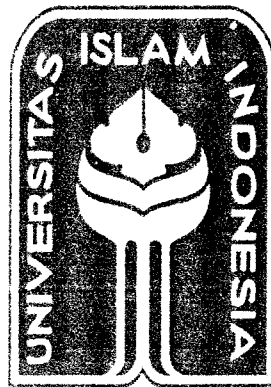


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/RELI	
TGL. TERIMA :	13 Februari 2007
NO. JUDUL :	00268
NO. INV. :	812002268001
NO. INDUK :	

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PROSES PENUAAN PADA DAYA TAHAN CAMPURAN HRS-B TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL



Disusun Oleh :

**Agung Wigiyanto W**

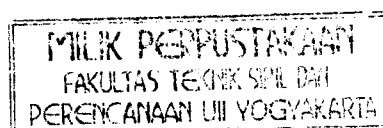
**00 511 153**

**Waris Adi Nugroho**

**00 511 395**

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

**2006**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

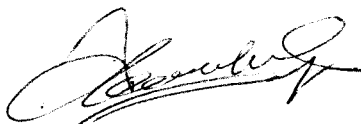
**PENGARUH PROSES PENUAAN PADA CAMPURAN HRS-B  
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**

**Disusun Oleh :**

**AGUNG WIGIYANTO W.            00 511 153**

**WARIS ADI NUGROHO            00 511 395**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**



**Ir. Subarkah, MT**

**Dosen Pembimbing**

**Tanggal : 12-07-2016**

## MOTTO

*".....Allah pasti akan mengangkat orang yang beriman dan berilmu pengetahuan diantara kamu beberapa tingkat lebih tinggi....."*

*(QS. AL. Mujaadilah 58 : 11)*

*"....Menuntut ilmu adalah wajib hukumnya bagi muslim laki-laki maupun muslim perempuan..."*

*(HR. Bukhori Muslim)*

*"....Akan lebih baik adalah orang yang dalam kehidupannya dapat bermanfaat bagi orang lain dan sedikit mudhorotnya...."*

*".....Manusia yang beruntung adalah manusia yang dalam hidupnya hari ini lebih baik dari hari kemarin....."*

*".....Gunakanlah waktu luangmu sebaik-baiknya sebelum datang waktu sempitmu....."*

*Jenius adalah satu persennya, kerja keras merupakan kunci sukses dan keberhasilan (Einstein)*

*Hasil Kerja Keras ini Kupersembahkan Kepada :*

*Allah SWT atas rahmat dan nikmat-Nya*

*Junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membebaskan umat manusia dari kejahiliah-an....*

*Kedua orang tua, Bapak Ahmadi dan Ibu Sri Edi Hastuti yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan do'a*

*Adiku tersayang Rahma, keluarga besar alm, Ahmad Sadzali dan keluarga besar alm, Sudarmo di Cilacap yang telah memberikan motifasi dan semangat*

*"Seseorang" yang berjiwa besar, yang sangat berpengaruh dalam hidup-ku dan keluargaku.....*

*Pipit\_qu...atas kesabaran dan dorongan yang kamu berikan selama ini... ☺*

*My Partner TA Waris Adi Nugroho atas kerjasamanya, nasihat agama yang menjadikan aku lebih baik ☺*

*Anak-anak kontrakan Capone, Sofyan, Batak, Nori ☺, banyak hal yang aku dapat dari kalian....*

*Temen-temen Eks-SMU N 3 Cilacap Enyeng, Kempot, Pilax, opie, gondrong, mamang, bodongkeong kalian selalu bikin hidup lebih hidup..... ☺*

*Semua temen-temen Civil 2000 makasih atas masukan dan nasihatnya, Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.....*

*AGUNG WIGIYANTO W*

*00 511 153*



## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya hingga penyusun dapat melaksanakan serta menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta. Dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini sebelumnya penyusun telah melakukan penelitian dan analisis, serta proses penyempurnaan laporan.

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk meningkatkan dan mengembangkan kemampuan serta pemahaman mahasiswa dalam aplikasi teori ilmu teknik sipil dalam aplikasi di lapangan, khususnya dalam hal perancangan, perencanaan dan pelaksanaan pada suatu proyek transportasi. Dengan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat memahami secara lebih baik tentang aplikasi ilmu teknik sipil sebagai salah satu bekal untuk memasuki dunia kerja.

Selama melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir, penyusun mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada.

1. DR. Ir. H. Ruzardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing.
4. Ir. Bachnas, MSc, selaku Dosen Penguji.
5. Berlian Kushari, ST, M.Eng, selaku Dosen Penguji.
6. Sukamto .H.M dan Pranoto, selaku petugas Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Kedua Orang Tua kami yang telah banyak mengorbankan waktu, materi serta bimbingan dan dukungannya.
8. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang diberikan dapat diterima dan mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini belum dapat dikatakan sempurna karena masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Jogjakarta, April 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Penelitian... ..	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III. LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Perkerasan Jalan .....	9
3.2 Penuaan ( <i>Ageing</i> ).....	10
3.3 Beton Aspal.....	12
3.3.1 Karakteristik Campuran .....	13

3.4 Bahan Perkerasan.....	15
3.4.1 Aspal.....	15
3.4.2 Agregat.....	17
3.5 Karakteristik Marshall.....	19
3.6 Marshall Rendaman ( <i>Immersion Tes</i> ).....	21
3.7 Pengujian <i>Hveem Stabilometer</i> .....	22
BAB IV. HIPOTESIS .....	24
BAB V. METODE PENELITIAN .....	25
5.1 Lokasi Penelitian.....	25
5.2 Bahan Penelitian.....	25
5.2.1 Asal Bahan.....	25
5.2.2 Pemeriksaan dan Pengujian Bahan.....	25
5.3 Peralatan Penelitian .....	27
5.4 Prosedur Penelitian.....	28
5.4.1 Campuran Benda Uji.....	28
5.4.2 Pembuatan Benda Uji.....	29
5.5 Pengujian Benda Uji.....	32
5.5.1 Cara Pengujian Benda uji.....	32
5.5.1.1 Pengujian Marshall Standar.....	32
5.5.1.2 Pengujian Marshall Rendaman.....	33
5.5.1.3 Pengujian <i>Hveem Stabilometer</i> .....	35
5.6 Cara Analisis.....	37
5.7 Bagan Alir.....	41

BAB VI. HASIL PENELITIAN.....	43
6.1 Hasil Penelitian .....	43
6.1.1 Hasil Pengujian Bahan.....	43
6.1.2 Hasil Pengujian Campuran.....	44
6.1.2.1 Hasil Pengujian Campuran Tanpa Proses Penuaan.....	44
6.1.2.2 Hasil Pengujian Campuran dengan Proses Penuaan .....	45
6.1.2.3 Hasil Pengujian Campuran Pada Nilai KAO.. .....	49
6.1.2.3.1 Hasil Pengujian <i>Immersion</i> .....	49
6.1.2.3.2 Hasil Pengujian <i>Hveem Stabilometer</i> .....	51
BAB VII PEMBAHASAN.....	53
7.1 Hasil Pengujian Marshall .....	53
7.1.1 Stabilitas.....	53
7.1.2 <i>Flow</i> .....	55
7.1.3 <i>Void in The Mix</i> .....	58
7.1.4 <i>Void Filled With Asphalt</i> .....	60
7.1.5 <i>Void in Mix Agregate</i> .....	62
7.1.6 <i>Density</i> .....	64
7.1.7 <i>Marshall Quotient</i> .....	66
7.2 Uji Rendaman.....	68
7.2.1 Stabilitas.....	68
7.2.2 <i>Rentained Marshall Stability</i> .....	69
7.3 Uji Deformasi Plastis Campuran HRS-B .....	74

BAB VIII KESIMPULAN dan SARAN.....	78
8.1 Kesimpulan.....	78
8.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....	82
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 5.1 Bagan Alir Proses Penelitian.....	41
Gambar 5.2 Bagan Alir Proses Penelitian Lanjutan.....	42
Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum Menggunakan AC 60/70 Tanpa Penuaan .....	47
Gambar 6.2 Kadar Aspal Optimum Menggunakan Aspal Prima55 Tanpa Penuaan .....	48
Gambar 6.3 Kadar Aspal Optimum Menggunakan AC 60/70 Penuaan .....	48
Gambar 6.4 Kadar Aspal Optimum Menggunakan Aspal Prima55 Penuaan .....	49
Gambar 7.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....	54
Gambar 7.2 Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....	56
Gambar 7.3 Grafik Hubungan <i>VITM</i> dengan Kadar Aspal .....	59
Gambar 7.4 Grafik Hubungan <i>VFWA</i> dengan Kadar Aspal.....	61
Gambar 7.5 Grafik Hubungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal .....	63
Gambar 7.6 Grafik Hubungan <i>Density</i> dengan Kadar Aspal .....	65
Gambar 7.7 Grafik Hubungan <i>Marshall Quotient</i> dengan Kadar Aspal.....	67
Gambar 7.8 Grafik Hubungan Lama Rendaman dengan Stabilitas .....	68
Gambar 7.9 Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Lama Rendaman Campuran <i>Non Ageing</i> dan <i>Ageing</i> pada KAO.....	70

Gambar 7.10 Grafik Hubungan Nilai <i>Retained Marshall Stability</i> dengan Lama Rendaman Campuran <i>Non Ageing</i> dan <i>Ageing</i> pada Kadar Aspal Optimum.....	71
Gambar 7.11 Grafik Hubungan Indeks Stabilitas dengan Lama Perendaman .....	71
Gambar 7.12 Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Lama perendaman Campuran HRS-B Aspal Prima55 <i>non-Ageing</i> dan <i>Ageing</i> Pada Kadar Aspal Optimum.....	72
Gambar 7.13 Grafik Hubungan Nilai <i>Retained Stability</i> dengan Lama perendaman Campuran HRS-B Aspal Prima55 <i>non-Ageing</i> dan <i>Ageing</i> Pada Kadar Aspal Optimum.....	72
Gambar 7.14 Grafik Hubungan Indeks Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS-B Aspal Prima55 <i>non-Ageing</i> dan <i>Ageing</i> Pada Kadar Aspal Optimum .....	72
Gambar 7.15 Grafik Hubungan Nilai <i>Stabilometer</i> dengan Jenis Aspal Campuran HRS-B pada KAO .....	76



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70 dan Aspal Prima55 .....	16
Tabel 3.2 Persyaratan Pemeriksaan <i>Thin Film Oven Test</i> .....	16
Tabel 3.3 Persyaratan Agregat Kasar .....	18
Tabel 3.4 Persyaratan Agregat Halus .....	18
Tabel 3.5 Spesifikasi Campuran Agregat untuk HRS-B.....	19
Tabel 3.6 Persyaratan HRS-B .....	19
Tabel 3.7 Persyaratan Kualitas <i>Marshall</i> Campuran.....	21
Tabel 5.1 Koreksi Benda Uji.....	40
Tabel 6.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar .....	43
Tabel 6.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus .....	43
Tabel 6.3 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal .....	43
Tabel 6.4 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Prima55.....	44
Tabel 6.5 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS-B Menggunakan AC 60/70 .....	44
Tabel 6.6 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS-B Menggunakan Aspal Prima55 .....	45
Tabel 6.7 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS-B Menggunakan AC 60/70 .....	46
Tabel 6.8 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS-B Menggunakan Aspal Prima55 .....	46

Tabel 6.9 Hasil Pengujian <i>Immersion</i> menggunakan AC 60/70	
tanpa proses penuaan .....	49
Tabel 6.10 Hasil Pengujian <i>Immersion</i> menggunakan Aspal Prima55	
tanpa proses penuaan .....	49
Tabel 6.11 Hasil Pengujian <i>Immersion</i> menggunakan AC 60/70	
Dengan proses penuaan .....	50
Tabel 6.12 Hasil Pengujian <i>Immersion</i> menggunakan Aspal Prima55	
Dengan anpa proses penuaan .....	51
Tabel 6.13 Hasil Pengujian <i>Hveem Stabilometer</i> .....	52
Tabel 7.1 Nilai Stabilitas Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	54
Tabel 7.2 Nilai <i>Flow</i> Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	56
Tabel 7.3 Nilai <i>VITM</i> Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	59
Tabel 7.4 Nilai <i>VFWA</i> Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	61
Tabel 7.5 Nilai <i>VMA</i> Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	62
Tabel 7.6 Nilai <i>Density</i> Campuran HRS-B Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	64
Tabel 7.7 Nilai <i>Marshall Quotiens</i> Campuran HRS-B	
Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	66
Tabel 7.8 Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS-B	
Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	69
Tabel 7.9 Nilai Stabilometer Campuran HRS-B	
Hasil <i>Hveem Stabilometer</i> .....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

- Pemeriksaan Berat Jenis, Penyerapan Agregat Kasar Clereng .....Lamp.1.1
- Pemeriksaan Kelekatan Agregat Clereng Terhadap Aspal .....Lamp.1.2
- Pemeriksaan Keausan Agregat Batu Belah Clereng .....Lamp.1.3
- Pemeriksaan Berat Jenis, Penyerapan Agregat Halus Clereng .....Lamp.1.4
- Pemeriksaan *Sand Equivalent* Agregat Halus Clereng .....Lamp.1.5

### Lampiran 2 : Pemeriksaan Aspal AC 60/70 dan Aspal Prima55

- Pemeriksaan Berat Jenis Aspal .....Lamp.2.1
- Pemeriksaan Penetrasi Aspal .....Lamp.2.2
- Pemeriksaan Titik Lembek Aspal .....Lamp.2.3
- Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal.....Lamp.2.4
- Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCl<sub>4</sub>.....Lamp.2.5
- Pemeriksaan Daktilitas Aspal.....Lamp.2.6
- Hasil Pemeriksaan Kehilangan Berat (LOH).....Lamp.2.7
- Pemeriksaan Penetrasi Aspal (LOH).....Lamp.2.8
- Pemeriksaan Daktilitas Aspal (LOH).....Lamp.2.9

### Lampiran 3 : Analisa Saringan Gradasi Campuran HRS-B

- Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Clereng.....Lamp.3.1

### Lampiran 4 : Hasil Pengujian *Marshall Test*

- Campuran AC 60/70 Tanpa Proses Penuaan.....Lamp.4.1
- Campuran Aspal Prima55 Tanpa Proses Penuaan .....Lamp.4.2

Campuran AC 60/70 dengan Proses Penuaan .....Lamp.4.3

Campuran Aspal Prima55 dengan Proses Penuaan.....Lamp.4.4

Lampiran 5 : Hasil *Immersion Test* (KAO)

Campuran AC 60/70 Tanpa Proses Penuaan.....Lamp.5.1

Campuran Aspal Prima55 Tanpa Proses Penuaan .....Lamp.5.2

Campuran AC 60/70 dengan Proses Penuaan .....Lamp.5.3

Campuran Aspal Prima55 dengan Proses Penuaan.....Lamp.5.4

Lampiran 6 : Hasil Pengujian *Hveem Stabilometer* (KAO)

Campuran AC 60/70 Tanpa Proses Penuaan.....Lamp.6.1

Campuran Aspal Prima55 Tanpa Proses Penuaan .....Lamp.6.2

Campuran AC 60/70 dengan Proses Penuaan .....Lamp.6.3

Campuran Aspal Prima55 dengan Proses Penuaan.....Lamp.6.4

## INTISARI

Penuaan campuran beraspal adalah pengerasan aspal akibat pemanasan atau oksidasi, sehingga aspal kehilangan sebagian komponen ringan (*volatile*) sehingga lebih getas, mudah retak, kurang awet. Namun demikian, penuaan juga meningkatkan kekakuan aspal. Proses penuaan dapat disimulasikan dilaboratorium secara jangka pendek dan jangka panjang. Penuaan jangka pendek dimaksudkan untuk mensimulasikan pengerasan aspal selama fase konstruksi, sedangkan penuaan jangka panjang dimaksudkan untuk mensimulasikan proses oksidasi selama umur pelayanan jalan.

Penelitian ini bertujuan meneliti pengaruh penuaan terhadap perubahan sifat campuran beraspal karena beban akibat kendaraan maka akan terjadi deformasi permanen pada lapis permukaan. Pengujian dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan alat uji *Marshall* dan *Hveem Stabilometer*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Aspal Beton Bina Marga (1983, 1987), *ASSTHO 1998* dengan parameter stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, *VITM*, *VMA*, dan *VFWA*, ditambah dengan *Immersion Test* yang digunakan untuk mengetahui indeks kekuatan sisa *Marshall* dan *Hveem Stabilometer Test* untuk mengetahui daya tahan campuran terhadap beban triaksial (deformasi plastis). Kadar aspal yang digunakan mulai dari variasi 4,5%-8,5% dengan interval 1%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan perlakuan penuaan mengalami penurunan nilai karakteristik *Marshall* namun masih masuk dalam batas minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987, dan untuk parameter lainnya tidak masuk spesifikasi Bina Marga 1987.

Kata-kata kunci : Penuaan, *HRS-B*, deformasi plastis, *Hveem Stabilometer*, karakteristik *Marshall*.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat penting pada sistem transportasi darat. Jalan raya harus memiliki perkerasan yang kuat dan tahan lama agar dapat melayani beban kendaraan selama umur rencana. Untuk mendapatkan kinerja perkerasan yang memenuhi kebutuhan, maka perkerasan harus didukung oleh material penyusun perkerasan yang memenuhi spesifikasi tertentu. Material pembentuk penyusun tersebut adalah agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*), bahan pengikat. Bahan pengikat dapat berupa bahan berbitumen atau semen Portland.

Aspal adalah bahan pengikat berupa bahan berbitumen dan merupakan material penting dalam pembuatan konstruksi jalan raya. Aspal dapat diklasifikasikan menurut penetrasi dan viskositasnya. Karakteristik aspal merupakan material yang penting dalam menentukan kualitas campuran beton aspal, walaupun jumlah atau berat dalam campuran adalah sedikit. Selain itu penggunaan aspal sebagai bahan campuran perkerasan dituntut untuk dapat memenuhi persyaratan spesifikasi dan pelayanan lalu lintas. Penggunaan aspal yang tidak dimodifikasi akan sulit memenuhi kriteria perkerasan yang baik dan bermutu, berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kinerja aspal dengan

menambahkan berbagai bahan kimia. Material lain yang menyusun perkerasan lentur adalah agregat dan bahan pengisi.

Sebagian besar perkerasan jalan yang ada di Indonesia merupakan perkerasan lentur. Perkerasan ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah memiliki stabilitas yang tinggi, kedap air, dan dapat memikul beban yang besar. Akan tetapi hal ini tidak selalu dapat dipenuhi karena pengaruh beberapa hal, misalnya cuaca, beban yang melebihi beban rencana, atau kualitas aspal, agregat yang tidak bagus, dan teknik pelaksanaan yang kurang baik.

Dengan latar belakang permasalahan di atas penyusun mencoba melakukan penelitian di laboratorium untuk mengetahui karakteristik dari campuran terhadap penuaan akibat pengaruh-pengaruh yang terjadi. Penuaan campuran beraspal adalah pengerasan aspal yang terdapat pada campuran beraspal akibat pemanasan atau oksidasi. Ada dua jenis penuaan yaitu penuaan jangka pendek dan jangka panjang. Penuaan jangka pendek merujuk pada pengerasan aspal yang terjadi selama fase konstruksi, sedangkan penuaan jangka panjang merujuk pada pengerasan aspal yang terjadi selama masa pelayanan jalan atau pengerasan aspal yang terjadi selama masa pasca konstruksi. Kedua proses penuaan tersebut sebenarnya dapat disimulasikan di laboratorium. Namun demikian, pada saat ini pelaksanaan simulasi penuaan campuran beraspal belum diadopsi sebagai standar perencanaan campuran beraspal. Di satu sisi, proses penuaan memang dapat meningkatkan kekakuan campuran beraspal. Namun di sisi lain proses penuaan dapat mengakibatkan aspal kehilangan sebagian komponen ringan (*volatile*) sehingga lebih getas, mudah retak dan kurang awet.

Oleh karena itu, proses penuaan menjadi sangat penting untuk dipelajari karena memiliki hubungan yang kuat terhadap keawetan campuran beraspal (Brown & Scholz, 2000).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penuaan pada campuran beraspal terhadap karakteristik Marshall dan deformasi plastis.
2. Mengamati hasil campuran menggunakan aspal murni dan aspal yang telah diolah.

## **1.3 Batasan Penelitian**

Agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian maka penelitian ini dibatasi dengan beberapa hal sebagai berikut :

1. Spesifikasi teknis menggunakan Campuran HRS-B menurut CQCMU.
2. Standar yang digunakan adalah Bina Marga (1983, 1987), dan Asphalt Institute.
3. Agregat kasar dan halus yang digunakan dari Clereng, Kulon Progo.
4. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal AC 60/70 Produksi Pertamina dan aspal Prima55 produksi PT. Mitra Olah Bumi dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%.



5. Penuaan yang dilakukan dengan peng-oven-an benda uji pada suhu 135°C selama 2 jam sebelum dipadatkan dan 85°C selama 120 jam sesudah dipadatkan.
6. Variasi lama perendaman antara lain 24 jam, 48 jam, 72 jam.
7. Penelitian ini berdasarkan pada uji *Marshall*, *Immersion Test* dan uji *Hveem Stabilometer* dalam pengujian daya tahan campuran beraspal.
8. Pengujian Perendaman dan *Hveem Stabilometer* dilakukan pada Kadar Aspal Optimum.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Diharapkan dapat memberikan gambaran yang cukup jelas mengenai daya tahan campuran beraspal terhadap perilaku penuaan yang terjadi.
- b. Mengetahui ketahanan campuran beraspal dengan adanya air dan perubahan temperatur dalam proses penuaan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada penelitian ini digunakan tinjauan pustaka pada penelitian yang pernah dilakukan antara lain sebagai berikut ini.

**1. Hanan Widiatmoko dan Untung Suhendro, 1997 : “Pengaruh variasi lama pemeraman terhadap perilaku campuran emulsi bergradasi rapat (CEBR) (Penelitian Laboratorium)”**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai seberapa lama campuran emulsi bergradasi rapat (CEBR) masih dapat diperam/disimpan dan masih memenuhi persyaratan terhadap periku CEBR sebelum dilakukan penghamparan dan pemadatan pada suatu persiapan pada suatu perkerasan jalan. Perilaku CEBR tersebut diukur dari nilai-nilai stabilitas, total void, kehilangan stabilitas, absorpsi, dan tingkat penyelimutan aspal terhadap agregat yang diketahui dengan melakukan pengujian *Marshall* terhadap benda uji Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR).

Dari hasil penelitian, variasi lama pemeraman pada CEBR dengan 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari pemeraman, menunjukkan bahwa hanya pada sampai pemeraman 1 hari CEBR masih dapat diperam dengan masih memenuhi spesifikasi CEBR yang ditentukan oleh *The Asphalt Institute*.

**2. Iman Haryanto : “Pengaruh Penuaan Terhadap Kuat Geser Langsung Campuran Beraspal (Penelitian Laboratorium).”**

Penelitian ini bertujuan meneliti pengaruh penuaan terhadap perubahan sifat geser campuran beraspal karena sifat geser cukup penting. Sifat ini penting karena jika kuat geser campuran beraspal lebih rendah dari tegangan geser akibat kendaraan maka terjadi deformasi permanen pada lapis permukaan.

Metode pengujian geser langsung dilakukan pada suhu ruangan dengan kecepatan pembebanan 50 mm/menit. Prosedur pelaksanaannya sama dengan *destructive test* menggunakan mesin uji Marshall.

Pengujian menunjukkan bahwa kuat geser ( $\tau$ ) dan modulus geser ( $G$ ) campuran beraspal yang tidak diberi perlakuan penuaan adalah 0,87 MPa dan 48,99 MPa, sedangkan kuat geser ( $\tau$ ) dan modulus geser ( $G$ ) campuran beraspal yang diberi perlakuan penuaan adalah 0,57 MPa dan 20,14 MPa. Uji statistik menggunakan uji  $t$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada  $\tau$  dan  $G_{max}$  diantara kedua populasi. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan penuaan terhadap kuat geser dan modulus geser maksimum campuran beraspal.

**3. Achmad Rizaldi Hassannoesi dan Slamet Widodo (2005) : “Pengaruh Perubahan Temperatur dan Lama Perendaman Air Hujan Pada Karakteristik Campuran Perkerasan HRS-B dengan Bahan Tambah Retona”**

Dari hasil penelitian menunjukkan, ketahanan campuran terhadap temperatur, air dan cuaca yang berupa nilai Indeks Kekuatan Sisa untuk perendaman air murni

cenderung lebih tinggi dibanding dengan Indeks Kekuatan Sisa untuk perendaman air hujan. Hal ini menunjukkan air hujan cenderung lebih tinggi tingkat kerusakannya pada campuran dibanding dengan air murni.

**4. Dedi Eka Putra dan Rifki Wirya (2003) : "Pengaruh Rendaman Pasca Hujan Pada Lapis Perkerasan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal"**

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa, Campuran AC yang mengalami rendaman terhadap air hujan dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan perubahan karakteristik *Marshall* nya, dimana perubahan karakteristik tersebut sangat berlawanan dengan karakteristik campuran *Marshall* yang tidak mengalami rendaman terhadap air hujan.

**5. Arie Setiawan Ganie : "Pengaruh Proses Penuaan Aspal Pada Kekuatan Campuran Hot Rolled Asphalt"**

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji kontrol, STOA dan LTOA. Proses penuaan aspal dilakukan dengan pemanasan oven pada suhu 135° C selama 4 jam untuk short term, dan suhu 85° C selama 120 jam untuk long term. Perendaman dilakukan dengan variasi lama perendaman 24 jam, 48 jam dan 96 jam, kemudian diuji dengan alat uji *Marshall* dan *Indirect Tensile Strength*. Pengujian *impact* dengan alat *Cantabro* tanpa rendaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses ageing menyebabkan perubahan karakteristik *Marshall* dari kondisi kontrol (*unaged*), dengan terjadi penurunan nilai *density*, *voids filled with bitumen* (VFB), MQ, dan terjadi kenaikan nilai *voids in*

*mineral aggregate* (VMA), *voids in the mix* (VITM), stabilitas dan *flow*. Hasil pengujian Indirect Tensile Strength terjadi kenaikan sebesar 43,354% dari campuran *ageing*. Stabilitas sisa *Marshall* setelah perendaman 4 hari terjadi penurunan dari 96,73 % (*unaged*) menjadi 78,215 % (*ageing*), kenaikan nilai *flow* dari 4,57 mm (*unaged*) menjadi 5,02 mm (*ageing*), penurunan nilai *Tensile Strength Ratio* dari 44,81 % (*unaged*) menjadi 44,475 % (*ageing*). Prosentase kehilangan massa setelah 300 putaran pada *Cantabro test* terjadi kenaikan dari 0,92 % (*unaged*) menjadi 3,20 % (*ageing*).

Penelitian yang penulis lakukan berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena pada penelitian ini akan dikaji pengaruh perlakuan penuaan terhadap karakteristik *Marshall* dan pengaruh akibat perendaman pada campuran dengan bahan pengikat AC 60/70 produksi Pertamina dan aspal Prima55 produksi PT. Mitra Olah Bumi yang telah diolah.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

##### **3.1.1 Umum**

Fungsi dari perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara cukup, aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan yang cukup berarti. Bahan perkerasan jalan adalah bahan-bahan yang dihampar di atas permukaan tanah dasar. Bahan perkerasan jalan ini meliputi bahan-bahan untuk jenis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface*). Banyaknya kerusakan jalan yang terjadi pada umumnya disebabkan oleh kurang cermatnya pembuatan lapis perkerasan jalan, pengerasan aspal akibat pemanasan atau oksidasi, sehingga aspal kehilangan sebagian komponen ringan (*volatile*) sehingga lebih getas, mudah retak, kurang awet, ditambah lagi dengan beban kendaraan yang tidak sesuai dengan kelas jalan sehingga memperpendek umur rencana jalan. Agar jalan tidak mengalami kerusakan akibat faktor di atas maka dibutuhkan suatu konstruksi perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas yang sesuai klasifikasinya. Kestabilan dari perkerasan dapat diketahui dengan mencari faktor-faktor yang dapat merusak perkerasan itu sendiri. Adapun faktor yang paling dominan terhadap penuaan yaitu perubahan temperatur (suhu) dan pengaruh air pada campuran beraspal.

### 3.2 Penuaan (*Ageing*)

Penuaan adalah suatu proses perubahan karakteristik campuran beraspal berupa pengerasan aspal yang diakibatkan oksidasi. Oksidasi terjadi mulai dari proses produksi aspal, proses pengangkutan / proses konstruksi sampai pada proses pelayanan. Pada proses-proses tersebut campuran beraspal mengalami pemanasan baik oleh matahari atau karena pemanasan untuk pengenceran aspal pada proses produksi dan konstruksi. Pemanasan yang berlangsung akan berpengaruh pada aspal karena ada bagian aspal yang menguap dan itu dapat mengubah karakteristik aspal sehingga aspal menjadi lebih keras dan getas (Millard, 1993).

Proses penuaan dibagi menjadi dua tahap sebagai berikut ini :

1. Penuaan jangka pendek (*short-term ageing*)

Penuaan jangka pendek terjadi pada proses produksi, proses pengangkutan sampai proses konstruksi. Dalam fase-fase tersebut dilakukan pemanasan untuk mencairkan aspal dan hal ini akan mengubah komposisi aspal tersebut, karena sejumlah komponen cair aspal akan menguap.

Brown & Scholz (2000) menemukan bahwa campuran beraspal yang disimpan dalam keadaan lepas (di laboratorium) pada suhu 135 °C selama 2 jam akan meningkatkan kekakuan sebesar 9-24% dari campuran beraspal yang langsung dipadatkan tanpa proses penyimpanan. Peningkatan tersebut kurang lebih setara dengan nilai kekakuan sejumlah benda uji campuran beraspal yang diambil dari lapangan. Oleh karena,

kelompok benda uji yang diperoleh di lapangan telah mengalami proses penuaan selama proses produksi, pengangkutan dan pelaksanaan maka disimpulkan bahwa benda uji campuran beraspal yang disimpan dulu dalam kondisi lepas pada suhu 135°C selama 2 jam telah mengalami proses penuaan seperti halnya contoh benda uji campuran beraspal yang mengalami proses penuaan jangka pendek untuk dapat disimulasikan di laboratorium.

## 2. Penuaan jangka panjang (*long-term ageing*)

Penuaan jangka panjang terjadi selama masa pelayanan jalan. Dalam periode ini campuran beraspal mengalami pemanasan yang terus-menerus karena sinar matahari. Campuran beraspal juga mengalami oksidasi dan reaksi dengan air hujan yang menyebabkan aspal tergenang dalam air.

Brown & Scholz (2000) juga mengambil contoh lapangan campuran beraspal dari sejumlah perkerasan lentur yang telah dikenal memiliki kinerja baik selama kira-kira 15 tahun. Selama umur pelayanan tersebut, campuran aspal tersebut telah mengalami penuaan jangka panjang terutama yang diakibatkan oleh faktor lingkungan. Kelompok benda uji tersebut kemudian diukur nilai kekakuannya. Ternyata, interval nilai modulus yang hampir sama juga dapat diperoleh dari campuran beraspal sejenis yang baru dibuat namun kemudian lebih dulu disimpan dalam oven selama 120 jam pada suhu 85°C. Oleh karena itu, maka Brown



& Scholz (2000) mengusulkan cara tersebut sebagai metode laboratorium untuk mensimulasikan proses penuaan jangka panjang di lapangan.

### 3.3 Beton Aspal

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, karena sering dicampur dalam keadaan panas maka sering disebut *hot mix* (Silvia Sukirman, 1999)

Beton aspal merupakan lapisan pada konstruksi yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai pendukung beban lalu lintas
- b. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus.
- d. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

### 3.3.1 Karakteristik Campuran

Menurut Silvia Sukirman (1999), karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal campuran panas adalah :

#### 1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur atau *bleeding*.

#### 2. Durabilitas

Durabilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

#### 3. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah suatu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

#### 4. Tahanan gesek

Tahanan gesek adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering. Kekesatan ini dinyatakan sebagai koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan.

#### 5. Kelelahan plastis

Merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beton aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas

runtuh dan dinyatakan dalam satuan panjang. Nilai kelelahan plastis diuji bersamaan dengan pengujian stabilitas.

#### 6. Kemudahan dalam pelaksanaan

Kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar kemudian dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang diharapkan (spesifikasi).

### 3.4 Bahan Perkerasan

Secara prinsip bahan penyusun perkerasan lentur adalah agregat, filler dan aspal. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

#### 3.4.1 Aspal

Menurut Sartono, W. (1990), kadar aspal dalam campuran akan berpengaruh banyak terhadap karakteristik perkerasan. Kadar aspal yang rendah akan menghasilkan suatu perkerasan yang rapuh, yang akan menyebabkan *raveling* akibat beban lalu lintas sebaiknya kadar aspal yang terlalu tinggi akan menghasilkan suatu perkerasan yang tidak stabil.

Kepekaan terhadap temperatur dari aspal ditunjukkan oleh perubahan konsistensinya (penetrasi atau *viscositas*) dari aspal akibat perubahan temperatur. Aspal yang memiliki kepekaan terhadap temperatur tinggi akan menghasilkan lapisan perkerasan yang stabil pada temperatur tinggi. Aspal dengan kepekaan

temperatur rendah kemungkinan terjadinya retak-retak sangat kecil dan tidak menjadi lunak pada suhu tinggi, sehingga akan menghasilkan konstruksi lapis keras dengan stabilitas tinggi.

Aspal digunakan sebagai bahan ikat dan pengisi rongga antar batuan pada campuran beton aspal. Sifat-sifat aspal akan sangat berpengaruh terhadap karakteristik campuran perkerasan.

- a. Sifat *thermoplastik* aspal adalah bahan *thermoplastik* berubah sesuai dengan perubahan temperatur. Pada temperatur tinggi, viscositas aspal rendah (aspal lebih cair), aspal memiliki daya lekat tinggi dan mampu mengisi rongga antar batuan secara merata, akan tetapi pemanasan yang terlalu tinggi akan merusak sifat-sifat aspal, sehingga aspal akan lebih cepat mengeras. Sebaliknya bila pemanasan kurang, aspal bersifat kental yang akan menyebabkan aspal tidak menyelimuti batuan secara merata.
- b. Sifat keawetan (*durabilitas*). Sifat keawetan aspal didasarkan pada daya tahannya untuk tetap mempertahankan sifat aslinya apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca dan pembebanan lalu lintas. Sifat keawetan dari aspal yang utama adalah daya tahannya terhadap pengerasan.
- c. *Rheology*, yaitu sifat aspal dimana hubungan antar tegangan dan regangannya dipengaruhi oleh waktu, sifat ini akan berpengaruh terhadap nilai modulus kekakuan campuran, yang diwujudkan dalam bentuk waktu pembebanan (*time of loading*)

Persyaratan aspal setelah mengalami proses penuaan (Thin Film Oven Test) harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan Bina Marga dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

**Tabel 3.2** Persyaratan pemeriksaan Thin Film Oven Test

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
			Pen 60		Pen 80		
			Min	Max	Min	Max	
1.	Penetrasi (25°C ± 5 s)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2.	Titik Lembek (Ring Ball)	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3.	Titik Nyala (cle. Open cup)	PA. 0303-76	200	-	255	-	°C
4.	Kehilangan Berat (163°C± 5 h) (TFOT)	*)	-	0,8	-	0,1	% berat
5.	Kelarutan (C2HCL3)	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6.	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	PA. 0306-76	100	-	100	-	cm
7.	Penetrasi Setelah TFOT *)	PA. 0301-76	54	-	50	-	% semula
8.	Daktalitas Setelah TFOT *)	PA. 0306-76	50	-	75	-	cm
9.	Berat Jenis (25°C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	

Sumber : Bina Marga 1983, \*) AASHTO 1998

### 3.4.2 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi banyak faktor (Kerb and Walker, 1971). Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan dan sifat kimiawi.

#### a. Ukuran

*The Asphalt Institute, 1983* mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi, yaitu

1. Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan no. 8 (2,36 mm)
2. Agregat halus, batuan yang lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 30 ( 0,59 mm).

3. Mineral pengisi, batuan yang lolos saringan No. 30 dan tertahan saringan No. 200 (0,074 mm).
4. Filler mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan No. 200.

b. Gradasi

Gradasi adalah persentase pembagian ukuran butiran agregat yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi dibedakan menjadi 3 macam (Kerb and Walker, 1971), yaitu

1. *Well graded*, disebut juga gradasi menerus atau gradasi rapat adalah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang memiliki stabilitas tinggi.
2. *Gap graded*, disebut juga gradasi senjang/gradasi timpang yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).
3. *Uniform size*, disebut juga gradasi seragam, adalah gradasi yang dalam butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel 3.3 dan tabel 3.4 di bawah ini :

**Tabel 3.3** Persyaratan agregat kasar

No	Jenis pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	<40 %
2	Kelekatan terhadap aspal	<95 %
3	Peresapan agregat terhadap air	<3 %
4	Berat jenis semu	≥2,5

Sumber : Ditjen Bina Marga, Laston 378/KPTS/1978

**Tabel 3.4** Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai sand equivalent	>50 %
2	Peresapan agregat terhadap air	<3 %
3	Berat jenis	≥2,5

Sumber : Ditjen Bina Marga, Laston 378/KPTS/1978

Spesifikasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini. Spesifikasi campuran agregat untuk HRS-B seperti pada tabel 3.5 dan persyaratan untuk HRS-B diperlihatkan pada tabel 3.6.

**Tabel 3.5** Spesifikasi Campuran Agregat untuk HRS B

No.	Ukuran Saringan	(%) Berat Lolos Saringan
1	¼ in (19,1 mm)	97-100
2	½ in (12,7 mm)	70-100
3	¾ in (9,52 mm)	58-80
4	#4	50-60
5	#8	46-60
6	#30	16-60
7	#50	10-48
8	#100	3-26
9	#200	2-8

Sumber : Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU) 1988

Tabel 3.6. Persyaratan HRS B

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Jumlah tumbukan	75 x 2
2	Rongga udara	3-6%
3	Tebal film aspal	8 um
4	<i>Marshall Quotient</i>	1,8-5,0 kN/mm
5	Stabilitas	550-1250 kg
6	Flow	2-4 mm

Sumber : *Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU) 1988*

### 3.5 Karakteristik *Marshall*

Salah satu Karakteristik *Marshall* yang penting adalah stabilitas. Nilai stabilitas campuran sangat penting dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* antara partikel agregat.

Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan beton aspal terlalu kaku, mudah mengalami retak bila menerima beban. Sebaliknya bila nilai stabilitas rendah beton aspal akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas. Bina Marga (1983) maupun AASHTO (1998) memberikan persyaratan nilai stabilitas beton aspal untuk lalu lintas berat minimal 550 kg. Menurut *The Asphalt Institute, MS-2* (1984) stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi adanya deformasi permanen. Dalam pemeriksaan *Marshall* ditunjukkan oleh beban maksimum yang dapat didukung benda uji pada suhu 140°F dengan kecepatan pembebanan 2 inch per menit. Selain nilai stabilitas, parameter lain yang dapat diperoleh dari pengujian *Marshall* adalah kepadatan campuran (*density*), VITM (*voids in the mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *flow* dan *Marshall Quotient* (MQ).



*Density* adalah tingkat kerapatan campuran dipadatkan. *Density* dipengaruhi oleh gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan susun, kadar aspal, kekentalan aspal, jumlah dan suhu pemadatan.

*Flow* atau kelelahan menunjukkan besarnya deformasi vertikal dari campuran akibat beban yang bekerja padanya mulai awal pembebanan sampai kondisi kestabilan menurun. Pengukuran nilai *flow* dilakukan bersamaan dengan pengukuran stabilitas *Marshall*.

VFWA (*Void Filled With Asphalt*) adalah persentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal naik kepermukaan pada campuran bersifat porus dan mudah teroksidasi (Robert et al, 1991).

VITM (*Void In The Mix*) adalah persentase rongga udara yang ada terhadap volume pada suatu campuran. VITM sama artinya dengan porositas dan nilainya akan berkurang dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran karena rongga antar butir agregat akan terisi aspal (Robert et al, 1991).

VMA (*Void in Mineral Aggregates*) adalah rongga udara yang ada diantara partikel agregat dalam campuran yang sudah dipadatkan. VMA yang besar akan menyebabkan film aspal tebal sehingga mempunyai durabilitas yang tinggi. VMA juga dipengaruhi oleh gradasi campuran yang dipergunakan (*The Asphalt Institute, ES-1, 1983*).

Selanjutnya nilai-nilai yang diperoleh dibandingkan dengan spesifikasi teknis seperti pada tabel 3.7

Tabel 3.7. Persyaratan Kualitas *Marshall* campuran

No	Karakteristik	Persyaratan
1	Density (gr/cc)	-
2	VMA (%)	16
3	VFWA (%)	≥65
4	VITM	3 - 5
5	Stabilitas (kg)	≥800
6	Flow (mm)	≥2
7	MQ (kg/mm)	200 - 500

Sumber : Bina Marga (IRE, 1998)

### 3.6 *Marshall Rendaman (Immersion Test)*

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *Immersion* (S1) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S2).

$$\text{Index of retained strength} = (S_1/S_2) \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dengan : S<sub>1</sub> = Stabilitas setelah direndam selama 24 jam

S<sub>2</sub> = Stabilitas sebelum rendaman

Apabila indeks tahanan campuran lebih atau sama dengan 75%, campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

### 3.7 Pengujian *Hveem Stabilometer*

Pengujian *Hveem Stabilometer* dilakukan untuk mengetahui indikasi besaran deformasi plastis yang terjadi pada campuran perkerasan. *Hveem Stabilometer* itu sendiri adalah alat uji triaksial yang digunakan untuk menentukan stabilitas campuran aspal untuk perkerasan, tanah dan bahan-bahan semi plastis atau plastis lainnya. Alat ini dikembangkan oleh *Francis Hveem* ketika masih di *California Division of Highways*. Pengujian *Hveem Stabilometer* dikembangkan untuk mengukur kombinasi beban lalu lintas frekuentif, terulang dalam periode waktu yang lama. Hasil pengujian ini dipergunakan untuk mengetahui jumlah maksimum aspal pengikat yang dapat digunakan tanpa mengakibatkan ketidakstabilan. *Hveem Stabilometer* juga mengukur tekanan lateral yang diteruskan melalui benda uji dari beban vertikal yang diterapkan dengan tekanan lateral atau horizontal dipergunakan untuk menentukan sebuah indeks pada range skala 0-100 yang menunjukkan kemampuan material atau bahan yang di uji untuk menahan deformasi, adapun batas minimum persyaratan nilai *Stabilometer*  $\geq 37$  (ASTM D-1560, D-2844, AASHTO T-190).

Nilai *Hveem Stabilometer* mengidentifikasi besarnya stabilitas campuran. Deformasi yang terjadi pada perkerasan lentur banyak ditentukan oleh stabilitas campuran. Kekuatan perkerasan lentur dalam menahan deformasi yang terjadi sebagai akibat dari beban yang melewati perkerasan ditentukan oleh stabilitas.

Nilai *Hveem Stabilometer* dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$S = \frac{222}{\left[ \frac{P_h \times D}{P_v - P_h} \right] - 0.222} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

S = Nilai Stabilometer,

Ph = Tekanan horizontal, untuk disesuaikan dengan Pv (kPa)

Pv = Tekanan Vertikal, khususnya pada 400 psi (2800 kPa),  
yang diaplikasikan ketika beban vertikal sebesar 5000 lbf  
(22,3 kN),

D = Penurunan benda uji.

*Hveem Stabilometer* juga menitik beratkan pada analisa kepadatan atau rongga dan stabilitas. Dari metode ini juga ditentukan ketahanan campuran akibat pengaruh air selama proses pemeraman. *Hveem Stabilometer* mempunyai dua keuntungan, yaitu dapat menggambarkan proses pemadatan perkerasan yang sebenarnya dan dapat mengukur kemampuan benda uji menahan deformasi lateral dari beban vertikal yang diberikan.

## BAB IV

### HIPOTESIS

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Campuran aspal dengan proses penuaan dapat meningkatkan kekakuan dan juga dapat mengakibatkan aspal kehilangan sebagian komponen ringan sehingga kurang awet.
2. Campuran aspal dengan proses penuaan mempunyai sifat yang getas, dan mempunyai nilai VITM yang lebih tinggi daripada campuran tanpa proses penuaan.
3. campuran AC yang mengalami rendaman dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan perubahan karakteristik *Marshall* nya, dimana perubahan karakteristik tersebut sangat berlawanan dengan karakteristik campuran *Marshall* yang tidak mengalami rendaman terhadap air.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

#### **5.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

#### **5.2 Bahan**

##### **5.2.1 Asal Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo hasil pemecah batu (*stone crusher*) yang tersedia di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia dan aspal yang dipakai adalah jenis AC 60/70 produksi Pertamina dan aspal Prima55 produksi PT. Mitra Olah Bumi.

##### **5.2.2 Pemeriksaan dan Pengujian Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya harus melalui serangkaian pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan.

### 1. Pemeriksaan agregat

Agregat yang digunakan harus melalui serangkaian pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Serangkaian pengujian di laboratorium tersebut sebagai berikut :

- a). Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar ( PB-0201-76)
- b). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76)
- c). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (PB-0203-76)
- d). Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (PB-0205-76)
- e). Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angles (PB-0206-76)
- f). Pemeriksaan *Sand Equivalent* (AASHTO-T176-73)

### 2. Pemeriksaan *filler*

*Filler* merupakan bagian dari agregat yang sangat halus. *Filler* harus bebas dari kotoran dan dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%)

### 3. Pemeriksaan aspal

Aspal merupakan hasil dari produksi bahan-bahan alam sehingga sifat-sifat aspal harus diperiksa di laboratorium. Pemeriksaan bahan ikat aspal meliputi:

- a). Pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen (PA-0301-76)
- b). Pemeriksaan titik lembek aspal dan ter. (PA-0203-76)
- c). Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan Cleveland Open Cup.  
(PA-0303-76)
- d). Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam CCl<sub>4</sub>. (PA-0305-76)
- e). Pemeriksaan daktilitas bahan-bahan bitumen. (PA-0306-76)
- f). Pemeriksaan berat jenis bitumen keras dan ter. (PA-0307-76)

g). Pemeriksaan *Loss On Heating*. (PA 0304-76 / AASHTO T-96-74)

### 5.3 Peralatan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia dan Universitas Gadjah Mada. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti dibawah ini :

1. Mesin *Marshall Test* lengkap, yaitu :
  - a. Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
  - b. Cincin penguji (*proving ring*).
  - c. Arloji pengukur air (*flow*).
  - d. Oven.
2. Mesin Hveem Stabilometer.
3. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
4. *Ejector Hydraulic Pump* untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
5. Mesin penumbuk elektrik.
6. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu, mulai 20°C-60°C.
7. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji yang berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan yang berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.



8. Kaliper sket mat.
9. Termometer skala 200°C sebanyak 2 buah.
10. Perlengkapan lain-lain, yaitu :
  - a. Kompor listrik dan kompor gas beserta perlengkapannya.
  - b. Loyang seng dan loyang plastik.
  - c. Sendok pengaduk.
  - d. Kantong plastik.
  - e. Sarung tangan asbes dan karet.

#### **5.4 Prosedur Penelitian**

##### **5.41 Campuran Benda Uji**

Benda uji pada penelitian ini terdiri dari :

1. Untuk mencari Kadar Aspal Optimum pada gradasi agregat HRS-B dengan menggunakan bahan pengikat berupa aspal AC 60/70 dan aspal Prima55, dengan temperatur pemadatan 135°C dan lama perendaman 24 jam dengan dan tanpa proses penuaan. masing-masing dibuat benda uji sebanyak 3 sampel terdiri dari variasi kadar aspal (4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%), jumlah benda uji =  $5 \times 3 \times 2 \times 2 = 60$ .
2. Pada *Immersion Test* dengan temperatur pemadatan pada suhu 135°C dan lama perendaman 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan dan tanpa proses penuaan. Jumlah benda uji yang dibuat  $3 \times 3 \times 2 \times 2 = 36$  benda uji.

3. Pada pengujian *Hveem Stabilometer* dengan temperatur pemadatan pada suhu  $135^{\circ}\text{C}$  dan lama perendaman 30 menit. Jumlah benda uji yang dibuat  $3 \times 2 \times 2 = 12$  benda uji  
Total keseluruhan benda uji  $\Rightarrow 60+36+12 = 108$  benda uji

#### **5.42 Pembuatan Benda Uji**

Langkah-langkah pembuatan benda uji tanpa proses penuaan adalah sebagai berikut :

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Agregat tersebut kemudian disaring kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Proses pencampuran (mixing) dilakukan sebagai berikut :
  - a. Panci pencampuran dipanaskan bersama dengan agregat sampai pada suhu  $160^{\circ}\text{C}$  sambil diaduk.
  - b. Agregat kering diaduk pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$  ditambahkan aspal yang telah dipanaskan kedalam campuran agregat dengan takaran sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
  - c. Campuran diaduk selama  $\pm 60$  detik.
4. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut :
  - a. Cetakan benda uji ditimbang, diukur tinggi dan diameternya.

- b. Letakkan selebar kertas saring/kertas penghisap menurut cetakan kedalam dasar cetakan.
- c. Masukkan seluruh campuran kedalam cetakan pada suhu 140 °C, kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula yang telah dipanaskan 15 kali keliling pinggiran dan 10 kali ditengahnya.
- d. Pemasatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (direncanakan untuk lalu lintas padat dan beban berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm dan palu pemadat selalu tegak lurus cetakan selama pemadatan dilakukan.
- e. Permukaan benda uji yang telah dibalik ditumbuk sebanyak 75 kali kemudian dilakukan penimbangan dan pengukuran kembali (setelah plat atas dan leher sambung dilepas).
- f. Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan dan diletakkan diatas permukaan yang rata selama  $\pm 24$  jam pada suhu ruang.

Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji campuran beraspal akan mendapat perlakuan penuaan diberlakukan sebagai berikut :

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Agregat tersebut kemudian disaring kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.

3. Proses pencampuran (mixing) dilakukan sebagai berikut :
  - a. Panci pencampuran dipanaskan bersama dengan agregat sampai pada suhu 160 °C sambil diaduk.
  - b. Agregat kering diaduk pada suhu 150 °C ditambahkan aspal yang telah dipanaskan kedalam campuran agregat dengan takaran sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
  - c. Campuran diaduk selama  $\pm$  60 detik.
4. Proses perlakuan penuaan adalah sebagai berikut :
  - a. Sebelum dipadatkan dengan mesin penumbuk elektrik, terlebih dulu disimpan dalam *oven* bersuhu 135 °C selama 2 jam.
5. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut :
  - a. Cetakan benda uji ditimbang, diukur tinggi dan diameternya.
  - b. Letakkan selembar kertas saring/kertas penghisap menurut cetakan kedalam dasar cetakan.
  - c. Setelah peng-*oven*-an pertama selesai, masukkan seluruh campuran kedalam cetakan pada suhu 135 °C-140 °C, kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula yang telah dipanaskan 15 kali keliling pinggiran dan 10 kali ditengahnya.
  - d. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (direncanakan untuk lalu lintas padat dan beban berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm dan palu pemadat selalu tegak lurus cetakan selama pemadatan dilakukan.

- e. Permukaan benda uji yang telah dibalik ditumbuk sebanyak 75 kali kemudian dilakukan penimbangan dan pengukuran kembali (setelah plat atas dan leher sambung dilepas).
- f. Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan dan dilakukan penyimpanan dalam *oven* bersuhu 85 °C selama 120 jam.
- g. Benda uji dikeluarkan dari oven dan diletakkan diatas permukaan yang rata selama  $\pm 24$  jam pada suhu ruang.

## **5.5 Pengujian Benda Uji**

### **5.5.1 Cara pengujian benda uji**

#### **5.5.1.1 Pengujian *Marshall Standar***

Cara pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
2. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu dirata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
3. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
4. Benda uji diberi tanda pengenal.
5. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Setelah benda uji jenuh air kemudian ditimbang dalam air.
7. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

8. Benda uji direndam dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit.
9. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepaskan benda uji.
10. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.
11. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diukur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
12. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelahan.
13. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
14. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

#### **5.5.1.2 Pengujian *Marshall* Rendaman (*Immersion Test*)**

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall* Standard, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan dalam *water bath*. Pada uji *Marshall* rendaman lama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dengan suhu 60°C.

Adapun cara pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
2. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu dirata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
3. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
4. Benda uji diberi tanda pengenal.
5. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Setelah benda uji jenuh air kemudian ditimbang dalam air.
7. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji direndam dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.
9. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepaskan benda uji.
10. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.
11. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diukur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
12. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan

berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehan.

13. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
14. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

### 5.5.1.3 Pengujian *Hveem Stabilometer*

Pengujian *Hveem Stabilometer* dilakukan untuk mengetahui indikasi besaran deformasi plastis yang terjadi pada campuran perkerasan.

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Jumlah udara dalam sel diatur dengan menggunakan benda uji metal standar yang telah dipanaskan,
2. Dengan *Hveem Stabilometer* dan *Stage Base* pada posisi silinder, mesin penguji diatur sehingga bebannya akan diaplikasikan pada tingkat 1,3 mm (0,05 inch) per menit,
3. Benda uji dapat dipindahkan dari cetakan ke *stabilometer* dengan menggunakan alat yang sesuai. Pastikan bahwa benda uji masuk ke *Stabilometer* dengan lurus, dengan *Stamped End* di atas dan diletakkan dengan tepat pada dasarnya.
4. *Follower* diletakkan diatas benda uji dan ditetapkan tekanan horizontal sampai tepat 5 psi (34 kPa) terekam dalam alat ukur *Stabilometer*. Jika alat uji memiliki *Upperhead* dengan dudukan berbentuk bola, *Looking Shims* yang digunakan selama pembuatan benda uji harus dibuka terlebih dahulu untuk melakukan pengujian *Stabilometer* ,



5. Mulai gerakan vertical penekanan dengan kecepatan 1,3 mm(0,05 inch) per menit dan catat pembacaan alat ukur *Stabilometer* ketika beban vertical sebesar 13.4, 22.3, dan 26.7 kN (3000, 5000 dan 6000 lbf),
6. Gerakan vertical penekanan dihentikan ketika beban total mencapai 26,7 kN (6000 lbf). Kemudian cepat-cepat kurangi beban vertikal sampai  $4,445 \pm 0,45$  kN ( $1000 \pm 100$  lbf). Dengan pompa penurunan, tekanan horizontal akan menghasilkan pengurangan lebih lanjut pada beban vertikal sampai kurang dari 1000 lbf (4,45 kPa). Pengurangan ini normal dan tidak perlu ada kompensasi yang dilakukan,
7. *Handle* pompa *Stabilometer* diputar mendekati dua gerakan per detik dan ukur jumlah perubahan dari *Handle* pompa (menggunakan perubahan penurunan indicator pada *Stabilometer*) untuk menaikkan tekanan horizontal dari 5 ke 1000 psi(34,5 ke 690 kPa),
8. Kemudian jumlah perubahan dicatat dan ini adalah pembacaan penurunan D. Dalam pengukuran penurunan, beban vertikal akan meningkat melebihi 1000 lbf (4,45 kN). Seperti sebelumnya, perubahan ini bersifat khusus dan tidak ada kompensasi yang perlu dilakukan,
9. Hitung nilai *Stabilometer* S dengan persamaan (2)

## 5.6 Cara analisis

Data yang diperoleh dari hasil di laboratorium antara lain :

1. Berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. Berat benda uji di dalam air (gram),
3. Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. Tebal benda uji (mm),
5. Pembacaan arloji stabilitas (kg), dan
6. Pembacaan arloji kelelahan atau flow (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *Void In Mixture* (VITM), *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void in Mineral Aggregate* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan data-data sebagai berikut :

- a. Berat jenis maksimum teoritis.

$$h = \frac{100}{\frac{\%agregat}{BJagregat} + \frac{\%aspal}{BJaspal}} \text{ (gram / cc) } \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$$BJ \text{ agregat eff.} = \frac{100}{\frac{\%agregatkasar}{BJagregatkasar.eff.} + \frac{\%agregathalus}{BJagregathalus.eff.}}$$

b. Volume aspal terhadap benda uji.

$$i = \frac{b \times g}{BJ_{aspal}}, \% \dots\dots\dots(4)$$

keterangan: g = berat volume benda uji (gram/cc)

b = kadar aspal terhadap total campuran (%)

c. Volume agregat terhadap benda uji.

$$j_{ef} = \frac{(100 - b) \times g}{BJ_{agr. eff}}, \%$$

$$\text{atau } j_{cur} = \frac{(100 - b) \times g}{BJ_{agr. cur}}, \% \dots\dots\dots(5)$$

d. Kadar rongga dalam campuran.

$$k = (100 - i - j_{ef}), \% \dots\dots\dots(6)$$

e. Kadar rongga dalam agregat (VMA).

$$VMA = (100 - j_{cur}), \% \dots\dots\dots(7)$$

f. Rongga yang terisi aspal (VFMA).

$$VFMA = 100 \times \frac{VMA - VITM}{VMA}, \% \dots\dots\dots(8)$$

g. Rongga terhadap aspal (VITM).

$$\text{VITM} = 100 \times \frac{h-g}{h}, \% \dots\dots\dots(9)$$

h. Serapan aspal oleh agregat.

$$\text{Aa} = 100 \times \frac{\text{BJagr.eff} - \text{BJagr.cur}}{\text{BJagr.eff} \times \text{BJagr.cur}} \times \text{BJ aspal}, \% \dots\dots\dots(10)$$

i. Kadar aspal efektif.

$$\text{Ae} = b - \frac{\text{Aa}}{100} (100-b), \% \dots\dots\dots(11)$$

j. Tingkat kepadatan.

$$\text{Tk} = \frac{g}{h} \times 100\% \dots\dots\dots(12)$$

k. Stabilitas.

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

$$q = p * \text{koreksi tebal benda uji (kg)} \dots\dots\dots(13)$$

keterangan :

p = nilai pembacaan arloji stabilitas \* kalibrasi proving ring.

Tabel 5.1 Koreksi Tebal Benda Uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
60	1,095	70	0,845
61	1,065	71	0,835
62	1,035	72	0,825
63	1,015	73	0,810
64	0,960	74	0,791
65	0,935	75	0,772
66	0,900	76	0,762
67	0,885	77	0,752
68	0,865	78	0,742
69	0,855	79	0,733
70	0,845	80	0,724

Sumber : Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

l. *Flow* (kelelahan plastis)

*Flow* menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan.

Nilai *Flow* dalam (mm) langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall*.

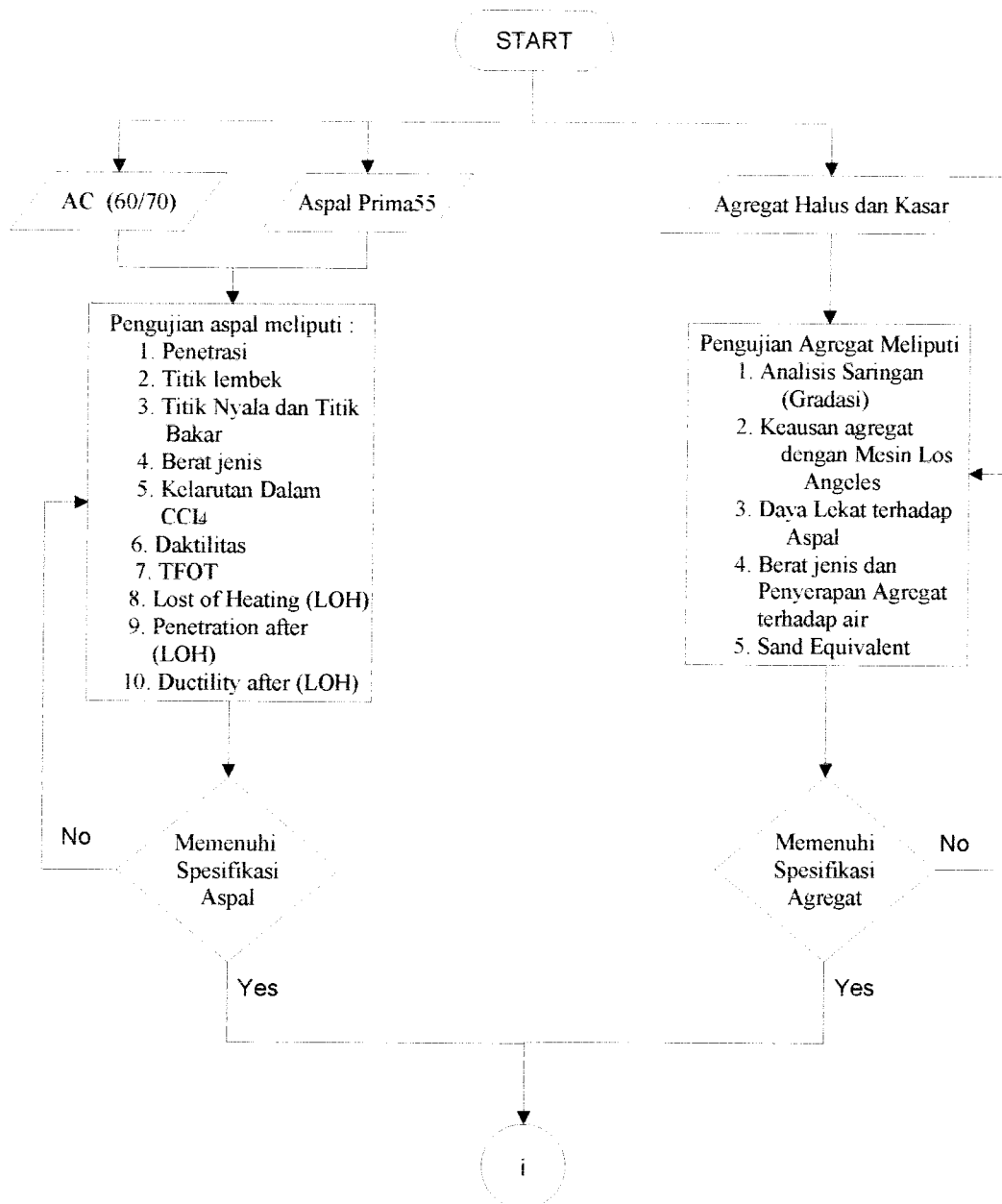
m. Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan.

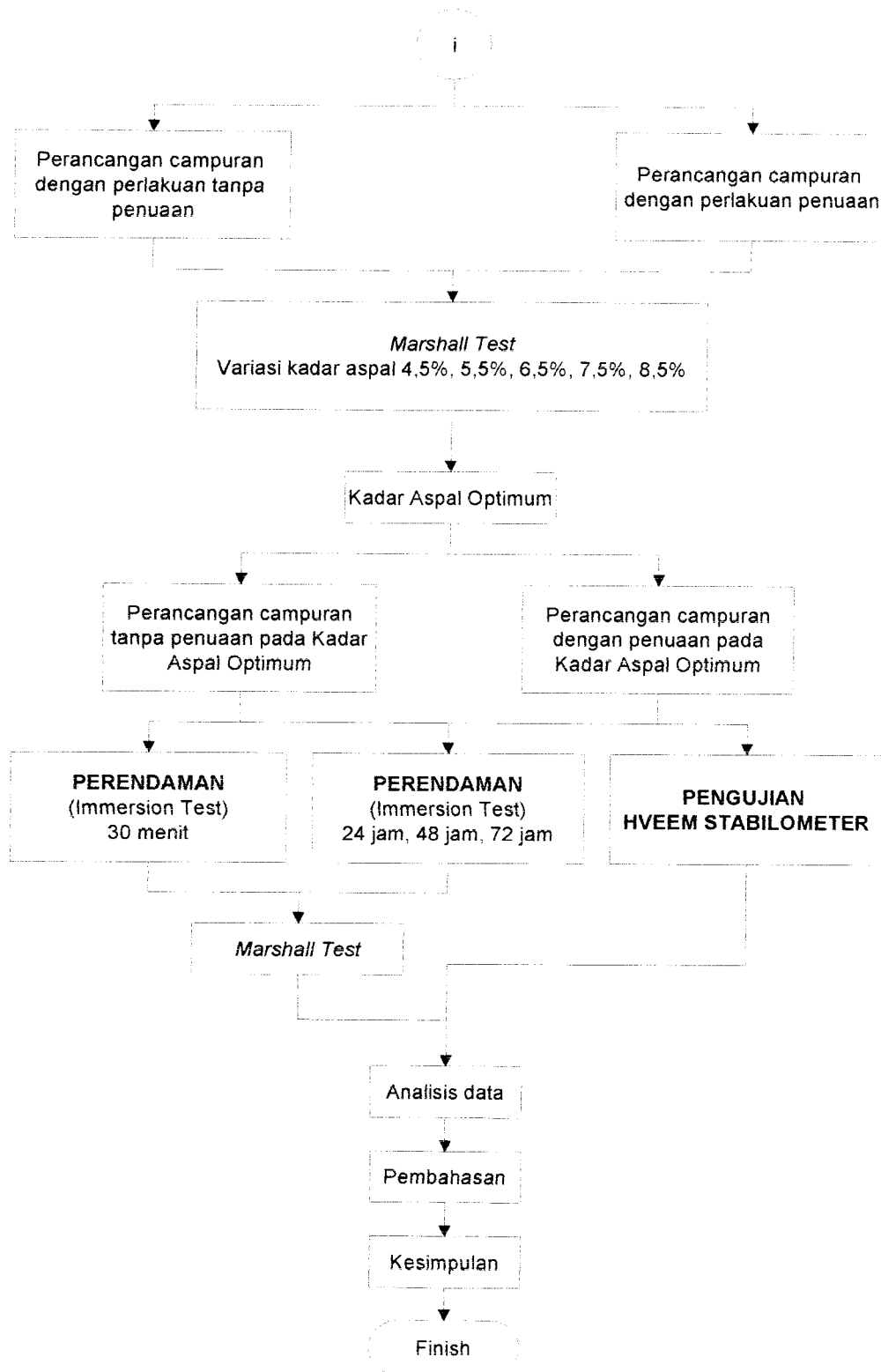
Dipakai rumus :

$$QM = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{flow}}, (\text{kg/mm}) \dots \dots \dots (14)$$

### 5.7 Bagan Alir (Flow Chart)



Gambar 5.1 *Flow Chart*

Gambar 5.2 *Flow Chart Continue*

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN

#### 6.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian meliputi pengujian bahan dan pengujian campuran seperti berikut ini.

##### 6.1.1. Hasil Pengujian Bahan

Hasil pengujian bahan agregat kasar dan halus diperlihatkan pada Lampiran 1, Tabel 6.1 dan 6.2, sedangkan hasil pengujian aspal ditunjukkan pada Lampiran 2, Tabel 6.3 dan 6.4 berikut ini, berdasarkan standar Bina Marga 1987 dan AASHTO 1998.

Tabel 6.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Keausan dgn mesin Los Angles (%)	$\leq 40 \%$	23,44	Memenuhi
2	Kelekatan terhadap aspal (%)	$\geq 90 \%$	98	Memenuhi
3	Penyerapan terhadap air (%)	$\leq 3 \%$	2,48	Memenuhi
4	Berat jenis semu	$\geq 2.5$	2,89	Memenuhi

Tabel 6.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	<i>Sand Equivalent (%)</i>	$\geq 50 \%$	74,699	Memenuhi
2	Penyerapan terhadap air (%)	$\leq 3 \%$	2,54	Memenuhi
3	Berat jenis semu	$\geq 2.5$	2,97	Memenuhi

Tabel 6.3 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	60 – 79	70,9	Memenuhi
2	Titik lembek ( <i>Ring and Ball</i> ) (°C)	48 - 58	56,5	Memenuhi
3	Titik nyala (Cleveland open cup) (°C)	$\geq 200$	300	Memenuhi
4	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> (%)	$\geq 99$	97,56	Memenuhi
5	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	$\geq 100$	165,15	Memenuhi
6	Berat jenis	$\geq 1,0$	1,0316	Memenuhi
7	Kehilangan berat (163°C, 5 jam) (% berat) *)	$\leq 0,8$	0,6467	Memenuhi



8	Penetrasi setelah kehilangan berat (% semula) *)	≥ 54	64,315	Memenuhi
9	Daktilitas setelah kehilangan berat (25°C, 5 cm/menit) (cm)	≥ 50	140	Memenuhi

\*) berdasarkan Thin Film Oven Test (AASHTO T – 179)

Tabel 6.4 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Prima55

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	60 – 79	60,7	Memenuhi
2	Titik lembek ( <i>Ring and Ball</i> ) (°C)	48 - 58	56	Memenuhi
3	Titik nyala (Cleveland open cup) (°C)	≥ 200	305	Memenuhi
4	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> (%)	≥ 99	95,24	Memenuhi
5	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	≥ 100	165,15	Memenuhi
6	Berat jenis	≥ 1,0	1,217	Memenuhi
7	Kehilangan berat (163°C, 5 jam) (% berat) *)	≤ 0,8	0,7259	Memenuhi
8	Penetrasi setelah kehilangan berat (% semula) *)	≥ 54	54,365	Memenuhi
9	Daktilitas setelah kehilangan berat (25°C, 5 cm/menit) (cm)	≥ 50	135	Memenuhi

\*) berdasarkan Thin Film Oven Test (AASHTO T – 179)

## 6.1.2. Hasil Pengujian Campuran

### 6.1.2.1. Hasil Pengujian Campuran Tanpa Proses Penuaan

Hasil pengujian Karakteristik *Marshall* untuk berbagai nilai kadar aspal yang digunakan, diperlihatkan pada Tabel 6.5 dan 6.6 berikut ini.

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran HRS-B Menggunakan AC 60/70

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
4,5	1 – P	498,117	1,430	7,456	57,994	17,749	2,356	348,334
	2 – P	499,725	1,380	7,484	57,895	17,774	2,355	362,119
	3 – P	526,645	1,540	7,433	58,073	17,729	2,357	341,977
	<b>Rerata</b>	<b>508,162</b>	<b>1,450</b>	<b>7,457</b>	<b>57,987</b>	<b>17,750</b>	<b>2,356</b>	<b>350,810</b>
5,5	1 – P	619,929	1,770	5,921	68,022	18,516	2,359	350,243
	2 – P	661,890	1,810	5,819	68,422	18,428	2,361	365,685
	3 – P	588,347	1,730	5,899	68,110	18,497	2,359	340,085
	<b>Rerata</b>	<b>623,389</b>	<b>1,770</b>	<b>5,880</b>	<b>68,185</b>	<b>18,480</b>	<b>2,360</b>	<b>352,004</b>
6,5	1 – P	813,420	2,310	4,406	77,178	19,304	2,361	352,130
	2 – P	841,420	2,360	4,410	77,159	19,308	2,361	356,534
	3 – P	789,212	2,270	4,435	77,056	19,329	2,360	347,671
	<b>Rerata</b>	<b>814,684</b>	<b>2,313</b>	<b>4,417</b>	<b>77,131</b>	<b>19,314</b>	<b>2,361</b>	<b>352,111</b>

7,5	1 - P	854,677	2,680	2,924	85,472	20,124	2,362	318,909
	2 - P	906,779	2,730	2,863	85,736	20,074	2,364	332,154
	3 - P	865,155	2,750	2,841	85,835	20,056	2,364	314,602
	<b>Rerata</b>	<b>875,537</b>	<b>2,720</b>	<b>2,876</b>	<b>85,681</b>	<b>20,085</b>	<b>2,363</b>	<b>321,888</b>
8,5	1 - P	763,122	3,490	1,510	92,810	21,000	2,362	218,660
	2 - P	810,115	3,280	1,425	93,192	20,932	2,364	246,986
	3 - P	760,986	3,170	1,371	93,436	20,889	2,365	240,059
	<b>Rerata</b>	<b>778,074</b>	<b>3,313</b>	<b>1,435</b>	<b>93,146</b>	<b>20,941</b>	<b>2,364</b>	<b>235,235</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Tabel 6.6 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran HRS-B menggunakan Aspal Prima55

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
4,5	1 - M	556,987	1,250	8,021	52,286	16,810	2,324	445,590
	2 - M	589,100	1,290	7,785	53,094	16,597	2,321	456,667
	3 - M	567,951	1,270	7,785	53,094	16,597	2,325	447,205
	<b>Rerata</b>	<b>571,346</b>	<b>1,270</b>	<b>7,863</b>	<b>52,825</b>	<b>16,668</b>	<b>2,323</b>	<b>449,821</b>
5,5	1 - M	723,086	1,720	5,579	66,142	16,479	2,331	420,399
	2 - M	765,522	1,830	5,338	67,180	16,266	2,332	418,318
	3 - M	744,116	1,750	5,613	66,000	16,508	2,333	425,209
	<b>Rerata</b>	<b>744,241</b>	<b>1,767</b>	<b>5,510</b>	<b>66,441</b>	<b>16,418</b>	<b>2,332</b>	<b>421,309</b>
6,5	1 - M	817,017	1,970	4,630	73,529	17,491	2,341	414,729
	2 - M	829,946	2,010	4,596	73,677	17,462	2,337	412,908
	3 - M	815,899	2,030	4,825	72,678	17,660	2,340	401,921
	<b>Rerata</b>	<b>820,954</b>	<b>2,003</b>	<b>4,684</b>	<b>73,295</b>	<b>17,538</b>	<b>2,340</b>	<b>409,853</b>
7,5	1 - M	970,410	2,400	3,846	79,364	18,638	2,345	404,337
	2 - M	973,916	2,300	3,731	79,876	18,541	2,345	423,442
	3 - M	978,332	2,350	4,009	78,647	18,776	2,346	416,311
	<b>Rerata</b>	<b>974,219</b>	<b>2,350</b>	<b>3,862</b>	<b>79,296</b>	<b>18,651</b>	<b>2,345</b>	<b>414,697</b>
8,5	1 - M	794,172	2,980	2,836	85,521	19,586	2,351	266,501
	2 - M	847,225	3,050	3,083	84,420	19,790	2,350	277,779
	3 - M	832,018	2,860	3,034	84,639	19,749	2,353	290,915
	<b>Rerata</b>	<b>824,472</b>	<b>2,963</b>	<b>2,984</b>	<b>84,860</b>	<b>19,709</b>	<b>2,352</b>	<b>278,398</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

### 6.1.2.2. Hasil Pengujian Campuran Dengan Proses Penuaan

Hasil pengujian Karakteristik *Marshall* untuk berbagai nilai kadar aspal yang digunakan, diperlihatkan pada Tabel 6.7 dan 6.8 berikut ini.



Tabel 6.7 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran HRS-B Menggunakan AC 60/70

Kadar Aspal	Kode	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	VMA	Density	Marshall Quotient
(%)		(Kg)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(g/cc)	(Kg/mm)
4,5	1 – P	745,777	1,310	7,824	56,715	18,077	2,347	569,295
	2 – P	756,625	1,280	8,164	55,579	18,378	2,338	591,114
	3 – P	726,288	1,330	7,719	57,077	17,983	2,349	546,081
	<b>Rerata</b>	<b>742,897</b>	<b>1,307</b>	<b>7,902</b>	<b>56,457</b>	<b>18,146</b>	<b>2,345</b>	<b>568,830</b>
5,5	1 – P	776,328	1,370	6,428	66,087	18,956	2,346	566,663
	2 – P	779,051	1,460	6,217	66,882	18,773	2,351	533,596
	3 – P	770,454	1,420	6,376	66,281	18,910	2,347	542,573
	<b>Rerata</b>	<b>775,277</b>	<b>1,417</b>	<b>6,341</b>	<b>66,417</b>	<b>18,880</b>	<b>2,348</b>	<b>547,611</b>
6,5	1 – P	819,277	2,050	4,575	76,477	19,447	2,357	399,647
	2 – P	827,940	1,980	4,220	77,959	19,148	2,365	418,152
	3 – P	831,453	1,840	4,846	75,370	19,676	2,350	451,877
	<b>Rerata</b>	<b>826,223</b>	<b>1,957</b>	<b>4,547</b>	<b>76,602</b>	<b>19,424</b>	<b>2,357</b>	<b>423,225</b>
7,5	1 – P	825,339	2,210	3,148	84,499	20,309	2,357	373,457
	2 – P	838,517	2,430	3,424	83,327	20,536	2,350	345,069
	3 – P	839,870	2,560	3,066	84,854	20,241	2,359	328,074
	<b>Rerata</b>	<b>834,575</b>	<b>2,400</b>	<b>3,213</b>	<b>84,227</b>	<b>20,362</b>	<b>2,355</b>	<b>348,867</b>
8,5	1 – P	779,637	2,630	1,822	91,427	21,251	2,354	296,440
	2 – P	771,096	2,770	1,326	93,641	20,853	2,366	278,374
	3 – P	786,541	2,890	1,357	93,502	20,877	2,365	272,159
	<b>Rerata</b>	<b>779,091</b>	<b>2,763</b>	<b>1,501</b>	<b>92,857</b>	<b>20,994</b>	<b>2,362</b>	<b>282,324</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Tabel 6.8 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran HRS-B Menggunakan Aspal Prima 55

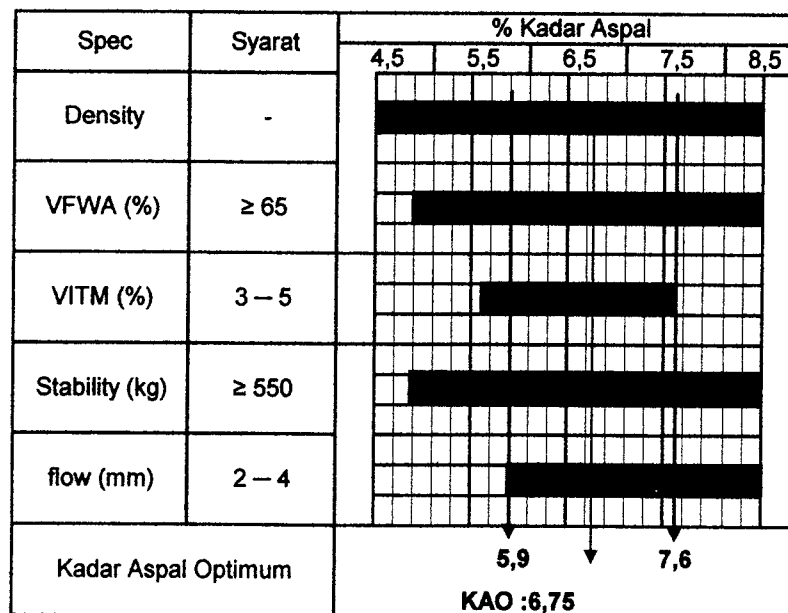
Kadar Aspal	Kode	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	VMA	Density	Marshall Quotient
(%)		(Kg)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(g/cc)	(Kg/mm)
4,5	1 – M	700,494	1,290	9,548	47,513	18,192	2,343	543,018
	2 – M	717,195	1,360	9,625	47,291	18,261	2,341	527,349
	3 – M	692,862	1,220	9,882	46,564	18,494	2,335	567,920
	<b>Rerata</b>	<b>703,517</b>	<b>1,290</b>	<b>9,685</b>	<b>47,122</b>	<b>18,316</b>	<b>2,340</b>	<b>546,096</b>
5,5	1 – M	727,461	1,520	7,698	58,057	18,353	2,363	478,593
	2 – M	754,185	1,540	8,039	56,905	18,655	2,355	489,731
	3 – M	752,924	1,500	8,011	56,998	18,630	2,355	501,950
	<b>Rerata</b>	<b>744,857</b>	<b>1,520</b>	<b>7,916</b>	<b>57,320</b>	<b>18,546</b>	<b>2,358</b>	<b>490,091</b>
6,5	1 – M	801,450	1,850	5,100	71,505	17,898	2,402	433,216
	2 – M	806,194	1,870	5,019	71,846	17,828	2,404	431,120
	3 – M	823,815	1,880	4,987	71,985	17,800	2,405	438,200
	<b>Rerata</b>	<b>810,486</b>	<b>1,867</b>	<b>5,035</b>	<b>71,778</b>	<b>17,842</b>	<b>2,404</b>	<b>434,178</b>
7,5	1 – M	812,324	2,150	4,836	75,167	19,476	2,381	377,825
	2 – M	841,878	2,170	4,867	75,042	19,502	2,381	387,962
	3 – M	828,165	2,300	4,918	74,839	19,544	2,379	360,072
	<b>Rerata</b>	<b>827,456</b>	<b>2,207</b>	<b>4,874</b>	<b>75,016</b>	<b>19,507</b>	<b>2,380</b>	<b>375,286</b>

8,5	1 - M	708,191	2,690	4,471	78,649	20,939	2,364	263,268
	2 - M	763,989	2,570	4,337	79,176	20,828	2,367	297,272
	3 - M	788,863	2,730	4,582	78,214	21,030	2,361	288,961
	<b>Rerata</b>	<b>753,681</b>	<b>2,663</b>	<b>4,463</b>	<b>78,680</b>	<b>20,932</b>	<b>2,364</b>	<b>283,167</b>

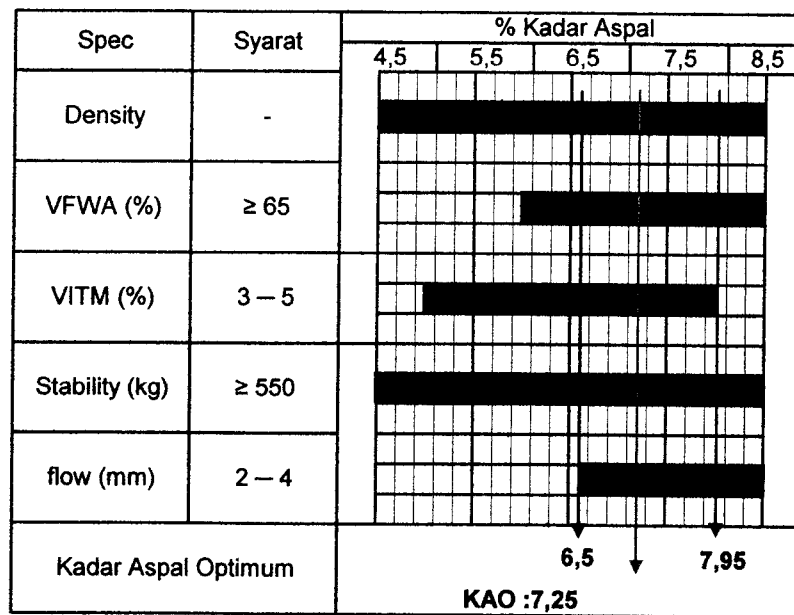
Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Data dari hasil pengujian ini kemudian digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum HRS B. Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan density.

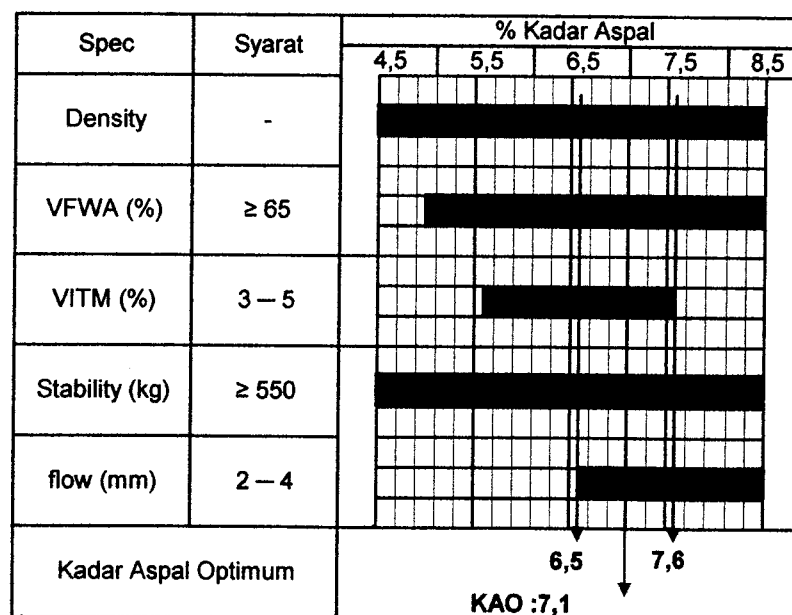
Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara menggambarkan rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai stabilitas ( $\geq 550$  Kg), Flow (2 - 4 mm), VITM (3 %- 5%), VFWA ( $\geq 65\%$ ), dan density. Nilai-nilai tersebut diambil dari nilai rata-rata masing-masing kadar aspal. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 6.1, Gambar 6.2, Gambar 6.3, Gambar 6.4 berikut ini.



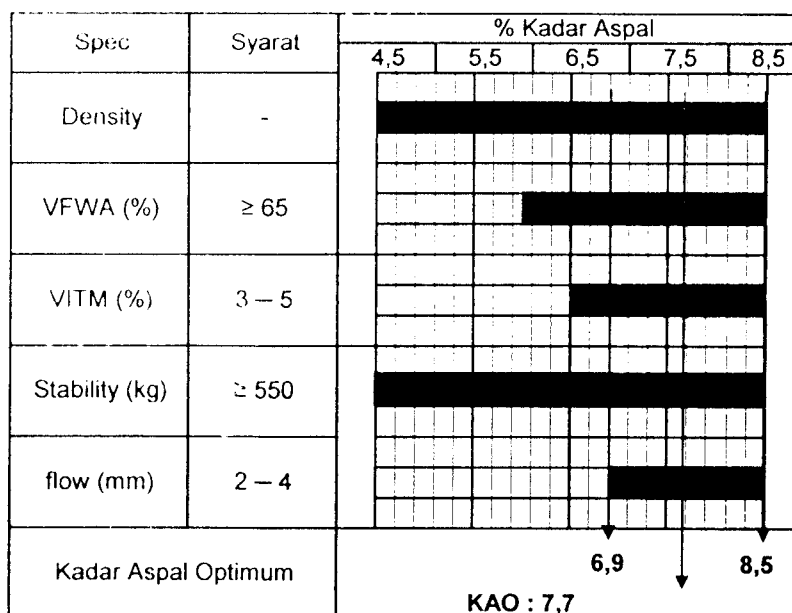
Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum menggunakan AC 60/70 Tanpa Penuaan



Gambar 6.2 Kadar Aspal Optimum menggunakan Aspal Prima55 Tanpa Penuaan



Gambar 6.3 Kadar Aspal Optimum menggunakan AC 60/70 dengan Penuaan



Gambar 6.4 Kadar Aspal Optimum menggunakan Aspal Prima55 dengan Penuaan

### 6.1.2.3. Hasil Pengujian Campuran Pada Nilai Kadar Aspal Optimum

#### 6.1.2.3.1. Hasil Pengujian *Immersion*

Kadar Aspal Optimum campuran HRS-B menggunakan AC 60/70 adalah 6,7 % pada proses tanpa penuaan dan 7,135 % pada proses penuaan sedangkan dengan menggunakan Aspal Prima55 adalah 7,21 % pada proses tanpa penuaan dan 7,4 % pada proses penuaan, diperlihatkan pada table 6.9, 6.10, 6.11, 6.12 dan lampiran 5 berikut ini.

Tabel 6.9 Hasil Pengujian Immersion menggunakan AC 60/70 tanpa proses penuaan

Waktu (jam)	stabilitas (Kg)	flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	DENSITY (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
0,5	1016,530	2,650	3,007	83,802	18,564	2,392	383,596
0,5	1035,821	2,730	3,675	80,782	19,125	2,375	379,422
0,5	1025,633	2,760	2,873	84,431	18,451	2,395	371,606
<b>Rerata</b>	<b>1025,995</b>	<b>2,713</b>	<b>3,185</b>	<b>83,005</b>	<b>18,713</b>	<b>2,387</b>	<b>378,208</b>
24	935,035	2,160	2,853	84,525	18,434	2,395	432,887
24	931,774	2,100	3,305	82,432	18,814	2,384	443,702
24	958,979	2,190	2,690	85,298	18,298	2,399	437,890

<b>Rerata</b>	<b>941,930</b>	<b>2,150</b>	<b>2,949</b>	<b>84,085</b>	<b>18,516</b>	<b>2,393</b>	<b>438,160</b>
48	857,475	1,590	2,425	86,585	18,075	2,406	539,293
48	880,301	1,460	2,461	86,407	18,106	2,405	602,946
48	871,620	1,450	2,257	87,415	17,934	2,410	601,117
<b>Rerata</b>	<b>869,799</b>	<b>1,500</b>	<b>2,381</b>	<b>86,803</b>	<b>18,038</b>	<b>2,407</b>	<b>581,119</b>
72	785,035	0,980	2,613	85,669	18,233	2,401	801,056
72	785,615	1,200	3,098	83,380	18,640	2,389	654,679
72	774,119	1,050	2,783	84,857	18,375	2,397	737,256
<b>Rerata</b>	<b>781,590</b>	<b>1,077</b>	<b>2,831</b>	<b>84,635</b>	<b>18,416</b>	<b>2,396</b>	<b>730,997</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH

Tabel 6.10 Hasil Pengujian Immersion menggunakan Aspal Prima55 tanpa proses penuaan

Waktu (jam)	stabilitas (Kg)	flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	DENSITY (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
0,5	1027,209	2,800	4,120	77,954	18,690	2,402	366,860
0,5	1030,944	2,790	5,578	72,005	19,926	2,365	369,514
0,5	1044,663	2,830	5,145	73,696	19,558	2,376	369,139
<b>Rerata</b>	<b>1034,272</b>	<b>2,807</b>	<b>4,948</b>	<b>74,552</b>	<b>19,391</b>	<b>2,381</b>	<b>368,504</b>
24	983,735	2,520	8,052	63,439	22,024	2,303	390,371
24	1009,393	2,480	8,007	63,581	21,986	2,305	407,013
24	975,359	2,530	6,491	68,643	20,700	2,343	385,517
<b>Rerata</b>	<b>989,496</b>	<b>2,510</b>	<b>7,517</b>	<b>65,221</b>	<b>21,570</b>	<b>2,317</b>	<b>394,301</b>
48	882,335	2,100	4,902	74,671	19,352	2,382	420,159
48	867,907	2,050	6,059	70,201	20,334	2,353	423,369
48	858,480	2,050	3,888	78,976	18,493	2,408	418,771
<b>Rerata</b>	<b>869,574</b>	<b>2,067</b>	<b>4,950</b>	<b>74,616</b>	<b>19,393</b>	<b>2,381</b>	<b>420,766</b>
72	784,414	1,500	5,719	71,471	20,045	2,362	522,943
72	836,359	1,700	4,941	74,512	19,386	2,381	491,976
72	738,704	1,630	4,134	77,896	18,701	2,402	453,193
<b>Rerata</b>	<b>786,492</b>	<b>1,610</b>	<b>4,931</b>	<b>74,626</b>	<b>19,377</b>	<b>2,382</b>	<b>489,370</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH

Tabel 6.11 Hasil Pengujian Immersion menggunakan AC 60/70 dengan proses penuaan

Waktu (jam)	stabilitas (Kg)	flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	DENSITY (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
0,5	774,571	2,300	5,802	73,343	21,766	2,305	336,770
0,5	790,902	2,520	5,851	73,169	21,806	2,303	313,850
0,5	807,665	2,410	5,750	73,532	21,722	2,306	335,131
<b>Rerata</b>	<b>791,046</b>	<b>2,410</b>	<b>5,801</b>	<b>73,348</b>	<b>21,765</b>	<b>2,305</b>	<b>328,583</b>
24	717,633	1,700	5,850	73,171	21,806	2,303	422,137
24	730,551	1,950	5,719	73,641	21,697	2,307	374,641
24	736,024	1,720	5,567	74,193	21,571	2,310	427,921
<b>Rerata</b>	<b>728,069</b>	<b>1,790</b>	<b>5,712</b>	<b>73,668</b>	<b>21,691</b>	<b>2,307</b>	<b>408,233</b>
48	639,701	1,320	4,825	76,975	20,954	2,328	484,622
48	636,265	1,450	4,855	76,860	20,979	2,328	438,803
48	635,454	1,580	4,761	77,220	20,902	2,330	402,186
<b>Rerata</b>	<b>637,140</b>	<b>1,450</b>	<b>4,814</b>	<b>77,018</b>	<b>20,945</b>	<b>2,329</b>	<b>441,871</b>
72	579,688	1,200	4,983	76,368	21,086	2,325	483,073
72	612,912	1,470	5,057	76,087	21,147	2,323	416,947
72	628,042	1,230	4,496	78,261	20,681	2,336	510,603
<b>Rerata</b>	<b>606,881</b>	<b>1,300</b>	<b>4,845</b>	<b>76,905</b>	<b>20,971</b>	<b>2,328</b>	<b>470,208</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Tabel 6.12 Hasil Pengujian Immersion menggunakan Aspal Prima55 dengan proses penuaan

Waktu (jam)	stabilitas (Kg)	flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	DENSITY (g/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
0,5	795,713	2,500	5,847	70,495	19,817	2,364	318,285
0,5	790,825	2,600	5,994	69,941	19,942	2,360	304,163
0,5	794,614	2,420	6,070	69,660	20,007	2,358	328,353
<b>Rerata</b>	<b>793,717</b>	<b>2,507</b>	<b>5,970</b>	<b>70,032</b>	<b>19,922</b>	<b>2,361</b>	<b>316,934</b>
24	699,248	1,970	6,082	69,617	20,017	2,358	354,948
24	712,289	1,940	6,145	69,382	20,071	2,356	367,159
24	724,285	1,950	6,223	69,098	20,137	2,354	371,428
<b>Rerata</b>	<b>711,940</b>	<b>1,953</b>	<b>6,150</b>	<b>69,366</b>	<b>20,075</b>	<b>2,356</b>	<b>364,512</b>
48	684,829	1,790	6,025	69,829	19,968	2,359	382,586
48	659,912	1,520	5,943	70,134	19,899	2,361	434,153
48	667,880	1,870	5,926	70,196	19,885	2,362	357,155
<b>Rerata</b>	<b>670,874</b>	<b>1,727</b>	<b>5,965</b>	<b>70,053</b>	<b>19,917</b>	<b>2,361</b>	<b>391,298</b>
72	639,660	1,300	5,553	71,620	19,567	2,371	492,046
72	628,394	1,220	5,171	73,124	19,241	2,381	515,077
72	626,433	1,150	5,322	72,525	19,370	2,377	544,724
<b>Rerata</b>	<b>631,496</b>	<b>1,223</b>	<b>5,349</b>	<b>72,423</b>	<b>19,393</b>	<b>2,376</b>	<b>517,282</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII



### 6.1.2.3.2. Hasil Pengujian Hveem Stabilometer

Hasil pengujian deformasi plastis campuran berdasarkan *Hveem Stabilometer Test* dan pengujian dilakukan pada masing-masing Kadar Aspal Optimumnya seperti pada Tabel 6.13 dan lampiran 6 berikut ini.

Tabel 6.13 Hasil Pengujian Hveem Stabilometer

Jenis Aspal	Proses	Perubahan Benda Uji (inch)	Stabilometer Value
Pertamina	Tanpa Penuaan	0,880	75,738
		0,970	68,711
		0,870	76,608
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,907</b>	<b>73,686</b>
	Penuaan	1,075	61,999
		1,015	66,042
		0,900	74,055
<b>Rata -rata</b>	<b>0,997</b>	<b>67,365</b>	
MOB	Tanpa Penuaan	0,780	85,448
		0,750	88,866
		0,830	80,300
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,787</b>	<b>84,871</b>
	Penuaan	0,840	79,344
		0,850	78,411
		0,995	66,984
<b>Rata -rata</b>	<b>0,895</b>	<b>74,913</b>	

Sumber : Hasil Penelitian di Lab. Teknik Sipil UGM

## BAB VII

### PEMBAHASAN

#### 7.1. Hasil Pengujian Marshall

##### 7.1.1. Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi yang terjadi akibat adanya beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*routing*) ataupun *bleeding*. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

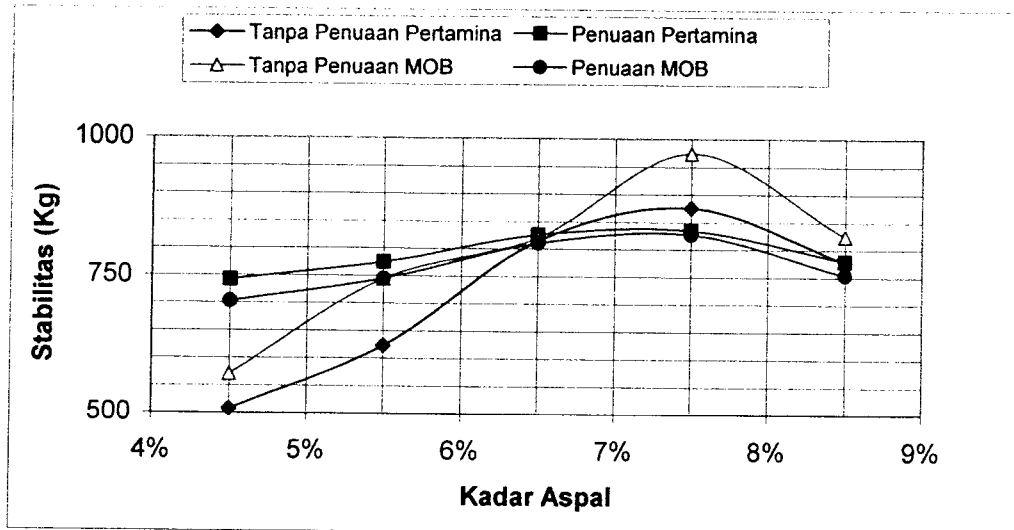
Nilai stabilitas dipengaruhi sifat saling mengunci antar agregat penyusunnya (*internal friction*) yang tergantung dari tekstur permukaan, bentuk butiran, gradasi dan kadar aspal. Fungsi dari aspal adalah untuk memberikan ikatan yang kuat antar agregat sehingga menjadi satu kesatuan yang padat dan kompak sehingga nilai stabilitas dapat dicerminkan oleh nilai kepadatan (*density*). Semakin tinggi nilai *density*, nilai stabilitas akan semakin tinggi.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi kadar aspal dan nilai stabilitas dengan rendaman *water bath* pada suhu 60°C selama kurang lebih 30 menit ditunjukkan pada tabel 7.1 dan Gambar 7.1 berikut ini.

Tabel 7.1 Nilai Stabilitas Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	508,162	623,389	814,684	875,537	778,074
	Penuaan	742,897	775,277	826,223	834,575	779,091
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	571,35	744,24	820,95	974,22	824,47
	Penuaan	703,517	744,857	810,486	827,456	753,681

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UI



Gambar 7.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa pada proses *non-ageing* nilai stabilitas Aspal Prima55 lebih tinggi dari pada AC 60/70. Hal ini disebabkan karena karakteristik campuran Aspal Prima55 memiliki rongga udara diantara partikel agregat yang lebih kecil, sehingga terjadi penguncian antar agregat dan daya ikat yang baik. Sedangkan pada proses *Ageing*, nilai stabilitas Aspal Prima lebih rendah dari pada AC 60/70, disebabkan pengaruh dari proses *Ageing* yang mengakibatkan hilangnya komponen ringan dari aspal (*Resin* dan *Oil*) lebih besar akibat adanya penambahan zat additive yang terkandung didalamnya. Sehingga viskositasnya lebih rendah (pengaruh aspal yang bersifat *thermoplastik*), menyebabkan rongga yang terisi oleh aspal lebih kecil dan penguncian antar agregat rendah.

Dengan melalui proses *Ageing* (baik pada AC 60/70 maupun Aspal Prima55) cenderung lebih rendah. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar aspal bebas, berkurangnya adhesi dan saling mengunci antar partikel agregat sehingga akan menurunkan nilai stabilitas, seiring dengan besarnya kadar aspal pada proses penuaan. Sedangkan pada campuran yang tidak mengalami proses penuaan, terjadi ikatan antar butir agregat yang cenderung tinggi seiring dengan besarnya kadar aspal namun hanya pada batas optimumnya saja, apabila kadar aspal melebihi batas optimumnya maka stabilitas dapat terjadi penurunan. Hal ini disebabkan karena aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik dan juga menghasilkan rongga antar campuran yang kecil. Adanya pembebanan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang dinamakan *bleeding*.

Dari spesifikasi Bina Marga, stabilitas yang disyaratkan untuk campuran AC adalah 550 Kg sampai dengan 1250 Kg. Nilai stabilitas maksimum untuk campuran tercapai pada kadar aspal 7,5%. Pada proses non-*Ageing* AC 60/70 sebesar 875,537 Kg, Aspal Prima55 sebesar 974,22 Kg dan pada proses *Ageing* AC 60/70 sebesar 834,575 Kg, Aspal Prima55 sebesar 827,456 Kg. Tidak ada batas maksimal untuk nilai stabilitas, karena semakin tinggi nilai stabilitas semakin baik campuran tersebut dalam menahan deformasi yang terjadi.

### 7.1.2. Flow

*Flow* atau kelelahan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dalam campuran akibat adanya beban yang bekerja. Nilai *flow* dipengaruhi oleh viskositas dan kadar aspal.

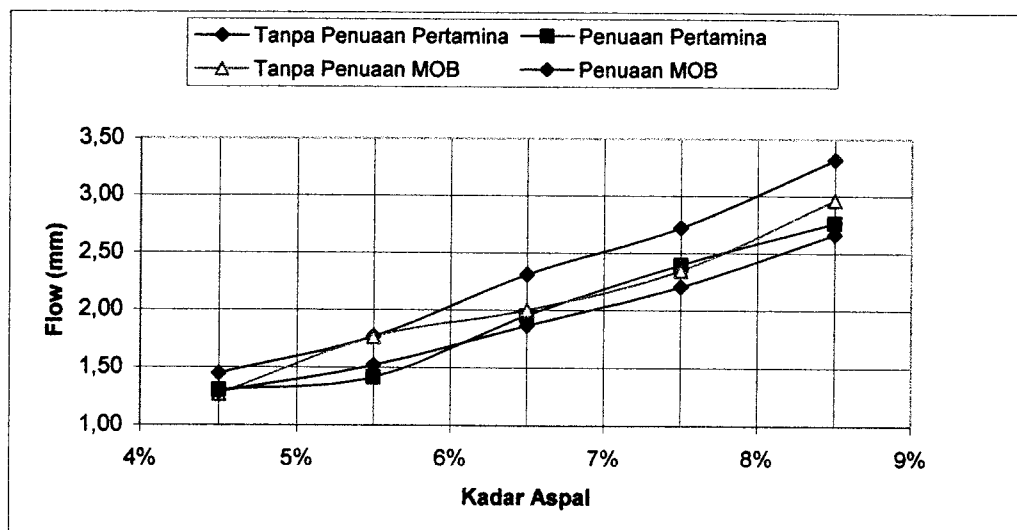
Campuran yang memiliki kelelahan (*flow*) yang rendah dan stabilitas yang tinggi, cenderung menjadi terlalu kaku dan getas (*brittle*), sedangkan campuran yang memiliki nilai kelelahan (*flow*) yang tinggi dengan nilai stabilitas yang rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi kadar aspal dengan nilai *Flow* dengan rendaman water bath pada suhu 60°C selama 30 menit ditunjukkan pada Tabel 7.2 dan Gambar 7.2 berikut ini.

Tabel 7.2 Nilai Flow Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	1,45	1,77	2,31	2,72	3,31
	Penuaan	1,31	1,42	1,96	2,40	2,76
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	1,27	1,77	2,00	2,35	2,96
	Penuaan	1,29	1,52	1,87	2,21	2,66

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.2 Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa nilai *flow* tanpa melalui proses penuaan (baik pada AC 60/70 maupun Aspal Prima55) cenderung lebih tinggi. Penurunan nilai *flow* pada perlakuan penuaan dalam hal ini yang

disebabkan karena pemanasan pada campuran, mengakibatkan penipisan dan pelepasan film aspal sehingga nilai viskositas aspal menjadi kecil.

Nilai viskositas salah satunya sangat dipengaruhi oleh adanya suhu yang tinggi, pada suhu yang tinggi akan mengakibatkan tertariknya oksigen, H<sub>2</sub> keluar bersamaan dengan komponen ringan aspal sehingga akan terjadi pembentukan *asphaltenes* yang lebih banyak. Pembentukan *asphaltenes* yang berlanjut dapat menyebabkan campuran akan kekurangan komponen untuk mengikat (efek pada viskositas dan *flow*) agregat yang ada dan efek selanjutnya adalah campuran akan bersifat getas dan apabila terkena pembebanan akan terjadi goyah (*reveling*) dan *cracking*. Peristiwa tersebut terjadi karena aspal sudah mengalami penurunan nilai kekakuan (*viskositas*).

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan dalam grafik, terdapat perbedaan nilai flow pada campuran AC 60/70 dengan Aspal Prima55(baik dengan proses *Non-Ageing* maupun *Ageing*). Hal ini disebabkan karena dari hasil pemeriksaan penetrasi menunjukkan perbedaan, yaitu AC 60/70 sebesar 70,9mm dan Aspal Prima55 sebesar 60,7mm (*Non-Ageing*) serta AC 60/70 sebesar 45,6mm dan Aspal Prima55 sebesar 33mm (*Ageing*). Dari hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan bahwa aspal Prima55 memiliki viskositas yang lebih tinggi pada suhu pencampuran yang sama.

Spesifikasi teknis dari Bina Marga untuk campuran AC tidak memberikan persyaratan khusus pada nilai *flow*, sedangkan pada spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai *flow* lebih dari 2 mm. Jika nilai *flow* kurang dari

2 mm dapat menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan mudah mengalami retak.

### 7.1.3. Void In The Mix

Nilai VITM (*Void In The Mix*) menunjukkan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran total. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VITM adalah gradasi, kadar aspal dan *density*. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan campuran dan kedekatan campuran terhadap air dan udara.

Nilai VITM yang terlalu tinggi akan mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapis keras karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara kedalam lapis perkerasan. Udara akan mengoksidasi aspal hingga selimut aspal menjadi tipis dan kohesi aspal menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kohesi aspal maka sifat adhesi antara agregat dengan aspal juga berkurang. Jika hal ini terjadi dapat menimbulkan pelepasan butiran (*revelling*).

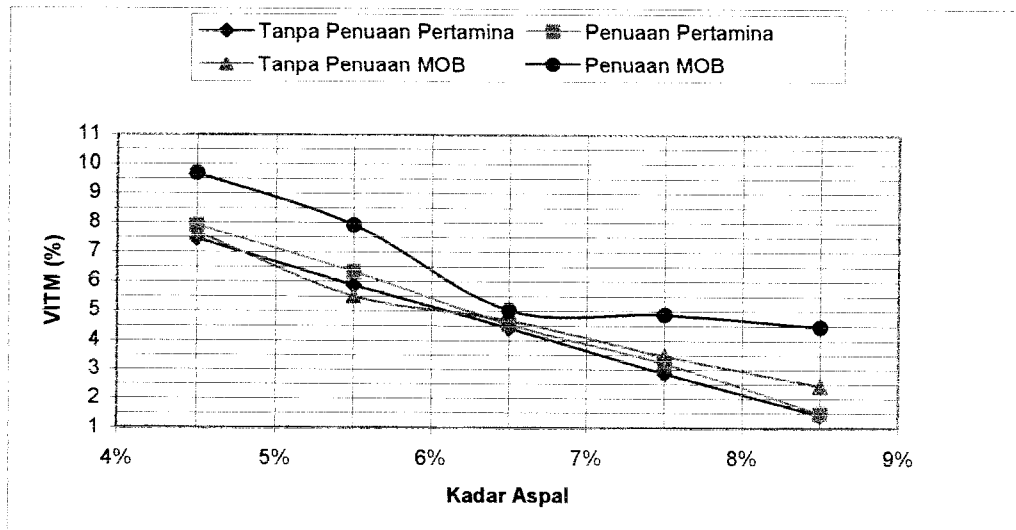
Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding*, dengan nilai VITM yang rendah stabilitas lapis keras akan cenderung menjadi lebih tinggi yang mengakibatkan lapis keras lebih tahan terhadap deformasi apabila menerima beban lalu lintas.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi kadar aspal dengan nilai VITM dengan rendaman water bath pada suhu 60°C kurang lebih selama 30 menit ditunjukkan pada Tabel 7.3 dan Gambar 7.3 berikut ini.

Tabel 7.3 Nilai VITM Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	7,46	5,88	4,42	2,88	1,44
	Penuaan	7,90	6,34	4,55	3,21	1,50
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	7,658	5,510	4,684	3,467	2,438
	Penuaan	9,685	7,916	5,035	4,874	4,463

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.3 Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan perbedaan antara campuran yang mengalami perlakuan penuaan maupun tanpa mengalami perlakuan penuaan (khususnya pada jenis aspal yang berbeda). Pada campuran dengan perlakuan penuaan mempunyai nilai VITM yang lebih besar dari campuran *unaged*. Pada jenis AC 60/70 dengan perlakuan penuaan mempunyai prosentase rongga yang lebih kecil dibandingkan menggunakan aspal Prima55, berdasarkan pengujian *Lose On Heat* (LOH) bahwa aspal prima55 mengalami kehilangan berat yang lebih besar dibandingkan dengan AC 60/70, hal ini menyebabkan prosentase rongga yang lebih besar.



campuran mudah terjadi deformasi dalam menerima beban. Apabila rongga dalam campuran (VITM) terlalu kecil, pada suhu yang tinggi aspal mengalami penurunan viskositas (kekentalan) sehingga jika mengalami pembebanan, aspal akan bergerak menuju ruang kosong, jika ruang kosong atau rongga ini terlalu kecil dan tidak tersedia rongga yang cukup bagi aspal tersebut maka aspal akan naik ke permukaan. Peristiwa inilah yang disebut *bleeding*.

#### **7.1.4. Void Filled With Asphalt (VFWA)**

Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dinyatakan dalam persen. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat, kadar aspal dan *density*. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kedekatan campuran terhadap air dan udara sehingga akan berpengaruh pada keawetan dari lapis keras.

Nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dengan kadar pori rendah dapat menyebabkan lapis keras mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan. Hal ini terjadi pada suhu perkerasan yang tinggi, dimana aspal akan mencair sesuai dengan sifat termoplastik aspal sehingga jika lapis keras menerima beban, aspal akan mencari ruang kosong. Dengan terlalu banyak rongga yang telah terisi aspal, maka tidak tersedia ruang yang cukup sehingga akan menyebabkan aspal naik ke permukaan. Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kedekatan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang

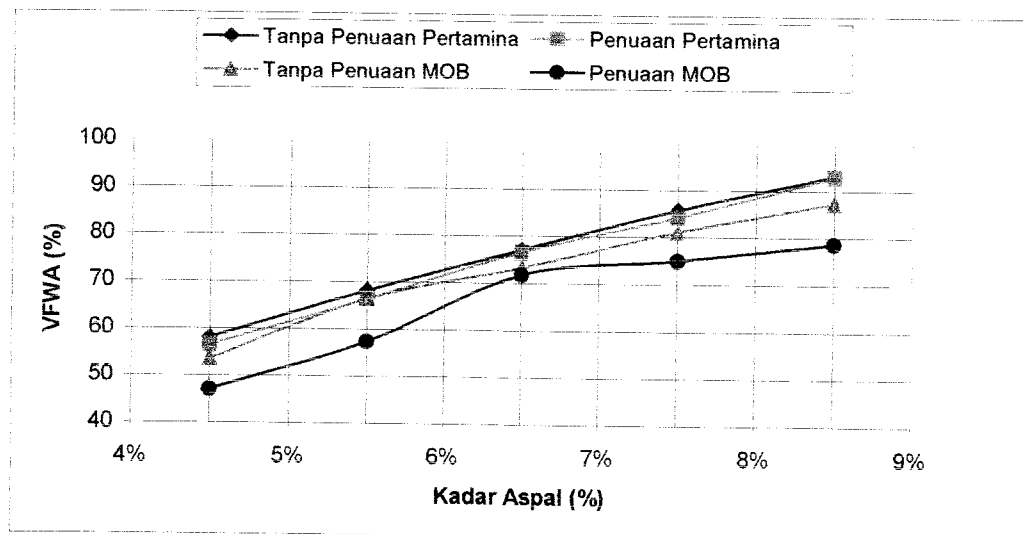
telah terisi aspal, maka tidak tersedia ruang yang cukup sehingga akan menyebabkan aspal naik ke permukaan. Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi oleh aspal. Dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk ke dalam lapis keras sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dengan rendaman water bath pada suhu 60°C kurang lebih selama 30 menit ditunjukkan pada Tabel 7.4 dan Gambar 7.4 berikut ini.

Tabel 7.4 Nilai VFWA Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	57,987	68,185	77,131	85,681	93,146
	Penuaan	56,457	66,417	76,602	84,227	92,857
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	53,550	66,441	73,295	81,083	87,343
	Penuaan	47,122	57,320	71,778	75,016	78,680

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.4 Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa nilai VFWA pada campuran yang mengalami proses penuaan cenderung lebih rendah dari pada

campuran tanpa proses penuaan. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan bahwa campuran yang mengalami perlakuan penuaan akan mengakibatkan terjadinya rongga-rongga baru karena aspal telah kehilangan komponen ringannya (*resins dan oils*). Pada campuran AC 60/70 menunjukkan nilai VFWA yang lebih tinggi dari Aspal Prima55. Hal ini disebabkan karena nilai penetrasi AC 60/70 lebih tinggi dari Aspal Prima55 sehingga nilai viskositasnya lebih rendah.

Spesifikasi teknis dari Bina Marga mensyaratkan VFWA untuk campuran HRS dengan nilai lebih besar sama dengan 65%.

#### 7.1.5. Void in Mixed Agregate (VMA)

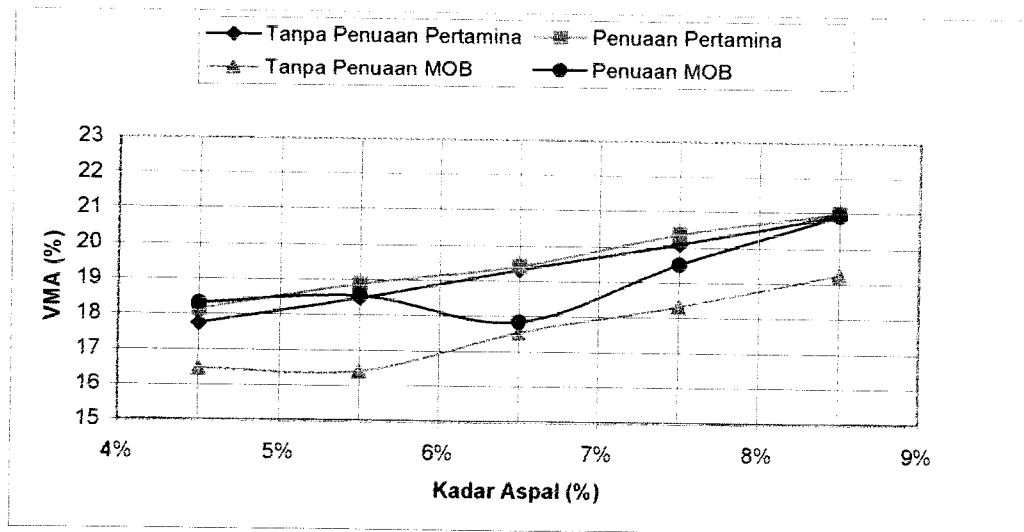
Nilai VMA menunjukkan besarnya rongga dalam agregat. Nilai VMA dinyatakan dalam prosentase. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VMA adalah gradasi agregat dan *density*. Nilai VMA yang besar berarti semakin banyak rongga dalam agregat dan akan menyebabkan film aspal tebal sehingga mempunyai durabilitas yang tinggi.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan kadar aspal dengan nilai VMA dengan rendaman water bath pada suhu 60°C selama kurang lebih 30 menit ditunjukkan pada Tabel 7.5 dan Gambar 7.5 berikut ini.

Tabel 7.5 Nilai VMA Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	17,750	18,480	19,314	20,085	20,941
	Penuaan	18,146	18,880	19,424	20,362	20,994
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	16,482	16,418	17,538	18,317	19,256
	Penuaan	18,316	18,546	17,842	19,507	20,932

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.5 Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa nilai VMA Aspal Prima55 lebih rendah dari pada AC 60/70. Hal ini disebabkan karena karakteristik campuran Aspal Prima55 memiliki rongga udara diantara partikel agregat yang lebih kecil, sehingga terjadi penguncian antar agregat dan daya ikat yang baik. Sedangkan pada proses *Ageing*, nilai VMA lebih tinggi (pada AC 60/70 maupun Aspal Prima55) dari proses *Non-Ageing*, karena pengaruh dari proses *Ageing* yang mengakibatkan hilangnya komponen ringan dari aspal (*Resin* dan *Oil*) lebih besar. Sehingga viskositasnya lebih rendah, menyebabkan rongga yang terisi oleh aspal lebih kecil.

Spesifikasi teknis dari Bina Marga tidak mensyaratkan secara khusus nilai VMA untuk campuran AC, sedangkan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai VMA lebih dari 16%.

### 7.1.6. Density

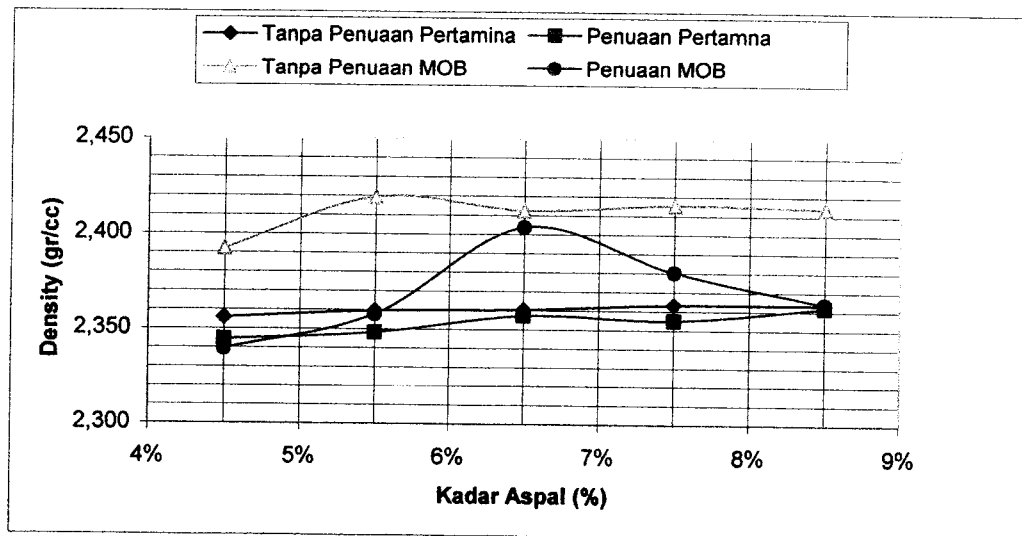
*Density* merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Berat jenis (*density*) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi, pelaksanaan pemadatan baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukannya, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dan kadar aspal. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan (*density*) tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kepadatan rendah. Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai batuan yang memiliki porositas rendah serta campuran dengan rongga antar butir agregat (*Void In Minerale Aggregate, VMA*) yang rendah. Nilai *density* juga meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada suhu pemadatan yang tepat. Meningkatnya prosentase pemakaian kadar aspal juga akan meningkatkan kerapatan campuran, hal ini disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang lebih banyak sehingga rongga semakin kecil dan campuran menjadi lebih padat.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan kadar aspal dengan nilai *density* dengan rendaman water bath pada suhu 60°C selama kurang lebih 30 menit ditunjukkan pada Tabel 7.6 dan Gambar 7.6 berikut ini.

Tabel 7.6 Nilai Density Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	2,356	2,360	2,361	2,363	2,364
	Penuaan	2,345	2,348	2,357	2,355	2,362
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	2,392	2,419	2,413	2,416	2,414
	Penuaan	2,340	2,358	2,404	2,380	2,364

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.6 Grafik Hubungan Density dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan nilai kerapatan pada campuran *Non-Ageing* jauh lebih besar daripada campuran yang mengalami proses *Ageing*. Hal ini disebabkan pada campuran yang mengalami proses *Ageing* telah kehilangan komponen ringan dari aspal pada proses sebelum pemadatan, sehingga kemampuan aspal untuk mengisi rongga sudah berkurang (efek dari viskositas) yang dampaknya campuran menjadi lebih getas. Disini pada Aspal Prima55 mempunyai tingkat kerapatan yang jauh lebih tinggi, bila dikaitkan dengan pembahasan diatas menunjukkan bahwa hasil kerapatan(*density*) Aspal Prima55 (mengenai Penetrasi dan Viskositas) berarti sesuai.

Spesifikasi teknis Bina Marga tidak memberikan persyaratan khusus mengenai nilai *density* untuk campuran AC. Demikian pula halnya Puslitbang Jalan (1998).

### 7.1.7. Marshall Quotient (QM)

Nilai *Marshall Quotient* (QM) adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Besarnya nilai QM tergantung dari besarnya nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

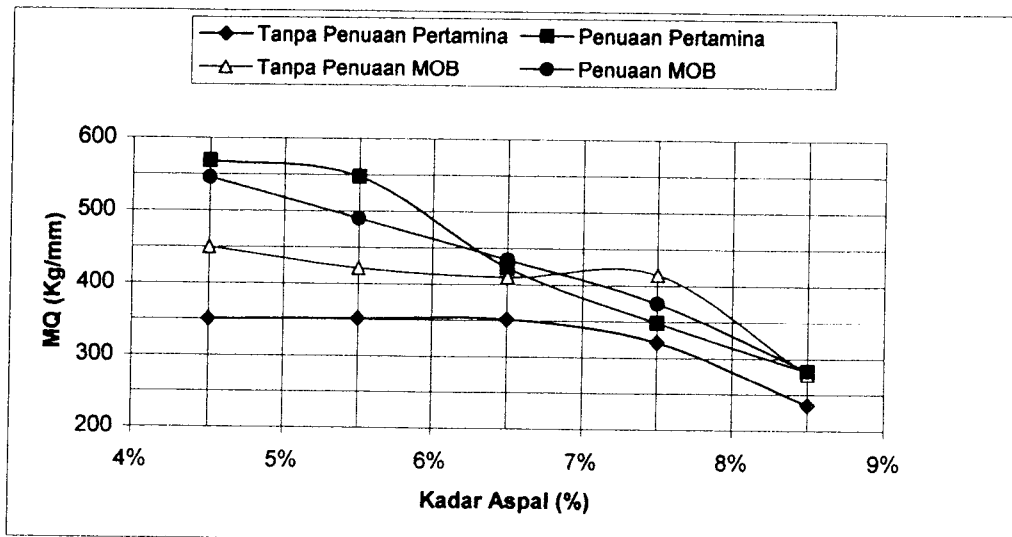
Stabilitas yang tinggi dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan nilai QM yang tinggi sehingga campuran akan menjadi kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran dengan nilai QM yang rendah sehingga campuran menjadi plastisitas dan akibatnya lapis keras akan mengalami deformasi yang besar apabila menerima beban lalu lintas.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dengan rendaman water bath pada suhu 60°C selama kurang lebih 30 menit, ditunjukkan pada Tabel 7.7 dan Gambar 7.7 berikut ini.

Tabel 7.7 Nilai Density Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis	Proses	Kadar Aspal				
		4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%
Pertamina	Tanpa Penuaan	350,810	352,004	352,111	321,888	235,235
	Penuaan	568,830	547,611	423,225	348,867	282,324
Mitra Olah Bumi	Tanpa Penuaan	449,821	421,309	409,853	414,697	278,398
	Penuaan	546,096	490,091	434,178	375,286	283,167

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 7.7 Grafik Hubungan Marshall Quotient dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai *Marshall Quotient* makin kecil. Menurunnya nilai *Marshall Quotient* ini disebabkan oleh seiring naiknya nilai stabilitas dan kenaikan nilai flow yang tinggi. Pada campuran dengan perlakuan penuaan cenderung lebih besar dari campuran tanpa perlakuan penuaan. Hal ini disebabkan nilai stabilitas yang tinggi namun memiliki nilai flow yang rendah, efek dari pemanasan yang berpengaruh pada pelepasan komponen ringan aspal sehingga campuran menjadi lebih getas.

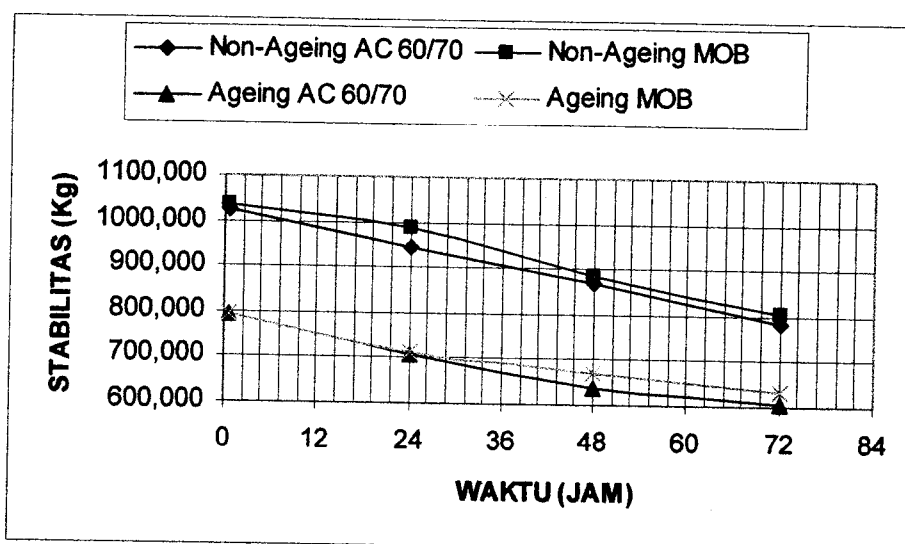
Spesifikasi teknis Bina Marga memberikan persyaratan khusus untuk campuran AC yaitu lebih dari 200 Kg/mm, nilai *Marshall Quotient* dibawah 200 Kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *washboarding*, *rutting*, dan *bleeding*.



## 7.2. Uji Rendaman

### 7.2.1. Stabilitas

Stabilitas rendaman dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan perkerasan untuk menahan beban pada kondisi terendam air (banjir). Dalam penelitian ini kami memberikan variasi rendaman yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan dan tanpa proses penuaan. Nilai stabilitas rendaman 0,5 jam sebagai standar *marshall*, 24 jam, 48 jam, 72 jam sebagai variasi rendaman dapat dilihat pada gambar 7.8 berikut ini.



Gambar 7.8 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B

Dari hasil uji rendaman terlihat bahwa pada proses *Ageing* mempunyai nilai stabilitas yang lebih rendah. Hal ini karena adanya rongga dalam campuran yang lebih banyak dari pada campuran *Non-Ageing*, akibatnya kerapatan (*density*) pada campuran semakin rendah. Nilai stabilitas dapat dicerminkan oleh nilai kepadatan (*density*), semakin tinggi nilai *density* maka nilai stabilitas akan semakin tinggi.

### 7.2.2. Retained Marshall Stability

*Retained Marshall Stability* (indeks kekuatan sisa *Marshall*) dihasilkan karena adanya proses perendaman. Indeks ini menunjukkan kekuatan yang masih dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Pada penelitian ini, perendaman diberikan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam pada suhu 60°C. *Retained Marshall Stability* digunakan untuk menentukan turunnya nilai kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) campuran beraspal akibat air.

Kriteria minimum untuk nilai *Retained Marshall Stability* adalah 75% (Bina Marga 1987). Apabila suatu campuran yang memiliki nilai *Retained Marshall Stability*  $\geq 75\%$  berarti campuran perkerasan tersebut mempunyai daya tahan yang baik terhadap air, sehingga campuran perkerasan tersebut tahan terhadap kerusakan oleh kehadiran air. Hasil uji rendaman dinyatakan dalam Indeks Stabilitas seperti pada Tabel 7.8, Gambar 7.9 dan Gambar 7.10, 7.11, 7.12, 7.13, 7.14 berikut ini.

Tabel 7.8 Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*  
Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS B pada KAO tanpa penuaan (Non-Ageing)

jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	<i>Retained Marshal Stability</i> ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (24 jam)			
Pertamina	1025,995	941,9297	6,75	91,80646105	8,193538955
MOB	1034,272	989,496	7,25	95,67077133	4,329228675

jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	<i>Retained Marshal Stability</i> ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (48 jam)			
Pertamina	1025,995	869,7991	6,75	84,77615388	15,22384612
MOB	1034,272	882,8812	7,25	85,36257403	14,63742597

jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	<i>Retained Marshal Stability</i> ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (72 jam)			
Pertamina	1025,995	781,5898	6,75	76,17871432	23,82128568
MOB	1034,272	805,0297	7,25	77,83539493	22,16460507

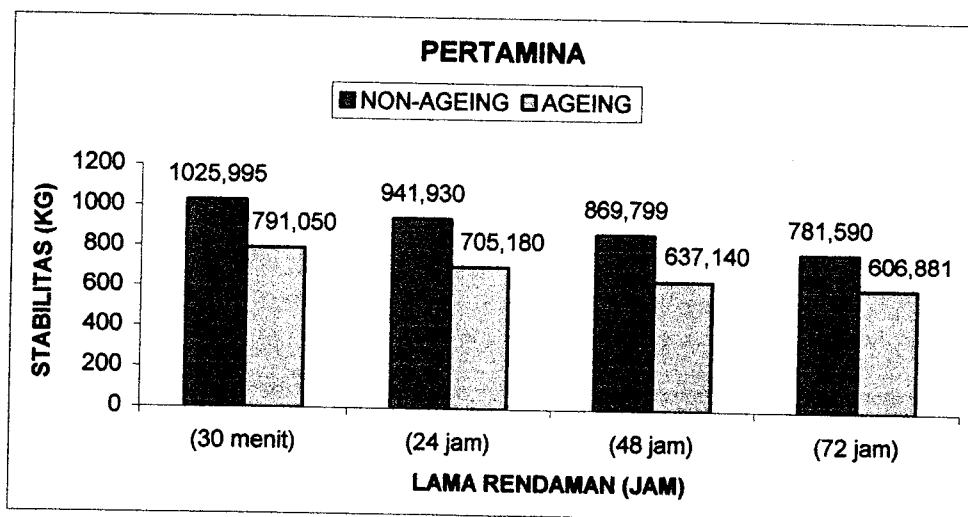
**Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS B pada KAO penuaan (Ageing)**

jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	Retained Marshal Stability ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (24 jam)			
Pertamina	791,0458	705,1796	7,1	89,14523575	10,85476425
MOB	793,7171	711,9405	7,7	89,69700917	10,30299083

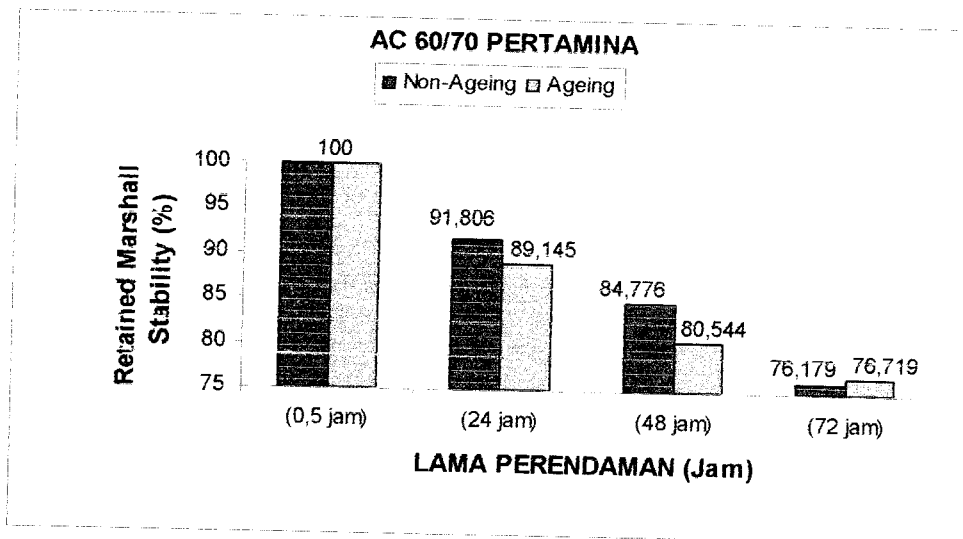
jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	Retained Marshal Stability ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (48 jam)			
Pertamina	791,0458	637,1401	7,1	80,5440216	19,4559784
MOB	793,7171	670,8736	7,7	84,52301204	15,47698796

jenis aspal	stabilitas (Kg)		KAO (%)	Retained Marshal Stability ( $\geq 75\%$ )	Prosentase penurunan stabilitas (%)
	standar (30 menit)	rendaman (72 jam)			
Pertamina	791,0458	606,8807	7,1	76,71878164	23,28121836
MOB	793,7171	631,4956	7,7	79,56179853	20,43820147

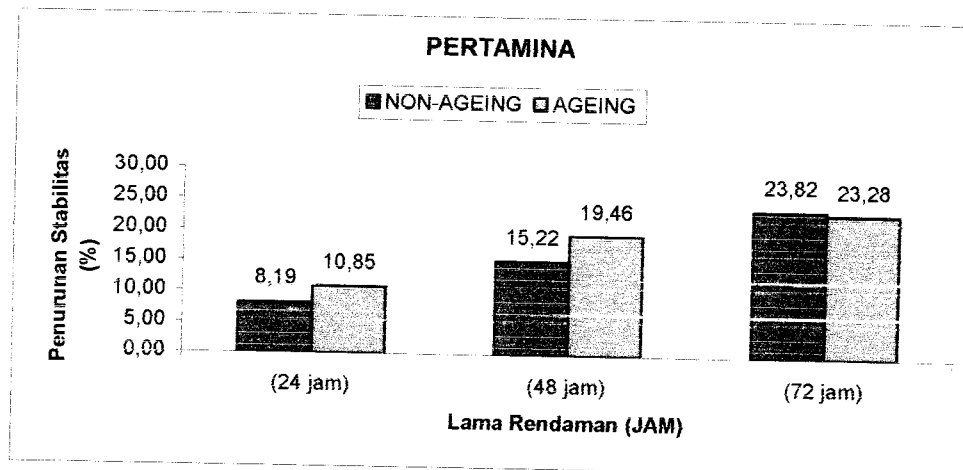
Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



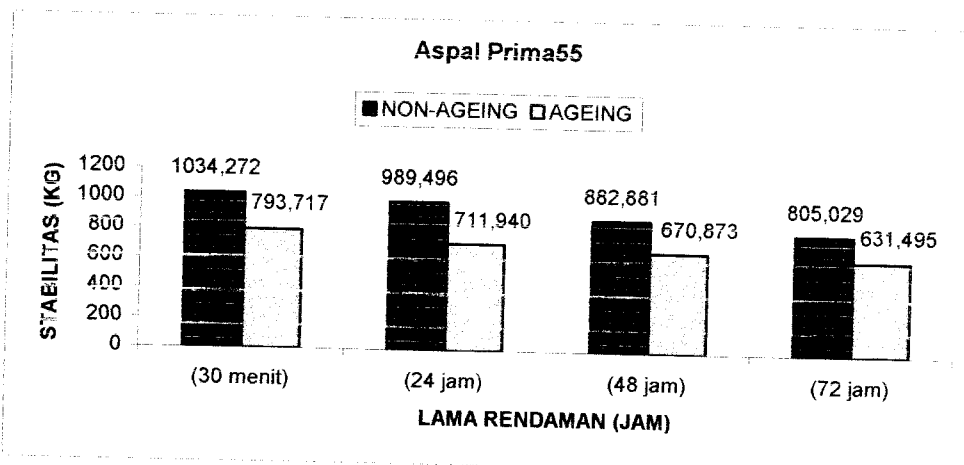
Gambar 7.9 Grafik Hubungan nilai Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B AC 60/70 Non-Ageing dan Ageing pada Kadar Aspal Optimum



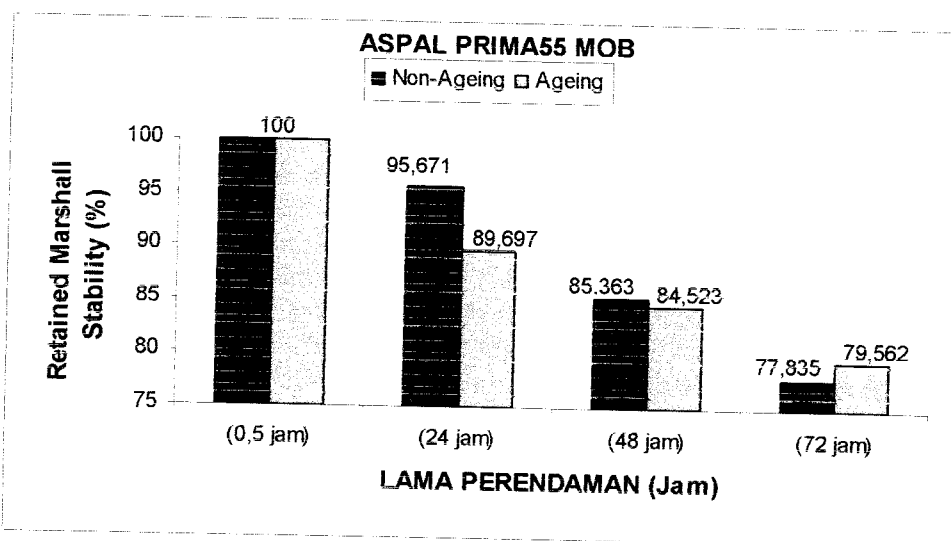
Gambar 7.10 Grafik Hubungan nilai Retained Marshall Stability dengan Lama Perendaman Campuran HRS B AC 60/70 *Non-Ageing* dan *Ageing* pada Kadar Aspal Optimum



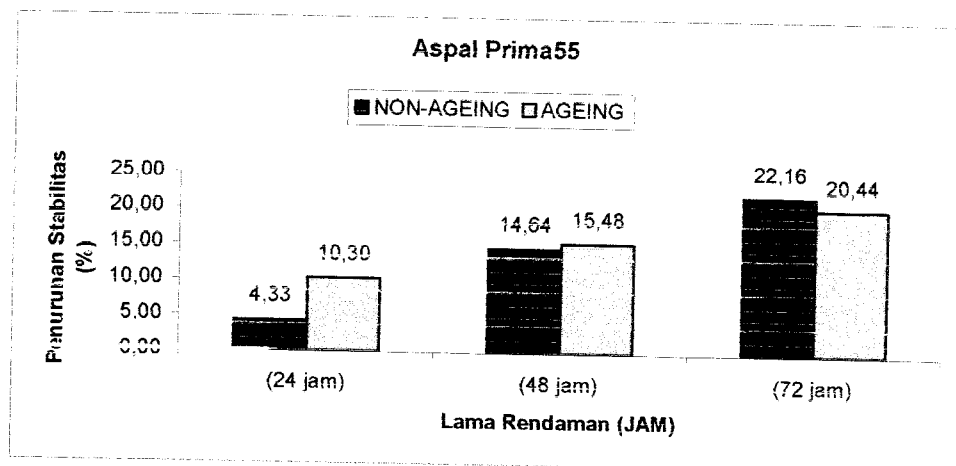
Gambar 7.11 Grafik Hubungan Indeks Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B AC 60/70 *Non-Ageing* dan *Ageing* pada Kadar Aspal Optimum



Gambar 7.12 Grafik Hubungan nilai Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B Aspal Prima55 *Non-Ageing* dan *Ageing* pada Kadar Aspal Optimum



Gambar 7.13 Grafik Hubungan nilai Retained Marshall Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B Aspal Prima55 *Non-Ageing* dan *Ageing* pada Kadar Aspal Optimum



Gambar 7.14 Grafik Hubungan Indeks Stabilitas dengan Lama Perendaman Campuran HRS B Aspal Prima55 *Non-Ageing* dan *Ageing* pada Kadar Aspal Optimum

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa semakin lama campuran mengalami rendaman terhadap air akan mengakibatkan penurunan nilai stabilitas, bertolak belakang dengan teori yang sudah dikemukakan di atas bahwa nilai stabilitas akan cenderung naik bersamaan dengan naiknya nilai *density*. Hal ini disebabkan karena rongga yang terdapat di dalam campuran sebagian sudah terisi oleh lelehan aspal bebas yang diakibatkan oleh panas dari proses oksidasi. Dapat terlihat jelas dari nilai yang ditunjukkan oleh menurunnya nilai VITM dan naiknya nilai VFVA. Kepadatan campuran akan bertambah seiring naiknya VFVA oleh karena terisinya rongga yang dikandung campuran tersebut, tetapi disisi lain pada waktu yang bersamaan terbentuknya rongga baru oleh akibat proses oksidasi dan panas juga terjadinya penipisan dan pelepasan film aspal yang menyelimuti butiran agregat sehingga proses deformasi campuran terjadi. Berkurangnya kadar aspal bebas akan mengurangi adhesi dan saling mengunci antar partikel agregat sehingga akan menurunkan nilai stabilitas. Disisi lain dengan perilaku rendaman campuran akan bersifat jenuh air seiring dengan lamanya variasi rendaman, sehingga deformasi awal sudah dialami oleh campuran tersebut.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas dengan menggunakan Aspal Prima55 (dengan proses *Ageing* maupun *Non-Ageing*) yang ditunjukkan dengan grafik di atas cenderung lebih tinggi dari AC 60/70. Hal ini disebabkan Aspal Prima55 memiliki nilai penetrasi yang lebih rendah (aspal menjadi lebih keras). Subarkah (2001) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semakin keras bitumen kendatipun mengakibatkan *voids* dalam campuran yang lebih besar, namun masih

menghasilkan stabilitas yang lebih besar. Sehingga dengan nilai penetrasi yang rendah menjadikan viskositas campuran menjadi tinggi, lebih dominan dalam menentukan nilai stabilitas.

Dari hasil di atas diketahui bahwa campuran memiliki nilai *Retained Marshall Stability*  $\geq 75\%$ , berdasar teori yang telah disebutkan sebelumnya berarti semua campuran memiliki ketahanan terhadap air, suhu dan udara.

### **7.3. Uji Deformasi Plastis Campuran HRS-B**

Deformasi plastis merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan perkerasan. Deformasi plastis terjadi akibat beban melampaui daya dukung lapisan perkerasan sehingga terjadi perubahan bentuk. Deformasi plastis dapat dipengaruhi oleh stabilitas perkerasan, sifat bahan ikat dan kohesi campuran. Selanjutnya laju terjadinya deformasi plastis ditentukan oleh faktor-faktor luar seperti volume lalu lintas, beban gandar kendaraan, tekanan ban, geometrik jalan, dan suhu perkerasan.

Studi yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan menunjukkan adanya kaitan yang erat antara terjadinya deformasi plastis dengan tingginya kadar aspal, dan penurunan rongga udara dalam campuran (VITM) selama masa pelayanannya. Kesimpulan serupa antara lain diperoleh pula dari penelitian TRL di Malaysia dan beberapa Negara Afrika, dan studi oleh NCAT (*National Center of Asphalt Paving Technology*) di Amerika Serikat (*Smith dan Jones, 1996; Brown dan Cross, 1992*). Pentingnya peranan rongga udara dalam campuran antara lain tercermin pada prosedur perencanaan campuran versi *Superpave* (*Cominsky et al,*

1994) dan prosedur *Marshall* dari *The Asphalt Institute* (1994). Kedua Prosedur tersebut menekankan pentingnya mempertahankan nilai rongga udara minimum tertentu setelah pemadatan sekunder oleh lalu lintas.

Merujuk pada studi yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan menunjukkan pentingnya menjaga agar VITM pada batas antara tiga hingga lima persen (*Dardak et al*, 1992). Campuran dengan VITM di bawah ambang tiga persen mempunyai peluang untuk mengalami deformasi plastis lima kali lebih besar dari pada campuran yang mempunyai VITM lebih besar. Studi tersebut sekaligus menunjukkan bahwa campuran yang pada masa pelayanannya mempunyai VITM yang lebih besar dari sembilan persen mempunyai peluang lima kali lebih besar untuk mengalami retak dari pada campuran dengan VITM antara tiga hingga lima persen.

Hasil pengujian deformasi plastis campuran berdasarkan *Hveem Stabilometer* seperti pada Tabel 7.9 dan Gambar 7.15 berikut ini dan diuji pada masing-masing Kadar Aspal Optimumnya.

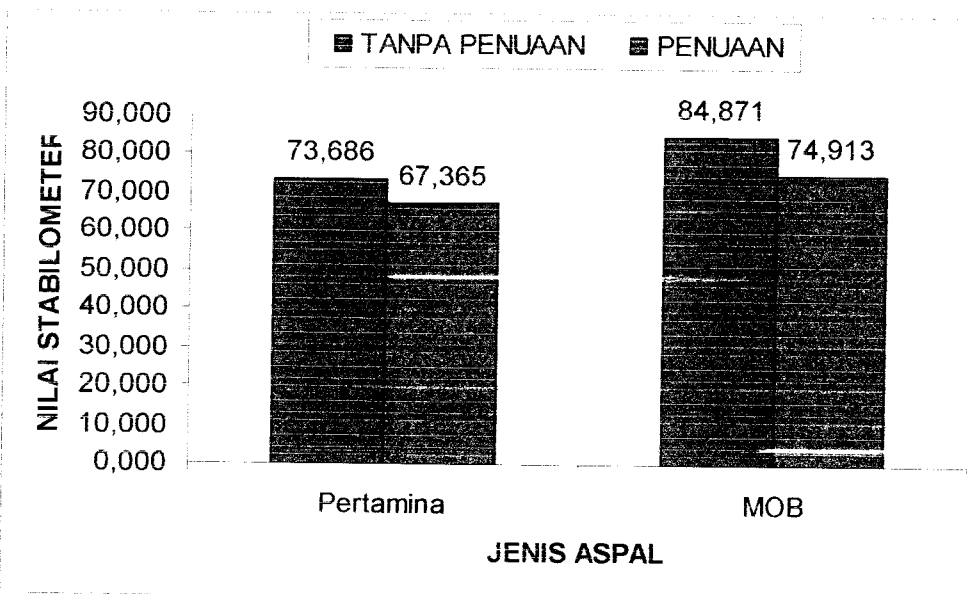
Tabel 7.9 Nilai Stabilometer Campuran HRS B Hasil Pengujian *Marshall*

Jenis Aspal	Proses	Perubahan Benda Uji (inch)	Stabilometer Value	VITM (%)
Pertamina	Tanpa Penuaan	0,880	75,738	3,672
		0,970	68,711	3,171
		0,870	76,608	3,554
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,907</b>	<b>73,686</b>	<b>3,466</b>
	Penuaan	1,075	61,999	4,769
		1,015	66,042	4,687
		0,900	74,055	4,131
<b>Rata -rata</b>	<b>0,997</b>	<b>67,365</b>	<b>4,529</b>	
MOB	Tanpa Penuaan	0,780	85,448	4,122
		0,750	88,866	3,805
		0,830	80,300	4,120
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,787</b>	<b>84,871</b>	<b>4,016</b>



	Penuaan	0,840	79,344	4,501
		0,850	78,411	4,306
		0,995	66,984	4,642
	<b>Rata -rata</b>	<b>0,895</b>	<b>74,913</b>	<b>4,404</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Lab. Teknik SipiL UGM



Gambar 7.15 Grafik Hubungan Nilai Stabilomer dengan Jenis Aspal Campuran HRS B pada Kadar Aspal Optimum

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa nilai stabilometer lebih tinggi pada campuran *Non-Ageing* dibandingkan dengan campuran yang telah mengalami proses *Ageing*. Hal ini disebabkan karena pengaruh dari hilangnya komponen ringan dari aspal sehingga pada campuran pada proses penuaan terdapat rongga yang cukup tinggi, sehingga berpengaruh pada kemampuan campuran untuk menahan beban triaksial yang bekerja. Campuran dengan menggunakan aspal prima55 memiliki nilai stabilometer yang lebih tinggi daripada campuran menggunakan AC 60/70, berarti campuran menggunakan aspal prima55 mempunyai ketahanan yang lebih besar terhadap deformasi plastis yang terjadi.

Kriteria minimum untuk nilai Stabilometer adalah  $\geq 37$  (AASHTO T-190). Adapun besarnya nilai *Stabilometer* pada masing-masing campuran, yaitu AC 60/70 *Non-Ageing* sebesar 73,686 dan perlakuan *Ageing* sebesar 67,365 terjadi penurunan persentase sebesar 8,578 % sedangkan pada Aspal Prima55 *Non-Ageing* sebesar 84,871 dan dengan perlakuan *Ageing* sebesar 74,913 dengan penurunan persentase sebesar 11,73%. Dari hasil diatas campuran yang memiliki nilai *Stabilometer*  $\geq 37$  berarti campuran perkerasan tersebut mempunyai daya tahan yang baik terhadap deformasi plastis yang dialami terhadap kerusakan akibat beban yang bekerja.

Berdasarkan hasil pengujian VITM, didapat selisih nilai pada campuran *Non-Ageing* dengan campuran yang mengalami proses *Ageing* (AC 60/70 dan Aspal Prima55). Hal ini pengaruhi besarnya rongga dalam campuran akibat dari perlakuan *Ageing*. Adapun besarnya nilai VITM pada masing-masing campuran, yaitu AC 60/70 *Non-Ageing* sebesar 3,466 % dan perlakuan *Ageing* sebesar 4,529% terjadi peningkatan persentase rongga sebesar 30,669 % sedangkan pada Aspal Prima55 *Non-Ageing* sebesar 4,016% dan dengan perlakuan *Ageing* sebesar 4,404% dengan peningkatan persentase rongga sebesar 9,66%, dari hasil ini diketahui bahwa campuran dengan proses *Ageing*(yang disimulasikan dengan campuran pada masa pelayanan) mempunyai peluang untuk mengalami deformasi dan retak-retak lebih awal daripada campuran tanpa proses *Non-Ageing*. Namun kedua campuran tersebut mempunyai nilai VITM kisaran tiga sampai lima persen, dimana campuran memenuhi syarat untuk lebih kecil mengalami deformasi plastis.

## BAB VIII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 8.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada Bab VII maka dapat diambil kesimpulan mengenai karakteristik campuran HRS-B dengan menggunakan agregat dari Clereng dengan proses tanpa penuaan (Non-Ageing) dan proses penuaan (Ageing) sebagai berikut.

1. Campuran dengan proses tanpa penuaan mempunyai ketahanan terhadap beban horisontal yang lebih besar pada kadar aspal yang lebih besar.
2. Dengan perlakuan proses penuaan campuran mengalami kehilangan komponen ringan sehingga aspal kehilangan viskositasnya akibatnya mempengaruhi sifat campuran, kepadatan menjadi lebih kecil dan nilai fleksibilitasnya juga rendah.
3. Dilihat dari nilai stabilitas dan nilai deformasi plastis yang didapat dari pengujian *Hveem Stabilometer*. Campuran menggunakan aspal dengan penambahan zat *additive* (aspal prima55) mempunyai nilai ketahanan yang lebih tinggi daripada aspal murni dalam hal ini AC pen 60/70.
4. Campuran beton aspal dengan perlakuan penuaan mengalami penurunan stabilitas sebesar  $\pm 30\%$  dan penurunan nilai fleksibilitas sebesar  $\pm 12,2\%$  terhadap campuran tanpa perlakuan penuaan.

5. Campuran dengan proses *ageing* mempunyai nilai VITM lebih besar dari campuran *unaged*.
6. Campuran AC 60/70 dengan tanpa perlakuan penuaan setelah melalui proses perendaman selama 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan nilai indeks sisa Marshall 91,81%, 84,77%, 76,178% dan Aspal Prima55 dengan tanpa perlakuan penuaan setelah melalui proses perendaman selama 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan nilai indeks sisa Marshall 95,67%, 85,36%, 77,83%.
7. Campuran AC 60/70 dengan perlakuan penuaan setelah melalui proses perendaman selama 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan nilai indeks sisa Marshall 89,145%, 80,544%, 76,718% dan Aspal Prima55 dengan perlakuan penuaan setelah melalui proses perendaman selama 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan nilai indeks sisa Marshall 89,697%, 84,523%, 79,561%. Kriteria minimum untuk nilai ***Retained Marshall Stability*** adalah 75% (Bina Marga 1987), semua campuran diatas memenuhi persyaratan.
8. Secara umum bahwa semua campuran AC yang mengalami rendaman dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan perubahan karakteristik ***Marshall*** nya, dimana perubahan karakteristik tersebut sangat berlawanan dengan karakteristik campuran ***Marshall*** yang tidak mengalami rendaman terhadap air.

## 8.2 SARAN

Setelah melakukan penelitian ini serta berdasarkan hasil yang diperoleh maka muncul beberapa saran yang perlu diperhatikan untuk masa yang akan datang, khususnya bagi mahasiswa peneliti, perencana, maupun pelaksana pada pekerjaan *Concrete Asphalt* diantaranya:

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang penanganan perkerasan yang sudah mengalami kerusakan akibat perubahan suhu dan akibat pengaruh rendaman air hujan, dengan menambahkan jumlah benda uji agar didapat hasil yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengaruh perendaman air pada campuran beton aspal terhadap nilai *Skid Resistance*, nilai Kohesi, nilai modulus elastik.
3. Penelitian lanjutan ditujukan untuk lebih menyempurnakan keawetan campuran sehingga dapat meningkatkan usia pelaksanaan perkerasan beraspal. Untuk itu kegiatan penelitian di bidang analisa perkerasan jalan perlu diintegrasikan dengan penelitian campuran beraspal dan bahan jalan secara keseluruhan.
4. Perlu dilakukan penelitian yang serupa namun dengan menggunakan variasi gradasi agregat yang berbeda. Dan prosedur pemadatan yang lebih mendekati keadaan dilapangan.

5. Mengingat pada penelitian ini tidak ditinjau pengaruh kimiawi zat additive pada aspal Prima55, maka perlu di lakukan penelitian lanjutan dengan meninjau sifat kimiawinya agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai-nilai *Marshall* campuran beton aspal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, Panduan Praktikum Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta
- Asphalt Institute (1993), **MIX DESIGN METHODS FOR ASPHALT CONCRETE AND OTHER HOT MIX TYPES**, 6 th edition, *Manual Series No. 2 (MS-2)*, Kentucky, USA.
- Bina Marga, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) Untuk jalan raya**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Bina Marga, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) Untuk jalan raya**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Britis Standart Institution*, BS 594, (1985), **SPEIFICATION FOR CONSTITUENT MATERIAL AND ASPHALT MIXTURE**, Hot Rolled Asphalt for Road and Other Paved Areas, London.
- Brown, S. F, 1997, *Achievements and Challenges in Asphalt Pavement Engineering, Keynote Address*. Makalah disajikan dalam 8<sup>th</sup> ISAP (International Conference on Asphalt Mixtures), London
- Brown S. F. & Scholz, T. V. 2000, *Development of Laboratory Protocols for The Ageing of Asphalt Mixtures*. Makalah disajikan dalam Second Conference of Euroasphalt and Eurobitume Barcelona, 2000.
- Brown, E, R, S. A. Cross. *A National Study Rutting in Aspalt Pavement*. Journal of the Aspalt Paving Technologissts, Vol. 61.
- Cominsky R. J., 1994. *The Superpave Mix Design Manual for New Construction and Overlay, Strategy Highway Research Program*, Washington DC.
- Dardak H., T. Tool, S. Mahmud, A. T. Dahlan, 1992. *The Performance of Asphaltic Premix Surfacing in Indonesia*. Procceding, 7<sup>th</sup> REAAA Conference Singapore.
- Hanan Widiatmoko dan Untung Suhendro, 1997 : **PENGARUH VARIASI LAMA PEMERAMAN TERHADAP PERILAKU CAMPURAN EMULSI BERGRADASI RAPAT (CEBR)**, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Iman Haryanto, 2004 : **PENGARUH PENUAAN TERHADAP KUAT GESER LANGSUNG CAMPURAN BERASPAL (PENELITIAN LABORATORIUM)**, Jurnal Transportasi, UGM, Yogyakarta.

**PENYEMPURNAAN SPESIFIKASI CAMPURAN ASPAL PANAS**, Paper presented at the 5th Konferensi Regional Teknik Jalan (KRTJ-5), Yogyakarta, Indonesia.

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

Subarkah, 2005, **Karakteristik Campuran HRS B Dengan Menggunakan Filler Dari Limbah Padat Industri Tekstil (Sludge)**, Seminar Dwimingguan Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, Jogjakarta

The Asphalt Institute, 1983, **ASPHALT TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION PRACTICES**, *Education Series No.1 (ES-1)*

Roberto dan Wiwin Anindiya (2002) : **"Pengaruh Penurunan Temperatur Pemadatan Optimum Pada Campuran HRS-B Dengan dan Tanpa Serat Selulosa"**, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Achmad Rizaldi Hassannoesi dan Slamet Widodo (2005) : **"Pengaruh Perubahan Temperatur dan Lama Perendaman Air Hujan Pada Karakteristik Campuran Perkerasan HRS-B dengan Bahan Tambah Retona"**, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.

Dedi Eka Putra dan Rifki Wirya (2003) : **"Pengaruh Rendaman Pasca Hujan Pada Lapis Perkerasan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal"**, Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.



# **LAMPIRAN 1**

## **HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT**



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Contoh : Fine Aggregate (Batu Pecah)  
 Diuji tanggal : 12 September 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Adi & Agung  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukanto

KETERANGAN	BENDA UJI	
	1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) (BJ)	1567 gram	1569 gram
Berat Vicnometer + Air (BA)	1000 gram	1000 gram
Berat Sampel Kering Oven (BK)	1529,05 gram	1530,25 gram
Berat Jenis = $\frac{BK}{(Bj - BT)}$	2,6967	2,689
BJ Kering Permukaan Jenuh = $\frac{Bj}{(Bj - BA)}$	2,7696	2,7569
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,8901	2,8859
Penyerapan = $\frac{(Bj - BK)}{BK} \times 100\%$	2,48%	2,53%

Yogyakarta, 10 Okt 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Contoh : Fine Aggregate (Batu Pecah)  
 Diuji tanggal : 12 September 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukamto

KETERANGAN	BENDA UJI	
	1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	500 gram
Berat Vicnometer + Air (B)	658,3 gram	654,5 gram
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)	981,3 gram	978,7 gram
Berat Sampel Kering Oven (BK)	487,5 gram	487,7 gram
Berat Jenis $= \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,754	2,77
BJ Kering Permukaan Jenuh $= \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,8248	2,84
BJ Semu $= \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,96	2,98
Penyerapan $= \frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2,56%	2,52%

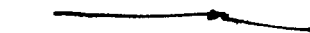
Yogyakarta, 12 Sept 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**  
**AASHTO T 96 - 77**

Contoh dari : Batu Pecah Clereng  
 Jenis Contoh : Course Aggregate  
 Diuji tanggal : 12 Oktober 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukanto

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		1	2
LOLOS	TERTAHAN		
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")		
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")		
37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram	2500 gram
12.5 mm (0.5")	9.5 mm (3.8")	2500 gram	2500 gram
9.5 mm (3.8")	6.3 mm (1.4")		
6.3 mm (1.4")	4.75 mm (no. 4)		
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	5000 gram
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3588 gram	3588,4 gram
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		28,24%	28,22%

Yogyakarta, 12 Oktober 2005

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**SAND EQUIVALENT DATA**  
**AASHTO T 176 - 73**

Contoh dari : Clereng  
 Jenis Contoh : Fine Aggregate  
 Diuji tanggal : 12 Oktober 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukanto

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking (10.1 min)	Start	09.25	09.27
	Stop	09.35	09.37
Sedimentation Time (20 min - 15 sec)	Start	09.38	10.25
	Stop	09.58	09.40
Clay Reading		5,30	4,89
Sand Reading		3,80	3,80
SE = $\frac{\text{SandReading}}{\text{ClayReading}} \times 100$		71,70	77,71
Avarage Sand Equivalent		74,70	
Remark: Kadar Lumpur = $100\% - 74,70\% = 25,3\%$			

Yogyakarta, 12 Okt 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Contoh : Tertahan saringan # 4  
 Diuji tanggal : 20-Sep-05  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	25	12,20
SELESAI PEMANASAN	100	12,26
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	12,26
SELESAI	25	13,30
DIPERIKSA		
MULAI	25	13,30
SELESAI	25	13,40

**HASIL PENGAMATAN**

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI ASPAL
I	98%
II	97%
RATA - RATA	97,5%

Yogyakarta, 15 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

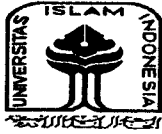
1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho

## **LAMPIRAN 2**

**HASIL PEMERIKSAAN ASPAL AC 60/70 dan**

**ASPAL PRIMA55**



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Pertamina 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 22 September 2005	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Sukamto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat vicnometer kosong	12,5 gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	24,45 gram
3	Berat air (2 - 1)	11,95 gram
4	Berat vicnometer + Aspal	14,13 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	1,63 gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	24,5 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	10,37 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	1,58 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1,03

Yogyakarta, 22 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris, Adi Nugroho





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya  
 Jenis Contoh : Aspal 60/70  
 Diuji tanggal : 13 september 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	9,30
SELESAI PEMANASAN	100	10,00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10,00
SELESAI	27	11,00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU ( 25°C )		
MULAI	25	11,00
SELESAI	25	12,00
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,00
SELESAI	25	12,30

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
			I      II
1	73	64	
2	62	62	
3	65	65	
4	61	67	
5	63	61	

Yogyakarta, 13 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya  
 Jenis Contoh : Aspal Pertamina 60/70  
 Diuji tanggal : 22 September 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Bp.Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	14,05
SELESAI PEMANASAN	100	14,19
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.10
SELESAI	27	11.10
DIPERIKSA		
MULAI	27	13,15
SELESAI	100	13.40

**HASIL PENGAMATAN**

NO	SUHU YG DIAMATI ( °C )	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		1	2	I	II
1	5	0"	0"		
2	10	1'38"	1'38"		
3	15	2'38"	2'38"		
4	20	3'46"	3'46"		
5	25	4'40"	4'40"		
6	30	5'29"	5'29"		
7	35	6'11"	6'11"		
8	40	6'48"	6'48"		
9	45	7'18"	7'18"		
10	50	7'51"	7'51"		
11	55	8'26"	8'26"		
12		8'38"	8'38"	56°C	57°C

Yogyakarta, 22 Sept 2005

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal pertamina 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 14-Sep-05	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	09.30
SELESAI PEMANASAN	100	09.50
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.10
SELESAI	27	11.10
DIPERIKSA		
MULAI	27	12.50
SELESAI	380	13.10

**HASIL PENGAMATAN**

CAWAN	TITIK NYALA ( °C )	TITIK BAKAR ( °C )
I	300	305
II	302	307
RATA - RATA	301	306

Yogyakarta, 14 sept 2005

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**KELARUTAN DALAM CCL4 (SOLUBILITY)**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Pertamina 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 22 September 2005	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Sukanto

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu ( °C )
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
<b>PEMERIKSAAN</b>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	11.00	27
2. Pelarutan	Mulai	Jam	11.10	27
3. Penyaringan	Mulai	Jam	11.15	27
	Selesai	Jam	11.25	27
4. Dioven	Mulai	Jam	11.25	27
5. Penimbangan	Mulai	Jam	11.45	27

1. Berat botol erlenmeyer kosong	= 73,30 gram
2. Berat botol erlenmeyer + aspal	= 74,50 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	= 1,20 gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0,90 gram
5. Berat kertas saring bersih + endapan	= 0,910 gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	= 0,01 gram
7. Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100\%\right)$	= 0,83 %
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	= 99,16 %

Yogyakarta, 22 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Pertamina 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 14 September 2005	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukanto

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	Pembacaan suhu Ruang $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 cm	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )
Pengamatan II	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )
Rata-rata (I + II)	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )

Yogyakarta, 14 Sept 2005

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho

**HASIL PEMERIKSAAN KEHILANGAN BERAT  
 (LOSS ON HEATING)  
 AASHTO T - 96 - 74 / PA 0304 - 76**

Pengirim contoh : .....

Jenis contoh : *Aspal Pen 60/70 (Pentamina) E*

Untuk pekerjaan : *LOH (Loss on Heat)*

Contoh diterima tanggal : *12 Januari 2006*

Selesai dikerjakan tanggal : *13 Januari 2006*

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ± 135°C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	30 menit	
Pemeriksaan	Kehilangan berat pada 163°C	5 jam	Pembacaan suhu oven ± 163°C Pembacaan termometer dalam contoh 163°C

Cawan + Aspal Keras	= <i>50,2</i> ..... gram	= ..... gram
Cawan kosong	= <i>10</i> ..... gram	= ..... gram
Berat Aspal Keras	= <i>40,2</i> ..... gram	= ..... gram
Berat sebelum dipanaskan	= <i>40,2</i> ..... gram	= ..... gram
Berat sesudah dipanaskan	= <i>39,94</i> ..... gram	= ..... gram
Kehilangan berat	= <i>0,26</i> ..... gram	= ..... gram
LOSS ON HEATING (%)	= <i>0,6467</i> ..... %	= ..... %
Rata-rata = ..... %		

diperiksa oleh :

  
 ( IMAN BASUKI )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: AC 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 13 Januari 2006	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	9,30
SELESAI PEMANASAN	100	10,00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10,00
SELESAI	27	11,00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU ( 25°C )		
MULAI	25	11,00
SELESAI	25	12,00
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,00
SELESAI	25	12,30

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	40		
2	51		
3	45		
4	46		
5	46		

Yogyakarta, 13 Januari 2005

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: AC 60/70	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 13 Januari 2006	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukanto

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	Pembacaan suhu Ruang $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	Putus ( $\pm 140\text{ cm}$ )
Rata-rata	Putus ( $\pm 140\text{ cm}$ )

Yogyakarta, 13 Januari 2005

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya

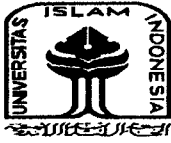
Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Wasis Adi Nugroho





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

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya  
 Jenis Contoh : Aspal Prima55  
 Diuji tanggal : 23 September 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukanto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat vicnometer kosong	12,6 gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	24,5 gram
3	Berat air (2 - 1)	11,95 gram
4	Berat vicnometer + Aspal	14,0 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	1,4 gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	24,75 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	10,75 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	1,15 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1,22

Yogyakarta, 23 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya  
 Jenis Contoh : Aspal Prima55  
 Diuji tanggal : 20 september 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	9,30
SELESAI PEMANASAN	100	10,00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10,00
SELESAI	27	11,00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU ( 25°C )		
MULAI	25	11,00
SELESAI	25	12,00
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,00
SELESAI	25	12,30

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	52	55	
2	68	65	
3	62	56	
4	54	60	
5	75	60	

Yogyakarta, 20 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya Dikerjakan Oleh:  
 Jenis Contoh : Aspal Prima55 Agung & Adi  
 Diuji tanggal : 23 September 2005 Diperiksa Oleh:  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir Bp. Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	14,05
SELESAI PEMANASAN	100	14,19
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.10
SELESAI	27	11.10
DIPERIKSA		
MULAI	27	13,15
SELESAI	100	13.40

**HASIL PENGAMATAN**

NO	SUHU YG DIAMATI ( °C )	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		1	2	I	II
1	5	0"	0"		
2	10	1'20"	1'20"		
3	15	4'16"	4'16"		
4	20	6'02"	6'02"		
5	25	7'13"	7'13"		
6	30	8'18"	8'18"		
7	35	9'20"	9'20"		
8	40	10'07"	10'07"		
9	45	11'06"	11'06"		
10	50	12'04"	12'04"		
11	55	12'37"	12'37"		
12		12'40"	12'40"	55°C	57°C

Yogyakarta, 22 Sept 2005

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris, Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Prima55	Agung & Adi
Diuji tanggal	20-Sep-05	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	09.30
SELESAI PEMANASAN	150	09.50
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150	10.10
SELESAI	27	11.10
DIPERIKSA		
MULAI	27	12.50
SELESAI	380	13.10

**HASIL PENGAMATAN**

CAWAN	TITIK NYALA ( °C )	TITIK BAKAR ( °C )
I	305	307
II	301	303
RATA - RATA	303	305

Yogyakarta, 20 sept 2005

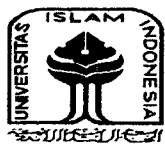
Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**KELARUTAN DALAM CCL4 (SOLUBILITY)**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya  
 Jenis Contoh : Aspal Pertamina prima55  
 Diuji tanggal : 23 September 2005  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

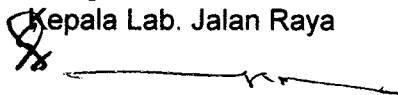
Dikerjakan Oleh:  
 Agung & Adi  
 Diperiksa Oleh:  
 Sukamto

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu ( °C )
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
<b>PEMERIKSAAN</b>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	11.00	27
2. Pelarutan	Mulai	Jam	11.10	27
3. Penyaringan	Mulai	Jam	11.15	27
	Selesai	Jam	11.25	27
4. Dioven	Mulai	Jam	11.25	27
5. Penimbangan	Mulai	Jam	11.45	27

1. Berat botol erlenmeyer kosong	=	70,20 gram
2. Berat botol erlenmeyer + aspal	=	71,37 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	=	1,17 gram
4. Berat kertas saring bersih	=	0,90 gram
5. Berat kertas saring bersih + endapan	=	0,910 gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	=	0,01 gram
7. Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100\%\right)$	=	0,85 %
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	=	99,15 %

Yogyakarta, 23 Sept 2005

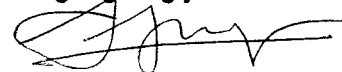
Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti



2. Waris Adi Nugroho





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Prima55	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 20 September 2005	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukanto

<b>Persiapan Benda Uji</b>	<b>Contoh dipanaskan</b>	<b>15 menit</b>	<b>Pembacaan suhu oven <math>\pm 135\text{ }^{\circ}\text{C}</math></b>
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	Pembacaan suhu Ruang $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

<b>DAKTILITAS pada <math>25\text{ }^{\circ}\text{C}</math> 5 cm</b>	<b>Pembacaan pengukur pada alat</b>
Pengamatan I	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )
Pengamatan II	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )
Rata-rata (I + II)	Tidak Putus ( $\geq 165\text{ cm}$ )

Yogyakarta, 20 Sept 2005

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho

TRANSPORTASI LAB

Lampiran 2.16  
**LABORATORIUM  
 TEKNIK TRANSPORTASI**

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA  
 Jl. Grafika No 2 Kampus Universitas Gadjah Mada Yogyakarta 55281 telp. 902246


**HASIL PEMERIKSAAN KEHILANGAN BERAT  
 (LOSS ON HEATING)  
 AASHTO T - 96 - 74 / PA 0304 - 76**

Pengirim contoh :  
 Jenis contoh : ASPAL PRIMA 55 (PT. MOB)  
 Untuk pekerjaan : TUGAS AKHIR  
 Contoh diterima tanggal : 12 JANUARI 2006  
 Selesai dikerjakan tanggal : 13 JANUARI 2006

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm$ 135°C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	30 menit	
Pemeriksaan	Kehilangan berat pada 163°C	5 jam	Pembacaan suhu oven $\pm$ 163°C Pembacaan termometer dalam contoh 163°C

Cawan + Aspal Keras	= 52.6 gram	= ..... gram
Cawan kosong	= 9.9 gram	= ..... gram
Berat Aspal Keras	= 42.7 gram	= ..... gram
Berat sebelum dipanaskan	= 42.7 gram	= ..... gram
Berat sesudah dipanaskan	= 42.39 gram	= ..... gram
Kehilangan berat	= 0.31 gram	= ..... gram
LOSS ON HEATING (%)	= 0.7259 %	= ..... %
Rata-rata = ..... %		

diperiksa oleh :

  
 ( IMAN BASUKI )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Prima55	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 13 Januari 2006	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ( °C )	PEMBACAAN WAKTU ( WIB )
MULAI PEMANASAN	27	9,30
SELESAI PEMANASAN	100	10,00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10,00
SELESAI	27	11,00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU ( 25°C )		
MULAI	25	11,00
SELESAI	25	12,00
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,00
SELESAI	25	12,30

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	33		I
2	33		
3	34		
4	31		
5	34		

Yogyakarta, 13 Januari 2005

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE**

Contoh dari	: Lab. Jalan Raya	Dikerjakan Oleh:
Jenis Contoh	: Aspal Prima55	Agung & Adi
Diuji tanggal	: 13 Januari 2006	Diperiksa Oleh:
Untuk Proyek	: Tugas Akhir	Bp.Sukamto

<b>Persiapan Benda Uji</b>	<b>Contoh dipanaskan</b>	<b>15 menit</b>	<b>Pembacaan suhu oven ± 135 °C</b>
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	Pembacaan suhu Ruang ± 25 °C
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25 °C	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath ± 25 °C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25 °C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25 °C

<b>DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit</b>	<b>Pembacaan pengukur pada alat</b>
Pengamatan I	Putus (±135 cm)
Rata-rata	Putus (±135 cm)

Yogyakarta, 13 Januari 2005

Mengetahui:  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto Wibekti

2. Waris Adi Nugroho

# **LAMPIRAN 3**

## **ANALISIS SARINGAN GRADASI CAMPURAN**

**HRS-B**

## HRS

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan	Lolos		
1	1"	-	-	0,00	100,00	Mak	100
2	3/4 "	17,19	17,19	1,50	98,50	97	- 100
3	1/2 "	154,71	171,90	15,00	85,00	70	- 100
4	3/8 "	183,36	355,26	31,00	69,00	58	- 80
5	# 4"	160,44	515,70	45,00	55,00	50	- 60
6	# 8	22,92	538,62	47,00	53,00	46	- 60
7	# 30	171,90	710,52	62,00	38,00	16	- 60
8	# 50	103,14	813,66	71,00	29,00	10	- 48
9	# 100	166,17	979,83	85,50	14,50	3	- 26
10	# 200	108,87	1.088,70	95,00	5,00	2	- 8
11	P a n	57,30	1.146,00	100,00	0,00		

Kadar Aspal                   **4,500%** Berat Asphalt                   54,000  
 Berat Campuran           1.200 Berat Agregat               1.146,000

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan	Lolos		
1	1"	-	-	0,00	100,00	Mak	100
2	3/4 "	17,01	17,01	1,50	98,50	97	- 100
3	1/2 "	153,09	170,10	15,00	85,00	70	- 100
4	3/8 "	181,44	351,54	31,00	69,00	58	- 80
5	# 4"	158,76	510,30	45,00	55,00	50	- 60
6	# 8	22,68	532,98	47,00	53,00	46	- 60
7	# 30	170,10	703,08	62,00	38,00	16	- 60
8	# 50	102,06	805,14	71,00	29,00	10	- 48
9	# 100	164,43	969,57	85,50	14,50	3	- 26
10	# 200	107,73	1.077,30	95,00	5,00	2	- 8
11	P a n	56,70	1.134,00	100,00	0,00		

Kadar Aspal                   **5,500%** Berat Asphalt                   66,000  
 Berat Campuran           1.200 Berat Agregat               1.134,000

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan	Lolos		
1	1"	-	-	0,00	100,00	Mak	100
2	3/4 "	16,83	16,83	1,50	98,50	97	- 100
3	1/2 "	151,47	168,30	15,00	85,00	70	- 100
4	3/8 "	179,52	347,82	31,00	69,00	58	- 80
5	# 4"	157,08	504,90	45,00	55,00	50	- 60
6	# 8	22,44	527,34	47,00	53,00	46	- 60
7	# 30	168,30	695,64	62,00	38,00	16	- 60
8	# 50	100,98	796,62	71,00	29,00	10	- 48
9	# 100	162,69	959,31	85,50	14,50	3	- 26
10	# 200	106,59	1.065,90	95,00	5,00	2	- 8
11	P a n	56,10	1.122,00	100,00	0,00		

Kadar Aspal                   **6,500%** Berat Asphalt                   78,000  
 Berat Campuran           1.200 Berat Agregat               1.122,000

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan	Lolos		
1	1"	-	-	0,00	100,00	Mak	100
2	3/4 "	16,65	16,65	1,50	98,50	97	- 100
3	1/2 "	149,85	166,50	15,00	85,00	70	- 100
4	3/8 "	177,60	344,10	31,00	69,00	58	- 80
5	# 4"	155,40	499,50	45,00	55,00	50	- 60
6	# 8	22,20	521,70	47,00	53,00	46	- 60
7	# 30	166,50	688,20	62,00	38,00	16	- 60
8	# 50	99,90	788,10	71,00	29,00	10	- 48
9	# 100	160,95	949,05	85,50	14,50	3	- 26
10	# 200	105,45	1.054,50	95,00	5,00	2	- 8
11	P a n	55,50	1.110,00	100,00	0,00		

Kadar Aspal                   **7,500%**    Berat Asphalt                    90,000  
 Berat Campuran            1.200    Berat Agregat                    1.110,000

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan	Lolos		
1	1"	-	-	0,00	100,00	Mak	100
2	3/4 "	16,47	16,47	1,50	98,50	97	- 100
3	1/2 "	148,23	164,70	15,00	85,00	70	- 100
4	3/8 "	175,68	340,38	31,00	69,00	58	- 80
5	# 4"	153,72	494,10	45,00	55,00	50	- 60
6	# 8	21,96	516,06	47,00	53,00	46	- 60
7	# 30	164,70	680,76	62,00	38,00	16	- 60
8	# 50	98,82	779,58	71,00	29,00	10	- 48
9	# 100	159,21	938,79	85,50	14,50	3	- 26
10	# 200	104,31	1.043,10	95,00	5,00	2	- 8
11	P a n	54,90	1.098,00	100,00	0,00		

Kadar Aspal                   **8,500%**    Berat Asphalt                    102,000  
 Berat Campuran            1200,00    Berat Agregat                    1.098,000

## **LAMPIRAN 4**

### **HASIL PENGUJIAN *MARSHALL TEST***

Asal material : Agregat Ciereng  
 Jenis Campuran : HRS B, Aspal Prima55 tanpa Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 4 Oktober 2005 s/d 14 November 2005  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukamto HIM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO (%)

Sample	t (cm)	DENSITY										VMA	VFWA	VITIM			flow	MQ	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j			k	l	m			n
1	6,39	4,712	4,5	1176	1179	689	2,400	2,59	8,85	83,79	7,36	16,21	54,60	7,36	168	575,4	556,99	1,25	445,590
2	6,35	4,712	4,5	1177	1180	688	2,392	2,59	8,82	83,52	7,66	16,48	53,54	7,66	172	589,1	589,10	1,29	456,667
3	6,33	4,712	4,5	1178	1181	687	2,385	2,59	8,80	83,25	7,95	16,75	52,51	7,95	165	565,125	567,95	1,27	447,205
1	6,29	5,820	5,5	1175	1177	691	2,392	2,56	10,90	83,52	5,58	16,48	66,14	5,58	208	712,4	723,09	1,72	420,399
2	6,23	5,820	5,5	1178	1179	693	2,424	2,56	10,93	83,73	5,34	16,27	67,18	5,34	217	743,225	765,52	1,83	418,318
3	6,27	5,820	5,5	1177	1178	691	2,417	2,56	10,90	83,49	5,61	16,51	66,00	5,61	213	729,525	744,12	1,75	425,209
1	6,17	6,952	6,5	1178	1180	692	2,419	2,53	12,86	82,51	4,63	17,49	73,53	4,63	228	780,9	817,02	1,97	414,729
2	6,19	6,952	6,5	1176	1178	691	2,415	2,53	12,87	82,54	4,60	17,46	73,68	4,60	233	798,025	829,95	2,01	412,908
3	6,13	6,952	6,5	1178	1179	690	2,409	2,53	12,83	82,34	4,83	17,66	72,68	4,83	225	770,625	815,90	2,03	401,921
1	6,16	8,108	7,5	1179	1180	693	2,413	2,50	14,88	81,86	3,25	18,14	82,06	3,25	270	924,75	970,41	2,40	404,337
2	6,11	8,108	7,5	1178	1179	692	2,419	2,50	14,87	81,79	3,34	18,21	81,68	3,34	267	914,475	973,92	2,30	423,442
3	6,12	8,108	7,5	1177	1179	690	2,407	2,50	14,80	81,39	3,81	18,61	79,51	3,81	269	921,325	978,33	2,35	416,311
1	6,27	9,290	8,5	1178	1179	691	2,416	2,47	16,82	80,74	2,44	19,26	87,34	2,44	250	856,25	794,17	2,98	266,501
2	6,21	9,290	8,5	1179	1181	692	2,411	2,47	16,80	80,65	2,55	19,35	86,80	2,55	239	818,575	847,23	3,05	277,779
3	6,25	9,290	8,5	1177	1178	691	2,417	2,47	16,84	80,84	2,32	19,16	87,89	2,32	237	811,725	832,02	2,86	290,915
							2,414				2,44	19,26	87,34	2,44			824,47	2,96	278,398

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quinton Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,22

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

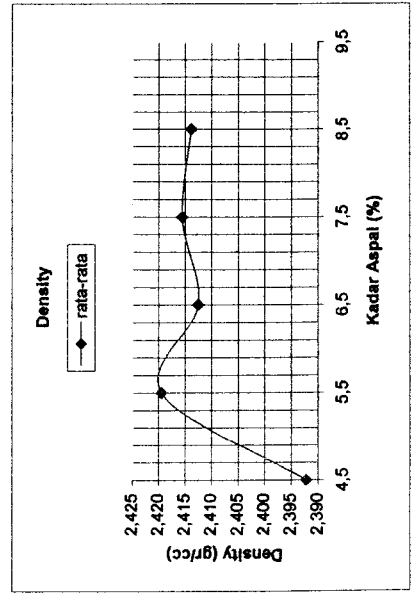
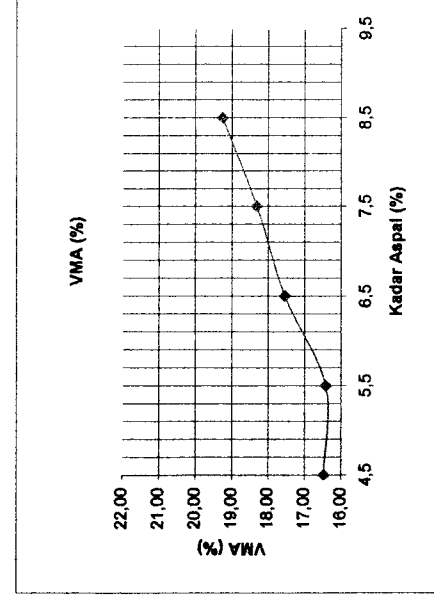
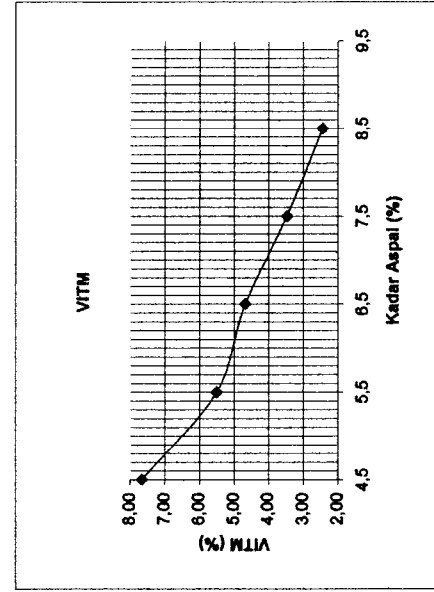
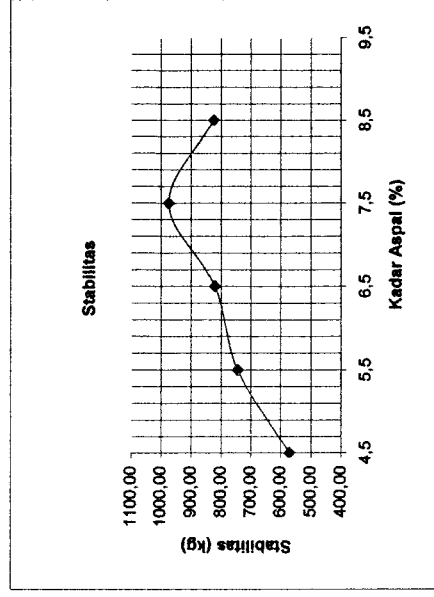
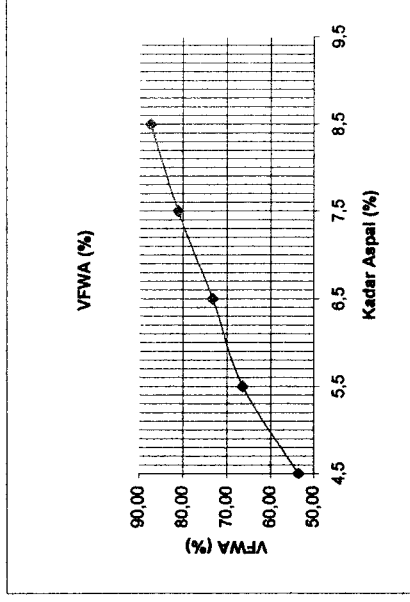
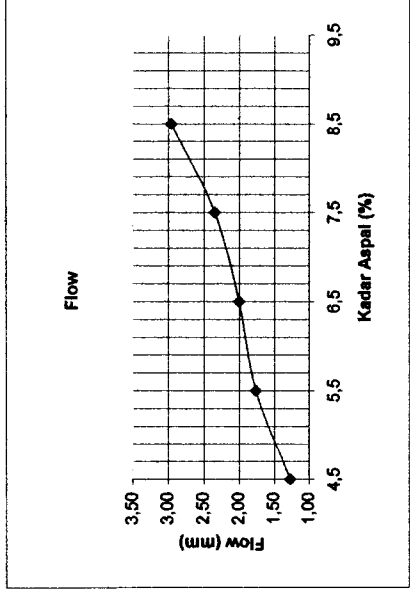
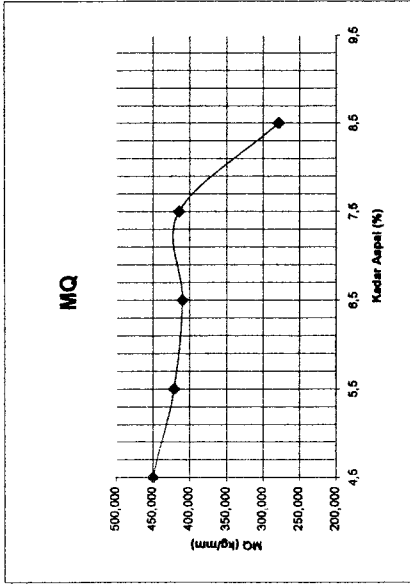
Kepala Lab. Jalan Raya

Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto W

2. Waris Adi N



Asal material : Agregat Clereng  
 Jenis Campuran : HRS B, Aspal Prima55 dengan Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 4 Oktober 2005 s/d 14 November 2005  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukamto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	DENSITY		h	i	j	k	VMA			VFVA			VITM			o	p	stabilitas	flow	MQ
								g	g					l	m	n	q	r	r	r	q	r					
1	6,48	4,712	4,5	1174	1176	675	501	2,343	2,59	8,64	81,81	9,548	18,19	47,51	9,5484	218	746,65	700,49	1,29	543,018							
2	6,43	4,712	4,5	1173	1174	673	501	2,341	2,59	8,64	81,74	9,625	18,26	47,29	9,6254	220	753,5	717,19	1,36	527,349							
3	6,47	4,712	4,5	1172	1174	672	502	2,335	2,59	8,61	81,51	9,882	18,49	46,56	9,8824	215	736,375	692,86	1,22	567,920							
1	6,52	5,820	5,5	1177	1179	681	498	2,363	2,56	10,65	81,65	9,685	18,32	47,12	9,6854			703,52	1,29	546,096							
2	6,56	5,820	5,5	1175	1178	679	499	2,355	2,56	10,62	81,35	8,039	18,35	58,06	7,6977	229	784,325	727,46	1,52	478,593							
3	6,49	5,820	5,5	1173	1175	677	498	2,355	2,56	10,62	81,37	8,011	18,63	57,00	8,0392	240	822	754,19	1,54	489,731							
1	6,63	6,952	6,5	1177	1178	688	490	2,402	2,53	12,80	82,10	5,100	17,90	71,51	5,1000	260	890,5	801,45	1,85	433,216							
2	6,65	6,952	6,5	1178	1179	689	490	2,404	2,53	12,81	82,17	5,019	17,83	71,85	5,0193	263	900,775	806,19	1,87	431,120							
3	6,64	6,952	6,5	1176	1177	688	489	2,405	2,53	12,81	82,20	4,987	17,80	71,98	4,9867	268	917,9	823,82	1,88	438,200							
1	6,65	8,108	7,5	1174	1176	683	493	2,381	2,50	14,64	80,52	4,836	19,48	75,17	4,8365	265	907,625	812,32	2,15	377,825							
2	6,48	8,108	7,5	1176	1178	684	494	2,381	2,50	14,63	80,50	4,867	19,50	75,04	4,8673	262	897,35	841,88	2,17	387,962							
3	6,51	8,108	7,5	1173	1175	682	493	2,379	2,50	14,63	80,46	4,918	19,54	74,84	4,9175	260	890,5	828,17	2,30	360,072							
1	6,41	9,290	8,5	1170	1172	677	495	2,380	2,47	16,47	79,06	4,874	19,51	75,02	4,8738			827,46	2,21	375,286							
2	6,20	9,290	8,5	1174	1176	680	496	2,364	2,47	16,49	79,17	4,471	20,94	78,65	4,4705	216	739,8	708,19	2,69	263,268							
3	6,20	9,290	8,5	1171	1166	670	496	2,361	2,47	16,45	78,97	4,337	20,83	79,18	4,3372	215	736,375	763,99	2,57	297,272							
								2,364				4,582	21,03	78,21	4,5817	222	760,35	788,86	2,73	288,961							
												4,463	20,93	78,68	4,4631			753,68	2,66	283,167							

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quinton Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,22

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

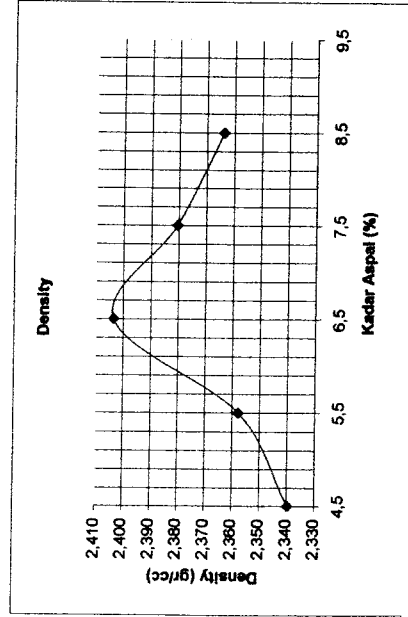
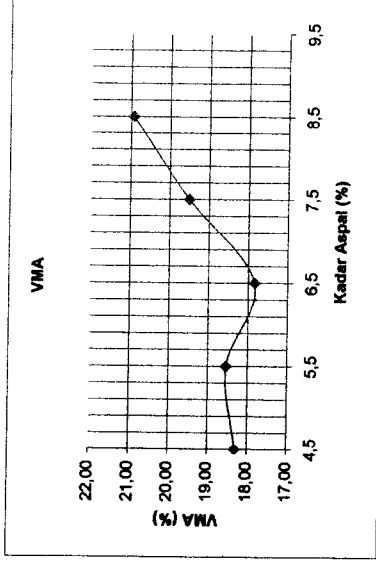
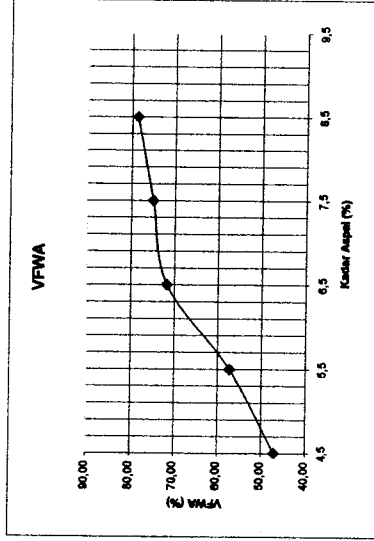
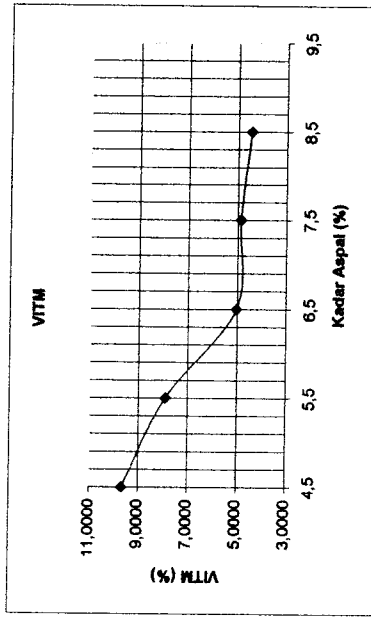
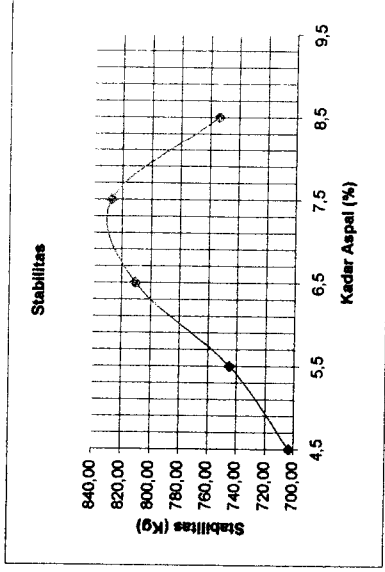
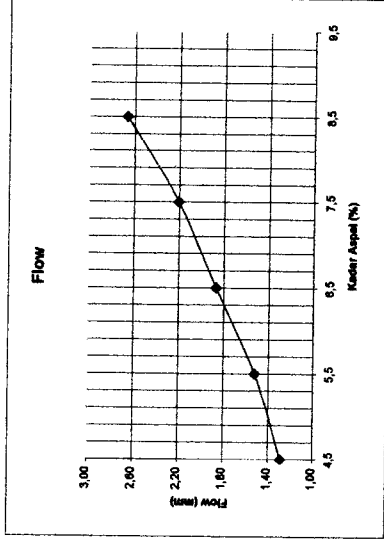
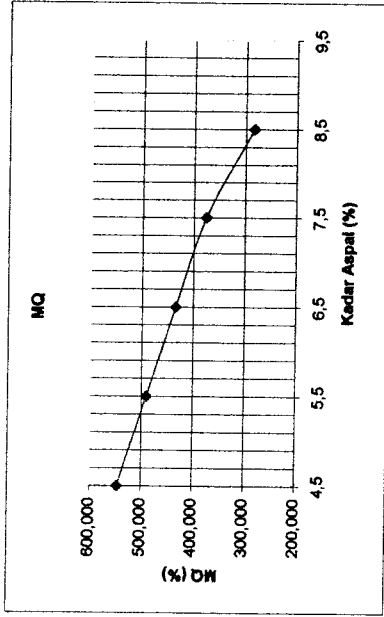
1. Agung Wigiyanto W

2. Waris Adi N

Ir. Iskandar S, MT



**KAO Penuasan MOB**



Asal material : Agregat Ciereng  
 Jenis Campuran : HRS B, AC 60/70 dengan Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 4 Oktober 2005 s/d 14 November 2005  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO (%)

Sample	t (cm)	DENSITY											VMA	VFWA	VTIM	stabilitas			flow	QM
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k				l	m	n		
1	6,28	4,712	4,5	1178	1181	679	502	2,347	2,55	10,25	81,92	7,82	18,08	56,72	7,82	214	732,95	745,78	1,31	569,295
2	6,24	4,712	4,5	1176	1180	677	503	2,338	2,55	10,21	81,62	8,16	18,38	55,58	8,16	215	736,38	756,63	1,28	591,114
3	6,33	4,712	4,5	1177	1181	680	501	2,349	2,55	10,26	82,02	7,72	17,98	57,08	7,72	211	722,68	726,29	1,33	546,081
1	6,21	5,820	5,5	1173	1176	676	500	2,346	2,51	12,53	81,04	6,43	18,15	56,46	7,90			742,90	1,31	568,830
2	6,27	5,820	5,5	1178	1180	679	501	2,351	2,51	12,56	81,23	6,22	18,96	66,09	6,43	219	750,08	776,33	1,37	566,663
3	6,26	5,820	5,5	1176	1179	678	501	2,347	2,51	12,53	81,09	6,38	18,77	66,88	6,22	223	763,78	779,05	1,46	533,596
1	6,07	6,952	6,5	1176	1179	680	499	2,357	2,47	14,87	80,55	4,57	19,45	76,48	6,34	222	760,35	819,28	2,05	399,647
2	6,08	6,952	6,5	1178	1180	682	498	2,365	2,47	14,93	80,85	4,22	19,15	77,96	4,57	225	770,63	827,94	1,98	418,152
3	6,05	6,952	6,5	1175	1178	678	500	2,350	2,47	14,83	80,32	4,85	19,68	75,37	4,85	224	767,2	831,45	1,84	451,877
1	6,30	8,108	7,5	1176	1178	679	499	2,357	2,43	17,16	79,69	3,15	20,31	84,50	4,55	238	815,15	825,34	2,21	373,457
2	6,32	8,108	7,5	1175	1178	678	500	2,350	2,43	17,11	79,46	3,42	20,54	83,33	3,42	243	832,28	838,52	2,43	345,069
3	6,28	8,108	7,5	1177	1180	681	499	2,359	2,43	17,18	79,76	3,07	20,24	84,85	3,07	241	825,43	839,87	2,56	328,074
1	6,13	9,290	8,5	1175	1178	679	499	2,354	2,40	19,43	78,75	1,82	21,25	91,43	3,21	215	736,38	779,64	2,63	348,867
2	6,20	9,290	8,5	1176	1178	681	497	2,366	2,40	19,53	79,15	1,33	20,85	93,64	1,82	217	743,23	771,10	2,77	278,374
3	6,10	9,290	8,5	1178	1180	682	498	2,365	2,40	19,52	79,12	1,36	20,88	93,50	1,36	215	736,38	786,54	2,89	272,159
								2,362				1,50	20,99	92,86	1,50			779,09	2,76	282,324

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quintion Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,03

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

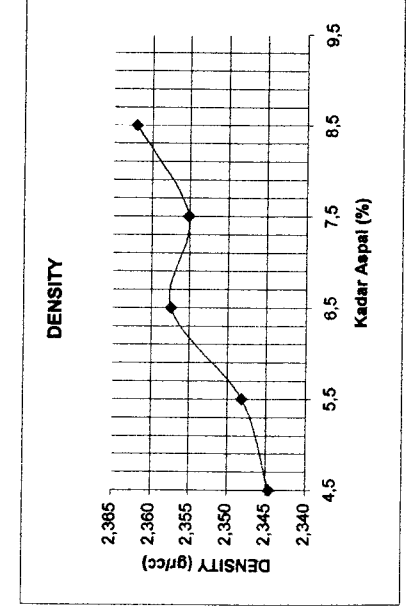
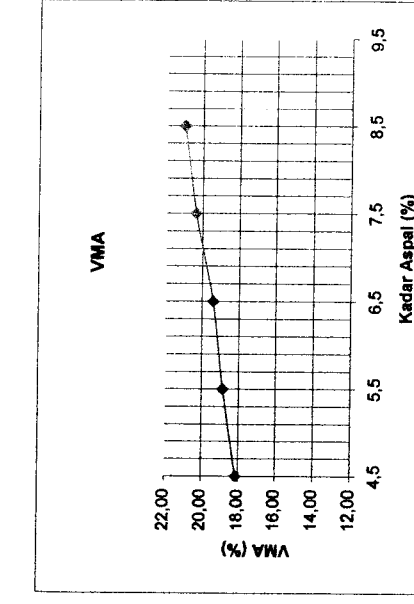
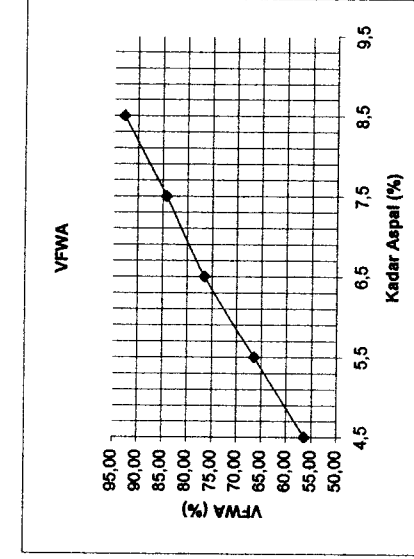
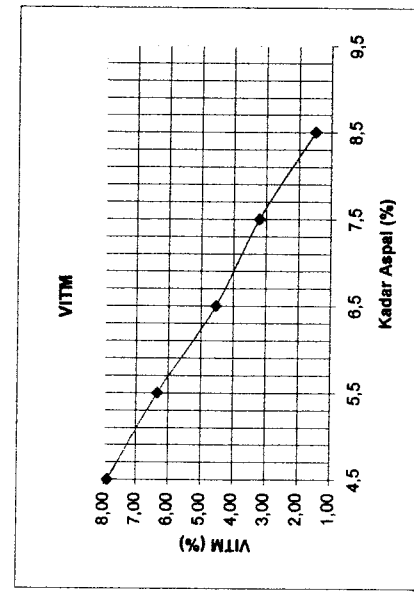
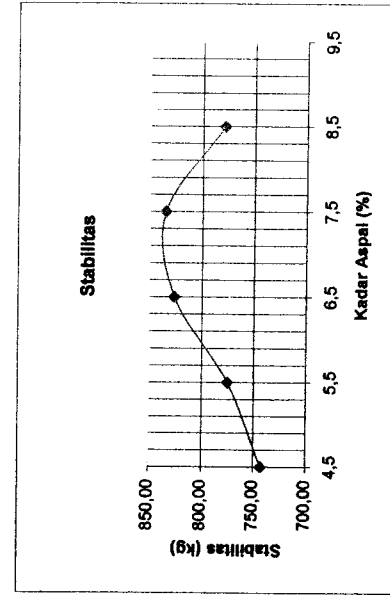
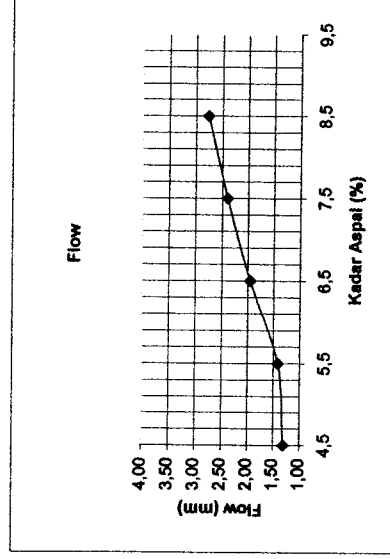
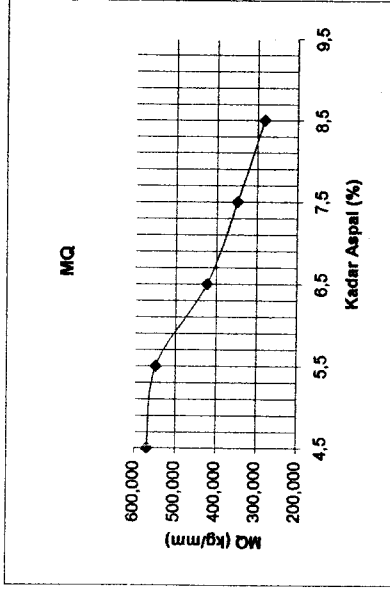
Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto W

2. Waris Adi N

Ir. Iskandar S, MT



Asal material : Agregat Clereng  
 Jenis Campuran : HRS B, AC 60/70 tanpa Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 4 Oktober 2005 s/d 14 November 2005  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO (%)

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	DENSITY					VMA	VFWA	VITM				stabilitas			flow	r	QM
							f	g	h	i	j			k	l	m	n	o	p	q			
1	6,17	4,712	4,5	1178	1179	679	2,356	2,55	10,29	82,25	7,46	17,75	57,99	7,46	139	476,075	498,12	1,43	348,334				
2	6,24	4,712	4,5	1180	1184	683	2,355	2,55	10,29	82,23	7,48	17,77	57,90	7,48	142	486,35	499,72	1,38	362,119				
3	6,33	4,712	4,5	1183	1185	683	2,357	2,55	10,30	82,27	7,43	17,73	58,07	7,43	153	524,025	526,65	1,54	341,977				
1	6,17	5,820	5,5	1177	1179	680	2,356					17,75	57,99	7,46			508,16	1,45	350,810				
2	6,26	5,820	5,5	1183	1184	683	2,359	2,51	12,60	81,48	5,92	18,52	68,02	5,92	173	592,525	619,93	1,77	350,243				
3	6,26	5,820	5,5	1182	1185	684	2,361	2,51	12,61	81,57	5,82	18,43	68,42	5,82	189	647,325	661,89	1,81	365,685				
1	6,11	6,952	6,5	1171	1173	677	2,359	2,51	12,60	81,50	5,90	18,50	68,11	5,90	168	575,4	588,35	1,73	340,085				
2	6,07	6,952	6,5	1170	1172	676	2,360	2,47	14,89	80,67	4,43	19,31	77,06	4,43	217	743,225	789,21	2,27	347,671				
3	6,12	6,952	6,5	1173	1174	677	2,361	2,47	14,90	80,70	4,41	19,30	77,18	4,41	223	763,775	813,42	2,31	352,130				
1	6,12	8,108	7,5	1174	1177	680	2,361	2,43	17,20	79,88	2,92	20,12	85,47	2,92	235	804,875	854,68	2,68	318,909				
2	6,06	8,108	7,5	1170	1174	679	2,362	2,43	17,21	79,93	2,86	20,07	85,74	2,86	245	839,125	906,78	2,73	332,154				
3	6,15	8,108	7,5	1175	1179	682	2,364	2,43	17,21	79,94	2,84	20,06	85,83	2,84	240	822	865,16	2,75	314,602				
1	6,04	9,290	8,5	1162	1165	673	2,363					20,08	85,68	2,88			875,54	2,72	321,888				
2	6,03	9,290	8,5	1163	1164	672	2,362	2,40	19,49	79,00	1,51	21,00	92,81	1,51	205	702,125	763,12	3,49	218,660				
3	6,18	9,290	8,5	1166	1168	675	2,364	2,40	19,51	79,07	1,43	20,93	93,19	1,43	217	743,225	810,12	3,28	246,986				
							2,365	2,40	19,52	79,11	1,37	20,89	93,44	1,37	213	729,525	760,99	3,17	240,059				
							2,364		20,94	93,15	1,44						778,07	3,31	235,235				

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/j) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - (100 x (g/h)) (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quinton Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematangan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,03

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

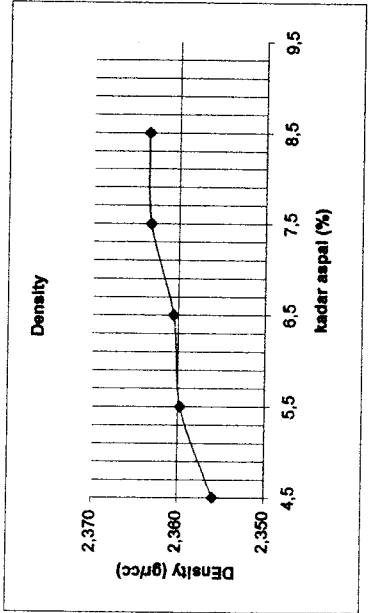
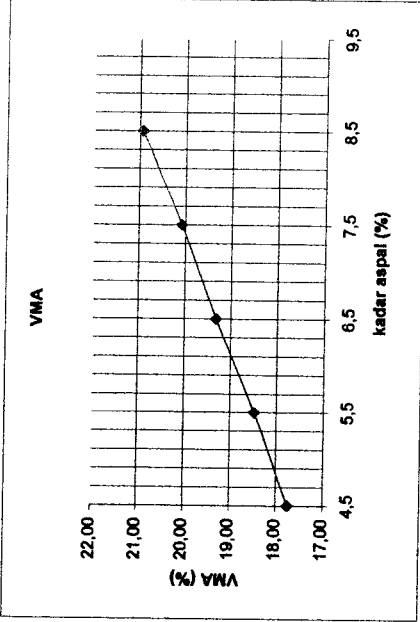
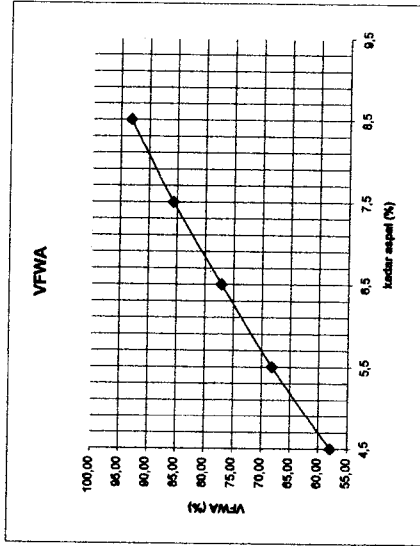
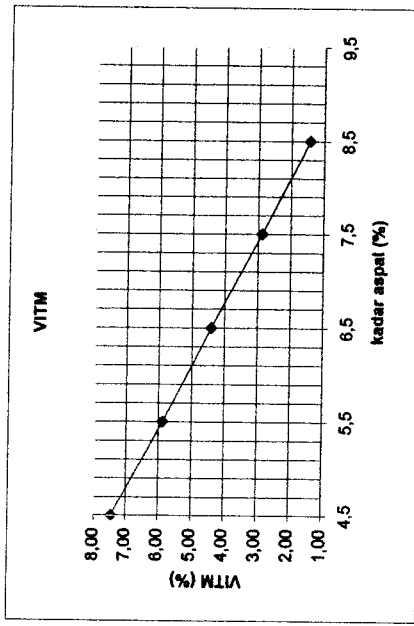
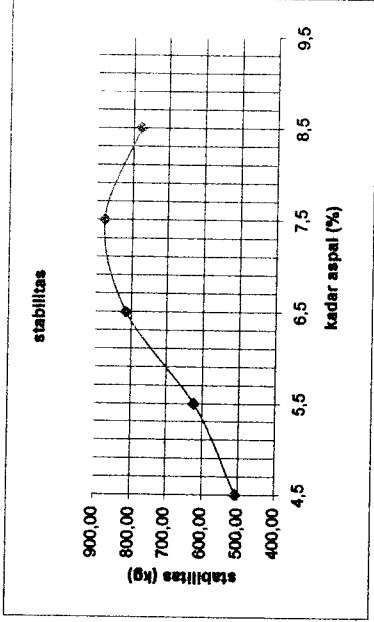
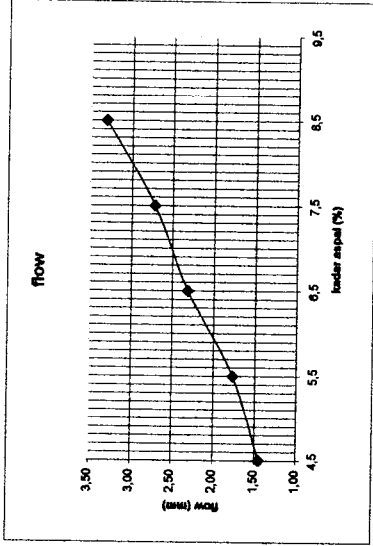
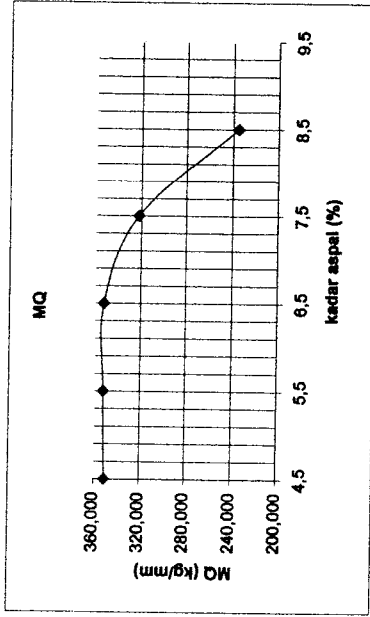
Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto W

2. Widyadhi N

Ir. Iskandar S, MT



## **LAMPIRAN 5**

**HASIL PENGUJIAN *IMMERSION TEST***

Asal material : Agregat Ciereng  
 Jenis Campuran : HRS B, AC 60/70 tanpa Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 20 Januari 2006 s/d 15 Februari 2006  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukamto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO 6,75 % Tanpa Penuaan-AC 60/70

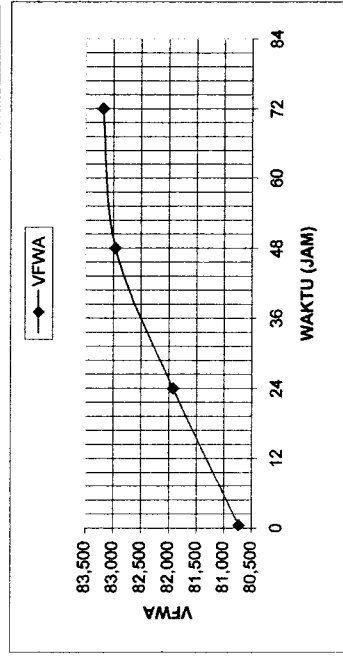
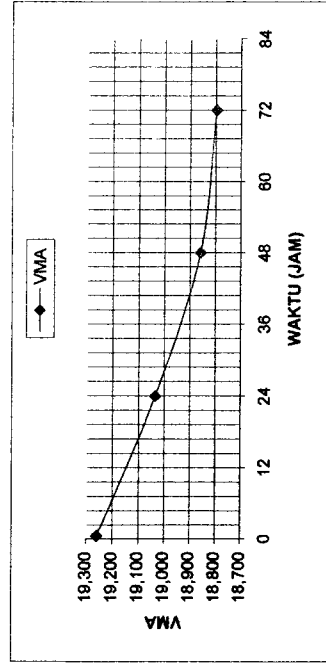
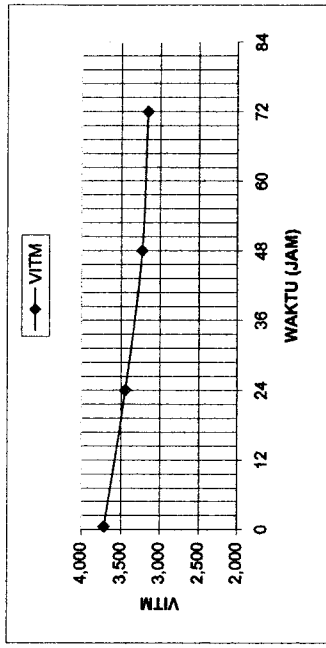
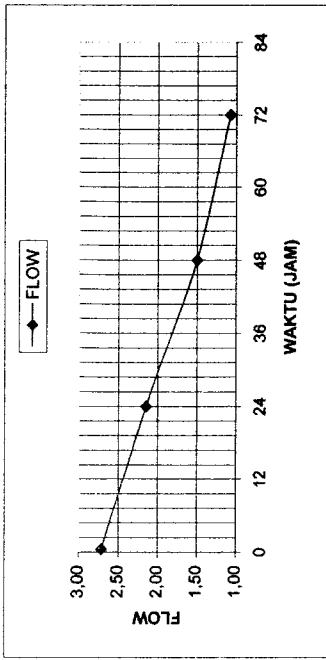
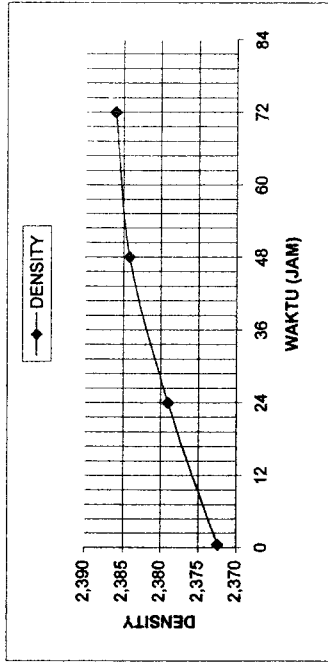
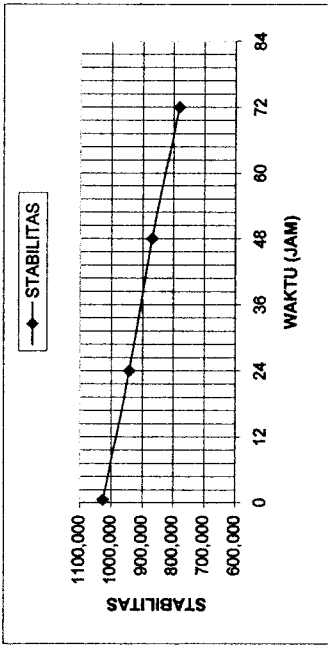
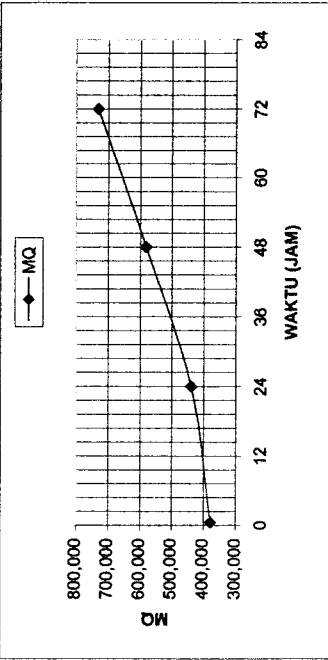
Sample (jam)	t (cm)	a	b	c	d	e	f	DENSITY			h	i	j	k	VMA			VFWA	VITM	n	o	p	q	stabilitas	flow	r	MQ
0,5	5,961	7,181	6,75	1153,7	1156,4	671	485,4	2,377	2,464	15,576	80,889	3,535	267	914,475	1016,530	2,65	383,596										
0,5	5,973	7,181	6,75	1156,2	1158,8	671	487,8	2,370	2,464	15,533	80,666	3,801	273	935,025	1035,821	2,73	379,422										
0,5	5,982	7,181	6,75	1154,1	1156,9	670	486,9	2,370	2,464	15,534	80,668	3,798	271	928,175	1025,633	2,76	371,606										
24	6,092	7,239	6,75	1138,2	1140,7	660	480,7	2,368	2,464	15,517	80,583	3,900	255	873,375	935,035	2,16	432,887										
24	6,077	7,239	6,75	1146,1	1150,7	670	480,7	2,384	2,464	15,625	81,142	3,233	253	866,525	931,774	2,10	443,702										
24	6,072	7,239	6,75	1198,5	1200,5	698	502,5	2,385	2,464	15,630	81,171	3,199	260	890,5	958,979	2,19	437,890										
48	6,053	7,239	6,75	1174,1	1176	680	496	2,367	2,464	15,513	80,560	3,927	231	791,175	857,475	1,59	539,293										
48	5,988	7,239	6,75	1153,7	1155,7	670	485,7	2,375	2,464	15,567	80,839	3,594	233	798,025	880,301	1,46	602,946										
48	5,962	7,239	6,75	1152,5	1154,2	676	478,2	2,410	2,464	15,794	82,022	2,184	229	784,325	871,620	1,45	601,117										
72	5,905	7,239	6,75	1147,1	1149,7	668	481,7	2,381	2,464	15,606	81,044	3,350	203	695,275	785,035	0,98	801,056										
72	5,972	7,239	6,75	1170,3	1171,8	681	490,8	2,384	2,464	15,626	81,150	3,223	207	708,975	785,615	1,20	654,879										
72	5,955	7,239	6,75	1165	1167	680	487	2,392	2,464	15,677	81,413	2,910	203	695,275	774,119	1,05	737,256										
								<b>2,386</b>																			

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)  
 e = Berat didalam air (gr)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)  
 i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (l/l) (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quinton Marshal (kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pematatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1,03  
 B.J Agregat = 2,7355  
 Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
 Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 23 Nov 2005  
 Peneliti:  
 1. Agung Wigiyanto W  
 2. Waris Adi N





Asal material : Agregat Clereng  
 Jenis Campuran : HRS B, Aspal Prima55 tanpa Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Warris Adi

Tanggal : 20 Januari 2006 s/d 15 Februari 2006  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Warris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO 7,25 % Tanpa Penuaan-MOB

Sampel (jam)	t (cm)	a	b	c	d	e	f	DENSITY	g	h	i	j	k	VMA	VFWA	VITM	o	p	q	stabilitas	flow	MQ
0.5	6,028	7,817	7,25	1158,5	1158,5	673	486,5	2,381	2,381	2,509	14,151	80,740	5,109	19,260	73,475	5,109	275	941,875	1027,209	2,80	366,860	
0.5	6,046	7,817	7,25	1159,7	1160	675	485	2,391	2,391	2,509	14,210	81,074	4,716	18,928	75,079	4,716	276	945,300	1030,944	2,79	369,514	
0.5	6,057	7,817	7,25	1158,9	1159	672	487	2,380	2,380	2,509	14,141	80,685	5,173	19,315	73,216	5,173	282	965,850	1044,663	2,83	369,139	
24	5,983	7,817	7,25	1180,5	1181,8	688	493,8	2,391	2,391	2,509	14,207	81,057	4,736	18,943	74,998	4,736	280	890,500	1034,272	2,81	368,504	
24	5,863	7,817	7,25	1166,9	1168	680	488	2,391	2,391	2,509	14,210	81,076	4,714	18,924	75,089	4,714	258	883,650	1009,393	2,48	390,371	
24	6,053	7,817	7,25	1163,6	1165,5	679	486,5	2,392	2,392	2,509	14,213	81,098	4,691	18,904	75,186	4,691	263	900,775	975,359	2,53	385,517	
48	6,083	7,817	7,25	1159,2	1160,8	677	483,8	2,396	2,396	2,509	14,239	81,240	4,521	18,760	75,899	4,521	243	832,275	893,364	2,51	394,301	
48	6,213	7,817	7,25	1165,7	1166,8	679	487,8	2,390	2,390	2,509	14,201	81,026	4,773	18,974	74,844	4,773	248	849,400	878,534	2,05	428,553	
48	6,105	7,817	7,25	1162,5	1163,3	678	485,3	2,395	2,395	2,509	14,235	81,219	4,545	18,781	75,797	4,545	240	822,000	876,745	2,05	427,681	
72	6,028	7,817	7,25	1165	1167	680	487	2,392	2,392	2,509	14,216	81,110	4,674	18,838	75,513	4,674	215	736,375	803,091	1,50	535,394	
72	6,045	7,817	7,25	1176	1177,7	684	493,7	2,382	2,382	2,509	14,155	80,765	5,080	19,235	73,591	5,080	225	770,625	836,359	1,70	491,976	
72	6,067	7,817	7,25	1171,4	1173,5	687	486,5	2,408	2,408	2,509	14,309	81,639	4,052	18,381	77,931	4,052	210	719,250	775,639	1,63	475,892	
								2,394	2,394				4,602	18,828	75,593	4,602			805,030	1,61	501,074	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quintion Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,22

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

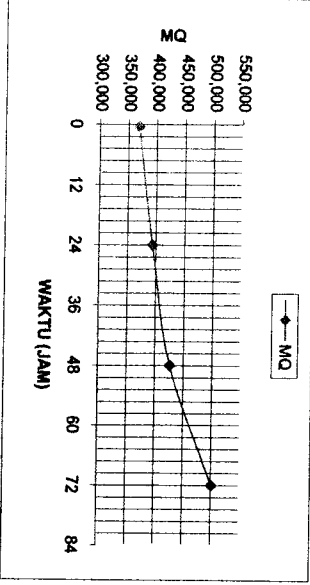
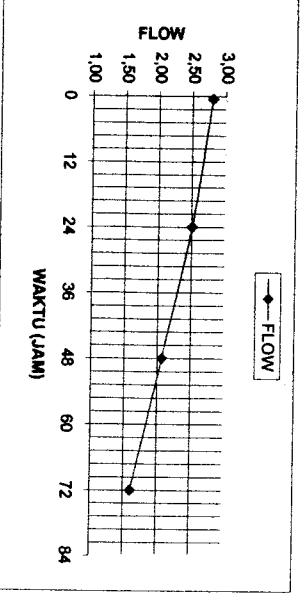
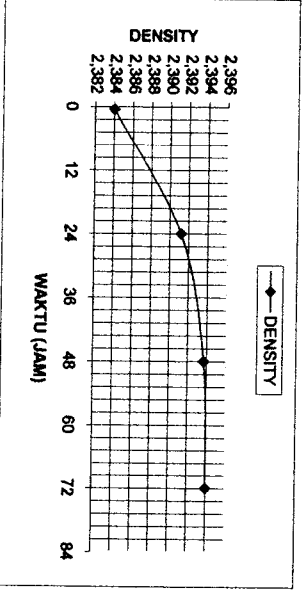
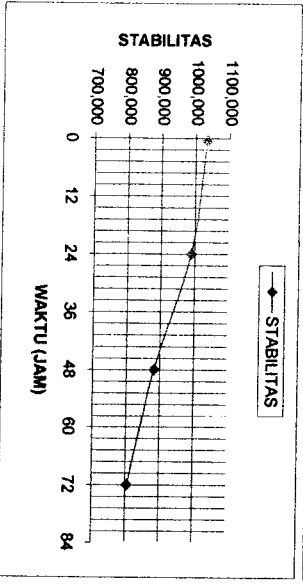
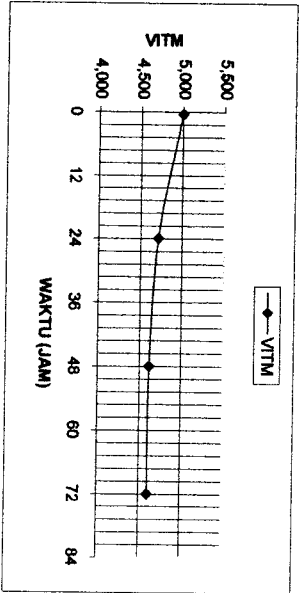
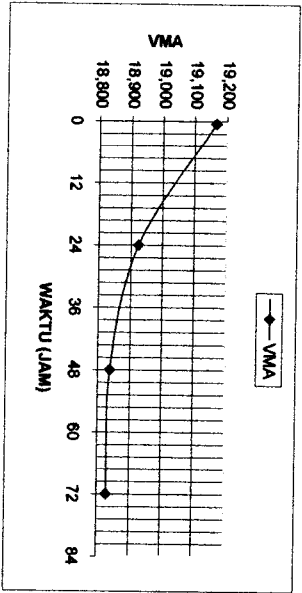
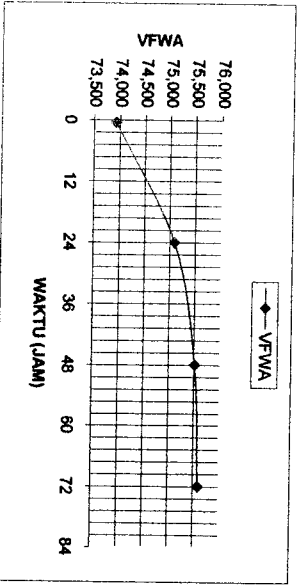
Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Ra;

Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:  
 1. Agung Wigiyanto W  
 2. Warris Adi N

Ir. Iskandar S, MT



Asal material : Agregat Clereng  
 Jenis Campuran : HRS B, AC 60/70 dengan Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Warris Adi

Tanggal : 20 Januari 2006 s/d 15 Februari 2006  
 Dibitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Warris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO 7,1 % Penuaan Pertama

sampel	t (cm)	a	b	c	d	e	f	DENSITY			VMA			VFWA	VITM	stabilitas		flow	MQ	
(jam)								g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	
0,5	6,465	7,843	7,1	1183,2	1187	678	509	2,325	2,448	16,024	78,944	5,032	21,056	76,100	5,032	240	822	774,571	2,30	336,770
0,5	6,492	7,843	7,1	1185,3	1189,3	680	509,3	2,327	2,448	16,043	79,038	4,920	20,982	76,530	4,920	247	845,975	790,902	2,52	313,850
0,5	6,475	7,843	7,1	1189,5	1192,1	681	511,1	2,327	2,448	16,043	79,038	4,919	20,982	76,534	4,919	251	859,875	807,665	2,41	335,131
24	6,428	7,843	7,1	1187,5	1190	680	510	2,328	2,448	16,050	79,076	4,874	20,924	76,706	4,874	213	729,525	791,048	2,41	328,583
24	6,413	7,843	7,1	1184,8	1186	677	509	2,328	2,448	16,045	79,051	4,904	20,949	76,592	4,904	215	736,375	694,800	1,70	408,706
24	6,418	7,843	7,1	1181,3	1182	675	507	2,330	2,448	16,061	79,128	4,811	20,872	76,951	4,811	219	750,075	716,397	1,95	361,201
48	6,673	7,843	7,1	1176,2	1177	672	505	2,329	2,448	16,055	79,099	4,846	20,915	76,750	4,863	210	719,25	705,180	1,79	396,472
48	6,623	7,843	7,1	1170,5	1171,6	670	501,6	2,334	2,448	16,086	79,249	4,866	20,751	77,516	4,866	206	705,55	636,265	1,45	484,622
48	6,645	7,843	7,1	1172	1173	669	504	2,325	2,448	16,029	78,973	4,988	21,027	76,231	4,988	207	708,975	635,454	1,58	402,186
72	6,667	7,843	7,1	1174	1175	671	504	2,329	2,448	16,057	79,107	4,836	20,893	76,854	4,837	190	650,75	579,688	1,45	441,871
72	6,615	7,843	7,1	1179	1180	675	505	2,335	2,448	16,093	79,287	4,620	20,713	77,696	4,620	198	678,15	612,912	1,47	416,947
72	6,617	7,843	7,1	1176,5	1177,8	673	504,8	2,331	2,448	16,085	79,150	4,784	20,850	77,053	4,784	203	695,275	628,042	1,23	510,603
								2,332		20,819	77,201	4,747						606,881	1,30	470,208

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (b x g) : Bj Aspal

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (l/i) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quention Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pemadatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,03

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

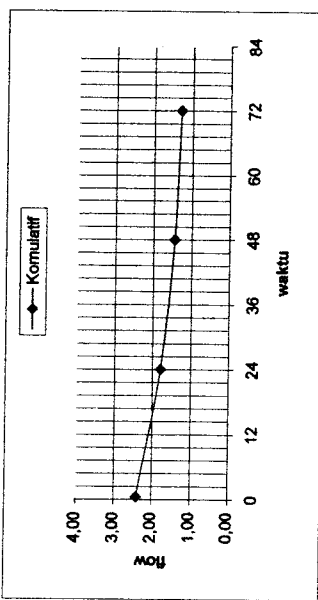
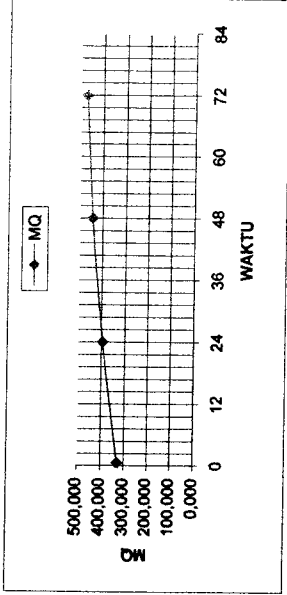
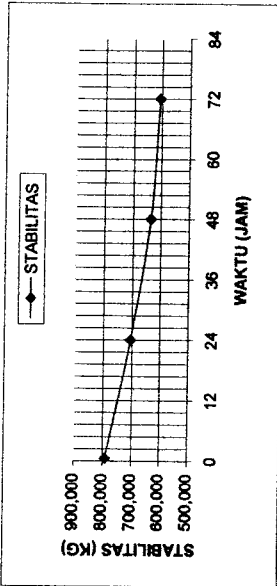
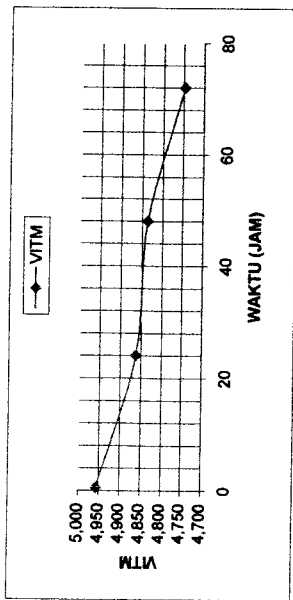
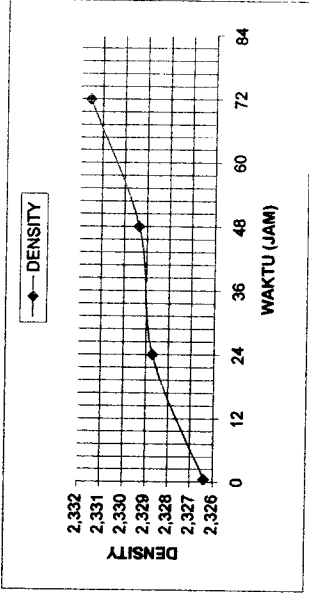
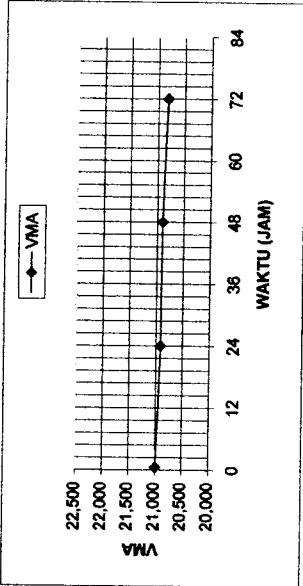
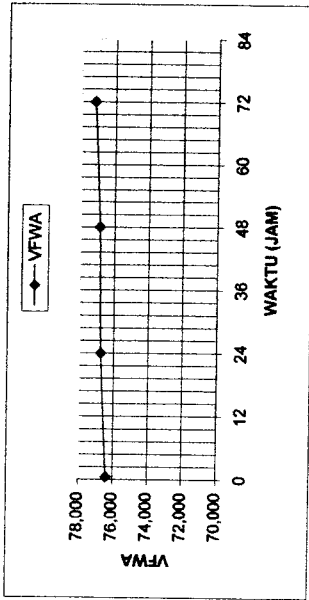
Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto W

2. Warris Adi N

Ir. Iskandar S, MT



Asal material : Agregat Clereng  
 Jenis Campuran : HRS B, Aspal Prima55 dengan Proses Penuaan  
 Di kerjakan Oleh : Agung W & Waris Adi

Tanggal : 20 Januari 2006 s/d 15 Februari 2006  
 Dihitung Oleh : Agung Wigiyanto W & Waris Adi N  
 Diperiksa Oleh : Sukamto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST  
 KAO 7,7 % Penuaan-MOB

Sample	t (cm)	a	b	c	d	e	f	DENSITY		g	h	i	j	k	VMA		l	m	VITM		n	o	stabilitas		p	q	flow		r	MQ	
0,5	6,513	8,342	7,7	1149,5	1151,5	665	486,5	2,363	2,497	14,913	79,724	5,363	20,276	73,550	5,363	250	856,25	795,713	2,50	318,285											
0,5	6,521	8,342	7,7	1149,9	1151	668	483	2,381	2,497	15,026	80,330	4,644	19,670	76,391	4,644	249	852,825	790,825	2,60	304,163											
0,5	6,49	8,342	7,7	1150,6	1152,7	669	483,7	2,378	2,497	15,013	80,263	4,724	19,737	76,066	4,724	248	849,4	794,614	2,42	328,353											
24	6,518	8,342	7,7	1151,9	1153,4	669	484,4	2,378	2,497	15,009	80,237	4,754	19,894	76,335	4,910	220	753,5	699,248	1,97	354,948											
24	6,533	8,342	7,7	1147,5	1149,2	665	484,2	2,370	2,497	14,957	79,964	5,079	20,036	74,652	5,079	225	770,625	712,289	1,94	367,159											
24	6,520	8,342	7,7	1148,7	1150,1	667	483,1	2,378	2,497	15,007	80,230	4,763	19,770	75,908	4,763	228	780,9	724,285	1,95	371,428											
48	6,510	8,342	7,7	1153,6	1158,5	672	486,5	2,371	2,497	14,966	80,009	5,025	19,991	74,862	5,025	215	736,375	684,829	1,79	382,586											
48	6,560	8,342	7,7	1158,5	1161,6	675	486,6	2,381	2,497	15,026	80,332	4,642	19,668	76,400	4,642	210	719,25	659,912	1,52	434,153											
48	6,568	8,342	7,7	1158,9	1159,7	673	486,7	2,377	2,497	15,003	80,205	4,793	19,795	75,788	4,793	213	729,525	667,880	1,87	357,155											
72	6,568	8,342	7,7	1150,2	1152,5	666	486,5	2,364	2,497	14,922	79,773	5,305	20,227	73,771	5,305	204	698,7	639,660	1,30	492,046											
72	6,579	8,342	7,7	1151,2	1153,6	671	482,6	2,385	2,497	15,055	80,488	4,457	19,512	77,158	4,457	201	688,425	628,394	1,22	515,077											
72	6,572	8,342	7,7	1151,4	1153,5	670	483,5	2,381	2,497	15,030	80,352	4,618	19,648	76,495	4,618	200	685	626,433	1,15	544,724											
								2,377					19,796	75,808	4,794														631,496	1,22	517,282

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksimum  $\{100 : (\% Agr/Bj Agr + \% Asp/Bj. Asp)\}$

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (l/i) (%)

n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)} (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quintion Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematangan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,22

B.J Agregat = 2,7355

Kalibrasi proving ring = 3,425

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

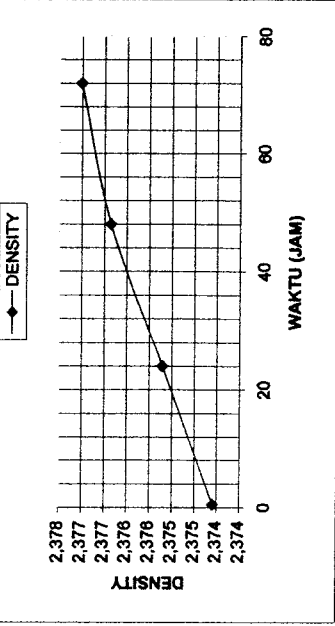
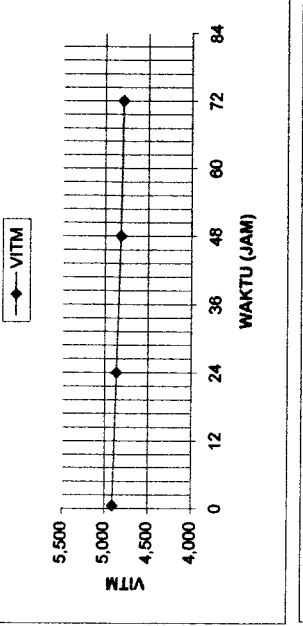
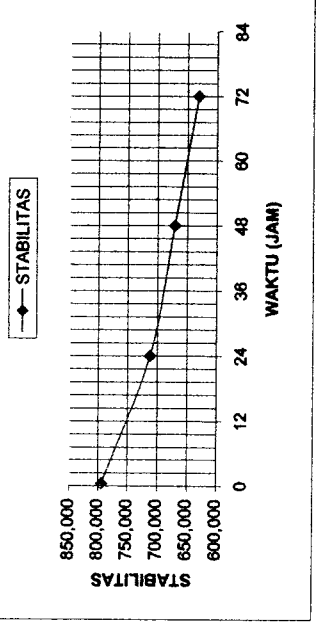
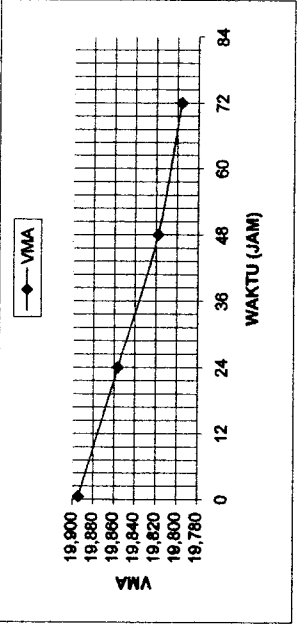
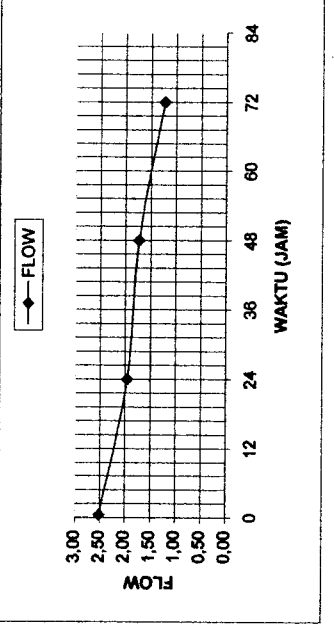
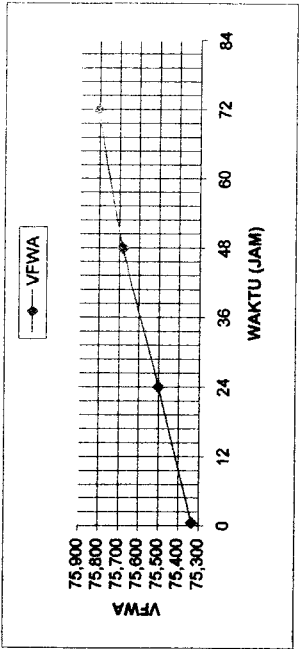
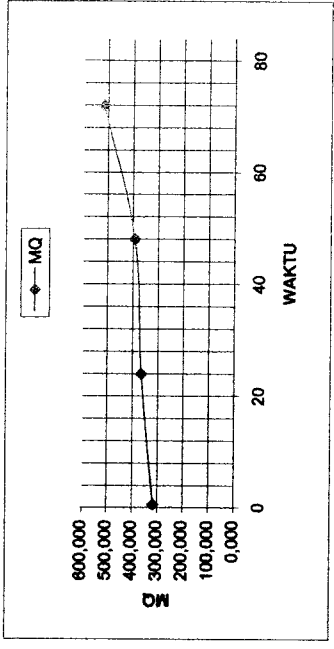
Yogyakarta, 23 Nov 2005

Peneliti:

1. Agung Wigiyanto W

2. Waris Adi N

Ir. Iskandar S, MT



## **LAMPIRAN 6**

**HASIL PENGUJIAN *HVEEM STABILOMETER***

# STABILOMETER

PEKERJAAN :

HORISONTAL

5-100 PSI	KODE BENDA UJI			
	TP - 10		TP - 11	TP - 12
5	-		-	-
10	160		150	150
15	280		260	270
20	370		370	380
25	450		440	440
30	500		500	500
35	560		660	560
40	580		680	580
45	630		730	620
50	670		760	650
55	690		780	680
60	720		820	700
65	740		850	730
70	760		880	750
75	780		890	775
80	800		900	700
85	820		920	800
90	840		950	830
95	860		960	850
100	880		970	870

VERTIKAL

26	8		7		9
40	11		10		15
60	17		14		23



# STABILOMETER

PEKERJAAN :

HORISONTAL

5-100 PSI	KODE BENDA UJI				
	TP + 5		TP + 7		TP + 9
5	-		-		-
10	170		190		140
15	200		290		260
20	280		300		360
25	360		380		430
30	420		420		490
35	460		460		550
40	500		510		570
45	530		550		620
50	560		570		640
55	580		600		660
60	620		620		690
65	640		660		720
70	660		670		730
75	680		680		750
80	700		690		770
85	720		710		790
90	740		720		800
95	755		730		820
100	780		750		830

VERTIKAL

20	6		6		7
40	10		8		11
60	14		12		15

# STABILOMETER

PEKERJAAN :

HORISONTAL

5-100 PSI	KODE BENDA UJI			
	10	11	12	
5	-	-	-	
10	180	190	120	
15	350	380	280	
20	380	500	300	
25	470	580	340	
30	540	580	390	
35	590	740	420	
40	660	780	490	
45	720	840	530	
50	740	870	570	
55	780	890	640	
60	800	910	660	
65	930	930	680	
70	950	960	700	
75	980	980	740	
80	990	1000	750	
85	1010	1020	775	
90	1040	1050	795	
95	1065	1080	830	
100	1075	1015	900	

VERTIKAL

Kalibrasi provisory 20 = 1090 lbs (±1000 lbs)

20	6	7	7	
40	7	10	13	
60	11	19	19	

# STABILOMETER

PEKERJAAN :

HORISONTAL

5-100 PSI	KODE BENDA UJI				
	P+5		P+7		P+9
5	-		-		-
10	150		150		150
15	280		280		280
20	370		380		380
25	410		450		440
30	500		500		490
35	550		550		550
40	600		580		600
45	630		640		640
50	650		660		680
55	680		680		700
60	700		690		740
65	730		730		770
70	740		750		790
75	760		770		810
80	790		790		840
85	800		800		870
90	825		830		880
95	830		835		900
100	840		850		995

VERTIKAL

20	6		6		6
40	7		7		9
60	9		9		15



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI**  
**TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : **III ( Mar 05 - Agst 05 )**  
 TAHUN : 2004 - 2005

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agung Wigiyanto W	00 511 153	Teknik Sipil
2.	Waris Adi Nugroho	00 511 395	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Pengaruh Proses Penuaan Pada Daya Tahan Campuran Beraspal Terhadap Karakteristik Marshall

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT



Jogjakarta , 19.Juli.2005  
 a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

**Catatan :**  
 Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_



KP/TA diperpanjang  
 sampai dengan tgl. **27 FEB 2006**

Hartono  
 Kabag Akademik

KP/TA diperpanjang  
 sampai dengan tgl. **15 Sept '06**



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1.	Agung Wigiyanto W	00 511 153	Teknik Sipil
2.	Wans Adi Nugroho	00 511 395	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Pengaruh Proses Penentuan Pada Daya Tahan Campuran Beraspal Terhadap Karakteristik Marshall

PERIODE KE : III ( Mar 05 - Agst 05 )  
 TAHUN : 2004 - 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyesuaian TA						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendaftaran						

Dosen Pembimbing I : Subarkah, Ir, MT

Dosen Pembimbing II : Subarkah, Ir, MT



Jogyakarta, 19 Juli 05  
 a.n. Dekan

*[Signature]*  
 Ir. H. Munandar, MS

**Catatan**

Seminar \_\_\_\_\_  
 Sidang \_\_\_\_\_  
 Pendaftaran \_\_\_\_\_

KARTU dipersempikan  
 sampai dengan tgl. 15 Sept. 2006



CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI
----	---------	--------------------

06/06/11  
 Uji laboratorium berat  
 Kaya protein atau lemak?  
 Maca referen yang di Kipronis Kel.  
 Maca standard proceeding seminar Kipult  
 yang TCF. ASUM PASIRTO  
 procedure

17/03/06  
 - Lampiran berisi nama Seminar  
 - Konsultasikan data dulu  
 - Flow chart penelitian mana?  
 - Di Norbangel file dpt dipindai 40mm  
 - Perbaiki pd halaman yg  
 - Referensi diperbaiki

24/05/06  
 Flow chart pertama  
 Revisi (td dibantu) tdk sesuai

29/04/06  
 Revisi pd Tm & normal atau  
 MB. Revisi pertama  
 untuk yg ada di draft  
 Point perubahan  
 &  
 dibantu komentar pd  
 hasil penelitian sebelumnya

20/04/04  
 Disiplin, utk sdang nama baru sesuai  
 data perpanjang sesuai aturan