

PERPUSTAKAAN FTSP UH

HADIPRATYO

TGL. TERIMA : 6 September 2015

NO. JUDUL : 001653

NO. INV. : 572 000 1653021

NO. INDEKS :

TUGAS AKHIR
EVALUASI TEBAL LAPIS KERAS JALAN
RUAS JALAN MAGELANG – KEPREKAN
KABUPATEN MAGELANG HINGGA TAHUN 2015
(Studi Kasus Ruas Jalan Magelang-Keprekan Sta. 7+000 Sampai Dengan Sta. 8+590)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat sarjana Teknik Sipil



Disusun oleh :

Nama : Tri Haryo Wibisono
No. Mhs : 99 511 256

Nama : Hadi Praptoyo
No. Mhs : 99 511 418

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap  karya ini kupersembahkan kepada :

ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga dapat aku selesaikan tugas ini

Kedua orang tuaku Bapak Salimin dan Ibu Sunarti yang telah memberikan segalanya bagi diriku. Tanpa Bapak dan Ibu, Tri nggak bisa sampai seperti ini

Mbak Wati & Mas Tamrin, Taufik, Mbak Intan & Mas Weny, Safira "mbak Iya" yang telah memberikan do'a, dorongan dan bantuannya bagi Tri

Rozanah tersayang, terima kasih atas semua yang kamu berikan kepadaku. Cintaku selamanya untukmu.

Sofyan "kritink", Joko "bregos", Santoso "gombloh", Yuli "kapoor", Pak Nano, Hadi "kambink". Friends kita berteman tidak hanya waktu kuliah tapi selamanya, kalianlah keluargaku di Jogja ini. OK

Joko P "mbah semar", Erwin "boboy", Dian P "botol", Ardo "kumis" terima kasih atas bantuan kalian, tanpa kalian aku dilapangan morat-marit.

Toge, Anis "Anchol", Kusudt, Aiman, Nita, G'nok, Getta, U-the, & mDandul thank's atas dorongan semangat dari kalian. kapan kalian nyusul?

Belajar dari Kehidupan agar HIDUP lebih BERSAHAJA

Experience is The Best Teacher

PANTANG KEMBALI SEBELUM TERCAPAI PUNCAK IDAMAN

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ dengan segala kerendahan hati karya ini
kupersembahkan kepada :

Allah, SWT

Puji syukur atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang Engkau berikan.

Bapak Wastono dan Ibu Sutami terimakasih atas do'a, bimbingan, dan kasih sayang yang diberikan kepada ananda. Semoga ananda bisa menjadi orang yang berguna seperti yang bapak-ibu harapkan.

Mas Narso, Mbak Wati, Mas Hari, Mas Bowo, Mbak Bety, dan Adikku Anik terimakasih atas do'a serta dukungannya yang diberikan kepadaku.

Tri (suhu), Sofyan (kriting), Yuli (Kapoor), Joko (bringos), dan Santoso (gombloh/kadir) terimakasih atas segala kebaikan dan kebersamaan yang kalian berikan selama ini dan terimakasih juga atas fasilitasnya. Enam tahun sudah kita bersama-sama dan semoga kebersamaan ini akan dapat kita bawa selamanya.

Thanks buat temenku **ancol, en-en, wulan, ani, ayi, iin, anita, Hilda, iis, memet, Bal, Untung, Adi pos, Nana, dan narti**, atas dukungannya.

Untuk *Universitas Islam Indonesia* Tercinta,..... semoga bisa menjadi sebuah karya yang turut mencerdaskan kehidupan bangsa.

"Sabar menjadi mulia karena ia tak lain adalah kesetiaan menunggu rahmat-Nya. Ketika engkau mengenakan jubah kesabaran, engkau berarti telah berikrar untuk menyongsong perjumpaan dengan-Nya, sebab Dialah Dzat Yang Mahasabar. Pada saat itu, langkah-langkahmu adalah kemuliaan semata, nafas hidupmu adalah kejayaan belaka"

5.2.1.2	Faktor Regional.....	70
5.2.1.3	Menentukan Harga Lendutan Balik Jalan.....	71
5.2.1.4	Menentukan Segmen Jalan dan Lendutan Balik yang Mewakili Tiap Segmen.....	73
5.2.1.5	Penentuan Tebal Lapis Tambahan.....	76
5.2.2	Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Kemiringan Titik Belok.....	77
5.2.2.1	Menentukan Harga Kemiringan Titik Belok...	77
5.2.2.2	Menentukan Segmen Jalan dan Tan θ yang Mewakili Segmen Jalan.....	79
5.2.2.3	Penentuan Tebal Lapis Tambahan.....	82
5.2.3	Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan.....	83
5.2.3.1	Menentukan Lendutan Balik Jalan.....	83
5.2.3.2	Menentukan Nilai AE 18 KSAL Kritis.....	83
5.2.3.3	Menentukan Faktor Umur Rencana Jalan.....	84
5.2.3.4	Menentukan Umur Sisa Pelayanan Jalan.....	85
5.3	Pembahasan <i>Overlay</i>	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
6.1	Kesimpulan.....	88
6.2	Saran-saran.....	89

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

4.7	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat.....	43
4.8	Penetrasi Aspal.....	44
4.9	Bagan Alir Penelitian.....	46
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		48
5.1	Hasil Pengumpulan Data.....	48
5.1.1	Kondisi Perkerasan Lama.....	48
5.1.2	Beban Lalu lintas.....	48
5.1.3	Bahan Lapis Keras.....	55
5.1.4	Pemeriksaan <i>Benkelman Beam</i>	56
5.1.5	Pemeriksaan CBR Lapangan Tanah Dasar dengan DCP.....	57
5.1.6	Analisis Subgrade Berdasarkan Nilai CBR.....	60
5.1.7	Pemeriksaan Hasil <i>Core Drill</i>	61
5.1.7.1	Kepadatan Aspal Beton.....	61
5.1.7.2	Ekstraksi Aspal Beton.....	62
5.1.7.3	Analisis Saringan.....	62
5.1.7.4	Kualitas Aspal.....	63
5.1.8	Analisis Hasil <i>Core Drill</i> Aspal Beton.....	63
5.2	Perencanaan Tebal Overlay dengan Metode Bina Marga 1983..	65
5.2.1	Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Lendutan Balik.....	65
5.2.1.1	Menentukan Lendutan Balik ijin Selama Pelayanan 10 Tahun.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Penelitian Ruas Jalan Magelang-Keprekan.....	4
Gambar 3.1	Susunan Lapis Perkerasan.....	13
Gambar 3.2	Penyebaran Beban Pada Masing-masing Lapisan Perkerasan.....	13
Gambar 3.3	Hubungan Antara Lendutan dengan Pembebanan.....	16
Gambar 3.4	Alat <i>Dinamic Cone Penetrometer</i> (DCP).....	18
Gambar 3.5	Grafik Penentuan Harga CBR yang Mewakili.....	19
Gambar 3.6	Grafik Penyesuaian Temperatur Metode Bina Marga 1983...	30
Gambar 3.7	Grafik Temperatur Udara Rata-rata Ditambah dengan Temperatur Lapis Permukaan.....	30
Gambar 3.8	Grafik Penentuan Nilai Defleksi Yang Diijinkan.....	33
Gambar 3.9	Grafik Penentuan Tebal Overlay Metode Bina Marga.....	34
Gambar 3.10	Grafik Penentuan Overlay Berdasarkan Kemiringan Titik Belok.....	35
Gambar 4.1	Bagan Alir Jalannya Penelitian.....	46
Gambar 4.2	Lanjutan Bagan Alir Jalannya Penelitian.....	47
Gambar 5.1	Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan I.....Lamp. 1.1	
Gambar 5.2	Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan II.....Lamp. 1.2	
Gambar 5.3	Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan III.....Lamp. 1.3	
Gambar 5.4	Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan IV.....Lamp. 1.4	
Gambar 5.5	Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan V.....Lamp. 1.5	

Tabel 5.11	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.7+000..58	
Tabel 5.12	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.7+250..58	
Tabel 5.13	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.7+500..58	
Tabel 5.14	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.7+750..59	
Tabel 5.15	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.8+000..59	
Tabel 5.16	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.8+250..59	
Tabel 5.17	Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP Sta.8+590..60	
Tabel 5.18	Hasil Pemeriksaan Kepadatan Aspal Beton.....	61
Tabel 5.19	Hasil Uji Ekstraksi Aspal Beton.....	62
Tabel 5.20	Hasil Analisis Saringan Agregat Setelah diekstraksi.....	62
Tabel 5.21	Hasil Penetrasi Aspal.....	63
Tabel 5.22	Titik Lembek Aspal.....	63
Tabel 5.23	Spesifikasi Agregat dari Bina Teknik Departemen Pekerjaan Umum.....	64
Tabel 5.24	Angka Pertumbuhan Lalu lintas.....	66
Tabel 5.25	Nilai LEP berdasarkan LHR Tahun 2005.....	67
Tabel 5.26	Faktor Umur Rencana.....	68
Tabel 5.27	Hasil Perhitungan AE 18 KSAI	69
Tabel 5.28	Tabel Harga Lendutan Balik.....	71
Tabel 5.29	Hitungan Lendutan Balik Segmen 1.....	73
Tabel 5.30	Hitungan Lendutan Balik Segmen 2.....	74
Tabel 5.31	Hitungan Lendutan Balik Segmen 3.....	75
Tabel 5.32	Hitungan Lendutan Balik Segmen 4.....	75

Tabel 5.33	Kemiringan Titik Belok.....	78
Tabel 5.34	Hasil perhitungan tan θ segmen 1.....	80
Tabel 5.35	Hasil perhitungan tan θ segmen 2.....	80
Tabel 5.36	Hasil perhitungan tan θ segmen 3.....	81
Tabel 5.37	Hasil perhitungan tan θ segmen 4.....	82
Tabel 5.38	Hasil Perhitungan Faktor Umur Rencana.....	85
Tabel 5.39	Umur Sisa Pelayanan Jalan.....	86



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Laboratorium dan
Grafik Analisa LHR

Lampiran 2 : Kerusakan Jalan

Lampiran 3 : Data Penelitian Beton Aspal

Lampiran 4 : Data Penelitian CBR Tanah Dasar

Lampiran 5 : Data Perancangan Lapis Tambahan (*Overlay*)



INTISARI

Jalan Magelang-Keprekan merupakan jalan kolektor dengan kelas jalan II memiliki lebar jalan 8 m dengan 2 arah 2 lajur tanpa median jalan, ruas jalan ini berada di wilayah Kabupaten Magelang Propinsi Jawa Tengah merupakan penghubung antara Ibu Kota Propinsi Jawa Tengah yaitu Semarang dengan Ibu Kota Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Yogyakarta dengan jarak paling dekat. Arus lalu lintas yang melewati jalan ini sangat padat dan cenderung mengalami peningkatan. Kondisi jalan sekarang mengalami kerusakan pada lapis perkerasannya yang berupa bleeding, retak dan bergelombang pada permukaannya. Permukaan jalan yang baik dari segi kondisi struktural harus dapat mendukung beban lalu lintas yang diterimanya. Untuk memenuhi kondisi tersebut maka perlu diadakan evaluasi kondisi struktural jalan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi struktur perkerasan berdasarkan dari nilai lendutan balik dengan menggunakan Benkelman Beam, mengevaluasi material jalan, menentukan daya dukung tanah dengan DCP Test, menghitung sisa umur pelayanan jalan dan mengevaluasi kemungkinan dilakukannya pemberian lapis keras tambahan (overlay) dengan menggunakan data dari nilai lendutan balik jalan.

Pada penelitian ini menggunakan metode Bina Marga 1983 untuk pengumpulan data dan perhitungan tebal lapis keras tambahan (overlay). Dari hasil penelitian diketahui daya dukung tanah sebesar 6,7%, nilai kepadatan aspal 2,28 gr/cm³ dengan kadar aspal sebesar 5,88% dan penetrasi sebesar 1,55 mm. Sisa umur layanan jalan yang dihitung berdasarkan nilai pertumbuhan lalu lintas adalah selama 64 bulan 20 hari, sehingga perlu diberikan lapis keras tambahan untuk meningkatkan umur pelayanan jalan yang diasumsikan selama 10 tahun yang akan datang. Perhitungan tebal lapis keras tambahan berdasarkan lendutan balik yang terjadi pada tiap segmen yang dikontrol dengan menggunakan kemiringan titik belok tiap segmen, dimana pada penelitian ini ruas jalan dibagi menjadi empat segmen. Penambahan lapis keras tambahan dapat dilakukan pada segmen 1, 2 dan 4, yang nilai lendutan baliknya adalah 1,276 mm untuk segmen 1, segmen 2 sebesar 1,244 dan segmen 4 sebesar 1,33 mm melebihi nilai lendutan balik yang diijinkan yaitu sebesar 1,21 mm. Lapis keras tambahan yang digunakan untuk umur rencana 10 tahun dengan lendutan ijin 1,21 mm adalah AC dengan ketebalan 5 cm dan menggunakan spesifikasi campuran nomor IV.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dititik beratkan pada tiap-tiap daerah yaitu dengan adanya otonomi daerah, untuk menunjang terwujudnya otonomi daerah yang sesuai dengan rencana pemerintah maka hubungan antar daerah harus berjalan dengan lancar sehingga masing-masing daerah dapat mengembangkan diri. Transportasi merupakan hal yang sangat penting untuk mewujudkan keberhasilan pembangunan, salah satunya transportasi darat.

Pembangunan transportasi darat untuk menunjang pembangunan daerah lebih diutamakan pada pembangunan jalan umum, yang digunakan sebagai prasarana untuk memperlancar kegiatan perekonomian dan pembangunan masyarakat di daerah yang berhubungan langsung.

Pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang terjadi di wilayah Propinsi Jawa Tengah khususnya di Kabupaten Magelang berlangsung dengan cepat, hal ini merupakan imbas dari posisi Kabupaten Magelang yang letaknya sangat strategis yaitu berada di wilayah Jawa Tengah yang berbatasan langsung dengan wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Posisi yang strategis ini menjadikan wilayah Kab. Magelang selalu dilewati oleh kendaraan yang menghubungkan antara ibukota Prop. Jawa Tengah yaitu Semarang dan wilayah Jawa Tengah bagian tengah serta ibukota Prop. DIY yaitu Yogyakarta dengan

jarak yang paling dekat. Disamping sebagai kota penghubung antara Propinsi Jawa Tengah dengan Propinsi DIY, Magelang juga sebagai daerah militer dan daerah tujuan wisata.

Posisi kota Magelang berada pada jalur yang ramai lalu-lintasnya, oleh karena itu ruas jalan Magelang-Keprekan ini sering dilalui oleh kendaraan penumpang baik pribadi maupun umum dan juga kendaraan angkutan barang. Dengan seringnya dilalui oleh angkutan penumpang dan angkutan barang, maka beban yang diterima oleh lapis perkerasan semakin hari semakin meningkat seiring bertambahnya volume lalu-lintas terutama angkutan umum (bus) dan angkutan barang (truk).

Ruas jalan Magelang – Keprekan merupakan golongan kelas jalan II, lebar 8 meter dengan total kendaraan pada tahun 2000 sebesar 8462 kendaraan/hari/2 arah dan meningkat menjadi 9053 pada tahun 2002

1.2 Pokok Masalah

Melihat kenyataan yang ada dilapangan yaitu dari Magelang sampai Keprekan terlihat bahwa kondisi lapis permukaan pada ruas jalan tersebut banyak terjadi kerusakan (retak, bergelombang, *bleeding*), karena banyaknya volume lalu-lintas yang melintasi ruas jalan tersebut, oleh karena itu pada penelitian ini akan menentukan nilai lendutan dan lendutan balik yang terjadi pada perkerasan lentur dilapangan. Pemeriksaan perkerasan lentur dilakukan dengan alat *Benkelman Beam*, dari nilai lendutan dan lendutan balik dapat diketahui umur sisa pelayanan jalan, sehingga dapat digunakan sebagai parameter untuk melakukan

overlay. Besarnya tebal *overlay* dapat ditentukan berdasarkan lendutan jalan yang ada dan lendutan yang diijinkan pada jalan tersebut. (Bina Marga, 1983)

Pengambilan sampel struktur perkerasan lentur di lapangan dengan alat bantu *core drill* untuk mengetahui tebal struktur perkerasan, pemeriksaan daya dukung tanah lapangan dengan DCP yang dikorelasikan dengan besaran CBR.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Analisis Tebal Lapis Keras Ruas Jalan Magelang - Keprekan hingga Tahun 2015 adalah sebagai berikut :

- a. evaluasi nilai struktural berdasarkan nilai lendutan balik jalan, dan
- b. mengevaluasi kemampuan lapis perkerasan ruas jalan tersebut dalam kurun waktu 10 tahun yang akan datang dalam mendukung beban lalu-lintas.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari analisis Tebal Lapis Keras ruas jalan Magelang - Keprekan dapat diketahui penyebab kerusakan dan solusi yang tepat untuk mengatasinya, juga diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. sebagai masukan pada Pembina jalan nasional untuk pemeliharaan, perawatan jalan, dan perencanaan tebal lapis keras yang akan datang.
- b. mengetahui umur sisa pelayanan jalan dan menentukan tebal lapis tambahan *overlay* pada perkerasan lentur.

1.6 Batasan Penelitian

Dalam melakukan analisis tebal lapis keras maka perlu dibuat batasan-batasan permasalahan untuk mendapatkan ruang lingkup permasalahan yang lebih jelas, batasan-batasan tersebut adalah :

1. ruas jalan yang ditinjau sesuai data yang diberikan oleh pihak Bina Marga Propinsi Jawa Tengah yaitu ruas jalan Magelang – Keprekan Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang, sta. 7+000 m sampai sta. 8+590 m,
2. keadaan struktur ditinjau pada *surface* sampai dengan *subgrade*,
3. pengambilan sampel dilakukan dengan *core drill* untuk pemeriksaan ekstraksi aspal, kepadatan aspal, penetrasi aspal dan analisis saringan,
4. konfigurasi beban lalu-lintas mengacu dari Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01/MN/B/1983 dari Departemen Pekerjaan Umum,
5. data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) diambil dari yang disediakan oleh pihak Bina Marga yaitu data pada tahun 2000, tahun 2001 dan tahun 2002.
6. penggunaan metode CBR untuk mengetahui daya dukung tanah dasar.
7. perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan menggunakan metode Bina Marga 1983.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Literatur Penelitian

Deflection atau lendutan sering digunakan sebagai kriteria dalam perencanaan perkerasan. Lendutan yang terjadi disebabkan oleh pengulangan beban yang melewati suatu ruas jalan, apabila beban yang lewat besar dan terjadi berulang-ulang maka akan mempengaruhi kekuatan dari lapis perkerasan. Pengulangan beban selain menyebabkan lendutan juga akan menyebabkan terjadinya deformasi pada tanah dasar (E. J. Yoder, 1959).

Menurut pendapat Lister NW (1972) dalam "*Deflection Criteria for Flexible Pavement*" suatu perkerasan walaupun sudah direncanakan dengan baik dan dalam pelaksanaan konstruksinya telah sesuai dengan perencanaan, masih akan mengalami Deformasi.

Deformasi pada perkerasan lentur dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu, Deformasi tetap (*Permanent Deformation*), yang terdiri dari konsolidasi dan Deformasi plastis.

Konsolidasi adalah kerusakan yang berupa cekungan pada alur roda, apabila alur roda tersebut di bebani secara berulang-ulang akan mengakibatkan konsolidasi pada masing- masing perkerasan dari tanah dasar, namun konsolidasi ini tidak menyebabkan berkurangnya volume lapis perkerasan. Sedangkan deformasi plastis adalah kerusakan yang berupa perubahan pada permukaan

perkerasan lama tanpa adanya pengurangan volume lapis perkerasan (Lister, 1972).

Pada deformasi sementara (*transient deformation*) hanya akan terjadi bila beban yang bekerja pada suatu titik permukaan perkerasan. Jika beban tersebut dipindahkan, maka kondisi permukaan akan kembali seperti keadaan semula. Hal ini disebabkan aspal mempunyai sifat *termoplastis* yaitu peka terhadap perubahan temperatur dimana akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah, sehingga kekentalan aspal (*viscositas*) mempengaruhi sifat lentur aspal tersebut, yaitu deformasi yang terjadi akan kembali pada keadaan semula apabila beban yang bekerja dihilangkan (Lister, 1972).

2.2 Penelitian yang pernah dilakukan :

Sugeng Tri Wahyono dan Setiadi, 2001. dengan judul “Analisis Tebal Lapis Keras Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Tahun 2010 Paska Peningkatan Pada Tahun 2001”.

Pada penelitian yang dilakukan ruas jalan Yogyakarta-Prambanan ini peneliti memprediksi kondisi tingkat kerusakan jalan yang terjadi, dengan menganalisa pada tebal struktur perkerasannya, dengan menggunakan metode standar yang digunakan di Indonesia (metode Bina Marga) dan metode yang digunakan negara-negara tetangga (metode AASHTO 1986).

Hasil penelitian ini adalah perencanaan tebal struktur perkerasan pada *surface course* dengan metode AASHTO 1986 lebih tebal 2 cm dari metode Bina

Marga, hal ini dikarenakan metode analisa komponen Bina Marga banyak menyadur dari metode AASHTO 1986 dengan disesuaikan kondisi lingkungan di Indonesia. Sedangkan untuk kondisi tebal struktur perkerasan pada ruas jalan Yogyakarta-Prambanan masih baik hingga tahun 2010.

Agus Sofan dan Wiji Utomo, 1997. dengan judul “Studi Kasus Struktur Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko-Nagung, Wates, Kabupaten Kulon Progo”.

Penelitian ini merupakan studi kasus untuk mengetahui apa yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko-Nagung dengan melakukan penyelidikan langsung dilapangan dan uji laboratorium serta mengumpulkan informasi dari dinas terkait.

Hasil dari studi kasus ini adalah bahwa penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko-Nagung adalah penggunaan aspal dibawah kadar aspal optimum yang disyaratkan dan terjadinya abrasi agregat kasar.

Umar Syarif, 2000. dengan judul “Evaluasi Perkerasan Lentur di Sepanjang Jalan KH Ahmad Dahlan Kodya Yogyakarta”.

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian lapangan dan penelitian laboratorium yang menguji analisa saringan, pemeriksaan kepadatan beton aspal, pemeriksaan berat jenis agregat, dan ekstraksi beton aspal.

Kerusakan yang ada pada jalan KH Ahmad Dahlan ini adalah *bleeding* dan *cracking* yang disebabkan oleh kondisi jalan yang tidak stabil. Berdasarkan

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Suatu struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan daya dukung dan ketebalan masing-masing lapisan berbeda disebut lapis keras (Suprpto TM, 1991).

Mengingat besarnya volume pekerjaan jalan, maka pada umumnya diinginkan konstruksi yang murah, baik yang berkaitan dengan bahan maupun biaya pelaksanaan namun masih dapat memenuhi kebutuhan lalu-lintasnya.

Pada umumnya perkerasan terdiri atas beberapa lapisan dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik. Berdasarkan bahan pengikatnya, struktur lapis keras dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu, lapis keras lentur (*flexible pavement*) merupakan perkerasan dengan menggunakan bahan ikat aspal (bitumen), lapis keras kaku (*riqid pavement*) merupakan perkerasan jalan dengan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, lapis keras komposit (*composite pavement*) yaitu lapis keras yang terdiri dari lapis keras lentur yang di ikuti lapis keras kaku, atau sebaliknya.

Pada penelitian ini memakai metode Bina Marga 1983 yang menggunakan alat *Benkelman Beam*. Pada metode Bina Marga 1983 parameter yang digunakan untuk melakukan *overlay* adalah lendutan dan lendutan balik yang disebabkan oleh volume lalu lintas terjadi pada ruas jalan yang diperiksa, sehingga lalu lintas yang melintasi ruas jalan saat diperiksa lendutan dan lendutan baliknya harus

datang akan diketahui kondisi kekuatan tiap-tiap lapis pada jangka waktu tersebut untuk menerima beban tanpa adanya perbaikan pada lapis permukaan (*surface course*) sampai dengan dengan lapis tanah dasar (*sub grade*)

3.7 Kondisi Perkerasan Lama

Tebal lapis permukaan, jenis dan kekuatan *subgrade*, serta konstruksi perkerasan adalah faktor yang ditinjau sebagai kondisi dari perkerasan lama. Tebal lapis permukaan perkerasan lama digunakan untuk menentukan faktor penyesuaian temperatur (ft), sedangkan nilai kekuatan *subgrade* dan konstruksi dari perkerasan lama secara inflisit terlihat pada nilai lendutan terukur, yang selanjutnya dikonversikan ke dalam nilai lendutan balik dan kemiringan titik belok.

3.8 Bengkelman Beam

Bengkelman Beam merupakan alat yang digunakan pada metode Bina Marga tahun 1983 digunakan untuk pemeriksaan perkerasan lentur, penggunaan alat *Benkelman Beam* ini dimaksudkan untuk mengetahui gerakan vertikal atau lendutan dan lendutan balik pada perkerasan lentur yang disebabkan oleh beban kendaraan yang lewat pada ruas jalan yang diperiksa.

Benkelman Beam digunakan pada lapisan suatu sistem perkerasan, contoh yang dimaksud dengan lapisan tersebut adalah : tanah dasar (*subgrade*), pondasi bawah (*subbase*), atau pondasi atas (*base*) yang terbuka selama waktu pelaksanaan ataupun permukaan suatu perkerasaan jalan yang sudah jadi (Bina Marga, 1983).

3.10 Daya Dukung Tanah Dasar

Parameter yang digunakan dalam menentukan daya dukung tanah adalah CBR (*California Bearing Ratio*). Ada dua jenis CBR yaitu :

1. CBR Lapangan : Penelitian pada CBR jenis ini dilakukan di lapangan, dengan menggunakan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) ataupun dengan menggunakan alat penetrasi CBR.
2. CBR laboratorium : Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah yang diambil dari lapangan atau daerah yang akan diteliti. Sampel tanah diambil dalam keadaan lepas dan dipadatkan dilaboratorium, kemudian periksa CBRnya.

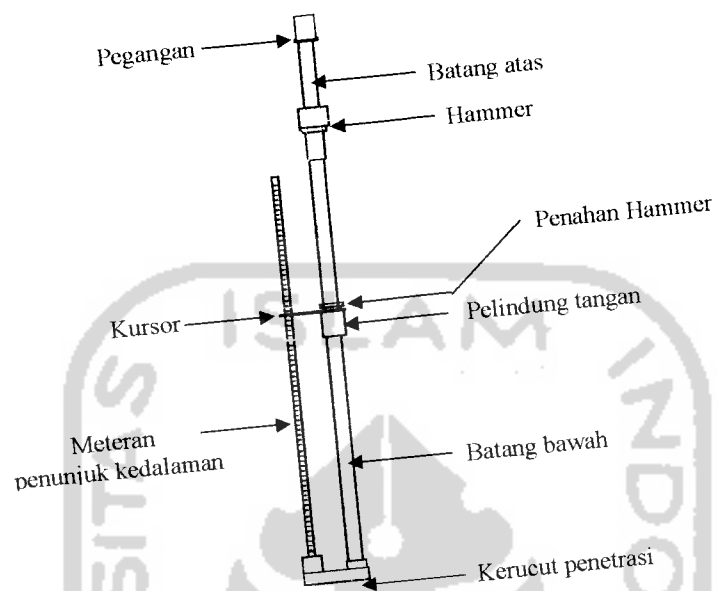
Dalam pemeriksaan daya dukung tanah dengan menggunakan alat DCP mempertimbangkan beberapa faktor antara lain :

- 1) biaya murah,
- 2) hemat waktu,
- 3) mudah dibawa, dan
- 4) tidak merusak lapisan yang diperiksa.

Dari beberapa pertimbangan diatas tidak mengesampingkan adanya kekurangan dalam penggunaan alat DCP antara lain :

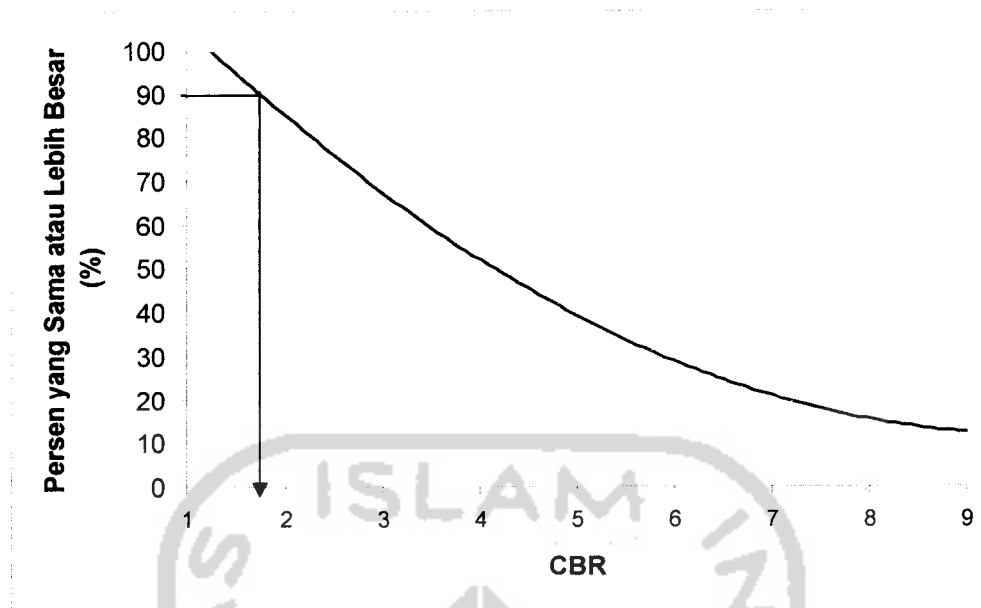
- 1) bila mengenai agregat dengan ukuran yang besar akan mempengaruhi hasil pemeriksaan,
- 2) pada bagian kerucut perlu diganti setelah 30 sampai dengan 40 pengujian, dan

3) pemakaian pada kedalaman terbatas.



Gambar 3.4 Alat *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP)
Sumber : Manual DCP

Nilai CBR yang diperoleh dari korelasi nilai DCP yang didapat dari pemeriksaan dilapangan ditentukan dengan menggunakan grafik 3.4 dari dinas Bina Marga (SKBI - 2.3.26. 1987). Nilai CBR yang diambil merupakan 90% dari persen yang sama atau lebih besar.



Gambar 3.5 Grafik Penentuan Harga CBR yang Mewakili
Sumber : Bina Marga, 1987

3.11 Lapis Tambahan Metode Bina Marga 1983

Berdasarkan metode Bina Marga 1983, dalam menentukan dan merencanakan suatu perkerasan lentur harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

3.11.1 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama, jika kendaraan tersebut melintas 1 kali. Misalnya : diketahui $E_{truk} = 1,2$ ini berarti 1 kali lintasan kendaraan truk menyebabkan penurunan indeks permukaan yang sama dengan 1,2 kali lintasan sumbu standar.

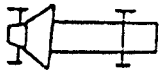
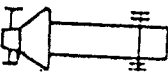






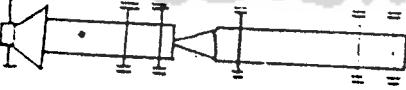
Bina marga memberikan patokan jenis kendaraan seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.2, sedangkan pada tabel 3.1 dapat dilihat konfigurasi beban

sumbu kendaraan dan angka ekivalen beban sumbu standar (E/EAL/ESAL) yang diberikan Bina Marga dalam Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman Beam No. 01/MN/B/1983.

Konfigurasi roda dan as kendaraan umumnya diberikan dalam bentuk simbol. Misalnya simbol 1.2, menyatakan kendaraan tersebut terdiri dari 2 as (depan dan belakang). As depan terdiri dari roda tunggal, sedangkan as belakang terdiri dari roda ganda.

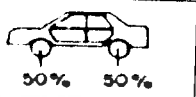







Tabel 3.2 berlaku untuk semua jenis dan besarnya muatan kendaraan, peninjauan berdasarkan kendaraan kosong atau bermuatan. Jika dianggap bermuatan, maka muatan dianggap maksimum (penuh). Misalnya truck 1.2H pada waktu kosong dianggap bermuatan dengan berat total 4,2 ton, sedangkan jika bermuatan, dianggap maksimum dengan berat total 18,2 ton. Jika truck tersebut bermuatan separuh, dianggap bermuatan maksimum, sedangkan jika bermuatan melebihi tabel 3.2, maka akan terjadi salah perhitungan. Kenyataan dilapangan akan jauh melebihi estimasi sesuai tabel 3.2 tersebut. Hal ini umumnya terjadi di Indonesia.

Tabel. 3.1 Macam-macam Konfigurasi Roda dan Sumbu Kendaraan

Konfigurasi Roda (1)	Tipe (2)	Jenis Kendaraan (3)
	1.1	Mobil Penumpang, Pick Up, Kombinasi, Mini Bus
	1.2L 1.2H	Truk Ringan, Truk Besar
	1.21	Bus Panjang, Truk Khusus
	1.22	Truk Tandem (Tronton)
	1.2-2	Truk Semi Trailer Menengah
	1.2 - 22	Truk Semi Trailer Berat dan Peti Kemas
	1.22- 22	Truk Peti Kemas
	1.2-2.2	Truk Gandeng/Truk Trailer
	1.22-2.22	Truk Gandeng Peti Kemas

Sumber : Benkelman Beam No. 01/MN/B/ 1983

Tabel . 3.2 Tabel Unit Ekuivalen 8,18 Ton Beban As Tunggal (UE 18 KSAL)

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H 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	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber : Benkelman Beam No. 01/ MN/ B/ 1983

3.11.2 Volume Lalu-Lintas

Pengumpulan data volume lalu-lintas dapat dilakukan dengan berbagai cara an tara lain dengan menggunakan alat perhitungan lalu lintas yang dipasang secara permanen maupun alat perhitungan portabel mekanik pada tempat atau pos-pos rutin pemeriksaan lalu lintas yang ada disekitar lokasi namun jika tidak terdapat pos-pos rutin disekitar lokasi atau untuk pengecekan data, maka perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan secara manual pada tempat-tempat yang dianggap perlu, perhitungan volume lalu lintas secara manual dilakukan dengan mempertimbangkan faktor musim, hari, dan bulan sehingga dapat diperoleh volume lalu lintas tahun yang dikehendaki (*Traffic Engeneering*, Mc. Shane).

1. Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu-lintas harian rata-rata adalah volume lalu-lintas rata-rata dalam satu hari yang melintasi satu lalur selama 24 jam untuk kedua arah pada jalan tanpa median atau untuk masing-masing arah pada jalan dengan median dan diperoleh dari data selama 1 tahun penuh.

Penggunaan faktor variasi bulanan MF (*Monthly Factor*) dan faktor harian DF (*Daily Factor*) dalam perhitungan volume lalu lintas mempunyai prinsip untuk membatasi jaringan pengamatan. AADT (*Annual Average Daily Traffic*) adalah pedoman bersama bagi semua volume lalu lintas untuk dikonversi yang disediakan oleh suatu stasiun penyedia sumber data untuk perhitungan. Perhitungan dimulai dengan rata-rata volume lalu lintas untuk semua minggu dalam satu tahun, hasil dari rata-rata mingguan ini adalah untuk menentukan

AADT (*Annual Average Daily Traffic*) yang digunakan untuk perhitungan faktor harian (DF).

ADT (*Average Daily Traffic*), adalah lalu lintas rata-rata perhari, atau volume lalu lintas selama 24 jam pada tempat yang ditentukan dalam periode waktu kurang dari 1 tahun. ADT dapat diukur dalam 6 bulan, satu bulan, satu minggu, atau dua hari. Nilai ADT dapat dihitung dengan persamaan 3.1 berikut :

$$ADT = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan selama hari pengamatan}}{\sum \text{hari pengamatan}} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :

ADT = lalu lintas rata-rata perhari dalam periode kurang dari 1 tahun (kend./hari).

AADT adalah rata-rata lalu lintas setiap hari dalam dalam 1 tahun, atau rata-rata volume lalu lintas 24 jam pada lokasi yang ditentukan diambil penuh 365 hari dalam 1 tahun. Untuk menghitung AADT (*Annual Average Daily Traffic*) yaitu dengan menggunakan persamaan 3.2 berikut :

$$AADT = V_{24} \times DF \times MF \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

AADT = lalu lintas rata-rata perhari dalam periode 1 tahun penuh (kend./hari)

V_{24} = jumlah kendaraan dalam 24 jam hari yang dipilih (kend./hari)

DF = *Daily faktor* (faktor harian)

MF = *Monthly faktor* (faktor bulanan)

DF (*Daily Factor*), adalah nilai faktor harian untuk masing-masing hari pengamatan, dimisalkan pengamatan dalam 1 minggu mempunyai nilai faktor harian yang berbeda-beda, nilai faktor harian dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3 berikut :

$$DF = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 periode pengamatan)}}{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 hari pengamatan)}} \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan :

$$DF = \text{faktor hari (daily factor)}$$

MF (*Monthly Factor*), adalah nilai faktor bulan untuk masing-masing bulan dalam satu tahun dimana nilai faktor bulan untuk masing-masing bulan berbeda-beda, tergantung dari total volume kendaraan pada bulan tersebut, nilai faktor bulan dihitung dengan persamaan 3.4 berikut :

$$MF = \left(\frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 tahun)} / 365 \text{ hari}}{ADT \text{ bulan pengamatan}} \right) \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

$$MF = \text{faktor bulan}$$

$$ADT \text{ bulan pengamatan} = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (bulan pengamatan)}}{\sum \text{hari (bulan pengamatan)}} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$ADT \text{ bulan pengamatan} = \text{kendaraan perhari}$$

2. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana dinyatakan dalam jumlah komulatif dari satuan 8,16 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 3.6 berikut atau dengan menggunakan tabel 3.3

$$N = \frac{1}{2} \left\{ 1 + (1 + R)^n + 2(1 + R) \frac{(1 + R)^{n-1} - 1}{R} \right\} \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan :

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 3.7 berikut :

$$R = \left\{ \left(\frac{b}{a} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right\} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

R = tingkat pertumbuhan lalu lintas (%)

b = volume lalu lintas tahun ke n (kend/hr)

a = volume lalu lintas pada tahun a (kend/hr)

n = jumlah tahun

Tabel 3.3 Faktor Umur Rencana

n tahun	R %					
	2%	4%	5%	6%	8%	10%
1 tahun	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05
2 tahun	2,04	2,08	2,10	1,12	1,16	1,21
3 tahun	3,09	3,18	3,23	3,30	3,38	3,48
4 tahun	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5 tahun	5,25	5,53	5,66	5,80	6,10	6,41
6 tahun	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7 tahun	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8 tahun	8,70	9,52	9,62	10,20	11,05	12,00
9 tahun	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10 tahun	11,05	12,25	12,90	13,60	15,05	16,73
15 tahun	17,45	20,25	22,15	23,90	28,30	33,36
20 tahun	24,55	30,40	33,90	37,95	47,70	60,20

Sumber : Bina Marga 1983

jumlah lalu lintas rencana masing-masing kendaraan dihitung dengan persamaan 3.8 berikut :

$$UE\ 18\ KSAL = \sum_{\text{traktor/trailer}}^{\text{mobil, penumpang}} (m \times UE18KSAL) \dots \dots \dots (3.8)$$

dengan :

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

jumlah lalulintas rencana secara komulatif dapat dihitung dengan persamaan 3.9 berikut :

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times N \sum_{\text{traktor/trailer}}^{\text{mobil, penumpang}} (m \times UE18KSAL) \dots \dots \dots (3.9)$$

dengan :

AE 18 KSAL = akumulatif unit ekuivalen 8,16 ton beban as tunggal
 UE 18 KSAL = Unit Ekuivalen 8,16 ton beban as tunggal
 365 = Jumlah hari dalam 1 tahun
 N = faktor umur rencana

m = jumlah masing-masing kendaraan

3.11.3 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal sebesar 8,16 ton (18.000 Lb) pada lajur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana dan dihitung menggunakan persamaan 3.10 berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \cdot C_j \cdot E_j \dots\dots\dots(3.10)$$

dengan :

- j = jenis kendaraan,
- n = tahun pengamatan,
- LHR = lalu-lintas harian rata-rata,
- Cj = koefisien distribusi kendaraan, dan
- Ej = angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

Tabel 3.4 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Lajur	Koefisien Distribusi			
	Kendaraan ringan *		Kendaraan berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 Lajur	1	1	1	1
2 Lajur	0,6	0,5	0,7	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, mini bus, mobil hantaran.

** misalnya : bus, truk, traktor, trailer.

3.11.4 Faktor Regional (FR)

Faktor regional (FR) adalah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan lapis perkerasan. Dimana faktor tersebut dapat diketahui pada saat dilakukan pengukuran defleksi, yaitu :

1. Faktor pengaruh air tanah yang biasanya dinyatakan dengan faktor air tanah (C), $C=1,0$ apabila pemeriksaan dilakukan pada keadaan kritis (musim hujan atau kedudukan air tanah tinggi), $C=1,5$ apabila pemeriksaan dilakukan pada keadaan baik (musim kemarau atau kedudukan air tanah rendah).
2. Pengaruh temperatur yang 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 3.6 dan temperatur rata-rata lapis permukaan dapat dilihat pada gambar 3.7. Sedangkan nilai Tr dapat dihitung dengan persamaan 3.11 berikut :

$$Tr = 1/3 (tp + tt + tb) \dots \dots \dots (3.11)$$

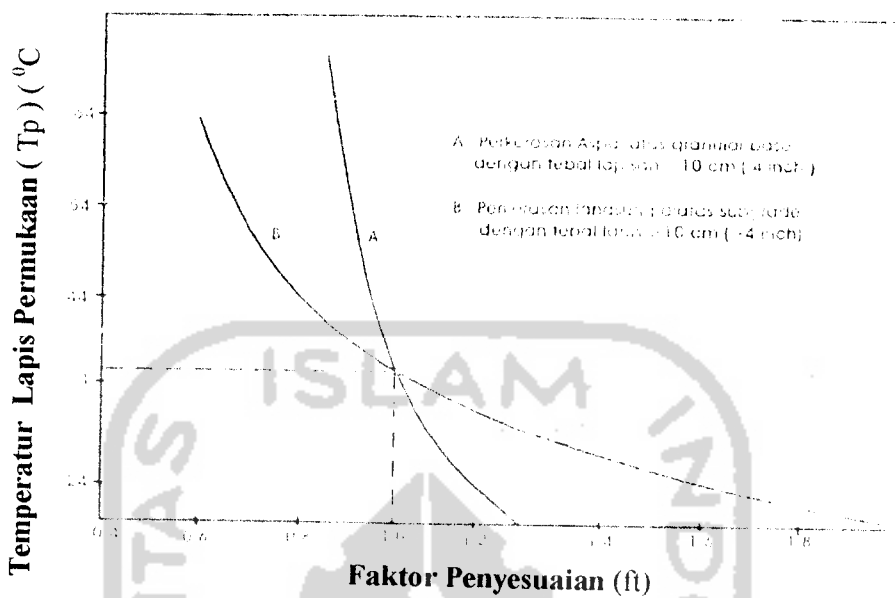
dengan :

Tr = temperatur rata-rata lapis permukaan

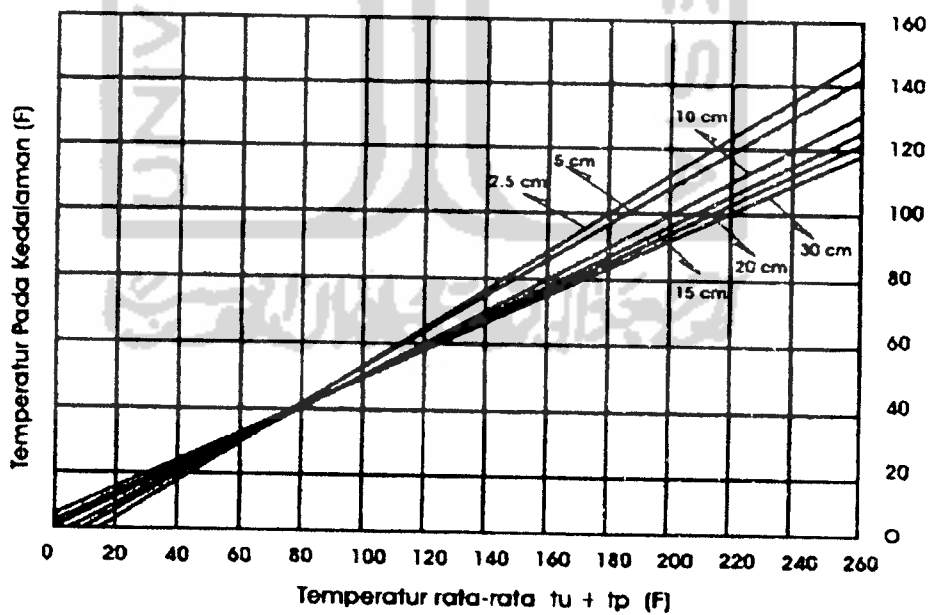
Tp = temperatur permukaan

Tt = temperatur tengah

Tb = temperatur bawah



Gambar 3.6 Grafik Penyesuaian Temperatur Metode Bina Marga 1983
 Sumber : Bina Marga, 1983



Gambar 3.7 Grafik Temperatur Udara Rata-rata Ditambah dengan Temperatur Lapis Permukaan
 Sumber : Bina Marga, 1983

3.12 Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*overlay*)

Penambahan tebal lapis keras baru (*overlay*) ditentukan berdasarkan uji lendutan yang dilakukan pada permukaan jalan nilai lendutan balik yang diperoleh dari pengujian lendutan permukaan jalan mewakili suatu seksi jalan (D). apabila nilai D besarnya kurang dari lendutan ijin maka jalan tersebut tidak perlu diberi penambahan tebal lapis keras baru (*overlay*). Berikut ini merupakan perhitungan lendutan balik dan kemiringan titik belok :

1. Hitungan lendutan balik. Nilai lendutan balik suatu titik dapat diperoleh dengan persamaan 3.12 berikut :

$$d = 2(d_3 - d_1) \cdot ft \cdot C \dots \dots \dots (3.12)$$

dengan :

- d = lendutan balik
- d_3 = pembacaan ketiga alat *Benkelman beam* pada jarak 6 meter
- d_1 = pembacaan alat *Benkelman beam* pada jarak 0 meter
- ft = faktor penyesuaian temperatur
- C = faktor pengaruh air tanah

Sedangkan untuk mencari nilai lendutan yang mewakili 1 segmen jalan dapat diperoleh dengan persamaan 3.13 berikut :

$$D = \bar{d} + 1,64S \dots \dots \dots (3.13)$$

dengan :

- D = lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan
- \bar{d} = lendutan balik rata-rata dalam seksi jalan, dengan rumus :

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

n = jumlah titik pemeriksaan pada seksi jalan

S = standar deviasi, dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(3.14)$$

2. Hitungan kemiringan titik belok. Berdasarkan hasil AE 18 KSAL nilai lendutan yang diijinkan ditentukan dengan menggunakan grafik pada gambar 3.8, kemiringan titik belok dihitung dengan persamaan 3.15 berikut:

$$\text{Tangent } \emptyset = 2 \frac{d_2 - d_1}{X} \text{ ft.C} \dots\dots\dots(3.15)$$

dengan :

- Tangent \emptyset = 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

Sedangkan untuk mencari kemiringan titik belok yang mewakili tiap segmen jalan digunakan persamaan 3.16 berikut :

$$\text{Tg } \emptyset = \text{tg } \emptyset + 1,64S \dots\dots\dots(3.16)$$

dengan :

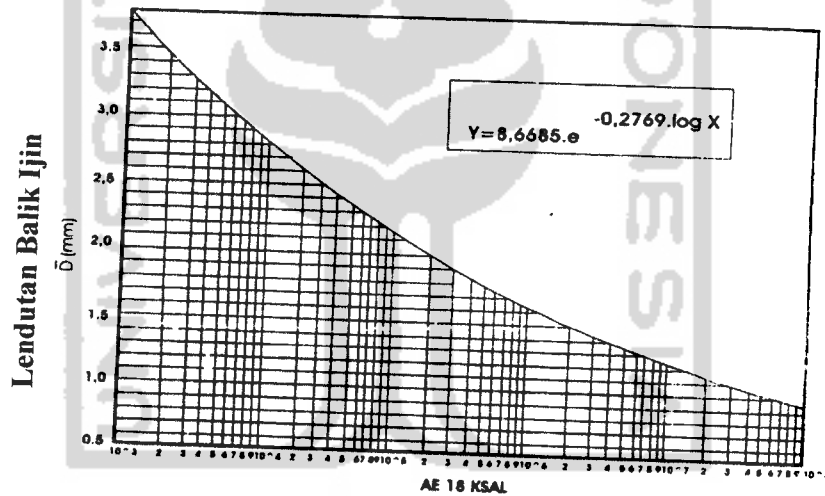
- $\text{Tg } \emptyset$ = $\text{tg } \emptyset$ yang mewakili seksi jalan
 $\text{tg } \emptyset$ = $\underline{\text{tg } \emptyset}$ (tangent rata-rata, dalam suatu seksi jalan)
 $\text{tg } \emptyset$ = $\text{tg } \emptyset$ pada tiap titik didalam seksi jalan

n = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

S = standar deviasi dengan rumus :

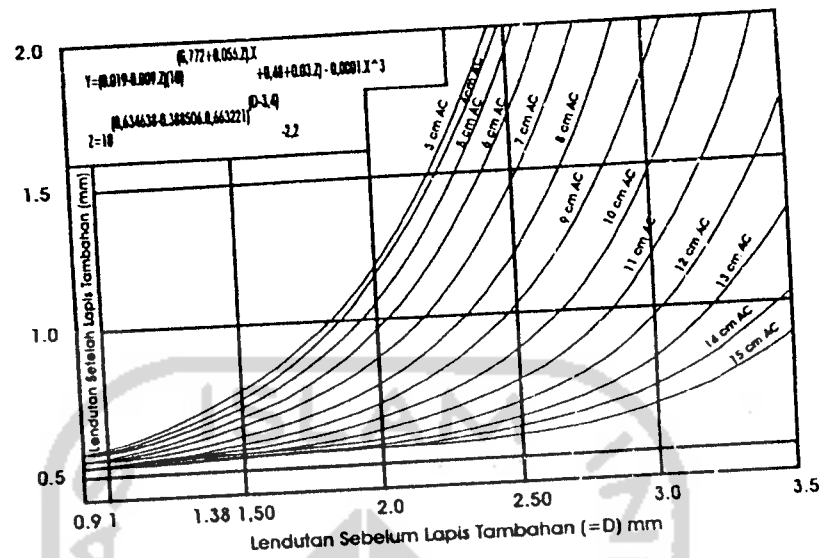
$$S = \sqrt{\frac{n \sum \text{tg}\theta^2 - (\sum \text{tg}\theta)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(3.17)$$

Dengan menggunakan grafik pada gambar 3.9 dapat ditentukan tebal overlay berdasarkan nilai lendutan balik sebelum diberi *overlay* (lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan). Tebal *overlay* yang dipilih lendutan baliknya tidak boleh melebihi lendutan balik ijin (sesudah diberi *overlay*), sesuai grafik pada gambar 3.8.



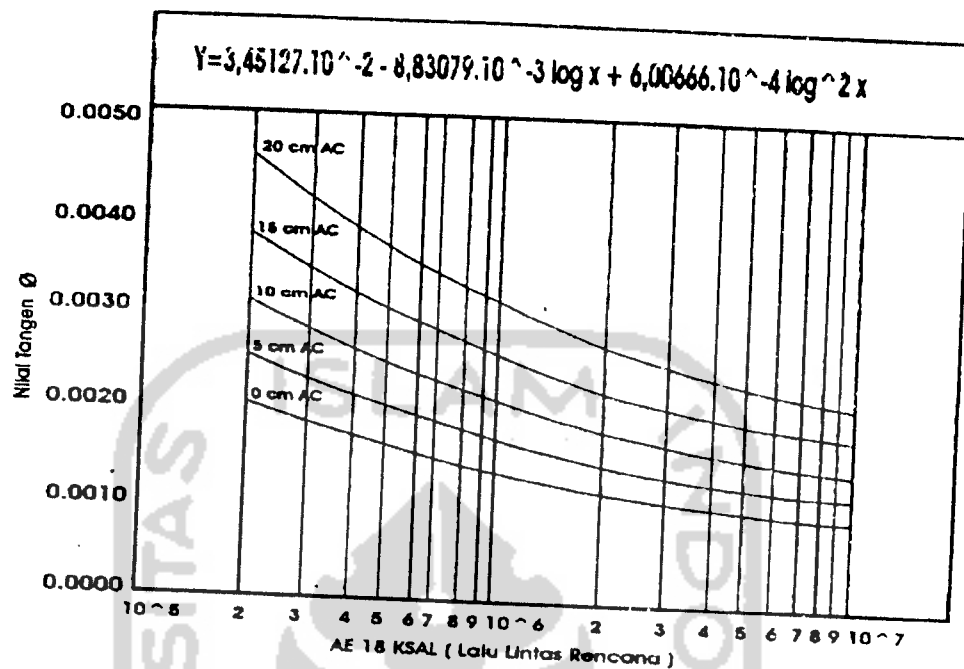
Gambar 3.8 Grafik Penentuan Nilai Defleksi yang Diijinkan

Sumber : Bina Marga, 1983



Gambar 3.9. Grafik Penentuan Tebal *Overlay* Metode Bina Marga 1983
 Sumber : Bina Marga, 1983

Tebal overlay yang diperoleh dengan cara lendutan balik dikontrol dengan kemiringan titik belok. Berdasarkan pada grafik 3.10 dan dengan beban lalu lintas yang sama (AE 18 KSAL), dapat dipilih tebal overlay sehingga diperoleh nilai $\tan \phi$ yang kecil atau sama dengan $\tan \phi$ yang terjadi.



Gambar 3.10 Grafik Penentuan Tebal Overlay Berdasarkan Kemiringan Titik Belok
Sumber : Bina Marga, 1983

3.13 Penentuan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Umur sisa merupakan tahun yang tersisa dari umur rencana pelayanan jalan dalam menerima beban yang akan melewatinya. Umur sisa dapat dihitung menggunakan lendutan balik sebelum diberi lapis tambahan dan grafik 3.8 sehingga diperoleh nilai AE 18 KSAL kritis. Dengan menggunakan persamaan 3.18 didapatkan faktor umur rencana. Umur sisa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.18 berikut ini :

$$N = \frac{AEI8KSAL}{365 \times \sum_{\text{traktor / trailer}}^{\text{Mobil penumpang}} mxUEI8KSAL} \dots\dots\dots(3.18)$$

dengan :

N = Faktor umur rencana

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

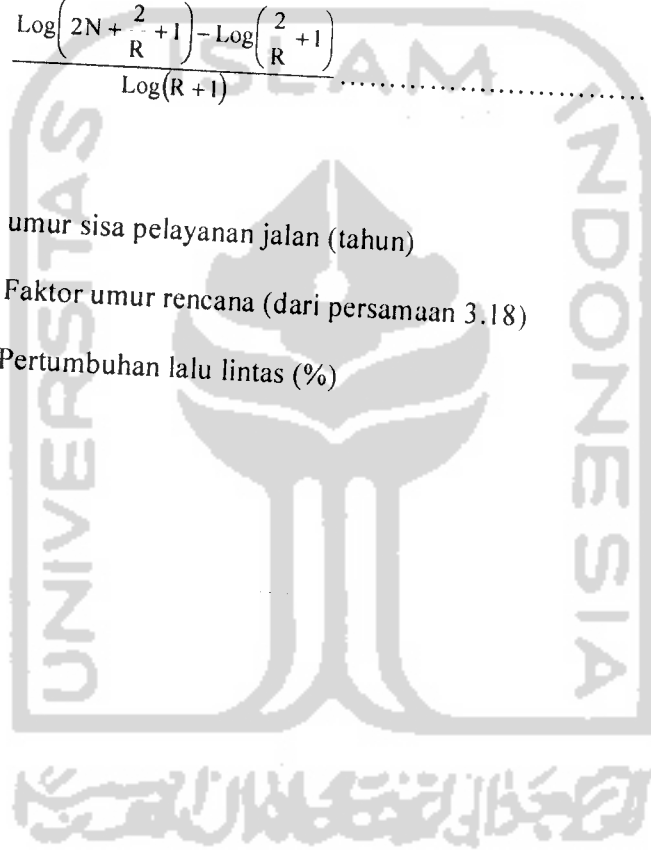
$$n = \frac{\text{Log}\left(2N + \frac{2}{R} + 1\right) - \text{Log}\left(\frac{2}{R} + 1\right)}{\text{Log}(R + 1)} \dots\dots\dots(3.19)$$

dengan :

n = umur sisa pelayanan jalan (tahun)

N = Faktor umur rencana (dari persamaan 3.18)

R = Pertumbuhan lalu lintas (%)



BAB IV

METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang alat yang digunakan serta tahapan pengujian yang akan dilakukan. Tahapan pengujian dan alat yang digunakan akan diuraikan dibawah ini :

4.1 Pengambilan Sampel Tebal Lapis Perkerasan

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat *core drill*, yaitu dengan cara meletakkan *core drill* ke titik yang telah ditentukan untuk mengambil sampel, kemudian mengidentifikasi sampel sesuai dengan lokasinya.

1. Peralatan yang digunakan pada pekerjaan ini adalah :
 - 1) mesin *core drill*,
 - 2) pahat / obeng, palu untuk membantu mengambil sampel dari *core drill*,
 - 3) alat angkut (mobil), dan
 - 4) jangka sorong.
2. Jalannya percobaan dalam pengambilan sampel dengan alat *core drill* adalah sebagai berikut :
 - 1) menentukan titik pemeriksaan,
 - 2) pengambilan sampel

Pengambilan sampel dengan cara di *Drill* atau dibor dengan alat *Core drill* pada titik yang telah ditentukan. Pada waktu pengeboran, mata bor dialiri dengan air. Apabila mata bor sudah berputar dengan ringan dari sebelumnya, maka bor telah mencapai lapisan pondasi. Mata bor diangkat

dari tempat pengeboran dan sampel siap untuk diambil dengan bantuan obeng / pahat dan palu, kemudian sampel dicatat dan diukur ketebalannya dengan jangka sorong dan dibungkus untuk dibawa ke laboratorium.

- 3) menutup kembali lubang hasil *Core drill* dengan aspal beton.

4.2 Pemeriksaan Dengan *Benkelman Beam* :

Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan truck yang dimuati beban sehingga beban total menjadi 8.16 ton.

1. Peralatan yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :
 - 1) truck 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 (*basser*) 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, dan
 - 7) alat bantu lainnya seperti helm proyek, pakaian lapangan, rambu lalu-lintas serta alat tulis.
2. Jalannya percobaan pemeriksaan *Benkelman Beam* adalah sebagai berikut :
 - 1) menentukan titik lokasi pemeriksaan,

- 2) memposisikan truk dengan muatan 8,16 ton pada lokasi pemeriksaan,
- 3) menempatkan ujung alat *Benkelman Beam* berada ditengah antara dua ban belakang pada satu sisi,
- 4) dipasang arloji pengukur dengan posisi tegak lurus dengan *Benkelman Beam*, mesin penggetar dihidupkan setelah stabil jarum penunjuk pada arloji diposisikan pada angka nol,
- 5) truk dijalankan pelan-pelan ke depan sejauh 0,4 m, angka pada arloji pengukur dibaca untuk mengetahui deformasi yang terjadi.
- 6) truk dijalankan pelan-pelan kedepan sejauh 6 m, angka pada arloji pengukur dibaca untuk mengetahui deformasi yang terjadi, dan
- 7) suhu diukur dengan meletakkan *thermometer* pada permukaan jalan, dicatat suhu permukaan jalan.

4.3 Pemeriksaan Daya Dukung Tanah di Lapangan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR langsung di tempat.

1. Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah adalah :
Satu set peralatan *Dinamic Cone Penetrometer* (DCP) dengan pemberat sebesar 20 Lbs (9,07 kg), ujung baja berbentuk kerucut dengan luas $\frac{1}{2}$ in² (1.61 cm²) bersudut 30° atau 60°.
2. Jalannya percobaan pemeriksaan daya dukung tanah dengan menggunakan alat DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*) adalah sebagai berikut :
 - 1) peralatan DCP dirangkai sehingga siap digunakan,

- 2) alat diletakkan pada tempat yang sudah dibersihkan dan dicatat kedalamannya dengan mistar ukur sebelum pemberat dijatuhkan,
- 3) pemberat dijatuhkan dari ketinggian 20 inch, seterusnya dicatat kedalamannya yang didapat dari setiap 5 kali tumbukan, dan
- 4) data yang didapat dikorelasikan ke dalam grafik korelasi antara DCP dan CBR lapangan. Korelasi nilai CBR diperoleh dengan menggunakan kertas transparan yang menggambarkan nilai CBR yaitu dengan cara menggesek kertas transparan dengan menjaga sumbu grafik pada kedua gambar sejajar, sehingga diperoleh garis komulatif tumbukan berimpit pada salah satu garis pada kertas transparan. Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut merupakan nilai CBR lapangan. Kemudian ditarik garis yang menyinggung grafik tersebut. garis singgung itulah didapatkan nilai CBR lapangan pada lokasi pengujian.

4.4 Survei Perhitungan Volume Lalu Lintas

Pengamatan dan pencacahan arus lalu lintas Jalan Magelang – Keprekan dilakukan selama 24 jam. Pelaksanaan pengamatan selama 6 hari dimulai dari pukul 06.00 pagi. Pencacahan ini dilakukan oleh 16 orang pengamat dan 1 orang pembantu.

1. Alat yang digunakan pada pengamatan ini adalah :
 - 1) alat hitung mekanik (*hand counter*),
 - 2) jam,
 - 3) formulir survey lalulintas, dan

4) peralatan tulis.

2. Jalannya pengamatan survei lalu lintas adalah sebagai berikut :

Pengamatan dibagi menjadi 6 periode. Yang mana pembagian periode dilakukan oleh 2 kelompok yang saling bergantian tiap-tiap periode. Tiap kelompok terdiri dari delapan orang, tiap orang membawa satu *hand counter* dan mencatat satu golongan kendaraan yang melewati jalan di kedua lajur selama empat jam. Pembagian periode dalam pengamatan lalu lintas adalah sebagai berikut :

- 1) periode pertama dilakukan pada pukul 06.00 – 10.00,
- 2) periode kedua dilakukan pada pukul 10.00 – 14.00,
- 3) periode ketiga dilakukan pada pukul 14.00 – 18.00,
- 4) periode keempat dilakukan pada pukul 18.00 – 22.00,
- 5) periode kelima dilakukan pada pukul 22.00 – 02.00, dan
- 6) periode keenam dilakukan pada pukul 02.00 – 06.00,

Pada waktu salah satu kelompok melakukan pengamatan, kelompok yang lain beristirahat.

4.5 Pemeriksaan Kepadatan Aspal Beton

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

1. Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

- 1) keranjang kawat,
- 2) kain lap, dan

- 3) tempat air.
2. Benda uji yang digunakan adalah aspal beton yang berasal dari hasil *core drill* di lapangan.
3. Jalannya percobaan pemeriksaan kepadatan aspal adalah sebagai berikut :
 - 1) benda uji aspal beton dari hasil *core drill* dipotong dengan ketebalan ± 4 cm,
 - 2) benda uji yang telah dipotong kemudian ditimbang dalam keadaan kering,
 - 3) setelah 24 jam benda uji diletakkan dalam keranjang dengan kondisi kering, kemudian ditimbang dalam air,
 - 4) benda uji dikeluarkan dari air kemudian dilap dengan kain penyerap sampai permukaan kering (SSD) lalu ditimbang, dan
 - 5) dihitung besarnya volume aspal beton, yaitu selisih berat benda uji dalam keadaan SSD dengan berat benda uji dalam air.

4.6 Pemeriksaan Ekstraksi Aspal Beton

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

1. Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :
 - 1) mesin ekstraktor lengkap dengan peralatannya,
 - 2) kertas filter,
 - 3) loyang, dan
 - 4) skop kecil serta kain lap.

2. Benda uji yang digunakan adalah aspal beton yang berasal dari hasil *core drill* dan bensin secukupnya.
3. Jalannya percobaan pemeriksaan ekstraksi aspal beton adalah sebagai berikut :
 - 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, sampel dimasukkan ke dalam *bowl* yang sudah ditimbang dan *bowl* dipasang ke dalam alat *ekstraktor*,
 - 4) bensin sebanyak 750 ml dimasukkan kedalam *bowl* sampai semua benda uji terendam, kemudian dibiarkan selama 10 menit dan diputar sampai bensin yang ada di *bowl ekstraktor* keluar semua,
 - 5) pekerjaan (4) diatas 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 filternya, dan
 - 7) setelah kering kemudian sampel beserta filternya ditimbang.

4.7 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

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

1. Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :
 - 1) timbangan dengan ketelitian 0,1 gram,
 - 2) satu set saringan yang sesuai dengan data perencanaan,

- 3) mesin pengguncang saringan, dan
 - 4) loyang, kuas, sikat, sendok serta plastik pembungkus.
2. Benda uji yang digunakan didapat dari hasil ekstraksi masing-masing sampel.
 3. Jalannya percobaan pemeriksaan analisa saringan agregat adalah sebagai berikut :
 - 1) diambil benda uji dari masing-masing sampel,
 - 2) saringan disusun sesuai dengan urutan nomornya dan dibersihkan,
 - 3) benda uji dituang kesaringan 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 dan
 - 6) pekerjaan pada no. 5 diulangi sebanyak sampel yang akan diuji.

4.8 Penetrasi Aspal

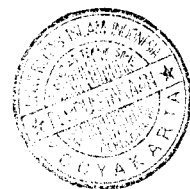
Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi butimen keras atau lembek (*solid atau semi solid*).

1. Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :
 - 1) pemegang jarum seberat $(47,5 \pm 0,05)$ gram,
 - 2) pemberat dari $(50 \pm 0,05)$ gram dan $(100 \pm 0,05)$ gram,
 - 3) jarum penetrasi dari *stainless steel* mutu 440 C atau HRC 54–60,
 - 4) cawan yang terbuat dari logam,
 - 5) bak perendam,

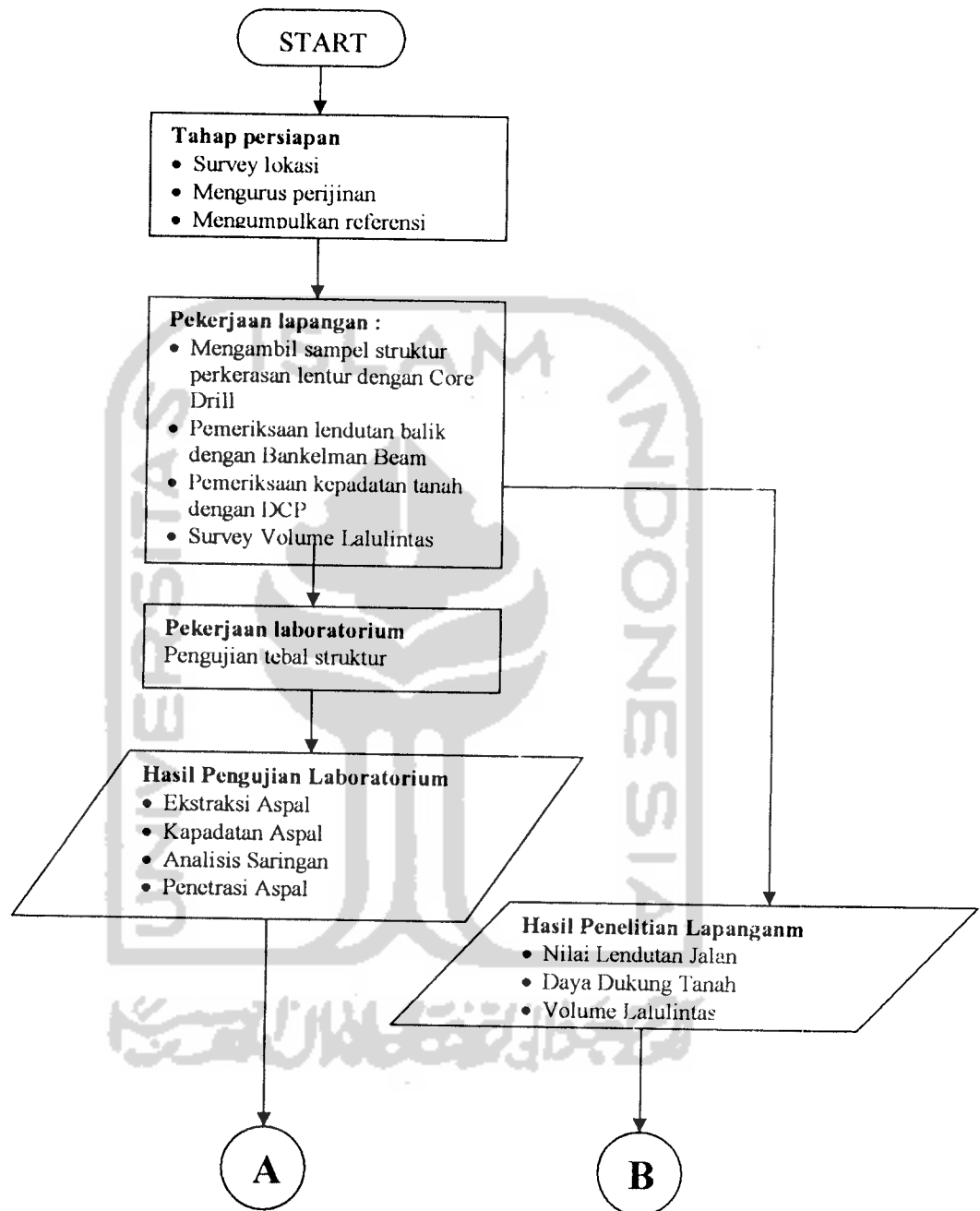
- 6) stopwatch, dan
 - 7) thermometer.
2. Benda Uji yang digunakan pada pemeriksaan ini didapat dari hasil penyulingan hasil ekstraksi aspal beton.
 3. Jalannya percobaan uji penetrasi aspal adalah sebagai berikut :
 - 1) benda uji direndam selama 1 – 2 jam dalam bak air,
 - 2) setelah itu benda uji dipindahkan ke alat penetrasi,
 - 3) turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum menyentuh permukaan benda uji,
 - 4) lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan *stop watch* selama jangka waktu 5 detik,
 - 5) putarlah arloji penetrometer dan baca angka penetrasi yang berhimpitan jarum penunjuk, dan
 - 6) setelah itu jarum dilepaskan, dan dilakukan lagi pekerjaan 4 – 5 untuk benda uji sebanyak 5 titik.

Tahap analisis terdiri atas :

1. Analisis hasil penelitian dengan *core drill*.
2. Analisis hasil penelitian CBR berdasarkan data DCP.
3. Analisis nilai lendutan sebagai hasil pemeriksaan *Benkelman beam*.
4. Analisis saringan agregat.
5. Perancangan *overlay* dengan menggunakan lendutan balik.

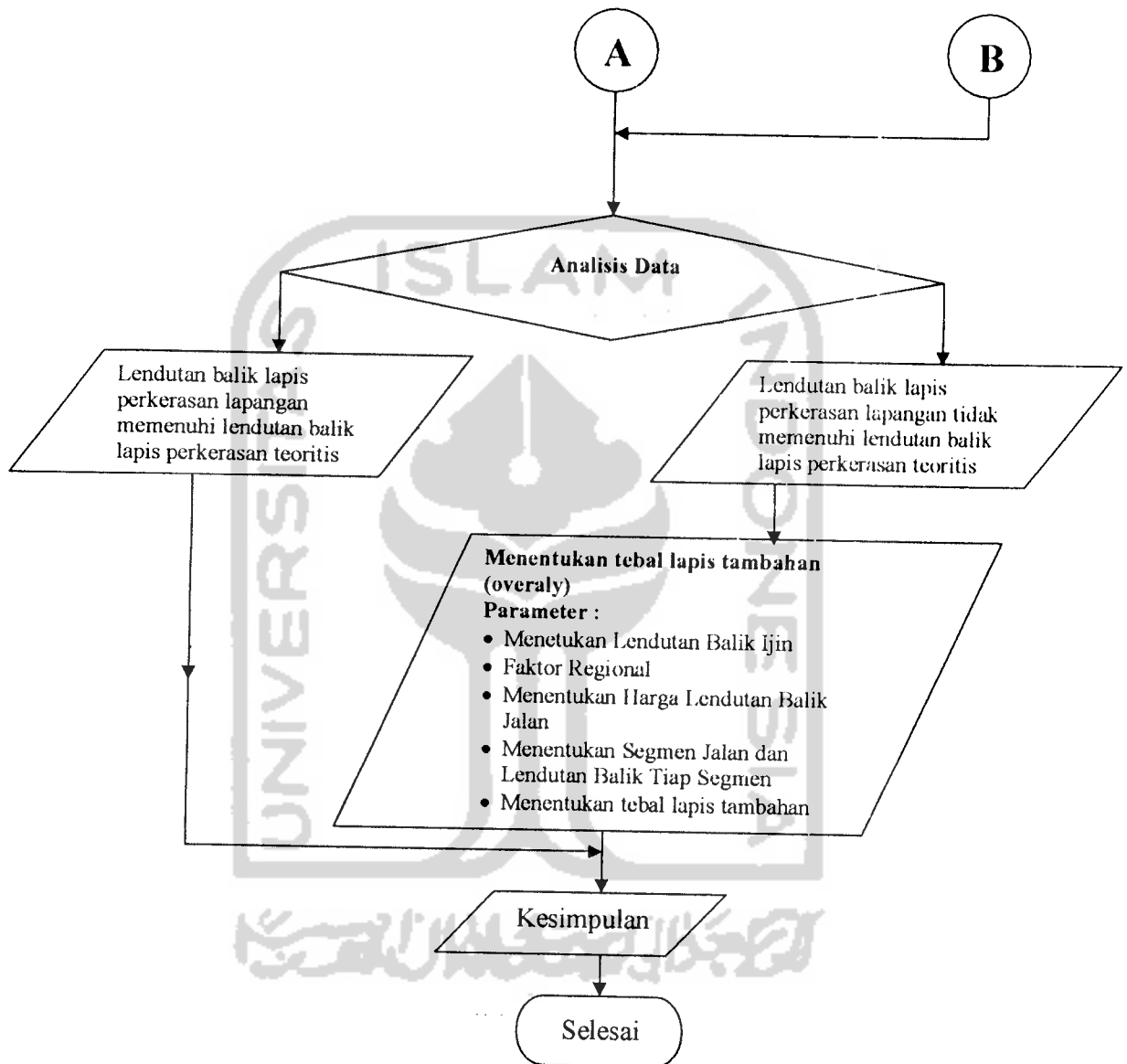


4.9 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Jalannya Penelitian

Lanjutan Bagan Alir Jalannya Penelitian



Gambar 4.2 Lanjutan Bagan Alir Jalannya Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data

Dari hasil pengumpulan data dari dinas terkait dan penelitian di lapangan serta pengujian di laboratorium diperoleh data-data seperti yang disajikan berikut ini :

5.1.1 Kondisi Perkerasan Lama

Ruas jalan Magelang Sta 7+000 – 8+590 mempunyai kondisi perkerasan sebagai berikut :

- a. Tipe Jalan : Jalan kolektor 2 lajur 2 arah.
- b. Lebar perkerasan : 8 m.
- c. Lebar bahu jalan : 1 m.
- d. Kondisi permukaan jalan : Terdapat banyak retak, raveling, dan gelombang pada lapis perkerasan.

5.1.2 Beban Lalu lintas

Untuk mengetahui beban lalu lintas dilakukan pengamatan jumlah kendaraan yang lewat, pengamatan dilakukan selama 6 hari pada hari senin tanggal 21 february 2005 sampai dengan hari sabtu 26 february 2005, pos pengamatan pada stasiun 8+000. jenis-jenis kendaraan yang diamati berdasarkan klasifikasi kendaraan dari Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Tengah yang terbagi menjadi 8 golongan yaitu :

- a. Golongan I, yaitu kendaraan ringan berupa kendaraan pribadi (sedan, jeep)

- b. Golongan II, yaitu oplet, combi, *pick up* kecil dan mini bus.
- c. Golongan III, yaitu *pick up*, *mikro truck*, dan mobil hantaran.
- d. Golongan IV, yaitu bus.
- e. Golongan V, yaitu truk 2 sumbu dengan berat total maksimum 8,3 ton.
- f. Golongan VI, yaitu truk 2 sumbu dengan berat total maksimum 18,2 ton.
- g. Golongan VII, yaitu truk 3 sumbu dengan berat total maksimum 25 ton.
- h. Golongan VIII, yaitu truk gandeng dan semi trailer.

Data dari hasil pengamatan jumlah volume lalu lintas yang ada pada lampiran 5.3 sampai dengan lampiran 5.8 dengan Hasil rekapitulasi volume lalu lintas tahun 2005 dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Survei Volume Lalu lintas Ruas Blabak-Keprekan Tahun 2005

Tahun	Volume lalu lintas (kend/hari/2 arah)								TOTAL (kend/hari/ 2 arah)
	Golongan Kendaraan								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2005	3002	2936	2461	733	2211	491	252	31	12116

Sumber : Hasil Survey Lalu lintas 2005

Dengan menggunakan persamaan 3.1 dapat dicari nilai lalu lintas rata-rata perhari, atau volume lalu lintas selama 24 jam pada tempat yang ditentukan dalam periode waktu kurang dari 1 tahun atau ADT (*Average Daily Traffic*) untuk masing-masing golongan kendaraan.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan ADT untuk kendaraan golongan I :

$$\begin{aligned}
 ADT &= \frac{3001}{6} \\
 &= 500,1667 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan ADT (Average Daily Traffic)

Hari Pengamatan	ADT (Average Daily Traffic) (kend./hari)							
	Golongan Kendaraan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Senin	504.17	484.17	431.17	125.33	363.83	85.67	42.50	5.17
Selasa	469.67	475.67	421.50	124.00	355.00	80.17	41.17	5.83
Rabu	500.17	493.17	399.17	124.33	375.50	81.00	41.00	5.17
Kamis	502.67	493.67	401.00	125.00	381.17	81.67	41.33	5.33
Jum'at	490.33	487.00	402.00	108.33	365.67	81.50	41.00	4.17
Sabtu	534.83	502.50	406.50	125.83	369.50	80.67	44.67	5.50

Sumber : Hasil Perhitungan ADT

Volume lalu lintas yang diamati dalam periode 1 tahun penuh dinyatakan dalam *Annual Average Daily Traffic* (AADT) nilai AADT dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.2. Dalam perhitungan AADT dipengaruhi oleh faktor hari dan faktor bulan. Faktor hari ditentukan oleh jumlah volume lalu lintas harian pergolongan dan ADT pergolongan dalam satu periode pengamatan. Faktor hari dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3, berikut ini merupakan contoh perhitungan faktor hari (DF) untuk kendaraan golongan I :

$$DF = \frac{3002}{3001} = 1,0003 \approx 1,00$$

DF = faktor hari (*daily factor*)

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan *Daily Factor* (DF)

Hari Pengamatan	<i>Daily Factor</i> (DF)							
	Golongan Kendaraan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Senin	0.99	1.01	0.95	0.97	1.01	0.95	0.99	1.01
Selasa	1.07	1.03	0.97	0.98	1.04	1.02	1.02	0.89
Rabu	1.00	0.99	1.03	0.98	0.98	1.01	1.02	1.01
Kamis	1.00	0.99	1.02	0.98	0.97	1.00	1.01	0.97
Jum'at	1.02	1.00	1.02	1.13	1.01	1.00	1.02	1.25
Sabtu	0.94	0.97	1.01	0.97	1.00	1.01	0.94	0.94

Sumber : Hasil Perhitungan *Daily Factor*

Untuk faktor bulanan (*monthly factor* (MF)) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.4, sedangkan untuk ADT bulan pengamatan dapat dihitung dengan persamaan 3.5, berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk faktor bulan (MF) Februari 2005 untuk kendaraan golongan I :

$$MF = \left(\frac{6.574.015 / 365 \text{ hari}}{18011} \right) = 1$$

keterangan :

MF = faktor bulan

$$ADT \text{ bulan pengamatan} = \frac{504.308}{28} = 18011 \text{ (kend./hari)}$$

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan *Monthly Factor* (MF) *)

Bulan Pengamatan	<i>Monthly Factor</i> (MF)							
	Golongan Kendaraan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Januari	1	1	1	1	1	1	1	1
Februari	1	1	1	1	1	1	1	1
Maret	1	1	1	1	1	1	1	1
April	1	1	1	1	1	1	1	1
Mei	1	1	1	1	1	1	1	1
Juni	1	1	1	1	1	1	1	1
Juli	1	1	1	1	1	1	1	1
Agustus	1	1	1	1	1	1	1	1
September	1	1	1	1	1	1	1	1
Oktober	1	1	1	1	1	1	1	1
November	1	1	1	1	1	1	1	1
Desember	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan *Monthly Factor*

*) Dalam perhitungan *Monthly Factor*/faktor bulan (MF) besarnya ADT bulan pengamatan dianggap sama, sehingga diperoleh hasil perhitungan MF adalah sama. Hasil ini karena survei pengamatan lalu lintas hanya dilakukan pada bulan februari 2005 selama 6 hari, dari tanggal 21 februari sampai dengan 26 februari.

Dengan menggunakan persamaan 3.2 nilai AADT dapat diketahui. Berikut ini merupakan contoh perhitungan AADT untuk kendaraan golongan I :

$$\begin{aligned} \text{AADT} &= V_{24} \times \text{DF} \times \text{MF} \\ &= 3001 \times 1 \times 1 \\ &= 3001 \text{ kend./hari} \end{aligned}$$

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan *Annual Average Daily Traffic* (AADT)

Golongan Kendaraan	V_{24} (kend./hari)	DF	MF	AADT (kend./hari)
I	3001	1.00	1	3001
II	2959	0.99	1	2936,17
III	2395	1.03	1	2461,33
IV	746	0.98	1	732,83
V	2253	0.98	1	2210,67
VI	486	1.01	1	490,67
VII	246	1.02	1	251,67
VIII	31	1.01	1	31,17

Sumber : Hasil Perhitungan AADT

Keterangan :

V_{24} = jumlah kendaraan dalam 24 jam hari yang dipilih (kend./hari)

DF = *Daily Factor* (faktor hari)

MF = *Monthly Factor* (faktor bulan)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan staff dinas Bina Marga kabupaten Magelang pada tanggal 14 juni 2005 jumlah volume lalu lintas pada tahun 2001, tahun 2002, dan tahun 2003 pada ruas jalan Blabak-Keprekan dapat dilihat pada tabel 5.6 sampai dengan tabel 5.8 berikut :

Tabel 5.6 Hasil Survei Volume Lalu lintas Ruas Blabak-Keprekan Tahun 2000

Tahun	Volume lalu lintas (kend/hari/2 arah)								TOTAL (kend/hari/ 2 arah)
	Golongan Kendaraan								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2000	2157	1978	1764	486	1454	372	224	27	8462

Sumber : Bina Marga 2000

Tabel 5.7 Hasil Survei Volume Lalu lintas Ruas Blabak-Keprekan Tahun 2001

Tahun	Volume lalu lintas (kend/hari/2 arah)								TOTAL (kend/hari/ 2 arah)
	Golongan Kendaraan								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2001	2357	2197	1905	479	1781	378	224	28	9397

Sumber : Bina Marga 2003

Untuk data kendaraan golongan VII pada tahun 2001 dianggap sama atau tetap seperti pada data kendaraan golongan VII pada tahun 2000 karena data kendaraan pada golongan ini tidak tercatat pada hasil survei dinas Bina Marga Kab. Magelang untuk ruas jalan Blabak Magelang.

Tabel 5.8 Hasil Survei Volume Lalu lintas Ruas Blabak-Keprekan Tahun 2002

Tahun	Volume lalu lintas (kend/hari/2 arah)								TOTAL (kend/hari/ 2 arah)
	Golongan Kendaraan								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2002	2215	2253	1826	531	1589	398	216	25	9053

Sumber : Bina Marga 2002

Dengan menggunakan data volume lalu lintas pada tahun 2000, tahun 2001 dan tahun 2002 yang diperoleh dari dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah dan dari hasil perhitungan AADT dapat diketahui besarnya volume lalu lintas pada tahun 2005 dengan menggunakan grafik regresi linear dan grafik regresi polinomial seperti pada gambar 5.1 sampai dengan gambar 5.8 (lampiran 1). Persamaan untuk mengetahui besarnya LHR menggunakan grafik regresi polinomial.

Besarnya volume lalu lintas tahun 2005 untuk masing-masing golongan kendaraan adalah sebagai berikut :

Golongan I :

$$\begin{aligned}
 y &= 36,381x^2 - 25,729x + 2211,1 \\
 &= 36,381(5)^2 - 25,729(5) + 2211,1 \\
 &= 2991,98 \approx 2992 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan II :

$$\begin{aligned}
 y &= 13,37x^2 + 119,01x + 2002,7 \\
 &= 13,37(5)^2 + 119,01(5) + 2002,7 \\
 &= 2932 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan III :

$$\begin{aligned}
 y &= 29,292x^2 - 15,471x + 1800,3 \\
 &= 29,292(5)^2 - 15,471(5) + 1800,3 \\
 &= 2455,545 \approx 2456 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan IV :

$$\begin{aligned}
 y &= 9,9201x^2 + 0,9571x + 480,89 \\
 &= 9,9201(5)^2 - 0,9571(5) + 480,89 \\
 &= 733,678 \approx 734 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan V :

$$\begin{aligned}
 y &= 14,446x^2 + 62,43x + 1525,5 \\
 &= 14,446(5)^2 + 62,43(5) + 1525,5 \\
 &= 2198,8 \approx 2199 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan VI :

$$\begin{aligned}
 y &= 3,7387x^2 + 5,239x + 371,15 \\
 &= 3,7387(5)^2 + 5,239(5) + 371,15 \\
 &= 490,812 \approx 491 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan VII :

$$\begin{aligned}
 y &= 2,8409x^2 - 9,087x + 225,78 \\
 &= 2,8409(5)^2 - 9,087(5) + 225,78 \\
 &= 251,367 \approx 251 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

Golongan VIII :

$$\begin{aligned}
 y &= 0,4887x^2 - 1,761x + 27,649 \\
 &= 0,4887(5)^2 - 1,761(5) + 27,849 \\
 &= 31,06 \approx 31 \text{ kend./hari}
 \end{aligned}$$

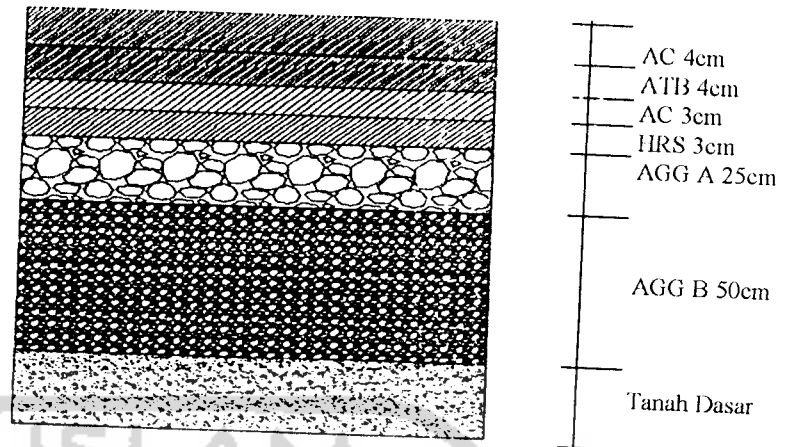
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Volume Lalu lintas Ruas Blabak-Keprekan Tahun 2005

Tahun	Volume lalu lintas (kend/hari/2 arah)								TOTAL (kend/hari/ 2 arah)
	Golongan Kendaraan								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
2005	2992	2932	2456	734	2199	491	251	31	12086

Sumber : Hasil Perhitungan Volume Lalu lintas

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 ruas jalan Magelang – Keprekan dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut :



Gambar 5.9 Struktur Perkerasan Jalan Magelang-Keprakan
 Sumber : Sub Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah

5.1.4 Pemeriksaan *Benkelman beam*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengatur cara pemberian beban roda dan mengukur gerakan vertikal pada permukaan lapis jalan, yang diakibatkan oleh beban tersebut. Posisi roda truk pada pemeriksaan *Benkelman beam* dapat dilihat pada gambar 5.10 berikut ini :



Gambar 5.10 Posisi Roda Truk Pada Pemeriksaan *Benkelman*
 Sumber : Silvia S. 1992

Hasil pemeriksaan lendutan dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut

Tabel 5.10 Hasil Pemeriksaan Lendutan Balik Jalan.

Stasiun	Lendutan Posisi Truk Pada		
	d1 (0,0 m)	d2 (0,40 m)	d3 (6,0 m)
7+000	0	35	65
7+100	0	29	63
7+100	0	25	65
7+300	0	31	64
7+400	0	33	58
7+500	0	28	60
7+600	0	37	63
7+700	0	35	56
7+800	0	23	61
7+900	0	29	58
8+000	0	31	60
8+100	0	29	60
8+200	0	32	62
8+300	0	31	61
8+400	0	39	63
8+590	0	36	68

Sumber : Hasil pemeriksaan *Benkelman Beam*

5.1.5 Pemeriksaan CBR Lapangan Tanah Dasar dengan DCP

Pada pemeriksaan ini dimaksudkan untuk diketahui nilai CBR lapangan tanah dasar secara langsung ditempat.

Contoh perhitungan :

$$\Delta D(\text{cm}) = (\text{Dial awal} - \text{Dial 2})$$

$$= (110 - 92)$$

$$= 18 \text{ cm}$$

$$\text{Penetrasi (cm)} = (\Delta D1 + \Delta D2)$$

$$= (0 + 18)$$

$$= 18 \text{ cm}$$

Nilai CBR yang mewakili dihitung pada tabel 5.11 sampai dengan tabel 5.17 berikut :

Tabel 5.11. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 7+000

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Dial awal (cm)	110	92	88	72	65	53	50	49	48	48
Penetrasi(cm)	0	18	22	38	45	57	60	61	62	62
ΔD (cm)	0	18	4	16	7	12	3	1	1	0
CBR (%)	9,2%									

Sumber : Hasil pengujian lapangan

Tabel 5.12. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 7+250

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Dial awal (cm)	114,5	104	92,5	84,5	79,5	64,5	54,5	51,5	50	49	48
Penetrasi(cm)	0	10,5	22	30	35	50	60	63	64,5	65,5	66,5
ΔD (cm)	0	10,5	11,5	8	5	15	10	3	1,5	1	1
CBR (%)	11,0%										

Sumber : Hasil pengujian lapangan

Tabel 5.13. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 7+500

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Dial awal (cm)	114	105	90	79	72	46	41	35	33	33
Penetrasi(cm)	0	9	24	35	42	68	73	79	81	81
ΔD (cm)	0	9	15	11	7	26	5	6	2	0
CBR (%)	8,5%									

Sumber : Hasil pengujian lapangan

Tabel 5.14. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 7+750

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Dial awal (cm)	114	104	86	82	65	60	55	52	49	47	47
Penetrasi(cm)	0	10	28	32	49	54	59	62	65	67	67
ΔD (cm)	0	10	18	4	17	5	5	3	3	2	0
CBR (%)	9,8%										

Sumber : Hasil pengujian lapangan

Tabel 5.15. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 8+000

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Dial awal (cm)	114	109	96	76	60	44	30	24	22	21	20,5	20
Penetrasi(cm)	0	5	18	38	54	70	84	90	92	93	93,5	94
ΔD (cm)	0	5	13	20	16	16	14	6	2	1	0,5	0.5
CBR (%)	7,5%											

Sumber : Hasil pengujian lapangan

Tabel 5.16. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 8+250

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Dial awal (cm)	113	94	88	84	75	70	61	46	33	32	32
Penetrasi(cm)	0	19	25	29	38	43	52	67	80	81	81
ΔD (cm)	0	19	6	4	9	5	9	15	13	1	0
CBR (%)	13,0%										

Sumber : Hasil pengujian lapangan

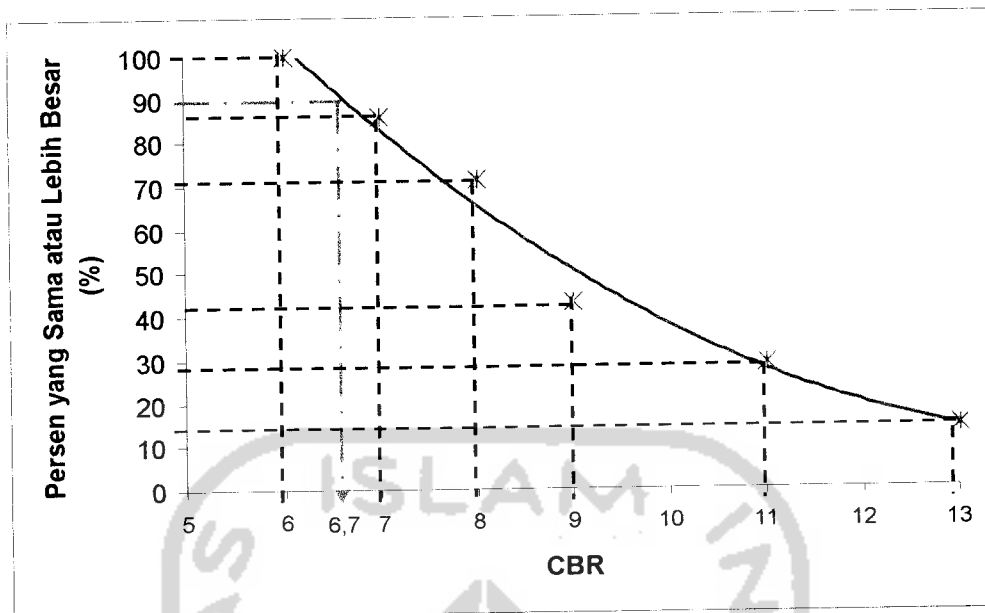
Tabel 5.17. Hasil Uji CBR tanah dasar lapangan dengan DCP pada Sta. 8+590

Jml. Pukulan	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Dial awal (cm)	114	105	84	66	52	44	39	34	34	34
Penetrasi(cm)	0	9	30	48	62	70	75	80	80	80
ΔD (cm)	0	9	21	18	14	8	5	5	0	0
CBR (%)	6,2%									

Sumber : Hasil pengujian lapangan

5.1.6 Analisis *Subgrade* Berdasarkan Nilai CBR

Hasil pengujian dengan DCP dilapangan yang dikorelasikan dengan CBR, didapat nilai CBR sebesar 9,2%, 11%, 8,5%, 9,8%, 7,5%, 13%, 6,2%, dari nilai CBR yang didapat dengan menggunakan grafik Penentuan Nilai CBR yang Mewakili pada gambar 3.4 diperoleh nilai CBR yang mewakili sebesar 6,7%. Sedangkan data yang diperoleh dari Sub Dinas Bina Marga Jawa Tengah untuk CBR lapangan rata-rata sebesar 4,8% dengan hasil yang lebih besar dari data Bina Marga maka struktur masih dapat menahan beban, gambar 5.11 berikut ini merupakan grafik Penentuan nilai CBR yang Mewakili untuk ruas jalan Magelang-Keprekan.



Gambar 5.11 Grafik Penentuan Nilai CBR yang Mewakili
Sumber : Bina Marga, 1987

5.1.7 Pemeriksaan Hasil *Core Drill*

Berdasarkan sampel yang diambil dengan alat *core drill*, dilakukan pengujian di laboratorium Jalan Raya FTSP UII dengan pengujian sebagai berikut.

5.1.7.1 Kepadatan Aspal Beton

Dari hasil pemeriksaan kepadatan aspal beton didapat nilai kepadatan pada tabel 5.18 berikut :

Tabel 5.18 Hasil Pemeriksaan Kepadatan Aspal Beton

Stasiun	Tebal (cm)	Berat (gram)			Volume (cm ³)	Bulk (gram/cm ³)
		Kering	Dalam air	SSD		
a	b	c	d	e	f = e-d	g = c/f
7+000	4	917	531	921	390	2,35
7+250	4	928	535	935	400	2,32
7+500	4	915	527	926	399	2,29
7+750	4	1152	628	1161	533	2,16
8+000	4	989	584	993	409	2,42
8+250	4	1037	581	1041	460	2,25
8+590	4	962	529	970	441	2,18
Rata-rata						2,28

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

5.1.7.2 Ekstraksi Aspal Beton

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk dapat mengetahui kadar aspal yang ada didalam campuran antar aspal dengan batuan (bahan perkerasan). Dari hasil pemeriksaan ekstraksi ini diperoleh data kadar aspal campuran perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 5.19 berikut :

Tabel 5.19 Hasil Uji Ekstraksi Aspal Beton

No	Stasiun	Kadar Aspal (%)	
		Hasil Uji Laboratorium	Spec AC
1	7+000	5,23	4,3 – 7,0
2	7+250	6,03	4,3 – 7,0
3	7+500	5,68	4,3 – 7,0
4	7+750	6,94	4,3 – 7,0
5	8+000	5,26	4,3 – 7,0
6	8+250	5,4	4,3 – 7,0
7	8+590	6,65	4,3 – 7,0
Rata-rata kadar aspal		5,88	4,3 – 7,0

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

5.1.7.3 Analisis Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Hasil pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada tabel 5.20 berikut :

Tabel 5.20 Hasil Analisis Saringan Agregat Setelah diekstraksi

Nomor Saringan	Hasil Penelitian (% lolos)						
	Sta. 7+000	Sta. 7+250	Sta. 7+500	Sta. 7+750	Sta. 8+000	Sta. 8+250	Sta. 8+590
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
¾"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,68	97,51
½"	95,03	95,74	90,67	94,48	93,48	89,68	92,03
3/8"	89,16	89,25	78,99	77,42	82,41	74,85	82,48
No. 4	67,28	74,83	63,00	60,20	65,07	59,03	68,35
No. 8	50,86	49,48	48,69	50,12	50,88	46,61	50,50
No. 30	30,65	34,33	32,56	31,88	29,65	32,87	30,59

Lanjutan Tabel 5.20 Hasil Analisis Saringan Agregat Setelah diekstraksi

No. 50	19,53	15,15	27,04	19,22	20,13	23,19	20,76
No. 100	9,31	8,39	11,79	8,59	8,63	10,62	14,75
No. 200	2,98	0,93	1,61	4,60	3,01	3,23	5,51
PAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

5.1.7.4 Kualitas Aspal

Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa penetrasi aspal dan titik lembek aspal yang dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Hasil pemeriksaan penetrasi aspal dapat dilihat pada tabel 5.21 dan titik lembek pada tabel 5.22 berikut :

Tabel 5.21 Hasil Penetrasi Aspal

No	Penetrasi (0,1 mm)	
	Cawan 1	Cawan 2
1	10	20
2	14	20
3	12	16
4	11	17
5	16	19
Rata-rata	12,6	18,4
	15,5	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Tabel 5.22 Titik Lembek Aspal

NO	Suhu yang diamati (°C)	
	Ring 1	Ring 2
1	63	63
Rata - rata	63	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Berdasarkan data diatas jenis aspal tersebut termasuk jenis aspal beton AC 60/70.

5.1.8 Analisis hasil *Core Drill* Aspal beton

Berdasarkan pengujian sampel yang didapat dengan alat bantu *core drill* di laboratorium FTSP Universitas Islam Indonesia didapatkan hasil penelitian

yaitu : kepadatan aspal beton, ekstraksi aspal beton, gradasi agregat, dan kualitas aspal.

Dari hasil penelitian kepadatan aspal beton didapat kepadatan aspal beton rata-rata $2,28 \text{ gr/cm}^3$. (tabel 5.18)

Untuk pemeriksaan ekstraksi aspal beton diperoleh hasil rata-rata sebesar 5,88% masih memenuhi spesifikasi AC yang ditetapkan oleh dinas Bina Marga yaitu 4,3% – 7,0%.

Pada pemeriksaan gradasi agregat dengan analisis saringan yang dilakukan dilaboratorium diperoleh hasil uji rata-rata yang tidak memenuhi spesifikasi umum agregat yang ditetapkan oleh Bina Marga. Berikut ini merupakan spesifikasi agregat yang ditetapkan oleh Bina Marga, seperti terlihat pada tabel 5.23 berikut ini :

Tabel 5.23 Spesifikasi Agregat dari Bina Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
Spesifikasi (% lolos)	100	80-100	70-90	50-70	35-50	18-29	13-23	8-16	4-10
Nilai tengah spesifikasi (% lolos)	100	90	80	60	42,5	23,5	18	12	7

Sumber : Bina Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Grafik perbandingan gradasi agregat hasil pengujian analisis saringan pada tabel 5.20 dengan spesifikasi Bina Marga tabel 5.23 dapat dilihat pada grafik gambar 5.12 sampai dengan grafik gambar 5.18 (lampiran 1).

Dari hasil perbandingan antara agregat hasil penelitian dengan spesifikasi agregat dari dinas Bina Marga, hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan spesifikasi Bina Marga sehingga apabila dibiarkan akan berpeluang terjadi

degradasi yang akan mempengaruhi kekuatan lapis perkerasan tersebut dalam menahan beban roda kendaraan yang lewat.

Dari hasil uji penetrasi aspal didapat hasil rata-rata sebesar 1,55 mm, hasil ini tidak memenuhi persyaratan dari dinas Bina Marga pada aspal yang digunakan yaitu AC 60/70, dengan penetrasi antara 60–70. Hal ini akan mengakibatkan aspal menjadi keras dan kehilangan sifat kelelehan plastis / *flow* sehingga jalan mengalami keretakan akibat beban lalu-lintas yang lewat.

Pada pengujian titik lembek terjadi pada suhu 63 °C berdasarkan spesifikasi dari Bina Marga aspal AC 60/70 mempunyai titik lembek antara 48 °C–58 °C. hal ini menunjukkan bahwa titik lembek hasil pengujian sudah tidak memenuhi spesifikasi, dan hasil ini juga menunjukkan bahwa aspal telah kehilangan sifat *flow* dan *daktailnya* sehingga aspal mengalami penurunan dalam mengikat agregat.

5.2 Perencanaan Tebal *Overlay* dengan Metode Bina Marga 1983

5.2.1 Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Lendutan Balik

Langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis tebal lapis tambahan dengan nilai lendutan balik adalah :

5.2.1.1 Menentukan Lendutan Balik Ijin Selama Pelayanan 10 tahun

Dalam menentukan lendutan balik ijin diperlukan data-data sebagai berikut :

a. Angka Pertumbuhan Lalu lintas

Untuk memprediksi volume lalu lintas yang akan datang yaitu pada akhir umur rencana dipergunakan angka pertumbuhan lalu lintas (R). Data yang digunakan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas yaitu data lalu lintas harian rata-rata tahun 2002 dan data lalu lintas harian rata-rata hasil perhitungan volume lalu lintas tahun 2005 yang dapat dilihat pada tabel 5.8 dan tabel 5.9 dengan menggunakan persamaan 3.7 Analisis pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada tabel 5.24 berikut :

Tabel 5.24 Angka Pertumbuhan Lalu lintas

Golongan Kendaraan	n	Volume Kendaraan 2002 (a)	Volume Kendaraan 2005 (b)	$R = ((b/a)^{1/n} - 1)100\%$ (%)
I	3	2215	2992	10,54
II	3	2253	2932	9,18
III	3	1826	2456	10,38
IV	3	563	734	9,24
V	3	1569	2199	11,44
VI	3	398	491	7,25
VII	3	214	252	5,46
VIII	3	25	31	7,43

Sumber : Hasil Perhitungan Angka Pertumbuhan Lalu lintas

Keterangan :

n = Jumlah tahun

R = Angka pertumbuhan lalu lintas (%)

b. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Berdasarkan tabel 3.4 koefisien distribusi kendaraan ruas jalan yang mempunyai 2 lajur 2 arah seperti Magelang – Keprekan Sta. 7+000 sampai dengan Sta. 8+590 besarnya koefisien distribusi kendaraan adalah :

Kendaraan ringan dengan berat total < 5 ton $C = 0,5$

Kendaraan berat dengan berat total > 5 ton $C = 0,5$

c. Angka Ekuivalen (Unit Equivalen 18 Kips Single Axle Load)

UE 18 KSAL (Unit Equivalen 18 Kips Single Axle Load) dapat dilihat pada tabel 3.2.

d. Lintas Equivalen Permulaan (LEP)

Lintas equivalen permulaan dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.10. berikut merupakan contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 2992 \times 0,5 \times 0,0004 \\ &= 0,5984 \end{aligned}$$

Hasil analisis lintas ekuivalen permulaan pada jalan dapat dilihat pada tabel 5.25 berikut :

Tabel 5.25 Nilai LEP berdasarkan LHR Tahun 2005

Golongan Kendaraan	LHR	Koefisien Distribusi Kendaraan C	Angka Ekuivalen E	Lintas Ekuivalen Permulaan LEP
I	2992	0.5	0,0004	0,5984
II	2932	0.5	0,0004	0,5864
III	2456	0.5	0,0004	0,4912
IV	733	0.5	0,3006	110,1699
V	2211	0.5	0,2174	240,3357
VI	491	0.5	5,0264	1233,9812
VII	252	0.5	2,7416	345,4416
VIII	31	0.5	4,928	76,384
TOTAL				2007,9884

Sumber : Hasil Perhitungan Nilai LEP

e. Faktor Umur Rencana (N)

Untuk umur rencana (n) = 10 tahun dengan angka pertumbuhan lalu lintas seperti yang ada pada tabel 5.23 maka faktor umur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.6. berikut ini merupakan contoh perhitungan faktor umur rencana untuk kendaraan golongan i :

$$N = \frac{1}{2} \left\{ 1 + (1 + 10,54\%)^{10} + 2(1 + 10,54\%) \frac{(1 + 10,54\%)^{10-1} - 1}{10,54\%} \right\}$$

$$= 17,22$$

Faktor umur rencana dapat dilihat pada tabel 5.26 berikut ini :

Tabel 5.26 Faktor Umur Rencana

Golongan Kendaraan	n	R (%)	N
I	10	10,54	17,22
II	10	9,18	16,03
III	10	10,38	17,07
IV	10	9,24	16,08
V	10	11,44	18,06
VI	10	7,25	14,49
VII	10	5,46	13,20
VIII	10	7,43	14,62

Sumber : Hasil Perhitungan Faktor Umur Rencana

Keterangan :

n = umur rencana (tahun)

R = angka Pertumbuhan lalu lintas (%)

N = faktor umur rencana sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

f. *Accumulativ Equivalent 18 Kips Single Axle Load (AE 18 KSAL).*

Dengan data LEP dan faktor umur rencana (N) pada jalan dapat ditentukan harga

AE 18 KSAL dengan menggunakan persamaan 3.9. berikut merupakan contoh perhitungan untuk kendaraan golongan I :

$$\begin{aligned} \text{AE 18 KSAL} &= \text{LEP} \times \text{N} \times \text{Hari} \\ &= 0,5984 \times 17,22 \times 365 \\ &= 3760,67459 \end{aligned}$$

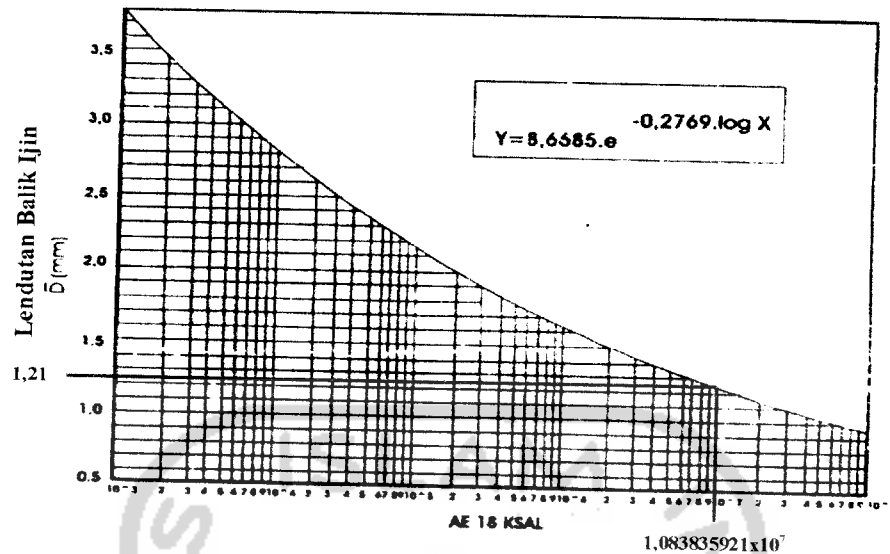
Hasil analisis perhitungan AE 18 KSAL dapat dilihat pada tabel 5.27 berikut :

Tabel 5.27 Hasil Perhitungan AE 18 KSAL

Golongan Kendaraan	Lintas Ekuivalen Permulaan LEP	Faktor Umur Rencana N	Hari	AE 18 KSAL
I	0,5984	17,22	365	3760,676453
II	0,5864	16,03	365	3430,449998
II	0,4912	17,07	365	3061,003759
IV	110,1699	16,08	365	646531,2896
V	240,3357	18,06	365	1584045,535
VI	1233,9812	14,49	365	6525205,013
VII	345,4416	13,20	365	1664603,102
VIII	76,384	14,62	365	407722,1436
TOTAL				10838359,21

Sumber : Hasil Perhitungan AE 18 KSAL

Dari nilai AE 18 KSAL pada tiap jalur yang didapat maka, dengan menggunakan grafik Penentuan Defleksi yang diijinkan metode Bina Marga 1983 pada gambar 3.7 didapat lendutan yang diijinkan untuk nilai AE 18 KSAL $1,083835921 \times 10^7$ adalah sebesar 1.21 mm



Gambar 5.19 Grafik Penentuan Nilai Defleksi yang Dijinkan Metode Bina Marga 1983 Pada Ruas Jalan Magelang-Keprekan
Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.1.2 Faktor Regional

Pengukuran dilakukan pada saat akhir musim penghujan sehingga diambil faktor air tanah (C) = 1, sedangkan faktor temperatur pada saat pengukuran didapat temperatur lapis permukaan (t_p) rata-rata adalah sebesar 42°C dengan tebal lapis permukaan 15 cm. Nilai temperatur tengah dan temperatur bawah diperoleh dari grafik *Temperatur Udara Rata-rata Ditambah Temperatur Lapis Permukaan* pada gambar 3.6 adalah sebesar 39°C untuk temperatur tengah dan 36°C untuk temperatur bawah. Temperatur rata-rata permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.11.

$$\begin{aligned}
 tr &= 1/3 (t_p + t_t + t_b) \\
 &= 1/3 (42 + 39 + 36) \\
 &= 39 ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Faktor pengaruh temperatur (ft) diperoleh dari grafik *penyesuaian temperature* pada gambar 3.5. Berdasarkan temperatur rata-rata lapis permukaan (tr) didapat faktor penyesuaian temperatur sebesar 0.97

5.2.1.3 Menentukan Harga Lendutan Balik Jalan

Harga lendutan balik dihitung dengan menggunakan data dari tabel 5.10 berdasarkan persamaan 3.12. Berikut ini merupakan contoh perhitungan lendutan balik pada stasiun 7+000

$$\begin{aligned}
 \text{Lendutan balik} &= (2.d).ft.C \\
 &= (2.65). 0,97 .1 \\
 &= 1,2610 \text{ mm} \\
 \text{dengan} &= (d3-d1) \\
 &= (65-0) \\
 &= 65
 \end{aligned}$$

Keseluruhan harga lendutan balik dapat dilihat pada table 5.28 berikut :

Tabel 5.28 Tabel Harga Lendutan Balik

Stasiun	Lendutan			Tr ($^\circ\text{C}$)	ft ($^\circ\text{C}$)	C	d (mm)	Lendutan
	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)					Balik dxftxC (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
7+000	0	35	65	39	0,97	1	1,30	1,2610
7+100	0	29	63	39	0,97	1	1,26	1,2222
7+200	0	25	65	39	0,97	1	1,30	1,2610
7+300	0	31	64	39	0,97	1	1,28	1,2416
7+400	0	33	58	39	0,97	1	1,16	1,1252
7+500	0	28	60	39	0,97	1	1,20	1,1640
7+600	0	37	63	39	0,97	1	1,26	1,2222

Lanjutan Tabel 5.28 Tabel Harga Lendutan Balik

7+700	0	35	56	39	0,97	1	1,12	1,0864
7+800	0	23	61	39	0,97	1	1,22	1,1834
7+900	0	29	58	39	0,97	1	1,16	1,1252
8+000	0	31	60	39	0,97	1	1,20	1,1640
8+100	0	29	60	39	0,97	1	1,20	1,1640
8+200	0	32	62	39	0,97	1	1,24	1,2028
8+300	0	31	61	39	0,97	1	1,22	1,1834
8+400	0	39	63	39	0,97	1	1,26	1,2222
8+590	0	36	68	39	0,97	1	1,36	1,3192

Sumber : Hasil Perhitungan Harga Lendutan Balik

Keterangan :

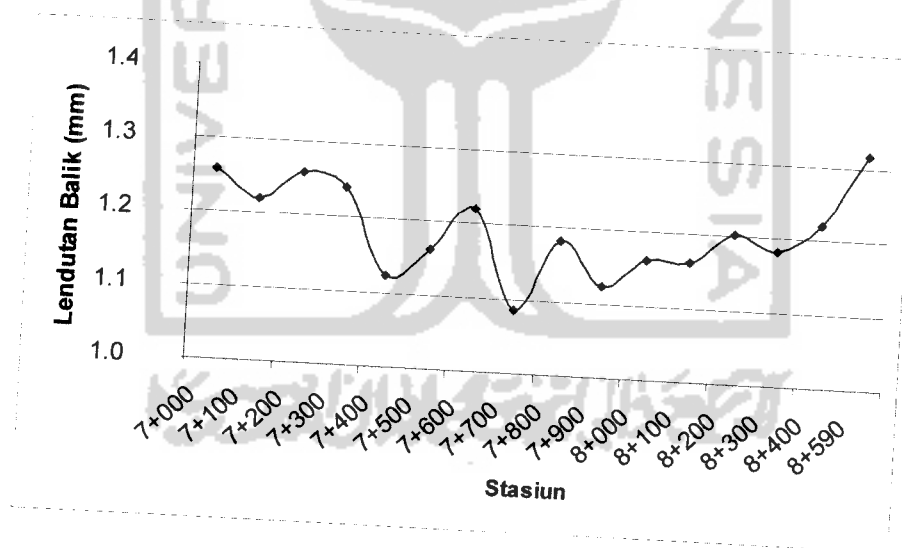
T_r = Temperatur rata-rata permukaan $^{\circ}\text{C}$

f_t = Faktor penyesuaian temperatur $^{\circ}\text{C}$

C = Faktor pengaruh air (pemeriksaan dilakukan pada musim hujan)

d = Nilai lendutan (d_3-d_1) (mm)

Dengan menggunakan nilai lendutan balik pada tabel 5.20 kolom 9 dapat digambarkan grafik lendutan balik pada gambar 5.20 berikut :



Gambar 5.20 Grafik Lendutan Balik

Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.1.4 Menentukan Segmen Jalan dan Lendutan Balik yang Mewakili Tiap Segmen

Pada perhitungan lendutan balik jalan dibagi menjadi 4 segmen. Untuk masing-masing segmen dicari harga lendutan balik yang mewakili segmen tersebut. Mengingat fungsi jalan Magelang – Keprekan sebagai jalan kolektor, maka dapat dihitung nilai lendutan balik yang mewakili seksi 1 (D) dengan persamaan 3.13.

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

$$D = \frac{\sum d}{n} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}{n(n-1)}}$$

D = Lendutan balik tiap seksi (mm)

Segmen 1 (Sta 7+000 – Sta 7+300)

Analisis lendutan balik segmen 1 digunakan data lendutan balik dari tabel 5.28 kolom 9. Hasil dari perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 1 dapat dilihat pada tabel 5.29 berikut :

Tabel 5.29 Hitungan Lendutan Balik Segmen 1

Stasiun	n	Lendutan balik (mm)	
		d	d ²
7+000	1	1,2610	1,5901
7+100	2	1,2222	1,4938
7+200	3	1,2610	1,5901
7+300	4	1,2416	1,5416
Σ	4	4,9858	6,2156

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai n, Σd, Σd² dimasukkan ke persamaan 3.13. didapat lendutan balik segmen 1 adalah sebagai berikut :

$$D = \frac{4,9858}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(6,2156) - (4,9858)^2}{4(4-1)}}$$

Lendutan balik segmen 1 (D) = 1,276912mm

Segmen 2 (Sta 7+400 – Sta 8+700)

Analisis lendutan balik segmen 2 digunakan data lendutan balik dari tabel 5.28 kolom 9. Hasil dari perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 2 dapat dilihat pada tabel 5.30 berikut :

Tabel 5.30 Hitungan Lendutan Balik Segmen 2

Stasiun	n	Lendutan balik (mm)	
		d	d ²
7+400	1	1,1252	1,2661
7+500	2	1,1640	1,3549
7+600	3	1,2222	1,4938
7+700	4	1,0864	1,1803
Σ	4	4,5978	5,2950

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai n, Σd, Σd² dimasukkan ke persamaan 3.13. didapat lendutan balik segmen 2 adalah sebagai berikut :

$$D = \frac{4,5978}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(5,2950) - (4,5978)^2}{4(4-1)}}$$

Lendutan balik segmen 2 (D) = 1,244455mm

Segmen 3 (Sta 7+800 – Sta 8+200)

Analisis lendutan balik segmen 3 digunakan data lendutan balik dari tabel 5.28 kolom 9. Hasil dari perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 3 dapat dilihat pada tabel 5.31 berikut :

Tabel 5.31 Hitungan Lendutan Balik Segmen 3

Stasiun	n	Lendutan balik (mm)	
		d	d ²
7+800	1	1,1834	1,4004
7+900	2	1,1252	1,2661
8+000	3	1,1640	1,3549
8+100	4	1,1640	1,3549
Σ	4	4,6366	5,3763

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai n, Σd, Σd² dimasukkan ke persamaan

3.13. didapat lendutan balik segmen 3 adalah sebagai berikut :

$$D = \frac{4,6366}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(5,3763) - (4,6366)^2}{4(4-1)}}$$

Lendutan balik segmen 3 (D) = 1,199184mm

Segmen 4 (Sta 8+300 – Sta 8+590)

Analisis lendutan balik segmen 4 digunakan data lendutan balik dari tabel 5.28 kolom 9. Hasil dari perhitungan lendutan balik yang mewakili segmen 4 dapat dilihat pada tabel 5.32 berikut :

Tabel 5.32 Hitungan Lendutan Balik Segmen 4

Stasiun	n	Lendutan balik (mm)	
		d	d ²
8+200	1	1,2028	1,4467
8+300	2	1,1834	1,4004
8+400	3	1,2222	1,4938
8+590	4	1,3192	1,7403
Σ	4	4,9276	6,0812

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai n, Σd, Σd² dimasukkan ke persamaan

3.13. didapat lendutan balik segmen 4 adalah sebagai berikut :

$$D = \frac{4,9276}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(6,0812) - (4,9276)^2}{4(4-1)}}$$

Lendutan balik segmen 4 (D) = 1,33082mm

5.2.1.5 Penentuan Tebal Lapis Tambahan (*overlay*)

Dari hasil perhitungan nilai lendutan setiap segmen jalan, maka perencanaan tebal lapis keras tambahan dapat dilakukan pada 3 segmen yaitu segmen 1, 2, 4.

Untuk segmen 3 lendutan yang terjadi lebih kecil dari lendutan yang diijinkan.

Perancangan tebal overlay segmen 1 :

Lendutan ijin = 1,21 mm

Lendutan balik segmen = 1,276 mm

Dengan menggunakan grafik pada gambar 3.5 dapat ditentukan tebal lapis tambahan berdasarkan data diatas, yaitu setebal 5 cm dengan jenis aspal AC.

Perancangan tebal overlay segmen 2 :

Lendutan ijin = 1,21 mm

Lendutan balik segmen = 1,244 mm

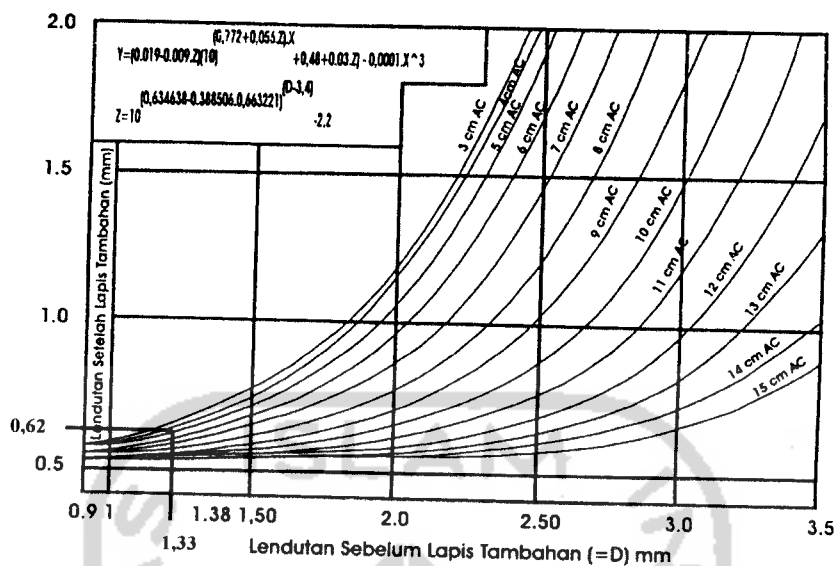
Dengan menggunakan grafik pada gambar 3.5 dapat ditentukan tebal lapis tambahan berdasarkan data diatas, yaitu setebal 5 cm dengan jenis aspal AC.

Perancangan tebal overlay segmen 4 :

Lendutan ijin = 1,21 mm

Lendutan balik segmen = 1,33 mm

Dengan menggunakan grafik pada gambar 3.5 dapat ditentukan tebal lapis tambahan berdasarkan data diatas, yaitu setebal 5 cm dengan jenis aspal AC.



Gambar 5.12 Grafik Penentuan Tebal Overlay Metode Bina Marga 1983 pada Ruas Jalan Magelang-Keprekan

Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.2 Analisis Tebal Lapis Tambahan dengan Kemiringan Titik Belok

Langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis tebal lapis tambahan dengan kemiringan titik belok adalah :

5.2.2.1 Menentukan harga kemiringan Titik Belok

Harga kemiringan titik belok dapat dihitung dengan persamaan 3.15 dengan menggunakan data pada tabel 5.10. berikut ini merupakan contoh perhitungan harga kemiringan titik belok pada stasiun 7+000

$$\begin{aligned}
 \text{Kemiringan titik belok} &= (2 \cdot t_g) \cdot f_t \cdot C \\
 &= (2 \cdot 0,0875) \cdot 0,97 \cdot 1 \\
 &= 0,001698
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dengan } tg &= \frac{d2 - d1}{x} \\ &= \frac{35 - 0}{400} \\ &= 0,0875 \end{aligned}$$

Harga kemiringan titik belok tiap titik pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 5.33 berikut :

Tabel 5.33 Kemiringan Titik Belok

Stasiun	Lendutan (mm)			Tr (^o C)	ft (^o C)	C	Tg (mm)	Kemiringan titik belok tgxftxC (mm)
	Posisi Truk							
	d1	d2	d3					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
7+000	0	35	65	39	0,97	1	0,175	0,001698
7+100	0	29	63	39	0,97	1	0,145	0,001407
7+100	0	25	65	39	0,97	1	0,125	0,001213
7+300	0	31	64	39	0,97	1	0,155	0,001504
7+400	0	33	58	39	0,97	1	0,165	0,001601
7+500	0	28	60	39	0,97	1	0,14	0,001358
7+600	0	37	63	39	0,97	1	0,185	0,001795
7+700	0	35	56	39	0,97	1	0,175	0,001698
7+800	0	23	61	39	0,97	1	0,115	0,001116
7+900	0	29	58	39	0,97	1	0,145	0,001407
8+000	0	31	60	39	0,97	1	0,155	0,001504
8+100	0	29	60	39	0,97	1	0,145	0,001407
8+200	0	32	62	39	0,97	1	0,16	0,001552
8+300	0	31	61	39	0,97	1	0,155	0,001504
8+400	0	39	63	39	0,97	1	0,195	0,001892
8+590	0	36	68	39	0,97	1	0,18	0,001746

Sumber : Hasil Perhitungan Kemiringan Titik Belok

Keterangan :

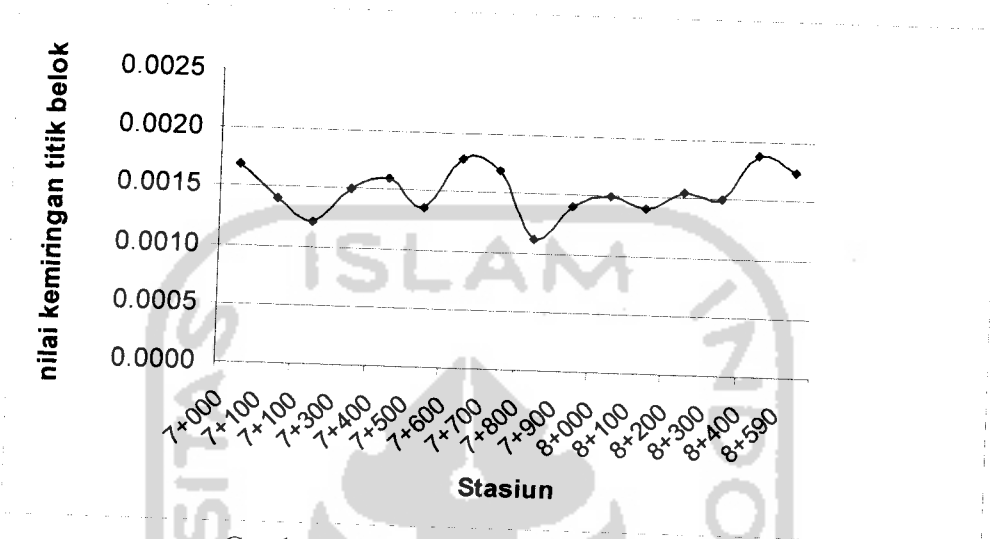
Tr = Temperatur rata-rata permukaan (^oC)

ft = Faktor penyesuaian temperature (^oC)

C = Faktor pengaruh air (pemeriksaan dilakukan pada musim hujan)

tg = Nilai lendutan (d2 - d1) (mm)

Dengan menggunakan data harga kemiringan titik belok tiap titik pemeriksaan pada tabel 5.32 dapat digambarkan grafik kemiringan titik belok pada gambar 5.22 berikut :



Gambar 5.22 Grafik Kemiringan Titik Belok
Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.2.2 Menentukan Segmen Jalan dan $\tan \theta$ yang Mewakili Segmen Jalan

Mengingat fungsi jalan Magelang – Keprekan sebagai jalan kolektor, maka dapat dihitung nilai kemiringan titik belok yang mewakili seksi 1 ($\tan \theta$) dengan persamaan 3.16.

$$Tg \theta = \tan \theta + 1,64S$$

$$Tg \theta = \frac{\sum \tan \theta}{n} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{n(\sum \tan \theta^2) - (\sum \tan \theta)^2}{n(n-1)}}$$

$Tg \theta$ = Nilai kemiringan titik belok tiap seksi

Segmen 1 (Sta 7+000 – Sta 7+300)

Analisis kemiringan titik belok segmen 1 digunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.33 kolom 9. Nilai $\tan \theta$ yang mewakili segmen 1 dapat dilihat pada tabel 5.34 berikut :

Tabel 5.34 Hasil perhitungan $\tan \theta$ segmen 1

Stasiun	n	Kemiringan titik belok	
		tg	tg ²
7+000	1	0,001698	2,88E-06
7+100	2	0,001407	1,98E-06
7+200	3	0,001213	1,47E-06
7+300	4	0,001504	2,26E-06
Σ	4	0,00582	8,59E-06

Dari hasil perhitungan diatas n, Σtg , Σtg^2 dimasukkan ke persamaan 3.16. didapat kemiringan titik belok segmen 1 adalah sebagai berikut :

$$Tg \theta = \frac{0,00582}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(8,59E-06) - (0,00582)^2}{4(4-1)}}$$

Kemiringan titik belok segmen 1 ($\tan \theta$) = 0,001786

Segmen 2 (Sta 7+400 – Sta 8+700)

Analisis kemiringan titik belok segmen 2 digunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.33 kolom 9. Nilai $\tan \theta$ yang mewakili segmen 2 dapat dilihat pada tabel 5.35 berikut :

Tabel 5.35 Hasil perhitungan $\tan \theta$ segmen 2

Stasiun	n	Kemiringan titik belok	
		tg	tg ²
7+400	1	0,001601	2,5616E-06
7+500	2	0,001358	1,84416E-06
7+600	3	0,001795	3,22023E-06
7+700	4	0,001698	2,88151E-06
Σ	4	0,006451	1,05075E-05

Dari hasil perhitungan diatas n, $\sum tg$, $\sum tg^2$ dimasukkan ke persamaan 3.16. didapat kemiringan titik belok segmen 2 adalah sebagai berikut :

$$Tg \varnothing = \frac{0,006451}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(1,05075E - 05) - (0,006451)^2}{4(4 - 1)}}$$

Kemiringan titik belok segmen 2 ($\tan \varnothing$) = 0.00192

Segmen 3 (Sta 7+800 – Sta 8+200)

Analisis kemiringan titik belok segmen 3 digunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.33 kolom 9. Nilai $\tan \varnothing$ yang mewakili segmen 3 dapat dilihat pada tabel 5.36 berikut :

Tabel 5.36 Hasil perhitungan $\tan \varnothing$ segmen 3

Stasiun	n	Kemiringan titik belok	
		tg	tg ²
7+800	1	0,001116	1,24E-06
7+900	2	0,001407	1,98E-06
8+000	3	0,001504	2,26E-06
8+100	4	0,001407	1,98E-06
Σ	4	0,005432	7,46E-06

Dari hasil perhitungan diatas n, $\sum tg$, $\sum tg^2$ dimasukkan ke persamaan 3.16. didapat kemiringan titik belok segmen 3 adalah sebagai berikut :

$$Tg \varnothing = \frac{0,005432}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(7,45E - 06) - (0,005432)^2}{4(4 - 1)}}$$

Kemiringan titik belok segmen 3 ($\tan \varnothing$) = 0,001634

Segmen 4 (Sta 8+300 – Sta 8+590)

Analisis kemiringan titik belok segmen 4 digunakan data kemiringan titik belok dari tabel 5.33 kolom 9. Nilai $\tan \varnothing$ yang mewakili segmen 4 dapat dilihat pada tabel 5.37 berikut :

Tabel 5.37 Hasil perhitungan tan θ segmen 4

Stasiun	n	Kemiringan titik belok	
		tg	tg ²
8+200	1	0,001552	2,4087E-06
8+300	2	0,001504	2,26051E-06
8+400	3	0,001892	3,57777E-06
8+590	4	0,001746	3,04852E-06
Σ	4	0,006693	1,12955E-05

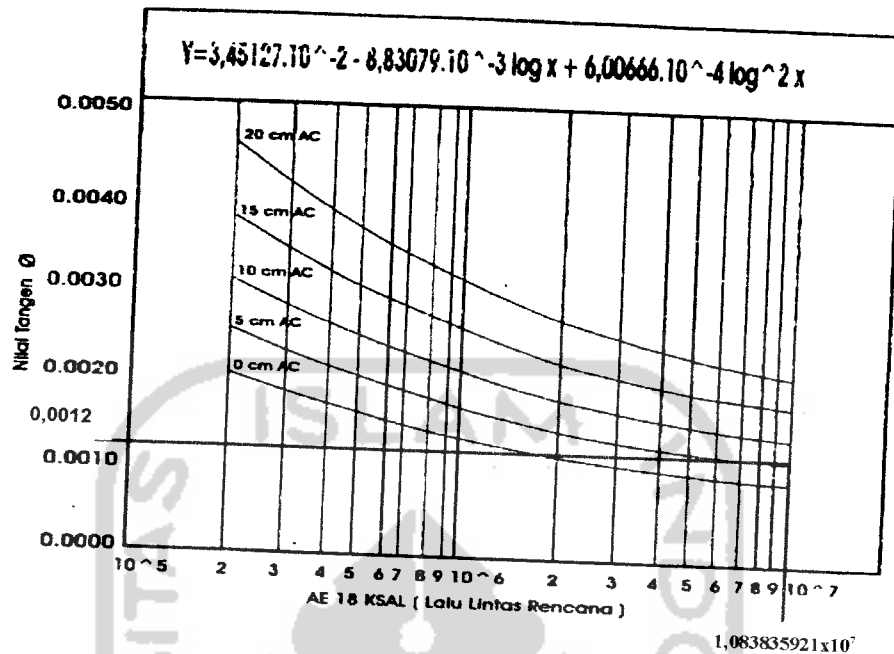
Dari hasil perhitungan diatas n, Σtg , Σtg^2 dimasukkan ke persamaan 3.16. didapat kemiringan titik belok segmen 4 adalah sebagai berikut :

$$Tg \theta = \frac{0,006693}{4} + 1,64 \cdot \sqrt{\frac{4(1,12955E-05) - (0,006693)^2}{4(4-1)}}$$

Kemiringan titik belok segmen 4 (tan θ) = 0,001967

5.2.2.3 Penentuan Tebal Lapis Tambahan

Dari hasil perhitungan lendutan balik didapatkan tebal *overlay* yang kemudian dikontrol dengan kemiringan titik belok dengan nilai AE 18 KSAL yang sama yaitu sebesar $1,160281145 \times 10^7$ dengan menggunakan grafik pada gambar 3.7 . Pada masing-masing segmen didapat nilai titik belok sehingga dapat dipilih tebal *overlay* sedemikian hingga diperoleh tan θ yang nilainya lebih kecil atau sama dengan tan θ yang terjadi. Dengan memperhatikan nilai tan θ yang terjadi maka tebal *overlay* dapat dilakukan pada segmen 1, 2 dan 4 sebesar 5 cm AC. Pada segmen 1 tan θ yang terjadi setelah *Overlay* sebesar $0,0012 < 0,001786$, untuk segmen 2 sebesar $0,0012 < 0,00192$ dan untuk segmen 4 sebesar $0,0012 < 0,001967$.



Gambar 5.23 Grafik Penentuan Tebal Overlay Berdasarkan Kemiringan Titik Belok Metode Bina Marga 1983 Pada Ruas Jalan Magelang-Keprekan

Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.3 Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan

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

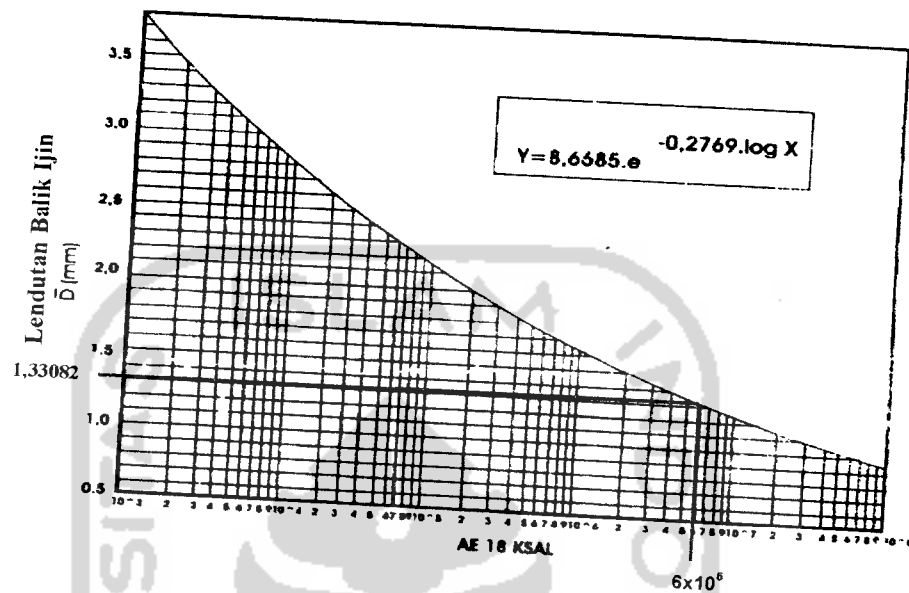
5.2.3.1 Menentukan Lendutan Balik Jalan

Lendutan balik jalan yang dipakai berdasarkan hitungan lendutan balik segmen jalan adalah sebesar 1,33082 mm

5.2.3.2 Menentukan Nilai AE 18 KSAL Kritis

Dari perhitungan lendutan tiap segmen jalan maka diperoleh harga lendutan balik sebesar 1,33082 mm. Dengan menggunakan grafik

hubungan antara lendutan balik dan AE 18 KSAL seperti pada gambar 3.7 maka didapat AE 18 KSAL kritis sebesar 6.000.000



Gambar 5.24 Grafik Penentuan Defleksi yang Dijinkan Pada Ruas Jalan Magelang-Keprekan Untuk Nilai AE 18 KSAL Kritis Metode Bina Marga 1983

Sumber : Bina Marga, 1983

5.2.3.3 Menentukan Faktor Umur Rencana

Berdasarkan nilai AE 18 KSAL kritis dan lintas ekuivalensi pada tahun 2005 maka nilai faktor umur rencana jalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.18.

$$N = \frac{AE18KSAL(kritis)}{365 \times \sum_{\text{traktor/trailer}}^{\text{Mobil penumpang}} mxUE18KSAL}$$

Sehingga diperoleh hasil nilai faktor umur rencana jalan sebesar :

$$N = \frac{6.000.000}{365 \times 2007,9884} = 8,1864$$

$$N = \frac{6.000.000}{365 \times 0,5984} = 27470,51$$

Hasil perhitungan nilai faktor umur rencana jalan untuk masing-masing golongan kendaraan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.38 Hasil Perhitungan Faktor Umur Rencana

Golongan Kendaraan	R (%)	UE 18 KSAL	N
I	10.54	0,5984	27470,51
II	9.18	0,5864	28032,67
III	10.38	0,4912	33465,71
IV	9.24	110,1699	149,2091
V	11.44	240,3357	68,39748
VI	7.25	1233,981	13,3214
VII	5.46	345,4416	47,5865
VIII	7.43	76,384	215,2068

Sumber : Hasil Perhitungan Faktor Umur Rencana

5.2.3.4 Menentukan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Dengan nilai pertumbuhan lalu lintas untuk masing-masing kendaraan seperti yang ada pada tabel 5. 24 dan faktor umur rencana yang dipakai adalah untuk kendaraan golongan VI maka umur sisa pelayanan jalan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.19.

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

berikut ini merupakan contoh perhitungan umur sisa layanan jalan untuk kendaraan golongan I :

$$n = \frac{\text{Log}\left(2 \times 13,3214 + \frac{2}{10,54\%} + 1\right) - \text{Log}\left(\frac{2}{10,54\%} + 1\right)}{\text{Log}(10,54\% + 1)}$$

$n = 5,45$ tahun atau 53 bulan 15 hari

Tabel 5.39 Umur Sisa Pelayanan

Golongan Kendaraan	R (%)	N	n (tahun)
I	10,54	13,3214	4,45
II	9,18	13,3214	4,81
III	10,38	13,3214	4,49
IV	9,24	13,3214	4,79
V	11,44	13,3214	4,24
VI	7,25	13,3214	5,40
VII	5,46	13,3214	8,07
VIII	7,43	13,3214	5,34

Sumber : Hasil Perhitungan Umur Sisa Pelayanan Jalan

Keterangan :

R = Angka Pertumbuhan Lalu lintas (%)

N = Faktor Umur Rencana

n = Umur Sisa Layanan Jalan (Tahun)

Umur sisa layanan jalan yang digunakan adalah dari kendaraan golongan VI yaitu selama 5,4 tahun atau 64 bulan 20 hari, hal ini diambil dengan memperhatikan nilai UE 18 KSAL untuk kendaraan golongan VI adalah yang terbesar yaitu sebesar 1233,981. Dengan nilai UE 18 KSAL yang terbesar maka kendaraan golongan VI memiliki daya *destructive* yang terbesar dibandingkan dengan golongan kendaraan yang lainnya.

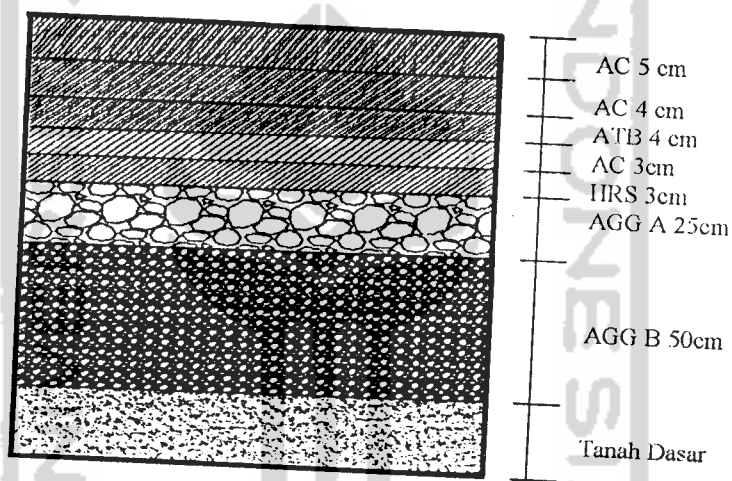
5.3 Pembahasan *Overlay*

Berdasarkan dari data hasil survey lendutan dengan menggunakan alat *Benkelman Beam* masa umur pelayanan jalan tinggal 64 bulan 20 hari sehingga perlu diberi lapis tambahan untuk dapat melayani lalu lintas hingga 10 tahun yang akan datang. Untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*) yang akan datang lendutan balik jalan tidak boleh melebihi lendutan ijin selama umur rencana.

Pengontrolan tebal overlay yang didapat dari nilai lendutan tiap segmen dilakukan dengan nilai kemiringan titik belok masing-masing segmen.

Dari perhitungan tebal lapis tambahan yang didapat dari tiap segmen untuk umur rencana selama 10 tahun yang akan datang dengan lendutan ijin sebesar 1,21 mm lapis tambahan menggunakan AC dengan tebal 5 cm.

Berikut ini merupakan tebal lapis tambahan untuk umur rencana 10 tahun yang akan datang dapat dilihat pada gambar 5.25 berikut :



Gambar 5.25 Perencanaan Tebal Lapis Keras Tambahan (*Overlay*)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan dan dilaboratorium serta pembahasan dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai CBR yang didapat dalam pemeriksaan dengan alat DCP pada ruas jalan Magelang-Keprekan sebesar 6,7% masih lebih besar dari spesifikasi dinas Bina Marga yaitu sebesar 4,8%
2. Untuk pengujian aspal, didapat kepadatan aspal 2,28 gr/cm³ dengan kadar aspal 5,88%, sedangkan pada uji penetrasi aspal didapat nilai penetrasi sebesar 1,55 mm, sedangkan spesifikasi dari Bina Marga untuk jenis aspal AC 60/70 adalah 6-7mm. Suhu pada pengujian titik lembek sebesar 63 °C mengalami peningkatan dari spesifikasi Bina Marga yang besarnya antara 48 °C-58 °C. Turunnya nilai penetrasi dan meningkatnya suhu pada pengujian titik lembek sudah tidak memenuhi spesifikasi dari Bina Marga hal ini menunjukkan bahwa aspal sudah mengalami pengerasan dari saat *overlay* terakhir pada tahun 2000 sampai pada penelitian ini dilakukan.
3. Penggunaan kadar aspal yang tidak seragam pada tiap-tiap titik menyebabkan terjadinya *bleeding* untuk kadar aspal yang berlebihan, sedangkan untuk kadar aspal yang kurang menjadikan ikatan antar agregat menjadi kurang atau jelek sehingga mudah terjadi degradasi pada

agregat sehingga jumlah agregat halus mengalami peningkatan apabila jumlah beban yang diterima besar.

4. Umur sisa layanan jalan tinggal 2,34 tahun atau 28 bulan 3 hari sehingga perlu diberi lapis tambahan untuk meningkatkan umur layanan jalan.
5. Tebal lapis tambahan untuk masa pelayanan jalan 10 tahun yang akan datang setebal 5 cm dengan jenis aspal AC dengan spesifikasi campuran no. IV.

6.2 Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka peneliti menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penanganan kerusakan jalan harus sesegera mungkin dilakukan sehingga tidak mempengaruhi kenyamanan pengguna jalan dan berpengaruh pada struktur jalan.
2. Perlu diadakan penambahan lapisan (*overlay*) pada *wearing course* untuk meningkatkan umur layanan jalan dan menambah kekuatan pada struktur jalan sampai dengan 10 tahun yang akan datang.
3. Perlu diadakan pengawasan yang cermat dan terus menerus pada pembuatan campuran aspal beton, pengujian aspal beton dan pada pelaksanaan pekerjaan *overlay* sehingga mutu campuran aspal beton dan hasil pelaksanaan pekerjaan *overlay* sesuai dengan spesifikasi pada keseragaman ukuran butiran agregat, kadar aspal, jenis aspal yang

digunakan, suhu pada saat penghamparan serta kepadatan dan ketebalan pada saat pelaksanaan *overlay*.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sofan dan Wiji Utomo, 1997, Tugas Akhir, *Studi Kasus Kerusakan Struktur Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko – Nagung, Wates, Kabupaten Kulon Progo*, Universitas Islam Indonesia. (Tidak dipublikasikan).
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983, *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam*, No. 01/MN/B/1983.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, SKBI.2.3.26.1987, UDC : 625.73 (02).
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. No. 13/PT/B/1983.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1988, *Manual Supervisi Lapangan Untuk Kontak Pemeliharaan dan Peningkatan Jalan Burda dan Burtu*.
- E. J. Yoder. 1959, *Principles Of Pavement Design*, John Wiley & Son, Inc. New York.
- Lister NW, 1972, *Deflection Criteria For Flexible Pavement*, TRRL Report. LR. 375, Berkshiro, New York
- Padmono dan Erwin Triono Jatmiko, 2004, Tugas Akhir, *Evaluasi Struktural Dan Perencanaan Tebal Overlay Perkerasan Lentur*, Universitas Islam Indonesia. (Tidak dipublikasikan).
- Shirley L. Hendarsin, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Silvia Sukirman, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sugeng Tri Wahyono dan Setiadi, 2001, Tugas Akhir, *Analisis Tebal Lapis Keras Jalan Yogyakarta – Prambanan Hingga Tahun 2010 Pasca Peningkatan Pada Tahun 2001*, Universitas Islam Indonesia. (Tidak dipublikasikan).
- Suprpto TM, 1995, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

SWEROAD In Association with Bina Karya PT. (Persero), 1994, *Indonesian Highway Capacity Manual Interurban Road and Motorways*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Umar Syarif, 2000, Tugas Akhir, *Evaluasi Perkerasan Lentur di Sepanjang Jalan KH Ahmad Dahlan Kodya Yogyakarta*, Universitas Islam Indonesia. (Tidak dipublikasikan).

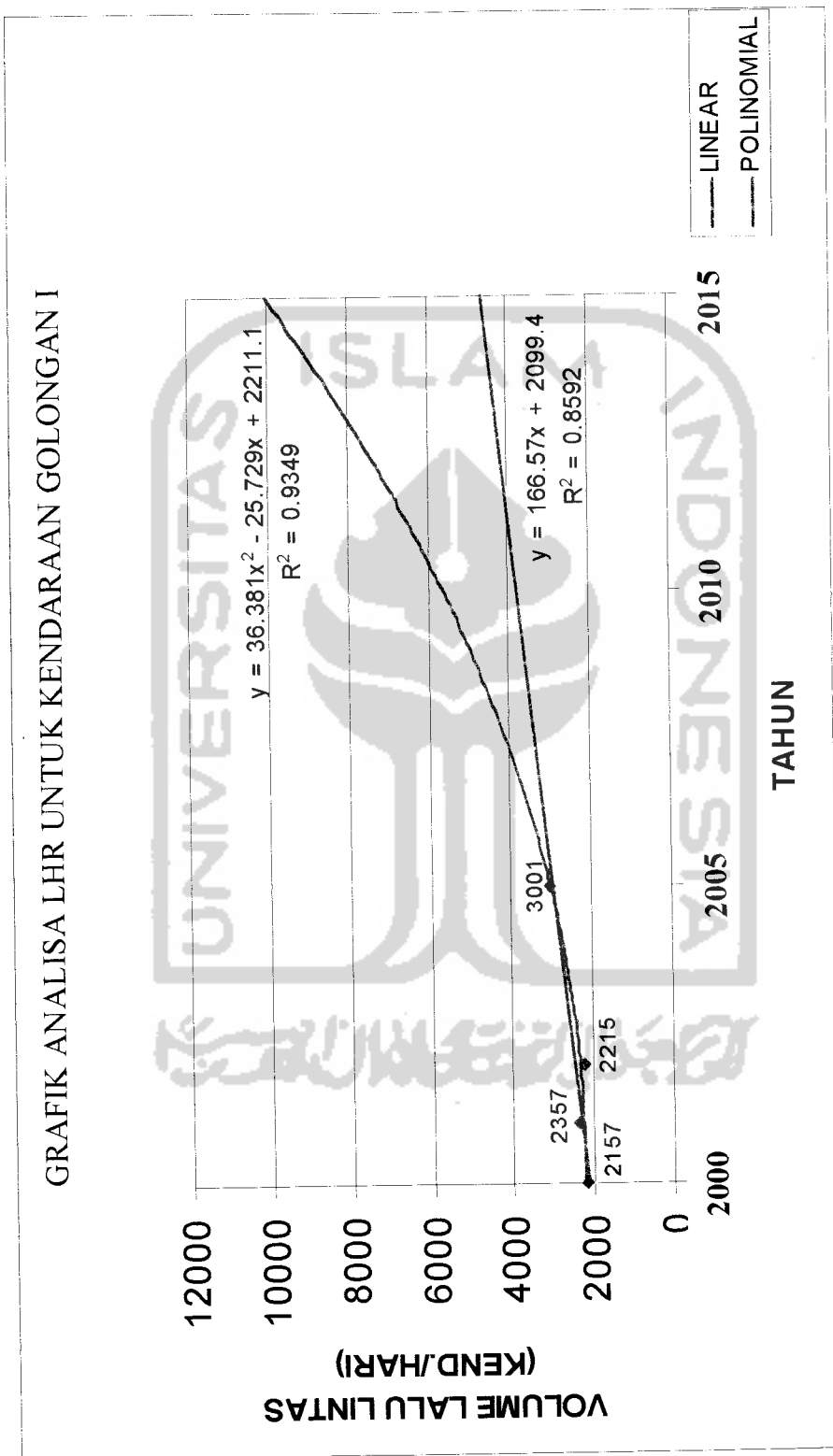
William R. Mcshane, Rober P. Roess, 1993, *Traffic Engineering*, Prentice Hall.



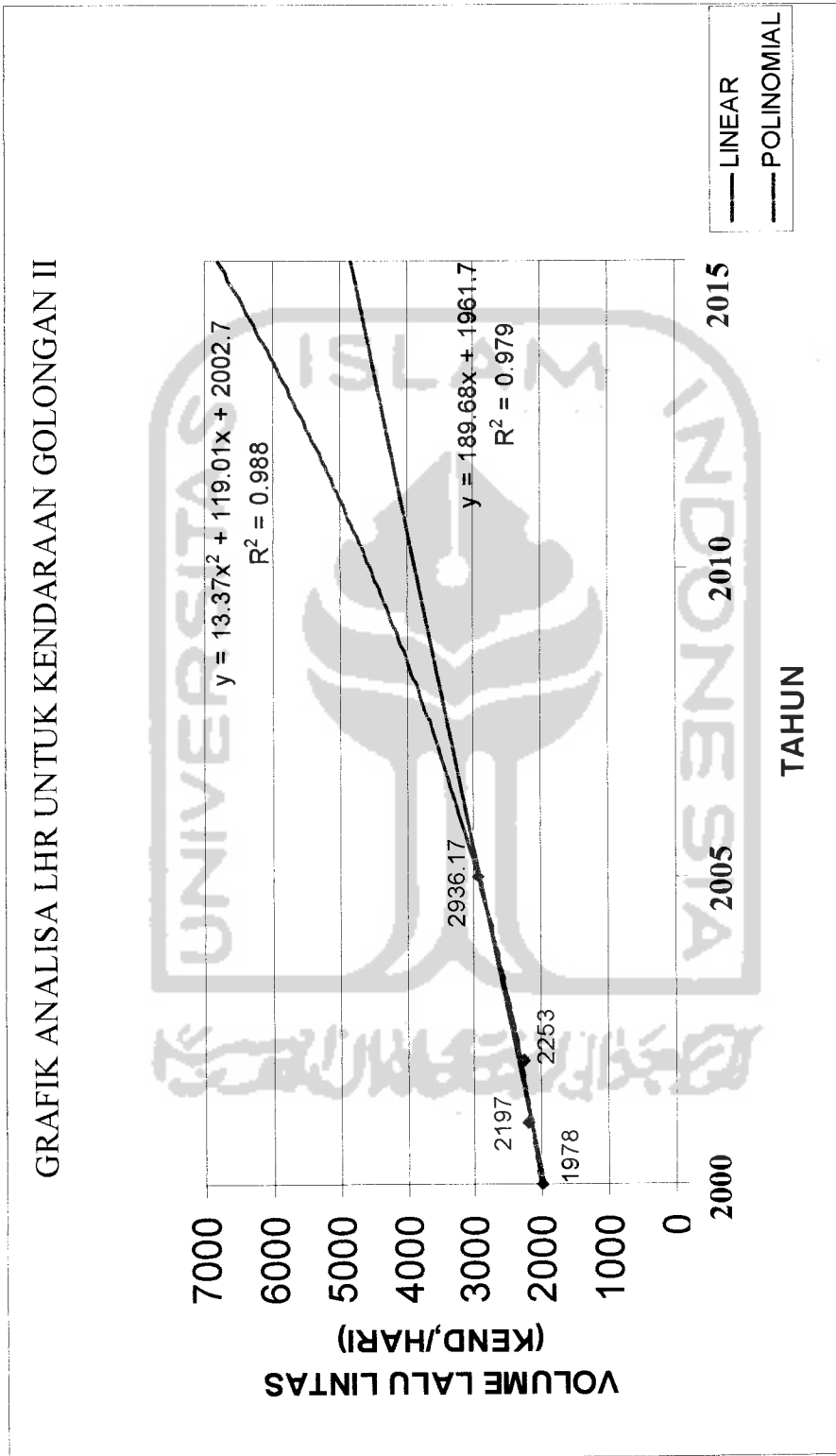
The image features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized tree or plant in the center. The word "ISLAM" is written in a semi-circle at the top, and "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides, respectively. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

LAMPIRAN 1

Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Laboratorium
dan
Grafik Analisa LHR



Gambar 5.1 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan I



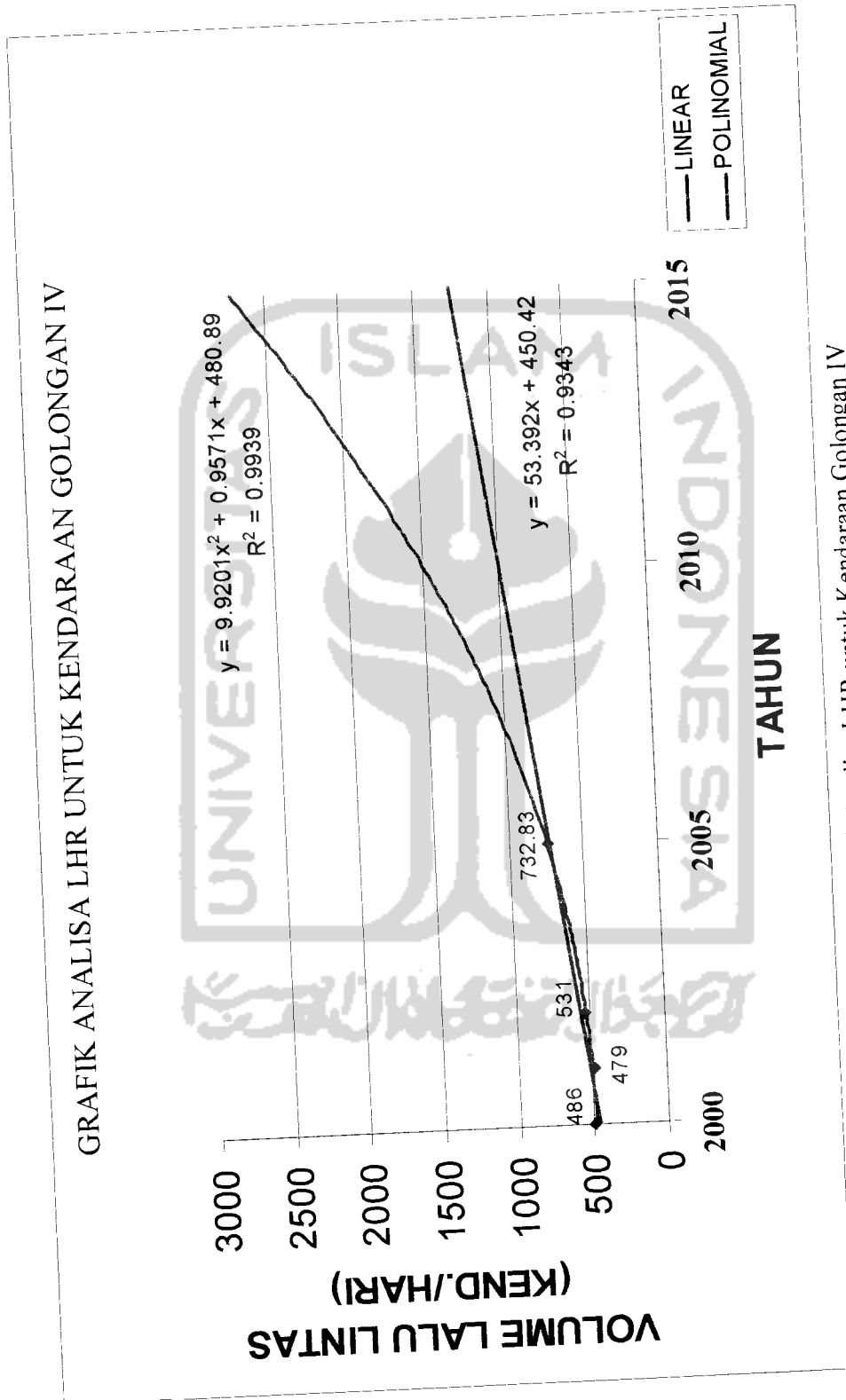
Gambar 5.2 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan II

GRAFIK ANALISA LHR UNTUK KENDARAAN GOLONGAN III



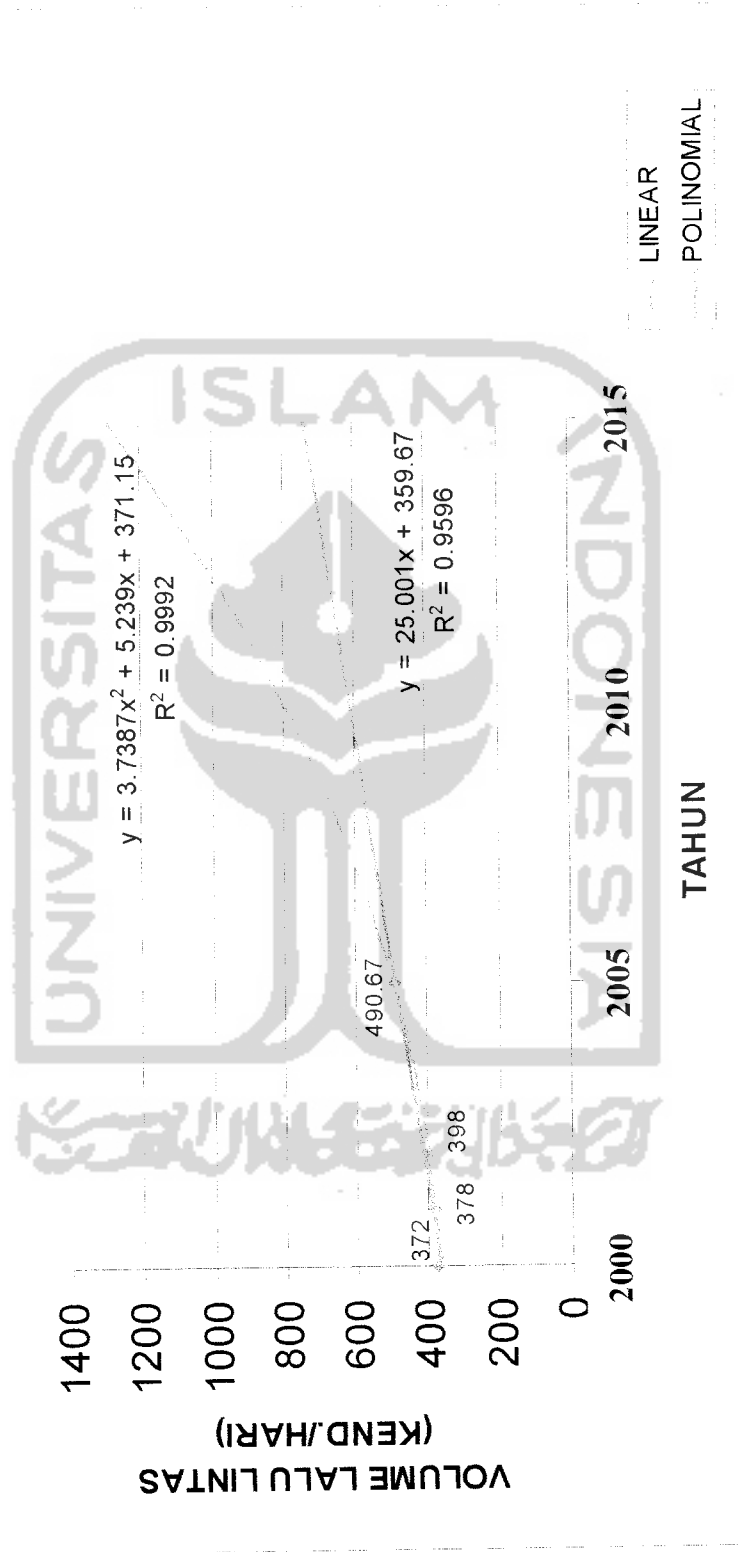
Gambar 5.3 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan III

GRAFIK ANALISA LHR UNTUK KENDARAAN GOLONGAN V

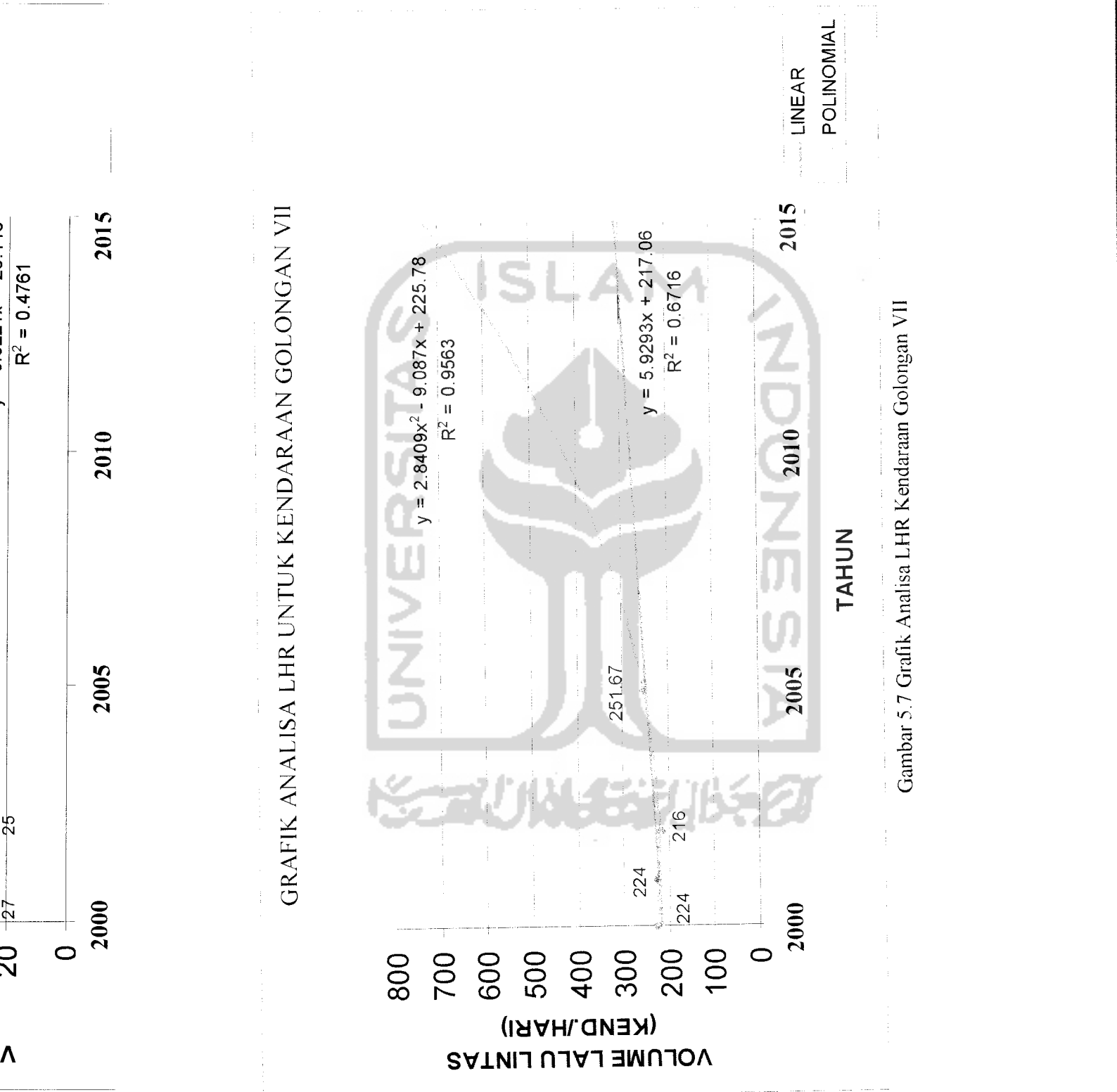


Gambar 5.4 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan IV

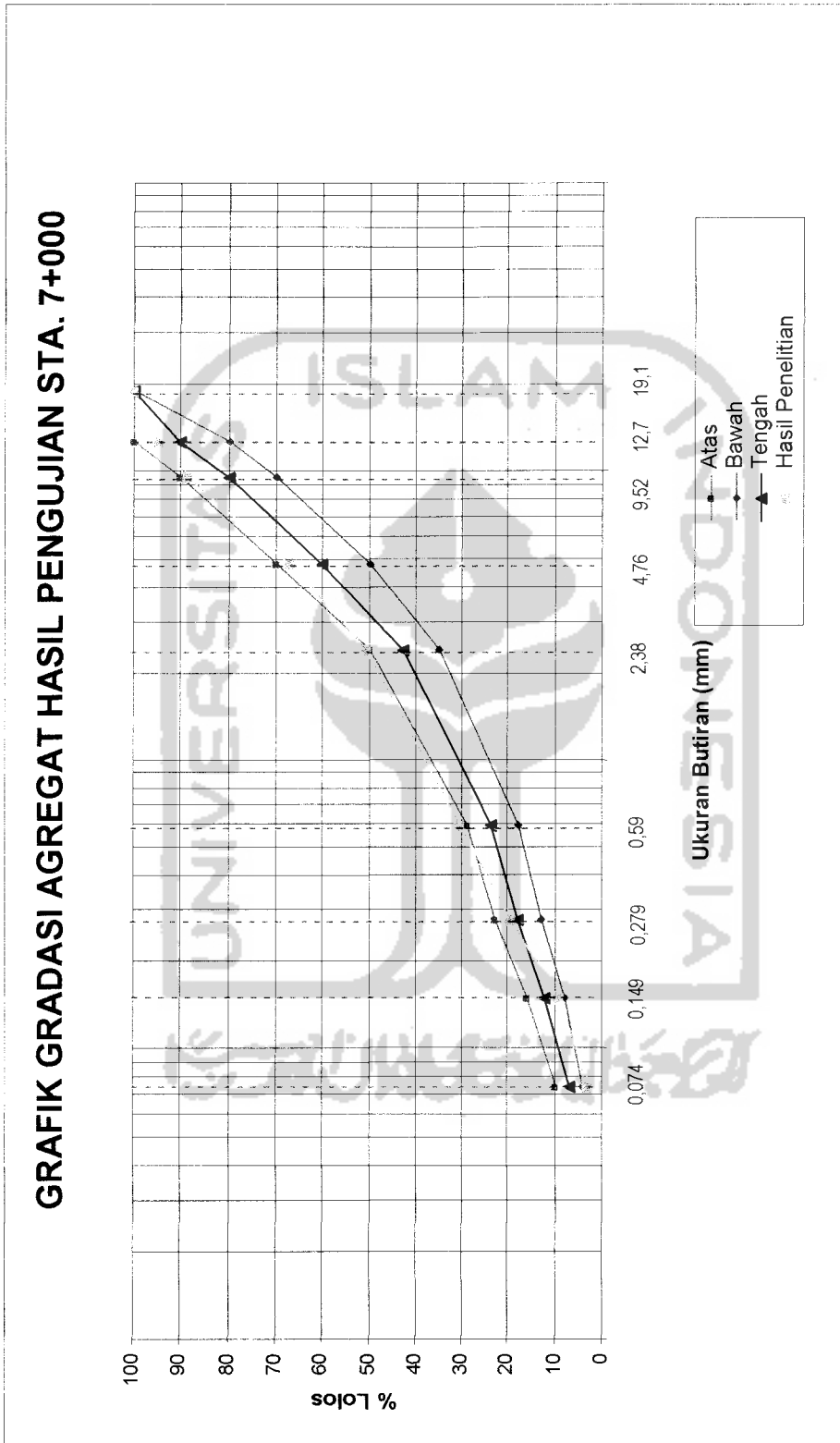
GRAFIK ANALISA LHR UNTUK KENDARAAN GOLONGAN VI



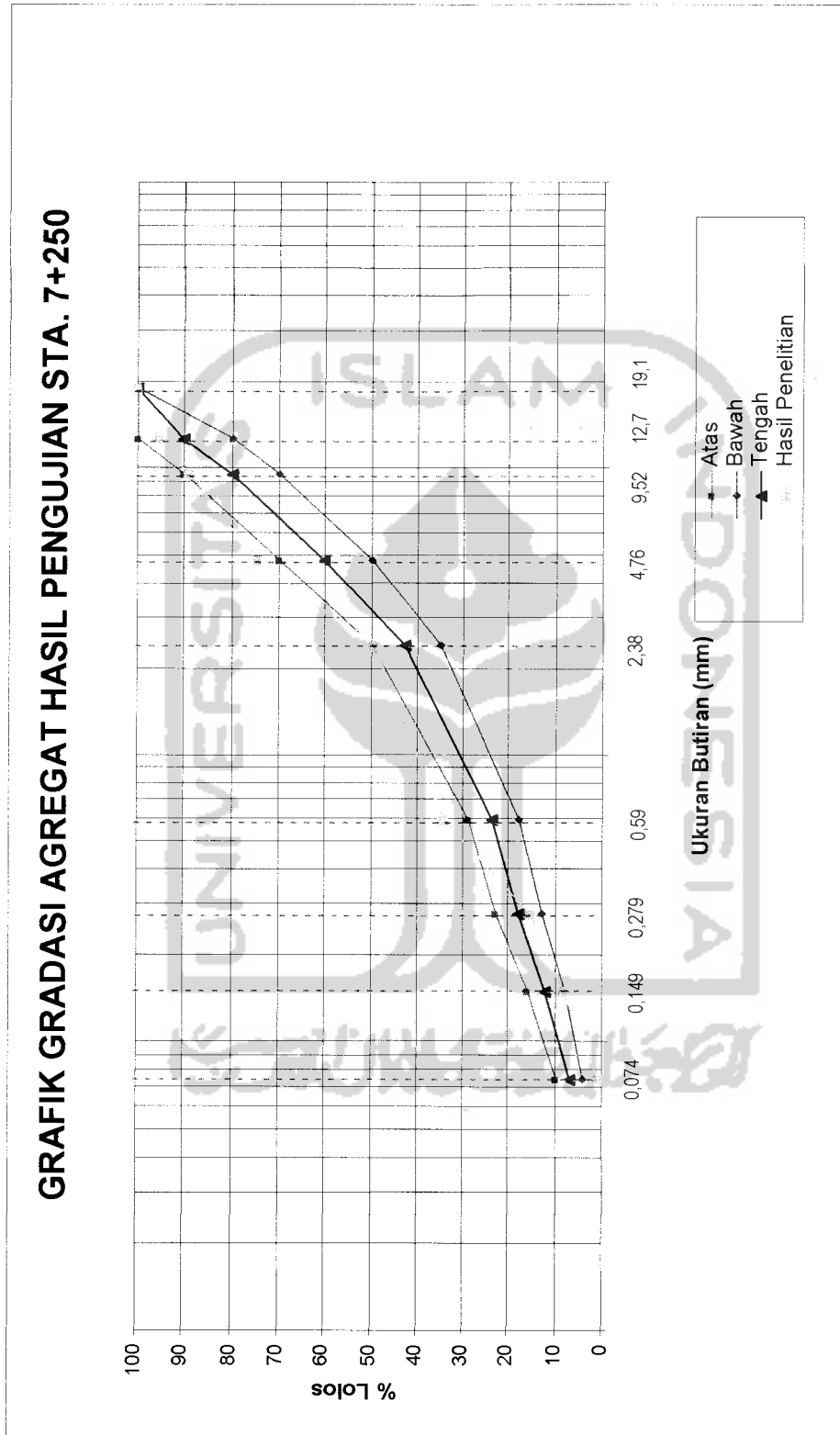
Gambar 5.6 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan VI



Gambar 5.7 Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan VII

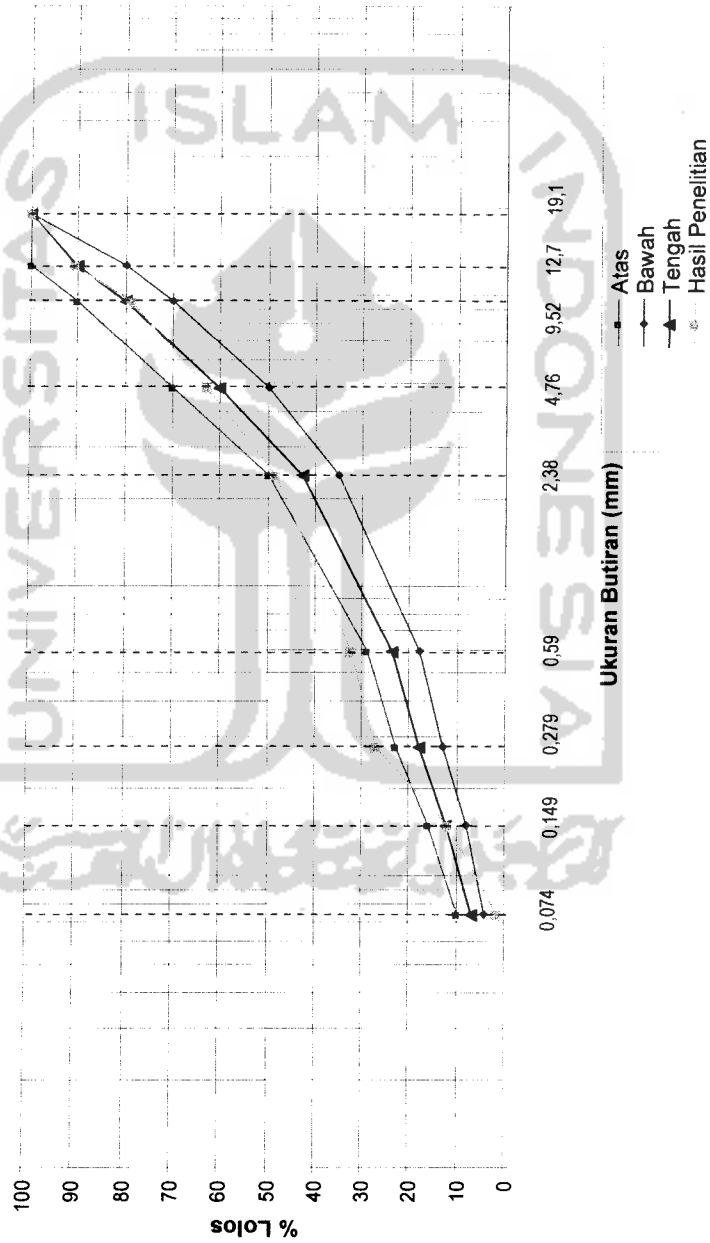


Gambar 5.12 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 7+000

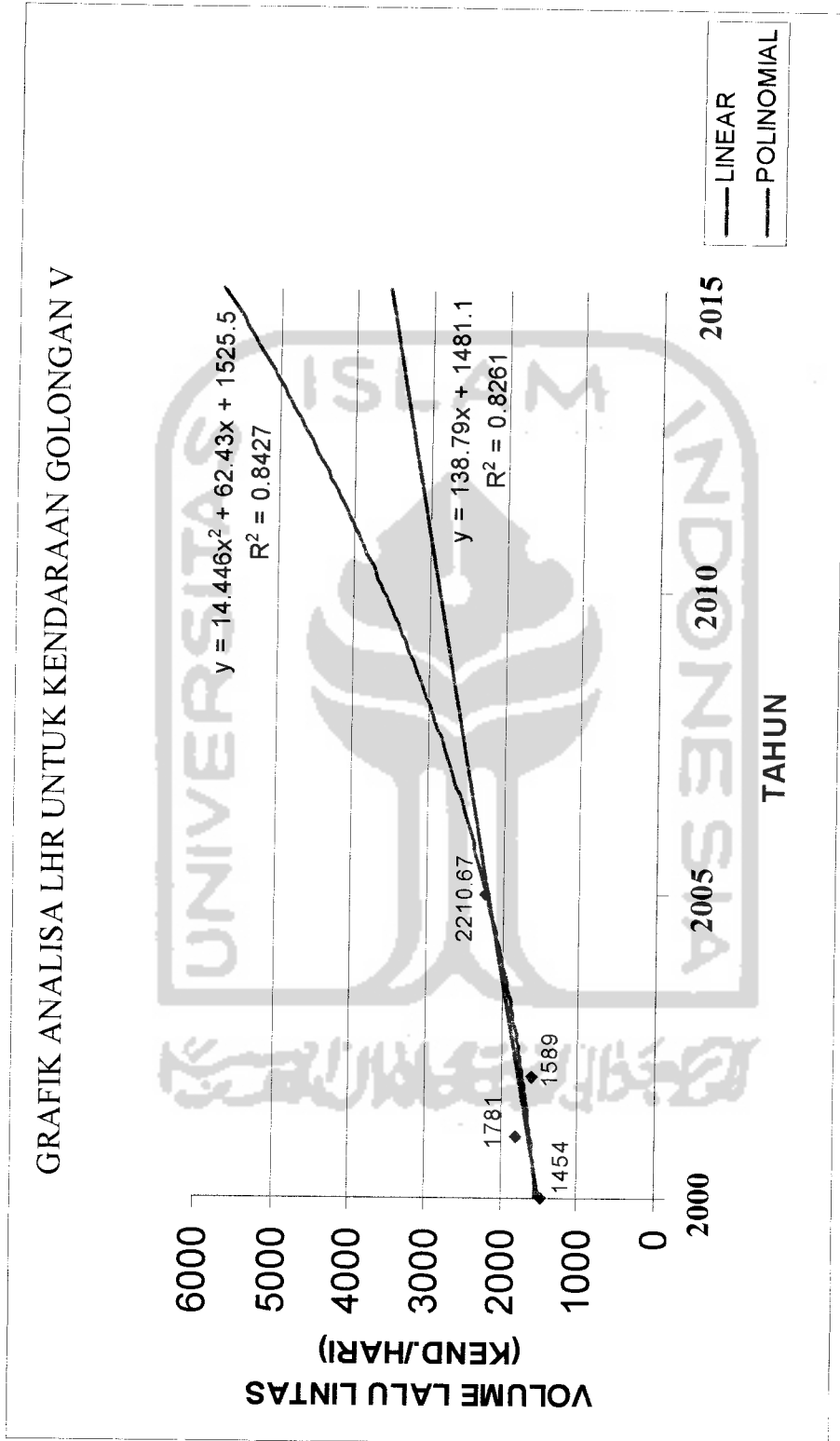


Gambar 5.13 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 7+250

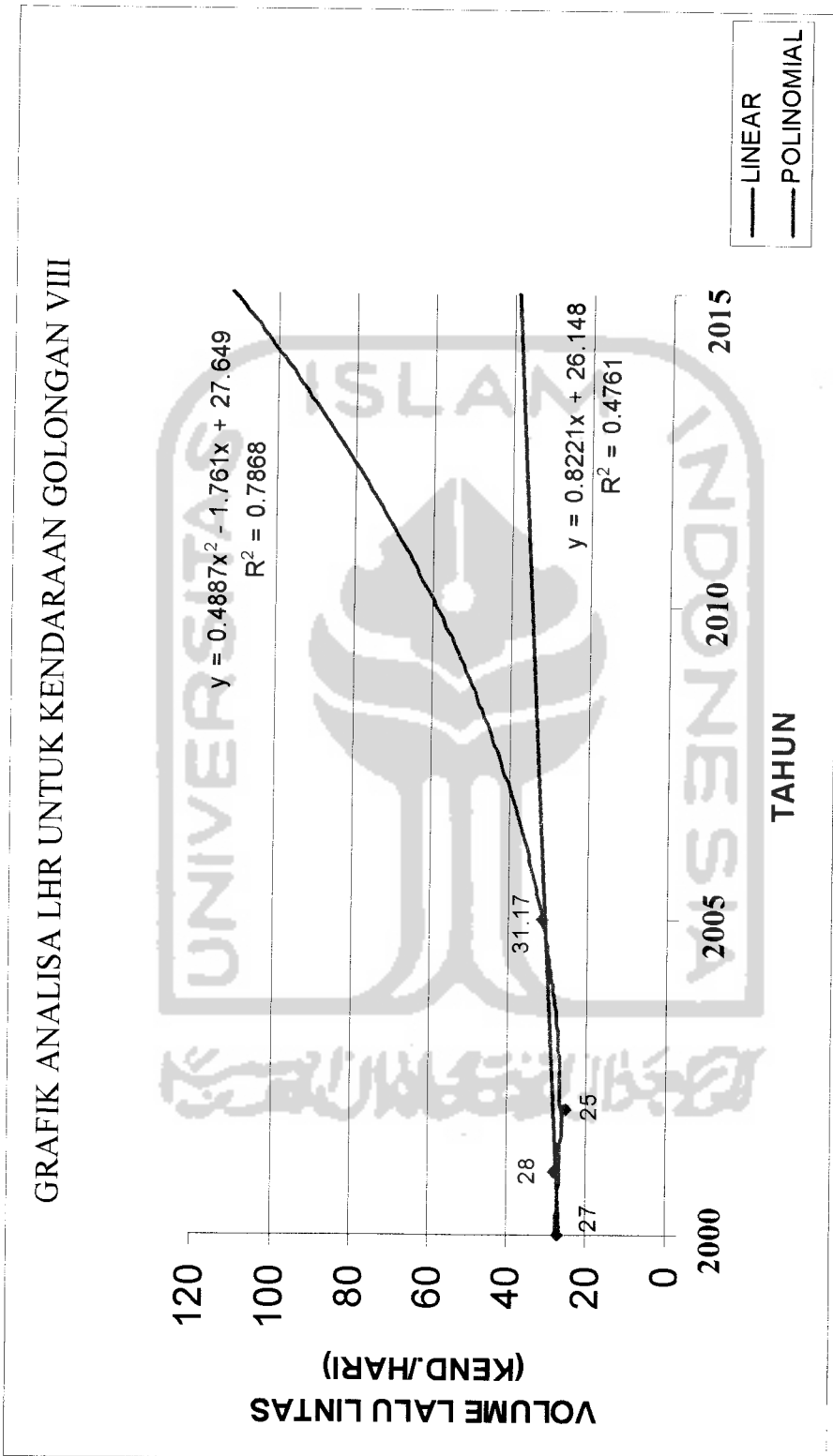
GRAFIK GRADASI AGREGAT HASIL PENGUJIAN STA. 7+500



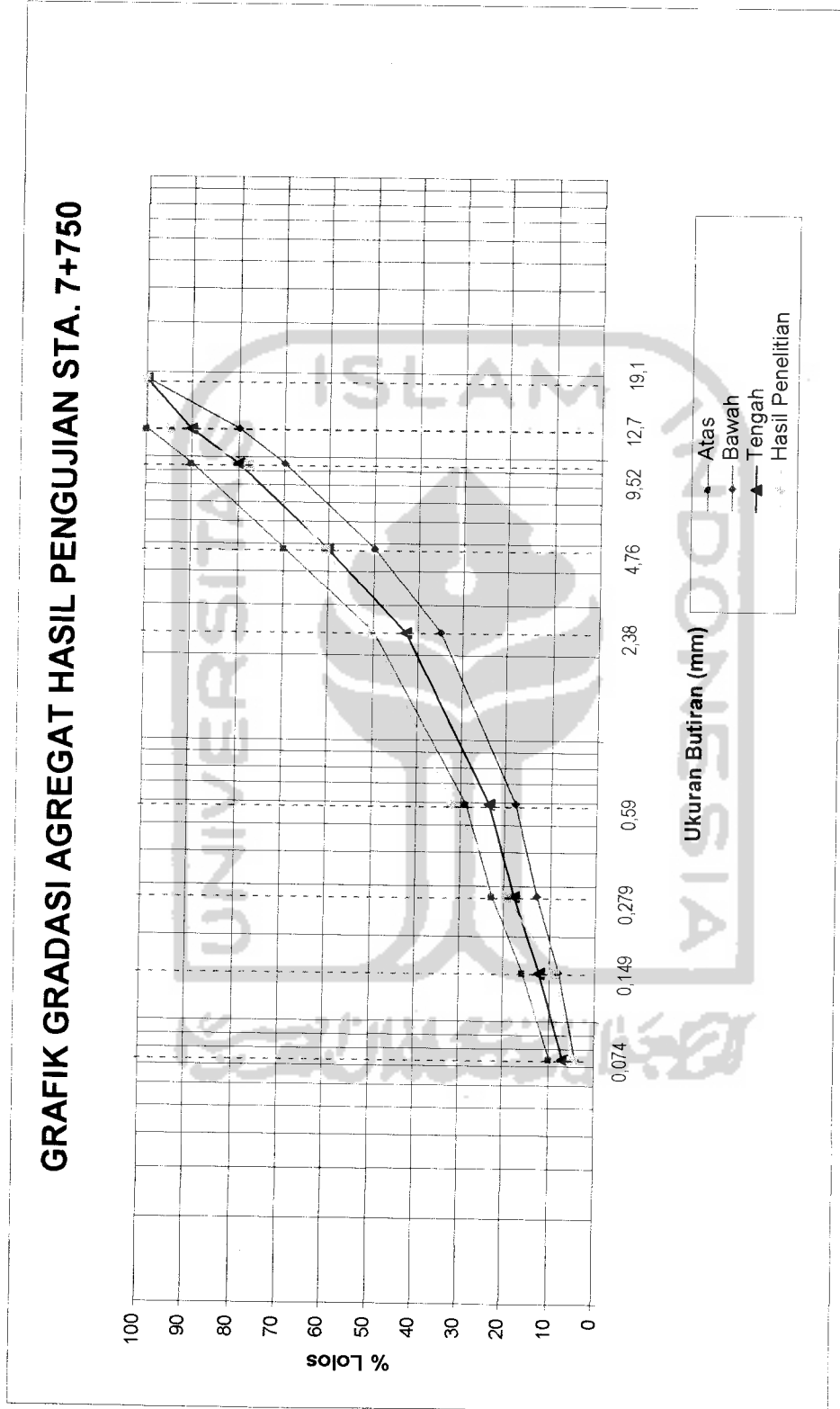
Gambar 5.14 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 7+500



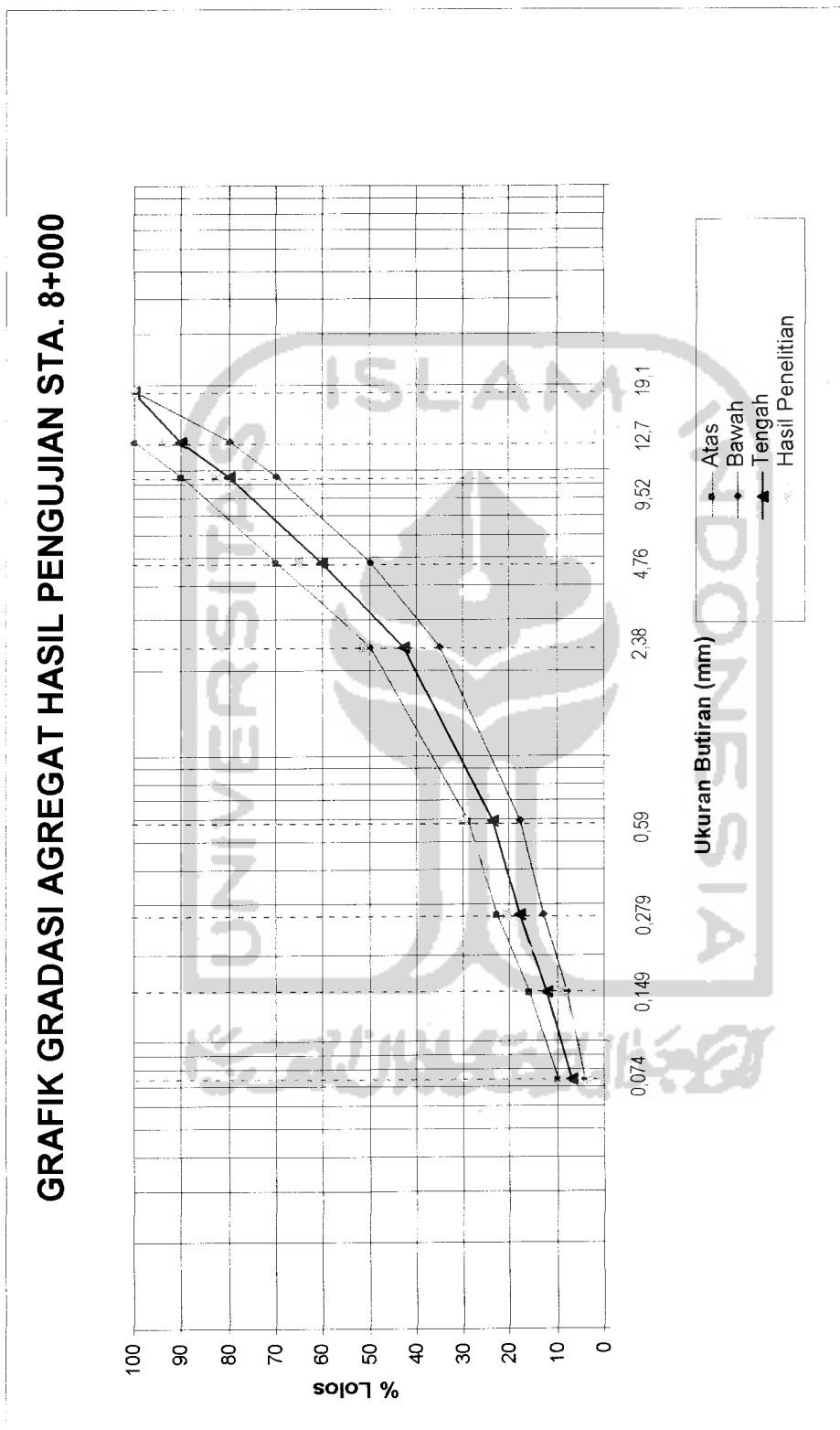
Gambar 5.5 Grafik Analisa LHR untuk Kendaraan Golongan V



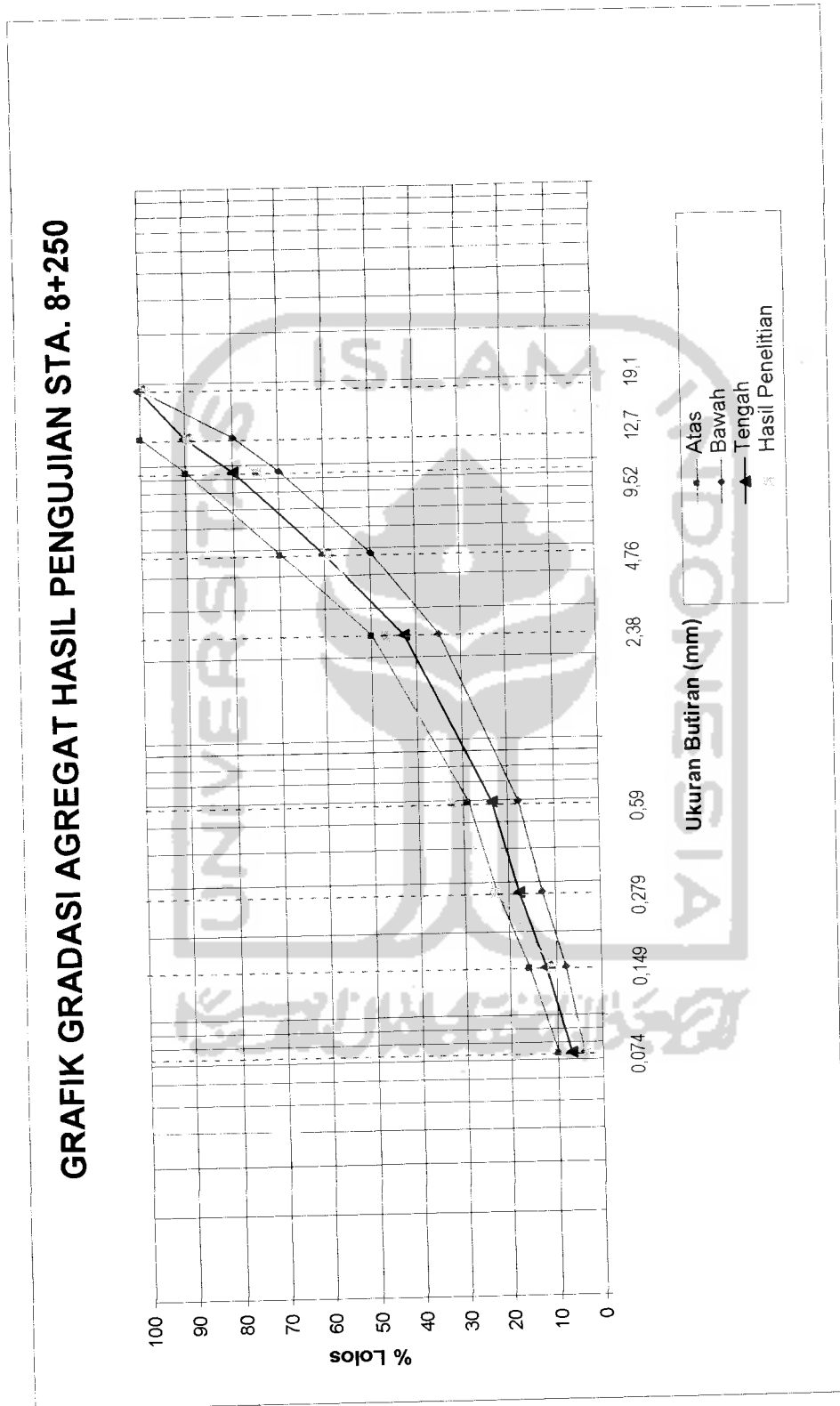
Gambar 5.8 Grafik Analisa LHR Kendaraan Golongan VIII



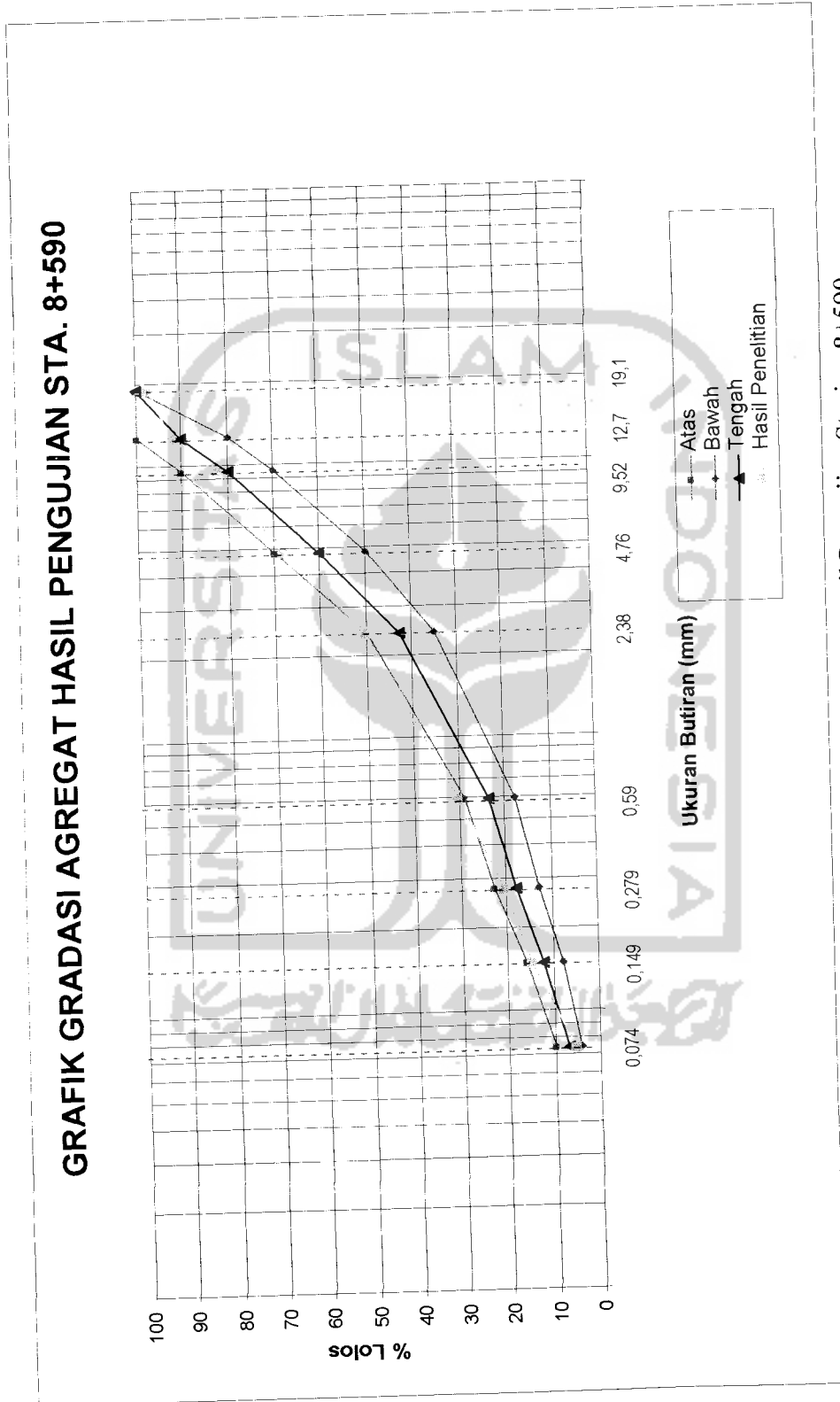
Gambar 5.15 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 7+750



Gambar 5.16 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 8+000



Gambar 5.17 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 8+250



Gambar 5.18 Grafik Gradasi Agregat Hasil Pengujian Stasiun 8+590



LAMPIRAN 2

Kerusakan Jalan



Jenis Kerusakan Yang Terjadi Pada Ruas Magelang-Keprekan
(Bergelombang) pada Km. 8+590

UNIVERSITAS INDONESIA



Jenis Kerusakan Yang Terjadi Pada Ruas Magelang-Keprekan
(Bleeding dan Retak) pada Km. 7+250



LAMPIRAN 3

Data Penelitian Beton Aspal



PEMERIKSAAN BETON ASPAL

(Ruas Jalan Magelang-Keprekan Sta. 7+000, 7+250, 7+500, 7+750, 8+000,
8+250, 8+590)

CONTOH DIAMBIL : 07/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 10.00
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo

Stasiun	Tebal (cm)	Berat (gram)			Volume (cm ³)	Bulk (gram/cm ³)
		Kering	Dalam air	SSD		
7+000	4	917	531	921	390	2.35
7+250	4	928	535	935	400	2.32
7+500	4	915	527	926	399	2.29
7+750	4	1152	628	1161	533	2.16
8+000	4	989	584	993	409	2.42
8+250	4	1037	581	1041	460	2.25
8+590	4	962	529	970	441	2.18
Rata-rata						2.28

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Signature)

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

(Signature)

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

(Signature)



EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL : 14/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 09.00
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 1
 STASIUN : 7 + 000

NO	Keterangan	Berat	Satuan
1	Berat <i>bowl</i> ekstraktor	1050	gram
2	Berat bowl aspal	917	gram
3	Berat <i>bowl</i> ekstraktor + beton aspal (1+2)	1967	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	862	gram
5	Berat kertas <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat kertas <i>filter</i> dan mineral	11	gram
7	Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6 - 5) pada kertas filter	1	gram
8	Berat tempat kosong untuk menampung endapan	222	gram
9	Berat tempat + endapan	228	gram
10	Berat endapan (9 - 8)	6	gram
11	Kadar butimen $(2 - (4+7+10)/2) \times 100\%$	5,23	%

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()




EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL : 14/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 09.00
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 3
 STASIUN : 7 + 500


NO	Keterangan	Berat	Satuan
1	Berat <i>bowl</i> ekstraktor	1050	gram
2	Berat bowl aspal	915	gram
3	Berat <i>bowl</i> ekstraktor + beton aspal (1+2)	1965	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	846	gram
5	Berat kertas <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat kertas <i>filter</i> dan mineral	11	gram
7	Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6 - 5) pada kertas filter	1	gram
8	Berat tempat kosong untuk menampung endapan	225	gram
9	Berat tempat + endapan	241	gram
10	Berat endapan (9 - 8)	16	gram
11	Kadar butimen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100\%$	5,68	%


Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Yogyakarta, 1 Maret 2005


 (Ir. Iskandar S, MT)

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256
 ()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418
 ()



EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL : 14/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 09.00
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
NOMOR CONTOH : 4
STASIUN : 7 + 750

NO	Keterangan	Berat	Satuan
1	Berat bowl ekstraktor	1051	gram
2	Berat bowl aspal	1152	gram
3	Berat bowl ekstraktor + beton aspal (1+2)	2202	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	1062	gram
5	Berat kertas filter bersih	10	gram
6	Berat kertas filter dan mineral	11	gram
7	Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6 - 5) pada kertas filter	1	gram
8	Berat tempat kosong untuk menampung endapan	225	gram
9	Berat tempat + endapan	234	gram
10	Berat endapan (9 - 8)	9	gram
11	Kadar butimen $(2 - (4+7+10)/2) \times 100\%$	6,94	%

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()



EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL : 14/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 09.00
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 6
 STASIUN : 8 + 250

NO	Keterangan	Berat	Satuan
1	Berat <i>bowl</i> ekstraktor	1050	gram
2	Berat bowl aspal	1037	gram
3	Berat <i>bowl</i> ekstraktor + beton aspal (1+2)	2087	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	974	gram
5	Berat kertas <i>filter</i> bersih	10	gram
6	Berat kertas <i>filter</i> dan mineral	12	gram
7	Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6 - 5) pada kertas filter	2	gram
8	Berat tempat kosong untuk menampung endapan	97	gram
9	Berat tempat + endapan	102	gram
10	Berat endapan (9 - 8)	5	gram
11	Kadar butimen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100\%$	5,4	%

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

2. Hadi Praptoyo 99 511 418



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL : 14/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 09.00
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 7
 STASIUN : 8 + 590

NO	Keterangan	Berat	Satuan
1	Berat bowl ekstraktor	1050	gram
2	Berat bowl aspal	962	gram
3	Berat bowl ekstraktor + beton aspal (1+2)	2012	gram
4	Berat batuan yang terekstraksi	886	gram
5	Berat kertas filter bersih	10	gram
6	Berat kertas filter dan mineral	12	gram
7	Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6 - 5) pada kertas filter	2	gram
8	Berat tempat kosong untuk menampung endapan	97	gram
9	Berat tempat + endapan	107	gram
10	Berat endapan (9 - 8)	10	gram
11	Kadar butimen $(2 - (4+7+10))/2 \times 100\%$	6,65	%

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 1
 STASIUN : 7 + 000

No	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	-	-	100	100
2	1/2"	47.17	5.47	94.53	80/100
3	3/8"	50.29	5.83	88.69	70/90
4	No. 4	187.64	21.77	66.93	50/70
5	No. 8	140.82	16.34	50.59	35/50
6	No. 30	173.28	20.1	30.49	18/29
7	No. 50	95.35	11.06	19.43	13/23
8	No. 100	87.63	10.17	9.26	8/16
9	No. 200	54.25	6.29	2.97	4/10
10	pan	25.57	2.97	0	-
11	TOTAL	862	100	-	-

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

(*[Signature]*)

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

(*[Signature]*)



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 3
 STASIUN : 7 + 500

No.	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	-	-	100	100
2	1/2"	81.42	9.62	90.38	80/100
3	3/8"	99.26	11.73	78.46	70/90
4	No. 4	134.69	15.92	62.72	50/70
5	No. 8	120.55	14.25	48.47	35/50
6	No. 30	135.82	16.05	32.42	18/29
7	No. 50	46.53	5.5	26.92	13/23
8	No. 100	128.41	15.18	11.74	8/16
9	No. 200	85.78	10.14	1.6	4/10
10	pan	13.54	1.6	0	-
11	TOTAL	846	100	-	-

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
NOMOR CONTOH : 4
STASIUN : 7 + 750

No.	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	-	-	100	100
2	1/2"	58.45	5.5	94.5	80/100
3	3/8"	180.83	17.03	77.47	70/90
4	No. 4	182.37	17.17	60.3	50/70
5	No. 8	106.84	10.06	50.24	35/50
6	No. 30	193.25	18.2	32.04	18/29
7	No. 50	134.17	12.63	19.41	13/23
8	No. 100	112.58	10.6	8.81	8/16
9	No. 200	44.79	4.22	4.59	4/10
10	pan	48.72	4.59	0	-
11	TOTAL	1062	100	-	-

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
NOMOR CONTOH : 5
STASIUN : 8 + 000

No.	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	-	-	100	100
2	1/2"	59.65	6.5	93.5	80/100
3	3/8"	101.35	11.04	82.46	70/90
4	No. 4	158.64	17.28	65.18	50/70
5	No. 8	129.87	14.15	51.03	35/50
6	No. 30	294.26	21.16	29.87	18/29
7	No. 50	87.12	9.49	20.38	13/23
8	No. 100	105.31	11.47	8.91	8/16
9	No. 200	54.29	5.91	3	4/10
10	pan	27.51	3	0	-
11	TOTAL	918	100	-	-

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Signature)

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

(*(Signature)*)

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

(*(Signature)*)



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
 NOMOR CONTOH : 6
 STASIUN : 8 + 250

No	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	13.86	1.42	98.58	100
2	1/2"	89.29	9.17	89.41	80/100
3	3/8"	144.72	14.86	74.55	70/90
4	No. 4	153.49	15.76	58.79	50/70
5	No. 8	120.52	12.37	46.42	35/50
6	No. 30	133.26	13.68	32.74	18/29
7	No. 50	93.94	9.64	23.09	13/23
8	No. 100	121.87	12.51	10.58	8/16
9	No. 200	71.76	7.37	3.21	4/10
10	pan	31.29	3.21	0	-
11	TOTAL	974	100	-	-

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

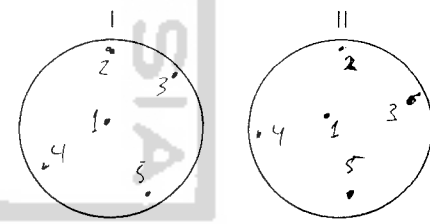
2. Hadi Praptoyo 99 511 418

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Ruas Jalan Magelang-Keprekan Sta.7+000 sampai dengan Sta.8+590
 Jenis Contoh : Aspal Beton
 Diperiksa tanggal : 17/02/2005
 Dikerjakan : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	09:30 WIB
SELESAI PEMANASAN	78 °C	10:15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	78 °C	10:15 WIB
SELESAI	32 °C	13:50 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	32 °C	13:50 WIB
SELESAI	25 °C	15:45 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	15:45 WIB
SELESAI	25 °C	16:05 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	10 mm	20 mm	
2	14 mm	20 mm	
3	12 mm	16 mm	
4	11 mm	17 mm	
5	16 mm	19 mm	

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya



(Ir. Iskandar S, MT)

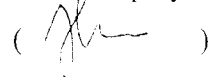
Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()

The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized tree or plant in the center. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the perimeter of the shield, and there is Arabic calligraphy at the bottom. The word 'ISLAM' is also visible at the top of the shield.

LAMPIRAN 4

Data Penelitian CBR Tanah Dasar



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
NOMOR CONTOH : 2
STASIUN : 7 + 250

No.	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (gram)
1	3/4"	-	-	100	100
2	1/2"	40.74	4.74	95.27	80/100
3	3/8"	55.62	6.46	88.81	70/90
4	No. 4	123.52	14.35	74.46	50/70
5	No. 8	217.16	25.22	49.24	35/50
6	No. 30	129.83	15.08	34.16	18/29
7	No. 50	164.3	19.08	15.08	13/23
8	No. 100	57.93	6.73	8.35	8/16
9	No. 200	63.9	7.42	0.93	4/10
10	pan	8	0.93	0	-
11	TOTAL	861	100	-	-

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

2. Hadi Praptoyo 99 511 418



ANALISA SARINGAN

CONTOH DIAMBIL : 15/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo
NOMOR CONTOH : 7
STASIUN : 8 + 590

No	Saringan	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Lewat	Spesifikasi (mm)
1	3/4"	22.98	2.59	97.41	100
2	1/2"	48.35	5.46	91.95	80/100
3	3/8"	85.39	9.64	82.31	70/90
4	No. 4	125.79	14.2	68.11	50/70
5	No. 8	157.83	17.81	50.3	35/50
6	No. 30	175.87	19.85	30.45	18/29
7	No. 50	86.71	9.79	20.65	13/23
8	No. 100	52.95	5.98	14.69	8/16
9	No. 200	81.56	9.21	5.48	4/10
10	pan	48.57	5.48	0	-
11	TOTAL	886	100	-	-

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

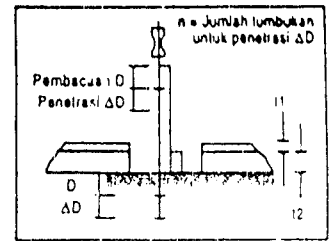


**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

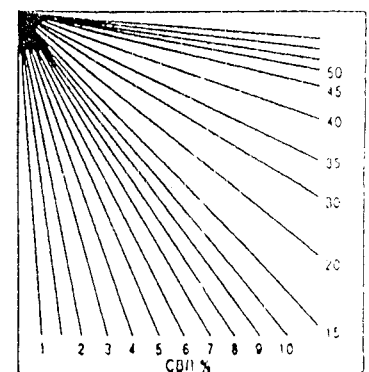
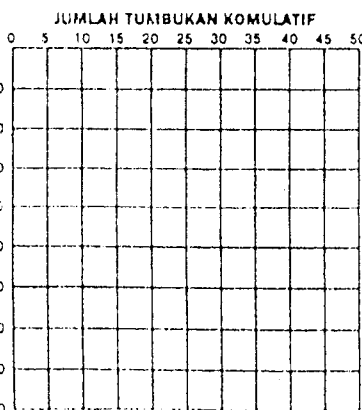
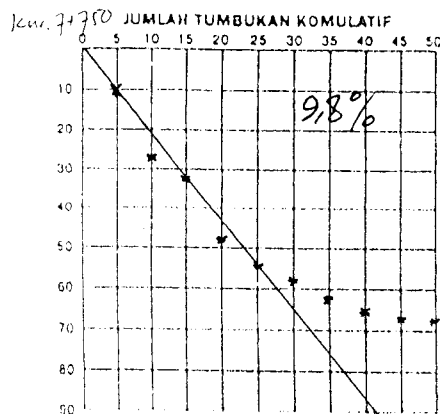
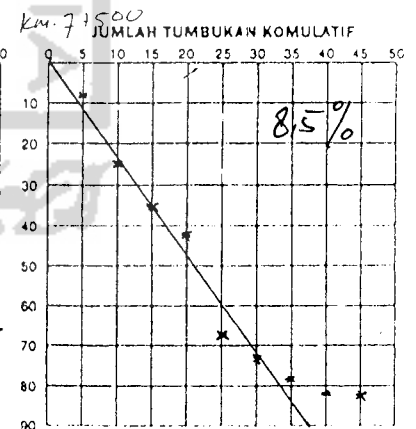
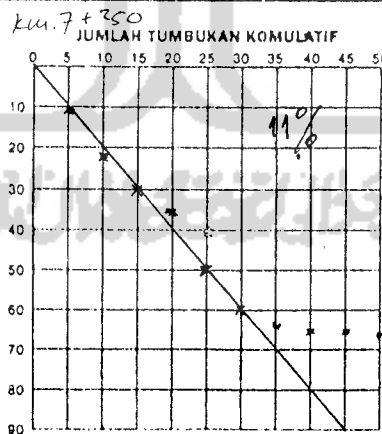
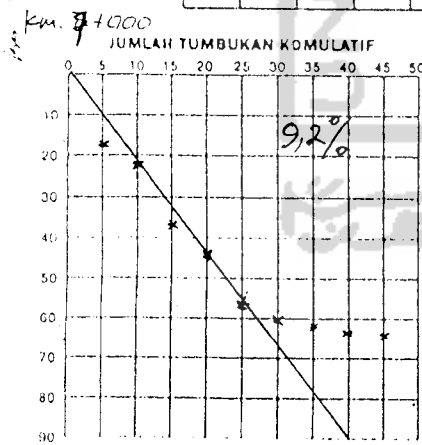
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

SCALA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

NO. RUAS	:	PROPINSI	: JATENG
NAMA RUAS	:	MAGELANG - KEPREKAN	
RBO/DBM	:		
DIUJI OLEH	:	TANGGAL PENGUJIAN	: 04/02/2005



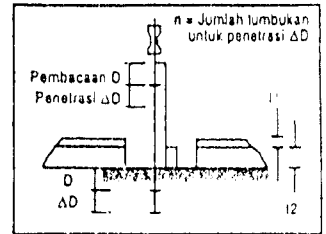
KM 7+000				KM 7+250				KM 7+500				KM 7+750			
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
TYPE	l (cm)	n	$\frac{H}{l}$	TYPE	l (cm)	n	$\frac{H}{l}$	TYPE	l (cm)	n	$\frac{H}{l}$	TYPE	l (cm)	n	$\frac{H}{l}$
AC	4			AC	4										
ATB	4			ATB	4										
AGGA	25			AGGA	25										
AGGB	50			AGGB	50										
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP
110	0	0		114,5	0	0		114	0	0		114	0	0	
92	18	18		104	10,5	10,5		105	9	9		104	10	10	
88	22	4		92,5	22	11,5		90	24	15		86	28	18	
72	38	16		84,5	30	8		79	35	11		82	32	4	
65	45	7		79,5	35	5		72	42	7		65	49	17	
53	57	12		64,5	50	15		46	68	26		60	54	5	
50	60	3		54,5	60	10		41	73	5		55	59	5	
49	61	1		51,5	63	3		35	79	6		52	62	3	
48	62	1		50	64,5	1,5		33	81	2		49	65	3	
48	62	0		49	65,5	1		33	81	0		47	67	2	
				48	66,5	1						47	67	0	



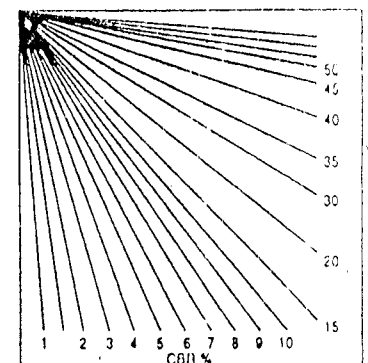
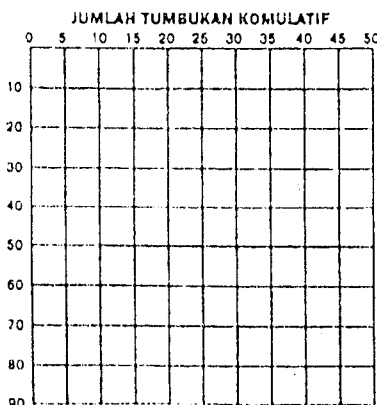
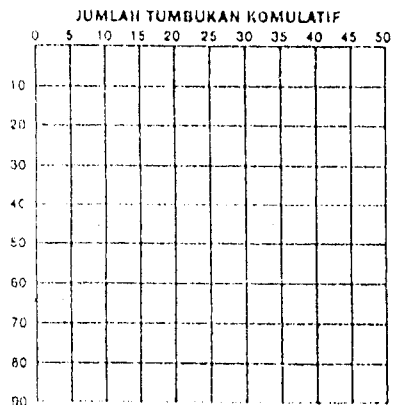
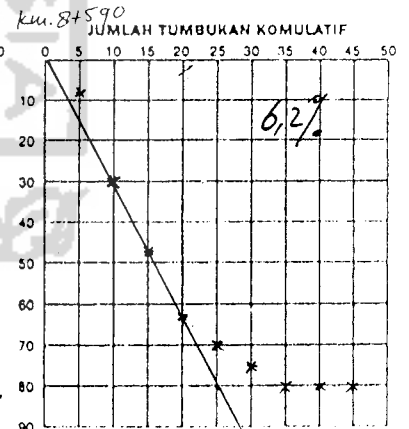
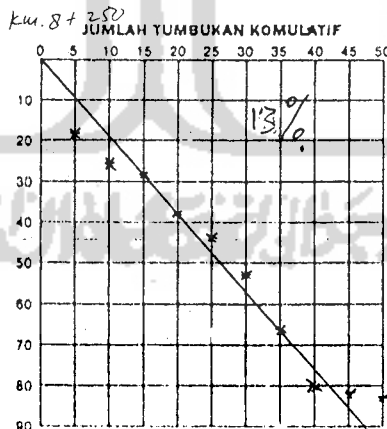
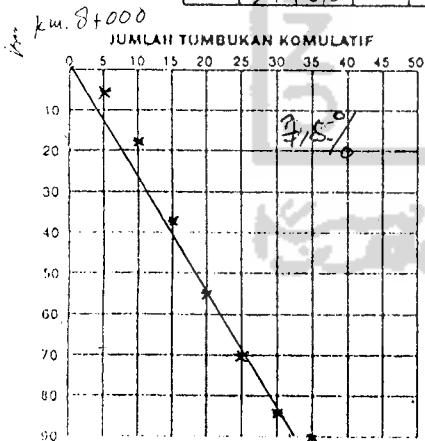


SCALA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

NO. RUAS : PROPINSI : JATENG
 NAMA RUAS : MARELANE - KEPRERAKAN
 RBO/DBM :
 DIUJI OLEH : TRI HARJO + HADI P. TANGGAL PENGUJIAN : 04/02/2005



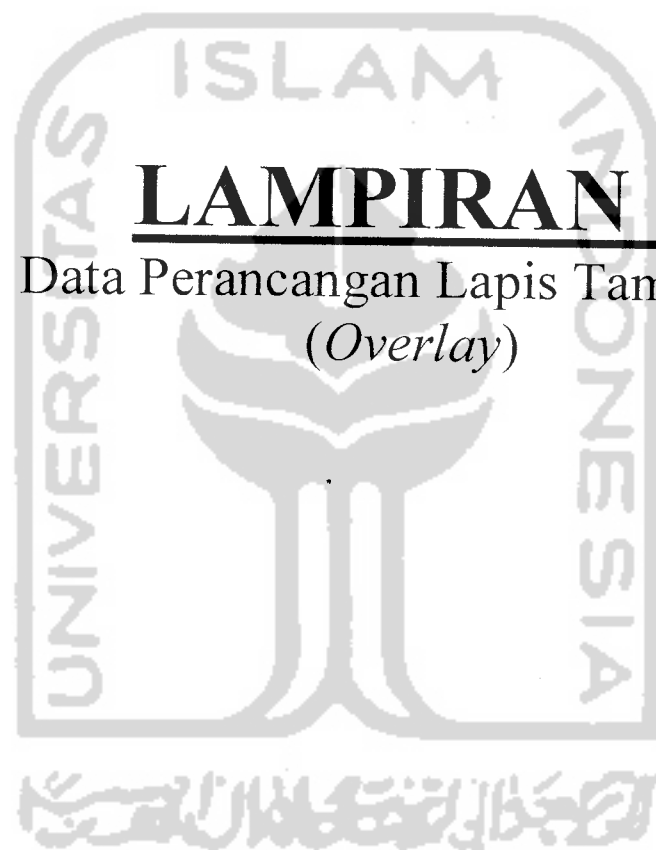
KM 8+000				KM 8+250				KM 8+590				KM +			
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
TYPE	t(cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t(cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t(cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$	TYPE	t(cm)	a	$\frac{a+t}{2.54}$
AC	4			AC	4			AC	4						
ATB	4			AC	4			AC	4						
AGGA	25			AGGA	25			AGGA	25						
AGB	50			AGB	50			AGB	50						
STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.				STRUKTURAL NO.			
A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP
114	0	0		113	0	0		114	0	0					
109	5	5		94	19	19		105	9	9					
96	18	13		88	25	6		84	30	21					
76	38	20		84	29	4		66	48	18					
60	54	16		75	38	9		52	62	14					
44	70	16		70	43	5		44	70	8					
30	84	14		61	52	9		39	75	5					
24	90	6		46	67	15		34	80	5					
22	92	2		35	80	13		34	80	0					
21	93	1		32	81	1		34	80	0					
20,5	93,5	0,5		32	81	0									
20	94	0,5													



TABEL NILAI CBR KM. MGL. 4+500 s/d 11+400

RUAS JALAN : MAGELANG – KEPREKAN
 NO. RUAS : 24.016

NILAI CBR (%)	JUMLAH	PROSENTASE (%)	KOMULATIF (%)	KESIMPULAN NILAI CBR (%)
3.20	1	1.43	100.00	4.80
3.70	1	1.43	98.57	
4.00	3	4.29	94.29	
4.50	1	1.43	92.86	
4.70	1	1.43	91.43	
5.00	2	2.86	88.57	
5.20	1	1.43	87.14	
5.30	1	1.43	85.71	
5.50	1	1.43	84.29	
5.80	1	1.43	82.86	
6.00	3	4.29	78.57	
6.20	1	1.43	77.14	
6.40	1	1.43	75.71	
6.50	2	2.86	72.86	
6.70	1	1.43	71.43	
7.00	2	2.86	68.57	
7.20	1	1.43	67.14	
7.40	1	1.43	65.71	
7.50	2	2.86	62.86	
7.70	1	1.43	61.43	
7.80	1	1.43	60.00	
8.00	3	4.29	55.71	
8.10	1	1.43	54.29	
8.50	1	1.43	52.86	
8.70	1	1.43	51.43	
8.80	1	1.43	50.00	
9.00	1	1.43	48.57	
9.30	1	1.43	47.14	
9.50	2	2.86	44.29	
10.10	1	1.43	42.86	
10.30	1	1.43	41.43	
10.40	2	2.86	38.57	
10.50	1	1.43	37.14	
10.70	1	1.43	35.71	
11.00	4	5.71	30.00	
12.00	2	2.86	27.14	
12.20	1	1.43	25.71	
12.50	2	2.86	22.86	
12.90	1	1.43	21.43	
13.00	2	2.86	18.57	
13.40	1	1.43	17.14	
13.50	2	2.86	14.29	
14.00	1	1.43	12.86	
14.50	1	1.43	11.43	
16.00	1	1.43	10.00	
16.20	1	1.43	8.57	
16.50	1	1.43	7.14	
17.00	1	1.43	5.71	
19.00	1	1.43	4.29	
20.00	1	1.43	2.86	
24.00	1	1.43	1.43	
	70	100		



LAMPIRAN 5

Data Perancangan Lapis Tambahan
(*Overlay*)



SURVEI BENKELMAN BEAM

Propinsi Jawa Tengah

(Ruas Jalan Magelang –Keprekan Sta. 7+000 sampai dengan Sta. 8+590)

CONTOH DIAMBIL : 07/02/2005
 JAM PENGAMBILAN : 10.00-14.30 WIB
 DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
 2. Hadi Praptoyo

Stasiun	Posisi Truk		
	d1 (0,0 m)	d2 (0,40 m)	d3 (6,0 m)
7+000	0	35	65
7+100	0	29	63
7+100	0	25	65
7+300	0	31	64
7+400	0	33	58
7+500	0	28	60
7+600	0	37	63
7+700	0	35	56
7+800	0	23	61
7+900	0	29	58
8+000	0	31	60
8+100	0	29	60
8+200	0	32	62
8+300	0	31	61
8+400	0	39	63
8+590	0	36	68

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()



PENGUKURAN TEMPERATUR

(Ruas Jalan Magelang –Keprekan Sta. 7+000 sampai dengan Sta. 8+590)

CONTOH DIAMBIL : 04/02/2005
JAM PENGAMBILAN : 10.00-14.30 WIB
DIKERJAKAN : 1. Tri Haryo W
2. Hadi Praptoyo

Stasiun	Temperatur (0C)	
	Temperatur Permukaan (Tp)	Temperatur Udara (Tu)
7+000	43	33
7+100	42	32
7+100	43	33
7+300	40	31
7+400	40	33
7+500	44	34
7+600	44	33
7+700	43	33
7+800	44	34
7+900	44	31
8+000	40	32
8+100	41	31
8+200	40	30
8+300	42	31
8+400	42	30
8+590	40	31
Rata-rata	42	32

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

(Ir. Iskandar S, MT)

Yogyakarta, 1 Maret 2005

Peneliti

1. Tri Haryo W 99 511 256

()

2. Hadi Praptoyo 99 511 418

()

SURVEY VOLUME LALULINTAS

LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 21 FEBRUARI 2005 Senin								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis Jam	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 Sumbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18.2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
06-07	178	167	137	41	135	18	12	0
07-08	181	185	134	64	143	21	18	1
08-09	179	187	153	63	148	31	26	3
09-10	185	184	158	65	152	43	27	4
10-11	179	181	154	61	162	35	19	0
11-12	167	183	149	52	138	27	10	4
12-13	165	179	151	49	137	22	13	2
13-14	178	185	153	53	142	25	17	4
14-15	184	182	149	57	148	51	22	3
15-16	183	184	155	61	153	43	23	4
16-17	178	179	162	59	149	27	17	3
17-18	168	138	146	33	135	26	15	3
18-19	151	124	142	14	94	27	5	2
19-20	134	118	135	7	76	21	3	0
20-21	107	78	116	0	51	17	0	0
21-22	87	57	72	1	9	9	2	0
22-23	64	48	57	1	9	7	0	0
23-24	29	32	41	0	8	2	0	0
24-01	19	17	17	0	9	2	0	0
01-02	11	12	9	0	7	2	0	0
02-03	12	10	4	2	13	6	0	0
03-04	35	29	12	11	19	16	5	0
04-05	97	109	64	22	49	21	9	0
05-06	154	137	117	36	97	15	12	0
JUMLAH	3025	2905	2587	752	2183	514	255	33

SURVEY VOLUME LALULINTAS

LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 22 FEBRUARI 2005 Selasa								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 Sumbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18,2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
Jam								
06-07	175	162	134	38	119	13	9	0
07-08	183	181	149	65	131	11	15	0
08-09	180	179	143	59	142	26	21	3
09-10	185	183	152	63	147	37	16	2
10-11	178	194	154	61	154	48	21	2
11-12	167	175	147	53	142	29	14	3
12-13	163	171	145	49	139	25	17	4
13-14	173	182	148	51	143	38	21	3
14-15	169	184	157	58	148	47	28	3
15-16	163	185	153	63	151	43	21	3
16-17	166	174	148	61	146	33	18	4
17-18	149	142	142	29	139	27	10	3
18-19	132	129	143	13	97	19	5	2
19-20	120	106	137	8	82	13	8	1
20-21	83	68	126	4	43	8	0	0
21-22	52	49	73	0	8	5	2	0
22-23	51	43	42	0	7	2	0	0
23-24	29	36	28	1	5	1	0	0
24-01	21	18	16	0	6	1	0	0
01-02	15	15	7	0	4	4	2	0
02-03	10	19	5	3	12	3	2	0
03-04	33	21	14	13	28	11	3	0
04-05	89	113	57	18	35	16	6	0
05-06	132	135	109	34	102	21	8	2
JUMLAH	2818	2854	2529	744	2130	481	247	35

SURVEY VOLUME LALULINTAS

LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 24 FEBRUARI 2005 Kamis								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 Sumbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18,2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
Jam								
06-07	175	165	125	35	124	29	7	0
07-08	177	179	134	47	147	26	18	0
08-09	183	185	155	55	152	25	14	2
09-10	187	184	157	63	162	34	21	1
10-11	174	181	154	59	164	35	19	5
11-12	167	187	143	53	148	34	12	6
12-13	168	176	146	56	145	23	14	2
13-14	174	180	152	61	158	31	19	4
14-15	180	184	156	63	161	42	21	2
15-16	186	183	161	61	159	37	16	0
16-17	179	178	157	61	155	34	14	1
17-18	171	140	146	31	154	31	11	1
18-19	149	129	135	21	141	19	8	0
19-20	134	121	98	6	93	7	6	3
20-21	108	95	73	0	41	8	5	0
21-22	83	78	62	0	18	6	3	0
22-23	62	55	30	0	6	3	0	0
23-24	29	44	14	2	4	1	0	0
24-01	21	36	6	0	2	1	0	0
01-02	13	24	2	2	3	2	1	0
02-03	10	9	7	1	9	3	0	0
03-04	37	17	17	16	22	19	4	0
04-05	92	98	58	21	43	16	16	2
05-06	157	134	118	36	76	24	19	3
JUMLAH	3016	2962	2406	750	2287	490	248	32

SURVEY VOLUME LALULINTAS

LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 25 FEBRUARI 2005 Jumat								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis Jam	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 umbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18.2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
06-07	168	168	118	32	87	19	16	1
07-08	174	184	157	46	138	11	13	0
08-09	167	186	162	53	149	32	18	0
09-10	175	183	161	55	152	37	19	3
10-11	173	180	158	63	157	48	14	0
11-12	136	138	129	36	126	24	7	3
12-13	134	135	132	38	131	28	11	0
13-14	159	176	142	45	149	34	19	2
14-15	181	187	165	54	154	41	21	4
15-16	178	184	168	56	165	43	23	3
16-17	175	176	158	59	159	37	13	2
17-18	165	152	147	24	149	25	10	4
18-19	151	132	139	19	145	19	7	1
19-20	138	118	105	8	124	7	5	0
20-21	114	98	75	0	26	8	3	0
21-22	103	75	53	1	14	6	0	1
22-23	83	57	34	0	8	3	2	0
23-24	42	49	17	0	7	2	0	0
24-01	19	42	10	1	5	0	0	0
01-02	21	29	8	0	6	3	0	0
02-03	10	13	12	1	4	5	2	0
03-04	36	21	19	15	12	18	9	0
04-05	91	102	61	21	38	20	16	0
05-06	149	137	82	23	89	19	18	1
JUMLAH	2942	2922	2412	650	2194	489	246	25

SURVEY VOLUME LALULINTAS

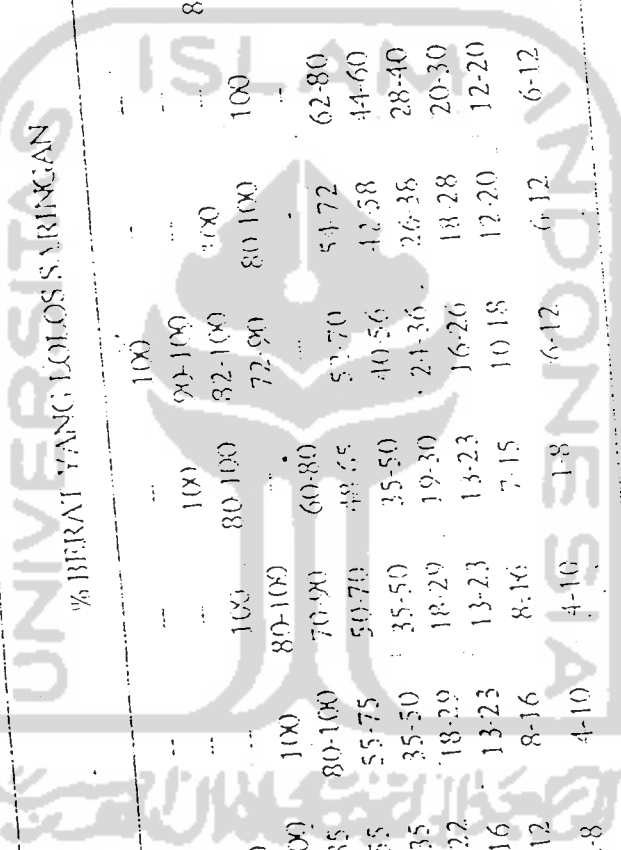
LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 23 FEBRUARI 2005 Rabu								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 Sumbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18,2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
Jam								
06-07	174	165	114	34	119	10	6	0
07-08	179	180	132	53	135	12	6	0
08-09	180	183	148	59	148	18	12	0
09-10	183	183	159	63	155	37	28	5
10-11	177	179	156	57	158	49	23	0
11-12	167	182	145	51	148	34	15	3
12-13	162	176	141	53	138	26	12	3
13-14	175	183	147	59	149	21	19	4
14-15	181	187	153	60	161	47	24	4
15-16	183	184	157	63	153	35	23	0
16-17	176	178	151	61	156	31	17	3
17-18	169	138	148	34	151	36	8	2
18-19	149	126	139	19	137	25	9	0
19-20	134	120	103	8	83	11	5	2
20-21	110	98	76	0	38	7	6	0
21-22	86	78	59	0	29	8	2	0
22-23	62	59	35	0	12	6	0	0
23-24	31	47	12	0	4	3	2	0
24-01	24	35	7	1	2	1	0	0
01-02	15	21	11	1	3	1	1	0
02-03	9	8	9	2	9	2	1	0
03-04	33	19	17	15	22	17	9	0
04-05	89	98	61	19	54	23	8	5
05-06	153	132	115	34	89	26	10	0
JUMLAH	3001	2959	2395	746	2253	486	246	31

SURVEY VOLUME LALULINTAS

LOKASI : JL. BLABAK-KEPREKAN								
TANGGAL : 26 FEBRUARI 2005 Sabtu								
GOLONGAN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jenis	Sedan, Jeep, Station Wagon	Oplet, Pick-Up, Combi dan Suburban	Mikro Truk, Pick-up, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil/mini, Bus Besar	Truk 2 Sumbu 8,3 Ton	Truk 2 Sumbu 18 2 Ton	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng, Truk Semi Trailer/Trailer
Jam								
06-07	169	170	112	32	119	22	11	0
07-08	173	183	134	48	147	7	6	0
08-09	178	187	157	51	152	10	12	0
09-10	187	182	163	57	155	44	28	5
10-11	181	178	154	54	162	35	17	0
11-12	183	187	148	49	148	19	9	3
12-13	185	178	146	51	138	25	19	3
13-14	187	179	153	62	154	31	21	7
14-15	184	187	155	59	161	53	27	4
15-16	186	187	163	63	167	43	21	0
16-17	188	180	157	62	156	27	18	3
17-18	178	158	148	58	148	26	10	3
18-19	165	137	135	24	135	27	9	2
19-20	157	124	132	17	126	21	5	1
20-21	124	93	97	8	12	7	3	0
21-22	108	87	53	1	13	8	0	0
22-23	87	42	34	0	6	6	2	0
23-24	46	43	17	1	4	3	0	0
24-01	22	43	11	0	6	1	0	0
01-02	20	30	4	0	5	2	0	0
02-03	17	11	6	3	9	7	3	0
03-04	36	18	21	9	18	18	7	0
04-05	95	98	63	18	27	19	19	0
05-06	153	133	76	28	49	23	21	2
JUMLAH	3209	3015	2439	755	2217	484	268	33

Tabel II.
BATAS-BATAS GRADASI MENURUS AGREGAT CAMPURAN

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	kasar	kasar	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat	rapat
Gratsi/tekstur	20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-65	40-50
Tebal	20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-65	40-50
Padat (mm)											
Ukuran											
Saringan											
1 1/2" (38,1 mm)				100		100			100	100	100
1" (25,4 mm)				100	100	90-100	100		85-100	85-100	100
3/4" (19,1 mm)		100		100	80-100	72-90	80-100	100	65-85	56-78	74-92
1/2" (12,7 mm)	100	75-100	100	80-100	60-80		51-72	62-80	45-65	38-60	48-70
3/8" (9,52 mm)	75-100	60-85	80-100	70-90	48-75		42-58	44-60	34-54	27-47	33-53
no. 4 (4,76 mm)	35-55	35-55	55-75	50-70	35-50	40-56	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
no. 8 (2,38 mm)	20-35	20-35	35-50	35-50	19-30	21-36	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
no. 30 (0,59 mm)	10-22	10-22	18-29	18-29	13-23	16-26	12-20	12-20	10-18		
no. 50 (0,279 mm)	6-16	6-16	13-23	13-23	7-15	10-18	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9
no. 100 (0,149 mm)	4-12	4-12	8-16	8-16	4-10	6-12	6-12	6-12			
no. 200 (0,074 mm)	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12			



- I, III, IV, VI, VII, VIII, IX, X dan XI digunakan untuk lapis permukaan
- II, digunakan untuk lapis perumukan, perata (leveling) dan lapis antara (binder).
- V, digunakan untuk lapis permukaan dan lapis antara (binder).

Catatan
No. campuran
No. campuran
No. campuran