

45303/14/12



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RSS
625.76
M6h
p-2-1
2011

PROYEK AKHIR - RC090342

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN RAYA BROMO -
PROBOLINGGO STA 94+250 – 97+550 KOTA PROBOLINGGO -
PROPINSI JAWA TIMUR

MOH WILDAN MAHMUD TS
NRP. 3108 030 120

ARIF ILMAWAN HARYA S
NRP. 3108 030 150

Dosen Pembimbing
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng,P.hD
NIP.19620328 198803 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2011

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Pinjam	21-7-2011
Terdapat Uang	H
No Agenda Pyp	-



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC090342

**REDESIGN OF BETTERMENT ROAD BROMO - PROBOLINGGO
STA 94+250 - STA 97+550 PROBOLINGGO CITY - EAST JAVA
PROVINCE.**

**MOH WILDAN MAHMUD TS
NRP. 3108 030 120**

**ARIF ILMAWAN HARYA S
NRP. 3108 030 150**

**Counselor Lecturer
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng,P.hD
NIP.19620328 198803 1 001**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2011**

**LEMBAR
PENGESAHAN**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
RAYA BROMO – PROBOLINGGO
STA. 94 + 250 – STA. 95 + 550
KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR**

PROYEK AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Diploma III Teknik Sipil
Bangunan Transportasi

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

MOH WILDAN MAHMUD TS	3108.030.120
ARIF ILMAWAN HARYA S	3108.030.150

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir :

Surabaya,

Juli 2011



Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M, Eng, P,hD

NIP. 19620328 198803 1 001

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo, which consists of a stylized gear-like emblem with a hand holding a torch inside, followed by the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

LEMBAR ASISTENSI



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. Moh Willem Mahmud Ts 2. Arif Imanan Harja S
Nrp : 1. 3108030120 2. 3108030150
Judul P. A. : Perencanaan Ulang Peringkat Jalan Bromo - Probolinggo
STA. 04+230 - 07+577
Dosen Pemb. : 1. Ir. Agung Budi Prayanto, M.Eng, PhD 2.

D. Tanggal	Tugas / Materi Yang Dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
18/03/2011	1. Konsultasi Jampukaf, peresi (kesehuan)		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>
25/07/2011	2. Konsultasi resep (pertumbuhan)				
09/04 ²⁰¹¹	1. Konsultasi Geometrik (A. Vertikal) 2. Perbaikan LHR		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
15/04 ²⁰¹¹	1. Perbaikan DS 2. Konsultasi Geometrik (A. Vertikal)		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
21/04 ²⁰¹¹	1. Konsultasi Perencanaan (coverlay) 2. Perbaikan (aroc)		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>
5/05 ²⁰¹¹	1. Hasil Survey (konsultasi)		B <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>

- = Lebih cepat dari jadwal
- = Sesuai dengan jadwal
- = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. Moh Wilam Mahmud Ts 2. Arif Ilmawan Haryas
Nrp : 1. 2.
Judul P. A. :
Dosen Pemb. : 1. 2.

Tanggal	Tugas / Materi Yang Dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
12/05 ²⁰¹¹	1. Konsultasi perkerasan 2. " Survey 3. " LHR		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27/05 ²⁰¹¹	LHR - Cek LHR - Cek Angka Ekuivalen - Referensi Perkerasan - Cari referensi CBR bawah dasar minimal untuk perkerasan lentur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9/06 ²⁰¹¹	- Drainase - konsultasi saluran - Angka Ekuivalen		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16/06 ²⁰¹¹	- HSPK Selesaikan Gambar, RAB - Cek Drainase dan Simulasi saluran - Laporan Selesaikan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

= Lebih cepat dari jadwal
= Sesuai dengan jadwal
= Terlambat dari jadwal



BERITA ACARA
UJIAN PROYEK AKHIR
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda :
19

PROGRAM DIPLOMA 3

Tanggal :
12 Juli 2011

Judul Proyek Akhir

Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Bromo - Probolinggo STA 94 + 250 - 97 + 550 Kota Probolinggo, Prop. Jawa Timur

nama Mahasiswa 1	Moh. Wildan Mahmud T.S.	NRP	3108030120
nama Mahasiswa 2	Arif Ilmawan Harya S.	NRP	3108030150
nama Pembimbing 1	Ir. Agung B, M. Eng. Phd.	Tanda tangan	
nama Pembimbing 2		Tanda tangan	

JARAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> • Arah aliran saluran sampiran • Saluran pembuangan • Surface Kuperate → ATB → AC • AC dalam m² ? • Harga satuan Prime coat, AC & ATB • Tebal lapis perkerasan lapis dasar 	 Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP 19641114 198903 1 001
<ul style="list-style-type: none"> • Hal 205 lapis buresasi ATB (?) • Gambar kemiringan 2% - elevasi di titik • Elevasi dasar saluran kiri + kanan ? • Ciri data saluran + Gambar ? 	 Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. NIP 19571119 198503 1 001
<ul style="list-style-type: none"> • Hal 203 & 208 Gambar perkerasan tebal belum ada. Ket. juga blm ada • Perumisan material + rujukan & selaraskan • Abstrak & perbaiki → kesimpulan diselesaikan DS → tebal lapis 	 Ir. Hj. Ami asparini NIP 19511201 198502 2 001

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Rachmad Basuki, MS. 341114 198903 1 001	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. NIP 19571119 198503 1 001	Ir. Hj. Ami asparini NIP 19511201 198502 2 001	Ir. Agung B, M. Eng. Phd. NIP 19620328 198803 1 001	NIP

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in blue. The pattern is arranged in a grid across the entire page.

ABSTRAK

ABSTRAK

**PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN
JALAN RAYA BROMO – PROBOLINGGO
STA. 94+ 250 – STA. 97+ 550
KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR**

Disusun Oleh :

Mahasiswa I : Moh Wildan Mahmud TS
NRP : 3108.030.120

Mahasiswa II : Arif Ilmawan Harya S
NRP : 3108.030.150

Dosen Pembimbing : Ir. Agung Budipriyanto M , Eng.P.hD
NIP : 1962032 198803 1 001

Jalan Raya Bromo merupakan jalan utama yang menghubungkan Probolinggo-Surabaya dan sebaliknya. Proyek ini bertujuan untuk memperbaiki struktur jalan yang mengalami kerusakan demi kenyamanan pengendara yang melewati jalan tersebut.

Proyek akhir ini, metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi analisa kapasitas jalan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, perhitungan tebal lapis tambahan jalan pada ruas jalan dengan menggunakan Metode Penyelidikan Jalan Dengan Alat Benklemen Beam. Kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Perencanaan Goemetrik Jalan Antar Kota. Perencanaan drainase dengan

menggunakan metode SNI-03-342-1994. Rencana anggaran biaya menggunakan HSPK kota Probolinggo.

Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan didapat nilai derajat kejenuhan awal di jalan Bromo pada tahun 2012 adalah 0,49 dan nilai derajat kejenuhan akhir pada tahun 2022 adalah 0,84. Tetapi pada tahun 2020 $DS = 0,77$ sehingga perlu pelebaran pada awal tahun 2020 sebesar 0,5 meter. Dan di dapat DS sesudah pelebaran pada awal tahun 2020 sebesar 0,68 dan pada akhir tahun 2022, DS sebesar 0,74. Lapis permukaan tambahan menggunakan Laston (MS 744) dengan tebal 3 cm dan 4 cm, serta kontrol terhadap geometrik jalan (alinyemen vertikal) diperoleh hasil $-0,188 < 10$ m/km, maka termasuk tipe alinyemen datar. Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) berbentuk persegi empat dengan bahan terbuat dari batu kali

RAB yang dibutuhkan untuk peningkatan jalan ini sebesar Rp 7.405.562.991,19 (Terbilang Tujuh Milyar Empat Ratus Lima Juta Lima Ratus Enam Puluh Dua Ribu Sembilan Ratus Sembilan Puluh Satu Rupiah). Dengan perencanaan dan peningkatan Jalan Raya Bromo - Probolinggo ini maka diharapkan kerusakan jalan dapat diatasi dan mencapai kenyamanan hingga 10 tahun mendatang.

ABSTRAK

**REDESIGN OF BETTERMENT
ROAD BROMO PROBOLINGGO****STA 94+250 - STA 97+550****PROBOLINGGO CITY - EAST JAVA PROVINCE****Compiled by :****Mahasiswa I : Moh Wildan Mahmud TS
NRP : 3108.030.120****Mahasiswa II : Arif Ilmawan Harya S
NRP : 3108.030.150****Counselor Lecturer : Ir. Agung Budipriyanto M , Eng.P.hD
NIP : 1962032 198803 1 001**

Jalan Raya Bromo is the main road that connects Probolinggo, Surabaya and vice versa. This project aims to improve the structure of the damaged roads for the convenience of motorists who pass through these roads.

The final project aims to find thick layers of additional road construction, road geometric control, find the dimensions of the drainage channel and calculate the cost of the necessary budget plan. The method used in the planning of this road include the analysis of road capacity by using the method of Road Capacity Manual Indonesia (MKJI) 1997, the calculation of thick layers of additional roads in the road by using the Method of Inquiry Road With

Tool Benklemen Beam. Geometric control path by using the Inter-City Planning Geometrik Road. Planning drainage using SNI-03-342-1994. Budget plan using HSPK Probolinggo.

From the analysis of road capacity calculation results obtained value of the initial degree of saturation in the way of Bromo in 2012 was 0.49 and the degree of saturation of the final in 2022 was 0.84. But in 2020 the DS = 0.77 so need widening at the beginning of the year 2020 by 0.5 meters. DS obtained after dilation and at the beginning of the year 2020 amounting to 0.68 and at the end of 2022, the DS of 0.74. Additional surface layers using Laston (MS 744) with a thickness of 3 cm and 4 cm, and control of the geometric path (vertical alignment) obtained results of -0.188 <10 m / km, it includes a flat-type alignment. Planning dimensional edge channel (drainage) or rectangular with a material made of stone.

RAB is needed to increase this road of Rp 7,405,562,991.19 (in words Billion Four Hundred Seventy Five Million Five Hundred Sixty Two Thousand Nine Hundred Ninety One Dollar). By planning and improvement of Highway Bromo - Probolinggo is the expected damage to roads can be overcome and achieve comfort up to 10 years.



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nya-lah, Proyek Akhir kami dengan judul “ Perencanaan Peningkatan Jalan Raya Bromo Probolinggo STA 94+250 - STA 97+550 Kota Probolinggo, Propinsi Jawa Timur “ dapat tersusun, dan terselesaikan dengan baik serta kami dapat mempresentasikan pada sidang Proyek Akhir.

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

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

1. Bapak Ir. Agung Budipriyanto M.Eng,P.hD , selaku dosen pembimbing Proyek Akhir kami.
2. Bapak Ir. Rachmad Basuki, MT, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil ITS.
3. Bapak Ir.Yusuf Zuhdi dan Ir. Pudjiastuti,selaku dosen wali kami.
4. Orang Tua kami yang telah membesarkan dan mendidik kami serta memberikan dukungan baik secara moril dan materiil yang tak terhingga pada kami.
5. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan D III Teknik Sipil FTSP-ITS.
6. Rekan-rekan sesama mahasiswa Diploma III Teknik Sipil.
7. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu saran, kritik dan koreksi yang membangun tetap kami nantikan dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2011

Penyusun



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan.....	4
1.6 Manfaat.....	4
1.7 Lokasi Proyek	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Analisa karakteristik jalan	7
2.2.1 Analisa definisi segmen jalan.....	8
2.2.2 Analisa Fungsi dan kelas Jalan	9
2.2.3 Menentukan tipe alinyemen	11
2.2.4 Kontrol Geometrik.....	12
2.3 Kapasitas Dasar	24
2.3.1 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_w).	25
2.3.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{sp}).	26

2.3.3	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	26
2.3.4	Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota	27
2.3.5	Penentuan Kapasitas Pada kondisi Lapangan	27
2.3.6	Derajat Kejenuhan.....	28
2.3.7	Pertumbuhan Lalu lintas.....	28
2.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	
2.4.1	Umur Rencana.....	30
2.4.2	Data Lalu Lintas	42
2.4.3	Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan... ..	31
2.4.4	Jumlah Jalur dan koefisiensi distribusi kendaraan (C).....	32
2.4.5	Lintas Ekuivalen	33
2.4.6	Faktor Regional (FR).....	37
2.4.7	Daya Dukung Tanah Dasar (DDT).....	38
2.4.8	Indeks Permukaan (IP)	39
2.4.9	Koefisien Kekuatan Relatif.....	42
2.4.10	Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	46
2.5	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)	47
2.5.1	Faktor keseragaman untuk lendutan balik	48
2.5.2	Umur Rencana	50
2.5.3	Faktor Umur Rencana.....	50
2.5.4	Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana	52
2.5.5	Data Lalu Lintas	
2.5.6	Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	53
2.5.7	Jumlah Jalur dan koefisien distribusi kendaraan (C)	54
2.5.8	Lendutan Balik yang Diijinkan.....	58
2.5.9	Tebal Lapisan Tambahan.....	59
2.5.10	Jenis – Jenis Kerusakan Jalur Lalu Lintas	60
2.6	Perencanaan Saluran Tepi	66
2.6.1	Analisa Hidrologi.....	68
2.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	84

2.7.1	Volume Pekerjaan.....	85
2.7.2	Harga Satuan Pekerjaan	85

BAB III METODOLOGI		
3.1	Umum	87
3.2	Persiapan.....	87
3.3	Pengumpulan data.....	87
3.4	Analisa Perencanaan Jalan.....	88
3.5	Gambar teknik hasil perencanaan	89
3.6	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	89
3.7	Kesimpulan	89
3.8	Penulisan Laporan	89
	Bagan Metodologi.....	90

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALIS PERHITUNGAN.....		
4.1	UMUM.....	93
4.2	PENGUMPULAN DATA	94
	4.2.1 Peta lokasi proyek.....	94
	4.2.2 Data Geometrik jalan	94
	4.2.3 Data CBR	94
	4.2.4 Data Lalu lintas.....	95
	4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan BB.....	96
	4.2.6 Data Curah Hujan	98
4.3	Pengolahan data	99
	4.3.1 Data lalu lintas	99
	A. Analisa Lalu Lintas Jalan Raya Bromo (kend/hari)	100
	B. Analisa Lalu Lintas Jalan Raya Bromo (smp/jam).....	119
	4.3.2 Data hasil pemeriksaan Benkleman Beam 147	
	4.3.3 Data Curah Hujan	153



4.4	ANALISA PERHITUNGAN.....	157
4.4.1	Analisa kapasitas jalan.....	157
4.4.2	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	161
4.4.3	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (overlay)	171
4.4.4	Perhitungan Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)	174
4.4.5	Lendutan Balik Yang Dijinkan (\bar{D})	175
4.4.6	Perhitungan Tebal Lapisan Tambahan	179
4.4.7	Perhitungan Geometrik Jalan.....	180
	4.4.7.1 Alinyemen Vertikal	180
4.4.8	Perencanaan (Drainase)	182
4.4.9	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	199
	4.4.9.1 Perhitungan Volume	200
	4.4.9.2 Rencana Anggaran Biaya	213
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		
5.1	KESIMPULAN	219
5.2	SARAN.....	220
 PENUTUP		
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo, which consists of a stylized emblem and the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in a grid-like arrangement.

BAB 1

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Pembangunan di Indonesia yang semakin pesat dalam segala bidang, membuat pemerintah memikirkan cara untuk mengimbangi perkembangan tersebut dengan membangun sarana prasarana yang baik. Hal ini dimaksudkan supaya tercipta mobilisasi yang baik antara barang dan manusia dalam pemenuhan sarana dan prasarana tersebut.

Jalan merupakan sarana mobilitas masyarakat untuk memenuhi segala kebutuhannya, baik yang berada di kota maupun di desa. Mengingat pada ruas jalan tersebut arus lalu lintas yang melewati semakin hari semakin padat maka perlu diadakan peningkatan jalan Bromo di Kota Probolinggo.

1.2 Latar Belakang

Perencanaan Peningkatan Jalan Bromo Probolinggo merupakan salah satu program pengembangan prasarana transportasi di Provinsi Jawa Timur khususnya di daerah Probolinggo.

Namun, ruas jalan yang kurang memadai untuk perkembangan lalu lintas saat ini, dan kondisi jalan yang retak-retak, berlubang, serta bergelombang, menjadi masalah yang cukup mengganggu bagi pengguna jalan Bromo.

Direktorat Jenderal Bina Marga sebagai salah satu instansi yang terkait langsung berencana mengantisipasi dengan mengadakan suatu proyek peningkatan jalan dimulai dari STA 94+250 – 97+550.

Proyek peningkatan jalan yang dilaksanakan dengan pelebaran jalan, overlay pada ruas jalan dan perencanaan saluran tepi pada kanan – kiri jalan. Jalan ini terdiri dari 2 jalur 2 arah. Dengan demikian kemampuan serta

kapasitas jalan pada ruas jalan ini diharapkan dapat ditingkatkan untuk mendukung kelancaran dan kenyamanan berlalu - lintas sehingga diharapkan semua hambatan dapat dikurangi.

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 Ulang Peningkatan Jalan Raya Bromo – Probolinggo STA. 94+250 – 97+550, Kota Probolinggo, Provinsi Jawa Timur”.

1.3 Perumusan Masalah

Dengan berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka penulis ingin meninjau segi teknis yaitu bagaimana perencanaan ulang struktur jalan dengan merencanakan hal – hal sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan segmen jalan tersebut untuk umur rencana (UR) jalan 10 tahun mendatang berdasarkan analisa kapasitas.
2. Apabila dibutuhkan pelebaran jalan, maka berapa ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana (UR) jalan 10 tahun mendatang.
3. Berapa ketebalan overlay yang dibutuhkan untuk konstruksi jalan Bromo selama umur rencana (UR) 10 tahun.
4. Bagaimana kontrol geometrik jalan (*long cross section*) untuk hasil perencanaan diatas.
5. Berapa dimensi saluran tepi (*drainase*) yang diperlukan jika jalan tersebut diperlebar.
6. Berapa anggaran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini, batasan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Perencanaan perkerasan lentur pada pelebaran jalan dengan panduan dari "*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga SKBI 2.3.26.1987*"
2. Perhitungan perencanaan tebal lapis ulang (*overlay*) dengan panduan "*Manual Pemeriksaan Jalan dengan alat Benkelman Beam, SK No.1/MN/B/1993*".
3. Perencanaan saluran tepi jalan (*drainase*) dengan menggunakan (SNI 03 – 3424 – 1994) Departemant Pekerjaan Umum.
4. Kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan.
5. Menghitung rencana anggaran biaya untuk peningkatan Jalan Raya Bromo Probolinggo STA (Km.Sby) 94+230 – 97+577.
6. Melakukan survey lalu lintas untuk mendapat data lalu – lintas pada jam puncak.
7. Tidak merencanakan desain bangunan pelengkap (jembatan , gorong – gorong).
8. Tidak melakukan penyelidikan tanah dan stabilisai tanah
9. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan.
10. Tidak memperhitungkan biaya pembebasan lahan setempat

1.5 Tujuan

Dengan berdasarkan pada perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kebutuhan pelebaran jalan untuk umur rencana 10 tahun, apabila dari hasil analisa kapasitas diperlukan pelebaran jalan.
2. Menghitung tebal perkerasan pada konstruksi pelebaran untuk umur rencana (UR) 10 tahun mendatang.
3. Menghitung perencanaan tebal lapis ulang (*overlay*)
4. Bagaimana kontrol geometrik jalan (*long cross section*) untuk hasil perencanaan diatas.
5. Menghitung dimensi saluran tepi jalan (*drainase*).
6. Menghitung anggaran biaya total peningkatan jalan.

1.6 Manfaat

Manfaat dengan adanya penulisan Proyek Akhir Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Raya Bromo – Probolinggo adalah sebagai berikut :

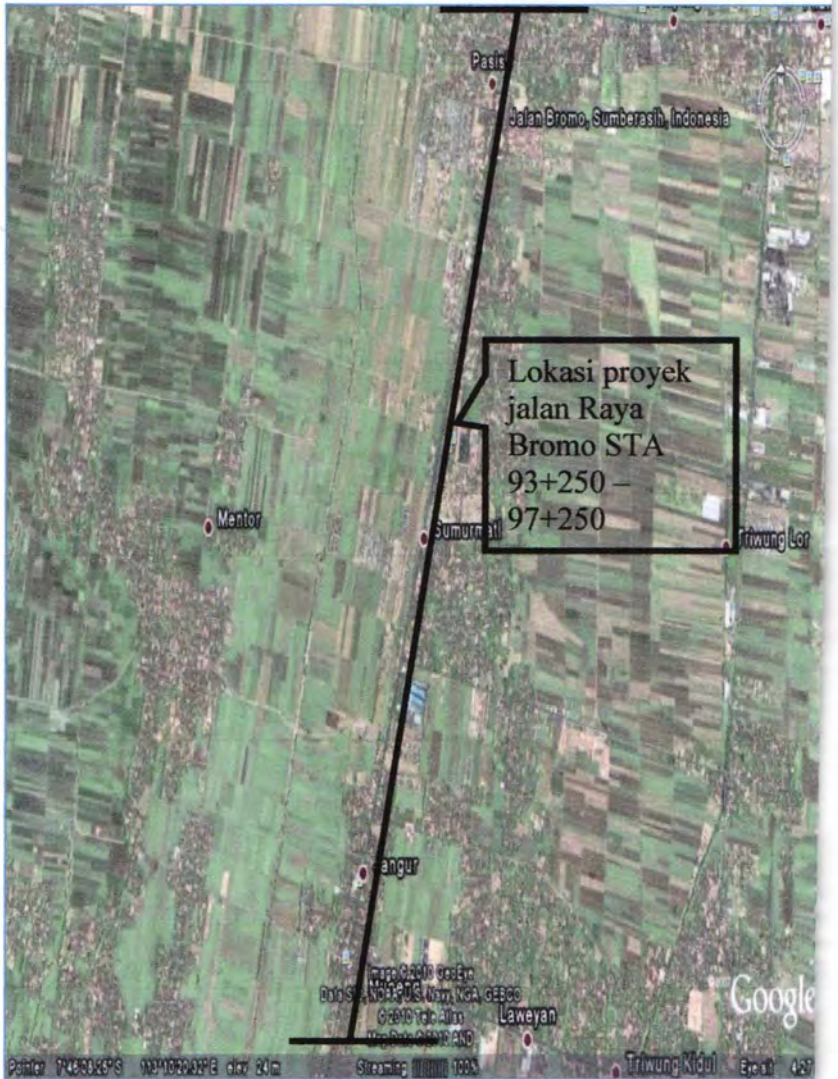
1. Dapat lebih memahami tentang perencanaan jalan khususnya peningkatan jalan.
2. Mampu mendesain proyek peningkatan jalan.
3. Mampu menghitung anggaran biaya dari proyek peningkatan jalan.

1.7 Lokasi Proyek

Lokasi proyek di kota Probolinggo



Gambar 1.1
Peta Lokasi di Jawa
Timur



Gambar 1.2
Peta lokasi proyek jalan Raya Bromo

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berbeda pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. (*Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan: Pasal 1*)

Pada bab ini berisi mengenai beberapa dasar teori yang kami gunakan dalam perencanaan ulang peningkatan jalan Bromo- Probolinggo STA 94+250 s/d 97+550, yaitu meliputi :

- Analisa karakteristik jalan (*sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan perkotaan hal. 5-22*)
- Analisa kapasitas jalan (*sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan perkotaan hal. 5-50*)
- Perencanaan tebal overlay pada perkerasan Jalan lama (*Sumber : Metode Bina Marga 01/MN/B/1983*)
- Kontrol geometrik (*Sumber : MKJI 1997 dan Dasar-dasar perencanaan geometrik Jalan oleh Silvia Sukirman*)
- Perencanaan saluran tepi (*sumber : SNI 03-3424-1994, tentang drainase*)
- Rencana Anggaran Biaya (RAB) (*sumber : HSPK Kota Probolinggo Tahun 2010*)

2.2 Analisa karakteristik jalan

Karakteristik utama jalan akan mempengaruhi kapasitas dan kinerjanya. Setiap titik dari jalan, yang mempunyai perubahan penting dalam rencana geometrik,

karakteristik arus lalu-lintas atau kegiatan samping jalan, menjadi batasan segmen jalan tertentu. (*sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Perkotaan hal. 5-6*)

2.2.1 Analisa definisi segmen jalan

Suatu segmen jalan didefinisikan sebagai jalan luar kota atau jalan perkotaan/semi perkotaan sebagai berikut :

Segmen jalan perkotaan/semi perkotaan : Mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruhnya, minimal pada satu sisi jalan tersebut, apakah itu pengembangan pita atau bukan. Jalan raya di pusat perkotaan atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 jiwa selalu digolongkan dalam kelompok ini. Jalan raya di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 jiwa juga digolongkan dalam kelompok ini jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus. (*sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Perkotaan hal. 5-3*)

Segmen jalan luar kota : Tanpa perkembangan yang menerus pada sisi manapun, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanen yang sebentar-sebentar terjadi, seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan. (Catatan: Kios kecil dan kedai pada sisi jalan bukan merupakan perkembangan permanen) (*sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Perkotaan hal. 5-3*)

Indikasi penting lebih lanjut tentang suatu daerah perkotaan atau semi perkotaan adalah karakteristik arus lalu-lintas puncak pada pagi dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan dalam komposisi lalu-lintasnya. Dengan cara yang sama, perubahan yang berarti pada arus akan juga mendorong diadakannya batas segmen. Indikator lain yang membantu (meskipun

tidak selalu) yaitu adalah adanya kereb, jalan raya luar kota jarang dilengkapi kereb. (sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Perkotaan hal.5-3*)

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, tipe jalan luar kota dibedakan sebagai berikut :

- Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2UD)
- Jalan empat-lajur dua-arah
 - tak terbagi (yaitu tanpa median) (4/2UD)
 - terbagi (yaitu dengan median) (4/2 D)
- Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)

Dimana :

UD (*Un Divided*) = segmen jalan tak terbagi

D (*Divided*) = segmen jalan terbagi

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Luar Kota hal. 6-3*).

Berdasarkan penjelasan tersebut, Jalan Bromo-Probolinggo STA 94+250 s/d 97+550 merupakan jalan perkotaan, dimana hampir seluruh daerah sekitar ruas jalan ini adalah area perumahan dengan adanya perkembangan yang menerus. Tipe ruas jalan ini yaitu Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD). (Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Jalan Perkotaan hal. 5-3*)

2.2.2 Analisa Fungsi dan kelas Jalan

Menurut UU 38/2004 pasal 8 *Tentang Jalan*, pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan fungsinya yaitu :

- Jalan Arteri : jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan yang masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan Kolektor : jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan

jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- Jalan Lokal/Penghubung : jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

Ruas jalan Bromo merupakan kategori jalan dengan fungsi sebagai berikut :

1. Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh,
2. Kecepatan rata-rata tinggi,

Berdasarkan Data teknis perencanaan Ruas jalan Bromo yaitu jalan dengan kecepatan rencananya (V) : 60 - 80 km/jam.

3. Lebar Jalan

Dengan lebar badan jalan paling sedikit 7(tujuh) meter. Pada data perencanaan telah ditentukan ruas jalan Bromo yaitu kelas II. Pada tabel yang bersumber dari dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur.

Tabel 2.1 Lebar Lajur

Fungsi	Kelas Jalan	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3.75
	II, IIIA	3.50
Kolektor	III A ; III B	3.00
Lokal	III C	3.00

Sumber : *Konstruksi Jalan Raya, Buku 1 Geometrik Jalan*
 Ir. Hamirham Saodang MSCE hal 53

4. Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik,

Jadi berdasarkan kriteria diatas menurut *UU no. 38 tahun 2004 tentang jalan*, ruas jalan Bromo termasuk kategori jalan Arteri dengan fungsinya sebagai Jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Sebagai jalan alternatif untuk kendaraan berat yang menghubungkan Kota Probolinggo dengan Kabupaten Probolinggo.

2.2.3 Menentukan Tipe Alinyemen

Tipe alinyemen adalah gambaran kemiringan daerah yang dilalui jalan, dan ditentukan oleh jumlah lengkung vertikal (naik dan turun (m/km)) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang segmen jalan yang direncanakan. Untuk menentukan besarnya nilai jumlah lengkung vertikal (naik dan turun) (m/km)) dan nilai jumlah lengkung horizontal (rad/km).

Tabel 2.2 Tipe Alinyemen Umum

Tipe Alinyemen	Lengkung vertikal naik dan turun(m/km)	Lengkung horizontal (rad/km)
Datar	<10	< 10
Bukit	10 - 30	1.0 - 2.5
Gunung	> 30	>2.5

Sumber: MKJI tahun 1997 hal 6-9

2.2.4 Kontrol geometrik

2.2.4.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal adalah suatu proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu, V_r . Kecepatan rencana diperlukan untuk menentukan jari-jari dari lengkung yang diterapkan pada jalan yang akan dibangun. Akan tetapi berdasarkan pertimbangan peningkatan jalan dikemudian hari sebaiknya hindari merencanakan alinyemen horizontal jalan dengan mempergunakan radius minimum yang menghasilkan lengkung tertajam. Radius minimum didapat dengan menggunakan rumus :

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (e_{\max} + f)} \dots\dots\dots \text{pers. 2.1}$$

Keterangan :

R_{\min} = Jari-jari minimum (meter)

V_r = Kecepatan rencana (km/h)

e_{\max} = superelevasi maksimum (%)

f = Koefisien gesek, untuk perkerasan lentur

Tabel 2.3 Tabel Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang dibutuhkan

(e maksimum = 10 % metode Bina Marga)

D (*)	R (m)	V= 50 km/jam		V= 60 km/jam		V= 70 km/jam		V= 80 km/jam		V= 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	NP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70		
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60				
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60				
9,000	159	0,074	45	0,091	60	0,099	60				
10,00	143	0,079	45	0,095	60						
11,00	130	0,083	45	0,098	60						
12,00	119	0,087	45	0,100	60						
13,00	110	0,091	50								
14,00	102	0,093	50								
15,00	95	0,096	50								
16,00	90	0,097	50								
17,00	84	0,099	60								
18,00	80	0,099	60								
19,00	75										

Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman, hal 112

a. Bentuk-Bentuk Lengkung Horizontal

Ada dua bentuk lengkung horizontal yaitu

- 1) Lengkung Full Circle (FC)
- 2) Lengkung Spiral-Circle-Spiral (S-P-S)
- 3) Lengkung Spiral-Spiral (S-S)

1) Lengkung Full Circle(FC)

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

Dimana :

$$T_c = R_c \cdot \tan (1/2 \Delta) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.2}$$

$$E_c = T_c \operatorname{tg} 0.25 \Delta \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.3}$$

$$L_c = (\Delta\pi/180)R_c \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.4}$$

Keterangan :

Δ = Sudut Tangent ($^{\circ}$)

R_c = Jari-jari lingkaran (m)

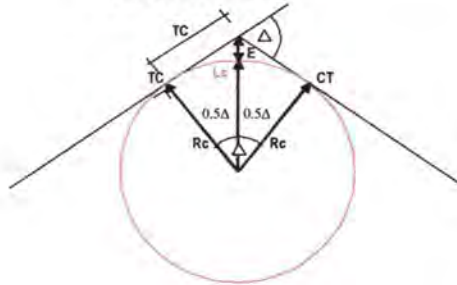
E_c = Jarak titik sudut dengan busur lingkaran
(m)

L_c = Panjang Bagian Lengkung (m)

PI = Point of Intersection (Perpotongan kedua
garis tangent)

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

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



Gambar 2.1 Lengkung Full Circle

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

Pada lengkung S-C-S ini dikenal dengan lengkung peralihan (L_s). Yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R . Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk Full Circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana. Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung Spiral-Circle-Spiral :

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi R_c} \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.5}$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.6}$$

$$Lc = \frac{\theta_c}{360} \times 2\pi Rc \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.7}$$

$$L = Lc + 2Ls \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.8}$$

$$p = \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.9}$$

Diperoleh p^*

$$p = p^* \times Ls \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.10}$$

Diperoleh k^*

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc} - Rc \cdot \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.11}$$

$$k = k^* \times Ls \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.12}$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.13}$$

$$Ts = (Rc + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.14}$$

Keterangan :

Xs = Jarak titik Ts dengan Sc

Ys = Jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung

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

Lc = Panjang busur lingkaran (SC-CS)

Ts = Panjang tangent titik PI ke TS

Es = Jarak PI ke busur lingkaran

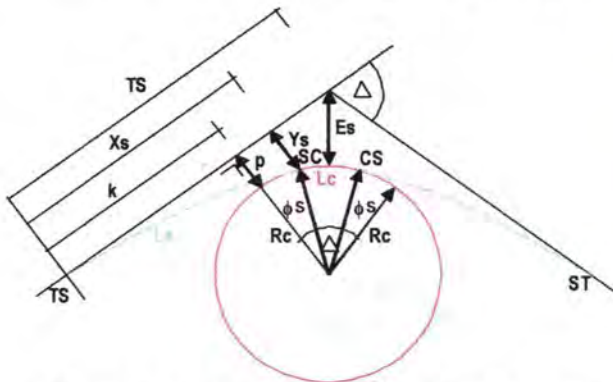
θ_s = Sudut lengkunhg spiral

Δ = Sudut Tangent

R_c = Jari-jari lingkaran

p = pergeseran tangent ke spiral

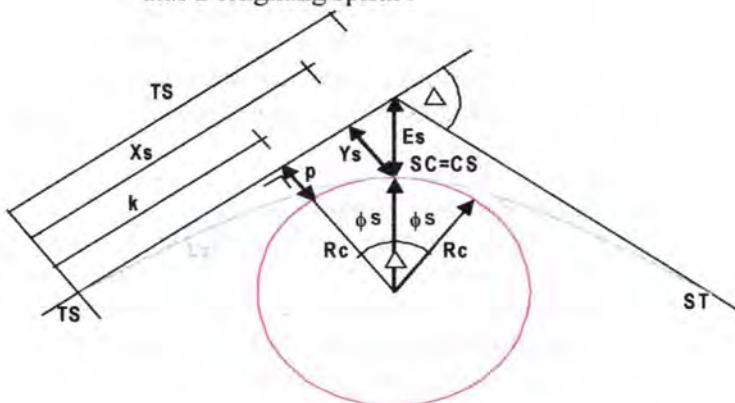
k = absis dari p pada garis tangent spiral



Gambar 2.2 Lengkung Spiral-Circle-Spiral

3) Lengkung Spiral-Spiral (S-S)

Tikungan spiral – spiral yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral .



Gambar 2.3 Lengkung Spiral - Spiral

Rumus-rumus yang digunakan dalam perencanaan lengkung Spiral- Spiral :

$$L_c = 0 ; \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.15}$$

$$L_{\text{tot}} = 2 L_s \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.16}$$

$$L_s = \theta_s \cdot \pi \cdot R_c / 90 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.17}$$

$$\theta_s = 90/\pi \cdot L_s / R_c^2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.18}$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c^2} - R_c(1 - \cos \theta_s) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.19}$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} - R_c \cdot \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.20}$$

$$T_s = (R_c + P) \sec \frac{1}{2} \Delta + k \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.21}$$

$$E_s = (R_c + P) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.22}$$

2.2.5 Alinyemen Vertikal

2.2.5.1 Ketentuan Jarak Pandang (*Sign Distance*)

Ketentuan jarak pandang dan beberapa pertimbangan yang diperlukan sebelum memulai perencanaan, selain didasarkan pada teoritis juga praktisnya. Syarat jarak pandang sangat diperlukan dalam perencanaan jalan raya guna mendapatkan keamanan yang maksimal. Ketentuan ini dapat digolongkan menjadi 2 (dua) macam yaitu :

a. Jarak Pandang Henti (J_H)

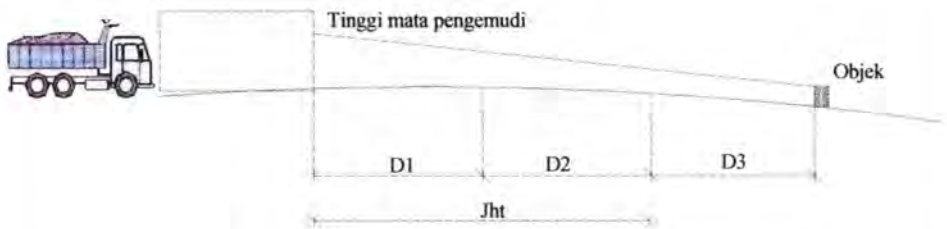
Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat halangan didepannya. Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi

pandangan mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Jarak Pandang Henti merupakan jumlah dari dua jarak yaitu :

- **Jarak Tanggap (J_{ht})**
Jarak Tanggap adalah jarak yang telah dijalani selama penglihatan terhadap obyek (persepsion), ditambah jarak yang ditempuh pada waktu reaksi pengereman.

$$J_{ht} = (D1 + D2) \quad \text{pers. 2.23}$$

- **Jarak Pengereman (J_{hr})**
Jarak Pengereman adalah jarak yang diperlukan untuk berhenti saat dimulainya pengereman.



Gambar 2.4 Jarak Pandang Henti Mendatar

Jarak Pandang Henti (J_H), dalam satuan meter pada kecepatan (V_R) dapat dihitung dengan rumus :

$$J_H = J_{ht} + J_{hr} \quad \text{pers. 2.24}$$

$$J_H = \frac{V_R}{3,6} x T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \quad \text{pers. 2.25}$$

Dimana :

V_R = Kecepatan Rencana

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/s^2

f = Koefisien gesek antara ban dan muka jalan

dalam arah memanjang perkerasan jalan aspal, jika V_R semakin tinggi maka semakin kecil nilai f . Nilai f dapat dilihat pada tabel 2.20.

Sehingga persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi :

$$J_H = 0,694xV_R + \frac{(V_R)^2}{254f} \quad \text{pers. 2.26}$$

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :



Gambar 2.5 Jarak Pandang Henti Landai

$$J_H = 0,694xV_R + \frac{(V_R)^2}{254f + L} \quad \text{.....pers. 2.27}$$

Dimana L = Landai jalan (%)

Tabel 2.4 Jarak Pandang Henti (J_H) Minimum

Kecepatan rencana km/jam	Kecepatan jalan km/jam	f m	d perhitungan untuk V_r m	d perhitungan untuk V_j m	D design m
30	27	0.4	29.71	25.9	25-30
40	36	0.375	44.6	38.63	40-45
50	45	0.35	62.87	54.05	55-65
60	54	0.33	84.65	72.32	75-85
70	63	0.313	110.28	93.71	95-110
80	72	0.3	139.59	118.07	120-140
100	90	0.285	207.64	174.44	175-210
120	108	0.28	285.87	239.06	240-285

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometrik jalan, Silvia Sukirman hal 64.

- Kecepatan Jalan $V_j = 90\%$ kecepatan rencana (V_r).
- $f_m =$ Koefisien gesekan memanjang jalan
- d dihitung dengan rumus

$$d = 0,694xV_R + \frac{(V_R)^2}{254f} \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.28}$$

b. Jarak Pandang Menyiap (J_{PM})

Merupakan jarak yang diperlukan oleh suatu kendaraan untuk menyiap atau mendahului kendaraan lain pada jalan 2 lajur dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali kelajur semula. Jarak pandang menyiap diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi pandangan mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.

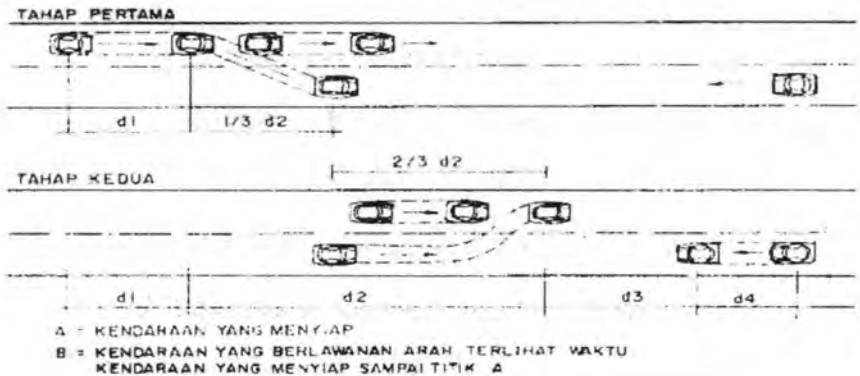
Jarak pandang menyiap dalam satuan meter dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$JP_M = d_1 + d_2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.29}$$

Dengan :

$$d_1 = 0,278 x T_1 (V_R - m + \frac{axT_1}{2}) \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.30}$$

$$d_2 = 0,278 x V_R x T_2 \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.31}$$



Gambar 2.6 Jarak Pandang Menyiap

B = Kendaraan yang didahului kendaraan A

Dimana :

d_1 = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m).

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai kelajur semula (m).

a = Pecepatan rata – rata km/jam/detik $\propto 2,052 + 0,0036 V_R$

T_1 = Waktu dalam detik, $\propto 2,12 + 0,026 V_R$

T_2 = Waktu kendaraan berada dijalur lawan, (detik)
 $\propto 6,56 + 0,048 V_R$

m = Beda kecepatan yang dari kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang didahului (10-15 km/jam)

V_R = Kecepatan rata – rata kendaraan yang mendahului
 \propto rencana (Km/jam).

Tabel 2.5 Besaran d_3 (m)

V_R (km/jm)	50 - 65	65 - 80	80 - 95	95 – 110
d_3 (m)	30	55	75	90

Sumber : Geometrik Jalan, Ir. Hamirman Saodang hal 40.

Tabel 2.6 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 : Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota
No.038/T/BM/1997*

2.3 Kapasitas Dasar

Kapasitas Dasar adalah Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometric, pola arus lalu lintas, dan factor 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 jalan di dekatnya. Untuk dapat mengetahuinya harga kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7
Kapasitas Dasar Pada Jalan Perkotaan lajur 2 Arah Tak Terbagi

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan perkotaan

2.3.1 Faktor penyesuaian Akibat Lebar Jalur lalu lintas (FCw)

Menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (FCw) dapat dilihat pada table 2.8

Tabel 2.8
Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas

Tipe Jalan	Lebar Efektif (Total Kedua Arah) Jalur Lalu Lintas (Wc)	FCw
2 - lajur	5	0,56
tak terbagi	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14

	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan perkotaan

2.3.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisahan arah

Khusus untuk jalan tak terbagi, faktor penyesuaian arah berdasarkan pada table di bawah ini.

Tabel 2.9

Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisahan arah

Pemisahan arah SP % -%	50-50	55-45	60-40	60-35	70-30	
FCsp						
	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan perkotaan

2.3.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya pejalan kaki, pemghentian kendaraan umum, atau kendaraan lainnya, kendaraan keluar dan kendaraan masuk disamping jalan dan kendaraan lamban

Tabel 2.10

Penyesuaian Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FCsf)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian hambatan samping (FCsf)			
		Lebar Bahu Efektif (Ws)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
2/2 UD	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan perkotaan

	H	0,82	0,86	0,95	0,95
	VH	0,73	0,79	0,91	0,91

2.3.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCcs)

Tabel 2.11
Kelas Hambatan Samping

Ukuran Kota(Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
< 0,1	0,86
0,1 -0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,96
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan perkotaan

2.3.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik jalan dalam kondisi yang ada. Rumus yang digunakan :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots \text{pers. 2.32}$$

Dimana :

- C = Kapasitas
- C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
- FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
- FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
- FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

2.3.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS), didefinisikan sebagai ratio arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C) yang digunakan sebagai factor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$DS = Q/C \quad \dots\dots\dots \text{pers. 2.33}$$

dimana :

DS = *Degree of Saturated* (Derajat Kejenuhan)

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

Dalam MKJI disebutkan bahwa Derajat Kejenuhan disarankan tidak melebihi 0,75. Apabila nilai DS lebih besar dari 0,75 maka jalan tersebut perlu adanya pelebaran atau penambahan lajur baru.

2.3.7 Pertumbuhan Lalu Lintas

Dalam mencari pertumbuhan lalu lintas, dipergunakan rumus pada hasil regresi pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan Microsoft Excel dan kemudian diolah untuk mencari pertumbuhan lalu lintas (i) rata – rata. Selain menggunakan Microsoft Excel, pertumbuhan lalu lintas juga dapat dihitung menggunakan perhitungan manual.

Berikut langkah – langkah yang dipergunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

- a. Mengumpulkan data lalu lintas sedikitnya 2tahun

- b. Menghitung Persamaan Regresi (Y) ke-n tahun menggunakan rumus :

$$LHR_n = LHR_{awal} (1 + i)^n \dots\dots\dots \text{pers. 2.2}$$

Dimana :

LHR_n = Lalu Lintas Harian Rata-Rata ke-n tahun

LHR_{awal} = Data kendaraan awal

i = Pertumbuhan Lalu Lintas

n = Jumlah tahun rencana

- c. Menghitung pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

$$i_1 = \frac{y_1 - y_0}{y_0} \longrightarrow i_5 = \frac{y_5 - y_4}{y_4} \dots\dots\dots \text{pers. 2.34}$$

Dimana :

i = Pertumbuhan lalu lintas

Y = Persamaan Regresi ke-n tahun

(sumber : Perencanaa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya)

2.4 Penentuan Tebal Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu perkerasan yang dibangun diatas tanah dengan maksud untuk dapat menahan beban kendaraan atau lalu lintas, serta tahan terhadap perubahan cuaca yang terjadi. Konstruksi ini terdiri dari laoisan – lapisan yang mempunyai fungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan lapisan yang dibawahnya hingga ketanah dasar.

Perencanaan perkerasan ini juga dapat dimaksud suatu sistem untuk perancangan perkerasan umumnya untuk kebutuhan perkerasan pada saat umur rencana

berlangsung, untuk mempertahankan perkerasan agar berfungsi dengan baik.

Suatu perkerasan lentur dilihat baik apabila dapat menghasilkan dimensi konstruksi yang kecil dengan biaya yang murah dan mempunyai masa pemakaian yang cukup lama. Untuk memenuhi hal tersebut, perencanaan harus didukung data-data yang obyektif dan akurat.

2.4.1 Umur Rencana

Umur Rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan berat atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Pemeliharaan perkerasan jalan harus dilakukan selama umur rencana. Umur rencana untuk perkerasan lentur pada peningkatan jalan Raya Bromo direncanakan selama 10 tahun. Jika umur rencana lebih besar 10/20 tahun maka perkerasan tersebut sudah tidak lagi efisien dan ekonomis karena perkembangan lalu lintas dari tahun ketahun semakin besar.

2.4.2 Data Lalu - Lintas

Untuk merencanakan jalan maka diperlukan data mengenai lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Lalu lintas yang melalui jalan harus diperkirakan jumlahnya pada saat umur rencana. Hal ini bertujuan agar jalan yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan kelas fungsinya selama umur jalan yang direncanakan.

LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan beroda empat

atau lebih yang dicatat selama 24 jam untuk kedua arah.

Untuk meramalkan jumlah keadaan pada saat umur rencana dapat menggunakan persamaan :

$$F = P \times (1 + i)^n \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.35}$$

Keterangan :

- F = Jumlah kendaraan saat umur rencana
- P = Jumlah kendaraan saat sekarang
- i = Faktor pertumbuhan
- n = Umur rencana jalan

2.4.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen (E) beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Karena beban sumbu kendaraan mempunyai nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal seberat 8,18 ton (1800 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekuivalen yang sesuai dengan aturan yang ada.

2.4.4 Jumlah Jalur dan koefisiensi distribusi kendaraan (C).

Jumlah jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur

maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar tabel 2.13

Tabel 2.12 Jumlah Jalur kendaraan

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

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode

Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 8

Tabel 2.13 Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475

4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode*

Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 9

2.4.5 Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen di pengaruhi oleh lalu lintas harian rata-rata (LHR), koefisien distribusi kendaraan (C), dan angka ekuivalen (E). Lintas ekivaen dapat dibedakan atas :

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

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.36}$$

Dimana :

J = Jenis kendaraan

E = Angka Ekuivalen tiap jenis kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan

- Lintas Ekuivalen Akhir (**LEA**) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga

terjadi pada akhir umur rencana. LEP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \text{.....Pers. 2.37}$$

Dimana :

J = Jenis kendaraan

E = Angka Ekuivalen tiap jenis kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan

i = Pertumbuhan lalu lintas

UR = Umur Rencana

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

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad \text{.....Pers. 2.38}$$

Dimana :

LET = Lintas Ekuivalen Tengah

LEP = Lintas Ekuivalen Permukaan

LEA = Lintas Ekuivalen Akhir

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

$$LER = LET \times FP \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.39}$$

$$FP = \frac{UR}{10} \quad \dots\dots\dots \text{Pers. 2.40}$$

Dimana :

LER = Lintas Ekivalen Rencana

LET = Lintas Ekivalen Tengah

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

Berikut ini adalah langkah – langkah yang diperoleh untuk mendapatkan harga lintas ekivalen adalah :

1. Menentukan jumlah kendaraan dalam 1hari / 2arah / total lajur yang dibedakan menurut jenis kendaraan. Pada perencanaan tebal perkerasaan, mobil penumpang kendaraan ringan (berat kosong < 1500 kg) tidak diperhitungkan. Hal sesuai dengan pengaruh beban kendaraan tersebut yang sangat kecil terhadap perkerasaan jalan.
2. Menentukan berat masing – masing sumbu berdasarkan survey dari setiap jenis kendaraan.

3. Menentukan angka ekivalen dari setiap jenis kendaraan, merupakan jumlah angka ekivalen dari beban sumbu depan dan sumbu belakang.
4. Menentukan prosentase kendaraan yang berada pada jalur rencana, yaitu lajur dengan volume kendaraan berat terbesar. Dimana untuk prosentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana yang diberikan oleh Bina Marga.
5. Menentukan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
6. Menentukan lintas ekivalen selama umur rencana (AE18KSAL = accumulative 18 kips single axle load)

$$AE18KSAL = 365 \times LEP \times N \dots\dots\dots 2.41$$

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R^{n-1}) - 1}{R} \right] \dots\dots\dots 2.42$$

Dimana :

AE18KSAL = Lintas Ekivalen selama umur rencana

LEP = Lintas Ekivalen awal umur rencana

N = Faktor umur rencana

i = perkembangan lalu lintas

n = umur rencana

2.4.6 Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) adalah faktor setempat yang menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan.

Nilai Faktor Regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada tabel berikut :

Tabel 2.14 Penentuan Faktor Regional (FR)

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

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode

Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 14

2.4.7 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Untuk merencanakan tebal lapis pelebaran jalan digunakan CBR (California Beraing Ratio). Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR (gambar 2.3).

Secara grafis harga CBR segmen jalan dapat ditentukan melalui prosedur sebagai berikut :

- a. Menentukan nilai CBR yang terendah.
- b. Menentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau yang lebih besar dari masing – masing nilai CBR yang ada dan kemudian disusun mulai nilai CBR terkecil sampai terbesar.
- c. Untuk angka terbanyak diberi nilai 100%, sedangkan angka yang lain merupakan prosentase dari 100%.
- d. Membuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah CBR.
- e. Harga CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

Untuk penyederhaan ditetapkan sebuah parameter Daya Dukung Tanah yang dikoreksi secara empiris dengan berbagai nilai CBR tanah dasar. Korelasi nilai CBR dan DDT yang ditetapkan dalam bentuk nomogram seperti gambar 2.7.





Gambar 2.7 Korelasi DDT dengan CBR

2.4.8 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan (IP) adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertakaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Indeks Permukaan diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-



lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP = 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Penentuan indeks permukaan ada dua macam yaitu indeks indeks permukaan awal pada umur rencana (Ipo) dan indeks permukaan pada akhir umur rencana (Ipt) adalah sebagai berikut :

→ **Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (Ipo)**

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.



Tabel 2.15 Indeks Permukaan pada Awal umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,4	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

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

→ **Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (Ipt)**

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER)

Tabel 2.16 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5 – 2,5	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

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

2.4.9 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif (a) dari masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapos pondasi atau pondasi bawah). Harga koefisien kekuatan relatif dapat dilihat pada tabel 2.16

Tabel 2.17 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	KT (kg/cm ²)	CBR (%)	
0.40			744			LASTON
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			ASBUTON
0.31			590			
0.28			454			
0.26			340			
0.30			340			HRA Aspal Macadam Lapen(mekanis) Lapen (manual)
0.26			340			
0.25						
0.20						
	0.28		590			LASTON atas
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					Lapen(mekanis)

	0.19					Lapen (manual)
	0.15			22		Stabilitas tanah
	0.13			18		dengan semen
	0.15			22		Stabilisasi tanah
	0.13			18		dengan kapur
	0.14				100	Batu pecah (A)
	0.13				80	Batu pecah (B)
	0.12				60	Batu pecah (C)
		0.13			70	Sirtu/Pitrum A
		0.12			50	Sirtu/Pitrum B
		0.11			30	Sirtu/Pitrum C
		0.10			20	Tanah/Lempung
		0.10			20	Kepasiran

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

→ **Tebal minimum lapis perkerasan**

Untuk menentukan tebal perkerasan terlebih dulu harus diketahui tebal masing – masing lapis dalam (cm). D1, D2, D3 merupakan faktor pengali koefisien relatif dalam mencari tebal perkerasan. Perkiraan tebal perkerasan tergantung dari nilai minimum yang diberikan Bina Marga. Penentuan tebal minimum lapis perkerasan dapat dilihat pada table 2.16 dan 2.17.

Tabel 2.18 Tebal Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tabal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapisan pelindung : (bursa/burtu/burda)
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	10	Laston

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

Tabel 2.19 Tebal Minimum Lapis Pondasi

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

		Laston atas
	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macadam.
9.99 – 12.14	20	Lapen, Laston atas
		Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi macada, Laston atas.
> 12.25	25	

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

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

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

2.4.10 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Tebal perkerasan merupakan perkalian antara koefisien relatif dengan tebal masing – masing. Dapat ditulis dengan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.43}$$

Keterangan:

ITP = Indeks tebal perkerasan

$A_{1,2,3}$ = Koefisien kekuatan relatif permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah.

$D_{1,2,3}$ = Tebal tiap-tiap lapisan

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

2.5 Perencanaan tebal lapis tambahan (overlay)

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

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

- a. Jenis perkerasan jalan
Jenis konstruksi permukaan jalan berpengaruh pada :
 - Letak survey dari jumlah alat Benkleman Beam yang digunakan.
 - Besar ledutan balik akibat beban AE 18 KSAL. Pengukuran suhu pada factor penyesuaian
- b. Data lalu lintas
Data lalu lintas kendaraan terdiri dari lalu lintas kendaraan ringan, kendaraan berat, kendaraan tidak bermotor.
- c. Beban truck
Beban truck yang digunakan pada survey mempengaruhi harga lendutan, dimana beban truck

8,16 ton, jika beban truck tidak memenuhi syarat harus dikoreksi dengan faktor koreksi beban.

a. Musim

Musim dan lingkungan mempengaruhi hasil survey. Survey pada musim hujan menghasilkan lendutan lebih tinggi dibandingkan survey pada musim kemarau. Dimana diperlukan factor koreksi sebagai penyesuaian yang terlihat pada tabel.

Tabel 2.20 Faktor Koreksi Untuk Benkelmen 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 hal 24

2.5.1 Faktor Keseragaman Untuk Lendutan Balik

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

Dimana :

$$Fk = \frac{S}{d} \times 100\%$$

.....Pers 2.44

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad \text{.....Pers 2.45}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad \text{.....Pers 2.46}$$

Keterangan :

Fk = Faktor keseragaman

S = Standar Deviasi

 \bar{d} = Lendutan balik rata – rata

n = Jumlah titik pemisah dalam segmen

 $\sum d$ = Jumlah lendutan balik**Tabel 2.21 Faktor Keseragaman**

Nilai FK	Keadaan
< 15 %	Sangat seragam
15 % - 20 %	Seragam
20 % - 25 %	Baik

25 % - 30 %	Cukup
30 % - 40 %	Jelek
> 40 %	Tidak Seragam

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

Besarnya lendutan balik segmen yang mewakili seksi jalan

Untuk masing – masing fungsi jalan :

$$\rightarrow \text{Jalan arteri/tol } D = \bar{d} + 2s \quad \dots\dots\dots\text{Pers 2.47}$$

$$\rightarrow \text{Jalan kolektor } D = \bar{d} + 1.64 s \quad \dots\dots\dots\text{Pers 2.48}$$

$$\rightarrow \text{Jalan lokal } D = \bar{d} + 1.28 s \quad \dots\dots\dots\text{Pers 2.49}$$

Faktor Umur Rencana

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R^{n-1}) - 1}{R} \right] \quad \dots\dots\dots\text{Pers 2.50}$$

Keterangan :

N = Faktor umur rencana

R = Perkembangan lalu lintas (%)

N = umur rencana

Tabel 2.22 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,hal 27

2.5.2 Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

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

Dimana :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times \sum UE\ 18\ KSAL \quad \dots\dots\Pers\ 2.51$$

Keterangan :

AE 18 KSAL = Accumulatif Equivalent 18 Kip Single axle Load

UE 18 KSAL = Unit Equivalent Single axle Load

N = Faktor umur rencana yang sesuai dengan perkembangan lalu lintas

M = Jumlah masing – masing jenis kendaraan

Tabel 2.23 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,hal 27

Keterangan :

ITN_{kr} = Jumlah kendaraan ringan




ITN_{kb} = Jumlah kendaraan berat

2.5.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen (E) beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Karena beban sumbu kendaraan mempunyai nilai yang beraneka ragam maka beban sumbu tunggal seberat 8,18 ton (1800 lbs), sehingga dapat dihasilkan besaran ekuivalen yang sesuai dengan aturan yang ada. Besar Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan dapat dirumuskan seperti pada tabel berikut

Tabel 2.24 Rumus untuk Ekuivalen Beban Sumbu

Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Rumus
Tunggal		$\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tandem/Ganda		$0.086 \times \left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tridem		$0.0148 \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.352}$

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa
Komponen Bina Marga 1987, hal 9

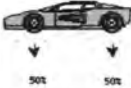

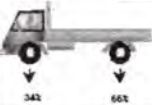
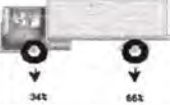
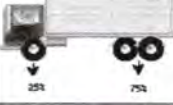
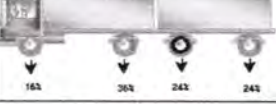
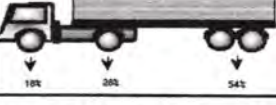
Konfigurasi sumbu tunggal mempunyai pengaruh yang sangat besar pada kerusakan jalan dibandingkan dengan sumbu ganda. Berikut adalah nilai ekuivalen faktor kerusakan (EDF) untuk beberapa besar beban sumbu dan jenis kendaraan

Tabel 2.25 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1	2.205	0,0002	-
2	4.409	0,0036	0,0003
3	6.614	0,0183	0,0016
4	8.818	0,0577	0,0050
5	11.023	0,1410	0,0121
6	13.228	0,2923	0,0251
7	15.432	0,5415	0,0466
8	17.637	0,9238	0,0794
8.16	18	10,000	0,0860
9	19.841	14,798	0,1273
10	22.046	22,555	0,1940
11	24.251	33,022	0,2840
12	26.455	46,770	0,4022
13	28.66	64,419	0,5540
14	30.864	86,647	0,7452
15	33.069	114,184	0,9820
16	35.276	147,815	12,712

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987, hal 10

**Tabel 2.26 Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8,16 ton
Beban As Tunggal**

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 : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat
Benkelman Beam No.01/mn/b/1983,hal 41

2.5.4 Jumlah Jalur dan koefisien distribusi kendaraan(C)

Jumlah jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar tabel 2.16.

Tabel 2.27 Jumlah Jalur kendaraan

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

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

Tabel 2.28 Prosentase kendaraan pada Lajur Rencana

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

Sumber : Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983,hal 10

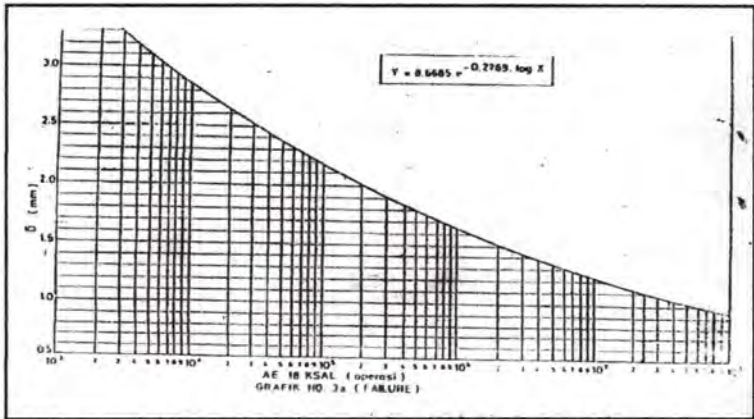
Keterangan:

*Berat total < 5 ton, misalnya: mobil penumpang, pick up, dan mobil hantaran.

**Berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

2.5.5 Lendutan Balik yang Dijinkan

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.

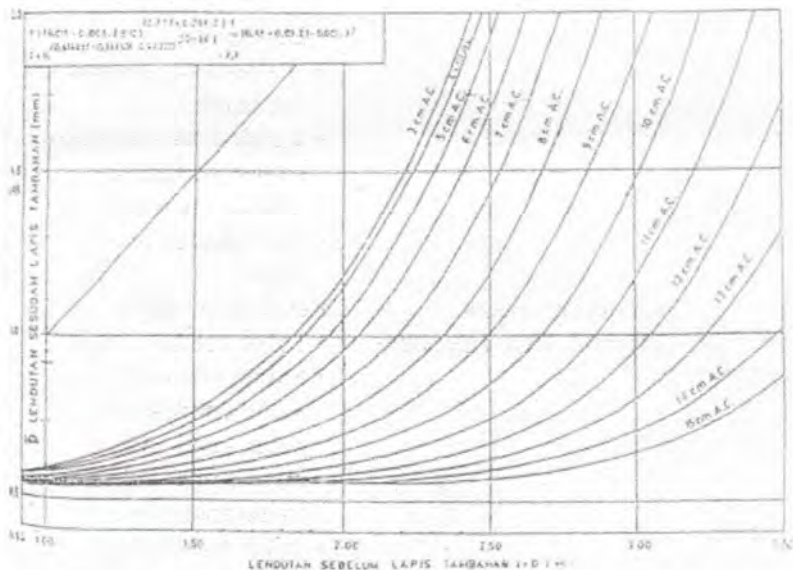


Gambar 2.8 Grafik Lendutan Balik Yang Dijinkan

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

2.5.6 Tebal Lapisan Tambahan

Berdasarkan Lendutan balik yang ada dapat ditentukan tebal lapis tambahan yang nilai lendutan baliknya tidak boleh melebihi lendutan balik yang diijinkan. Untuk menentukan tebal lapisan tambahan digunakan grafik tebal lapisan tambahan.



Gambar 2.9 Grafik Penentuan Tebal Lapisan Tambahan (Overlay)

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

2.5.7 Jenis – Jenis Kerusakan Jalur Lalu Lintas

a. Retak.

- | | | |
|------------------------|---|---|
| 1) Jenis kerusakan | : | Retak halus |
| Bentuk/sifat/Tingkatan | : | <ul style="list-style-type: none"> • Lebar celah ≤ 3 mm • Penyebaran setempat / luas • Meresapkan air |
| Penyebab | : | <ul style="list-style-type: none"> • Bahan perkerasan kurang baik • Pelapukan permukaan Air tanah • Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan • Permukaan kurang stabil |
| 2) Jenis kerusakan | : | Retak kulit buaya |
| Bentuk/sifat/Tingkatan | : | <ul style="list-style-type: none"> • Lebar celah ≥ 3 mm • Saling berangkai membentuk kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya • Meresapkan air • Akan berkembang menjadi lubang akibat pelepasan butir butiran |
| Penyebab | : | <ul style="list-style-type: none"> • Sokong dari samping kurang baik • Pelapukan permukaan air tanah • Tanah dasar dan atau bagian perkerasan dibawah lapisan permukaan kurang stabil |

- 3) Jenis kerusakan : 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 di bawah retak pinggir kurang baik
 • Penyusutan tanah
 • Drainase kurang baik
- 4) Jenis kerusakan : Retak pertemuan perkerasan dan bahu
 Bentuk/sifat/Tingkatan : • Memanjang dan terjadi pada bahu aspal
 • Meresapkan air
 • Akan berkembang menjadi besar yang diikuti pelepasan butir-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

- 5) Jenis kerusakan : Retak sambungan jalan
 Bentuk/sifat/Tingkatat : • 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
- 6) Jenis kerusakan : Retak sambungan pelebaran
 Bentuk/sifat/Tingkatan : • Memanjang dan terletak pada sambungan antara perkerasan lama dengan jalan lama
- Meresapkan air
 - Diikuti pelepasan butir butiran pada tepi retak akan bertambah lebih lebar
- Penyebab : • Ikatan sambungan kurang baik
- Perbedaan kekuatan jalan pelebaran dengan jalan lama
- 7) Jenis kerusakan : 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 lebar
- Penyebab : Pergerakan vertical / horizontal dibawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah datar yang ekspansif
- 8) Jenis kerusakan : Retak susut
Bentuk/sifat/Tingkatan : • Saling bersambunagn membentuk kotak besar dengan sudut tajam
- Meresapkan air
 - Diikuti dengan pelepasan butir pada tepi retak sehingga timbul lubang
- Penyebab : Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah
- 9) Jenis kerusakan : Retak selip
Bentuk/sifat/Tingkatan : • Berbentuk lengkung menyerupai bulan sabit
- Meresapkan air
 - Diikuti dengan pelepasan butir pada tepi retak sehingga berkembang menjadi lu

- Penyebab kurang berfungsi : • Lapis pengikat
- Agregat halus (pasir) terlalu banyak
 - Lapis permukaan kurang padat

b. Cacat Permukaan.

- 1) Jenis kerusakan : 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

- 2) Jenis kerusakan : Pelepasan butiran
 Bentuk/sifat/Tingkatan : • Luas
- Mengurangi kenyamanan
 - Menampung / meresapkan air
 - Permukaan kasar

- Penyebab : • Pemasangan kurang
 • Agregat kotor atau lunak
 • Aspal kurang
 • Pemanasan campuran terlalu tinggi
- 3) Jenis kerusakan : Pengelupasan lapisan permukaan
- Bentuk/sifat/Tingkatan : • Merata / luas
 • Berkembang menjadi lubang
- Penyebab : • Ikatan antara lapis permukaan dan tapi dibawahnya kurang
 • Lapis permukaan terlalu tipis
- c. Pengausan.**
- Jenis kerusakan : Pengausan
- Bentuk/sifat/Tingkatan : • Permukaan licin luas
 • Membahayakan pengguna jalan
- Penyebab : • Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
 • Bentuk agregat bulat dan licin

2.6 PERENCANAAN SALURAN TEPI (*Drainase*)

Saluran tepi (*drainase*) jalan merupakan saluran yang dibuat di tepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area. Acuan yang digunakan dalam perencanaan drainase adalah *Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNJ 03-3424-1994*. Dalam perencanaan drainase terdiri dari dua tipe, yaitu :

- a. Drainase permukaan
- b. Drainase bawah permukaan.

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

- a. Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.
- b. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Dalam perencanaan konstruksi jalan perlu adanya kemiringan melintang, untuk memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke sistem drainase ditepi jalan.

Tabel 2.29 Kemiringan Melintang Dan Perkerasan Bahu Jalan

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

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994, hal 5

Sedangkan kemiringan selokan samping ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan selokan samping arah memanjang yang dikaitkan erosi aliran, dapat dilihat tabel 2.24.

Tabel 2.30 Hubungan Kemiringan Selokan Samping Dan Jenis Material

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

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

Sekema perencanaan drainase :

- 1) menentukan waktu kosentrasi
- 2) menentukan instensitas hujan.
- 3) menentukan koefisien pengaliran
- 4) menentukan debit aliran
- 5) menentukan dimensi saluran
 - a. menghitung dimensi saluran
 - b. menentukan penampang basah
 - c. menentukan jari-jari hidrolis
- 6) menghitung kemiringan saluran

2.6.1 Analisa Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi.

a. Curah hujan

Merupakan data 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 minimal selama sepuluh (10) tahun terakhir. Data curah hujan dapat diperoleh dari Badan Meterologi dan Geofisika (BMG) untuk stasiun terdekat dengan lokasi sistem drainase.

b. Periode ulang hujan / Frekwensi hujan (T)

Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima (5) tahun.

c. Waktu hujan (t)

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

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

d. Intensitas Curah Hujan

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

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{.....Pers 2.52}$$

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad \text{.....Pers 2.53}$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad \text{.....Pers 2.54}$$

Keterangan :

S_x = Standard deviasi

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

X = Tinggi hujan maksimum

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

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (n)

S_n = Standars deviasi yang merupakan fungsi n

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 2.31 Variasi Y_T

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	14,999
10	22,505
25	31,985
50	39,019
100	46,001

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

Tabel 2.32 Nilai Y_N

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

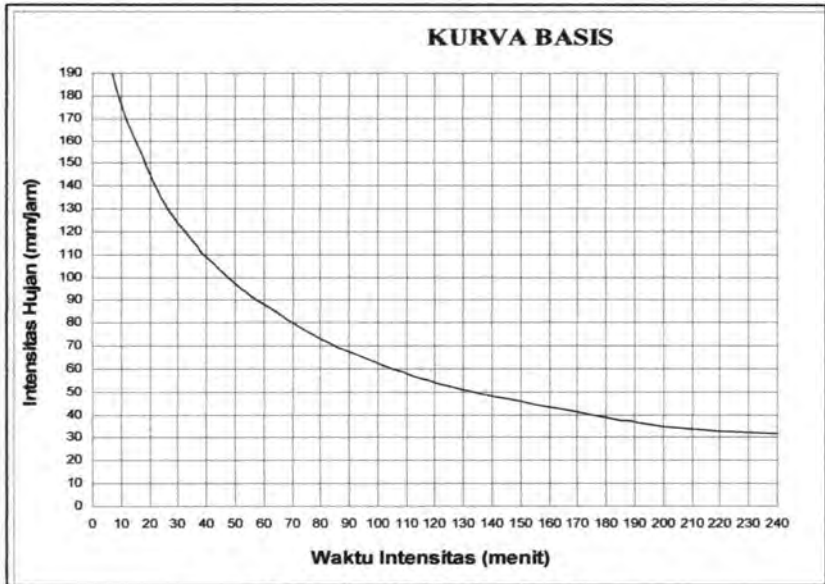
Sumber : *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SIN 03-3424-1994* hal 16

Tabel 2.33 Nilai S_N

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

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

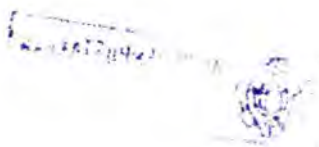
Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka diplot pada kurva basis sehingga didapatkan kurva I rencana.



Gambar 2.10 Kurva Basis

e. Waktu konsentrasi (T_c)

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



$$Tc = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\Pers\ 2.55$$

Dimana :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \quad \dots\dots\Pers\ 2.56$$

$$t_2 = \frac{L}{60V} \quad \dots\dots\Pers\ 2.57$$

Keterangan :

- Tc = Waktu konsentrasi (menit)
- t1 = Waktu inlet (menit)
- t2 = Waktu aliran (menit)
- Lo = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
- L = Panjang saluran (m)
- nd = Koefisien hambatan (lihat tabel)
- s = Kemiringan daerah pengaliran
- V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt) (lihat tabel)



Tabel 2.34 Hubungan kondisi permukaan Tanah dengan koefisien hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0.013
2. Permukaan licin dan kedap air	0.020
3. Permukaan licin dan kokoh	0.100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.200
5. Padang rumput dan rerumputan	0.400
6. Hutan gundul	0.600
7. Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hampan rumput jarang sampai rapat	0.800

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

Tabel 2.35 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0.45
Lempung kepasiran	0.50
Lanau aluvial	0.60
Kerikil halus	0.75
Lempung kokoh	0.75
Lempung padat	1.10
Kerikil kasar	1.20
Batu-batu besar	1.50
Pasangan batu	0.60 - 1.80
Beton	0.60 - 3.00
Beton bertulang	0.60 - 3.00

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

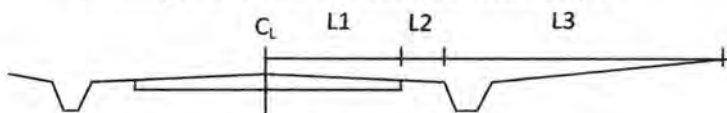
f. Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan (I) adalah besarnya curah hujan maksimum yang akan diperhitungkan dalam desain drainase. Untuk mendapatkan intensitas hujan

maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

g. Luas Daerah Pengaliran

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



Gambar 2.11 Daerah pengaliran

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad \text{.....Pers 2.58}$$

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \quad \text{.....Pers 2.59}$$

Dimana :

L =Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L_1 =Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan

L_2 =Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai

bahu jalan

L_3 =Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maximum 100 meter

A =Luas daerah pengaliran

h. Menentukan Koefisien Pengaliran

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

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \quad \text{.....Pers 2.60}$$

Dimana :

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

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

Tabel 2.36 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dan Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1.	Jalan beton dan jalan beraspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan :	
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	- Batuan masif lunak	0,60 – 0,75
4.	Daerah Perkotaan	0,70 – 0,95
5.	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6.	Daerah Industri	0,60 – 0,90
7.	Pemukiman Padat	0,40 – 0,60
8.	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9.	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10.	Persawahan	0,45 – 0,60
11.	Perbukitan	0,70 – 0,80
12.	Pegunungan	0,75 – 0,90

Keterangan : Untuk daerah datar ambil C yang terkecil

Untuk daerah lereng ambil C yang terbesar

i. Debit Aliran

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

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA \quad \text{.....Pers 2.61}$$

Dimana :

Q= Debit air (m/detik)

C= Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A= Luas daerah pengaliran (km²)

2.5.1. Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Saluaran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk :

- a. Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- b. Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan penguasaan jalan.

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan antara lain :

- Kondisi tanah dasar
- Kecepatan aliran

- Dalamnya kedudukan air tanah

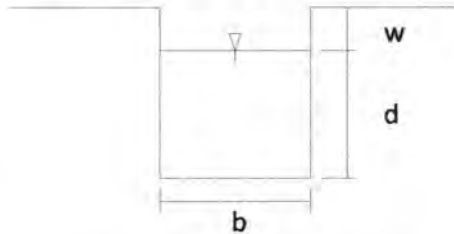
Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian – bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam (grade $\geq 5\%$) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan grade $\pm 5\%$) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi oleh air, maka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

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

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

2.5.2. Menghitung Dimensi Saluran

Dalam pengerjaan Proyek Akhir ini untuk perencanaan saluran drainase bentuk dari saluran yang direncanakan berbentuk segi empat.



Gambar 2.12 Dimensi saluran

$$b = 2d \quad \text{.....Pers 2.62}$$

$$R = \frac{d}{2} \quad \text{.....Pers 2.63}$$

$$Fd = \frac{Q}{V} \quad \text{.....Pers 2.64}$$

Untuk mendapatkan tinggi (d) dan lebar (b), Fd dikontrol dengan luas penampang ekonomis Fe :

$$Fe = Fd \quad \text{.....Pers 2.65}$$

$$Fe = b \times d \quad \text{.....Pers 2.66}$$

$$W = \sqrt{0,5d} \quad \text{.....Pers 2.67}$$

Keterangan :

b = Tinggi saluran (m)

d = Dalam saluran yang tergenang air / tinggi saluran (m)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

Fd = Luas penampang basah saluran berdasarkan debit air(m²)

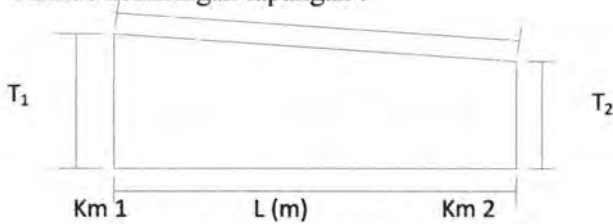
Q = Debit air (m³/detik)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

2.5.3. Kemiringan Saluran

Untuk menghitung kemiringan dasar saluran dilakukan dengan dua cara yakni dengan perhitungan lapangan dan dengan kemiringan perhitungan. Dari kedua hasil tersebut akan dibandingkan.

Rumus kemiringan lapangan :



Gambar 2.13 Kemiringan saluran

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

Rumus kemiringan secara perhitungan :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \quad \text{.....Pers 2.69}$$

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2 \quad \text{.....Pers 2.70}$$

Keterangan :

i = Kemiringan yang diizinkan

t_1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefisien kekerasan Manning

$R = F/P =$ Jari-jari Hidrolik

$F =$ Luas penampang basah (m^2)

$P =$ Keliling basah (m)

Tabel 2.37 Harga n Untuk Rumus Manning

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	Saluran buatan, beton atau batu kali				
1	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.03	0.033	0.035
2	Seperti no.16, dengan penyelesaian	0.017	0.02	0.025	0.03
3	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
4	Saluran beton halus dan rata	0.01	0.011	0.012	0.013
5	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
6	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

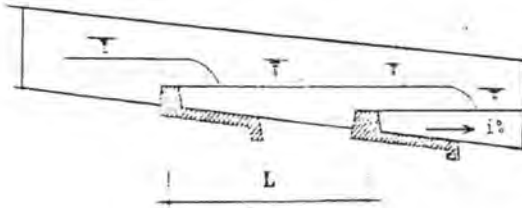
*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SIN 03-3424-1994 ha126-27*

Dari hasil kedua perhitungan diatas akan dibandingkan.

- Apabila $(i \text{ lapangan}) \leq (i \text{ perhitungan})$, maka kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan i perhitungan
- Apabila $(i \text{ lapangan}) > (i \text{ perhitungan})$, maka harus dibuat pematah arus.

2.5.4. Pematah Arus

Pematah arus untuk mengurangi kecepatan aliran diperlukan bagi selokan samping jalan yang panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar



Gambar 2.14 Pematah Arus

Tabel 2.38

Hubungan Kemiringan Selokan Samping Jalan dan Jarak Pematah Arus

i (%)	6 %	7 %	8%	9%	10%
L (m)	16m	10m	8m	7m	6m

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
SIN 03-3424-1994 ha127

2.7 RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

Perhitungan rencana anggaran biaya adalah proses penghitungan untuk menentukan besarnya biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan yaitu :

- Volume pekerjaan
- Harga bahan dan peralatan
- Upah untuk tenaga kerja

Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukan pekerjaan konstruksi, yaitu setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu jumlah anggaran biaya yang hanya didapatkan dari perhitungan hanya merupakan taksiran biaya bukan biaya sebenarnya. Sedangkan sesuai atau tidaknya biaya taksiran dengan biaya sebenarnya tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Pemilihan metode yang tepat juga akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal.

Untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya dalam Tugas Akhir ini digunakan daftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga” Petunjuk Analisa Biaya Satuan Pekerjaan Kota Probolinggo”. Sehingga disini tidak ditunjukkan perhitungan untuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan.

2.6.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (cross section) dan profil memanjang (long section)

2.6.2 Analisa Harga Satuan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses penghitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah tenaga kerja serta biaya pajak dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah lebih dahulu menentukan asumsi-asumsi dan faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari

seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya pajak dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.



BAB 3
METODOLOGI

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

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

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

3.2 Persiapan

Persiapan merupakan serangkaian dari kegiatan ;yang meliputi :

- Mengurus surat – surat yang diperlukan, proposal, surat pengantar dari Kaprodi dan sebagainya.
- Mencari informasi sekaligus meminta data – data kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Pemprov Jawa Timur.
- 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 serta sumbernya sebagai berikut:

- 1.Peta lokasi : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
- 2.Geometrik Jalan : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
- 3.LHR : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
- 4.CBR tanah dasar : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur

5. Curah Hujan : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan
Pemprov Jawa timur
6. Gambar : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga
Pemprov Jawa timur
7. Benklemen Beam : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga
Pemprov Jawa timur

3.4 Analisa Perencanaan Jalan

Didalam proses pembangunan jalan perlu perencanaan yang matang untuk mendapatkan konstruksi jalan yang baik, maka diperlukan perhitungan berdasarkan data yang ada. Berikut adalah rencana pembangunan jalan :

- Kontrol Geometrik jalan
Kontrol Geometrik jalan harus disesuaikan dengan kondisi medan (lapangan) berdasarkan "*Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*".
- Analisa Kapasitas Jalan berdasarkan panduan buku MKJI 1997
- Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan
Perencanaan tebal perkerasan jalan harus disesuaikan dengan umur rencana dan jumlah lalu lintas
- Perencanaan Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan
Perencanaan tebal perkerasan jalan harus mengikuti petunjuk dari *Metode Analisis Komponen SKBI 2.3.26.1987 Bina Marga*.
- Perencanaan Drainase
Perencanaan drainase harus mempertimbangkan curah hujan, muka air banjir dan keadaan daerah sekitar jalan tersebut. Bentuk dan dimensi saluran drainase dapat dihitung dan diketahui berdasarkan panduan buku Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga "*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan jalan*", (SNI 03-3424-1994).

3.5 Gambar Rencana

Pembuatan gambar rencana dapat dilakukan setelah selesainya analisa perencanaan jalan. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

3.6 Rencana Anggaran Biaya

Pada Tahap ini berupa perhitungan biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan menggunakan HSPK Kota Probolinggo.

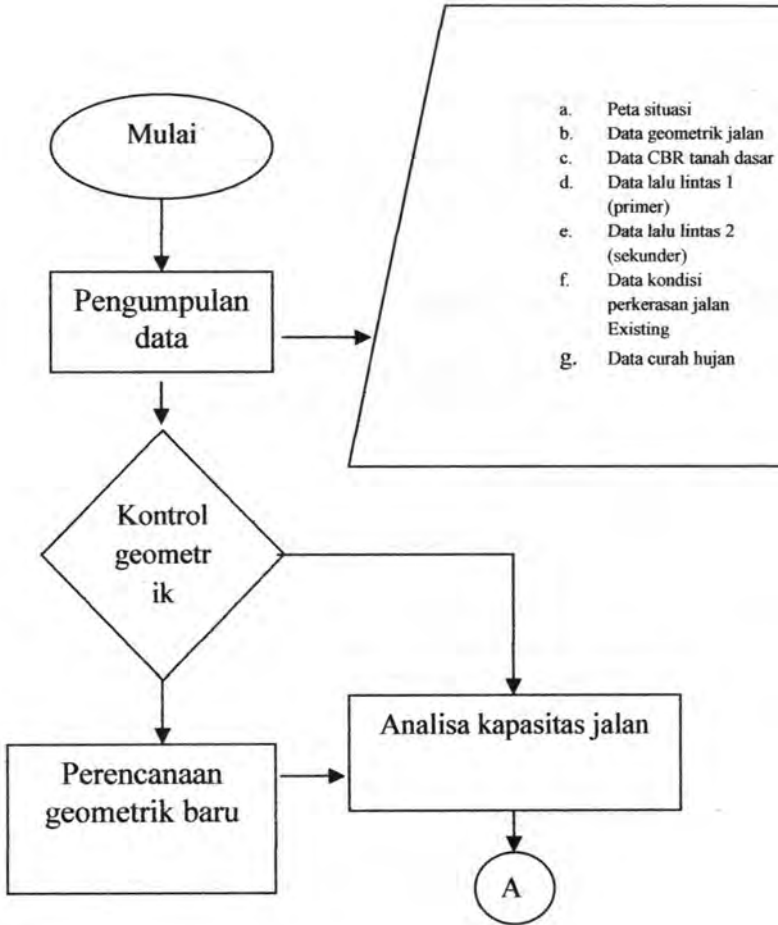
3.7 Kesimpulan

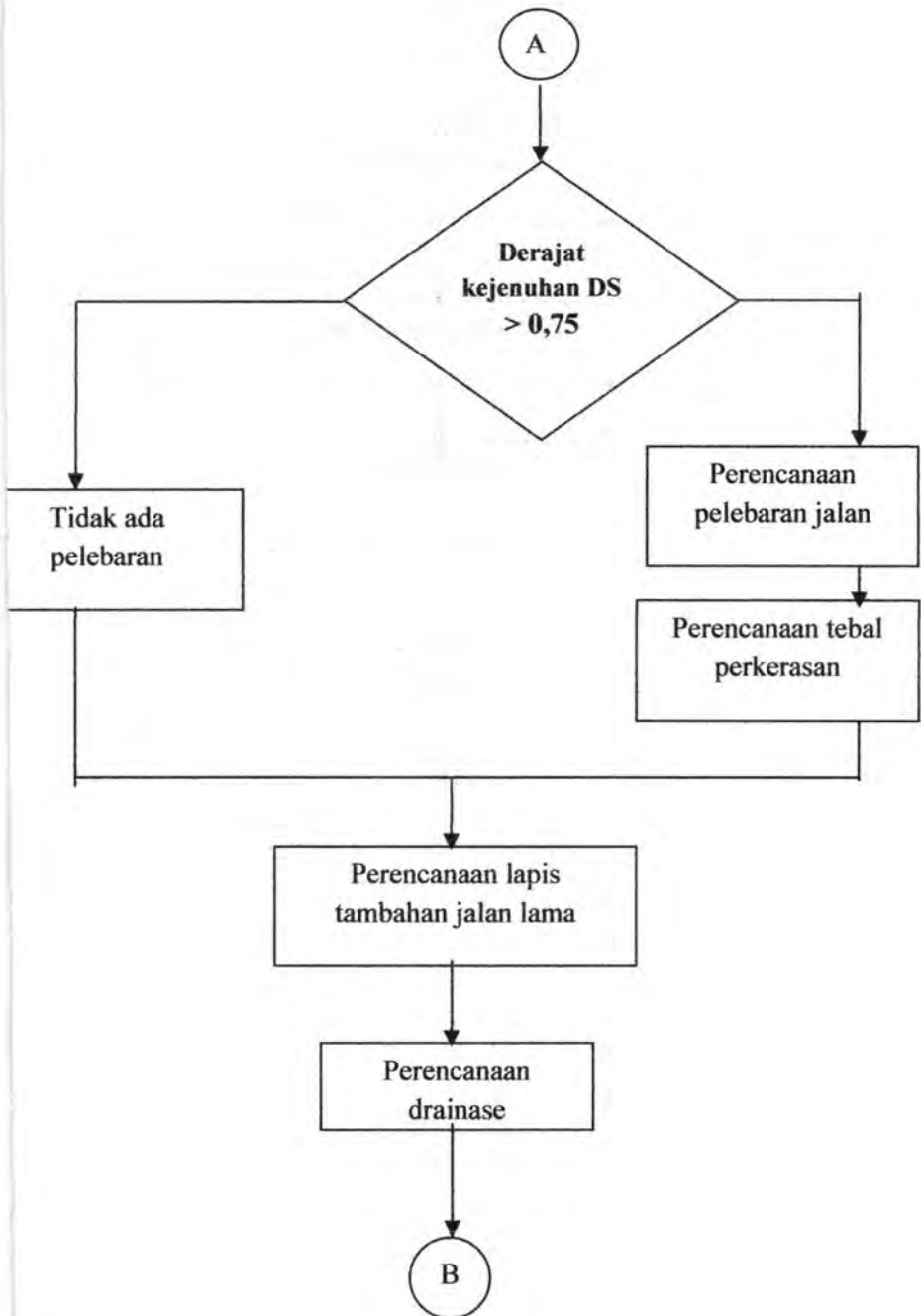
Didalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terealisasikannya apa yang telah direncanakan yaitu perencanaan ulang jalan yang telah sesuai dengan apa yang telah perhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas di kota Probolinggo

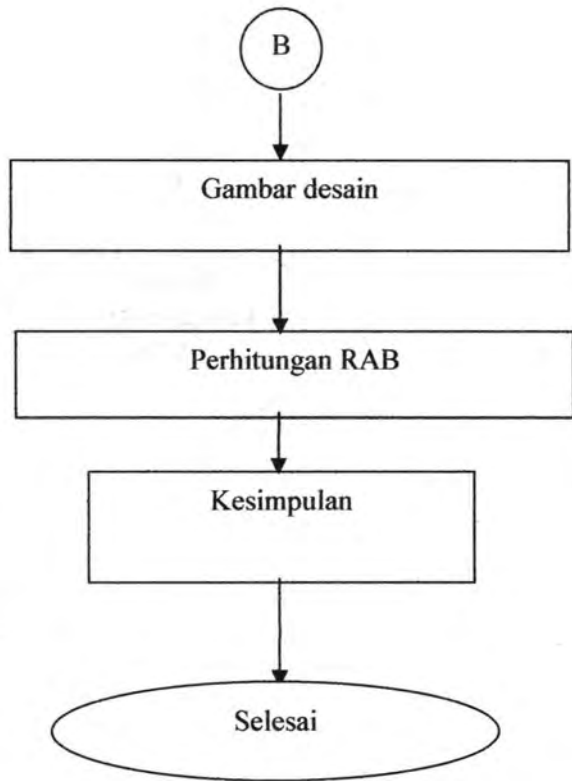
3.8 Penulisan Laporan

Didalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terealisasikannya apa yang telah direncanakan yaitu perencanaan ulang jalan yang telah sesuai dengan apa yang telah perhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas di kota Probolinggo

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







BAB 4

PENGOLAHAN DATA

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Perencanaan peningkatan jalan Bromo - Probolinggo ini mengacu pada jalan yang sudah ada. Dimana semua data tentang kondisi jalan tersebut telah ada sebelum pelaksanaan perencanaan dimulai. Keakuratan data dan kelengkapan data dalam perencanaan sangat berpengaruh terhadap kualitas konstruksi jalan yang direncanakan. Sebelum merencanakan suatu proyek peningkatan jalan, terlebih dulu dilakukan survey kondisi jalan, survey merupakan langkah awal dari seluruh pekerjaan yang harus dilakukan. Melalui hasil survey tersebut bisa diketahui kebutuhan peningkatan jalan yang kemudian berlanjut dengan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan yang baik, maka diberikan data - data kondisi jalan yang ada, data - data tersebut antara lain :

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

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

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Jalan Bromo – Probolinggo terletak di Kota Probolinggo Provinsi Jawa Timur. Dimana jalan ini terbagi dalam 2 jalur, 2 lajur tanpa median.

Proyek peningkatan jalan ini memiliki panjang total 10,777 km, dimulai dari KM 94+250 – KM 105+027 tetapi proyek ini hanya diambil 3 km sesuai judul yang diambil yaitu **“Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Bromo - Probolinggo STA 94+250 - 97+550 di Kota Probolinggo Provinsi Jawa Timur”**

4.2.2 Data Geometrik Jalan

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

Dari pengamatan di lapangan maupun data proyek peningkatan jalan Raya Bromo Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur, sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------------|--------------|
| 1. Kecepatan rencana (V) | = 60 km/jam |
| 2. Lebar Perkerasan | = 2 x 3.50 m |
| 3. Lebar bahu jalan | = 2.0 m |
| 4. Miring melintang permukaan | = 2 % |
| 5. Miring melintang bahu | = 4 % |

4.2.3 Data CBR

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Bromo - Probolinggo dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR tanah dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari test CBR yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan. Dari hasil data yang diperoleh di Dinas pekerjaan Umum

Bina Marga Provinsi Jawa Timur didapatkan data CBR rencana adalah 6,03.

4.2.4 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 Bromo terlihat pada tabel 4.2 dan Tabel 4.3

**Tabel 4.2 Lalu Lintas Harian Ruas jalan Bromo
Total 2 arah (kend/hari)**

No.	Jenis Kendaraan	2008	2009	2010
1	Sepeda Motor	3451	4445	4897
2	Sedan, Jeep	3834	4513	4597
3	Pick up,combi	4071	4817	4881
4	Mobil Penumpang	2049	2747	2864
5	Bus Kecil	121	159	167
6	Bus Besar	94	106	138
7	Truck 2 as (L)	136	182	206
8	Truck 2 as (H)	131	158	230
9	Truck 3 as	179	189	253
10	Truck Trailer	160	181	230
11	Truck Semi-Trailer	211	213	283

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

**Tabel 4.3 Lalu Lintas Jam Puncak Ruas jalan Bromo
Total 2 arah (smp/jam)**

No.	Jenis Kendaraan	2008	2009	2010
1	Sepeda Motor	124	138	146
2	Sedan, Jeep	256	272	309
3	Pick up,combi	273	307	317
4	Mobil Penumpang	173	195	197
5	Bus Kecil	9	12	13
6	Bus Besar	8	10	14
7	Truck 2 as (L)	5	9	10
8	Truck 2 as (H)	7	12	13
9	Truck 3 as	7	8	12
10	Truck Trailer	8	10	17
11	Truck Semi-Trailer	7	9	10

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

4.2.5 Data Hasil Pemeriksaan Benkelman 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 Benkelman 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_2) 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 :

$$d = 2(d_3 - d_1)Ft C \dots\dots\dots \text{Pers.4.1}$$

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 4.4.

Tabel 4.4 Data Lendutan Balik

no	STA	d
1	STA 94+230	0,46
2	STA 94+400	0,78
3	STA 94+600	0,55
4	STA 94+800	0,62
5	STA 95+000	0,81
6	STA 95+200	0,48
7	STA 95+400	0,37
8	STA 95+600	0,58
9	STA 95+800	1,06
10	STA 96+000	1,50
11	STA 96+200	0,74
12	STA 96+400	0,94
13	STA 96+600	0,85
14	STA 96+800	1,08
15	STA 97+000	1,29
16	STA 97+200	1,10

17	STA 97+400	1,47
18	STA 97+550	0,89
	□	15,57

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 Probolinggo 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 sebagai mana terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Curah Hujan

no	tahun	hujan maks
1	2001	98
2	2002	121
3	2003	128
4	2004	108
5	2005	83
6	2006	94
7	2007	97
8	2008	113
9	2009	190
10	2010	102

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 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.

Data Jumlah Kendaraan bermotor dari tahun 2008 sampai tahun 2010 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 :

- Mencari grafik dan persamaan regresi dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dalam program minitab.
- Cek grafik regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- Dari persamaan regresi tersebut dipindah dalam program Ms. Excel untuk mencari prediksi pertumbuhan tiap kendaraan ditiap-tiap tahun untuk umur rencana 10 tahun mendatang.
- Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :
- Dengan jumlah hasil perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

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

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

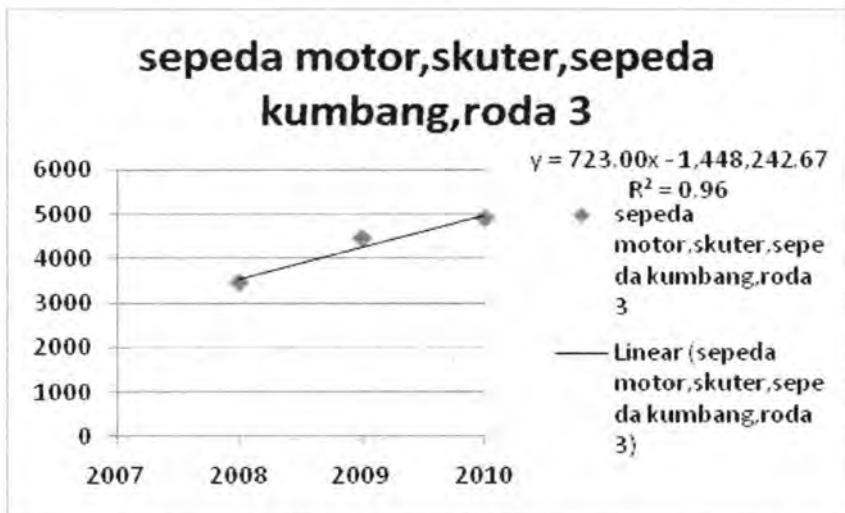
- f. Kemudian hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) dijadikan persen (%)

A. Analisa Lalu Lintas Jalan Bromo

Berdasarkan data lalu lintas harian ruas jalan Bromo seperti terlihat pada Tabel 4.2, maka dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas dari masing-masing jenis kendaraan.

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan sepeda motor, skuter, sepeda kumbang, roda 3 tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.



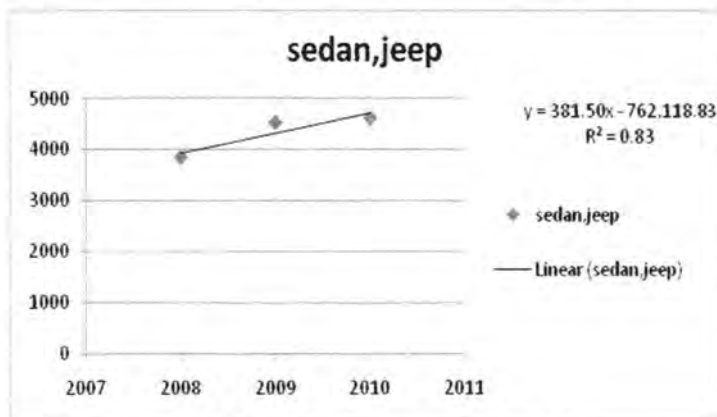
Gambar 4.1 Regresi linear sepeda motor, skuter, sepeda kumbang, roda 3

**Tabel 4.6 Hasil Regresi linear sepeda motor,skuter,
sepeda kumbang,roda 3**

sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	3451	0.960	3541	0		
2	2009	4445		4264	0.20416		
3	2010	4897		4987	0.16955		
4	2011			5710	0.14497		
5	2012			6433	0.12661		
6	2013			7156	0.11238		
7	2014			7879	0.10103		
8	2015			8602	0.09176	0.102076	10.2
9	2016			9325	0.08405		
10	2017			10048	0.07753		
11	2018			10771	0.07195		
12	2019			11494	0.06712		
13	2020			12217	0.06290		
14	2021			12940	0.05918		
15	2022			13663	0.05587		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan, Jeep

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan sedan dan jeep tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



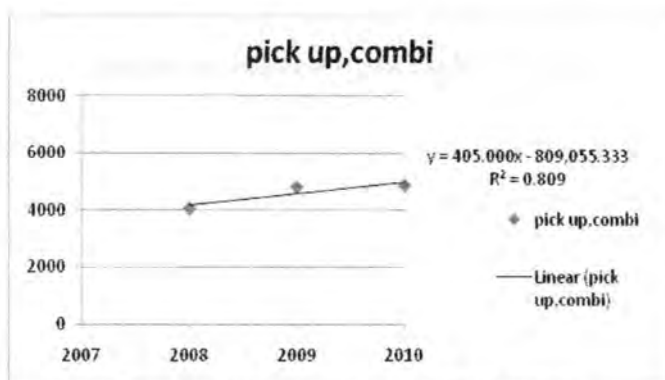
Gambar 4.2 Regresi linear sedan,jeep

Tabel 4.7 Hasil Regresi linear sedan,jeep
sedan,jeep

no	x	Y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	3834	0.830	3933	0		
2	2009	4513		4315	0.096996		
3	2010	4597		4696	0.0884193		
4	2011			5078	0.0812364		
5	2012			5459	0.0751329		
6	2013			5841	0.0698824		
7	2014			6222	0.0653178		
8	2015			6604	0.061313	0.063311	6.3
9	2016			6985	0.0577709		
10	2017			7367	0.0546157		
11	2018			7748	0.0517873		
12	2019			8130	0.0492374		
13	2020			8511	0.0469269		
14	2021			8893	0.044823		
15	2022			9274	0.0429005		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan Pick up,combi**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan pick up dan combi tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.



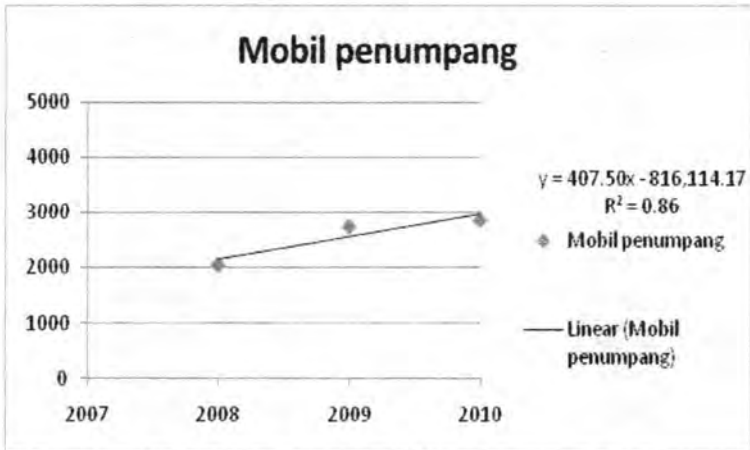
Gambar 4.3 Regresi linear Pick up,combi

Tabel 4.8 Hasil Regresi linear Pick up,combi

pick up,combi							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	4071	0.809	4185	0		
2	2009	4817		4590	0.0967819		
3	2010	4881		4995	0.0882417		
4	2011			5400	0.0810865		
5	2012			5805	0.0750046		
6	2013			6210	0.0697714		
7	2014			6615	0.0652209		
8	2015			7020	0.0612276	0.063214	6.
9	2016			7425	0.057695		
10	2017			7830	0.0545479		
11	2018			8235	0.0517263		
12	2019			8640	0.0491823		
13	2020			9045	0.0468768		
14	2021			9450	0.0447778		
15	2022			9855	0.0428587		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mobil penumpang**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan mobil penumpang tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



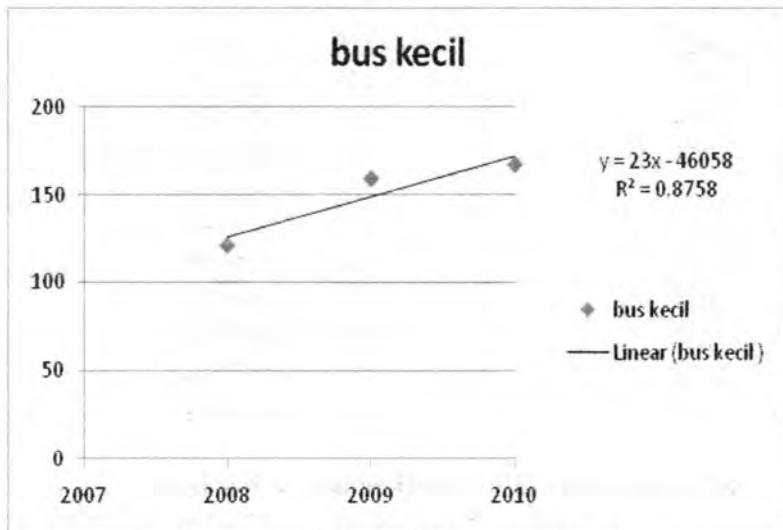
Gambar 4.4 Regresi linear mobil penumpang

Tabel 4.9 Hasil Regresi linear mobil penumpang
mobil penumpang

no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	2049	0.86	2146	0		
2	2009	2747		2553	0.189903		
3	2010	2864		2961	0.159596		
4	2011			3368	0.137630		
5	2012			3776	0.120980		
6	2013			4183	0.107923		
7	2014			4591	0.097410		
8	2015			4998	0.088764	0.097776	9.8
9	2016			5406	0.081527		
10	2017			5813	0.075382		
11	2018			6221	0.070098		
12	2019			6628	0.065506		
13	2020			7036	0.061479		
14	2021			7443	0.057918		
15	2022			7851	0.054747		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan bis kecil tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



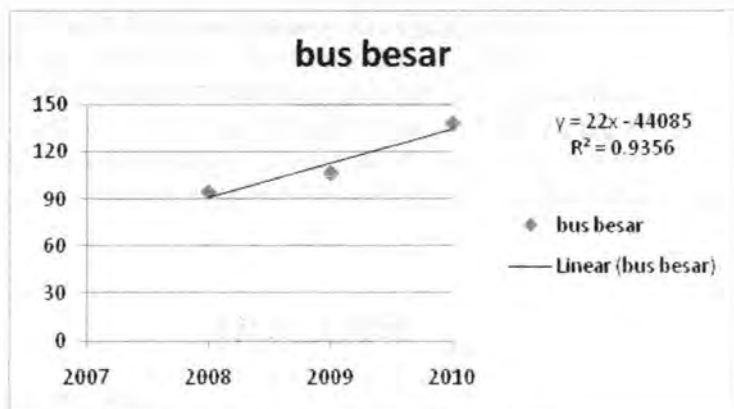
Gambar 4.5 Regresi linear bus kecil

Tabel 4.10 Hasil Regresi linear bus kecil

bus kecil							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	121	0.875	126	0		
2	2009	159		149	0.182540		
3	2010	167		172	0.154362		
4	2011			195	0.133721		
5	2012			218	0.117949		
6	2013			241	0.105505		
7	2014			264	0.095436		
8	2015			287	0.087121	0.095476	9.5
9	2016			310	0.080139		
10	2017			333	0.074194		
11	2018			356	0.069069		
12	2019			379	0.064607		
13	2020			402	0.060686		
14	2021			425	0.057214		
15	2022			448	0.054118		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan bus besar tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



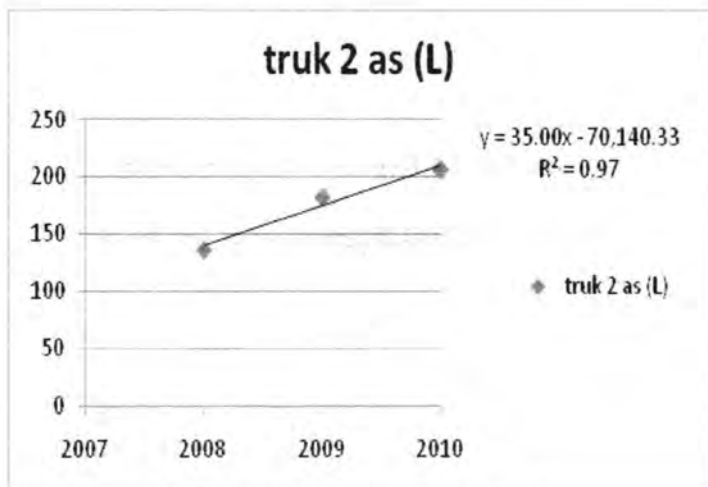
Gambar 4.6 Regresi linear bus besar

Tabel 4.11 Hasil Regresi linear bus besar

bus besar							
no	x	Y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	94	0.935	91	0		
2	2009	106		113	0.241758		
3	2010	138		135	0.19469		
4	2011			157	0.162963		
5	2012			179	0.140127		
6	2013			201	0.122905		
7	2014			223	0.109453		
8	2015			245	0.098655	0.112572	11.3
9	2016			267	0.089796		
10	2017			289	0.082397		
11	2018			311	0.076125		
12	2019			333	0.07074		
13	2020			355	0.066066		
14	2021			377	0.061972		
15	2022			399	0.058355		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as (L)

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truck 2 as (L) tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



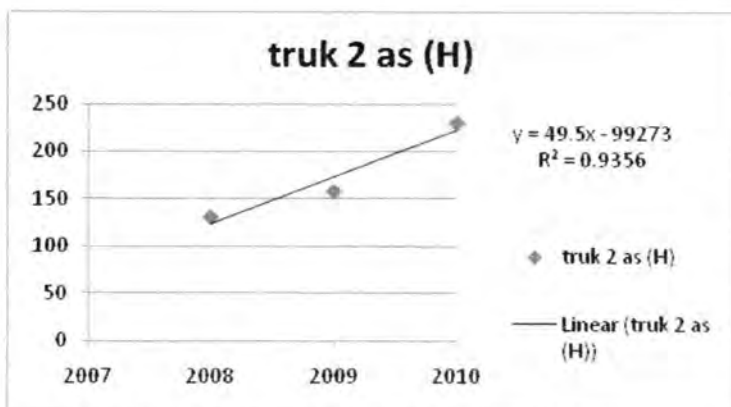
Gambar 4.7 Regresi linear truk 2as (L)

Tabel 4.12 Hasil Regresi linear truk 2as (L)

truk 2 as (L)							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	136	0.97	140	0		
2	2009	182		175	0.2506		
3	2010	206		210	0.2004		
4	2011			245	0.1669		
5	2012			280	0.1430		
6	2013			315	0.1251		
7	2014			350	0.1112		
8	2015			385	0.1001	0.114883	11.5
9	2016			420	0.0910		
10	2017			455	0.0834		
11	2018			490	0.0770		
12	2019			525	0.0715		
13	2020			560	0.0667		
14	2021			595	0.0625		
15	2022			630	0.0589		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 2 as (H)**

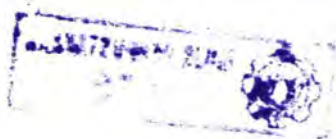
Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truck 2 as (H) tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



Gambar 4.8 Regresi linear truk 2as (H)

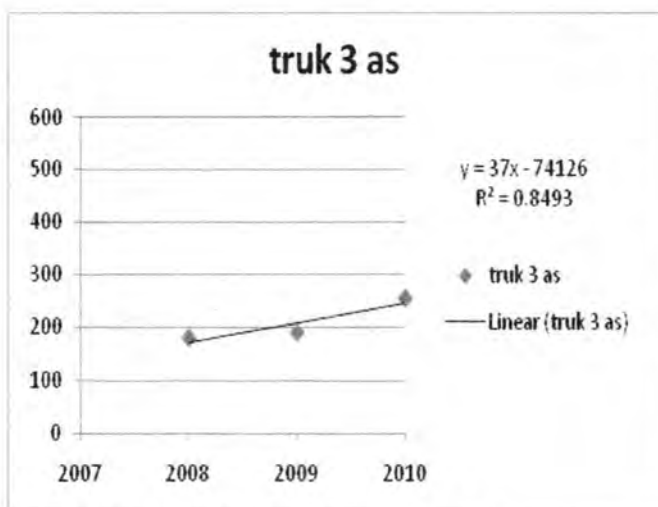
Tabel 4.13 Hasil Regresi linear truk 2as (H)

truk 2 as (H)							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	131	0.93	123	0		
2	2009	158		173	0.4024		
3	2010	230		222	0.2870		
4	2011			272	0.2230		
5	2012			321	0.1823		
6	2013			371	0.1542		
7	2014			420	0.1336		
8	2015			470	0.1179	0.148293	14.8
9	2016			519	0.1054		
10	2017			569	0.0954		
11	2018			618	0.0871		
12	2019			668	0.0801		
13	2020			717	0.0742		
14	2021			767	0.0690		
15	2022			816	0.0646		



❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck 3 as

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truck 3 as tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



Gambar 4.9 Regresi linear truk 3 as

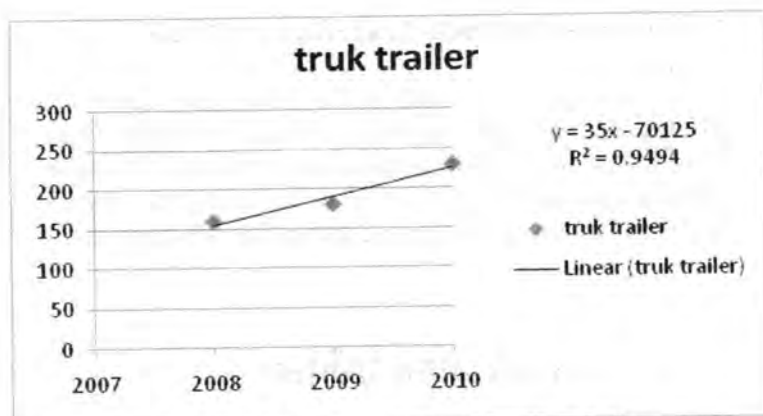
Tabel 4.14 Hasil Regresi linear truk 3 as

truk 3 as							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	179	0.85	170	0		
2	2009	189		207	0.21765		
3	2010	253		244	0.17874		
4	2011			281	0.15164		
5	2012			318	0.13167		
6	2013			355	0.11635		
7	2014			392	0.10423		
8	2015			429	0.09439	0.105972	10.6
9	2016			466	0.08625		
10	2017			503	0.07940		
11	2018			540	0.07356		
12	2019			577	0.06852		
13	2020			614	0.06412		
14	2021			651	0.06026		
15	2022			688	0.05684		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck Trailer**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truck trailertahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun





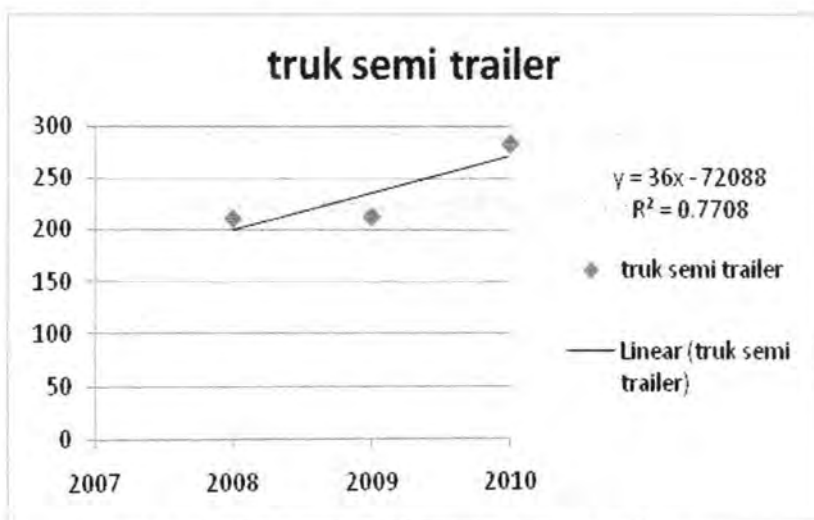
Gambar 4.10 Regresi linear truk trailer

Tabel 4.15 hasil Regresi linear truk trailer

truk trailer							
no	X	y	R^2	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	160	0.949	155	0		
2	2009	181		190	0.226		
3	2010	230		225	0.184		
4	2011			260	0.156		
5	2012			295	0.135		
6	2013			330	0.119		
7	2014			365	0.106		
8	2015			400	0.096	0.108256	10.8
9	2016			435	0.088		
10	2017			470	0.080		
11	2018			505	0.074		
12	2019			540	0.069		
13	2020			575	0.065		
14	2021			610	0.061		
15	2022			645	0.057		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truck semi Trailer

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truck semi trailer tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



Gambar 4.11 Regresi linear truk semi trailer

Tabel 4.16 Hasil Regresi linear truck semi trailer

truk semi trailer							
no	X	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	211	0.77	200	0		
2	2009	213		236	0.180		
3	2010	283		272	0.153		
4	2011			308	0.132		
5	2012			344	0.117		
6	2013			380	0.105		
7	2014			416	0.095		
8	2015			452	0.087	0.094669	9.5
9	2016			488	0.080		
10	2017			524	0.074		
11	2018			560	0.069		
12	2019			596	0.064		
13	2020			632	0.060		
14	2021			668	0.057		
15	2022			704	0.054		

Tabel 4.17
Rekapitulasi Prediksi Total Pertumbuhan Lalu Lintas
Tahun 2012 – 2022 (jalan Bromo – Probolinggo) kend/hari

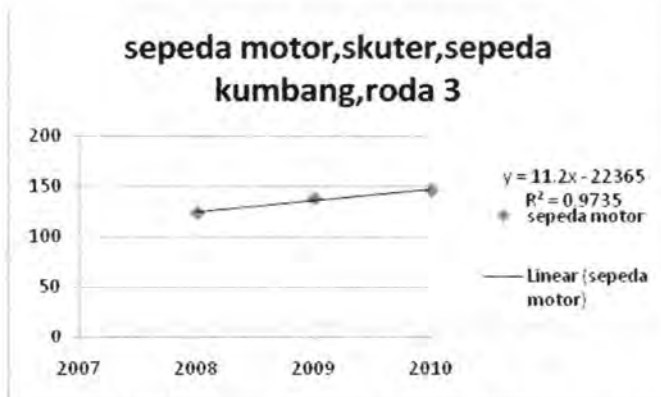
no	Col	jenis kendaraan (kend/hari)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	1	sepeda motor, skuter, sepeda kumbang, roda 3	6433	7156	7879	8602	9325	10048	10771	2019	12217	12940	13663
2	2	sedan, jeep, st wagon 2	5459	5841	6222	6604	6985	7367	7748	8130	8511	8893	9274
3	3	pick up, combi	5805	6210	6615	7020	7425	7830	8235	8640	9045	9450	9855
4	4	mobil penumpang	3776	4183	4591	4998	5406	5813	6221	6628	7036	7443	7850
5	5a	bus kecil	218	241	264	287	310	333	356	379	402	425	448
6	5b	bus besar	179	201	223	245	267	289	311	333	355	377	400
7	6a	truk 2 as (L)	280	315	350	385	420	455	490	525	560	595	630
8	6b	truk 2 as (H)	321	371	420	470	519	569	618	668	717	767	816
9	7a	truk 3 as	318	355	392	429	466	503	540	577	614	651	688
10	7b	truk trailer	295	330	365	400	435	470	505	540	575	610	645
11	7c	truk semi trailer	344	380	416	452	488	524	560	596	632	668	704
		total	23428	25382	27737	29891	32046	34200	36355	29034	40664	42818	45072

B. Analisa Lalu Lintas Jalan Bromo total dua arah pada saat jam puncak

Berdasarkan data lalu lintas jam puncak ruas jalan Bromo seperti terlihat pada Tabel 4.2, maka dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas dari masing-masing jenis kendaraan.

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3 tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



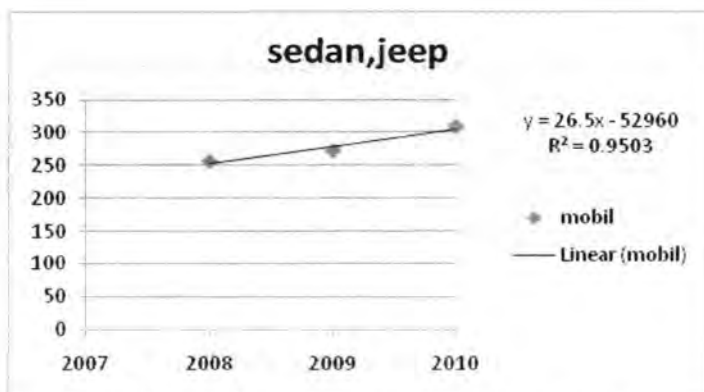
Gambar 4.12 Regresi linear sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3

Tabel 4.18 Hasil Regresi linear sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3

sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	124	0.973	125	0		
2	2009	138		136	0.089888		
3	2010	146		147	0.082474		
4	2011			158	0.07619		
5	2012			169	0.070796		
6	2013			181	0.066116		
7	2014			192	0.062016		
8	2015			203	0.058394	0.060018	6
9	2016			214	0.055172		
10	2017			225	0.052288		
11	2018			237	0.049689		
12	2019			248	0.047337		
13	2020			259	0.045198		
14	2021			270	0.043243		
15	2022			281	0.041451		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan sedan,jeep**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan sedan,jeep 3 tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



Gambar 4.13 Regresi linear sedan,jeep

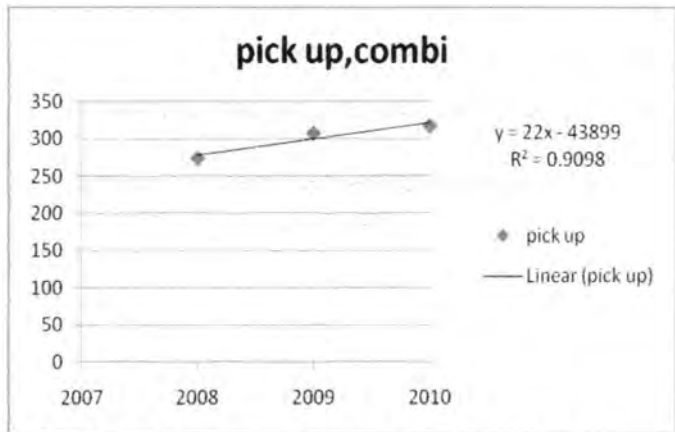
Tabel 4.19 Hasil Regresi linear sedan,jeep

sedan,jeep

no	x	Y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	256	0.95	252	0		
2	2009	272		280	0.109127		
3	2010	309		305	0.091234		
4	2011			331	0.083607		
5	2012			356	0.077156		
6	2013			382	0.071629		
7	2014			407	0.066841		
8	2015			433	0.062654	0.065466	7
9	2016			458	0.05896		
10	2017			484	0.055677		
11	2018			509	0.05274		
12	2019			535	0.050098		
13	2020			560	0.047708		
14	2021			586	0.045536		
15	2022			611	0.043553		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan pick up,combi**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan pick up,combi tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



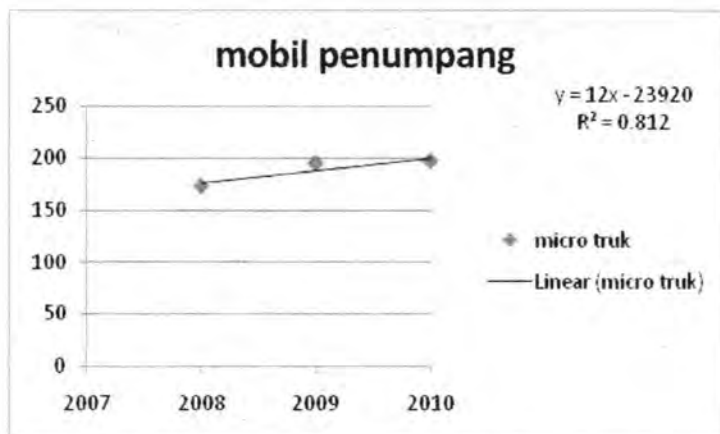
Gambar 4.14 Regresi linear pick up,combi

Tabel 4.20 Hasil Regresi linear pick up,combi

pick up,combi							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	273	0.9	277	0		
2	2009	307		299	0.079422		
3	2010	317		321	0.073579		
4	2011			343	0.068536		
5	2012			365	0.06414		
6	2013			387	0.060274		
7	2014			409	0.056848		
8	2015			431	0.05379	0.054922	5
9	2016			453	0.051044		
10	2017			475	0.048565		
11	2018			497	0.046316		
12	2019			519	0.044266		
13	2020			541	0.042389		
14	2021			563	0.040665		
15	2022			585	0.039076		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan mobil penumpang**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan mobil penumpang tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



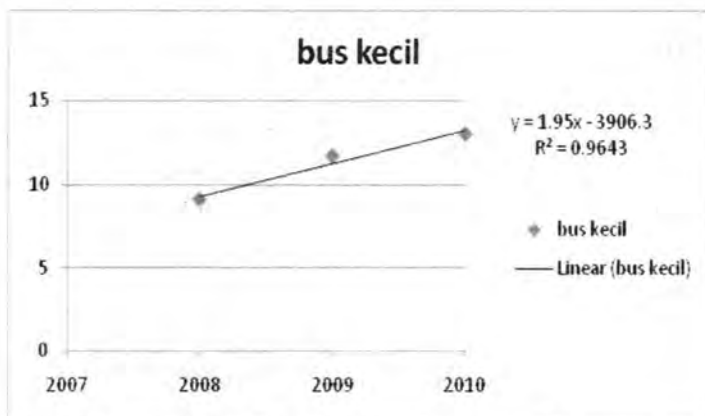
Gambar 4.15 Regresi linear mobil penumpang

Tabel 4.21 Hasil Regresi linear miobil penumpang

mobil penumpang							
no	x	y	R^2	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	173	0.82	176	0		
2	2009	195		188	0.068182		
3	2010	197		200	0.06383		
4	2011			212	0.06		
5	2012			224	0.056604		
6	2013			236	0.053571		
7	2014			248	0.050847		
8	2015			260	0.048387	0.049078	5
9	2016			272	0.046154		
10	2017			284	0.044118		
11	2018			296	0.042254		
12	2019			308	0.040541		
13	2020			320	0.038961		
14	2021			332	0.0375		
15	2022			344	0.036145		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus kecil

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan bus kecil tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



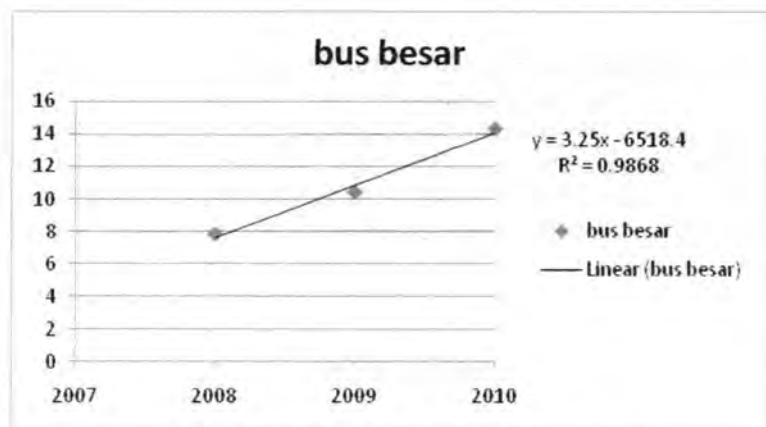
Gambar 4.16 Regresi linear bus kecil

Tabel 4.22 Hasil Regresi linear bus kecil

bus kecil							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	9	0.96	10	0		
2	2009	12		12	0.203125		
3	2010	13		14	0.168831		
4	2011			15	0.144444		
5	2012			17	0.126214		
6	2013			19	0.112069		
7	2014			21	0.100775		
8	2015			23	0.091549	0.10177	10
9	2016			25	0.083871		
10	2017			27	0.077381		
11	2018			29	0.071823		
12	2019			31	0.06701		
13	2020			33	0.062802		
14	2021			35	0.059091		
15	2022			37	0.055794		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus besar**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan bus besar tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



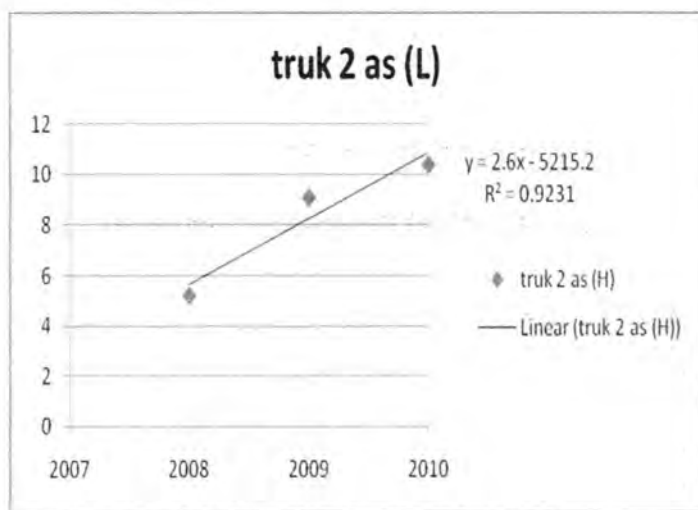
Gambar 4.17 Regresi linear bus besar

Tabel 4.23 Hasil Regresi linear bus besar

bus besar							
no	X	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	8	0.986	8	0		
2	2009	10		11	0.40625		
3	2010	14		15	0.288889		
4	2011			18	0.224138		
5	2012			21	0.183099		
6	2013			24	0.154762		
7	2014			28	0.134021		
8	2015			31	0.118182	0.149016	15
9	2016			34	0.105691		
10	2017			37	0.095588		
11	2018			41	0.087248		
12	2019			44	0.080247		
13	2020			47	0.074286		
14	2021			50	0.069149		
15	2022			54	0.064677		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk 2as (L)**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truk 2as (L) tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



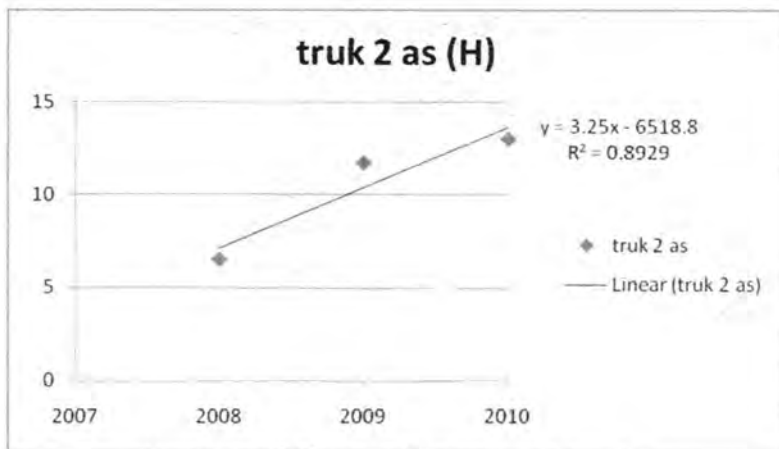
Gambar 4.18 Regresi linear truk 2as(L)

Tabel 4.24 Hasil Regresi linear truck 2as (L)

truk 2 as (L)							
no	X	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	5	0.923	6	0		
2	2009	9		8	0.448276		
3	2010	10		11	0.309524		
4	2011			14	0.236364		
5	2012			16	0.191176		
6	2013			19	0.160494		
7	2014			21	0.138298		
8	2015			24	0.121495	0.156715	16
9	2016			27	0.108333		
10	2017			29	0.097744		
11	2018			32	0.089041		
12	2019			34	0.081761		
13	2020			37	0.075581		
14	2021			40	0.07027		
15	2022			42	0.065657		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk 2as (H)**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truk 2as (H) tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



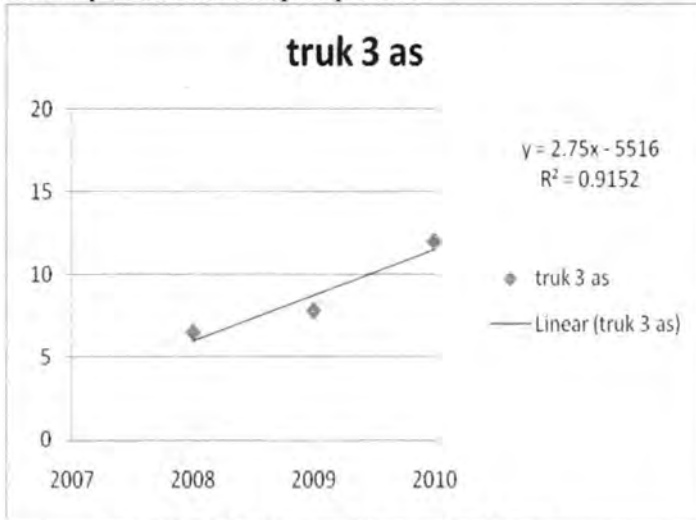
Gambar 4.19 Regresi linear truk 2as (H)

Tabel 4.25 Hasil Regresi linear truck 2as(H)

truk 2 as (H)							
no	x	y	R^2	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	7	0.89	8	0		
2	2009	12		11	0.40625		
3	2010	13		15	0.288889		
4	2011			18	0.224138		
5	2012			21	0.183099		
6	2013			24	0.154762		
7	2014			28	0.134021		
8	2015			31	0.118182	0.149016	15
9	2016			34	0.105691		
10	2017			37	0.095588		
11	2018			41	0.087248		
12	2019			44	0.080247		
13	2020			47	0.074286		
14	2021			50	0.069149		
15	2022			54	0.064677		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk 3as**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truk 3as tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.



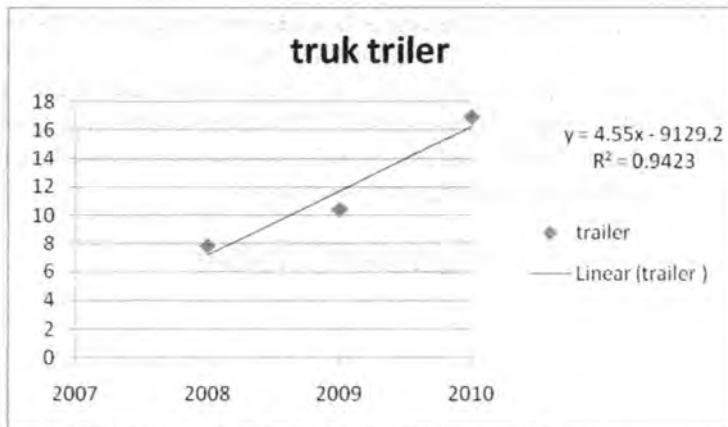
Gambar 4.20 Regresi linear truk 3as

Tabel 4.26 Hasil Regresi linear truck 3as

truk 3 as							
no	x	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	7	0.91	6	0		
2	2009	8		9	0.458333		
3	2010	12		12	0.314286		
4	2011			14	0.23913		
5	2012			17	0.192982		
6	2013			20	0.161765		
7	2014			23	0.139241		
8	2015			25	0.122222	0.158489	16
9	2016			28	0.108911		
10	2017			31	0.098214		
11	2018			34	0.089431		
12	2019			36	0.08209		
13	2020			39	0.075862		
14	2021			42	0.070513		
15	2022			45	0.065868		

❖ **Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk trailer**

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truk trailer tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun.



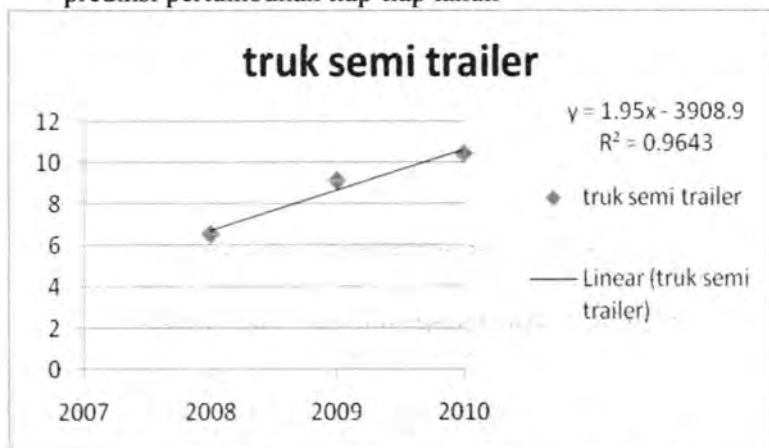
Gambar 4.21 Regresi linear truk trailer

Tabel 4.27 Hasil Regresi linear truck trailer

truk trailer							
no	X	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	8	0.94	7	0		
2	2009	10		12	0.614865		
3	2010	17		17	0.380753		
4	2011			21	0.275758		
5	2012			26	0.216152		
6	2013			30	0.177734		
7	2014			35	0.150912		
8	2015			39	0.131124	0.183441	18
9	2016			44	0.115924		
10	2017			48	0.103881		
11	2018			53	0.094105		
12	2019			57	0.086011		
13	2020			62	0.079199		
14	2021			67	0.073387		
15	2022			71	0.06837		

❖ Pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk semi trailer

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel, dari data lalu lintas kendaraan truk semi trailer tahun 2008 sampai dengan tahun 2010 dapat diketahui persamaan regresi, besar regresi, grafik regresi dan dapat diketahui prediksi pertumbuhan tiap-tiap tahun



Gambar 4.22 Regresi linear truk semi trailer

Tabel 4.28 Hasil Regresi linear truck semi trailer

truk semi trailer							
no	X	y	R ²	pers.regresi	i	i rata-rata	i(%)
1	2008	7	0.96	7	0		
2	2009	9		9	0.291045		
3	2010	10		11	0.225434		
4	2011			13	0.183962		
5	2012			15	0.155378		
6	2013			16	0.134483		
7	2014			18	0.118541		
8	2015			20	0.105978	0.124845	12
9	2016			22	0.095823		
10	2017			24	0.087444		
11	2018			26	0.080412		
12	2019			28	0.074427		
13	2020			30	0.069272		
14	2021			32	0.064784		
15	2022			34	0.060842		

Tabel 4.29
Rekapitulasi Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas
Tahun 2012 – 2022 (jalan Bromo - Probolinggo) total 2 arah
satuan smp/jam

no	Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1		1)sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	169	181	192	203	214	225	237	248	259	270
2		2)sedan,jeep,st wagon 2	356	382	407	433	458	484	509	535	560	586
3		3)pick up,combi	365	387	409	431	453	475	497	519	541	563
4		4)mobil penumpang	224	236	248	260	272	284	296	308	320	332
5		5a)bus kecil	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
6		5b)bus besar	21	24	28	31	34	37	41	44	47	50
7		6a)truk 2 as (L)	16	19	21	24	27	29	32	34	37	39
8		6b)truk 2 as (H)	21	24	28	31	34	37	41	44	47	50
9		7a)truk 3 as	17	20	23	25	28	31	34	36	39	42
10		7b)truk trailer	26	30	35	39	44	48	53	57	62	67
11		7c)truk semi trailer	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32
		total	1247	1338	1429	1520	1611	1702	1793	1884	1975	2066

Analisa Kapasitas Jalan Bromo

➤ Sebelum di lebarkan

a. Menentukan kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Bromo – Probolinggo . Untuk Alinyemen vertikal :

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

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (H \text{ KM } 94+250) - (H \text{ KM } 94+730) \\ &= 16,1 - 19,67 = -3,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= (H \text{ KM } 94+730) - (H \text{ KM } 95+230) \\ &= 19,67 - 23,6 = -3,87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (H \text{ KM } 95+230) - (H \text{ KM } 95+730) \\ &= 23,6 - 26,8 = -3,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= (H \text{ KM } 95+730) - (H \text{ KM } 96+230) \\ &= 26,8 - 31,1 = -4,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= (H \text{ KM } 96+230) - (H \text{ KM } 96+730) \\ &= 31,1 - 31,7 = -0,59 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_6 &= (H \text{ KM } 96+730) - (H \text{ KM } 97+230) \\ &= \quad \quad 31,7 - \quad \quad 35,1 = \quad \quad -3,44 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= -18,99 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{Panjang Jalan}} = \frac{-18,99}{3} = -6,33 \text{ m / km}$$

-6,33 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, tidak terdapat lengkung horisontal. Maka untuk menentukan Co kami hanya menggunakan perhitungan alinyemen vertical.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal diatas dapat disimpulkan bawah medan jalan ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.3.

Dari Tabel 2.1 didapat nilai $C_0 = 2900$ smp/jam

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

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2 UD dengan lebar efektif jalur 3,5 meter per lajur didapat nilai $FC_w = 1,00$.

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

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan tanpa pemisah arah 50%-50% didapat $FC_{sp} = 1$.

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

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Bromo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif 2,75 meter.

Dari tabel 2.8 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif 2,75 meter, didapat $FC_{sf} = 0,98$

- e. Menentukan factor penyesuaian untuk ukuran kota (FC_{cs})
Berdasarkan dari table 2.5, didapat $FC_{cs} = 0,90$

- f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$= 2900 \times 1,00 \times 1,0 \times 0,98 \times 0,90$$

$$= 2557,8 / \text{jam}$$

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

➤ Awal umur rencana tahun 2012

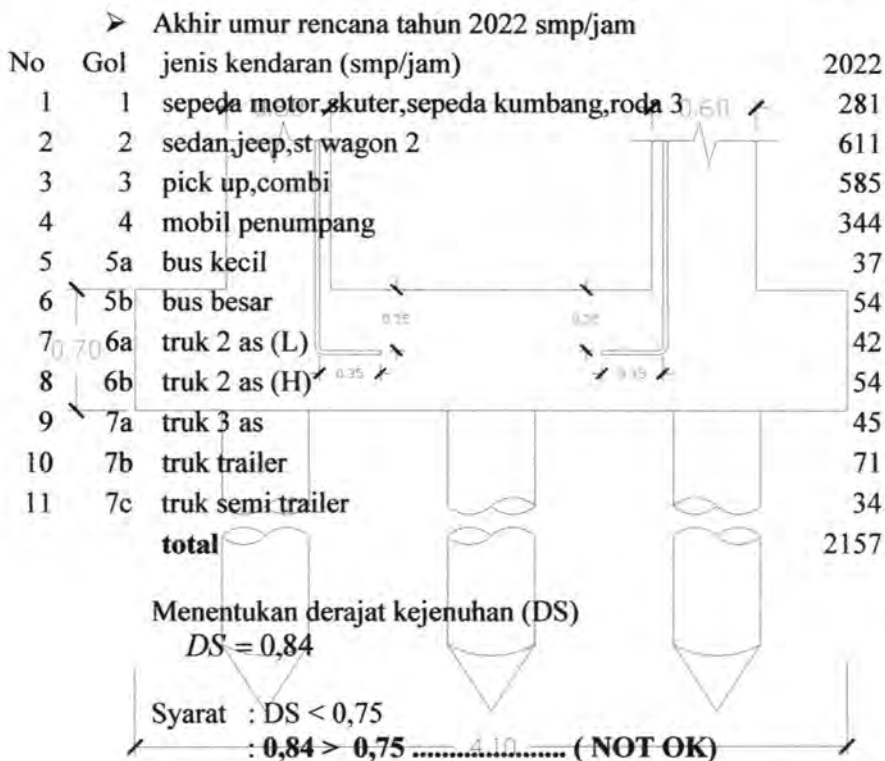
no	Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2012
1	1	sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	169
2	2	sedan,jeep,st wagon 2	356
3	3	pick up,combi	365
4	4	mobil penumpang	224
5	5a	bus kecil	17
6	5b	bus besar	21
7	6a	truk 2 as (L)	16
8	6b	truk 2 as (H)	21
9	7a	truk 3 as	17
10	7b	truk trailer	26
11	7c	truk semi trailer	15
		total	1247

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = 0,49$$

Syarat : $DS < 0,75$

: $0,49 < 0,75$ (OK)



Gambar 8.16 Gambar Stek Kolom

Tabel 4.30
Derajat Kejenuhan sebelum Jalan Bromo Dilebarkan

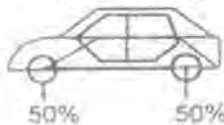
Tahun	total	DS
2012	1247	0.49
2013	1338	0.52
2014	1429	0.56
2015	1520	0.59
2016	1611	0.63
2017	1702	0.67
2018	1793	0.70
2019	1884	0.74
2020	1975	0.77
2021	2066	0.81
2022	2157	0.84

4.3.2 Data survey muatan maksimum

Dalam menentukan distribusi beban sumbu pada jenis-jenis kendaraan maka dipergunakan tabel 2.10 dan untuk angka ekuivalen tiap-tiap jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.12, apabila angka tidak terdapat dalam tabel maka dipergunakan rumus yang terdapat pada tabel 2.11. Berikut ini perhitungannya distribusi beban sumbu dan angka ekuivalen pada tiap-tiap jenis kendaraan.

a. Kendaraan Penumpang

Sesuai tabel 2.12 kendaraan 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 :

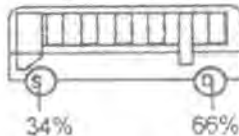
E sumbu depan tunggal beban 1 ton = 0,0002

E sumbu belakang tunggal beban 1 ton = 0,0002+

E untuk kendaraan penumpang = **0,0004**

b. Kendaraan Bus Kecil

Sesuai tabel 2.10 kendaraan bus kecil mempunyai berat maksimum 5000 kg = 5 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = 34% x 5 ton = 1,7 ton

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

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekuivalen :

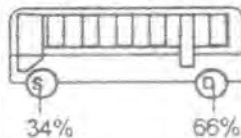
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 1,7 \text{ ton} = \left[\frac{1700}{8160} \right]^4 = 0,0019$$

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

$$E \text{ untuk kendaraan bus kecil} = \mathbf{0,0286}$$

c. Kendaraan Bus Besar

Sesuai tabel 2.10 kendaraan bus besar mempunyai berat maksimum 9000 kg = 9 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



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

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

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

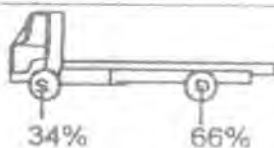
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 3,06 \text{ ton} = \left[\frac{3060}{8160} \right]^4 = 0,0198$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 5,94 \text{ ton} = \left[\frac{5940}{8160} \right]^4 = 0,2807$$

$$E \text{ untuk kendaraan bus besar} = \mathbf{0,3005}$$

d. Kendaraan Truck 2 as (L)

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum 8300 kg = 8,3 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 8,3 \text{ ton} = 2,822 \text{ ton}$
 Beban sumbu belakang = $66\% \times 8,3 \text{ ton} = 5,478 \text{ ton}$
 Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

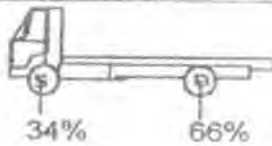
$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 2,822 \text{ ton} = \left[\frac{2822}{8160} \right]^4 = 0,0143$$

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

$$E \text{ untuk kendaraan truck 2 as } \frac{3}{4} = 0,2174$$

e. **Kendaraan Truck 2 as (H)**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 2 as mempunyai berat maksimum $18200 \text{ kg} = 18,2 \text{ ton}$, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = $34\% \times 18,2 \text{ ton} = 6,19 \text{ ton}$
 Beban sumbu belakang = $66\% \times 18,2 \text{ ton} = 12,01 \text{ ton}$
 Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 6,19 \text{ ton} = \left[\frac{6190}{8160} \right]^4 = 0,3311$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 12,01 \text{ ton} = \left[\frac{12010}{8160} \right]^4 = 4,692$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck 2 as} = 5,0237$$

f. **Kendaraan Truck 3 as**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck 3 as mempunyai berat maksimum 25000 kg = 25 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan = 34% x 25 ton = 6,25 ton

Beban sumbu belakang = 66% x 25 ton = 18,75ton

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

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

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 18,75 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{18750}{8160} \right]^4$$

$$= 2,397$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck 3 as} = \mathbf{2,7416}$$

g. **Kendaraan Truck Trailer**

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck trailer mempunyai berat maksimum 42000 kg = 42 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut



Beban sumbu depan = 18% x 42 ton = 7,56 ton

Beban sumbu belakang = 54% x 42 ton = 22,68 ton

Beban sumbu tengah = 28% x 42 ton = 11,76 ton

Sesuai dengan tabel 2.10 didapat angka ekivalen :

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 7,56 \text{ ton} = \left[\frac{7560}{8160} \right]^4 = 0,7368$$

$$E \text{ sumbu Belakang tunggal beban } 22,68 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{22680}{8160} \right]^4 \\ = 5,1323$$

$$E \text{ sumbu tengah tunggal beban } 11,76 \text{ ton} = 0,086 \times \left[\frac{11760}{8160} \right]^4 \\ = 4,3139$$

$$E \text{ untuk kendaraan truck trailer} = 10,183$$

h. Kendaraan Truck Semi Trailer

Sesuai tabel 2.10 kendaraan truck semi trailer mempunyai berat maksimum 26200 kg = 26,2 ton, dan distribusi beban sumbu sebagai berikut



$$\text{Beban sumbu depan} = 18\% \times 26,2 \text{ ton} = 4,716 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu belakang} = 41\% \times 26,2 \text{ ton} = 10,742 \text{ ton}$$

$$\text{Beban sumbu tengah} = 41\% \times 26,2 \text{ ton} = 10,742 \text{ ton}$$

$$E \text{ sumbu depan tunggal beban } 4,716 \text{ ton} = \left[\frac{4716}{8160} \right]^4 = 0,1116$$

E sumbu tengah dan belakang tunggal beban 10,742 ton

$$= \left[\frac{10740}{8160} \right]^4 \times 2$$

$$= 6,00834$$

E untuk kendaraan truck Semi Trailer = **6,11791**

Tabel 4.31 Rekapitulasi Angka Ekuivalen

Jenis Kendaraan	LHR 2010
Sedan dan Jeep	0,0004
Pick up,combi	0.0004
Mobil Penumpang	0,0004
Bus Kecil	0,2863
Bus Besar	0,3005
Truck 2 as (L)	0,2174
Truck 2 as (H)	5,0264
Truck 3 as	2,7416
Truck Trailer	10,183
Truck semi Trailer	6,1179

4.3.3 Data Benkelman Beam

Berdasarkan data lendutan balik pada tabel 4.4 maka dapat ditentukan Faktor Keseragaman (FK) dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.15 dan rumus Standar Deviasi (S) yang terdapat pada persamaan 2.16 serta penggolongan faktor keseragaman yang terdapat pada tabel 2.22. Sehingga dapat ditentukan lendutan balik yang mewakili dengan menggunakan persamaan 2.19.

Perhitungan faktor keseragaman (FK) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n &= 18 \\
 \sum d &= 15,57 \\
 \sum d^2 &= 15,3875 \\
 (\sum d)^2 &= 242,425
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{18(15,3875) - (242,425)}{18(18-1)}} \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

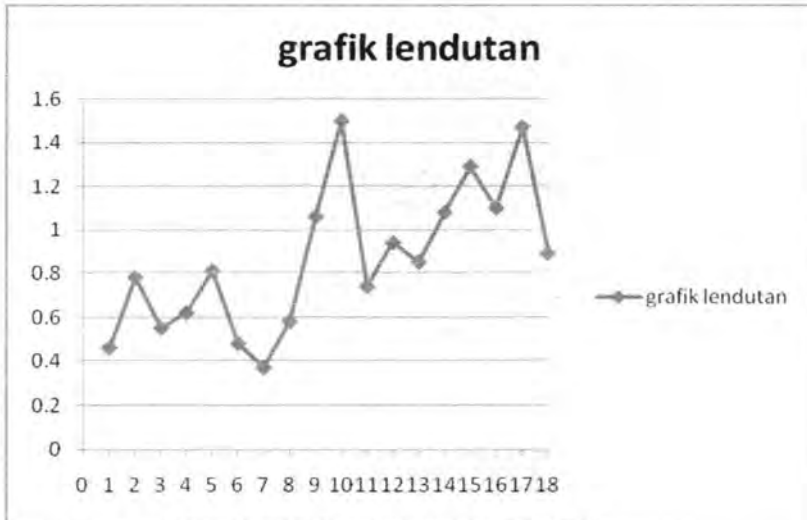
$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{15,57}{18} = 0,87$$

$$\begin{aligned}
 Fk &= \frac{S}{D} \times 100\% \\
 &= \frac{0,34}{0,87} \times 100\% = 38,85
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan Tabel 2.19 maka faktor keseragaman katagori **jelek**

Maka lendutan balik yang mewakili (D) :

$$\begin{aligned}
 D &= \bar{d} + 2.S \\
 &= 0,85 + 2.0,34 \\
 &= 1,54 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.23 Grafik Lendutan Balik

Karena FK masuk dalam category jelek, maka perlu penanganan tepat agar FK menjadi lebih baik. Maka data Bengkelman Beam di bagi menjadi 2 tabel.

STA 94+250-95+600

no	STA	d	D ²
1	STA 94+250	0.46	0.2116
2	STA 94+400	0.78	0.6084
3	STA 94+600	0.55	0.3025
4	STA 94+800	0.62	0.3844
5	STA 95+000	0.81	0.6561
6	STA 95+200	0.48	0.2304
7	STA 95+400	0.37	0.1369
8	STA 95+600	0.58	0.3364
	Σ	4.65	2.8667

$$\begin{aligned}
 n &= 18 \\
 \sum d &= 4,65 \\
 \sum d^2 &= 2,8667 \\
 (\sum d)^2 &= 21,6225
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{8(2,8667) - (21,6225)}{8(8-1)}} \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

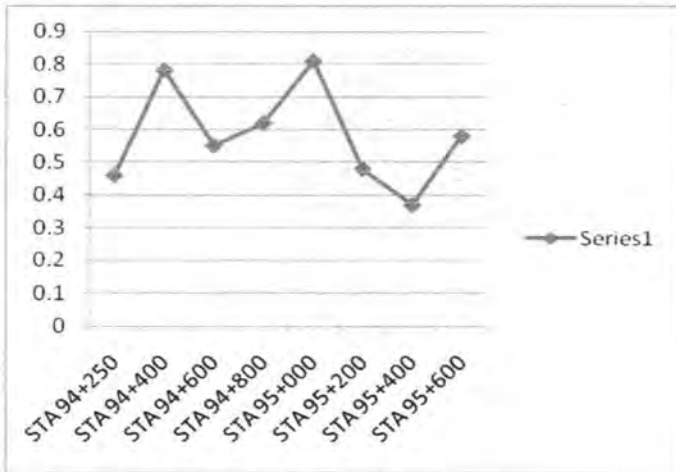
$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{4,65}{8} = 0,58$$

$$\begin{aligned}
 Fk &= \frac{S}{D} \times 100\% \\
 &= \frac{0,15}{0,58} \times 100\% = 26,32
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan Tabel 2.19 maka faktor keseragaman katagori **cukup**

Maka lendutan balik yang mewakili (D) :

$$\begin{aligned}
 D &= \bar{d} + 2.S \\
 &= 0,85 + 2.0,15 \\
 &= 0,89 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.24 Grafik Lendutan Balik STA 94+250 - 95+600

STA 95+800 – 97+550

no	STA	d	D ²
1	STA 95+800	1.06	1.1236
2	STA 96+000	1.50	2.2500
3	STA 96+200	0.74	0.5476
4	STA 96+400	0.94	0.8836
5	STA 96+600	0.85	0.7225
6	STA 96+800	1.08	1.1664
7	STA 97+000	1.29	1.6641
8	STA 97+200	1.10	1.2100
9	STA 97+400	1.47	2.1609
10	STA 97+550	0.89	0.7921
	Σ	10.92	12.5208

$$\begin{aligned}
 n &= 10 \\
 \sum d &= 10,92 \\
 \sum d^2 &= 12,5208 \\
 (\sum d)^2 &= 119,2464
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{10(12,5208) - (10,92)^2}{10(10-1)}} \\
 &= 0,26
 \end{aligned}$$

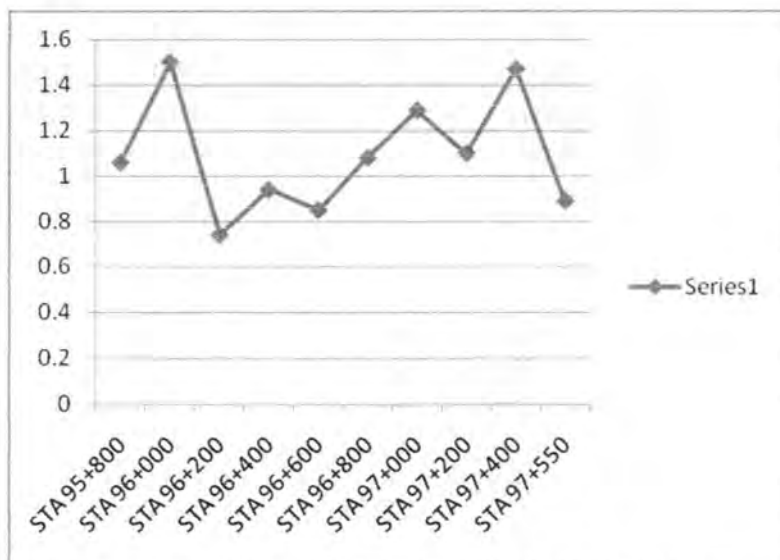
$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{10,92}{10} = 1,09$$

$$\begin{aligned}
 Fk &= \frac{S}{\bar{d}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,26}{1,09} \times 100\% = 23,57
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan Tabel 2.19 maka faktor keseragaman katagori **cukup**

Maka lendutan balik yang mewakili (D) :

$$\begin{aligned}
 D &= \bar{d} + 2.S \\
 &= 0,85 + 2.0,26 \\
 &= 0,89 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.25 Grafik Lendutan Balik STA 95+800 - 97+550

4.3.4 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari stasiun hujan yang terdekat sepanjang ruas jalan Bromo adalah sebagai berikut :

a. Data Curah Hujan

No	tahun	hujan maks	deviasi	$(R_t - R)^2$
1	2009	190	76.6	5867.56
2	2003	128	14.6	213.16
3	2002	121	7.6	57.76
4	2008	113	-0.4	0.16
5	2004	108	-5.4	29.16
6	2010	102	-11.4	129.96

7	2001	98	-15.4	237.16
8	2007	97	-16.4	268.96
9	2006	94	-19.4	376.36
10	2005	83	-30.4	924.16
jumlah		1134	$\sum(Rt-R)^2$	8104.4
$\sum x$ rata2		113.4		

i. Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{8104}{10}} = 28,47$$

j. Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun digunakan persamaan 2.26

$$Rt = \bar{R} + \frac{Sx}{Sn}(Yt - Yn)$$

Periode ulang (T) = 5 tahun

$Yt = 1,4999$ dari tabel 2.30

$Yn = 0,4952$ dari tabel 2.31

$Sn = 0,9496$ dari tabel 2.32

$$Rt = 113,4 + \frac{28,47}{0,9496}(1,4999 - 0,4952)$$

$$= 143,52 \text{ mm/jam}$$

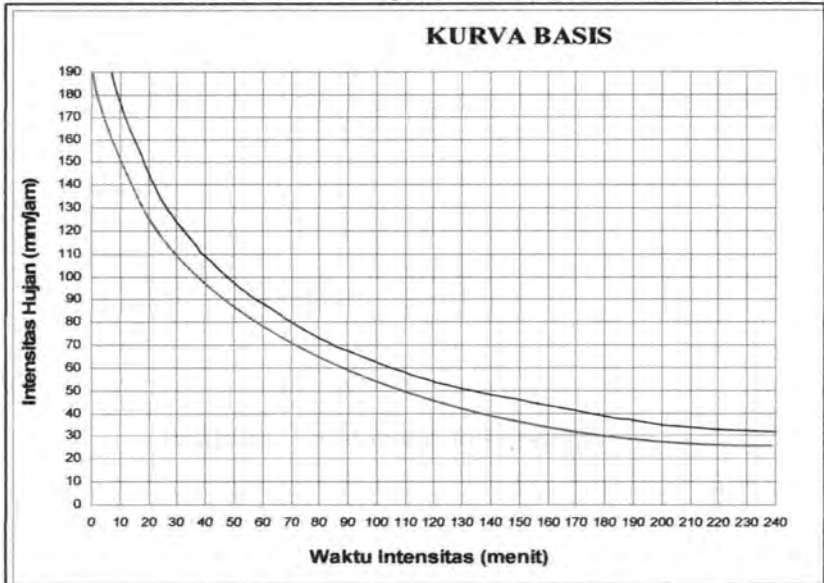
k. Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat dari persamaan 2.27.

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

$$= \frac{90\% \times 143,52}{4} = 32,39 \text{ mm / jam}$$

Harga $I = 32,39$ mm/jam diplotkan pada waktu intensitas $t = 240$ menit di kurva basisi.

I Rencana = 190 mm/jam



Gambar 4.26 Grafik kurva basis waktu intensitas dan intensitas hujan

Legenda :

- Kurva Basis
- - - Kurva Rencana



The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem of a hand holding a torch, with the letters 'ITS' and the text 'Institut Teknologi Sepuluh Nopember' below it.

BAB 5
ANALISA PERHITUNGAN

BAB V ANALISA PERHITUNGAN

5.1 Analisa Kapasitas

➤ **Sesudah dilebarkan**

a. Menentukan kapasitas dasar (C_0)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan melihat kondisi geometrik pada segmen jalan dan juga tipe jalan tersebut, untuk jalan Bromo. Untuk Alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (H \text{ KM } 94+250) - (H \text{ KM } 94+730) \\ &= 16,1 - 19,67 = -3,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= (H \text{ KM } 94+730) - (H \text{ KM } 95+230) \\ &= 19,67 - 23,6 = -3,87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (H \text{ KM } 95+230) - (H \text{ KM } 95+730) \\ &= 23,6 - 26,8 = -3,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= (H \text{ KM } 95+730) - (H \text{ KM } 96+230) \\ &= 26,8 - 31,1 = -4,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= (H \text{ KM } 96+230) - (H \text{ KM } 96+730) \\ &= 31,1 - 31,7 = -0,59 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_6 &= (H \text{ KM } 96+730) - (H \text{ KM } 97+230) \\ &= 31,7 - 35,1 = -3,44 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 \\ &= -18,99 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta H}{\sum \text{PanjangJalan}} = \frac{-18,99}{3} = -6,33 \text{ m / km}$$

-6,33 m/km < 10 m/km maka tipe medan **Datar**

Untuk Alinyemen horisontal berdasarkan hasil survey dilapangan dan gambar long section, tidak terdapat belokan. Maka untuk menentukan C_o kami hanya menggunakan perhitungan alinyemen vertikal.

Berdasarkan perhitungan alinyemen vertikal diatas dapat disimpulkan bawah medan jalan ini mempunyai tipe alinyemen jalan datar dengan dua lajur dua arah terbagi (2/2 UD) pada tabel 2.3.

Dari Tabel 2.1 didapat nilai $C_o = 2900$ smp/jam

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

Dari tabel 2.3 untuk tipe 2/2 UD dengan lebar efektif jalur 4 meter per lajur didapat nilai $FC_w = 1,14$.

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

Dari tabel 2.4 untuk tipe 2/2UD dengan tanpa pemisah arah 50%-50% didapat $FC_{sp} = 1$.

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

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Bromo dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif 2,75 meter.

Dari tabel 2.8 untuk tipe 2/2UD dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif 2,75 meter, didapat $FC_{sf} = 0,98$

- e. Menentukan factor penyesuaian untuk ukuran kota (FC_{cs})
Berdasarkan dari table 2.5, didapat $FC_{cs} = 0,90$

- f. Menentukan nilai kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapat :

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

$$= 2900 \times 1,14 \times 1,0 \times 0,98 \times 0,90$$

$$= 2915,9/\text{jam}$$

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

➤ Awal umur rencana tahun 2012

no	Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2012
1	1	sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	169
2	2	sedan,jeep,st wagon 2	356
3	3	pick up,combi	365
4	4	mobil penumpang	224
5	5a	bus kecil	17
6	5b	bus besar	21
7	6a	truk 2 as (L)	16
8	6b	truk 2 as (H)	21
9	7a	truk 3 as	17
10	7b	truk trailer	26
11	7c	truk semi trailer	15
total			1247

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = 0,43$$

Syarat : $DS \leq 0,75$: $0,43 \leq 0,75$ (OK)

➤ Akhir umur rencana tahun 2022 smp/jam

Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2022
1	sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	281
2	sedan,jeep,st wagon 2	611
3	pick up,combi	585
4	mobil penumpang	344
5a	bus kecil	37
5b	bus besar	54
6a	truk 2 as (L)	42
6b	truk 2 as (H)	54
7a	truk 3 as	45
7b	truk trailer	71
7c	truk semi trailer	34
	total	2157

Menentukan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = 0,74$$

Syarat : $DS \leq 0,75$: $0,74 \leq 0,75$ (OK)

Tabel 5.1 Derajat Kejenuhan sesudah Jalan Bromo dilebarkan

Tahun	total	DS
2012	1247	0.49
2013	1338	0.52
2014	1429	0.56
2015	1520	0.59
2016	1611	0.63
2017	1702	0.67
2018	1793	0.70
2019	1884	0.74
2020	1975	0.68
2021	2066	0.71
2022	2157	0.74

5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Berdasarkan lalu lintas harian rata-rata tahun 2011 :

a. LHR awal umur rencana (2012) sesuai Tabel 4.6

Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2012
1	sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	169
2	sedan,jeep,st wagon 2	356
3	pick up,combi	365
4	mobil penumpang	224
5a	bus kecil	17
5b	bus besar	21
6a	truk 2 as (L)	16
6b	truk 2 as (H)	21
7a	truk 3 as	17
7b	truk trailer	26
7c	truk semi trailer	15

b. LHR akhir umur rencana (2022) sesuai Tabel 4.6

Gol	jenis kendaraan (smp/jam)	2022
1	sepeda motor,skuter,sepeda kumbang,roda 3	281
2	sedan,jeep,st wagon 2	611
3	pick up,combi	585
4	mobil penumpang	344
5a	bus kecil	37
5b	bus besar	54
6a	truk 2 as (L)	42
6b	truk 2 as (H)	54
7a	truk 3 as	45
7b	truk trailer	71
7c	truk semi trailer	34

c. Angka ekivalen (E) sesuai Tabel 4.10

- Sedan dan Jeep	= 0,0004
- Pick up	= 0,0004
- Mobil Penumpang	= 0,0004
- Bus kecil	= 0,0286
- Bus besar	= 0,3005
- Truck 2 as (L)	= 0,2174
- Truck 2 as (H)	= 5,0264
- Truck 3 as	= 2,7415
- Truck Trailer	= 10,183
- Truck Semi Trailer	= 6,1179

d. Lintas ekivalen permulaan (LEP) (tahun 2011)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.7}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.14

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.2 Lintas Ekivalen Permulaan

jenis kendaraan	jumlah kendaraan th. 2012		% kendaraan	E	jumlah kendaraan
sedan, jeep	5459	x	0.5	0.0004	1.1
pick up	5805	x	0.5	0.0004	1.2
mobil penumpang	3776	x	0.5	0.0004	0.8
Bus kecil	218	x	0.5	0.0286	3.1
Bus besar	179	x	0.5	0.3005	26.9
truk 2 as (L)	280	x	0.5	0.2174	30.4
truk 2 as (H)	321	x	0.5	5.0260	806.7
truk 3 as	318	x	0.5	2.7416	435.9
truk trailer	295	x	0.5	10.1830	1502.0
truk semi trailer	344	x	0.5	6.1179	1052.3

Jumlah LEP = 3860.3

e. Lintas ekivalen akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \dots\dots\dots \text{pers 2.8}$$

Koefisien distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.14

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Tabel 5.3 Lintas Ekuivalen Akhir

jenis kendaraan	jumlah kendaraan th. 2022		% kendaraan	E	jumlah kendaraan
sedan,jeep	9274	x	0.5	0.0004	1.9
pick up	9855	x	0.5	0.0004	2.0
mobil penumpang	7851	x	0.5	0.0004	1.9
Bus kecil	448	x	0.5	0.0286	6.4
Bus besar	399	x	0.5	0.3005	59.9
truk 2 as (L)	630	x	0.5	0.2174	68.4
truk 2 as (H)	816	x	0.5	5.0260	2050.4
truk 3 as	688	x	0.5	2.7416	943.4
truk trailer	645	x	0.5	10.1830	3284.4
truk semi trailer	704	x	0.5	6.1179	2153.4

Jumlah LEA = 8571,4

Lintas ekuivalen tengah (LET) sesuai pers 2.9 :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{3860,3 + 8571,4}{2} = 6215,9$$

f. Lintas ekuivalen rencana (LER) sesuai pers 2.10 dan 2.11 :

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

$$FP = \frac{10}{10} = 1,0 \longrightarrow LER = 6215,9 \times 1,0 = 6215,9$$

- g. Menentukan nilai Faktor Regional (FR)
 Persentase kendaraan berat (>5 ton) untuk :

$$\begin{aligned} \triangleright LHR_{2012} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\ &= \frac{1737}{16994} \times 100 = 10,21\% \\ &= 10,22\% \leq 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \triangleright LHR_{2022} &= \frac{jmlkend.berat}{jmltotal.kend} \times 100\% \\ &= \frac{3882}{31309} \times 100 = 12,4\% \\ &= 12,4\% \leq 30\% \end{aligned}$$

Kelandaian 1 %

Iklim untuk curah hujan rata-rata tahunan adalah < 900mm/th.

Dari tabel 2.15 : diperoleh FR = 0,5

- h. Ipo (Indeks permukaan pada awal umur rencana)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah LASTON MS 744. Dari tabel 2.16 didapat nilai Ipo ≥ 4 .

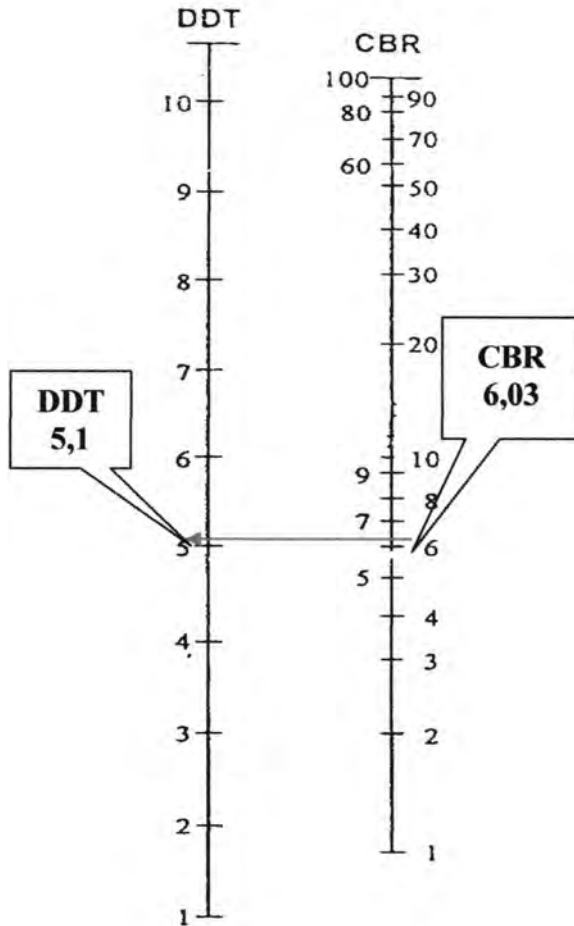
- i. IPt (Indeks permukaan pada akhir umur rencana)

Jalan Bromo adalah jalan arteri dengan LER = 6215,9

Dari Tabel 2.17 didapat nilai IPt = 2,5.

- j. ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

Sebelum mengetahui nilai ITP, perhitungan CBR yang terdapat gambar 4.11 diperoleh nilai CBR Rencana 2,9% dan setelah diketahui maka dapat dilihat dengan nilai DDT yaitu =3,8



Gambar 5.1. Grafik korelasi Antara Nilai CBR & DDT

Berikut ini adalah rekapitulasi data – data yang diperlukan untuk memperoleh harga ITP yang diplotkan pada grafik 5.3.

$$\text{CBR} = 6,03\%$$

$$\text{DDT} = 5,1\%$$

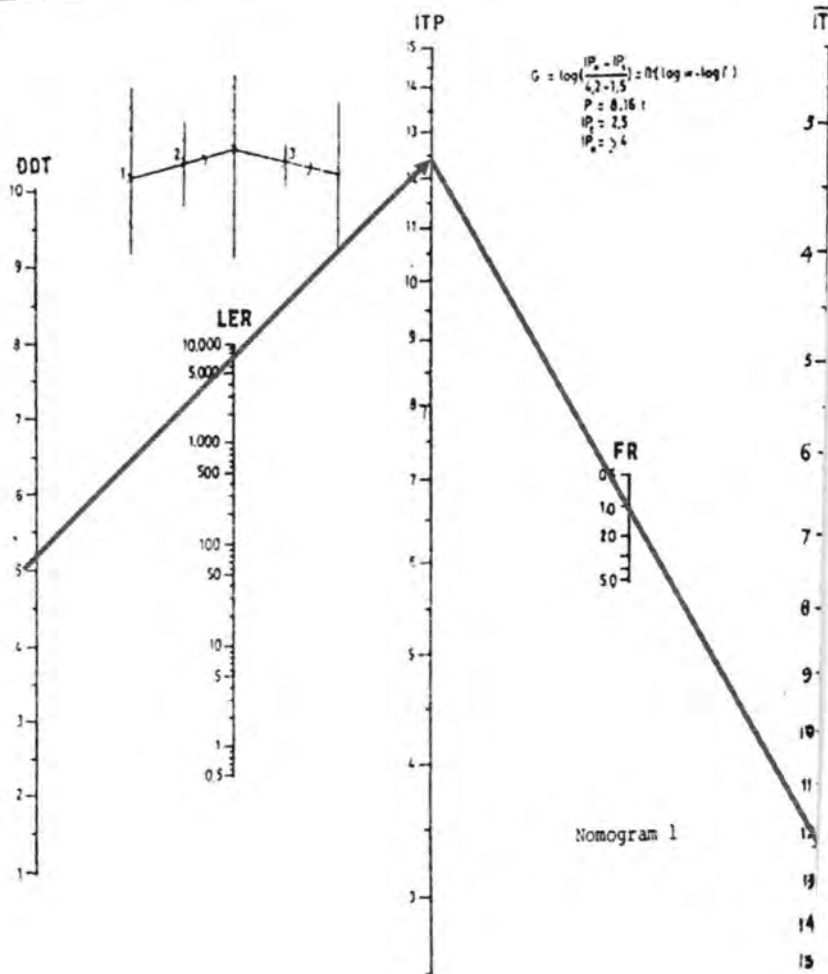
$$\text{IPo} = \geq 4$$

$$\text{IPt} = 2,5$$

$$\text{FR} = 1$$

$$\text{LER} = 6215,9$$

Karena hasil perhitungan $\text{IPt} = 2,5$ dan $\text{IPo} = \geq 4$ maka untuk mencari besarnya ITP dan $\overline{\text{ITP}}$ dapat menggunakan nomogram 1 pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Nomogram 1
Tebal Perkerasan Jalan

Dari gambar 5.2 diperoleh $ITP = 12,3$ dan $\overline{ITP} = 12,5$

1. Penentuan Tebal Perkerasan

➤ Jenis lapis perkerasan

- Lapis permukaan I LASTON (MS 744)
- Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100%)
- Lapisan pondasi bawah CTSB (CBR 50%)

➤ Koefisien kekuatan relatif

Diperoleh dari tabel 2.16.

- Lapis AC (a1) = 0,40
- Lapis pondasi atas (a2) = 0,14
- Lapis pondasi bawah (a3) = 0,15

➤ Batas tebal minimum tiap lapis perkerasan

Dari tabel 2.19 dan 2.20.

- Lapis AC (D1) = 10 cm
- Lapis pondasi atas (D2) = 25 cm
- Lapis pondasi bawah (D3) = ... cm

Dari persamaan 2.14 diperoleh.

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

$$14,8 = 0,4 \cdot 10 + 0,14 \cdot 25 + 0,15 \cdot D_3$$

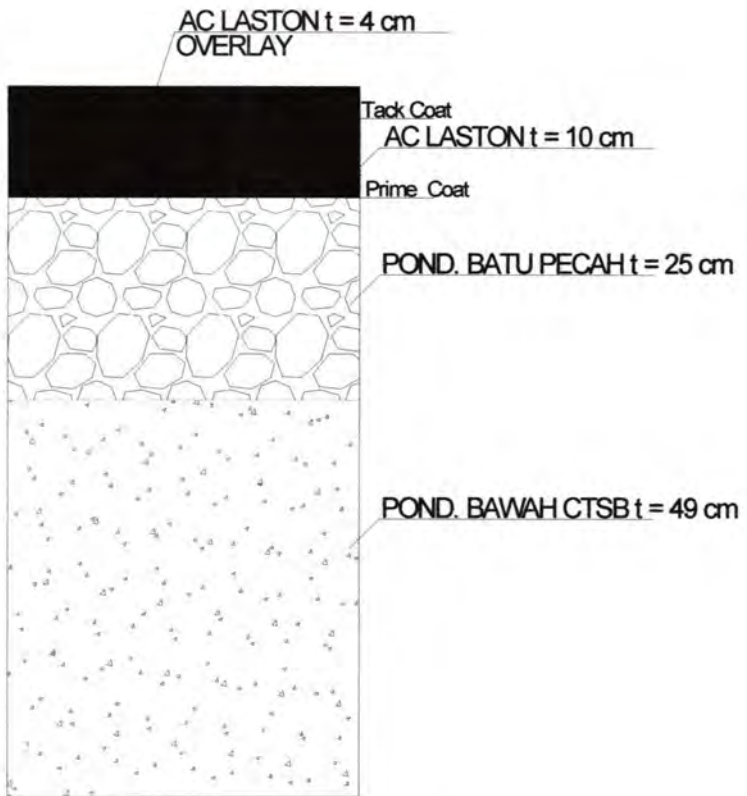
$$D_3 = 48,6 \text{ cm diambil } 49 \text{ cm}$$

Jadi komposisi untuk tebal perkerasan adalah :

$$\text{AC LASTON MS 744} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Batu Pecah Kelas A (CBR 100\%)} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{CTS (CBR 50 \%)} = 49 \text{ cm}$$



Gambar 5.3 Susunan Perkerasan

5.3 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Seperti yang telah dikerjakan dalam Sub Bab pengolahan data bahwa hasil perhitungan Faktor Keseragaman (FK) digunakan untuk perhitungan tebal lapis tambahan dan diuraikan sebagai berikut :

Perhitungan prosentase kendaraan yang lewat ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah terbagi seperti dalam tabel 2.14. Koefisien distribusi kendaraan (C).

C kendaraan ringan = 0,5

C kendaraan berat = 0,5

Prosentase kendaraan yang lewat jalan adalah :

Tabel 5.4 Lintas Ekuivalen Akhir

jenis kendaraan	LHR		C	jumlah kendaraan
sedan, jeep	5459	x	0.5	2729.585
pick up	5805	x	0.5	2902.334
mobil penumpang	3776	x	0.5	1887.915
Bus kecil	218	x	0.5	109
Bus besar	179	x	0.5	89.5
truk 2 as (L)	280	x	0.5	139.835
truk 2 as (H)	321	x	0.5	160.5
truk 3 as	318	x	0.5	159
truk trailer	295	x	0.5	147.5
truk semi trailer	344	x	0.5	172

5.3.1 Perhitungan faktor umur rencana

Berdasarkan olah data Benkelman Beam didapat dua data lendutan yang mewakili. Yang pertama adalah dari STA 94+250 – 95+600 dengan $D= 0,89$ mm. Yang kedua adalah STA 94+800 – 97+ 550 dengan $D = 1,61$ mm.

Tabel 5.5 Lintas Ekivalen Akhir

jenis kendaraan	LHR	i %
sedan,jeep	5459	0.063
pick up	5805	0.063
mobil penumpang	3776	0.098
Bus kecil	218	0.095
Bus besar	179	0.113
truk 2 as (L)	280	0.115
truk 2 as (H)	321	0.148
truk 3 as	318	0.106
truk trailer	295	0.108
truk semi trailer	344	0.095

Menghitung faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas.

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

➤ **Sedan dan Jeep**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,063)^{10} + 2(1 + 0,063) \frac{(1 + 0,063^{10-1}) - 1}{0,063} \right] = 13$$

➤ **Pick up**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,063)^{10} + 2(1 + 0,063) \frac{(1 + 0,063^{10-1}) - 1}{0,063} \right] = 13$$

➤ **Mobil penumpang**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,098)^{10} + 2(1 + 0,098) \frac{(1 + 0,098^{10-1}) - 1}{0,098} \right] = 16,54$$

➤ **Bus kecil**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,095)^{10} + 2(1 + 0,095) \frac{(1 + 0,095^{10-1}) - 1}{0,095} \right] = 16,34$$

➤ **Bus Besar**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,113)^{10} + 2(1 + 0,113) \frac{(1 + 0,113^{10-1}) - 1}{0,113} \right] = 17,88$$

➤ **Truck 2as (L)**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,115)^{10} + 2(1 + 0,115) \frac{(1 + 0,115^{10-1}) - 1}{0,115} \right] = 18,10$$

➤ **Truck 2as (H)**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,148)^{10} + 2(1 + 0,148) \frac{(1 + 0,148^{10-1}) - 1}{0,148} \right] = 21,63$$

➤ **Truck 3as**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,106)^{10} + 2(1 + 0,106) \frac{(1 + 0,106^{10-1}) - 1}{0,106} \right] = 17,27$$

➤ **Truck Trailer**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,108)^{10} + 2(1 + 0,108) \frac{(1 + 0,108^{10-1}) - 1}{0,108} \right] = 17,48$$

➤ **Truck semi Trailer**

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1 + 0,095)^{10} + 2(1 + 0,095) \frac{(1 + 0,095^{10-1}) - 1}{0,095} \right] = 16,27$$

Faktor umur rencana (N) pada masing-masing jenis kendaraan

Tabel 5.6 Faktor Umur Rencana

jenis kendaraan	R	N
sedan,jeep	0.063	13.81
pick up	0.063	13.80
mobil penumpang	0.098	16.54
Bus kecil	0.095	16.34
Bus besar	0.113	17.88
truk 2 as (L)	0.115	18.10
truk 2 as (H)	0.148	21.63
truk 3 as	0.106	17.27
truk trailer	0.108	17.48
truk semi trailer	0.095	16.27

5.3.2 Perhitungan Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

Sebelum perhitungan Akumulatif Ekuivalen Beban Standar (AE 18 KSAL) maka ditentukan terlebih dulu Unit Ekuivalen Beban Standar (UE 18 KSAL)

$$UE\ 18\ KSAL = LHR_{awal\ UR} \times \% \text{ kend} \times E \times N$$

Ruas jalan yang direncanakan adalah 2 lajur 2 arah, maka prosentase kendaraan ringan 50%,sedangkan kendaraan berat 50%

Tabel 5.7 UE 18 KSAL

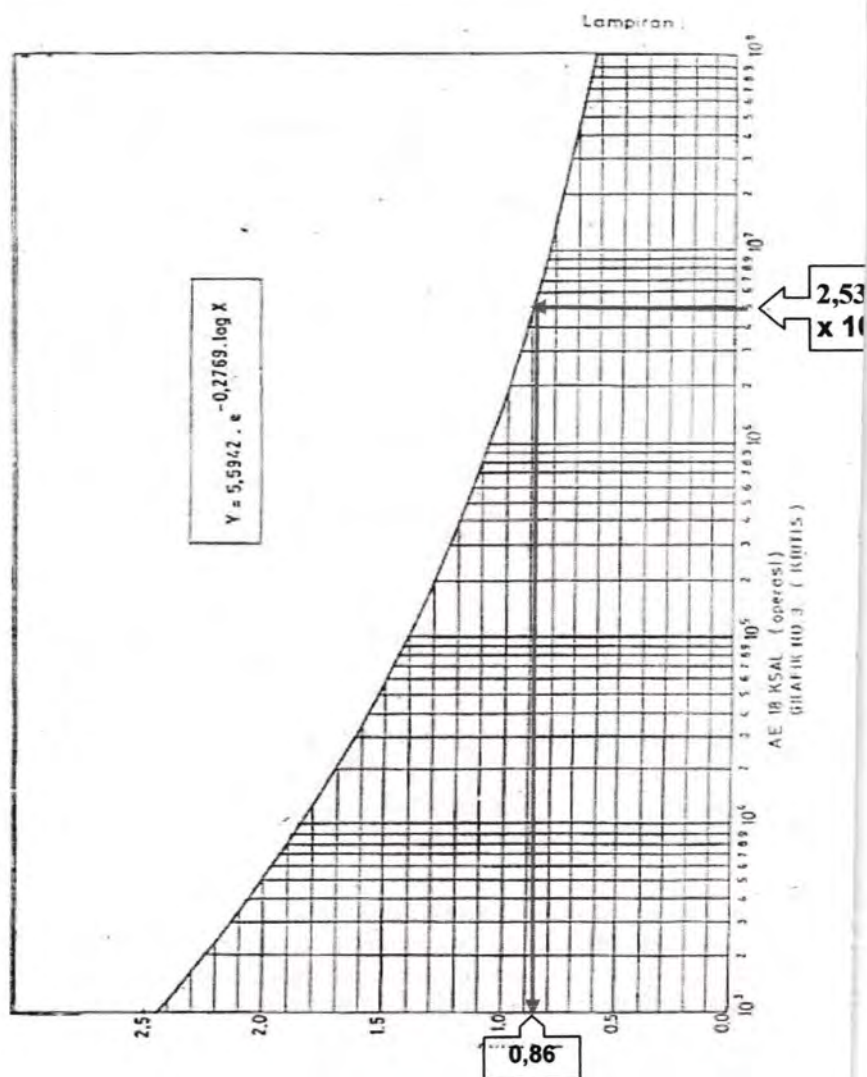
jenis kendaraan	LHR 2012	N	% kendaraan	E	UE 18 KSAL
sedan, jeep	5459	13.811	0.5	0.0004	15.08
pick up	5805	13.804	0.5	0.0004	16.03
mobil penumpang	3776	16.539	0.5	0.0004	12.49
Bus kecil	218	16.340	0.5	0.0286	50.94
Bus besar	179	17.883	0.5	0.3005	480.97
truk 2 as (L)	280	18.104	0.5	0.2174	550.36
truk 2 as (H)	321	21.628	0.5	5.0260	17446.85
truk 3 as	318	17.270	0.5	2.7416	7528.28
truk trailer	295	17.480	0.5	10.1830	26254.43
truk semi trailer	344	16.271	0.5	6.1179	17121.71
jumlah	16994.34	169.13		24.62	69477.12

Sehingga didapatkan AE 18 KSAL sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{AE 18 KSAL} &= 365 \times \sum \text{UE 18 KSAL} \\
 &= 365 \times 69477 \\
 &= 25359150
 \end{aligned}$$

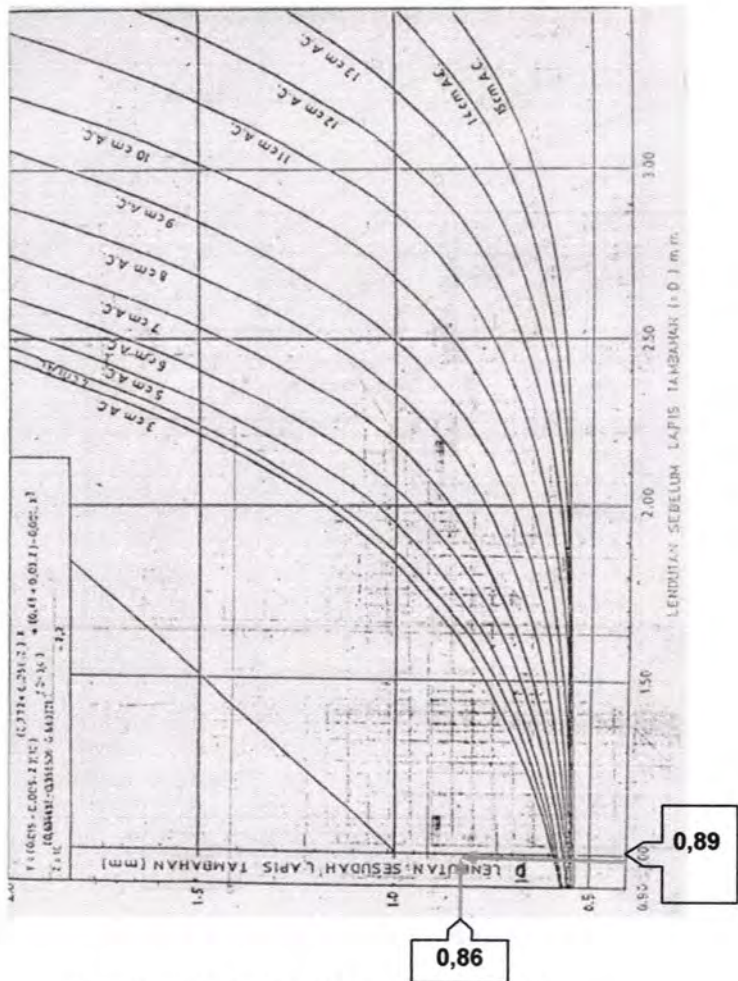
5.3.3 Lentutan Balik Yang diijinkan (\bar{D})

Setelah jumlah akumulatif ekivalen beban standart (AE 18 KSAL) diketahui, kemudian dicari lentutan balik yang diijinkan berdasarkan garafik lentutan yang diijinkan pada gambar 5.2. Dari garfik tersebut diperoleh nilai (\bar{D}) = 0,88 mm. Dengan memplotkan gambar 5.5 didapat bahwa perkerasaan belum membutuhkan overlay.

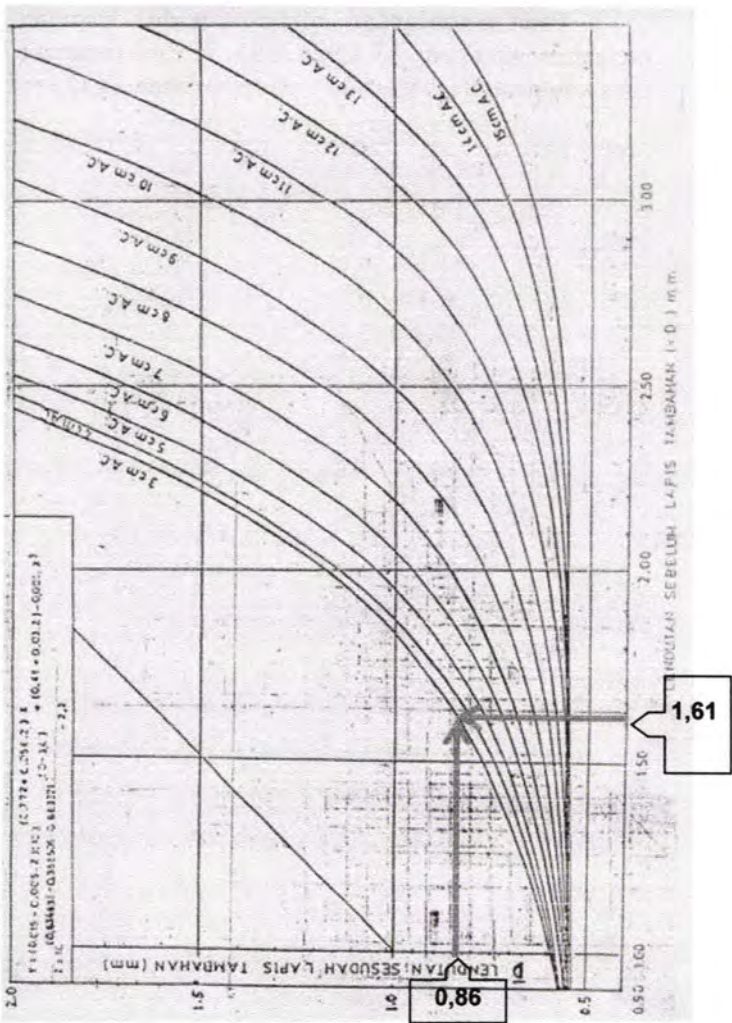


Gambar 5.4 Grafik Lendutan yang Dijinkan

Pada perencanaan ini terdapat dua lendutan yang mewakili yaitu pada STA 94+250 – 95+600 dimana $(D) = 0,89$ dan pada STA 95+800 – 97+550 dimana $(D) = 1,61$.



Gambar 5.5 Grafik tebal perkerasan STA
94+250 – 95+600



Gambar 5.6 Grafik tebal perkerasan STA 95+800 – 97+550

5.3.4 Perhitungan Tebal Lapis Tambahan

Perhitungan tebal lapis tambahan ditentukan berdasarkan lendutan balik yang mewakili. Pada perencanaan ini terdapat dua lendutan yang mewakili yaitu pada STA 94+250 – 95+600 dimana (\bar{D}) = 0,89 dan pada STA 95+800 – 97+550 dimana (\bar{D}) = 1,61.

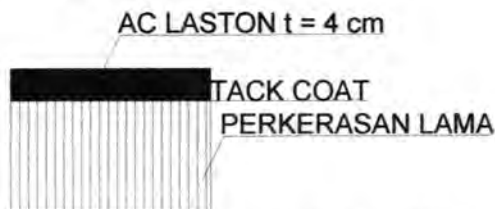
Sedangkan untuk lendutan yang balik yang di ijin (\bar{D}) = 0,86 di dapat dari gambar 5.5 sehingga di dapat bahwa jalan ini memerlukan overlay setebal 3 – 4 cm dan didukung oleh faktor yang menyebabkan jalan ini harus dilakukan pelapisan tambahan.

Faktor – faktor tersebut yaitu :

- Pada ruas jalan sudah mengalami retak – retak dan berlubang sehingga mempengaruhi tingkat kedap air yang dapat membuat kerusakan pada badan jalan bertambah parah atau bertambah rusak, jika tidak ditambah sehingga mengurangi keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.



Gambar 5.7 Rencana Lapis Tambahan (overlay)
94+250 – 95+600



Gambar 5.8 Rencana Lapis Tambahan (overlay)
96+800 – 97+550

5.4 Perhitungan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan raya perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan. Untuk itu perlu dilakukan kontrol terhadap geometrik jalan yang direncanakan.

5.4.1 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Dalam perencanaan jalan Bromo 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

a. Alinyemen Vertikal Cembung

➤ Sta 96+150 – 96+400

Vrencana : 80 km/jam

Jh : 120 m

Jd : 550 m

- STA PPV = 96+275 EL = +110,882
- STA_{sebelum} = 96+150 EL = +112,589
- STA_{sesudah} = 96+400 EL = +113,220

$$g_1 = \frac{(\text{elevasi PPV} - \text{elevasi}_{\text{sebelum}})}{(STA_{PPV} - STA_{\text{sebelum}})} \times 100\%$$

$$g_1 = \frac{(110,882 - 112,589)}{((96 + 275) - (96 + 150))} \times 100\% = 1,37\%$$

$$g_2 = \frac{(\text{elevasi}_{\text{sesudah}} - \text{elevasi PPV})}{(STA_{\text{sesudah}} - STA_{PPV})} \times 100\%$$

$$g_2 = \frac{(113,220 - 112,589)}{((96 + 400) - (96 + 275))} \times 100\% = 0,5\%$$

$$g_1 = 1,37\%$$

$$g_2 = 0,5\%$$

$$A = g_1 - g_2$$

$$= 1,37\% - 0,5\% = 0,8608\%$$

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

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

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{0,8608 \times 120^2}{399} \rightarrow L = 31,07 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S < L$.

Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = \frac{AS^2}{960} \rightarrow L = \frac{0,8608 \times 550^2}{960} \rightarrow L = 271,24 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$.

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

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 120 - \frac{399}{0,8606} \rightarrow$$

$$L = -223,52 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$.

- Berdasarkan jarak pandang menyiap,

$$L = 2S - \frac{960}{A} \rightarrow L = 2 \times 550 - \frac{960}{0,8606} \rightarrow L = -15,24 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S > L$.

- Perhitungan Elevasi Vertikal (E_v)

$$E_v = \frac{A.L}{800}$$

$$E_v = \frac{0,8606 \times 271,24 \text{ m}}{800} = 0,29 \text{ m}$$

- Perhitungan elevasi PPV'

$$\begin{aligned} \text{EL PPV}' &= \text{EL PPV} - E_v \\ &= 110,882 - 0,29 \\ &= 112,297 \text{ m} \end{aligned}$$

5.5 Perencanaan Drainase

Pada sub ini akan dibahas tentang perhitungan perencanaan saluran drainase pada jalan Bromo pada STA 94+250 – 97+025 dan hasilnya akan ditabelkan. Pada perencanaan drainase ini dibagi dalam dua perencanaan, pada STA 97+550 – 97+000 kondisi dilapangan banyak terdapat tanah kosong, pada STA 97+000 – 94+250 kondisi lapangan terdapat pemukiman tidak padat.

5.5.1 Perencanaan Drainase pada STA 97+550 – 97+000

Pada perencanaan drainase STA 97+550 – 97+000 pada kondisi dilapangan lahan kosong.

- a. Perhitungan waktu kosentrasi (T_c)

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 4 m.

L_2 = bahu jalan kemiringan 4%, lebar 2 m.

L_3 = Bagian Luar Jalan 6%, lebar 50 m

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

$$nd \text{ perkerasan} = 0,013$$

$$nd \text{ bahu jalan} = 0,20$$

$$nd \text{ luar jalan} = 0,20$$

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots(\text{pers. 2.28})$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.29})$$

$$t_1 \text{ perkerasan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 4x \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 0,964 \text{ menit}$$

$$t_2 \text{ bahu jalan} = t_2 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2x \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167}$$

$$= 1,279 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ luar jalan} = t_3 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 50x \frac{0,02}{\sqrt{0,05}} \right)^{0,167}$$

$$= 2,190 \text{ menit}$$

$$t_1 = 0,964 \text{ menit} + 1,279 \text{ menit}$$

$$= 2,244 \text{ menit}$$

t_2 dikarenakan awal saluran dianggap 0.

$$t_2 = 0$$

$$Tc_1 = 2,243 \text{ menit} + 0 \text{ menit}$$

$$Tc_1 = 2,243 \text{ menit}$$

$$Tc_2 = 2,190 \text{ menit} + 0 \text{ menit}$$

$$= 2,190 \text{ menit}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

Hasil perhitungan Tc diplotkan pada kurva basis didapatkan curah hujan rencana $I_1 = 185 \text{ mm/jam}$ dan $I_2 = 187 \text{ mm/jam}$.

c. Perhitungan Koefisien Pengaliranan (C)

$$C1 = \text{perkerasan jalan} = 0,70 \text{ (jalan aspal)}$$

$$C2 = \text{bahu jalan} = 0,40 \text{ (tanah berbutir halus)}$$

$$C3 = \text{Bagian Luar jalan} = 0,30$$

$$A1 = \text{perkerasan jalan} = 4 \text{ m} \times 150 = 600 \text{ m}^2$$

$$A2 = \text{bahu jalan} = 2 \text{ m} \times 150 = 300 \text{ m}^2$$

$$A3 = \text{luar jalan} = 50 \text{ m} \times 150 = 7500 \text{ m}^2$$

$$C_1 = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.33})$$

$$C_1 = \frac{(0,70 \times 600) + (0,40 \times 300)}{600 + 300}$$

$$C_1 = 0,6$$

$$C_2 = 0,4$$

d. Perhitungan Debit air (Q)

$$A_1 = 600 + 300 = 900 \text{ m}^2 = 0,009 \text{ km}^2$$

$$C_1 = 0,6$$

$$I_1 = 185 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} CxIx A \quad \dots\dots\dots (\text{pers. 2.34})$$

$$Q_1 = \frac{1}{3,6} \times 0,6 \times 185 \times 0,009$$

$$Q_1 = 0,2775 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$A_2 = 7500 \text{ m}^2 = 0,00750 \text{ km}^2$$

$$C_2 = 0,4$$

$$I_2 = 187 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} CxIx A \quad \dots\dots\dots (\text{pers. 2.34})$$

$$Q_2 = \frac{1}{3,6} \times 0,4 \times 187 \times 0,0075$$

$$Q_2 = 0,156 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0,433 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Analisa perhitungan dimensi saluran

- o Luas penampang basah (Fd)

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$Fd = \frac{0,433}{1,8} = 0,0741 \text{ m}^2$$

- o Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0741}{2}}$$

$$d = 0,19 \text{ m}$$

- o Tinggi jagaan (W)

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

$$w = \sqrt{0,5 \times 0,19}$$

$$W = 0,31 \text{ m}$$

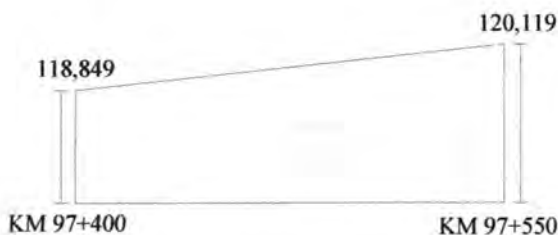
- o Tinggi saluran keseluruhan (H)

$$\begin{aligned} H &= d + w \\ &= 0,19 + 0,31 \\ &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

- o Lebar saluran (b)

$$i = \left(\frac{1,80 \times 0,02}{0,1^{2/3}} \right)^2$$

$$i = 0,03 \%$$



- Kontrol kemiringan (i)

- $i_{lapangan}$

$$t_1 = 120,119 \text{ m}$$

$$t_2 = 118,849 \text{ m}$$

$$i_{lapangan} = \frac{t_1 - t_2}{p} \times 100\%$$

$$i_{lapangan} = \frac{120,119 - 118,849}{150} \times 100\% = 0,85\%$$

Karena t_1 lebih kecil dari t_2 , maka arah aliran air kearah utara.

- Kontrol kecepatan aliran (V)

$$V_{ijin} = 1,8 \text{ m/detik}$$

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

$$V_{endap} = \frac{1}{0,02} \times 0,1^{2/3} \times 0,0085^{1/2} = 0,96 \text{ m/det}$$

$$V_{ijin_{min}} \leq V_{endapan} \leq V_{ijin_{maks}}$$

$$0,60 \text{ m/detik} \leq 0,96 \text{ m/detik} \leq 1,80 \text{ m/detik (OK)}$$

Untuk hasil perhitungan drainase pada Km 97+550 – 97+000 akan disajikan dalam bentuk tabel. Sebagai berikut :

Tabel 5.8 Waktu Kosentrasi

STA	Panjang (m)	t ₁ (mnt)	t ₂ (mnt)	Tc ₁ (mnt)
97+550 - 97+400	150	2,244	0	2,244
97+400 - 97+250	150	2,244	1,389	3,633
97+250 - 97+150	150	2,244	1,389	3,633
97+150 - 97+000	150	2,244	1,389	3,633

STA	Panjang (m)	t ₁ (mnt)	t ₂ (mnt)	Tc ₂ (mnt)
97+550 - 97+400	150	2,190	0	2,190
97+400 - 97+300	100	2,190	0,926	3,116
97+300 - 97+150	150	2,190	1,389	3,579
97+150 - 97+050	100	2,190	0,926	3,116

Tabel 5.9 Koefisien Aliran

STA	Jalan Aspal		Bahu Jalan		C1 (m)	C2 (m)
	Lebar (m)	Luas (m ²)	Lebar (m)	Luas (m ²)		
97+550 - 97+400	4	600	2	300	0,600	0,4
97+400 - 97+250		600		300	0,600	0,4
97+250 - 97+150		600		300	0,600	0,4
97+150 - 97+000		600		300	0,600	0,4

Tabel 6.0 Debit Aliran

STA	A ₁ (km ²)	I ₁ (mm/jam)	Q ₁ (m ³ /det)
97+550 - 97+400	0,00090	186	0,0279
97+400 - 97+300	0,00060	184	0,0184
97+300 - 97+150	0,00090	182	0,0273
97+150 - 97+050	0,00060	184	0,0184

STA	A ₂ (km ²)	I ₂ (mm/jam)	Q ₂ (m ³ /det)
97+550 - 97+400	0,00750	185	0,1542
97+400 - 97+300	0,00500	180	0,1000
97+300 - 97+150	0,00750		0,1500
97+150 - 97+050	0,00500		0,1000

STA	Q (m ³ /det)	Q _{total} (m ³ /det)
97+550 - 97+400	0,1821	0,1821
97+400 - 97+300	0,1184	0,3005
97+300 - 97+150	0,1773	0,1773
97+150 - 97+050	0,1184	0,2957

Tabel 6.1 Dimensi Saluran

Saluran	Fd (m ²)	d (m)	W (m)	b (m)	h (m)
97+550 - 97+400	0,1011	0,22	0,34	0,45	0,56
97+400 - 97+300	0,1669	0,29	0,38	0,58	0,67
97+300 - 97+150	0,0985	0,22	0,33	0,44	0,56
97+150 - 97+050	0,1643	0,29	0,38	0,57	0,67

Tabel 6.2 Kemiringan Saluran

STA	Elv. 1	Elv. 2	i lap.	Arah
97+550 - 97+400	+120,119	+118,849	0,85 %	utara
97+400 - 97+250	+118,849	+117,501	0,90 %	utara
97+250 - 97+150	+117,501	+116,694	0,54 %	utara
97+150 - 97+050	+116,694	+115,459	0,82 %	utara

5.5.2 Perencanaan drainase pada Km 97+000 – 94+250

Pada perencanaan drainase Km 97+000 – Km 94+250 kondisi dilapangan pemukiman tidak padat.

a. Perhitungan waktu konsentrasi (T_c)

L_1 = permukaan jalan aspal kemiringan 2%, lebar 4 m.

L_2 = bahu jalan kemiringan 4%, lebar 2 m.

L_3 = Bagian Luar Jalan 5%, lebar 2 m

Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd).

nd perkerasan = 0,013

nd bahu jalan = 0,10

nd pemukiman = 0,20

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots(\text{pers. 2.28})$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.29})$$

$$t_1 \text{ perkerasan} = t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 4x \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0.167}$$

$$= 0,964 \text{ menit}$$

$$t_2 \text{ bahu jalan} = t_2 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2x \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,279 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ pemukiman} = t_3 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2x \frac{0,2}{\sqrt{0,06}} \right)^{0.167}$$

$$= 1,14 \text{ menit}$$

$$t_1 = 0,964 \text{ menit} + 1,279 \text{ menit}$$

$$= 2,244 \text{ menit}$$

$$t_2 = 1,852$$

$$Tc_1 = 2,244 + 1,852$$

$$Tc_1 = 4,096 \text{ menit}$$

$$Tc_2 = 1,140 + 1,852 = 2,991 \text{ menit}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

Hasil perhitungan T_c diplotkan pada kurva basis didapatkan curah hujan rencana $I = 180 \text{ mm/jam}$ $I = 182 \text{ mm/jam}$.

c. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

$$C1 = \text{perkerasan jalan} = 0,70 \text{ (jalan aspal)}$$

$$C2 = \text{bahu jalan} = 0,40 \text{ (tanah berbutir halus)}$$

$$C3 = \text{Bagian Luar jalan} = 0,40 \text{ (pemukiman)}$$

$$A1 = \text{perkerasan jalan} = 4 \text{ m} \times 200 = 800 \text{ m}^2$$

$$A2 = \text{bahu jalan} = 2 \text{ m} \times 200 = 400 \text{ m}^2$$

$$A3 = \text{luar jalan} = 2 \text{ m} \times 200 = 400 \text{ m}^2$$

$$C_1 = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad \dots\dots\dots(\text{pers. 2.33})$$

$$C_1 = \frac{(0,70 \times 800) + (0,40 \times 400)}{800 + 400}$$

$$C_1 = 0,6$$

$$C_2 = 0,4$$

d. Perhitungan Debit air (Q)

$$A_1 = 800 + 400 = 1200 \text{ m}^2 = 0,0012 \text{ km}^2$$

$$C = 0,6$$

$$I_1 = 180 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} CxIx A \quad \dots\dots\dots (\text{pers. 2.34})$$

$$Q_1 = \frac{1}{3.6} \times 0,6 \times 180 \times 0,0012$$

$$Q_1 = 0,036 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$A_2 = 400 \text{ m}^2 = 0,004 \text{ km}^2$$

$$C = 0,4$$

$$I_2 = 182 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3.6} CxIx A \quad \dots\dots\dots (\text{pers. 2.34})$$

$$Q_2 = \frac{1}{3.6} \times 0,4 \times 182 \times 0,004$$

$$Q_2 = 0,0081 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0,04 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Analisa perhitungan dimensi saluran

- Luas penampang basah (Fd)

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$Fd = \frac{0,04}{1,8} = 0,0222 \text{ m}^2$$

- Tinggi saluran yang tergenang air (d)

Syarat :

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0222}{2}}$$

$$d = 0,105 \text{ m}$$

- Tinggi jagaan (W)

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

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,105}$$

- Tinggi saluran keseluruhan (H)

$$\begin{aligned} H &= d + w \\ &= 0,105 + 0,225 \\ &= 0,33 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar saluran (b)

$$\begin{aligned} b &= 2d \\ &= 2 \times 0,105 \end{aligned}$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

Jadi dimensi saluran :

$$b = 80 \text{ cm}$$

$$H = 100 \text{ cm}$$

$$w = 50 \text{ cm}$$

- o Jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,4}{2}$$

$$R = 0,2$$

- o Kemiringan dasar saluran (i perhitungan)

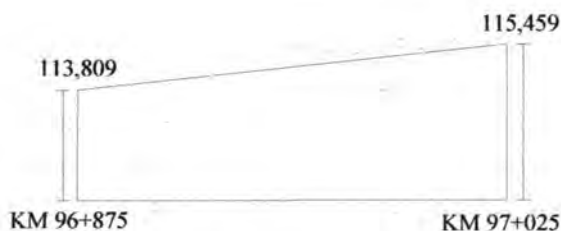
$$n = 0,02 \dots\dots\dots \text{tabel 11}$$

$$v = 1,80 \dots\dots\dots \text{tabel 2}$$

$$i = \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$i = \left(\frac{1,80 \times 0,02}{0,2^{2/3}} \right)^2$$

$$i = 0,01 \%$$



- Kontrol kemiringan (i)

i lapangan

$$t_1 = 115,459 \text{ m}$$

$$t_2 = 113,809 \text{ m}$$

$$i_{\text{lapangan}} = \frac{t_1 - t_2}{p} \times 100\%$$

$$i_{\text{lapangan}} = \frac{115,459 - 113,809}{200} \times 100\% = 0,83\%$$

Karena t_1 lebih kecil dari t_2 , maka arah aliran air kearah utara.

- Kontrol kecepatan aliran (V)

$$V_{\text{ijin}} = 1,8 \text{ m/detik}$$

$$V_{\text{endap}} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$V_{\text{endap}} = \frac{1}{0,02} \times 0,2^{2/3} \times 0,0083^{1/2} = 1,54 \text{ m / det}$$

$$V_{\text{ijinmin}} \leq V_{\text{endapan}} \leq V_{\text{ijinmaks}}$$

$$0,60 \text{ m/detik} \leq 1,54 \text{ m/detik} \leq 1,80 \text{ m/detik (OK)}$$

Untuk hasil perhitungan drainase pada Km 97+000 – 94+250 akan disajikan dalam bentuk tabel.

Sebagai berikut :

Tabel 6.3 Waktu Kosentrasi

STA	Panjang (m)	t_1 (mnt)	t_2 (mnt)	T_{c_1} (mnt)
97+050 - 96+900	150	2,244	1,389	3,633
96+900 - 96+800	100	2,244	0,926	3,170
96+800 - 96+650	150	2,244	1,389	3,633
96+650 - 96+550	100	2,244	0,926	3,170
96+550 - 96+400	150	2,244	1,389	3,633
96+400 - 96+300	100	2,244	0,926	3,170
96+300 - 96+150	150	2,244	1,389	3,633
96+150 - 96+050	100	2,244	0,926	3,170
96+050 - 95+900	150	2,244	1,389	3,633
95+900 - 95+800	100	2,244	0,926	3,170
95+800 - 95+650	150	2,244	1,389	3,633
95+650 - 95+550	100	2,244	0,926	3,170
95+550 - 95+400	150	2,244	1,389	3,633
95+400 - 95+300	100	2,244	0,926	3,170
95+300 - 95+150	150	2,244	1,389	3,633
95+150 - 95+050	100	1,775	0,926	2,701
95+050 - 94+900	150	1,775	1,389	3,164
94+900 - 94+800	100	1,775	0,926	2,701
94+800 - 94+650	150	1,775	1,389	3,164
94+650 - 94+550	100	1,775	0,926	2,701
94+550 - 94+400	150	1,775	1,389	3,164
94+400 - 94+250	150	1,775	1,389	3,164

STA	Panjang (m)	t_1 (mnt)	t_2 (mnt)	T_{c2} (mnt)
97+050 - 96+900	150	1,140	1,389	2,528
96+900 - 96+800	100	1,140	0,926	2,066
96+800 - 96+650	150	1,140	1,389	2,528
96+650 - 96+550	100	1,140	0,926	2,066
96+550 - 96+400	150	1,140	1,389	2,528
96+400 - 96+300	100	1,140	0,926	2,066
96+300 - 96+150	150	1,140	1,389	2,528
96+150 - 96+050	100	1,140	0,926	2,066
96+050 - 95+900	150	1,140	1,389	2,528
95+900 - 95+800	100	1,140	0,926	2,066
95+800 - 95+650	150	1,140	1,389	2,528
95+650 - 95+550	100	1,140	0,926	2,066
95+550 - 95+400	150	1,140	1,389	2,528
95+400 - 95+300	100	1,140	0,926	2,066
95+300 - 95+150	150	1,140	1,389	2,528
95+150 - 95+050	100	1,140	0,926	2,066
95+050 - 94+900	150	1,140	1,389	2,528
94+900 - 94+800	100	1,140	0,926	2,066
94+800 - 94+650	150	1,140	1,389	2,528
94+650 - 94+550	100	1,140	0,926	2,066
94+550 - 94+400	150	1,140	1,389	2,528
94+400 - 94+250	150	1,140	1,389	2,528

Tabel 6.4 Koefisien Aliran

STA	Jalan Aspal		Bahu Jalan		C1 (m)	C2 (m)
	Lebar (m)	Luas (m ²)	Lebar (m)	Luas (m ²)		
97+000 - 96+800	4	800	2	400	0,600	0,4

96+800 - 96+700	400	200	0,600	0,4
96+700 - 96+600	400	200	0,600	0,4
96+600 - 96+500	400	200	0,600	0,4
96+500 - 96+400	400	200	0,600	0,4
96+400 - 96+300	400	200	0,600	0,4
96+300 - 96+200	400	200	0,600	0,4
96+200 - 96+100	400	200	0,600	0,4
96+100 - 95+900	800	400	0,600	0,4
95+900 - 95+700	800	400	0,600	0,4
95+700 - 95+550	600	300	0,600	0,4
95+550 - 95+350	800	400	0,600	0,4
95+350 - 95+150	800	400	0,600	0,4
95+150 - 95+050	400	200	0,600	0,4
95+050 - 94+900	600	300	0,600	0,4
94+900 - 94+750	600	300	0,600	0,4
94+750 - 94+550	800	400	0,600	0,4
94+550 - 94+400	600	300	0,600	0,4
94+400 - 94+250	600	300	0,600	0,4

Tabel 6.5 Debit Aliran

STA	A_1 (km ²)	I_1 (mm/jam)	Q_1 (m ³ /det)
97+050 - 96+900	0,00090	182	0,0273
96+900 - 96+800	0,00060	184	0,0184
96+800 - 96+650	0,00090	182	0,0273
96+650 - 96+550	0,00060	184	0,0184
96+550 - 96+400	0,00090	182	0,0273
96+400 - 96+300	0,00060	184	0,0184
96+300 - 96+150	0,00090	182	0,0273
96+150 - 96+050	0,00060	184	0,0184
96+050 - 95+900	0,00090	182	0,0273

95+900 - 95+800	0,00060	184	0,0184
95+800 - 95+650	0,00090	182	0,0273
95+650 - 95+550	0,00060	184	0,0184
95+550 - 95+400	0,00090	182	0,0273
95+400 - 95+300	0,00060	184	0,0184
95+300 - 95+150	0,00090	182	0,0273
95+150 - 95+050	0,00060	184	0,0184
95+050 - 94+900	0,00090	182	0,0273
94+900 - 94+800	0,00060	184	0,0184
94+800 - 94+650	0,00090	182	0,0273
94+650 - 94+550	0,00060	184	0,0184
94+550 - 94+400	0,00090	182	0,0273
94+400 - 94+250	0,00090	182	0,0273

STA	A ₂ (km ²)	I ₂ (mm/jam)	Q ₂ (m ³ /det)
97+050 - 96+900	0,00030	183	0,0076
96+900 - 96+800	0,00020	185	0,0051
96+800 - 96+650	0,00030	183	0,0076
96+650 - 96+550	0,00020	185	0,0051
96+550 - 96+400	0,00030	183	0,0076
96+400 - 96+300	0,00020	185	0,0051
96+300 - 96+150	0,00030	183	0,0076
96+150 - 96+050	0,00020	185	0,0051
96+050 - 95+900	0,00030	183	0,0076
95+900 - 95+800	0,00020	185	0,0051
95+800 - 95+650	0,00030	183	0,0076
95+650 - 95+550	0,00020	185	0,0051
95+550 - 95+400	0,00030	183	0,0076

95+400 - 95+300	0,00020	185	0,0051
95+300 - 95+150	0,00030	183	0,0076
95+150 - 95+050	0,00020	185	0,0051
95+050 - 94+900	0,00030	183	0,0076
94+900 - 94+800	0,00020	185	0,0051
94+800 - 94+650	0,00030	183	0,0076
94+650 - 94+550	0,00020	185	0,0051
94+550 - 94+400	0,00030	183	0,0076
94+400 - 94+250	0,00030	185	0,0077

STA	Q (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)
97+050 - 96+900	0,0349	0,0349
96+900 - 96+800	0,0235	0,0585
96+800 - 96+650	0,0349	0,0349
96+650 - 96+550	0,0235	0,0585
96+550 - 96+400	0,0349	0,0349
96+400 - 96+300	0,0235	0,0585
96+300 - 96+150	0,0349	0,0349
96+150 - 96+050	0,0235	0,0585
96+050 - 95+900	0,0349	0,0349
95+900 - 95+800	0,0235	0,0585
95+800 - 95+650	0,0349	0,0349
95+650 - 95+550	0,0235	0,0585
95+550 - 95+400	0,0349	0,0349
95+400 - 95+300	0,0235	0,0585
95+300 - 95+150	0,0349	0,0349
95+150 - 95+050	0,0235	0,0585
95+050 - 94+900	0,0349	0,0349

94+900 - 94+800	0,0235	0,0585
94+800 - 94+650	0,0349	0,0349
94+650 - 94+550	0,0235	0,0585
94+550 - 94+400	0,0349	0,0349
94+400 - 94+250	0,0350	0,0699

Tabel 6.6 Dimensi Saluran

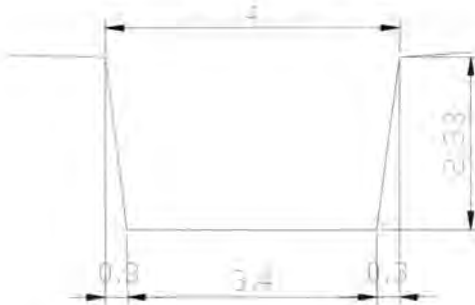
Saluran	Fd (m ²)	d (m)	W (m)	b (m)	h (m)
97+050 - 96+900	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
96+900 - 96+800	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
96+800 - 96+650	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
96+650 - 96+550	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
96+550 - 96+400	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
96+400 - 96+300	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
96+300 - 96+150	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
96+150 - 96+050	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
96+050 - 95+900	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
95+900 - 95+800	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
95+800 - 95+650	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
95+650 - 95+550	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
95+550 - 95+400	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
95+400 - 95+300	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
95+300 - 95+150	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
95+150 - 95+050	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
95+050 - 94+900	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
94+900 - 94+800	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38
94+800 - 94+650	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
94+650 - 94+550	0,0325	0,13	0,25	0,25	0,38

94+550 - 94+400	0,0194	0,10	0,22	0,20	0,32
94+400 - 94+250	0,0389	0,14	0,26	0,28	0,40

Tabel 6.7 Kemiringan Saluran

STA	Elv. 1	Elv. 2	i lap.	Arah
97+000 - 96+800	+115,459	+113,809	0,83	utara
96+800 - 96+700	+113,809	+113,239	0,57	utara
96+700 - 96+600	+113,239	+112,748	0,49	utara
96+600 - 96+500	+112,748	+112,216	0,53	utara
96+500 - 96+400	+112,216	+111,840	0,38	utara
96+400 - 96+300	+111,840	+111,434	0,41	utara
96+300 - 96+200	+111,434	+110,023	1,41	utara
96+200 - 96+100	+110,023	+108,932	1,09	utara
96+100 - 95+900	+108,932	+107,529	0,70	utara
95+900 - 95+700	+107,529	+106,644	0,44	utara
95+700 - 95+550	+106,644	+105,830	0,54	utara
95+550 - 95+350	+105,830	+104,475	0,68	utara
95+350 - 95+150	+104,475	+102,877	0,80	utara
95+150 - 95+050	+102,877	+102,016	0,86	utara
95+050 - 94+900	+102,016	+100,969	0,70	utara
94+900 - 94+750	+100,969	+100,046	0,62	utara
94+750 - 94+550	+100,046	+99,013	0,52	utara
94+550 - 94+400	+99,013	+98,184	0,55	utara
94+400 - 94+250	+98,184	+97,483	0,47	utara

Pada STA 94+250 – 96+650 perencanaan drainase menggunakan kondisi eksisting dengan penampang trapesium.



$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 37,87 \times 1,8 \\
 &= 68,16 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

5.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Sebelum merencanakan RAB terlebih dahulu menghitung volume pekerjaan, antara lain :

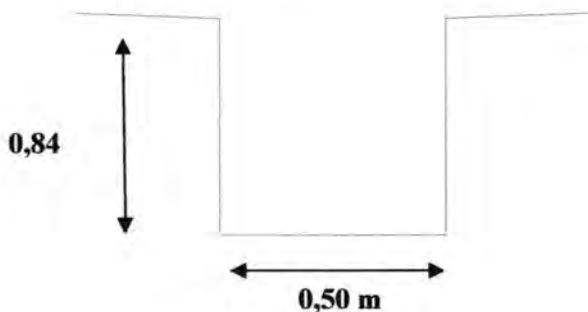
- a. Pekerjaan tanah meliputi :
 - Pekerjaan galian tanah pondasi pondasi untuk pelebaran
- b. Pekerjaan lapis pondasi, lapis permukaan, lapis pengikat :
 - Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan CTSB
 - Pekerjaan lapis pondasi atas dengan batu pecah kelas B
 - Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan Lapis permukaan.
- c. Pekerjaan lapis permukaan yang meliputi :
 - Pekerjaan pengikat (*tack coat*) untuk mengikat seluruh permukaan jalan lama dengan AC Laston MS 744.
 - Pekerjaan Lapis Permukaan dengan AC Laston MS 744
- d. Pekerjaan drainase antara lain :
 - Pekerjaan galian tanah.

→ Pekerjaan pasangan batu.

5.6.1 Pehitungan volume pekerjaan

a. Pekerjaan tanah

Pekerjaan galian tanah untuk pelebaran jalan sebelah kanan dan kiri jalan pada Km 96+100 – 97+550 sebagai berikut:



Panjang	= 1450 m
Lebar	= 0,50 m
Tebal	= 0,84 m
Volume	= 2 (1450 x 0,50 x 0,84)
	= 1218 m ³



LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Manual Kapasitas Jalan Indonesia", Jakarta, 1997
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Manual Pemeriksaan perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No.01/mn/b/1983", Jakarta, 1983
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987", Jakarta, 1987.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994", Jakarta, 1994.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) 2011", Kota Probolinggo, 2010.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga,
"Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997", Jakarta, 1997
- Sukirman, Silvia, *"Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan I"*, Nova, Bandung, 1999.
- Saodang, Hamirman, *"Konstruksi jalan raya buku 2"*, Nova, Bandung, 2005



DAFTAR PUSTAKA

PENUTUP

Segala puja dan puji atas syukur berkat rahmat dan hidayah Allah SWT, akhirnya proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan judul “Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Raya Bromo - Probolinggo STA 94+250 – STA 97+550 Kota Probolinggo Propinsi Jawa Timur”.

Dengan menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan kami sehingga dalam penyusunan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik maupun petunjuk demi kesempurnaan penyusunan proyek akhir ini.

Semoga penyusunan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya maupun pembaca umumnya.

Sebagai akhir kata kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesaikannya penyusunan proyek akhir ini.

Surabaya, Juli 2011

Penulis

PENUTUP

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Perencanaan Ulang Peningkatan Jalan Raya Bromo STA 94+250 – STA 97+550, dengan panjang 3300m diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan didapat nilai derajat kejenuhan awal di jalan Bromo pada tahun 2012 adalah 0,49 dan nilai derajat kejenuhan akhir pada tahun 2022 adalah 0,84. Tetapi pada tahun 2020 DS= 0,77 sehingga perlu pelebaran pada awal tahun 2020 sebesar 0,5 meter. Dan di dapat DS sesudah pelebaran pada awal tahun 2020 sebesar 0,68 dan pada akhir tahun 2022, DS sebesar 0,74.
2. Kontrol terhadap geometrik jalan diperoleh:
Alinyemen vertikal diperoleh hasil $-0,188 < 10$ m/km maka termasuk tipe alinyemen datar
3. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (overlay) dengan menggunakan bahan Lapis permukaan (LASTON MS 744) setebal 3 dan 4cm
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan bahan pasangan batu kali dengan finishing.
5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jalan Raya Bromo STA 94+250 – STA 97+550 adalah sebesar **Rp 7.405.562.991,19** (Terbilang Tujuh Milyar Empat Ratus Lima Juta Lima Ratus Enam Puluh Dua Ribu Sembilan Ratus Sembilan Puluh Satu Rupiah)

BAB 6 KESIMPULAN

Rekapitulasi rencana anggaran biaya
Tabel 5.20

No	URAIAN	JUMLAH HARGA (Rp)
1.	Pekerjaan Tanah	Rp 140.056.536,55
2.	Pekerjaan Berbutir	Rp 3.597.257.770,57
3.	Pekerjaan Perkerasan aspal	Rp 627.956.081,60
4.	Pekerjaan Drainase	Rp 2.222.332.413,61
5.	Pekerjaan Finishing	Rp 112.303.271,78
	Jumlah	Rp 6.732.329.991,99
	PPN 10 %	Rp 673.232.991,99
	Total Biaya	Rp 7.405.562.991,19
	Dibulatkan	Rp 7.500.000.000,00

Rencana Anggaran Biaya tabel 5.21

No	No	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Satuan (Rp)
1	1	Pekerjaan Tanah				
1.1	1.1	Pembersihan lahan	1.450,00	m2	Rp57.750,00	Rp83.737.500,00
1.2	1.2	Galian tanah	1.218,00	m3	Rp45.000,00	Rp54.810.000,00
						Rp140.056.536,55
2	2	Pekerjaan Berbutir				
2.1	2.1	Lapisan pondasi agregat kelas A	210,00	m3	Rp154.399,61	Rp32.423.917,88
2.2	2.2	CTSB	588,00	m3	Rp6.117.785,32	Rp3.597.257.770,57
2.3						
						Rp3.629.681.688,45
3	3	Pekerjaan Perkerasan Aspal				
3.1	3.1	Prime coat	580,00	liter	Rp8.131,77	Rp4.716.426,14
3.2	3.2	Tack coat	5.940,00	liter	Rp9.291,18	Rp55.189.583,06
3.4	3.4	AC (Laston)	896,00	ton	Rp633.984,46	Rp568.050.072,40
						Rp627.956.081,60
4	4	Pekerjaan Drainase				
4.1	4.1	Galian drainase	4.662,78	m3	Rp4.013,50	Rp18.714.062,31
4.2	4.2	Pasangan Batu Kali 1 PC : 5 PS	2.452,50	m3	Rp897.903,90	Rp2.202.109.314,75
4.3	4.3	Urugan	644,34	m3	Rp2.342,00	Rp1.509.036,55
						Rp2.222.332.413,61
5	5	Pekerjaan Finishing				
5.1	5.1	Marka jalan	816,60	m2	Rp129.056,25	Rp105.387.333,75
5.2	5.2	Pemasangan patok hektometer	33,00	buah	Rp167.845,46	Rp5.538.900,15
5.3	5.3	Pemasangan patok kilometer	3,00	buah	Rp459.012,63	Rp1.377.037,88
						Rp112.303.271,78
		Jumlah				Rp6.732.329.991,99
		PPN 10%				Rp673.232.999,20
		Total Biaya				Rp7.405.562.991,19
		Dibulatkan				Rp7.500.000.000,00

Lapis Pondasi Bawah (LPB) CTSB					
(menggunkan alat)					
Upah					
Mandor	0,0542	oh	Rp	55.000,00	Rp 2.981,00
Tukang	0,0133	oh	Rp	30.000,00	Rp 399,00
Pekerja	0,5*95	oh	Rp	30.000,00	Rp 11.385,00
				Jumlah	Rp 14.765,00
Bahan					
Agregat Kelas B	1,2	m3	Rp	152.227,00	Rp 182.672,00
Semen (PC)	100,8	kg	Rp	57.750,00	Rp 5.821.200,00
				Jumlah	Rp 6.003.872,00
Sewa Peralatan					
Wheel Loader	0,0371	jam	Rp	385.523,00	Rp 14.302,90
Water tanker	0,0211	jam	Rp	183.256,00	Rp 3.233,00
Batching Plant	0,0542	jam	Rp	153.259,00	Rp 8.306,60
Dump Truck	0,1523	jam	Rp	210.686,00	Rp 32.192,80
Motor Grader	0,0184	jam	Rp	372.329,00	Rp 6.850,80
Vibrator Roller	0,008	jam	Rp	260.326,00	Rp 2.082,60
P Tyre Roller	0,0115	jam	Rp	189.426,00	Rp 2.175,90
alat banru	1	Lp	Rp	30.000,00	Rp 30.000,00
				Jumlah	Rp 99.147,90
				Nilai HSPK	Rp 6.117.765,30
1 M2 Pengعتatan Marka Jalan dengan THERMOPLASTIC (Teb. 2 mm)					
Upah:					
Mandor	0,0140	OH	Rp	55.000,00	Rp 770,00
Operator	0,0140	OH	Rp	30.000,00	Rp 420,00
Pengemudi Soper	0,0140	OH	Rp	30.000,00	Rp 420,00
Pekerja Buruh Tak Terampil	0,0275	OH	Rp	27.500,00	Rp 756,25
				Jumlah:	Rp 2.366,25
Bahan/Material:					
Thermoplastic	2.7950	kg	Rp	32.000,00	Rp 89.440,00
Glaser Beed	0,5000	kg	Rp	23.500,00	Rp 11.750,00
				Jumlah:	Rp 100.690,00
Sewa Peralatan :					
Sewa Road Marking Machine	0,0500	Jam	Rp	20.000,00	Rp 1.000,00
Sewa Cargo Truck 5,0 Ton	0,0500	Jam	Rp	500.000,00	Rp 25.000,00
				Jumlah:	Rp 26.000,00
				Nilai HSPK:	Rp 129.056,25
Pemasangan patok					
patok hektometer					
Upah:					
Mandor	1,2900	oh	Rp	55.000,00	Rp 70.950,00
pekerja	0,6450	oh	Rp	27.500,00	Rp 17.737,50
Tukang	0,1290	oh	Rp	30.000,00	Rp 3.870,00
				Jumlah:	Rp 92.557,50
Bahan/Material:					
Beton k-175	0,0281	m3	Rp	618.180,00	Rp 17.370,00
Baja Tulangan	3,5156	kg	Rp	12.682,00	Rp 44.287,50
Cat dan Material lainnya	1,0000	kg	Rp	40.000,00	Rp 40.000,00
				Jumlah:	Rp 85.287,50
Sewa Peralatan :					
Dump Truck	0,1290	jam	Rp	210.686,00	Rp 27.178,20
Alar banru	1,0000	set	Rp	30.000,00	Rp 30.000,00
				Jumlah:	Rp 57.178,20
				Nilai HSPK:	Rp 167.845,70
patok kilometer					
Upah:					
Mandor	1,9620	oh	Rp	55.000,00	Rp 107.965,00
pekerja	1,5867	oh	Rp	27.500,00	Rp 43.634,25
Tukang	0,7933	oh	Rp	30.000,00	Rp 23.799,00
				Jumlah:	Rp 175.398,25
Bahan/Material:					
Beton k-175	0,1575	m3	Rp	618.180,00	Rp 97.363,75
Baja Tulangan	19,6875	kg	Rp	12.682,00	Rp 252.614,25
Cat dan Material lainnya	1,0000	kg	Rp	40.000,00	Rp 40.000,00
				Jumlah:	Rp 293.614,25
Sewa Peralatan :					
Dump Truck	0,1983		Rp	210.686,00	Rp 41.779,80
Alar banru	1,0000		Rp	30.000,00	Rp 30.000,00
				Jumlah:	Rp 71.779,80
				Nilai HSPK:	Rp 459.012,25

Lapis Perekat (Tack Coat)			liter		
Upah					
Mandor	0,0030	oh	Rp	55.000,00	Rp 165,00
Pekerja terampil	0,0211	oh	Rp	30.000,00	Rp 633,00
			Jumlah		Rp 798,00
Bahan					
Aspal Curah	0,8715	liter	Rp	6.926,00	Rp 6.036,01
Kerosin Minyak Tanah	0,2530	liter		3.850,00	Rp 974,05
			Jumlah		Rp 7.010,06
Sewa Peralatan					
Aspal Sprayer	0,0030	jam	Rp	42.287,00	Rp 126,86
Compressor	0,0063	jam	Rp	114.972,00	Rp 724,20
Dump Truck	0,0030	jam	Rp	210.686,00	Rp 632,06
			Jumlah		Rp 1.483,12
			Nilai HSPK		Rp 9.291,18
LapisPermukaan AC (LASTON)			Ton		
Upah					
Mandor	0,0030	oh	Rp	55.000,00	Rp 165,00
Masius	0,0133	oh	Rp	30.000,00	Rp 399,00
Pembantu Masius	0,0133	oh	Rp	27.500,00	Rp 365,75
Pekerja Terampil (jalan)	0,0390	oh	Rp	30.000,00	Rp 1.170,00
			Jumlah		Rp 2.099,75
Bahan					
Agregat Klas A	0,3795	m ³	Rp	130.000,00	Rp 49.335,00
Agregat Klas B	0,3434	m ³	Rp	152.000,00	Rp 52.196,80
Filler	22,0000	kg	Rp	330,00	Rp 7.260,00
Aspal Panas AC 60/70 (termasuk angkutan)	63,0000	Kg	Rp	7.150,00	Rp 450.450,00
			Jumlah		Rp 559.241,80
Sewa Peralatan					
Sewa ANP 10 T	0,0162	jam	Rp	3.880.338,00	Rp 62.861,48
Sewa Aspal Finisher (min 3 jam)	0,0019	jam	Rp	215.353,00	Rp 409,17
Sewa Dump Truck 6 T (min 5 jam)	0,0114	jam	Rp	210.686,00	Rp 2.401,82
Sewa Pneumatic Tire Roller (min 5 jam)	0,0019	jam	Rp	189.426,00	Rp 359,91
Sewa Tandem Roller (min 5 jam)	0,0019	jam	Rp	183.609,00	Rp 348,86
Sewa Wheel Loader 1,7 - 2 m ³ (min 5 jam)	0,0162	set	Rp	386.523,00	Rp 6.261,67
			Jumlah		Rp 72.642,91
			Nilai HSPK		Rp 633.984,46
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Batu Pecah Klas A			m ³		
Upah:					
Mandor	0,0067	oh	Rp	55.000,00	Rp 366,69
Operator Alat Konstruksi	0,0133	oh	Rp	40.000,00	Rp 533,32
Pembantu Operator	0,0133	oh	Rp	27.500,00	Rp 366,66
Sopir	0,0067	oh	Rp	30.000,00	Rp 200,01
Pembantu Sopir	0,0067	oh	Rp	27.500,00	Rp 183,34
Pekerja Buruh Takt Terampil	0,0400	oh	Rp	27.500,00	Rp 1.100,00
			Jumlah:		Rp 2.750,21
Bahan Material:					
Pasir Pasang	0,1267	m ³	Rp	82.000,00	Rp 10.386,69
Batu Pecah Mesu 1 2 cm	0,4067	m ³	Rp	13.000,00	Rp 5.286,67
Batu Pecah Mesu 2 3 cm	0,4800	m ³	Rp	174.000,00	Rp 83.520,00
Batu Pecah Mesu 0.5 1 cm	0,2933	m ³	Rp	110.000,00	Rp 32.266,63
			Jumlah:		Rp 131.460,00
Sewa Peralatan:					
Sewa Motor Grader 125 - 140 pk (min 5 jam)	0,0333	Jam	Rp	372.379,00	Rp 12.412,51
Sewa Truck Tangki Air (min 5 jam)	0,0333	Jam	Rp	153.259,00	Rp 5.108,58
Sewa Walles (min 5 jam)	0,0333	Jam	Rp	80.000,00	Rp 2.666,64
Sewa Alat Bantu (1 set @ 3 alat)	0,0017	Jam	Rp	1.000,00	Rp 1,68
			Jumlah:		Rp 20.189,41
			Nilai HSPK :		Rp 154.399,61

Analisa HSPK Probolinggo tahun 2010 pada tabel

5.20

URAIAN KEGIATAN	KOEF	SAT	HARGA SATUAN (Rp)	TOTAL (Rp)
Pembersihan dan pembongkaran		m ²		
Upah:				
Mandor	0,0035	oh	Rp 55.000,00	Rp 192
Pekerja	0,007	oh	Rp 30.000,00	Rp 212
			Jumlah	Rp 192
			Nilai HSPK	Rp 192
Galian Perkerasan Jalan		m ³		
Upah:				
Mandor	0,1429	oh	55.000,00	Rp 7.85
Pekerja Terampil	0,7143	oh	30.000,00	Rp 21.42
			Jumlah:	29.28
			Nilai HSPK	29.28
Galian Untuk Drainase		m ³		
Upah:				
Mandor	0,0229	oh	Rp 55.000,00	Rp 1.25
Pekerja	0,0918	oh	Rp 30.000,00	Rp 2.75
			Jumlah	Rp 4.01
			Nilai HSPK	Rp 4.013
Urugan tanah untuk Drainase		m ³		
Upah:				
Pekerja	0,0555	oh	Rp 30.000,00	Rp 1.66
Mandor	0,0134	oh	Rp 55.000,00	Rp 73
			Jumlah	Rp 2.34
			Nilai HSPK	Rp 2.342
Pasangan Batu Kali 15 20(1PC:5pastr)		m ³		
Upah:				
Pekerja	14,0000	oh	Rp 27.500,00	Rp 385.00
Mandor	0,9333	oh	Rp 55.000,00	Rp 51.33
Tukang Batu	-4,6667	oh	Rp 30.000,00	Rp 140.00
			Jumlah	Rp 576.33
Bahan				
Batu Kali pecah 15 20	1,2000	m ³	Rp 88.000,00	Rp 105.60
Pasir Pasang	0,5777	m ³	Rp 82.000,00	Rp 47.37
Semen PC	2,4000	kg	Rp 27.750,00	Rp 138.60
			Jumlah	Rp 291.57
Alat				
Concrete mixer	0,1928	jam	Rp 44.160,00	Rp 8.51
Water tank truk	0,063	jam	Rp 153.256,00	Rp 9.65
Alat bantu	1	set	30000,00	Rp 30.00
			Nilai HSPK	Rp 897.90
Lapis Resap Ikat Prime Coat		Liter		
Upah:				
Mandor	0,0030	O H	Rp 55.000,00	Rp 16
Pekerja Terampil	0,0211	O H	Rp 30.000,00	Rp 6
			Jumlah:	Rp 79
Bahan:				
Aspal Curah	0,6294	Kg	Rp 6.926,00	Rp 4.3
Kerosin Minyak Tanah	0,4889	Liter	Rp 3.850,00	Rp 1.8
			Jumlah:	Rp 6.24
Sewa Peralatan:				
Asphalt Sprayer	0,0030	Jam	Rp 42.287,00	Rp 1
Compressor 400 - 600 L M	0,0029	Jam	Rp 114.952,00	Rp 3
Dump Truck 8 - 10 m ³	0,0030	Jam	Rp 210.686,00	Rp 6
			Jumlah:	Rp 1.0
			Nilai HSPK :	Rp 8.1

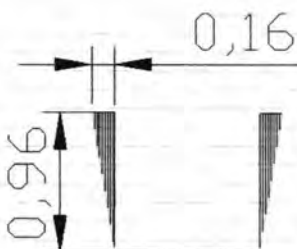
Tabel 5.19 Harga Satuan material, upah pekerja, dan sewa peralatan

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN
A	HARGA SATUAN MATERIAL		
1	Tanah Urug	m ³	Rp 35.183,00
2	Batu kali pecah	m ³	Rp 88.000,00
3	Pasir pasang	m ³	Rp 82.000,00
4	Semen PC	sak	Rp 57.750,00
5	Pasir Urug	m ³	Rp 45.000,00
6	Alar bantu	set	Rp 50.000,00
7	Aspal curah	liter	Rp 6.926,00
8	Solar industri	liter	Rp 6.954,00
9	Agregat kelas A	m ³	Rp 130.000,00
10	Agregat kelas B	m ³	Rp 152.000,00
11	Aspal panas AC 60/70	kg	Rp 7.150,00
12	Cat	Kg	Rp 40.000,00
13	Thinner	liter	Rp 10.100,00
14	Thermoplastic	Kg	Rp 32.000,00
15	Glass Bead	Kg	Rp 22.500,00
16	Kerosin minyak tanah	liter	Rp 3.850,00
17	Filler	kg	Rp 330,00
18	Beton K-175	m ³	Rp 618.180,00
19	Baja tulangan	kg	Rp 12.882,00
B	UPAH KERJA		
1	Mandor	jam	Rp 55.000,00
2	Pekerja (Buruh tak terampil)	jam	Rp 27.500,00
3	Pekerja Trampil	jam	Rp 30.000,00
4	Tukang	jam	Rp 30.000,00
5	Tukang baru	jam	Rp 30.000,00
6	Operator	jam	Rp 40.000,00
7	Kepala Tukang baru	jam	Rp 32.000,00
8	Sopir	jam	Rp 30.000,00
9	Pembantu masinis	jam	Rp 27.500,00
10	Masinis	jam	Rp 30.000,00
C	PERALATAN		
1	Sewa Asfalt Sprayer	jam	Rp 42.287,00
2	Sewa Compressor	jam	Rp 114.952,00
3	Sewa AMP 10 T	jam	Rp 3.880.358,00
4	Sewa Aspal Finisher (min 3 jam)	jam	Rp 215.353,00
5	Sewa Dump Truck 6 T (min 5 jam)	jam	Rp 210.686,00
6	Sewa Pneumatic Tire Roller (min 5 jam)	jam	Rp 189.426,00
7	Sewa Tandem Roller (min 5 jam)	jam	Rp 183.609,00
8	Sewa Wheel Loader 1,7 - 2 m ³ (min 5 jam)	jam	Rp 385.523,00
9	Alar Bantu	set	Rp 30.000,00
10	Mesin gilas bergetar 1 ton	jam	Rp 260.326,00
11	Truck tangki air 63 HP	jam	Rp 153.256,00
12	Sewa Excavator	jam	Rp 320.658,00
7	Batching Plant	jam	Rp 334.083,00
9	Motor Grader	jam	Rp 372.329,00
10	Vibrator Roller	jam	Rp 260.326,00
11	concrete mixer	jam	Rp 44.160,00
12	pemasangan patok hektometer	buah	Rp 102.834,00
13	pemasangan patok kilometer	buah	Rp 434.155,00
14	marka jalan	m ²	Rp 104.440,00

no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi (m)		Luas total	Vol	
					Luas 1	Luas 2			
		97+050	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+100	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+150	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+200	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+250	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+300	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+350	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+400	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+450	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+500	2	50	0,1	0,1	0,2		
		97+550	2	50	0,1	0,1	0,2		
								Σ Vol urugan	

→ Volume Pekerjaan urugan tanah kembali pada saluran drainase akan ditabelkan pada tabel 5.20

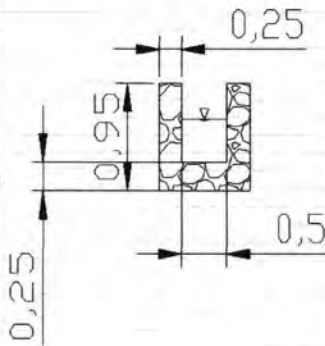
no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi (m)		Luas Total	Vol urugan
					Luas 1	Luas 2		
		94-250	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-300	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-350	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-400	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-450	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-500	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-550	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-600	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-650	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-700	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-750	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-800	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-850	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		94-900	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-950	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-000	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-050	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-100	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-150	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-200	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-250	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-300	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-350	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-400	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-450	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-500	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-550	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-600	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-650	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-700	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-750	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-800	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-850	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-900	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		95-950	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-000	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-050	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-100	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-150	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-200	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-250	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-300	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-350	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-400	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-450	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-500	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-550	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-600	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-650	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-700	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-750	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-800	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-850	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-900	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		96-950	1	50	0,1	0,1	0,2	7,7
		97-000	2	50	0,1	0,1	0,2	15,4



no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi (m)			Luas Total	Vol ps	
					Luas 1	Luas 2	Luas 3			
2		97-050	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-100	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-150	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-200	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-250	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-300	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-350	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-400	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-450	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-500	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
		97-550	2	50	0,3	0,2	0,3	0,7		
									Σ Vol. pas catu kali	

→ Volume Pekerjaan pasangan batu untuk drainase akan
Ditabelkan pada tabel 5.19

no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi (m)			Luas Total	Vol ps batu blok
					Luas 1	Luas 2	Luas 3		
		91-250	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-300	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-350	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-400	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-450	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-500	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-550	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-600	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-650	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-700	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-750	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-800	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-850	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-900	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		91-950	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-000	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-050	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-100	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-150	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-200	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-250	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-300	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-350	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-400	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-450	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-500	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-550	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-600	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-650	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-700	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-750	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-800	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-850	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-900	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		92-950	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-000	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-050	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-100	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-150	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-200	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-250	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-300	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-350	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-400	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-450	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-500	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-550	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-600	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-650	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-700	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-750	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-800	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-850	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-900	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		93-950	1	50	0,2	0,1	0,2	0,6	30,0
		94-000	2	50	0,2	0,1	0,2	0,6	60,0



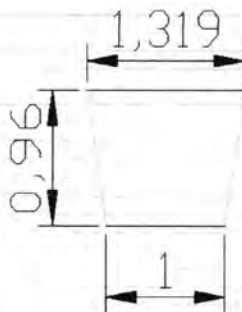
no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi			Luas Area
					tinggi	sisi brh	sisi atas	
		97+050	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+100	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+150	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+200	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+250	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+300	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+350	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+400	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+450	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+500	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
		97+550	2	50	1,1	1,1	1,5	1,4
								2 Vol. Gallan



d. Pekerjaan drainase antara lain :

→ Volume Pekerjaan galian tanah akan ditabelkan pada tabel 5.18

no	gambar	STA	jumlah	panjang	dimensi			Luas Area	Vol galian
					tegang	sis brbu	sis atas		
		94-250	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-300	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-350	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-400	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-450	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-500	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-550	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-600	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-650	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-700	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-750	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-800	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-850	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-900	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		94-950	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-000	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-050	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-100	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-150	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-200	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-250	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-300	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-350	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-400	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-450	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-500	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-550	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-600	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-650	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-700	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-750	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-800	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-850	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-900	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		95-950	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-000	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-050	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-100	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-150	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-200	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-250	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-300	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-350	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-400	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-450	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-500	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-550	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-600	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-650	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-700	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-750	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-800	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-850	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-900	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		96-950	1	50	0,96	1,0	1,3	1,1	55,7
		97-000	2	50	0,96	1,0	1,3	1,1	111,3



2. Pekerjaan lapis pengikat (tack coat) antara perkerasan lama dengan perkerasan overlay.

$$\text{Panjang} = 3300 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 12 \text{ m}$$

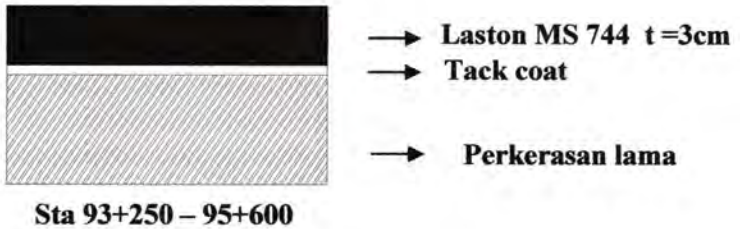
$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (3300 \times 12) \\ &= 39.600 \text{ m}^2 = 39.600 \text{ lt.} \end{aligned}$$

Ketentuan spesifikasi untuk Tack Coat (0,2-1 ltr/m²).

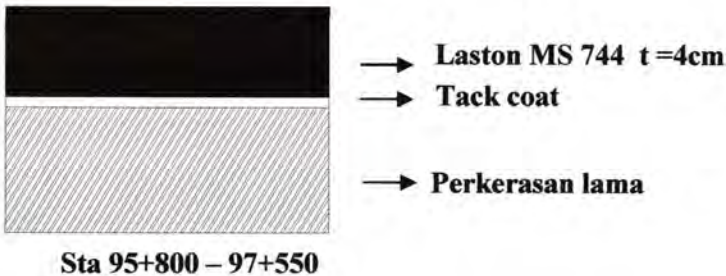
Terdiri dari campuran 30 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,15 ltr/m².

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 39600 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ ltr/m}^2 \\ &= 5940 \text{ ltr} \end{aligned}$$

- c. Pekerjaan lapis tambahan atau *Overlay*.
 1. Pekerjaan lapis permukaan dengan Laston MS 744.



Panjang = 1750 m
 Lebar = 12 m
 Tebal = 0,03 m
 Volume = (1750 x 12 x 0,03)
 = 630 m³



Panjang = 1350 m
 Lebar = 12 m
 Tebal = 0,04 m
 Volume = (1350 x 12 x 0,04)
 = 648 m³

Panjang	= 1450 m
Lebar	= 0,50 m
Tebal	= 0,25 m
Volume	= 2 (1450 x 0,50 x 0,25)
	= 362,5 m ³

3. Pekerjaan lapis permukaan dengan lapis AC Laston MS 744.

Panjang	= 1450 m
Lebar	= 0,50 m
Tebal	= 0,10 m
Volume	= 2 (1450 x 0,50 x 0,10)
	= 145 m ³

4. Pekerjaan lapis permukaan dengan AC Laston MS 744

Panjang	= 1450 m
Lebar	= 0,50 m
Tebal	= 0,04 m
Volume	= 2 (1450 x 0,50 x 0,04)
	= 58 m ³

5. Pekerjaan lapis pengikat (*prime coat*) untuk mengikat lapis pondasi dengan Lapis permukaan.

Panjang	= 1450 m
Lebar	= 0,50 m
Volume	= 2 (1450 x 0,50)
	= 1450 m ² = 1450 lt.

Ketentuan spesifikasi untuk prime Coat (0,4-3 ltr/m²).

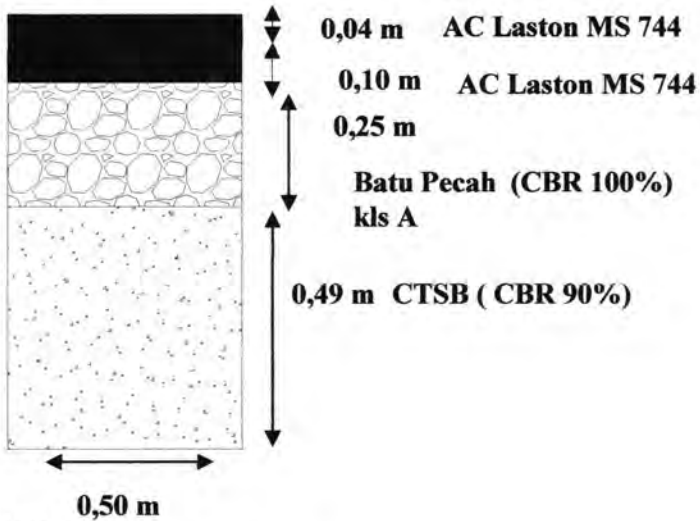
Terdiri dari campuran 80 ltr kerosin : 100 ltr Aspal curah. Asumsi perhitungan menggunakan 0,4 ltr/m².

Volume	= 1450 m ² x 0,4 ltr/m ²
	= 580 ltr

b. Pekerjaan lapis pondasi dan lapis permukaan

1. Pekerjaan lapis pondasi bawah dengan CTSB.

Volume pondasi bawah.



Volume :

Panjang = 1450 m

Lebar = 0,50 m

Tebal = 0,49 m

Volume = 2 (1450 x 0,50 x 0,49)

= 710,5 m³

2. Pekerjaan lapis pondasi atas dengan agregat batu pecah
cls A. Volume pondasi atas

DOKUMENTASI



Kondisi kerusakan jalan pada
STA96+500



Kondisi kerusakan jalan pada
STA 96+700



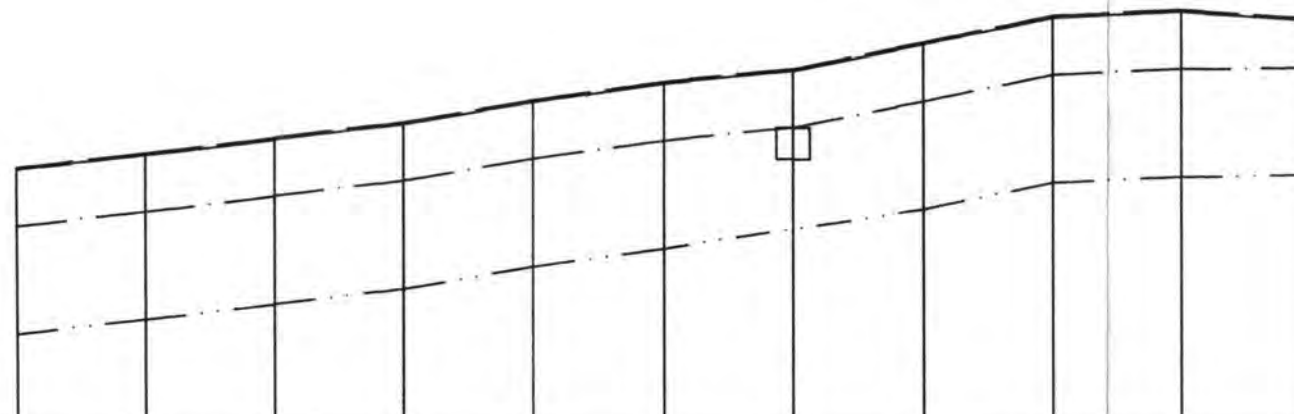
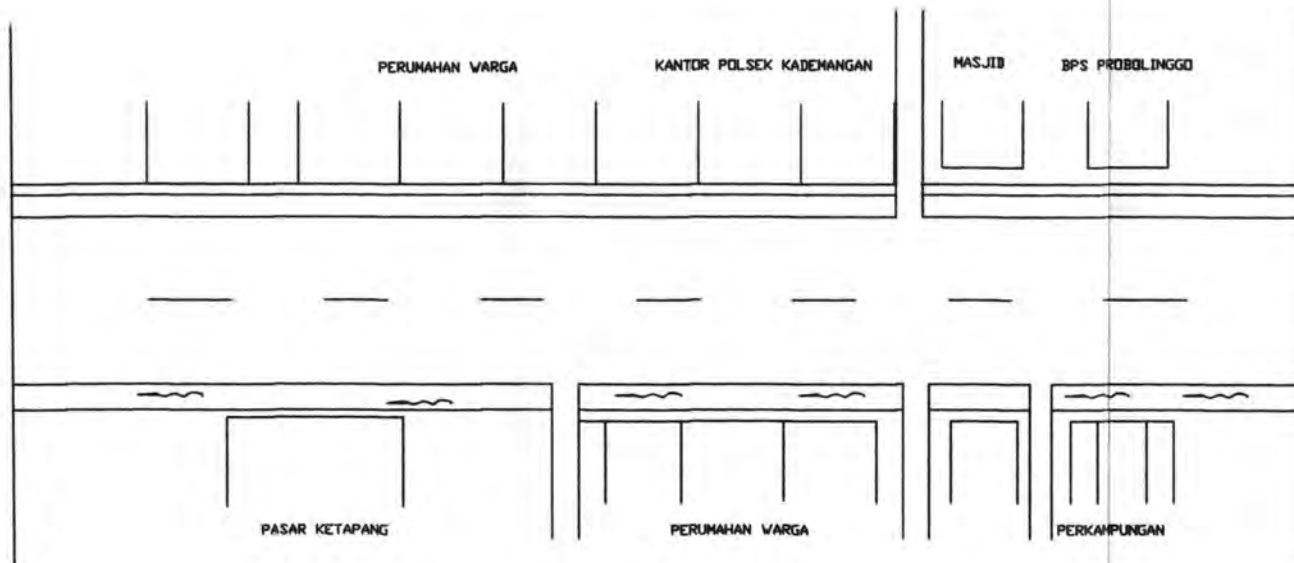
Foto jalan Raya Bromo



Kondisi existing jalan
pada STA 96+300



kondisi drainase jalan
pada STA 94+800



	+95m																																								
ELEVASI EXISTING	98.183	99.093	99.063	98.794	99.314	99.274	98.640	99.550	99.520	98.884	99.794	99.764	99.223	100.133	100.103	99.515	100.425	100.385	99.815	99.711	100.624	100.584	99.031	100.028	100.988	100.648	101.453	101.421	99.666	99.633	101.543	101.513	99.951	100.510	101.421	101.380	98.868				
ELV DESIGN	95.303	97.456	97.456	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543	97.543	97.204	97.543
ELV DASAR SALURAN	98.183	99.093	99.063	98.794	99.314	99.274	98.640	99.550	99.520	98.884	99.794	99.764	99.223	100.133	100.103	99.515	100.425	100.385	99.815	99.711	100.624	100.584	99.031	100.028	100.988	100.648	101.453	101.421	99.666	99.633	101.543	101.513	99.951	100.510	101.421	101.380	98.868				
JARAK	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m		
STA	94+250	94+300	94+350	94+400	94+450	94+500	94+550	94+600	94+650	94+700	94+750																														



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
 BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR
 PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
 BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
 KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eag. P.hd
 196203281 988031001

MAHASISWA
 1. M. WILDAN MAHMUD TS
 3108030120
 2. ARIF ILMAWAN
 3108030150

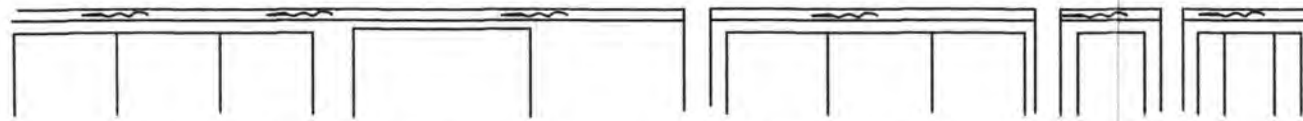
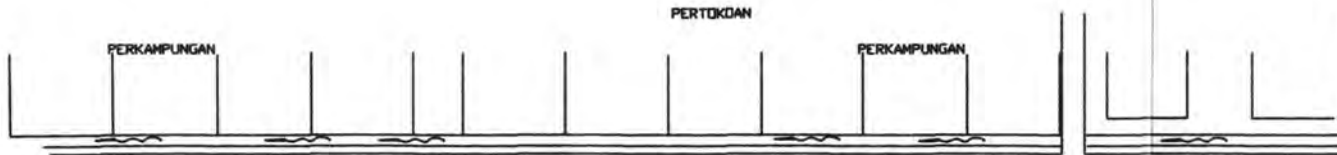
JUDUL GAMBAR
 POTONGAN MEMANJANG KM SBY 94+250-
 KM. SBY 94+750

SKALA
 H = 1 : 2000
 V = 1 : 100

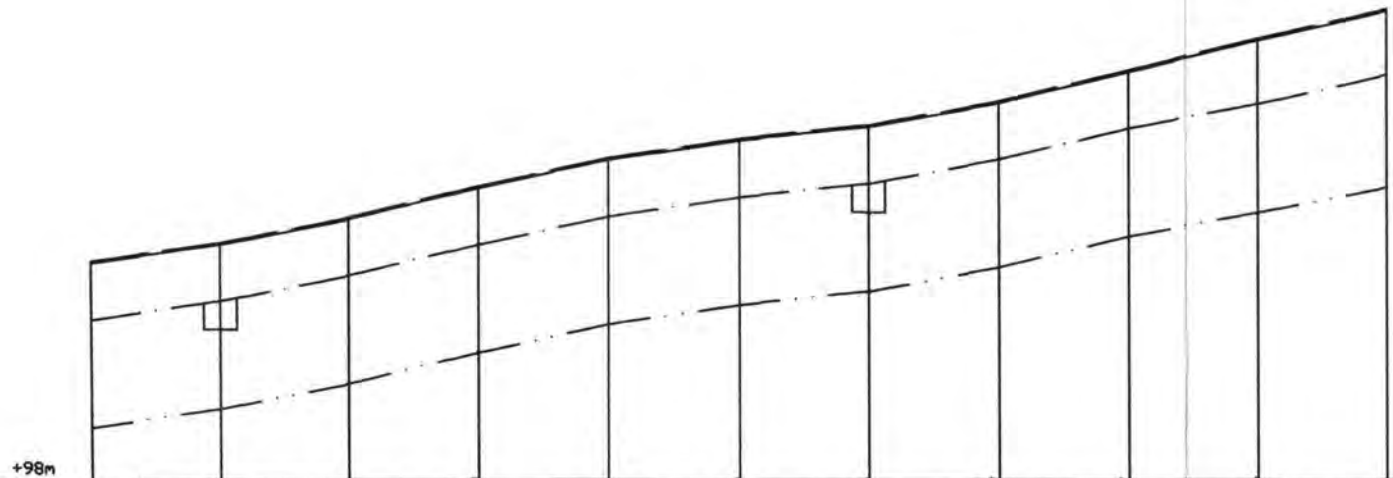
KETERANGAN

- ELV DESIGN
- - - ELV SALURAN KIRI
- · · ELV SALURAN KANAN
- ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
01	42



PERKAMPUNGAN PERKAMPUNGAN MAKAN APOTIK GEDUNG PERTEMUAN LAP TENIS BINA MARGA POM BENSIN PERKAMPUNGAN



ELEVASI EXISTING	100.510 98.828	101.420 101.390	101.698 101.668	102.050 102.060	102.519 102.549	103.011 102.981	103.316 103.296	103.524 103.494	103.851 103.867	104.357 104.357	104.846 104.846	105.333 105.303
ELV DESIGN												
ELV DASAR SALURAN	100.510 98.828	101.788 99.106	102.050 99.510	102.500 99.510	102.975 102.519	103.411 102.981	103.606 103.296	103.816 103.496	104.016 103.867	104.317 104.357	104.616 104.846	104.916 105.303
JARAK	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	
STA	94+750	94+800	94+850	94+900	94+950	95+000	95+050	95+100	95+150	95+200	95+250	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDI PRIYANTO M.Eng. P.hd
196203281 988031001

MAHASISWA

- 1.M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG KM SBY 94+750-
KM. SBY 95+250

SKALA

H = 1 : 2500
V = 1 : 100

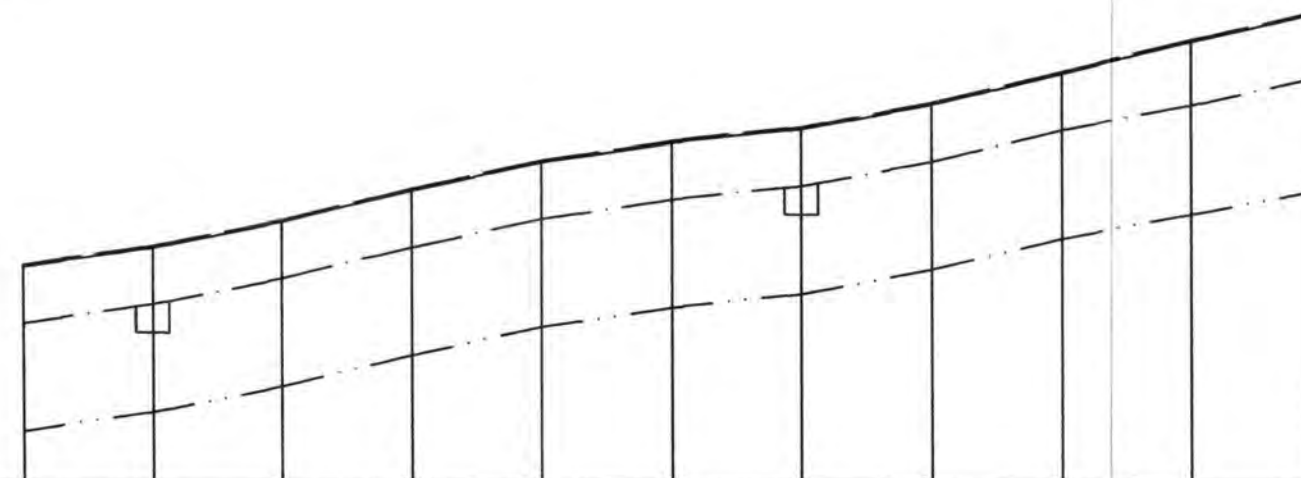
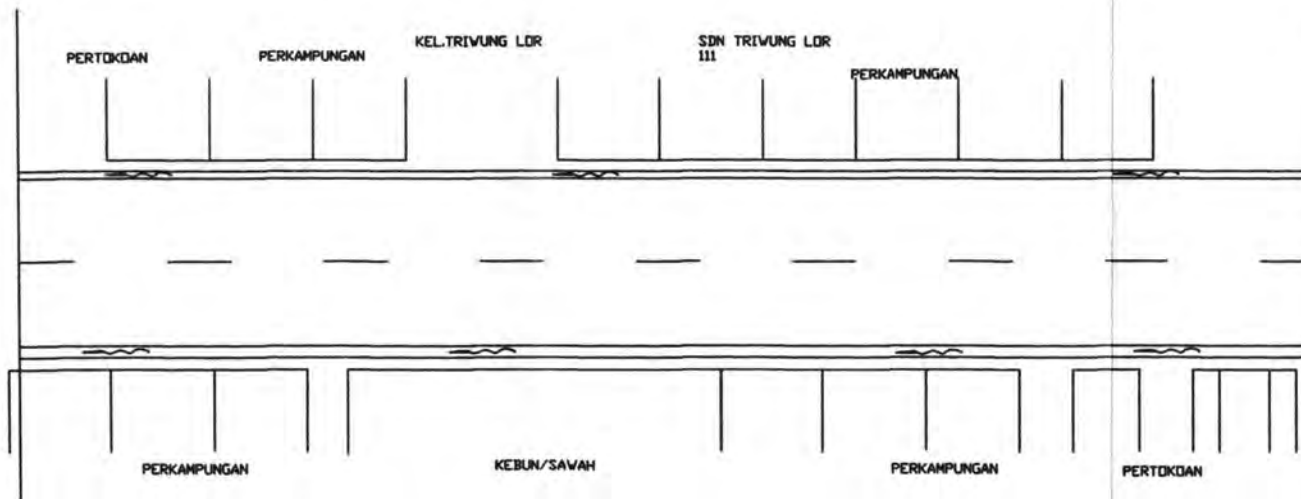
KETERANGAN

- ELV DESIGN
- · — ELV SALURAN KIRI
- · · — ELV SALURAN KANAN
- ~ ~ ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR JUMLAH LEMBAR

02

42



	+98m											
ELEVASI EXISTING	100.510 96.828	101.420 101.568	101.698 99.106	102.090 99.510	102.575 100.475	103.011 100.431	103.316 100.936	103.526 100.826	103.852 100.987	104.257 101.197	104.844 102.166	105.202 102.619
ELV DESIGN	101.420	101.698	102.090	102.575	103.011	103.316	103.526	103.852	104.257	104.844	105.202	
ELV DASAR SALURAN	100.510 96.828	101.738 99.106	102.180 99.510	102.960 99.910	103.431 100.431	103.606 100.936	103.826 100.826	104.152 100.987	104.327 101.197	104.844 102.166	105.302 102.619	
JARAK	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	
STA	94+750	94+800	94+850	94+900	94+950	95+000	95+050	95+100	95+150	95+200	95+250	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng. P.hd
196203281 988031001

MAHASISWA

- 1.M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG KM SBY 95+250-
KM. SBY 95+750

SKALA

H = 1 : 2500
V = 1 : 100

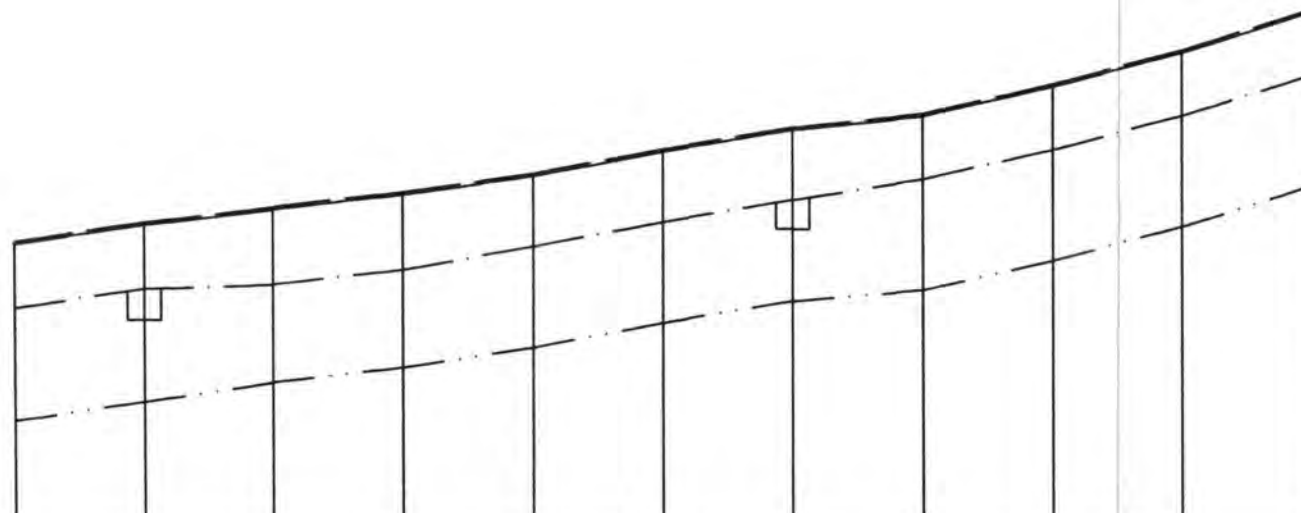
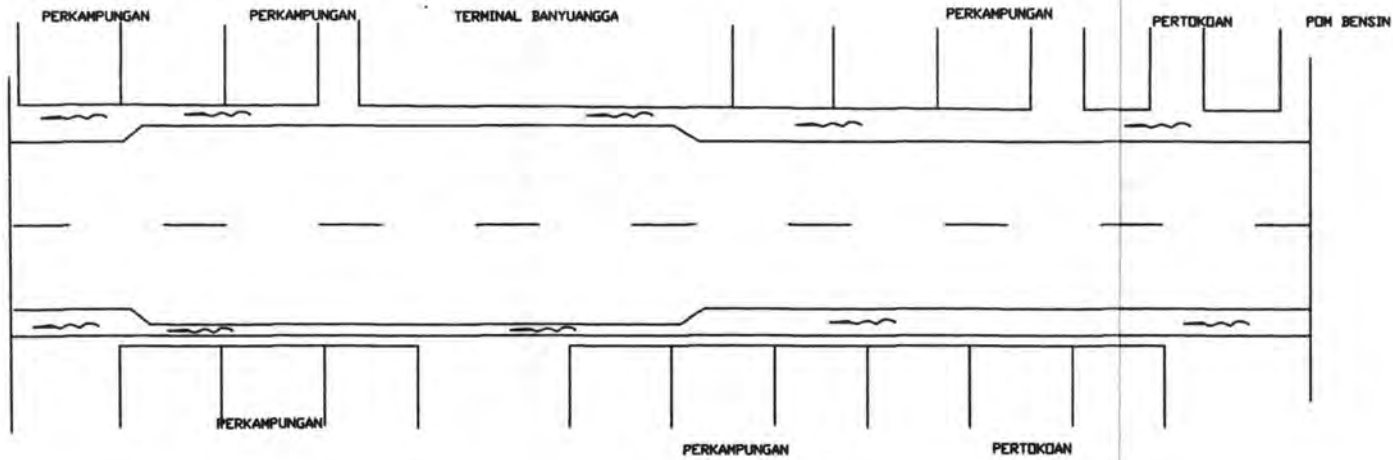
KETERANGAN

- ELV DESIGN
- - - ELV SALURAN KIRI
- · · ELV SALURAN KANAN
- ~ ~ ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR JUMLAH LEMBAR

03

42



	95+750	95+800	95+850	95+900	95+950	96+000	96+050	96+100	96+150	96+200	96+250	
ELEVASI EXISTING	107.431	108.461	108.441	107.731	108.765	108.725	107.295	109.001	108.961	108.029	109.235	108.195
ELV DESIGN	107.741	108.041	107.295	108.505	109.515	109.475	108.833	109.907	109.867	109.170	110.244	110.204
ELV DASAR SALURAN	107.431	108.041	107.295	108.505	109.515	109.475	107.183	108.432	110.452	110.412	109.902	110.922
JARAK	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m
STA	95+750	95+800	95+850	95+900	95+950	96+000	96+050	96+100	96+150	96+200	96+250	



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
 BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
 BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
 KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng. P.hd
 196203281 988031001

MAHASISWA

- 1.M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG KM SBY 95+750-
 KM. SBY 96+250

SKALA

H = 1 : 2500
 V = 1 : 100

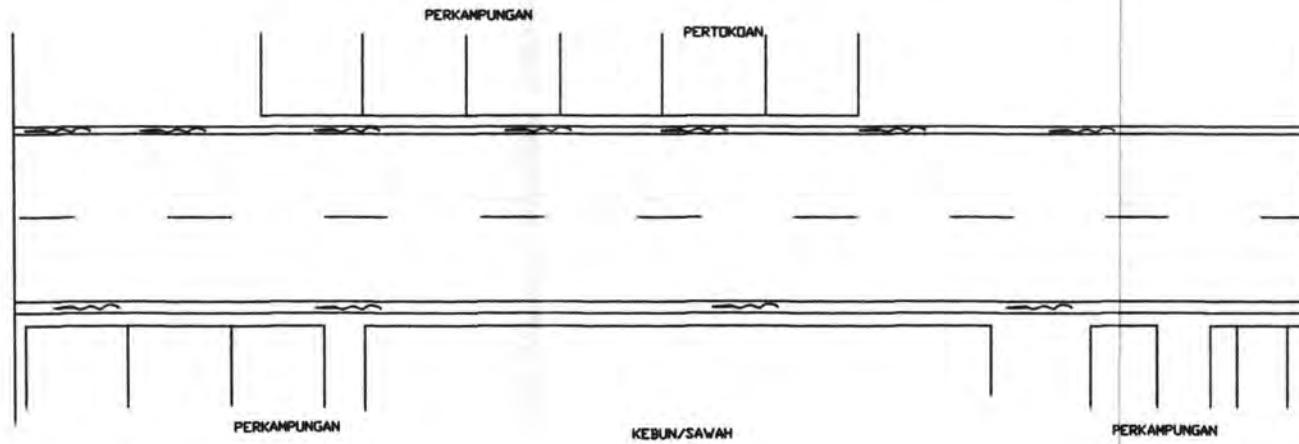
KETERANGAN

- — — — — ELV DESIGN
- - - - - ELV. SALURAN KIRI
- · · · · ELV. SALURAN KANAN
- ~~~~~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR JUMLAH LEMBAR

04

42



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
 BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
 BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
 KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng. P.hd
 196203281 988031001

MAHASISWA

1. M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG KM SBY 96+250-
 KM. SBY 96+750

SKALA

H = 1 : 2500
 V = 1 : 100

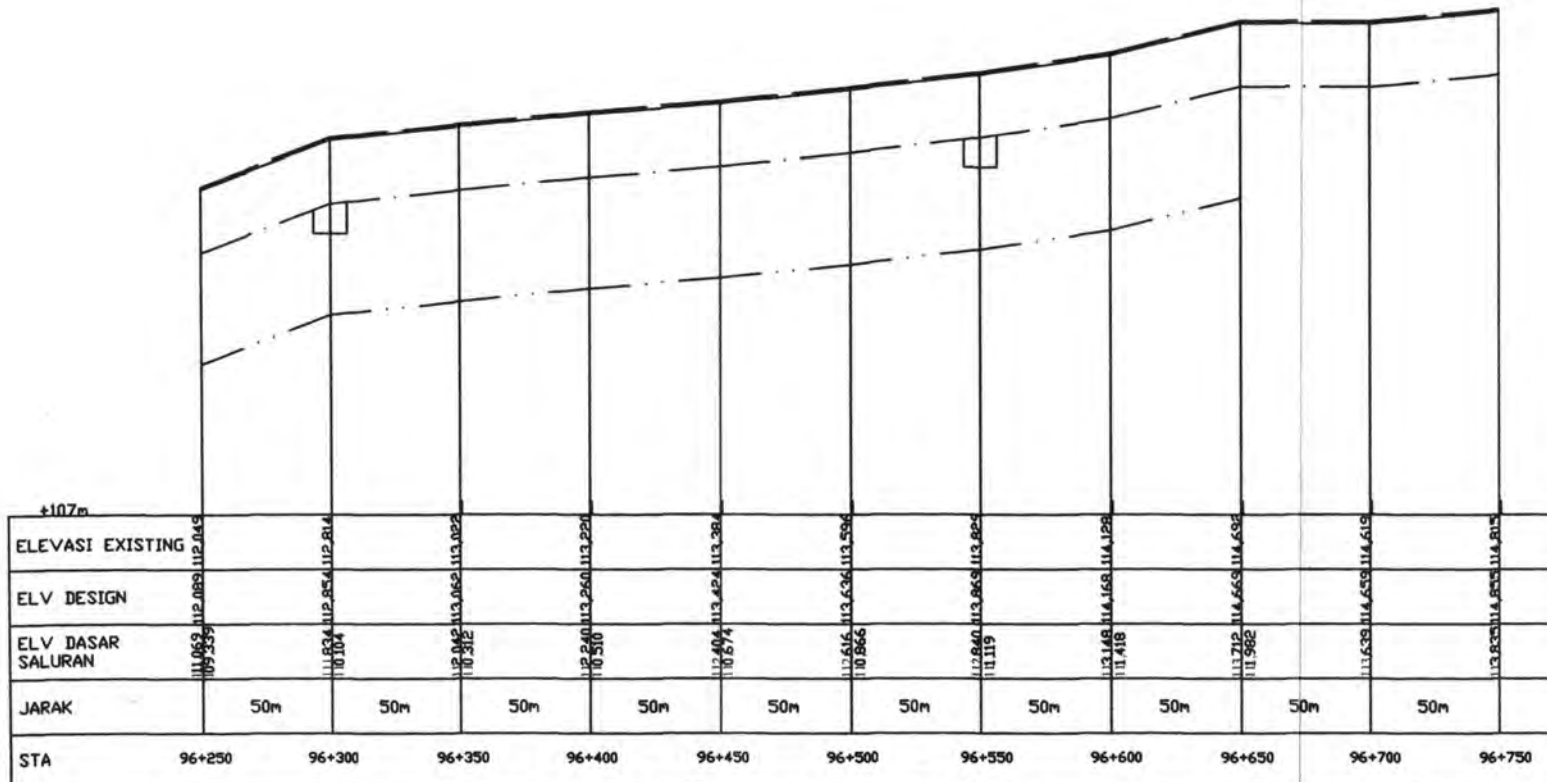
KETERANGAN

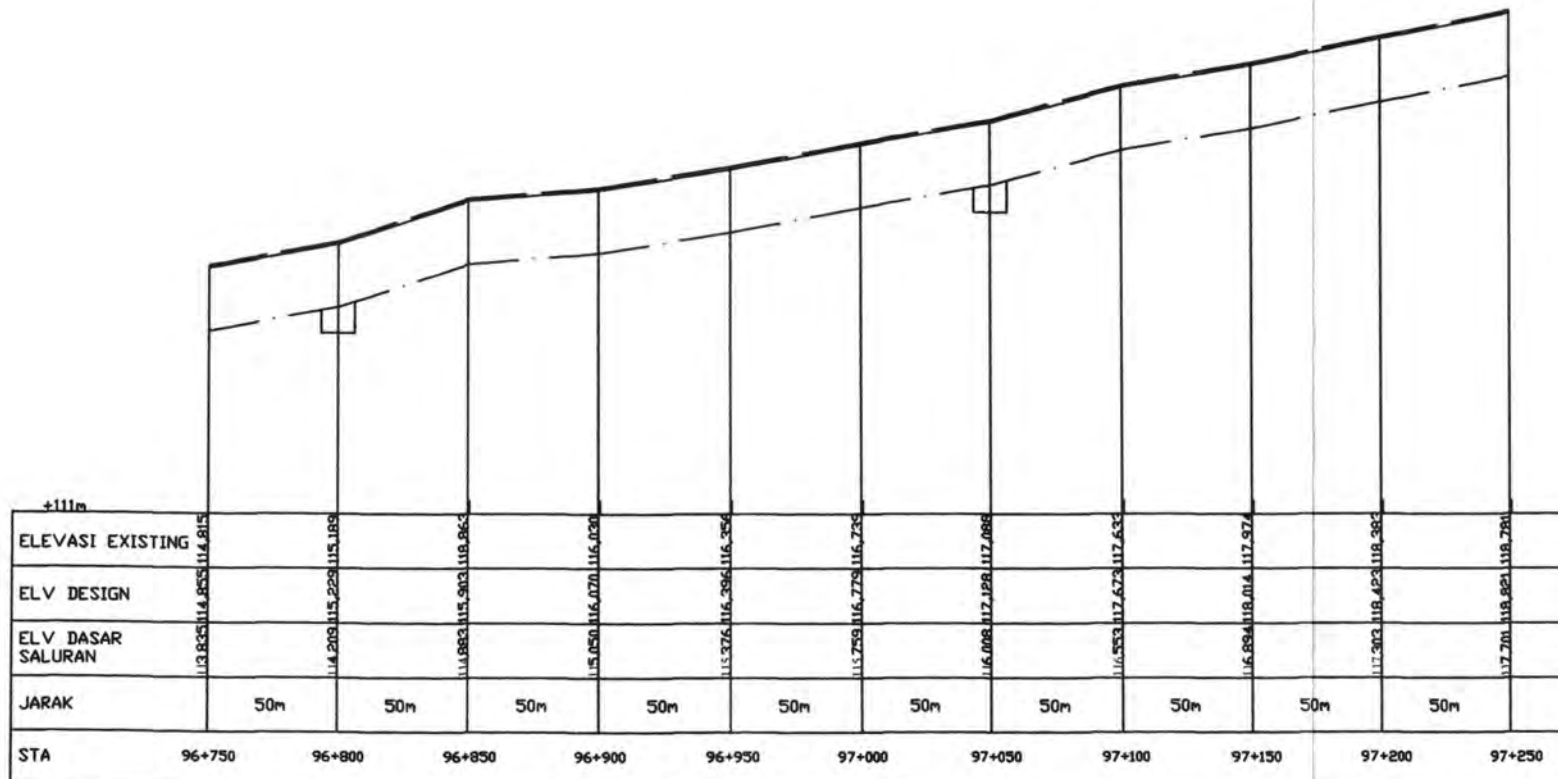
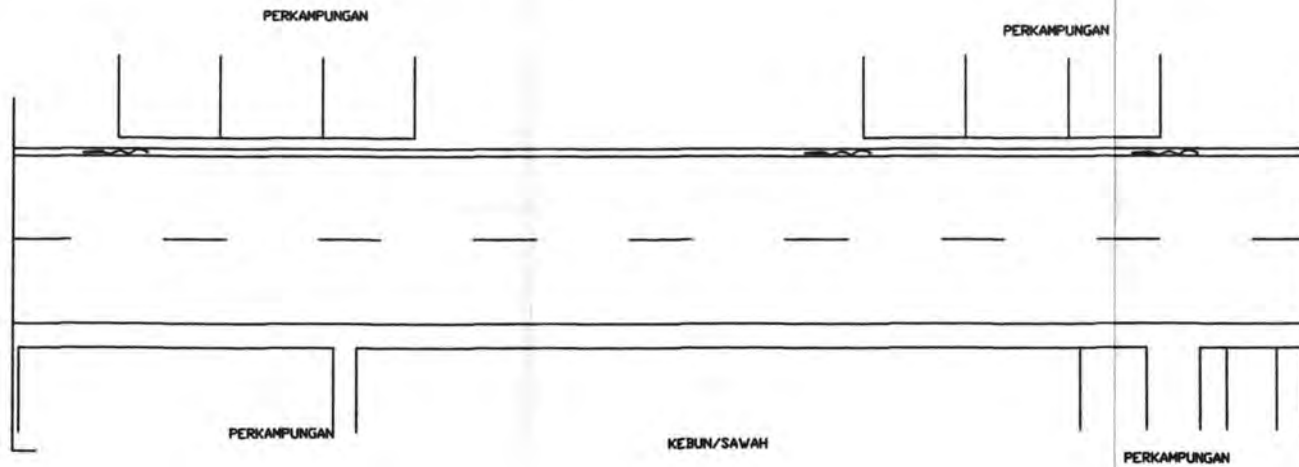
- ELV DESIGN
- - - ELV SALURAN KIRI
- . - . - ELV SALURAN KANAN
- ~ ~ ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR JUMLAH LEMBAR

05

42





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
 BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
 BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
 KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO M.Eng. P.hd
 196203281 988031001

MAHASISWA

- 1.M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG KM SBY 96+750-
 KM. SBY 97+250

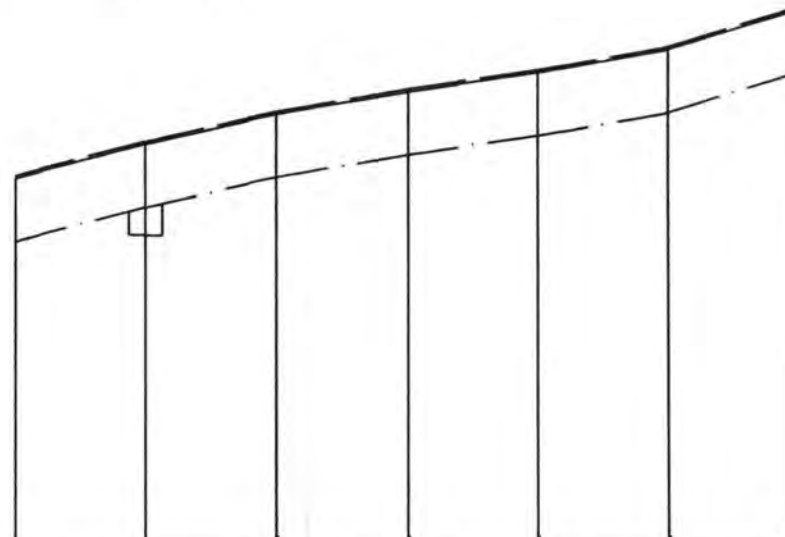
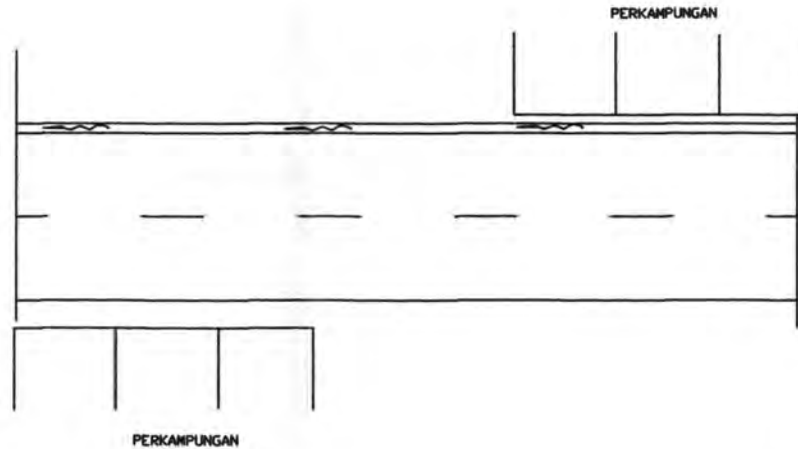
SKALA

H = 1 : 100
 V = 1 : 100

KETERANGAN

- ELV. DESIGN
- - - ELV. SALURAN KIRI
- ~ ~ ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
06	42



		+113m						
ELEVASI EXISTING		118.781	119.310	119.770	120.125	120.414	120.771	121.395
ELV DESIGN		118.821	119.350	119.810	120.165	120.454	120.814	121.439
ELV DASAR SALURAN		117.701		118.680		119.659		120.638
JARAK		50m	50m	50m	50m	50m	50m	
STA		97+250	97+300	97+350	97+400	97+450	97+500	97+550



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG PENINGKATAN JALAN
BROMO PROBOLINGGO STA 94+250 - 97+550
KOTA PROBOLINGGO PROPINSI JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING
Ir. AGUNG BUDI PRIYANTO M.Eng. P.hd
196203281 988031001

MAHASISWA
1. M. WILDAN MAHMUD TS
3108030120
2. ARIF ILMAWAN
3108030150

JUDUL GAMBAR
POTONGAN MEMANJANG KM SBY 97+250-
KM. SBY 97+550

SKALA
H = 1 : 2500
V = 1 : 100

KETERANGAN

— ELV DESIGN
- - - ELV. SALURAN KIRI
~ ~ ~ ARAH ALIRAN AIR

NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
07	42

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Moh Wildan Mahmud TS, dilahirkan di Kediri pada tanggal 21 Desember 1989, anak ke 1 dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain SDN Tawang 1 dilanjutkan pendidikan MTsN Kediri 2, setelah itu dilanjutkan pendidikan MAN 3 Kediri,

tamat tahun 2008. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2008 dan terdaftar dengan NRP. 3108.030.120. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini penulis mengambil Jurusan Bangunan Transportasi.

Penulis sempat aktif di UKM Basket ITS dan pernah mengikuti magang kerja di PT Utama Karya proyek Jalan Tol Moker.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Arif Ilmawan Harya Saputra, dilahirkan di Malang pada tanggal 22 Januari 1990, anak ke 2 dari 4 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Sekolah Dasar Percobaan 1 Malang dilanjutkan pendidikan SMP Negeri 4

Malang, setelah itu dilanjutkan pendidikan SMA Negeri 2 Malang, tamat tahun 2008. Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2008 dan terdaftar dengan NRP. 3108.030.150. Di Program Studi D-III Teknik Sipil ini penulis mengambil Jurusan Bangunan Transportasi.

MOH WILDAN MAHMUD TS.....

matur tenkyu kagem.....

- **ALLAH SWT,yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga buku TA ini bisa selesai tepat waktu.....**
- **Kedua orang tuaku (Bpk. Tauhid & Ibu Sundari) yang telah memberi kasih sayang dari lahir sampai saat ini... maaf aku belum bisa membalas segala kebaikan bapak ibu sampai saat ini... tetapi aku akan berusaha untuk membahagiakan bapak ibu sampai kapanpun... semoga ALLAH SWT membalas kebaikan bapak ibu dengan pahala yang lebih berlipat ganda.... Amin...**
- **Untuk adikku Ahmad Rizal Ardiansyah.... Lebih semangat yaw belajarnya,sebentar lagi kamu yang kuliah.....**
- **My Family... matur suwun atas doa dan dukungane...**
- **Bapak Agung Budipriyanto... terima kasih atas bimbingannya... (maaf yaw pak klo sering buat salah,hehehe...)..**
- **Partner TA..(Arif Ilmawan HS a.k.a NdaLiipp).... Suwun atas kerja samane,sorry klow ada salah kata atow perbuatan...**
- **Buat Tanaya Eka Laxmi.... Matur suwun atas pinjaman lepinya...(sepurane lek sui,hehehehe...)..**
- **Dulur2 KreTa CePat RaPih DhoHo.... Ayo naik kereta api lagi.. wes sui gag bareng2 maneh,hehehehe...**
- **Semua teman2ku di TK,SD,MTsN,MAN.... Yang gag bisa disebutin satu persatu.... Matur suwun atas doa dan dukungane.....**
- **Arek2 kontrakan Z (Tebo,Komtingz,Surdi,Rendy,Wicak, dll) terima kasih kalian telah berhasil mengganggu, membantu dan menghibur dalam pengerjaan buku TA ini,hehehe.... Kebersamaan kita tak akan pernah terganti oleh apapun....**

- **Arek Z '08.... Ayo kita buktikan pada dunia bahwa arek Z '08 adalah orang2 sukses di dunia dan di akhirat... Amiinn..**
- **Kelaz BT '08.... Suwun atas dukungannya kabeh yaw cah...**
- **Warga D3teksi '08.... Kalian akan selalu di hati,hehehehe...**
- **Buat adek2ku ndek kampus D3teksi... berikan yang terbaik untuk kampus tercinta.... Jog ngisin2i kampus yaw rek...**
- **Semua yang kenal sama aku dan baik sama aku.... Terima kasih atas dukungan dan doanya... meskipun hanya singkat tapi tak terlupakan...**

Setiap orang pasti mempunyai awal dan akhir yang sama, hanya perjalanan hidupnya yang berbeda....

Arip ucapkan tERIMA kAsIH KEpaDa :

- ♣ **ALLAH SWT** yang telah memberikan rahmat hidayahnya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- ♣ **My FaMILY** : Bapak,Ibu, mbak dina, dan kEdua Adik Q yAng tElAH mEmbeRiKan dUkungAn & mOtiVasi sElama PengErjaan Tugas Akhir kAMi.tERima Kasih Khususnya kEpaDa Ortu yG SuDAH sAbar mEndidik hinGGa SeKaraNg.Q haNya bisa memberikan sedikit kebahagiaan yang mungkin tidak biSa membalas segala apa yang telah bapak dan ibu berikan dan keluarga besar Q ,terima kasih atas doa dan dukungannya ,,,,,.
- ♣ **Bpk Ir.Agung Budipriyanto, M.Eng.PhD.** : selaku dosen pembimbing tugas akhir kami ini.,,terima kasih atas kesabaran dan bimbingan yang bapak berikan.,,semoga ilmu yang saya dapat dapat berguna dikemudian hari.,,Mohon Maaf Pak Kalau saya selalu menyita waktu bapak.,, ^_^
- ♣ **My PaRtNer TA** : Wildan terima Kasih Atas Kerja Samanya.,,Maaf Klo ada kata2 maupun kelakuan yang tidak berkenan. ^_^
- ♣ **Arek Z '08 (BG,BT,BA)** : suwun Jeh gawe arek kontrakan gang menu I
Boby,Rendy,Rohman.,Andri(peceI),nanda palaZ,tri,misbah,anhar,ryben,muclis,rusdi,indra,ego ,yohanes,hari,wahyu indra,heri tukul.,.
Rek.,,Guyonan Kata2 Ngawur sing garai

Ngakak,,,sepurane Sing aKEH Yo....., ^_^kapan
kapan balapan mangan ambek aq.....

♣ **Teman D3teksi BT '08 : KREWEN(MA'RUF),JUNED
SUWUN YO REK.,,WIS NGEWANGI AKU
NGERJAKNO TA.**

♣ **sEmua yang KeNAL sama aKu.,,Hihihih.,,trs baik sama
Q.,,makasih doa dan dukunganya.,,makasih untuk
kebersamaanya walaupun cuman sebentar.,, ^_^**