada tiap tahun maka diperoleh data dan akan ditabelkan. Berikut disajikan tabel 5.2

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan (DS)

Tahun	Q	DS
2016	1014.24	0.35
2017	1106.92	0.39
2018	1208.02	0.42
2019	1318.47	0.46
2020	1438.92	0.50
2021	1570.37	0.55
2022	1714.49	0.60
2023	1871.69	0.66
2024	2043.21	0.72
2025	2230.72	0.78
2026	2435.30	0.85

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada jalan ruas Turen – Lumajang pada tahun 2016 awal umur rencana ($DS 0,35 < 0,75$) dan pada akhir umur rencana 2026 ($DS 0,85 > 0,75$).

secara teknis perhitungan, jalan baru akan dilebarkan pada tahun 2025. Namun demi menjaga kerusakan dini yang disebabkan oleh roda kendaraan yang semakin lama merusak sisi lapis perkerasan dan bahu jalan karena roda kendaraan keluar dari badan jalan. Kondisi ini diperparah lagi dengan jenis kendaraan yang lewat yaitu jenis kendaraan besar dengan beban kendaraan yang berat. Demi kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan, maka jalan harus dilebarkan.

5.2.1 Perencanaan Pelebaran Jalan dengan lebar perkerasan 9 meter Dan bahu jalan 1.5 meter Dengan type 2/2 UD menggunakan MKJI. Jalan direncanakan tahun 2015 dan dibuka pada tahun 2016 dengan menggunakan umur rencana 10 tahun

➤ Setelah dilebarkan

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga type jalan tersebut, untuk jalan ruas Turen – Lumajang STA 33+000 – STA 37+000. Berdasarkan perhitungan alinyemen vertical dapat disimpulkan jalan ruas Turen – Lumajang ini mempunyai type jalan bukit dengan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.1

Dari tabel 2.1 didapat nilai $C_0 = 3000$

b. Menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w)

Dari tabel 2.3 untuk type 2/2 UD dengan lebar jalur efektif 8 meter didapat nilai $FC_w = 1,15$

c. Menentukan faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FC_{sp})

- Arah Turen Lumajang

$$\frac{\text{LHR}_{2015} \text{ arah Turen-Lumajang}}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}} \times 100\%$$

$$= \frac{4328}{8580} \times 100\%$$

$$= 50.443 \% \sim 50\%$$

- Arah Kabupaten Lumajang – Turen

$$\frac{\text{LHR}_{2015} \text{ arah Lumajang-Turen}}{\text{Jumlah LHR dari kedua arah}} \times 100\%$$

$$= \frac{4252}{8580} \times 100\%$$

$$= 49.557\% \sim 50\%$$

Dari tabel 2.5 untuk 2/2 UD dengan pemisah arah 50% - 50% didapatkan nilai $FC_{sp} = 1.00$.

d. Menentukan faktor hambatan samping (FC_{sf})

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Turen – Bts. Kabupaten Lumajang dan data geometrik jalan maka dapat diasumsikan bahwa jalan tersebut memiliki hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1.5 meter. Dari tabel 2.5 untuk tipe jalan 2/2 UD dengan kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu efektif 1.5 meter, didapatkan nilai $FC_{sf} = 0.97$.

e. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

$$= 3000 \times 1.15 \times 1 \times 0.97$$

$$= 3346.5 \text{ smp/jam}$$

f. Menentukan nilai arus total lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Dari persamaan 2.5

$$Q = \text{LHRt} \times k \times \text{emp}$$

➤ Awal umur rencana

Sepeda motor	= 5524 x 0.11 x 0,5	= 303.82
Sedan / jeep	= 114 x 0.11 x 1.0	= 12.54
Mikro truck	= 580 x 0.11 x 1.0	= 63.8
Mobil penumpang	= 742 x 0.11 x 1.0	= 81.62
Bus kecil	= 60 x 0.11 x 1.8	= 11.88
Bus besar	= 2 x 0.11 x 1.6	= 0.352
Truck 2 as	= 23 x 0.11 x 1.8	= 4.554
Truck 2 as 3/4	= 2691 x 0.11 x 1.8	= 532.82
Truck 3 as	= 5 x 0.11 x 5.2	= 2.86
Truck gandeng	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
Truck semi trailer	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
	ΣQ	= 1014.246

g. Menentukan derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah ratio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada ruas jalan atau persimpangan jalan tertentu.

$$DS = Q/C$$

$$DS = \frac{1014.246}{3346.5} = 0,30$$

$$\text{Syarat : } DS < 0,75 \\ 0,30 < 0,75 \quad (\text{OK})$$

➤ Akhir umur rencana LHRT

$$\text{Sepeda motor} = 11713 \times 0.11 \times 0.5 = 644.21$$

Sedan / jeep	= 269 x 0.11 x 1.0	= 29,59
Mikro truck	= 1353 x 0.11 x 1.0	= 148.83
Mobil penumpang	= 1729 x 0.11 x 1.0	= 190.19
Bus kecil	= 136 x 0.11 x 1.8	= 26.928
Bus besar	= 14 x 0.11 x 1.6	= 2.464
Truck 2 as	= 56 x 0.11 x 1.8	= 11.088
Truck 2 as 3/4	= 6922 x 0.11 x 1.8	= 1370.5
Truck 3 as	= 20 x 0.11 x 5.2	= 11.44
Truck gandeng	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
Truck semi trailer	= 0 x 0.11 x 5.2	= 0
		2435.3

- Menentukan derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah ratio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada ruas jalan atau persimpangan jalan tertentu.

$$DS = Q/C$$

$$DS = \frac{2435.3}{3346.5} = 0.73$$

$$\text{Syarat } DS < 0.75$$

$$0.73 < 0.75 \text{ (OK)}$$

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) setelah jalan dilebarkan pada ruas Turen – Lumajang pada tahun 2016 awal umur rencana (DS $0.30 < 0.75$) dan pada akhir umur rencana tahun 2026 (DS $0.73 < 0.75$) dan hasil perhitungan pada tiap – tiap tahun akan di tabelkan. Berikut disajikan tabel 5.3

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Perhitungan (DS)

Tahun	Q	DS
2016	1014.24	0.30
2017	1106.92	0.33
2018	1208.02	0.36

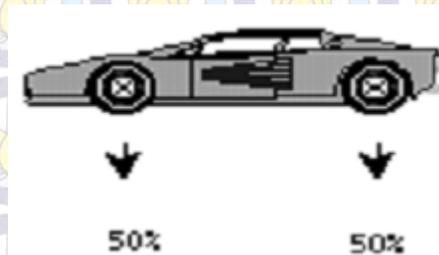
2019	1318.47	0.39
2020	1438.92	0.43
2021	1570.37	0.47
2022	1714.49	0.51
2023	1871.69	0.56
2024	2043.21	0.61
2025	2230.72	0.67
2026	2435.30	0.73

5.2.2 Perhitungan Angka Ekuivalen

Dalam menentukan distribusi ekuivalen beban sumbu kendaraan maka digunakan tabel 2.8 dan untuk menentukan angka ekuivalen beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.7.

Berikut ini perhitungan distribusi ekuivalen beban sumbu kendaraan dan angka ekuivalen beban sumbu kendaraan.

- Jeep dan Sedan



Sesuai pada tabel 2.7, sedan, jeep, mobil penumpang mempunyai berat maksimum 2000 kg = 2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

Beban sumbu depan = 50% x 2 ton = 1 ton

Beban sumbu belakang = 50% x 2 ton = 1 ton

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekuivalen :

$$\begin{array}{r}
 \text{E sumbu depan tunggal beban 1 ton} \\
 \text{E sumbu belakang tunggal beban 1 ton} \\
 \hline
 \text{E untuk sedan, jeep, mobil penumpang} = 0,0004
 \end{array}
 +$$

- Micro Truk

Sesuai pada tabel 2.7, micro truk mempunyai berat maksimum 5000 kg = 5 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

$$\text{Beban sumbu depan} = 34\% \times 5 \text{ ton} = 1,7 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 66\% \times 5 \text{ ton} = 3,3 \text{ ton}$$

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

$$\text{E sumbu depan tunggal beban 1,7 ton} = \left[\frac{1700}{8160} \right]^4 = 0,0019$$

$$\text{E sumbu belakang tunggal beban 3,3 ton} = \left[\frac{3300}{8160} \right]^4 = 0,0267 +$$

$$\text{E untuk micro truk} = 0,0286$$

- Bus Kecil

Sesuai pada tabel 2.7, bus kecil mempunyai berat maksimum 7000 kg = 7 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

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

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

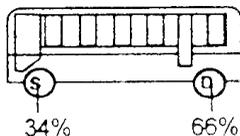
Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

$$\text{E sumbu depan tunggal beban 2,38 ton} = \left[\frac{2380}{8160} \right]^4 = 0,0072$$

$$\text{E sumbu belakang tunggal beban 4,62 ton} = \left[\frac{4620}{8160} \right]^4 = 0,1028 +$$

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

- Bus Besar



Sesuai pada tabel 2.7, bus besar mempunyai berat maksimum 9000 kg = 9 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

Beban sumbu depan = 34% x 9 ton = 3,06 ton

Beban sumbu belakang = 66% x 9 ton = 5,94 ton

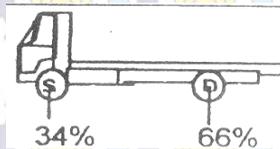
Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

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 bus besar
0,3006

- Truk 2 As



Sesuai pada tabel 2.7, truk 2 as mempunyai berat maksimum 18300 kg = 8,3 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

Beban sumbu depan = 34% x 8,3 ton = 2,822 ton

Beban sumbu belakang = 66% x 8,3 ton = 5,478 ton

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

E sumbu depan tunggal beban 2,822 ton = $\left[\frac{2822}{8160} \right]^4 = 0,0143$

E sumbu belakang tunggal beban 5,478 ton = $\left[\frac{5478}{8160} \right]^4 = 0,2031$ +

E untuk truk 2 as dan truk 2 as 3/4
0,2174

- Truk 3 As

Sesuai pada tabel 2.7, truk 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 = 18,75 ton

Sesuai dengan tabel 2.8 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ s. depan tunggal beban } 6,25 \text{ ton} = \left[\frac{6250}{8160} \right]^4 = 0,3442$$

$$E \text{ s. belakang beban } 18,75 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{18750}{8160} \right]^4 = 2,3974 \quad +$$

$$E \text{ untuk truk 3 as} = 2,7416$$

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Angka Ekivalen

Jenis Kendaraan	Angka Ekivalen
Jeep, sedan	0,0004
Mobil penumpang	0,0004
Micro truk	0,0286
Bus kecil	0,1100
Bus besar	0,3006
Truk 2 as	0,2174
Truk 2 as $\frac{3}{4}$	0,2174
Truk 3 as	2,7416

5.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan

Dari data LHR yang didapat diketahui pertumbuhan lalu lintas per tahun maka tebal perkerasan dapat dihitung. Dapat dilihat dibawah ini :

a. LHR awal umur rencana tahun 2016

Sepeda motor = 5524 kend

Sedan / jeep = 114 kend

Mikro truck = 742 kend

Mobil penumpang = 580 kend

Bus kecil = 60 kend

Bus besar	= 2	kend
Truck 2 as	= 23	kend
Truck 2 as 3/4	= 2691	kend
Truck 3 as	= 5	kend
Truck gandeng	= 0	kend
Truck semi trailer	= 0	kend

b. LHR akhir umur rencana tahun 2026

Sepeda motor	= 11713	kend
Sedan / jeep	= 269	kend
Mikro truck	= 1353	kend
Mobil penumpang	= 1729	kend
Bus kecil	= 136	kend
Bus besar	= 14	kend
Truck 2 as	= 56	kend
Truck 2 as 3/4	= 6922	kend
Truck 3 as	= 20	kend
Truck gandeng	= 0	kend
Truck semi trailer	= 0	kend

c. Angka ekivalen (E) tabel 2.10

Sedan / jeep	= 0.0004
Mikro truck	= 0.0286
Mobil penumpang	= 0.0004
Bus kecil	= 0.1100
Bus besar	= 0,3006
Truck 2 as	= 0.2174
Truck 3 as	= 2,7416

d. lintas ekivalen permulaan (LEP) (tahun 2015)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (\text{pers 2.13})$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.9

C kendaraan ringan = 0.5

C kendaraan berat = 0.5

Berikut disajikan tabel perhitungan LEP :

Tabel 5. 5 Perhitungan LEP

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEP
Sedan / jeep	114	0.5	0.0004	0.0228
Micro truck	580	0.5	0.0286	8,294
Mobil penumpang	742	0.5	0.0004	0.1484
Bus kecil	60	0.5	0.1100	3.3
Bus besar	2	0.5	0.3006	0.3006
Truk 2 as	23	0.5	0.2174	2.5001
Truk 2 as ³ / ₄	2691	0.5	0.2174	292.5117
Truk 3 as	5	0.5	2.7416	6.854
			Σ LEP	313.9316

e. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) (tahun 2025)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (\text{pers 2.14})$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.9

C kendaraan ringan = 0.5

C kendaraan berat = 0.5

Berikut disajikan tabel perhitungan LEA :

Tabel 5. 6 Perhitungan LEA

Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEA
-----------------	-----	---	---	-----

Sedan / jeep	269	0.5	0.0004	0.0538
Micro truck	1353	0.5	0.0286	19.3479
Mobil penumpang	1729	0.5	0.0004	0.3458
Bus kecil	136	0.5	0.1100	7.48
Bus besar	14	0.5	0.3006	2.1042
Truk 2 as	56	0.5	0.2174	6.0872
Truk 2 as $\frac{3}{4}$	6922	0.5	0.2174	752.4214
Truk 3 as	20	0.5	2.7416	27.416
			Σ LEA	815.2563

f. Lintas Ekuivalen Tengah

$$\text{LET} = \frac{LEP \times LEA}{2} \quad (\text{Pers 2.15})$$

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{313.9316 + 815.2563}{2} \\ &= 564.59395 = 564 \end{aligned}$$

g. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \quad (\text{Pers 2.16}) \\ \text{LER} &= 564 \times 10/10 \\ &= 564 \end{aligned}$$

h. Menentukan nilai Faktor Regional (FR)

Persentasi kendaraan berat (> 5 ton) :

$$\begin{aligned} \text{LHR 2016} &= \frac{\text{jumlah kend. Berat} \times 100\%}{\text{jumlah total kendaraan}} \\ &= \frac{2781}{9741} \times 100\% \\ &= 28.55\% < 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ LHR 2026} &= \frac{\text{jumlah kend. Berat} \times 100\%}{\text{jumlah total kendaraan}} \\
 &= \frac{7148}{22212} \times 100 \% \\
 &= 32.18 \% > 30 \%
 \end{aligned}$$

Iklim curah hujan rata-rata 116 mm/tahun < 900 mm/tahun. Kelandaian rata-rata = 11.76 % > 10%. Sehingga FR didapat 2,5.

i. Ipo (Indeks Permukaan Awal Umur Rencana) dari tabel 2.14 IPo didapat nilai IPo = 4

j. Ipt (Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana) suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan dan kekokohan permukaan jalan pada jalan arteri > 1000 klasifikasi jalan Ipt 2.5 tabel 2.2 .

k. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

ITP adalah angka yang menunjukkan nilai structural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda. Dari nomogram didapatkan ITP = 11,3.

l. koefisien kekuatan relative

koefisien kekuatan relatif (a) masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Lihat tabel 2.16

m. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

berikut ini adalah data – data untuk menentukan nilai ITP

CBR = 1.8

DDT = 2.78

$$\begin{aligned}
 I_{Po} &= 4 \\
 I_{Pt} &= 2.5 \\
 FR &= 2.5 \\
 LER &= 564 \\
 ITP &= 11,3 \\
 ITP &= 13,2
 \end{aligned}$$

Data data tersebut diatas untuk menentukan nomogram karena hasil perhitungan $I_{Pt} = 2.5$ dan $I_{Po} = 4$ maka untuk mencari nilai I_{TP} dan I_{TP} menggunakan nomogram 1 dari gambar nomogram didapat nilai $I_{TP} = 11,3$ dan $I_{TP} = 13,2$.

1. Penentuan Tebal Perkerasan

Dari tabel 2.17

➤ Jenis lapis permukaan

Dari tabel 2.16

- Lapis permukaan AC LASTON
- Lapis pondasi batu pecah CBR 80 % (Kelas B)
- Lapis pondasi bawah sirtu CBR 50 % (Kelas B)

➤ Koefisien kekuatan relatif

Dari tabel 2.16

- Lapis permukaan (a_1) = 0.40
- Lapis pondasi atas (a_2) = 0.13
- Lapis pondasi bawah (a_3) = 0.12

➤ Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan

Dari tabel 2.17

- Lapis permukaan (d_1) = 10 cm
- Lapis pondasi atas (d_2) = 20 cm
- Lapis pondasi bawah (d_3) = dihitung

Dari persamaan 2.18 diperoleh

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad (\text{Pers. 2.18})$$

$$13,2 = 0,40 \times 10 + 0,13 \times 20 + (0,12 \times D_3)$$

$$13,2 = 4 + 2,6 + (0,12 \times D_3)$$

$$D_3$$

$$- 6,6 / 0,12$$

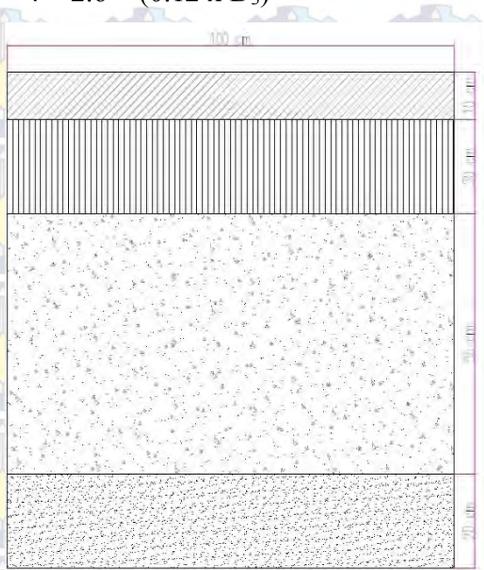
cm

$$D_3$$

$$= 13,2$$

$$= 55$$

Jadi

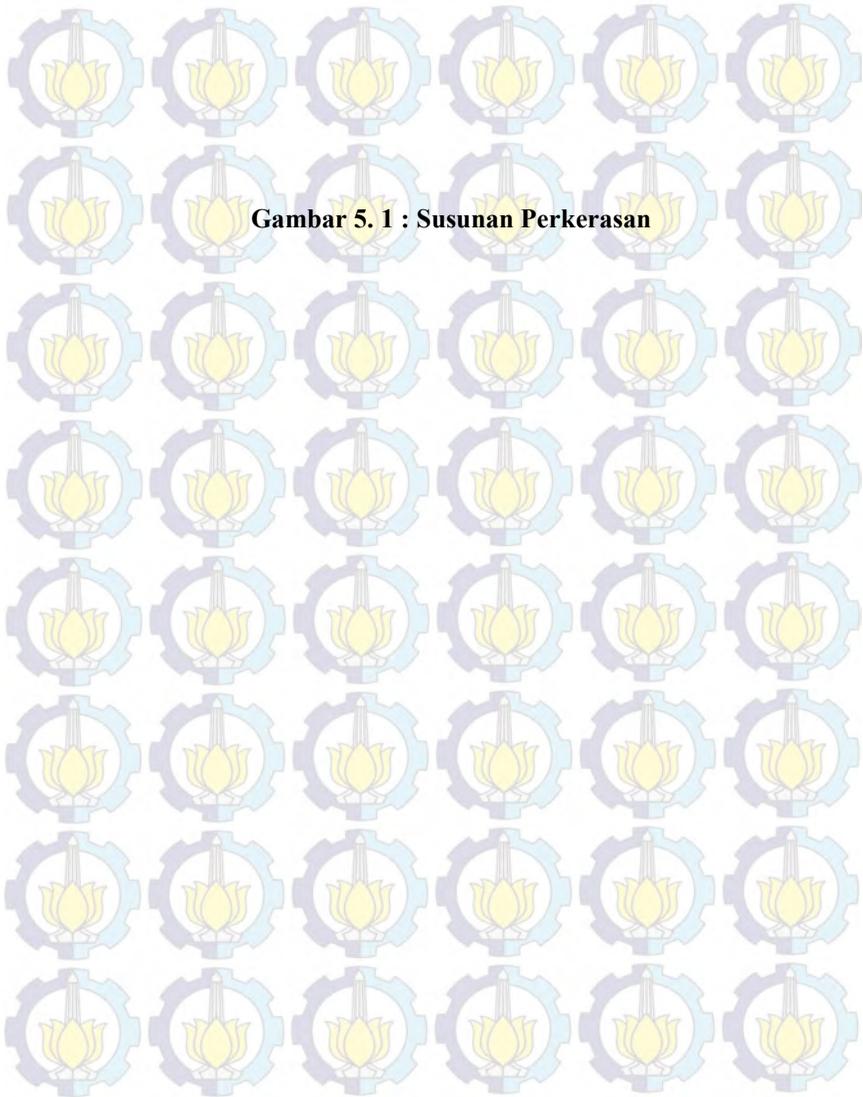


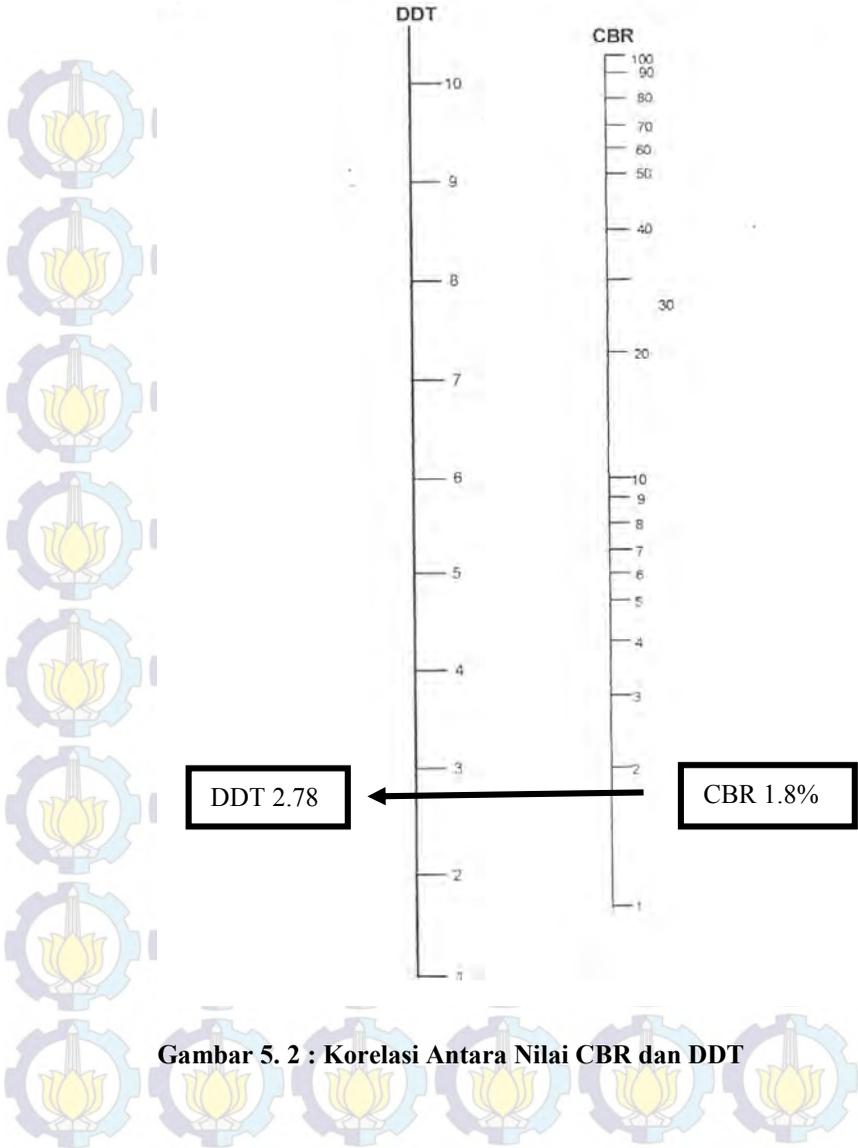
susunan tebal perkerasan adalah :

AC LASTON = 10 cm

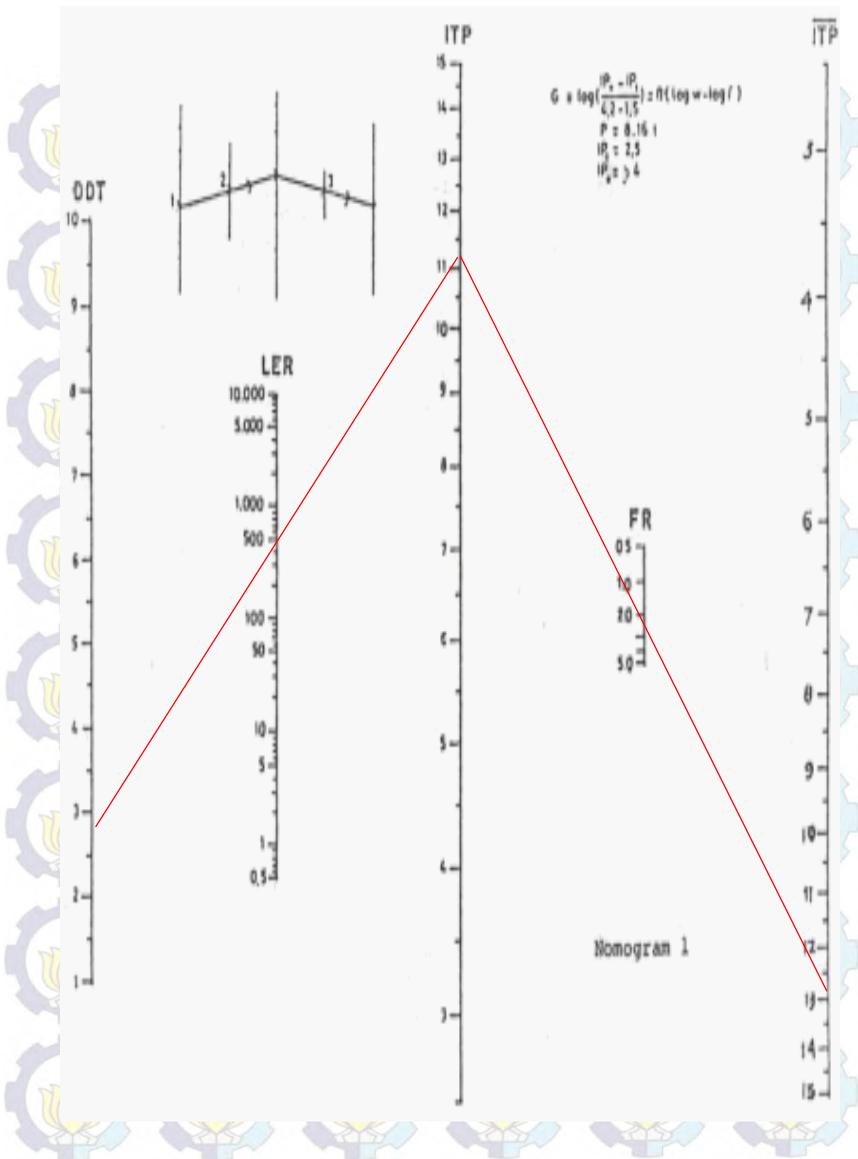
Batu Pecah 80 % = 20 cm

Sirtu CBR 50 % = 55 cm





Gambar 5. 2 : Korelasi Antara Nilai CBR dan DDT



Gambar 5. 3 : Nomogram untuk IPT dan IPO

5.4 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Dari hasil pengolahan data Benkleman Beam pada sub bab 4, pengolahan data didapatkan hasil perhitungan faktor keseragaman (FK), digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambahan (overlay). Ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi. Berikut adalah koefisien distribusi kendaraan.

C kendaraan ringan = 0.5

C kendaraan berat = 0.5

Berikut disajikan tabel presentasi jumlah tiap- tiap jenis kendaraan yang lewat dengan angka koefisien.

Tabel 5. 7 Tabel Koefisien Kendaraan (C)

Jenis kendaraan	LHR		C	Jumlah kendaraan
Sedan / jeep	114	x	0.5	57
Mikro truk	580	x	0.5	290
Mobil penumpang	742	x	0.5	371
Bus kecil	60	x	0.5	30
Bus besar	2	x	0.5	1
Truk 2 as	23	x	0.5	11.5
Truk 2 as $\frac{3}{4}$	2691	x	0.5	1345.5
Truk 3 as	5	x	0.5	2.5

a. perhitungan faktor umur rencana

Dari hasil olah data Benkleman beam didapat nilai lendutan balik yang mewakili $D = 2.69$ Berikut disajikan tabel jenis kendaraan dan pertumbuhan (i) tiap – tiap jenis kendaraan.

Tabel 5. 8 Jenis Kendaraan dan Pertumbuhan (I)

jenis kendaraan	LHR	I
Sedan / jeep	114	0.08766
Mikro truk	580	0.08778
Mobil penumpang	742	0.08772
Bus kecil	60	0.07884
Bus besar	2	0.10712
Truk 2 as	23	0.07927
Truk 2 as $\frac{3}{4}$	2691	0.09896
Truk 3 as	5	0.10720

- Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R^{n-1}) - 1}{R} \right] \quad (\text{pers 2.25})$$

- Sedan / jeep

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,08766)^{10} + 2(1+0,08766) \frac{(1+0,08766)^{(10-1)} - 1}{0,08766} \right]$$

$$= 15,68$$

- Mikro truk

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,08778)^{10} + 2(1+0,08778) \frac{(1+0,08778)^{(10-1)} - 1}{0,08778} \right]$$

$$= 15,69$$

- Mobil penumpang

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,08772)^{10} + 2(1+0,08772) \frac{(1+0,08772)^{(10-1)} - 1}{0,08772} \right]$$

$$= 15,69$$

- Bus kecil

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1 + 0,07884)^{10} + 2(1 + 0,07884) \frac{(1 + 0,07884)^{(10-1)} - 1}{0,07884}]$$

$$= 14,97$$

- Bus besar

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1 + 0,10712)^{10} + 2(1 + 0,10712) \frac{(1 + 0,10712)^{(10-1)} - 1}{0,10712}]$$

$$= 17,37$$

- Truk 2 as

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1 + 0,07927)^{10} + 2(1 + 0,07927) \frac{(1 + 0,07927)^{(10-1)} - 1}{0,07927}]$$

$$= 15,01$$

- Truk 2 as $\frac{3}{4}$

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1 + 0,09896)^{10} + 2(1 + 0,09896) \frac{(1 + 0,09896)^{(10-1)} - 1}{0,09896}]$$

$$= 16,64$$

- Truk 3 as

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1 + 0,10720)^{10} + 2(1 + 0,10720) \frac{(1 + 0,10720)^{(10-1)} - 1}{0,10720}]$$

$$= 17,38$$

- Rekapitulasi hasil perhitungan faktor umur rencana

Tabel 5. 9 Faktor Umur Rencana

Jenis kendaraan	R	UR	N
Sedan/ jeep	0,08766	10	15,68
Mikro truk	0,08778	10	15,69
Mobil penumpang	0,08772	10	15,69
Bus kecil	0,07884	10	14,97
Bus besar	0,10712	10	17,37
Truk 2 as	0,07927	10	15,01
Truk 2 as ³ / ₄	0,09896	10	16,64
Truk 3 as	0,10720	10	17,38

- Perhitungan unit ekivalen beban standart (UE 18 KSAL)

Tabel 5. 10 Perhitungan UE KSAL

Jenis kendaraan	LHR	C	E	N	UE 18 KSAL
Sedan/ jeep	114	0.5	0.0004	15,68	0,36
Mikro truk	580	0.5	0.0286	15,69	130,13

Mobil penumpang	742			15,69	2,33
		0.5	0.0004		
Bus kecil	60			14,97	3.3
		0.5	0.1100		
Bus besar	2			17,37	5,22
		0.5	0.3006		
Truk 2 as	23			15,01	37.53
		0.5	0.2174		
Truk 2 as $\frac{3}{4}$	2691			16,64	4867.39
		0.5	0.2174		
Truk 3 as	5			17,38	119.12
		0.5	2.7416		
Σ	4217			128,43	5165.38
			3,6164		

Sehingga di peroleh AE 18 KSAL sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{AE 18 KSAL} &= 365 \times \Sigma \text{ UE 18 KSAL} \\
 &= 365 \times 5165.38 \\
 &= 1885363.7
 \end{aligned}$$

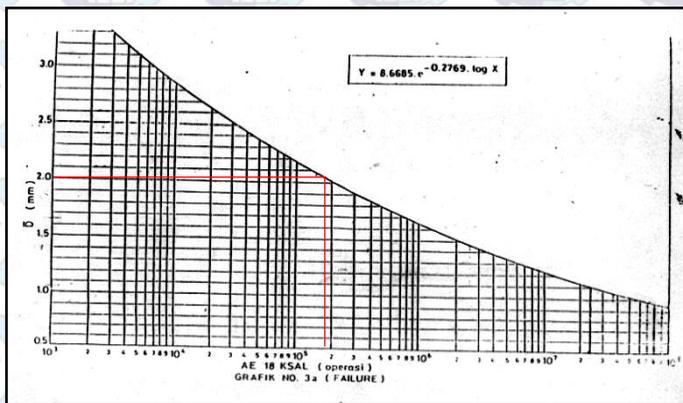
➤ Lendutan balik yang diijinkan (D)

Setelah jumlah akumulatif ekivalen beban standart (AE 18 KSAL) diketahui, kemudian dicari lendutan balik yang diijinkan sebagaimana gambar 5.4 didapat (D) = 2.5 dari grafik lendutan balik D wakil lihat gambar 5.5 tidak ditemukan nilai D wakil 2.69 maka jalan ini belum membutuhkan lapis (overlay) tapi ditinjau dari beberapa faktor, maka ruas jalan tersebut memerlukan lapis tambah. Faktor – faktor tersebut adalah :

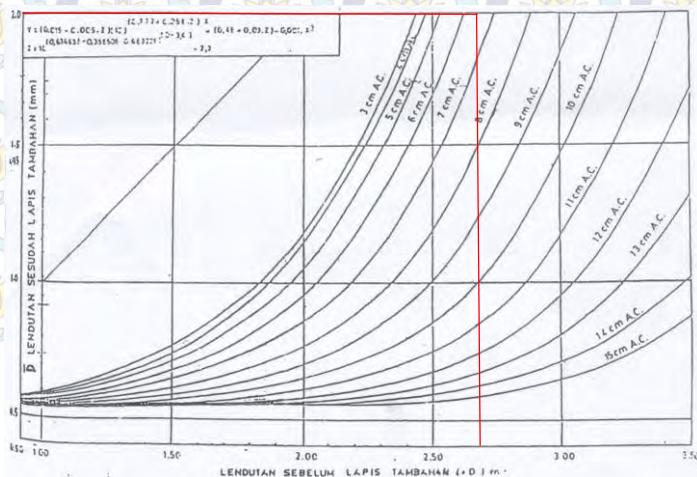
- pada jalan tersebut sudah mengalami retak retak, dapat merusak badan jalan bertambah parah. Jika tidak diberi lapis

tambah akan mengurangi kenyamanan serta keamanan bagi pengguna jalan.

- terjadi kerusakan pada lapis sisi perkerasan yang disebabkan oleh roda kendaraan keluar dari badan jalan.
- terjadi deformasi pada bagian – bagian tertentu pada jalan dapat menyebabkan kecelakaan bagi pengguna jalan.



Gambar 5.4 : Grafik Lendutan Ijin



Gambar 5.5 : Grafik Hubungan Tebal Perkerasan

Oleh sebab itu diperlukan adanya tebal lapis tambah, untuk tebal lapis tambah digunakan jenis lapis permukaan AC Laston MS 744 setebal 8 cm (overlay minimum).

5.5 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Dan menjelaskan tentang kondisi geometrik existing dan awal umur 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.

5.5.1 Alinyemen Vertikal

Perhitungan alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negative (-) jika penurunan. Dalam perencanaan ruas jalan Turen – Batas Lumajang STA 33+000 – STA 37+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 cembung

➤ STA 10+372,103

$$g_1 = 0,217 \%$$

$$g_2 = -5,645 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$J_h = 40$$

$$J_d = 200$$

- Perhitungan perbedaan kelandaian(A)

$$\begin{aligned} A &= g_2 - g_1 \\ &= 5,645 \% - 0,217\% \\ &= 5,862 \% \end{aligned}$$

- Pemilihan Alinyemen Vertikal

Berdasarkan perhitungan perbedaan kelandaian dan hasilnya positif maka alinyemen tersebut merupakan alinyemen cekung.

- Panjang Lengkung vertikal (L_v)

- a) Berdasarkan jarak pandang henti (J_h)

1) $S < L$

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

$$L = \frac{5,862 \times 40^2}{200(\sqrt{1,05} + \sqrt{0,15})} = 23,52 \text{ m (Not Ok)}$$

2) $S > L$

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

$$L = (2 \times 40) - \frac{200 + (\sqrt{1,05} + \sqrt{0,15})^2}{5,862} = 12 \text{ m (Ok)}$$

- b) Berdasarkan jarak pandang mendahului (J_d)

1) $S > L$

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

$$L = (2 \times 150) - \frac{200(\sqrt{1,05} + \sqrt{0,15})^2}{5,862} = 332 \text{ m (Not Ok)}$$

Ok)

$$2) S < L$$

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

$$L = \frac{5,862 \times 0^2}{200(\sqrt{1,05} + \sqrt{1,05})^2} = 588,04 \text{ m (Ok)}$$

c) Berdasarkan syarat keluwesan bentuk menggunakan rumus:

$$L = 0.6 \times V^2$$

$$L = 0.6 \times 1600$$

$$L = 960 \text{ m}$$

d) Berdasarkan persyaratan drainase menggunakan rumus:

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 5,862$$

$$L = 234,5 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas Lv yang diambil adalah 588,04 m

➤ Pergeseran vertical (Ev)

$$L = \frac{AxL}{800}$$

$$L = \frac{5,862 \times 588,0449}{800}$$

$$L = 4,309 \text{ m}$$

➤ Elevasi dan STA PLV

$$\text{Elevasi PLV} = \text{elevasi PPV} - \frac{1}{2} \times L \times g_1$$

$$= 636,369 - 0,5 \times 588,0449 \left(\frac{0,217}{100}\right)$$

$$= 635,731$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PLV} &= \text{STA PPV}_{\text{rencana}} - \frac{1}{2} L \\
 &= 10+372,1 - (\frac{1}{2} 588,0449) \\
 &= 10+078,08
 \end{aligned}$$

➤ Elevasi $\frac{1}{4} L$

$$\begin{aligned}
 y' &= \frac{5,862}{200 \times L} X^2 \\
 &= \frac{0,56}{200 \times 588,0449} 147,0112^2
 \end{aligned}$$

$$= 1,077225$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV}_{\text{rencana}} + g_1(1/4L) - y' \\
 &= 636,369 + 0,217/100(147,0112) - 1,077225 \\
 &= 635,6108
 \end{aligned}$$

➤ Elevasi PPV

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi rencana} - E_v \\
 &= 636,369 - 4,309 \\
 &= 632,060
 \end{aligned}$$

➤ Elevasi $\frac{3}{4} L$

$$\begin{aligned}
 y' &= \frac{A}{200 \times L} X^2 \\
 &= \frac{5,862}{200 \times 588,0449} 441,0337^2 \\
 &= 9,695022
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi} &= \text{Elevasi PPV rencana} + g_2(1/4L) - y' \\
 &= 636,369 + 5,645/100(147,0112) - 9,695022 \\
 &= 618,3752
 \end{aligned}$$

➤ Elevasi dan STA PTV

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PTV} &= \text{Elevasi rencana PPV} + \frac{1}{2} L \times g_2 \\
 &= 636,369 + 588,04 \times 5,645/100 \\
 &= 619,7714
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STAPT V} &= \text{STA PPV} + \frac{1}{2} \times L \\
 &= 10+372,1 + 0,5 \times 588,0449 \\
 &= 10+666,13
 \end{aligned}$$

2. Alinyemen Vertikal Cekung

➤ STA 11+309,942

$$g_1 = -5,645 \%$$

$$g_2 = -3,062 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$J_h = 40$$

$$J_d = 200$$

➤ Perhitungan perbedaan kelandaian (A)

$$\begin{aligned}
 A &= g_2 - g_1 \\
 &= 3,062\% - 5,645\% \\
 &= 2,583 \%
 \end{aligned}$$

➤ Pemilihan Alinyemen Vertikal

Berdasarkan perhitungan perbedaan kelandaian dan hasilnya positif maka alinyemen tersebut merupakan alinyemen cekung.

➤ Panjang Lengkung vertikal (L_v)

a) Berdasarkan jarak pandang henti (J_h)

$$1) S < L$$

$$L = \frac{AS^2}{150 + (3.50XS)}$$

$$L = \frac{2,583 \times 40^2}{150 + (3.5 \times 40)} = 14,25 \text{ m (Not Ok)}$$

$$2) S > L$$

$$L = (2XS) - \frac{150 + 3.5s}{A}$$

$$L = (2 \times 27) - \frac{150 + 3.5 \times 40}{2,583} = -32 \text{ m (Ok)}$$

b) Berdasarkan jarak pandang mendahului (Jd)

1) $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{150 + (3.5 \times S)}$$

$$L = \frac{2,583 \times 200^2}{150 + (3.5 \times 200)} = 121,55 \text{ m (Not Ok)}$$

2) $S > L$

$$L = (2 \times S) - \frac{150 + 3.5s}{A}$$

$$L = (2 \times 200) - \frac{150 + 3.5 \times 200}{2,583} = 71 \text{ m (Ok)}$$

c) Berdasarkan syarat kenyamanan menggunakan rumus

$$L = \frac{A \times V^2}{390}$$

$$L = \frac{2,582 \times 40^2}{390}$$

$$L = 10,6 \text{ m}$$

d) Berdasarkan syarat keluwesan bentuk menggunakan rumus:

$$L = 0.6 \times V$$

$$L = 0.6 \times 40$$

$$L = 24 \text{ m}$$

e) Berdasarkan persyaratan drainase menggunakan rumus:

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 2,583$$

$$L = 103,3 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas Lv yang diambil adalah 71 m

➤ Pergeseran vertikal (Ev)

$$L = \frac{AxL}{800}$$

$$L = \frac{2,583 \times 70,92528}{800}$$

$$L = 0.229 \text{ m}$$

➤ Elevasi dan STA PLV

$$\text{Elevasi PLV} = \text{elevasi PPV} - \frac{1}{2} \times L \times g_1$$

$$= 583,431 - \frac{1}{2} \times 70,92528 \times \left(\frac{5,645}{100}\right)$$

$$= 585,4329$$

$$\text{STA PLV} = \text{STA PPV rencana} - \frac{1}{2} L$$

$$= 11+309,94 - \left(\frac{1}{2} \times 70,92528\right)$$

$$= 11+274,48$$

➤ Elevasi $\frac{1}{4}L$

$$y' = \frac{A}{200 \times L} X^2$$

$$= \frac{2,583}{200 \times 70,92528} 17,73132^2$$

$$= 0.057$$

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi PPV rencana} + g_1(1/4L) - y'$$

$$= 583,431 + 5,645/100(17,73132) - 0.05725$$

$$= 582,3728$$

➤ Elevasi PPV

$$\text{Elevasi} = \text{Elevasi rencana} - Ev$$

$$= 583,431 - 0.229$$

$$= 583,202$$

➤ Elevasi $\frac{3}{4}L$

$$y' = \frac{A}{200 \times L} X^2$$

$$= \frac{2,583}{200 \times 70,92528} 53,19396^2$$

$$= 0,51525$$

Elevasi = Elevasi PPV rencana + $g^2(1/4L)-y'$

$$= 583,431 + 3,062/100(1/4 \times 71) - 0,51525$$

$$= 582,3728$$

➤ Elevasi dan STA PTV

Elevasi PTV = Elevasi rencana PPV + $\frac{1}{2}L \times g^2$

$$= 583,431 + \frac{1}{2} \times 71 \times 3,062/100$$

$$= 584,518$$

STAPTV = STA PPV + $\frac{1}{2} \times L$

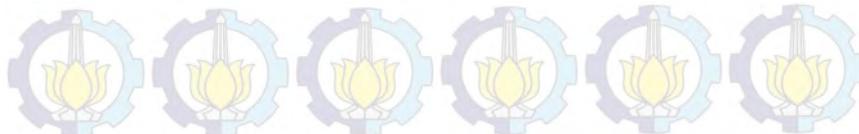
$$= 11 + 309,94 + 0,5 \times 70,92528$$

$$= 11 + 345,4$$

Untuk hasil perhitungan lengkung vertikal berikutnya dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

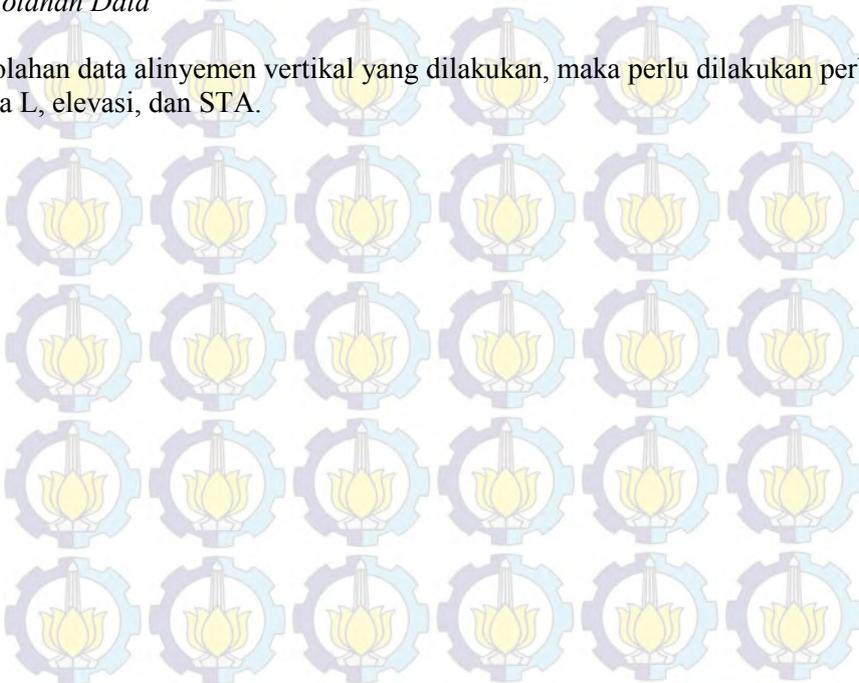
No	STA	Kelandaian(%)	Alinyemen Vertikal	Elevasi PPV	STA PPV	Elevasi PLV	STA PLV	Elevasi PTV	STA PTV	L (m)	EV
1	10+036,834	Cekung	5,694	624,437	10+036,83	624,437	10+016,83	625,610	10+056,83	40	0,285
2	10+372,103	Cembung	-5,649	636,072	10+235,17	633,726	10+195,17	636,158	10+275,17	80	0,565
3	10+372,103	Cembung	-5,862	636,369	10+372,10	636,282	10+332,10	634,111	10+412,10	80	0,586
4	11+309,942	Cekung	2,619	583,431	11+309,94	584,842	11+284,94	582,674	11+334,94	50	0,164
5	11+368,919	Cembung	-2,803	581,919	11+368,92	582,978	11+333,92	579,878	11+403,92	70	0,245
6	11+805,974	Cekung	1,834	556,149	11+805,97	558,189	11+770,97	554,750	11+840,97	70	0,160
7	11+925,242	Cekung	4,301	551,384	11+925,24	552,382	11+900,24	551,460	11+950,24	50	0,269
8	12+005,236	Cekung	4,860	551,629	12+005,24	551,598	11+995,24	552,145	12+015,24	20	0,122
9	12+107,199	Cembung	-2,724	556,897	12+107,23	556,897	12+072,23	557,752	12+142,23	70	0,238
10	12+278,557	Cembung	-5,669	561,081	12+278,56	561,470	12+253,56	560,274	12+303,56	50	0,354
11	12+356,974	Cekung	1,840	558,55	12+356,97	559,034	12+341,97	558,342	12+371,97	30	0,69
12	12+425,847	Cekung	2,516	557,595	12+425,85	558,011	12+395,85	557,933	12+455,85	60	0,189
13	12+528,191	Cembung	-0,729	558,751	12+528,19	558,751	12+513,19	558,808	12+543,19	30	0,028
14	12+573,407	Cekung	5,826	558,923	12+573,41	558,866	12+558,41	559,854	12+588,41	30	0,218
15	12+664,185	Cembung	-2,348	564,557	12+664,19	563,315	12+644,19	565,328	12+684,19	40	0,117



16	12+714,77	Cekung	1,928	566,509	12+714,78	566,509	13+694,78	567,666	12+734,78	40	0,096
17	13+188,931	Cembung	-3,294	593,941	13+188,93	591,337	13+143,93	595,062	13+233,93	90	0,371
18	13+308,973	Cembung	-4,176	596,973	13+308,97	595,727	13+258,97	596,131	13+358,97	100	0,522
19	13+634,795	Cembung	-3,399	591,447	13+634,8	592,289	13+584,8	588,905	13+684,8	100	0,425
20	13+817,379	Cembung	-1,102	582,166	13+817,38	583,182	13+797,38	580,929	13+837,38	40	0,055
21	13+894,591	Cekung	1,454	577,39	13+894,59	577,554	13+859,59	575,733	13+929,59	70	0,127
22	14+016,042	Cekung	4,85	571,644	14+016,04	571,644	14+006,04	571,655	14+026,04	20	0.121

Sumber : Pengolahan Data

Dari pengolahan data alinyemen vertikal yang dilakukan, maka perlu dilakukan perbaikan berupa perubahan pada L, elevasi, dan STA.



5.5.2 Alinyemen Horizontal

Dari gambar proyek yang ada pada ruas jalan Turen – Batas Kabupaten Lumajang STA 33+000 – 37+000 terdapat 47 lengkung.

Direncanakan kecepatan rencana 40 km/jam

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

$$V = 40 \text{ km/jam}$$

$$e_{maks} = 0,1 \text{ (dari table 2.23)}$$

$$f_{maks} = 0,153 \text{ (dari table 2.23)}$$

$$R_{\min} = \frac{40^2}{127(0,1 + 0,15)} = 51m$$

1. Tikungan Spiral Circle Spiral

$$STA = 10+741$$

$$e = 0,1\%$$

$$\Delta = 70$$

$$L_s = 23 \text{ m}$$

$$V = 40 \text{ km/jam}$$

$$R = 51 \text{ m}$$

Menggunakan lengkung Spiral Circle Spiral dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X_s &= L_s \left(1 - \frac{L_s}{40Rc^2} \right) \\ &= L_s \left(1 - \frac{23}{40 \cdot 51^2} \right) \\ &= 23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Y_s = \frac{L_s^2}{6Rc}$$

$$= \frac{23^2}{6 \times 51}$$

$$= 1,72 \text{ m}$$

$$\bullet \theta_s = \frac{Ls \cdot 90}{\pi Rc}$$

$$= \frac{23 \cdot 90}{3,14 \cdot 51}$$

$$= 12,9^\circ$$

$$\bullet \theta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$= 70 - 2 \times 12,9 = 43,8^\circ$$

$$\bullet Lc = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi Rc$$

$$= \frac{43,8}{360} \times 2 \times 3,14 \times 51$$

$$= 38,96$$

$$\bullet L = Lc + 2Ls$$

$$= 38,96 + 2 \times 23$$

$$= 84,96 \text{ m}$$

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

$$= \frac{23^2}{6 \cdot 51} - 51(1 - \cos 12,9^\circ)$$

$$= 0,43 \text{ m}$$

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

$$= 23 - \frac{23^3}{40.51} - 51 \cdot \sin 12,9^\circ$$

$$= 9,86 \text{ m}$$

- $E_s = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$
 $= (51 + 0.43) \sec \frac{1}{2} 69 - 51$
 $= 11,65$

- $T_s = (Rc + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$
 $= (225 + 0.37) \operatorname{tg} \frac{1}{2} 69 + 9,86$
 $= 45,65 \text{ m}$

Syarat tikungan yang digunakan adalah

- $L_c > 20\text{m}$
 $38,96 > 20\text{m (OK)}$

Maka tipe tikungan yang digunakan adalah lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (spiral-circle-spiral).

$$T_s = \text{STA PI} - T_s$$

$$= 10+741 - 45,65$$

$$= 10+695,35$$

$$SC = \text{STA } T_s + L_s$$

$$= 10+695,35 + 23$$

$$= 10+718$$

$$CS = \text{STA } SC + L_c$$

$$= 10+718 + 38,96$$

$$= 10+787$$

$$ST = \text{STA } CS + L_s$$

$$= 10+787 + 23$$

$$= 10+780$$

2. Tikungan Full Circle

$$\text{STA} = 11+837$$

$$e = 0.02\%$$

$$\Delta = 4,27^\circ$$

$$V = 40 \text{ km/jam}$$

$$R = 84 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} \bullet \quad T_c &= R_c \cdot \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) \\ &= 84 \cdot \tan\left(\frac{1}{2} \times 4,27\right) \\ &= 3,13 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \bullet \quad E_c &= T_c \cdot \text{tg}0,25 \Delta \\ &= 3,13 \cdot \text{tg}0,25 \cdot 4,27 \\ &= 0,058 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan panjang busur lingkaran (L_c)

$$\begin{aligned} \bullet \quad L_c &= \left(\frac{\Delta 2\pi}{360}\right) \times R \\ &= \left(\frac{4,27 \times 2 \times 3,14}{360}\right) \times 84 \\ &= 6,258 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan STA titik PI, T_c , C_t

$$\begin{aligned} TC &= \text{STA PI} - T_c \\ &= 11+837 - 3,13 \\ &= 11+834 \end{aligned}$$

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

$$= 11+834 + 6,258$$

$$= 11+828$$

3. Tikungan Spiral Spiral

STA 10+008,52

$$RC = \frac{VR^2}{127 \times (\text{emaks}+f)}$$

$$RC = \frac{40^2}{127 \times (0,1+0,153)} = 49,79 = 50$$

$$\Theta_s = 0,5 \times \Delta$$

$$= 0,5 \times 29.158$$

$$= 14,579 = 15$$

$$L_s = \frac{\Theta_s \times \pi \times rc}{90}$$

$$= \frac{14,579 \times 3,14 \times 50}{90}$$

$$= \frac{2288,932}{90}$$

$$= 25,4325 = 26 \text{ m}$$

$$P = \frac{L_s^2}{6rc} - rc (1 - \cos \Theta_s)$$

$$= \frac{26^2}{6 \times 50} - 50(1 - \cos 15)$$

$$= 0,549$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40rc^2} - (rc \sin \Theta_s)$$

$$= 26 - \frac{26^2}{40(50^2)} - (50 \sin 15)$$

$$= 13,053$$

$$T_s = (rc + p) \times \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$\begin{aligned}
 &= (50 + 0,6) \times \tan 15 + 13,053 \\
 &= 13,1475 + 13,0523 \\
 &= 26,1999
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_s &= (rc + p) \times \sec \frac{1}{2} \Delta - rc \\
 &= (50 + 0,6) \times \sec 15 - 50 \\
 &= 52,2314 - 50 \\
 &= 2,2314
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta - 2 \theta_s}{180} \times \pi \times rc \\
 &= \frac{0}{180} \times 3,14 \times 50 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$P_i = 10008,52$$

$$\begin{aligned}
 T_S &= P_i - T_s \\
 &= 10008,52 - 26,1999 \\
 &= 9982,3201
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_T &= P_i + T_s \\
 &= 10008,52 + 26,1999 \\
 &= 10034,7199
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Full Circle

Parameter	PI -24	PI -32	PI -36	PI -42	PI -45
	11+836	12+628	12+964	13+592	13+842
R (m)	84	83	83	83	77

V (km/jam)	40	40	40	40	40
D (°)	5	2	8	1	6
LS (m)	60	60	60	60	60
e (%)	10	10	10	10	10
TC	3,132	1,745	5,768	64,699	5,572
LC (m)	6,258	3,488	11,513	1,917	8,634
ES (m)	0.0584	0.0183	0.2004	25,217	0

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Spiral Circle Spiral

Parameter	PI 9	PI 10	PI 14	PI 28	PI 29	PI 30	PI 33	PI 41	PI 43	PI 44
	10+741	10+854	11+157	12+161	12+291	12+431	12+701	13+355	13+680	13+772
Rc (m)	51	51	51	79	51	51	260	160	150	250
V (km/jam)	40	40	40	50	40	40	40	40	40	40
α (°)	70	64	118	44	79	79	15,164	31,566	30,263	23,060
Ls (m)	23	35	37	28	35	35	18	33	27	30
e (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
α_s (°)	12,926	19,670	20,794	10,158	19,607	19,670	1,984	5,911	5,159	3,439
Lc (m)	38,967	21,508	67,804	33,193	35,180	35,180	50,777	55,104	52,187	70,567
p	0.4364	1.0271	1.518	0.4154	1.0271	1.0271	0.0517	0.2834	0.2022	0.1496
K	9,863	13,829	14,420	12,412	13,829	13,829	8,789	15,386	12,701	14,401
ES (m)	11,659	10,188	49,967	6,775	16,369	16,369	2,345	6,563	5,596	5,3016
TS (m)	45,646	46,035	100,875	44,824	56,629	56,629	43,405	60,690	53,317	65,431
Kontrol 2LS+LC < 2TS										
---->	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK



Parameter	PI - 31	PI - 34	PI - 35	PI - 37	PI - 38	PI - 39	PI - 40	PI - 46	PI - 47
	12+595	12+818	12+866	13+029	13+076	13+119	13+269	13+963	14+054
Rc (m)	20	50	50	13	50	50	50	50	50
V (km/jam)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
α (°)	140	57	91	10	32	43	21	88	99
e (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
en (%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
B (m)	45	45	45	21	45	45	23	38	17
α_s (°)	70	28	46	5	16	21	10	44	49
LS (m)	49	50	79	2	28	37	18	77	86
p	7	2	6	0	1	1	0	5	7
K	30	26	44	2	14	18	10	42	48
TS (m)	103	54	101	3	29	38	19	95	114
ES (m)	58	9	30	0	3	5	1	27	37
Kontrol 2LS+LC < 2TS									
----->	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dari pengolahan data alinyemen horizontal yang dilakukan, maka perlu dilakukan perbaikan berupa perubahan pada V (kecepatan rencana).

5.6 Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase, langkah awal yang harus diperhatikan adalah memperhatikan arah aliran air melalui survey lapangan dan dapat mengetahui muka air banjir (MAB) pada saluran pembuang sehingga pada saluran drainase berada diatas muka air banjir.

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuang.

5.6.1 Perhitungan Saluran Tepi dan Dimensi Saluran

Pada sub bab ini akan dibahas tentang perhitungan perencanaan saluran drainase pada ruas jalan Turen – Bts. Kabupaten Lumajang dan hasilnya akan ditabelkan. Pada perencanaan drainase ini dibagi menjadi lima perencanaan baik di bagian kiri dan bagian kanan jalan seperti dibawah ini.

Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) pada STA 33+000 – 33+200

1. Menentukan waktu konsentrasi (T_c)

- Menentukan inlet time (t_i) pada perkerasan

$$t_{\text{perkerasan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 4,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} = 0,983 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu jalan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} = 0,830 \text{ menit}$$

$$t_{\text{pemukiman jalan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 26 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,11}} \right)^{0,167} = 1,804 \text{ menit} \quad +$$

t_1

= 3,61 menit

- Menentukan flow time (t_2)

$$L = 200 \text{ m}$$

Karena, merupakan segmen panjang saluran sesuai catchment = 200 m.

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

$$= 0 \text{ (karena titik awal)}$$

$$T_c = t_1 + t_2$$

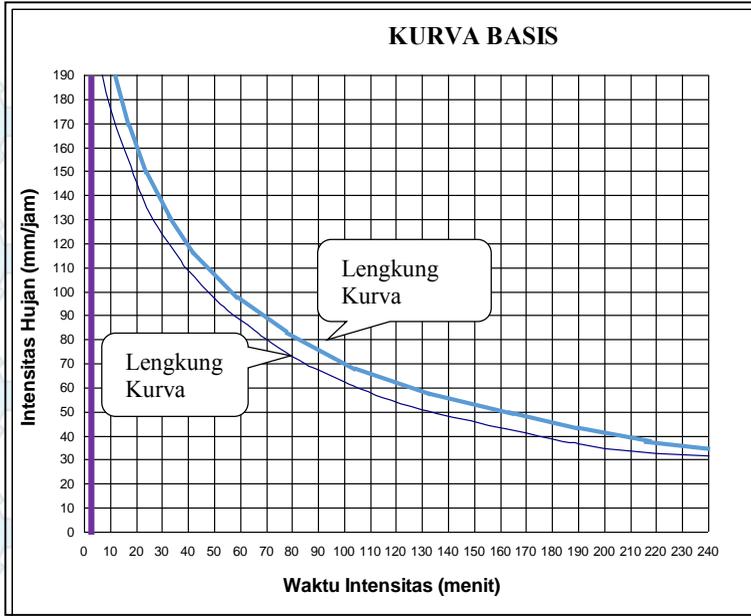
$$= 3,61 + 0$$

$$= 3,61 \text{ menit}$$

2. Menentukan intensitas hujan rencana (I)

- Untuk daerah perkerasan

Intensitas hujan ditentukan dengan cara memplotkan harga $T_c = 3,61$ menit, kemudian tarik garis ke atas hingga memotong intensitas hujan kurva rencana dan intensitas hujan maksimum, maka didapat nilai $I = 190 \text{ mm/jam}$



3. Menentukan luas daerah pengaliran dan koefisien pengaliran

- Perkerasan

Perkerasan jalan	$A_1 = 4,5 \times 200 = 900 \text{ m}^2$
Bahu jalan	$A_2 = 1,5 \times 200 = 300 \text{ m}^2$
Pemukiman	$A_3 = 3234,76 = 3234,76 \text{ m}^2 +$

$A = 4434,76 \text{ m}^2$

Menentukan besarnya koefisien pengaliran,

Perkerasan jalan	$C_1 = 0,95$
Bahu jalan	$C_2 = 0,65$
Tanah dengan rumput tipis dan gundul	$C_3 = 0,20$

$$C1 = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{A1 + A2}$$

$$= \frac{(0,95 \cdot 900) + (0,65 \cdot 300)}{900 + 300}$$

$$= 0,84$$

$$C_2 = \frac{C_3 \cdot A_3}{A_3}$$

$$= \frac{(0,2 \cdot 3234,76)}{3234,76}$$

$$= 0,2$$

4. Menentukan debit aliran (Q)

Badan jalan dan bahu jalan :

$$A = 1200 \text{ m}^2 = 0,001200 \text{ km}^2$$

$$C = 0,84$$

$$I = 190 \text{ mm/jam}$$

Luar jalan :

$$A = 3234,76 \text{ m}^2 = 0,003234,76 \text{ km}^2$$

$$C = 0,2$$

$$I = 190 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \text{badan jalan} + \text{luar jalan}$$

$$= (0,278 \times C \times I \times A) + (0,278 \times C \times I \times A)$$

$$= (0,278 \times 0,84 \times 190 \times 0,001200) + (0,278 \times 0,2 \times 190 \times 0,003234,76)$$

$$= 0,20 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5. Perhitungan dimensi saluran

Saluran direncanakan terdiri pasangan batu kali padat dengan kecepatan aliran 1,80 m/det dan dengan kondisi baik $n = 0.020$. Saluran tepi direncanakan segi empat. Penampang basah saluran samping dihitung menggunakan :

$$F_d = \frac{Q}{V}$$

$$= \frac{0,20}{1,8}$$

$$= 0,11 \text{ m}^2$$

$$F_d = b \times h$$

Direncanakan : $h = b$

$$F_d = 2b^2$$

$$b = \sqrt{F_d}$$

$$= \sqrt{\frac{0,11}{2}}$$

$$b = 0,23 \text{ meter, } b \text{ baru} = 0,50$$

$$h = 0,23 \text{ meter, } h \text{ baru} = 0,40$$

$$w = 0,5 h^{1/2}$$

$$= 0,5 \times 0,4^{1/2}$$

$$= 0,45$$

$$H \text{ pakai} = 0,40 + 0,45$$

$$= 0,85 = 1,00$$

maka direncanakan dimensi saluran 50 cm x 100 cm.

Maka, dapat diilustrasikan sebagai berikut penampang melintang saluran tepi.

6. Kemiringan saluran yang diijinkan.

$$V_{\text{rencana}} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Saluran dibuat dari tanah lurus teratur dalam kondisi baik, dari tabel Manning didapat harga $n = 0,020$. Dan kecepatan air ijin = 1,8 m/det.

$$R = \frac{Fd}{P}$$

$$Fd = 0,20 \text{ m}^2$$

$$P = 2h+b \\ = 2 \times 0,40 + 0,50 \\ = 1,3 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,20}{1,3} = 0,15 \text{ m}$$

$$i = \left(\frac{V \cdot m}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$= \left(\frac{1,8 \cdot 0,02}{0,15^{2/3}} \right)^2 \\ = 0,02$$

Jadi, kemiringan yang diijinkan \dashrightarrow $i_{\text{ijin}} = 0,02 \sim 2,0\%$

7. Periksa kemiringan tanah di lapangan (i_{lapangan})

+ 634,001

Eksisting Jalan

+ 624,373

Sta 33+000

36

Sta 33+200



Sta 33+000 (h_1) : + 634.001

Sta 33+036 (h_2) : + 624.373

$$\begin{aligned}
 i_{\text{lapangan}} &= \frac{h_1 - h_2}{L} \times 100\% \\
 &= \frac{634.001 - 624.373}{200} \times 100\% \\
 &= 5\%
 \end{aligned}$$

Dengan, $i_{\text{lapangan}} (= 5\%) > i_{\text{ijin}} (= 2\%)$ maka saluran untuk Sta 33+000 – 33+200 perlu digunakan pematah arus.

8. Kontrol kecepatan aliran rata-rata

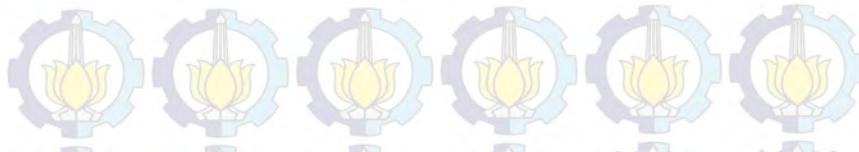
$$\begin{aligned}
 V_{\text{saluran}} &= \frac{Q}{Fd} \\
 &= \frac{0,20}{0,20} \\
 &= 1,00 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$V_{\text{saluran}} (= 1,0 \text{ m/det}) \leq V_{\text{ijin}} (= 1,8 \text{ m/det}) \dots \text{OK!}$

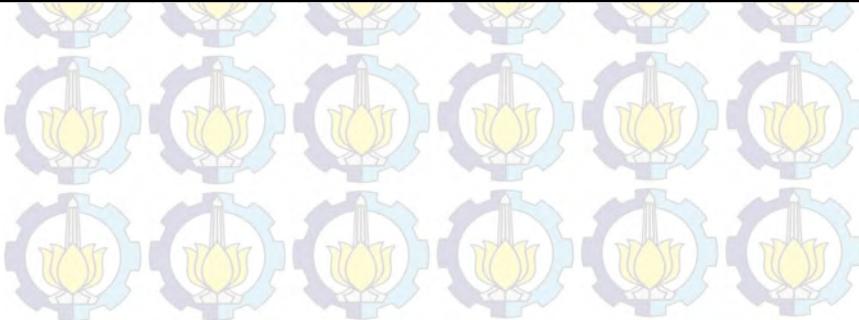
Dengan cara yang sama untuk perhitungan pada STA selanjutnya, akan disajikan dalam bentuk tabel, Sebagai berikut :

Tabel 5. 15 : Rekapitulasi Perhitungan Drainase

STA				elev 1	elev 2	L	t1		t2		tc		A kiri bdn jln	A l. bdn jln (ls)	A knn bdn jln	A l. bdn jln	ckiri jln	C kiri l. jln	c knn jln	C knn l. jln			
10	+	0	-	10	+	200	624.373	634.001	200	3.61	menit	0.00	menit	3.61	menit	1200	3234.76	1200	0	0.84	0.2	0.84	0
10	+	200	-	10	+	400	634.001	634.741	200	3.44	menit	3.40	menit	6.83	menit	1200	0	1200	1717.6	0.84	0	0.84	0.2
10	+	400	-	10	+	600	634.741	632.505	200	3.34	menit	7.75	menit	11.09	menit	1200	698.56	1200	2251.1	0.84	0.8	0.84	0.8
10	+	600	-	10	+	800	632.505	612.216	200	3.37	menit	3.97	menit	7.34	menit	1200	392.92	1200	2659.27	0.84	0.8	0.84	0.8
10	+	800	-	11	+	0	612.216	600.926	200	3.30	menit	2.73	menit	6.03	menit	1200	0	1200	2546.57	0.84	0	0.84	0.8
11	+	0	-	11	+	200	600.926	589.637	200	3.61	menit	11.93	menit	15.54	menit	1200	0	1200	3417.16	0.84	0	0.84	0.2
11	+	200	-	11	+	400	589.637	579.356	200	3.52	menit	2.45	menit	5.96	menit	1200	0	1200	2334.39	0.84	0	0.84	0.8
11	+	400	-	11	+	600	579.356	568.155	200	3.35	menit	4.71	menit	8.06	menit	1200	0	1200	3011.33	0.84	0	0.84	0.8
11	+	600	-	11	+	800	568.155	556.564	200	3.43	menit	2.68	menit	6.12	menit	1200	0	1200	3409.253	0.84	0	0.84	0.2
11	+	800	-	12	+	0	556.564	551.461	200	3.29	menit	2.45	menit	5.74	menit	1200	0	1200	2031.16	0.84	0	0.84	0.2
12	+	0	-	12	+	200	551.461	559.163	200	3.18	menit	3.50	menit	6.68	menit	1200	3674.8409	1200	1468.7472	0.84	0.2	0.84	0.2
12	+	200	-	12	+	400	559.163	557.954	200	3.81	menit	4.24	menit	8.05	menit	1200	3501.62	1200	0	0.84	0.2	0.84	0
12	+	400	-	12	+	600	557.954	560.573	200	3.57	menit	9.42	menit	12.99	menit	1200	2544.24	1200	893.45	0.84	0.2	0.84	0.2
12	+	600	-	12	+	800	560.573	571.439	200	3.58	menit	5.40	menit	8.98	menit	1200	4362.15	1200	0	0.84	0.2	0.84	0
12	+	800	-	13	+	0	571.439	583.011	200	3.72	menit	9.42	menit	13.14	menit	1200	1457.86	1200	662.81	0.84	0.2	0.84	0.2
13	+	0	-	13	+	200	583.011	594.838	200	3.80	menit	6.07	menit	9.87	menit	1200	0	1200	3698.74	0.84	0	0.84	0.2
13	+	200	-	13	+	400	594.838	595.401	200	3.77	menit	2.31	menit	6.08	menit	1200	0	1200	3911.49	0.84	0	0.84	0.2
13	+	400	-	13	+	600	595.401	591.994	200	3.62	menit	2.21	menit	5.83	menit	1200	2923.06	1200	4179.54	0.84	0.2	0.84	0.2
13	+	600	-	13	+	800	591.994	583.043	200	3.45	menit	2.10	menit	5.55	menit	1200	4183.03	1200	2165.99	0.84	0.2	0.84	0.2
13	+	800	-	14	+	0	583.043	472.403	200	3.30	menit	3.36	menit	6.65	menit	1200	3171.72	1200	0	0.84	0.2	0.84	0



Q1 kiri	Q2 kiri	Qtotal kiri	Q1 Knn	Q2 Knn	Qtot knn	FD	b	h	b baru	h baru	fd baru	b pakai	H pakai	HHITUNG	w	p	R	I ijin	I lap	v sal	v kontrol	I kontrol
0.05	0.1431	0.20	0.05	0	0.05	0.11	0.23	0.23	0.50	0.40	0.20	0.50	1.00	0.85	0.45	1.30	0.15	0.02	0.05	0.980897	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.07598	0.13	0.07	0.19	0.19	0.50	0.60	0.30	0.50	1.20	1.15	0.55	1.70	0.18	0.01	0.00	0.430217	OK	OK
0.05	0.0309	0.08	0.05	0.09958	0.15	0.05	0.15	0.15	0.50	0.20	0.10	0.50	0.60	0.52	0.32	0.90	0.11	0.02	0.01	0.839861	OK	OK
0.05	0.0174	0.07	0.05	0.11764	0.17	0.09	0.22	0.22	0.50	0.28	0.14	0.50	0.70	0.65	0.37	1.06	0.13	0.02	0.10	1.21944	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.11265	0.17	0.03	0.12	0.12	0.50	0.38	0.19	0.50	0.90	0.82	0.44	1.26	0.15	0.02	0.06	0.27939	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.15116	0.20	0.11	0.24	0.24	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.06	1.361654	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.10327	0.16	0.03	0.12	0.12	0.50	0.15	0.08	0.50	0.50	0.42	0.27	0.80	0.09	0.03	0.05	0.707788	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.13321	0.19	0.10	0.23	0.23	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.06	1.24197	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.15081	0.20	0.11	0.24	0.24	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.06	1.359322	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.08985	0.14	0.08	0.20	0.20	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.03	0.952907	OK	NOT OK
0.05	0.1626	0.22	0.05	0.06497	0.12	0.07	0.18	0.18	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.04	0.787045	OK	NOT OK
0.05	0.1549	0.21	0.05	0	0.05	0.03	0.12	0.12	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	-0.01	0.353894	OK	OK
0.05	0.1125	0.17	0.05	0.03952	0.09	0.05	0.16	0.16	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.01	0.617383	OK	OK
0.05	0.193	0.25	0.05	0	0.05	0.03	0.12	0.12	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.05	0.353894	OK	NOT OK
0.05	0.0645	0.12	0.05	0.02932	0.08	0.05	0.15	0.15	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.06	0.549364	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.16362	0.22	0.12	0.25	0.25	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.06	1.444696	OK	NOT OK
0.05	0	0.05	0.05	0.17303	0.23	0.13	0.25	0.25	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.00	1.507438	OK	OK
0.05	0.1293	0.18	0.05	0.18489	0.24	0.13	0.26	0.26	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.02	1.586489	OK	OK
0.05	0.185	0.24	0.05	0.09582	0.15	0.08	0.20	0.20	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.04	0.99267	OK	NOT OK
0.05	0.1403	0.19	0.05	0	0.05	0.03	0.12	0.12	0.50	0.30	0.15	0.50	0.70	0.69	0.39	1.10	0.14	0.02	0.55	0.353894	OK	NOT OK



5.6.2 Perhitungan Pematah Arus

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, beberapa titik membutuhkan pematah arus, berikut perhitungan pematah arus :

1. STA 33+000 – 33+200

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$\begin{aligned} L &= 200 \text{ m} \\ n &= L : 16 \text{ m} \\ &= 200 \text{ m} : 16 \text{ m} \\ &= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus} \end{aligned}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$\begin{aligned} Z &= t - a \\ &= 0,60 - 0,40 \\ &= 0,20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L1 &= 3 z \\ &= 3 \times 0,20 \\ &= 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 0,5 \times (hsal + z) \\ &= 0,5 \times (1,00 + 0,20) \\ &= 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= Q / (0,8 \times b) \\ &= 0,20 / (0,8 \times 0,5) \\ &= 0,50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hc &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{0,50^2}{9,8}} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1 \left(\frac{hc}{z} \right) + 0,7x \left(\frac{hc}{z} \right)^3$$

$$= 2,5 + 1,1 \left(\frac{0,3}{0,2} \right) + 0,7x \left(\frac{0,3}{0,2} \right)^3$$

$$= 6,35 \text{ m}$$

$$L2 = C1 \sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 6,51 \sqrt{0,2 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,79 \text{ m}$$

2. STA 33+600 – 33+800

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,28$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

$$L1 = 3z$$

$$= 3 \times 0,42$$

$$= 1,26 \text{ m}$$

$$t1 = 0,5 \times (hsal + z)$$

$$= 0,5 \times (0,70 + 0,42)$$

$$= 0,56 \text{ m}$$

$$q = Q / (0,8 \times b)$$

$$= 0,17 / (0,8 \times 0,5)$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,42^2}{9,8}}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$C1 = \frac{2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3}{z}$$

$$= \frac{2,5 + 1,1\left(\frac{0,3}{0,42}\right) + 0,7x\left(\frac{0,3}{0,42}\right)^3}{0,42}$$

$$= 3,39 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,54\sqrt{0,42 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,39 \text{ m}$$

3. STA 33+800 – 34+000

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,38$$

$$= 0,32 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L1 &= 3z \\ &= 3 \times 0,32 \\ &= 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 0,5 \times (hsal + z) \\ &= 0,5 \times (0,90 + 0,32) \\ &= 0,61 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= Q / (0,8 \times b) \\ &= 0,17 / (0,8 \times 0,5) \\ &= 0,42 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hc &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{0,42^2}{9,8}} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C1 &= 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3 \\ &= 2,5 + 1,1\left(\frac{0,3}{0,32}\right) + 0,7x\left(\frac{0,3}{0,32}\right)^3 \\ &= 3,79 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L2 &= C1\sqrt{zhc} + 0,25 \\ &= 3,79\sqrt{0,32 \cdot 0,3} + 0,25 \\ &= 1,35 \text{ m} \end{aligned}$$

4. STA 34+000 – 34+200

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$\begin{aligned} L &= 200 \text{ m} \\ n &= L : 16 \text{ m} \\ &= 200 \text{ m} : 16 \text{ m} \\ &= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus} \end{aligned}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$\begin{aligned} Z &= t - a \\ &= 0,70 - 0,30 \\ &= 0,40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L1 &= 3 z \\ &= 3 \times 0,40 \\ &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 0,5 \times (hsal + z) \\ &= 0,5 \times (0,70 + 0,40) \\ &= 0,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= Q / (0,8 \times b) \\ &= 0,20 / (0,8 \times 0,5) \\ &= 0,511 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hc &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{0,50^2}{9,8}} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3$$

$$= 2,5 + 1,1 \left(\frac{0,3}{0,46} \right) + 0,7x \left(\frac{0,3}{0,46} \right)^3$$

$$= 3,63 \text{ m}$$

$$L2 = C1 \sqrt{z h c} + 0,25$$

$$= 3,41 \sqrt{0,46 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,51 \text{ m}$$

5. STA 34+200 – 34+400

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,15$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$L1 = 3 z$$

$$= 3 \times 0,55$$

$$= 1,65 \text{ m}$$

$$t1 = 0,5 \times (hsal + z)$$

$$= 0,5 \times (0,50 + 0,55)$$

$$= 0,52 \text{ m}$$

$$q = Q / (0,8 \times b)$$

$$= 0,16 / (0,8 \times 0,5)$$

$$= 0,40 \text{ m}$$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,40^2}{9,8}}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

$$C1 = \frac{2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3}{2,5 + 1,1\left(\frac{0,2}{0,55}\right) + 0,7x\left(\frac{0,2}{0,55}\right)^3}$$

$$= 3,07 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,07\sqrt{0,55 \cdot 0,2} + 0,25$$

$$= 1,40 \text{ m}$$

6. STA 34+400 – 34+600

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,30$$

$$= 0,40 \text{ m}$$

$$L1 = 3z$$

$$= 3 \times 0,40$$

$$= 1,20 \text{ m}$$

$$t1 = 0,5 \times (hsal + z)$$

$$= 0,5 \times (0,70 + 0,40)$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$q = Q / (0,8 \times b)$$

$$= 0,19 / (0,8 \times 0,5)$$

$$= 0,47 \text{ m}$$

$$Hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,47^2}{9,8}}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3$$

$$= 2,5 + 1,1\left(\frac{0,3}{0,4}\right) + 0,7x\left(\frac{0,3}{0,4}\right)^3$$

$$= 3,53 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,62\sqrt{0,4 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,44 \text{ m}$$

7. STA 34+600 – 34+800

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$\begin{aligned} L &= 200 \text{ m} \\ n &= L : 16 \text{ m} \\ &= 200 \text{ m} : 16 \text{ m} \\ &= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus} \end{aligned}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$\begin{aligned} Z &= t - a \\ &= 0,70 - 0,30 \\ &= 0,40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L1 &= 3 z \\ &= 3 \times 0,40 \\ &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 0,5 \times (\text{hsal} + z) \\ &= 0,5 \times (0,70 + 0,40) \\ &= 0,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= Q / (0,8 \times b) \\ &= 0,20 / (0,8 \times 0,5) \\ &= 0,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt[3]{\frac{1^2}{9,8}} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3$$

$$= 2,5 + 1,1 \left(\frac{0,3}{0,4} \right) + 0,7x \left(\frac{0,3}{0,4} \right)^3$$

$$= 3,63 \text{ m}$$

$$L2 = C1 \sqrt{z h c} + 0,25$$

$$= 3,62 \sqrt{0,4 \cdot 0,3 + 0,25}$$

$$= 1,51 \text{ m}$$

8. STA 34+800 – 35+000

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,30$$

$$= 0,40 \text{ m}$$

$$L1 = 3 z$$

$$= 3 \times 0,40$$

$$= 1,20 \text{ m}$$

$$t1 = 0,5 \times (hsal + z)$$

$$= 0,5 \times (0,70 + 0,40)$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$q = Q / (0,8 \times b)$$

$$= 0,14 / (0,8 \times 0,5)$$

$$= 0,36 \text{ m}$$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,6^2}{9,8}}$$

$$= 0,24 \text{ m}$$

$$C1 = \frac{2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3}{z}$$

$$= \frac{2,5 + 1,1\left(\frac{0,24}{0,4}\right) + 0,7x\left(\frac{0,24}{0,4}\right)^3}{0,4}$$

$$= 3,31 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,62\sqrt{0,4 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,27 \text{ m}$$

9. STA 36+600 – 36+800

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6% diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$L = 200 \text{ m}$$

$$n = L : 16 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ m} : 16 \text{ m}$$

$$= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus}$$

- Perhitungan kolam olak/peredam

$$Z = t - a$$

$$= 0,70 - 0,30$$

$$= 0,40 \text{ m}$$

$$L1 = 3z$$

$$= 3 \times 0,40$$

$$= 1,20 \text{ m}$$

$$t1 = 0,5 \times (hsal + z)$$

$$= 0,5 \times (0,70 + 0,40)$$

$$= 0,55 \text{ m}$$

$$q = Q / (0,8 \times b)$$

$$= 0,24 / (0,8 \times 0,5)$$

$$= 0,60 \text{ m}$$

$$Hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{0,47^2}{9,8}}$$

$$= 0,33 \text{ m}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3$$

$$= 2,5 + 1,1\left(\frac{0,33}{0,4}\right) + 0,7x\left(\frac{0,33}{0,4}\right)^3$$

$$= 3,83 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,83\sqrt{0,4 \cdot 0,33} + 0,25$$

$$= 1,65 \text{ m}$$

10. STA 36+800 – 37+000

Berdasarkan syarat untuk kemiringan 6 % diperlukan pematah arus setiap 16 meter, berikut perhitungan banyak pematah arus yang diperlukan untuk 16 meter :

$$\begin{aligned} L &= 200 \text{ m} \\ n &= L : 16 \text{ m} \\ &= 200 \text{ m} : 16 \text{ m} \\ &= 12,5 \sim 13 \text{ pematah arus} \end{aligned}$$

- Perhitungan kolam olak/ peredam

$$\begin{aligned} Z &= t - a \\ &= 0,70 - 0,30 \\ &= 0,40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L1 &= 3 z \\ &= 3 \times 0,40 \\ &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 0,5 \times (\text{hsal} + z) \\ &= 0,5 \times (0,70 + 0,40) \\ &= 0,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= Q / (0,8 \times b) \\ &= 0,19 / (0,8 \times 0,5) \\ &= 0,48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hc &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{0,48^2}{9,8}} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$C1 = 2,5 + 1,1\left(\frac{hc}{z}\right) + 0,7x\left(\frac{hc}{z}\right)^3$$

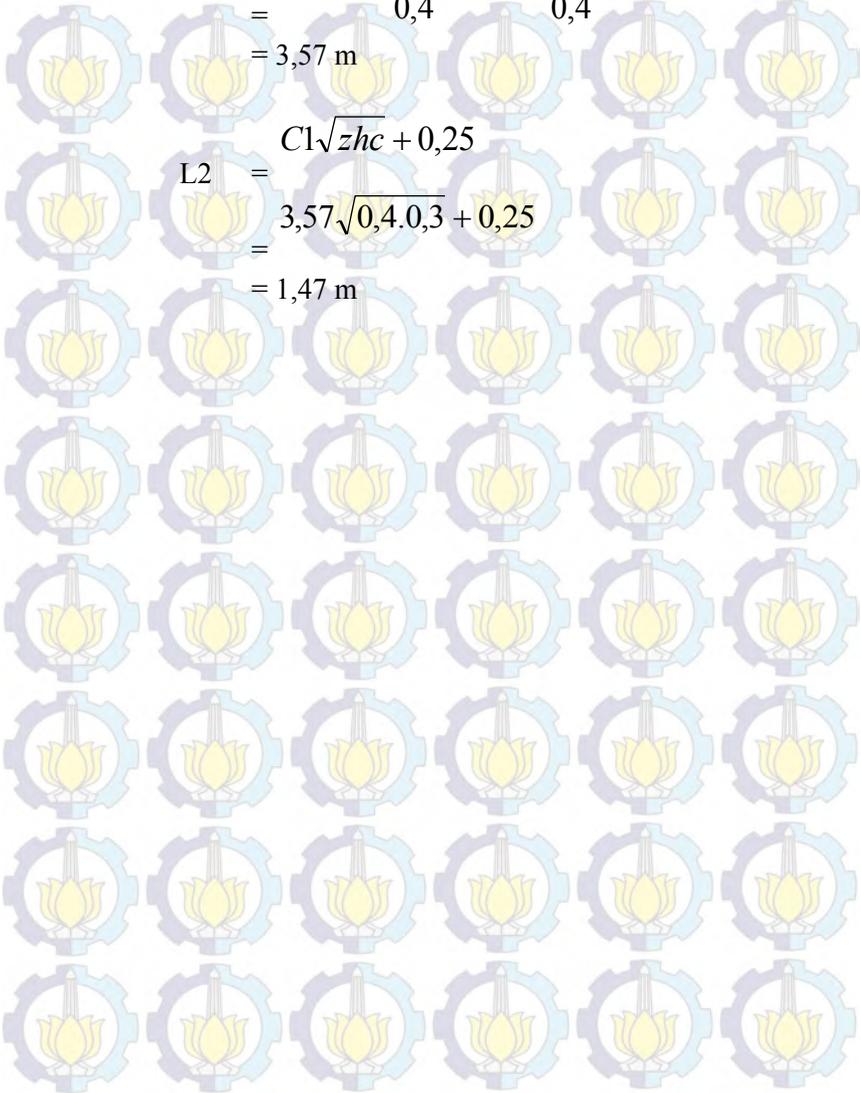
$$2,5 + 1,1\left(\frac{0,3}{0,4}\right) + 0,7x\left(\frac{0,3}{0,4}\right)^3$$

$$= 3,57 \text{ m}$$

$$L2 = C1\sqrt{zhc} + 0,25$$

$$= 3,57\sqrt{0,4 \cdot 0,3} + 0,25$$

$$= 1,47 \text{ m}$$



5.7 Kontrol Gorong - gorong

1. STA 30+025

- dimensi : 1 m x 1 m

- Panjang : 13,8

- Tinggi: 1

a. Luas Penampang basah (A) = $b \times h$

$$= 1 \times 1$$

$$= 1 \text{ m}^2$$

b. Keliling basah (P) = $b + 2h$

$$= 1 + 2(1)$$

$$= 3 \text{ m}$$

c. Jari – jari hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$

$$= \frac{1}{3}$$

$$= \frac{1}{3}$$

$$= 0,333 \text{ m}$$

d. Kemiringan gorong – gorong untuk saluran tepi.

Dalam hal ini, kemiringan gorong – gorong yang diijinkan adalah 0,5 – 2 %. Kemiringan gorong – gorong sendiri didesain dengan menggunakan kemiringan 0,5 % dan dibuat dari beton dengan harga untuk manning, $n = 0,016$

e. Volume aliran dari gorong – gorong

$$V = \frac{Q \text{ total}}{A}$$

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

$$\frac{1}{0,016} \times 0,33^{2/3} \times 0,05^{1/2} \times A = \frac{Q \text{ total}}{1}$$

$$Q_{\text{total}} = 6,72 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dengan Q yang melintasi gorong – gorong yang terhitung dari kiri saluran sebesar = 0,52 m³/ detik maka gorong – gorong ini sesuai dengan perencanaan.

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Pehitungan Gorong - Gorong

STA						L	PANJANG (m)	TINGGI (m)	D/B	H	A	P	R	Qtotal	Qmasuk	KET	
10	+	25	-	10	+	350	325	13.8	1	1	1	3	0.3333	6.7187	0.25	OK	
10	+	350	-	10	+	500	150	13.1	0.5	1	2	2	5	0.4	15.174	0.18	OK
10	+	500	-	10	+	840	340	15.5	1	2	1	2	4	0.5	17.608	0.48	OK
10	+	840	-	11	+	110	270	12.3	1.5	1.5	2	3	5.5	0.5455	27.989	0.48	OK
11	+	110	-	11	+	325	215	13.2	1	1	2	2	5	0.4	15.174	0.47	OK
11	+	325	-	11	+	795	470	13.2	1	1	2	2	5	0.4	15.174	0.71	OK
12	+	135	-	12	+	275	140	14.3	1	1	1.5	1.5	4	0.375	10.901	0.59	OK
12	+	275	-	12	+	412	137	12.4	1.5	1	1.5	1.5	4	0.375	10.901	0.26	OK
12	+	412	-	12	+	550	138	13.8	1.5	1	1.5	1.5	4	0.375	10.901	0.26	OK
13	+	788	-	13	+	950	162	13.6	1.5	1	1.5	1.5	4	0.375	10.901	1.05	OK

BAB VI

METODE PELAKSANAAN

6.1 Persiapan Pekerjaan

a. Mobilisasi Tenaga Kerja

Sebelum melaksanakan pekerjaan, persiapan yang harus dilakukan dalam proyek adalah mempersiapkan tenaga kerja yang profesional yang diperlukan dalam melaksanakan pekerjaan di lapangan. Selain dari pekerja-pekerja lapangan, dalam pelaksanaannya juga harus mempersiapkan staf pengawas lapangan baik dari proyek itu sendiri, konsultan, maupun kontraktor.

b. Mobilisasi Peralatan

Dalam pelaksanaan pekerjaan penyedia fasilitas- fasilitas yang berfungsi dapat mendukung terlaksananya dan kelancaran kegiatan proyek mutlak diperlukan. Oleh karena itu alat-alat berat digunakan sebagai salah satu fasilitas dalam pekerjaan dapat menunjang kelancaran dan terlaksananya kegiatan pelaksanaan pekerjaan di lokasi proyek, mulai dari tahap pelaksanaan sampai akhir tahap pelaksanaan.

Alat-alat berat tersebut harus disesuaikan dengan jenis pekerjaan, kondisi lapangan dan kemampuan pekerjaan yang mampu dilaksanakan, dimana sejumlah alat berat perlu dikoordinasikan dengan secermat mungkin untuk mendapatkan efisiensi pekerjaan yang sebaik baiknya. Peralatan yang dipergunakan pada proyek Peningkatan Jalan ruas Turen – batas Kabupaten Lumajang antara lain yaitu : Motor Grader, Vibrating Compactor, Tired Roller, Mobil Pick up, Sekop Penebar Agregat, Aspal sprayer, Tandem Roller.

6.2 Mobilisasi Material

Material yang dipergunakan dalam proyek Pembangunan Jalan ruas Turen – batas Kab. Lumajang antara lain berupa agregat kelas B, agregat sirtu kelas B, serta aspal. Batu pecah yang berupa bahan dasar dari agregat kelas B dan agregat kelas B didatangkan dari jasa penyedia . Sedangkan untuk aspal, diperoleh dari tempat pengolahan aspal.

6.3 Pelaksanaan Lapangan

Pelaksanaan pekerjaan untuk proyek ini meliputi pekerjaan tanah dasar yaitu berupa galian dan timbunan. Kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan perkerasan berbutir yang terdiri dari pekerjaan penghamparan sirtu kelas B untuk lapis pondasi bawah dan juga pekerjaan penghamparan agregat B untuk lapis pondasi atas. Setelah itu pekerjaan perkerasan beraspal yaitu pekerjaan lapis permukaan baru dapat dilakukan. Pekerjaan lapis permukaan pada proyek ini mempergunakan perkerasan lentur berupa lapisan penetrasi.

6.3.1 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan awal dari pengerjaan pembuatan jalan adalah pekerjaan pemadatan tanah dasar, karena lapisan tanah dasar merupakan lapisan akhir yang menerima beban, baik beban mati maupun beban bergerak. Tanah timbunan (urugan) yang dipergunakan untuk tanah dasar dibagi menjadi dua macam yaitu tanah timbunan biasa dan tanah timbunan pilihan. Pada proyek ini digunakan tanah timbunan biasa.

A. Penyiapan Tanah Dasar (Sub Grade)

Pekerjaan ini meliputi kegiatan-kegiatan :
1. Pembersihan Daerah Milik Jalan (DMJ) untuk jalan penghubung

selebar 15 – 20 meter. Pekerjaan ini meliputi pembersihan segala macam tumbuhan, pohon-pohon, semak-semak, sampah, akar-akar dengan menggunakan Motor Grader.

2. Pembuangan Lapisan Tanah Atas (Top Soil)

Pada umumnya, pekerjaan ini meliputi pembuangan lapisan tanah humus, dan akar-akar yang ketebalannya tidak boleh kurang dari 30 cm dari permukaan tanah asli. Pekerjaan ini dilakukan pada daerah galian dan timbunan. Setelah itu, baru dilakukan pemadatan sampai mencapai tingkat pemadatan yang disyaratkan. Pada tempat yang tanahnya lembek harus diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu dengan membuang tanah yang lembek dan diganti dengan tanah yang baru.

B. Pekerjaan Timbunan

Setelah badan jalan terbentuk, maka tahap selanjutnya adalah melakukan penimbunan pada bagian jalan yang ketinggiannya rendah sehingga diperoleh ketinggian badan jalan yang sama (rata). Penimbunan juga dilakukan untuk mendapatkan lebar jalan yang sesuai dengan rencana yang telah ditentukan.

Pada proses penimbunan, hal pertama yang dilakukan adalah menghamparkan tanah timbunan pada daerah yang akan di timbun, lalu pada timbunan itu dipadatkan dengan compactor dan tanah dasar tersebut diratakan dengan menggunakan motor grader. Selain meratakan tanah, motor grader juga berfungsi membentuk kemiringan melintang jalan. Setelah diratakan lapisan tanah dipadatkan dengan menggunakan tandem roller atau mesin gilas roda tiga yang dilakukan berulang-ulang sampai padat. Setelah dipadatkan menggunakan tandem roller, lapisan atas dipadatkan lagi menggunakan vibrating compactor.

Pada penggunaan vibrating compactor selain dapat memadatkan tanah juga dapat memberikan tekanan dan getaran

terhadap material yang dipadatkan sehingga gelembung udara yang masih terperangkap di dalam tanah dapat keluar secara berangsur-angsur. Selain itu pemadatan juga bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dan menghindarkan pergeseran yang dapat menyebabkan keretakan serta dapat menaikkan daya tahanan tanah terhadap perubahan cuaca.

Pekerjaan tanah dasar harus diselesaikan sepenuhnya terlebih dahulu, setelah itu baru dilanjutkan dengan pekerjaan perkerasan lapis pondasi bawah (sub base). Pada pengerjaan lapisan pondasi bawah, lapis pondasi tersebut tidak boleh ditempatkan, dihamparkan, atau dipadatkan sewaktu turun hujan dan pemadatan tidak boleh dilakukan setelah hujan.

Lapis pondasi dari bahan sirtu dibawa menggunakan dump truck ke badan jalan, kemudian dihamparkan menggunakan motor grader. Selanjutnya dirapikan secara manual oleh pekerja. Setelah itu lapisan pondasi tersebut dipadatkan dengan vibrating compactor agar bahan sirtu tertanam kuat pada tanah dasar dan tingkat kepadatan yang sesuai dapat tercapai.

6.3.2 Pekerjaan Lapisan Pondasi (Base)

Setelah lapisan pondasi dihampar dan dipadatkan, maka proses selanjutnya adalah penghamparan batu pokok ukuran 3 – 5 cm sebagai lapis pondasi (base). Sebelum batu pokok dihampar, permukaan pondasi bawah dibersihkan dari kotoran dan debu dengan sapu lidi dan diratakan. Kemudian Batu Pokok disebar/dihampar secara merata di atas permukaan lapis pondasi bawah.

Sebelum dipadatkan dengan vibrating compactor, lapisan pondasi tersebut disiram dengan air agar mudah dalam pemadatan dan batu pokok dapat melekat dengan lapisan pondasi bawah sehingga tidak mudah lepas. Penyiraman dengan air ini tentunya tetap memperhatikan kadar air yang tepat. Selanjutnya baru dilakukan pemadatan dengan vibrating compactor yang dimulai

dari tepi dan bergeser ke tengah/as jalan sampai padat

6.3.3 Pekerjaan Lapisan Permukaan (Lapisan Penetrasi)

Pekerjaan lapis permukaan terdiri dari beberapa item pekerjaan, antara lain adalah Lapis Resap Pengikat, Lapis Pengisi rongga. Lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapis tipis aspal cair yang diletakkan di atas lapis pondasi atas sebelum lapis berikutnya dihampar. Aspal cair ini dapat meresap ke dalam lapis pondasi mengisi rongga dan memperkeras permukaan serta mengikat lapis pondasi dan lapis permukaan.

Hal pertama yang dilakukan pada pekerjaan lapisan penetrasi ini adalah memanaskan aspal yang ada di dalam drum yang telah dibuka di bagian badan atau tutup dari drum tersebut. Pemanasan aspal ini tidak boleh terlalu panas karena dapat menyebabkan kebakaran dan sifat kelengketan dan kelenturan aspal menjadi rusak.

Selanjutnya aspal yang sudah cair atau lapis resap pengikat (prime coat) disemprotkan/disiramkan ke permukaan batu pokok sebanyak kira-kira 3,7 liter setiap meter persegi. Lapis resap pengikat harus disemprot pada permukaan yang kering atau mendekati kering dan pelaksanaan penyemprotan tidak boleh dilaksanakan pada saat angin kencang, hujan, atau akan turun hujan. Sebelum aspal disiramkan, permukaan lapis pondasi terlebih dahulu di bersihkan dengan sapu lidi. Setelah lapis resap pengikat disiramkan ke permukaan lapis pondasi, batu pengunci ukuran 2 – 3 cm dihamparkan diatas lapis resap pengikat secara merata sebanyak 0,017 meter kubik setiap meter persegi (seperti dalam tabel) dan buat kemiringan melintang lebih kurang 3 %.

Batu pengunci yang sudah dihampar kemudian dipadatkan dengan vibrating compactor minimal 6 kali lintasan sampai padat, atau seperti prosedur pemadatan pada lapisan pondasi. Yaitu dimulai dari bagian tepi dan bergeser ke tengah/as jalan sampai

padat.

Setelah batu pengunci dipadatkan, aspal cair kembali disiramkan secara merata di atas lapisan batu pengunci sebanyak 1,5 liter setiap meter persegi. Kemudian lapisan penutup (pasir) ditebarkan secara merata pada permukaan lapisan batu pengunci yang sudah disiram aspal sebanyak 0,01 meter kubik setiap meter persegi dan buat kemiringan melintang lebih kurang 3 %.

Selanjutnya lapisan penutup yang telah dihampar tersebut dipadatkan kembali dengan vibrating compactor sampai padat dengan prosedur pemadatan sama seperti pemadatan lapisan sebelumnya.

Dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan dengan lapisan penetrasi ini, ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan, diantaranya sebagai berikut :

- Batu pokok, batu pengunci dan lapisan penutup (pasir) harus kering, baik sebelum maupun sesudah disiram aspal.
- Selama beberapa waktu, lapisan penutup akan terdorong ke tepi jalan akibat lalu lintas yang lewat. Oleh karena itu, agar LAPEN tidak cepat aus maka lapisan penutup (pasir) yang tersebar di pinggir jalan tersebut harus dikembalikan ke tengah permukaan jalan.

6.3.4 Pekerjaan Pelebaran di Lapangan

Pelebaran dilakukan di setengah badan jalan sepanjang 250 m dan menerus dari STA 33+000 – 37+000. Setelah selesai memperlebar sampai STA akhir pindah ke sisi yang belum dilakukan pelebaran dari ujung yaitu STA 37+000.

6.3.5 Agregat penyusun perkerasan

Timbunan pilihan setebal 20 cm dipadatkan, diberi prime coat untuk melekatkan antar agregat lalu ditimbun dengan agregat sirtu kelas B lalu ditebarkan prime coat lagi untuk merekatkan agregat sirtu kelas B dengan batu pecah kelas B. setelah itu pada lapisan perkerasan lama diberi tack coat untuk merekatkan laston overlay

dengan perkerasan lama (aspal lama) setebal 4 cm dari ukuran overlay 8 cm. pada perkerasan baru atau pelebaran dihampar laston setebal 6 cm dari 10 cm rencana. Setelah itu 4 cm sisa dari masing – masing lapis permukaan dihampar secara bersamaan untuk menutupi garis temu antara perkerasan baru dengan overlay.

6.3.6 Pengaturan Lalu Lintas pada saat pengerjaan di lapangan

Pada pelaksanaan dilapangan, jalan ditutup sepanjang 250 m dan pada jalan tersebut diberlakukan sistim buka tutup jalan, dikarenakan jalan yang diperbaiki setengah dari badan jalan sehingga akan menimbulkan antrian panjang, dan apabila antrian tersebut mencapai 100 m maka diberlakukan perbaikan atau pelebaran pada saat jam dimana kondisi jalan tidak ramai (malam hari).





BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui besar biaya yang dalam perencanaan proyek peningkatan jalan Turen - Lumajang STA 33+000 – STA 37+000. Untuk merencanakan RAB terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain :

a. Pekerjaan tanah meliputi :

- Pekerjaan galian tanah untuk tebing dan drainase
- Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran
- Pekerjaan timbunan

b. Pekerjaan Pelebaran Jalan

→ Pekerjaan lapis pondasi bawah untuk meningkatkan CBR tanah asli

→ Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan agregat sirtu kelas B

→ Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas B

→ Pekerjaan lapis permukaan LASTON MS 744

c. Pekerjaan lapis tambah (overlay) yang meliputi :

→ Pekerjaan pengikat (*tack coat*) untuk mengikat seluruh permukaan jalan lama dengan AC Laston MS 744.

→ Pekerjaan lapis permukaan LASTON MS 744

d. Pekerjaan drainase antara lain :

→ Pekerjaan galian tanah.

→ Pekerjaan pasangan batu.

Setelah perhitungan volume pekerjaan diketahui, maka dapat digunakan untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya

7.1.1 Perhitungan volume pekerjaan

a. Pekerjaan tanah

- Pekerjaan galian tanah tebing dan drainase sebelah kanan dan kiri jalan pada STA 33+000 – STA 37+000 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume kiri} &= \left(\frac{L.STA \text{ awal} + L.STA \text{ akhir}}{2} \right) \times 50 \\ &= \left(\frac{22.049 + 11.258}{2} \right) \times 50 \\ &= 1383.9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kanan} &= \left(\frac{L.STA \text{ awal} + L.STA \text{ akhir}}{2} \right) \times 50 \\ &= \left(\frac{0+0}{2} \right) \times 50 \\ &= 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan STA 33 + 000 – STA 37 + 000 :

Tabel 7. 1 Galian Biasa

STA						L	VOLUME	VOLUME	VTOTAL	
							KIRI	KANAN		
10	+	0	-	10	+	50	50	1383.9	0	1383.9
10	+	50	-	10	+	100	50	669.325	0	669.325
10	+	100	-	10	+	150	50	1047.175	0	1047.175
10	+	150	-	10	+	200	50	2222.4	0	2222.4
10	+	200	-	10	+	250	50	1150.638	43.1375	1193.775
10	+	250	-	10	+	300	50	86.275	86.275	172.55
10	+	300	-	10	+	350	50	0	70.375	70.375
10	+	350	-	10	+	400	50	0	519.375	519.375
10	+	400	-	10	+	450	50	0	1256.275	1256.275
10	+	450	-	10	+	500	50	0	1422.625	1422.625
10	+	500	-	10	+	550	50	0	3594.675	3594.675
10	+	550	-	10	+	600	50	0	6652	6652
10	+	600	-	10	+	650	50	0	3143.575	3143.575

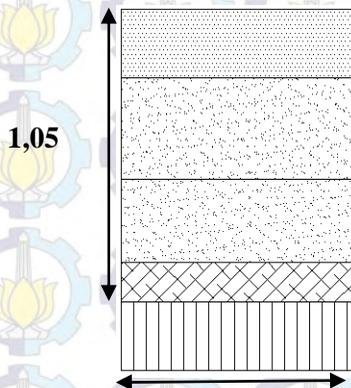
10	+	650	-	10	+	700	50	0	2280.8	2280.8
10	+	700	-	10	+	750	50	0	2572.15	2572.15
10	+	750	-	10	+	800	50	0	3585.1	3585.1
10	+	800	-	10	+	850	50	0	3168.65	3168.65
10	+	850	-	10	+	900	50	0	2657.05	2657.05
10	+	900	-	10	+	950	50	0	579.925	579.925
10	+	950	-	11	+	0	50	0	686.125	686.125
11	+	0	-	11	+	50	50	0	1309.75	1309.75
11	+	50	-	11	+	100	50	0	834.8	834.8
11	+	100	-	11	+	150	50	0	2826.775	2826.775
11	+	150	-	11	+	200	50	0	2593.65	2593.65
11	+	200	-	11	+	250	50	0	1606.725	1606.725
11	+	250	-	11	+	300	50	0	2297.1	2297.1
11	+	300	-	11	+	350	50	0	1516.695	1516.695
11	+	350	-	11	+	400	50	0	5034.45	5034.45
11	+	400	-	11	+	450	50	0	5685.595	5685.595
11	+	450	-	11	+	500	50	0	276.45	276.45
11	+	500	-	11	+	550	50	0	491.3575	491.3575
11	+	550	-	11	+	600	50	0	872.56	872.56
11	+	600	-	11	+	650	50	91.65	947.7025	1039.35
11	+	650	-	11	+	700	50	183.3	1549.163	1732.46
11	+	700	-	11	+	750	50	126.32	2837.903	2964.22
11	+	750	-	11	+	800	50	252.64	1644.183	1896.82
11	+	800	-	11	+	850	50	0	2283.143	2283.143
11	+	850	-	11	+	900	50	203.625	2379.85	2583.47
11	+	900	-	11	+	950	50	407.25	1221.75	162
11	+	950	-	12	+	0	50	24.725	0	24.725
12	+	0	-	12	+	50	50	1847.975	80.47	1928.44
12	+	50	-	12	+	100	50	4220.73	201.0375	4421.76
12	+	100	-	12	+	150	50	1247.36	166.4775	1413.83
12	+	150	-	12	+	200	50	172.9	259.015	431.91
12	+	200	-	12	+	250	50	394.8	221.9	616.7

12	+	250	-	12	+	300	50	202.6	132.725	335.32
12	+	300	-	12	+	350	50	1115.758	69.45	1185.20
12	+	350	-	12	+	400	50	1886.455	40.425	1926.8
12	+	400	-	12	+	450	50	451.39	80.85	532.2
12	+	450	-	12	+	500	50	910.52	150.55	1061.0
12	+	500	-	12	+	550	50	673.525	301.1	974.62
12	+	550	-	12	+	600	50	569.1125	0	569.112
12	+	600	-	12	+	650	50	1381.775	176.35	1558.12
12	+	650	-	12	+	700	50	1191.55	418.625	1610.17
12	+	700	-	12	+	750	50	412.075	131.85	543.92
12	+	750	-	12	+	800	50	688.1	0	688.
12	+	800	-	12	+	850	50	1316.225	0	1316.22
12	+	850	-	12	+	900	50	1063.245	28.195	1091.4
12	+	900	-	12	+	950	50	82.465	82.465	164.9
12	+	950	-	13	+	0	50	80.625	80.625	161.2
13	+	0	-	13	+	50	50	56.95	220.775	277.72
13	+	50	-	13	+	100	50	0	902.95	902.9
13	+	100	-	13	+	150	50	0	1504.39	1504.3
13	+	150	-	13	+	200	50	0	1034.133	1034.13
13	+	200	-	13	+	250	50	0	808.21	808.2
13	+	250	-	13	+	300	50	0	387.77	387.7
13	+	300	-	13	+	350	50	14.75	155.12	169.8
13	+	350	-	13	+	400	50	64.45	0	64.4
13	+	400	-	13	+	450	50	92.375	67.425	159.
13	+	450	-	13	+	500	50	80.275	170.175	250.4
13	+	500	-	13	+	550	50	70.65	70.65	141..
13	+	550	-	13	+	600	50	0	0	0
13	+	600	-	13	+	650	50	0	52.3325	52.332
13	+	650	-	13	+	700	50	0	104.665	104.66
13	+	700	-	13	+	750	50	0	0	0
13	+	750	-	13	+	800	50	0	0	0
13	+	800	-	13	+	850	50	0	0	0

13	+	850	-	13	+	900	50	0	0	
13	+	900	-	13	+	950	50	54.1	41.3025	95.402
13	+	950	-	14	+	0	50	108.2	127.79	235.9
									Σ	107097.7

Volume galian total = 107097,7

- Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran jalan sebelah kanan dan kiri jalan pada Km 33+000 – 37+000 sebagai berikut:



Panjang = 4000 m

Lebar = 1,00 m

Tebal = 1,05 m

Volume = 2 (4000 x 1,00 x 1,05)

= 8400 m³

Volume galian total = 107097,7 + 8400

= 115497,7 m³

- Pekerjaan timbunan tanah sebelah kanan dan kiri jalan pada STA 33 + 000 – 37 + 000 sebagai berikut :

Volume kiri = $\left(\frac{L.STA\ awal + L.STA\ akhir}{2} \right) \times 50$

$$= \left(\frac{0+0}{2}\right) \times 50$$

$$= 0$$

$$\text{Volume kanan} = \left(\frac{L.STA\ awal + L.STA\ akhir}{2}\right) \times 50$$

$$= \left(\frac{0.659+0}{2}\right) \times 50$$

$$= 32,95 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = \text{volume kiri} + \text{volume kanan}$$

$$= 0 + 32,95$$

$$= 32,95 \text{ m}^3$$

Berikut hasil perhitungan timbunan STA 33+000 – 37+000 :

tabel 7. 2 Timbunan biasa

STA							L	VOLUME	VOLUME	V TOTAL
								KIRI	KANAN	
10	+	0	-	10	+	50	50	0	32.95	32.9
10	+	50	-	10	+	100	50	0	0	
10	+	100	-	10	+	150	50	0	0	
10	+	150	-	10	+	200	50	0	0	
10	+	200	-	10	+	250	50	0	0	
10	+	250	-	10	+	300	50	0	0	
10	+	300	-	10	+	350	50	45.775	0	45.77
10	+	350	-	10	+	400	50	91.55	0	91.5
10	+	400	-	10	+	450	50	0	0	
10	+	450	-	10	+	500	50	0	0	
10	+	500	-	10	+	550	50	0	0	
10	+	550	-	10	+	600	50	0	0	
10	+	600	-	10	+	650	50	0	0	
10	+	650	-	10	+	700	50	0	0	

10	+	700	-	10	+	750	50	0	0	
10	+	750	-	10	+	800	50	0	0	
10	+	800	-	10	+	850	50	0	0	
10	+	850	-	10	+	900	50	208.4	0	208.
10	+	900	-	10	+	950	50	444.675	27.875	472.5
10	+	950	-	11	+	0	50	55.75	55.75	111.
11	+	0	-	11	+	50	50	114.725	0	114.72
11	+	50	-	11	+	100	50	229.45	0	229.4
11	+	100	-	11	+	150	50	0	0	
11	+	150	-	11	+	200	50	3.325	0	3.32
11	+	200	-	11	+	250	50	6.65	0	6.6
11	+	250	-	11	+	300	50	141.375	0	141.37
11	+	300	-	11	+	350	50	282.75	0	282.7
11	+	350	-	11	+	400	50	0	0	
11	+	400	-	11	+	450	50	0	0	
11	+	450	-	11	+	500	50	0	0	
11	+	500	-	11	+	550	50	0	0	
11	+	550	-	11	+	600	50	0	0	
11	+	600	-	11	+	650	50	0	0	
11	+	650	-	11	+	700	50	0	0	
11	+	700	-	11	+	750	50	0	0	
11	+	750	-	11	+	800	50	0	0	
11	+	800	-	11	+	850	50	0	0	
11	+	850	-	11	+	900	50	0	0	
11	+	900	-	11	+	950	50	0	0	
11	+	950	-	12	+	0	50	13.0525	0	13.052
12	+	0	-	12	+	50	50	26.105	0	26.10
12	+	50	-	12	+	100	50	0	0	
12	+	100	-	12	+	150	50	0	0	

12	+	150	-	12	+	200	50	0	0	
12	+	200	-	12	+	250	50	0	0	
12	+	250	-	12	+	300	50	0	0	
12	+	300	-	12	+	350	50	0	0	
12	+	350	-	12	+	400	50	0	0	
12	+	400	-	12	+	450	50	0	0	
12	+	450	-	12	+	500	50	0	0	
12	+	500	-	12	+	550	50	0	0	
12	+	550	-	12	+	600	50	0	27.85	27.8
12	+	600	-	12	+	650	50	0	55.7	55.
12	+	650	-	12	+	700	50	0	12.375	12.37
12	+	700	-	12	+	750	50	0	24.75	24.7
12	+	750	-	12	+	800	50	0	0	
12	+	800	-	12	+	850	50	0	0	
12	+	850	-	12	+	900	50	5.245	17.5	22.74
12	+	900	-	12	+	950	50	10.49	35	45.4
12	+	950	-	13	+	0	50	3.675	20.09	23.76
13	+	0	-	13	+	50	50	7.35	40.18	47.5
13	+	50	-	13	+	100	50	0	0	
13	+	100	-	13	+	150	50	0	0	
13	+	150	-	13	+	200	50	0	0	
13	+	200	-	13	+	250	50	0	14.5	14.
13	+	250	-	13	+	300	50	0	29	2
13	+	300	-	13	+	350	50	0	0	
13	+	350	-	13	+	400	50	0	0	
13	+	400	-	13	+	450	50	0	22.1675	22.167
13	+	450	-	13	+	500	50	0	44.335	44.33
13	+	500	-	13	+	550	50	0	0	
13	+	550	-	13	+	600	50	0	0	

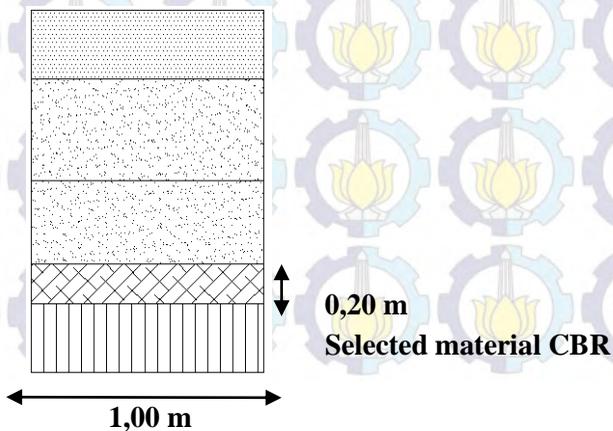
13	+	600	-	13	+	650	50	0	0	
13	+	650	-	13	+	700	50	0	0	
13	+	700	-	13	+	750	50	0	0	
13	+	750	-	13	+	800	50	0	0	
13	+	800	-	13	+	850	50	0	0	
13	+	850	-	13	+	900	50	0	0	
13	+	900	-	13	+	950	50	0	9.4625	9.462
13	+	950	-	14	+	0	50	0	18.925	18.92
									Σ	2178.75

Volume timbunan total = 2178,753 m³

b. Pekerjaan lapis pondasi dan lapis permukaan

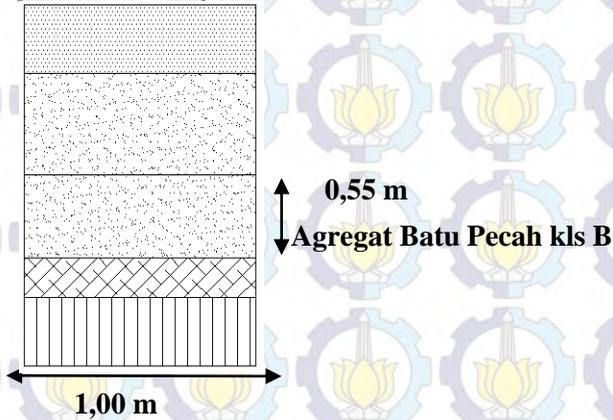
1. Pekerjaan lapis material tambahan untuk tanah dasar.

Volume pondasi bawah pada Km 33+000 - 37+000



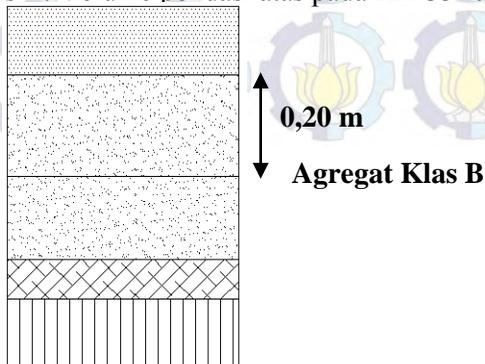
Panjang = 4000 m
 Lebar = 1,00 m
 Tebal = 0,2 m
 Volume = $2 (4000 \times 1,00 \times 0,2)$
 = 1600 m^3

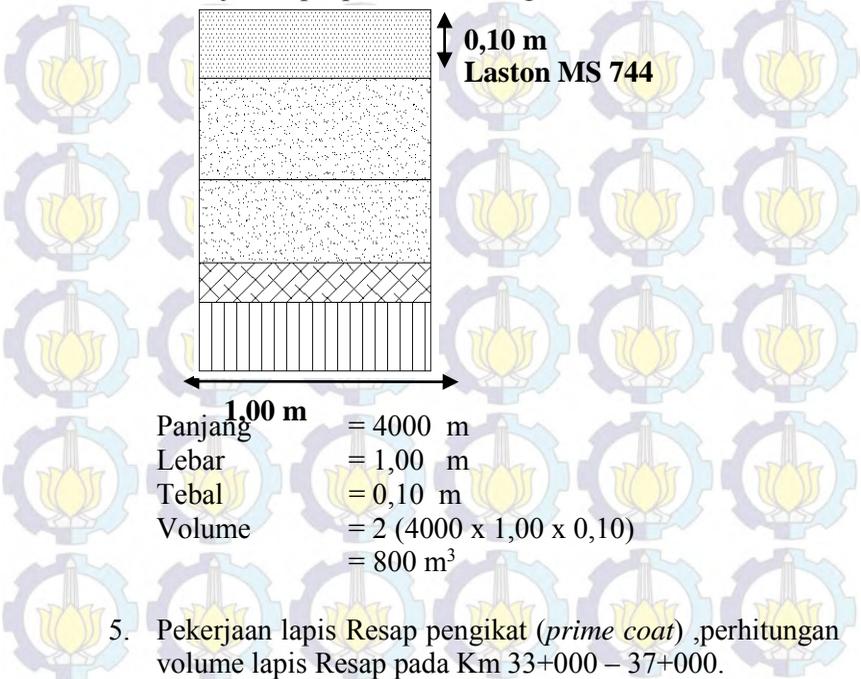
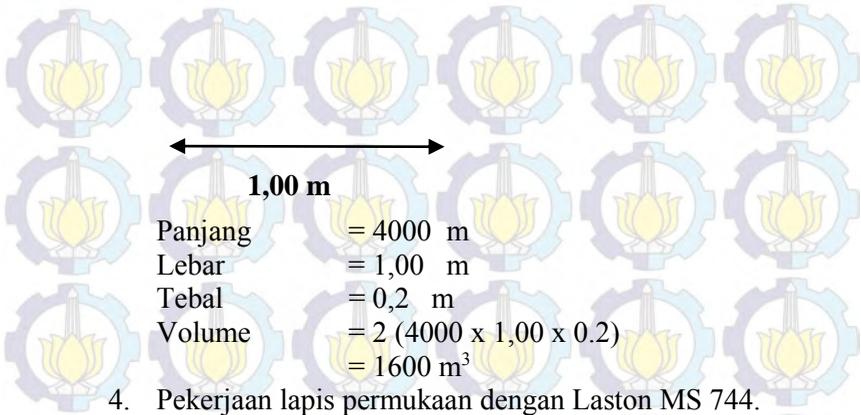
2. Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan sirtu kls B. Volume pondasi bawah pada Km 33+000 – 37+000



Panjang = 4000 m
 Lebar = 1,00 m
 Tebal = 0,55 m
 Volume = $2 (4000 \times 1,00 \times 0,55)$
 = 4400 m^3

3. Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat batu pecah kls B. Volume pondasi atas pada Km 33+000 – 37+000





$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 4000 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 1,00 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 (4000 \times 1,00) \\ &= 8000 \text{ m}^2 = 8000 \text{ lt.} \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk prime Coat (1 ltr/m²). Terdiri dari campuran 80 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah.

Asumsi perhitungan menggunakan 1 ltr/m².

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 8000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ ltr/m}^2 \\ &= 8000 \text{ ltr} \end{aligned}$$

6. pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 4000 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 1,0 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 \times (4000 \times 1,0) \\ &= 8000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk tack coat (2 ltr/m²). Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,45 ltr/m², dengan dua kali penghambaran.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2 \times 8000 \times 0,45 \\ &= 7200 \text{ ltr} \end{aligned}$$

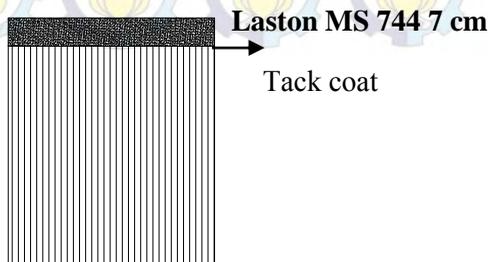
7. Pekerjaan Pemadatan Bahu

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 4000 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 1.5 \text{ m} \\ \text{Kedalaman} &= 0.20 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 (4000 \times 1.5 \times 0.20) = 2400 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan lapis tambahan atau *Overlay*.

1. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.

Volume pondasi bawah pada Km 33+000 – 37+000



$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 4000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 7,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal} &= 0,07 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (4000 \times 7,00 \times 0,07) \\
 &= 1960 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 4000 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 7,00 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= (4000 \times 7,00) \\
 &= 28.000 \text{ m}^2 = 28.000 \text{ lt.}
 \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk Tack Coat (2 ltr/m^2). Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan $0,45 \text{ ltr/m}^2$.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 2 \times 28000 \text{ m}^2 \times 0,45 \text{ ltr/m}^2 \\
 &= 25200 \text{ ltr}
 \end{aligned}$$

7.1.2 Pekerjaan Drainase

1. STA 33+000 - STA 33+200

- Pekerjaan galian tanah untuk drainase (kanan-kiri)
- Pekerjaan galian tanah untuk saluran tepi dengan pasangan batu kali

Dimensi saluran

$$B = 0.5 \text{ m dan } h = 1.0 \text{ m}$$

Dimensi galian :

$$\text{Panjang} = 200$$

$$\text{Lebar} = (0.25 + 0,5 + 0.25) \text{ m} = 1,0 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = (0,4 + 1,0) \text{ m} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 2 \times (200 \times 1,0 \times 1,4) \text{ m} = 560 \text{ m}^3$$

Tabel 7. 3 Perhitungan Galian Drainase

STA					B	H	L	B*H*L	JUMLAH GALIAN		
10	+	0	-	10	+	200	0.5	1	200	280	560
10	+	200	-	10	+	400	0.5	1.2	200	320	640
10	+	400	-	10	+	600	0.5	0.6	200	200	400
10	+	600	-	10	+	800	0.5	0.7	200	220	440
10	+	800	-	11	+	0	0.5	0.9	200	260	520
11	+	0	-	11	+	200	0.5	0.7	200	220	440
11	+	200	-	11	+	400	0.5	0.5	200	180	360
11	+	400	-	11	+	600	0.5	0.7	200	220	440
11	+	600	-	11	+	800	0.5	0.7	200	220	440
11	+	800	-	12	+	0	0.5	0.7	200	220	440
12	+	0	-	12	+	200	0.5	0.7	200	220	440
12	+	200	-	12	+	400	0.5	0.7	200	220	440
12	+	400	-	12	+	600	0.5	0.7	200	220	440
12	+	600	-	12	+	800	0.5	0.7	200	220	440
12	+	800	-	13	+	0	0.5	0.7	200	220	440
13	+	0	-	13	+	200	0.5	0.7	200	220	440
13	+	200	-	13	+	400	0.5	0.7	200	220	440
13	+	400	-	13	+	600	0.5	0.7	200	220	440
13	+	600	-	13	+	800	0.5	0.7	200	220	440
13	+	800	-	14	+	0	0.5	0.7	200	220	440
									Σ	9080	

❖ Jadi Volume Total Galian Saluran = 9080 m³

tabel 7. 4 Perhitungan Timbunan

STA					B	H	L	JUMLAH TIMBUNA N		
1 0	+	0	-	1 0	+	20 0	0. 5	1 0	20 0	101
1 0	+	20 0	-	1 0	+	40 0	0. 5	1. 2	20 0	101.2
1 0	+	40 0	-	1 0	+	60 0	0. 5	0. 6	20 0	100.6
1 0	+	60 0	-	1 0	+	80 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 0	+	80 0	-	1 1	+	0 0	0. 5	0. 9	20 0	100.9
1 1	+	0	-	1 1	+	20 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 1	+	20 0	-	1 1	+	40 0	0. 5	0. 5	20 0	100.5
1 1	+	40 0	-	1 1	+	60 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 1	+	60 0	-	1 1	+	80 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 1	+	80 0	-	1 2	+	0 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 2	+	0	-	1 2	+	20 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 2	+	20 0	-	1 2	+	40 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 2	+	40 0	-	1 2	+	60 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 2	+	60 0	-	1 2	+	80 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 2	+	80 0	-	1 3	+	0 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 3	+	0	-	1 3	+	20 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7

1 3	+	20 0	-	1 3	+	40 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 3	+	40 0	-	1 3	+	60 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 3	+	60 0	-	1 3	+	80 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
1 3	+	80 0	-	1 4	+	0 0	0. 5	0. 7	20 0	100.7
Σ									2014.7	

➤ Pekerjaan Pasangan Batu

Pekerjaan pasangan batu kali

Luas galian = $1,0 \text{ m} \times 1.4 \text{ m} = 1.4 \text{ m}^2$

Luas saluran = $0,50 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} = 0,5 \text{ m}^2$

Luas pasangan batu = $1.4 \text{ m}^2 - 0.5 \text{ m}^2 = 0.90$

Panjang = 200 m

Volume = $2 \times (0.90 \times 200) = 360 \text{ m}^3$

Jadi Volume pasangan batu untuk drainase STA 33+000 – 33+200 adalah 360 m^3 . Untuk perhitungan STA selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 7. 5 Volume Pasangan Batu Untuk Drainase

STA				L	LUAS GALIAN	LUAS SALURAN	LUAS PAS BATU	VOLUME			
10	+	0	-	10	+	200	200	1.4	0.5	0.9	360
10	+	200	-	10	+	400	200	1.6	0.6	1	400
10	+	400	-	10	+	600	200	1	0.3	0.7	280
10	+	600	-	10	+	800	200	1.1	0.35	0.75	300
10	+	800	-	11	+	0	200	1.3	0.45	0.85	340
11	+	0	-	11	+	200	200	1.1	0.35	0.75	300
11	+	200	-	11	+	400	200	0.9	0.25	0.65	260

11	+	400	-	11	+	600	200	1.1	0.35	0.75	300
11	+	600	-	11	+	800	200	1.1	0.35	0.75	300
11	+	800	-	12	+	0	200	1.1	0.35	0.75	300
12	+	0	-	12	+	200	200	1.1	0.35	0.75	300
12	+	200	-	12	+	400	200	1.1	0.35	0.75	300
12	+	400	-	12	+	600	200	1.1	0.35	0.75	300
12	+	600	-	12	+	800	200	1.1	0.35	0.75	300
12	+	800	-	13	+	0	200	1.1	0.35	0.75	300
13	+	0	-	13	+	200	200	1.1	0.35	0.75	300
13	+	200	-	13	+	400	200	1.1	0.35	0.75	300
13	+	400	-	13	+	600	200	1.1	0.35	0.75	300
13	+	600	-	13	+	800	200	1.1	0.35	0.75	300
13	+	800	-	14	+	0	200	1.1	0.35	0.75	300
										Σ	6140

Jadi Volume Total Pekerjaan pasangan batu untuk drainase
= 6140

**tabel 7. 6 Harga Satuan Pekerjaan
GALIAN BIASA**

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0151	10,993.00	166.15
2.	Mandor	Jam	0.0076	13,405.00	101.30
JUMLAH HARGA TENAGA					267.45
B. BAHAN					
1.					
JUMLAH HARGA BAHAN					0
C. PERALATAN					
1.	Excavator	Jam	0.0076	460,965.00	3,483.56
2.	Dump Truck	Jam	0.3083	265,799.00	81,957.58
3.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					85,541.14
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN					85,808.59

PEKERJAAN GALIAN DRAINASE

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	jam	0.0396	10,993.00	435.16
2.	Mandor	jam	0.0099	13,405.00	132.66
JUMLAH HARGA TENAGA					567.82
B. BAHAN					
1.					
JUMLAH HARGA BAHAN					0

C. PERALATAN					
1.	Excavator	jam	0.0099	460,965.00	4,561.81
2.	Dump Truck	jam	0.2456	265,799.00	65,289.03
3.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					69,950.84
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				70,518.65

PEKERJAAN PASANGAN BATU KALI

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	jam	3.2129	10,993.00	35,318.88
2.	Tukang	jam	0.8032	11,905.00	9,562.25
3.	Mandor	jam	0.4016	13,405.00	5,383.53
JUMLAH HARGA TENAGA					50,264.66
B. BAHAN					
1.	Batu Kali	M3	1.1700	158,200.00	185,094.00
2.	Semen (PC)	Kg	127.0000	1,550.00	196,850.00
3.	Pasir	M3	0.5563	113,300.00	63,033.15
JUMLAH HARGA BAHAN					444,977.15
C. PERALATAN					
1.	Conc. Mixer	jam	0.4016	61,368.00	24,645.78
2.	Water Tanker	jam	0.0014	232,397.00	326.66
3.	Alat Bantu	Ls	1.0000	600.00	600.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					25,572.45
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				520,814.25

PEKERJAAN LAPIS PONDASI ATAS AGREGAT KELAS B

TIMBUNAN

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0403	10,993.00	443.07
2.	Mandor	Jam	0.0101	13,405.00	135.07
JUMLAH HARGA TENAGA					578.14
B. BAHAN					
1.	Bahan Timbunan	M3	1.1100	96,900.00	107,559.00
JUMLAH HARGA BAHAN					107,559.00
C. PERALATAN					
1.	Excavator	Jam	0.0101	438,051.00	4,413.87
2.	Dump Truck	Jam	0.5358	265,799.00	142,404.33
3.	Motor Grader	Jam	0.0037	533,625.00	1,995.39
4.	Vibro Roller	Jam	0.0042	304,061.00	1,272.01
5.	Water tank truck	Jam	0.0070	232,397.00	1,633.31
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					151,818.91
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				259,956.05
NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0595	10,993.00	653.72
2.	Mandor	Jam	0.0085	13,405.00	113.88
JUMLAH HARGA TENAGA					767.59
B. BAHAN					
1.	Agregat B	M3	1.2586	83,200.00	125,735.07
JUMLAH HARGA BAHAN					125,735.07

C. PERALATAN					
1.	Wheel Loader	Jam	0.0085	438,051.00	3,721.34
2.	Dump Truck	Jam	0.2228	265,799.00	59,224.81
3.	Motor Grader	Jam	0.0043	533,625.00	2,272.96
4.	Tandem Roller	Jam	0.0107	237,579.00	2,544.35
5.	Water Tanker	Jam	0.0141	232,397.00	3,266.62
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					71,130.09
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				197,632.75

PEKERJAAN LAPIS PONDASI BAWAH AGREGAT KELAS B

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0595	10,993.00	653.72
2.	Mandor	Jam	0.0085	13,405.00	113.88
JUMLAH HARGA TENAGA					767.59
B. BAHAN					
1.	Agregat B	M3	1.2586	98,000.00	123,343.71
JUMLAH HARGA BAHAN					123,343.71
C. PERALATAN					
1.	Wheel Loader	Jam	0.0085	438,051.00	3,721.34
2.	Dump Truck	Jam	0.2148	265,799.00	57,084.16
3.	Motor Grader	Jam	0.0043	533,625.00	2,272.96
4.	Tandem Roller	Jam	0.0054	237,579.00	1,272.18
5.	Water Tanker	Jam	0.0141	232,397.00	3,266.62
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					67,717.26

D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN	191,828.56
-----------	---	------------

PEKERJAAN LAPIS RESAP PEREKAT

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0021	10,993.00	22.90
2.	Mandor	Jam	0.0004	13,405.00	5.59
JUMLAH HARGA TENAGA					28.49
B. BAHAN					
1.	Aspal	Kg	0.8169	12,500.00	10,211.16
2.	Kerosene	liter	0.2369	10,000.00	2,369.00
JUMLAH HARGA BAHAN					12,580.16
C. PERALATAN					
1.	Asp. Distributor	Jam	0.0002	11,905.00	2.48
2.	Compressor	Jam	0.0002	160,397.00	33.42
JUMLAH HARGA PERALATAN					35.90
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				12,644.55

PEKERJAAN LAPIS RESAP PENGIKAT

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0021	10,993.00	22.90
2.	Mandor	Jam	0.0004	13,405.00	5.59
JUMLAH HARGA TENAGA					28.49
B. BAHAN					

1.	Aspal	Kg	0.5941	12,500.00	7,426.30
2.	Kerosene	liter	0.4532	10,000.00	4,532.00
JUMLAH HARGA BAHAN					11,958.30
C.	PERALATAN				
1.	Asp. Distributor	Jam	0.0002	11,905.00	2.48
2.	Compressor	Jam	0.0002	160,397.00	33.42
JUMLAH HARGA PERALATAN					35.90
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				12,022.68

PEKERJAAN AC LASTON

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	Jam	0.2008	10,993.00	2,207.43
2.	Mandor	Jam	0.0201	13,405.00	269.18
JUMLAH HARGA TENAGA					2,476.61
B.	BAHAN				
1.	Agregat Kasar	M3	0.3305	168,700.00	55,760.10
2.	Agregat Halus	M3	0.3210	144,300.00	46,323.06
3.	Bahan Modifikasi	Kg	4.1200	12,500.00	51,500.00
JUMLAH HARGA BAHAN					153,583.16
C.	PERALATAN				
1.	Wheel Loader	Jam	0.0096	438,051.00	4,192.75
2.	AMP	Jam	0.0201	5,871,516.00	117,901.93
3.	Genset	Jam	0.0201	560,403.00	11,253.07
4.	Dump Truck	Jam	0.2143	265,799.00	56,956.93
5.	Asp. Finisher	Jam	0.0137	304,798.00	4,187.49
6.	Tandem Roller	Jam	0.0135	237,579.00	3,213.00

7.	P. Tyre Roller	Jam	0.0058	300,603.00	1,744.23
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	100.00	100.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					199,549.41
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				355,609.17

PEKERJAAN TIMBUNAN PILIHAN

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA
A. TENAGA					
1.	Pekerja	jam	2.1310	10,993.00	23,426.60
2.	Mandor	jam	0.5328	13,405.00	7,141.67
JUMLAH HARGA TENAGA					30,568.27
B. BAHAN					
1.	Timbunan pilihan	M3	1.1100	79,800.00	88,578.00
JUMLAH HARGA BAHAN					88,578.00
C. PERALATAN					
1.	Wheel Loader	jam	0.0085	438,051.00	3,725.45
2.	Dump Truck	jam	0.5328	265,799.00	141,607.56
3.	Motor Grader	jam	0.0040	533,625.00	2,117.56
4.	Tandem Roller	jam	0.0161	237,579.00	3,826.10
5.	Water Tanker	jam	0.0070	232,397.00	1,633.311
6.	Alat Bantu	Ls	1.0000	400.00	400.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					153,309.97
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN dan PERALATAN				272,456.25

Tabel 7. 7 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

No.	Uraian	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
1. PEKERJAAN PENDAHULUAN					
1.1	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	4,460,262	4,460,262.00
1.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	M ²	8,000.00	118,059.93	944,479,448.003
Jumlah Harga Pekerjaan 1					948,939,710.03
2. DRAINASE					
2.1	Galian Saluran Drainase	M ³	9080.00	70,518.65	640,309,360.51
2.2	Pasangan Batu Kali	M ³	6140.00	520,814.25	3,197,799,506.72
2.3	Timbunan Kembali	M ³	2014.70	259,956.05	523,733,445.40
Jumlah Harga Pekerjaan 2					4,361,842,312.63
3. PEKERJAAN TANAH					
3.1	Galian Biasa	M ³	98,017.70	85,808.59	8,410,760,973.19
3.2	Timbunan Biasa	M ³	2,178.75	259,956.05	566,379,234.70
Jumlah Harga Pekerjaan 3					8,977,140,207.89
4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
4.1	Lapis Pondasi Agregat (BATU PECAH) Kelas B	M ³	1,600.00	191,828.56	306,925,692.49
4.2	Lapis Pondasi Agregat (SIRTU) Kelas B	M ³	4,400.00	191,828.56	844,045,654.35
4.3	Lapis Resap Pengikat	Liter	8,000.0	12,022.68	96,181,470.00
4.4	Lapis Resap Perekat	Liter	7,200.0	12,644.55	91,040,733.00

4.5	AC LASTON (MS 744)	M ³	800.0	355,609.17	284,487,338.86
4.6	Timbunan Pilihan untuk meningkatkan CBR tanah asli	M ³	1,600.00	168,921.87	270,274,990.50
4.7	Timbunan Pilihan untuk bahu jalan	M ³	2,400.00	191,828.56	460,388,538.74
Jumlah Harga Pekerjaan 4					2,353,344,417.94
5. OVERLAY					
5.1	Lapis Resap Perekat	Liter	25,200.0	12,644.55	318,642,565.50
5.2	AC LASTON (MS 744)	M ³	1,960.00	355,609.17	696,993,980.20
Jumlah Harga Pekerjaan 5					1,015,636,545.70

tabel 7. 8 Rekapitulasi Anggaran Biaya

No. Pekerjaan	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Pendahuluan	948,939,710.03
2	Pekerjaan Tanah	8,977,140,207.89
3	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	2,353,344,417.94
4	Pekerjaan Overlay	1,015,636,545.70
5	Drainase	4,361,842,312.63
Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		17,656,903,194.20
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		1,765,690,319.42
JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		19,422,593,513.62
DIBULATKAN		19,422,593,000.00

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan peningkatan pada ruas jalan Turen – batas Kab. Lumajang STA 33+000 – 37+000 dengan panjang 4000 m, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan diperoleh :
 - a. Arah ruas jalan Turen – Lumajang didapatkan nilai lengkung vertikal $11,69 \text{ m/km} < 30 \text{ m/km}$ maka alinyemen vertikal tersebut termasuk BUKIT dengan dua lajur dua arah terbagi (2/2 UD)
 - b. Nilai DS pada ruas jalan Turen – Lumajang pada kondisi existing (sebelum dilebarkan) 7 meter di awal umur rencana sebesar 0,35 dan nilai DS diakhir umur rencana sebesar 0,85
 - c. Nilai DS pada ruas jalan Turen – Lumajang setelah dilebarkan 9 meter diawal umur rencana sebesar 0,30 dan nilai DS untuk akhir umur rencana sebesar 0,73.

Sehingga untuk kondisi jalan Turen – Lumajang STA 33+000 – 37+000 perlu dilakukan pelebaran. Maka jalan dilebarkan sehingga direncanakan pelebaran 9 meter dengan 2 lajur 2 arah (2/2 UD).

2. Perencanaan tebal perkerasan didapat survice course / lapis penutup (AC Laston) = 10 cm, base course / pondasi atas (batu pecah kelas B CBR 80%) = 20 cm dan sub base course / pondasi bawah (sirtu kelas B CBR 60 %) = 55 cm,
3. Tebal lapis tambahan digunakan AC Laston MS 774 dengan ketebalan sebesar 8 cm.
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk persegi panjang dengan bahan dari pecahan batu kali.

Diperoleh dimensi dengan 6 tipe ukuran drainase berdasarkan catchment yaitu :

- a. $B = 0,5, H = 1,0$
 - b. $B = 0,5, H = 1,2$
 - c. $B = 0,5, H = 0,6$
 - d. $B = 0,5, H = 0,7$
 - e. $B = 0,5, H = 0,9$
 - f. $B = 0,5, H = 0,5$
5. Melakukan perubahan kecepatan pada kontrol geometrik pada alinyemen horizontal.
 6. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan peningkatan ruas jalan Turen – Lumajang STA 33+000 – 37+000 adalah sebesar Rp. 19,422,593,000.00 (Sembilan belas milyar empat ratus dua puluh dua juta lima ratus Sembilan puluh tiga ribu rupiah).

8.2 Saran

Perencanaan peningkatan jalan Turen – Lumajang STA 33+000 – 37+000 ini direncanakan dengan umur rencana selama 10 tahun dimulai dari tahun 2016. Oleh karena itu perencanaan peningkatan ini hanya mampu digunakan dan bertahan hingga tahun 2026, maka setelah tahun 2026 ruas jalan Turen – Lumajang STA 33+000 – 37+000 ini perlu dievakuasi ulang mengenai kondisi jalan ditahun – tahun berikutnya.

Pada perencanaan drainase, kami hanya membuat saluran samping untuk keperluan penampungan / pengaliran air dari badan jalan (masing – masing sisi) dan daerah dibangun pelengkap saluran seperti gorong – gorong maupun cross drainnya. Sehingga disarankan sesudah akhir umur rencana berakhir, perlu diperhatikan ulang mengenai keadaan saluran sampingnya (drainase), apakah perlu diadakan perubahan terhadap lebar saluran drainase dan perencanaan cross drain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, 1997 "Manual Kapasitas Jalan Indonesia,".

[2] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, 1987 "Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen,".

[3] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, "Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam," (No.01/MN/B/1983).

[4] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, "Analisa Harga Satuan Pekerjaan Jalan Kabupaten Tahun 2015"

[5] L.Hendarsin Shirley, 2000 "perencanaan teknik jalan raya",

[6] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 34 tahun 2006

[7] Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan Bina Marga, 1997

[8] Silvia Sukirman, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", 2004 Nova Bandung.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Fauzan Habibi lahir di Kota Lamongan Jawa Timur pada tanggal 16 Nopember 1994 dan merupakan anak bungsu dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dermolemahbang, SD Dermolemahbang, SMP gempoltukmloko 1, SMAN 1 Lamongan. Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan D3 Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112030092. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis juga sempat mengikuti kerja praktek di PT. Utama Karya (persero) Tbk. Dengan proyek pembangunan Fly Over Banyu Urip Project EPC 5 Bojonegoro, dan pada akhirnya saat ini penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen batas Kab. Lumajang STA 33+000 – 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan materil, serta kepada Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS selaku dosen pembimbing. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak – pihak yang sudah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih sekali lagi penulis ucapkan atas motifasi serta keberhasilan Tugas Akhir ini.

BIOGRAFI PENULIS



Kurnia Elok Bukhori AM dilahirkan di Kota Surabaya Jawa Timur pada 21 Maret 1995 dan merupakan anak sulung dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita, SDN Dukuh Kupang 1/488, Mts Amanatul Ummah, MBI Amanatul Ummah. Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan D3 Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112030109. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis juga sempat mengikuti kerja praktek di PT. Utama Karya (persero) Tbk. Dengan proyek pembangunan Fly Over Banyu Urip Project EPC 5 Bojonegoro, dan pada akhirnya saat ini penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Turen batas Kab. Lumajang STA 33+000 – 37+000 Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan materil, serta kepada Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS selaku dosen pembimbing. Tidak lupa juga penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak – pihak yang sudah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih sekali lagi penulis ucapkan atas motivasi serta keberhasilan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan karuniaNya yang telah diberikan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS TUREN – BATAS KAB. LUMAJANG STA 33+000 – STA 37+000 KABUPATEN MALANG PROPINSI JAWA TIMUR.

Penyusunan Tugas Akhir ini adalah merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh Gelar Ahli Madya pada pendidikan program Diploma Sipil FTSP ITS Surabaya.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

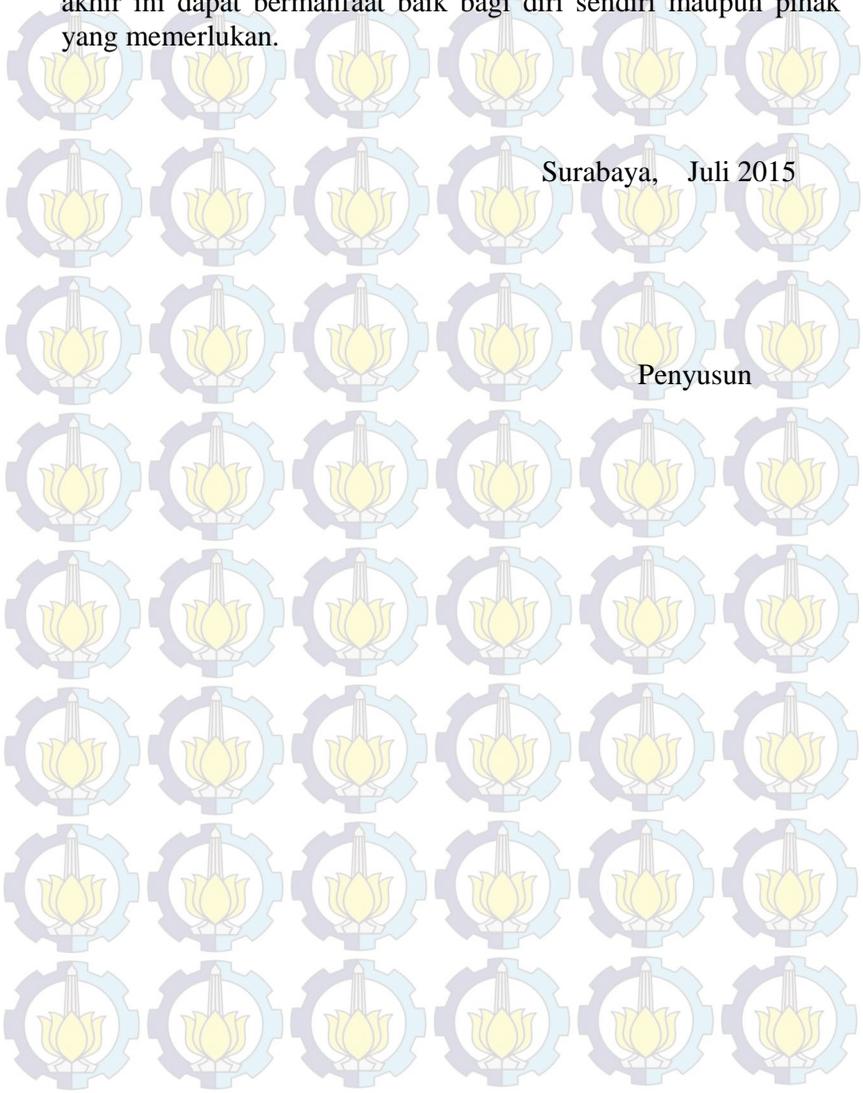
1. Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS, selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan penuh kesabaran serta pengertiannya dalam memberikan segala arahan dan sarannya.
2. Bapak atau Ibu dosen dan karyawan Diploma Sipil ITS Surabaya yang telah memberikan kami ilmu yang bermanfaat baik dibidang akademik maupun non akademik.
3. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar pada program Diploma Sipil.
4. Orang Tua dan Keluarga kami yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
5. Rekan – rekan mahasiswa jurusan Diploma Sipil ITS Surabaya yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kamidalam menyelesaikan proyek akhir kami,yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu diperlukan kritik dan saran yang

membangun dari berbagai pihak. Dan penyusun berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi diri sendiri maupun pihak yang memerlukan.

Surabaya, Juli 2015

Penyusun



DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	5
1.7 Lokasi Existing.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Analisa Kapasitas Jalan.....	7
2.1.1 Kapasitas Dasar.....	7
2.1.2 Menentukan Tipe Alinyemen.....	8
2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf).....	8

2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Laju Lintas (FCw)	9
2.1.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	10
2.1.6 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan ..	11
2.1.7 Derajat Kejenuhan.....	11
2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan	13
2.2.1 Fungsi Jalan.....	13
2.2.2 Umur Rencana.....	17
2.2.3 Bagian – Bagian Jalan.....	17
2.2.4 Menentukan Korelasi DDT (Daya Dukung Tanah Dasar) dan CBR (California Bearing Ratio)	18
2.2.5 Penentuan Jumlah Lajur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan	21
2.2.6 Menentukan Angka Ekuivalen (E).....	22
2.2.7 Menentukan LHR.....	25
2.2.8 Penentuan Faktor Regional (FR).....	26
2.2.9 Lintas Ekuivalen.....	26
2.2.10 Indeks Permukaan (IP)	28
2.2.11 Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif	30
2.2.12 Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)...	33
2.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)	35
2.3.1 Faktor keseragaman untuk lendutan balik.....	36
2.3.2 Faktor Umur Rencana	37

2.3.3 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana.....	38
2.3.4 Lendutan Balik yang Diijinkan.....	39
2.3.5 Tebal Lapisan Tambahan.....	40
2.4 Kontrol Geometrik Jalan	40
2.4.1 Alinyemen Horisontal.....	40
2.4.2 Alinyemen Vertikal.....	46
2.4.3 Landai Maksimum Jalan.....	49
2.4.4 Superelevasi	50
2.4.5 Diagram Superelevasi	50
2.5 Jenis – Jenis Kerusakan Lalu lintas.....	53
2.5.1 Retak	53
2.5.2 Cacat Permukaan.....	57
2.5.3 Pengausan.....	58
2.6 Perencanaan Drainase Untuk Saluran Tepi.....	58
2.6.1 Analisa hidrologi.....	59
2.6.2 Dimensi Saluran Tepi.....	67
2.7 Rencana Anggaran Biaya.....	73
BAB III METODOLOGI	75
3.1 Umum.....	75
3.2 Persiapan.....	75
3.3 Pengumpulan Data.....	75
3.4 Survey Lokasi.....	76
3.5 Analisa Peningkatan Jalan.....	76

3.6 Menggambar Teknis Hasil Perencanaan	77
3.7 Rencana Anggaran Biaya	77
3.8 Kesimpulan	77
3.9 Penulisan Laporan	77
3.10 Diagram Alir Perencanaan.....	77
BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA	81
4.1 Umum	81
4.2 Pengumpulan Data	81
4.2.1 Peta Lokasi	81
4.2.2 Data Geometrik Jalan	82
4.2.3 Data Lalu Lintas	85
4.2.4 Data CBR	86
4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan Benkleman Beam.....	87
4.2.6 Data Curah Hujan.....	89
4.2.7 Data Kondisi Existing Jalan	90
4.3 Pengolahan Data.....	90
4.3.1 Data Pertumbuhan Lalu Lintas.....	90
4.3.2 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor.....	91
4.3.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Jeep, Sedan	93
4.3.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang.....	95

4.3.5 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck	97
4.3.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil	98
4.3.7 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar	100
4.3.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 2 As	101
4.3.9 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 2 As $\frac{3}{4}$	103
4.3.10 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk 3 As	104
4.3.11 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Gandeng	106
4.3.12 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Semi Trailer	107
4.3.13 Analisis Data CBR	111
4.3.14 Analisis Data Benkleman Beam	112
4.3.15 Analisis Data Curah Hujan	115
BAB V PERHITUNGAN	119
5.1 Analisa kapasitas jalan	119
5.1.1 Survey Lapangan	119
5.1.2 Alinyemen	119
5.2 Analisa Kapasitas Jalan Turen – Lumajang pada awal umur rencana tahun 2015	121
5.2.1 Perencanaan Pelebaran Jalan dengan lebar perkerasan 9 meter Dan bahu jalan 1.5 meter Dengan type 2/2 UD menggunakan MKJI. Jalan direncanakan	

tahun 2015 dan dibuka pada tahun 2016 dengan menggunakan umur rencana 10 tahun.....	125
5.2.2 Perhitungan Angka Ekvivalen.....	129
5.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan.....	132
5.4 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay).....	141
5.5 Kontrol Geometrik Jalan.....	147
5.5.1 Alinyemen Vertikal.....	147
5.5.2 Alinyemen Horizontal.....	156
5.6 Perencanaan Drainase.....	166
5.6.1 Perhitungan Saluran Tepi dan Dimensi Saluran.....	166
5.6.2 Perhitungan Pematah Arus.....	175
5.7 Kontrol Gorong - gorong.....	189
BAB VI METODE PELAKSANAAN.....	191
6.1 Persiapan Pekerjaan.....	191
6.2 Mobilisasi Material.....	192
6.3 Pelaksanaan Lapangan.....	192
6.3.1 Pekerjaan Tanah.....	192
6.3.2 Pekerjaan Lapisan Pondasi (Base).....	194
6.3.3 Pekerjaan Lapisan Permukaan (Lapisan Penetrasi).....	195
6.3.4 Pekerjaan Pelebaran di Lapangan.....	196
6.3.5 Agregat penyusun perkerasan.....	196
6.3.6 Pengaturan Lalu Lintas pada saat pengerjaan di lapangan.....	197

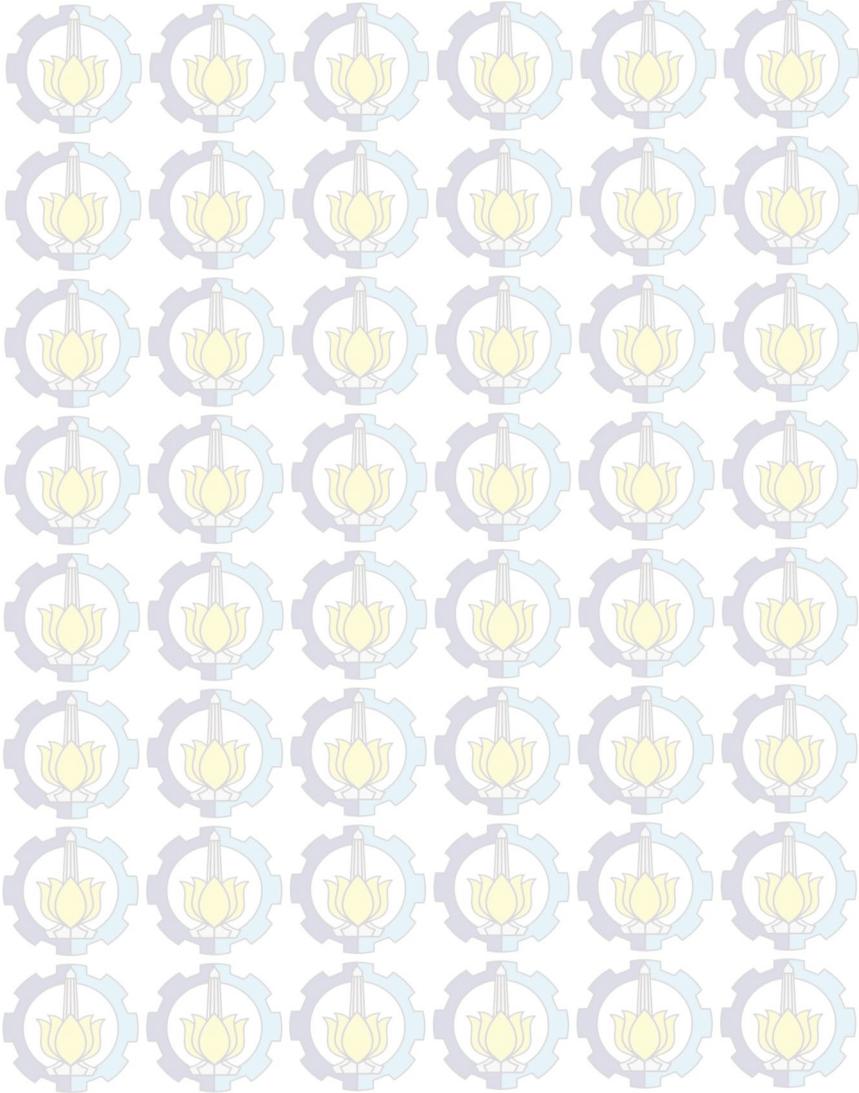
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA	199
7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan	199
7.1.1 Perhitungan volume pekerjaan.....	200
7.1.2 Pekerjaan Drainase.....	212
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN	225
8.1 Kesimpulan	225
8.2 Saran	226
PENUTUP	227
DAFTAR PUSTAKA	228
BIOGRAFI PENULIS	229
BIOGRAFI PENULIS	230

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : peta lokasi	5
Gambar 1. 2 : Kondisi Existing STA 36+000	6
Gambar 1. 3 Kondisi Existing STA 33+200	6
Gambar 2. 1 : Grafik Korelasi Antara Nilai CBR dan DDT	20
Gambar 2. 2 : Nomogram untuk ITP	34
Gambar 2. 3 : Grafik Lendutan Balik Yang Di Ijinkan	39
Gambar 2. 4 : Tebal Lapis Tambah	40
Gambar 2. 5 : Tikungan Full Circle	42
Gambar 2. 6 : Tikungan Spiral - Circle - Spiral	43
Gambar 2. 7 : Tikungan Spiral - Spiral	45
Gambar 2. 8 : Jarak Pandang Berada Seluruhnya Dalam Daerah Lengkung ($S < L$)	47
Gambar 2. 9 : Jarak Pandang Berada Di Luar dan Di Dalam Daerah Lengkung ($S > L$)	47
Gambar 2. 10 : Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyalinan Lampu Depan $< L$	48
Gambar 2. 11 : Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyalinan Lampu Depan $> L$	49
Gambar 2. 12 : Diagram Superelevasi FC	51
Gambar 2. 13 : Diagram Superelevasi S-C-S	51
Gambar 2. 14 : Diagram Superelevasi S - S	52
Gambar 2. 15 : Grafik Intensitas Curah Hujan	63
Gambar 2. 16 : Kemiringan Saluran	69

Gambar 4. 1 : Peta Lokasi.....	82
Gambar 4. 2 : STA 34+450.....	84
Gambar 4. 3 : STA 35+150.....	85
Gambar 4. 4 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor tahun 2009 - 2011	92
Gambar 4. 5 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Jeep dan Sedan tahun 2009 – 2011.....	94
Gambar 4. 6 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang tahun 2009 - 2011	96
Gambar 4. 7 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Micro Truck Tahun 2009 – 2011.....	97
Gambar 4. 8 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil Tahun 2009 - 2011	99
Gambar 4. 9 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar tahun 2009 – 2011.....	100
Gambar 4. 10 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2 As tahun 2009 – 2011	102
Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2 As 3/4 tahun 2009 - 2011.....	103
Gambar 4. 12 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As tahun 2009 - 2011.....	105
Gambar 4. 13 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng tahun 2009 - 2011.....	106
Gambar 4. 14 : Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Semi Trailer tahun 2009 - 2011.....	108
Gambar 4. 15 CBR rencana	112
Gambar 4. 16 : Grafik Benkleman	114
Gambar 5. 1 : Susunan Perkerasan.....	138
Gambar 5. 2 : Korelasi Antara Nilai CBR dan DDT... 	139
Gambar 5. 3 : Nomogram untuk IPT dan IPo.....	140
Gambar 5. 4 : Grafik Lendutan Ijin	146

Gambar 5.5 : Grafik Hubungan Tebal Perkerasan ... 146





Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 : Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Tipe Jalan.....	7
Tabel 2. 2 : Tipe Alinyemen Berdasarkan Tipe Lengkung.....	8
Tabel 2. 3 : Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas.....	9
Tabel 2. 4 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCw).....	9
Tabel 2. 5 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	10
Tabel 2. 6 : Emp Untuk Jalan 2/2 UD.....	12
Tabel 2. 7 : Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	20
Tabel 2. 8 : Jumlah Lajur Kendaraan.....	21
Tabel 2. 9 : koefisien distribusi kendaraan (C).....	21
Tabel 2. 10 : Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan.....	23
Tabel 2. 11 : Distribusi Beban Sumbu.....	24
Tabel 2. 12 : Faktor Regional.....	26
Tabel 2. 13 : Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IPT).....	29
Tabel 2. 14 : Indeks Permukaan Pada Awal Rencana (IPO).....	29
Tabel 2. 15 : Lintas Ekuivalen Rencana.....	30
Tabel 2. 16 : Koefisien Kekuatan Relatif.....	30
Tabel 2. 17 : Tebal Minimum Lapis Perkerasan.....	32
Tabel 2. 18 : lapis pondasi.....	32
Tabel 2. 19 : Harga R min dan D maks untuk beberapa Kecepatan Rencana.....	41
Tabel 3. 1 : pengelompokan dan sumber data.....	75

Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian Rata - Rata (kend/hari)	85
Tabel 4. 2 Data CBR	86
Tabel 4. 3 Perhitungan Data Benkleman Beam	88
Tabel 4. 4 Data Curah Hujan.....	89
Tabel 4. 5 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor	91
Tabel 4. 6 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor.....	93
Tabel 4. 7 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Jeep, Sedan	93
Tabel 4. 8 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Jeep, Sedan	95
Tabel 4. 9 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang	95
Tabel 4. 10 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang	96
Tabel 4. 11 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Micro Truck	97
Tabel 4. 12 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Micro Truck.....	98
Tabel 4. 13 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil..	98
Tabel 4. 14 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Kecil.....	99
Tabel 4. 15 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar	100
Tabel 4. 16 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus Besar.....	101
Tabel 4. 17 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As.....	101
Tabel 4. 18 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As.....	102
Tabel 4. 19 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As $\frac{3}{4}$	103
Tabel 4. 20 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 As $\frac{3}{4}$..	104

Tabel 4. 21 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As	104
Tabel 4. 22 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 As	105
Tabel 4. 23 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng	106
Tabel 4. 24 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Gandeng	107
Tabel 4. 25 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk Semi Trailer	107
Tabel 4. 26 Data Pertumbuhan Lalu Lintas Truk Semi Trailer	108
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata - Rata dari tahun 2016 - 2026 (kend/hari)	109
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata - Rata dari tahun 2016 - 2026 (smp/jam)	110
Tabel 4. 29 Data CBR	111
Tabel 4. 30 Perhitungan Data Benkleman Beam	112
Tabel 4. 31 Data Curah Hujan	115
Tabel 5. 1 Perhitungan ΔH Alinyemen Vertikal	120
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Perhitungan (DS)	124
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Perhitungan (DS)	128
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Angka Ekvivalen	132
Tabel 5. 5 Perhitungan LEP	134
Tabel 5. 6 Perhitungan LEA	134
Tabel 5. 7 Tabel Koefisien Kendaraan (C)	141
Tabel 5. 8 Jenis Kendaraan dan Pertumbuhan (I)	142
Tabel 5. 9 Faktor Umur Rencana	144
Tabel 5. 10 Perhitungan UE KSAL	144
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal	154

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Full Circle.....	161
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Spiral Circle Spiral.....	163
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal Spiral Spiral.....	164
Tabel 5. 15 : Rekapitulasi Perhitungan Drainase.....	173
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Pehitungan Gorong - Gorong.....	190
<hr/>	
Tabel 7. 1 Galian Biasa.....	200
tabel 7. 2 Timbunan biasa.....	204
Tabel 7. 3 Perhitungan Galian Drainase.....	212
tabel 7. 4 Perhitungan Timbunan.....	213
Tabel 7. 5 Volume Pasangan Batu Untuk Drainase.....	214
tabel 7. 6 Harga Satuan Pekerjaan.....	216
Tabel 7. 7 Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	223
tabel 7. 8 Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	224

