

PERPUSTAKAAN FTSP UII
 HADIAH/BELI
 TGL TERIMA : 20 - 9 - 2003
 NO. JUDUL : 000408
 NO. INV. : 912000408001
 NO. INDIK. :

912000408001

TUGAS AKHIR

**EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR
 RUAS JALAN MT HARYONO DAN MAYJEN SUTOYO PADA
 TAHUN 2002 DAN PEMECAHANNYA**



الجامعة الإسلامية
 الاندونيسية

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Nama : Donny Andreas
 No Mhs : 975111156
 Nirm : 970051013114120129

Nama : Heffy Gunawan
 No Mhs : 97511257
 Nirm : 970051013114120208

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 2003**



TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN MT HARYONO DAN MAYJEN SUTOYO PADA TAHUN 2002 DAN PEMECAHANNYA

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Derajat Strata I teknik Sipil**



Disusun oleh :

**Nama : Donny Andreas
No Mhs : 975111156
Nirm : 970051013114120129**

**Nama : Heffy Gunawan
No Mhs : 97511257
Nirm : 970051013114120208**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2003**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR
RUAS JALAN MT HARYONO DAN MAYJEN SUTOYO PADA
TAHUN 2002 DAN PEMECAHANNYA

Nama : Donny Andreas
No. Mhs : 97 511 156
Nirm : 970051013114120129

Nama : Heffy Gunawan
No. Mhs : 97 511 257
Nirm : 970051013114120208

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, MSc

Dosen Pembimbing I



Tanggal : 02/05-03

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 02/05-03

MOTTO

“Belajarlah ilmu karena belajar itu khasanat (kebaikan), dan mencari ilmu itu ibadah, dan mengingatnya sama dengan tasbih, dan menyelidikinya sama dengan jihad, dan mengajar kepada yang tidak mengetahui itu sedekah, dan memberikan kepada yang berhak itu taqarrub, sebab itu jalan untuk mencapai tingkat-tingkat di syurga.....”

(Mu’ads Bin Jabal R.A)

Orang-orang yang berilmunya dalam akan selalu berkata:

“Kami beriman kepada Al Qur’an, semua ayatnya berasal dari Tuhan Kami”. Tidak dapat mengambil pelajaran (daripadanya) kecuali orang yang berakal (ilmu).

(Q.S Ali Imron ayat 7)

Akal budi dan pengetahuan adalah laksana raga dan jiwa. Tanpa raga, jiwa menjadi kosong belaka kecuali hanya berupa angin hampa. Tanpa jiwa, raga hanyalah kerangka tulang tanpa perasaan.

(Kahlil Gibran)

Pengetahuan adalah satu-satunya kekayaan yang tidak bisa dilenyapkan. Hanya kematian yang mampu meredupkan lentera pengetahuan yang ada di dalam dirimu.

(Kahlil Gibran)

PERSEMBAHAN

Terima kasih tak terhingga kepada :

1. Orang tua tercinta dan adik-kakak tersayang yang telah memberi doa dan semangat yang tiada hentinya pada kami
2. Seluruh dosen, staf, karyawan FTSP baik yang terlibat langsung maupun tak langsung dengan proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Mas Kamto, Mas Yudi, Mas Pranoto, dan Mas Pardi yang sangat banyak membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir kami ini
4. Pak Santoro dan Pak Basuki yang telah repot membantu / mencarikan waktu dan ruang untuk seminar, sidang, dan pendadaran kami dan keperluan-keperluan lainnya.
5. Rekan-rekan angkatan '97, semoga ikatan persahabatan kita tidak akan pernah putus.
6. Teman-teman kelas C dan E '97 atas semua kenangan yang tak pernah terlupakan .
7. Nopiet Trihastuty, Ramadhani Agustin, Sharina Syarif terima kasih atas doa dan semangat yang telah diberikan pada kami. Kalian memang adek-adek yang cantik-cantik, supporter yang baik, crewet, kadang nyebelin....dan lain-lain makasih yah sayang.....

Jeffy would like thank's to :

Allah SWT dan Rasulullah Mahammad SAW, Puji syukur kehadiranMu serta Sholawat dan salam kepadamu ya Rasul.

AYAHANDA Syahrul Amiri, yang selama ini telah dengan sabar membimbing dan memberi arahan yang bijak dan prinsip hidup kepada ananda. Nasehat-nasehat dan ajaran ayah selalu ananda butuhkan sepanjang hayat... You're my best.

Ibunda Erna Kartila D, memberikan do'a, kasih sayang dan kesabaran ibunda dalam mendidik ananda untuk menggapai cita-cita. "Me kaseh bu" "... apa yang sudah ananda "niat dan janji" semoga cepat dikabulkan Allah SWT.

Udo Aan, Uwo Ratih, Adek Jin Keymoncu, keponakanku Rayhan yang ganteng dan lucu....Pangah ucapkan thanks a lot... selalu isi hidup kita dengan keceriaan.

Ajong Ratinam, Nenek Syakirin, terima kasih atas petuah-petuahnyanya

Alm Among Amiri Ismail, Alm. Kajut Zainah, Alm. Puyang Yani,

Alm. Mamak Isal, Alm. Mamak Azwar, Alm bik Mis, yang telah

mengirimkan do'a kepada cucunda/nakanda walaupun dari tempat yang nun jauh disana.

Keluarga besar Om Syahdan (yg sudah mengenalkan Yogya),

“mekaseh pule om”...hala ligat ige nyakah duet...hehehhe

Seluruh Keluargaku di Liwa dan Baturja.

Keluarga besar Om Madi dan Cik Rosa, atas dukungannya.

Keluarga besar Bpk H. Sukir Basirun, terima kasih atas supportnya
semoga jalinan persaudaran dapat terus terpelihara dan ditingkatkan menjadi
jalinan keluarga. :)

Ayang piet....kulo trisno kaleh panjenengan amargi mboten saking
kulinten,...ananging awit ningali panjenengan saking rumiyen....mugi-
mugi..pandongo kito saged dados kasunyatan.....inggih... Amien

Sahabatku Donny Andreas, ST...semoga jarak yang tidak akan
memisahkan kita. Lebih serius dab! Kita bakalan menghadapi persoalan hidup
yang lebih serius..

Kelurga besar Warna-warnetMilky, Any (Pek NGGO..Wae YO),
Agus, pak Suryadi, Mbak Masinem....jaga terus kelangsungan kinerja warnet
kita...

Kelurga besar Griya Permata Ceria : “BADAI PASTI BERLALU” Mas
Gun....sing sabar yah...lain waktu situ mesti dapet “Amplop” yang lebih tebal
dan bercap, Mas Jayus...cepat-cepet dapet jodoh, Mas Arifin.. thanks buat
capnya... dll

Temen-temen kelas C:: Adhi Casio, Wowo, Andri Harada, Ery I.P,Bambang
Gede, Deny Oyeh Guruh, Umar dll... selalu jaga komunikasi kita
Akhir kata, semoga karya penulisan ini dapat memicu diriku untuk menggali hal
yang berguna lainnya.

WASSALAM

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum.wr.wb

Dengan mengucapkan alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas segala bimbingan dan rahmat-Nya, maka kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Ruas Jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Yogyakarta pada Tahun 2002 dan Pemecahannya”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir ini berupa identifikasi kerusakan, jenis kerusakan, dan penyebab kerusakan pada ruas jalan yang diteliti, dan dilanjutkan dengan penelitian di laboratorium jalan raya FTSP UII

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penyusun memperoleh banyak bantuan dan masukan dari berbagai pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Ir. H. Balya Umar, MSC, selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
2. Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing II dan penguji yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
3. Ir. Iskandar S, MT, selaku dosen penguji.
4. Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

5. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh karyawan dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Kedua orang tua dan saudara-saudaraku yang telah terus menerus memberi dorongan dan semangat hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini, semoga amal kebajikan mereka mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT, *Amien*.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, karena keterbatasan waktu dan kemampuan penyusun, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta,Maret 2003

Penyusun

INTISARI

Kerusakan jalan mengindikasikan kondisi struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap pengguna jalan. Pada ruas jalan MT. Haryono dan Mayjen Sutoyo terdapat berbagai macam variasi kerusakan, namun kerusakan yang paling dominan adalah *bleeding*, *cracking*, *rutting*, dan juga *sliding*.

Penelitian ini berusaha untuk mencari tingkat dan penyebab terjadinya kerusakan dengan cara penelitian lapangan dan laboratorium serta dengan menggunakan data-data dari instansi yang terkait. Penelitian laboratorium yang dilakukan di laboratorium jalan raya Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yaitu : pemeriksaan ekstraksi beton aspal, analisa saringan, pemeriksaan kepadatan beton aspal, dan pemeriksaan berat jenis agregat kasar. Sedangkan penelitian dilapangan yaitu : pemeriksaan tingkat kerusakan dengan metode *present serviceability index* (PSI) AASHTO 1962, pengambilan sampel dengan *core drill* , dan pemeriksaan CBR tanah dasar lapangan dengan DCP.

Dari penelitian di laboratorium didapat kadar aspal ekstraksi adalah 7,728 %, gradasi agregat sesuai dengan spesifikasi HRS, kepadatan beton aspal sebesar 2,328 dan berat jenis agregat kasar adalah $2,716 \approx 2,72 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan dari penelitian dilapangan didapatkan kondisi permukaan yang dinyatakan dengan nilai PSI = 2,48 dan nilai CBR tanah dasar 8 %.

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa kerusakan disebabkan karena pada setiap periode *overlay* tidak di lapis dengan ATB namun hanya menggunakan HRS saja sehingga kerusakan yang terjadi sebelumnya tidak tertanggulangi untuk jangka panjang. Hal ini dikarenakan lapisan HRS hanya berfungsi sebagai lapisan aus saja tidak memberikan nilai struktur yang berarti. Naiknya angka pertumbuhan lalu lintas juga memberikan kontribusi terhadap kerusakan pada ruas jalan tersebut. Kerusakan pada ruas jalan ini juga disebabkan naiknya agregat halus yang terdegradasi kepermukaan, tidak meratanya pengausan pada lapisan HRS sepanjang ruas jalan dapat menyebabkan keriting pada permukaan .

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Motto dan Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Intisari.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran.....	ix

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Lokasi Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Lapis Perkerasaan.....	5
2.2 Macam-macam Lapis Keras.....	6
2.2.1 Lapis Keras Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	6
2.2.1.1 Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>).....	8
2.2.1.2 Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>).....	9
2.2.1.3 Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>).....	9
2.2.1.4 Lapis Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).....	9
2.2.2 Lapis Keras Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	10
2.2.3 Jenis Kerusakan pada Konstruksi Perkerasaan.....	10
2.2.3.1 Retak (<i>cracking</i>).....	10
2.2.3.2 Perubahan bentuk (<i>distorsion</i>).....	14

2.2.3.3 Cacat Permukaan (<i>dismtegration</i>).....	15
2.2.3.4 Pengausan (<i>polished aggregate</i>).....	17
2.2.3.5 Kegemukan (<i>bleeding or flushing</i>).....	17
2.2.3.6 Penurunan pada bekas penanaman utilitas (<i>utility cut depression</i>).....	18
2.3 Penelitian Suryo Hapsoro Hutomo (2000).....	18
2.4 Penelitian Umar Syarif (2000).....	19
BAB III LANDASAN TEORI	20
3.1 Parameter Kerusakan Jalan.....	20
3.2 Metode Analisa Komponen SKBI-23.26.1987 UDC : 625.73(02).....	22
3.3 Pelapisan Tambahan.....	29
BAB IV METODE PENELITIAN	31
4.1 Metodologi Penelitian.....	31
4.2 Metode Penentuan Subyek.....	31
4.3 Metode Pengumpulan Data.....	31
4.4 Pengambilan sampel.....	32
4.5 Pengujian Sampel.....	32
4.5.1 Pemeriksaan Ekstraksi Beton Aspal.....	32
4.5.2 Analisa Saringan.....	34
4.5.3 Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal.....	34
4.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis Bulk Agregat Kasar.....	36
4.5.5 Pemeriksaan CBR Lapangan <i>Subgrade</i> dengan <i>Dynamic Cone</i> <i>Penetrometer</i>	37
4.6 Metode Analisa Data.....	39
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
5.1 Hasil Penelitian.....	41
5.1.1 Menghitung Nilai <i>Present Service Ability Index</i> (PSI) AASHTO 1962.....	41

5.1.2 Ekstraksi Beton Aspal.....	48
5.1.3 Analisa Saringan.....	48
5.1.4 Kepadatan Beton Aspal.....	49
5.1.5 Pemeriksaan CBR Lapangan Tanah Dasar dengan DCP.....	50
5.2 Pembahasan.....	53
5.2.1 Evaluasi Laboratorium Terhadap Spesifikasi.....	53
5.2.2 Evaluasi Pelapisan Tambahan (<i>overlay</i>) Untuk Masa Layan 1993-2002 dengan Metode Analisa Komponen 1987.....	60
5.2.3 Perencanaan Pelapisan Tambahan (<i>overlay</i>) Untuk Masa Layan 2002-2007.....	67
5.2.4 Perencanaan Pelapisan Tambahan (<i>overlay</i>) tahap II Untuk Masa Layan 2007-2012 dengan Metode Analisa Komponen 1987.....	70
BAB VI Kesimpulan dan Saran.....	74
6.1 Kesimpulan.....	74
6.2 Saran-saran.....	77
PENUTUP.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	80

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	23
3.2	Koefisien Distribusi Kendaraan.....	23
3.3	Indeks Permukaan Jalan pada Akhir Umur Rencana.....	27
3.4	Tebal Minimum Lapis Perkerasan.....	28
3.5	Faktor Regional.....	29
3.6	Nilai Kondisi Perkerasan Jalan.....	30
5.1	Perhitungan <i>Ruth Depth</i>	44
5.2	Hasil Uji Ekstraksi Beton Aspal (Kadar Aspal).....	48
5.3	Hasil Analisa Saringan Agregat Setelah Diekstraksi.....	49
5.4	Hasil Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal.....	49
5.5	Persentase Lolos Saringan Rata-rata Terhadap Spesifikasi HRS.....	54
5.6	Persentase Fraksi Agregat	55
5.7	Existing Pavement 1989.....	66
5.8	Existing Pavement 1993.....	68
5.9	Komponen Perencanaan 2002.....	68
5.10	Analisis Lalu-lintas 2002-2007.....	69
5.11	Existing Pavement 2002.....	71
5.12	Komponen Perencanaan 2007.....	71
5.13	Analisis Lalu-lintas 2007-2012.....	72

Daftar Gambar

Gambar	2.1	Distribusi Beban Roda Pada <i>Pavement</i>	6
	2.2	Penyebaran Tegangan Akibat Beban Kendaraan	7
	2.3	Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal... ..	8
	2.4	Retak Halus (<i>Hair Cracking</i>).....	11
	2.5	Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracking</i>).....	11
	2.6	Retak Refleksi (<i>Reflection Crack</i>).....	13
	2.7	Keriting.....	14
	2.8	<i>Ravelling</i>	16
	2.9	Pengelupasan Lapis Permukaan (<i>Stripping</i>).....	17
	2.10	Kegemukan (<i>Bleeding</i>).....	18
	4.1	Kertas Transparansi Korelasi antara DCP Dan CBR Lapangan.....	39
	4.2	<i>Flowchart</i> Jalannya Penelitian.....	40
	5.1	(A) Pengukuran <i>Slope Variance</i> dengan Menggunakan <i>Straight Edge</i>	42
		(B) Perletakan Alat pada saat Pengukuran <i>Slope Variance</i>	42
	5.2	Perletakan Alat pada saat Pengukuran <i>Ruth Depth</i>	44
	5.3	Pengukuran <i>Ruth Depth</i> dengan Menggunakan <i>Straight Edge</i>	45
	5.4	Luasan Kerusakan Diukur dengan Menggunakan Meteran... ..	47

5.5	Transparansi Skala CBR.....	52
5.6	Grafik Hubungan Kumulatif Pukulan dengan Kedalaman Penetrasi.....	52
5.7	Susunan Perkerasan Tahun 1993.....	66
5.8	Susunan Perkerasan Lama.....	68
5.9	Susunan Rencana Perkerasan Baru.....	70
5.10	Susunan Rencana Perkerasan 2002-2007.....	71
5.11	Susunan Rencana Perkerasan 2007-2012.....	73

Daftar Lampiran

Lampiran :

1. Hasil Ekstraksi stasiun 0 + 50
2. Hasil Ekstraksi stasiun 0 + 400
3. Hasil Ekstraksi stasiun 0 + 600
4. Hasil Ekstraksi stasiun 0 + 800
5. Hasil Ekstraksi stasiun 1 + 000
6. Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal
7. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
8. *Scala Dynamic Cone Penetrometer Test 1*
9. *Scala Dynamic Cone Penetrometer Test 2*
10. *Road Network Inventory Survey Report*
11. *Traffic Report 17-september-2002*
12. Panjang Ruas Jalan Nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta
13. Perhitungan Slope Variance lokasi 0+50 dan 0 + 200
14. Perhitungan Slope Variance lokasi 0+400 dan 0 + 600
15. Perhitungan Slope Variance lokasi 0+800 dan 1 + 000
16. Rekapitulasi 1
17. Rekapitulasi 2
18. Perhitungan Ruth Depth 1
19. Perhitungan Ruth Depth

20. Nomogram-nomogram

21. Peta Wilayah Jalan Daerah Istimewa Yogyakarta

22. Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Yogyakarta 1999-2001

23. Denah Lokasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Undang-undang No 13 tahun 1980 tentang jalan dijelaskan bahwa kegiatan pembinaan jalan meliputi penanganan jaringan jalan yang terdiri dari penentuan sasaran penyusunan rencana jangka panjang, penyusunan rencana jangka menengah dan program jangka pendek. Perkembangan ekonomi yang makin pesat, diikuti dengan kenaikan jumlah kendaraan yang relatif tinggi, maka penanganan terhadap prasarana jalan perlu ditingkatkan baik kuantitas maupun kualitas. Pembinaan guna menunjang hal tersebut diatas perlu diupayakan baik ditingkat pusat maupun ditingkat daerah.

Jalan merupakan prasarana transportasi / infrastruktur yang secara langsung mendorong pertumbuhan ekonomi, sebaliknya jalan memerlukan biaya yang tidak murah baik itu biaya konstruksi maupun biaya pemeliharaan. Untuk itu, perlu adanya pengelolaan perkerasan yang baik sehingga jalan tetap dapat berfungsi dengan baik pula. Agar pengelolaan perkerasan dapat efektif dan efisien diperlukan suatu cara untuk menentukan kondisi perkerasan jalan yaitu dengan memperhitungkan kerusakan permukaan jalan yang terjadi.

Kerusakan jalan mengindikasikan kondisi struktural dan fungsional jalan tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap pengguna jalan. Jaringan

jalan nasional ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo kota Yogyakarta sebagai salah satu ruas jalan sekunder yang memiliki peran yang penting dalam mendistribusikan barang dan jasa.

Ruas jalan jalan MT. Haryono dan Mayjen Sutoyo kearah timur termasuk dalam wilayah kota Yogyakarta. Ruas jalan ini berhubungan langsung dengan terminal induk Umbul Harjo dan pada beberapa bagian pada ruas jalan ini terdapat beberapa persimpangan yang juga berhubungan dengan pusat wisata, pendidikan dan sentra ekonomi kota Yogyakarta.

Secara *visual*, disepanjang ruas jalan ini sudah terdapat beberapa indikasi kerusakan. Berdasarkan kenyataan di atas, maka ruas jalan ini diduga telah mengalami permasalahan dalam mendukung beban lalu lintas baik sekarang maupun di masa yang akan datang. Untuk itu, perlu dilakukan evaluasi tebal lapis perkerasan dengan metoda tertentu sehingga diharapkan kebijakan yang diterapkan pada masa mendatang tidak meleset sesuai dengan prediksi dan juga sesuai dengan umur rencana.

Dalam tugas akhir ini akan dievaluasi tentang kerusakan dan kemampuan tebal lapis keras lentur dalam kurun sepuluh tahun mendatang untuk mendukung beban lalu lintas dengan mengambil judul “ **evaluasi tingkat kerusakan perkerasan lentur ruas jalan jalan MT. Haryono dan Mayjen Sutoyo Yogyakarta pada tahun 2002 dan pemecahannya.** “

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji kondisi kerusakan perkerasan ruas Jalan MT. Haryono dan Mayjen Sutoyo kodya Yogyakarta dengan cara :
 - 1). Mengidentifikasi jenis kerusakan dan penyebab kerusakan yang terjadi
 - 2). Cara Penanganan kerusakan yang terjadi
 - 3). Mencari nilai *Present Serviceability Indeks* (PSI)
2. Menghitung ulang tebal perkerasan yang baru
3. Mengevaluasi tebal perkerasan yang lama

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengantisipasi terjadinya kerusakan dan penanggulangannya.
2. Memberikan alternatif pemecahan masalah yang terjadi.
3. Bermanfaat bagi perencanaan lapis keras yang akan datang.
4. Bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan, khususnya Teknik Sipil Transportasi.

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian dari latar belakang, pokok masalah, tujuan dan manfaat analisis, maka dibuat batasan-batasan permasalahan terhadap penelitian, yang meliputi hal-hal berikut ini

1. Penelitian ini tidak menyangkut tentang perencanaan sistem lalu lintas.
2. Lokasi penelitian dimulai dari perempatan pojok benteng timur sepanjang 1330 meter kearah barat (ruas jalan yang diteliti) sampai dengan perempatan pojok benteng (jokteng) barat.
3. Metode yang digunakan untuk mencari nilai PSI (*Present Serviceability Index*) adalah dengan metode AASHTO Road test 1962.
4. Tebal perkerasan jalan baru dan overlay dicari dengan menggunakan metode Analisa Komponen.

1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada jaringan jalan nasional pada wilayah kota Yogyakarta yaitu pada ruas jalan MT. Haryono dan Mayjen Sutoyo (pojok benteng timur). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 23

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Lapis Perkerasan

Dalam menahan deformasi akibat beban roda berulang, tanah saja biasanya tidaklah cukup kuat untuk menahannya, untuk itu perlu lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda kendaraan. Lapis tambahan ini dibuat dari bahan khusus dan terpilih, yang disebut sebagai lapis keras/perkerasan/*pavement* (Suprpto, 1994).

Lapis keras merupakan suatu struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan daya dukung dan ketebalan yang berlainan. Fungsi utama lapis keras adalah untuk mendukung beban lalu lintas secara aman dan nyaman, sehingga tidak terjadi kerusakan yang berarti selama umur rencana jalan (Suprpto, 1994).

Pada umumnya diinginkan konstruksi yang murah, baik yang berkaitan dengan bahan, pelaksanaan dan pemeliharaan dalam membangun suatu struktur perkerasan jalan namun demikian konstruksi tersebut diharapkan masih dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas yang lewat di atasnya.

Berdasarkan bahan pengikatnya, struktur lapis keras dapat dibedakan menjadi dua macam berikut ini (Tim PTN dan PTS, 1997)

1. Lapis keras lentur (*flexible pavement*)
2. Lapis keras kaku (*rigid pavement*)

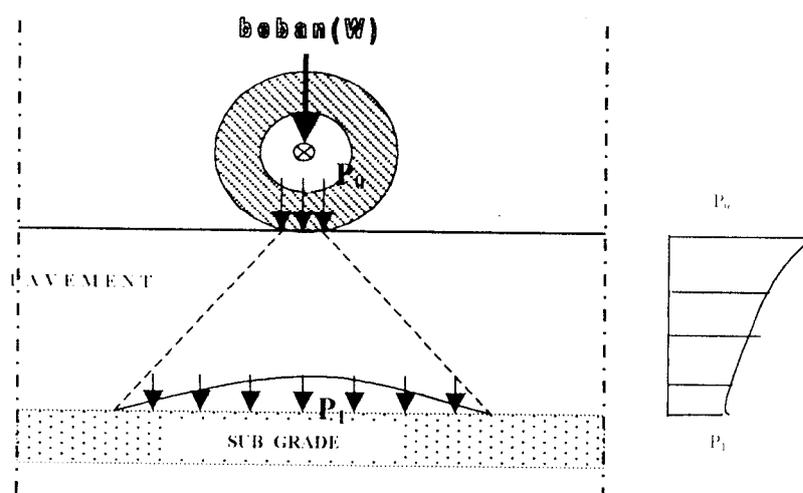
2.2 Macam-macam Lapis Keras

2.2.1 Lapis Keras Lentur (*Flexible Pavement*)

Lapis keras lentur (*flexible pavement*) adalah suatu struktur lapis keras yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan lainnya bersifat mendukung dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah :

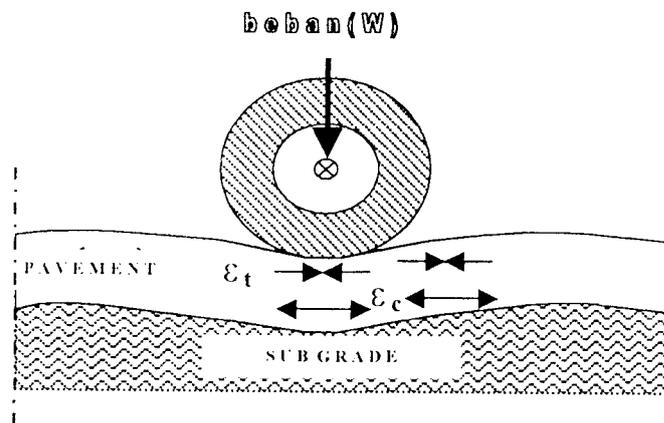
1. Lapis permukaan (*surface course*),
2. Lapis pondasi atas (*base course*),
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*),
4. Tanah dasar (*subgrade*).

Pada gambar 2.1 dapat dilihat penyebaran beban roda kendaraan melalui lapis keras. Beban kendaraan dilimpahkan kelapis keras melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi merata P_0 . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan kelapisan berikutnya sampai ketanah dasar sehingga menjadi P_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar:



Gambar 2.1. Distribusi Beban Roda pada *Pavement*.

Sumber : Rekayasa Jalan Raya (Tim PTN dan PTS. 1997)



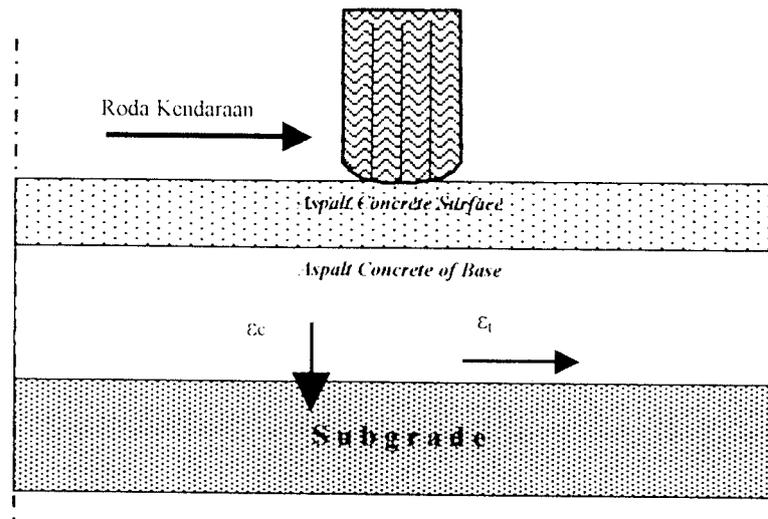
Gambar 2.2 Penyebaran Tegangan Akibat Beban Kendaraan

Sumber : Asphalt Technology And Construction Practices (The Asphalt Institute, 1983)

Ada dua kondisi tegangan dan regangan yang terkandung dalam perkerasaan jalan raya, yaitu :

1. Kondisi dimana secara umum intensitas tegangan vertikal maksimum akan berkurang pada setiap lapisan yakni dari P_0 ke P_1 .
2. Kondisi dimana beban roda melendutkan struktur perkerasaan dan menyebabkan tegangan tarik / tekan dan regangan tarik / tekan pada permukaan perkerasaan aspal. Beban diatas permukaan aspal tersebut dianggap sebagai penyebab kedua regangan tersebut seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3 yaitu regangan tarik horizontal (ϵ_t), dan regangan tekan vertikal (ϵ_c). jika regangan tarik horizontal (ϵ_t) berlebih, maka akan terjadi retak pada lapisan beraspal, dan bila regangan tekan vertikal (ϵ_c) berlebih, maka akan terjadi deformasi permanen pada permukaan struktur perkerasaan oleh beban berlebihan pada tanah dasar. Akan tetapi besaran-besaran seperti P_0 , P_1 , ϵ_t , dan ϵ_c

sangat sulit dideteksi dalam waktu yang singkat, dan juga memerlukan peralatan yang cukup kompleks.



Gambar 2.3 Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal

Sumber : Asphalt Technology And Construction Practices (The Asphalt Institute, 1983)

2.2.1.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Fungsi lapis permukaan beraspal meliputi hal-hal berikut ini (Suprpto, 1994)

1. Struktural, yaitu ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima lapis keras, baik itu berupa beban vertical, horizontal / gaya geser dari beban kendaraan.
2. Non struktural, berupa lapis kedap air untuk mencegah masuknya air kedalam lapis keras yang ada dibawahnya dan menyediakan permukaan yang tetap rata agar kendaraan dapat berjalan dengan nyaman.

2.2.1.2 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah lapisan lapis keras yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Fungsi lapis pondasi atas adalah sebagai berikut :

1. Lapis pendukung bagi lapis permukaan,
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah,
3. Bagian lapis keras yang menahan gaya lintang.

2.2.1.3 Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis pondasi bawah adalah lapisan lapis keras yang terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar (Silvia, 1993). Adapun fungsi lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi penggunaan material,
2. Bagian lapis keras untuk menyebarkan beban roda ketanah dasar,
3. Mengurangi ketebalan lapisan di atasnya,
4. Lapis peresapan agar air tanah tidak terkumpul di pondasi,
5. Sebagai pencegah agar partikel halus dari tanah dasar tidak naik ke lapis pondasi atas.

2.2.1.4 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan tanah galian atau timbunan yang sudah dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian lapis keras lainnya (Bina Marga, 1983).

Kekuatan dan keawetan lapis keras jalan sangat bergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Daya dukung tanah dasar pada perencanaan lapis keras lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) (Suprpto, 1994).

2.2.2 Lapis Keras Kaku (*Rigid Pavement*)

Lapis keras kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa penulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton

2.2.3 Jenis Kerusakan pada Konstruksi Perkerasaan

Menurut manual pemeliharaan jalan no 03/MN/B/1983 Direktorat Jenderal Bina Marga bahwa kerusakan dapat dibedakan menjadi :

2.2.3.1 Retak (*Cracking*) terdiri dari :

1. Retak halus (*hair cracking*)

Penyebab retak halus adalah bahan perkerasan yang kurang baik dan tanah dasar atau lapis perkerasan di bawah lapisan lapis permukaan kurang stabil. Ciri-cirinya : lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm (gambar 2.4).



Gambar 2.4 Retak Halus (*hair cracking*)

Sumber : Lokasi Penelitian

2. Retak kulit buaya (*alligator cracking*)

Penyebab dari retak ini biasanya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Ciri-cirinya adalah lebar celah lebih besar dari atau sama dengan 3 mm, berangkai membentuk kotak-kotak kecil yang mirip kulit buaya (gambar 2.5).



Gambar 2.5 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Sumber : Lokasi Penelitian

3. Retak pinggir (*edge crack*)

Penyebab dari kerusakan jenis ini adalah tidak baiknya sokongan arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* dibawah daerah tersebut. Ciri-cirinya adalah retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu.

4. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*)

Keretakan jenis ini disebabkan oleh kondisi drainase dibawah bahu jalan lebih buruk dari pada dibawah perkerasan, terjadinya *settlement* dibahu jalan, penyusutan material bahu ataupun perkerasan, juga diakibatkan lintasan truk/kendaraan berat dibahu jalan. Ciri-cirinya adalah retak memanjang dan umum terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan.

5. Retak refleksi (*reflection cracks*).

Retak refleksi dapat terjadi bila retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan *overlay* dilakukan, selain itu juga dapat disebabkan jika terjadi gerakan vertikal/horizontal dibawah lapis tambahan sebagai tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansip. Ciri-cirinya retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak (gambar 2.6). Terjadi pada *overlay* yang menggambarkan pola retakan dibawahnya.



Gambar 2.6 Retak Refleksi (*Reflection Crack*)

Sumber : Lokasi Penelitian

6. Retak susut (*shrinkage cracks*)

Keretakan jenis ini disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi tanah dasar. Adapun ciri-cirinya adalah retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam.

7. Retak selip (*slippage cracks*)

Kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapisan dibawahnya merupakan penyebab kerusakan jenis ini. Hal ini dapat terjadi oleh adanya debu, minyak air, atau benda non adhesif lainnya, atau juga tidak diberikannya *tack coat* sebagai bahan pengikat antar kedua lapis permukaan tersebut. Ciri-cirinya adalah berbentuk seperti bulan sabit.

2.2.3.2 Perubahan Bentuk (*Distorsion*)

Distorsi/perubahan bentuk dapat diakibatkan karena lemahnya tanah dasar dan pemadatan yang kurang pada lapisan pondasi. Keduanya mengakibatkan terjadinya tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.

Distorsi dapat dibedakan atas :

1. Alur (*ruts*)

Alur dapat menjadi tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, membuat rasa tidak nyaman bagi pengguna jalan, dan akhirnya timbul retak-retak. Hal ini disebabkan karena kurang padatnya lapis perkerasan, dengan demikian akan terjadinya tambahan pemadatan akibat repetisi beban.

2. Keriting (*corrugation*)

Timbulnya alur keriting pada lapisan permukaan yang kearah melintang jalan menyebabkan pengendara merasa tidak nyaman. Kerusakan ini disebabkan rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari tingginya kadar aspal, kebanyakan agregat halus, atau agregat yang berpermukaan licin dan berbentuk bulat (gambar 2.7)



Gambar 2.7 Keriting (*corrugation*)

Sumber : Lokasi Penelitian

3. Sungkur (*shoving*)

Daerah yang paling sering terdapat kerusakan jenis ini adalah daerah yang berkelandaian curam, tikungan tajam, atau tempat dimana kendaraan sering berhenti sehingga mengakibatkan deformasi setempat. Kerusakan bisa disertai atau tanpa keretakan.

4. Amblas (*grade depressions*)

Amblas dapat terdeteksi dengan melihat adanya genangan air. Genangan ini dapat meresap kedalam lapisan perkerasan yang akhirnya dapat menimbulkan lubang. Penyebabnya adalah beban kendaraan yang melampaui daya dukung perkerasan, pelaksanaan yang kurang baik ataupun terjadinya penurunan bagian perkerasan yang diakibatkan tanah dasar mengalami *settlement*.

5. Jembul (*upheaval*)

Jembul dapat terjadi dikarenakan adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Umumnya terjadi setempat, dengan atau tanpa retak.

2.2.3.3 Cacat Permukaan (*Disintegration*)

1. Lubang (*potholes*).

Penyebab terjadinya lubang pada perkerasan adalah :

1). Campuran material lapis permukaan jelek, seperti

- (1). Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.

- (2). Agregat kotor sehingga ikatan antar aspal dan agregat tidak baik
- (3). Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapisan pekerasan.
- (4). Retak-retak yang terjadi tidak segera tertangani sehingga air mudah masuk dan membentuk lobang-lobang kecil.

2). Pelepasan butiran (*ravelling*)

Penyebab kerusakan ini sama dengan penyebab terjadinya lubang dan kerusakan ini dapat terjadi secara meluas (gambar 2.8).

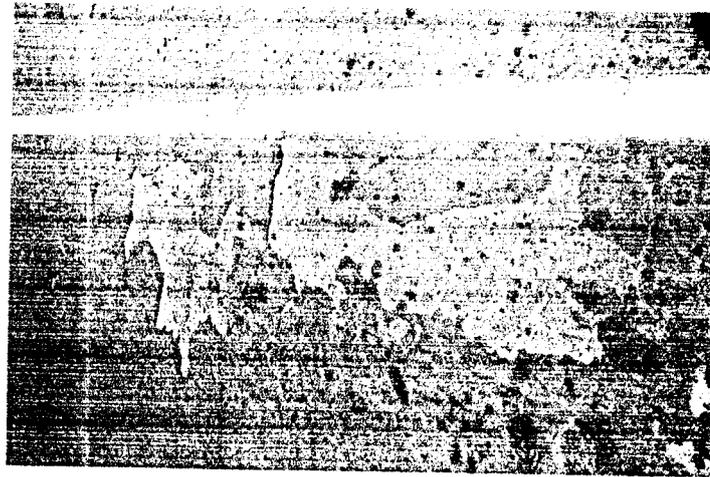


Gambar 2.8 *Ravelling*

Sumber : Lokasi Penelitian

3). Pengelupasan lapis permukaan (*stripping*)

Pengelupasan lapis permukaan diakibatkan kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapisan dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan (gambar 2.9).



Gambar 2.9 Pengelupasan Lapis Permukaan (*Stripping*)

Sumber : Lokasi Penelitian

2.2.3.4 Pengausan (*Polished Agregate*)

Pengausan dapat terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk *angular*. Permukaan jalan akan menjadi licin, hal ini sangat membahayakan keselamatan pengendara.

2.2.3.5 Kegerukan (*Bleeding or Flushing*)

Pada tempetatur tinggi aspal menjadi lunak dan dapat membentuk jejak roda. Kerusakan ini mengakibatkan jalan menjadi licin dan lembek. Penyebabnya adalah pemakaian terlalu banyak aspal pada *prime coat* atau *tack coat* (gambar 2.10).



Gambar 2.10 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Sumber : Lokasi Penelitian

2.2.3.6 Penurunan pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Penurunan terjadi di sepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat

2.3 Penelitian Suryo Hapsoro Hutomo (2000)

Penelitian yang diambil dengan topik “Kajian Kondisi Perkerasan Jalan Arteri di Kabupaten Sleman Menggunakan Cara Pavement Condition Index”. Latar belakang penelitiannya adalah perlu adanya pengelolaan fisik secara baik, efektif, dan efisien terhadap beberapa beberapa ruas jalan di Kabupaten Sleman mengingat ruas-ruas jalan tersebut merupakan ruas jalan utama dan termasuk dalam kelompok Jalan Nasional

Dalam metode ini, jumlah retakan, tingkat terjadinya alur, dan pengukuran kekasaran permukaan digabung secara empiris untuk menghitung *pavement condition* indexnya. Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan adalah secara umum ruas jalan arteri di Kabupaten Sleman DIY perkerasannya dalam kondisi baik bahkan diatas baik, sehingga belum memerlukan perbaikan, kecuali pada

luasan dua jalur cepat di jalan lingkar yang masuk pada kondisi *fair* yang sebaiknya perlu diperbaiki sehingga minimal masuk pada kondisi *good*.

2.4 Penelitian Umar Syarif (2000)

Penelitian yang dilakukan bertema “Evaluasi Perkerasan Lentur di Sepanjang Jalan KH Akhmad Dahlan Kodya Yogyakarta”. Penelitian tersebut menggunakan cara *core drill* dan pemeriksaan propertis tanah. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah bahwa beban berlebih yang melalui ruas jalan tersebut dan repetisi beban tersebut merupakan penyebab utama kerusakan pada ruas jalan KH Akhmad Dahlan tersebut. Jenis kerusakan tersebut adalah keriting (*corrugation*) dan kegemukan (*bleeding flushing*) yang disebabkan oleh pemakaian kadar aspal berlebih pada *asphalt mix design*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Parameter Kerusakan Jalan

Parameter kerusakan pada bagian permukaan jalan menurut *AASHTO Road Test 1962*, pada umumnya dinyatakan dalam index permukaan (IP) yang merupakan fungsi dari :

1. *Slope Variance (SV)*

Parameter *slope variance* merupakan variasi sudut gelombang jalan dalam arah memanjang pada jejak ban yang diukur pada setiap jarak 1 feet (304.8 mm).

2. *Rut Depth (RD)*

Parameter *rut depth* merupakan kedalaman *rutting* permukaan perkerasan pada jejak ban yang diukur pada arah melintang jalan untuk setiap interval 25 feet (7,5 m) panjang jalan.

3. *Crack (C)*

Parameter *crack* merupakan luas retak yang terjadi pada ruas jalan dalam ft^2 per 1000 ft^2 luas jalan

4. *Patching photole (P)*

Parameter *patching photole* adalah suatu luas tambalan/ lubang yang terdapat pada ruas jalan dalam ft^2 per 1000 ft^2 luas jalan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan *AASHTO Road Test 1962*, nilai indeks permukaan jalan baru yang dibuka untuk lalu lintas adalah $\pm 4,5$ dimana kemunduran yang diakibatkan oleh *rut depth (RD)* berkisar antara 0 - 0,5, sedangkan *crack (C)* *patching pothole (P)* mempunyai nilai kemunduran indeks permukaan sebesar 0 - 0,3. Nilai terminal indeks permukaan minimum adalah sebesar 1,5, berarti *slope variance (SV)* memberikan kemunduran indeks permukaan sebesar 2,2 - 3, atau $\pm 74 - 100\%$.

Terminal indeks permukaan perkerasan di Indonesia sangat dipengaruhi faktor jumlah lalu lintas kumulatif sampai dengan umur rencana, yang dicantumkan pada desain *chart* sebagai *I_{Pt}*, sebagaimana tercantum pada "Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen", SKBI - 2.3.26.1987.

Kesamaan penelitian yang dikembangkan oleh *AASHTO Road Test 1962* pada perkerasan lentur untuk mendapatkan suatu nilai *Present Serviceability Index (PSI)* atau indeks permukaan dengan menggunakan alat pengukur *longitudinal profiler*, *straight edge* atau *tranverse profilometer*, *crack* dan *patching pothole* adalah sebagai berikut :

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log (1+SV) - 1.38 RD^2 - 0.01 (C+P)^{0.5} \dots\dots\dots 3.1)$$

Dengan:

PSI = *Present Serviceability Index* (indeks permukaan).

SV = Rata-rata varian kemiringan memanjang jalan dari jejak roda.

RD = Rata-rata ukur *rutting* dalam inch.

C = *Crack*, dinyatakan dalam luas retak (ft^2) setiap 1000 ft^2

P = Luas tambalan atau lubang dinyatakan dalam ft² untuk setiap 1000 ft²

Untuk menghitung besar *slope variance* rata-rata (SV) dipakai rumus sebagai berikut :

$$SV = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{i=n} x_i \right)^2 \right] \dots\dots\dots 3.2)$$

Dengan:

Xi = Kemiringan relatif antara 2 titik sejarak 1 ft memanjang jalan dalam suatu persen.

n = Jumlah data pengamatan sepanjang ruas jalan.

Sedangkan untuk menghitung xi dipakai rumus sebagai berikut :

$$X_i = \left(\frac{Ya}{12} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots 3.3)$$

Dengan:

Ya = Selisih tinggi pembacaan *Dipstick floor profiler* dalam satuan inch.

3.2 Metoda Analisa Komponen SKBI – 23.26.1987 UDC : 625.73(02)

Metoda Analisa Komponen SKBI – 23.26.1987 UDC: 625.73(02) merupakan suatu metoda yang mengambil sumber pada metoda AASHTO 1972 dengan mempertimbangkan berbagai parameter antara lain:

1. Jumlah lajur dan Koefisien distribusi kendaraan (C)

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas terbesar, namun jika suatu jalan tidak mempunyai tanda

batas lajur maka jumlah lajur ditentukan berdasar lebar perkerasan menurut tabel 3.1 dan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan menurut tabel 3.2

Tabel 3.1 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber: Metoda Analisa Komponen , (Bina Marga, 1987)

Tabel 3. 2. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

Sumber: Metoda Analisa Komponen, (Bina Marga, 1987)

*) berat total < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

***) berat total \geq 5 ton, misalnya : bus, truck, traktor, semi trailer, trailer.

2. Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekuivalen

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

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah jumlah rata-rata lalu-lintas kendaraan bermotor yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median.

2). Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada lajur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana dan dihitung menggunakan persamaan :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots 3.4)$$

Dengan:

j = Jenis kendaraan.

n = Tahun pengamatan

C_j = Koefisien distribusi kendaraan

LHR = Lalulintas harian rata-rata

E_j = Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

3). Lintas Ekivalen Akhir (LEA), dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots\dots\dots 3.5)$$

- Dimana: j = adalah jenis kendaraan.
- n = tahun pengamatan.
- Cj = koefisien distribusi kendaraan
- LHR = lalu-lintas harian rata-rata
- UR = umur rencana
- Ej = angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

4). Lintas Ekivalen Tengah (LET) :

Lintas Ekivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas harian rata-rata sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada lajur rencana dipertengahan umur rencana dan dihitung menggunakan persamaan

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots 3.6)$$

5). Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas Ekivalen Rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis keras untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada lajur rencana menggunakan persamaan:

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots 3.7)$$

$$FP = \frac{UR}{10} \dots\dots\dots 3.8)$$

Keterangan : FP = Faktor penyesuaian dan UR = umur rencana

3. Angka Ekuivalen

Lintas ekuivalen dinyatakan sebagai suatu perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lbs).

$$\text{Angka Ekuivalen}_{\text{sumbu tunggal}} = 1 \times \left[\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \dots\dots\dots 3.9)$$

$$\text{Angka Ekuivalen}_{\text{sumbu ganda}} = 0,086 \times \left[\frac{\text{Beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4 \dots\dots\dots 3.10)$$

4. Indeks Permukaan

Menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sesuai dengan tingkat pelayanan yang diberikan bagi pemakai lalu lintas yang lewat. Adapun nilai indeks permukaan dapat dilihat pada keterangan dibawah ini :

IP = 1,0 yaitu menyatakan permukaan jalan rusak berat,

IP = 1,5 yaitu menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan (jalan tidak sampai terputus),

IP = 2,0 yaitu menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

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

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintas Ekuivalen Rencana (LER) seperti dalam tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3.3 Indeks Permukaan Jalan pada Akhir Umur Rencana.

LER - Lintas Ekivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Metoda Analisa Komponen, Bina Marga 1987.

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Catatan: pada proyek penunjang jalan, JAPAT / Jalan Murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

5. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Merupakan fungsi dari daya dukung tanah, faktor regional , umur rencana dan indeks permukaan . ITP dapat dicari dengan nomogram yang dikorelasi dengan nilai daya dukung tanah, LER dan FR serta dipengaruhi oleh indeks permukaan (IP). Nilai ITP dapat dicari dengan rumus :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots\dots\dots 3.11)$$

Keterangan : a₁, a₂, a₃ = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan.

D₁, D₂, D₃ = tebal masing –masing perkerasan (cm)

Angka-angka 1,2,3, berarti lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Persyaratan tebal lapisan masing-masing dapat dilihat dari tabel berikut :

bawah). Nilai koefisien relatif untuk masing-masing bahan Indonesia telah ditetapkan oleh Bina Marga dalam Metoda Analisa Komponen, 1987.

8. Faktor Regional

Faktor regional merupakan suatu faktor keadaan lingkungan suatu tempat. Di Indonesia perbedaan kondisi lingkungan yang menjadi pertimbangan meliputi :

- 1). Kondisi lapangan, adalah tingkat permeabilitas tanah dasar, perlengkapan drainasi, bentuk alinyemen serta kendaraan berat ≥ 13 ton dan kendaraan berhenti.
- 2). Iklim, mencakup curah hujan rata-rata pertahun.

Diperjelas dengan melihat tabel 3.5

Tabel 3.5 Faktor Regional

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6 – 10 %)		Kelandaian III (>10 %)	
	% kelandaian berat		% kelandaian berat		% kelandaian berat	
	< 30%	> 30%	\leq 30%	> 30%	\leq 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II < 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : Metoda Analisa Komponen , Bina Marga, 1987.

3.3 Pelapisan Tambahan

Perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai daftar dibawah ini :

Tabel 3.6. Nilai Kondisi Perkerasan Jalan .

1. Lapis permukaan :	
Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi	
Pada jalur roda	90 – 100 %
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda tapi masih tetap stabil	70 – 90 %
Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan.....	50 – 70 %
Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50 %
2. Lapis pondasi :	
Pondasi aspal beton atau penetrasi macadam.	
Umumnya tidak retak	90 – 100 %
Terlihat retak halus namun masih stabil.....	70 – 90 %
Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 – 70 %
Retak banyak , menunjukkan gejala ketidakstabilan.....	30 – 50 %
Stabilitas tanah dengan semen dan kapur :	
Indeks plastisitas ≤ 10	70 – 100 %
Pondasi macadam atau batu pecah :	
Indeks plastisitas ≤ 6	80 – 100 %
3. Lapis pondasi bawah :	
Indeks plastisitas ≤ 6	90 – 100 %
Indeks plastisitas > 6	70 – 90 %

Sumber : Metoda Analisa Komponen , Bina Marga, 1987.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini merupakan sebuah penelitian evaluasi tingkat kerusakan perkerasan lentur pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo, yang menggunakan AASHTO 1962 serta Metode Analisis Komponen 1987. Dengan mempertimbangkan berbagai kemudahan dalam memproduksi beberapa faktor ke dalam kondisi lapangan di Indonesia. Program kerja penelitian sesuai dengan bagan alir pada gambar 4.2.

4.2 Metode Penentuan Subjek

Metode penentuan subjek adalah benda atau sesuatu yang dijadikan sasaran dalam penelitian. Pada penelitian ini, beberapa hal yang dijadikan sasaran yang berkaitan dengan perkerasan adalah : subgrade, subbase course, base course dan surface course. Kemudian komponen lainnya yang mempengaruhi lapisan tersebut yaitu lalu lintas dan drainase.

4.3 Metode Pengumpulan Data

Data sebagai faktor penting dalam menentukan dan memilih jenis pekerjaan yang akan dipilih dalam suatu perencanaan pekerjaan jalan raya. Pada penelitian ini, data diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Daerah Istimewa

Yogyakarta, Dinas Lalu-lintas Angkutan Jalan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.4 Pengambilan Sampel

Sampel diperoleh dari lapangan yaitu pada ruas jalan tersebut yang berupa material perkerasan jalan. Material perkerasan jalan diambil dengan alat *Core drill*.

4.5 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan di laboratorium jalan raya Universitas Islam Indonesia yaitu :

1. Pemeriksaan ekstraksi beton aspal,
2. Pemeriksaan analisis saringan,
3. Pemeriksaan kepadatan beton aspal,
4. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar.

Sedangkan pengujian yang dilakukan di lokasi penelitian antara lain :

1. Pengukuran tingkat kerusakan dengan menentukan nilai PSI menggunakan metode AASHTO 1962
2. Pemeriksaan CBR lapangan tanah dasar (subgrade) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).

4.5.1 Pemeriksaan Ekstraksi Beton Aspal

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

1. Alat yang digunakan

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

2. Benda uji

Benda uji berasal dari hasil *Core drill* dan bensin secukupnya.

3. Jalannya percobaan

- 1). Benda uji (campuran aspal hasil *Core drill*) dipanaskan dalam oven dengan suhu 110° C.
- 2). Sampel sebanyak yang diperlukan, ditimbangkan .
- 3). Bowl ekstraktor ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam bowl yang sudah ditimbang dan bowl dipasang ke dalam alat ekstraktor.
- 4). Bensin sebanyak 750 ml dimasukkan ke dalam bowl sampai semua benda uji terendam, kemudian didiamkan selama 10 menit, dan diputar sampai bensin yang ada di bowl ekstraktor keluar semua.
- 5). Pekerjaan (4) di atas diulangi 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 dengan kertas filternya.
- 7). Setelah kering kemudian sampel beserta filternya di timbang.

4.5.2 Analisa saringan

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

1. Alat yang digunakan

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

2. Benda uji

Benda uji di dapat dari hasil ekstraksi masing-masing sampel.

3. Jalannya percobaan

- 1). Diambil benda uji dari hasil masing-masing sampel.
- 2). Saringan disusun sesuai dengan urutan nomornya dan dibersihkan.
- 3). Benda uji dituang ke saringan yang paling atas dan saringan tersebut di tutup.
- 4). Kemudian diguncangkan dengan mesin pengguncang selama 15 menit.
- 5). Benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan di ambil dan kemudian di timbang.
- 6). Pekerjaan di atas di ulangi untuk benda uji yang lain.

4.5.3 Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal

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

1. Alat yang digunakan

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

2. Benda uji

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

3. Jalannya percobaan

- 1). Benda uji beton aspal dari hasil *core drill* dipotong dengan ketebalan ± 5 cm
- 2). Benda uji yang telah di potong kemudian di timbang dalam keadaan kering.
- 3). Benda uji direndam selama 24 jam dalam air pada suhu kamar.
- 4). Setelah 24 jam benda uji diletakkan dalam keranjang, kemudian ditimbang dalam air. Diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25° C.
- 5). Benda uji dikeluarkan dari air lalu dilap dengan kain penyerap sampai permukaan kering (SSD) lalu ditimbang.
- 6). Menghitung besarnya volume beton aspal, yaitu selisih berat benda uji dalam keadaan SSD dengan berat benda uji dalam air.

- 7). Menghitung besarnya kepadatan beton aspal, yaitu dengan membagi berat benda uji dalam keadaan kering dengan besarnya volume benda uji.

4.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis Bulk Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis *bulk* yaitu perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan pada suhu tertentu..

1. Alat yang digunakan

- 1). Keranjang kawat
- 2). Kain Lap
- 3). Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan.
- 4). Timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 gram yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- 5). Oven
- 6). Saringan no. 16

2. Benda Uji

Agregat kasar tertahan saringan no. 4 sebanyak 100 gr.

3. Jalannya pemeriksaan

- 1). Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan bahan lain yang melekat.
- 2). Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C sampai beratnya tetap.

- 3). Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 – 3 jam lalu ditimbang (BK).
- 4). Benda uji direndam dalam suhu kamar selama 24 jam.
- 5). Benda uji dikeluarkan dari air lalu dilap dengan kain penyerap sampai permukaannya kering (SSD) lalu ditimbang (Bj).
- 6). Benda uji diletakkan dalam keranjang, dan digonjangkan batunya untuk mengeluarkan udara dan ditentukan beratnya dalam air (Ba). Diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25⁰ C.

4.5.5 Pemeriksaan CBR Lapangan Subgrade Dengan Dynamic Cone Penetrometer

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR subgrade di tempat.

1. Alat yang digunakan

Satu set peralatan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dengan pemberat 8 kg. Ujung baja berbentuk kerucut 60⁰, mistar penetrasi 100 cm.

2. Jalannya percobaan

Ada dua cara untuk mendapatkan nilai CBR dari data penetrasi DCP, yaitu:

- 1). Mengukur kedalaman penetrasi tiap 5 kali tumbukan.
- 2). Menghitung tumbukan per 25 mm.

Pada penelitian ini dipakai cara yang pertama dengan urutan pekerjaan sebagai berikut :

- (1). Posisi penunjukan mistar ukur (D_1) setelah terjadi penetrasi dicatat. Nilai ini dimasukkan pada blanko data kolom ke-2 (pembacaan mistar-mm) untuk tumbukan $n = 1$ (baris ke-2). Lihat lampiran 8 dan 9. Setiap lima kali tumbukan dilakukan pembacaan pada mistar ukur ($D_n + 1$).
- (2). Kolom ke-3 pada blanko (penetrasi-mm) yaitu selisih antara nilai D_1 dan D_0 ($1 = 2,3, 4, \dots, n$)
- (3). Kolom ke-4 pada blanko adalah nilai penetrabilitas skala penetrometer (SPP) yaitu nilai yang menyatakan mudah tidaknya melakukan penetrasi kedalam tanah (dinyatakan dalam cm/tumbukan)
- (4). Prosedur 2 dan 3 diulangi berulang kali sampai batas ke dalam yang dikehendaki.
- (5). Korelasi dengan nilai CBR diperoleh dengan menggunakan kertas transparan seperti gambar 4.1 Kertas transparan tersebut digeser-geserkan dengan tetap menjaga sumbu grafik pada kedua gambar sejajar, sehingga diperoleh garis kumulatif tumbukan berimpit dengan salah satu garis pada kertas transparan. Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut merupakan nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut. Setelah didapat gambar grafik hubungan antara kumulatif pukulan dan kedalaman penetrasi selanjutnya di tarik garis yang menyinggung grafik tersebut. Dari garis singgung itulah didapat nilai CBR lapangan pada lokasi pengujian.

DEGREI

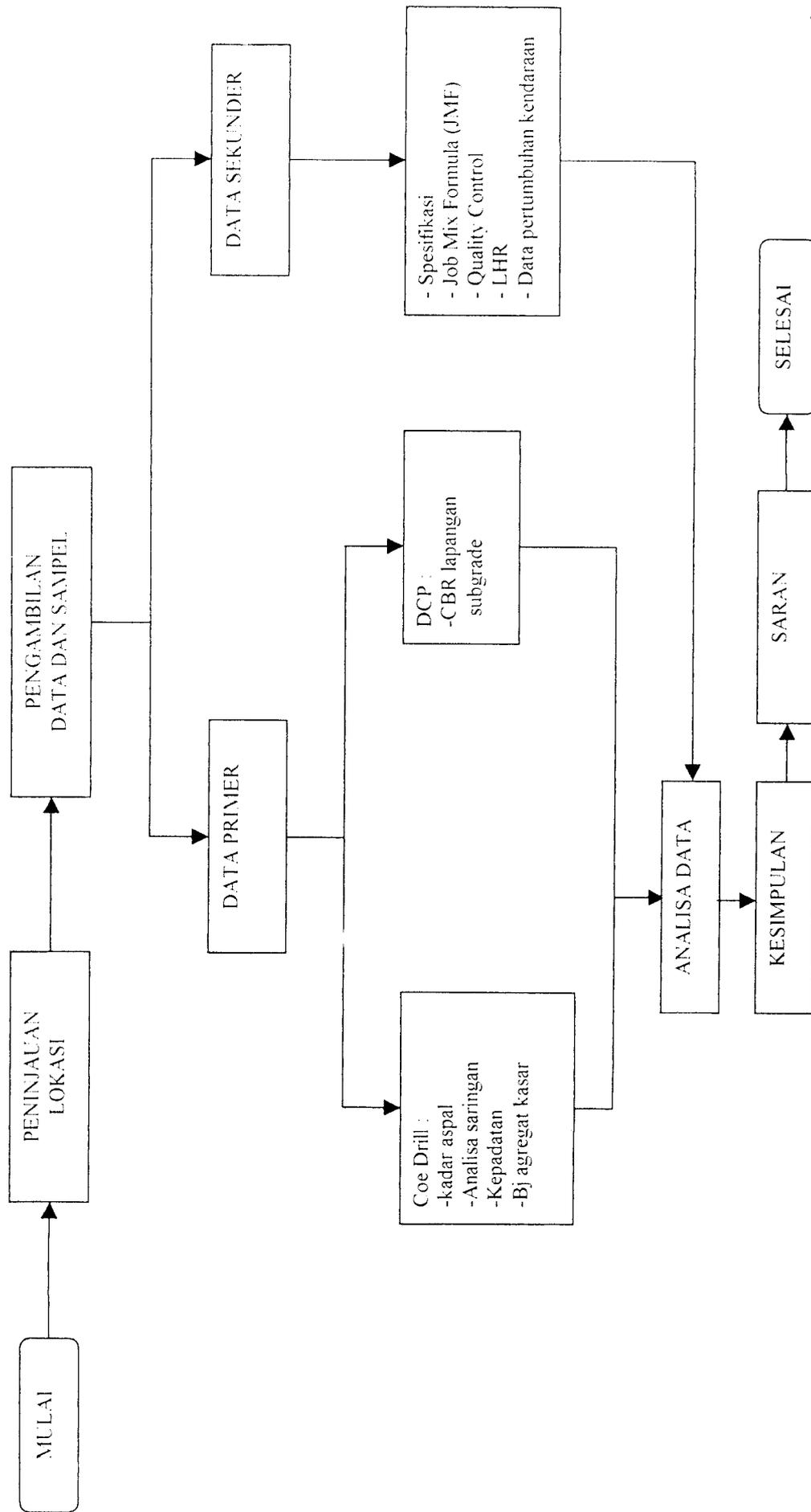
JEMBU X
TAL1 Kertas
erkerasa

s Data

gumpular

dapat dar

kukan pr



Gambar 4.2 *flowchart* jalannya penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di lapangan dan di laboratorium jalan raya fakultas teknik sipil UII adalah: menghitung nilai *present serviceability index* (PSI), *core drill*, ekstraksi aspal, analisa saringan, pemeriksaan berat jenis agregat kasar, pemeriksaan CBR tanah dasar dengan DCP.

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1 Menghitung Nilai *Present Serviceability Index* Aashto 1962 (Psi)

Untuk menghitung nilai PSI, dinilai dengan parameter-parameter kerusakan jalan menurut AASHTO Road test 1962 yaitu *Slope Variance (SV)*, *Ruth Depth (RD)*, *Cracking (C)*, *Patching Pothole (P)*. Dari penelitian yang telah dilakukan dilapangan maka didapat nilai-nilai dari parameter kerusakan tersebut .

1. Mengukur dan Menghitung Parameter *Slope Variance*

Urutan pekerjaan pengukuran sebagai berikut :

- 1) Alat diletakkan pada lokasi kerusakan dimana terdapat kerusakan berupa gelombang arah memanjang badan jalan, selanjutnya dilakukan pengukuran

- 2) Selanjutnya data-data tersebut dicatat, pengukuran hanya dilakukan pada lokasi-lokasi dimana secara visual dinilai terdapat gelombang-gelombang arah memanjang badan jalan.
- 3) Setiap data pengukuran selalu dicatat dan dimasukkan kedalam tabel perhitungan *slope variance* (lampiran 13 - 15)
- 4) Nilai X_i % didapat dari persamaan 3.3

$$X_i = \left(\frac{Ya}{12} \right) \times 100 \%$$

Keterangan:

Ya = selisih pembacaan kedalam gelombang (inch)

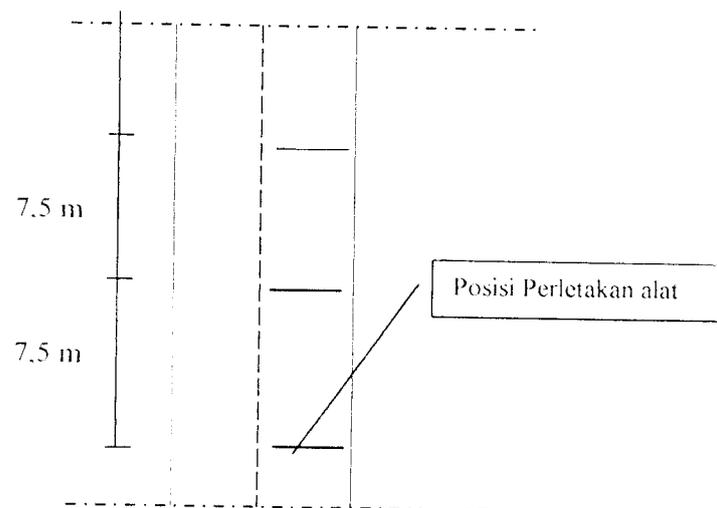
- 5) Dari data tiap-tiap lokasi kerusakan tersebut didapatkan nilai $\sum X_i$ % dan $\sum X_i^2$ % dan kemudian dicari nilai SV

$$\begin{aligned}
 SV &= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{i=n} x_i \right)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} \left[\sum_{i=1}^{i=56} x_i^2 - \frac{1}{63} \left(\sum_{i=1}^{i=56} x_i \right)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} \left[1011,867 - \frac{1}{63} (138,196)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} [1011,867 - 303,144] \\
 &= \frac{1}{63-1} [708,723] = 11,431 \%
 \end{aligned}$$

2. Mengukur dan Menghitung Parameter *Ruth Depth*

Urutan pekerjaan pengukuran sebagai berikut :

- 1) Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan yang sama yaitu 1 set *straight edge*
- 2) Alat diletakkan pada posisi melintang badan jalan dan diukur kedalaman alur maksimum pada tiap titik, interval titik pengukuran setiap jarak 7,5 meter searah panjang jalan.



Gambar 5.2 Perletakan Alat saat Pengukuran *Ruth Depth*

tabel 5.1 Contoh Perhitungan
Ruth Depth

NO	Kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)
1	1.665	0.295	0.11614
2	2.67	1.3	0.51181
3	3.37	2	0.7874
4	3.31	1.94	0.76378
5	3.151	1.781	0.70118
6	3.651	2.281	0.89803
7	2.01	0.64	0.25197
8	2.13	0.76	0.29921
rata-rata			0.54119

Keterangan : X = 1.37 cm (tinggi kaki straight edge)

- c. Untuk titik-titik selanjutnya, dengan cara yang sama didapatkan nilai-nilai seperti pada tabel kemudian nilai rata-rata masing-masing stasiun di ambil rata-ratanya kembali. Pada lokasi penelitian didapat nilai *ruth depth* rata-rata sebesar = 0,5706 inch (lampiran 18-19).



Gambar 5.3 Pengukuran *Ruth Depth* Dengan Menggunakan *Straight Edge*
Sumber : Lokasi Penelitian Dilapangan

3. Menghitung Cracking

Luasan terjadinya cracking dihitung dengan menggunakan meteran. Luasan retak tersebut (ft^2) dihitung setiap 1000 ft^2 luas jalan. Karena diketahui lebar jalan = 13 meter atau = 42,65 ft maka akan didapatkan panjang pengukuran setiap = $1000/42,65 = 23,44$ feet atau sepanjang = 7,14 meter.

Dari perhitungan dilapangan didapatkan tiga lokasi yang mengalami keretakan yang cukup parah yaitu pada lokasi 0 + 400 ; 0 + 800 dan 1 + 1000.

Data keretakan stasiun 0 + 400

Panjang retak = 4,20 meter



5.1.2 Ekstraksi Beton Aspal

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1 – 5) diperoleh data kadar aspal campuran perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Uji Ekstraksi Beton Aspal

No	Stasiun	Kadar Aspal (%) Hasil penelitian
2	0 + 200 R	7,767
3	0 + 400 L	6,687
4	0 + 600 L	7,679
5	0 + 800 L	7,722
6	1 + 000 L	6,577
	Rata rata	7,2864

Keterangan: R= Sisi kanan L= Sisi kiri

5.1.3 Analisa saringan

Bermanfaat untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan (lampiran 1 – 5). Hasil penelitian analisa saringan adalah sebagaimana tercantum dalam tabel 5.4

Tabel 5.3 Hasil Analisa Saringan Agregat Setelah diekstraksi

Nomor Saringan	Hasil penelitian (% lolos) saringan					
	Stasiun 0 + 50 R	Stasiun 0 + 400 L	Stasiun 0 + 600 L	Stasiun 0 + 800 L	Stasiun 1 + 000 L	Rata - rata
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1"	100	100	100	100	100	100
3/4"	100	100	100	100	100	100
1/2"	95,07	82,93	95,83	93,671	83,972	90,29
3/8"	90,25	67,62	82,37	82,531	72,176	78,989
no.4	75,45	49,22	56,99	62,22	54,68	59,712
no.8	63,78	42,85	46,27	48,77	44,33	49,2
No.30	33,97	28,18	28,69	32,48	24,5	29,564
No.70	8,72	12,43	12,136	7,422	7,43	8,1432
No.200	2,28	5,57	5,092	1,526	2,109	3,3154

Keterangan :

R = sisi kanan ; L = sisi kiri

5.1.4 Kepadatan Beton Aspal

Hasil pemeriksaan kepadatan beton aspal dari 5 contoh benda uji (lampiran 6), didapat nilai kepadatan seperti Tabel 5.4

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal

No. Sta	Tebal (CM)	Berat (gram)			Volume D=C-B	Bulk A/D
		Kering (A)	Dalam air (B)	SSD (C)		
0 + 200 R	5	2804	1643	2810	1167	2.402742
0 + 400 L	5	2844	1641	2890	1249	2.277022
0 + 600 L	5	2771	1578	2790	1212	2.286304

0 + 800 L.	5	3204	1878	3237	1359	2.357616
1 + 000 L.	5	2441	1411	2463	1052	2.320342
Kepadatan rata – rata						2.328805

Untuk HRS nilai kepadatan yang disyaratkan adalah 2,323 (Bina Marga, DPU Cabang Dinas Propinsi DIY).

5.1.5 Pemeriksaan CBR lapangan tanah dasar dengan DCP

Pemeriksaan ini berguna untuk menentukan CBR lapangan tanah dasar secara langsung sebagai dasar analisis perencanaan pelapisan tambahan (overlay). Nilai CBR yang dipakai pada penelitian ini adalah CBR pada kedalaman penetrasi 300 mm (30 cm) dengan asumsi pemadatan subgrade 30 cm tebal padat.

Dari pemeriksaan diperoleh CBR lapangan sebagai berikut ini (lampiran 8 – 9).

Hasil pemeriksaan dapat dinyatakan dengan penetrabilitas skala penetrometer (SPP) yaitu mudah tidaknya melakukan penetrasi kedalam tanah (dinyatakan dalam cm/tumbukan) atau dapat dinyatakan juga dengan tahanan penetrasi skala (SPR).

Contoh perhitungan :

1. Stasiun 0 + 50 R

hasil dari 5 tumbukan pertama :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_0 = 0 ; D_1 = 6,5$$

$$\Delta D = D_1 - D_0 = 6,5 - 0 = 6,5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 6,5 / 5 = 1,3 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 1,3 = 0,769 \text{ tumbukan / cm}$$

hasil dari 5 tumbukan kedua :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_1 = 6,5 ; D_2 = 11,5$$

$$\Delta D = D_2 - D_0 = 11,5 - 6,5 = 5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 5 / 5 = 1,0 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 1,0 = 1,0 \text{ tumbukan / cm}$$

hasil dari 5 tumbukan ketiga :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_2 = 11,5 ; D_1 = 23$$

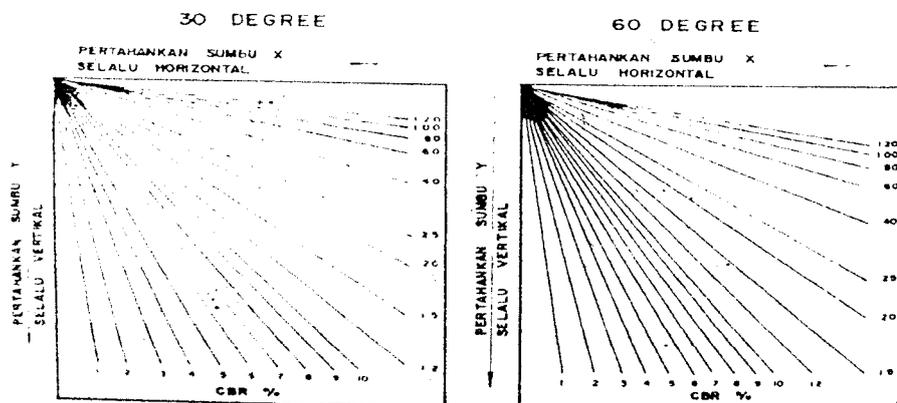
$$\Delta D = D_1 - D_0 = 23 - 11,5 = 11,5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 11,5 / 5 = 2,3 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 1,3 = 0,434 \text{ tumbukan / cm}$$

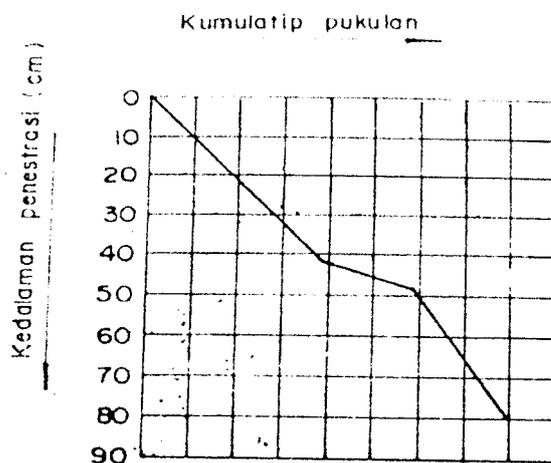
Demikian seterusnya.

Data lapangan umumnya dalam SPP, tapi dalam analisa data dipergunakan SPR. Korelasi dengan nilai CBR diperoleh dengan menggunakan kertas transparan seperti gambar 5.5. Kertas transparan tersebut digeser-geserkan dengan tetap menjaga sumbu grafik pada kedua gambar sejajar, sehingga diperoleh garis kumulatif tumbukan (gambar 5.6) berimpit dengan salah satu garis pada kertas transparan. Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut merupakan nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut. Setelah didapat gambar grafik hubungan antara kumulatif pukulan dan kedalaman penetrasi selanjutnya di tarik garis yang menyinggung grafik tersebut. Dari garis singgung itulah didapat nilai CBR lapangan pada lokasi pengujian (lampiran 8-9)



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

Gambar 5.5 Transparansi Skala CBR



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

Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kumulatif Pukulan dengan Kedalaman Penetrasi

Pada stasiun ini setelah dicari dengan cara tersebut diatas didapatkan CBR lapangan sebesar -- 18 %

2. Stasiun 0 + 400 L dan seterusnya

Untuk mendapatkan nilai CBR pada stasiun berikutnya adalah sama caranya dengan cara mendapatkan CBR pada 0 + 50 R, sehingga didapat nilai CBR nya adalah 18 % CBR terpakai adalah CBR yang terkecil yaitu pada stasiun 0 + 600 L sebesar : 8 %.

5.2 Pembahasan

Pekerjaan terakhir pada struktur lapis perkerasan Jalan Mayjen Sutoyo dan MT Haryono adalah pada tahun 1993, yaitu berupa pelapisan HRS oleh Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Cabang Dinas Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

5.2.1. Evaluasi Laboratorium Terhadap Spesifikasi

Berdasarkan perbandingan hasil penelitian di laboratorium jalan raya dan data yang didapat dari laboratorium jalan raya Universitas Islam Indonesia, dihasilkan bahwa contoh perkerasan yang diteliti adalah HRS. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian analisa saringan pada sampel yang menunjukkan gradasi agregat lebih cenderung memenuhi spesifikasi HRS. Dari data yang didapat, selama dua periode pelapisan ulang (*overlay*) yaitu tahun 1989 dan 1993, keduanya menunjukkan pelapisan ulang berupa lapisan *hot rolled sheet* (HRS).

Lapisan HRS yang ada pada awalnya setebal 5 cm sebagian besar berkurang ketebalannya. Kondisi ini disebabkan oleh sifat non struktural dari lapisan HRS yang mengalami proses pengausan selama 10 tahun sejak perkerasan di *overlay* pada tahun

1993. Disamping itu menurunnya tebal lapisan lapisan HRS dikarenakan peningkatan repetisi beban lalu lintas yang lewat di atasnya tiap tahun meningkat.

Pada pemeriksaan analisa saringan didapat hasil uji laboratorium yang masih masuk dalam spesifikasi HRS. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Persentase Lolos Saringan Rata-rata Terhadap Spesifikasi HRS

Nomor Saringan	Hasil penelitian (% lolos) saringan					Rata - rata	Spesifikasi HRS
	Stasiun 0 + 50 R	Stasiun 0 + 400 L	Stasiun 0 + 600 L	Stasiun 0 + 800 L	Stasiun 1 + 000 L		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1"	100	100	100	100	100	100	100-100
3/4"	100	100	100	100	100	100	97-100
1/2"	95,07	82,93	95,83	93,671	83,972	90,29	80-100
3/8"	90,25	67,62	82,37	82,531	72,176	78,989	58-82
no.4	75,45	49,22	56,99	62,22	54,68	59,712	50-60
no.8	63,78	42,85	46,27	48,77	44,33	49,2	48-60
No.30	33,97	28,18	28,69	32,48	24,5	29,564	15-60
No.70	8,72	12,43	12,136	7,422	7,43	8,1432	5-35
No.200	2,28	5,57	5,092	1,526	2,109	3,3154	2-10

Berdasarkan hasil uji laboratorium analisa saringan terhadap spesifikasi HRS terjadi degradasi agregat pada saringan 3/8", no.4, no.8

Dari tabel di atas terlihat bahwa degradasi tertinggi terjadi pada stasiun 0 + 50 R, hal ini terjadi karena letak stasiun tersebut dekat dengan pemberhentian lampu pengatur lalu lintas perempatan pojok benteng timur dan sering terjadi kemacetan pada antrian

lalu lintas, sehingga beban kendaraan yang ditahan oleh perkerasan pada jalan tersebut lebih lama bila dibandingkan dengan segmen jalan lainnya pada ruas jalan yang sama. Kondisi yang relatif lebih stabil adalah pada stasiun 1 + 000 L tidak terjadi degradasi pada agregatnya. Secara keseluruhan dari masing-masing stasiun, degradasi tertinggi terjadi pada saringan no.4”.

Besarnya persentase fraksi agregat kasar, agregat halus dan filler dapat ditentukan dari hasil analisa saringan, dengan ketentuan sebagai berikut ini.

1. Fraksi agregat kasar adalah persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang tertahan pada saringan no.8 atau 2,36 mm.
2. Fraksi agregat halus adalah persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan no.8 atau 2,36 mm tetapi tertahan pada saringan no. 200 atau 0,075 mm.
3. Fraksi bahan pengisi (*filler*) adalah berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan no. 200 atau 0,075 mm.

Besar masing-masing fraksi agregat dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 5.6 Persentase Fraksi Agregat.

Fraksi agregat	Stasiun 0+50 L	Stasiun 0+400 L	Stasiun 0+600 R	Stasiun 0+800 L	Stasiun 1+000 L	Rata-rata (%)
Kasar	36,22	57,15	53,73	51,23	55,67	50,8
Halus	61,5	37,28	41,18	47,24	42,22	45,884
Filler	2,28	5,57	5,09	1,53	2,11	3,316

Hasil penelitian ekstraksi beton aspal menunjukkan bahwa terdapat kadar aspal berlebih pada masing-masing contoh. Hal ini disebabkan oleh lapisan HRS sebagai

lapisan nonstruktural sebagian besar telah mengalami proses pengausan sehingga aspal yang tertinggal dari proses pengausan tersebut akan menempel pada lapisan HRS sebelumnya (*overlay sebelumnya*). Hal lain juga disebabkan lapisan HRS yang ada telah menyatu dengan lapisan HRS sebelumnya karena peningkatan repetisi beban yang besar selama 10 tahun. Dua hal tersebut menjadikan lapisan HRS yang diteliti mempunyai kadar aspal yang berlebih, disamping juga kemungkinan kekurangtelitian sumber daya manusianya pada saat pelaksanaan pencampuran.

Hasil penelitian kepadatan menunjukkan bahwa kepadatan pada contoh yang diteliti mengalami kenaikan. Data rata-rata yang diperoleh dari hasil laboratorium sebesar 2,3288, sedangkan spesifikasi untuk HRS yang disyaratkan sebesar 2,323. Hal ini disebabkan pemadatan pada perkerasan jalan oleh beban kendaraan yang lewat di atasnya selama periode 10 tahun. Dari hasil analisa saringan, pemeriksaan kepadatan dan ekstraksi beton aspal maka dapat dicari persentase rongga dalam campuran sebagai berikut :

1. persentase fraksi agregat kasar, agregat halus dan *filler* sesuai dengan pemeriksaan berturut-turut adalah 50,8%, 45,884%, dan 3,316%,
2. berat jenis agregat kasar adalah 2,716 gr/cm³ dan berat jenis agregat halus dan filler adalah 2,7 gr/cm³ (Laboratorium jalan raya FTSP UII),
3. persentase aspal terhadap campuran adalah 7,2864%,
4. berat jenis yang diisyaratkan oleh Bina Marga untuk aspal AC 80 – 100 minimal adalah 1,00 gr/cm³. Dalam penelitian ini peneliti mengambil berat jenis aspal AC 80-100 adalah 1,07 gr/cm³ (Lab. Jalan Raya FTSP UII),

5. kepadatan (bulk) rata-rata sampel adalah 2,3288, dan
6. berat jenis bulk agregat total dicari dengan rumus :

$$Bj_{\text{agregat total}} = \% \text{ agregat kasar} \times Bj_{\text{agregat kasar}} + \% \text{ agregat halus} \times Bj_{\text{agregat halus}} + \% \text{ filler} \times Bj_{\text{filler}}$$

$$Bj_{\text{agregat total}} = (50,8\% \times 2,715) + (45,884\% \times 2,7) + (3,316\% \times 2,7) \\ = 2,702 \text{ gr/cm}^3$$

Persentase rongga dalam campuran (VITM) dicari dengan rumus berikut :

$$VITM = 100 - \left(\frac{\% \text{ Aspal} \times \text{kepadatan}}{Bj_{\text{Aspal}}} \right) - \left(\frac{(100 - \% \text{ Aspal}) \times \text{kepadatan}}{Bj_{\text{agregat total}}} \right)$$

$$VITM = 100 - \left(\frac{7,2864 \times 2,328}{1,07} \right) - \left(\frac{(100 - 7,2864) \times 2,328}{2,702} \right) = 4,2665\%$$

Dari hasil perhitungan didapat persentase rongga udara dalam campuran adalah sebesar 4,2665 %, sedangkan spesifikasi Bina Marga adalah 4% - 8%. Dengan demikian rongga udara yang didapat dari perhitungan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan sehingga *bleeding* (kegemukan) dan keriting yang terjadi bukan disebabkan oleh kecilnya rongga udara . Aspal pada temperatur yang tinggi akan menurun *viskositas*-nya, sehingga aspal akan mengisi rongga-rongga udara di dalam campuran akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, dengan rongga yang sesuai dengan spesifikasi 4,2665 (spesifikasi 4 - 8%), maka aspal dapat masuk ke dalam rongga, sehingga aspal yang naik ke permukaan bukan disebabkan oleh kecilnya rongga udara dalam campuran.

Hal-hal lain yang menyebabkan *bleeding* dan keriting yang terjadi di lokasi penelitian adalah terjadi degradasi pada agregat kasar sehingga menyebabkan

meningkatnya persentase agregat halus. Saat terjadi pembebanan yang cukup lama dari kendaraan mengakibatkan agregat halus yang menjadi lebih banyak tersebut akan terdorong ke arah vertikal sehingga muncul kerusakan pada permukaan jalan. Selain terjadi degradasi agregat, kadar aspal yang berlebih dalam campuran yang disebabkan oleh menyatunya lapisan HRS dengan lapisan HRS *overlay* sebelumnya.

Secara visual aspal bebas yang ada permukaan perkerasan ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo menyebabkan permukaan jalan menjadi licin dan terjadinya gundukan aspal yang bercampur dengan agregat halus pada segmen jalan yang menerima beban lalu lintas paling besar, terutama pada tempat-tempat pemberhentian lampu pengatur lalu lintas. Kegemukan yang berupa permukaan licin sangat membahayakan kendaraan yang lewat di atasnya terutama pada saat jalan basah.

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomer : 03/MN/B/1983 Dirjen Bina Marga, kegemukan (*bleeding*) disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, sedangkan dalam *Principles of Pavement Design* (Yoder dan Witczak, 1975) disebutkan bahwa penyebab *bleeding* adalah karena beberapa faktor, yaitu : terlalu banyaknya aspal dalam campuran, aspal yang terlalu peka terhadap perubahan temperatur, dan konsolidasi batuan.

Dalam proses pencampuran, jumlah aspal yang digunakan idealnya harus sama dengan jumlah aspal dalam job mix formula. Aspal yang ada digunakan sebagai bahan ikat antar batuan, disamping juga untuk menyelubungi batuan dan mengisi rongga antar batuan yang ada, namun masih diijinkan adanya rongga udara untuk memberi ruang apabila ada pengembangan aspal akibat naiknya suhu.

Kegemukan juga terjadi karena aspal sangat lembek oleh kenaikan temperatur. Aspal merupakan bahan *thermoplastic*, artinya *viskositas* aspal akan turun oleh kenaikan temperatur. Apabila aspal sudah turun *Viskositas*-nya dan di atas permukaan perkerasan bekerja beban lalu lintas maka aspal akan mengalir mengisi rongga dan bila telah penuh, aspal akan naik ke permukaan perkerasan. Aspal yang dipakai pada saat pelaksanaan pelapisan HRS sesuai dengan data yang ada di DPU Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Aspal AC - 10 (sama dengan penetrasi 80/100). Aspal jenis ini sangat peka terhadap perubahan temperatur, dimana titik lembek minimumnya adalah pada suhu 46⁰C dan titik lembek maksimumnya adalah pada suhu 54⁰c (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton / LASTON untuk Jalan Raya).

Bleeding yang terjadi pada ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo juga disebabkan oleh konsolidasi batuan. Beban lalu lintas yang naik tiap tahun dan repetisinya yang sangat besar menyebabkan antar batuan bergesekan, gesekan ini menyebabkan terjadinya degradasi agregat. Batuan yang terdegradasi akan turun, sedangkan hasil degradasi bersama-sama dengan agregat halus dan aspal naik ke permukaan sehingga terjadi *sliding (bleeding)* yang disertai naiknya agregat halus ke permukaan). Dari pemeriksaan laboratorium seperti tercantum dalam tabel 5.9, persentase degradasi terbesar adalah pada saringan no. 4 " sehingga jumlah persentase bertambah yang menyebabkan rongga dalam campuran berkurang dan bersama-sama dengan aspal akan naik ke permukaan.

Disamping *bleeding* ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo juga mengalami kerusakan berupa keriting (*corrugation*) yang disebabkan oleh hal yang sama dengan

penyebab terjadinya *bleeding* sebagai faktor penyebab utama. Faktor penyebab yang lain adalah terjadinya pengausan lapisan HRS yang tidak merata disepanjang jalan tersebut sehingga permukaan jalan menjadi bergelombang. Stabilitas campuran yang rendah juga bisa menyebabkan terjadinya keriting. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut selama 10 tahun maka ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo sekarang diklasifikasikan untuk lalu lintas sedang, yang menurut Bina Marga stabilitas minimumnya adalah 650 kg (persyaratan aspal beton, Bina Marga, 1983).

5.2.2. Evaluasi Pelapisan Tambahan (Overlay) Untuk Masa Layan 1993 – 2002 dengan Metode Analsia Komponen 1987.

Indonesia telah mempunyai suatu metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan di Indonesia yang diisyaratkan oleh Bina Marga yaitu Metode Analisa Komponen 1987.

1. Data Perencanaan

- 1) Data lalu lintas harian rata-rata tahun 1999 (lampiran 11) diambil dengan asumsi nilai terbesar yang melewati kedua jalan tersebut adalah:

Kendaraan ringan	8011	kendaraan
Bus 8 ton	1434	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	211	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	20	kendaraan

2) Pertumbuhan lalu lintas (i) perkotaan di Kota Yogyakarta sebesar 1,6 %
(lampiran 22)

3) Susunan perkerasan jalan yang dievaluasikan sebelum overlay tahun 1993 :

Single Penmac = 3,4 cm (lampiran 10.1).

Base (batu belah CBR 80) = 20 cm (lampiran 10.2).

Subbase (sirtu CBR 50) = 10 cm (lampiran 10.3).

Kondisi di lapangan pada tahun 1993 diperkirakan bahwa lapisan *single penmac* dengan nilai kondisi perkerasan jalan diambil 59 % dan faktor regional (FR) untuk jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo diambil 1,5.

4) Masa layan dari tahun 1993-2002 adalah 9 tahun

5) LHR_{1993} (awal umur rencana) dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{F}{(1+i)^{UR}}$$

Misal : untuk kendaraan ringan LHR_{1999} adalah 8011 kendaraan, asumsi pertumbuhan lalu lintas 1,6 %, maka didapat :

$$LHR_{1993} = \frac{8011}{(1+0,016)^6} = 7283 \text{ kendaraan}$$

Sehingga dengan cara yang sama di dapat LHR_{1993} :

Kendaraan ringan	7283	kendaraan
Bus 8 ton	1304	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	192	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	18	kendaraan

Sedangkan LHR_{2002} (saat dievaluasi) dihitung dengan rumus :

$$F = P \times (1 + I)^{UR}$$

Misal : untuk kendaraan ringan LHR₁₉₉₉ adalah 8011 kendaraan, asumsi pertumbuhan lalu lintas 1,6 %, maka didapat :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2002} &= 8011 \times (1 + 0,016)^3 \\ &= 8402 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Sehingga dengan cara yang sama di dapat LHR₂₀₀₂ :

Kendaraan ringan	8402	kendaraan
Bus 8 ton	1504	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	221	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	21	kendaraan

2. Angka Ekuivalen (E)

Dihitung berdasarkan distribusi beban sumbu berbagai jenis kendaraan (lampiran 21).

1) Kendaraan ringan beban 2 ton (50% as depan + 50 % as belakang)

$$E = \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 = 0,0005$$

2) Bus beban 8 ton (34% as depan + 66% as belakang)

$$E = \left[\frac{8 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{8 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,1876$$

3) Truck 2 as 13 ton (25% as depan + 75 % as belakang)

$$E = \left[\frac{13 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{13 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 2,0634$$

4) Truck 3 as 20 ton (25 % as depan + 75% as belakang)

$$E: \left[\frac{20 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{20 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 1,123$$

3. Faktor Distribusi Kendaraan (C)

Ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo merupakan jalan dengan 2 lajur 2 arah, sehingga menurut tabel distribusi kendaraan (tabel 3.2) yang ditetapkan oleh Bina Marga mempunyai nilai $C = 0,50$

4. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Kendaraan ringan	=	7283 x 0,5 x 0,0005	=	1,821
Bus 8 ton	=	1304 x 0,5 x 0,1876	=	122,290
Truk 2 as 13 ton	=	192 x 0,5 x 2,0634	=	197,913
Truk 3 as 20 ton	=	18 x 0,5 x 1,123	=	10,210 +
			<hr/>	
			LEP ₁₉₉₃	= 332,233

5. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Kendaraan ringan	=	8402 x 0,5 x 0,0005	=	2,100
Bus 8 ton	=	1504 x 0,5 x 0,1876	=	141,069
Truk 2 as 13 ton	=	221 x 0,5 x 2,0634	=	228,306
Truk 3 as 20 ton	=	21 x 0,5 x 1,123	=	11,778 +
			<hr/>	
			LEA ₂₀₀₂	= 383,253

6. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET_9 = \frac{332,233 + 383,253}{2} = 357,743$$

7. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER_9 = 357,743 \times 9/10 = 321,969$$

Jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Daerah Istimewa Yogyakarta diklasifikasikan sebagai jalan kolektor sekunder, sehingga sesuai dengan tabel Indeks Permukaan pada akhir rencana (tabel 3.3) dengan LER_9 321,969 maka diperoleh harga Indeks Permukaan (IP) = 2,48

8. Mencari Indek Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk mendapatkan nilai Indeks Tebal Perkerasan ada dua cara, yaitu secara numeris dan secara grafis. Secara numeris besarnya \overline{ITP} dapat dicari dengan rumus Bina Marga seperti berikut ini :

$$\text{Log } W_{18} = 9,36 \log (\overline{ITP} + 1) - 0,20 + \left[\frac{\log \left(\frac{IP_0 - IP_1}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \left(\frac{1094}{(\overline{ITP} + 1)^{5,19}} \right)} \right] + \log \frac{1}{R} + 0,372 (DDT - 3,0)$$

dengan :5.1)

W_{18} = perkiraan jumlah beban standar sumbu tunggal roda ganda 18.000 lbs selama umur rencana.

\overline{ITP} = indeks tebal perkerasan

R = faktor regional

IP_0 = indek permukaan awal

IP_1 = indeks permukaan akhir

Sedangkan secara grafis adalah dengan menggunakan nomogram Indeks Tebal Perkerasan yang dikeluarkan oleh Bina Marga di dalam Metoda Analisa Komponen 1987. Untuk memudahkan maka peneliti menggunakan cara grafis untuk mendapatkan besarnya \overline{ITP} , dengan data sebagai berikut :

- 1) CBR tanah dasar 8 %, sehingga dengan nomogram korelasi DDT dan CBR diperoleh harga DDT adalah 5,4 %,
- 2) data yang lain adalah $LER_9 = 321,969$; $IP_1 = 2,48$ dan $FR = 1,5$, dan
- 3) IP_0 diambil 3,5 – 3,9.

Maka dengan data di atas dan menggunakan nomogram 2 (dua), petunjuk tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen 1987, diperoleh $\overline{ITP}_9 = 8,6$ cm.

9. Menetapkan tebal lapis tambahan

Mencari faktor kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan (lampiran 22) :

Lapis *Single Penmac* = 0,26 ; Lapis HRS = 0,26

Base (batu belah) = 0,13

Subbase (sirtu CBR 50) = 0,12

Kekuatan jalan lama dihitung dengan rumus $ITP = IP \times d \times a$

Tabel 5.7 Existing Pavement 1989

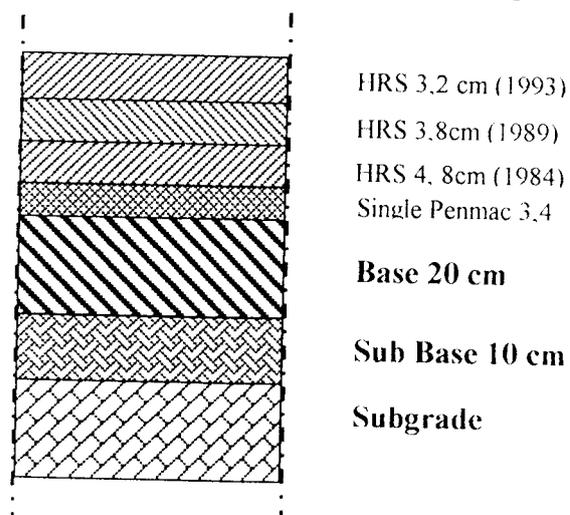
Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
Lapis HRS 1989	3,8	59	26	0,673
Lapis HRS 1984	4,8	59	26	0,850
Lapis <i>Penmac</i>	3,4	95	0,26	0,840
<i>Base</i> (batu belah)	20	100	0,13	2,6
<i>Subbase</i> (sirtu)	10	100	0,12	1,2
			ITP _{ada}	6,162

$$\begin{aligned} \overline{\Delta ITP} &= ITP_y - ITP_{ada} \\ &= 8,6 - 6,162 = 2,438 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$2,438 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 8,130 \text{ cm}$$

Tebal lapis tambahan (overlay) yang diperoleh dari hitungan di atas adalah 8,130 cm sedangkan pekerjaan terakhir pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo pada tahun 1993 oleh Departemen Pekerjaan Umum Cabang Dinas Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah peningkatan kelas jalan dengan pelapisan HRS setebal 5 cm (sudah terdeformasi menjadi 3,2 cm) seperti gambar berikut ini:

**Gambar 5.7** Susunan Perkerasan tahun 1993

Dengan demikian terdapat selisih ketebalan lapisan perkerasan hasil evaluasi dengan pekerjaan yang pernah dilakukan pada ruas jalan tersebut sebesar 4,93 cm. Selisih ini disebabkan oleh umur rencana peningkatan jalan yaitu 10 tahun sudah terlampaui 9 tahun, sehingga dengan pertumbuhan lalu lintas selama 9 tahun tersebut akan memperbesar nilai LER yang selanjutnya akan menambah tebal perkerasan yang diperlukan.

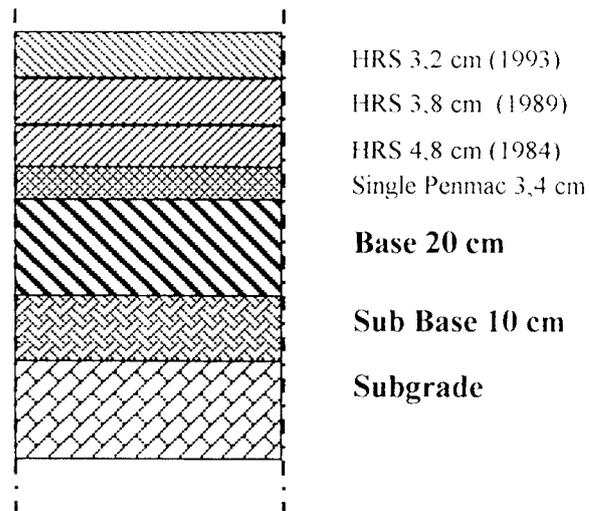
5.2.3. Perencanaan Pelapisan Tambahan (Overlay) Untuk Masa Layan 2002-2007 dengan Metode Analisa Komponen 1987.

Kondisi ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Daerah Istimewa Yogyakarta yang sekarang dalam kondisi kurang stabil perlu adanya perbaikan dengan segera karena letaknya di tengah kota menghubungkan pusat-pusat perdagangan, pendidikan, pemerintahan dan kesehatan di kota Yogyakarta . Dengan demikian diperlukan perencanaan pelapisan tambahan (*overlay*) pada ruas jalan tersebut.

Dengan data-data yang diperoleh yaitu dari lapangan dan laboratorium direncanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada ruas jalan tersebut dengan metode Analisa Komponen 1987 sebagai berikut :

1. Kondisi perkerasan yang ada

Kondisi perkerasan pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo yang ada sekarang tidak sama dengan kondisi pada tahun 1993 saat jalan baru di *overlay*. Seiring dengan perkembangan lalu lintas maka permukaan perkerasan jalan telah mengalami kerusakan sehingga susunan ketebalan perkerasan yang ada sekarang adalah seperti tertera dalam gambar berikut:



Gambar 5.8 Susunan Perkerasan lama

Sedangkan nilai kondisi masing-masing lapis perkerasan serta koefisien kekuatan relatifnya adalah seperti Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Existing pavement 1993

Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
Lapis HRS 1993	3,2	59	0,26	0,491
Lapis HRS 1989	3,8	59	0,26	0,583
Lapis HRS 1984	4,8	59	0,26	0,736
Single Penmac	3,4	95	0,26	0,840
Base (batu belah)	20	100	0,13	2,6
Subbase (sirtu)	10	100	0,12	1,2
				6,450

Sumber SKBI 2.3.26.1987

Tabel 5.9 Komponen Perencanaan 2002

Faktor regional	CBR (%)	DDT	I_{p_0}	I_{p_1}
1,5	8	5,4	3,9	2,48

Sumber SKBI 2.3.26.1987

2. Tinjauan lalu-lintas

Pertumbuhan lalu lintas (i) untuk daerah perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1,6 % sedangkan umur rencana *overlay* adalah 5 tahun sehingga dengan rumus yang ada dapat dihitung LHR₂₀₀₇, LEP₂₀₀₇ dan LEA₂₀₀₇ seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.10 Analisis lalu lintas 2002-2007

Jenis	Angka Ekuivalen	LHR ₂₀₀₂	LHR ₂₀₀₇	C	LEP ₂₀₀₂	LEA ₂₀₀₇
Kendaraan ringan	0,0005	8402	9096	0,5	2,100	2,274
Bus 8 ton	0,1876	1504	1628	0,5	141,069	152,722
Truck 2 as 13 ton	2,0634	221	240	0,5	228,306	247,164
Truck 3 as 20 ton	1,1230	21	23	0,5	11,778	12,751
					383,253	414,911

3. Menghitung tebal lapis tambahan (overlay)

$$\begin{aligned} LET_5 &= (LEP_{2002} + LEA_{2007})/2 \\ &= (383,253 + 414,911)/2 \\ &= 399,082 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LER_5 &= LET_5 \times FP \\ &= 399,082 \times 5/10 \\ &= 199,541 \end{aligned}$$

$$ITP_{\text{grafik}} \text{ didapat} = 8 \text{ cm}$$

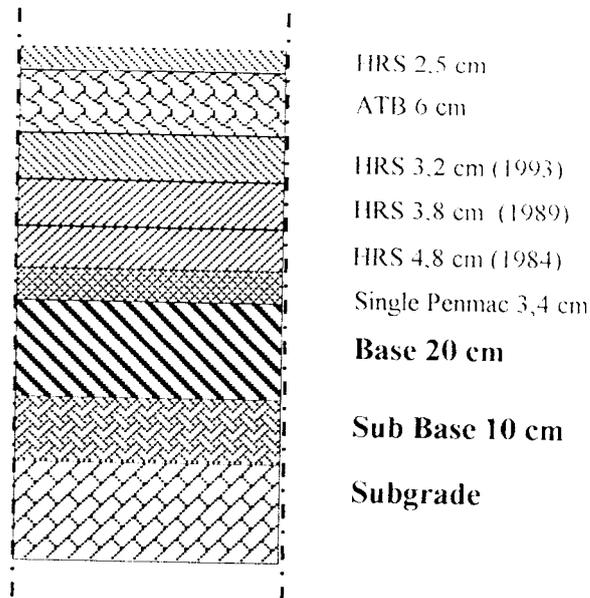
$$ITP_{\text{existing}} = 6,450 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} ITP_{\text{diperlukan}} &= ITP_{\text{grafik}} - ITP_{\text{existing}} \\ &= 1,550 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Overlay diperlukan} = 1,550 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 1.550 / 0,3 = 5.96 \text{ cm} \approx 6 \text{ cm}$$

Lapis tambahan (*overlay*) dari hitungan di atas adalah setebal 6 cm. Lapis tambahan ini direncanakan memakai ATB 6 cm dan HRS 2,5 cm, sehingga susunan perkerasannya seperti gambar berikut :

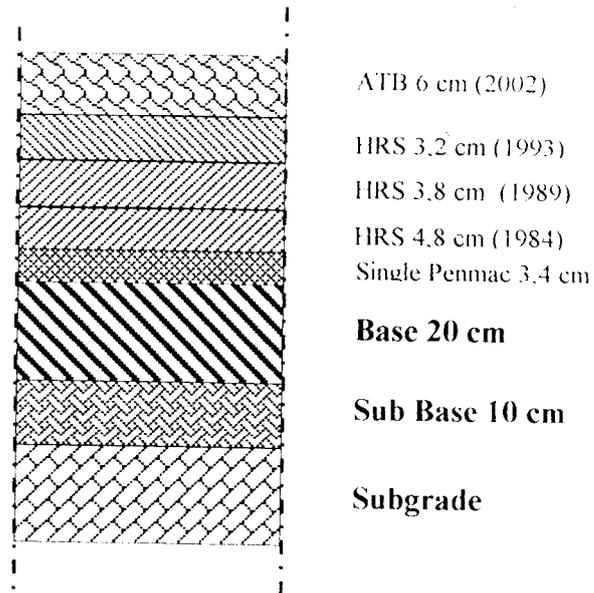


Gambar 5.9 Susunan Rencana Perkerasan 2002-2007

5.2.4. Perencanaan Pelapisan Tambahan (Overlay) tahap II untuk Masa Layanan 2007-2012 dengan Metode Analisa Komponen 1987.

1. Kondisi Perkerasan yang ada (2007)

Seiring dengan perkembangan lalu lintas maka permukaan perkerasan jalan telah mengalami kerusakan sehingga susunan ketebalan perkerasan yang ada sekarang adalah seperti tertera dalam gambar berikut:



Gambar 5.10 Susunan Perkerasan 2002-2007

Sedangkan nilai kondisi masing-masing lapis perkerasan serta koefisien kekuatan relatifnya adalah seperti Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Existing Pavement 2002

Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
ATB 2002	6	70	0,26	1,260
Lapis HRS 1993	3,2	59	0,26	0,491
Lapis HRS 1989	3,8	59	0,26	0,583
Lapis HRS 1984	4,8	59	0,26	0,736
Single Penmac	3,4	95	0,26	0,840
Base (batu belah)	20	100	0,13	2,6
Subbase (sirtu)	10	100	0,12	1,2
				7,710

Tabel 5.12 Komponen Perencanaan 2007

Faktor regional	CBR (%)	DDT	I_p0	I_p1
1,5	8	5,4	3,9	2,48

Sumber SKBI 2.3.26.1987

2. Tinjauan Lalu lintas

Pertumbuhan lalu lintas (i) untuk daerah perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1.6 % sedangkan umur rencana *overlay* adalah 5 tahun sehingga dengan rumus yang ada dapat dihitung LHR_{2007} , LEP_{2007} dan LEA_{2007} seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.13 Analisis lalu lintas 2007-2012

Jenis	Angka Ekuivalen	LHR_{2007}	LHR_{2012}	C	LEP_{2007}	LEA_{2012}
Kendaraan ringan	0,0005	9096	9847	0,5	2,274	2,462
Bus 8 ton	0,1876	1628	1763	0,5	152,722	165,337
Truck 2 as 13 ton	2,0634	240	259	0,5	247,164	267,580
Truck 3 as 20 ton	1,1230	23	25	0,5	12,751	13,804
					414,911	449,183

3. Menghitung Tebal Lapis Tambahan (overlay) tahap II periode 2007-2012

$$\begin{aligned} LET_5 &= (LEP_{2007} + LEA_{2012})/2 \\ &= (414,911 + 449,183)/2 \\ &= 432,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LER_5 &= LET_5 \times FP \\ &= 432,047 \times 5/10 \\ &= 216,023 \end{aligned}$$

$$ITP_{\text{grafik}} \text{ didapat} = 8,2 \text{ cm}$$

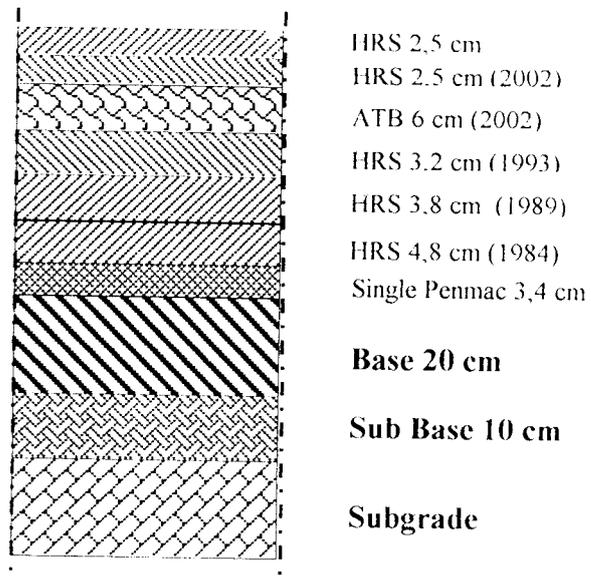
$$ITP_{\text{existing}} = 7,710 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} ITP_{\text{diperlukan}} &= ITP_{\text{grafik}} - ITP_{\text{existing}} \\ &= 0,490 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Overlay \text{ diperlukan} = 0,490 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 0,490 / 0,26 = 1,88 \text{ cm} \approx 2,5 \text{ cm (minimal tebal HRS 2,5-3 cm)}$$

Lapis tambahan (*overlay*) dari hitungan di atas adalah setebal 1,88 cm. Lapis tambahan ini direncanakan memakai HRS 2,5 cm, sehingga susunan perkerasannya seperti gambar berikut :



Gambar 5.11 Susunan Rencana Perkerasan 2007-2012

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan dan di laboratorium serta pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Secara visual dapat dinyatakan hampir semua jenis kerusakan terdapat pada lokasi penelitian namun jenis kerusakan paling dominan pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Daerah Istimewa Yogyakarta adalah *bleeding*, *cracking*, *rutting*, yang disertai *sliding*.
2. Nilai kinerja permukaan jalan yang dinyatakan dengan nilai *present serviceability index* (PSI) didapat dari hasil penelitian adalah 2,48. Sesuai dengan AASTHO 1962 bahwa nilai indeks permukaan (IP) 0 sampai 5, untuk jalan lapis aspal beton yang baru dibuka adalah 4,2. artinya ruas jalan yang diteliti sudah mengalami penurunan nilai kinerja namun masih dalam kondisi "*fair*". Walaupun demikian jalan yang diteliti sudah perlu perhatian khusus untuk segera diadakan "*maintenance and rehabilitation*" yaitu dengan cara *overlay* agar perkerasan tidak cepat mencapai tingkat

kerusakan yang lebih parah sehingga perkerasan dapat kembali mencapai kondisi *good* atau bahkan *very good*.

3. Kadar aspal lapangan rata-rata yang didapat dari hasil penelitian adalah 7,2864 %.

10. 4. Berdasarkan hasil analisa saringan secara rata-rata didapatkan persentase lolos saringan masih masuk dalam spesifikasi *HRS* yang disyaratkan.

5. Terjadi degradasi agregat pada beberapa titik yang diteliti, degradasi agregat yang terbesar terjadi pada saringan nomor 4” pada stasiun 0+50 R, hal ini merupakan salah satu penyebab terjadinya *bleeding* dan *rutting*.

6. Nilai kepadatan beton aspal naik menjadi 2,328% sedangkan yang disyaratkan adalah 2,323%, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pemadatan pada ruas jalan yang diteliti yang disebabkan karena repetisi beban selama usia pelayanan meskipun demikian nilai kenaikan tersebut masih dalam toleransi peningkatan kepadatan.

11. 7. Persentase rongga udara dalam campuran masih memenuhi spesifikasi bina marga yaitu sebesar 4,2665% (spesifikasi 4-8%), sehingga saat aspal menurun viskositasnya masih dapat mengisi rongga-rongga udara di dalam campuran. Hal ini menunjukkan bahwa *bleeding* dan *rutting* yang terjadi bukan disebabkan oleh kecilnya rongga udara pada campuran.

8. Kerusakan-kerusakan yang terjadi lebih cenderung diakibatkan oleh konsolidasi batuan

9. Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut juga dikarenakan saat periode *overlay* sebelumnya hanya digunakan lapisan *HRS* tanpa didukung

6.2 Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka peneliti menyarankan sebagai berikut :

1. Agar dapat segera diadakan overlay untuk periode selanjutnya (10 tahun) yang dibagi menjadi dua tahap, masing-masing tahap 5 tahun dengan tujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah.
2. Ketika usia layanan jalan sudah terlampaui hendaknya segera dilakukan evaluasi kembali terhadap kinerja perkerasan jalan tersebut, sehingga kerusakan dapat lebih dini terdeteksi.
3. Agar struktur perkerasan menjadi kuat dan stabil perlu adanya pengawasan yang baik terhadap penggunaan bahan perkerasan dan pada waktu pelaksanaan pekerjaan jalan secara rutin dan berkesinambungan.
4. Pelaksanaan kontrol dengan jembatan timbang terhadap beban gandar kendaraan yang melintasi pada ruas jalan harus lebih intensif.
5. Perlu adanya perbaikan kerusakan-kerusakan yang terjadi dengan cara *overlay* dengan penambahan lapisan ATB dan HRS.
6. Perlu dilakukan pengelupasan pada lapis permukaan sebelum pelaksanaan *overlay* agar aspal bebas yang menyebabkan *bleeding* terbuang.
7. Perlu diteliti kajian tentang pengaturan lampu lalu lintas yang baru agar kendaraan yang melintas tidak terlalu lama membebani jalan.

PENUTUP

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Tingkat Kerusakan pada Ruas Jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Yogyakarta pada Tahun 2002 dan Pemecahannya”.

Dalam penelitian ini kami mencoba mengevaluasi kerusakan pada ruas jalan tersebut sehingga dapat dipergunakan sebagai suatu pertimbangan dalam melakukan perbaikan pada masa yang akan datang . Kerusakan yang terdapat pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo cukup bervariasi sehingga penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi kerusakan dari sudut pandang yang berbeda dapat terus dilakukan .

Kami mengharapkan semoga penelitian kami ini dapat bermanfaat bagi kami sendiri dan para pembaca sekalian.

Akhirnya kami mohon maaf sebesar-besarnya apabila penelitian ini masih terdapat banyak kekurangannya. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan penelitian kami ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1986. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structure*. USA.
- The Asphalt Institute. 1983. *Asphalt in Pavement Maintenance, Manual Series No.16 (AIS-16)*. The Asphalt Insitute. USA.
- The Asphalt Insitute. 1983. *Asphalt Technology and Construction Practice, Educational Series No.1 (ES-1), Second Edition*. The Asphalt Institute. USA.
- Anonim. *Panduan Praktikum Jalan Raya IV. Laboratorium Jalan Raya. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan*. Univesitas Islam Indonesia. Yogyakarta..
- Bina Marga. *Buku 1983. Pedoman Penentuan Tebal Lapis Perkerasan Lentur:Jalan Raya No.01 PID B 1983*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bina Marga. 1983. *Manual Pemeliharaan Jalan. No.03 MIN B 1983*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Suryo Hapsoro H .2000. *Kajian Kondisi Perkerasan Jalan Arteri di Kabupaten Sleman Menggunakan Cara PC*. Media Teknik NO 2 tahun XXIII Edisi mei 2001 Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Suprpto, Ir.1980. *Pavement Design*. Lembaga Kesejahteraan Senat Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Syarif. U. 2000. *Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Ruas Jalan KH Akhmad Dahlan*. 2000. Tugas Akhir. UII. Yogyakarta

LAMPIRAN-LAMPIRAN

HASIL EKTRAKSI

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 3-desember-2002
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIAMBIL OLEH : Heffy & Donny
 NOMOR CONTOH : 2

No. Sample	=	2
1 Berat Bowl Extraktor	=	1050 gram
2 Berat Aspal beton	=	927 gram
3 Berat Bowl Extraktor + Beton Aspal	=	1977 gram
4 Berat Agregat yang terektrasi	=	843 gram
5 Berat Filter bersih	=	10 gram
6 Berat Filter bersih + Mineral	=	15 gram
7 Berat mineral pada filter (6 - 5)	=	5 gram
8 Berat loyang kosong	=	325 gram
9 Berat loyang kosong + endapan	=	332 gram
10 Berat Endapan (9 - 8)	=	7 gram
11 Kadar Aspal = $\frac{2 - (4+7+10)}{2} \times 100\%$	=	7.767 %

GRADASI SETELAH EKSTRAKSI											
KURAN SARINGAN		1 "	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 70	# 200	Pan
KUMULATIF	BERAT TERTAHAN	0	0	40	79.03	199.03	293.7	535.39	740.13	792.35	810.82
	% TERTAHAN	0	0	4.93	9.75	24.55	36.22	66.03	91.28	97.72	100
	% LEWAT	100	100	95.07	90.25	75.45	63.78	33.97	8.72	2.28	0
JOB MIX FORMULA											
SPESIFIKASI		100/100	97/100	80/100	58/82	50/60	48/60	15/60	5/35	2/8	

Mengetahui

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UII

Peneliti :



1. Heffy Gunawan



2. Donny Andreas



(Ir. Iskandar, MT)

HASIL EKTRAKSI

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 3-desember-2002
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIAMBIL OLEH : Heffy & Donny
 NOMOR CONTOH : 3

No. Sample	=	3
1 Berat Bowl Extraktor	=	1050 gram
2 Berat Aspal beton	=	987 gram
3 Berat Bowl Extraktor + Beton Aspal	=	2037 gram
4 Berat Agregat yang terektraksi	=	911 gram
5 Berat Filter bersih	=	11 gram
6 Berat Filter bersih + Mineral	=	13 gram
7 Berat mineral pada filter (6 - 5)	=	2 gram
8 Berat loyang kosong	=	211 gram
9 Berat loyang kosong + endapan	=	219 gram
10 Berat Endapan (9 - 8)	=	8 gram
11 Kadar Aspal = $\frac{2 - (4+7+10)}{2} \times 100\%$	=	6.68693 %

GRADASI SETELAH EKSTRAKSI											
UKURAN SARINGAN		1 "	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 70	# 200	Pan
KUMULATIF	BERAT TERTAHAN	0	0	155.57	294.99	462.7	520.8	654.4	797.9	860.4	911.15
	% TERTAHAN	0	0	17.07	32.38	50.78	57.15	71.82	87.57	94.43	100
	% LEWAT	100	100	82.93	67.62	49.22	42.85	28.18	12.43	5.57	0
JOB MIX FORMULA											
SPESIFIKASI		100/100	97/100	80/100	58/82	50/60	48/60	15/60	5/35	2/8	

Mengetahui

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UH



(Ir. Iskandar, MT)

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Peneliti :

1. Heffy Gunawan

2. Donny Andreas



HASIL EKTRAKSI

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 3-desember-2002
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIAMBIL OLEH : Heffy & Donny
 NOMOR CONTOH : 4

No. Sample	=	4
1 Berat Bowl Extraktor	=	1050 gram
2 Berat Aspal beton	=	612 gram
3 Berat Bowl Extraktor + Beton Aspal	=	1662 gram
4 Berat Agregat yang terektrasi	=	561 gram
5 Berat Filter bersih	=	10 gram
6 Berat Filter bersih + Mineral	=	13 gram
7 Berat mineral pada filter (6 - 5)	=	3 gram
8 Berat loyang kosong	=	178 gram
9 Berat loyang kosong + endapan	=	179 gram
10 Berat Endapan (9 - 8)	=	1 gram
11 Kadar Aspal = $\frac{2 - (4+7+10)}{2} \times 100\%$	=	7.67974 %

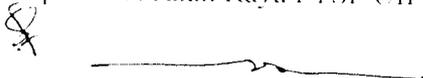
GRADASI SETELAH EKSTRAKSI											
UKURAN SARINGAN		1 "	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 70	# 200	Pan
KUMULATIF	BERAT TERTAHAN	0	0	21.55	91.12	222.4	277.8	368.7	454.31	490.7	517.06
	% TERTAHAN	0	0	4.1678	17.623	43.01	53.73	71.31	87.8641	94.91	100
	% LEWAT	100	100	95.832	82.377	56.99	46.27	28.69	12.1359	5.092	0
JOB MIX FORMULA											
SPESIFIKASI		100/100	97/100	80/100	58/82	50/60	48/60	15/60	5/35	2/8	

Mengetahui

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UII

Peneliti :



1. Heffy Gunawan



2. Donny Andreas



(Ir. Iskandar, MT)

HASIL EKTRAKSI

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 3-desember-2002
 JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
 DIAMBIL OLEH : Heffy & Donny
 NOMOR CONTOH : 5

No. Sample	=	5
1 Berat Bowl Extraktor	=	1050 gram
2 Berat Aspal beton	=	1010 gram
3 Berat Bowl Extraktor + Beton Aspal	=	2060 gram
4 Berat Agregat yang terektrasi	=	900 gram
5 Berat Filter bersih	=	10 gram
6 Berat Filter bersih + Mineral	=	17 gram
7 Berat mineral pada filter (6 - 5)	=	7 gram
8 Berat loyang kosong	=	286 gram
9 Berat loyang kosong + endapan	=	311 gram
10 Berat Endapan (9 - 8)	=	25 gram
11 Kadar Aspal = $\frac{2 - (4+7+10)}{2} \times 100\%$	=	7.72277 %

GRADASI SETELAH EKSTRAKSI

UKURAN SARINGAN		1 "	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 70	# 200	Pan
KUMULATIF	BERAT TERTAHAN	0	0	47.31	130.58	282.4	382.9	504.7	692	736.1	747.48
	% TERTAHAN	0	0	6.3293	17.469	37.78	51.23	67.52	92.5777	98.47	100
	% LEWAT	100	100	93.671	82.531	62.22	48.77	32.48	7.42227	1.526	0
JOB MIX FORMULA											
SPESIFIKASI		100/100	97/100	80/100	58/82	50/60	48/60	15/60	5/35	2/8	

Mengetahui

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UII



(Ir. Iskandar, MT)

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Peneliti :

1. Heffy Gunawan

2. Donny Andreas






HASIL EKTRAKSI

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 3-desember-2002
JAM PENGAMBILAN : 10.00 WIB
DIAMBIL OLEH : Heffy & Donny
NOMOR CONTOH : 6

No. Sample	=	6
1 Berat Bowl Extraktor	=	1050 gram
2 Berat Aspal beton	=	1125 gram
3 Berat Bowl Extraktor + Beton Aspal	=	2175 gram
4 Berat Agregat yang terektrasi	=	1028 gram
5 Berat Filter bersih	=	11 gram
6 Berat Filter bersih + Mineral	=	13 gram
7 Berat mineral pada filter (6 - 5)	=	2 gram
8 Berat loyang kosong	=	171 gram
9 Berat loyang kosong + endapan	=	192 gram
10 Berat Endapan (9 - 8)	=	21 gram
11 Kadar Aspal = $\frac{2 - (4+7+10)}{2} \times 100\%$	=	6.57778 %

GRADASI SETELAH EKSTRAKSI											
UKURAN SARINGAN	1 "	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 30	# 70	# 200	Pan	
KUMULATIF	BERAT TERTAHAN	0	0	164.5	285.57	465.2	571.4	774.9	950.1	1005	1026.36
	% TERTAHAN	0	0	16.028	27.824	45.32	55.67	75.5	92.5699	97.89	100
	% LEWAT	100	100	83.972	72.176	54.68	44.33	24.5	7.43014	2.109	0
JOB MIX FORMULA											
SPEKIFIKASI	100/100	97/100	80/100	58/82	50/60	48/60	15/60	5/35	2/8		

Mengetahui

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UII

(Ir. Iskandar, MT)

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Peneliti :

1. Heffy Gunawan

2. Donny Andreas



Pemeriksaan Keapatan Beton Aspal

No. Sta	Tebal (CM)	Berat (gram)			Volume D=C-B	Bulk A/D
		Kering (A)	Dalam air (B)	SSD (C)		
0 + 50 R	5	2804	1643	2810	1167	2.402742
0 + 400 L	5	2844	1641	2890	1249	2.277022
0 + 600 L	5	2771	1578	2790	1212	2.286304
0 + 800 L	5	3204	1878	3237	1359	2.357616
1 + 000 L	5	2441	1411	2463	1052	2.320342
Kepadatan rata – rata						2.328805

Mengetahui

Kepala lab. Jalan Raya FTSP UII

(Ir. Iskandar, MT)

Yogyakarta, 3 Desember 2002

Peneliti :

1. Heffy Gunawan

2. Donny Andreas

DATA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

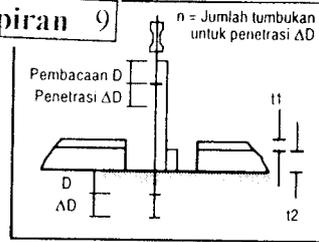
Lampiran 9

O. RUAS : PROPINSI :

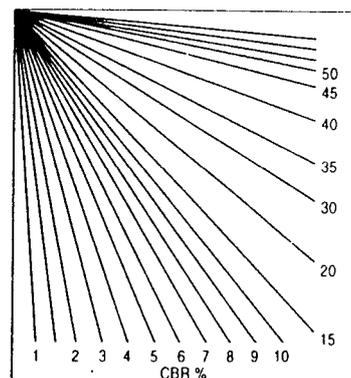
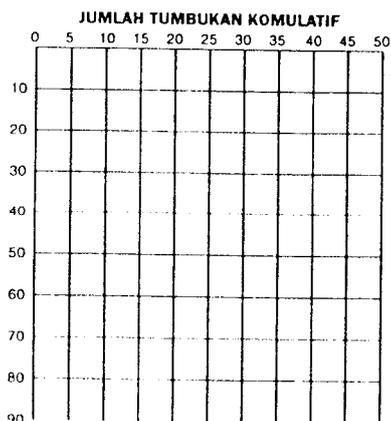
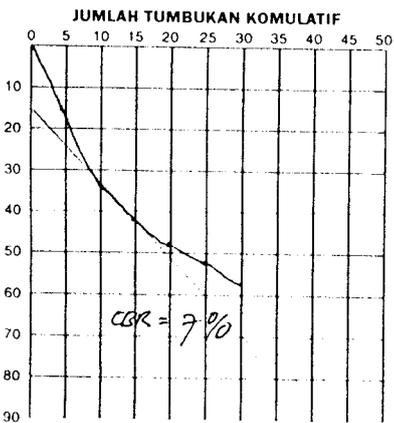
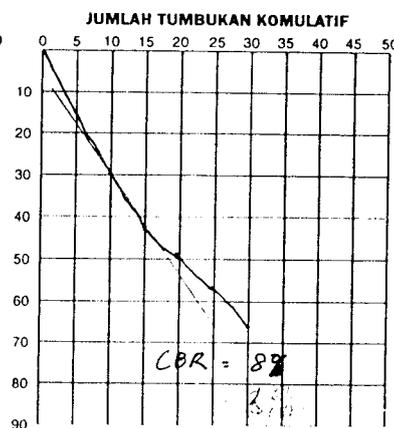
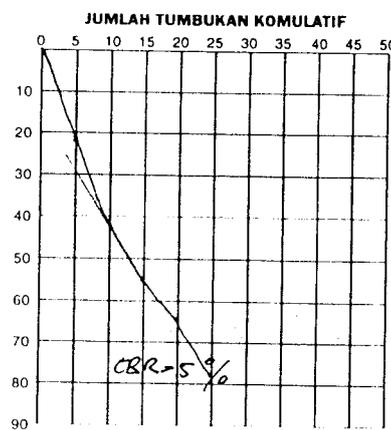
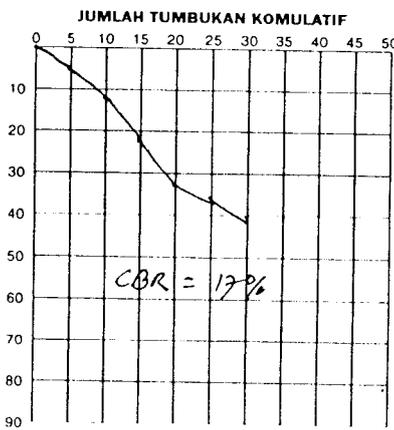
AMA RUAS :

BO / DBM :

IUJI OLEH : TANGGAL PENGUJIAN : / /



KM +				KM +				KM +				KM +			
STRUKTURAL NO. 1				STRUKTURAL NO. 2				STRUKTURAL NO. 3				STRUKTURAL NO. 4			
TYPE	t (cm)	a	$\frac{axl}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{axl}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{axl}{2.54}$	TYPE	t (cm)	a	$\frac{axl}{2.54}$
STRUKTURAL NO. 1				STRUKTURAL NO. 2				STRUKTURAL NO. 3				STRUKTURAL NO. 4			
A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP	A	D	ΔD	SPP
5	6,5	6,5	1,3	5	21,5	21,5	4,2	5	15	15	3,0	5	17	17	3,4
5	11,5	5	1,0	5	42	20,5	4,1	5	30	15	3,0	5	34	17	3,4
5	23,0	11,5	2,3	5	54	12	2,4	5	42	12	2,4	5	41	7	1,4
5	33,5	4,5	0,9	5	65	11	2,2	5	49	7	1,4	5	47	6	1,2
5	35,5	2	0,4	5	79	14	2,8	5	57	8	1,6	5	52	5	1,0
5	40,0	4,5	0,9	5				5	65	8	1,6	5	57	5	1,0



TABEL PERHITUNGAN SLOPE VARIANCE

Perhitungan *Slope Variance*

LOKASI II (stasiun 0+50)

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	(d - x) inch	Xi (%)	Xi ² %
1	1.857	0.192	1.598	2.553
2	3.151	0.701	4.245	18.023
3	1.570	0.079	5.187	26.905
4	3.570	0.866	6.562	43.056
5	3.310	0.764	0.853	0.728
6	1.450	0.031	6.102	37.239
7	1.620	0.098	0.558	0.311
8	3.370	0.787	5.741	32.964
9	2.230	0.339	3.740	16.678

Perhitungan *Slope Variance*

LOKASI III (stasiun 0+200)

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	(d - x) inch	Xi (%)	Xi ² %
1	2.600	0.484	4.035	16.285
2	2.670	0.512	0.230	0.053
3	2.535	0.459	0.443	0.196
4	2.130	0.299	1.329	1.766
5	2.230	0.339	0.328	0.108
6	2.450	0.425	0.722	0.521
7	2.400	0.406	0.164	0.027
8	2.510	0.449	0.361	0.130
9	2.410	0.409	0.328	0.108

Perhitungan *Slope Variance*

LOKASI IV (stasiun 0+400)

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	(d - x) inch	Xi (%)	Xi ² %
1	2.595	0.482	4.019	16.153
2	2.650	0.504	0.180	0.033
3	2.570	0.472	0.262	0.069
4	2.670	0.512	0.328	0.108
5	2.630	0.496	0.131	0.017
6	2.450	0.425	0.591	0.349
7	2.350	0.386	0.328	0.108
8	2.650	0.504	0.984	0.969
9	2.380	0.398	0.886	0.785

Perhitungan Slope Variance
LOKASI Va (stasiun 0+600)

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	(d - x) inch	Xi (%)	Xi ² %
1	1.540	0.067	0.558	0.311
2	1.665	0.116	0.410	0.168
3	1.725	0.140	0.197	0.039
4	1.445	0.030	0.919	0.844
5	1.654	0.112	0.686	0.470
6	2.350	0.386	2.283	5.214
7	2.125	0.297	0.738	0.545
8	2.225	0.337	0.328	0.108
9	2.330	0.378	0.344	0.119

Perhitungan Slope Variance
LOKASI Vb (stasiun 0+630)
 perempatan Plengkung Gedung

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	d (inch)	Xi (%)	Xi ² %
1	1.810	0.173	1.444	2.084
2	5.520	1.634	12.172	148.156
3	2.325	0.376	10.482	109.878
4	6.325	1.951	13.123	172.223
5	1.820	0.177	14.780	218.454
6	3.950	1.016	6.988	48.835
7	2.240	0.343	5.610	31.475
8	3.800	0.957	5.118	26.195
9	2.220	0.335	5.184	26.871

Perhitungan Slope Variance
LOKASI VII (stasiun 0+800)

x = 1.37cm (tinggi kaki *Straight Edge*)

no	kedalaman (cm)	d (inch)	Xi (%)	Xi ² %
1	1.520	0.059	0.492	0.242
2	1.560	0.075	0.131	0.017
3	1.780	0.161	0.722	0.521
4	1.540	0.067	0.787	0.620
5	1.450	0.031	0.295	0.087
6	1.550	0.071	0.328	0.108
7	1.520	0.059	0.098	0.010
8	1.610	0.094	0.295	0.087
9	1.450	0.031	0.525	0.276

Rekapitulasi data Penghitungan $X_i\%$ dan $X_i^2\%$ dari masing-masing stasiun

no	$X_i\%$	$X_i^2\%$
1	1.597769	2.552866
2	4.245407	18.02348
3	5.187008	26.90505
4	6.56168	43.05564
5	0.853018	0.72764
6	6.102362	37.23882
7	0.557743	0.311077
8	5.74147	32.96448
9	3.740157	16.6776
10	4.035433	16.28472
11	0.229659	0.052743
12	0.442913	0.196172
13	1.32874	1.76555
14	0.328084	0.107639
15	0.721785	0.520973
16	0.164042	0.02691
17	0.360892	0.130243
18	0.328084	0.107639
19	4.019029	16.15259
20	0.180446	0.032561
21	0.262467	0.068889
22	0.328084	0.107639
23	0.131234	0.017222
24	0.590551	0.348751
25	0.328084	0.107639
26	0.984252	0.968752
27	0.885827	0.784689
28	0.557743	0.311077
29	0.410105	0.168186
30	0.19685	0.03875
31	0.918635	0.843891
32	0.685696	0.470178
33	2.283465	5.21421
34	0.738189	0.544923
35	0.328084	0.107639
36	0.344488	0.118672
37	1.44357	2.083893
38	12.17192	148.1555
39	10.48228	109.8783
40	13.12336	172.2226
41	14.78018	218.4538
42	6.988189	48.83479
43	5.610236	31.47475
44	5.11811	26.19505
45	5.183727	26.87103

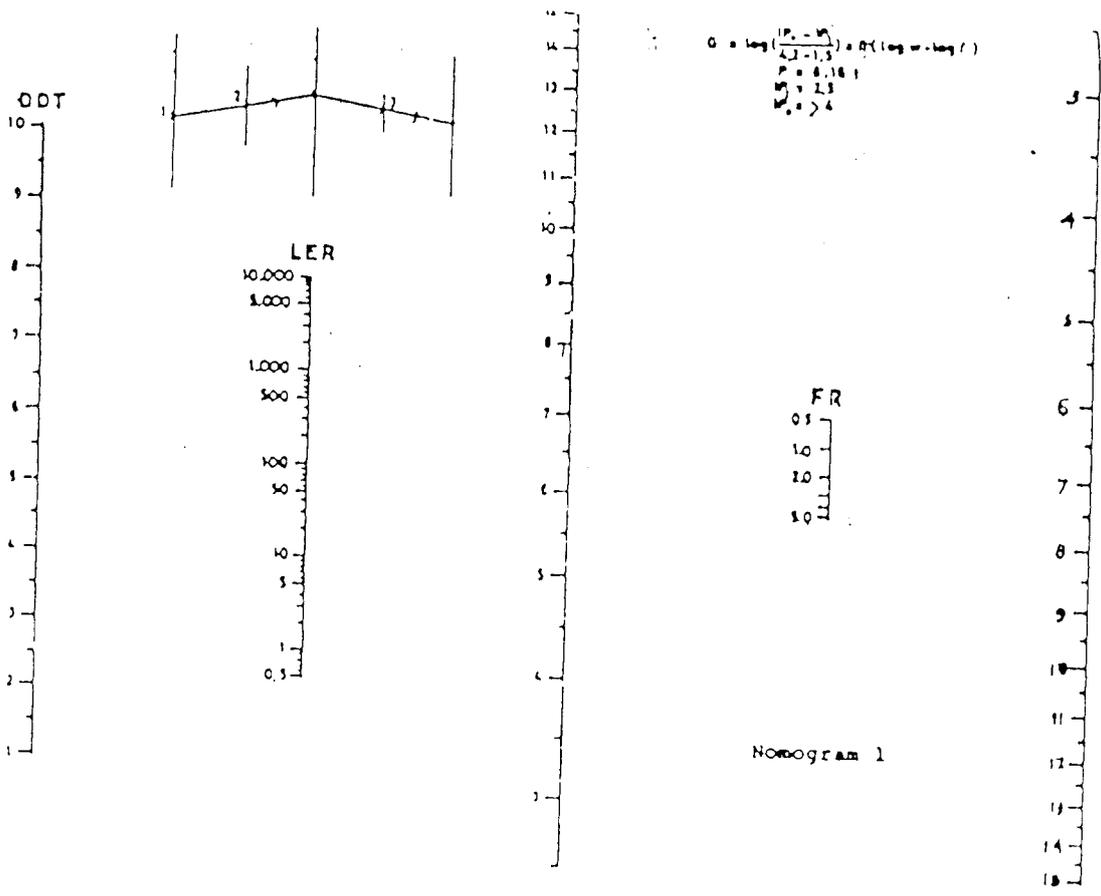
46	0.492126	0.242188
47	0.131234	0.017222
48	0.721785	0.520973
49	0.787402	0.620001
50	0.295276	0.087188
51	0.328084	0.107639
52	0.098425	0.009688
53	0.295276	0.087188
54	0.524934	0.275556
55	0.590551	0.348751
56	0.426509	0.18191
57	0.164042	0.02691
58	0.032808	0.001076
59	0.951444	0.905245
60	0.262467	0.068889
61	0.098425	0.009688
62	0.032808	0.001076
63	0.360892	0.130243
jumlah	138.1955	1011.867

PERHITUNGAN RUTH DEPTH

no	kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)	no	kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)
1	1.66	0.29	0.1141732	41	1.54	0.17	0.066929
2	2.67	1.3	0.511811	42	1.665	0.295	0.116142
3	3.37	2	0.7874016	43	1.725	0.355	0.139764
4	3.31	1.94	0.7637795	44	1.445	0.075	0.029528
5	3.151	1.781	0.7011811	45	1.654	0.284	0.111811
6	3.651	2.281	0.8980315	46	2.35	0.98	0.385827
7	2.01	0.64	0.2519685	47	2.125	0.755	0.297244
8	2.13	0.76	0.2992126	48	2.225	0.855	0.336614
9	1.765	0.395	0.1555118	49	1.665	0.295	0.116142
10	2.32	0.95	0.3740157	50	2.67	1.3	0.511811
11	2.215	0.845	0.3326772	51	3.37	2	0.787402
12	3.21	1.84	0.7244094	52	3.31	1.94	0.76378
13	2.256	0.886	0.3488189	53	3.151	1.781	0.701181
14	2.253	0.883	0.3476378	54	3.651	2.281	0.898031
15	2.325	0.955	0.3759843	55	2.01	0.64	0.251969
16	2.254	0.884	0.3480315	56	2.13	0.76	0.299213
17	2.595	1.225	0.4822835	57	1.765	0.395	0.155512
18	2.65	1.28	0.503937	58	2.32	0.95	0.374016
19	2.57	1.2	0.4724409	59	2.215	0.845	0.332677
20	2.67	1.3	0.511811	60	3.21	1.84	0.724409
21	2.63	1.26	0.496063	61	2.256	0.886	0.348819
22	2.45	1.08	0.4251969	62	2.253	0.883	0.347638
23	2.35	0.98	0.3858268	63	2.325	0.955	0.375984
24	2.65	1.28	0.503937	64	2.254	0.884	0.348031
25	1.54	0.17	0.0669291	65	2.595	1.225	0.482283
26	1.665	0.295	0.1161417	66	2.65	1.28	0.503937
27	1.725	0.355	0.1397638	67	2.57	1.2	0.472441
28	1.445	0.075	0.0295276	68	2.67	1.3	0.511811
29	1.654	0.284	0.111811	69	2.63	1.26	0.496063
30	2.35	0.98	0.3858268	70	2.45	1.08	0.425197
31	2.125	0.755	0.2972441	71	2.35	0.98	0.385827
32	2.225	0.855	0.3366142	72	2.65	1.28	0.503937
33	5.52	4.15	1.6338583	73	5.52	4.15	1.633858
34	4.65	3.28	1.2913386	74	4.65	3.28	1.291339
35	4.57	3.2	1.2598425	75	4.57	3.2	1.259843
36	4.35	2.98	1.1732283	76	4.35	2.98	1.173228
37	3.95	2.58	1.015748	77	3.95	2.58	1.015748
38	4.55	3.18	1.2519685	78	4.55	3.18	1.251969
39	3.8	2.43	0.9566929	79	3.8	2.43	0.956693
40	5.54	4.17	1.6417323	80	5.54	4.17	1.641732

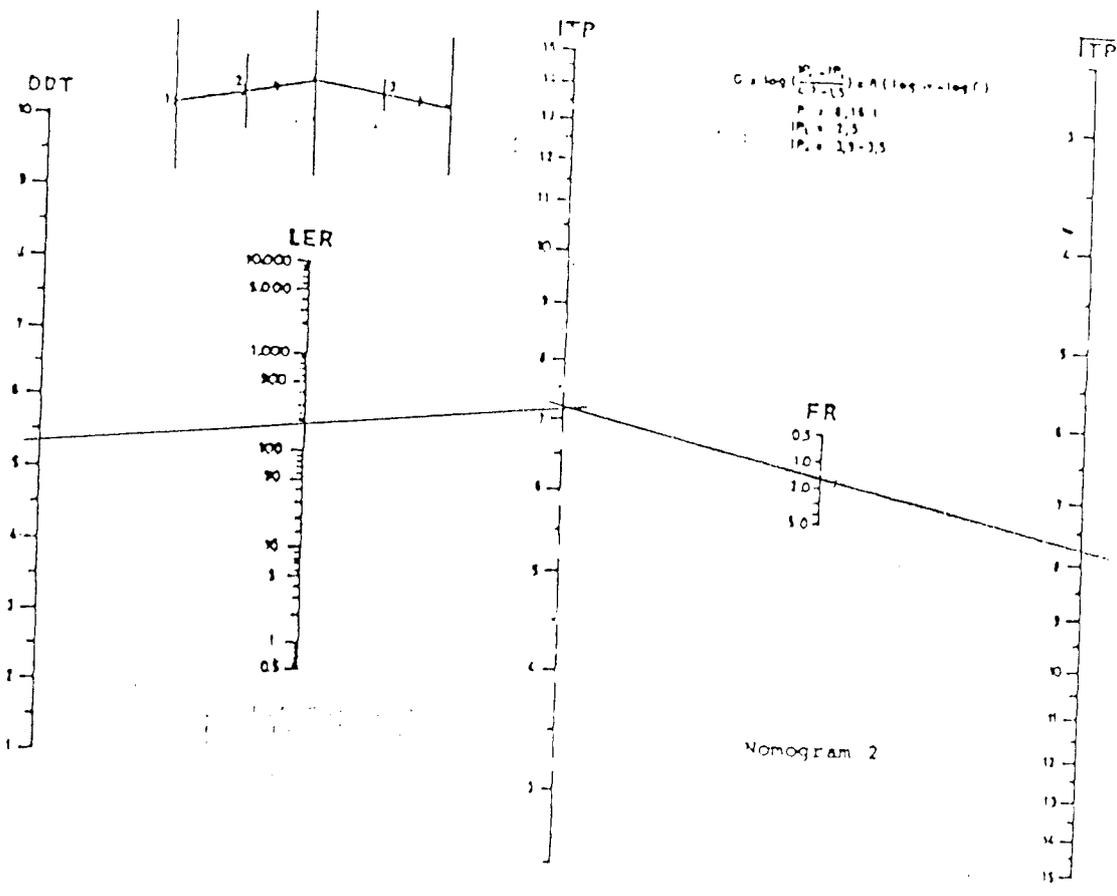
PERHITUNGAN RUTH DEPTH

no	kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)	no	kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)
81	2.595	1.225	0.4822835	121	1.665	0.295	0.116142
82	2.65	1.28	0.503937	122	1.725	0.355	0.139764
83	2.215	0.845	0.3326772	123	1.445	0.075	0.029528
84	3.21	1.84	0.7244094	124	1.654	0.284	0.111811
85	2.256	0.886	0.3488189	125	2.35	0.98	0.385827
86	2.253	0.883	0.3476378	126	2.125	0.755	0.297244
87	2.325	0.955	0.3759843	127	2.225	0.855	0.336614
88	2.254	0.884	0.3480315	128	5.52	4.15	1.633858
89	1.665	0.295	0.1161417	129	1.765	0.395	0.155512
90	2.67	1.3	0.511811	130	2.32	0.95	0.374016
91	3.37	2	0.7874016	131	2.215	0.845	0.332677
92	3.31	1.94	0.7637795	132	3.21	1.84	0.724409
93	3.151	1.781	0.7011811	133	2.256	0.886	0.348819
94	3.651	2.281	0.8980315	134	2.253	0.883	0.347638
95	2.01	0.64	0.2519685	135	2.325	0.955	0.375984
96	2.13	0.76	0.2992126	136	2.254	0.884	0.348031
97	1.765	0.395	0.1555118	137	1.665	0.295	0.116142
98	2.32	0.95	0.3740157	138	2.67	1.3	0.511811
99	2.57	1.2	0.4724409	139	3.37	2	0.787402
100	2.67	1.3	0.511811	140	3.31	1.94	0.76378
101	2.63	1.26	0.496063	141	3.151	1.781	0.701181
102	2.45	1.08	0.4251969	142	3.651	2.281	0.898031
103	2.35	0.98	0.3858268	143	2.01	0.64	0.251969
104	2.65	1.28	0.503937	144	2.13	0.76	0.299213
105	1.54	0.17	0.0669291	145	2.595	1.225	0.482283
106	1.54	0.17	0.0669291	146	2.65	1.28	0.503937
107	1.665	0.295	0.1161417	147	2.57	1.2	0.472441
108	1.725	0.355	0.1397638	148	2.67	1.3	0.511811
109	1.445	0.075	0.0295276	149	2.63	1.26	0.496063
110	1.654	0.284	0.111811	150	2.45	1.08	0.425197
111	2.35	0.98	0.3858268	151	2.35	0.98	0.385827
112	2.125	0.755	0.2972441	152	2.65	1.28	0.503937
113	2.225	0.855	0.3366142	153	5.52	4.15	1.633858
114	4.65	3.28	1.2913386	154	4.65	3.28	1.291339
115	4.57	3.2	1.2598425	155	4.57	3.2	1.259843
116	4.35	2.98	1.1732283	156	4.35	2.98	1.173228
117	3.95	2.58	1.015748	157	3.95	2.58	1.015748
118	4.55	3.18	1.2519685	158	4.55	3.18	1.251969
119	3.8	2.43	0.9566929	159	3.8	2.43	0.956693
120	5.54	4.17	1.6417323	160	5.54	4.17	1.641732
jumlah							91.30551



Lampiran 1 (1)

DDT = 10
 log = 1
 IP₀ = 2.5



Lampiran 1 (2)

Number of Motorized Vehicles in 1999 - 2001
in Yogyakarta City

Jenis Kendaraan Type of Vehicle	1999	2000	2001
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Sedan dan Station Wagon/ Saloon Car and Station Wagon	29.091	29.797	30.284
2. Truk/Truck	10.385	11.441	11.638
3. Bus/Bus	1.178	959	932
4. Sepeda Motor Motorcycle	152.900	159.259	168.468

Sumber Data : Samsat Kota Yogyakarta

Source of Data : Samsat of Yogyakarta City

Number of Motorized Vehicles Compulsory Tested by Type
in Yogyakarta City
1999 - 2001

Jenis Kendaraan Type of Vehicle	1999	2000	2001
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Mobil Penumpang Umum General Passenger Transport	762	782	803
2. Pick Up Umum BUIBU Public Pick Up	5.063	5.226	5.662
3. Truk BUIBU Truck	1.855	1.891	2.022
4. Truk UI/Truck U	87	85	87
5. Tanki BU	135	130	138
6. Tanki U	10	10	9
7. Kendaraan Khusus	19	21	26
8. Kereta Gandengan	106	105	104
9. Kereta Tempelan	3	3	3
10. Bus/Bus	-	1.082	1.102
Jumlah/Total	8.040	9.335	9.956

Sumber Data : Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta

Source of Data : Communication Services of Yogyakarta City

Pertumbuhan Lalu-Lintas kota Yogyakarta

Tabel Lintas Harian Rata-rata (LHR)

No	Jenis kendaraan	2000	2001
1	Sedan & Station Wagon	29797	30284
2	Truk	11441	11638
3	Bus	959	932
4	Sepeda motor	159259	168468

Sumber data : Samsat Kota Yogyakarta

Angka pertumbuhan lalu-lintas (2000-2001) analisis dengan metode Bina Marga 1987

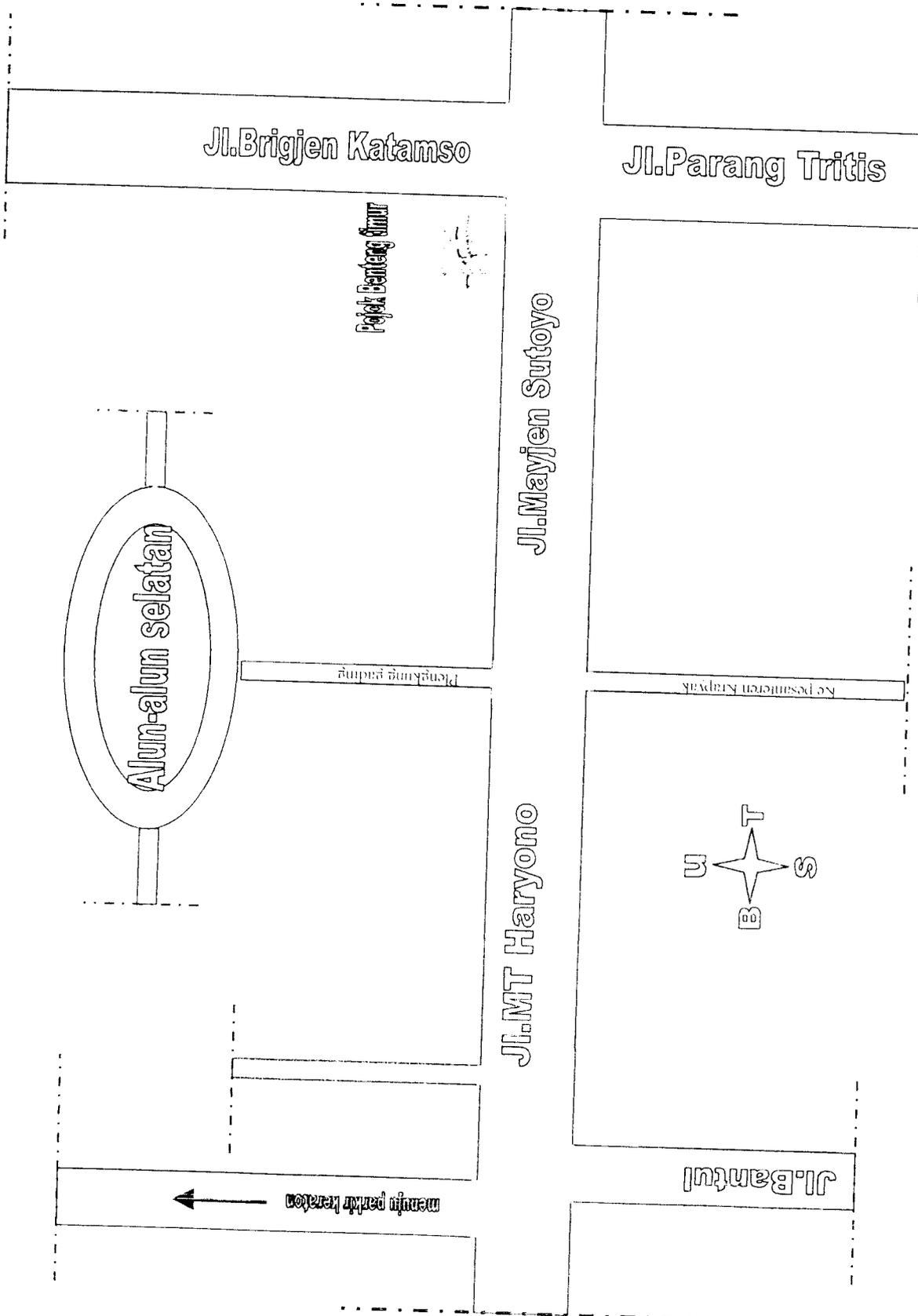
No	Jenis Kendaraan	n	a	b	$i = \frac{(b/a)^{1/n} - 1}{n} \times 100\%$
1	Sedan & Station Wagon	1	29797	30284	1.63
2	Truk	1	11441	11638	1.72
3	Bus	1	959	932	-2.82
4	Sepeda motor	1	159259	168468	5.78
Total			201456	211322	6.31

Prediksi pertumbuhan lalu-lintas kota Yogyakarta :

$$L_{LR} = (1.63 + 1.72 + (-2.82) + 5.78) / 4$$

$$1.5775 = 1.6\%$$

Keterangan : a volume lalu lintas tahun 2000
 b volume lalu lintas tahun 2001
 i tingkat pertumbuhan lalu lintas (% pertahun)
 n jumlah tahun



DENAH LOKASI PENELITIAN