

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELE	
TGL. TERIMA :	29/02/2004
NO. JUDUL :	001507
NO. INV. :	5700061507001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR
EVALUASI STRUKTURAL DAN PERENCANAAN
TEBAL *OVERLAY* PERKERASAN LENTUR
 (Studi Kasus Ruas Jalan Solo Semarang Sta 23+000 Sampai Dengan Sta 24+500)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
 untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
 derajat Sarjana Teknik Sipil



Disusun Oleh :

Nama : Padmono
 No. Mhs : 99 511 356

Nama : Erwin Triyono Jatmiko
 No. Mhs : 99 511 393

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
 2004

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
EVALUASI STRUKTURAL DAN PERENCANAAN
TEBAL *OVERLAY* PERKERASAN LENTUR
(Studi Kasus Ruas Jalan Solo Semarang Sta 23+000 Sampai Dengan Sta 24+500)

Disusun Oleh :

Nama : Padmono
No. Mhs : 99 511 356

Nama : Erwin Triyono Jatmiko
No. Mhs : 99 511 393

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Ir. Moch Sigit DS, MS.
Dosen Pembimbing I



Tanggal :

Ir. Iskandar S, MT.
Dosen Pembimbing II

Tanggal :

HALAMAN PERSEMBAHAN

(PADMONO)

Dengan segala kerendahan hati karya ini kupersembahkan kepada :

ALLAH, SWT

Puji syukurku atas segala Karunia dan Rahmat yang Engkau berikan. Aku meyakini Engkau akan selalu memberikan yang terbaik kepada setiap hamba-Mu.

BAPAK-IBU SUWARDI SISWO

Terima kasih atas segala kasih sayang dan doa yang diberikan kepada ananda selama ini. Semoga apa yang diharapkan dan dilantunkan dalam setiap doa bapak-ibu bisa ananda wujudkan.

MAS JOKO, MBAK LINA, MAS BUDI dan MBAK YULI

Terima kasih atas doa dan dukungan yang kalian berikan kepadaku. Berkat doa kalian semua akhirnya tugas ini dapat kuselesaikan.

DINI BETHARIA .SE

Kekasihku tercinta, Terima kasih atas cinta, sayang, perhatian dan dorongan semangat selama ini. Semoga segala perbedaan di antara kita dapat menyatukan kita selamanya.

ERWIN, HUSNEY, BANG YAN, AGUNG, BOTOL, KUMIS dan KOPLINK

Terima kasih untuk segala kebaikan dan kebersamaan yang diberikan selama menyusun tugas akhir ini.

Jerih payah yang disertai dengan kesabaran tidak akan berlalu dengan sia-sia.

Tidak ada yang memberatkan dalam hidup ini kalau kita tetap fokus pada masa depan dan bukan pada hambatan atau kendala.

KATA PENGANTAR



Assalamu' alaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, Sholawat dan Salam kami panjatkan kehadiran Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat serta pengikut-Nya sampai akhir zaman.

Penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Struktural dan Perencanaan Tebal *Overlay* Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Solo Semarang Sta 23+000 Sampai Dengan Sta 24+500)”** ini diselesaikan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh derajat sarjana strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini kami telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun material, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Moch Sigit DS, MS, selaku Dosen Pembimbing.

4. Bapak Ir. Iskandar S, MT, selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Ir. H. Balya Umur, MSC, selaku Dosen Penguji
6. Bapak, Ibu Suwardi Siswo, Mas Joko, Mbak Lina, Mas Budi, Mbak Yuli, Sari, Dani, Bayu, Angie, Yuda, Salwa dan Dini tercinta atas do'a, serta dorongan yang telah diberikan kepada Mono selama ini.
7. Ayahanda, Ibunda Slamet Waluyo, Mas Yudi, Mbak Eti, Mas Wawan, Mbak Yuni, Zanik tercinta atas do'a, serta dorongan yang telah diberikan kepada Erwin selama ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan banyak bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Atas segala kebaikan dan bantuannya, penyusun ucapkan terima kasih, semoga Allah SWT memberikan imbalan yang sepantasnya.

Pada akhirnya segala daya upaya serta kemampuan telah kami curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini, namun semua tidak terlepas dari segala kekurangan. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan penelitian di kemudian hari. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi penyusun sendiri dan para pembaca pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Desember 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAKSI.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Lokasi Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beban Lalu lintas.....	6
2.2 Lapis Perkerasan	7
2.3 Perkerasan Beton Aspal.....	8
2.4 Tanah Dasar.....	8
2.5 Kinerja Perkerasan Lentur.....	9

2.6	Lendutan, Lendutan Balik.....	10
2.7	Lapis Tambahan.....	11
BAB III. LANDASAN TEORI		12
3.1	Beban Lalu Lintas	12
3.2	Lapis Perkerasan Lentur.....	13
3.3	Perkerasan Beton Aspal.....	16
3.4	Tanah Dasar	17
3.4.1	Daya Dukung Tanah Dasar.....	18
3.4.2	CBR Segmen Jalan.....	18
3.5	Kinerja Perkerasan Lentur.....	19
3.6	Lendutan Perkerasan Lentur.....	20
3.6.1	Defleksi dan Lengkung Defleksi.....	21
3.6.2	Prinsip Penggunaan Defleksi Pada Perkerasan Lentur.....	22
3.7	Lapis Tambahan Metode Bina Marga 1983	23
3.7.1	Lalu lintas Harian Rata-rata	23
3.7.2	Lalu lintas Rencana	23
3.7.3	Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)	24
3.7.4	Faktor Regional	25
3.7.5	Kondisi Perkerasan Lama	27
3.7.6	Perencanaan Tebal Lapis Baru (<i>Overlay</i>)	29
3.7.7	Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan.....	31
3.8	Bagan Alir Perhitungan <i>Overlay</i>	31

BAB IV. METODE PENELITIAN.....	33
4.1 Tahap Persiapan.....	33
4.2 Tahap Pekerjaan Lapangan.....	33
4.2.1 Pemeriksaan dengan <i>Benkelman Beam</i>	33
4.2.2 Pemeriksaan Daya Dukung Tanah di Lapangan.....	35
4.2.3 Pengambilan Sampel Tebal Lapis Perkerasan.....	37
4.2.4 Survei Perhitungan Lalu lintas.....	38
4.3 Tahap Penelitian Laboratorium.....	39
4.3.1 Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal.....	39
4.3.2 Pemeriksaan Ekstraksi Aspal Beton.....	40
4.3.3 Analisis Saringan.....	41
4.3.4 Pemeriksaan CBR Laboratorium.....	42
4.4 Tahap Analisis.....	43
BAB V. HASIL PENELITIAN, ANALISIS	
DAN PEMBAHASAN.....	45
5.1 Hasil Pengumpulan Data	45
5.1.1 Kondisi Perkerasan Lama	45
5.1.2 Beban Lalu Lintas.....	45
5.1.3 Bahan Lapis Keras	47
5.1.4 <i>Job Mix Formula</i>	48
5.1.5 Pemeriksaan <i>Benkelman Beam</i>	48
5.1.6 Kepadatan Beton Aspal	49
5.1.7 Ekstraksi Aspal Beton.....	50

5.1.8	Analisis Saringan.....	50
5.1.9	Pemeriksaan <i>Subgrade</i> dengan Alat DCP.....	51
5.1.10	Pengujian CBR Laboratorium.....	52
5.2	Analisis Hasil Penelitian.....	52
5.2.1	Analisis Hasil <i>Core Drill</i> Beton Aspal.....	52
5.2.2	Analisis <i>Subgrade</i> Berdasarkan Nilai CBR.....	58
5.3	Perencanaan Tebal <i>Overlay</i> dengan Metode	
	Bina Marga 1983	58
5.3.1	Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Lendutan	
	Balik	58
5.3.2	Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Kemiringan	
	Titik Belok	67
5.3.3	Perhitungan umur Sisa Pelayanan Jalan.....	72
5.4	Pembahasan <i>Overlay</i> Metode Bina Marga 1983	73
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....		76
6.1	Kesimpulan	76
6.2	Saran-saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Jaringan Jalan Bapro Bina Marga Surakarta. Barat.....	4
Gambar 2.1	Struktur Perkerasan Lentur.....	7
Gambar 2.2	Hubungan Antara Tingkat Pelayanan dengan Umur Perkerasan Struktur.....	9
Gambar 2.3	Hubungan Antara Lendutan dan Pembebanan.....	11
Gambar 3.1	Struktur Perkerasan Lentur Jalan.....	14
Gambar 3.2	Hubungan Antara Lendutan dan Pembebanan.....	21
Gambar 3.3	Grafik Penyesuaian Temperatur Metode Bina Marga 1983.....	26
Gambar 3.4	Grafik Temperatur Udara Rata-rata Ditambah dengan Temperatur Lapis Permukaan.....	27
Gambar 3.5	Grafik Penentuan Nilai Defleksi yang Diijikan.....	29
Gambar 3.6	Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> Metode Bina Marga 1983.....	30
Gambar 3.7	Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> Metode Bina Marga 1983.....	30
Gambar 3.8	Bagan Alir Perencanaan Tebal <i>Overlay</i> Metode Bina Marga 1983.....	32
Gambar 4.1	Pemeriksaan <i>Benkelman Beam</i>	35
Gambar 4.2	Pemeriksaan <i>Dinamic Cone Penetrometer</i>	36

Gambar 4.3	Pengambilan Sampel <i>Core Drill</i>	38
Gambar 4.4	Bagan Alir Penelitian.....	44
Gambar 5.1	Struktur Perkerasan Jalan Solo Semarang.....	47
Gambar 5.2	Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+000) dan Gradasi Agregat JMF.....	54
Gambar 5.3	Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+300) dan Gradasi Agregat JMF.....	55
Gambar 5.4	Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+600) dan Gradasi Agregat JMF.....	55
Gambar 5.5	Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 24+900) dan Gradasi Agregat JMF.....	56
Gambar 5.6	Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 24+200) dan Gradasi Agregat JMF.....	56
Gambar 5.7	Grafik Gradasi Agrgat Hasil Pengujian (STA 24+500) dan Gradasi Agregat JMF.....	57
Gambar 5.8	Grafik Lendutan Balik.....	63
Gambar 5.9	Grafik Kemiringan Titik Belok.....	69
Gambar 5.10	Perancangan Ulang (<i>Overlay</i>) Lapis Perkerasan.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Unit Ekuivalen 8,18 ton Beban As Tunggal.....	13
Tabel 3.2	Nilai R Untuk Perhitungan Segmen.....	19
Tabel 3.3	Koefisien Distribusi Kendaraan	25
Tabel 5.1	Hasil Survei Volume Lalu lintas.....	46
Tabel 5.2	Data Volume Lalu lintas Tahun 1999.....	47
Tabel 5.3	Data <i>Job Mix Formula</i>	48
Tabel 5.4	Hasil Pemeriksaan Lendutan Balik Jalan.....	49
Tabel 5.5	Hasil Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal.....	49
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Kadar Aspal	50
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Analisis Saringan.....	51
Tabel 5.8	Hasil Pengujian CBR Lapangan.....	51
Tabel 5.9	Hasil Pengujian CBR Laboratorium.....	52
Tabel 5.10	Prosentase Degradasi Agregat.....	54
Tabel 5.11	Angka Pertumbuhan Lalu lintas.....	59
Tabel 5.12	Unit Ekuivalen 8,18 ton Beban As Tunggal.....	60
Tabel 5.13	Nilai LEP Berdasarkan Hasil Survei Tahun 2004.....	61
Tabel 5.14	Hasil Perhitungan AE 18 KSAL.....	61
Tabel 5.15	Tabel Harga Lendutan Balik.....	63
Tabel 5.16	Hitungan Lendutan Balik Segmen 1.....	64
Tabel 5.17	Hitungan Lendutan Balik Segmen 2.....	65
Tabel 5.18	Hitungan Lendutan Balik Segmen 3.....	66

Tabel 5.19	Kemiringan Titik Belok.....	68
Tabel 5.20	Hasil Perhitungan $\tan \theta$ Segmen 1.....	70
Tabel 5.21	Hasil Perhitungan $\tan \theta$ Segmen 2.....	70
Tabel 5.22	Hasil Perhitungan $\tan \theta$ Segmen 3.....	71
Tabel 5.23	Gradasi Agregat untuk <i>Overlay</i>	74

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Kerusakan Jalan

LAMPIRAN 2 : *Job Mix Formula*

LAMPIRAN 3 : Data Perancangan *Overlay*

LAMPIRAN 4 : Data Penelitian Beton Aspal

LAMPIRAN 5 : Data Penelitian CBR Tanah Dasar

Abstraksi

Jalan Solo-Semarang yang termasuk dalam wilayah propinsi Jawa-Tengah merupakan Jalan Arteri Primer 2 arah, 2 lajur tanpa median, jalan ini melayani Angkutan Utama dengan arus lalu lintas yang sangat padat dan cenderung meningkat. Kondisi jalan ini sekarang telah mengalami kerusakan pada perkerasannya, yang ditunjukkan dengan terdapatnya kerusakan-kerusakan yang ditemui pada jalan tersebut, seperti terdapatnya cracking, ravelling, bleeding, ruts dan gelombang pada permukaan jalan. Perkerasan jalan yang baik dari segi kondisi struktural harus dapat mendukung beban lalu lintas yang melewatinya. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dievaluasi kondisi struktural perkerasan jalan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi struktural perkerasan berdasarkan nilai lendutan balik jalan dengan Benkelman Beam Test, mengidentifikasi kerusakan jalan dengan mengevaluasi material jalan, mengidentifikasi kekuatan daya dukung tanah dasar berdasarkan nilai CBR, menghitung umur sisa pelayanan jalan dan mengevaluasi kemungkinan dilakukan pemberian lapis keras tambahan (overlay) dengan menggunakan data lendutan balik jalan.

Pengumpulan data dan perhitungan tebal lapis keras tambahan (overlay) menggunakan metode Bina Marga 1983. Dari hasil penelitian agregat yang digunakan sudah mengalami degradasi, nilai kepadatan beton aspal sebesar 2.319 gr cm^3 , kadar aspal rata-rata 6.25 % dan daya dukung tanah 5.23 %. Dari hasil perhitungan nilai lendutan balik jalan didapat masa pelayanan jalan tinggal 20 bulan 12 hari. Sehingga perlu diberi lapis tambahan untuk meningkatkan umur pelayanan jalan. Untuk perencanaan overlay kedepan nilai lendutan balik jalan tidak boleh melebihi nilai lendutan ijin selama umur rencana, disini umur rencana jalan diasumsikan untuk 10 tahun kedepan. Tebal overlay dihitung berdasar nilai lendutan yang terjadi pada tiap-tiap segmen jalan yang dikontrol dengan nilai kemiringan titik belok tiap tiap segmen. Dari kedua perhitungan tersebut tebal lapis tambahan dapat dilakukan pada segmen 1 dan 3 dimana lendutan yang terjadi pada segmen tersebut (segmen 1 = 1.29 mm dan segmen 3 = 1.37 mm) melebihi lendutan yang diijinkan berdasar beban yang bekerja pada jalan tersebut, yaitu 1.05 mm. Overlay yang digunakan untuk umur rencana 10 tahun dengan lendutan ijin 1.05 mm yaitu AC dengan tebal 5 cm menggunakan spesifikasi campuran nomer IV.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari aktifitas hidup manusia sehari-hari, apalagi jika dilihat dari peran jalan sebagai urat nadi kehidupan manusia. Sesuai dengan laju pertumbuhan daerah-daerah di Indonesia, kebutuhan aktifitas manusia meningkat dengan cepat, sehingga menuntut adanya prasarana transportasi yang baik agar dapat menjamin keamanan, kenyamanan, dan kelancaran perpindahan manusia dan barang. Kondisi jalan yang baik akan memberikan pelayanan lalu lintas yang baik, sebaliknya kondisi jalan yang kurang baik atau mengalami kerusakan akan mengganggu kelancaran lalu lintas.

Kondisi lapis perkerasan jalan lentur (Sukirman, 1999) mempunyai kualitas baik apabila mampu menahan beban yang bekerja di atasnya selama umur konstruksi yang direncanakan tanpa menimbulkan kerusakan berarti yang dapat mengganggu keamanan, kenyamanan, dan kelancaran lalulintas. Untuk mencapai hal tersebut perkerasan jalan harus dievaluasi atau diadakan pemeriksaan kondisi perkerasan jalan.

Berkaitan dengan kondisi jalan yang mengalami kerusakan, perlu diupayakan tindakan penanganan terhadap jalan tersebut. Hal ini penting sebelum

daerah kerusakan bertambah, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Kerusakan kontruksi jalan dapat disebabkan oleh berbagai sebab, diantaranya dengan meningkatnya volume lalu lintas kendaraan, muatan kendaraan yang melebihi beban yang diijinkan, maupun oleh faktor perencanaan teknik terutama perancangan struktur perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan.

Menurut Undang-Undang tentang jalan, No.13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah No.26 tahun 1985, jalan nasional ruas Solo-Semarang termasuk jalan arteri primer dengan 2 arah, 2 lajur tanpa median yang merupakan penghubung dari propinsi Jawa Tengah (Semarang) dengan Jawa Timur (Surabaya), jalan ini melayani angkutan utama dengan arus lalu lintas yang sangat padat dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Jalan ini banyak ditemui kerusakan-kerusakan yang cukup beragam yang dapat dilihat secara visual, seperti terdapatnya retak-retak halus (*cracking*), pegelupasan pada bagian pinggir perkerasan (*ravelling*), *bleeding*, serta terdapatnya alur (*ruts*) dan gelombang pada permukaan jalan sehingga perlu dievaluasi.

Dengan adanya penelitian lendutan dengan alat *Benkelman Beam* dapat diketahui umur sisa pelayanan jalan, sehingga dapat digunakan sebagai parameter kapan dilaksanakan *overlay*. Besarnya tebal *overlay* dapat ditentukan berdasarkan lendutan jalan yang ada dan lendutan yang diijinkan pada jalan tersebut. (Bina Marga, 1983). Evaluasi material dengan *core drill* dan pemeriksaan daya dukung tanah lapangan dan laboratorium berdasarkan kekuatan CBR, dapat diketahui kondisi dari material perkerasan dan daya dukung tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi struktural perkerasan berdasarkan nilai lendutan balik jalan dengan *Benkelman Beam Test*.
2. Mengidentifikasi kerusakan jalan dengan mengevaluasi material jalan:
 - a. Memeriksa kepadatan aspal beton.
 - b. Memeriksa kadar aspal.
 - c. Memeriksa gradasi agregat.
3. Mengidentifikasi kekuatan daya dukung tanah dasar berdasarkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).
4. Mengevaluasi kemungkinan dilakukan pemberian lapis keras tambahan (*overlay*) dengan menggunakan data lendutan balik jalan.

1.3 Manfaat Penelitian

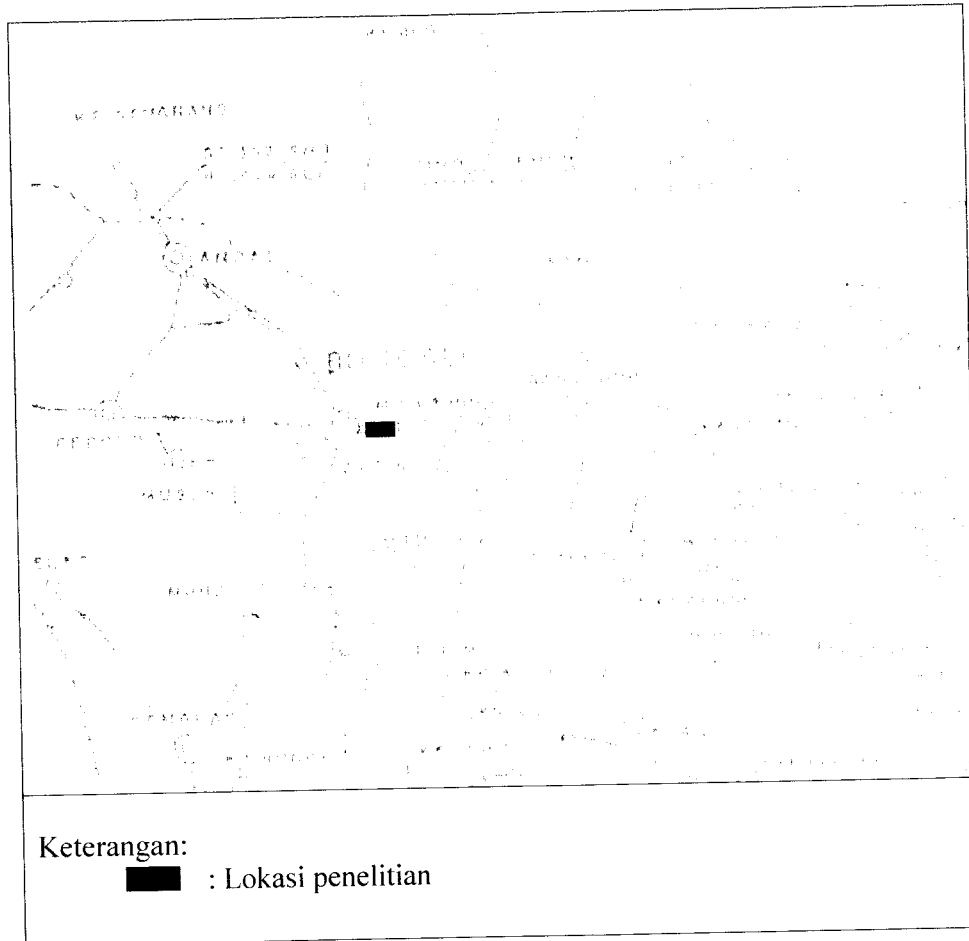
Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Memberikan penilaian struktur perkerasan jalan yang ada.
2. Memberikan informasi cara mendapatkan data lendutan jalan.
3. Mengetahui umur sisa pelayanan jalan dan menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada perkerasan lentur.

1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Solo-Semarang dimulai dari stasiun 23+000 sampai dengan stasiun 24+500, yang terletak di daerah Boyolali

termasuk dalam wilayah kecamatan Mojosongo. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Peta Jaringan Jalan Bapro Bina Marga Surakarta Barat

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, tujuan, dan manfaat penelitian maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya membicarakan tentang kekuatan struktural perkerasan lentur.

2. Evaluasi kondisi struktural hanya berdasarkan atas nilai lendutan balik, data *core drill* dan data kekuatan CBR.
3. Metode perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) yang digunakan adalah metode Bina Marga 1983.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Lalu lintas

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda perkerasan. Dengan demikian pengaruh dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidak sama maka perlu adanya beban standar sehingga semua beban dapat diekivalensikan ke beban standar.

Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs atau setara dengan 8,16 ton. Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu yang berbeda diekivalensikan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekivalen beban sumbu (E)”, yang merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan oleh suatu lintasan kendaraan seberat 8,16 ton (18.000 lbs) apabila kendaraan tersebut melintas satu kali. (Bina Marga, 1987).

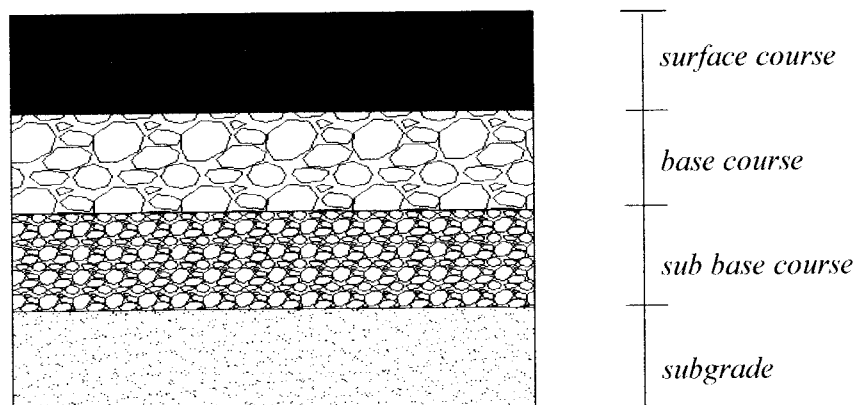
2.2 Lapis Perkerasan

Konstruksi perkerasan berdasarkan bahan pengikatnya dapat dibedakan menjadi tiga: *Flexible pavement*, yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. *Rigid pavement*, yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya. *Composite pavement*, yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Lapis perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya. Pada prinsipnya lapis keras lentur terdiri dari beberapa lapis (Sukirman, 1999) yaitu:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
4. Tanah dasar (*subgrade*)

Struktur perkerasan lentur jalan dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur

2.3 Perkerasan Beton Aspal

Perkerasan beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur, jenis perkerasan ini merupakan campuran antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. (Sukirman, 1999).

Sedangkan menurut Bina Marga, 1987. Lapis aspal beton adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

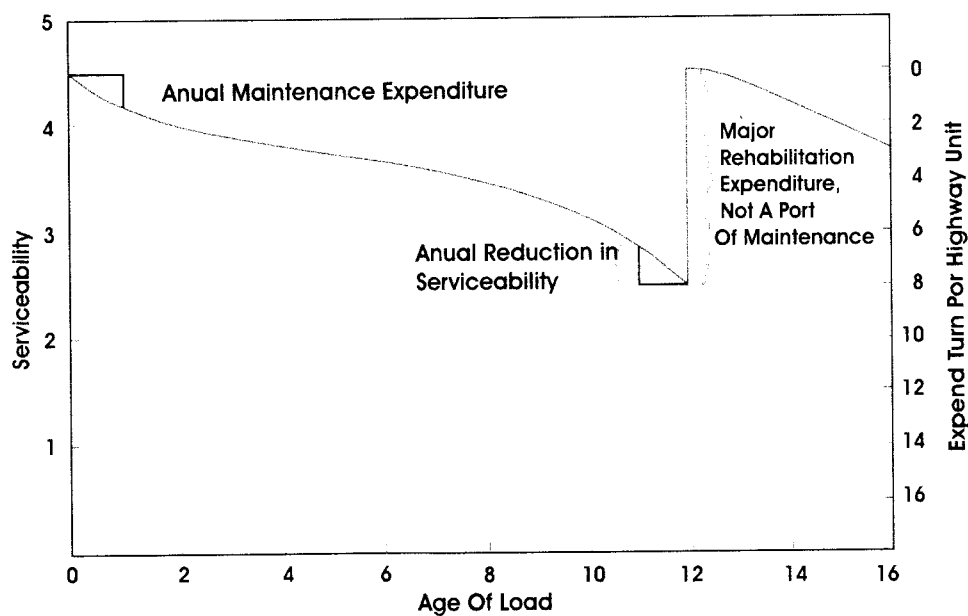
2.4 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan, selanjutnya disebarkan ke lapisan-lapisan dibawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian kekuatan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan lapisan perkerasan, tetapi juga tanah dasar (*subgrade*). (Sukirman, 1999)

2.5 Kinerja (*Performance*) Perkerasan Lentur

Lapisan perkerasan walaupun telah direncanakan dan dalam pelaksanaan telah dikontrol dengan baik tetap akan mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan beban dinamis yang berulang-ulang dialami oleh lapis perkerasan.

Tingkat pelayanan suatu jalan akan berkurang seiring dengan bertambahnya umur perkerasan. Meskipun diadakan usaha pemeliharaan yang hati-hati dan mantap kemampuan pelayanan jalan tetap akan mengalami kemunduran, sehingga ada saatnya jalan akan memerlukan pembangunan yang lebih besar. (Wright dan Paquetta dalam Heriyanto, 2003). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:

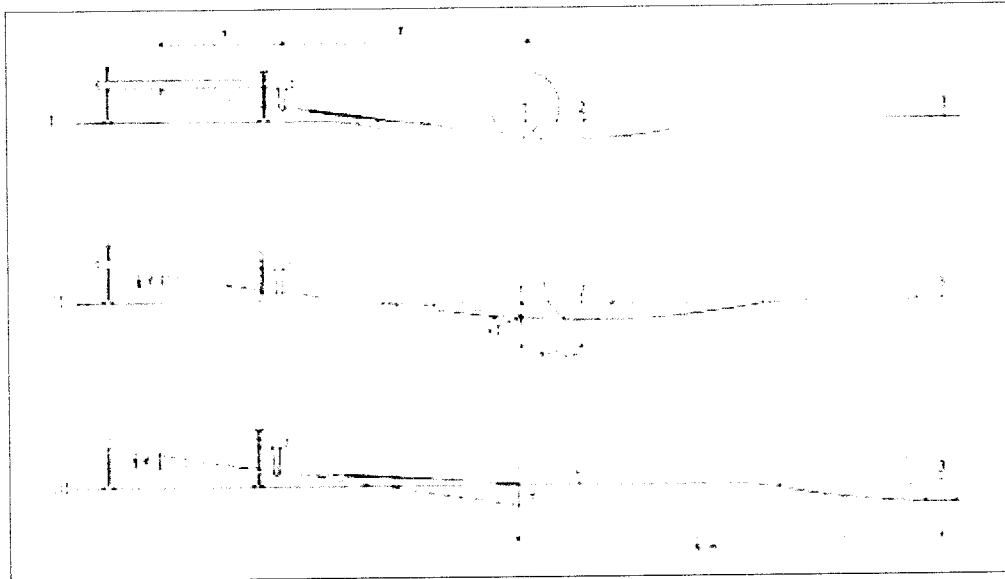


Gambar 2.2 Hubungan Antara Tingkat Pelayanan Dengan Umur Perkerasan
Sumber: Heriyanto, 2003

2.6 Lendutan (*Deflection*), Lendutan Balik (*Rebound Deflection*)

Lendutan (*deflection*) adalah besarnya gerak turun vertikal suatu permukaan jalan akibat beban di atasnya. Lendutan balik (*rebound deflection*) adalah besar lendutan balik vertikal suatu permukaan jalan akibat dihilangkannya beban. (Bina Marga, 1983).

Menurut Bina Marga 1983, lendutan yang terjadi akibat pembebanan berhubungan dengan tebal lapis tambahan yang dibutuhkan. Pada gambar 2.3 berikut digambarkan hubungan lendutan dengan pembebanan.



Gambar 2.3 Hubungan Antara Lendutan Dengan Pembebanan

2.7 Lapis Tambahan (*Overlay*)

Perancangan lapis tambahan (*overlay*) adalah merencanakan tebal lapisan yang ditambahkan pada perkerasan yang ada sehingga menambah nilai struktural perkerasan dan memperpanjang umur rencana. (Sukirman, 1999)

Pengukuran lendutan balik dengan menggunakan alat *Benkelman Beam* dapat menunjukkan kemungkinan perlunya dilakukan *overlay* pada struktur lapis keras lentur. Kontruksi perkerasan lentur diberi lapis tambahan (*overlay*) untuk mengurangi lendutan yang terjadi selama umur rencana sampai batas yang diijinkan. (Sukirman, 1999)

BAB III

LANDASAN TEORI



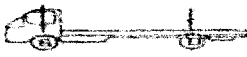



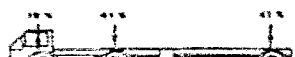
3.1. Beban Lalu lintas Standar

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalulintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda perkerasan. Dengan demikian pengaruh dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidak sama maka perlu adanya beban standar sehingga semua beban dapat diekivalensikan ke beban standar.

Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs atau setara dengan 8,16 ton. Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu yang berbeda diekivalensikan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekvivalen beban sumbu (E)”, yang merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan oleh suatu lintasan kendaraan seberat 8,16 ton (18.000 lbs) apabila kendaraan tersebut melintas satu kali.

Besarnya angka ekivalensi yang ditetapkan oleh Bina Marga dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Unit Ekuivalen 8.18 ton beban as tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat total maksimum (ton)	UE 18 KSAL Kosong ^g	UE 18 KSAL Maksimum	
1.1 MF	1.5	0.5	2.0	0.0001	0.0004	 Roda Tunggal pada Ujung Sumbu
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2 L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2 H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 Truk	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	

Sumber : Bina Marga 1983

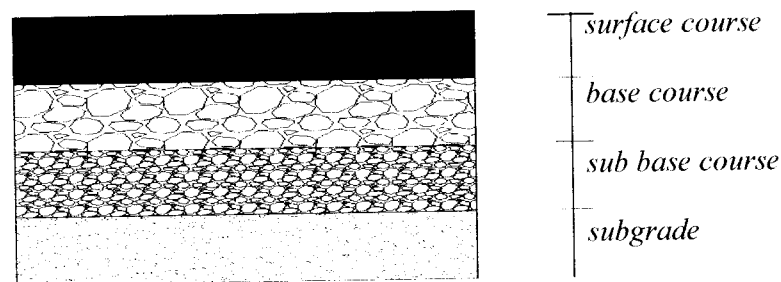
3.2 Struktur Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexibel pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan lentur yang terdiri dari beberapa lapisan bahan perkerasan, menunjukkan pada jenis perkerasan ini terjadi lentur akibat beban yang bekerja di

atasnya. Struktur perkerasan lentur pada prinsipnya terdiri dari beberapa lapis perkerasan yaitu:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
4. Tanah dasar (*subgrade*)

Struktur perkerasan lentur jalan dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Struktur Perkerasan Lentur Jalan

Masing-masing lapis perkerasan mempunyai fungsi yang berbeda-beda, adapun fungsi dari masing-masing lapisan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan (*surface course*) adalah bagian perkerasan yang paling atas dan langsung menerima beban lalu lintas serta mendistribusikan beban yang diterima ke lapisan perkerasan di bawahnya, lapisan ini berfungsi sebagai :
 - a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
 - b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melepaskan lapisan tersebut.

- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
 - d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.
2. Lapis pondasi atas (*base course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan dengan lapis pondasi bawah, bila tidak ada lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi atas adalah bagian yang terletak antara lapis permukaan dengan tanah dasar, lapisan ini berfungsi sebagai :
- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
 - b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
 - c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar (*subgrade*), lapisan ini berfungsi sebagai :
- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
 - b. Efisiensi penggunaan material, material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
 - c. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
 - d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul di pondasi.
 - e. Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar.

- f. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

4. Tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

3.3 Perkerasan Beton Aspal

Perkerasan beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur, jenis perkerasan ini merupakan campuran antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur.

Berdasarkan fungsinya beton aspal dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis dibawahnya dari rembesan air.
- b. Sebagai lapis pondasi atas.
- c. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan dan pemeliharaan.

Sesuai dengan fungsinya maka lapis beton aspal mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

3.4 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Perkerasan jalan diletakkan diatas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar (*subgrade*). Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. (Sukirman, 1999).

Karakteristik tanah dasar (*subgrade*) akan banyak berpengaruh terhadap lapisan perkerasan di atasnya, karena itulah mempersiapkan tanah dasar (*subgrade*) merupakan suatu pekerjaan yang bersifat *fundamental* bagi pembuatan konstruksi jalan raya.

3.4.1 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditetapkan menggunakan parameter tanah CBR (*California Bearing Ratio*). Ada dua jenis CBR yaitu :

1. CBR Lapangan : Pada CBR jenis ini, penelitian dilakukan di lapangan. Ada beberapa cara yang biasa dilakukan yaitu dengan metode *Dynamic Cone Penetrometer* atau dapat juga menggunakan alat penetrasi CBR.
2. CBR Laboratorium : Pada CBR jenis ini sampel tanah diambil dalam keadaan lepas, kemudian dipadatkan di laboratorium, setelah itu diperiksa CBRnya.

3.4.2 CBR Segmen Jalan

Jalan dalam arah memanjang cukup panjang dibandingkan arah melintang, jalan tersebut dapat saja melintasi jenis tanah, dan keadaan medan yang berbeda-beda. Sebaiknya panjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan, dimana setiap segmen mempunyai daya dukung yang hampir sama. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk tebal lapis perkerasan dari segmen tersebut. (Sukirman, 1999). Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan persamaan:

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{mins}}) / R \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

Besarnya nilai R dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai R Untuk Perhitungan Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1.41
3	1.91
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
>10	3.18

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya (Sukirman, 1999).

3.5 Kinerja (*Performance*) Perkerasan Lentur

Lapisan perkerasan walaupun telah direncanakan dan dalam pelaksanaan dilapangan telah dikontrol dengan baik tetap akan mengalami kerusakan, hal ini disebabkan beban dinamis yang berulang-ulang dialami oleh lapis perkerasan. Tingkat pelayanan suatu jalan akan berkurang seiring dengan bertambahnya umur perkerasan. Meskipun dilakukan usaha pemeliharaan yang hati-hati dan mantap kemampuan pelayanan jalan tetap akan mengalami kemunduran, sehingga ada saatnya jalan akan memerlukan pembangunan yang lebih besar. Kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) meliputi 3 hal yaitu keamanan, wujud perkerasan dan fungsi pelayanan:

1. Keamanan yang ditentukan oleh besarnya gesekan yang diakibatkan oleh kontak antara roda dan permukaan jalan. Besarnya gaya

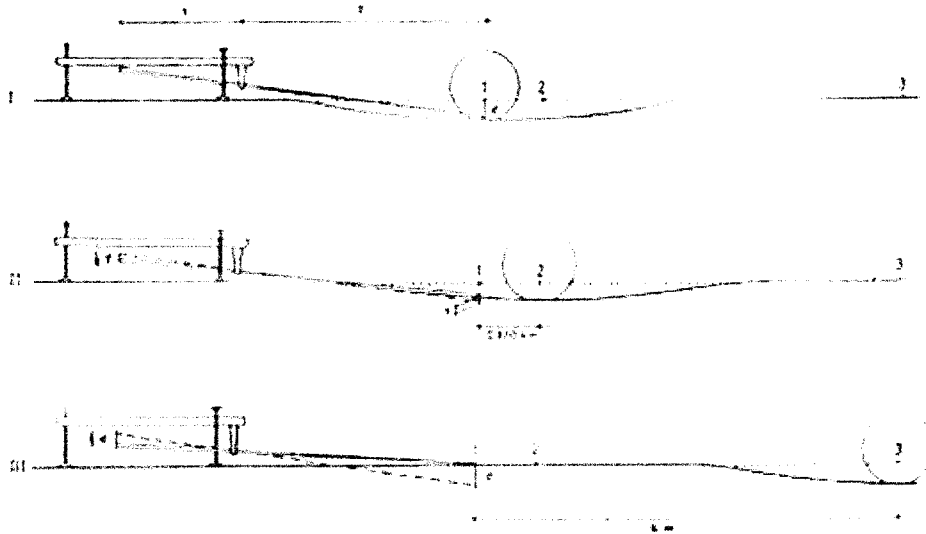
- gesekan yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan dan kondisi cuaca.
2. Wujud perkerasan, sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lainnya.
 3. Fungsi pelayanan (*functional performance*), sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan jalan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan suatu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan pengemudi.

3.6 Lentutan (*Defleksi*) Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur jalan walaupun telah direncanakan dan diadakan pengontrolan dengan baik pada waktu pelaksanaannya tetap akan mengalami deformasi walaupun sedikit selama umur rencananya. Untuk itu perlu diadakan pemeriksaan struktur perkerasan.

3.6.1 *Deflection* dan Lengkung *Deflection*

Menurut Bina Marga 1983, lendutan (*deflection*) yang terjadi akibat pembebanan berhubungan dengan tebal lapis tambahan yang dibutuhkan. Pada gambar 3.2 berikut digambarkan hubungan lendutan dengan pembebanan.



Gambar 3.2 Hubungan Antara Lendutan Dengan Pembebanan

Pada kedudukan I :

1. Lendutan turun sebesar $= d$
2. Pembacaan awal $d_1 = 0$ (dibuat nol)

Titik awal pemeriksaan (1) merupakan nilai lendutan maksimum yaitu besarnya gerak turun vertikal maksimum dari permukaan jalan akibat beban yang bekerja.

Pada kedudukan II :

1. Lendutan kembali (balik) $= y$
2. Pembacaan antara $d_2 = \frac{1}{2} y$ (perbandingan 1:2)

Titik antara (2) merupakan selisih antara lendutan maksimum dan lendutan pada kedudukan titik pusat beban roda berada 0,4 m dari titik awal pemeriksaan (d_1).

Lendutan yang terjadi pada titik d_2 merupakan lendutan balik vertikal permukaan jalan akibat dihilangkan beban di atasnya.

Pada kedudukan III :

1. Lendutan kembali semula $= 0$

2. Pembacaan akhir $d_1 = \frac{1}{2} d$ (perbandingan 1:2)

Titik akhir (3) merupakan selisih antara lendutan maksimum yang terjadi di titik d_3 pada saat pusat beban berada 6m dari titik awal dengan lendutan yang terjadi pada titik pemeriksaan awal (d_1).

3.6.2 Prinsip Penggunaan *Defleksi* untuk Struktur Perkerasan Lentur

Tujuan utama pemeriksaan struktur perkerasan lentur adalah untuk memperkirakan dan memenuhi kebutuhan pemeliharaan serta pelaksanaan penambahan perkuatan jalan tepat pada waktunya, sebelum terjadi kerusakan besar yang memerlukan rekonstruksi yang memerlukan biaya yang besar.

Akibat lewatnya beban roda pada perkerasan lentur akan terjadi *defleksi* permukaan. Besarnya *defleksi* permukaan jalan merupakan fungsi dari beban roda, luas bidang kontak antara ban dan permukaan perkerasan, kecepatan pembebanan dan karakteristik tegangan dan regangan, bahkan perkerasan dan variasi ketebalan perkerasan. Hal tersebut memungkinkan untuk menghubungkan *defleksi* yang terjadi pada permukaan perkerasan akibat beban standar tertentu dengan kemampuan perkerasan yang mendukung beban yang terjadi sebelum terjadi kerusakan.

Secara umum setiap kendaraan yang lewat akan menyebabkan terjadinya tegangan dan regangan pada struktur perkerasan lentur dan tanah dasarnya. Besarnya tegangan dan regangan yang terjadi tergantung pada besarnya beban roda, pengaruh temperatur dan kadar air tanah pada sifat tegangan dan regangan bahan perkerasan tanah dasarnya.

3.7 Lapis Tambahan (*Overlay*) Metode Bina Marga 1983

Metode Bina Marga 1983 merupakan suatu metode penghitungan tebal lapis perkerasan (*overlay*) yang dikembangkan oleh Puslitbang PU Bandung, dengan mempertimbangkan parameter antara lain :

3.7.1 Lalu lintas Harian Rata-rata(LHR)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan.

3.7.2 Lalu lintas Rencana

Lalu lintas rencana dinyatakan dalam jumlah kumulatif dari satuan 8,18 ton beban as tunggal yang dikorelasikan dari lalu lintas harian rata-rata pada jalur rencana dengan menggunakan faktor ekuivalen untuk masing-masing jenis kendaraan. Faktor umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2 berikut:

$$N = \frac{1}{2} \left\{ 1 + (1+R)^n + 2(1+R) \frac{(1+R)^{n-1} - 1}{R} \right\} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

- N = Faktor umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas
- n = Umur Rencana
- R = Pertumbuhan lalu lintas

Angka pertumbuhan lalu lintas (R) ditentukan berdasarkan persamaan 3.3 berikut :

$$R = \left\{ \left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right\} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

- b = Volume lalu lintas tahun ke n (kend/hr)
- a = Volume lalu lintas pada tahun a (kend/hr)
- R = Tingkat pertumbuhan lalu lintas (%)
- n = Jumlah tahun

Jumlah lalu lintas rencana masing-masing kendaraan dihitung dengan persamaan

3.4 berikut:

$$UE\ 18KSAL = \sum_{mobilpenumpang}^{trailer} (m \times UE18KSAL) \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

- m = Jumlah masing-masing kendaraan
- UE 18 KSAL = Unit ekuivalen 8,16 ton beban as tunggal

Jumlah lalu lintas rencana secara komulatif dapat dihitung dengan persamaan 3.5

berikut:

$$AE\ 18KSAL = 365 \times N \sum_{mobilpenumpang}^{trailer} (m \times UE18KSAL) \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

- AE 18KSAL = Akumulatif unit ekuivalen 8,16 ton beban as tunggal
- UE 18KSAL = Unit ekuivalen 8,16 ton beban as tunggal
- N = Faktor umur rencana yang disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas.
- m = Jumlah masing-masing jenis lalu lintas.

3.7.3 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekuivalen pada awal umur rencana dihitung dengan persamaan 3.6

berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- j = Jenis kendaraan

C = Koefisien distribusi kendaraan

Angka koefisien distribusi kendaraan (C) merupakan persen kendaraan pada jalur rencana dengan menggunakan tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.3 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah lajur	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1	1	1	1
2 lajur	0,6	0,5	0,77	0,5
3 lajur	0,4	0,4	0,5	0,475
4 lajur	-	0,3	-	0,45
6 lajur	-	0,2	-	0,4

Sumber : Bina Marga 1983

* misalnya : mobil penumpang, *pick up*, minibus, mobil hantaran

** misalnya : bus, truk, *trailer*

3.7.4 Faktor Regional

Faktor regional adalah pengaruh air tanah dan temperatur pada saat dilakukan pengukuran *defleksi*.

1. Faktor pengaruh air tanah biasanya dinyatakan dengan faktor air tanah (C), C = 1,0 apabila pemeriksaan dilakukan pada keadaan kritis (musim hujan atau kedudukan air tanah tinggi), C = 1,15 apabila pemeriksaan dilakukan pada keadaan baik (musim kemarau atau kedudukan air tanah rendah).
2. Pengaruh temperatur biasa dinyatakan sebagai faktor penyesuaian temperatur (ft) yang dapat diperoleh dari hubungan antara temperatur rata-rata lapis permukaan (ftr) dan tebal perkerasan yang lama. Faktor penyesuaian temperatur dapat dilihat dari grafik pada gambar 3.3 dan

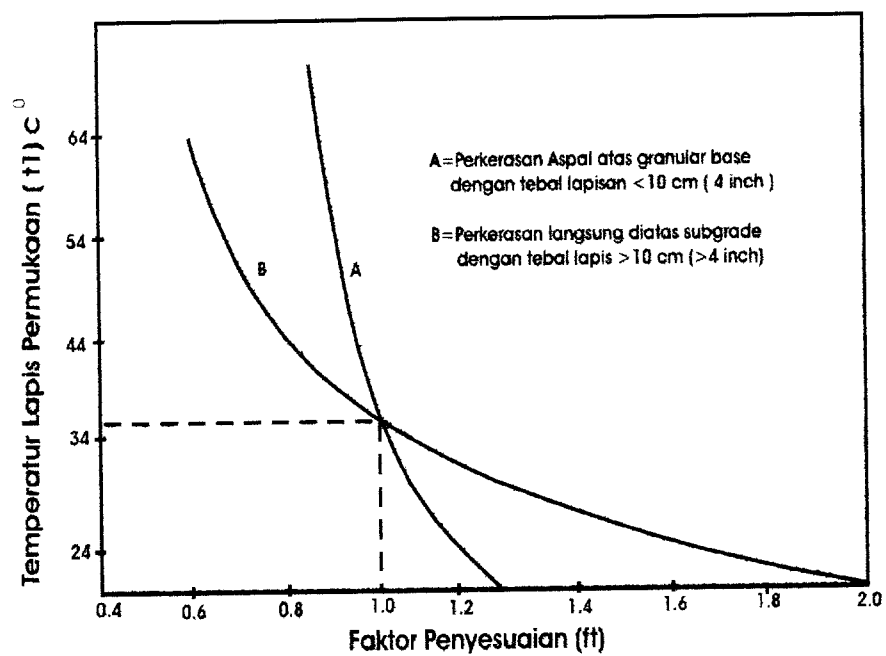
temperatur rata-rata lapis permukaan dapat dilihat pada gambar 3.4. Nilai

Tr dapat dihitung dengan persamaan 3.7 berikut :

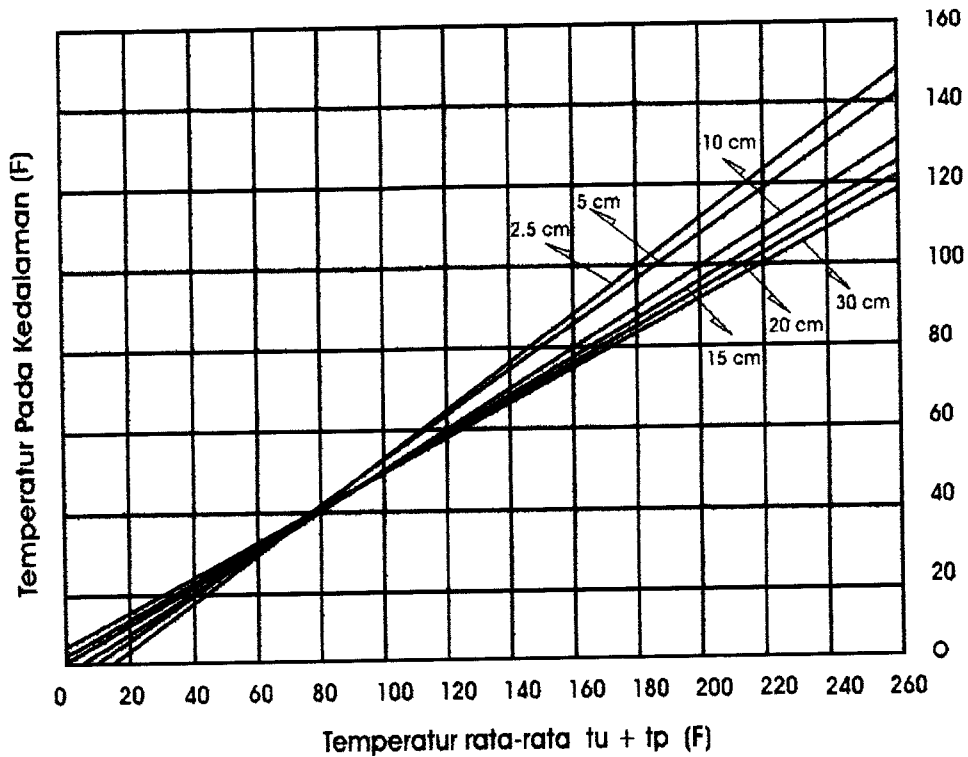
$$Tr = 1/3 (tp + tt + tb) \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan :

- Tr = Temperatur rata-rata lapis permukaan
- tp = Temperatur permukaan
- tt = Temperatur tengah
- tb = Temperatur bawah



Gambar 3.3 Grafik Penyesuaian Temperatur Metode Bina Marga 1983
Sumber : Bina Marga 1983



Gambar 3.4 Grafik Temperatur Udara Rata-rata Ditambah dengan Temperatur Lapis Permukaan (°F)
 Sumber : Bina Marga 1983

3.7.5 Kondisi Perkerasan Lama

Faktor yang ditinjau sebagai kondisi perkerasan lama adalah tebal lapis permukaan, jenis dan kekuatan *subgrade*, serta konstruksi perkerasan. Tebal lapis permukaan perkerasan lama digunakan untuk menentukan faktor penyesuaian temperatur (ft).

1. Hitungan lendutan balik. Nilai lendutan balik suatu titik yang diuji dapat diperoleh dengan persamaan 3.8 berikut :

$$d = 2(d_3 - d_1) \cdot ft \cdot C \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

d = Lendutan balik

- d_3 = Pembacaan akhir alat *Benkelman Beam* pada jarak 6m
 d_1 = Pembacaan awal alat *Benkelman Beam* pada jarak 0m
 f_t = Faktor penyesuaian temperatur
 C = Faktor pengaruh air tanah

Sedangkan untuk mencari nilai lendutan yang mewakili 1 segmen jalan dapat diperoleh dengan persamaan 3.9 berikut :

$$D = \bar{d} + 2S \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan :

- D = Lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan
 \bar{d} = Lendutan balik tiap titik di dalam seksi jalan.
 S = Standar deviasi

2. Hitungan kemiringan titik belok. Berdasarkan hasil AE 18 KSAL nilai lendutan yang diijinkan ditentukan dengan menggunakan grafik pada gambar 3.5 Kemiringan titik belok dihitung dengan persamaan 3.10 berikut :

$$Tg \theta = 2 \left[\frac{d_2 - d_1}{X_t} \right] \cdot f_t \cdot C \dots \dots \dots (3.10)$$

Keterangan :

- $Tg \theta$ = Kemiringan titik belok
 d_2 = Pembacaan antara
 d_1 = Pembacaan awal
 X_t = 400 mm (untuk aspal beton)
 f_t = Faktor penyesuaian temperatur
 C = Faktor pengaruh air tanah

Sedangkan untuk mencari kemiringan titik belok yang mewakili tiap segmen jalan digunakan persamaan 3.11 berikut :

$$Tg \theta = \bar{t}g \theta + 2S \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

$Tg \theta$ = $tg \theta$ yang mewakili seksi jalan.

$\overline{tg \theta}$ = $\frac{tg \theta}{n}$ (tangen rata-rata, dalam suatu seksi jalan)

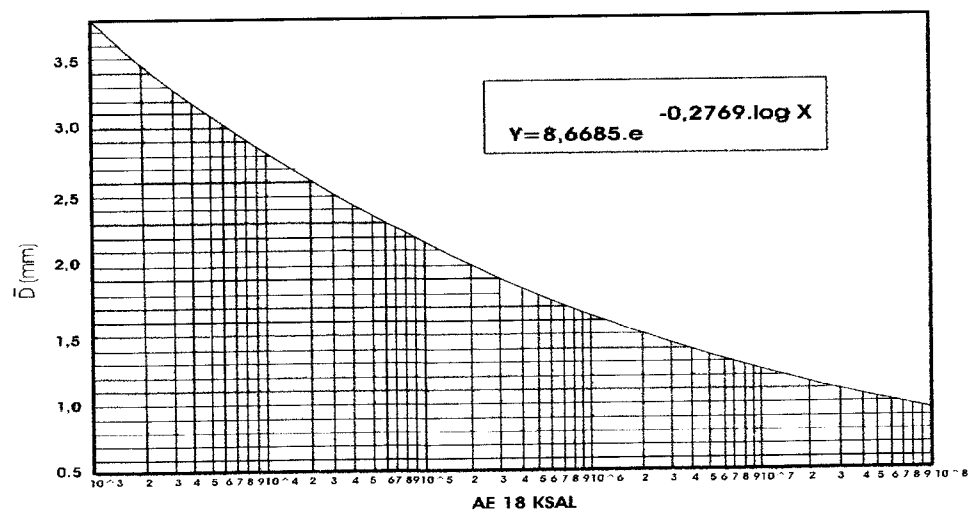
$tg \theta$ = $tg \theta$ tiap titik di dalam seksi jalan

n = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan (minimal empat)

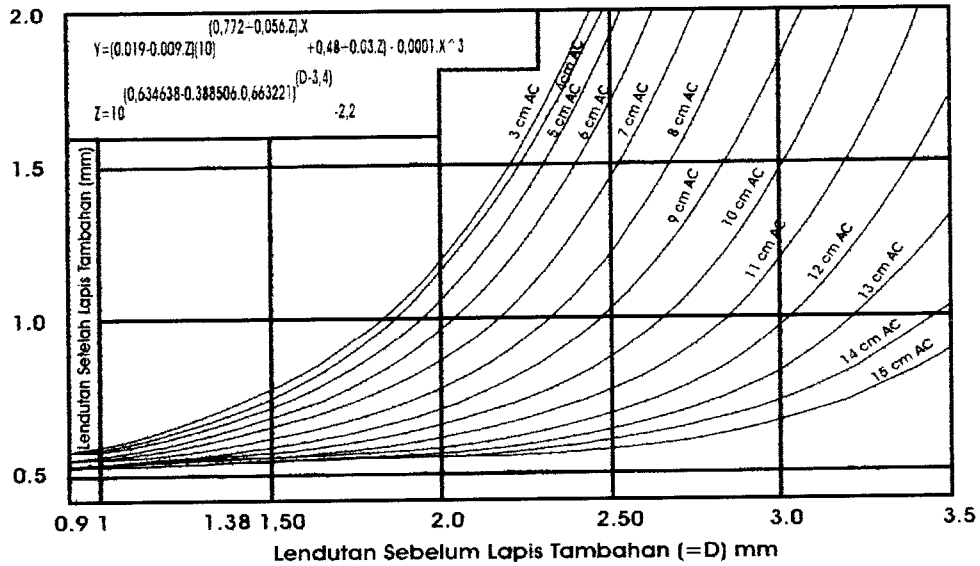
S = Standar deviasi = $\sqrt{\frac{n(\sum \tan^2 \theta) - (\sum \tan \theta)^2}{n \times (n-1)}}$

3.7.6 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*)

Tebal lapis keras tambahan (*overlay*) ditentukan berdasarkan uji lendutan yang dilakukan pada permukaan jalan. Dari pengujian lendutan permukaan jalan diperoleh nilai lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan (D). Berdasarkan nilai lendutan balik sebelum diberi *overlay* (lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan), dengan menggunakan grafik pada gambar 3.6 dipilih tebal *overlay* yang lendutan baliknya sesudah diberi *overlay* tidak boleh melebihi lendutan balik yang diijinkan, sesuai gambar 3.5.

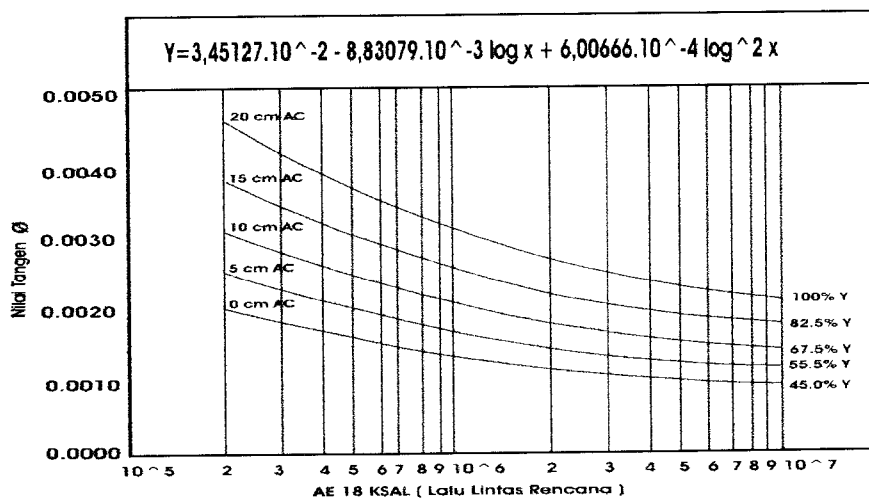


Gambar 3.5 Grafik Penentuan Nilai Defleksi yang Diijinkan
Sumber : Bina Marga 1983



Gambar 3.6 Grafik Penentuan Tebal *Overlay* Metode Bina Marga 1983
 Sumber : Bina Marga 1983

Tebal *overlay* yang diperoleh dengan cara lendutan balik kemudian dikontrol dengan kemiringan titik belok. Berdasarkan grafik pada gambar 3.7 dan dengan beban lalu lintas yang sama (AE 18 KSAL), dapat dipilih tebal *overlay* sedemikian sehingga peroleh tangen θ yang nilainya lebih kecil atau sama dengan tangen θ yang terjadi.



Gambar 3.7 Grafik Penentuan Tebal *Overlay* Metode bina Marga 1983
 Sumber : Bina Marga 1983

3.7.7 Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Umur sisa adalah jumlah tahun yang tersisa dari umur rencana pelayanan jalan dalam menerima beban yang melewatinya. Besarnya umur sisa dapat dihitung berdasarkan lendutan balik yang ada (sebelum diberi lapis tambahan) dan grafik 3.5 akan diperoleh AE 18 KSAL yang diijinkan. Faktor umur rencana (N) ditentukan dengan persamaan 3.12 berikut:

$$N = \frac{AE18KSAL}{365 \times \sum_{MobilPenumpang}^{Trailer} m \times UE18KSAL} \dots\dots\dots(3.12)$$

Umur sisa pelayanan jalan dapat dihitung dengan persamaan 3.13 berikut:

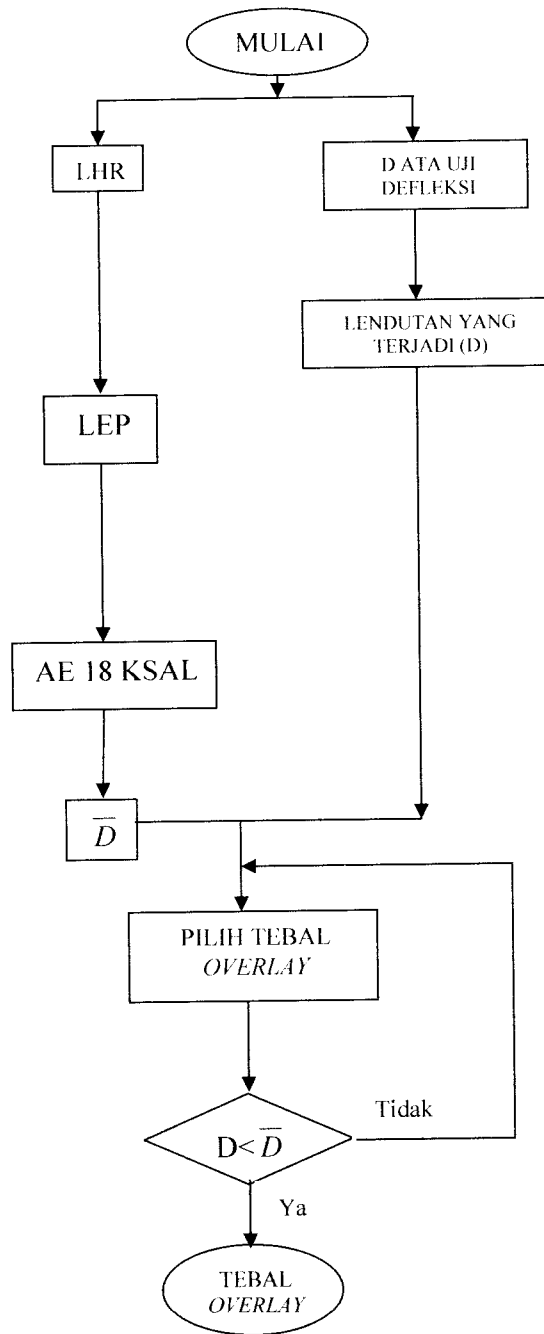
$$n = \frac{\text{Log}\left(2N + \frac{2}{R} + 1\right) - \text{Log}\left(\frac{2}{R} + 1\right)}{\text{Log}(R + 1)} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan:

- n = Umur sisa pelayanan jalan
- R = Pertumbuhan lalu-lintas

3.8 Bagan Alir Perhitungan Lapis Tambahan (*Overlay*)

Bagan alir perhitungan tebal *overlay* dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Bagan Alir Perencanaan Tebal Overlay Metode Bina Marga 1983

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi :

a. Penentuan subyek lokasi

Subyek adalah sesuatu yang dijadikan sasaran penelitian dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini subyek ditentukan setelah diadakan survei jalan untuk identifikasi jenis kerusakan secara visual. Lokasi subyek penelitian pada ruas jalan Solo-Semarang dimulai dari stasiun 23+000 sampai dengan stasiun 24+500, yang terletak di daerah Boyolali.

b. Mengumpulkan referensi dan informasi data.

4.2 Tahap Pekerjaan Lapangan

Tahap pekerjaan ini dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu :

4.2.1 Pemeriksaan Dengan *Benkelman Beam*:

Pemeriksaan ini menggunakan truk yang dimuati beban sehingga beban truk total menjadi 8,16 ton.

1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian lendutan balik jalan adalah :

- 1) Truk 2 sumbu dengan berat kosong 5 ton.

- 2) Balok *Benkelman Beam* terdiri dari 2 batang yang terbagi menjadi 2 bagian oleh titik O. Pada balok tersebut terdapat arloji pengukur dengan pembagian skala 0,01 mm atau 0,001 inch, alat penggetar (*busser*) dan alat pendatar (*waterpass*). Alat ini mempunyai kunci sehingga mudah dibawa-bawa.
- 3) Pengukur tekanan ban minimum (80 ± 1) psi.
- 4) Thermometer dengan pembagian skala 1°C .
- 5) Rol meter dengan panjang 50 m.
- 6) Formulir lapangan.
- 7) Alat bantu lainnya seperti helm proyek, pakaian lapangan, rambu lalu-lintas.

2. Jalannya penelitian:

- 1) Truk diisi muatan sehingga total beratnya menjadi 8,16 ton.
- 2) Diperiksa tekanan ban roda belakang, tekanan roda tersebut adalah 80 Psi.
- 3) Dipasang rambu lalu lintas, untuk mengatur lalu lintas yang ada, agar tidak mengganggu dalam pengujian.
- 4) Dipasang alat *Benkelman Beam*, ditempatkan ujung alat *Benkelman Beam* berada di tengah antara dua ban roda belakang.
- 5) Dipasang arloji pengukur dengan posisi tegak lurus dengan *Benkelman Beam*, kemudian dihidupkan mesin penggetarnya, dan diarahkan posisi jarum arloji pengukur pada posisi angka nol.

- 6) Disiapkan thermometer dan letakkan diatas permukaan jalan, catat suhu permukaan jalan.
- 7) Setelah langkah (5) lima siap, dijalankan truk dengan pelan-pelan ke depan sejauh 40 cm truk. Catat deformasinya dengan membaca arloji pengukur tersebut.
- 8) Dijalankan truknya dengan pelan-pelan ke depan sejauh 6 m. Dicatat deformasinya dengan membaca arloji pengukur tersebut.

Pengambilan data lendutan balik di lapangan dengan alat *Benkelman Beam* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1. Pemeriksaan *Benkelman Beam*

4.2.2 Pemeriksaan Daya Dukung Tanah di Lapangan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR langsung di tempat.

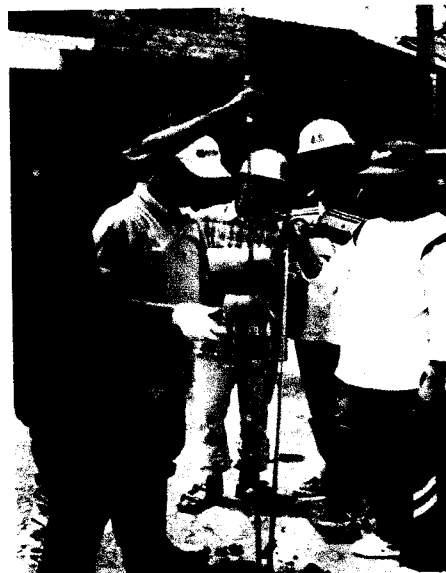
1. Alat yang digunakan:

Satu set peralatan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* dengan pemberat seberat 20lbs (9.07 kg). Ujung berbentuk kerucut dengan luas 1,61 cm² bersudut 60⁰.

2. Jalannya Penelitian:

- 1) Peralatan DCP dirangkai sehingga siap digunakan.
- 2) Alat diletakkan pada tempat yang sudah dibersihkan dan dicatat kedalaman mistar ukur sebelum pemberat dijatuhkan.
- 3) Pemberat dijatuhkan dari ketinggian 20 inch, seterusnya dicatat kedalaman yang didapat dari setiap 5 kali tumbukan.
- 4) Data yang didapat dikorelasikan ke dalam grafik korelasi antara DCP dan CBR lapangan.

Pengambilan data untuk perhitungan CBR lapangan dengan alat DCP dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Pemeriksaan *Dynamic Cone Penetrometer*

4.2.3 Pengambilan Sampel Tebal Lapis Perkerasan:

Pengambilan sampel dilakukan dengan meletakkan alat *core drill* ke titik yang telah ditentukan untuk mengambil sampel.

1. Alat-alat yang digunakan untuk mengambil sampel tebal lapis struktural perkerasan :

- 1) Mesin *core drill*
- 2) Pemahat / obeng, palu untuk membantu mengambil sampel dari *core drill*
- 3) Alat angkut (mobil)
- 4) Jangka sorong untuk mengetahui tebal lapisan

2. Jalannya pengambilan sampel:

- 1) Menentukan titik sampel yang akan diambil.
- 2) Memasang pisau *core drill* pada mesin *core drill*.
- 3) Mengoperasikan mesin *core drill* pada titik yang telah ditentukan sebelumnya, pada tahap ini juga diperlukan air yang dialirkan pada pisau *core drill* untuk mendinginkan dan mempermudah pengambilan sampel.
- 4) Mengambil sampel *core drill*.
- 5) Mengukur tebal sampel dengan jangka sorong.
- 6) Menutup kembali lubang hasil *core drill* dengan aspal beton dan memadatkannya.

Pengambilan sampel di lapangan dengan alat *core drill* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3. Pengambilan sampel *core drill*

4.2.4 Survei Perhitungan Volume Lalu lintas

Survei jumlah kendaraan yang lewat dilakukan selama 6 hari pada stasiun 23+700. Jenis-jenis kendaraan yang diamati berdasarkan klasifikasi angka ekivalen beban sumbu kendaraan dari Bina Marga dibagi menjadi 7 golongan.

1. Alat-alat yang digunakan:

- 1) *Hand Counter*
- 2) Jam
- 3) Formulir survei volume lalu lintas

3. Jalannya survei:

- 1) Survei dilaksanakan 14 orang yang dibagi menjadi 2 kelompok.
- 2) Perhitungan dibagi menjadi 3 bagian, bagian pertama dimulai pukul 7.00 sampai 15.00, bagian kedua dimulai pukul 15.00 sampai 23.00, bagian ketiga dimulai pukul 23.00 sampai 7.00.

- 3) Kelompok 1 sejumlah 7 orang mulai melakukan survei bagian pertama, tiap orang menghitung satu golongan dengan *Hand Counter*.
- 4) Kelompok 2 sejumlah 7 orang mulai melakukan survei bagian kedua, tiap orang menghitung satu golongan dengan *Hand Counter*.
- 5) Kelompok 1 sejumlah 7 orang mulai melakukan survei bagian ketiga, tiap orang menghitung satu golongan dengan *Hand Counter*.

4.3 Penelitian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan dengan cara:

4.3.1 Pemeriksaan Kepadatan Aspal Beton

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kepadatan sampel aspal beton yang diambil dengan *core drill*.

1. Alat yang digunakan:
 - 1) Keranjang kawat
 - 2) Kain lap
 - 3) Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan
 - 4) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 gram yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang
2. Benda Uji:

Benda uji aspal beton yang berasal dari hasil *core drill* di lapangan.

3. Jalannya percobaan

- 1) Benda uji aspal beton dari hasil *core drill*.
- 2) Benda uji yang telah dipotong kemudian ditimbang dalam keadaan kering.
- 3) Benda uji direndam selama 24 jam dalam air pada suhu kamar.
- 4) Setelah 24 jam benda uji diletakkan dalam keranjang, kemudian ditimbang dalam air.
- 5) Benda uji dikeluarkan dari air lalu dilap dengan kain penyerap sampai permukaan kering (SSD) lalu ditimbang.
- 6) Menghitung besarnya volume aspal beton, yaitu selisih berat benda uji dalam keadaan SSD dengan berat benda uji dalam air.

4.3.2 Pemeriksaan Ekstraksi Aspal Beton

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan.

1. Alat yang digunakan :

- 1) Mesin ekstraktor lengkap dengan peralatannya.
- 2) Kertas filter.
- 3) Timbangan.
- 4) Loyang.
- 5) Skop kecil, kain lap

2. Benda Uji:

Benda uji berasal dari hasil *core drill*.

3. Jalannya percobaan:

- 1). Benda uji (campuran aspal hasil *core drill*) dipanaskan dalam oven dengan suhu 110°C
- 2). Sampel sebanyak yang diperlukan, ditimbang.
- 3). *Bowl ekstraktor* ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam *bowl* yang sudah ditimbang dan *bowl* dipasang ke dalam alat *ekstraktor*.
- 4). Bensin sebanyak 750 ml dimasukkan ke dalam *bowl* sampai semua benda uji terendam, kemudian didiamkan selama 10 menit dan diputar sampai bensin yang ada di *bowl* ekstraktor keluar semua.
- 5). Pekerjaan (4) di atas diulang sampai bensin yang keluar dari *ekstraktor* warnanya jernih.
- 6). Sampel dikeluarkan dari *bowl ekstraktor* kemudian dipindahkan ke dalam loyang dan dikeringkan dengan oven, begitu pula kertas filturnya.
- 7). Setelah kering kemudian sampel beserta filturnya ditimbang.

4.3.3 Analisis Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan.

1. Alat yang digunakan:
 - 1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
 - 2) Satu set saringan yang sesuai dengan data perencanaan.
 - 3) Mesin pengguncang saringan.
 - 4) Loyang, kuas, sikat, sendok dan alat lainnya.

2. Benda uji:

Benda uji didapat dari hasil ekstraksi masing-masing sampel.

3. Jalannya percobaan:

- 1). Diambil benda uji dari masing-masing sampel.
- 2). Saringan disusun sesuai dengan urutan nomornya dan dibersihkan.
- 3). Benda uji dituang ke saringan yang paling atas dan saringan tersebut ditutup.
- 4). Kemudian diguncangkan dengan mesin pengguncang selama 15 menit.
- 5). Benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan diambil dan kemudian ditimbang.

4.3.4 Pemeriksaan CBR Laboratorium

1. Alat yang digunakan:

- 1) Mesin penetrasi dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm per menit.
- 2) Cetakan logam berbentuk silinder dengan \emptyset dalam 15,15 dan tinggi 12,8 cm. Cetakan dilengkapi dengan leher sambung setinggi 50,8 mm.
- 3) Alat penumbuk dengan berat 2.505 kg.
- 4) Alat pengukur pengembangan yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengukur tripot logam dan arloji penunjuk.
- 5) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.
- 6) Peralatan bantu lainnya (loyang, pisau dan bak perendam).

2. Jalannya penelitian:

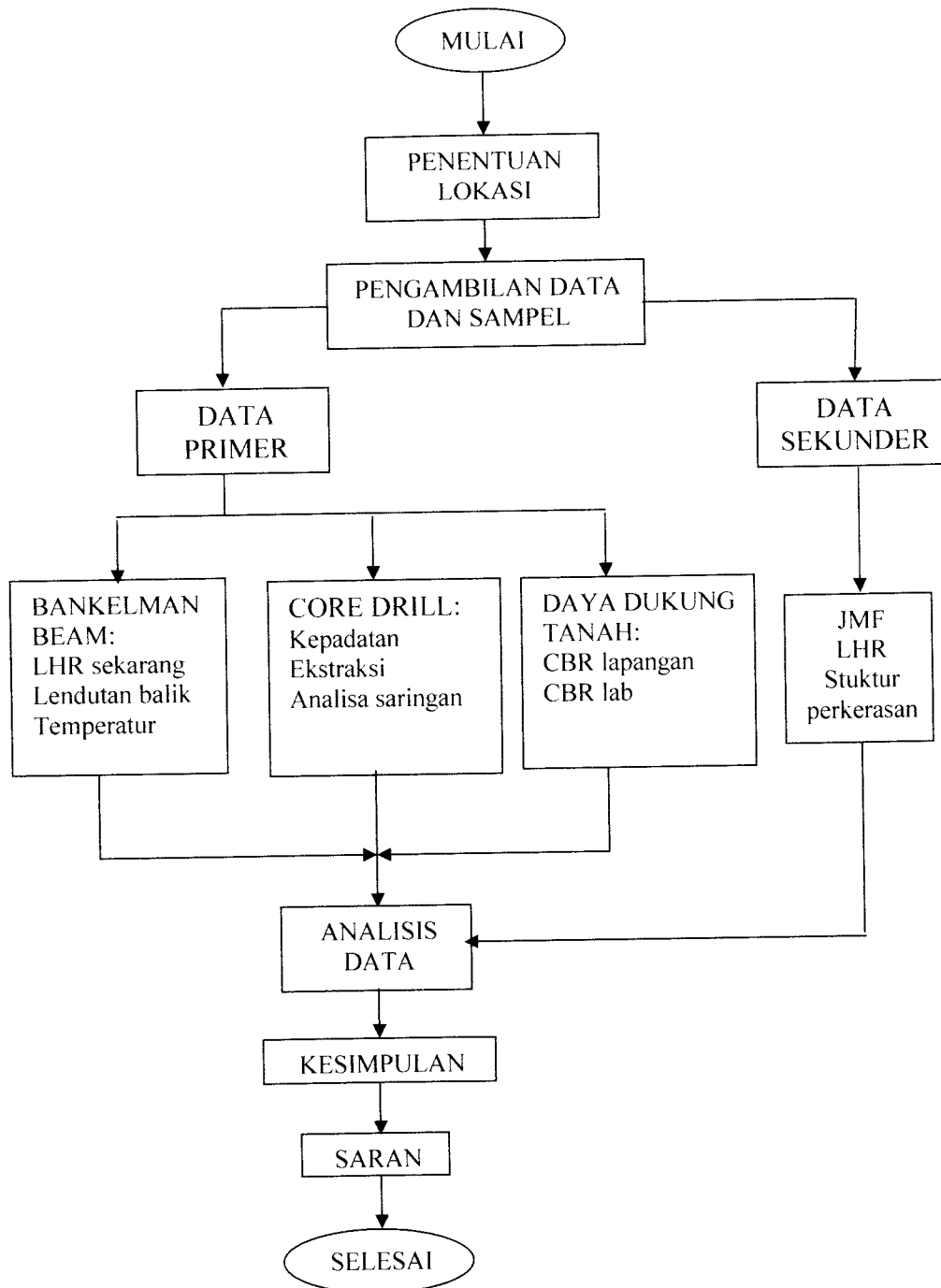
- 1) Diambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pemadatan sebanyak 4 kg.
- 2) Kemudian sampel tersebut dicampur dengan air sampai kadar air optimum.
- 3) Cetakan ditimbang kemudian dicatat beratnya.
- 4) Contoh tanah yang sudah dicampur air dipadatkan pada keadaan optimum ke dalam cetakan kemudian dipadatkan.
- 5) Leher sambungan dibuka dan tanah diratakan dengan pisau. Benda uji ditimbang beserta cetakannya, kemudian dicatat beratnya.
- 6) Benda uji beserta keping alat diletakkan di atas mesin penetrasi, keping pemberat diletakkan di atas benda uji.
- 7) Tolak penetrasi dipasang pada permukaan benda uji.
- 8) Pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/mnt.

4.4 Tahap Analisis

Tahap analisa terdiri atas:

- 1) Analisis hasil penelitian dengan *core drill*.
- 2) Analisis hasil penelitian CBR berdasarkan data DCP dan CBR laboratorium.
- 3) Analisis nilai lendutan sebagai hasil pemeriksaan *Benkelman Beam*.
- 4) Perancangan *overlay* dengan menggunakan lendutan balik.

Secara singkat jalannya penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memudahkan analisis. Berikut ini disajikan hasil pengumpulan data:

5.1.1 Kondisi Perkerasan Lama

Kondisi perkerasan lama ruas jalan Solo-Semarang sta 23+000 - 24+500 adalah sebagai berikut:

- a. Tipe Jalan : Jalan arteri 2 arah 2 lajur.
- b. Lebar perkerasan : 10 m.
- c. Lebar bahu jalan : 2 m.
- d. Kondisi permukaan jalan : Terdapat banyak retak dan gelombang pada lapis perkerasan.

5.1.2 Beban Lalu lintas

Pengamatan jumlah kendaraan yang lewat dilakukan selama 6 hari pada hari Senin tanggal 11 Oktober 2004 sampai hari Sabtu tanggal 16 Oktober 2004 pada stasiun 23+700. Jenis-jenis kendaraan yang diamati berdasarkan klasifikasi

angka ekivalen beban sumbu kendaraan dari Bina Marga dibagi menjadi 7 golongan yaitu :

- a. Golongan I, yaitu mobil penumpang (*sedan, jeep, pick up, minibus*).
- b. Golongan II, yaitu bus.
- c. Golongan III, yaitu truk 2 sumbu dengan berat total maksimum 8,3 ton.
- d. Golongan IV, yaitu truk 2 sumbu dengan berat total maksimum 18,2 ton.
- e. Golongan V, yaitu truk 3 sumbu dengan berat total maksimum 25 ton.
- f. Golongan VI, yaitu truk gandeng.
- g. Golongan VII, yaitu truk *trailer*.

Berikut ini data hasil pengamatan jumlah volume lalu lintas (lampiran 3.2 sampai lampiran 3.7.) disajikan dalam tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Survei Volume Lalu lintas

Tanggal	Golongan Kendaraan							Total Kendaraan (kend/hr)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
11 Oktober 2004	12510	2790	1542	989	587	329	308	19055
12 Oktober 2004	11914	2643	1561	960	579	323	280	18260
13 Oktober 2004	11319	2497	1581	930	570	316	252	17465
14 Oktober 2004	11873	2645	1292	869	536	324	292	17831
15 Oktober 2004	12427	2793	1003	807	505	332	331	18198
16 Oktober 2004	12310	2512	1632	1052	615	315	330	18766
LHR Rata-rata	12059	2647	1435	935	565	323	299	18263

Sumber : Hasil Survei Lalu lintas 2004

Berdasarkan data pada lampiran 3.1 yang diperoleh dari Bina Marga Jawa Tengah Volume lalu lintas pada tahun 1999 dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut :

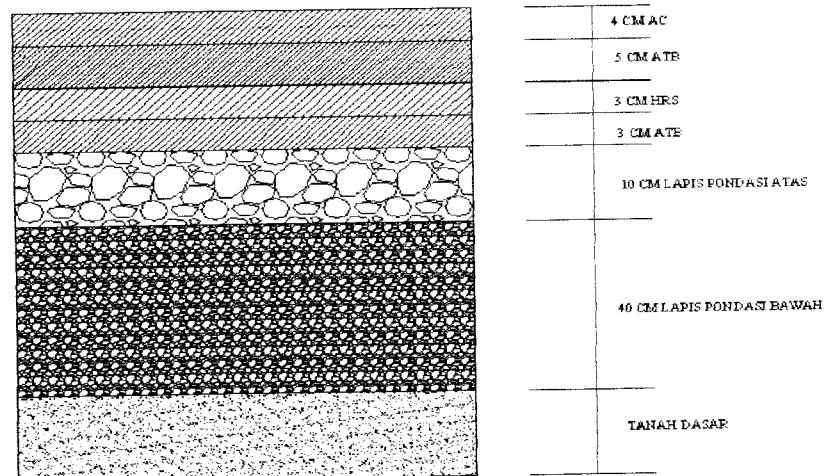
Tabel 5.2 Data Volume Lalu Lintas 1999

Golongan Kendaraan	Jumlah Kendaraan (kend/hr)
I	8140
II	1201
III	1010
IV	672
V	243
VI	124
VII	67

Sumber : Bina Marga 1999

5.1.3 Bahan Lapis Keras

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Sub Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah, bahan lapis keras yang digunakan pada jalan Solo-Semarang dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut :



Gambar 5.1 Struktur Perkerasan Jalan Solo-Semarang
Sumber : Bina Marga

5.1.4 Job Mix Formula

Berdasarkan data JMF yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Sub Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah, JMF pada jalan Solo-Semarang dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut :

Tabel 5.3 Data Job Mix Formula

Uraian		JMF
Kepadatan beton aspal		2.312 grm/cm ³
Kadar aspal		6.3 %
Gradasi agregat	3/4"	100
	1/2"	77.39
	3/8"	61.05
	No.4	42.74
	No.8	36.23
	No.30	21.72
	No.50	14.17
	No.100	7.87
No.200	4.21	

Sumber : Bina Marga

5.1.5 Pemeriksaan *Benkelman Beam*

Hasil pemeriksaan lendutan dengan menggunakan *Benkelman Beam* (lampiran 3.8) dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut:

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Lendutan Balik Jalan

STA	Lendutan		
	d1	d2	d3
23+000	0	33	51
23+100	0	37	55
23+200	0	32	54
23+300	0	27	40
23+400	0	22	50
23+500	0	26	39
23+600	0	21	41
23+700	0	23	35
23+800	0	24	42
23+900	0	20	35
24+000	0	28	49
24+100	0	34	51
24+200	0	29	44
24+300	0	14	32
24+400	0	37	60
24+500	0	6	37

Sumber : Hasil Pemeriksaan Benkelman Beam 2004

5.1.6 Kepadatan Beton Aspal

Pemeriksaan kepadatan beton aspal (lampiran 4.1) dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Beton Aspal

STA	Tebal (cm)	Berat (gram)			Volume (cm ³) (c-b)	Bulk (gr/cm ³) (a/d)
		Kering (a)	Dalam Air (b)	SSD (c)		
23+000	4	1472	873	1525	652	2.257669
23+300	4	1198	688	1210	522	2.295019
23+600	4	1246	729	1252	523	2.382409
23+900	4	1265	756	1276	520	2.432692
24+200	4	1450	832	1474	642	2.258567
24+500	4	1740	1018	1778	760	2.289474
Kepadatan rata-rata						2.319305

Sumber : Hasil Pengujian Kepadatan Beton Aspal 2004

5.1.7 Ekstraksi Beton Aspal

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang terdapat dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 4.2 sampai lampiran 4.7) diperoleh data kadar aspal campuran perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut:

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kadar Aspal

STA	Kadar Aspal (%)	JMF (%)
23+000	6.36	6.3
23+300	5.93	6.3
23+600	7.19	6.3
23+900	7.32	6.3
24+200	5.25	6.3
24+500	5.47	6.3
Rata-rata	6.25	6.3

Sumber : Hasil Pengujian Kadar Aspal 2004

5.1.8 Analisis Saringan

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui gradasi agregat dengan menggunakan saringan, hasil penelitian analisa saringan (lampiran 4.8 sampai lampiran 4.13) dapat dilihat dalam tabel 5.7 berikut:

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan

No	Hasil Penelitian Saringan (% lolos)						JMF
	Sta 23+000	Sta 23+300	Sta 23+600	Sta 23+900	Sta 24+200	Sta 24+500	
3/4"	100	100	100	100	100	100	100
1/2"	95.63	90.67	92.21	97.32	96.74	80.12	77.39
3/8"	90.79	81.05	82.71	81.91	87.46	73.73	61.05
No.4	64.90	59.30	61.89	48.73	61.70	57.99	42.74
No.8	47.27	45.74	45.67	36.19	48.08	44.85	36.23
No.30	21.58	23.74	20.56	18.68	21.66	26.84	21.72
No.50	15.93	16.46	14.03	15.13	15.93	20.99	14.17
No.100	8.86	7.83	6.04	10.15	10.36	12.13	7.87
No.200	5.26	3.88	2.27	7.15	6.75	7.34	4.21
Panci	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0

Sumber : Hasil Pengujian Analisa Saringan

5.1.9 Pemeriksaan Subgrade Dengan Alat DCP

Pemeriksaan ini berguna untuk mengetahui nilai CBR tanah dasar secara langsung di lapangan. Hasil penelitian CBR lapangan (lampiran 5.1) dapat dilihat dalam tabel 5.8 berikut:

Tabel 5.8 Hasil Pengujian CBR Lapangan

No	Stasiun	Kekuatan Subgrade (%)
1	Stasiun 23+000	8.0
2	Stasiun 23+900	9.0
3	Stasiun 24+500	7.0

Sumber : Hasil Pengujian CBR Lapangan

Dari setiap stasiun didapat kekuatan segmen jalan sebesar:

$$\text{CBR rata-rata} - ((\text{CBRmaks} - \text{CBRmin}) / R) = 8 - ((9.0 - 7.0) / 1.91) = 6.953$$

$$R = 1.91 \text{ (untuk jumlah titik pengamatan 3)}$$

5.1.10 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui nilai CBR maksimal yang bisa dicapai oleh tanah. Hasil pengujian CBR laboratorium (lampiran 5.5 sampai lampiran 5.10) dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian CBR Laboratorium.

No	Stasiun	CBR	
		Tanpa Rendaman (%)	CBR Rendaman (%)
1	Stasiun 23+000	13.7	5,20
2	Stasiun 23+900	16.74	5.52
3	Stasiun 24+500	9.13	5.48

Sumber : Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Dari setiap stasiun didapat kekuatan CBR tanpa rendaman segmen jalan sebesar :

$$\text{CBR rata-rata} - ((\text{CBRmaks} - \text{CBRmin}) / R) = 13.18 - ((16.74 - 9.13) / 1.91) = 9.21$$

$$R = 1.91 \text{ (untuk jumlah titik pengamatan 3)}$$

Dari setiap stasiun didapat kekuatan CBR rendaman segmen jalan sebesar :

$$\text{CBR rata-rata} - ((\text{CBRmaks} - \text{CBRmin}) / R) = 5.4 - ((5.52 - 5.20) / 1.91) = 5,23$$

$$R = 1.91 \text{ (untuk jumlah titik pengamatan 3)}$$

5.2 Analisis Hasil Penelitian

5.2.1 Analisis Hasil Core Drill Beton Aspal

Berdasarkan pemeriksaan ekstraksi aspal yang diambil dengan cara *core drill*, didapat tiga hasil yaitu kepadatan aspal, kadar aspal dan gradasi agregat bahan perkerasan.

Hasil pengujian kepadatan aspal beton yang dapat dilihat pada tabel 5.5 menunjukkan nilai kepadatan aspal beton naik dari 2.312 (JMF) menjadi 2.319, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pemadatan pada ruas jalan tersebut yang disebabkan oleh repetasi beban selama masa pelayanan jalan tersebut.

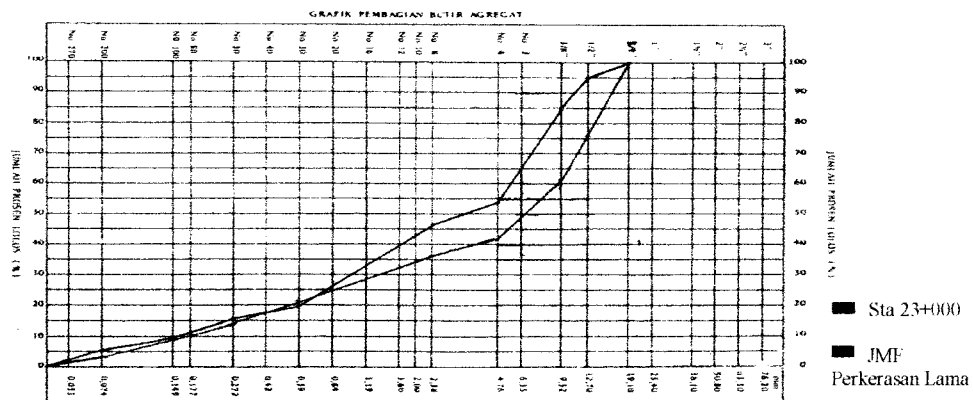
Hasil uji ekstraksi aspal pada lapis permukaan perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 5.6 menunjukkan kadar aspal rata-rata sebesar 6.25 %, sedangkan pada spesifikasi JMF kadar aspal yang ditentukan sebesar 6.3 %, sehingga nilai kadar aspal lebih kecil 0.05 % dari spesifikasi JMF. Hasil pengujian aspal didapat nilai kadar aspal untuk tiap-tiap stasiun berbeda, pada stasiun 23+900 didapat nilai kadar aspal sebesar 7.32 % sesuai dengan kerusakan yang terdapat pada daerah tersebut, yaitu berupa *bleeding*, sedangkan pada stasiun 24+200 didapat nilai kadar aspal 5.25 % sesuai dengan kerusakan yang ada, yaitu berupa retak-retak dan pengelupasan perkerasan (*ravelling*). Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena proses pencampuran, penghampanan dan pemadatan aspal yang tidak merata pada saat pelaksanaan. Untuk mendapatkan kadar aspal yang merata dapat dilakukan pengawasan yang teliti pada saat pelaksanaan penghampanan aspal agar didapatkan hasil yang tepat.

Hasil pengujian analisis saringan dapat dilihat pada tabel 5.7 yaitu hasil analisis agregat setelah diekstraksi. Berdasarkan perbandingan antara hasil penelitian analisis saringan terhadap spesifikasi JMF, maka telah terjadi degradasi agregat pada saringan sebagaimana terdapat pada tabel 5.10

Tabel 5.10 Prosentase Degradasi Agregat

Nomor Saringan	STA 23+000	STA 23+300	STA 23+600	STA 23+900	STA 24+200	STA 24+500
3/4"	-	-	-	-	-	-
1/2"	23.57	17.16	19.15	25.75	25.00	3.53
3/8"	48.71	32.76	35.47	34.17	43.27	20.76
No 4	51.85	38.74	44.80	14.01	44.37	35.69
No.8	30.47	26.24	26.06	-	32.70	23.79
No.30	-	9.29	-	-	-	23.56
No.50	12.42	16.18	-	6.79	12.39	48.12
No.100	12.58	-	-	29.02	31.62	54.15
No.200	24.94	-	-	69.81	60.45	74.31

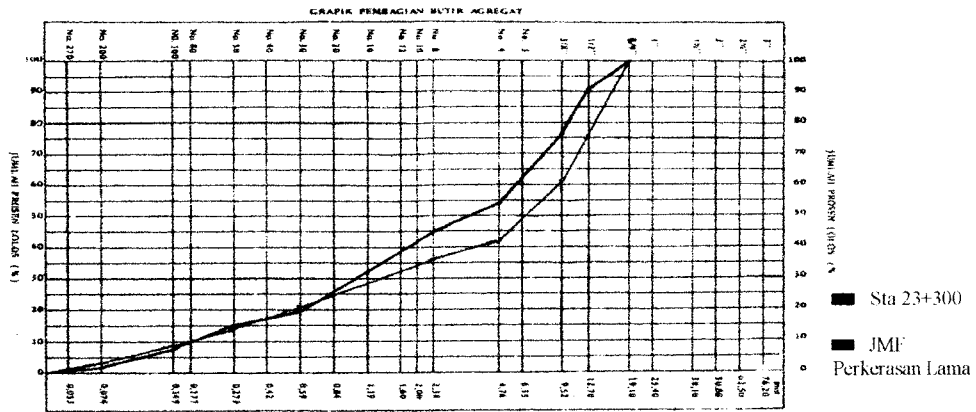
Sumber : Hasil Pengujian Analisis Saringan



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+000) dan Gradasi Agregat JMF

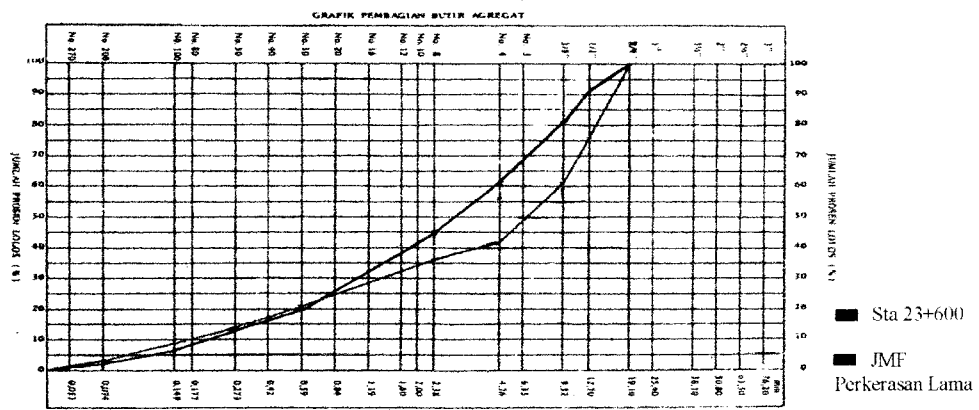
Dari gambar 5.2 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 23+000 hampir semua gradasi agregatnya telah mengalami degradasi, kecuali untuk

saringan no.30 masih sesuai dengan spesifikasi JMF. Jumlah butiran tertahan terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.4.



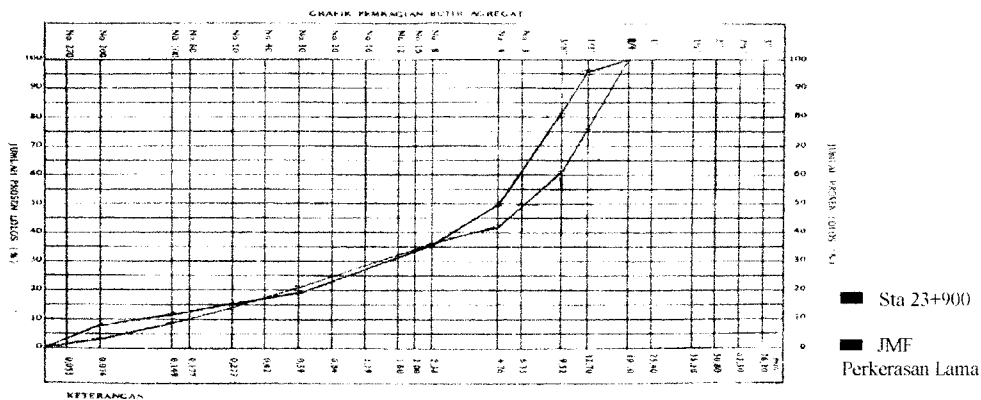
Gambar 5.3 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+300) dan Gradasi Agregat JMF

Dari gambar 5.3 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 23+300 gradasi agregatnya telah mengalami degradasi, kecuali untuk saringan no.100 dan no.200 masih sesuai dengan spesifikasi JMF. Jumlah butiran tertahan terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.4.



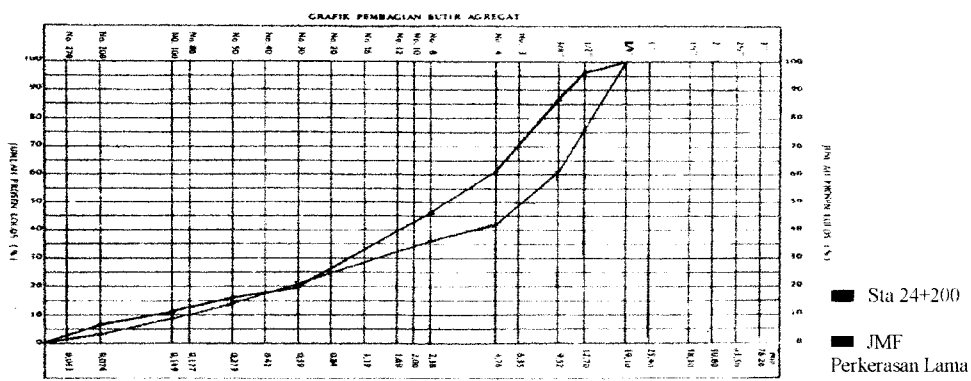
Gambar 5.4 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+600) dan Gradasi Agregat JMF

Dari gambar 5.4 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 23+600 sebagian gradasi agregatnya telah mengalami degradasi dan sebagian lain tidak degradasinya masih sesuai dengan spesifikasi gradasi agregat JMF. Jumlah butiran tertahan terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.4.



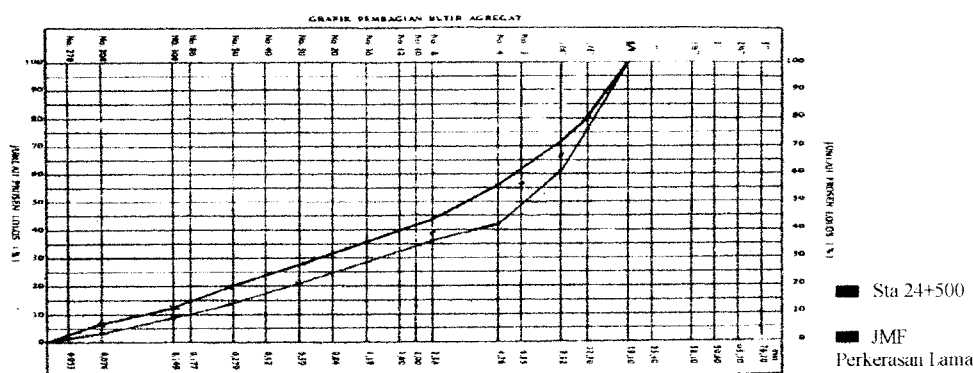
Gambar 5.5 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 23+900) dan Gradasi Agregat JMF

Dari gambar 5.5 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 23+900 agregatnya telah mengalami degradasi, kecuali untuk saringan no.8 dan no.30 masih sesuai dengan spesifikasi JMF. Jumlah butiran tertahan yang terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.200.



Gambar 5.6 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 24+200) dan Gradasi Agregat JMF

Dari gambar 5.6 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 24+200 agregatnya telah mengalami degradasi, kecuali untuk saringan no.30 masih sesuai dengan spesifikasi JMF. Jumlah butiran tertahan yang terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.200.



Gambar 5.7 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian (STA 24+500) dan Gradasi Agregat JMF

Dari gambar 5.7 dan tabel 5.10 dapat dilihat bahwa pada stasiun 24+500 semua agregatnya telah mengalami degradasi sehingga tidak sesuai dengan JMF lagi. Jumlah butiran tertahan yang terbanyak pada stasiun ini terdapat pada saringan no.200.

Pada stasiun stasiun 23+000, 23+300, 23+600, 23+900, 24+200 dan stasiun 24+500 mengalami degradasi yang cukup besar sehingga mempengaruhi kemampuan lapis perkerasan tersebut, sesuai dengan fungsi lapis perkerasan sebagai penahan beban roda, lapis kedap air, lapis aus dan lapis yang menyebarkan beban pada lapis di bawahnya. Untuk itu perlu penggunaan agregat yang tepat untuk lapis perkerasan, yang mempunyai daya tahan terhadap degradasi yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi

beban lalu lintas dan *disintegrasi* yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

5.2.2 Analisis Subgrade Berdasarkan Nilai CBR

Hasil uji CBR lapangan dan laboratorium yang dapat dilihat pada tabel 5.8 dan tabel 5.9 diperoleh nilai CBR segmen lapangan sebesar 6.953%, sedangkan CBR segmen tanpa rendaman sebesar 9.21% dan CBR segmen rendaman sebesar 5.23%. Maka CBR yang yang dipakai adalah 5.23% sehingga masih memenuhi syarat yang ditetapkan Bina Marga tentang perencanaan jalan baru nilai CBR tanah dasar yang umum digunakan minimal sebesar 5 %.

5.3 Perencanaan Tebal Overlay dengan Metode Bina Marga 1983

5.3.1 Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Lendutan Balik

Tahap-tahap untuk menganalisis lapis tambahan dengan menggunakan harga lendutan balik adalah :

1. Menentukan Lendutan Balik Ijin Jalan Selama Pelayanan 10 tahun

Data yang diperlukan untuk menentukan lendutan balik ijin adalah sebagai berikut :

a. Angka Pertumbuhan Lalu Lintas

Perhitungan angka pertumbuhan lalu lintas menggunakan data dari tabel 5.1 dan 5.2 dengan persamaan 3.3 analisis pertumbuhan lalu lintas disajikan dalam tabel 5.11 berikut:

Tabel 5.11 Angka Pertumbuhan Lalu lintas

Golongan Kendaraan	n	Volume kend. 1999 (a)	Volume kend. 2004 (b)	$R = ((b/a)^n - 1) \cdot 100\%$ (%)
I	5	8140	12059	8.14
II	5	1201	2647	17.12
III	5	1010	1435	7.28
IV	5	672	935	6.83
V	5	243	565	18.38
VI	5	124	323	21.10
VII	5	67	299	34.87

Dari perhitungan angka pertumbuhan pada tabel diatas didapat angka pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana:

$$R = (8.14+17.12 +7.28+6.83+18.38+21.10+34.87) / 7 = 16.25 \%$$

b. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

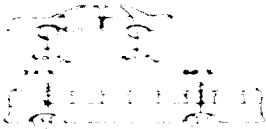





Ruas jalan Solo-Semarang mempunyai 2 lajur dengan 2 arah berdasarkan tabel 3.1 ditentukan koefisien kendaraan yaitu :

1. Kendaraan ringan dengan berat total < 5 ton C = 0.5
2. Kendaraan berat dengan berat total > 5 ton C = 0.5

c. Angka Ekivalen (*Unit Equivalent 18 Kip Single Axle Load*)

UE 18 KSAL (*Unit Equivalent 18 Kip Single Axle Load*) dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut :

Tabel 5.12 Unit Ekivalen 8.18 ton Beban As Tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat total maksimum (ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	
1.1 MF	1.5	0.5	2.0	0.0001	0.0004	     
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2 L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2 H Truk	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truk	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	

Sumber : *Bina Marga 1983*

d. Lintas Ekivalen Permulaan

Lintas ekivalen permulaan dicari dengan menggunakan persamaan 3.4.

Hasil analisis lintas ekivalen permulaan pada tiap jalur dapat dilihat pada

tabel 5.13 berikut :

Tabel 5.13 Nilai LEP berdasarkan LHR Hasil Survei Tahun 2004

Golongan Kendaraan	LHR	C	E	LEP
I	12059	0.5	0.0004	2.4118
II	2647	0.5	0.3006	397.8441
III	1435	0.5	0.2174	155.9845
IV	935	0.5	5.0264	2349.842
V	565	0.5	2.7416	774.502
VI	323	0.5	4.9283	795.9205
VII	299	0.5	6.1179	914.6261
Total				5391.131

e. Faktor Umur Rencana (N)

Untuk umur rencana (n) = 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas sebesar $R = 16.25\%$ dengan persamaan 3.2 didapat $N = 23.34$

f. *Accumulative Equivalent 18 KIP Single Axle Load (AE 18 KSAL)*

Dengan data LEP dan faktor umur rencana (N) dapat ditentukan harga AE 18 KSAL dengan menggunakan persamaan 3.5 Hasil analisis perhitungan AE 18 KSAL disajikan dalam tabel 5.14 berikut :

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan AE 18 KSAL

Golongan Kendaraan	LEP	N	Hari	AE 18 KSAL
I	2.4118	23.34	365	20546.365
II	397.8441	23.34	365	3389273.7
III	155.9845	23.34	365	1328847.6
IV	2349.842	23.34	365	20018539
V	774.502	23.34	365	6598060
VI	795.9205	23.34	365	6780526.3
VII	914.6261	23.34	365	7791791.2
Total				45927584

Dari nilai AE 18 KSAL yang didapat maka dengan menggunakan gambar grafik 3.6 maka didapat lendutan yang diijinkan dengan nilai:

AE 18 KSAL: 45927584 adalah 1.05 mm

2. Faktor Regional

Pengukuran dilaksanakan pada saat musim hujan sehingga diambil faktor air tanah (C) = 1,0 sedangkan untuk faktor temperatur (lampiran 3.9) pada saat pengukuran didapat temperatur lapis permukaan (t_p) rata-rata adalah 36°C dengan tebal lapis permukaan 15 cm. dengan menggunakan grafik pada gambar 3.4 didapat nilai temperatur tengah (t_t) = 34°C dan temperatur bawah (t_b) = 32°C . Temperatur rata-rata permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} t_r &= 1/3 (t_p + t_t + t_b) \\ &= 1/3 (36 + 34 + 32) \\ &= 34^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Faktor pengaruh temperatur (f_t) diperoleh dari grafis pada gambar 3.3 Berdasarkan temperatur rata-rata lapis permukaan (t_r) maka didapat faktor penyesuaian temperatur = 1.04

3. Menentukan Harga Lendutan Balik

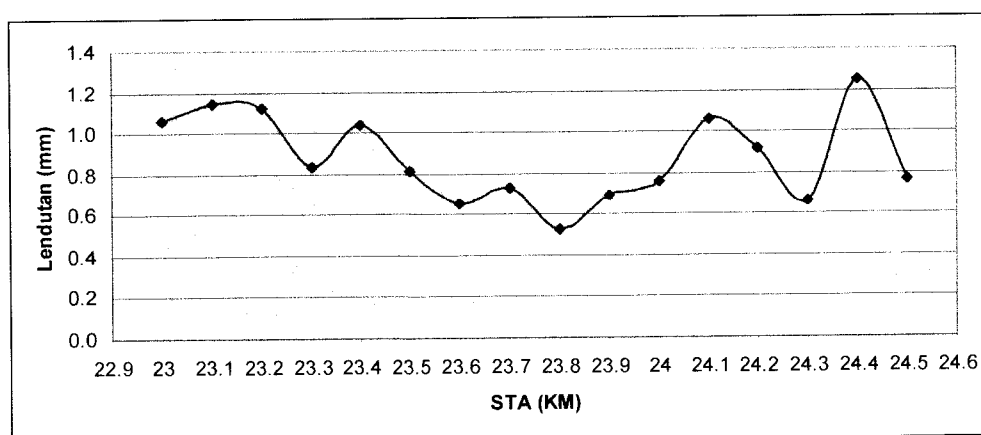
Harga lendutan balik dihitung berdasarkan persamaan 3.8 dengan menggunakan data pada tabel 5.3. Selengkapnya harga data lendutan balik disajikan pada tabel 5.15 berikut :

Tabel 5.15 Tabel Harga Lendutan Balik

KM	Lendutan			Tr	ft	C	d (mm)	dxftxC (mm)
	d1	d2	d3					
23+000	0	33	51	34	1.04	1.0	1.02	1.0608
23+100	0	37	55	34	1.04	1.0	1.1	1.144
23+200	0	32	54	34	1.04	1.0	1.08	1.1232
23+300	0	27	40	34	1.04	1.0	0.8	0.832
23+400	0	22	50	34	1.04	1.0	1	1.04
23+500	0	26	39	34	1.04	1.0	0.78	0.8112
23+600	0	21	41	34	1.04	1.0	0.82	0.8528
23+700	0	23	35	34	1.04	1.0	0.7	0.728
23+800	0	24	42	34	1.04	1.0	0.84	0.832
23+900	0	20	35	34	1.04	1.0	0.7	0.8736
24+000	0	28	49	34	1.04	1.0	0.98	1.0192
24+100	0	34	51	34	1.04	1.0	1.02	1.0608
24+200	0	29	44	34	1.04	1.0	0.88	0.9152
24+300	0	14	32	34	1.04	1.0	0.64	0.6656
24+400	0	37	60	34	1.04	1.0	1.2	1.248
24+500	0	16	37	34	1.04	1.0	0.74	0.7696

Sumber : *Survei Bengkelman Beam 2004*

Dengan menggunakan nilai lendutan balik tiap titik pemeriksaan pada tabel 5.15 kolom 9 dapat digambarkan grafik lendutan pada gambar 5.8 berikut:



Gambar 5.8 Grafik Lendutan Balik

4. Menentukan Segmen Jalan dan Lendutan Balik Yang Mewakili Tiap

Segmen

Perhitungan lendutan jalan dibagi menjadi 3 segmen. Masing-masing segmen dicari nilai lendutan balik yang mewakili segmen tersebut. Mengingat fungsi jalan sebagai jalan arteri, maka dapat dihitung nilai lendutan balik yang mewakili segmen 1 (\bar{D}) dengan persamaan berikut:

$$\bar{D} = \bar{d} + 2S$$

$$D = \frac{\sum d}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n \times (n-1)}}$$

Segmen 1 (23 + 000 – 23+400)

Analisis lendutan balik segmen 1 dengan menggunakan data lendutan dari tabel 5.15. Hasil perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 1 disajikan dalam tabel 5.16 berikut :

Tabel 5.16 Hitungan Lendutan Balik Segmen 1

Stasiun	N	Segmen 1	
		D	d ²
23+000	1	1.0608	1.125297
23+100	2	1.144	1.308736
23+200	3	1.1232	1.261578
23+300	4	0.832	0.692224
23+400	5	1.04	1.0816
Σ	5	$\Sigma d = 5.2$	$\Sigma d^2 = 5.469435$

$$D = \frac{\sum d}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat lendutan balik segmen 1:

$$(D) = 1.287860848 \text{ mm}$$

Segmen 2 (23 + 500 – 23+900)

Analisis lendutan balik segmen 2 dengan menggunakan data lendutan dari tabel 5.15. Hasil perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 2 disajikan dalam tabel 5. 17 berikut :

Tabel 5.17 Hitungan Lendutan Balik Segmen 2

Stasiun	N	Segmen 2	
		D	d ²
23+500	1	0.8112	0.6580454
23+600	2	0.8528	0.7272678
23+700	3	0.728	0.529984
23+800	4	0.832	0.692224
23+900	5	0.8736	0.763177
Σ	5	Σ d = 4.0976	Σ d ² = 3.370698

$$D = \frac{\sum d}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat lendutan balik segmen 2:

$$(D) = 0.9319159428 \text{ mm}$$

Segmen 3 (24 + 000 – 24+500)

Analisis lendutan balik segmen 3 dengan menggunakan data lendutan dari tabel 5.15. Hasil perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 1 disajikan dalam tabel 5.18 berikut :

Tabel 5.18 Hitungan Lendutan Balik Segmen 3

Stasiun	N	Segmen 3	
		d	d ²
24+000	1	1.0192	1.0387686
24+100	2	1.0608	1.1252966
24+200	3	0.9152	0.837591
24+300	4	0.6656	0.4430234
24+400	5	1.248	1.557504
24+500	6	0.7696	0.5922842
Σ	6	Σd = 5.6784	Σd ² = 5.5944678

$$D = \frac{\sum d}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat lendutan balik segmen 3:

$$(D) = 1.366333366 \text{ mm}$$

5. Penentuan Tebal Lapis Baru (*Overlay*)

Berdasarkan nilai lendutan pada tiap segmen jalan, maka perancangan tebal lapis keras tambahan dapat dilakukan pada segmen 1 dan segmen 3, sedangkan untuk segmen 2 lendutan yang terjadi lebih kecil dari lendutan yang diijinkan.

Perancangan tebal *overlay* segmen 1 sebagai berikut:

Lendutan ijin = 1.05 mm

Lendutan balik segmen = 1.29 mm

Dengan menggunakan data tersebut dapat ditentukan tebal lapis tambah berdasarkan gambar grafik 3.6, yaitu sebesar 5 cm AC.

Perancangan tebal *overlay* segmen 3 sebagai berikut :

Lendutan ijin = 1.05 mm

Lendutan balik segmen = 1.37 mm

Dengan menggunakan data tersebut dapat ditentukan tebal lapis tambah berdasarkan gambar grafik 3.6, yaitu sebesar 5 cm AC.

5.3.2 Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Kemiringan Titik Belok

Tahap-tahap untuk menganalisis lapis tambahan dengan menggunakan harga kemiringan titik belok adalah :

1. Menentukan Harga Kemiringan Titik Belok

Harga kemiringan titik belok dihitung berdasarkan persamaan 3.10 dengan menggunakan data pada tabel 5.4. Harga kemiringan titik belok tiap titik pemeriksaan disajikan pada tabel 5.19 sebagai berikut :

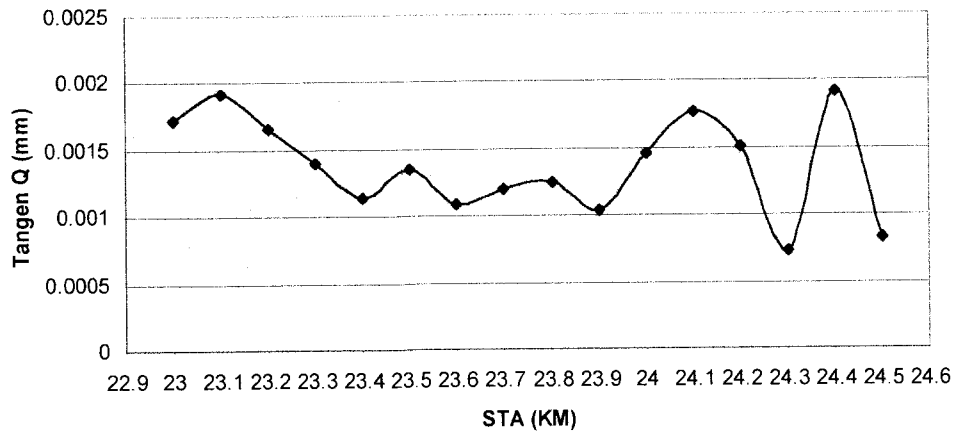
Tabel 5.19 Kemiringan Titik Belok

KM	Lendutan			tr	ft	C	Tg	tg x ft x C
	d1	D2	d3					
23+000	0	33	51	34	1.04	1.0	0.165	0.001716
23+100	0	37	55	34	1.04	1.0	0.185	0.001924
23+200	0	32	54	34	1.04	1.0	0.16	0.001664
23+300	0	27	40	34	1.04	1.0	0.135	0.001404
23+400	0	22	50	34	1.04	1.0	0.11	0.001144
23+500	0	26	39	34	1.04	1.0	0.13	0.001352
23+600	0	21	41	34	1.04	1.0	0.105	0.001092
23+700	0	23	35	34	1.04	1.0	0.115	0.001196
23+800	0	24	42	34	1.04	1.0	0.12	0.001248
23+900	0	20	35	34	1.04	1.0	0.1	0.00104
24+000	0	28	49	34	1.04	1.0	0.14	0.001456
24+100	0	34	51	34	1.04	1.0	0.17	0.001768
24+200	0	29	44	34	1.04	1.0	0.145	0.001508
24+300	0	14	32	34	1.04	1.0	0.07	0.000728
24+400	0	37	60	34	1.04	1.0	0.185	0.001924
24+500	0	16	37	34	1.04	1.0	0.08	0.000832

Sumber : *Survei Bengkelman Beam.*

2. Mengambar Grafik Kemiringan Titik Belok

Dengan menggunakan data harga kemiringan titik belok tiap titik pemeriksaan pada tabel 5.19 dapat digambarkan grafik kemiringan titik belok pada gambar 5.9 sebagai berikut :



Gambar 5.9 Grafik Kemiringan Titik Belok

3. Menentukan Segmen Jalan dan $\tan \theta$ yang Mewakili Segmen Jalan

Mengingat fungsi jalan sebagai jalan arteri, maka dapat dihitung nilai kemiringan titik belok yang mewakili segmen 1 ($\tan \theta$) dengan persamaan berikut :

$$\overline{\tan \theta} = \overline{\tan \theta} + 2S$$

$$\tan \theta = \frac{\sum \tan \theta}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum \tan^2 \theta) - (\sum \tan \theta)^2}{n \times (n-1)}}$$

Segmen 1 (23 + 000 – 23+400)

Analisis $\tan \theta$ segmen 1 dengan menggunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.19. Hasil perhitungan $\tan \theta$ yang mewakili segmen 1 disajikan dalam tabel 5.20 berikut :

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Tan θ Segmen 1

Stasiun	N	Segmen 1	
		D	d ²
23+000	1	0.001716	2.94E-06
23+100	2	0.001924	3.7E-06
23+200	3	0.001664	2.77E-06
23+300	4	0.001404	1.97E-06
23+400	5	0.001144	1.31E-06
Σ	5	$\Sigma \tan \theta = 0.007852$	$\Sigma \tan \theta^2 = 1.27E-05$

$$\tan \theta = \frac{\sum \tan \theta}{n} + 2 \sqrt{\frac{n (\sum \tan \theta^2) - (\sum \tan \theta)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat kemiringan titik belok segmen 1:

$$(\tan \theta) = 2.178034E-03$$

Segmen 2 (23 + 500 – 23+900)

Analisis tan θ segmen 2 dengan menggunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.19. Hasil perhitungan tan θ yang mewakili segmen 2 disajikan dalam tabel 5.21 berikut :

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Tan θ Segmen 2

Stasiun	N	Segmen 2	
		D	d ²
23+500	1	0.001352	1.83E-06
23+600	2	0.001092	1.19E-06
23+700	3	0.001196	1.43E-06
23+800	4	0.001248	1.56E-06
23+900	5	0.00104	1.08E-06
Σ	5	$\Sigma \tan \theta = 0.005928$	$\Sigma \tan \theta^2 = 7.09E-06$

$$\tan \theta = \frac{\sum \tan \theta}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum \tan^2 \theta) - (\sum \tan \theta)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat kemiringan titik belok segmen:

$$(\tan \theta) = 1.434122031E-03$$

Segmen 3 (24 + 000 – 24+500)

Analisis tan θ segmen 3 dengan menggunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.19. Hasil perhitungan tan θ yang mewakili segmen 3 disajikan dalam tabel 5.22 berikut :

Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Tan θ Segmen 3

Stasiun	N	Segmen 3	
		d	d ²
24+000	1	0.001456	2.11994E-06
24+100	2	0.001768	3.12582E-06
24+200	3	0.001508	2.27406E-06
24+300	4	0.000728	5.29984E-07
24+400	5	0.001924	3.70178E-06
24+500	6	0.000832	6.92224E-07
Σ	6	$\Sigma \tan \theta = 0.008216$	$\Sigma \tan^2 \theta = 1.24438E-05$

$$\tan \theta = \frac{\sum \tan \theta}{n} + 2\sqrt{\frac{n(\sum \tan^2 \theta) - (\sum \tan \theta)^2}{n \times (n-1)}}$$

Dengan persamaan diatas didapat kemiringan titik belok segmen:

$$(\tan \theta) = 2.3464136E-03$$

4. Penentuan Tebal Lapis Tambahan

Tebal *overlay* yang didapat dari lendutan balik kemudian di kontrol dengan cara kemiringan titik belok. Berdasarkan nilai titik belok yang didapat pada

masing masing segmen dapat dipilih tebal *overlay* sedemikian hingga diperoleh $\text{tg } \theta$ yang nilainya lebih kecil atau sama dengan $\text{tg } \theta$ yang terjadi. Dengan memperhatikan nilai $\text{tg } \theta$ yang terjadi maka tebal *overlay* dapat dilakukan pada segmen 1 dan 3 sebesar 5 cm AC. Segmen 1 $\text{tg } \theta$ setelah *overlay* sebesar $0.00153 < 0.00217$, segmen 3 $\text{tg } \theta$ setelah *overlay* sebesar $0.00153 < 0.00235$.

5.3.3 Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Tahap-tahap untuk menganalisis umur sisa pelayanan jalan dengan menggunakan harga lendutan balik adalah :

1. Menentukan Lendutan Balik Jalan

Lendutan balik jalan yang dipakai berdasarkan hitungan lendutan balik segmen jalan yaitu sebesar 1.366 mm.

2 Menentukan Nilai AE 18 KSAL Kritis

Dari perhitungan lendutan jalan tiap segmen maka didapat harga lendutan balik sebesar 1,366 mm. Dengan menggunakan grafik hubungan antara lendutan balik dan AE 18 KSAL seperti yang tergambar pada grafik 3.5 didapat AE 18 KSAL kritis sebesar 4 000 000.

3 Menentukan Faktor Umur Rencana

Berdasarkan nilai AE 18 KSAL kritis dan lintas ekivalensi pada tahun 2004 dapat dihitung nilai faktor umur rencana jalan dengan menggunakan persamaan 3.12 sebagai berikut:

$$N = \frac{4000000}{365 \times 5391.131} = 2.03$$

sehingga didapat nilai faktor umur rencana jalan sebesar : 2.03

4 Menentukan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Dari perhitungan angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 16.25 % dan faktor umur rencana 2.03 maka dengan menggunakan persamaan 3.13 dapat dihitung umur sisa pelayanan jalan:.

$$n = \frac{\text{Log}\left(2N + \frac{2}{R} + 1\right) - \text{Log}\left(\frac{2}{R} + 1\right)}{\text{Log}(R + 1)}$$

= 1.7 tahun atau 20 bulan 12 hari.

5.4 Pembahasan *Overlay* Dengan Metode Bina Marga 1983

Berdasarkan hasil survei nilai lendutan dengan menggunakan *Benkelman Beam* didapat masa pelayanan jalan tinggal 20 bulan 12 hari. Sehingga perlu diberi lapis tambahan untuk meningkatkan umur pelayanan jalan. Untuk perencanaan *overlay* kedepan nilai lendutan balik jalan tidak boleh melebihi nilai lendutan ijin selama umur rencana. Tebal *overlay* dihitung berdasar nilai lendutan yang terjadi pada tiap-tiap segmen jalan yang dikontrol dengan nilai kemiringan titik belok tiap tiap segmen. Dari kedua perhitungan tersebut tebal lapis tambahan yang digunakan untuk umur rencana 10 tahun dengan lendutan ijin 1.05 mm yaitu AC dengan tebal 5 cm.

Berdasarkan hasil penelitian ekstraksi beton aspal didapat bahwa setiap stasiun telah mengalami degradasi. Pada stasiun 23+000 degradasi maksimalnya sebesar 51.85, stasiun 23+300 degradasi maksimalnya sebesar 38.74, stasiun 23+600 degradasi maksimalnya sebesar 44.80, stasiun 23+900 degradasi maksimalnya sebesar 69.81, stasiun 24+200 degradasi maksimalnya sebesar 60.45 dan stasiun 24+500 degradasi maksimalnya sebesar 74.31. Bina Marga mensyaratkan nilai keausan maksimum 40 %, sehingga untuk perencanaan *overlay* kedepan dapat menggunakan gradasi agregat sesuai dengan gradasi pada stasiun 23+300 yang sesuai spesifikasi campuran AC nomer IV yang dapat dilihat pada tabel 5.23 berikut:

Tabel 5.23 Tabel Gradasi Agregat untuk *Overlay*

Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200
Campuran	100	90.67	81.05	59.30	45.74	23.74	16.46	7.83	3.88
Spek. IV	100	80/100	70/90	50/70	35/50	18/29	13/23	8/16	4/10

Dari gradasi agregat untuk *overlay*, diameter maksimum agregat yang digunakan sebesar 3/4" (1.91 cm) sehingga dapat digunakan tebal lapis tambahan (*overlay*) sebesar 5 cm.

Berikut tebal lapis tambahan (*overlay*) yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun dapat dilihat pada gambar 5.10 berikut :

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dilapangan dan dilaboratorium serta pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai lendutan balik jalan didapat umur sisa pelayanan jalan tinggal 20 bulan 12 hari sehingga perlu diberi lapis tambahan (*overlay*) untuk meningkatkan umur pelayanan jalan.
2. Nilai kepadatan beton aspal naik menjadi 2.319 gr/cm³ sedangkan yang disyaratkan adalah 2.312 gr/cm³ hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pemadatan pada ruas jalan tersebut yang disebabkan oleh repetisi beban selama masa pelayanan jalan tersebut.
3. Penggunaan kadar aspal yang tidak merata menyebabkan kadar aspal pada masing-masing stasiun berbeda. Kadar aspal yang berlebih menyebabkan kerusakan berupa *bleeding* dan kurangnya kadar aspal menyebabkan ikatan antar agregat jelek Kadar aspal rata-rata 6.25% kurang dari aspal yang disyaratkan pada JMF yaitu 6.3%.
4. Agregat yang digunakan sudah mengalami degradasi hal ini menyebabkan jumlah agregat halus meningkat.

5. Daya dukung tanah jalan Solo-Semarang (5.23%) masih sesuai dengan yang disyaratkan Departemen Bina Marga, yaitu lebih besar dari 5%.
6. Tebal *overlay* mendatang untuk umur rencana 10 tahun sebesar 5 cm AC dengan spesifikasi campuran nomer IV.

6.2 Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka peneliti menyarankan sebagai berikut:

1. Diusahakan penanganan kerusakan jalan sedini mungkin, sebelum daerah kerusakan bertambah.
2. Perlu diadakan pelapisan ulang (*overlay*) untuk menambah kekuatan struktur jalan tersebut.
3. Supaya mendapatkan struktur perkerasan yang baik, maka diperlukan adanya pengawasan dalam pengujian dan pelaksanaan pekerjaan secara terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga, 1983 **MANUAL PEMERIKSAAN PERKERASAN JALAN DENGAN ALAT BENKELMEN BEAM**, No.01/MN/B/1983, Yayasan Penerbitan PU, Jakarta.

Bina Marga, 1987 **PETUNJUK PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN**, Yayasan Penerbitan PU, Jakarta.

Sukirman, S, 1999, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung.

Shirley, L, 2000, **PERENCANAAN TEKNIK JALAN RAYA**, JTS-FT Politeknik Negeri Bandung, Bandung.

Heriyanto dan Hardiansyah Putra, 2003, **EVALUASI NILAI STRUKTURAL DAN PERANCANGAN TEBAL LAPIS TAMBAHAN (*OVERLAY*)**, **TUGAS AKHIR**, FTSP, UII. (Tidak di publikasikan).

Nehlaturrahma dan Melda Herawati, 2003, **STUDI KASUS KERUSAKAN JALAN GADING PLAYEN**, **TUGAS AKHIR**, FTSP, UII. (Tidak di publikasikan).

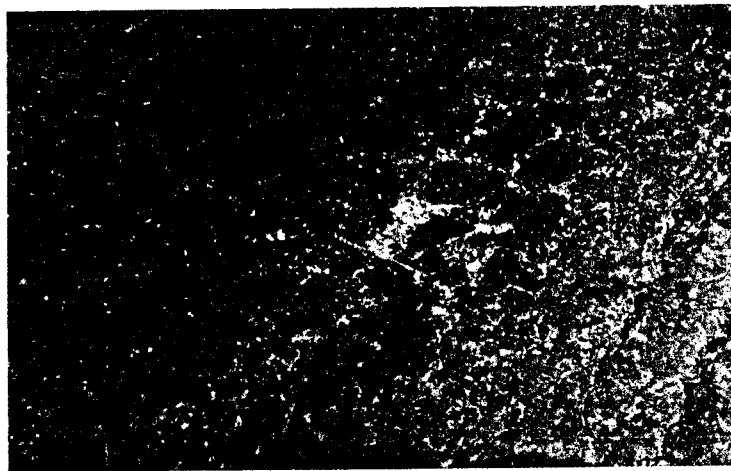
LAMPIRAN 1

KERUSAKAN JALAN

Cracking dan Patholes

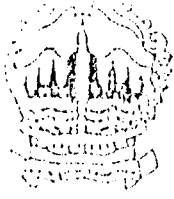


Cracking dan Ruts



LAMPIRAN 2

JOB MIX FORMULA



PEMERINTAH PROPINSI JAWA Tengah
DINAS BINA MARGA

JL. MADUKORO BLOK AA - BB TELP. (024) 7608368 - 7611339 FAX. 7608647 SEMARANG 50144

DATE: _____

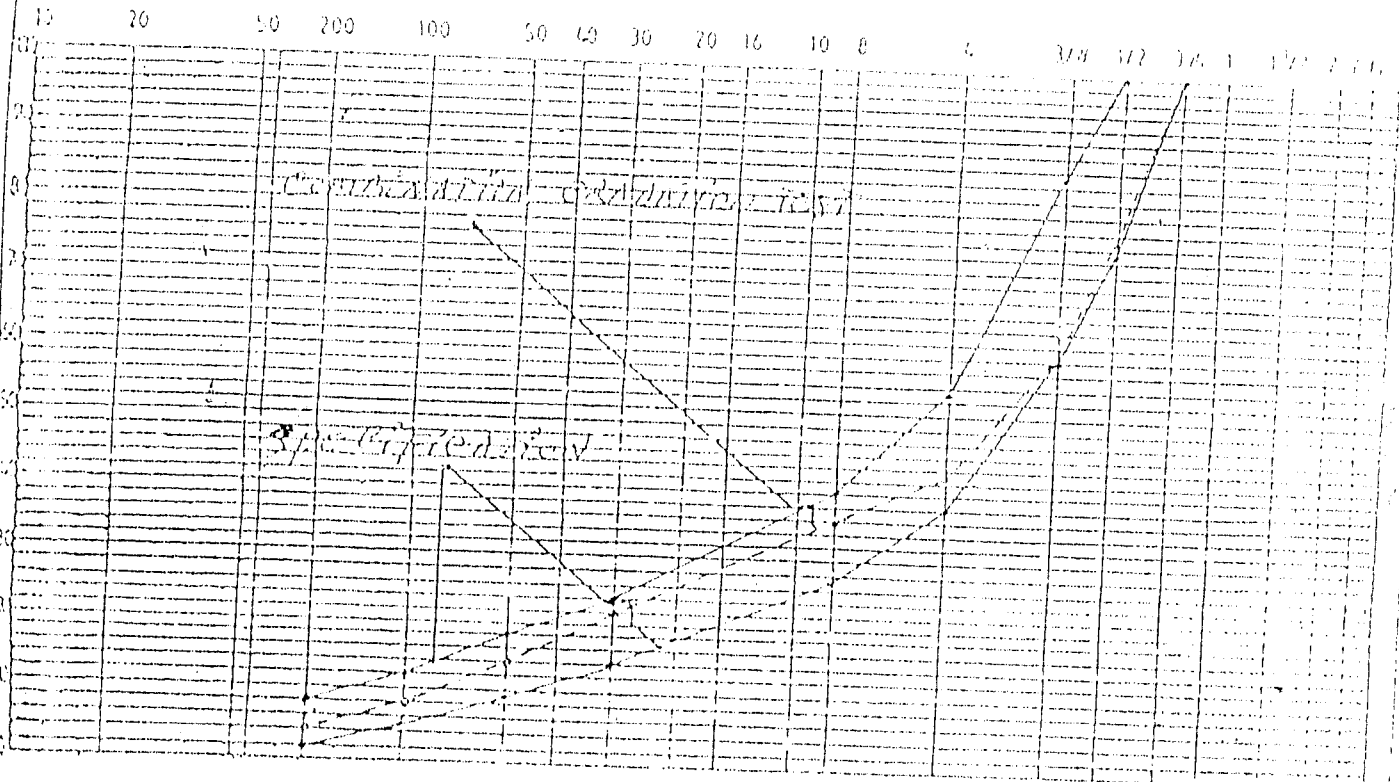
BLENDING COMBINED GRADATION

LOCATION: _____

MATERIAL: *Stock pile*

TECHNICS: _____

UKURAN PASIR/LEGA	COARSE AGG.		MEDIUM AGG.		FINE AGG.		PASIR		COMBINATION GRADASI	TITIK TERENDAH SPEC	SPEC
	100%	31	100%	27	100%	21	100%	21			
1"											
3/4"									100		100
1/2"	22.07	8.39							17.39		75-100
3/8"	1.47	0.96	68.87	18.59		21			61.05		60-85
#4	0.10	0.03	10.99	2.97	99.45	20.89	89.78	10.85	42.79		38-55
#8			3.60	0.97	81.27	17.07	86.02	18.14	38.23		27-40
#30					49.78	9.40	93.65	12.33	41.72		14-24
#50					32.10	6.78	85.21	8.29	44.17		7-18
#100					19.14	4.03	78.28	5.21	47.87		5-12
#200					15.59	2.17	72.25	2.21	49.21		2-8



TGL. KONTRAKTOR	TGL. KONSULTAN	TGL. BINA MARGA

ASPHALT CONCRETE (AC) / REVISI

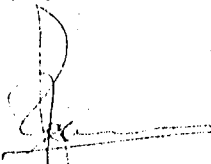
Lampiran 2.2

Proyek : Pemeliharaan Jalan Surakarta Barat
 Paket : Jalan Kartasura - Bejelah
 Kontraktor : CV MARGA LAHSAHA
 Konsultan : PT. GEOMAS MATRA PERDANA
 Konstruksi : AC


PERSETUJUAN JOB MIX FORMULA (REVISI) DAN PROSEDUR PELAKSANAAN DI LAPANGAN

NO	URAIAN	HASIL	SPECIFICATION	KETERANGAN
I	Komposisi Agregate			
	- Coarse Agregate (CA) =	31%		
	- Medium Agregate (MA) =	27%		
	- Fine Agregate (FA) =	21%		
	- Pasir Natural Sand (NS) =	21%		
II	Komposisi Campuran Asphalt			
	- Kadar Asphalt =	6.30%		
	- Coarse Agregate (CA) =	29.05%		
	- Medium Agregate (MA) =	25.30%		
	- Fine Agregate (FA) =	19.68%		
	- Pasir Natural Sand (NS) =	19.68%		
III	Sifat Campuran Asphalt			
	Kadar Asphalt	6.3	5 - 8	
	Rongga Udara	4.9	3 - 5	
	Kelelehan	3.4	2 - 4	
	Marshall Quotient	320	200 ~ 350 kg/mm	
	Stabilitas	1100	> 600 kg	
	Berat Jenis Bulk Campuran	2.312	-	
IV	Pasir : Abu batu	1 : 1		

Diperiksa
 Konsultan Supervisi
 PT. Geomas Matra Perdana


 (Ir. Bagiyo)
 Quality Engineer

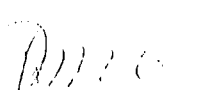
Dikerjakan:
 Kontraktor Pelaksana


 General Superintendent

Pendukung Aspal Hotmix
 PT. Pancadarma Puspawira

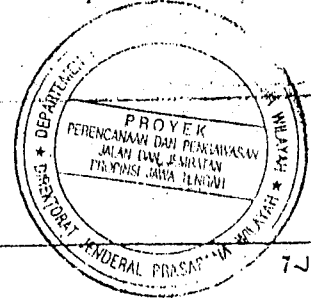

 (Ir. Karsikun)

Disetujui
 Pemimpin Bagian Proyek



LAMPIRAN 3

DATA PERANCANGAN
OVERLAY



7-Jan-02

	BINA MARGA - IRMS		TRAFFIC REPORT											
	INTERURBAN ROAD MANAGEMENT SYSTEM													
	CENTRAL DATABASE													

Province : 24 JATENG

Trafpost	Link	AADT		PCU		Car %	Bus %	LTr %	HT %	Motor Cycle	Car	Util 1	Util 2	Small Bus	Large Bus	Truck 2x a)	Truck 2x b)	Truck 3x a)	Truck 3x b)	Truck 3x c)	No Mot Traf	
		MBT	Total	MBT	Total																	
A01014	010 14	JLN. MT. HARYONO (SEMARANG)		Survey Year: 1999																		
		34,422	76,474			90	8	2	0	40,067	18,595	5,908	4,300	3,081	1,677	494	328	92	36	0	1,985	
A01015	010 15	JLN. DR. WAHIDIN (SEMARANG)		Survey Year: 1999																		
		18,438	42,422			89	7	4	0	23,808	11,560	2,527	2,244	870	462	451	301	21	2	0	176	
A01016	010 16	JLN. TEUKU UMAR (SEMARANG)		Survey Year: 1999																		
		43,834	89,676			91	6	3	0	45,755	32,480	3,126	4,207	1,765	862	815	543	32	4	0	87	
A01017	010 17	JLN. SETIA BUDHI (SEMARANG)		Survey Year: 1999																		
		29,401	51,835			95	4	1	0	22,304	22,997	2,149	2,784	922	178	205	137	20	5	4	130	
A0111	011 1	BAWEN - PRINGSURAT (SMB)		Survey Year: 1999																		
		12,436	20,004			68	6	21	5	7,380	5,843	1,747	1,860	295	702	1,003	669	213	61	38	188	
B0112	011 2	PRINGSURAT - BAWEN (KDT)		Survey Year: 1999																		
		7,499	10,768			68	6	22	4	3,202	3,740	478	1,507	96	511	501	334	266	28	38	67	
C0113	011 3	JALAN PINGIT LAMA		Survey Year: 1999																		
		1,083	1,793	6,329	6,519	98	2	0	0	694	589	127	344	23	0	0	0	0	0	0	0	16
B012	012	BAWEN - SALATIGA		Survey Year: 1999																		
		13,112	18,786			70	13	13	4	5,545	5,247	1,931	1,926	447	1,220	1,042	695	307	123	114	129	
A0122	012 2	JLN. DIPONEGORO (SALATIGA)		Survey Year: 1999																		
		16,260	25,488			74	10	12	4	8,920	7,689	1,940	2,240	617	1,309	1,132	756	329	146	102	308	
A013	013	SECANG - PRINGSURAT		Survey Year: 1999																		
		8,101	11,811			65	7	23	5	3,525	3,035	1,245	2,188	304	428	354	236	233	37	41	185	
A014	014	MAGELANG - SECANG		Survey Year: 1999																		
		13,331	21,934			67	11	10	12	8,041	6,115	2,186	3,094	464	487	371	246	277	38	55	582	
A01411	014 11	JLN. AHMAD YANI (MAGELANG)		Survey Year: 1999																		
		18,535	34,795			76	8	14	2	14,416	8,564	3,172	2,585	1,082	425	1,425	950	280	30	22	1,844	
A01412	014 12	JLN. ELO SURABAYAN (MAGELANG)		Survey Year: 1999																		
		9,739	14,166			75	8	13	4	3,711	2,628	3,860	1,777	122	744	265	177	81	40	45	716	
A01413	014 13	CANGKUK MERTUYUDAN (MAGELANG)		Survey Year: 1999																		
		10,679	15,101			71	9	14	6	4,114	2,346	2,058	1,025	1,700	817	1,459	972	238	30	34	308	
B0151	015 1	SALATIGA - BOYOLALI (SMG BARAT)		Survey Year: 1999																		
		13,623	21,109			65	11	19	5	7,088	5,105	2,527	2,232	303	1,129	1,078	719	259	169	101	398	
A01511	015 11	JLN. JEND. SUDIRMAN (SALATIGA)		Survey Year: 1999																		
		8,196	21,947			85	9	3	3	12,863	6,060	1,053	955	29	0	59	40	0	0	0	858	
B0152	015 2	BOYOLALI - SALATIGA (SKA BARAT)		Survey Year: 1999																		
		12,495	19,368			66	11	18	5	6,183	4,638	2,308	1,980	394	1,072	974	649	233	143	104	690	
A016	016	MAGELANG - KEPREKAN		Survey Year: 1999																		
		13,864	30,470			65	11	17	7	15,766	6,478	1,353	1,917	850	523	1,499	999	183	45	17	840	
A01611	016 11	JLN. PEMUDA (MAGELANG)		Survey Year: 1999																		
		7,765	17,126			100	0	0	0	7,363	5,361	1,348	1,028	0	0	16	11	1	0	0	1,998	
A01612	016 12	JLN. SUDIRMAN (MAGELANG)		Survey Year: 1999																		
		17,538	41,796			100	0	0	0	21,400	11,338	3,373	2,748	12	16	28	18	5	0	0	2,858	
A017	017	KEPREKAN - BATAS YOGYA		Survey Year: 1999																		
		11,346	26,353			73	7	18	2	13,328	4,952	1,155	2,199	238	544	1,209	805	167	66	11	1,679	
A018	018	KLATEN - PRAMBANAN		Survey Year: 1999																		
		10,434	20,575			72	7	19	2	8,812	5,937	858	1,289	92	547	918	612	113	56	12	1,329	
A019	019	KARTASURA - KLATEN		Survey Year: 1999																		
		15,511	26,525			59	8	29	4	9,968	5,235	1,431	2,391	233	1,011	2,893	1,928	225	117	47	1,046	
A020	020	KARTASURA - BOYOLALI		Survey Year: 1999																		
		11,457	20,662			67	10	18	5	8,244	4,917	1,034	2,139	313	888	1,010	672	243	124	67	961	
A021	021	SURAKARTA - KARTASURA		Survey Year: 1999																		
		18,217	35,833			60	23	11	6	15,996	9,201	1,569	1,682	1,533	2,009	947	631	346	260	19	1,620	
A02121	021 21	JLN. SLAMET RIYADI (SURAKARTA)		Survey Year: 1999																		
		18,517	42,067			70	18	8	4	20,896	9,469	1,435	2,040	1,267	2,034	955	635	355	301	26	2,654	
A02122	021 22	JLN. A YANI (SURAKARTA)		Survey Year: 1999																		
		10,315	21,333			74	21	4	1	9,586	5,595	1,190	904	1,026	1,120	222	147	100	11	0	1,432	
A02123	021 23	JLN. TENTARA PELAJAR (SURAKARTA)		Survey Year: 1999																		
		7,109	13,024			42	23	27	8	5,320	1,730	469	794	565	1,059	1,136	757	330	261	8	595	
A02124	021 24	JLN. ADI SUCIPTO (SURAKARTA)		Survey Year: 1999																		
		9,668	26,944			86	6	6	2	14,485	5,896	754	1,694	519	83	322	214	157	24	5	2,791	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas : Jalan Solo Semarang							
Lokasi Pos : 23+700							
Hari / Tanggal : Senin / 11 Oktober 2004							
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	504	131	26	19	17	6	6
07 - 08	690	144	44	25	32	6	9
08 - 09	604	137	30	15	12	3	15
09 - 10	708	154	68	26	37	9	4
10 - 11	665	124	107	41	26	9	10
11 - 12	703	142	56	26	38	7	16
12 - 13	586	126	58	44	43	7	16
13 - 14	760	111	93	42	39	12	11
14 - 15	943	195	68	42	32	26	25
15 - 16	768	173	111	49	27	25	29
16 - 17	971	193	64	59	21	34	24
17 - 18	790	127	96	55	41	24	18
18 - 19	668	70	96	80	29	23	23
19 - 20	519	67	100	50	21	33	25
20 - 21	404	51	63	72	19	26	21
21 - 22	312	82	55	70	29	13	12
22 - 23	206	56	39	95	22	2	4
23 - 24	267	75	66	32	20	12	10
24 - 01	151	74	57	23	8	6	4
01 - 02	114	107	50	22	10	4	2
02 - 03	186	107	44	22	16	6	2
03 - 04	242	118	58	29	18	8	6
04 - 05	314	113	55	25	16	10	6
05 - 06	435	113	38	26	14	18	10
Jumlah	12510	2790	1542	989	587	329	308



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas : Jalan Solo Semarang							
Lokasi Pos : 23+700							
Hari / Tanggal : Selasa / 12 Oktober 2004							
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	451	124	21	20	19	6	6
07 - 08	620	118	42	24	22	8	6
08 - 09	601	110	30	13	14	6	12
09 - 10	675	131	68	23	30	8	5
10 - 11	604	109	86	36	25	10	7
11 - 12	614	116	61	26	32	6	14
12 - 13	603	129	73	45	44	11	12
13 - 14	755	115	101	35	38	14	12
14 - 15	895	198	87	37	37	18	21
15 - 16	724	195	98	43	32	19	22
16 - 17	821	197	65	47	22	29	17
17 - 18	677	157	94	49	29	16	13
18 - 19	699	100	100	66	41	32	27
19 - 20	591	79	98	65	40	27	19
20 - 21	418	52	83	54	27	19	19
21 - 22	375	56	57	78	31	20	12
22 - 23	252	45	35	84	13	7	7
23 - 24	257	48	53	57	14	10	9
24 - 01	186	62	58	23	10	9	6
01 - 02	145	86	50	23	12	7	5
02 - 03	165	93	55	19	10	7	3
03 - 04	186	102	55	23	12	8	6
04 - 05	238	89	55	27	12	10	7
05 - 06	362	132	36	43	13	16	13
Jumlah	11914	2643	1561	960	579	323	280



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogyakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas : Jalan Solo Semarang							
Lokasi Pos : 23+700							
Hari / Tanggal : Rabu / 13 Oktober 2004							
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	398	117	16	21	20	5	6
07 - 08	550	92	39	22	13	11	3
08 - 09	598	82	30	12	16	8	8
09 - 10	642	109	69	20	23	8	7
10 - 11	543	93	64	30	24	10	4
11 - 12	525	90	66	27	25	6	12
12 - 13	620	132	89	45	46	15	8
13 - 14	749	120	108	29	37	16	12
14 - 15	848	200	106	31	42	10	17
15 - 16	680	218	86	38	37	13	15
16 - 17	671	200	65	34	22	23	11
17 - 18	564	188	93	43	17	8	7
18 - 19	730	130	103	52	54	42	32
19 - 20	662	90	97	80	59	20	13
20 - 21	433	53	102	36	35	13	16
21 - 22	437	31	59	87	33	26	12
22 - 23	298	33	32	73	3	12	10
23 - 24	248	21	39	82	9	8	8
24 - 01	221	50	60	22	12	12	9
01 - 02	175	66	49	25	13	11	8
02 - 03	145	79	67	16	5	8	4
03 - 04	129	85	53	17	6	7	6
04 - 05	163	66	55	28	8	11	8
05 - 06	290	152	34	60	11	13	16
Jumlah	11319	2497	1581	930	570	316	252



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas	: Jalan Solo Semarang						
Lokasi Pos	: 23+700						
Hari / Tanggal	: Kamis / 14 Oktober 2004						
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	449	148	41	36	23	14	11
07 - 08	571	128	57	33	23	13	14
08 - 09	682	113	32	22	17	6	10
09 - 10	592	124	59	19	21	4	11
10 - 11	715	109	39	23	22	11	6
11 - 12	504	125	65	30	18	9	12
12 - 13	623	128	57	41	32	14	7
13 - 14	731	139	76	29	26	14	9
14 - 15	818	209	68	35	35	15	15
15 - 16	807	227	46	35	29	13	21
16 - 17	707	196	59	29	22	20	11
17 - 18	605	158	59	39	21	13	9
18 - 19	699	134	79	49	43	34	26
19 - 20	596	81	81	64	48	22	17
20 - 21	463	75	86	47	40	18	21
21 - 22	477	44	47	73	33	27	15
22 - 23	338	39	26	58	11	11	12
23 - 24	233	25	33	58	14	10	9
24 - 01	197	43	49	22	12	11	10
01 - 02	169	70	46	24	13	8	8
02 - 03	171	78	63	22	6	7	6
03 - 04	199	71	46	17	7	11	9
04 - 05	209	71	44	22	8	8	8
05 - 06	318	110	34	42	12	11	15
Jumlah	11873	2645	1292	869	536	324	292



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas : Jalan Solo Semarang							
Lokasi Pos : 23+700							
Hari / Tanggal : Jum'at / 15 Oktober 2004							
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	500	179	66	51	25	22	15
07 - 08	591	163	74	43	33	16	26
08 - 09	767	144	33	31	19	3	12
09 - 10	542	139	49	18	20	1	14
10 - 11	887	126	14	16	20	12	9
11 - 12	482	159	63	32	10	13	12
12 - 13	627	125	24	36	19	13	5
13 - 14	712	158	44	28	15	11	7
14 - 15	788	219	29	38	28	20	13
15 - 16	935	235	7	32	22	13	26
16 - 17	743	191	54	25	21	17	11
17 - 18	646	129	25	35	24	17	12
18 - 19	669	138	56	46	33	27	20
19 - 20	529	71	65	49	37	23	21
20 - 21	493	97	71	58	46	24	26
21 - 22	517	58	35	60	34	27	18
22 - 23	378	44	21	43	18	11	15
23 - 24	217	29	27	34	18	13	10
24 - 01	173	36	38	22	13	9	11
01 - 02	164	75	44	24	13	5	6
02 - 03	197	78	60	27	6	7	7
03 - 04	269	57	39	17	9	14	13
04 - 05	254	75	32	17	8	4	8
05 - 06	347	68	33	25	14	10	14
Jumlah	12427	2793	1003	807	505	332	331



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

VOLUME LALU LINTAS JALAN SOLO SEMARANG

Ruas	: Jalan Solo Semarang						
Lokasi Pos	: 23+700						
Hari / Tanggal	: Sabtu / 16 Oktober 2004						
Pukul \ Gol	I	II	III	IV	V	VI	VII
06 - 07	365	130	36	28	15	7	9
07 - 08	609	111	43	36	32	17	15
08 - 09	635	110	38	41	18	7	11
09 - 10	538	94	91	43	39	10	8
10 - 11	589	109	94	35	42	21	15
11 - 12	659	96	101	37	43	9	10
12 - 13	689	107	93	35	50	17	17
13 - 14	599	116	126	36	48	14	22
14 - 15	947	202	125	59	34	24	11
15 - 16	945	190	60	53	32	16	38
16 - 17	1018	231	86	67	61	18	20
17 - 18	901	198	55	92	38	10	15
18 - 19	673	113	80	67	28	15	23
19 - 20	475	67	86	62	28	17	15
20 - 21	538	44	76	58	20	18	17
21 - 22	494	32	58	61	19	16	13
22 - 23	324	32	40	47	4	18	10
23 - 24	253	26	43	30	8	12	8
24 - 01	224	53	60	21	10	10	9
01 - 02	175	69	51	25	9	5	5
02 - 03	156	81	65	22	2	2	6
03 - 04	165	95	49	24	9	8	8
04 - 05	211	79	47	31	11	12	10
05 - 06	301	129	29	42	15	12	15
Jumlah	12310	2512	1632	1052	615	315	330



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

SURVEY BENKELMAN BEAM
 Propinsi Jawa Tengah
 (Ruas Jalan Solo Semarang Sta 23+000 sampai dengan sta 24+500)

STA	Lendutan Jalan Solo Semarang		
	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)
23+000	0	33	51
23+100	0	37	55
23+200	0	32	54
23+300	0	27	40
23+400	0	22	50
23+500	0	26	39
23+600	0	21	41
23+700	0	23	35
23+800	0	24	42
23+900	0	20	35
24+000	0	28	49
24+100	0	34	51
24+200	0	29	44
24+300	0	14	32
24+400	0	37	60
24+500	0	6	37



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

PENGUKURAN TEMPERATUR

(Ruas Jalan Solo Semarang Sta 23+000 sampai dengan sta 24+500)

STA	Temperatur	
	Temperatur Permukaan (°C)	Temperatur Udara (°C)
23+000	34.5	29
23+100	35	29
23+200	36	30
23+300	35	29
23+400	36	29.5
23+500	36	30
23+600	36.5	30.5
23+700	37	31
23+800	36.5	30.5
23+900	37	31
24+000	36.5	30.5
24+100	37	30
24+200	36.5	30
24+300	35.5	30
24+400	35	30
24+500	36	30
Rata-rata	36	30

LAMPIRAN 4

DATA PENELITIAN
BETON ASPAL



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

PEMERIKSAAN BETON ASPAL


(Sampel = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+000, sta 23+300, sta 23+600, sta 23+900, sta 24+200 dan sta 24+500)

STA	Tebal (cm)	Berat (gram)			Volume (cm ³) (c-b)	Bulk (gr/cm ³) (a/d)
		Kering (a)	Dalam Air (b)	SSD (c)		
23+000	4	1472	873	1525	652	2.257669
23+300	4	1198	688	1210	522	2.295019
23+600	4	1246	729	1252	523	2.382409
23+900	4	1265	756	1276	520	2.432692
24+200	4	1450	832	1474	642	2.258567
24+500	4	1740	1018	1778	760	2.289474
Kepadatan rata-rata						2.319305

Jogjakarta, 29 April 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356



2. Erwin Triyono J : 99 511 393





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
 (Sampel 1 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+000)

NO	Keterangan	Sampel 1	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	818	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	819	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	762	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	11	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	1	gram
8	Berat cawan kosong	76	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	79	gram
10	Berat endapan (9-8)	3	gram
11	Kadar bitumen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100 \%$	6.357	%

Jogjakarta, 1 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
(Sampel 2 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+300)

NO	Keterangan	Sampel 2	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	708	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	710	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	658	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	11	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	1	gram
8	Berat cawan kosong	72	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	79	gram
10	Berat endapan (9-8)	7	gram
11	Kadar bitumen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100 \%$	5.932	%

Jogjakarta, 1 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
(Sampel 3 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+600)

NO	Keterangan	Sampel 3	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	758	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	761	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	699	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12.5	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	2.5	gram
8	Berat cawan kosong	75	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	77	gram
10	Berat endapan (9-8)	2	gram
11	Kadar bitumen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100 \%$	7.19	%

Jogjakarta, 1 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
 (Sampel 4 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+900)

NO	Keterangan	Sampel 4	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	642	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	1692	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	591	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	2	gram
8	Berat cawan kosong	75	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	77	gram
10	Berat endapan (9-8)	2	gram
11	Kadar bitumen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100 \%$	7.321	%

Jogjakarta, 3 Mei 2004

Mengetahui:

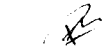
Kepala Lab. Jalan Raya



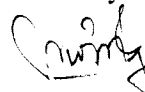
Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356



2. Erwin Triyono J : 99 511 393





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
 (Sampel 5 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 24+200)

NO	Keterangan	Sampel 5	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	590	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	1640	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	555	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	2	gram
8	Berat cawan kosong	74	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	76	gram
10	Berat endapan (9-8)	2	gram
11	Kadar bitumen ($2 - (4+7+10)/2 \times 100 \%$)	5.254	%

Jogjakarta, 3 mei 2004

Mengetahui:

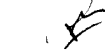
Kepala Lab. Jalan Raya



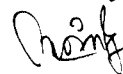
Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356



2. Erwin Triyono J : 99 511 393





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL
 (Sampel 6 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 24+500)

NO	Keterangan	Sampel 6	
1	Berat <i>bowl ekstraktor</i>	1050	gram
2	Berat beton aspal	576	gram
3	Berat <i>bowl ekstraktor</i> + beton aspal (1+2)	1626	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	541	gram
5	Berat <i>filter</i> bersih	11	gram
6	Berat <i>filter</i> bersih + mineral	12.5	gram
7	Berat mineral yang menempel di filter (6-5)	1.5	gram
8	Berat cawan kosong	74	gram
9	Berat cawan kosong + endapan	76	gram
10	Berat endapan (9-8)	2	gram
11	Kadar bitumen ($2 - (4+7+10)/2 \times 100 \%$)	5.47	%

Jogjakarta, 3 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

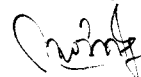


Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

ANALISA SARINGAN
 (Sampel 1 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+000)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100
2	1/2 "	33.27	33.27	4.37	95.63	77.39
3	3/8 "	36.91	70.18	9.21	90.79	61.05
4	# 4"	197.27	267.45	35.10	64.90	42.74
5	# 8	134.37	401.82	52.73	47.27	36.23
6	# 30	195.77	597.59	78.42	21.58	21.72
7	# 50	43.01	640.60	84.07	15.93	14.17
8	# 100	53.91	694.51	91.14	8.86	7.87
9	# 200	27.41	721.92	94.74	5.26	4.21
10	Panci	40.08	762.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 4 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

ANALISA SARINGAN
(Sampel 2 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+300)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100
2	1/2 "	61.39	61.39	9.33	90.67	77.39
3	3/8 "	63.30	124.69	18.95	81.05	61.05
4	# 4"	143.12	267.81	40.70	59.30	42.74
5	# 8	89.25	357.06	54.26	45.74	36.23
6	# 30	144.75	501.81	76.26	23.74	21.72
7	# 50	47.87	549.68	83.54	16.46	14.17
8	# 100	56.79	606.47	92.17	7.83	7.87
9	# 200	25.97	632.44	96.12	3.88	4.21
10	Panci	15.56	658.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 4 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

ANALISA SARINGAN
(Sampel 3 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+600)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100
2	1/2 "	54.45	54.45	7.79	92.21	77.39
3	3/8 "	66.44	120.89	17.29	82.71	61.05
4	# 4"	145.52	266.41	38.11	61.89	42.74
5	# 8	113.34	379.75	54.33	45.67	36.23
6	# 30	175.56	555.31	79.44	20.56	21.72
7	# 50	45.61	600.92	85.97	14.03	14.17
8	# 100	55.86	656.78	93.96	6.04	7.87
9	# 200	26.36	683.14	97.73	2.27	4.21
10	Panci	25.36	699.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 4 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

ANALISA SARINGAN
(Sampel 4 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 23+900)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100
2	1/2 "	15.85	15.85	2.68	97.32	77.39
3	3/8 "	91.04	106.89	18.09	81.91	61.05
4	# 4"	196.12	303.01	51.27	48.73	42.74
5	# 8	74.09	377.10	63.81	36.19	36.23
6	# 30	103.51	480.61	81.32	18.68	21.72
7	# 50	20.96	501.57	84.87	15.13	14.17
8	# 100	29.42	530.99	89.85	10.15	7.87
9	# 200	17.76	548.75	92.85	7.15	4.21
10	Panci	22.25	591.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 5 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

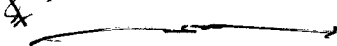
ANALISA SARINGAN
(Sampel 5 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 24+200)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100
2	1/2 "	18.12	18.12	3.26	96.74	77.39
3	3/8 "	51.45	69.57	12.54	87.46	61.05
4	# 4"	142.97	212.54	38.30	61.70	42.74
5	# 8	75.63	288.17	51.92	48.08	36.23
6	# 30	146.60	434.77	78.34	21.66	21.72
7	# 50	31.84	466.61	84.07	15.93	14.17
8	# 100	30.90	497.51	89.64	10.36	7.87
9	# 200	20.00	517.51	93.25	6.75	4.21
10	Panci	37.49	555.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 5 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356



2. Erwin Triyono J : 99 511 393





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042 Jogjakarta 55584

ANALISA SARINGAN
 (Sampel 6 = Ruas Jalan Solo Semarang sta 24+500)

NO	Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Spec (%)
1	3/4 "	33.66	33.66	6.22	93.78	100
2	1/2 "	73.89	107.55	19.88	80.12	77.39
3	3/8 "	34.59	142.14	26.27	73.73	61.05
4	# 4"	85.11	227.25	42.01	57.99	42.74
5	# 8	71.11	298.36	55.15	44.85	36.23
6	# 30	97.45	395.81	73.16	26.84	21.72
7	# 50	31.64	427.45	79.01	20.99	14.17
8	# 100	47.92	475.37	87.87	12.13	7.87
9	# 200	25.93	501.30	92.66	7.34	4.21
10	Panci	39.70	541.00	100.00	0.00	0.00

Jogjakarta, 5 Mei 2004

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Padmono : 99 511 356

2. Erwin Triyono J : 99 511 393

LAMPIRAN 5

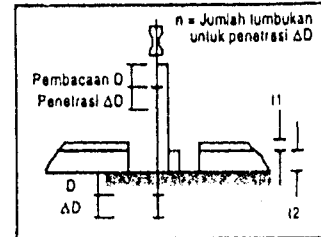
DATA PENELITIAN
CBR TANAH DASAR



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

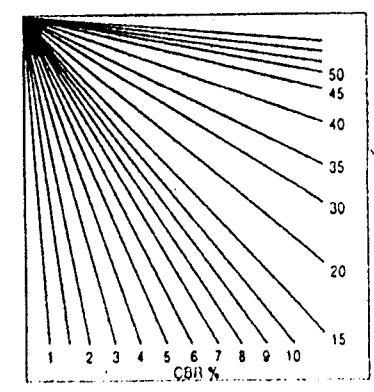
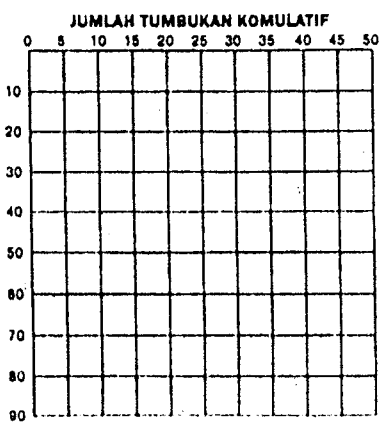
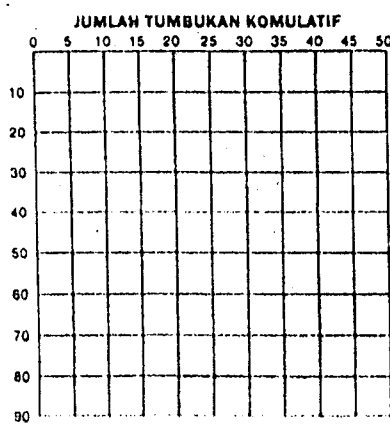
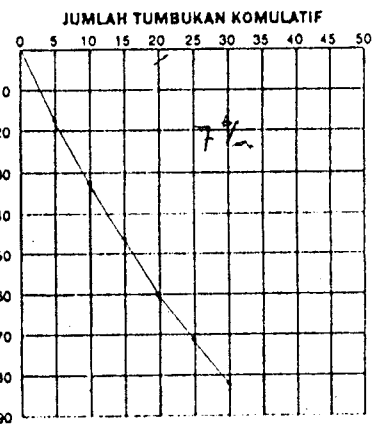
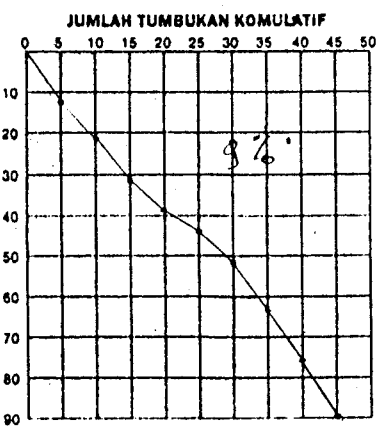
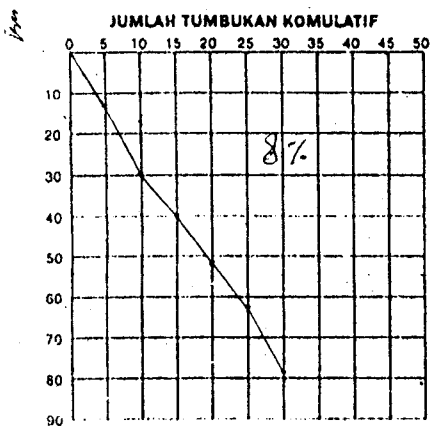
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
 Email : dekanat@fptp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

SCALA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST



NO. RUAS : PROPINSI : JATENG
 NAMA RUAS : Solo-Samarang
 RBO/DBM :
 DIUJI OLEH : Mona + F. W. H. A. TANGGAL PENGUJIAN : 24/04/2004

KM +				KM +				KM +				KM +			
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
TYPE	t (cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$
AC	4			AC	4			AC	4						
ATB	5			ATB	5			ATB	5						
HRS	3			HRS	3			AC	3						
ATB	3			ATB	3			ATB	3						
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP
120	0	0		115	0	0		115	0	0					
107	13	13		99	12	12		97	18	18					
90	30	17		89.5	21.5	9.5		83	32	19					
80	40	10		82	31	9.5		85	46.5	19.5					
78.5	51.5	11.5		72	39	8		55	60	13.5					
59.5	62.5	11		67.5	43.5	9.5		49	71	11					
51	79	16.5		59.5	51.5	8		33	82	11					
				48	63	11.5									
				39.5	76.5	13.5									
				21	90	13.5									





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH

Proctor test

PROYEK : Penelitian Tugas Akhir
 Asal Sampel : Boyolali, Prop. Jawa Tengah
 No. Sampel : 1 (satu)

DIKERJAKAN : Mono & Erwin
 TANGGAL : 30 April 2004

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.21
2	Tinggi (H) cm : 11.54
3	Volume (V) cm ³ : 944.82
4	Berat gram : 1842

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs : 2.862

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	7.670	7.670	7.670	7.670	7.670
3	Penambahan air %	2.5	5	10	15	20
4	Penambahan air ml	50	100	200	300	400

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3371	3430	3663	3629	3598
3	Berat tanah padat gram	1529	1588	1821	1787	1756
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.618	1.734	1.927	1.923	1.859

PENGUJIAN KADAR AIR

1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	12.80	12.46	13.82	13.79	13.09	13.68	12.77	14.03	13.75	13.26
4	Berat cawan + tanah basah gram	32.84	36.12	36.54	32.95	28.65	33.72	32.96	36.25	62.86	55.17
5	Berat cawan + tanah kering gram	30.92	33.97	34.06	30.86	26.48	30.64	28.94	32.09	52.19	46.68
8	Kadar air = w %	10.60	10.00	12.25	12.24	16.21	18.16	24.86	23.03	27.76	25.41
9	Kadar air rata-rata	10.30		12.25		17.18		23.95		26.58	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.467		1.545		1.645		1.551		1.468	

BERAT VOLUME KERING
 MAKSIMUM (gr/cm³)

1.64772

KADAR AIR OPTIMUM (%)

18.20

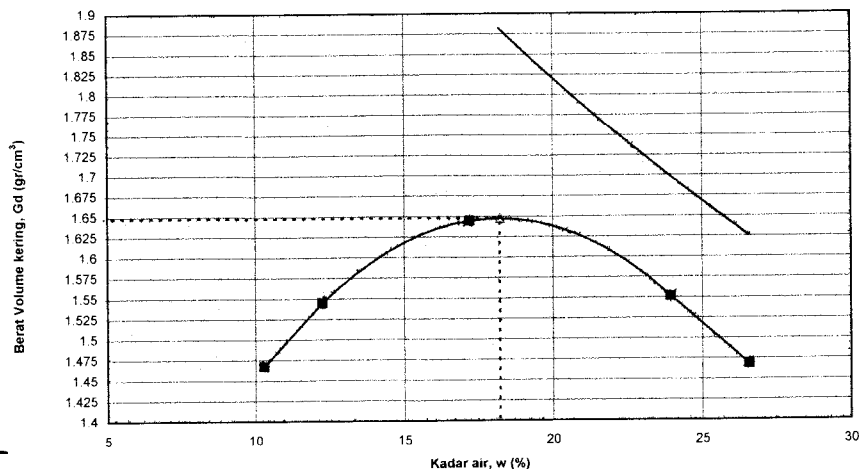
Yogyakarta, 30 April 2004
 Peneliti

1. Padmono

2. Erwin Triyono J

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH

Proctor test

PROYEK : Penelitian Tugas Akhir
 Asal Sampel : Boyolali, Prop. Jawa Tengah
 No. Sampel : 2 (dua)

DIKERJAKAN : Mono & Erwin
 TANGGAL : 30 April 2004

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.21
2	Tinggi (H) cm : 11.54
3	Volume (V) cm ³ : 944.82
4	Berat gram : 1842

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs	2.682
----------------	-------

PENAMBAHAN AIR

		2000	2000	2000	2000	2000
1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	9.558	9.558	9.558	9.558	9.558
3	Penambahan air %	2.5	5	10	12.5	15
4	Penambahan air ml	50	100	200	250	300

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

		1	2	3	4	5
1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3458	3808	3742	3710	3671
3	Berat tanah padat gram	1616	1766	1900	1868	1829
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.710	1.869	2.011	1.977	1.936

PENGUJIAN KADAR AIR

		1		2		3		4		5	
1	NOMOR PERCOBAAN	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2	Nomor cawan										
3	Berat cawan kosong gram	13.75	13.26	12.80	12.46	13.82	13.79	12.77	13.09	14.03	13.68
4	Berat cawan + tanah basah gram	42.93	37.55	35.07	49.09	46.17	47.29	49.51	52.79	52.06	62.88
5	Berat cawan + tanah kering gram	40.13	35.14	32.19	44.86	40.91	41.83	42.88	45.58	44.75	53.41
8	Kadar air = w %	10.61	11.01	14.85	13.06	19.42	19.47	22.10	22.27	23.80	23.84
9	Kadar air rata-rata	10.81		13.95		19.44		22.18		23.82	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.543		1.640		1.684		1.618		1.563	

BERAT VOLUME KERING
 MAKSIMUM (gr/cm³)

1.69508

KADAR AIR OPTIMUM (%)

17.72

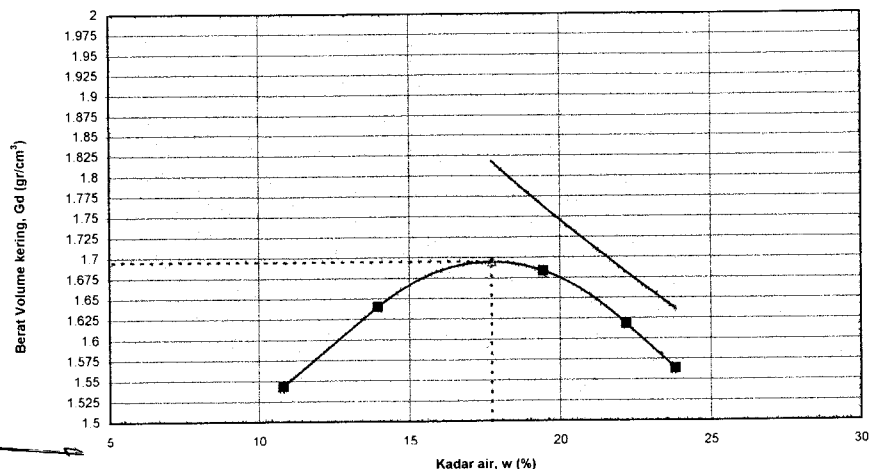
Yogyakarta, 30 April 2004
 Peneliti

1. Padmono

2. Erwin Triyono J

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT





PEMADATAN TANAH

Proctor test

PROYEK : Penelitian Tugas Akhir
 Asal Sampel : Boyolali, Prop. Jawa Tengah
 No. Sampel : 3 (tiga)

DIKERJAKAN : Mono & Erwin
 TANGGAL : 30 April 2004

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.21
2	Tinggi (H) cm	11.54
3	Volume (V) cm ³	944.82
4	Berat gram	1842

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs : 2.701

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	22.173	22.173	22.173	22.173	22.173
3	Penambahan air %	5	10	15	20	25
4	Penambahan air ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3209	3287	3358	3328	3255
3	Berat tanah padat gram	1367	1445	1516	1484	1413
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.447	1.529	1.605	1.571	1.496

PENGUJIAN KADAR AIR

1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	12.80	12.46	13.82	13.79	13.09	13.68	12.77	14.03	13.75	13.26
4	Berat cawan + tanah basah gram	42.61	49.53	30.82	37.01	48.75	50.22	47.65	42.96	45.91	47.25
5	Berat cawan + tanah kering gram	35.94	41.25	26.58	31.20	38.72	40.14	37.10	34.02	34.71	35.54
8	Kadar air = w %	28.82	28.76	33.23	33.37	39.13	38.10	43.36	44.72	53.44	52.56
9	Kadar air rata-rata	28.79		33.30		38.61		44.04		53.00	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.123		1.147		1.158		1.090		0.977	

BERAT VOLUME KERING
 MAKSIMUM (gr/cm³)

1.16254

KADAR AIR OPTIMUM (%)

36.68

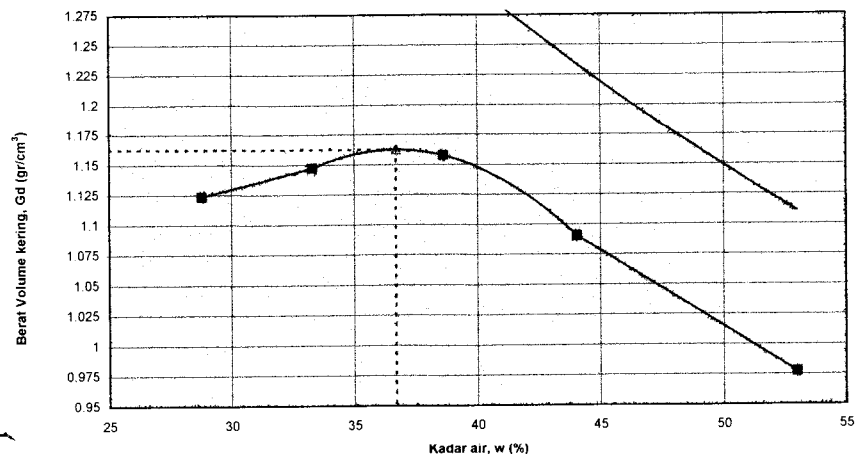
Yogyakarta, 30 April 2004
 Peneliti

1. Padmono

2. Erwin Triyono J

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT





**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14.4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

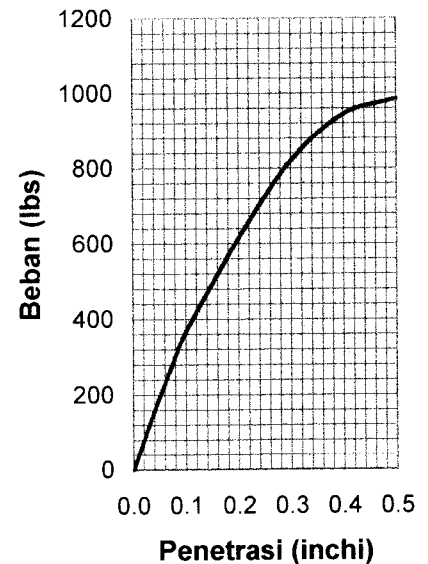
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Satu (tanpa rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjakan : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	6		82.1814	
1/2	0.0250	11		150.666	
1	0.0500	19		260.241	
1 1/2	0.0750	20		273.938	
2	0.1000	27		369.816	
3	0.1500	39		534.179	
4	0.2000	45		616.361	
6	0.3000	60		821.814	
8	0.4000	69		945.086	
10	0.5000	72		986.177	
Kadar Air				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				42.55	35.90
Tanah kering + cawan (W2 gr)				37.17	31.54
Cawan kosong (W3 gram)				7.45	7.60
Air (W1-W2 gram) ... (1)				5.38	4.36
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				29.72	23.94
Kadar Air (1)/(2)x100 %				18.10	18.21
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Atas					
		12.33 %		13.70 %	



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 Padmono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393



**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

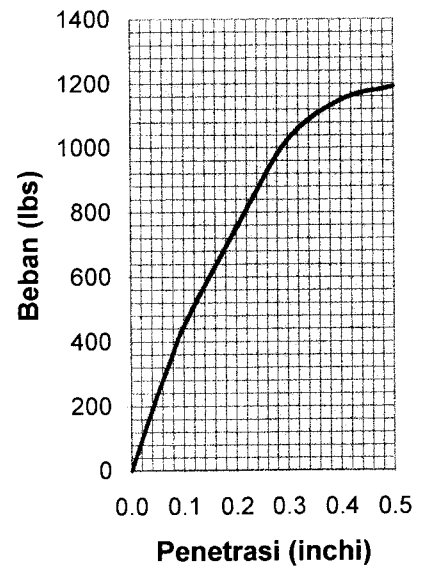
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Dua (tanpa rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjaka : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	4		54.7876	
1/2	0.0250	8		109.575	
1	0.0500	14		191.757	
1 1/2	0.0750	22		301.332	
2	0.1000	33		451.998	
3	0.1500	44		602.664	
4	0.2000	55		753.33	
6	0.3000	75		1027.27	
8	0.4000	84		1150.54	
10	0.5000	87		1191.63	
Kadar Air					
				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				42.20	35.80
Tanah kering + cawan (W2 gr)				36.95	31.54
Cawan kosong (W3 gram)				7.60	7.85
Air (W1-W2 gram) ... (1)				5.25	4.26
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				29.35	23.69
Kadar Air (1)/(2)x100 %				17.89	17.98
Harga C B R					
				0,1"	0,2"
Atas					
				15.07 %	16.74 %



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 Padmono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393



**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

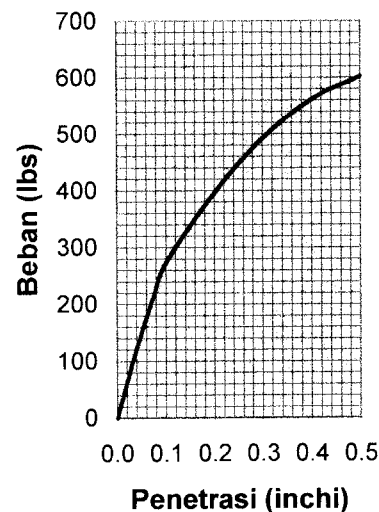
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Tiga (tanpa rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjakan : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	3		41.0907	
1/2	0.0250	5		68.4845	
1	0.0500	11		150.666	
1 1/2	0.0750	16		219.15	
2	0.1000	20		273.938	
3	0.1500	24		328.726	
4	0.2000	29		397.21	
6	0.3000	36		493.088	
8	0.4000	41		561.573	
10	0.5000	44		602.664	
Kadar Air					
				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				43.60	35.80
Tanah kering + cawan (W2 gr)				33.95	28.34
Cawan kosong (W3 gram)				7.80	7.75
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.65	7.46
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				26.15	20.59
Kadar Air (1)/(2)x100 %				36.90	36.23
Harga C B R					
				0,1"	0,2"
Atas					
				9.13 %	8.83 %



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 P. Mono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393



**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

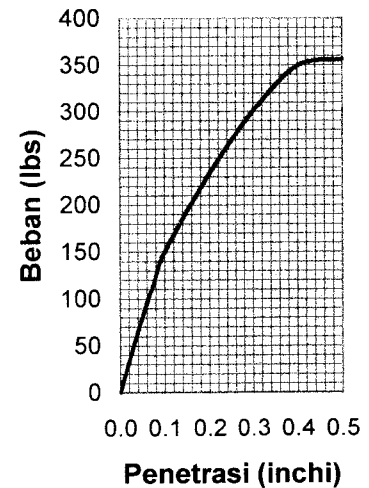
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Satu (rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjakan : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	1		13.6969	
1/2	0.0250	3		43.8301	
1	0.0500	7		101.357	
1 1/2	0.0750	10		130.121	
2	0.1000	11		150.666	
3	0.1500	15		198.605	
4	0.2000	17		234.217	
6	0.3000	22		301.332	
8	0.4000	26		349.271	
10	0.5000	26		356.119	
Kadar Air				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				42.35	36.55
Tanah kering + cawan (W2 gr)				35.07	30.40
Cawan kosong (W3 gram)				7.45	7.60
Air (W1-W2 gram) ... (1)				7.28	6.15
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				27.62	22.80
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.36	26.97
		Harga C B R			
		0,1"		0,2"	
Atas					
		5.02 %		5.20 %	



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 Padmono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393



**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

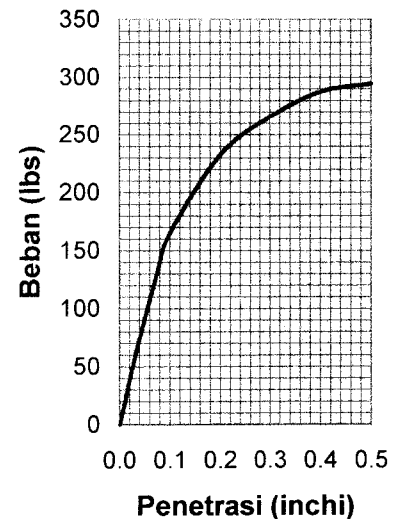
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Dua (rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjakan : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	1		13.6969	
1/2	0.0250	3.5		47.9392	
1	0.0500	6		82.1814	
1 1/2	0.0750	9.4		128.751	
2	0.1000	12.1		165.732	
3	0.1500	14.5		198.605	
4	0.2000	17		232.847	
6	0.3000	19.4		265.72	
8	0.4000	21		287.635	
10	0.5000	21.5		294.483	
Kadar Air					
				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				42.15	36.40
Tanah kering + cawan (W2 gr)				36.07	31.34
Cawan kosong (W3 gram)				7.60	7.85
Air (W1-W2 gram) ... (1)				6.08	5.06
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				28.47	23.49
Kadar Air (1)/(2)x100 %				21.36	21.54
Harga C B R					
				0,1"	0,2"
Atas					
				5.52 %	5.17 %



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 Padmono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393



**LABORATORIUM JALAN RAYA
JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JALAN KALIURANG KM 14.4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

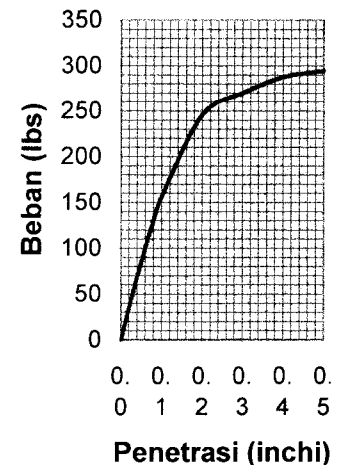
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Jalan Solo Semarang
No titik : Tiga (rendaman)

Tanggal : Mei 2004
Dikerjakan : mono & erwin

Standar Jumlah pukulan 56x

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu- runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.0000	0		0	
1/4	0.0125	3		41.0907	
1/2	0.0250	5		68.4845	
1	0.0500	6		82.1814	
1 1/2	0.0750	8		109.575	
2	0.1000	12		157.514	
3	0.1500	14		191.757	
4	0.2000	18		246.544	
6	0.3000	20		269.829	
8	0.4000	21		287.635	
10	0.5000	22		294.483	
Kadar Air					
				I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)				44.55	48.25
Tanah kering + cawan (W2 gr)				37.75	40.75
Cawan kosong (W3 gram)				7.80	7.75
Air (W1-W2 gram) ... (1)				6.80	7.50
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				29.95	33.00
Kadar Air (1)/(2)x100 %				22.70	22.73
Harga C B R					
				0,1"	0,2"
Atas				5.25 %	5.48 %



Mengetahui
Di Periksa oleh :
Kalab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Jogjakarta,
Diteliti:

1 Padmono 99 511 356

2 Erwin Triyono J 99 511 393