

**TUGAS AKHIR  
PENELITIAN LABORATORIUM**

**PENGARUH PENGGUNAAN SERAT GELAS  
SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SERAT SELULOSA  
PADA NILAI MARSHALL  
CAMPURAN SMA (*SPLIT MASTIC ASPHALT*)**

*Diajukan Guna Memenuhi Syarat Dalam Rangka Meraih Derajat Sarjana*

*Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan*

*Universitas Islam Indonesia*

*Jogjakarta*



**Dlsusun Oleh :**

**ADE WAHYONO  
DIBYO SAPUTRO**

**No. Mhs. : 96 310 061  
No. Mhs. : 97 511 243**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN SERAT GELAS SEBAGAI  
BAHAN PENGGANTI SERAT SELULOSA PADA NILAI MARSHALL  
CAMPURAN SMA (SPLIT MASTIC ASPHALT)**

Disusun Oleh :

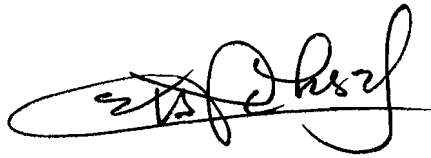
**Ade Wahyono            96 310 061**  
**Dibyو Saputro        97 511 243**

Telah diperiksa dan disetujui :

**Ir. Subarkah, MT**  
**Dosen Pembimbing I**

  
**Tanggal : 19-01-2004**

**Ir. Bachnas, MSc**  
**Dosen Pembimbing II**

  
**Tanggal : 19-1-2004**

- ❖ KUPERSEMBAHKAN TUGAS AKHIR INI UNTUK
- ❖ AYAH DAN IBUKU TERCIPTA ATAS DUKUNGAN DAN KASIH SAYANGNYA SELAMA INI
- ❖ KAKAK DAN ADIKKU ATAS DUKUNGAN DAN PENGERTIANNYA
- ❖ SELURUH TEMAN-TEMANKU YANG MENEMANKU SELAMA KULIAH DI JOGJA

## KATA PENGANTAR

### Assalaamu'alaikum wr wb

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga dengan keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Serat Gelas Sebagai Bahan Pengganti Serat Selulosa Pada Nilai Marshall Campuran SMA (*Split Mastic Asphalt*)”**.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa karya ini dapat terwujud tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Untuk itu dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Subarkah, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Bachnas, MSc., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Balya Umar, MSc., selaku Dosen Tamu.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Ir. Iskandar S.R., MT., selaku Koordinator Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Sukanto dan Bapak Pranoto, selaku Staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
8. Ayah, Ibu dan saudara-saudara kami yang telah memberikan dorongan dan doa, hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang membantu kami.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya.

**Wassalaamu'alaikum wr wb.**

Jogjakarta, Oktober 2003

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>INTISARI</b> .....	xvi
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Perkerasan Jalan.....	4
2.2. Aspal.....	5
2.3. Agregat.....	5
2.4. <i>Filler</i> .....	6
2.5. SMA ( <i>Split Mastic Aspal</i> ).....	7
2.6. Bahan Tambah.....	8

2.7.	Penelitian Terdahulu Tentang Serat Selulosa.....	10
<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>	
3.1.	Perkerasan Jalan.....	16
3.2.	Karakteristik Campuran.....	17
3.2.1.	Stabilitas.....	17
3.2.2.	Keawetan (Durabilitas).....	17
3.2.3.	Kelenturan (Fleksibilitas).....	18
3.2.4.	Ketahanan Kelelahan (Fatigue Resistance).....	18
3.2.5.	Kemudahan Pelaksanaan (Workability).....	19
3.3.	Nilai Struktur Campuran Aspal.....	19
3.3.1.	Syarat-syarat Kekuatan Struktural.....	19
3.4.	SMA ( <i>Split Mastic Asphalt</i> ).....	20
3.4.1.	Spesifikasi Teknik (Bina Marga).....	21
3.4.2.	Sifat-sifat SMA ( <i>Split Mastic Asphalt</i> ).....	21
3.4.3.	Bahan Pendukung.....	22
3.4.3.1.	Agregat.....	22
3.4.3.2.	Aspal.....	25
3.4.3.3.	<i>Filler</i> .....	26
3.4.3.4.	Bahan Tambah ( <i>Additive</i> ).....	26
<b>BAB IV</b>	<b>HIPOTESA</b> .....	28
<b>BAB V</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
5.1.	Bahan dan Alat.....	29
5.1.1.	Bahan.....	29

5.1.2. Alat.....	29
5.2. Metode Penelitian.....	29
5.2.1. Pengujian Agregat (kasar dan Halus).....	29
5.2.1.1. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles.....	29
5.2.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	31
5.2.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	33
5.2.1.4. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal .....	36
5.2.1.5. Pemeriksaan Sand Equivalent.....	38
5.2.1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar.....	39
5.2.2. Pengujian Bitumen (Aspal).....	40
5.2.2.1. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar.....	42
5.2.2.2. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	44
5.2.2.3. Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	46
5.2.2.4. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCl <sub>4</sub> .....	48
5.2.2.5. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal.....	50
5.2.3. Perencanaan Campuran Ideal.....	52
5.2.3.1. Gradasi Agregat Ideal.....	52
5.2.3.2. Kadar Serat Gelas.....	54



5.2.3.3.	Kadar Aspal.....	54
5.2.3.4.	<i>Filler</i> .....	54
5.2.4.	Pengujian Campuran Beton Aspal.....	54
5.2.4.1.	Pembuatan Benda Uji.....	54
5.2.4.2.	Persiapan benda Uji.....	56
<b>BAB VI</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
6.1.	Hasil Penelitian.....	58
6.1.1.	Pemeriksaan Agregat.....	58
6.1.2.	Pemeriksaan Aspal.....	58
6.1.3.	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar.....	59
6.1.4.	Mencari Kadar Aspal Optimum.....	65
6.2.	Pembahasan.....	72
6.2.1.	Stabilitas.....	72
6.2.2.	<i>Flow</i> .....	74
6.2.3.	VITM ( <i>Void In The Mix</i> ).....	76
6.2.4.	VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ).....	79
6.2.5.	Density.....	82
6.2.6.	VMA ( <i>Void in Mineral Agregat</i> ).....	84
6.2.7.	Marshall Quotient.....	86
6.3.	Ekstraksi.....	88
6.4.	<i>Immersion Test</i> atau Uji Perendaman.....	89
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
1.1.	Kesimpulan.....	92

**LAMPIRAN**  
**DAFTAR PUSTAKA**  
**PENUTUP**

12. Saran.....96

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Hasil Test Marshall pada Campuran SMA + Serat Selulosa 0,3%...10
Tabel 2.2.	Hasil Test Marshall pada Campuran SMA + Serat Selulosa 0,3%...12
Tabel 2.3.	Hasil Test Marshall pada Campuran SMA Tanpa Serat Selulosa.....13
Tabel 3.1.	Persyaratan Agregat Kasar.....24
Tabel 3.2.	Persyaratan Agregat Halus.....24
Tabel 3.3.	Spesifikasi Gradasi SMA 0/11..... 25
Tabel 3.4.	Persyaratan Aspal AC 60/70.....26
Tabel 5.1.	Analisa Saringan Agregat Berdasar Bina Marga.....40
Tabel 6.1.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar..... 58
Tabel 6.2.	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus..... 58
Tabel 6.3.	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70..... 59
Tabel 6.4.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%.....59
Tabel 6.5.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%.....61
Tabel 6.6.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%.....61
Tabel 6.7.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%.....62
Tabel 6.8.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%.....62
Tabel 6.9.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%.....63
Tabel 6.10.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%.....63
Tabel 6.11.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%.....64
Tabel 6.12.	Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%.....64

Tabel 6.13. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5%.....	65
Tabel 6.14. Hasil Test Marshall pada SMA Tanpa Serat Gelas.....	70
Tabel 6.15. Hasil Test Marshall pada SMA + Serat Gelas 0,3%.....	70
Tabel 6.16. Penentuan Kadar Aspal Optimum pada SMA tanpa Serat Gelas.....	71
Tabel 6.17. Penentuan Kadar Aspal Optimum pada SMA + Serat Gelas 0,3%..	71
Tabel 6.18. Nilai Stabilitas Hasil dari Pengujian <i>Marshall</i> .....	72
Tabel 6.19. Nilai <i>Flow</i> hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	74
Tabel 6.20. Nilai VITM hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	77
Tabel 6.21. Nilai VFWA hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	80
Tabel 6.22. Nilai <i>Density</i> hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	83
Tabel 6.23. Nilai VMA hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	85
Tabel 6.24. Nilai MQ hasil dari pengujian <i>Marshall</i> .....	87
Tabel 6.25. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,476%.....	90
Tabel 6.26. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,644%.....	90

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1.	Grafik Gradasi Agregat.....	23
Gambar 5.1.	Grafik Spesifikasi Analisa Saringan Agregat.....	41
Gambar 5.2.	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	57
Gambar 6.1.	Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.....	60
Gambar 6.2.	Grafik Stabilitas Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	73
Gambar 6.3.	Grafik <i>Flow</i> Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	75
Gambar 6.4.	Grafik VITM Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	78
Gambar 6.5.	Grafik VFWA Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	80
Gambar 6.6.	Grafik <i>Density</i> Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	83
Gambar 6.7.	Grafik VMA Hasil Uji <i>Marshall</i> .....	85
Gambar 6.8.	Grafik <i>Quotient Marshall</i> Hasil Uji <i>Marshall</i> Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum.....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Kartu Peserta Tugas Akhir
2. Hasil Cetak *Photoscan* Serat Selulosa dan Serat Gelas
  - 2.1. Hasil Cetak *Photoscan* Serat Selulosa diperbesar 1000x
  - 2.2. Hasil Cetak *Photoscan* Serat Gelas diperbesar 1000x
3. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
  - 3.1. Campuran SMA Tanpa Serat Gelas pada Kadar Aspal 5,5%
  - 3.2. Campuran SMA Tanpa Serat Gelas pada Kadar Aspal 6,0%
  - 3.3. Campuran SMA Tanpa Serat Gelas pada Kadar Aspal 6,5%
  - 3.4. Campuran SMA Tanpa Serat Gelas pada Kadar Aspal 7,0%
  - 3.5. Campuran SMA Tanpa Serat Gelas pada Kadar Aspal 7,5%
  - 3.6. Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3% pada Kadar Aspal 5,5%
  - 3.7. Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3% pada Kadar Aspal 6,0%
  - 3.8. Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3% pada Kadar Aspal 6,5%
  - 3.9. Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3% pada Kadar Aspal 7,0%
  - 3.10. Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3% pada Kadar Aspal 7,5%
4. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
5. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
6. Pemeriksaan *Sand Equivalent*
7. Pemeriksaan Keausan Agregat
8. Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat

9. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
10. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
11. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
12. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
13. Pemeriksaan Daktilitas Aspal
14. Pemeriksaan Kelarutan dalam  $\text{CCl}_4$
15. Pemeriksaan Ekstraksi
16. Perhitungan *Marshall Test*
  - 16.1. Perhitungan *Marshall Test* Campuran SMA Tanpa Serat Gelas
  - 16.2. Perhitungan *Marshall Test* Campuran SMA Dengan Serat Gelas 0,3%
  - 16.3. Perhitungan *Marshall Test* Campuran SMA pada Kadar Aspal Optimum
  - 16.4. Perhitungan *Marshall Test* dari Hasil *Immersion Test*

## INTISARI

*Di Indonesia yang umumnya pembangunan atau peningkatan jalan banyak menggunakan aspal minyak dengan penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat, masih dijumpai banyak kelemahan-kelemahan berupa kerusakan-kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui oleh lalu lintas sehingga jalan tersebut tidak mencapai umur rencana.*

*Teknologi SMA (Split Mastic Asphalt) sebagai lapis permukaan dinilai oleh para ahli banyak kelebihan seperti tahan terhadap oksidasi, tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi, cukup fleksibel, aman dan mampu melayani lalu lintas berat. Serat selulosa yang umumnya digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran SMA (Split Mastic Asphalt) dihasilkan dari pengolahan kayu sebagai bahan dasarnya yang masih menggunakan sumber daya alam dalam proses produksinya sehingga perlu dikembangkan penggunaan bahan sintesis sebagai alternatif pengganti serat selulosa.*

*Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan serat gelas sebagai bahan pengganti serat selulosa pada campuran SMA (Split Mastic Asphalt) dengan gradasi 0/11. Perilaku campuran SMA tersebut diukur dari nilai Stabilitas, flow, VITM, VFWA, Density dan Marshall Quotient.*

*Dari hasil penelitian di laboratorium, pada campuran SMA dan serat gelas 0,3% dengan gradasi tengah 0/11 dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% didapat nilai Stabilitas maksimum 1183,090 kg pada kadar aspal 6,5%, nilai flow maksimum 3,70 mm pada kadar aspal 6,5%, nilai VITM maksimum 6,435% pada kadar aspal 5,5%, nilai VFWA maksimum 87,329% pada kadar aspal 7,5%, nilai Density maksimum 2,298 gr/cc pada kadar aspal 7,5% dan nilai Marshall Quotient maksimum 393,906 kg/mm pada kadar aspal 7,5%.*

*Dari hasil evaluasi campuran SMA dengan serat gelas 0,3% dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,644% sedangkan campuran SMA tanpa serat gelas diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,476%. Secara umum dari hasil pengujian di laboratorium pemakaian serat gelas sebagai bahan pengganti serat selulosa dalam campuran SMA (Split Mastic Asphalt) memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh Bina Marga.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknologi transportasi, khususnya konstruksi-konstruksi jalan raya telah mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini ditandai dengan semakin lancarnya arus transportasi darat.

Kehandalan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat diharapkan untuk menghadapi tantangan dalam peningkatan kuantitas dan kualitas jalan yang akan dibangun dan dalam masa pemeliharaan. Untuk itu telah lahir suatu teknologi konstruksi lapis perkerasan permukaan jalan raya yang dikembangkan di Jerman pada tahun 1960-an, yaitu SMA + S (*Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah Serat Selulosa). Teknologi konstruksi ini telah diakui oleh pakar dan praktisi jalan pada negara yang sudah maju. Teknologi SMA sebagai lapis permukaan dinilai oleh para ahli banyak kelebihan seperti tahan terhadap oksidasi, tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi, cukup fleksibel, aman dan mampu melayani lalu lintas berat.

Pemerintah Indonesia pun telah mengembangkan SMA + S jenis 0/11 yang biasa dipakai untuk lapis permukaan pada jalan baru dan menggunakan serat selulosa sebagai bahan tambah pada campurannya. Serat selulosa dihasilkan dari pengolahan kayu sebagai bahan dasar sehingga dalam proses produksinya masih mengandalkan sumber daya alam. Karena adanya keterbatasan penggunaan

sumber daya alam tersebut, perlu dikembangkan penggunaan bahan sintetis sebagai pengganti serat selulosa.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari alternatif pengganti serat selulosa. Dalam hal ini bahan yang dipakai adalah serat gelas sebagai bahan tambah pada campuran SMA (*Split Mastic Asphalt*) yang diharapkan mampu memberikan kinerja yang sama atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan penggunaan serat selulosa sebagai bahan tambah pada campuran SMA.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perilaku serta pengaruh penggunaan serat gelas sebagai bahan pengganti serat selulosa pada nilai marshall terhadap kualitas campuran SMA yang memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh Bina Marga.

### **1.3. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memperoleh manfaat dan mengetahui apakah serat gelas dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti serat selulosa pada SMA untuk campuran beton aspal.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian ini dititik beratkan sesuai dengan tujuan penelitian. Agar pembahasan tidak meluas, maka di dalam penelitian ini terbatas pada pengaruh serat gelas pengganti serat selulosa pada campuran SMA terhadap uji marshall

untuk campuran SMA dengan bahan ikat aspal AC 60/70. dan penelitian ini meliputi : stabilitas, *flow*, *vitm*, *density* dan *quotient marshall*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Perkerasan Jalan

Sylvia Sukirman (1999) menyatakan bahwa berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan atas dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Penggunaan sistem konstruksi di atas, dihubungkan dengan kondisi di tiap-tiap tempat yang akan dibangun jalan, terutama sesuai dengan bahan yang mudah atau masih dapat diperoleh di tempat itu.

## 2.2. Aspal

Ir. Soeprapto Tm, M.Sc. (1994) menyatakan aspal merupakan campuran dari Hidrogen (H) dan Carbon (C) yang sangat kompleks. Dalam kondisi *unsaturated*, perubahan sifatnya perlu diperhatikan reaktifitasnya terhadap O<sub>2</sub>.

Menurut Sylvia Sukirman (1999), aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

Rachmawati, ND dan Sugandono, J (2001) meneliti penggunaan serat serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat selulosa pada campuran SMA dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% didapatkan kadar aspal optimum 6,67%.

## 2.3. Agregat

Sylvia Sukirman (1999) mendefinisikan bahwa agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Sylvia Sukirman (1999) juga menyebutkan bahwa berdasarkan proses pengolahannya agregat yang dipergunakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu agregat alam (*natural aggregate*), agregat dengan proses pengolahan (*manufacture aggregate*) dan agregat buatan yang diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu (*stone crusher*).

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*).
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman.

#### **2.4. Filler**

Ir. F.A. Mudjiono CES (1994) menjelaskan bahwa *filler* adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal. Didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0.074) dan bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur *Portland Cement* atau lainnya.

## 2.5. SMA (*Split Mastic Asphalt*)

*Split Mastic Asphalt* adalah aspal yang terdiri atas campuran agregat, aspal, dan bahan aditive yang dicampur di AMP dalam panas, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. prosentase fraksi kasar/CA yang tinggi (70%-80%) dan memiliki gradasi terbuka (*open graded*).
2. kadar aspal dan kekentalan dari aspal tinggi (6,5%-7,5%) sehingga tebal filler aspal cukup tebal.
3. memerlukan agregat filler yang cukup banyak.
4. memerlukan bahan tambah untuk stabilisasi bitumen.

SMA memiliki 3 tipe menurut ukurannya sebagai berikut:

1. SMA 0/11: dengan ukuran maksimum agregat 11 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2,5-5 cm umumnya dipakai untuk lapisan *wearing course* pada jalan baru.
2. SMA 0/8: dengan ukuran maksimum agregat 8 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2-4 cm umumnya dipakai untuk lapisan ulang (*overlay*) dan *wearing course* pada jalan lama.
3. SMA 0/5: dengan ukuran maksimum agregat 5 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 1,5-3 cm umumnya dipakai sebagai lapis permukaan tipis untuk tujuan pemeliharaan dan perbaikan jalan

(Sumber : Modul PT. Sarana Karya Rekacipta, Custom Fibre CF-31500, 1992, Jakarta, Indonesia).

## 2.6. Bahan Tambah

Menurut Ir. Moh. Ali Khoirudin (1993), bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran aspal yang fungsinya untuk memperbaiki sifat-sifat aspal minyak sehingga agar fungsi dari bahan tambah tersebut terpenuhi perlu dilakukan modifikasi, modifikasi tersebut dibuat dalam dua kelompok sebagai berikut ini:

1. modifikasi sifat adhesi aspal dengan *tensio-active additive* (tegangan aktif bahan tambah).
2. modifikasi sifat adhesi permukaan agregat dengan cara mekanis menggunakan larutan air semen atau larutan kapur.

Dari kedua modifikasi diatas yang banyak digunakan adalah dengan modifikasi yang pertama yaitu dengan menggunakan bahan tambah pada SMA. Menurut Perumalsamy N. Balaguru dan Surendra P. Shah (1992), bahan yang sering ditambahkan pada konstruksi bangunan adalah serat. Berikut ini adalah beberapa macam serat yang yang bisa dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1. serat alam, antara lain:
  - a. serat selulosa (serat kayu)
  - b. serat serabut kelapa
  - c. serat ijuk
  - d. serat bambu
  - e. serat rami
  - f. serat rumput gajah, dll
2. serat buatan, antara lain:



- a. serat gelas
- b. serat karbon
- c. serat polimer

Dari beberapa macam serat diatas, serat selulosa sering digunakan sebagai bahan tambah pada SMA. Serat selulosa adalah serat yang dihasilkan dari proses ekstraksi batang pohon yang disebut pulping baik secara mekanik, kimia atau semi kimia. Dari hasil ekstraksi tersebut akan dihasilkan serat yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiga unsur tersebut mampu bereaksi dengan aspal minyak dan bisa berfungsi untuk menstabilkannya.

Pada penelitian ini digunakan serat gelas sebagai bahan tambah pengganti serat selulosa. Menurut Kenneth G. Budinski (1989), Serat gelas adalah bahan sintetik yang dibuat dengan cara mengalirkan cairan gelas yang mempunyai bahan penyusun utama magnesium, alumina, dan silika melalui lubang dengan diameter tertentu. Cairan yang keluar dari lubang-lubang tersebut setelah mengeras akan menjadi serat gelas yang mempunyai ukuran  $\leq 0.1$  mm. Serat gelas ini dipakai untuk menggantikan serat selulosa yang merupakan bahan organik yang harus diolah dari alam, dan mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan serat selulosa.

Perumalsamy N. Balaguru dan Surendra P. Shah (1989) menerangkan beberapa sifat dari serat gelas antara lain :

1. tahan terhadap asam dan alkali
2. mampu bereaksi dengan aspal
3. tahan terhadap suhu tinggi

4. kekuatan tarik besar
5. tahan terhadap oksidasi

Dari beberapa sifat yang dimilikinya maka serat gelas dapat digunakan sebagai alternatif pengganti serat selulosa pada campuran SMA.

## 2.7. Penelitian Terdahulu Tentang Serat Selulosa

Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001) telah meneliti campuran SMA + Serat Selulosa dibandingkan dengan campuran SMA + serat serabut kelapa. Hasil penelitian dari campuran SMA + serat selulosa dengan menggunakan uji Marshall adalah yang hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2.1. Hasil Test Marshall pada campuran SMA + serat Selulosa 0,3%

Kadar Aspal (%)	Kadar Serat (%)	Stabilitas (Kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	VMA (%)
5,5	0,3	1373,22	4,42	71,82	2,29	604,70	2,35	15,69
6,0	0,3	1421,66	5,59	68,40	2,71	581,39	2,31	17,66
6,5	0,3	1556,58	4,26	75,11	3,81	320,15	2,33	17,44
7,0	0,3	1231,19	4,51	75,56	2,80	445,49	2,31	18,58
7,5	0,3	1400,41	1,46	91,38	2,64	555,51	2,37	16,92

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

### 1. Stabilitas

Pengaruh penambahan serat selulosa pada campuran SMA terhadap stabilitas memiliki nilai maksimum sebesar 1556,56 kg pada kadar aspal 6,5% dan nilai minimum sebesar 1231,19 kg pada kadar aspal 7,0% dan semuanya memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga yaitu  $\geq 750$  Kg.

## 2. Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) yang terjadi pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2,0 – 4,0 mm dengan nilai *flow* maksimum sebesar 3,81 mm dan nilai minimum sebesar 2,29 mm.

## 3. *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* yang digunakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai *Marshall Quotient* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa tidak sesuai dengan spesifikasi Bina Marga yaitu 190 – 300 Kg/mm.

## 4. *Air Void* (VITM)

*Air Void Void In Mix* menunjukkan banyaknya rongga udara yang ada dalam campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa *Air Void* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3,0% - 5,0% dengan nilai VITM maksimum sebesar 5,59% dan nilai VITM minimum sebesar 1,46%.

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

*Void Filled With Asphalt* (VFWA) adalah banyaknya rongga yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VFWA untuk campuran SMA tanpa serat selulosa hanya pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 75% - 85%. Nilai maksimum yang didapat sebesar 91,38% dan nilai minimum sebesar 68,40%.

## 6. Kepadatan (*Density*)

Dari hasil percobaan terlihat bahwa kepadatan dari campuran SMA dengan serat selulosa memiliki nilai kepadatan yang hampir sama/rapat. Dengan semakin tinggi nilai *Density* maka nilai stabilitasnya juga semakin tinggi.

## 7. *Void in The Mineral Aggregate* (VMA)

VMA adalah rongga yang terletak di dalam ruang antar agregat. Nilai VMA yang didapat dari hasil penelitian dari campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memiliki nilai maksimum pada kadar aspal 7,0% sebesar 18,58% dan nilai minimum pada kadar aspal 5,5% sebesar 15,69%.

8. Dari hasil penelitian didapatkan kadar aspal optimum untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa sebesar 6,87 %.

Suryadi (1995) juga telah melakukan penelitian mengenai campuran SMA + Serat Selulosa dibandingkan dengan campuran SMA tanpa serat selulosa dengan menggunakan uji Marshall yang hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2.2. Hasil Test Marshall pada Campuran SMA + Serat Selulosa 0,3%

A.C (%)	Code	Stability (kg)	Flow (mm)	Air Void (%)	Bit. Film Thick.	Absorb Bit. (%)	Eff. A.C. (%)	Unit Weight (gr/cm <sup>3</sup> )
6.2	6.2+CF1	1007	3.44	4.84	10.09	0.44	5.76	2.279
	6.2+CF2	992	3.40					
	6.2+CF3	1026	3.39					
	AVE	1008	3.41					
6.5	6.5+CF1	1060	3.71	4.15	10.65	0.44	6.06	2.286
	6.5+CF2	1026	3.62					
	6.5+CF3	1016	3.47					
	AVE	1034	3.60					
6.8	6.8+CF1	901	3.7	3.50	11.21	0.44	6.36	2.292
	6.8+CF2	877	3.6					
	6.8+CF3	911	4.1					
	AVE	896	3.8					

7.1	7.1+CF1	887	4.2	3.38	11.78	0.44	6.66	2.285
	7.1+CF2	901	4.9					
	7.1+CF3	901	4.7					
	AVE	896	4.6					

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 2.3. Hasil Test Marshall pada Campuran SMA Tanpa Serat Selulosa

A.C (%)	Code	Stability (kg)	Flow (mm)	Air Void (%)	Bit. Film Thick.	Absorb Bit. (%)	Eff. A.C. (%)	Unit Weight (gr/cm <sup>3</sup> )
6.2	6.2+CF1	1390	5.1	4.59	10.09	0.44	58.76	2.285
	6.2+CF2	1007	4.5					
	6.2+CF3	1184	4.7					
	AVE	1194	4.8					
6.5	6.5+CF1	1107	4.8	3.69	10.65	0.44	6.06	2.297
	6.5+CF2	1122	4.9					
	6.5+CF3	1232	5.0					
	AVE	1154	4.9					
6.8	6.8+CF1	1246	6.1	3.24	11.21	0.44	6.36	2.298
	6.8+CF2	1266	5.2					
	6.8+CF3	1276	5.6					
	AVE	1262	5.6					
7.1	7.1+CF1	1051	5.5	3.30	11.78	0.44	6.66	2.287
	7.1+CF2	1107	6.3					
	7.1+CF3	1050	5.8					
	AVE	1069	5.87					

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

### 1. Stabilitas

Pengaruh penambahan serat selulosa pada campuran SMA terhadap stabilitas ternyata hasilnya lebih rendah dibandingkan campuran SMA tanpa serat selulosa, tapi kedua campuran tersebut memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu  $\geq 750$  kg.

### 2. Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) yang terjadi pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2,0 – 4,0 mm. Sedangkan campuran tanpa serat selulosa ternyata kelelahan yang terjadi lebih besar dari

spesifikasi Bina Marga. Jadi bisa disimpulkan bahwa campuran dengan bahan tambah serat selulosa lebih stabil daripada campuran tanpa serat selulosa.

### 3. *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* yang digunakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa nilai *Marshall Quotient* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa lebih stabil atau sesuai dengan spesifikasi yaitu 1,9 – 3,0 kN/mm. Sedangkan campuran yang tanpa serat tidak memenuhi spesifikasi dari Bina Marga.

### 4. *Air Void* (VITM)

*Air Void Void In Mix* menunjukkan banyaknya rongga udara yang ada dalam campuran. Dari hasil penelitian didapat bahwa *Air Void* pada campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa maupun tanpa serat selulosa memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3,0% - 5,0%. Tetapi *Air Void* pada campuran SMA dengan serat selulosa lebih besar dibanding dengan pada campuran SMA tanpa serat selulosa. Hal ini memungkinkan pemakaian kadar aspal lebih tinggi sehingga bisa menambah durabilitas perkerasan.

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

*Void Filled With Asphalt* (VFWA) adalah banyaknya rongga yang dapat diisi oleh aspal. Nilai VFWA untuk campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata lebih besar dibanding dengan campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa tetapi keduanya masih sesuai dengan spesifikasi Bina Marga yaitu 75% - 85%.

6. Kepadatan (*Density*)

Dari hasil percobaan terlihat bahwa kepadatan dari campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata lebih tinggi dibanding dengan campuran SMA dengan serat selulosa. Dengan semakin tinggi nilai *Density* maka nilai stabilitasnya juga semakin tinggi.

7. Dari hasil penelitian didapatkan kadar aspal optimum untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat selulosa sebesar 6,6%, sedangkan untuk campuran SMA tanpa serat selulosa ternyata kadar aspal optimumnya tidak bisa ditentukan karena berdasarkan hasil test Marshall parameter keelehan (*flow*) tidak sesuai dengan spesifikasi Bina Marga sehingga tidak bisa dibuat grafik kadar aspal optimumnya.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar setelah dipadatkan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, yang selanjutnya beban tersebut diteruskan dan disebarkan kelapisan tanah dasar (*subgrade*), agar tanah mendapat tekanan tidak melampaui daya dukung tanahnya. Perkerasan dapat dikelompokkan dalam tiga jenis yaitu sbb:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat yang terdiri dari beberapa lapis sebagai berikut:
  - a. Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan. Tanah dasar pada seluruh lebar jalan dapat berada pada : daerah galian, daerah timbunan, daerah galian dan timbunan, atau permukaan tanah.
  - b. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah, bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).
  - c. Lapis pondasi (*base course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.
  - d. lapis permukaan (*surface course*) adalah bagian perkerasan yang paling atas. Sebagai lapis teratas, lapis ini akan berhubungan langsung dengan



roda kendaraan. Untuk itu fungsi lapis ini dapat meliputi seluruhnya atau sebagian dari fungsi struktural dan fungsi non struktural.

2. konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan dengan menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat.
3. perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu merupakan kombinasi lentur dengan perkerasan kaku.

### **3.2. Karakteristik Campuran**

Karakteristik dari lapis perkerasan tidak bisa dilepaskan dari pemahaman yang baik dari sifat bahannya, sehingga didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman, dan nyaman untuk melayani lalu lintas. Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh split mastic aspal dengan bahan tambah serat gelas yaitu:

#### **3.2.1. Stabilitas**

Stabilitas lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja.

#### **3.2.2. Keawetan (Durabilitas)**

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap iklim dan keausan akibat beban lalu lintas dan juga karena adanya sifat aspal yang dapat berubah karena

oksidasi maupun perubahan sifat campuran oleh air. Pada umumnya durabilitas yang baik dapat diperoleh dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang baik pada campuran perkerasan.

### **3.2.3. Kelenturan (Fleksibilitas)**

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

1. Penggunaan agregat yang bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

### **3.2.4. Ketahanan Kelelahan (Fatigue Resistance)**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang menyebabkan terjadinya alur (*rutting*) dan retak (*cracking*).

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah VIM yang tinggi dengan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat juga VMA yang tinggi dengan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

### 3.2.5. Kemudahan Pelaksanaan (Workability)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. Gradasi agregat, agregat yang bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.

## 3.3. Nilai Struktur Campuran Aspal

### 3.3.1. Syarat-syarat Kekuatan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban harus memenuhi syarat sebagai berikut ini:

1. Kedap air, agar air dapat meresap kedalam lapisan dibawahnya.
2. Memiliki stabilitas yang cukup dan dapat memikul beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi, bergelombang atau desakan ke samping.
3. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke *base course*.
4. Permukaan mudah mengalirkan air sehingga air hujan dapat cepat mengalir.
5. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.

6. Campuran aspal harus mempunyai nilai keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca.

Untuk dapat memenuhi syarat tersebut di atas, perencanaan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Perencanaan masing-masing tebal perkerasan.
2. Berdasarkan daya dukung base course, beban lalu lintas, keadaan lingkungan dan jenis lapisan yang dipilih.
3. Analisis campuran bahan.
4. Berdasarkan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.
5. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pemadatan.

#### **3.4. SMA (*Split Mastic Asphalt*)**

Bahan utama perkerasan lentur *Split Mastic Asphalt* adalah agregat dan aspal sebagai bahan pengikat kemudian ditambahkan dengan serat selulosa yang fungsinya untuk menstabilkan aspal (memperbaiki sifat-sifat aspal minyak) dan serat selulosa ini tidak dikategorikan sebagai bahan substitusi agregat. Perbandingan pemakaian agregat dan aspal tergantung pada kebutuhan dan jenis perkerasan.

### 3.4.1. Spesifikasi Teknik (Bina Marga)

Karakteristik dari *Split Mastic Asphalt* adalah sebagai berikut ini:

1. Agregat kasar dengan ukuran  $> 2$  mm dengan jumlah fraksi tinggi antara 70% hingga 80%.
2. *Mastic* aspal berupa campuran agregat halus, *filler*, aspal dan bahan tambah akan membentuk lapisan film yang tebal.
3. Menggunakan serat selulosa yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat aspal.

### 3.4.2. Sifat-sifat SMA (*Split Mastic Asphalt*)

1. Mampu melayani lalu lintas berat:
  - a. Stabilitas Marshall :  $> 750$  kg
  - b. Kelelahan (*Flow*) : 2 - 4 mm
2. Tahan terhadap oksidasi.  
Lapisan film aspal tebal :  $> 10\mu$ .
3. Tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi.  
Nilai stabilitas dinamis :  $> 1500$  lintasan/mm.
4. Kelenturan.  
Marshall Quotient : 190-300 kg/mm.
5. Tahan terhadap cuaca panas.  
Titik lembek (aspal + serat selulosa) :  $> 60^{\circ}$  C.
6. Kedap air.
  - a. Rongga Udara : 3 - 5%.
  - b. Indek Perendaman :  $> 75\%$ .
7. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi.

Kadar agregat kasar : cukup tinggi.

Viskositas aspal : cukup tinggi.

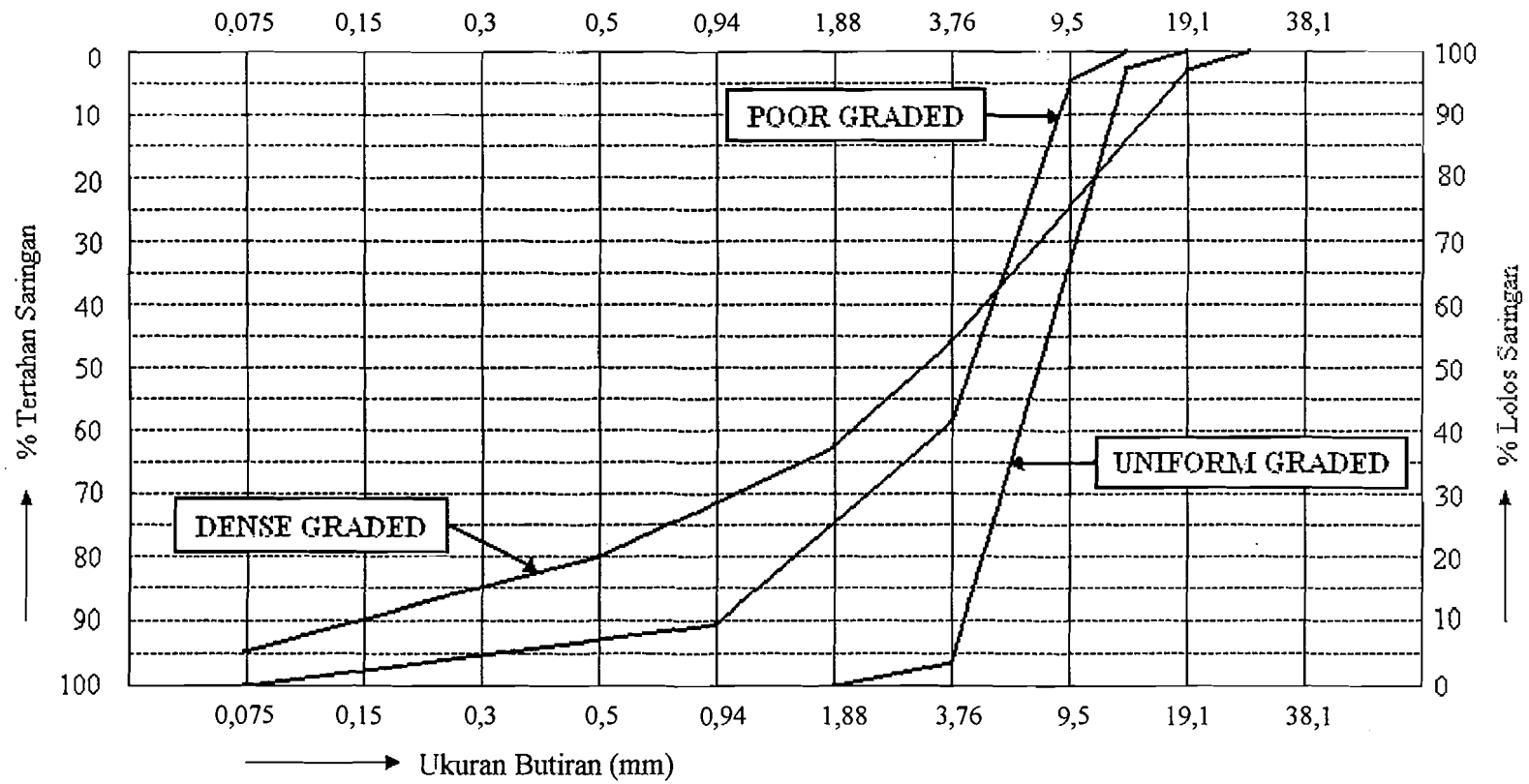
### **3.4.3. Bahan Pendukung**

#### **3.4.3.1. Agregat**

Penelitian-penelitian telah membuktikan bahwa daya resap (permeabilitas) suatu campuran yang sangat menentukan daya tahannya itu tidak saja bergantung daripada volume rongga-rongga udara tapi ditentukan pula oleh gradasi agregatnya. Gradasi distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga udara antar butir yang menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Pada umumnya gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*), adalah agregat dengan ukuran butiran yang hampir sama sehingga dinamakan juga bergradasi terbuka.
2. Gradasi rapat (*dense graded*), campuran agregat kasar dan halus dalam porsi berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik.
3. Gradasi buruk (*poor graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi kedua kategori diatas. Sering juga dinamakan bergradasi senjang karena ada satu fraksi butiran yang hilang.



Sumber : Jalan Raya Bagian III. KMTS UGM, 1971, Jogyakarta

Gambar 3.1 Grafik Gradasi Agregat

Adapun mutu agregat yang disyaratkan adalah sebagai berikut ini:

1. Kehilangan berat akibat mesin Los Angeles (PB.0206-76) maks. 40 %.
2. Kelekatan agregat terhadap aspal (PB.0206-76) minimal 95%.
3. Non plastis.

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.1. Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	maks. 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	> 95%
3	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
4	Berat jenis	min. 2,5

Sumber : Dirjen Bina Marga, Laston, 378/KPTS/1987

Tabel 3.2. Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyucapan agregat terhadap air	maks. 3%
2	Berat jenis semu	min.2,5
3	Sand equivalent	min. 50

Sumber : Dirjen Bina Marga, Laston, 378/KPTS/1987

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi rapat atau menerus. Spesifikasi gradasi dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini.



Tabel 3.3. Spesifikasi gradasi SMA 0/11

No. Saringan		% Lolos Saringan		
inch	mm	Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler
½	12,7	100	-	-
7/16	11,2	60 – 70	90 – 100	-
5/16	8,0	0 – 20	80 – 100	-
#4	5,0	-	48 – 65	-
#10	2,0	-	15 – 40	100
#25	0,71	-	-	95 – 100
#60	0,25	-	-	90 – 100
#170	0,09	-	-	65 - 100

Sumber : Dirjen Bina Marga, DPU

#### 3.4.3.2. Aspal

Aspal semen pada temperatur ruang (25-30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung pada proses pembuatannya dan jenis minyak bumi aslinya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya. Pada penelitian pengaruh penggunaan serat gelas sebagai bahan tambah pada campuran SMA ini digunakan aspal AC 60-70, yaitu *Asphalt Concrete* dengan nilai penetrasi antara 60-70. Syarat-syarat dari aspal tersebut dapat dilihat dalam tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4. Persyaratan Aspal AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	
		Min	Maks
1	Penetrasi (25°C, 5 dt)	60	79
2	Titik Lembek °C (ring & ball)	48	58
3	Titik Nyala °C (clev. open cup)	200	-
4	Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	-	0,4
5	Kelarutan dalam CCl <sub>4</sub>	99	-
6	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	100	-
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-
8	Berat Jenis (25°C)	1	-

Sumber : Dirjen Bina Marga Laston, 378/KPTS/1987

#### 3.4.3.3. Filler

*Filler* adalah bahan halus berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa debu batu, semen, debu kapur atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering.

#### 3.4.3.4. Bahan Tambah (*Additive*)

Sebagai bahan tambah didalam campuran SMA adalah serat gelas dengan kadar berkisar antara 0,1% - 0,5% terhadap total campuran. Persyaratan utama yang harus dipenuhi serat gelas sebagai bahan tambah pengganti serat selulosa pada campuran beton aspal panas harus memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu sebagai berikut ini.

1. Mudah terdistribusi secara merata dalam campuran kering beton aspal panas pada temperatur 160-170°C.

2. Dapat dipisahkan kembali dari campuran beton aspal panas.
3. Dengan kadar 0,3% terhadap total berat campuran beton aspal panas dengan ketahanan aspal terhadap temperatur atau titik lembek.
4. Tahan terhadap temperatur campuran beton aspal sampai dengan suhu 250°C minimal selama waktu pencampuran.

## **BAB IV**

### **HIPOTESA**

*Split Mastic Asphalt* merupakan salah satu campuran agregat, aspal, filler dan serat selulosa yang sering digunakan salah satu komponen lapis lentur.

Serat gelas merupakan partikel yang memiliki fungsi dan karakteristik yang hampir sama dengan serat selulosa yaitu untuk menstabilkan aspal atau memperbaiki sifat-sifat aspal minyak dalam campuran SMA (*Split Mastic Asphalt*). Dengan menambahkan serat gelas dalam campuran SMA, maka diharapkan dapat meningkatkan kekuatan campuran SMA tersebut.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

#### **5.1. Bahan dan Alat**

##### **5.1.1. Bahan**

Bahan agregat, *filler* dan aspal yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta. Serat gelas diperoleh dari toko bahan kimia dan menggunakan aspal AC 60/70 produksi Pertamina Cilacap.

##### **5.1.2. Alat**

Peralatan yang digunakan adalah semua alat yang berada di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang terkait dengan material dan tujuan penelitian ini.

#### **5.2. Metode Penelitian**

##### **5.2.1. Pengujian Agregat (Kasar dan Halus)**

##### **5.2.1.1. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no.12 terhadap berat semula, satuannya dalam % dan pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T-96-74.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini:

1. Mesin Los Angeles.
2. Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28 in) panjang dalam 51 cm (20 in). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlobang untuk memasukkan benda uji. Penutup logam tertutup rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di dalam silinder terdapat bilah baja melintang setinggi 8,9 cm (3,56 in).
3. Saringan no. 12.
4. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
5. Bola baja sebanyak 11 buah dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat bola baja antara 390 gram sampai 445 gram.
6. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

Benda Uji:

1. Berat benda uji 500 gram, dan
2. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.

Pemeriksaan:

1. Benda uji dan bola baja dimasukkan kedalam mesin Los Angeles
2. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, mesin berputar sebanyak 500 putaran, dan
3. Setelah selesai pemutaran benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12, butiran yang tertahan kemudian ditimbang dan hasilnya  $>40\%$ .

Spesifikasi:

Hasil yang didapat harus kurang dari 40% total berat benda uji.

#### 5.2.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat kasar, pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-85-81.

1. Berat jenis (*bulk specific gravity*), ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinyasama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*), adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
4. penyerapan adalah presentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat agregat kering.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini:

1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no. 6 atau no. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
3. Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa, sehingga air selalu tetap.

4. Alat pembersih.
5. Timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
6. Saringan no.4.

**Benda uji:**

Benda uji adalah agregat yang tertahan oleh saringan no.4 didapat dari alat pemisah contoh atau cara seperempat, sebanyak kira-kira 1 kg.

**Pemeriksaan sebagai berikut ini:**

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0,3 gram (Bk).
4. Rendam benda uji dalam air dengan suhu kamar selama 4 jam.
5. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain sampai selaput air dalam permukaan hilang (SSD). Untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Timbang berat benda uji kering permukaan jenuh (Bk).
7. Letakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25)°C.



Spesifikasi:

Hasil yang didapat harus  $> 2,5$  gr cc untuk berat jenis semu dan  $< 3\%$  untuk peresapan agregat terhadap air.

### 5.2.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat halus, pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-84-74.

1. Berat jenis (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat kering pada suhu tertentu.
4. Penyerapan ialah presentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini:

1. Timbangan kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.

3. Kerucut terpancung (*cone*), diameter bagian atas ( $40 \pm 3$ )mm, diameter bagian bawah ( $90 \pm 3$ ) dan tinggi ( $75 \pm 3$ )mm, dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
4. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat ( $340 \pm 15$ ) gram diameter permukaan penumbuk ( $25 \pm 3$ ) mm.
5. Saringan No 4.
6. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai ( $110 \pm 5$ )°C.
7. Bejana tempat air.
8. Pompa hampa udara (vacum pump) atau tungku.
9. Pengatur suhu dengan ketelitian pembacaan 1° C.
10. Air suling.
11. Desikator.

Benda uji :

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara seperempat sebanyak 100 gram.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu ( $110 \pm 5$ )° C sampai berat tetap. Yang dimaksud dengan tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%. Didinginkan pada suhu ruang, kemudian direndam dalam air selama ( $24 \pm 4$ ) jam.

2. Air perendam dibuang dengan hati-hati, jangan sampai ada butiran yang hilang kemudian ditaburkan diatas talam dan dikeringkan diudara panas dengan cara benda uji dibalik-balik. Pengeringan dilakukan sampai terjadi kering permukaan jenuh.
3. Pemeriksaan keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan ke dalam kurucut terpancung sebanyak 1/3 bagian dan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 9 kali, kemudian diisi lagi 1/3 bagian dan ditumbuk 7 kali diisi sampai penuh dan dipadatkan sebanyak 5 kali kemudian kerucut diangkat. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, benda uji dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 500 gram kemudian ditambah air suling sampai 90% isi piknometer, diputar sampai diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
5. Piknometer direndam dalam air dan suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25° C.
6. Ditambahkan air sampai mencapai tanda batas.
7. Piknometer yang berisi air dan benda uji ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ$  C sampai berat tetap kemudian didinginkan dalam desikator.
9. Setelah benda uji dingin kemudian ditimbang (Bk)

10. Menentukan berat piknometer berisi air penuh dan mengukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C (B).

Spesifikasi :

Hasil yang didapat harus > 2,5 gram/cc untuk berat jenis semu dan < 3% untuk peresapan agregat terhadap air.

#### 5.2.1.4. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan, dan penelitian ini mengikuti prosedur AASHTO T-182.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini:

1. Wadah untuk mengaduk, kapasitas minimal 500 ml.
2. Timbangan dengan kapasitas 200 gram, ketelitian 0,1 gram.
3. Pisau pengaduk baja (spatula) lebar 1" dan panjang 4".
4. Tabung gelas kimia kapasitas 600ml.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu  $(150 \pm 1)^\circ \text{C}$ .
6. Saringan 6,3 mm (1/4") dan 9,5 mm (3/8").
7. Termometer logam  $\pm 200^\circ \text{C}$ .
8. Air suling dengan pH 6,0-7,0.

Benda uji sebagai berikut ini:

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 3/8" dan tertahan pada saringan 5/16" sebanyak  $\pm 100$  gram.

2. Benda uji dicuci dengan air suling dan dikeringkan pada suhu  $135^{\circ}\text{C}$  sampai  $149^{\circ}\text{C}$  hingga berat tetap. Disimpan dalam tempat tertutup rapat.
3. Untuk pelapisan agregat basah perlu ditentukan berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan dari agregat kasar.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji diambil sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam wadah, diisi dengan aspal sebanyak  $5,5 \pm 0,2$  gram yang telah dipanaskan sampai pada suhu yang diperlukan. Kemudian aspal dan benda uji diaduk dengan spatula selama 2 menit.
2. Adukan beserta wadahnya dimasukkan kedalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam , selama proses ini lobang angin pada oven harus dibuka. Setelah 2 jam adukan beserta wadahnya dikeluarkan dari oven dan diaduk lagi sampai dingin (suhu ruang).
3. Adukan tersebut dipindahkan kedalam tabung gelas kimia dan diisi dengan air suling sebanyak 400 ml, didiamkan selama 16 sampai 18 jam pada suhu ruang.
4. Selaput yang mengambang dipermukaan air diambil dengan tidak mengganggu agregat didalam tabung. Menerangi benda uji dengan lampu 75 watt, kemudian lampu diatur agar tidak menyilaukan akibat pantulan cahaya dari permukaan air. Memperkirakan prosentase luas permukaan yang masih terselaput aspal dengan cara melihat dari atas kebawah didalam tabung.

Spesifikasi:

Hasil yang didapat harus lebih besar 95%.

#### **5.2.1.5. Pemeriksaan Sand Equivalent**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Alat pemeriksaan sand equivalent terdiri dari silinder ukur, plastik tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat densifon.
2. Kaleng dengan diameter 57 ml dan isi 85 ml.
3. Corong dengan mulut yang lebar.
4. Jam dengan pembacaan sampai sekon.
5. Larutan  $\text{CaCl}_2$ , gliserin dan formaldehyde.

Benda uji sebagai berikut ini.

Pasir disaring dengan saringan No 4 dan butir-butir halus yang menempel harus dihancurkan hingga dapat melewati saringan No 4, pasir yang diperoleh dengan pemisah pasir kemudian dimasukkan kedalam wadah hingga penuh dan rata. Selama pengisian alas dari wadah diketuk-ketukkan ke meja agar terjadi konsolidasi, benda uji bisa disiapkan dalam keadaan kering udara atau keadaan aslinya atau tanpa dioven.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. 545 gram  $\text{CaCl}_2$  dicampur dengan 0,5 galon aquades yang telah dididihkan kemudian didinginkan.

2. Melakukan penyaringan dengan menggunakan saringan No 12, kemudian menambahkan gliserin dan formaldehyde pada larutan yang disaring.
3. Mengencerkan 85 ml larutan menjadi satu galon dengan menambahkan aquades.
4. Memasukkan pasir ( $\pm 75$  cc) kemudian didiamkan selama  $10 \pm 1$  menit, kemudian mengocok secara mendatar sebanyak 90 kali, kemudian menambahkan larutan sampai skala 15.
5. Didiamkan selama 20 menit.
6. Dimasukkan beban kemudian dibaca skala beban.

Spesifikasi :

Hasil yang didapat harus  $> 50\%$ .

#### **5.2.1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar**

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

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 dari berat benda uji.
2. Satu set saringan : 12,70mm (1/2"); 11,20mm (7/16"); 8,00mm (5/16"); 5,00mm (4"); 2,00mm (10"); 0,71mm (25"); 0,25mm (60"); 0,90mm (170"); PAN.
3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
4. Alat pemisah contoh.
5. Mesin pengguncang saringan.
6. Kuas sikat dan sendok.

Benda uji:

Benda uji diperoleh dari hasil analisa saringan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 + 5)^{\circ}$  C sampai konstan.
2. Saring benda uji dengan menyusun saringan mulai yang paling kecil dibawah. saringan dengan mesin pengguncang selama  $\pm 5$  menit.

Tabel 5.1. Analisa Saringan Berdasar Spesifikasi Bina Marga

No Saringan		Tertahan Saringan (%)	Kumulatif Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch		tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	5	5	95	90	100
8.000	5/16"	32.5	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	22.5	60	40	30	50
2.000	# 10	15	75	25	20	30
0.710	# 25	6	81	19	13	25
0.250	# 60	4	85	15	10	20
0.090	# 170	4.5	89.5	10.5	8	13
	pan	10.5	100	0		

Sumber : Spesifikasi Direktorat Bina Marga

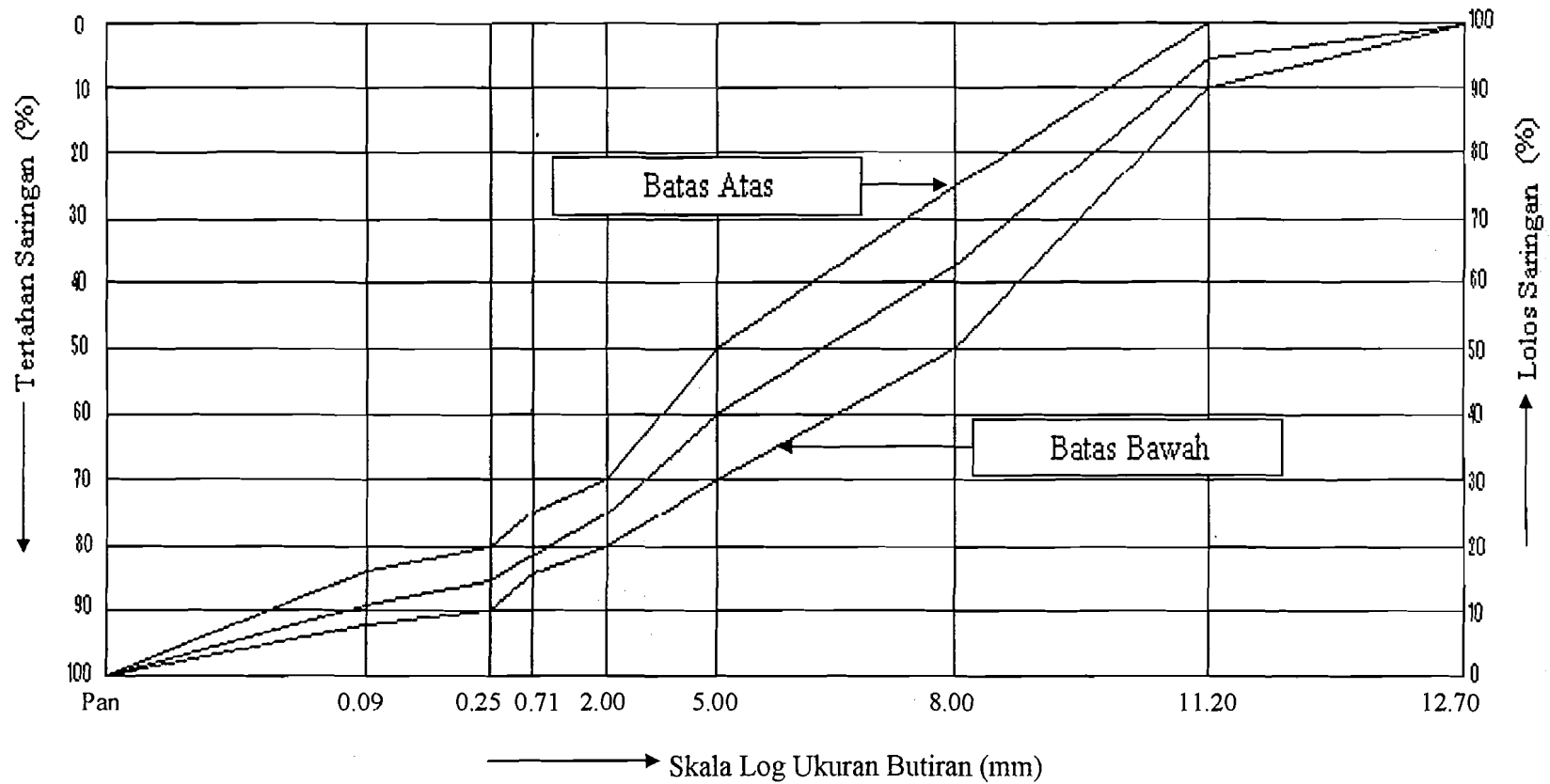
### 5.2.2. Pengujian Bitumen (Aspal)

Pada pangujian ini jenis aspal yang digunakan adalah AC 60-70 yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Jogjakarta.

Pengujian aspal dilaboratorium ini meliputi sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar.





Sumber : Spesifikasi Direktorat Bina Marga

Gambar 5.1. Grafik Spesifikasi Analisa Saringan Agregat

2. Pemeriksaan titik lembek aspal.
3. Pemeriksaan penetrasi aspal.
4. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam CCl<sub>4</sub>.
5. Pemeriksaan berat jenis aspal.

#### **5.2.2.1. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui titik nyala dan titik bakar dari aspal. Pada pengujian ini menggunakan aspal AC 60-70. Titik nyala didefinisikan sebagai : suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik permukaan aspal. Adapun titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer.
2. Cleveland open cup.
3. Pelat pemanas.
4. Sumber pemanas.
5. Penahan angin.
6. Nyala penguji.

Benda uji sebagai berikut ini.

1. Aspal dipanaskan sampai suhu  $\pm 160^{\circ}$  C atau sampai cair.
2. Kemudian aspal diisikan pada cawan cleveland sampai garis atas cawan.  
Gelembung udara yang ada pada permukaan cairan dipecahkan atau dihilangkan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Cawan diletakkan diatas plat pemanas dan sumber pemanas diatur tepat dibawah titik tengah cawan.
2. Cawan penguji diletakkan dengan jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
3. Termometer ditempatkan tegak lurus didalam benda uji dengan jarak 6,4 mm diatas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji. Kemudian mengatur termometer agar terletak pada jarak  $\frac{1}{4}$  diameter cawan dari tepi.
4. Menyalakan sumber pemanas dan mengatur pemanasan hingga suhu naik menjadi  $(15 \pm 1)^\circ \text{C}$  permenit sampai batas tertentu dibawah titik nyala perkiraan.
5. Menempatkan penahan angin didepan nyala penguji.
6. Kemudian mengatur kecepatan pemanasan  $5^\circ \text{C}$  sampai  $6^\circ \text{C}$  permenit pada suhu antara  $56^\circ \text{C}$  dan  $28^\circ \text{C}$  dibawah titik nyala perkiraan.
7. Nyala penguji dinyalakan dan diatur agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 mm sampai 4,8 mm.
8. Memutar nyala penguji sampai melewati permukaan cawan dalam waktu 1 detik. Ini dilakukan berulang-ulang setiap kenaikan  $2^\circ \text{C}$ .
9. Melanjutkan pekerjaan 6 dan 8 sampai terlihat nyala singkat pada satu titik diatas permukaan benda uji. Kemudian membaca termometer dan dicatat.
10. Melanjutkan pekerjaan 9 sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik diatas permukaan benda uji. Kemudian membaca suhu pada termometer dan dicatat.

### 5.2.2.2. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30° C sampai 200° C. Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan atau ter yang tertahan pada cincin yang berukuran tertentu, sehingga aspal atau ter tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kecepatan tertentu.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer
2. Cincin kuningan.
3. Bola baja, dengan diameter 5,93 mm dan berat 3,45 sampai 3,55 gram.
4. Bejana gelas, tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 8,5 cm dengan tinggi 12 cm.
5. Alat pengarah bola.
6. Dudukan benda uji.
7. Penjepit.

Benda uji sebagai berikut ini.

1. Contoh aspal dipanaskan dan diaduk hingga cair dan usahakan jangan sampai gelembung udara masuk. setelah cair merata kemudian dituang kedalam 2 buah cincin. Suhu pemanasan aspal tidak boleh melebihi 111° C diatas titik lembeknya. waktu pemanasan tidak boleh lebih dari 2 jam.
2. Dua buah cincin dipanaskan sampai suhu tuang dan meletakkan kedua cincin diatas plat kuningan yang telah diberi lapisan talk dan sabun.

3. Contoh dituangkan kedalam dua buah cincin kemudian didiamkan pada suhu sekurang-kurangnya  $8^{\circ}\text{C}$  dibawah titik lembeknya selama 30 menit.
4. Setelah dingin kemudian permukaan diratakan dengan pisau yang telah dipanaskan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji dipasang dan diatur diatas dudukannya dan diletakkan pengarah bola diatasnya. Kemudian seluruh peralatan tersebut dimasukkan kedalam bejana gelas. Bejana diisi air suling dengan suhu  $(5 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  hingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 mm sampai 108 mm. Meletakkan termometer yang sesuai dengan pekerjaan diantara benda uji (kurang lebih 12,7 mm dari tiap cincin). Jarak antara permukaan plat dasar dengan benda uji diatur sehingga jaraknya menjadi 25,4 mm.
2. Meletakkan bola-bola baja yang bersuhu  $25^{\circ}\text{C}$  diatas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
3. Memanaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi  $5^{\circ}\text{C}$  permenit. Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan rata-rata dari awal dan akhir pengujian ini. Untuk 3 menit yang pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melebihi  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Spesifikasi :

Hasil yang didapat untuk titik lembek minimal  $40^{\circ}\text{C}$  dan maksimal  $58^{\circ}\text{C}$ .



### 5.2.2.3. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek dengan memasukkan jarum tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam aspal pada suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti AASHTO T-49-68.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum bergerak naik turun dan dapat mengukur sampai 0,1 mm.
2. Pemegang jarum seberat  $(47,5 \pm 0,05)$  gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk penerapan.
3. Pemberat dari  $(50 \pm 0,05)$  gram dan  $(100 \pm 0,05)$  gram masing-masing dipergunakan untuk penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.
4. Jarum penetrasi dibuat dari stainless steel mutu 440c, atau HCR 54 sampai 60 dengan ukuran dan bentuk ujung jarum berbentuk kerucut terpancung.
5. Bak perendam (*water bath*)  
Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian lebih kurang  $0,1^{\circ}$  C. Bejana dilengkapi dengan plat dasar yang berlobang-lobang, terletak 50 mm diatas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm dibawah permukaan air dalam bejana.
6. Tempat air untuk benda uji ditempatkan dibawah alat penetrasi. Tempat tersebut mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk merendam benda uji.
7. Pengukur waktu (stop watch).

## 8. Termometer.

Benda uji:

Memaskan contoh berlahan-lahan serta mengaduk hingga cukup cair untuk dituang kemudian didiamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. Benda uji dibuat dua dan ditutup agar tidak kotor kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji diletakkan dalam tempat air yang kecil dan dimasukkan kedalam bak perendam dengan suhu yang ditentukan. Didiamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji besar.
2. Jarum penetrasi dibersihkan dengan toulene atau pelarut lain kemudian dikeringkan dengan lap bersih dan jarum tersebut dipasangkan pada pemegang jarum.
3. Meletakkan pemberat 50 gram diatas jarum untuk memperoleh beban sebesar  $(100 \pm 1)$  gram.
4. Jarum diturunkan hingga menyentuh permukaan benda uji, kemudian diatur angka 0 di arloji penetrometer.
5. Pemegang jarum dilepaskan dan serentak stop watch dijalankan selama jangka waktu  $(5 \pm 1)$  detik.
6. Arloji penetrometer diputar dan dibaca angka penetrasi yang berhimpit dengan jarum penunjuk. Dibulatkan hingga 0,1 mm terdekat.

7. Jarum dilepaskan dari pemegangnya dan disiapkan alat penetrasi untuk percobaan berikutnya.
8. Pekerjaan 1 sampai 6 dilakukan tidak kurang 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak lebih dari 1 cm.

Spesifikasi :

Hasil yang didapat minimal 60 mm dan maksimal 79 mm.

#### **5.2.2.4. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CC14**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam karbon tetraklorida atau karbon bisulfida.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Gooch Crucible ialah porselin berdiameter atas 4,4 cm mengecil kebawah dengan diameter dasar sekurang-kurangnya 3,6 cm, dengan tinggi bagian dalam 2,5 cm.
2. Atas dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam klorida.
3. Labu Erlenmeyer berkapasitas 125 ml.
4. Labu penyaring.
5. Tabung penyaring.
6. Tabung karet untuk menahan gooch crudible.
7. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 125° C.
8. Pompa hampa udara (vacum).
9. Desikator.



10. Karbon tetraklorida.
11. Amonium karbonat.
12. Batang pembersih.
13. Cawan porselin.

Benda uji sebagai berikut ini.

1. Mengambil contoh bitumen yang telah dikeringkan dibawah suhu penguapan air sekurang-kurangnya 2 gram.
2. Apabila bitumen keras, ditumbuk sekurang-kurangnya 4 gram dan diambil 2 gram.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Menimbang labu Erlenmeyer.
2. Karbon tetraklorida dituang 300 ml dalam benda uji sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga bitumen larut.
3. Tabung penyaring dimasukkan kedalam mulut labu erlenmeyer kemudian memasukkan gooch crudible kedalam tabung penyaring, kemudian menghubungkan labu pengering dengan pompa hampa udara. Mengisi gooch crudible dengan suspensi asbes dalam air, menghisap dengan menggunakan pompa hampa udara hingga terbentuk lapisan halus asbes pada dasar gooch crudible. Kemudian mengangkat dan membakar gooch crudible dengan pembakar gas dan ditimbang setelah didinginkan dalam desikator.

4. Menuangkan larutan kedalam gooch crudible yang telah dipersiapkan dan menghisap dengan pompa hampa udara, mengatur keran penghisapan sehingga asbes dan endapan tidak ikut terhisap.
5. Membersihkan dinding labu erlenmeyer dengan batang pembersih dan karbon tetraklorida sedikit kemudian memindahkan endapan ini kedalam gooch crudible.
6. Mencuci bagian dalam gooch crudible dengan karbon tetraklorida hingga filtrat menjadi jernih, kemudian dihisap dengan pompa hampa udara hingga kering.
7. Mengeringkan gooch crudible didalam oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  sampai  $125^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit.
8. Didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.
9. Apabila terdapat sisa-sisa endapan pada dinding labu erlenmeyer labu dikeringkan dan ditimbang.

Spesifikasi :

Hasil yang didapat pada larutan aspal dalam  $\text{CCl}_4$  minimal 99%.

#### **5.2.2.5. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis aspal dengan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Pengujian ini mengikuti AASHTO T-228-68.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer.

2. Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian ( $25 \pm 0,1$ ) °C.
3. Piknometer.
4. Air suling sebanyak 1000 ml.
5. Bejana gelas.

Benda uji sebagai berikut ini.

1. Bitumen keras dipanaskan sebanyak 50 gram sampai menjadi cair dan diaduk untuk mencegah pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu  $56^{\circ}$  C diatas titik lembek.
2. Contoh tersebut dituangkan kedalam piknometer yang telah kering hingga  $\frac{3}{4}$  bagian.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Mengisi bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian direndam hingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Mengatur suhu bak perendam pada suhu  $25^{\circ}$  C.
2. Membersihkan, mengeringkan dan menimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg.
3. Mengangkat bejana dari bak perendam dan mengisi piknometer dengan air suling kemudian menutup piknometer tanpa ditekan.
4. Meletakkan piknometer kedalam bejana dan menekan penutup hingga rapat, mengembalikan bejana berisi piknometer kedalam bak perendam. Mendinginkan bejana tersebut didalam bak perendam selama sekurang-

kurangnya 30 menit, kemudian piknometer diangkat dan dikeringkan dengan lap. Menimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg.

5. Menuangkan benda uji tersebut kedalam piknometer yang telah kering sampai  $\frac{3}{4}$  bagian.
6. Membiarkan piknometer sampai dingin, waktunya tidak kurang dari 40 menit dan menimbang dengan ketelitian 0,1 mg.
7. Mengisi piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan menutup tanpa ditekan, kemudian didiamkan agar gelembung udara keluar.
8. Mengangkat bejana dari bak perendam dan meletakkan piknometer didalamnya dan menekan penutup hingga rapat. Kemudian mengeringkan dan menimbang piknometer.

Spesifikasi:

Hasil yang didapat untuk berat jenis aspal adalah  $>1$ .

### 5.2.3. Perencanaan Campuran Ideal

#### 5.2.3.1 Gradasi Agregat Ideal

Berdasarkan peraturan dan spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga departemen Pekerjaan Umum, maka campuran ideal untuk *Split Mastic Asphalt* :

1. Agregat 8/13 mm	= 37,5 %
2. Agregat 5/8 mm	= 22,5 %
3. Agregat 2/5 mm	= 15,0 %
4. Agregat 0/2 mm	= 14,5 %
5. Filler	= 10,5 %
Jumlah	<u>100 %</u> +



### **5.2.3.2. Kadar Serat Gelas**

Dengan mengacu pada peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum untuk kadar serat selulosa pada suatu campuran beton aspal, maka kadar serat gelas yang dipakai dalam penelitian sebagai bahan pengganti serat selulosa adalah 0,3% terhadap total campuran. Dalam penelitian ini dibuat masing-masing tiga sampel.

### **5.2.3.3. Kadar aspal**

Berdasarkan peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Untuk klasifikasi lalu lintas berat aspal yang dipakai dalam perencanaan adalah aspal keras penetrasi 60-70 yang memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F. Dengan variasi jumlah kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5%.

### **5.2.3.4. Filler**

Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah debu batu. Bahan ini harus bebas dari gumpalan dan harus sesuai dengan spesifikasi dari SNI.1737.1989/Fjo.SKBI-2.426.1987.

## **5.2.4. Pengujian Campuran Beton Aspal**

### **5.2.4.1. Pembuatan Benda Uji**

Setelah didapatkan gradasi sesuai rencana, maka tahap pertama penelitian adalah membuat campuran dengan kadar serat gelas dan variasi kadar aspal sesuai rencana.

Berat total campuran agregat dan aspal untuk satu benda uji adalah 1200 gram yang meliputi aspal, agregat halus, agregat kasar dan serat gelas.

Sebagai contoh pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

Campuran untuk 7,5 % kadar aspal dan 0,3 % kandungan serat gelas.

Perhitungan:

Berat total campuran = aspal + agregat + serat gelas = 1200 gr

Berat aspal = 7,5 % x 1200 gr = 90 gr

Berat serat gelas = 0,3 % x 1200 gr = 3,6 gr

Maka komposisi agregat = 1200 gr – 93,6 gr = 1106,4 gr

Cara pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat setelah ditimbang dipanaskan sampai temperatur 170° C sementara aspal AC 60-70 dipanaskan sampai suhu 180° C.
2. Pada temperatur 160° C serta serat gelas dimasukkan agar terdistribusi merata setelah itu aspal dituang sesuai mix design. Kemudian campuran diaduk sampai merata.
3. Campuran dituang kedalam cetakan pada temperatur pemadatan yang diinginkan kemudian ditusuk dengan spatula sampai + 15 kali.
4. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali, kemudian dibalik dan ditumbuk lagi 75 kali.
5. Kemudian benda uji didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.
6. Benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian diukur dimensinya.

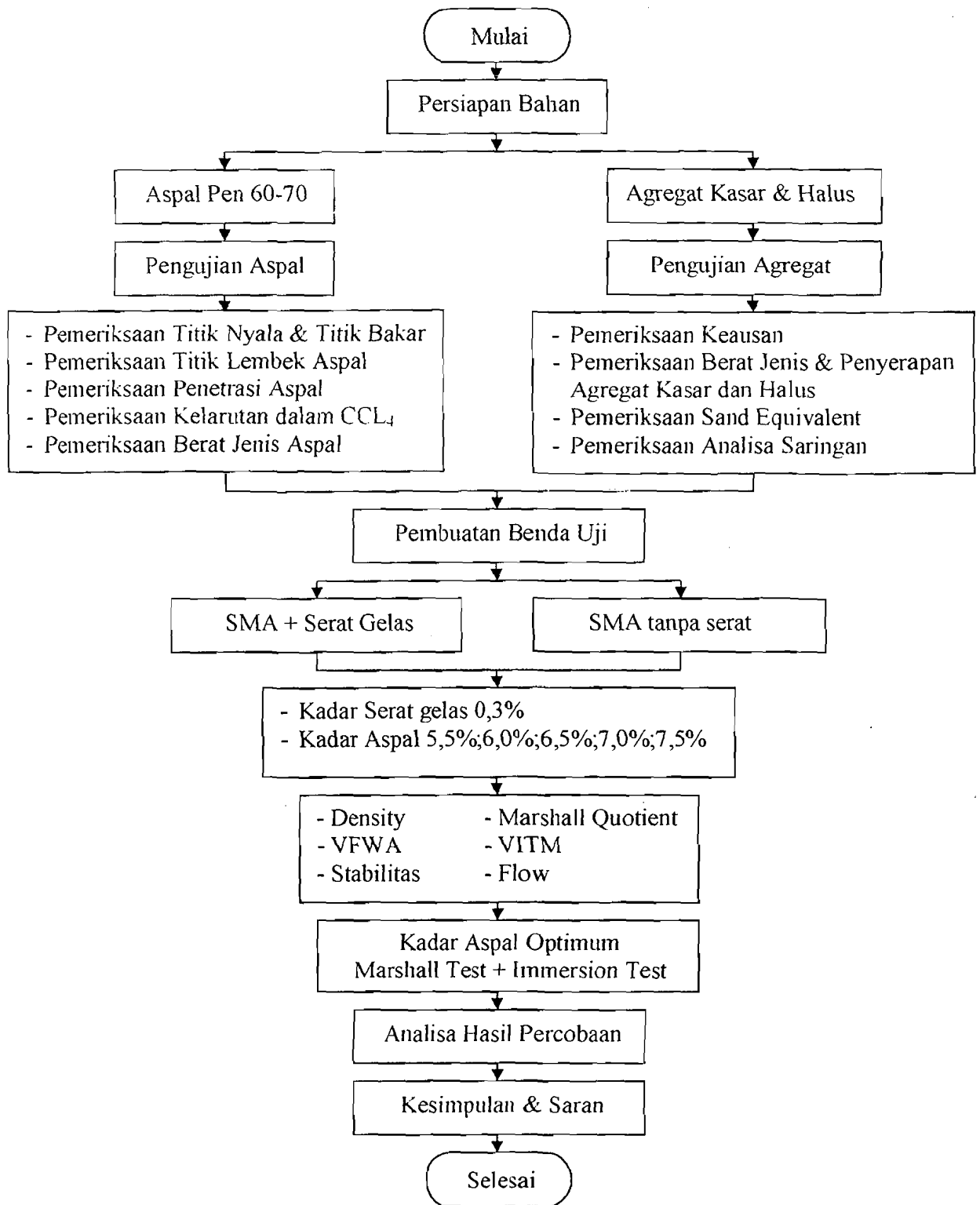
#### **5.2.4.2. Persiapan Benda Uji**

Setelah pembuatan benda uji maka benda uji dipersiapkan untuk selanjutnya dilakukan pengujian.

Untuk persiapan benda uji maka dilakukan langkah sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel dan selanjutnya dilakukan penimbangan.
2. Masing-masing benda uji dibuat tanda pengenal.
3. Benda uji diukur tinggi dan diameternya dengan ketelitian 0,1 mm terhadap alat ukur.
4. Benda uji direndam dalam air selama kurang lebih selama 24 jam pada suhu ruang.
5. Benda uji ditimbang dalam air.
6. Benda uji ditimbang kering dalam keadaan permukaan jenuh.





Gambar 5.2. Flowchart Penelitian

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Penelitian

##### 6.1.1 Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini harus sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	35.2	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	99	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.547	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat Jenis	2.573	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand equivalent</i> (%)	76.087	Min. 50	Memenuhi
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.881	Maks. 3	Memenuhi
3.	Berat Jenis	2.613	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

##### 6.1.2 Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis AC 60/70. Hasil pemeriksaan dan syarat dapat dilihat pada tabel 6.3 berikut ini.

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	68.5	60 – 79	Memenuhi
2.	Titik Lembek ( <i>Ring and Ball</i> ) °C	58	48 – 58	Memenuhi
3.	Titik Nyala ( <i>Cleve Open Cup</i> ) °C	318	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25 °C, 5 cm/menit) (cm)	165	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat Jenis	1.103	≥ 1,0	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub>	99.14	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

### 6.1.3 Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Setelah melalui beberapa tahap pemeriksaan kualitas agregat, kemudian agregat dianalisa dengan analisa saringan.

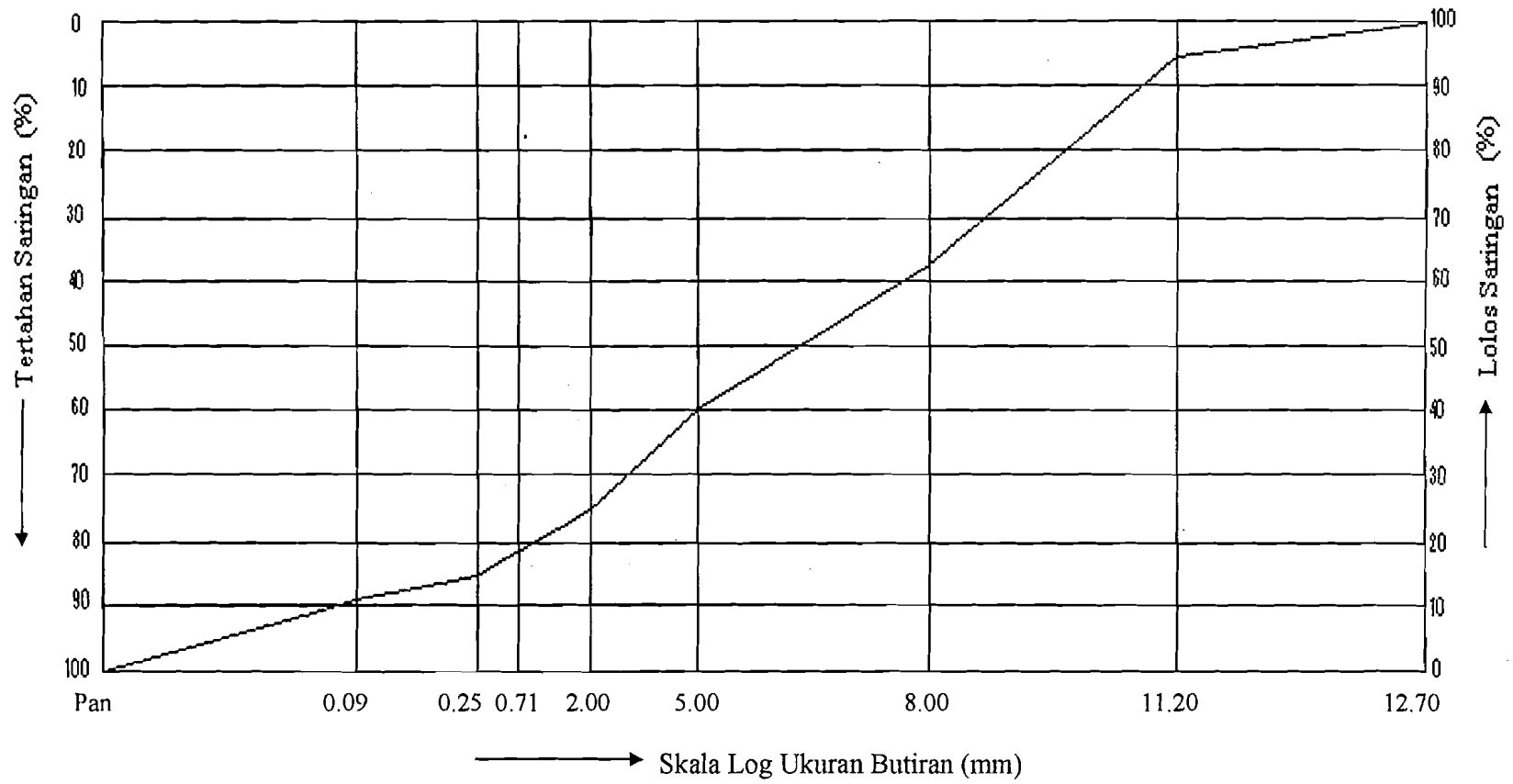
#### a. *Split Mastic Asphalt* tanpa Serat Gelas

Analisa saringan agregat halus dan kasar untuk SMA tanpa serat gelas dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5% dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.4. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.70	56.70	5	95	90	100
8.000	5/16"	368.55	425.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	255.15	680.40	60	40	30	50
2.000	# 10	170.10	850.50	75	25	20	30
0.710	# 25	68.04	918.54	81	19	13	25
0.250	# 60	45.36	963.90	85	15	10	20
0.090	# 170	51.03	1014.93	89.5	10.5	8	13
	pan	119.07	1134.00	100	0		
	total	<b>1134.00</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>5.5%</b>						
Berat aspal :		<b>66</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII



Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Gambar 6.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Tabel 6.5. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.40	56.40	5	95	90	100
8.000	5/16"	366.60	423.00	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	253.80	676.80	60	40	30	50
2.000	# 10	169.20	846.00	75	25	20	30
0.710	# 25	67.68	913.68	81	19	13	25
0.250	# 60	45.12	958.80	85	15	10	20
0.090	# 170	50.76	1009.56	89.5	10.5	8	13
	pan	118.44	1128.00	100	0		
	total	<b>1128.00</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.0%</b>						
Berat aspal :		<b>72</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.6. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.10	56.10	5	95	90	100
8.000	5/16"	364.65	420.75	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.45	673.20	60	40	30	50
2.000	# 10	168.30	841.50	75	25	20	30
0.710	# 25	67.32	908.82	81	19	13	25
0.250	# 60	44.88	953.70	85	15	10	20
0.090	# 170	50.49	1004.19	89.5	10.5	8	13
	pan	117.81	1122.00	100	0		
	total	<b>1122.00</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.5%</b>						
Berat aspal :		<b>78</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.7. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.80	55.80	5	95	90	100
8.000	5/16"	362.70	418.50	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.10	669.60	60	40	30	50
2.000	# 10	167.40	837.00	75	25	20	30
0.710	# 25	66.96	903.96	81	19	13	25
0.250	# 60	44.64	948.60	85	15	10	20
0.090	# 170	50.22	998.82	89.5	10.5	8	13
	pan	117.18	1116.00	100	0		
	total	<b>1116.00</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>7.0%</b>						
Berat aspal :		<b>84</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.8. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.50	55.50	5	95	90	100
8.000	5/16"	360.75	416.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	249.75	666.00	60	40	30	50
2.000	# 10	166.50	832.50	75	25	20	30
0.710	# 25	66.60	899.10	81	19	13	25
0.250	# 60	44.40	943.50	85	15	10	20
0.090	# 170	49.95	993.45	89.5	10.5	8	13
	pan	116.55	1110.00	100	0		
	total	<b>1110.00</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>7.5%</b>						
Berat aspal :		<b>90</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

b. *Split Mastic Asphalt* + Serat Gelas

Analisa saringan agregat halus dan kasar untuk SMA ditambah serat gelas dengan kadar aspal 5,5%;6%;6,5%;7% dan 7,5% seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.9. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.52	56.52	5	95	90	100
8.000	5/16"	367.38	423.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	254.34	678.24	60	40	30	50
2.000	# 10	169.56	847.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.82	915.62	81	19	13	25
0.250	# 60	45.22	960.84	85	15	10	20
0.090	# 170	50.87	1011.71	89.5	10.5	8	13
	pan	118.69	1130.40	100	0		
	total	<b>1130.40</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>5.5%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>66</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.10. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.22	56.22	5	95	90	100
8.000	5/16"	365.43	421.65	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.99	674.64	60	40	30	50
2.000	# 10	168.66	843.30	75	25	20	30
0.710	# 25	67.46	910.76	81	19	13	25
0.250	# 60	44.98	955.74	85	15	10	20
0.090	# 170	50.60	1006.34	89.5	10.5	8	13
	pan	118.06	1124.40	100	0		
	total	<b>1124.40</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.0%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>72</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.11. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.92	55.92	5	95	90	100
8.000	5/16"	363.48	419.40	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.64	671.04	60	40	30	50
2.000	# 10	167.76	838.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.10	905.90	81	19	13	25
0.250	# 60	44.74	950.64	85	15	10	20
0.090	# 170	50.33	1000.97	89.5	10.5	8	13
	pan	117.43	1118.40	100	0		
	total	<b>1118.40</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.5%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>78</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.12. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.62	55.62	5	95	90	100
8.000	5/16"	361.53	417.15	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	250.29	667.44	60	40	30	50
2.000	# 10	166.86	834.30	75	25	20	30
0.710	# 25	66.74	901.04	81	19	13	25
0.250	# 60	44.50	945.54	85	15	10	20
0.090	# 170	50.06	995.60	89.5	10.5	8	13
	pan	116.80	1112.40	100	0		
	total	<b>1112.40</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>7.0%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>84</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII



Tabel 6.13. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.32	55.32	5	95	90	100
8.000	5/16"	359.58	414.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	248.94	663.84	60	40	30	50
2.000	# 10	165.96	829.80	75	25	20	30
0.710	# 25	66.38	896.18	81	19	13	25
0.250	# 60	44.26	940.44	85	15	10	20
0.090	# 170	49.79	990.23	89.5	10.5	8	13
	pan	116.17	1106.40	100	0		
	total	<b>1106.40</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>7.5%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>90</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

#### 6.1.4 Mencari Kadar Aspal Optimum

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut ini.

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam kering.

Hasil pengujian tebal benda uji dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom t.

2. Berat benda uji kering sebelum direndam.

Hasil pengujian berat benda uji kering dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom c.

3. Berat dalam air (gram)

Hasil pengujian berat benda uji dalam air dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram)

Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom d.

5. Pembacaan arloji stabilitas.

Hasil pembacaan arloji stabilitas dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom o.

6. Pembacaan arloji *flow*/kelelahan.

Hasil pembacaan arloji *flow*/kelelahan dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* diperlukan data-data :

1. Berat jenis aspal.

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,103.

2. Berat jenis agregat.

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar dan agregat halus. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut :

$$Bj. \text{ Agregat} = \frac{100}{\left(\frac{A}{F1}\right) + \left(\frac{B}{F2}\right)}$$

Keterangan :

A = Persentase agregat kasar,      F1 = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus,      F2 = Berat jenis agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Bj. Agregat} &= \frac{100}{\left(\frac{60}{2,573}\right) + \left(\frac{40}{2,613}\right)} \\ &= 2,589 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

### 3. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bj.maksimum teoritis} = \frac{100}{\frac{\% \text{Agregat}}{\text{Bj.Agregat}} + \frac{\% \text{Aspal}}{\text{Bj.Asfal}}}$$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 5,5% adalah

$$\begin{aligned} \text{Bj.maksimum teoritis} &= \frac{100}{\frac{94,5}{2,589} + \frac{5,5}{1,103}} \\ &= 2,410 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

Data hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai :

#### 1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan *Marshall*.

Contoh perhitungan nilai *Marshall* dengan kadar aspal 5,5% adalah sebagai berikut ini.

- a) Tebal rata-rata benda uji = 65,5cm, dari tabel diperoleh koreksi tebal aspal benda uji dengan cara interpolasi = 0,9525
- b) Kalibrasi proving ring = 3,425
- c) O = pembacaan arloji stabilitas = 500
- d)  $p = O \times \text{kalibrasi proving ring}$   
 $p = 500 \times 3,425 = 1712,5 \text{ kg}$
- e)  $q$  ( nilai stabilitas sesungguhnya ) =  $p \times \text{koreksi tebal benda uji}$   
 $= 1679,23 \times 0,9525 = 1597,29$

## 2. *Flow*

Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* dan tercantum pada kolom r pada tabel perhitungan *Marshall*, contoh perhitungan nilai *flow* adalah sebagai berikut ini.

- a) Pembacaan arloji rata-rata = 550
- b) Nilai *flow* sesungguhnya =  $550 \times 0,01 = 5,5 \text{ mm}$

## 3. *Density*

Nilai *density* terdapat dikolom g pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan nilai *density* pada kadar aspal 5,5% sebagai berikut ini.

- a) Berat kering sebelum direndam ( c ) = 1171 gr
- b) Volume/isi ( f ) = berat dalam keadaan SSD – berat dalam air  
 $= 1196 - 676 = 510 \text{ gr}$

- c) Nilai *density* ( g ) =  $\frac{c}{f} = \frac{1171}{510} = 2,296 \text{ gr/cc}$

4. VITM ( *Void In the Total Mix* )

Nilai VITM tercantum pada kolom n pada tabel pengujian *Marshall*. Contoh perhitungan dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{VITM} &= 100 \times \left( 100 - \frac{g}{h} \right) \\ &= 100 \times \left( 100 - \frac{2,296}{2,410} \right) = 4,743 \end{aligned}$$

5. VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

Nilai VFWA terdapat dikolom m pada tabel perhitungan test *Marshall*.

Contoh perhitungan nilai VFWA dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} i &= \frac{b \times g}{\text{Bj. Aspal}} = \frac{5,5 \times 2,296}{1.103} = 11,449 \\ j &= \frac{(100 - b) \times g}{\text{Bj. Agregat}} = \frac{(100 - 5,5) \times 2,296}{2,589} = 83,808 \\ l &= (100 - j) = (100 - 83,808) = 16,192 \\ \text{VFWA} &= 100 \times \left( \frac{i}{l} \right) = 100 \times \left( \frac{11,449}{16,192} \right) = 70,71\% \end{aligned}$$

6. *Marshall Quotient*.

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*, nilai MQ tercantum dikolom s pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan dengan kadar aspal 5,5% adalah sebagai berikut :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} = \frac{q}{r} = \frac{1597,29}{5,5} = 290,417$$

### 7. VMA ( Voids in Mineral Agregates )

Nilai VMA terdapat pada kolom l pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan nilai VMA dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{Bj. Agregat} = \frac{(100 - 5,5) \times 2,296}{2,589} = 83,808$$

$$l = (100 - j) = (100 - 83,808) = 16,192$$

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil seperti tabel berikut ini.

Tabel 6.14. Hasil Test Marshall pada SMA Tanpa Serat Gelas

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
5,5	1298.920	4.170	4.990	69.601	2.290	348.785	16.410
6,0	1065.470	3.580	4.197	74.883	2.295	321.163	16.680
6,5	1243.310	3.710	4.271	75.999	2.279	339.035	17.701
7,0	1246.169	4.073	2.431	87.807	2.308	300.851	17.080
7,5	1237.004	4.300	2.572	86.331	2.291	284.599	18.149

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Tabel 6.15. Hasil Test Marshall pada SMA + Serat Gelas 0,3%

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
5,5	1035.390	2.770	6.435	63.673	2.255	393.906	17.681
6,0	1096.860	3.630	5.149	70.592	2.272	331.971	17.508
6,5	1183.090	3.700	4.131	76.600	2.282	331.169	17.580
7,0	1023.809	3.500	2.935	83.259	2.296	253.363	17.509
7,5	1002.454	3.533	2.292	87.329	2.298	260.230	17.914

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII



## 6.2 Pembahasan

### 6.2.1 Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi yang terjadi akibat adanya beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. 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.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai stabilitas dapat dilihat pada tabel 6.18 berikut ini.

Tabel 6.18. Nilai Stabilitas hasil dari pengujian *Marshall*

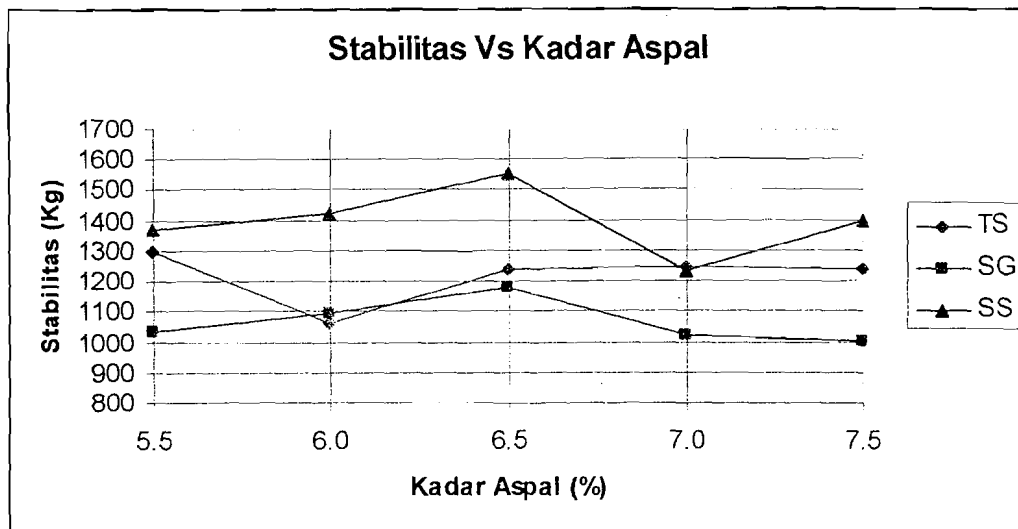
Hasil <i>Marshall</i> Stabilitas (Kg)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	1298,920*	1065,470*	1243,310*	1246,149*	1237,004*
Dengan Serat Gelas	1035,390*	1096,860*	1183,090*	1023,809*	1002,454*
Dengan Serat Selulosa	1373,22*	1421,66*	1556,58*	1231,19*	1400,41*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.2 dibawah ini.





Gambar 6.2. Grafik Stabilitas hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.2 terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan bahan tambah serat gelas memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dari campuran yang tidak menggunakan serat gelas. Nilai stabilitas maksimum dari campuran SMA yang tidak menggunakan serat gelas terjadi pada kadar aspal 5,5% sebesar 1298,920 kg sedangkan yang menggunakan serat gelas 0,3% terjadi pada kadar aspal 6,5% sebesar 1183,090 kg.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan nilai stabilitas maksimum dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% terjadi pada kadar aspal 6,5% sebesar 1556,58 kg. Kemungkinan bahwa serat gelas kurang memiliki daya ikat yang baik dibandingkan serat selulosa untuk mengikat antar agregat agar didapatkan stabilitas yang kuat, namun dari hasil

yang didapatkan bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan ketiga campuran masih memenuhi ketentuan yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu  $\geq 750$  kg.

### 6.2.2 Flow

*Flow* atau kelelahan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat adanya beban yang bekerja. Nilai *flow* ditentukan oleh beberapa faktor antara lain 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 mendapatkan beban lalu lintas.

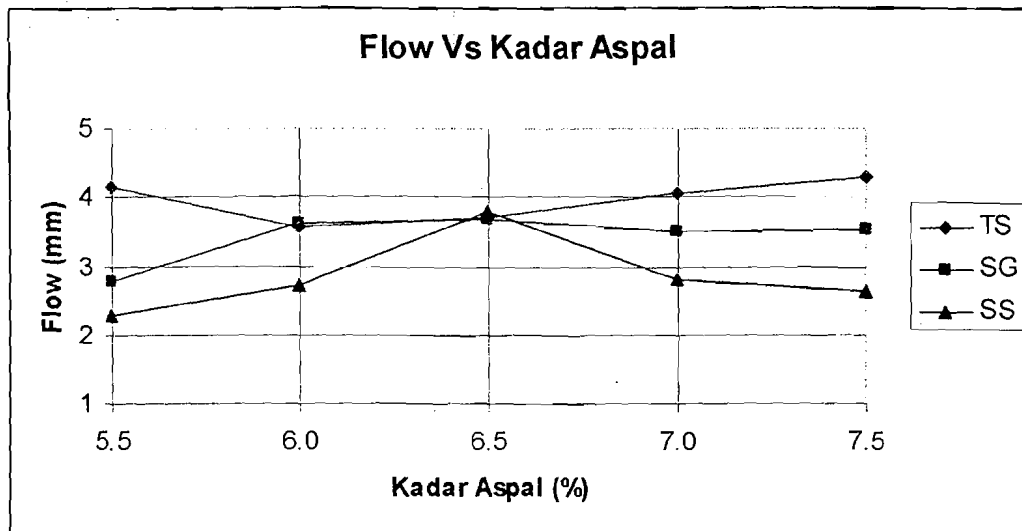
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *flow* dapat dilihat pada tabel 6.19 berikut ini.

Tabel 6.19. Nilai *Flow* hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> <i>Flow</i> (mm)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	4,170	3,580*	3,710*	4,073	4,300
Dengan Serat Gelas	2,770*	3,630*	3,700*	3,500*	3,533*
Dengan Serat Selulosa	2,29*	2,71*	3,81*	2,80*	2,64*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII  
Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *flow* dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.3 dibawah ini.



Gambar 6.3. Grafik *Flow* hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.3 terlihat bahwa nilai *flow* pada campuran tanpa serat gelas bernilai tinggi yang disebabkan banyaknya aspal yang ditambahkan. Sedangkan campuran yang menggunakan serat gelas bernilai lebih rendah akibat kadar aspal yang ditambahkan diimbangi oleh serat gelas agar campuran tidak terlalu plastis. Hal ini kemungkinan disebabkan karena semakin besar kadar aspal yang ditambahkan akan semakin tidak padat campuran tersebut sehingga dapat mengakibatkan perubahan bentuk. Pada campuran yang memiliki nilai *flow* tinggi dan nilai stabilitas rendah akan menyebabkan plastis dan perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Dari spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu 2 – 4 mm terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan bahan tambah serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga, sedangkan campuran yang tidak menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 6,0% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan bahwa *flow* yang terjadi pada campuran SMA dengan serat selulosa 0,3% dengan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% memenuhi spesifikasi bina margas.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa serat gelas dan serat selulosa mempunyai kemampuan yang hampir sama untuk meningkatkan kemampuan campuran SMA untuk menahan kelelahan akibat beban yang bekerja dengan kadar aspal yang sama.

### 6.2.3 VITM (*Void In the Total Mix*)

Nilai VITM (*Void In the Total 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 kedapannya 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 ke dalam 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

(*ravelling*). Sedangkan air akan melarutkan bagian aspal yang tidak teroksidasi, sehingga pengurangan jumlah aspal terjadi lebih cepat.

Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding*, dengan nilai VITM yang rendah, kekakuan lapis keras akan menjadi semakin tinggi yang mengakibatkan lapis keras mudah mengalami retak (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi.

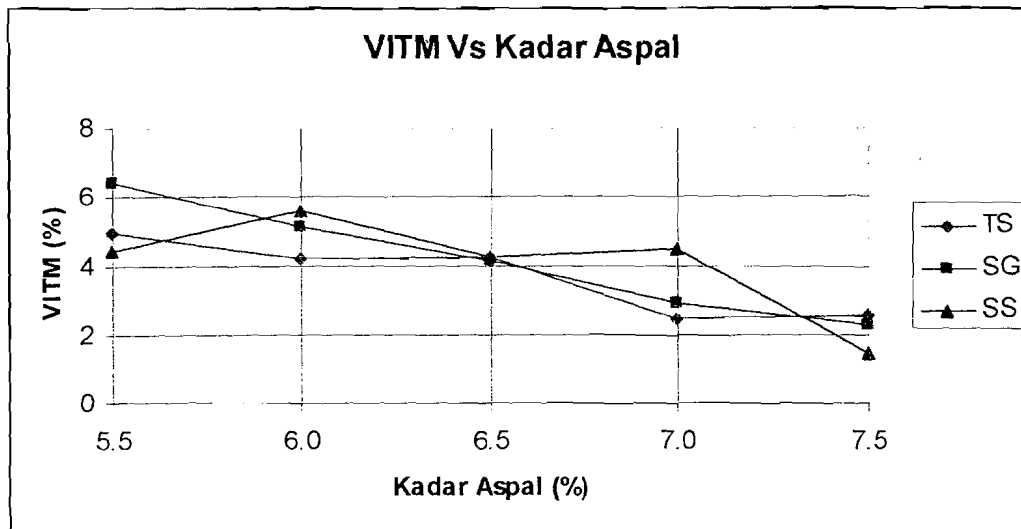
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VITM dapat dilihat pada tabel 6.20 berikut ini.

Tabel 6.20. Nilai VITM hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VITM (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	4,990*	4,197*	4,271*	2,431	2,572
Dengan Serat Gelas	6,435	5,149	4,131*	2,935	2,292
Dengan Serat Selulosa	4,42*	5,59	4,26*	4,51*	1,46

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII  
Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VITM dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.4 dibawah ini



Gambar 6.4. Grafik VITM hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.4 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan aspal maka semakin kecil nilai VITM yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin banyaknya aspal yang ditambahkan, semakin menutupi rongga udara dalam campuran sehingga menghasilkan nilai VITM yang semakin kecil. Namun hanya campuran yang menggunakan serat gelas pada kadar aspal 6,5% sebesar 4,131% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3% – 5%, sedangkan campuran yang tidak menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai VITM yang < 3% pada kadar aspal 7,0% dan 7,5% dapat terjadi *bleeding*.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0%

dan 7,5% hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,5%, dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu berturut-turut sebesar 4,42%, 4,26%, dan 4,51%.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa campuran dengan menggunakan serat gelas memiliki nilai VITM yang hampir sama dengan serat selulosa dikarenakan pada saat pemadatan campuran tidak banyak membuat rongga udara dalam campuran sehingga campuran menjadi lebih kedap air.

#### 6.2.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

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

Nilai VFWA yang besar, menunjukkan semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapis keras mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini terjadi pada suhu perkerasan yang tinggi, dimana aspal akan mencair (viskositasnya turun) 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 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.

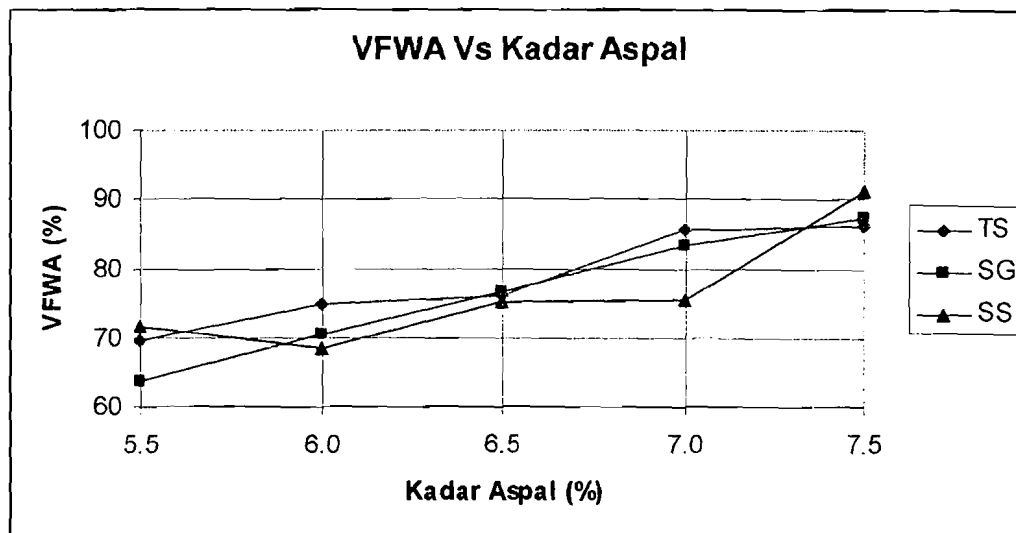
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VFWA dapat dilihat pada tabel 6.21 berikut ini.

Tabel 6.21. Nilai VFWA hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VFWA (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	69,601	74,883*	75,999*	85,807	86,331
Dengan Serat Gelas	63,673	70,592	76,600*	83,259*	87,329
Dengan Serat Selulosa	71,82	68,40	75,11*	75,56*	91,38

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII  
Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VFWA dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.5 di bawah ini.



Gambar 6.5. Grafik VFWA hasil uji *Marshall*



Pada grafik 6.5 menunjukkan bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas dengan prosentase tetap sebesar 0,3% dan penambahan kadar aspal yang teratur menghasilkan nilai VFWA yang semakin besar. Nilai maksimum dihasilkan pada campuran dengan serat gelas pada kadar aspal 7,5% sebesar 87,329% dan nilai minimum juga pada campuran dengan serat gelas pada kadar aspal 5,5% sebesar 63,676%. Campuran tanpa menggunakan serat gelas pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 75% – 85%, sedangkan campuran yang menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan nilai VFWA maksimum yang terjadi pada campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dengan kadar aspal 7,5% sebesar 91,38%. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa dengan kadar serat yang tetap mengakibatkan prosentase rongga yang terisi aspal menjadi besar. Apabila nilai VFWA yang lebih dari 82% maka campuran yang ada dapat terjadi bleeding.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa serat gelas dan serat selulosa keduanya memiliki nilai VFWA yang memenuhi spesifikasi Bina Marga pada kadar aspal yang sama yaitu 6,5% dan 7,0% sehingga kedua serat tersebut mempunyai prosentase rongga yang cukup untuk terisi oleh aspal dilihat dari nilai VITM yang didapat pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% sehingga tidak

mengalami *bleeding* pada saat mengalami beban yang berulang dan adanya perubahan suhu.

#### 6.2.5 Density

*Density* merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi agregat, 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 (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 semakin tinggi akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *density* dapat dilihat pada tabel 6.22 berikut ini.

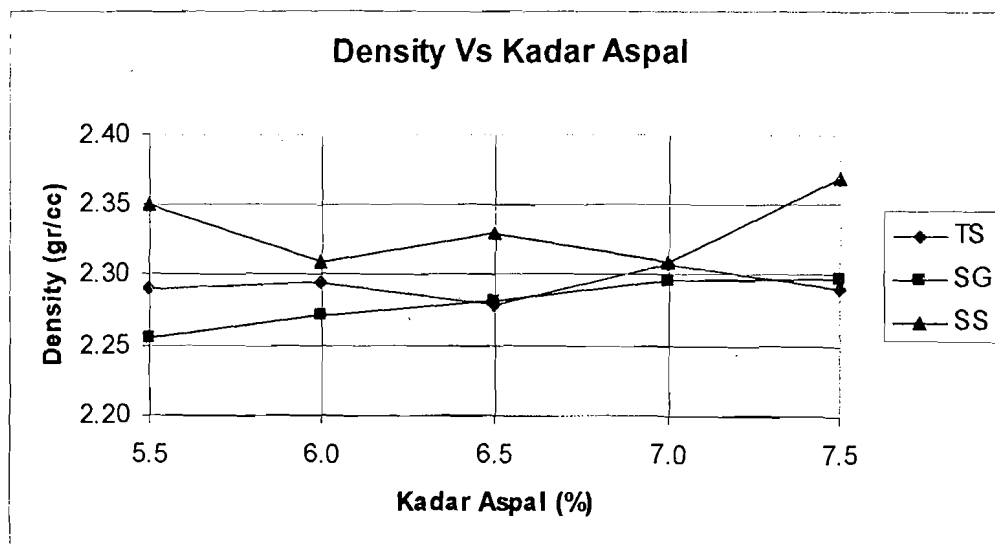
Tabel 6.22. Nilai *Density* hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> <i>Density</i> (gr/cc)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	2,290*	2,295*	2,279*	2,308*	2,291*
Dengan Serat Gelas	2,255*	2,272*	2,282*	2,296*	2,298*
Dengan Serat Selulosa	2,35*	2,31*	2,33*	2,80*	2,64*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *Density* dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.6 di bawah ini.

Gambar 6.6. Grafik *Density* hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.6 terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas nilai kepadatannya bertambah seiring penambahan kadar aspal. Hal ini disebabkan kurangnya air meresap pada campuran yang menggunakan serat gelas sehingga pada waktu penimbangan sampel sewaktu ditimbang dalam air dan keadaan kering permukaan (SSD) beratnya lebih kecil dari campuran yang tidak menggunakan serat gelas.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% dapat dilihat bahwa nilai *density* yang didapatkan relatif lebih besar daripada campuran dengan menggunakan serat gelas.

Dari hasil penelitian yang didapatkan bisa dilihat bahwa campuran dengan serat selulosa mempunyai nilai kepadatan yang lebih besar dari campuran yang menggunakan serat gelas, namun kedua campuran mempunyai *density* yang relatif hampir sama.

Semakin besar benda uji mengandung air maka akan semakin kecil nilai *density* yang didapat. Nilai *density* sangat dipengaruhi oleh prosentase volume aspal dan prosentase volume agregat. Nilai *density* yang besar menunjukkan bahwa struktur ini kaku dan fleksibilitas rendah sedangkan nilai *density* rendah menunjukkan bahwa struktur menjadi plastis dan mudah mengalami deformasi saat ada beban.

#### **6.2.6 VMA (*Voids in Mineral Agregates*)**

VMA (*Voids in Mineral Agregates*) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal, termasuk rongga yang terisi aspal efektif.

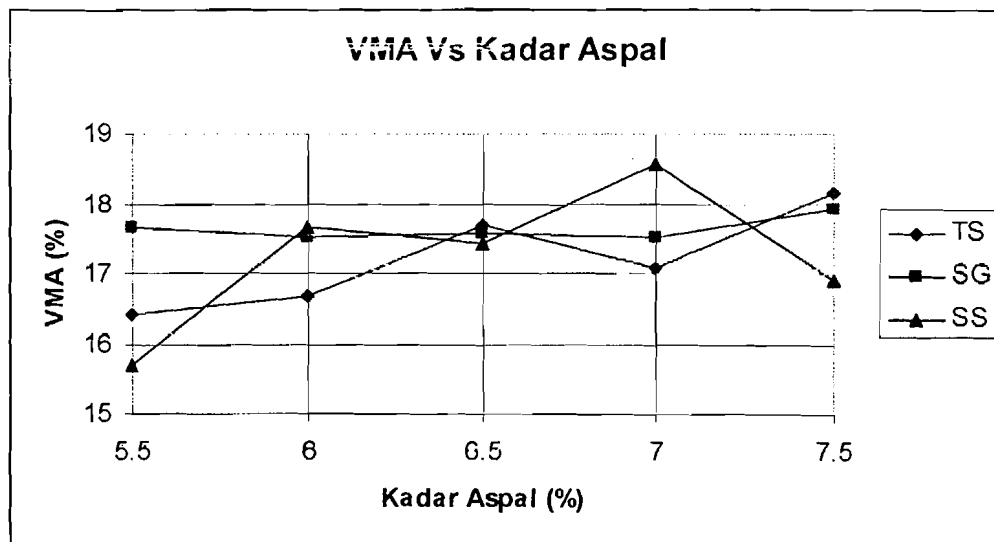
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VMA dapat dilihat pada tabel 6.23 berikut ini.

Tabel 6.23. Nilai VMA hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VMA (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	16,410	16,680	17,701	17,080	18,149
Dengan Serat Gelas	17,681	17,508	17,580	17,509	17,914
Dengan Serat Selulosa	15,69	17,66	17,44	18,58	16,92

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Gambar hubungan antara VMA dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.7 dibawah ini.



Gambar 6.7. Grafik VMA hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.7 untuk campuran SMA tanpa serat gelas nilai maksimumnya 18,149% dan campuran yang menggunakan serat gelas mempunyai nilai maksimum sebesar 17,914% dengan kadar aspal masing-masing 7,5%.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% didapat nilai VMA maksimal serat selulosa sebesar 18,58 dengan kadar aspal 7,0%.

Dari ketiga campuran mempunyai rongga antar agregat yang cukup tinggi dan relatif hampir sama. Campuran SMA yang mempunyai nilai VMA yang tinggi kekuatan campuran untuk menahan deformasi akibat beban berulang sangat kecil.

#### **6.2.7 Marshall Quotient**

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

Stabilitas yang tinggi dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan nilai MQ 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 MQ yang rendah, sehingga campuran menjadi plastis dan akibatnya lapis keras akan mengalami deformasi yang besar apabila menerima beban lalu lintas.

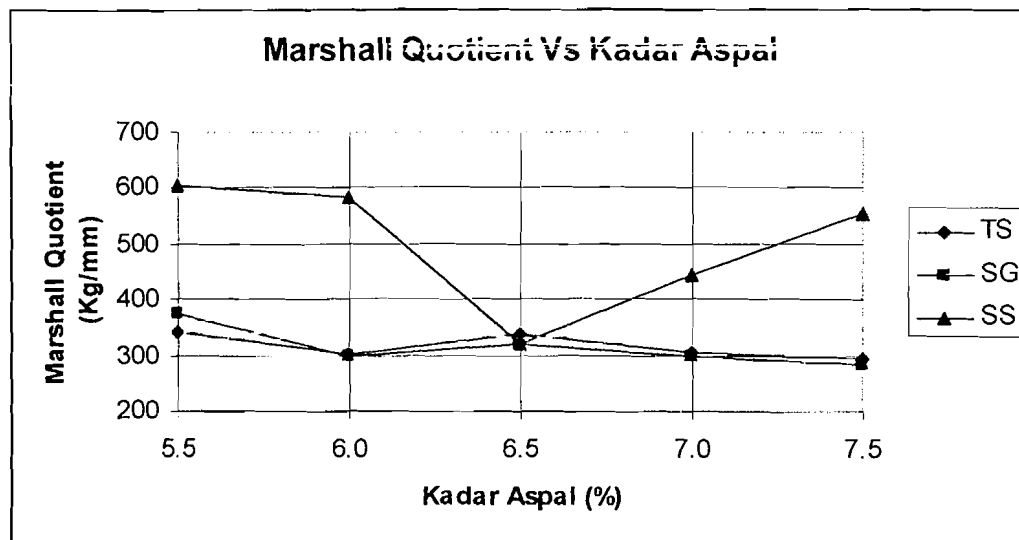
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai MQ dapat dilihat pada tabel 6.24 berikut ini.

Tabel 6.24. Nilai MQ hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> MQ (kg/mm)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	343,031	300,400	338,027	306,094	293,276*
Dengan Serat Gelas	376,018	300,003	322,129	297,058*	285,061*
Dengan Serat Selulosa	604,70	581,39	320,15	445,49	555,51

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII  
Keterangan : \* = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara MQ dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.8 dibawah ini.



Gambar 6.8. Grafik *Quotient Marshall* hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum

Pada grafik 6.8 menunjukkan bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas seiring bertambahnya kadar aspal menyebabkan nilai *Marshall Quotient* semakin menurun sampai pada kadar aspal 7,0% kemudian naik pada kadar aspal 7,5% yaitu sebesar 285,061 Kg/mm. Dari ketentuan Bina Marga yang

disyaratkan yaitu sebesar 190 – 300 Kg/mm, campuran yang menggunakan serat gelas memenuhi persyaratan tersebut pada kadar aspal 7,0% dan 7,5%, sedangkan campuran tanpa serat gelas yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 7,5%.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% tidak ada yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dan nilai maksimum marshall quotient dicapai dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 320,15 kg/mm.

Dari perbandingan bisa dilihat bahwa campuran SMA dengan serat gelas mempunyai perbandingan yang baik antara stabilitas dan flow, sedangkan campuran dengan serat selulosa cenderung lebih kaku, hal ini bisa dilihat dari nilai MQ yang besar.

### **6.3 Ekstraksi**

Tes ekstraksi pada dasarnya bertujuan untuk menentukan besar degradasi butiran akibat pemadatan yang terjadi dan mengetahui kadar aspal dalam campuran yang telah dibuat. Dalam penelitian, ekstraksi dilakukan juga untuk mengetahui apakah serat gelas bisa terekstraksi dengan sempurna dari campuran ini. Pada pengujian ini digunakan sample dari campuran SMA menggunakan serat gelas dengan kadar aspal optimum 6,644%.



Dari hasil pengujian diketahui bahwa ternyata serat gelas bisa diekstraksi dari campuran beton aspal dengan sempurna, ini sesuai dengan persyaratan Bina Marga mengenai pemakaian bahan tambah untuk campuran SMA. Jadi serat gelas memenuhi persyaratan dan bisa digunakan sebagai salah satu bahan pengganti serat selulosa untuk campuran *Split Mastic Asphalt*.

#### 6.4 *Immersion Test* atau Uji Perendaman

*Immersion test* atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *immersion* ( $S_2$ ) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran dengan pengujian *Marshall* biasa ( $S_1$ ).

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

Pada pengujian *Immersion* ini digunakan komposisi agregat sesuai dengan persyaratan Bina Marga untuk perkerasan jenis *Split Mastic Asphalt*.

a. Komposisi campuran SMA tanpa serat gelas dengan kadar aspal 6,476 %.

Tabel 6.25. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,476%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.11	56.11	5	95	90	100
8.000	5/16"	364.74	420.86	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.51	673.37	60	40	30	50
2.000	# 10	168.34	841.72	75	25	20	30
0.710	# 25	67.34	909.05	81	19	13	25
0.250	# 60	44.89	953.94	85	15	10	20
0.090	# 170	50.50	1004.45	89.5	10.5	8	13
	pan	117.84	1122.29	100	0		
	total	<b>1122.29</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.476%</b>						
Berat aspal :		<b>77.71</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

b. Komposisi campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas sebanyak 0,3 % dari total berat agregat dan kadar aspal 6.644 %.

Tabel 6.26. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,644%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.83	55.83	5	95	90	100
8.000	5/16"	362.92	418.75	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.25	670.00	60	40	30	50
2.000	# 10	167.50	837.50	75	25	20	30
0.710	# 25	67.00	904.50	81	19	13	25
0.250	# 60	44.67	949.17	85	15	10	20
0.090	# 170	50.25	999.42	89.5	10.5	8	13
	pan	117.25	1116.67	100	0		
	total	<b>1116.67</b>	gram				
Kadar aspal :	<b>6.644%</b>						
Kadar serat :	<b>0.3%</b>						
Berat aspal :		<b>79.73</b>	gram				
Berat serat :		<b>3.6</b>	gram				
Berat Total :		<b>1200.00</b>	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil pengujian *Immersion* dihasilkan nilai stabilitas (S2) rata-rata untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas sebanyak 0,3 % dari total berat agregat dan kadar aspal 6.644 % sebesar 959.53 kg dan untuk campuran SMA tanpa serat dengan kadar aspal 6,476 % sebesar 1093.11 Kg. Sedangkan pengujian *Marshall* standart menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 1113.18 kg untuk campuran SMA tanpa serat gelas dan 1265.88 kg untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas 0.3%.

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk campuran SMA tanpa serat gelas adalah.

$$= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1093,11}{1265,88} \times 100\%$$

$$= 86,35 \% > 75\%$$

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk campuran SMA dengan serat gelas adalah.

$$= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{959,53}{1113,18} \times 100\%$$

$$= 86,19 \% > 75\%$$

Indeks tahanan kekuatan lebih dari 75%, maka dapat dikatakan campuran tersebut memiliki kekuatan tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan nilai-nilai hasil uji laboratorium pada campuran *Split Mastic Asphalt* dan serat gelas 0,3% dengan gradasi nilai tengah 0/11 dan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5% maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5% untuk nilai stabilitas memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu  $\geq 750$  kg. Nilai maksimum yang didapat sebesar 1183,090 Kg terjadi pada kadar serat gelas 0,3% dan kadar aspal 6,5%. Sedangkan untuk nilai stabilitas campuran dengan penambahan serat selulosa mempunyai nilai maksimum sebesar 1556,58 kg terjadi pada kadar serat gelas 0,3% dan kadar aspal 6,5%. Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa campuran dengan penambahan serat gelas mempunyai nilai stabilitas yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan serat selulosa. Meskipun nilai stabilitas untuk campuran dengan serat gelas masih memenuhi persyaratan Bina Marga tetapi fungsinya dalam meningkatkan stabilitas campuran SMA tidak bisa sebaik campuran dengan serat selulosa.
2. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5% untuk nilai *flow* memenuhi spesifikasi Bina Marga

yaitu 2-4 mm. Nilai maksimum yang didapat pada kadar serat gelas 0,3% sebesar 3,700 mm pada kadar aspal 6,5%. Sedangkan untuk nilai flow campuran dengan penambahan serat selulosa mempunyai nilai maksimum sebesar 3,81 mm terjadi pada kadar serat gelas 0,3% dan kadar aspal 6,5%. Dari hasil penelitian yang dilakukan bisa diketahui bahwa campuran dengan penambahan serat gelas mempunyai nilai *flow* yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan serat selulosa. Meskipun nilai *flow* untuk campuran dengan serat gelas masih memenuhi persyaratan tetapi fungsinya dalam meningkatkan kemampuan menahan deformasi campuran SMA tidak bisa sebaik campuran dengan serat selulosa. Campuran dengan penambahan serat gelas cenderung lebih fleksibel dibandingkan dengan campuran dengan penambahan serat selulosa.

3. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% pada kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5% untuk nilai *VITM*, yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 3%-5% hanyalah campuran dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 4,131%. Nilai maksimum yang didapat pada kadar serat gelas 0,3% sebesar 6,435% pada kadar aspal 6,5%. Untuk campuran dengan serat selulosa sebesar 0,3% mempunyai nilai maksimum sebesar 5,59% pada kadar aspal 6,0%. Dari hasil penelitian bisa dilihat bahwa secara umum rongga yang ada pada campuran dengan penambahan serat gelas lebih besar daripada campuran yang menggunakan serat selulosa sehingga fungsi dari serat selulosa dalam mengisi rongga lebih baik dibandingkan

dengan serat gelas. Hal itu bisa disebabkan karena serat selulosa lebih mudah tercampur dalam campuran SMA dibanding serat gelas.

4. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 6,5% dan 7,0% untuk nilai *VFWA* memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 75%-85%. Nilai maksimum yang diperoleh sebesar 87,329% dengan kadar aspal 7,5%. Pada campuran yang menggunakan bahan tambah serat selulosa dengan kadar 0,3% mempunyai nilai *VFWA* maksimum sebesar 91,38% pada kadar aspal 7,5%. Dari perbandingan hasil nilai *VFWA* antara campuran dengan serat gelas dan campuran dengan serat selulosa yang dengan kadar serat dan aspal yang sama bisa dilihat bahwa serat gelas mempengaruhi kemampuan aspal dalam mengisi rongga antar butiran. Kemampuan serat selulosa untuk bisa tercampur dengan aspal lebih baik dari serat gelas. Meski demikian serat selulosa tidak menghambat aspal untuk bisa mengisi rongga antar agregat.
5. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0%; dan 7,5% mempunyai nilai *density* rata-rata sebesar  $> 2$  dan  $< 3 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai *density* maksimum yang diperoleh sebesar  $2,298 \text{ gr/cm}^3$  pada kadar aspal 7,5%. Pada campuran dengan serat selulosa nilai maksimum yang didapat sebesar  $2,80 \text{ gr/cm}^3$  pada kadar aspal 7,0%. Nilai *density* untuk campuran dengan serat gelas yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran dengan serat selulosa menunjukkan bahwa campuran dengan serat selulosa mempunyai kepadatan yang lebih besar daripada

campuran dengan serat gelas. Jadi serat gelas tidak sebaik serat selulosa dalam meningkatkan nilai density pada campuran.

6. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0%; dan 7,5% mempunyai nilai *VMA* rata-rata sebesar  $> 17\%$  dan  $< 18\%$ . Nilai maksimum yang didapatkan sebesar 17,914% pada kadar aspal 7,5%. Sedangkan untuk serat selulosa didapatkan nilai maksimum sebesar 18,58% pada kadar aspal 7,0%. *VMA* yang besar menunjukkan bahwa campuran mempunyai volume rongga yang besar. Campuran dengan serat gelas mempunyai nilai *VMA* yang lebih kecil dari campuran dengan serat selulosa. Dengan demikian serat gelas mempunyai kemampuan yang sedikit lebih baik dari serat selulosa dalam mengisi rongga sehingga volume rongga dalam campuran lebih kecil.
7. Campuran dengan kadar serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5% untuk nilai *Marshall Quotient (MQ)* hanya pada kadar aspal 7,0% dan 7,5% yang memenuhi ketentuan Bina Marga yaitu 190-300 kg/mm. Nilai maksimum yang didapat sebesar 376,018 kg/mm pada kadar aspal 5,5%. Untuk campuran dengan serat selulosa 0,3% didapatkan nilai maksimum sebesar 604,70 kg/mm pada kadar aspal 5,5%. Nilai *MQ* pada campuran dengan serat selulosa yang lebih besar daripada campuran dengan serat gelas menunjukkan bahwa campuran dengan serat gelas cenderung lebih plastis. Jadi dalam menstabilkan campuran perkerasan khususnya aspal, serat gelas tidak sebaik serat selulosa.

8. Dari hasil pengujian laboratorium yang didapat dari kesimpulan diatas untuk campuran SMA dengan serat gelas sebagian besar masih memenuhi spesifikasi Bina Marga. Dengan demikian, meskipun masih ada beberapa perbedaan karakteristik yang muncul antara serat selulosa dengan serat gelas namun serat gelas masih bisa digunakan untuk menggantikan peran dari serat selulosa pada campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)*.

## 7.2. Saran

Dari hasil pengalaman di laboratorium dapat dikemukakan saran bahwa untuk penelitian dengan hasil yang sempurna diperlukan bermacam-macam pengujian untuk jenis bahan yang diteliti (misal: variasi kadar serat, panjang serat dan lain-lain).



## PENUTUP

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas rahmat dan hidayah-Nya maka proses penelitian dan uji laboratorium untuk Tugas Akhir ini dapat disusun dengan baik.

Namun demikian, perlu dikemukakan bahwa dengan terbatasnya kemampuan penulis dalam ilmu Teknik Sipil dan pengalaman di lapangan, membuat Tugas Akhir ini dirasa masih kurang sempurna. Untuk itu penulis mohon kepada berbagai pihak yang berkepentingan untuk dapat menyumbangkan pikiran serta kritik membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhirnya tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dan bimbingan dari awal penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya mahasiswa Teknik Sipil bidang studi Transportasi serta bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi perkerasan jalan raya dan pelabuhan udara yang ada di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali Khoiruddin, Moh., 1993, Tinjauan Umum Hasil Aplikasi Split Mastic Asphalt, Jakarta
- Anonim, 2003, Panduan Praktikum Jalan Raya, Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta
- Dyah Rachmawati, Nur dan Sugandono, Joko, 2001, Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Serat Selulosa Pada Campuran SMA (*Split Mastic Asphalt*), Tugas Akhir Strata 1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta
- G. Budinski, Kenneth, 1989, Engineering Materials Properties and Selection Third Edition, USA
- Mudjiono, F.A., 1994, Spesifikasi Aspal Beton Dengan Bahan Tambah Serat Selulosa, Semarang
- N. Balaguru, Perumalsamy and P. Shah, Surendra, 1992, Fiber-Reinforced Cement Composites
- Sukirman S., 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Suprpto, 1995, Bahan dan Struktur Jalan Raya, Biro Penerbit KMTS, UGM, Yogyakarta
- Suryadi, 1995, Pengaruh Penggunaan Serat Selulosa Pada Campuran SMA (*Split Mastic Asphalt*), Tugas Akhir Strata 1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Dibyso Saputro	97511243	Teknik Sipil
2	Ade Wahyono	96310061	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

.....  
 ..... Pengaruh penggunaan serat gelas sebagai bahan pengganjal serat .....  
 ..... selulosa pada campuran SMA (Split Mastic Asphalt) .....  
 ..... nilai Marshall

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

**TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I : ..... Ir. Subarkah, MT.  
 DOSEN PEMBIMBING II : ..... Ir. H. Bachmas, MSc.



Yogyakarta, ..... 14 Juli 2003 ..  
 a.n. Dekan,

*St*




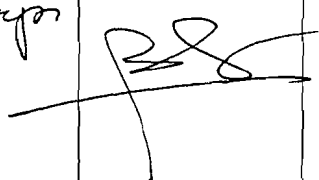
*[Signature]*

(..... Ir. H. Munadhic, MS. )

**Catatan.**

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....

## LEMBAR KONSULTASI

NO	Tanggal	Keterangan	Tanda tangan
1	29/05 <sup>03</sup>	<p>Perbaiki latar belakang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem Statement</li> <li>- Alasan - argumen pemilihan judul</li> </ul> <p>2. Perbaiki bagian pustaka, lengkapi dg materi yg terkait</p> <p>3. Perbaiki metodologi</p> <p style="margin-left: 40px;">dg serat \ tanpa serat</p> <p>Sejauhmana; alasan dan metodologi</p>	
2.	05/06 <sup>03</sup>	<p>lengkapi bagian pustaka dg penelitian sebelumnya</p> <p>- <u>dg serat</u> &lt; <u>tanpa serat</u></p> <p>utk dijadikan bahan pembalasan</p>	
	07/06 <sup>03</sup>	<p>Judul diterima</p> <p>Pada prinsipnya proposal utamannya Metodologi di setujui.</p> <p>Kelengkapan selanjutnya dikonsultasikan ke DP II.</p>	
	09/07 <sup>03</sup>	<p>Perbaikan dan lengkapi yg di beri tanda.</p>	



**Hasil Cetak *Photoscan* Serat Selulosa**

**Hasil Cetak *Photocopy* Serat Gelas**

Lampiran 2.2



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

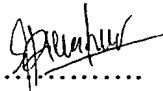
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

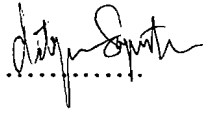
NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.70	56.70	5	95	90	100
8.000	5/16"	368.55	425.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	255.15	680.40	60	40	30	50
2.000	# 10	170.10	850.50	75	25	20	30
0.710	# 25	68.04	918.54	81	19	13	25
0.250	# 60	45.36	963.90	85	15	10	20
0.090	# 170	51.03	1014.93	89.5	10.5	8	13
	pan	119.07	1134.00	100	0		
	total	<b>1134.00</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 5,5 %  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Dibyo Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono 

2. Dibyo Saputro 

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

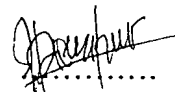
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

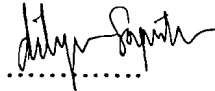
NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.40	56.40	5	95	90	100
8.000	5/16"	366.60	423.00	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	253.80	676.80	60	40	30	50
2.000	# 10	169.20	846.00	75	25	20	30
0.710	# 25	67.68	913.68	81	19	13	25
0.250	# 60	45.12	958.80	85	15	10	20
0.090	# 170	50.76	1009.56	89.5	10.5	8	13
	pan	118.44	1128.00	100	0		
	total	<b>1128.00</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 6,0 %  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono 

2. Diby Saputro 

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

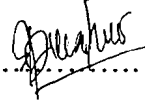
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

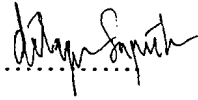
NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.10	56.10	5	95	90	100
8.000	5/16"	364.65	420.75	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.45	673.20	60	40	30	50
2.000	# 10	168.30	841.50	75	25	20	30
0.710	# 25	67.32	908.82	81	19	13	25
0.250	# 60	44.88	953.70	85	15	10	20
0.090	# 170	50.49	1004.19	89.5	10.5	8	13
	pan	117.81	1122.00	100	0		
	total	<b>1122.00</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 6,5 %  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono 

2. Diby Saputro 

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.80	55.80	5	95	90	100
8.000	5/16"	362.70	418.50	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.10	669.60	60	40	30	50
2.000	# 10	167.40	837.00	75	25	20	30
0.710	# 25	66.96	903.96	81	19	13	25
0.250	# 60	44.64	948.60	85	15	10	20
0.090	# 170	50.22	998.82	89.5	10.5	8	13
	pan	117.18	1116.00	100	0		
	total	<b>1116.00</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 7,0 %  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Dibyو Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyو Saputro

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.50	55.50	5	95	90	100
8.000	5/16"	360.75	416.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	249.75	666.00	60	40	30	50
2.000	# 10	166.50	832.50	75	25	20	30
0.710	# 25	66.60	899.10	81	19	13	25
0.250	# 60	44.40	943.50	85	15	10	20
0.090	# 170	49.95	993.45	89.5	10.5	8	13
	pan	116.55	1110.00	100	0		
	total	<b>1110.00</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 7,5 %  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti:

1. Ade Wahyono .....

2. Diby Saputro .....

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003


**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

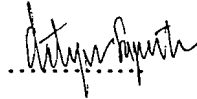
NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.52	56.52	5	95	90	100
8.000	5/16"	367.38	423.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	254.34	678.24	60	40	30	50
2.000	# 10	169.56	847.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.82	915.62	81	19	13	25
0.250	# 60	45.22	960.84	85	15	10	20
0.090	# 170	50.87	1011.71	89.5	10.5	8	13
	pan	118.69	1130.40	100	0		
	total	<b>1130.40</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 5,5 % ; Kadar Serat 0,3%  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Dibyو Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono 

2. Dibyو Saputro 

Mengetahui

(Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.22	56.22	5	95	90	100
8.000	5/16"	365.43	421.65	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.99	674.64	60	40	30	50
2.000	# 10	168.66	843.30	75	25	20	30
0.710	# 25	67.46	910.76	81	19	13	25
0.250	# 60	44.98	955.74	85	15	10	20
0.090	# 170	50.60	1006.34	89.5	10.5	8	13
	pan	118.06	1124.40	100	0		
	total	<b>1124.40</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 6,0 % ; Kadar Scrat 0,3%  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Diby Saputro

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.92	55.92	5	95	90	100
8.000	5/16"	363.48	419.40	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.64	671.04	60	40	30	50
2.000	# 10	167.76	838.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.10	905.90	81	19	13	25
0.250	# 60	44.74	950.64	85	15	10	20
0.090	# 170	50.33	1000.97	89.5	10.5	8	13
	pan	117.43	1118.40	100	0		
	total	<b>1118.40</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 6,5 % ; Kadar Serat 0,3%  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Diby Saputro

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.62	55.62	5	95	90	100
8.000	5/16"	361.53	417.15	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	250.29	667.44	60	40	30	50
2.000	# 10	166.86	834.30	75	25	20	30
0.710	# 25	66.74	901.04	81	19	13	25
0.250	# 60	44.50	945.54	85	15	10	20
0.090	# 170	50.06	995.60	89.5	10.5	8	13
	pan	116.80	1112.40	100	0		
	total	<b>1112.40</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 7,0 % ; Kadar Serat 0,3%  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Dibyo Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyo Saputro

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo  
 Pekerjaan : Tugas Akhir  
 Jenis Agregat : -  
 Diterima Tgl. : 4 Agustus 2003  
 Selesai Tgl. : 4 Agustus 2003

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.32	55.32	5	95	90	100
8.000	5/16"	359.58	414.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	248.94	663.84	60	40	30	50
2.000	# 10	165.96	829.80	75	25	20	30
0.710	# 25	66.38	896.18	81	19	13	25
0.250	# 60	44.26	940.44	85	15	10	20
0.090	# 170	49.79	990.23	89.5	10.5	8	13
	pan	116.17	1106.40	100	0		
	total	<b>1106.40</b>					

Keterangan : Kadar Aspal 7,5 % ; Kadar Serat 0,3%  
 Tanggal : 4 Agustus 2003  
 Diperiksa Oleh : Ade Wahyono  
 Diby Saputro

Yogyakarta, 4 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Diby Saputro

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : -

1. Ade Wahyono

Diperiksa tgl : 13 Agustus 2003

2. Dibyo Saputro

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	1610 gr	
BERAT BENDA UJI DALAM AIR → (BA)	1000 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	1570 gr	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,574	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,693	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,754	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2,547 %	

Yogyakarta, 13 Agustus 2003

Mengetahui

Peneliti:

Kepala Lab. Jalan Raya

1. Ade Wahyono .....

2. Dibyo Saputro .....

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : -

1. Ade Wahyono

Diperiksa tgl : 14 Agustus 2003

2. Dibyo Saputro

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	638 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	952 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	486 gr	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,613	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,688	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,826	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,881 %	

Yogyakarta, 14 Agustus 2003

Mengetahui

Peneliti:

Kepala Lab. Jalan Raya

1. Ade Wahyono .....

2. Dibyo Saputro .....

( Ir. Iskandar S., MT )





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**  
**A A S H T O T 96 - 77**

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh :-

1. Ade Wahyono

Diperiksa tgl : 13 Agustus 2003

2. Dibyo Saputro

Untuk Proyek : Tugas Akhir

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
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")		
12,5 mm (0,5")	9,5 mm (3/8")	2500 gr	
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	2500 gr	
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 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3240 gr	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		35,2 %	

Yogyakarta, 14 Agustus 2003

Mengetahui

Peneliti:

Kepala Lab. Jalan Raya

1. Ade Wahyono .....

*(Signature)*

2. Dibyo Saputro .....

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN**

**KELEKATAN ASPAL TERHADAP AGREGAT**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : AC 60/70  
Diperiksa tgl : 13 Agustus 2003

Diperiksa Oleh :  
1. Ade Wahyono  
2. Dibyo Saputro

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	26°C	10.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	10.45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	10.45 WIB
SELESAI		
DIPERIKSA		
MULAI		
SELESAI		

**HASIL PENGAMATAN**

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99 %
II	
RATA-RATA	

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )

Yogyakarta, 13 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyo Saputro



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584


**PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS ASPAL**

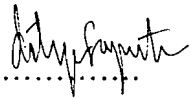
Contoh dari : PT. Perwita Karya                      Diperiksa Oleh :  
 Jenis Contoh : AC 60/70                              1. Ade Wahyono  
 Diperiksa tgl : 11 Agustus 2003                      2. Dibyو Saputro

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat viciometer kosong	14,8 gr
2.	Berat viciometer + Aquadest	25,31 gr
3.	Berat air ( 2 - 1 )	10,51 gr
4.	Berat viciometer + Aspal	16,52 gr
5.	Berat Aspal ( 4 - 1 )	1,72 gr
6.	Berat viciometer + Aspal + Aquadest	25,47 gr
7.	Berat airnya saja ( 6 - 4 )	8,95 gr
8.	Volume Aspal ( 3 - 7 )	1,56 gr
9.	Berat Jenis Aspal : berat/vol ( 5 / 8 )	1,103

Yogyakarta, 11 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono 

2. Dibyو Saputro 

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
 Jenis Contoh : AC 60/70  
 Diperiksa tgl : 12 Agustus 2003

Diperiksa Oleh :  
 1. Ade Wahyono  
 2. Dibyo Saputro

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	13.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	60°C	13.36 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	60°C	13.36 WIB
SELESAI		
DIPERIKSA		
MULAI		
SELESAI		

**HASIL PENGAMATAN**

No.	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5			57°C	59°C
2.	10			6,27 detik	6,39 detik
3.	15				
4.	20				
5.	25	0			
6.	30	1,35	1,35		
7.	35	2,40	2,40		
8.	40	3,35	3,35		
9.	45	4,25	4,25		
10.	50	5,13	5,13		
11.	55	6,02	6,02		

Yogyakarta, 12 Agustus 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyo Saputro

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN**  
**TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
 Jenis Contoh : AC 60/70  
 Diperiksa tgl : 13 Agustus 2003

Diperiksa Oleh :  
 1. Ade Wahyono  
 2. Dibyo Saputro

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27°C	8.55 WIB
SELESAI PEMANASAN	325°C	9.18 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		
SELESAI		
DIPERIKSA		
MULAI		
SELESAI		

**HASIL PENGAMATAN**

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	318°C	325°C
II		
RATA-RATA		

Yogyakarta, 13 Agustus 2003

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

\_\_\_\_\_

( Ir. Iskandar S., MT )

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyo Saputro





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari       : PT. Perwita Karya                                     Diperiksa Oleh         :  
 Jenis Contoh     : AC 60/70   1. Ade Wahyono  
 Diperiksa tgl    : 14 Agustus 2003                                    2. Dibyo Saputro

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	24°C	10.30	WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	10.38	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG			
MULAI	150°C	10.38	WIB
SELESAI	26°C	11.20	WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)			
MULAI	26°C	11.20	WIB
SELESAI	25°C	12.20	WIB
DIPERIKSA			
MULAI	25°C	12.20	WIB
SELESAI	24°C	12.38	WIB

**HASIL PENGAMATAN**

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	70	61	
2.	69	79	
3.	67	65	
4.	70	69	
5.	65	70	

Yogyakarta, 13 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono

2. Dibyo Saputro

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya                      Diperiksa Oleh :  
 Jenis Contoh : AC 60/70                              1. Ade Wahyono  
 Diperiksa tgl : 12 Agustus 2003                      2. Dibyo Saputro

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

Peresiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ± 135°C
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada Suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath ± 25°C
Periksaan	Daktilitas pd 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25°C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rata-rata ( I + II )	165 cm

Yogyakarta, 12 Agustus 2003

Peneliti:

1. Ade Wahyono *[Signature]*

2. Dibyo Saputro *[Signature]*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S., MT )



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
 Jenis Contoh : AC 60/70  
 Diperiksa tgl : 11 Agustus 2003

Diperiksa Oleh :  
 1. Ade Wahyono  
 2. Dibyo Saputro

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

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
<b>PEMERIKSAAN</b>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	10.00	23 °C
2. Pelarutan	Mulai	Jam	10.03	23 °C
3. Penyaringan	Mulai	Jam	10.27	23 °C
	Selesai	Jam	10.55	
4. Di Oven	Mulai	Jam	10.56	
5. Penimbangan	Mulai	Jam	11.09	

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	=	74,2 gr
2. Berat erlenmeyer + aspal	=	76,53 gr
3. Berat aspal ( 2 - 1 )	=	2,33 gr
4. Berat kertas saring bersih	=	0,61 gr
5. Berat kertas saring + endapan	=	0,63 gr
6. Berat endapannya saja ( 5 - 4 )	=	0,02 gr
7. persentase endapan ( 6/3 × 100% )	=	0,86 %
8. Bitumen yang larut ( 100% - 7 )	=	99,14 %

Yogyakarta, 11 Agustus 2003

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti:

1. Ade Wahyono .....

2. Dibyo Saputro .....

( Ir. Iskandar S., MT )





# LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
 Pengirim Sample : Ade Wahyono & Dihyo Saputro  
 Jenis Campuran : SMA Tanpa Serat  
 Tanggal : 14 Agustus 2003

Dikerjakan Oleh : 1. Ade Wahyono  
 2. Dihyo Saputro  
 Diperiksa Oleh :

## PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (%)	Density		i (%)	j (%)	k (%)	VMA		VFVA		VITM		Stabilitas		Flow	QM (kg/mm)
								g (gr/cc)	h				l (%)	m (%)	n (%)	o	p (kg)	q (kg)	r (mm)			
1	65.5	5.82	5.5	1171	1186	676	510	2.296	2.410	11.449	83.808	4.743	16.192	70.710	4.743	500	1712.5	1631.16	5.50	296.574		
2	64.9	5.82	5.5	1166	1180	671	509	2.291	2.410	11.423	83.614	4.963	16.386	69.711	4.963	355	1215.875	1137.39	4.70	241.998		
3	65.9	5.82	5.5	1176	1187	672	515	2.283	2.410	11.386	83.349	5.265	16.651	68.382	5.265	360	1233	1128.20	2.30	490.520		
								2.290				4.990	16.410	69.601	4.990			1298.91	4.17	343.030		
1	64.3	6.38	6.0	1173	1188	674	514	2.282	2.395	12.414	82.857	4.729	17.143	72.415	4.729	350	1198.75	1140.98	4.20	271.662		
2	64.6	6.38	6.0	1165	1172	667	505	2.307	2.395	12.549	83.759	3.692	16.241	77.267	3.692	300	1027.5	969.59	3.08	314.802		
3	64.5	6.38	6.0	1173	1182	671	511	2.295	2.395	12.487	83.344	4.169	16.656	74.968	4.169	335	1147.375	1085.84	3.45	314.737		
								2.295				4.197	16.680	74.883	4.197			1065.47	3.58	300.400		
1	65.0	6.95	6.5	1165	1180	663	517	2.253	2.381	13.279	81.379	5.341	18.621	71.315	5.341	370	1267.25	1182.00	3.18	371.699		
2	63.7	6.95	6.5	1174	1187	676	511	2.297	2.381	13.539	82.971	3.490	17.029	79.506	3.490	380	1301.5	1280.68	3.80	337.020		
3	63.5	6.95	6.5	1168	1181	670	511	2.286	2.381	13.470	82.547	3.983	17.453	77.177	3.983	370	1267.25	1267.25	4.15	305.361		
								2.279				4.271	17.701	75.999	4.271			1243.31	3.710	338.027		
1	63.9	7.53	7.0	1161	1172	667	505	2.299	2.366	14.590	82.583	2.827	17.417	83.771	2.827	392	1342.6	1299.64	4.30	302.241		
2	63.2	7.53	7.0	1151	1159	663	496	2.321	2.366	14.727	83.357	1.915	16.643	88.491	1.915	360	1233	1242.25	3.92	316.900		
3	64.2	7.53	7.0	1162	1173	669	504	2.306	2.366	14.632	82.818	2.550	17.182	85.159	2.550	366	1253.55	1196.56	4.00	299.141		
								2.308				2.431	17.080	85.807	2.431			1246.149	4.073	306.094		
1	62.6	8.11	7.5	1167	1172	673	499	2.339	2.351	15.902	83.556	0.541	16.444	96.708	0.541	364	1246.7	1274.75	3.50	364.215		
2	63.3	8.11	7.5	1160	1175	665	510	2.275	2.351	15.466	81.264	3.270	18.736	82.546	3.270	382	1308.35	1314.89	4.80	273.936		
3	64.9	8.11	7.5	1175	1187	667	520	2.260	2.351	15.365	80.732	3.904	19.268	79.740	3.904	350	1198.75	1121.37	4.60	243.776		
								2.291				2.572	18.149	86.331	2.572			1237.004	4.300	293.976		

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum  
 (100 : 1% 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  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)  
 QM = Quintion Marshal  
 Suhu pencampuran = + 160 C  
 Suhu pematatan = 140 C  
 Suhu waterbath = 60 C  
 B.J Aspal = 1,103  
 B.J Agregat = 2,589

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

( Ir. Iskandar S.,MT )

Yogyakarta, 31 Agustus 2003

Peneliti :  
 1. Ade Wahyono  
 2. Dihyo Saputro

*(Signature)*  
*(Signature)*



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
 Pengirim Sample : Ade Wahyono & Diblyo Saputro  
 Jenis Campuran : SMA + Serat Gelas  
 Tanggal : 14 Agustus 2003

Dikerjakan Oleh : 1. Ade Wahyono  
 2. Diblyo Saputro  
 Diperiksa Oleh :

**PERHITUNGAN TEST MARSHALL**

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (%)	Density	h	i (%)	j (%)	k (%)	VMA	VFVA	VITM	o	p (kg)	q (kg)	r (mm)	QM (kg/mm)
								g (gr/cc)					l (%)	m (%)	n (%)					
1	66.2	5.82	5.5	1165	1181	669	512	2.275	2.410	11.346	83.053	5.601	16.947	66.950	5.601	360	1233	1112.78	2.60	427.993
2	67.0	5.82	5.5	1180	1194	669	525	2.248	2.410	11.208	82.039	6.753	17.961	62.401	6.753	340	1164.5	1029.86	2.80	367.807
3	66.0	5.82	5.5	1173	1192	669	523	2.243	2.410	11.184	81.865	6.952	18.135	61.667	6.952	310	1061.75	963.54	2.90	332.255
								2.255				6.435	17.681	63.673	6.435			1035.39	2.77	376.018
1	65.7	6.38	6.0	1171	1184	669	515	2.274	2.395	12.369	82.555	5.076	17.445	70.903	5.076	370	1267.25	1159.53	3.70	313.388
2	65.7	6.38	6.0	1185	1195	674	522	2.270	2.395	12.349	82.422	5.229	17.578	70.252	5.229	405	1387.125	1269.22	4.00	317.305
3	65.7	6.38	6.0	1177	1194	676	518	2.272	2.395	12.360	82.498	5.142	17.502	70.620	5.142	275	941.875	861.82	3.20	269.317
								2.272				5.149	17.508	70.592	5.149			1096.86	3.63	300.003
1	64.9	6.95	6.5	1182	1188	675	513	2.304	2.381	13.578	83.211	3.211	16.789	80.874	3.211	395	1352.875	1265.55	4.00	316.387
2	64.1	6.95	6.5	1171	1185	670	515	2.274	2.381	13.399	82.116	4.484	17.884	74.925	4.484	375	1284.375	1229.49	3.30	372.574
3	65.0	6.95	6.5	1182	1195	674	521	2.269	2.381	13.370	81.933	4.697	18.067	74.000	4.697	330	1130.25	1054.22	3.80	277.426
								2.282				4.131	17.580	76.600	4.131			1183.09	3.700	322.129
1	64.7	7.53	7.0	1189	1195	676	519	2.291	2.366	14.539	82.293	3.167	17.707	82.111	3.167	310	1081.75	999.01	3.80	262.898
2	64.9	7.53	7.0	1185	1192	675	517	2.292	2.366	14.546	82.334	3.120	17.666	82.340	3.120	330	1130.25	1057.29	3.80	278.235
3	64.7	7.53	7.0	1167	1172	666	506	2.306	2.366	14.637	82.846	2.517	17.154	85.325	2.517	315	1078.875	1015.12	2.90	350.043
								2.296				2.935	17.509	83.259	2.935			1023.809	3.500	297.058
1	64.2	8.11	7.5	1173	1179	670	509	2.305	2.351	15.670	82.336	1.994	17.664	88.711	1.994	290	993.25	948.11	3.80	249.502
2	63.1	8.11	7.5	1171	1179	673	506	2.314	2.351	15.736	82.683	1.581	17.317	90.870	1.581	315	1078.875	1089.66	3.60	302.684
3	64.6	8.11	7.5	1171	1182	667	515	2.274	2.351	15.461	81.238	3.301	18.762	82.406	3.301	300	1027.5	969.59	3.20	302.997
								2.298				2.292	17.914	87.329	2.292			1002.454	3.533	285.061

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 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) : B; 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  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)  
 QM = Quintion Marshal  
 Suhu pencampuran = + 160 C  
 Suhu pematatan = 140 C  
 Suhu waterbath = 60 C  
 B.J Aspal = 1,103  
 B.J Agregat = 2,589

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

Yogyakarta, 31 Agustus 2003  
 Peneliti :  
 1. Ade Wahyono  
 2. Diblyo Saputro

*(Handwritten signatures)*



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
 Pengirim Sample : Ade Wahyono & Dibiyo Saputro  
 Jenis Campuran : SMA pada KAO  
 Tanggal : 31 Agustus 2003

Dikerjakan Oleh : 1. Ade Wahyono  
 2. Dibiyo Saputro  
 Diperiksa Oleh :

**PERHITUNGAN TEST MARSHALL**

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (%)	Density	h	i (%)	j (%)	k (%)	VMA	VFWA	VITM	o	Stabilitas		Flow	QM (kg/mm)
								g (gr/cc)					l (%)	m (%)	n (%)		p (kg)	q (kg)	r (mm)	
<b>SMA Tanpa Serat</b>																				
1	64.0	6.92	6.476	1190	1200	679	521	2.284	2.381	13.410	82.509	4.081	17.491	76.669	4.081	335	1147.375	1101.48	4.20	262.257
2	63.6	6.92	6.476	1172	1183	665	518	2.263	2.381	13.284	81.731	4.985	18.269	72.715	4.985	340	1164.5	1155.18	3.50	330.053
3	63.7	6.92	6.476	1175	1188	672	516	2.277	2.381	13.370	82.258	4.372	17.742	75.357	4.372	380	1301.5	1540.98	3.90	395.122
								2.275				4.479	17.834	74.914	4.479			1265.88	3.87	329.144
<b>SMA + Serat</b>																				
1	63.6	7.12	6.644	1170	1182	665	517	2.263	2.376	13.632	81.603	4.765	18.397	74.097	4.765	350	1198.75	1189.16	3.80	312.937
2	64.4	7.12	6.644	1180	1193	666	527	2.239	2.376	13.487	80.739	5.774	19.261	70.023	5.774	325	1113.125	1035.21	3.60	287.557
3	63.6	7.12	6.644	1175	1186	670	516	2.277	2.376	13.716	82.110	4.173	17.890	76.673	4.173	275	941.875	1115.18	3.90	285.944
								2.260				4.904	18.516	73.598	4.904			1113.18	3.77	295.479

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 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)}  
 p = o x kalibrasi proving ring  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)  
 QM = Quintion Marshal  
 Suhu pencampuran = + 160 C  
 Suhu pematatan = 140 C  
 Suhu waterbath = 60 C  
 B.J Aspal = 1,103  
 B.J Agregat = 2,589

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

(Jr. Iskandar S.,MT)

Yogyakarta, 31 Agustus 2003

Peneliti :

1. Ade Wahyono

2. Dibiyo Saputro

*(Signature of Ade Wahyono)*  
 .....  
*(Signature of Dibiyo Saputro)*  
 .....



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
 Pengirim Sample : Ade Wahyono & Dihyo Saputro  
 Jenis Campuran : SMA pada KAO & Immersion Test  
 Tanggal : 31 Agustus 2003

Dikerjakan Oleh : 1. Ade Wahyono  
 2. Dihyo Saputro  
 Diperiksa Oleh :

**PERHITUNGAN TEST MARSHALL**

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (%)	Density		h	i (%)	j (%)	k (%)	VMA		VITM		Stabilitas		Flow		QM (kg/mm)
								g (gr/cc)						l (%)	m (%)	n (%)	o	p (kg)	q (kg)	r (mm)		
<b>SMA Tanpa Serat</b>																						
1	64.1	6.92	6.476	1178	1189	679	510	2.310	2.381	13.561	83.438	3.000	16.562	81.885	3.000	310	1061.75	1016.38	4.10	247.898		
2	63.3	6.92	6.476	1182	1189	682	507	2.331	2.381	13.688	84.217	2.095	15.783	86.727	2.095	330	1130.25	1135.90	3.70	307.000		
3	63.0	6.92	6.476	1175	1182	675	507	2.318	2.381	13.607	83.718	2.675	16.282	83.573	2.675	325	1113.125	1127.04	4.60	245.008		
								<b>2.320</b>					<b>2.590</b>	<b>16.209</b>	<b>84.062</b>	<b>2.590</b>			<b>1093.11</b>	<b>4.13</b>	<b>266.636</b>	
<b>SMA + Serat</b>																						
1	65.0	7.12	6.644	1182	1195	675	520	2.273	2.376	13.692	81.964	4.344	18.036	75.916	4.344	300	1027.5	958.38	3.10	309.155		
2	64.2	7.12	6.644	1182	1195	678	517	2.286	2.376	13.771	82.440	3.789	17.560	78.425	3.789	280	959	915.40	3.70	247.406		
3	64.5	7.12	6.644	1183	1193	677	516	2.293	2.376	13.810	82.669	3.521	17.331	79.685	3.521	310	1061.75	1004.81	4.00	251.202		
								<b>2.284</b>					<b>3.884</b>	<b>17.642</b>	<b>78.009</b>	<b>3.884</b>			<b>959.53</b>	<b>3.60</b>	<b>269.254</b>	

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 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  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)  
 QM = Quintion Marshal  
 Suhu pencampuran = + 160 C  
 Suhu pematatan = 140 C  
 Suhu waterbath = 60 C  
 B.J Aspal = 1,103  
 B.J Agregat = 2,589

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

*(Signature)*

( Ir. Iskandar S.,MT )

Yogyakarta, 31 Agustus 2003

Peneliti :

1. Ade Wahyono

*(Signature)*

2. Dihyo Saputro

*(Signature)*