

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH *POLY ETHYLENE* SEBAGAI *ADDITIVE*  
TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN  
PERMEABILITAS *HOT ROLLED SHEET B (HRS-B)***



Disusun Oleh :

**YANUAR DWI PUTRA**

**No. Mhs. : 96310005**

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

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh *Poly Ethylene* Sebagai *Additive* Terhadap Karakteristik *Marshall* Dan Permeabilitas Hot Rolled Sheet (HRS B)” merupakan salah satu syarat wajib tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang telah memenuhi syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penyusun banyak mendapat bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Atas segala bantuan dan bimbingan tersebut, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT, selaku dosen pembimbing I yang telah memberi bimbingan, pengarahan dan ketelitiannya dalam membimbing penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.

2. Bapak Ir. Iskandar S, MT, selaku dosen pembimbing II, atas kritik dan pengarahan dalam membimbing penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak dan Ibu Dosen JTS FTSP UII yang telah memberikan ilmunya.
5. Bapak dan Ibu tersayang dan ketiga saudara tercinta atas do'a-nya.
6. Pak Kamto, Pak Santoro, Pak Pranoto, Pak Basuki dan Pak Supardi.
7. Djasun, ST
8. Rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu serta sahabat di seluruh nusantara terutama para musisi, petualang dan pecinta kedamaian.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Akhirnya penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan senantiasa mendapat Ridho – Nya, Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2003

**YANUAR DWI PUTRA**

*Dipersembahkan Kepada Keluarga Besar*  
***Ir. H Supardi Sukandar, MM***  
&  
*Ibunda Tercinta*  
***Hj. Esihati***

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Notasi	xiv
Daftar Istilah	xv
Intisari	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1. Aspal	4
2.2. Agregat	4
2.3. <i>Filler</i>	5
2.4. Bahan Tambah ( <i>Additive</i> )	5
2.5. Campuran Aspal	6
2.5.1. <i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	6
2.6. Karakteristik Perkerasan	7
2.6.1. Stabilitas ( <i>Stability</i> )	7
2.6.2. Durabilitas ( <i>Durability</i> )	8
2.6.3. Kelenturan ( <i>Fleksibility</i> )	9
2.7. Permeabilitas	9
2.8. Hasil Penelitian Sebelumnya	10

<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	12
3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan	12
3.2. Spesifikasi Campuran	12
3.3. Bahan Penyusun	13
3.3.1. Aspal	13
3.3.2. Agregat	13
3.4. <i>Poly Ethylene</i>	14
3.5. Parameter <i>Marshall Test</i>	17
3.5.1. <i>Density</i>	17
3.5.2. <i>Void In Total Mix (VITM)</i>	18
3.5.3. <i>Void Filled With Asphalt (VFWA)</i>	19
3.5.4. <i>Void in Mineral Aggregate (VMA)</i>	20
3.5.5. Stabilitas	20
3.5.6. <i>Flow</i>	21
3.5.7. <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	22
3.6. <i>Immersion Test</i>	23
3.7. Indeks Penetrasi (PI)	24
3.8. Uji Permeabilitas	24
<b>BAB IV HIPOTESIS</b>	27
<b>BAB V METODE PENELITIAN</b>	28
5.1. Metode Penelitian	28
5.2. Cara Memperoleh Data	30
5.2.1. Lokasi, Bahan, dan Alat Penelitian	30
5.2.1.1. Lokasi Penelitian	30
5.2.1.2. Bahan Penelitian	30
5.2.1.3. Alat Penelitian	31
5.3. Jalannya Penelitian	32
5.3.1. Campuran Aspal Biasa	33
5.3.2. Campuran Aspal <i>Poly Ethylene</i>	34
5.3.3. Cara Melakukan Pengujian	34
5.3.3.1. Pengujian <i>Marshall Standart</i>	35

5.5.3.2. Pengujian Rendam <i>Marshall (Immersion Test)</i>	36
5.5.3.3. Pengujian Permeabilitas	37
5.4. Anggaran Dasar	38
<b>BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	39
6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan	39
6.1.1. Hasil Pengujian Agregat.	39
6.1.2. Hasil Pengujian Aspal	40
6.1.3. Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	40
6.1.3.1. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar Aspal	41
6.1.3.2. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada KAO	41
6.1.3.3. Hasil Uji Sifat Fisik Aspal Dengan Kadar <i>Poly Ethylene</i> Optimum	42
6.1.3.4. Hasil Pengujian Rendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	42
6.1.3.5. Hasil Pengujian Permeabilitas	43
6.2. Pembahasan	44
6.2.1. Sifat Fisik Bahan	44
6.2.1.1. Agregat	44
6.2.1.2. Aspal	46
6.2.2. Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran HRS-B	47
6.2.2.1 <i>Density</i>	47
6.2.2.2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM ( <i>Voids in the Mix</i> ) Campuran HRS-B	48
6.2.2.3. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ) Campuran HRS-B	50

6.2.4.6. Pengaruh <i>PolyEthylene</i> Terhadap Nilai <i>Flow</i> (Kelelehan) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	63
6.2.4.7. Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	64
6.2.5. Penentuan Kadar <i>Poly Ethylene</i> Optimum Pada Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B	64
6.2.6. Durabilitas Campuran Beton Aspal Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	65
6.2.7. Pengaruh Kadar <i>Poly Ethylene</i> terhadap Sifat Fisik Aspal (Penetrasi Dan Titik Lembek)	67
6.2.8. Pengaruh Kadar <i>Poly Ethylene</i> terhadap Permeabilitas Campuran HRS-B	69

## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1. Kesimpulan	71
7.2. Saran-saran	72



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Persyaratan HRS-B Untuk Kepadatan Lalu Lintas Berat	13
Tabel 3.2.	Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga	13
Tabel 3.3.	Persyaratan Agregat Kasar	14
Tabel 3.4.	Persyaratan Agregat Halus	14
Tabel 3.5.	Spesifikasi Gradasi Agregat HRS-B	14
Tabel 3.6.	Penggunaan <i>Polymer</i> Untuk Memperbaiki Daya Tahan Konstruksi Jalan	15
Tabel 3.7.	Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas	26
Tabel 6.1.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	39
Tabel 6.2.	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	39
Tabel 6.3.	Hasil Pemeriksaan AC 60/70	40
Tabel 6.4.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji Dengan Kadar Aspal Bervariasi	41
Tabel 6.5.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Variasi Kadar <i>Poly Ethylene</i> .	42
Tabel 6.6.	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Dengan <i>Poly Ethylene</i>	42
Tabel 6.7.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	43
Tabel 6.8.	Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran Hrs-B Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	44
Tabel 6.9.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B	57
Tabel 6.10.	Kadar <i>Poly Ethylene</i> Campuran HRS-B	65
Tabel 6.11.	Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Dengan Nilai Stabilitas Pada Perendaman Selama 0,5 Jam Dan 24 Jam	66
Tabel 6.12.	Perbandingan Sifat Fisik Aspal Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i> .	67

## DAFTAR GAMBAR

	Hal	
Gambar 3.1.	Grafik Hubungan <i>Density</i> Dengan Kadar Aspal	18
Gambar 3.2.	Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal	19
Gambar 3.3.	Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal	20
Gambar.3.4.	Grafik Hubungan VMA Dengan Kadar Aspal	21
Gambar 3.5.	Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal	22
Gambar 3.6.	Grafik Hubungan <i>Flow</i> Dengan Kadar Aspal	22
Gambar 3.7.	Grafik Hubungan <i>Marshall Quotient</i> Dengan Kadar Aspal	23
Gambar 5.1.	Bagan Alir Penelitian Laboratorium	29
Gambar 6.1.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Densitas	48
Gambar 6.2.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VITM	49
Gambar 6.3.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFWA	51
Gambar 6.4.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA	52
Gambar 6.5.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas	53
Gambar 6.6.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai <i>Flow</i>	55
Gambar 6.7.	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i>	56
Gambar 6.8.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Densitas	58
Gambar 6.9.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VITM	59
Gambar 6.10	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VFWA	60
Gambar 6.11.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VMA	61

Gambar 6.12.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas	62
Gambar 6.13.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Flow</i>	63
Gambar 6.14.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i>	64
Gambar 6.15.	Grafik Nilai Indek Perendaman (IP) Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	66
Gambar 6.16.	Grafik Nilai Penetrasi Aspal Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	68
Gambar 6.17.	Grafik Nilai Titik Lembek Aspal Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	69
Gambar 6.18.	Grafik Nilai Indek Penetrasi (Pi) Aspal Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>	69
Gambar 6.19.	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Poly Ethylene</i> Dengan Koefisien Permeabilitas	70

## Daftar Notasi

- $g$  = Nilai *density* (gr/cc)  
 $c$  = Berat jenis kering sebelum direndam (gr)  
 $d$  = Berat benda uji jenuh air (gr)  
 $e$  = Berat benda uji dalam air (gr)  
 $f$  = Volume benda uji (cc)  
 $g$  = Berat isi sampel (gr/cc)  
 $h$  = Berat jenis maksimum teoritis campuran (gr/cc)  
 $g$  = Berat isi sampel (gr/cc)  
 $b$  = Prosentase aspal terhadap campuran  
 $g$  = Berat isi sampel (gr/cc)  
 $S$  = Angka stabilitas sesungguhnya  
 $p$  = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat  
 $q$  = Angka koreksi benda uji  
 $S$  = Nilai stabilitas (kg)  
 $R$  = Nilai *flow* (mm)  
 $S_1$  = stabilitas sebelum perendaman  
 $S_2$  = stabilitas setelah direndam selama 24 jam  
 $q = V/T$  = debit rembesan (cm<sup>3</sup>/detik)  
 $V$  = Volume rembesan (cm<sup>3</sup>)  
 $T$  = lama waktu rembesan terukur (detik)  
 $K$  = koefisien permeabilitas (cm/detik)  
 $I = h/L$  gradien hidrolis, parameter tak berdimensi.  
 $h = P/g_{\text{air}}$  = selisih tinggi tekanan total (cm)  
 $P$  = tekanan air pengujian (dyne/cm<sup>2</sup>)  
 $g_{\text{air}} = r_{\text{air}} \times g$  = berat unit (9,807 dyne/cm<sup>3</sup>)  
 $A$  = Luas penampang benda uji yang dilalui  $q$  cm<sup>3</sup>/detik (cm<sup>2</sup>)

## DAFTAR ISTILAH

Aspal	=	Bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak.
Agregat	=	Sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya yang diperoleh dari alam atau hasil pengolahan.
<i>Additive</i>	=	Bahan tambah yang diberikan kedalam campuran.
<i>Bleeding</i>	=	Naiknya aspal kepermukaan melalui hubungan antar pori.
<i>Density</i> (Densitas)	=	Tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal.
<i>Durability</i> (Durabilitas)	=	Ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas.
<i>Fleksibility</i> (Fleksibilitas)	=	Kemampuan lapis perkerasan untuk menahan lendutan dan tekukan tanpa mengalami keretakan.
<i>Flow</i>	=	besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran.
<i>Filler</i>	=	Material berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada pembuatan campuran beton aspal.
<i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	=	Lapis penutup yang dibuat dari campuran agregat bergradasi timpang.
Impermeabilitas	=	Merupakan kemampuan perkerasan lentur untuk menahan air dari udara masuk ke dalam perkerasan lentur.
<i>Immersion test</i>	=	Uji perendaman <i>Marshall</i> bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.
<i>(internal friction)</i>	=	Kekuatan dari mortar dengan cara saling mengunci.
Kohesi	=	Daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan.
<i>Marshall test</i>	=	Pengujian sifat fisik dari pekerasan untuk mengetahui karakteristik


**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH *POLY ETHYLENE* SEBAGAI *ADDITIVE***  
**TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN**  
**PERMEABILITAS *HOT ROLLED SHEET* (HRS-B)**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh**  
**Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Universitas Islam Indonesia**  
**Jogjakarta**

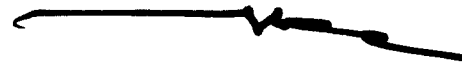
**YANUAR DWI PUTRA**  
**No. Mhs. : 96 310 005**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. Miftahul Fauziah, MT**  
**Dosen Pembimbing I**

  
\_\_\_\_\_  
Tanggal : **5. SEP. '03**

**Ir. Iskandar S, MT**  
**Dosen Pembimbing II**

  
\_\_\_\_\_  
Tanggal : **5. SEPT. 03**

6.2.2.4.	Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA ( <i>Void in Mineral Aggregate</i> ) Campuran HRS-B	51
6.2.2.5.	Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B	52
6.2.2.6.	Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> (kelelehan) Campuran HRS-B	54
6.2.2.7.	Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ ( <i>Marshall Quotient</i> ) Campuran Beton Aspal	55
6.2.3.	Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B	57
6.2.4.	Karakteristik Marshall Campuran HRS-B Dengan <i>Poly Ethylene</i> Pada Kadar Aspal Optimum	57
6.2.4.1.	Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai <i>Density</i> Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	57
6.2.4.2.	Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai VITM ( <i>Void in The Mix</i> ) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	58
6.2.4.3.	Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	59
6.2.4.4.	Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai VMA ( <i>Void in Mineral Aggregate</i> ) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	60
6.2.4.5.	Pengaruh <i>Poly Ethylene</i> Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.a	Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)
Lampiran 1.b	Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
Lampiran 1.c	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Lampiran 1.d	Sand Equivalent Data
Lampiran 1.e	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Lampiran 2.a	Pemeriksaan Penetrasi Aspal
Lampiran 2.b	Titik Lembek Aspal
Lampiran 2.c	Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar Pemeriksaan Kelarutan
Lampiran 2.d	Dalam CCL4 (Solubility)
Lampiran 2.e	Pemeriksaan Daktilitas (Ductility)/ Residue
Lampiran 2.f	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
Lampiran 2.g	Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat
Lampiran 3.a	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 6.0 %
Lampiran 3.b	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 6.5 %
Lampiran 3.c	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 7.0 %
Lampiran 3.d	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 7.5 %
Lampiran 3.f	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 8.0 %
Lampiran 4	Perhitungan <i>Marshall Test</i> Mencari Kadar Aspal Optimum
Lampiran 5	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 7.125 %
Lampiran 6	Perhitungan <i>Marshall Test</i> Mencari Kadar <i>Poly Ethylene</i> Optimum
Lampiran 7.a	Pemeriksaan Berat Jenis <i>Poly Ethylene</i>
Lampiran 7.b	Pemeriksaan Penetrasi Aspal Dengan <i>Poly Ethylene</i>
Lampiran 7.c	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Dengan <i>Poly Ethylene</i>
Lampiran 8.a	Perhitungan <i>Marshall Test</i> Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>
Lampiran 8.b	Perhitungan <i>Immersion Test</i> Dengan Dan Tanpa <i>Poly Ethylene</i>
Lampiran 9	Data Permeabilitas
Lampiran 10	Kartu Peserta Dan Kelengkapan Tugas Akhir



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Jalan sebagai salah satu prasarana perhubungan merupakan unsur penting dalam usaha pengembangan kehidupan bangsa untuk mencapai tujuan nasional. Jalan sangat dibutuhkan untuk memperlancar hubungan antar daerah. Kelancaran transportasi antar daerah sangat menunjang kepentingan nasional disegala bidang. Oleh karena itu dalam pembangunan prasarana jalan tersebut diperlukan perencanaan dan pelaksanaan yang baik secara kualitas maupun kuantitas dengan pertimbangan efisiensi dan keterbatasan dana yang tersedia.

Banyak ragam perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia diantaranya, Lapis beton aspal (Laston), *Split Mastic Asphalt* (SMA), *Hot Rolled Sheet* (HRS) dan lain-lain yang masing-masing perkerasan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Salah satu jenis perkerasan adalah *Hot Rolled Sheet* (HRS) yang biasanya digunakan untuk lapis keras permukaan jalan yang bersifat non struktural sebagai lapis aus dan kedap air yang dewasa ini sudah banyak digunakan di Indonesia.

*Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan pengembangan dari *Hot Rolled Asphalt* (HRA) yang berasal dari negara yang beriklim dingin (Inggris), sehingga

secara umum kerakteristiknya sama, hanya untuk HRS sudah disesuaikan dengan alam dan kondisi yang ada di Indonesia yang beriklim tropis.

Penggunaan HRS sebagai lapis atas suatu perkerasan di Indonesia yang kondisi bahan batuan, bitumen dan iklim yang berbeda dengan negara asal HRA, ternyata banyak menimbulkan masalah. Permasalahan tersebut misalnya naiknya aspal ke permukaan jalan (*bleeding*) dan terbentuknya alur bekas roda (*rutting*) yang akhirnya menurunkan tahanan gesek (*skid resistance*).

Bahan tambah yang sudah digunakan untuk HRS diantaranya *Roadcell*, Asbuton dan bahan tambah lainnya. Berdasarkan latar belakang tersebut dicoba untuk menggunakan *Poly Ethylene* sebagai bahan tambah pada campuran HRS-B, sehingga nantinya diharapkan bisa memperbaiki kelemahan-kelemahan dari HRS. Hal ini disebabkan karena *Polymer* dapat menaikkan sifat-sifat secara nyata perkerasan antara lain: titik lembek, indek penetrasi (PI) dan meningkatkan daya tahan terhadap alur akibat stabilisasi yang meningkat.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku *Marshall* yaitu *Stability*, *Flow*, *Density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM), *Void In Mineral Aggregate* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ) yang menggunakan *Poly Ethylene* sebagai *additive* dan dibandingkan dengan perilaku HRS-B yang tidak menggunakan *Poly Ethylene* sebagai *additive*. Penelitian ini juga untuk mengetahui dan membandingkan nilai Permeabilitas campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* sebagai *additive*.

### 1.3. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui sejauh mana manfaat penggunaan *Poly Ethylene* sebagai *additive* untuk meningkatkan kualitas konstruksi lapis perkerasan, sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pelaksanaan pekerjaan HRS-B dilapangan dan menambah variasi studi pustaka mengenai pemanfaatan *Polymer* sebagai *additive* pada campuran perkerasan HRS-B pada uji *Marshall* dan Permeabilitas.

### 1.4. Batasan Penelitian

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan untuk memudahkan dalam menganalisis, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi:

1. Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang untuk campuran HRS-B berdasarkan *Central Quality Control and Monitoring Unit*, Bina Marga 1988.
2. Spesifikasi *Marshall Properties* mengacu pada peraturan Bina Marga 1983
3. *Additive* yang digunakan adalah *Poly Ethylene* jenis PEG 400 produksi Pertamina dengan variasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% terhadap Kadar Aspal Optimum.
4. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 dengan variasi kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 % dan 8 % terhadap berat total campuran.
5. Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test*, *Imersion Test* dan Permeabilitas.
6. Penelitian terbatas hanya pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang terkandung dalam bahan-bahan penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Aspal**

Aspal yang sering digunakan di Indonesia adalah aspal keras hasil destilasi minyak bumi dengan jenis AC 60-70 dan AC 80-100, karena penetrasi aspal relatif rendah, sehingga aspal tersebut dapat dipakai pada perkerasan dengan lalu lintas tinggi dan tahan terhadap cuaca panas. Aspal ini adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang (*Sukirman, S, 1992*).

Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar pada masing-masing agregat (*Krebs and Walker, 1971*).

#### **2.2. Agregat**

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya yang diperoleh dari alam atau hasil pengolahan. Agregat berperan dalam mendukung dan menyebarkan beban roda kendaraan kelapis tanah dasar (*Sukirman, S, 1992*).

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, ukuran dan gradasi,

kekuatan dan kekerasan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia (*Krebs dan Walker, 1971*).

### **2.3. Filler**

*Filler* adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada pembuatan campuran beton aspal. *Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm) bisa berupa debu kapur, debu dolomit atau semen portland. *Filler* harus dalam keadaan kering dengan kadar air maksimum 1%. Pemberian *filler* pada campuran lapis keras mengakibatkan lapis keras mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel *filler* menempati rongga diantara partikel-partikel yang lebih besar, sehingga ruang diantara partikel-partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan *filler* ini dimaksudkan untuk menambah stabilitas serta kerapatan dari campuran. (*Bina Marga, 1983*).

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

Modifikasi dengan *Polymer* dapat menaikkan sifat-sifat secara nyata antara lain: Titik leleh, PI, Ketahanan terhadap gaya geser, retak, alur dan *seal*. *Polymer modified* lebih tahan terhadap suhu perkerasan yang tinggi karena mempunyai titik leleh tinggi 50-85°C dibandingkan dengan aspal minyak yang titik lelehnya antara 44-49°C, sehingga pada suhu perkerasan tinggi aspal *modified* tidak mudah mengalir, dapat memperpanjang umur pakai, dapat menghasilkan aspal yang dapat memenuhi kriteria tersebut diatas dengan harga lebih murah dan mudah didapat (*Suroso, T.W, 1997*).

*Polymer* adalah bahan yang terdiri dari banyak molekul yang disebut monomer yang terdiri dari moleku-molekul panjang dapat berupa rantai lurus bercabang, cincin bergabung dengan rantai lurus. Macam-macam *Polymer* yang telah digunakan sebagai bahan tambah aspal adalah *Poly propylene, poly Ethylene, EVA, SBR*, dan lain-lainnya. *Polymer* yang digunakan untuk keperluan jalan ada dua yaitu *Plastomer* dan *Elastomer*. Contoh *Elastomer* adalah Karet alam, *Styrene Butadien Rubber (SBR)*, *Styrena Butadine Styrene* dan *Neoprene*. Contoh *Plastomer* adalah *Poly Propylene High and Low Density, Poly Ethylene High and Low Density, Ethyl Vinyl Acetat (EVA)* (Suroso, T.W, 1997).

## **2.5. Campuran Aspal**

### **2.5.1. Hot Rolled Sheet (HRS)**

*Hot Rolled Sheet* atau lebih dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton merupakan lapis penutup yang dibuat dari campuran agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan suhu dan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan secara panas. Sebagai bahan pengikat sering digunakan jenis aspal keras dengan penetrasi 60-70 (*Bina Marga, 1983*).

*Hot Rolled Sheet* mempunyai sifat lentur dan durabilitas yang tinggi, hal ini dikarenakan campuran HRS dengan gradasi timpang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah banyak (7 – 8 %) tanpa terjadi *bleeding*. Disamping itu, HRS mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi. Di lapangan sering terjadi kegagalan dini dalam

penghamparan dan pemadatan dikarenakan HRS tidak sepenuhnya murni *gap graded* (Bina Marga, 1983).

Stabilitas HRS sangat dipengaruhi oleh kekuatan dari mortar dengan cara saling mengunci (*internal friction*) antar agregat halus. Kemampuan HRS dalam menahan beban lalu lintas juga ditentukan oleh kekuatan mortarnya. Mortar adalah bahan pembentuk utama HRS yang terbuat dari agregat halus (Bina Marga, 1983).

## **2.6. Karakteristik Perkerasan**

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan tinggi dan rendahnya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Karakteristik perkerasan dapat ditunjukkan dengan parameter berikut ini.

### **2.6.1. Stabilitas (*Stability*)**

Stabilitas adalah ketahanan atau kemampuan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan (*The Asphalt Institute, 1983*). Perkerasan yang tidak stabil ditandai dengan adanya gelombang, alur maupun *bleeding*.

Jumlah lalu lintas dan beban kendaraan menentukan tingkat stabilitas yang dibutuhkan. Beberapa variabel yang mempunyai hubungan dengan stabilitas antara lain:

1. Gaya gesek (*friction*), hal ini tergantung pada permukaan, gradasi dan bentuk agregat, kerapatan campuran serta kualitas aspal.
2. Kohesi, merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi batuan akan terlihat dari sifat kekerasannya dan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal dan sifat bantu bahan tambah.
3. Inersia, merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat (*resistence to displacement*), yang terjadi akibat beban lalu lintas, baik besarnya beban maupun jangka waktu pembebanan.

#### 2.6.2. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas (*The Asphalt Institute, 1983*). Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan, sehingga lapis permukaan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, perubahan suhu dan keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas suatu lapis perkerasan adalah:

1. Tebal selimut aspal (*bitumen film thickness*). Selimut aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis permukaan yang berdurabilitas tinggi tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* juga sangat tinggi.
2. Rongga antar campuran yang relatif kecil mengakibatkan lapis perkerasan kedap air dan udara tidak dapat masuk dalam campuran. Udara menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh getas.
3. Rongga antar butir yang relatif besar memungkinkan selimut aspal dibuat tebal. Jika rongga antar butir agrgat kecil dan kadar aspal tinggi



kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Penggunaan agregat yang memiliki sifat kekerasan tinggi dapat mengurangi gaya pengausan. Pengausan dapat menimbulkan kerusakan berupa terlepasnya agregat, sehingga menimbulkan formasi cekungan yang dapat menampung dan meresapkan air.

### **2.6.3. Kelenturan (*Fleksibilitas*)**

Fleksibilitas suatu campuran perkerasan menunjukkan kemampuan untuk menahan lendutan dan tekukan misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil dari lapisan di bawahnya terutama tanah dasarnya (*subgrade*), tanpa mengalami keretakan (*The Asphalt Institute, 1983*). Untuk meningkatkan kelenturan, pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai, tetapi dengan pemakaian tersebut akan didapatkan nilai stabilitas yang tidak sebaik bila menggunakan gradasi rapat. Sifat aspal terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai daktilitas rendah, maka dalam perkerasan akan menghasilkan suatu perkerasan yang fleksibilitasnya rendah.

### **2.7. Permeabilitas**

Permeabilitas didefinisikan sebagai sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk dilalui atau dirembesi oleh air atau zat cair lainnya melalui hubungan antar pori. Parameter ini secara langsung mempengaruhi durabilitas dan kekuatan material itu sendiri. Angka aliran yang tinggi menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan pergerakan udara dalam perkerasan dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi dan eveporasi pada bahan ikatnya, sehingga perkerasan relatif memiliki nilai durabilitas yang rendah (*Suparma, 1997*)

Impermeabilitas merupakan kemampuan perkerasan lentur untuk menahan air dari udara masuk ke dalam perkerasan lentur. Besarnya rongga dalam campuran dapat mengindikasikan kepekaan dari pemadatan campuran perkerasan. Impermeabilitas yang tinggi akan mengakibatkan durabilitas campuran akan baik (*The Asphalt Institute, 1983*).

## **2.8. Hasil Penelitian Sebelumnya**

Cacalia (2001) dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Plastik Keras Sebagai Bahan Tambah (*Additive*) Pada Campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS-B)“. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan peningkatan kadar limbah plastik keras pada campuran HRS-B akan meningkatkan nilai *Density* dan *VFWA* pada kadar aspal 6,0%, 6,5%, 7,0% dengan kadar *additive* 0% dan 15%, nilai stabilitas naik pada kadar aspal 7%, 7,5% dengan kadar *additive* 0,3%. Nilai *Flow* mengalami kenaikan sedangkan nilai *VITM* mengalami penurunan pada kadar aspal 7% dan 5% dengan kadar *additive* 0,15% dan 0,3%.

Camelia Nazir (2002) dalam penelitiannya dengan topik “Pengaruh Penggunaan Serat Limbah Plastik Botol Minuman (*Poly Ethylene Terephthalate*) Sebagai Additif Pada Campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) Ditinjau Dari Sifat *Marshall*.“ Dari hasil penelitian secara umum didapat hasil bahwa penambahan limbah plastik pada campuran HRA mampu memperbaiki sifat-sifat campuran terutama dalam hal stabilitas dan *durabilitas* HRA tersebut. *Additive* limbah plastik sebanyak 0,1 % pada perkerasan dengan kadar aspal 7,3 % dapat meningkatkan kepadatan campuran sebesar 0,55% sehingga perkerasan menjadi

lebih tahan terhadap pengaruh cuaca. Disamping itu stabilitas HRA juga akan meningkat sebesar 6,05%. Dengan demikian nilai *Marshal Quittient* (MQ) HRA akan naik sebesar 6,8%.

Dwi Aryani Hardiyanti (1992) dalam penelitiannya dengan judul “Pengaruh Tambahan Serat *Poly Ethylene* Pada Perancangan Tebal Perkerasan Beton Semen” mendapatkan kesimpulan bahwa dengan mengabaikan data Serat *Poly Ethylene* 1,0% maka penambahan serat *Poly Ethylene* pada beton optimum pada 0.25% Volume beton untuk menghasilkan kuat lentur maksimum yang akan mengurangi 26 mm atau 11,36% untuk lalu lintas tinggi, 21mm atau 10,32% untuk volume lalu lintas sedang dan 20 mm atau 11,44% untuk lalu lintas rendah dalam perancangan tebal perkerasan beton semen.

Nelfi Susianti (1999) dalam penelitiannya dengan judul “Pemanfaatan limbah plastik keras sebagai bahan tambah (*Additive*) pada campuran beton aspal (*Asphalt Concrete*).” Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kenaikan kadar *aditive* dari 0% sampai 0,45% menyebabkan nilai *density*, *stability*, *VFWA*, *flow* dan *marashal Quittient* secara garis besar naik. Sebaliknya nilai *VITM* mengalami penurunan. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 1988 didapatkan kadar aspal optimum pada kadar *additive* 0% sebesar 6.09%, pada kadar *additive* 0,15% sebesar 5,88% pada kadar *additive* 0,3% sebesar 5,87% dan pada kadar *additive* 0,45% sebesar 5,54%. Berdasarkan hasil diatas limbah plastik keras dapat digunakan sebagai *additive* dalam campuran beton aspal dengan kisaran *additive* sebesar 0% sampai 0,45%.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Konstruksi Perkerasan Jalan**

Tanah saja biasanya tidak cukup dan tahan menahan deformasi akibat beban roda berulang, untuk itu perlu adanya lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang mempunyai kualitas yang lebih baik dan dapat menyebarkan beban roda yang lebih luas di atas permukaan tanah, sehingga tegangan yang terjadi karena beban lalu lintas menjadi lebih kecil dari tegangan ijin tanah. Bahan ini selanjutnya disebut bahan lapis perkerasan. Umumnya perkerasan jalan terdiri atas beberapa lapis dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik.

Perkerasan jalan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dalam perkembangannya menunjukkan adanya berbagai jenis perkerasan seperti perkerasan beton prestress, perkerasan cakar ayam, perkerasan paving block dan lain-lain (Totomiharjo, S, 1999).

#### **3.2. Spesifikasi Campuran**

Campuran aspal pada penelitian ini adalah *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan agregat gradasi timpang. Spesifikasi campuran mengacu pada Bina Maraga, 1983 seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Persyaratan HRS-B Untuk Kepadatan Lalu Lintas Berat

No	Spesifikasi	Nilai
1	Jumlah tumbukan	75 x 2
2	Densitas	-
3	VITM	3 - 5 %
4	VFWA	75 - 82 %
5	VMA	-
6	Stabilitas	≥ 750 kg
7	Flow	2 - 4 mm
8	Marshall Quotient	-

Sumber: Bina Marga, 1983

### 3.3. Bahan Penyusun

#### 3.3.1. Aspal

Pada penelitian ini digunakan aspal AC penetrasi 60/70. Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan dengan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.031 - 76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.031- 76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.031 - 76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	PA.031 - 76	99	-	% Berat
5.	Daktalitas (25°C, 5cm / menit)	PA.031 - 76	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	PA.031 - 76	1	-	-

Sumber: Bina Marga, 1983

#### 3.3.2. Agregat

Sifat - sifat dari agregat harus diketahui lebih dulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat - sifat agregat pada umumnya ditinjau dari : Ukuran butiran dan gradasi, kebersihan, kekerasan, bentuk butiran, permukaan butiran, sifat kimia serta kelekatan terhadap aspal (*Krebs and Walker, 1971*).

Agregat yang dipakai harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam tabel 3.3 dan tabel 3.4. berikut:

Tabel 3.3 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan agregat dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$
3	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber: Bina Marga, 1983

Tabel 3.4. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Syarat
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50 \%$
2	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
3	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber: Bina Marga, 1983

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan pan. Adapun spesifikasi gradasi campuran tercantum dalam tabel 3.5.

Tabel 3.5 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS-B

Ukuran Saringan	% Berat Lolos Saringan
$\frac{3}{4}$ "	97 – 100
$\frac{1}{2}$ "	70 – 100
$\frac{3}{8}$ "	58 – 80
# 4	50 – 60
# 8	46 – 60
# 30	16 – 60
# 50	10 – 48
# 100	3 – 26
# 200	2 – 8

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

### 3.4. Poly Ethylene

Sifat suatu *Polymer* ditentukan oleh density, *Melt Flow Index* (yaitu berat bahan yang mengalir selama sepuluh menit) dan berat molekul. Makin tinggi *Melt Flow Index* (MFI) berarti kekentalan makin rendah. Hal ini serupa dengan sifat penetrasi aspal. Pemilihan jenis *Polymer* ditentukan oleh sifat apa yang diinginkan. Bila diinginkan *binder* yang kaku maka harus dipilih yang mempunyai MFI rendah

dan berat molekul tinggi karena akan menghasilkan titik leleh yang tinggi dan kepekaan terhadap suhu juga tinggi. Bila diinginkan kemudahan pencampuran maka dipilih *Polymer* yang mempunyai MFI yang tinggi (Suroso, T.W, 1997). Penggunaan berbagai *Polymer* dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6. Penggunaan *Polymer* untuk memperbaiki daya tahan konstruksi jalan

Type <i>Polymer</i>	Nama Umum	Keperluan untuk Perkerasan
SBS	<i>Thermoplastik Rubber</i>	a. Hot mix b. Pengisian retak
EVA	<i>Thermoplastic</i>	a. Daya tahan terhadap alur b. Seal c. Retak
<i>Poly Ethylene Poly Propylene</i>	<i>Thermoplastic</i>	Alur
SBR	Karet sintetis	a. Retak b. Alur
Karet alam	Karet	a. Retak b. Alur

Sumber : (Suroso, T.W, 1997)

Menurut (Suroso, T.W, 1997) dalam penelitiannya dengan topik “Peningkatan Mutu Aspal dengan *Polymer* Dalam Negri Untuk Jaringan Prasarana Jalan” menyatakan bahwa suatu alasan mengapa digunakan *Polymer* sebagai *additive* untuk modifikasi aspal, karena aspal mempunyai keterbatasan sedangkan modifikasi dengan *Polymer* menaikkan sifat-sifat secara nyata antara lain:

- a. Dapat digunakan pada kondisi lalu lintas tinggi sehingga dapat mengurangi deformasi pada suhu tinggi karena aspal yang telah dimodifikasi dengan *Polymer* mempunyai titik leleh lebih tinggi dari aspal biasa dan *Stiffnes Modulus* Tinggi.
- b. Tahan terhadap gaya geser karena aspal plus *Polymer* akan menaikkan ketahanan terhadap gaya geser, terutama pada perempatan atau tikungan.

- c. Dapat menaikkan umur pakai karena aspal makin tinggi kekentalannya sehingga lapisan makin tebal.
- d. Tahan terhadap suhu tinggi, karena *Polymer Modified Binder* (PMB) mempunyai titik leleh lebih tinggi dari 50°C jika dibandingkan dengan aspal yang mempunyai titik leleh 46-48°C, sehingga PMB dapat menahan aspal agar tidak meleleh.
- e. *Poly Ethylene* berfungsi mencegah alur yang dapat menyebabkan terjadinya retak sehingga dapat mencegah terjadinya permeabilitas pada perkerasan.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas maka sifat-sifat yang diinginkan pada *Polymer Modified Binder* (PMB) adalah sebagai berikut :

- a. Indeks Penetrasi (PI) yang tinggi :

Indeks penetrasi yang tinggi mengakibatkan campuran tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi dan tahan terhadap retak pada suhu rendah yang berarti PMB harus kurang peka terhadap pengaruh suhu (=PI tinggi).

- b. Kekentalan :

PMB harus mempunyai kekentalan lebih tinggi dari aspal biasa, sehingga diperkirakan dapat bertahan lebih lama dari pada aspal biasa.

- c. Titik leleh :

PMB harus mempunyai titik leleh lebih tinggi dibandingkan dengan aspal biasa.



### 3.5. Parameter *Marshall Test*

#### 3.5.1. *Density*

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin meningkat.

Nilai *density* diperoleh dari persamaan 3.1 dan 3.2 :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

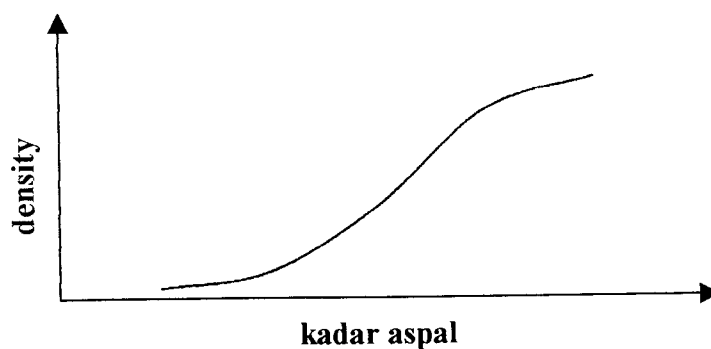
$g$  = Nilai *density* (gr/cc)

$c$  = Berat jenis kering sebelum direndam (gr)

$d$  = Berat benda uji jenuh air (gr)

$e$  = Berat benda uji dalam air (gr)

$f$  = Volume benda uji (cc)



Gambar 3.1. Grafik Hubungan *Density* Dengan Kadar Aspal

### 3.5.2. Void In Total Mix (VITM)

VITM adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat berupa alur dan retak.

Nilai VITM diperoleh dari persamaan 3.3 dan 3.4 :

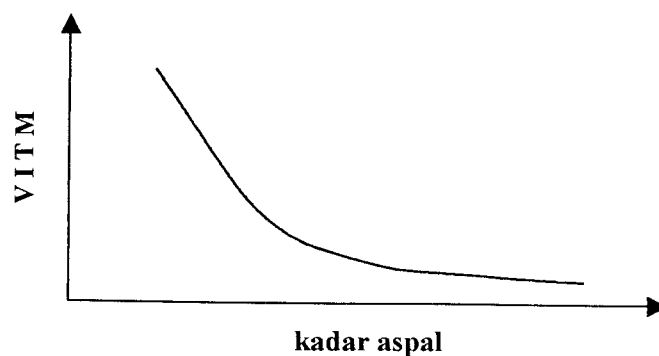
$$VITM = 100 - \left[ 100 \times \frac{g}{h} \right] \dots \dots \dots (3.3)$$

$$h = \frac{100}{\left( \frac{\% \text{ Agregat}}{Bj \text{ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{Bj \text{ Aspal}} \right)} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

$g$  = Berat isi sampel (gr/cc)

$h$  = Berat jenis maksimum teoritis campuran (gr/cc)



Gambar 3.2. Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal

### 3.5.3. Void Filled With Asphalt (VFWA)

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka prosen kadar aspal yang mengisi rongga adalah prosen kadar aspal maksimum.

Nilai VFWA diperoleh dari persamaan 3.5 sampai 3.8 :

$$VFWA = 100 \times \left[ \frac{i}{l} \right] \dots\dots\dots(3.5)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ Aspal}} \dots\dots\dots(3.6)$$

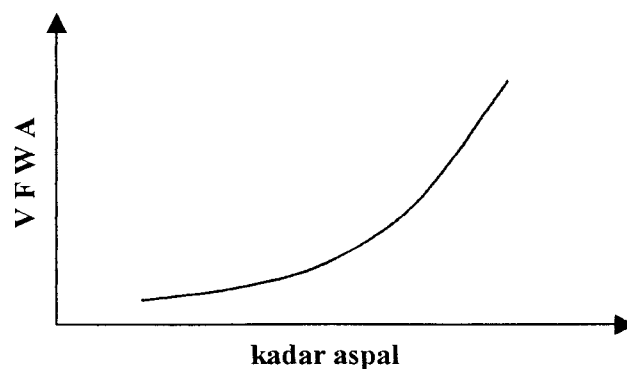
$$j = \frac{(100 - b)}{B_j \text{ Agregat}} \times g \dots\dots\dots(3.7)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

b = Prosentase aspal terhadap campuran

g = Berat isi sampel (gr/cc)



Gambar 3.3. Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal

### 3.5.4. Void in Mineral Aggregate (VMA)

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam persen terhadap total.

Nilai VMA diperoleh dari persamaan 3.9 sampai 3.10 :

$$l = (100 - j) \dots \dots \dots (3.9)$$

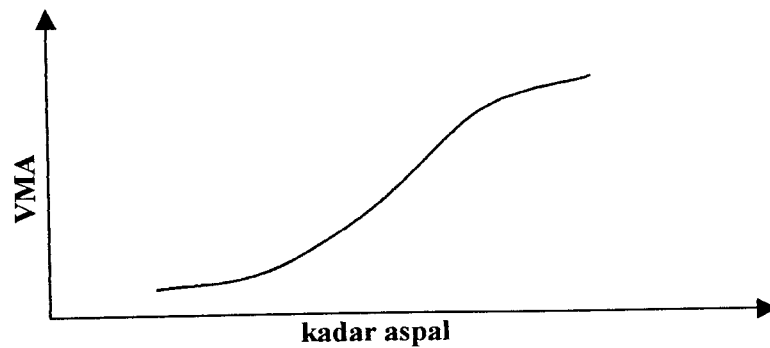
$$j = (100 - b) \times g / B_j \text{ Agregat} \dots \dots \dots (3.10)$$

keterangan :

$l$  = VMA

$b$  = Prosentase aspal terhadap campuran

$g$  = Berat isi sampel (gr/cc)



Gambar 3.4 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA

### 3.5.5. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum. Hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum.

Nilai stabilitas diperoleh dari persamaan 3.11 :

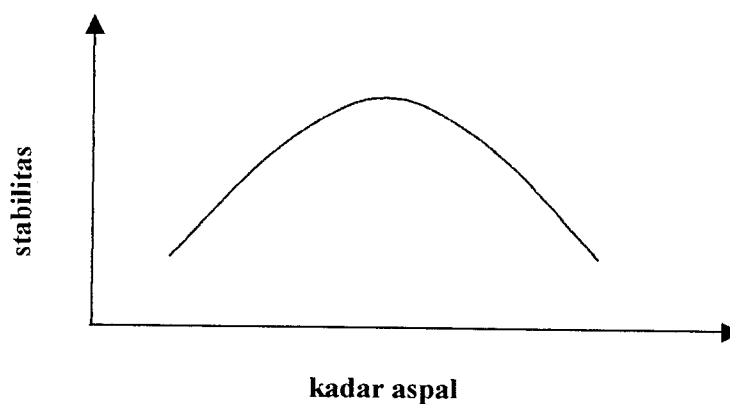
$$S = p \times q \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

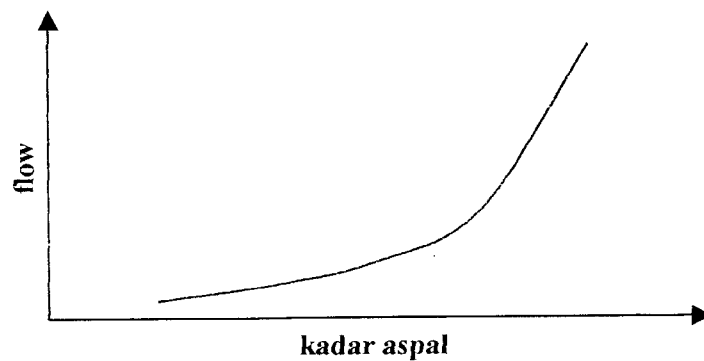
q = Angka koreksi benda uji



Gambar 3.5. Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal

### 3.5.6. Flow

*Flow* menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan.



Gambar 3.6. Grafik Hubungan *Flow* Dengan Kadar Aspal

### 3.5.7. Marshall Quotient (MQ)

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*.

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari persamaan 3.12 :

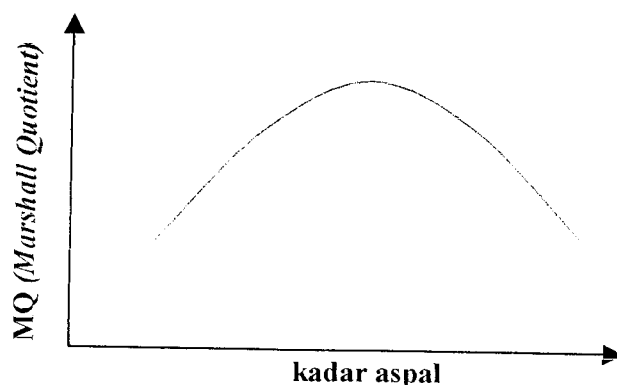
$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas (kg)

R = Nilai *flow* (mm)

MQ = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)



Gambar 3.7. Grafik Hubungan *Marshall Quotient* Dengan Kadar Aspal

### 3.6. *Immersion Test*

*Immersion Test* atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar hanya waktu perendaman saja yang berbeda. Benda uji pada *Immersion Test* direndam selama 24 jam pada suhu konstant  $60^{\circ}\text{C}$  sebelum pembebanan diberikan. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T.165-82 atau ASTM. D. 1075-76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang di rendam selama 24 jam ( $S_2$ ) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa ( $S_1$ ), seperti tercantum pada persamaan 3.13 :

$$\text{Index of retained strength} = \frac{S_2}{S_1} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

$S_1$  = stabilitas setelah direndam selama 0.5 jam

$S_2$  = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

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

### 3.7. Indeks Penetrasi (PI)

Untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur umumnya dinyatakan dalam nilai indeks penetrasi (PI). Salah satu fungsi penggunaan *Polymer* jenis *Poly Ethylene* adalah untuk meningkatkan nilai indeks penetrasi. Nilai indeks penetrasi dapat mengindikasikan kepekaan aspal terhadap temperatur. Semakin tinggi nilai indeks penetrasi kepekaan temperatur semakin rendah, sebaliknya semakin rendah nilai indeks penetrasi kepekaan temperatur semakin tinggi.

Menurut *The Shell Bitumen Handbook* (1990) :

$$PI = \frac{1952 - 500 \log pen - 20SP}{50 \log pen - SP - 20} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

*Pen* = Nilai Penetrasi aspal

*SP* = titik lembek aspal

### 3.8. Uji Permeabilitas

Suparma (1997) menyatakan bahwa campuran dengan gradasi terbuka memiliki impermeabilitas rendah bila dibandingkan dengan campuran bergradasi rapat seperti beton aspal. Keadaan ini menunjukkan lapisan perkerasan rentan terhadap kerusakan dan pergerakan udara ini didalam perkerasan mengakibatkan oksidasi dan evaporasi pada bahan ikatnya. Masalah ini dapat diatasi dengan menambah kadar aspal sehingga dapat mempertinggi impermeabilitasnya.



Permeabilitas campuran beton aspal dapat diukur dengan dua nilai yaitu sebagai nilai  $K$  ( $\text{cm}^2$ ) yang menunjukkan nilai impermeabilitasnya atau sebagai koefisien permeabilitas  $k$  ( $\text{cm/det}$ ). Nilai koefisien permeabilitas dapat didekati dengan empiris yang sudah banyak digunakan dari analisa hidrolika. Menurut formula yang diturunkan dari hukum *Darcy* dalam Suparma (1997) adalah sebagai berikut :

$$Q = k \cdot i \cdot A \dots\dots\dots(3.15)$$

Persamaan diatas diturunkan menjadi :

$$k = \frac{q}{(i \cdot A)} \dots\dots\dots(3.16)$$

$$k = \frac{V \cdot L}{(h \cdot A \cdot T)} \dots\dots\dots(3.17)$$

$$k = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_{air}}{(A \cdot P \cdot T)} \dots\dots\dots(3.18)$$

Keterangan :

$q = V/T =$  debit rembesan ( $\text{cm}^3/\text{detik}$ )

$V =$  Volume rembesan ( $\text{cm}^3$ )

$T =$  lama waktu rembesan terukur (detik)

$K =$  koefisien permeabilitas ( $\text{cm/detik}$ )

$I = h/L$  gradien hidrolik, parameter tak berdimensi.

$h = P/\gamma_{air} =$  selisih tinggi tekanan total (cm)

$P =$  tekanan air pengujian ( $\text{dyne/cm}^2$ )

$\gamma_{air} = \rho_{air} \times g =$  berat unit ( $9,807 \text{ dyne/cm}^3$ )

$A =$  Luas penampang benda uji yang dilalui  $q$   $\text{cm}^3/\text{detik}$  ( $\text{cm}^2$ )

Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001) menetapkan pembagian campuran aspal berdasarkan permeabilitas seperti tertera pada tabel 3.6.

Tabel 3.7. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas

<b>k (cm/det)</b>	<b>Permeabilitas</b>
$1 \times 10^{-8}$	Kedap ( <i>Impervious</i> )
$1 \times 10^{-6}$	Hampir Kedap ( <i>Practically Impervious</i> )
$1 \times 10^{-4}$	Drainasi jelek ( <i>Poor Drainage</i> )
$100 \times 10^{-4}$	Drainasi sedang ( <i>Fair Drainage</i> )
$1000 \times 10^{-4}$	Drainasi baik ( <i>Good Drainage</i> )

Sumber : Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001)

## **BAB IV**

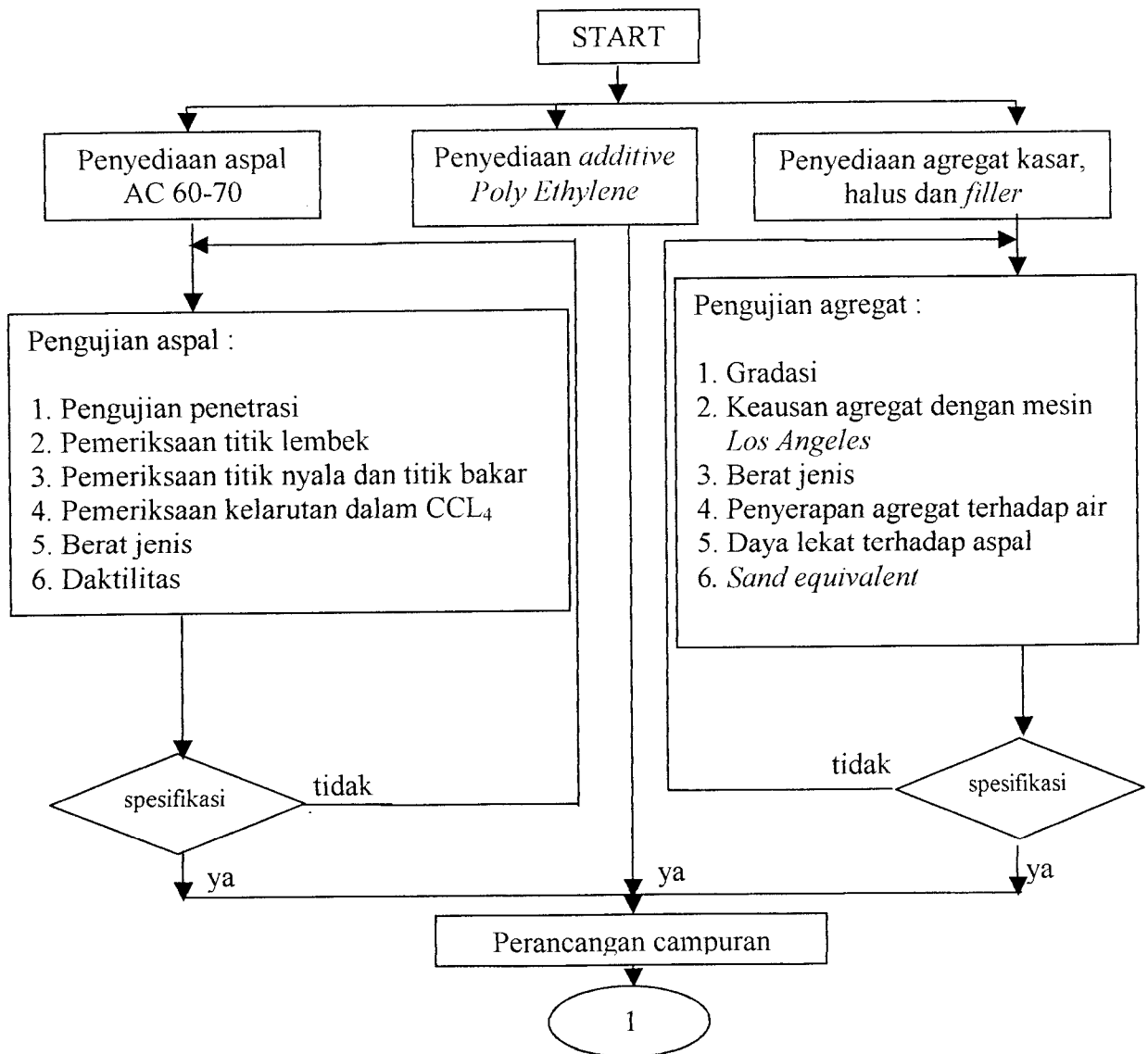
### **HIPOTESIS**

Penggunaan *Polymer* jenis *Poly Ethylene* sebagai bahan tambah (*additive*) pada campuran *Hot Rolled Sheet B* (HRS B) akan dapat meningkatkan kualitas karakteristik *Marshall* berdasarkan Bina Marga (1983), ditunjukkan dengan meningkatnya nilai stabilitas, VFWA (*Void Filled With Aspal*), MQ(*Marshall Quotient*), Indeks Perendaman (IP), dan menurunkan nilai VITM (*Void in The Mix*).

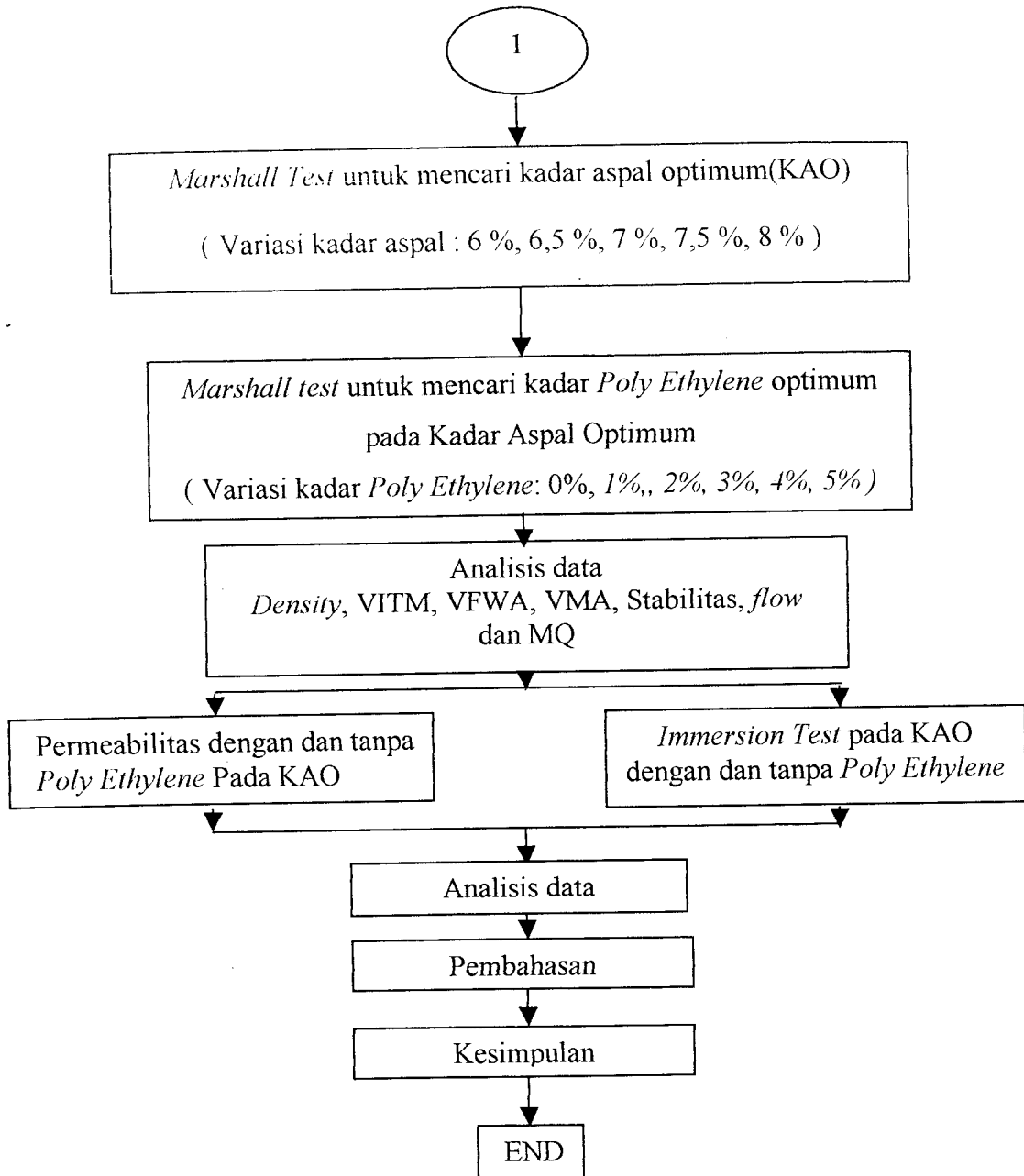
**BAB V**  
**METODE PENELITIAN**

**5.1. Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alur seperti pada gambar 5.1.



Gambar 5.1. Bagan alir penelitian laboratorium



Lanjutan bagan alir penelitian laboratorium

## **5.2. Cara Memperoleh Data**

Cara memperoleh data melalui pengujian dengan menggunakan *Marshall Test* sehingga didapatkan data-data berupa nilai stabilitas, *flow*, *density*, VFWA, VITM, VMA dan *Marshall Quotient*. Sebelum melakukan *Marshall Test*, *Immersion Test* dan uji Permeabilitas terlebih dahulu dilakukan serangkain pengujian terhadap bahan yang akan digunakan untuk benda uji.

### **5.2.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian**

#### **5.2.1.1. Lokasi penelitian**

Penelitian ini di laksanakan di laboratoraium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta untuk uji *Marshall Standart* dan *Immersion Test*. Sedangkan untuk uji Permeabilitas dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

#### **5.2.1.2. Bahan penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aspal AC 60-70 produksi Pertamina
2. Agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo.
3. Agregat halus dari Clereng Kulon Progo.
4. *Poly Ethylene* jenis PEG 400 produksi Pertamina yang dipasarkan oleh Asia Lab Yogyakarta.

### 5.2.1.3. Alat penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut di bawah ini.

1. Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari :
  - a. Kepala penekan yang berbentuk silinder.
  - b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
  - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25mm dengan perlengkapannya.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.
7. Perlengkapan-perengkapan lain seperti :
  - a. Panci untuk memanaskan bahan campuran.
  - b. Kompor pemanas.
  - c. Termometer berkapasitas 400°C.
  - d. Sendok pengaduk
  - e. Spatula.
  - f. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

- g. Sarung tangan karet.
- h. Perlengkapan lainnya.

### 5.3. Jalannya Penelitian.

Pengujian ini mengacu kepada metode AASHTO dan Bina Marga. Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan terhadap semua jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan. Spesifikasi saringan yang dipakai dapat dilihat pada tabel 3.5 kemudian setelah dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan dalam spesifikasi.

Pada penelitian ini di buat 51 benda uji. Tiap-tiap variasi dibuat 3 benda uji (triplo), dan tiap variasi diberi penomoran A, B dan C. Adapun rinciannya sebagai berikut :

1. Untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dibuat 5 variasi aspal (6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%).  $\Sigma = 5 \times 3 = 15$  buah benda uji.
2. Untuk mencari kadar *Poly Ethylene* optimum pada KAO, dibuat 6 variasi (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%).  $\Sigma = 6 \times 3 = 18$  buah benda uji.
3. Untuk mencari nilai *Immersion* pada KAO dengan dan tanpa *Poly Ethylene*,  $\Sigma = 4 \times 3 = 12$  buah benda uji.
4. Untuk mencari nilai Permeabilitas pada KAO dengan dan tanpa *Poly Ethylene*,  $\Sigma = 2 \times 3 = 6$  buah benda uji.

Sehingga total benda uji :  $\Sigma_{\text{Total}} = 15 + 18 + 12 + 6 = 51$  buah benda uji.



Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji sebesar 1200 gram. Untuk berat masing-masing agregat dan aspal tergantung variasi kadar aspal yang dipakai.

### **5.3.1. Campuran Aspal Biasa**

Pada penelitian ini ada dua pola pencampuran, pertama pola pencampuran untuk mencari kadar aspal optimum. Agregat yang telah disiapkan kemudian di panaskan pada suhu 140°C. Sebisa mungkin dilakukan pemanasan yang merata. Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu 140°C yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah agregat dan aspal bercampur kemudian dilakukan pengadukan sampai campuran menjadi rata. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang sebelumnya telah dibersihkan dari kotoran, kemudian diberi sedikit vaselin. Setelah itu cetakan benda uji dipanaskan didalam oven dengan maksud agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah suhu campuran telah mencapai 140°C serta agregat dan aspal telah bercampur secara merata, campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian yang masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak  $\pm$  15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

### **5.3.2. Campuran Aspal *Poly Ethylene***

Sedangkan pola kedua yang menggunakan bahan tambah *Poly Ethylene* dilakukan pola yang berbeda. Aspal dipanaskan pada suhu 140°C. Kemudian aspal ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Setelah itu *Poly Ethylene* dicampurkan kedalam aspal yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Kemudian dipanaskan sampai aspal dan *Poly Ethylene* bercampur merata yang kemudian diaduk merata sampai mencapai suhu 140°C. Setelah itu campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian campuran yang masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak  $\pm 15$  kali dan 10 kali bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga untuk satu benda uji dilakukan 150 kali penumbukan.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan alat bantu *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

### **5.3.3. Cara Melakukan Pengujian**

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan tiga cara yaitu dengan cara seperti berikut ini.

### 5.3.3.1. Pengujian *Marshall Standart*

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Marshall* seperti cara-cara dibawah ini.

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Mengukur ketinggian benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang di dalam air.
- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam kedalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 1 jam.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan terlebih dahulu dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.

- m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
- n. Hasil dapat di ketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

### 5.3.3.2. Pengujian rendam *Marshall (Immersion Test)*

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

Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
- b. Benda uji di beri tanda pengenal.
- c. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu di rata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh air kemudian ditimbang di dalam air.
- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam di dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelehan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.

- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
- n. hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

#### **5.3.3.3. Pengujian Permeabilitas**

Pengujian dilakukan menggunakan alat AF-16. Prinsip dasar dari pengujian ini adalah mengalirkan air yang telah diberi tekanan untuk kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan selama pengaliran. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Permukaan benda uji dibersihkan dari debu dan kotoran dan harus dalam keadaan kering.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Benda uji dipasang didalam bejana rembesan yang telah dipersiapkan.
- d. Isi celah antara benda uji dan bejana rembesan dengan parafin atau sejenisnya.
- e. Pasang tutup bejana rembesan kemudian kencangkan dengan menggunakan mur dan baut pada 8 tempat yang telah disediakan.
- f. Kemudian katup pengaliran air dan lubang pembuangan udara dibuka. Pipa pengaliran air dihubungkan dengan bagian atas katup Lubang udara ( $N_2$ ) berfungsi memberikan tekanan pada air.

- g. Air rembesan ditampung didalam tabung penampung hingga mencapai volume sebesar 1000cc. Kemudian waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air sebanyak 1000cc dicatat.
- h. Benda uji dikeluarkan dari bejana rembesan dengan cara memanaskan parafin hingga mencair.

#### **5.4. Anggapan Dasar**

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dianggap bahwa pengaruh peralatan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian dan pembuatan benda uji dianggap relatif kecil atau diabaikan, sedangkan bahan-bahan penelitian seperti agregat dan aspal dalam keadaan yang terkendali.

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

##### 6.1.1. Hasil Pengujian Agregat.

Agregat yang digunakan adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data-data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 seperti tercantum pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	29,59 %	$\leq 40\%$
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	98 %	$\geq 95\%$
3	Peresapan agregat terhadap air.	2,9 %	$\leq 3,0\%$
4	Berat jenis agregat kasar	2,64	$\geq 2,5$

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	71.1 %	$\geq 50\%$
2	Peresapan agregat terhadap air	2,04 %	$\leq 3,0\%$
3	Berat jenis agregat halus	2.92	$\geq 2,5$

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

### 6.1.2. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina – Cilacap. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data – data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 seperti tercantum dalam Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	78	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	50	48	58	°C
3.	Titik Nyala	334	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	99.34	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm / menit)	155	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	1.042	1	-	-
7.	Kelekatan aspal terhadap agregat	98	95	-	%

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

### 6.1.3. Hasil Pengujian *Marshall*

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelahan), dan dengan analisa data yang ada dapat diperoleh nilai-nilai VITM (*Void in Total Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), VMA (*Void in Mineral Aggregate*) dan MQ (*Marshall Quotient*). Tabel 6.4 dan tabel 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan *Marshall Test*.



### 6.1.3.1. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar Aspal

Hasil pengujian *Marshall* secara ringkas pada HRS-B dengan menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal tercantum pada Tabel 6.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 6.4. Hasil Pengujian *Marshall* Benda Uji Dengan Kadar Aspal Bervariasi

Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%) Terhadap Campuran				
		6	6.5	7	7.5	8
Densitas(gr/cc)	-	2.362	2.371	2.374	2.384	2.387
VMA(%)	-	20.54	20.65	20.99	21.06	21.4
VITM (%)	3 – 5	6.943	5.862	5.043	3.903	3.071
VFWA (%)	75 – 82	66.51	71.630	76.01	81.654	85.77
Stabilitas (kg)	≥750	1410.24	1481.06	2150.04	1266.05	924.75
Flow (mm)	2 – 4	2.13	2.20	3.25	5	8.4
MQ (kg/mm)	-	670.505	680.091	680.535	305.725	123.61

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Dari data pada Tabel 6.4 maka didapat Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7.125 % Terhadap Campuran.

### 6.1.3.2. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar *Poly Ethylene* Pada KAO

Dari hasil yang diperoleh di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), dan dengan analisa data yang ada diperoleh nilai VFWA, VITM, dan MQ. Dari nilai – nilai tersebut maka diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7.125%. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi kadar *Poly Ethylene*. Tabel 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan *Marshall Test* pada Kadar Aspal Optimum untuk masing-masing variasi *Poly Ethylene* dan secara rinci hasil perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 6.

Tabel 6.5. Hasil Pengujian *Marshall* Benda Uji Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Variasi Kadar *Poly Ethylene*.

Karakteristik	Syarat	Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%) Terhadap Kadar Aspal Optimum					
		0	1	2	3	4	5
Densitas(gr/cc)	-	2.325	2.348	2.369	2.377	2.379	2.390
VMA(%)	-	22.712	21.943	21.21	20.97	20.891	20.527
VITM (%)	3 – 5	6.813	5.887	5.014	4.725	4.617	4.179
VFWA (%)	75 – 82	70.478	75.238	76.329	77.788	78.421	79.74
Stabilitas (kg)	≥ 750	1687.67	2099.44	2439.03	2609.59	2855.17	3029.88
<i>Flow</i> (mm)	2 – 4	2.00	2.53	2.8	2.9	3.15	3.3
MQ (kg/mm)	-	878.65	883.86	889.78	900.29	906.89	921.71

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Dari data pada Tabel 6.5 maka didapat Kadar *Polly Ethylene* Optimum sebesar 3.5 % Terhadap Kadar Aspal Optimum.

#### 6.1.3.3. Hasil Uji Sifat Fisik Aspal Dengan Kadar *Poly Ethylene* Optimum

Dari hasil penelitian di laboratorium maka didapat kadar *Poly Ethylene* optimum sebesar 3.5 %. Selanjutnya dilakukan pengujian fisik aspal dengan *Poly Ethylene* optimum seperti tercantum secara ringkas pada Tabel 6.6. Pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Tabel 6.6. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Dengan *Poly Ethylene*

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	70
2.	Titik Lembek	55

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

#### 6.1.3.4. Hasil Pengujian Rendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Hasil pengujian *Marshall* dengan rendaman 24 jam pada Kadar Aspal Optimum menggunakan aspal AC 60/70 dengan Kadar *Poly Ethylene* Optimum dan

tanpa *Poly Ethylene* tercantum dalam Tabel 6.7 berikut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 6.7. Hasil Pengujian *Immersion* Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Karakteristik	Syarat	Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%)			
		0		3.5	
		Lama Perendaman (jam)			
		0.5	24	0.5	24
Densitas (gr/cc)	-	2.337	2.322	2.392	2.415
VMA (%)	-	22.3	22.816	20.49	19.713
VITM (%)	3 – 5	6.318	6.9422	4.137	3.2
VFWA (%)	75 – 82	72.01	70.26	79.91	84.11
Stabilitas (kg)	≥750	1907.30	1444.92	2702.07	2168.20
Flow (mm)	2 – 4	2.6	2.7	2.9	3.37
MQ (kg/mm)	-	756.9	577.7	953.6	683.8
IP (%)	-	75.75		80.24	

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

#### 6.1.3.5. Hasil Pengujian Permeabilitas

Dari hasil penelitian dilaboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada diperoleh nilai koefisien permeabilitas. Tabel 6.8 berikut menyajikan secara ringkas perhitungan permeabilitas dari campuran HRS-B pada kadar aspal optimum dengan dan tanpa *Poly Ethylene* optimum. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 9

Tabel 6.8. Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran HRS-B Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%)	Kadar Aspal (%)	Klasifikasi ( $10^{-4}$ cm/detik)	Koefisien Permeabilitas ( $10^{-4}$ cm/detik)	Kategori
0	7.125	1 – 100	2.86	Drainasi jelek ( <i>Poor Drainage</i> )
3.5	7.125	1 – 100	1.48	Drainasi jelek ( <i>Poor Drainage</i> )

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

## 6.2. Pembahasan

### 6.2.1. Sifat Fisik Bahan

#### 6.2.1.1. Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton aspal adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Hasil pemeriksaan laboratorium untuk agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa karakteristik agregat dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran beton aspal. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2.

Pengujian terhadap tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran merupakan komponen yang mendukung beban sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan di jalan. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai keausan sebesar 29.59 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan ( $\leq 40\%$ ).

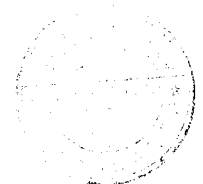
Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dapat dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan

mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin besar daya lekat agregat terhadap aspal maka *internal friction* akan semakin meningkat, sehingga stabilitas campuran akan semakin baik. Hasil pemeriksaan daya lekat agregat terhadap aspal menunjukkan nilai lekatan sebesar 98% lebih besar dari yang disyaratkan ( $> 95\%$ ).

Pengujian penyerapan terhadap air bertujuan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat. Semakin besar nilai penyerapan mengindikasikan agregat makin bersifat porus. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat sebesar 2,9 % untuk agregat kasar dan sebesar 2,04 % untuk agregat halus. Nilai ini sesuai dengan spesifikasi yang disarankan ( $\leq 3\%$ ).

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan erat. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat serta menunjukkan porositas yang rendah. Sebaliknya batuan dengan nilai berat jenis kecil menunjukkan tingkat kekuatan yang rendah dan porositas yang tinggi. Hasil pemeriksaan berat jenis curah menunjukkan nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,64 dan untuk agregat halus sebesar 2,92. Nilai ini lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ( $> 2,5$ ).

Nilai *Sand Equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat dari debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai *Sand Equivalent* agregat halus sebesar 71,1 %. Nilai ini lebih besar daripada spesifikasi yang disyaratkan ( $> 50\%$ ), ini berarti mengindikasikan bahwa agregat dalam keadaan bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu, maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan agregat dengan aspal.



### 6.2.1.2. Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal. Semakin keras aspal menunjukkan semakin pekatnya aspal dan semakin besar kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 78 mm. Nilai ini sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur dimana aspal akan lembek apabila mendapat temperatur tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai titik lembek aspal sebesar 50° C, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (48° C – 58° C).

Aspal merupakan bahan yang bersifat termoplastik, yaitu kekentalannya dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur aspal semakin lunak atau cair. Apabila pemanasan aspal terlalu besar maka aspal akan rusak. Pemeriksaan titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan titik nyala aspal pada temperatur 334°C, nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ( $\geq 200^\circ\text{C}$ ).

Pemeriksaan kelarutan dalam  $\text{CCL}_4$  bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam  $\text{CCL}_4$ . Jumlah aspal yang larut menunjukkan tingkat kemurnian aspal. Makin besar aspal yang larut kemurnian aspal makin tinggi artinya makin kecil kandungan bahan lain yang dapat mengganggu ikatan aspal

dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan aspal dalam  $CCL_4$  sebesar 99,34 %, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan ( $\geq 99 \%$ ).

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan atau kohesi dalam aspal itu sendiri yang dapat menggambarkan fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan daktilitas menunjukkan nilai 155 cm, lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ( $>100$  cm).

Berat jenis aspal perlu diketahui untuk merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,042 sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar  $>1,00$

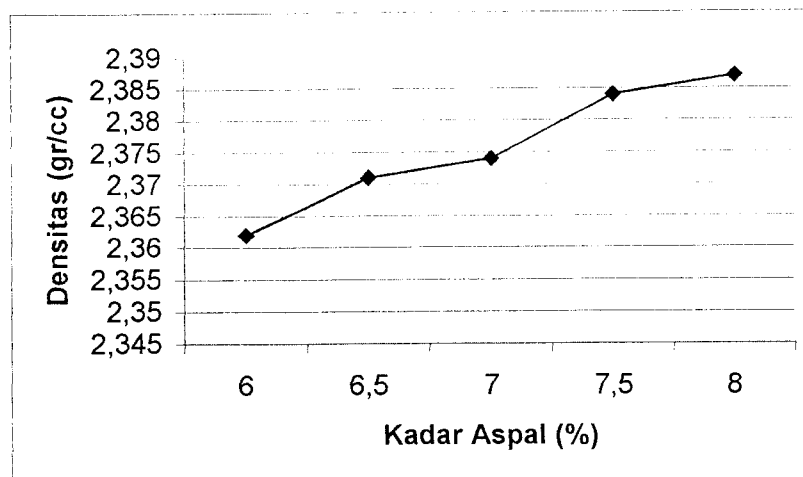
## **6.2.2. Karakteristik *Marshall* Campuran HRS-B**

### **6.2.2.1 *Density***

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density* yang rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan, baik temperatur pemadatan maupun jumlah tumbukkannya.

Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah, peningkatan pemakaian kadar aspal yang cukup serta campuran dengan rongga antar agregat yang rendah. Nilai *density* juga akan meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada temperatur pemadatan yang tepat.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *density* seperti ditunjukkan pada gambar 6.1 berikut :



Gambar 6.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Densitas

Dari gambar 6.1 terlihat bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai *density* suatu campuran akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan dengan naiknya kadar aspal menyebabkan aspal dalam campuran lebih banyak mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran cenderung lebih padat yang berarti nilai *density* semakin meningkat.

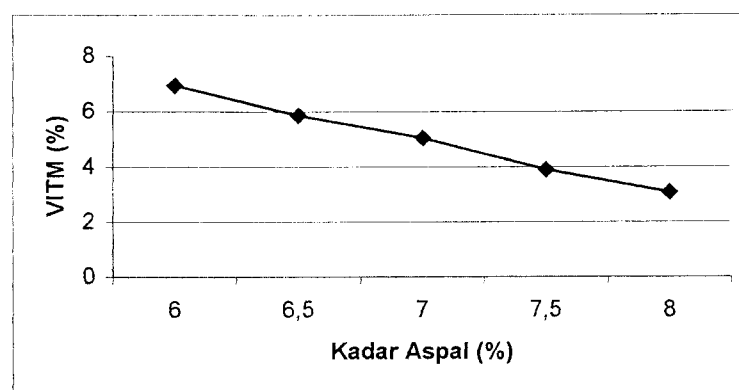
#### 6.2.2.2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM (*Voids in the Mix*)

##### Campuran HRS-B

VITM (*Voids in the Mix*) menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kedapannya campuran. Semakin besar rongga dalam campuran menunjukkan campuran makin kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan diresapi oleh air. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Besarnya nilai VITM sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi batuan dan cara pemadatan.



Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.2. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga – rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.



Gambar 6.2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VITM

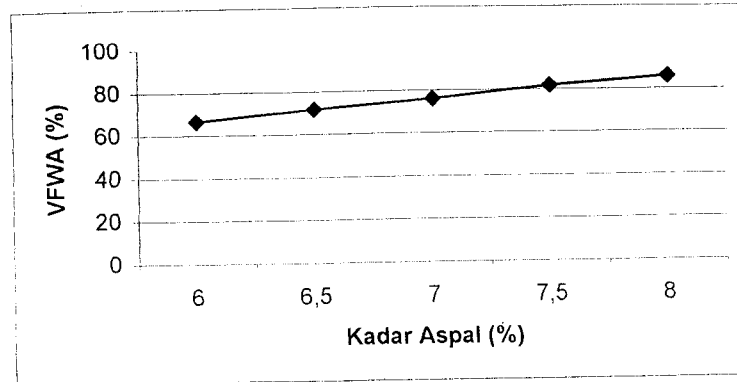
Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) adalah 3–5%. Perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah ( $< 3\%$ ) akan mudah mengalami bleeding. Hal ini terjadi pada saat temperatur perkerasan tinggi, aspal yang mencair bila menerima beban akan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Dengan nilai VITM yang rendah berarti rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VITM yang terlalu besar ( $> 5\%$ ) akan mengurangi kekedapan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi menurun. Dengan demikian nilai VITM yang didapat dari hasil pengujian yang sesuai dengan peraturan Bina Marga (1983) adalah pada kadar aspal 7,0 % - 8,0 %

### **6.2.2.3 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) Campuran HRS-B**

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFWA menentukan tingkat keawetan campuran. Semakin besar nilai VFWA berarti rongga yang terisi aspal semakin besar sehingga kekedapan campuran makin besar. Nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya bleeding pada saat temperatur tinggi, yang disebabkan VITM yang terlalu kecil, sehingga apabila perkerasan menerima beban, maka aspal akan naik kepermukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan perkerasan semakin kecil sehingga air dan udara akan dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan campuran menjadi berkurang.

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 6.3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar kadar aspal nilai VFWA campuran HRS-B semakin besar. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga – rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VFWA menjadi semakin besar.

Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) adalah 75-82. Dengan demikian campuran HRS-B dengan kadar 6,85% - 7,6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



Gambar 6.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFA

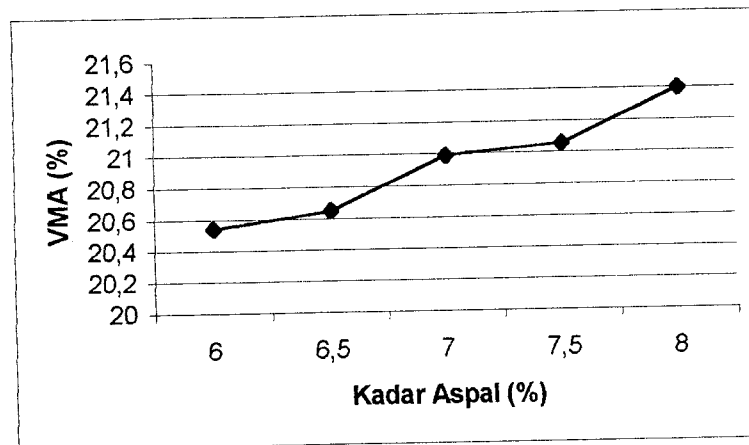
#### 6.2.2.4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) Campuran HRS-B

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam prosen terhadap total.

Faktor – faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kekedapan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta elastis campuran. Semakin tinggi nilai VMA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan potensi terjadinya *bleeding* pada perkerasan lebih tinggi pada saat menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah menunjukkan kecilnya jumlah aspal, sehingga akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat agregat sehingga pada perkerasan mudah terjadi *ravelling*, *striping* dan lain – lain.

Bina marga 1983 tidak mensyaratkan nilai VMA yang berarti tidak adanya batasan minimum rongga dari agregat yang diperbolehkan pada suatu perkerasan untuk diisi aspal .

Dari gambar 6.4 dapat dilihat bahwa pada kadar aspal 6% sampai 8% nilai VMA Semakin tinggi. Kenaikan nilai VMA disebabkan karena semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal seiring dengan penambahan kadar aspal.



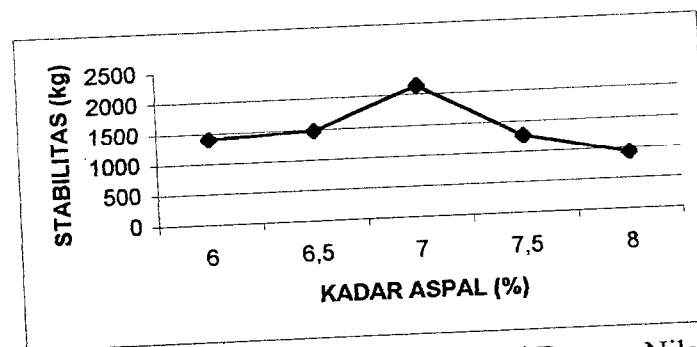
Gambar 6.4 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA

#### 6.2.2.5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak – retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya dengan stabilitas yang rendah maka perkerasan akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah

aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah tercapai nilai optimum maka penambahan kadar aspal kan menyebabkan penurunan stabilitas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 6.5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 6,5% sampai dengan 7,0%, selanjutnya pada kadar aspal 7,5% nilai stabilitas mulai turun. stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal 7% dengan stabilitas optimum sebesar 2150,04 kg.



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas

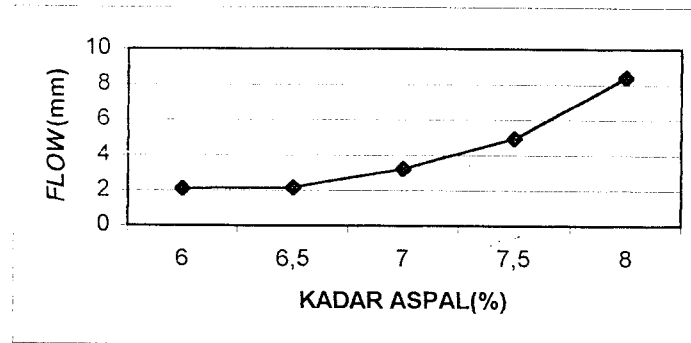
Naiknya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat sehingga kohesi campuran bertambah, kerapatan campuran meningkat sehingga meningkatkan bidang kontak antar agregat dan meningkatkan *interlocking* antar agregat yang selanjutnya akan meningkatkan nilai stabilitas campuran. Penurunan nilai stabilitas disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin setelah melewati nilai optimum sehingga film aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan bermuara pada turunnya nilai stabilitas campuran.

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) untuk campuran beton aspal adalah  $> 750$  kg. Dengan demikian campuran dengan kadar aspal 6 % sampai dengan 8 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal dicapai pada kadar aspal 8% dengan nilai stabilitas sebesar 924,75 kg.

#### **6.2.2.6. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow* (kelelehan) Campuran HRS-B**

*Flow* atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh viskositas dan kadar aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki nilai kelelehan tinggi dengan nilai stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk apabila mengalami pembebanan lalu lintas, sedangkan campuran dengan kelelehan rendah dan stabilitas yang tinggi cenderung bersifat getas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.6. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai *flow* cenderung meningkat. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat.



Gambar 6.6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai *flow*

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) untuk campuran beton aspal adalah diantara 2 – 4 mm. Campuran dengan nilai *flow* lebih kecil dari 2 mm mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga perkerasan mudah mengalami retak. Sebaliknya campuran dengan nilai *flow* yang terlalu tinggi (> 4 mm) mengakibatkan perkerasan memiliki deformasi yang semakin tinggi. Dari hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada kadar aspal 6 % - 7.25 %.

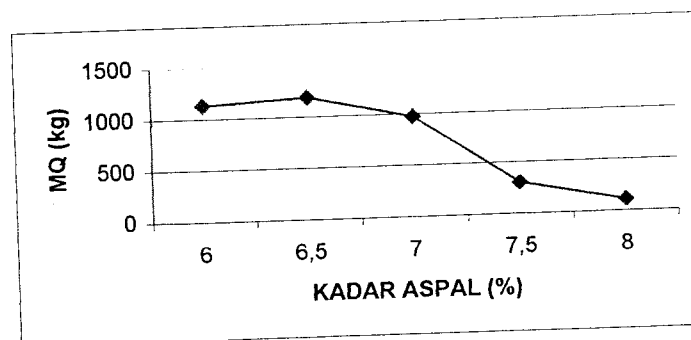
#### 6.2.2.7. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ (*Marshall Quotient*)

##### Campuran HRS-B

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak – retak (*cracking*). Sebaliknya

campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Besarnya nilai *Marshall Quotient* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat dan jumlah dari temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.7. Dapat dilihat penambahan kadar aspal dari 6 % sampai 6,5 % nilai *Marshall Quotient* meningkat sedangkan untuk penambahan kadar aspal diatas 6,5 % nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun. Kenaikan nilai MQ pada campuran HRS-B disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga kohesi antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Sedangkan penurunan nilai MQ pada campuran HRS-B disebabkan campuran menjadi bersifat plastis dengan penambahan kadar aspal.



Gambar 6.7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai *Marshall Quotient*



### 6.2.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum adalah spesifikasi Bina Marga 1983. Kadar aspal Optimum campuran HRS-B ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel 6.9. Dari Tabel 6.9 dapat diketahui kadar aspal optimum sebesar 7.125 % .

Tabel 6.9 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

SPESIFIKASI	KADAR ASPAL (%)					SYARAT
	6	6.5	7	7.5	8	
DENSITAS	—————					-
VITM			—————			3 - 5 (%)
VFWA			—————			75 - 82 (%)
VMA	—————					-
STABILITAS	—————					≥ 750
FLOW	—————					2 - 4 (mm)
MQ	—————					-

Sumber: Bina Marga, 1983

KAO=7.125%

### 6.2.4. Karakteristik Marshall Campuran HRS-B Dengan *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum

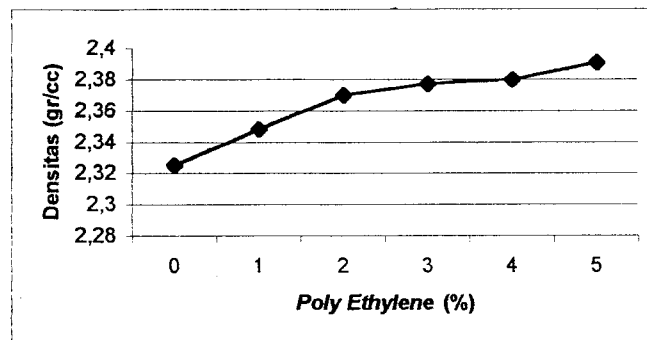
#### 6.2.4.1. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai *Density* Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density* yang rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan, baik temperatur pemadatan maupun jumlah tumbukkannya.

Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah, peningkatan pemakaian kadar aspal yang cukup

serta campuran dengan rongga antar agregat yang rendah. Nilai *density* juga akan meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada temperatur pemadatan yang tepat.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *density* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.8 berikut:



Gambar 6.8. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Densitas

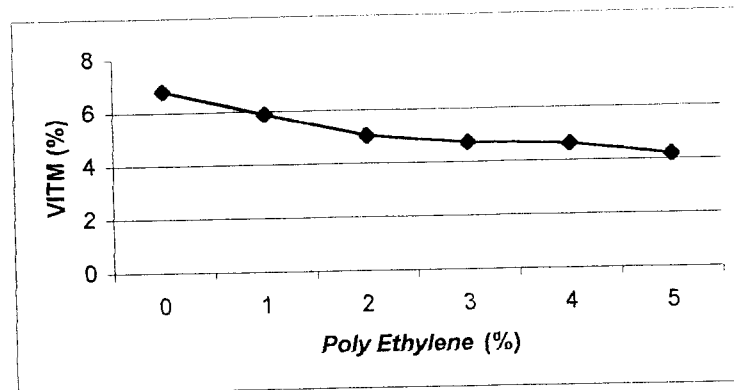
Nilai *density* campuran HRS-B Semakin meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene*. Hal ini disebabkan karena Aspal dan *additive* bersama – sama mengisi rongga antar agregat yang mengakibatkan kerapatan campuran menjadi semakin tinggi, sehingga nilai densitas cenderung mengalami kenaikan.

#### 6.2.4.2. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VITM (*Void in The Mix*)

##### Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

VITM menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.9. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan kadar *Poly Ethylene* dari 0% sampai 5% nilai VITM semakin rendah. Penurunan nilai VITM disebabkan oleh penambahan *Poly Ethylene* yang mempengaruhi volume aspal, sehingga semakin besar volume aspal

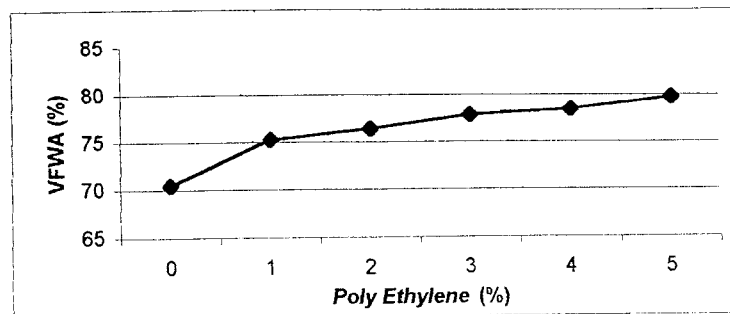
menyebabkan nilai VITM semakin menurun akibat diisi oleh aspal dan *Poly Ethylene*. Hal ini berarti campuran tersebut semakin rapat, karena semakin banyak aspal dan *Poly Ethylene* yang mengisi rongga antar butiran agregat, sehingga film aspal semakin tebal dan sekaligus mengurangi rongga dalam campuran.



Gambar 6.9. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VITM

#### 6.2.4.3. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga campuran yang terisi aspal. Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan VFWA pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 6.10. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai VFWA semakin meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene* 0% sampai 5%. Hal ini disebabkan karena aspal dan *Poly Ethylene* bersama sama mengisi rongga antar agregat pada saat pencampuran dan pemadatan, sehingga dengan semakin banyak bertambahnya kadar additive dan kadar aspal akan menyebabkan film aspal semakin tebal dan rongga yang terisi aspal semakin banyak.



Gambar 6.10. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VFWA

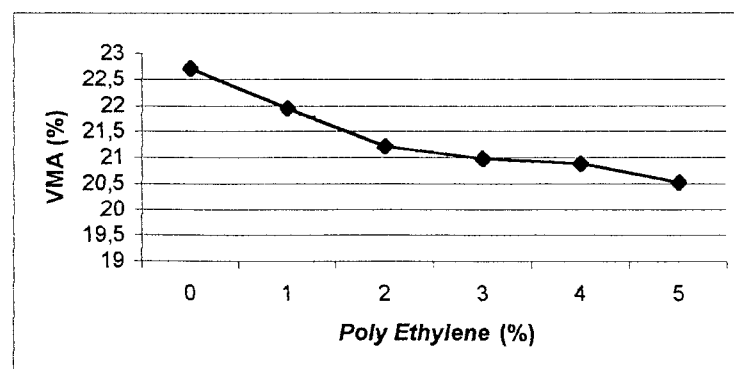
#### 6.2.4.4. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VMA (*Void in Mineral Aggregate*) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam prosen terhadap total.

Faktor – faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kekedapan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VMA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat berakibat potensi terjadinya *bleeding* pada perkerasan lebih tinggi pada saat menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat aspal sehingga pada perkerasan mudah terjadi *ravelling*, *stripiing* dan lain – lain.

Bina marga 1983 tidak mensyaratkan nilai VMA yang berarti tidak adanya batasan minimum rongga dari agregat yang diperbolehkan pada suatu perkerasan untuk diisi aspal.

Dari gambar 6.11. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan kadar *Poly Ethylene* 1% sampai 5% nilai VMA semakin rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *Poly Ethylene* meningkatkan kekentalan aspal yang ditandai dengan penurunan nilai penetrasi. Secara teoritis hal ini akan berakibat aspal yang ditambah *Poly Ethylene* mempunyai viskositas yang lebih tinggi sehingga lebih sulit untuk mengisi rongga dalam campuran, sehingga rongga dalam butiran agregat semakin jauh yang menyebabkan nilai VMA semakin tinggi. Hasil penelitian hubungan antara kadar *Poly Ethylene* pada kadar aspal optimum terhadap nilai VMA menunjukkan hasil yang berlawanan. Kemungkinan hal ini disebabkan karena penambahan kadar *Poly Ethylene* mampu meningkatkan nilai kohesi aspal, sehingga ikatan antara aspal dan agregat semakin kuat yang mengakibatkan campuran semakin rapat seiring dengan penambahan kadar *Poly Ethylene*, sehingga nilai VMA semakin rendah.

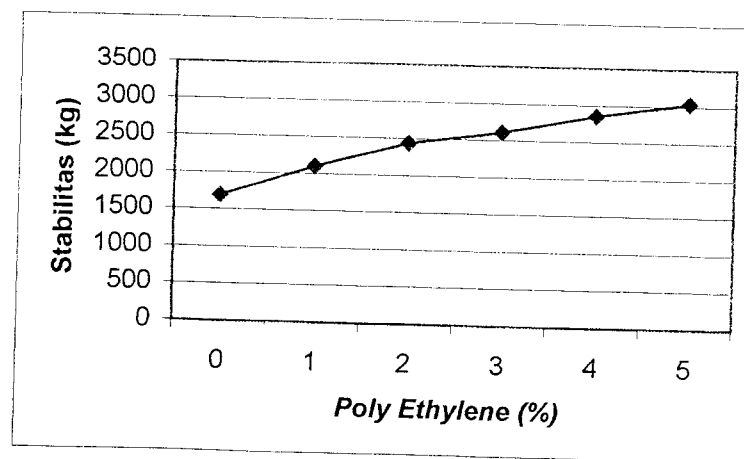


Gambar 6.11 Grafik Hubungan Antara Kadar *PolyEthylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VMA

#### 6.2.4.5. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai stabilitas diilustrasikan pada Gambar 6.12. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada rentang penambahan 0% sampai 5% nilai stabilitas campuran terus meningkat secara signifikan yang disebabkan oleh ikatan (*interlocking*) antar agregat meningkat yang dibuktikan dengan semakin kecilnya nilai VMA dan VITM. Penurunan nilai VMA dan VITM disebabkan karena kohesi aspal semakin meningkat yang diakibatkan oleh penambahan kadar *Poly Ethylene*.

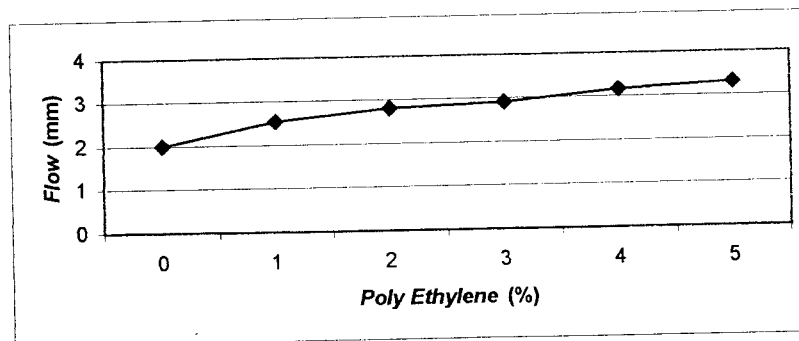


Gambar 6.12. Grafik Hubungan Antara Kadar *PolyEthylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas

#### 6.2.4.6. Pengaruh *PolyEthylene* Terhadap Nilai *Flow* (Kelelahan) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

*Flow* atau kelelahan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.13. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *Poly Ethylene* 0% sampai 5% berakibat nilai *Flow* mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena bahan tambah *Poly Ethylene* bersifat plastis, sehingga menyebabkan campuran menjadi semakin plastis yang ditunjukkan dengan naiknya nilai kelelahan.



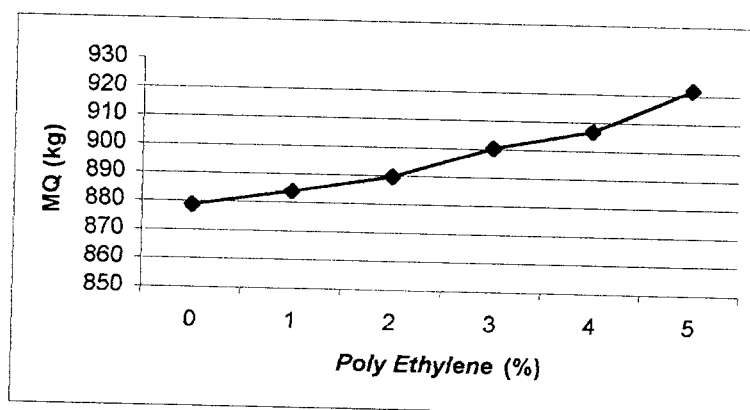
Gambar 6.13. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai *Flow*

#### 6.2.4.7. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

##### Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.14. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar kadar *Poly Ethylene* nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene*.



Gambar 6.14. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai *Marshall Quotient*.

#### 6.2.5. Penentuan Kadar *Poly Ethylene* Optimum Pada Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar *Poly Ethylene* optimum pada kadar aspal optimum untuk campuran HRS-B adalah spesifikasi Bina Marga 1983. Kadar *Poly Ethylene* optimum campuran beton aspal pada kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel



6.10. Dari tabel 6.10 dapat diketahui kadar *Poly Ethylene* optimum sebesar 3.5% dari kadar aspal optimum.

Tabel 6.10 Kadar *Poly Ethylene* Optimum Campuran HRS-B

SPESIFIKASI	KADAR <i>POLY ETHYLENE</i> (%)						SYARAT
	0	1	2	3	4	5	
DENSITAS	—————						-
VITM			—————				3 - 5 (%)
VFWA		—————					75 - 82 (%)
VMA	—————						-
STABILITAS	—————						≥ 750
<i>FLOW</i>	—————						2 - 4 (mm)
MQ	—————						-

Sumber: Bina Marga, 1983

Kadar *Poly Ethylene* = 3.5%

#### 6.2.6. Durabilitas Campuran HRS-B Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Untuk mengetahui nilai durabilitas HRS-B, dilakukan pengujian *Immersion* antara campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene* dan tanpa *Poly Ethylene*

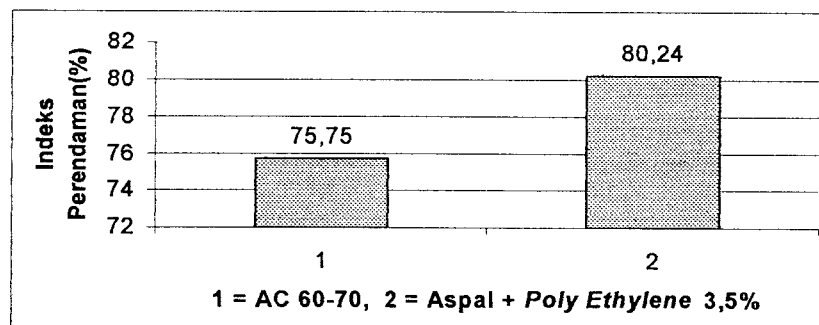
Durabilitas pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* terhadap nilai stabilitas bila direndam dalam air pada suhu 60° C dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai stabilitas pada rendaman 0,5 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 6.11 dan pada Gambar 6.15

Tabel 6.11. Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Stabilitas Pada Perendaman Selama 0,5 Jam Dan 24 Jam

Kadar <i>PolyEthylene</i> (%)	Stabilitas (Kg)		Indeks Perendaman (%)
	0,5 jam	24 jam	
0	1907,30	1444.92	75.75
3.5	2702,07	2168.2	80.24

Tabel 6.11 dan Gambar 6.15 mengilustrasikan bahwa nilai stabilitas campuran beton aspal tanpa *Poly Ethylene* (0 %) dan dengan *Poly Ethylene* (3.5 %) yang direndam pada suhu 60°C selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0.5 jam mengalami penurunan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*).



Gambar 6.15. Grafik Nilai Indeks Perendaman (IP) Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Durabilitas campuran juga dapat ditunjukkan dari nilai Indeks Perendaman (IP). Pada Tabel 6.11 dan Gambar 6.15. dapat dilihat bahwa campuran dengan *Poly Ethylene* memiliki IP yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal tanpa *Poly Ethylene* sehingga merupakan indikasi bahwa penambahan *Poly Ethylene* membuat campuran lebih awet. Hal ini disebabkan karena campuran dengan bahan tambah *Poly Ethylene* memiliki VITM yang lebih rendah dan nilai

VFWA yang lebih tinggi sehingga film aspal semakin tebal, disamping nilai permeabilitas yang lebih rendah sehingga lebih sulit dilewati air (kedap).

Hal ini menunjukkan bahwa durabilitas campuran HRS-B dengan *Poly Ethylene* lebih baik jika dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene*.

### 6.2.7. Pengaruh Kadar *Poly Ethylene* terhadap Sifat Fisik Aspal (Penetrasi Dan Titik Lembek)

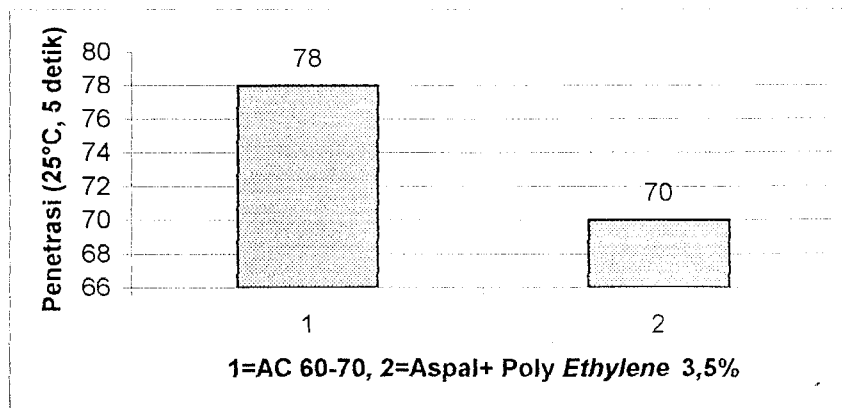
Pemeriksaan sifat fisik aspal dengan *Poly ethylene* dilakukan setelah memperoleh kadar *Poly ethylene* optimum. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa *Poly ethylene* dapat dilihat pada Tabel 6.12 serta pada Gambar 6.16 dan Gambar 6.15.

Tabel 6.12 Perbandingan Sifat Fisik Aspal Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*.

No.	Jenis Pemeriksaan	<i>Poly Ethylene</i>		Syarat *)		Satuan
		0%	3.5%	Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	78	70	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	50	55	48	58	°C
3.	Indek Penetrasi (PI)	0.08	0.85	-	-	-

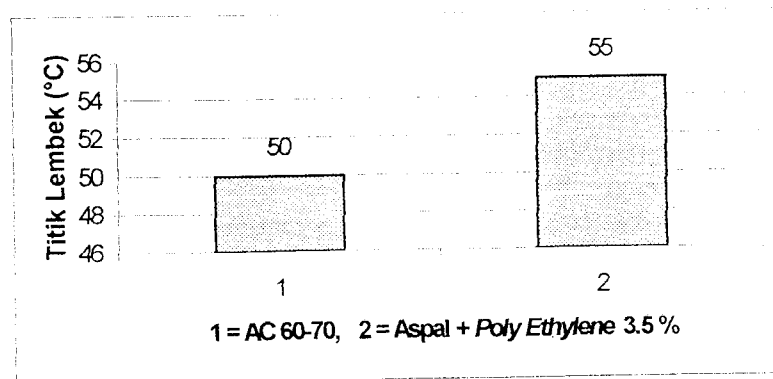
\*) Bina Marga, 1987

Tabel 6.12. dan Gambar 6.16. menggambarkan kekerasan aspal meningkat dengan penambahan *Poly Ethylene*. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan *Poly Ethylene* lebih rendah dibandingkan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Nilai penetrasi yang lebih rendah ini dapat mengindikasikan bahwa viskositas atau kekentalannya lebih tinggi. Penambahan *Poly Ethylene* kemungkinan juga menyebabkan naiknya kohesi aspal yang ditandai dengan nilai stabilitas yang semakin meningkat.

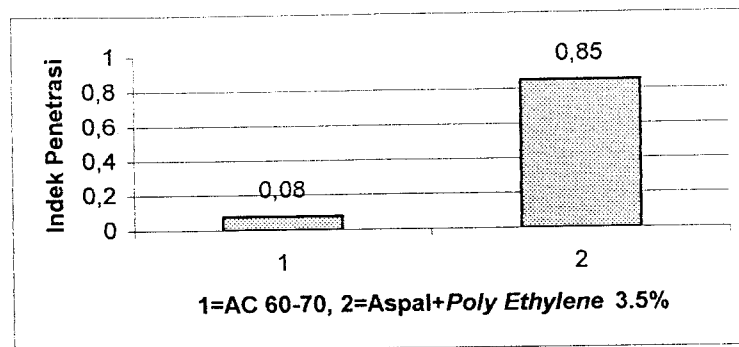


Gambar 6.16. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Penetrasi Aspal

Hasil titik lembek dan Indeks Penetrasi seperti pada Tabel 6.12, Gambar 6.17 dan Gambar 6.18 menunjukkan aspal dengan *Poly ethylene* memiliki nilai titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan aspal tanpa *Poly ethylene*. Dilihat dari nilai Indeks Penetrasi, aspal dengan *Poly Ethylene* memiliki Indeks Penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dengan *Poly ethylene* memiliki kepekaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene*, sehingga apabila dipergunakan dalam campuran HRS-B akan berakibat lebih tahan terhadap temperatur, sehingga sesuai untuk daerah dengan temperatur yang relatif lebih tinggi.



Gambar 6.17. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Titik Lembek Aspal



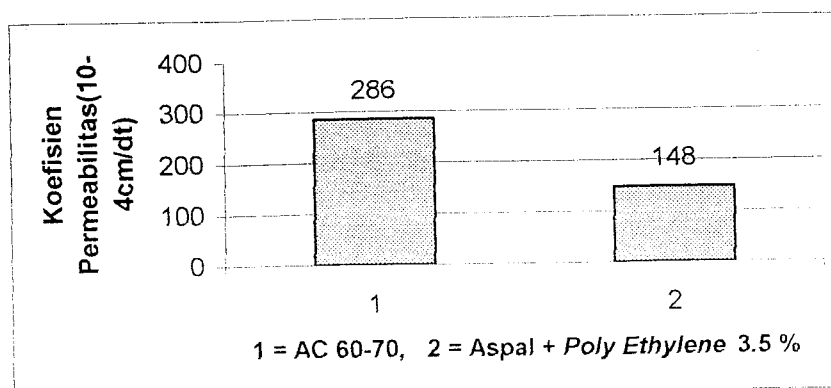
gambar 6.18 Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Indek Penetrasi

### 6.2.8. Pengaruh Kadar *Poly Ethylene* Terhadap Permeabilitas Campuran

#### HRS-B

Dari hasil pemeriksaan dan analisis uji permeabilitas diperoleh nilai koefisien permeabilitas campuran, yaitu suatu koefisien yang menyatakan jumlah air yang dapat merembes atau melewati bahan dalam satu satuan waktu. Faktor – faktor yang mempengaruhi permeabilitas campuran adalah kadar aspal, porositas yang diwujudkan dalam nilai VITM, gradasi agregat dan komposisi bahan penyusun campuran (Fauziah, M, 2001).

Hubungan antara koefisien permeabilitas campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* dapat dilihat pada Tabel 6.8 serta pada Gambar 6.19.



Gambar 6.19. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Koefisien Permeabilitas

Dari gambar 6.19. tersebut dapat dilihat bahwa koefisien permeabilitas campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene* lebih tinggi dari campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene*. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene* lebih sulit dilewati air dibandingkan campuran HRS-B tanpa menggunakan *Poly Ethylene*. Hasil ini seiring dengan nilai VITM yang menurun karena penambahan kadar *Poly Ethylene*, disamping itu penambahan kadar *Poly Ethylene* menyebabkan aspal bersifat lebih kedap terhadap air.

Bina Marga (1983) tidak mensyaratkan spesifikasi koefisien permeabilitas. Namun jika melihat klasifikasi campuran aspal berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang telah disyaratkan oleh Mullen (1967), maka campuran aspal dengan dan tanpa menggunakan *Poly Ethylene* termasuk dalam klasifikasi Drainasi Jelek (*Poor Drainage*).

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas campuran HRS-B menunjukkan bahwa 0% sampai 5% *Poly Ethylene* semakin meningkat. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 3029,88 kg pada kadar *Poly Ethylene* 5%, sedangkan nilai stabilitas terendah dicapai pada kadar *Poly Ethylene* 0% sebesar 1687,67 kg.
2. Penambahan kadar *Poly Ethylene* pada campuran HRS-B cenderung meningkatkan nilai *flow*. Nilai *flow* tertinggi dicapai pada kadar *Poly Ethylene* 5% sebesar 3,3 mm, sedangkan nilai *flow* terendah dicapai pada kadar *Poly Ethylene* 0% sebesar 2.00 mm.
3. Pengaruh penggunaan *Poly Ethylene* dalam campuran HRS-B terhadap jumlah *void* menunjukkan bahwa untuk interval 0% sampai 5% nilai VFWA mengalami kenaikan, sedangkan nilai VITM dan VMA mengalami penurunan. Nilai VFWA tertinggi sebesar 79,74% pada kadar *Poly Ethylene* 5%, dan terendah sebesar 70,478% pada

kadar *Poly Ethylene* 0%, sedangkan nilai VITM dan VMA tertinggi sebesar

6,813% dan 22,712% pada kadar *Poly Ethylene* 0% dan terendah sebesar 4.179% dan 20.527% pada kadar *Poly Ethylene* 5%.

4. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran HRS-B 0% sampai 5% semakin meningkat. Nilai MQ tertinggi sebesar 921,71 kg/mm pada kadar *Poly Ethylene* 5%, dan terendah sebesar 878,65 kg/mm pada kadar *Poly Ethylene* 0%.
5. *Poly Ethylene* dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (*additive*) karena berdasarkan karakteristik *Marshall* penambahan kadar *Poly Ethylene* pada interval 0% sampai 5% memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga (1983).
6. Campuran HRS-B dengan *Poly Ethylene* memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene*. Hal ini ditunjukkan dengan nilai Indeks Perendaman campuran HRS-B dengan *Poly Ethylene* sebesar 80,24%, sedangkan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene* sebesar 75,75%.
7. Penambahan *Poly Ethylene* meningkatkan viskositas aspal. Kenaikan viskositas aspal ini dapat dilihat pada nilai penetrasi aspal dengan *Poly Ethylene* lebih rendah dibandingkan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Pada kadar *Poly Ethylene* 3.5% nilai penetrasi sebesar 70mm, sedangkan aspal tanpa *Poly Ethylene* nilai penetrasi sebesar 78mm.



8. Tingginya temperatur pada permukaan jalan penyebab terjadinya *bleeding* dapat teratasi dikarenakan campuran aspal dengan *Poly Ethylene* memiliki titik leleh dan indek penetrasi (PI) lebih tinggi dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene* yang mengindikasikan bahwa aspal dengan *Poly Ethylene* memiliki kepekaan temperatur lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Titik leleh aspal sebesar 55°C pada kadar *Poly Ethylene* 3,5%, dan sebesar 50°C tanpa *Poly Ethylene*, sedangkan indek penetrasi sebesar 0,85 pada kadar *Poly Ethylene* 3,5% dan sebesar 0,08 tanpa *Poly Ethylene*.
9. Secara umum campuran HRS-B dengan kadar *Poly Ethylene* 3,5% memiliki karakteristik *Marshall* yang lebih baik dibanding campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene*, yang ditunjukkan dengan nilai VFWA, stabilitas, flow, MQ dan Indeks Perendaman (IP) yang lebih tinggi dan nilai VITM serta VMA yang lebih rendah.
10. Koefisien permeabilitas campuran HRS-B dengan *Poly Ethylene* sebesar  $148.10^{-4}$  cm/det lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene* sebesar  $286.10^{-4}$  cm/det. Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* termasuk dalam klasifikasi *poor drainage*.

## 7.2. Saran-saran

1. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari *Poly Ethylene*, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai stabilitas, nilai *flow*, VFWA, VITM, VMA, durabilitas dan permeabilitas campuran HRS-B.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap *Poly Ethylene* sebagai *additive* pada campuran HRS-B terhadap nilai kohesinya.
3. Tingginya nilai MQ pada penambahan kadar *Poly Ethylene* sampai 5% pada campuran HRS-B menunjukkan campuran perkerasan ini sesuai digunakan pada lalu-lintas berat dengan frekuensi rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1982, **STANDARD SPECIFICATIONS FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING**, Part I, Specification, 13<sup>th</sup> edition.
- Atkins, H.N, 1997, **HIGHWAY MATERIALS, SOILS, AND CONCRETES**, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- ✓ Anonim, 1983, **ASPHALT TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION PRACTICES**, Educational Series No. 1, The Asphalt Institute, U.S.A.
- Cacalia, 2001, **PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KERAS SEBAGAI ADDITIVE PADA CAMPURAN HOT ROLLED SHEET B (HRS B)**, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Jogjakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, 1983, **PELAKSANAAN ASPAL BETON**, Yayasan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, **CQCMU**, Agustus 1998, **MANUAL SUPERVISI LAPANGAN UNTUK STAFF PENGENDALIAN**.
- \_\_\_\_\_, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA**, Yayasan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Feldman, dkk, 1995, **BAHAN POLIMER KONSTRUKSI BANGUNAN**, PT Graivedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hendarsin, S.L, 2000, **PERENCANAAN TEKNIS JALAN RAYA**, Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Hardiyanti, D.A, 1992, **PENGARUH PENAMBAHAN SERAT POLY ETHYLENE PADA PERANCANGAN TEBAL PERKERASAN BETON SEMEN**, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Jogjakarta.
- ✓ Krebs dan Walker, R.D, 1971, **HIGHWAY MATERIAL**, Mc Graw – Hill Book Company, New York.
- Nazir, C, 2002, **PENGARUH PENGGUNAAN SERAT LIMBAH PLASTIK BOTOL MINUMAN (POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE) SEBAGAI ADDITIVE PADA CAMPURAN HOT ROLLED ASPHALT (HRA) DITINJAU DARI SIFAT MARSHALL**, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Jogjakarta.
- Sukirman, S, 1992, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung.
- Suroso, T.W, 1997, **PENINGKATAN MUTU ASPAL DENGAN POLYMER DALAM NEGRI UNTUK JARINGAN PRASARANA JALAN**, Puslitbang Teknologi Prasarana Jalan, Bandung.
- Suparma, L.B, 1997, dalam Fauziah, M, 2001, **PENGARUH KADAR SERBUK BELERANG SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL**, Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Susianti, N, 1999, **PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KERAS SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON ASPAL**, Tugas Akhir Strata I, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Jogjakarta.
- TM, Soeprapto, 1995, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA**, Bp KMTS, UGM, Yogyakarta.

## LAMPIRAN 1

---

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat



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

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**

**AASHTO T 96 – 77**

Contoh dari : Lab.Jalan Rava FTSP UII

Jenis Contoh : Batu Pecah

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

No	JENIS GRADASI		B
	SARINGAN		BENDA UJI
	LOLOS	TERTAHAN	I
1	72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5 ")	
2	63,5 mm (2,5 ")	50,8 mm (2 ")	
3	50,8 mm (2 ")	37,5 mm (1,5 ")	
4	37,5 mm (1,5 ")	25,4 mm (1")	
5	25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4 ")	
6	19,0 mm (3/4 ")	12,5 mm (0,5 ")	2500 gr
7	12,5 mm (0,5 ")	9,5 mm (3/8 )	2500 gr
8	9,5 mm (3/8 )	6,3 mm (1/4 ")	
9	6,3 mm (1/4 ")	4,75 mm (No. 4)	
10	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	
11	JUMLAH BENDA UJI (A)		500 gr
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3520,5 gr
13	KEAUSAN = (A-B) / A X 100%		29,59 %

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :



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

**PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : Batu Pecah

Diperiksa Tgl : 6 Maret 2003

PEMANASAN SAMPel	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	25 °C	14.25 WIB
SELESAI	60 °C	14.35 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	60 °C	14.35 WIB
SELESAI	25 °C	15.20 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	09.20 WIB
SELESAI	25 °C	09.25 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	98 %
II	98 %
RATA - RATA	98 %

Jogjakarta, 6 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT**

Peneliti :

**Yanuar Dwi Putra**



**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 : Lab. Jalan Raya FTSP UII  
 Jenis Cotnoh : Batu Pecah  
 Diperiksa Tgl : 4 Maret 2003

KETERANGAN	BENDA UJI	SATUAN
	I	
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ)	1029	Gram
Berat benda uji didalam air → (BA)	673621.2	Gram
Berat sampel kering oven (BK)	1000	Gram
Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.45	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,52	
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,64	
Penyerapan $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2.9	%

Jogjakarta, 4 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra

**SAND EQUIVALENT DATA**

**AASHTO T 176 – 73**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : Batu Pecah

Diperiksa Tgl : 5 Maret 2003

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking ( 10.1 Min )	Start	14.00 WIB	14.02 WIB
	Stop	14.10 WIB	14.12 WIB
Sedimentation Time ( 20 Min – 15 sec )	Start	14.14 WIB	14.15 WIB
	Stop	14.34 WIB	14.35 WIB
Clay Reading (mm)		4,5	4,5
Sand Reading (mm)		3,2	3,2
$SE = \frac{Sand\ Reading}{Clay\ Reading} \times 100$		7,11	71,11 %
Average Sand Equivalent		71,11 %	
Remark : kadar lumpur = 100% - 71,11% = 28,88%			

Jogjakarta, 5 Maret 2003

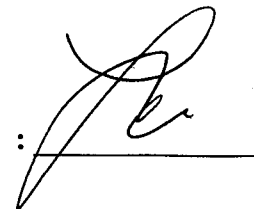
Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :







**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 : Lab Jalan Raya FTSP UII  
 Jenis Contoh : Batu Pecah  
 Diperiksa Tgl : 4 Maret 2003

KETERANGAN	BENDA UJI	SATUAN
	I	
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500	Gram
Berat Vicnometer + Air (B)	815	Gram
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)	1137.192	Gram
Berat Sampel Kering Oven (BK)	490	Gram
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.756	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.98	
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.92	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2.04	%

Jogjakarta, 4 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :

## LAMPIRAN 2

---

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal



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

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60 – 70

Diperiksa Tgl : 4 Maret 2003

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	25 <sup>0</sup> C	09-30 WIB
SELESAI	90 <sup>0</sup> C	09-30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	90 <sup>0</sup> C	09-30 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	10-30 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 <sup>0</sup> C)		
MULAI	25 <sup>0</sup> C	10-30 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	11-15 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 <sup>0</sup> C	11-15 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	12.00 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN ( 1 )	CAWAN ( 2 )	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	78	77	
2	75	81	
3	79	86	
4	73	79	
5	74	78	
	75.8	80.2	= (75.8 + 80.2) : 2 = 78

Jogjakarta, 4 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :

### PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60 – 70

Diperiksa Tgl : 6 Maret 2003

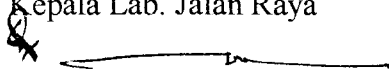
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	27 °C	10.00 WIB
SELESAI	130 °C	10.10 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	130 °C	10.10 WIB
SELESAI	26 °C	11.04 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	5 °C	11.04 WIB
SELESAI	50 °C	11.30 WIB

#### HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YANG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK (°C)	
		I	II	I	II
1.	5	0	0		
2.	10	1	1		
3.	15	1,11	1,11		
4.	20	5,05	5,05		
5.	25	7,11	7,11		
6.	30	9,07	9,07		
7.	35	10,32	10,32		
8.	40	12,30	12,30		
9.	45	14,47	15,50		
10.	50	16	16	49	51
11.	55	-	-	-	-
Titik Lembek Rata - Rata				50 °c	

Jogjakarta, 6 Maret 2003

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya



**Ir. Iskandar S, MT**

Peneliti :

**Yanuar Dwi Putra :**





**PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60 - 70

Diperiksa Tgl : 8 Maret 2003

PEMANASAN SAMPel	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	25 °C	09-20 WIB
SELESAI	70 °C	09-30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	70	09-30 WIB
SELESAI	25	10-30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25	10-30 WIB
SELESAI	360	12-00 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

CAWAN	TITIK NYALA ( °C )	TITIK BAKAR ( °C )
I	334	340
II	-	-
Rata - Rata	334	360

Jogjakarta, 8 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :



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

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

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60-70

Diperiksa Tgl : 9 Maret 2003

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	jam		
	Selesai	jam	8.30 WIB	25 °C
			8.30 WIB	70 °C
<b><u>PEMERIKSAAN</u></b>				
1. Penimbangan	Mulai	jam	13.08 WIB	25 °C
2. Pelarutan	Mulai	jam	13.13 WIB	25 °C
3. Penyaringan	Mulai	jam	13.28 WIB	25 °C
	Selesai	jam	14.25 WIB	25 °C
4. Di oven	Mulai	jam	14.30 WIB	285 °C
5. Penimbangan	Selesai	jam	10.25 WIB	40 °C

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 79 gr
2. Berat Erlenmeyer + aspal	= 74,6 gr
3. Berat aspal (2 - 1)	= 4,6 gr
4. Berat kertas saring bersih	= 0,6 gr
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,63 gr
6. Berat endapannya saja (5-4)	= 0,03 gr
7. Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100 \%\right)$	= 0,65 %
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	= 99,34 %

Jogjakarta, 9 Maret 2003

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra :



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

**PEMERIKSAAN  
DAKTILITAS (DUCTILITY)/ RESIDUE**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII  
 Jenis Contoh : AC 60-70  
 Diperiksa Tgl : 8 Maret 2003

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{c}$
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	$30^{\circ}\text{c}$
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu $25^{\circ}\text{c}$	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25^{\circ}\text{c}$
Pemeriksaan	Duktilitas pada $25^{\circ}\text{c}$ 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{c}$

DAKTILITAS pada suhu $25^{\circ}\text{c}$ 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	150 cm
Pengamatan II	160 cm
Rata-rata (I + II)	155 cm

Jogjakarta, 8 Maret 2003

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra :



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

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Jenis Contoh : AC 60 – 70

Diperiksa Tgl : 5 Maret 2003

No.	URUTAN PEMERIKSAAN	BERAT
1	Berat Vicnometer kosong (gram)	14.86
2	Berat Vicnometer + Aquadest (gram)	25.82
3	Berat Air (2 – 1) (gram)	10.96
4	Berat Vicnometer + Aspal (gram)	16.59
5	Berat Aspal ( 4 – 1 ) (gram)	1.73
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest (gram)	25.89
7	Berat Airnya Saja ( 6 – 4 ) (gram)	9.3
8	Volume Aspal ( 3 – 7 ) (gram)	1.66
9	Berat Jenis Aspal : Berat / Vol ( 5 / 8 )	1.042

Jogjakarta, 5 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :



**PEMERIKSAAN**  
**KELEKATAN ASPAL TERHADAP AGREGAT**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII  
Jenis Contoh : AC 60-70  
Diperiksa Tgl : 11 Maret 2003

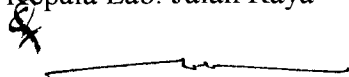
PEMANASAN SAMPAL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	25 °C	14.35 WIB
SELESAI	70 °C	15.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	70°C	09.20 WIB
SELESAI	25 °C	09.25 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	09.20 WIB
SELESAI	25 °C	10.25 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	98 %
II	98%
RATA - RATA	98%

Jogjakarta, 11 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :



## LAMPIRAN 3

---

Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus ( Mencari Kadar  
Aspal Optimum )



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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Kadar Aspal : 6 %

Berat Aspal : 72 gram

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	169,20	169,20	15	85	70	100
9.52	3/8"	180,48	349,68	31	69	58	80
4.76	# 4	157,92	507,60	45	55	50	60
2.38	# 8	22,56	530,16	47	53	46	60
0.59	# 30	169,20	699,36	62	38	16	60
0.279	# 50	101,52	800,88	71	29	10	48
0.149	# 100	163,56	964,44	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	107,16	1071,60	95	5	2	8
	pan	56,40	1128				
	total	1128,00					

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra : 



**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Kadar Aspal : 6,5 %

Berat Aspal : 78 gram

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	168,30	168,30	15	85	70	100
9.52	3/8"	179,52	347,82	31	69	58	80
4.76	# 4	157,08	504,90	45	55	50	60
2.38	# 8	22,44	527,34	47	53	46	60
0.59	# 30	168,30	695,64	62	38	16	60
0.279	# 50	100,98	796,62	71	29	10	48
0.149	# 100	162,69	959,31	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	106,59	1065,90	95	5	2	8
	pan	56,10	1122				
	total	1122,00					

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra :



Lampiran 3.3

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Kadar Aspal : 7,0 %

Berat Aspal : 84 gram

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	167,40	167,40	15	85	70	100
9.52	3/8"	178,56	345,96	31	69	58	80
4.76	# 4	156,24	502,20	45	55	50	60
2.38	# 8	22,32	524,52	47	53	46	60
0.59	# 30	167,40	691,92	62	38	16	60
0.279	# 50	100,44	792,36	71	29	10	48
0.149	# 100	161,82	954,18	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	106,02	1060,20	95	5	2	8
	pan	55,80	1116				
	total	1116,00					

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra :



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

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya F.TSP UII

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Kadar Aspal : 7,5 %

Berat Aspal : 90 gram

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	166,50	166,50	15	85	70	100
9.52	3/8"	177,60	344,10	31	69	58	80
4.76	# 4	155,40	499,50	45	55	50	60
2.38	# 8	22,20	521,70	47	53	46	60
0.59	# 30	166,50	688,20	62	38	16	60
0.279	# 50	99,90	788,10	71	29	10	48
0.149	# 100	160,95	949,05	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	105,45	1054,50	95	5	2	8
	pan	55,50	1110				
	total	1110,00					

Mengetahui :  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra : \_\_\_\_\_



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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Kadar Aspal : 8,0 %

Berat Aspal : 96 gram

Diperiksa Tgl : 7 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	165,60	165,60	15	85	70	100
9.52	3/8"	176,64	342,24	31	69	58	80
4.76	# 4	154,56	496,80	45	55	50	60
2.38	# 8	22,08	518,88	47	53	46	60
0.59	# 30	165,60	684,48	62	38	16	60
0.279	# 50	99,36	783,84	71	29	10	48
0.149	# 100	160,08	943,92	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	104,88	1048,80	95	5	2	8
	pan	55,20	1104				
	total	1104,00					

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra : \_\_\_\_\_

## LAMPIRAN 4

---

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan *Marshall* (Mencari Kadar  
Aspal Optimum )





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

Dikerjakan Oleh : Yanuar Dwi Putra  
Diperiksa Oleh : Yanuar Dwi Putra

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
Kadar Aspal : 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dan 8 %  
Jenis campuran : HRS-B (2 x 75 tumbukan)  
Tanggal : 7 Maret 2003

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	60.3	6.383	6	1105	1107	640	467	2,366	2,538	13,6248	79,61	6,769	20,39	66,81	6,769	410	1404,25	1421,8031	2,5	568,7213
2	60.2	6.383	6	1120	1123	639	484	2,314	2,538	13,3247	77,85	8,823	22,15	60,16	8,823	390	1335,75	1352,4469	2	676,2234
3	60.4	6.383	6	1140	1144	670	474	2,405	2,538	13,8487	80,91	5,236	19,09	72,56	5,236	420	1438,5	1456,4813	1,9	766,5691
AVERAGE								<b>2,362</b>					<b>20,54</b>	<b>66,51</b>	<b>6,943</b>			<b>1410,2438</b>	<b>2,133</b>	<b>670,5046</b>
1	59	6.952	6.5	1110	1115	645	470	2,362	2,519	14,7323	79,03	6,234	20,97	70,27	6,234	510	1746,75	1676,88	2,1	798,5143
2	60.3	6.952	6.5	1140	1144	663	481	2,37	2,519	14,7845	79,31	5,902	20,69	71,47	5,902	430	1472,75	1413,84	2,5	565,536
3	60	6.952	6.5	1155	1160	675	485	2,381	2,519	14,8555	79,69	5,451	20,31	73,16	5,451	390	1335,75	1352,4469	2	676,2234
AVERAGE								<b>2,371</b>					<b>20,65</b>	<b>71,63</b>	<b>5,862</b>			<b>1481,0556</b>	<b>2,2</b>	<b>680,0912</b>
1	60.4	7.527	7	1119	1125	655	470	2,381	2,5	15,9942	79,25	4,758	20,75	77,07	4,758	780	2671,5	2704,8938	3,15	858,6964
2	59.8	7.527	7	1136	1142	660	482	2,357	2,5	15,8329	78,45	5,718	21,55	73,47	5,718	340	1164,5	1179,0563	3,6	327,5156
3	60.1	7.527	7	1125	1130	658	472	2,383	2,5	16,0118	79,34	4,653	20,66	77,48	4,653	740	2534,5	2566,1813	3	855,3938
AVERAGE								<b>2,374</b>					<b>20,99</b>	<b>76,01</b>	<b>5,043</b>			<b>2150,0438</b>	<b>3,25</b>	<b>680,5353</b>
1	58.5	8.108	7.5	1120	1124	657	467	2,398	2,481	17,2621	79,4	3,339	20,6	83,79	3,339	340	1164,5	1117,92	7,35	152,098
2	59.4	8.108	7.5	1124	1129	650	479	2,347	2,481	16,8898	77,69	5,424	22,31	75,69	5,424	330	1130,25	1085,04	4,65	233,3419
3	62.8	8.108	7.5	1139	1143	670	473	2,408	2,481	17,3323	79,72	2,946	20,28	85,47	2,946	460	1575,5	1595,1938	3	531,7313
AVERAGE								<b>2,384</b>					<b>21,06</b>	<b>81,65</b>	<b>3,903</b>			<b>1266,0513</b>	<b>5</b>	<b>305,7237</b>
1	61.6	8.696	8	1147	1154	678	476	2,41	2,463	18,5003	79,34	2,155	20,66	89,57	2,155	250	856,25	866,95313	12,2	71,06173
2	61.6	8.696	8	1132	1138	665	47,3	2,393	2,463	18,3742	78,8	2,822	21,2	86,69	2,822	250	856,25	866,95313	7,2	120,4102
3	61.6	8.696	8	1158	1162	671	491	2,358	2,463	18,1071	77,66	4,234	22,34	81,05	4,234	300	1027,5	1040,3438	5,8	179,3696
AVERAGE								<b>2,387</b>					<b>21,4</b>	<b>85,77</b>	<b>3,071</b>			<b>924,75</b>	<b>8,4</b>	<b>123,6138</b>

t = tebal benda uji (mm)  
a = % aspal terhadap batuan (%)  
b = % aspal terhadap campuran (%)  
c = berat kering sebelum direndam (gram)  
d = berat dalam keadaan SSD.  
e = berat di dalam air (gram)  
f = Vol (isi) = d - e  
g = berat isi sample = c/f (gr/cc)  
h = B.I. Maksimum (teoritis) (100\*((% aggr/BJ aggr)+(% aspal/BJ aspal)))  
i = b . x g / BJ aspal  
j = (100-b) g/BJ aggr  
k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga (%)  
l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
m = (100 x l/i) rongga yang terisi aspal (VFWA)  
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)  
BJ aspal

0 = pembacaan arloji ( stabilitas )  
p = o x kalibrasi profing ring  
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

Jogjakarta, 7 Maret 2003

Suhu pencampuran : 160 °C  
Suhu pemadatan : 140 °C  
Suhu waterbath : 60 °C  
Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya  
Ir. Iskandar S. MIT

Peneliti  
Yanuar Dwi Putra

## LAMPIRAN 5

---

Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Pada Kadar Aspal  
Optimum ( Mencari Kadar *Poly Ethylene* Optimum )



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

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh Dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII Dan ASIA LAB Jogjakarta  
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
 Kadar Aspal : 7,125 %  
 Kadar Poly Ethylene : 3.5 %  
 Berat Aspal : (Aspal=85,5 gram) + (Poly Ethylene=3 gram)  
 Diperiksa Tgl : 14 Maret 2003

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
		tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
mm	inch						
19.1	3/4"	0	0	1,5	98,5	97	100
12.7	1/2"	167,18	167,18	15	85	70	100
9.52	3/8"	178,32	345,50	31	69	58	80
4.76	# 4	156,03	501,53	45	55	50	60
2.38	# 8	22,29	523,82	47	53	46	60
0.59	# 30	167,18	690,99	62	38	16	60
0.279	# 50	100,31	791,30	71	29	10	48
0.149	# 100	161,60	952,90	85,5	14,5	3	26
0.074	# 200	105,88	1058,78	95	5	2	8
	pan	55,72	1114,5				
	total	1114,50					

Jogjakarta, 14 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

Ir. Iskandar S, MT

Yanuar Dwi Putra : 

## LAMPIRAN 6

---

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan *Marshall* (Mencari Kadar  
*Poly Ethylene Optimum* )



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

Dikerjakan Oleh : Yanuar Dwi Putra  
Diperiksa Oleh : Yanuar Dwi Putra  
Tanggal : 14 Maret 2003

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir  
Kadar Aspal : 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5 %  
Jenis campuran : HRS-B (2 x 75 tumbukan)

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	61,4	7,671	7,125	1124	1129	646	483	2,327	2,495	15,91	77,35	6,73	22,64	70,27	6,732	510	1746,75	1768,58	2	884,29219
2	61,4	7,671	7,125	1147	1156	675	481	2,384	2,495	16,30	79,26	4,42	20,73	78,64	4,427	350	1198,75	1213,73	2,3	527,7106
3	62,4	7,671	7,125	1168	1179	663	516	2,263	2,495	15,47	75,24	9,27	24,75	62,51	9,279	600	2055	2080,68	1,7	1223,9338
AVERAGE								2,325							6,813	700	2397,5	2301,6	2,5	920,64
1	61,7	7,671	7,125	1126	1130	670	460	2,447	2,495	16,73	81,36	1,89	18,63	89,83	1,894	700	1815,25	1742,64	3,2	544,575
2	61,7	7,671	7,125	1150	1157	675	482	2,385	2,495	16,31	79,30	4,37	20,69	78,84	4,37	650	2226,25	2254,07	1,9	1186,3569
3	60,9	7,671	7,125	1174	1181	650	531	2,210	2,495	15,11	73,49	11,38	26,50	57,03	11,38	650	2099,43	2099,43	2,53	883,857
AVERAGE								2,348							5,88	750	2568,75	2600,85	3,3	788,1392
1	58,8	7,671	7,125	1131	1136	656	480	2,356	2,495	16,11	78,32	5,56	21,67	74,32	5,56	750	2363,25	2392,79	2,9	825,10022
2	60	7,671	7,125	1147	1156	673	483	2,374	2,495	16,23	78,93	4,82	21,06	77,09	4,82	690	2294,75	2323,43	2,2	1056,1065
3	60,1	7,671	7,125	1130	1141	666	475	2,378	2,495	16,26	79,07	4,65	20,92	77,75	4,654	670	2439,02	2439,02	2,8	889,781
AVERAGE								2,369							5,014	820	2808,5	2696,16	2,9	929,71034
1	59,3	7,671	7,125	1150	1154	680	474	2,426	2,495	16,58	80,64	2,76	19,35	85,72	2,762	820	2637,25	2531,76	2,8	904,2
2	61,5	7,671	7,125	1171	1178	681	497	2,356	2,495	16,11	78,32	5,56	21,67	74,31	5,569	770	2568,75	2600,85	3	866,95313
3	62,1	7,671	7,125	1177	1184	683	501	2,349	2,495	16,06	78,09	5,84	21,90	73,32	5,843	750	2609,59	2609,59	2,9	900,287
AVERAGE								2,377							4,724	790	2705,75	2739,57	3,1	883,73286
1	58,7	7,671	7,125	1150	1154	681	473	2,431	2,495	16,62	80,81	2,55	19,18	86,66	2,557	790	2911,25	2947,64	3,3	893,22443
2	60,8	7,671	7,125	1162	1168	667	501	2,319	2,495	15,85	77,09	7,04	22,90	69,24	7,0430	850	2842,75	2878,28	3,05	943,6998
3	61,4	7,671	7,125	1173	1175	684	491	2,389	2,495	16,33	79,41	4,25	20,58	79,34	4,251	830	3151	3024,96	3,3	916,65455
AVERAGE								2,379							4,6173	920	3048,25	2926,32	3,5	836,09143
1	59,7	7,671	7,125	1141	1152	680	472	2,417	2,495	16,52	80,35	3,11	19,64	84,14	3,114	920	3099,625	3138,37	3,1	1012,3775
2	59,6	7,671	7,125	1148	1154	670	484	2,371	2,495	16,21	78,844055	4,93	21,15	76,66	4,937	890	3029,88	3029,88	3,3	921,707
3	59,6	7,671	7,125	1132	1160	685	475	2,383	2,495	16,29	79,21825	4,48	20,78	78,41	4,486	905				
AVERAGE								2,390							4,179					

o = pembacaan arloji ( stabilitas )  
 p = o x kalibrasi profing ring  
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)  
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)  
 Suhu pencampuran : 160 °C  
 Suhu pemadatan : 140 °C  
 Suhu waterbath : 60 °C  
 BJ aspal : 1,042  
 BJ agregat : 2,749  
 Bj Poly Ethylene : 1,074

h = BJ Maksimum (teoritis)  
 $(100 : ((\% \text{ aggr} / \text{BJ aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal})))$   
 I = b x g / BJ aspal  
 j = (100-b) g / BJ aggr  
 k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)  
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

t = tebal benda uji (mm)  
 a = % aspal terhadap batuan (%)  
 b = % aspal terhadap campuran (%)  
 c = berat kering sebelum direndam (gram)  
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)  
 e = berat di dalam air (gram)  
 f = Vol (isi) = d - e  
 g = berat isi sample = cf / (gr/cc)

Jogyakarta, 14 Maret 2003

Peneliti  
  
**Yanuar Dwi Putra**

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

## LAMPIRAN 7

---

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dengan Kadar *Poly Ethylene* Optimum pada Kadar Aspal Optimum



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

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS *POLY ETHYLENE***

Contoh dari : ASIA LAB JOGJAKARTA  
Jenis Contoh : PEG 400  
Diperiksa Tgl : 21 Maret 2003

No.	URUTAN PEMERIKSAAN	BERAT
1	Berat Vicnometer kosong (gram)	14.86
2	Berat Vicnometer + Aquadest (gram)	26.8
3	Berat Air (2 - 1) (gram)	11.94
4	Berat Vicnometer + Aspal (gram)	18.45
5	Berat Aspal ( 4 - 1 ) (gram)	3.59
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest (gram)	27.05
7	Berat Airnya Saja ( 6 - 4 ) (gram)	8.6
8	Volume Aspal ( 3 - 7 ) (gram)	3.34
9	Berat Jenis Aspal : Berat / Vol ( 5 / 8 )	1.074

Jogjakarta, 16 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :



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

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DEANGAN *POLY***  
***ETHYLENE***

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII Dan ASIA LAB Jogyakarta  
Jenis Contoh : AC 60 – 70 Dan PEG 400  
Diperiksa Tgl : 16 Maret 2003

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	25 <sup>0</sup> C	09.00 WIB
SELESAI	90 <sup>0</sup> C	09.10 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	90 <sup>0</sup> C	09.10 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	10.10 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 <sup>0</sup> C)		
MULAI	25 <sup>0</sup> C	10.10 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	11.10 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 <sup>0</sup> C	11.10 WIB
SELESAI	25 <sup>0</sup> C	11.30 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN (1)	CAWAN (2)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	68	82	
2	73	78	
3	72	62	
4	57	67	
5	78	63	
	69.6	70.4	RATA-RATA = 70

Jogyakarta, \_\_\_\_\_ 16 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT**

Peneliti :

**Yanuar Dwi Putra :**





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

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN *POLY***  
***ETHYLENE***

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII dan ASIA LAB Jogjakarta

Jenis Contoh : AC 60 – 70 Dan PEG 400

Diperiksa Tgl : 16 Maret 2003

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI	27 °C	10.00 WIB
SELESAI	130 °C	10.10 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	130 °C	10.10 WIB
SELESAI	26 °C	11.04 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	5 °C	11.04 WIB
SELESAI	50 °C	11.30 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	SUHU YANG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK (°C)	
		I	II	I	II
1.	5	0	0		
2.	10	1	1		
3.	15	1,15	1,14		
4.	20	5,00	5,00		
5.	25	7,05	7,06		
6.	30	10,06	10,06		
7.	35	11,07	11,07		
8.	40	12,30	12,29		
9.	45	14,50	14,50		
10.	50	16,30	16,28		
11.	55	18,01	18,03	55	55
Titik Lembek Rata – Rata				55 °C	

Jogjakarta 16 Maret 2003

Mengetahui :  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

Yanuar Dwi Putra :

## LAMPIRAN 8

---

Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Rendaman *Marshall*

*(Immersion Test)*



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

Jenis Campuran : HRS-B (2 x 75 tumbukan)  
 Tanggal : 18 Maret 2003  
 Dikerjakan dan diperiksa oleh : Yanuar Dwi Putra  
 Lama Perendaman : 0,5 jam

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
(Kadar Poly Ethylene 0%) 1	59,7	7,672	7,125	1127	1130	659	471	2,393	2,495	16,36	79,53	4,10	20,46	79,96	4,100	550	1883,75	1907,30	2,00	953,648
(Kadar Poly Ethylene 0%) 2	60,8	7,672	7,125	1151	1156	660	496	2,321	2,495	15,86	77,13	6,99	22,86	69,40	6,995	550	1883,75	1907,30	3,00	635,766
(Kadar Poly Ethylene 0%) 3	61,8	7,672	7,125	1161	1168	663	505	2,299	2,495	15,72	76,42	7,85	23,57	66,67	7,859	550	1883,75	1907,30	2,80	681,177
AVERAGE								2,337					22,30	72,01	6,318			1907,30	2,60	756,864
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 1	59,7	7,672	7,125	1140	1154	675	479	2,380	2,495	16,27	79,12	4,61	20,88	77,90	4,614	790	2705,75	2597,52	3,50	742,149
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 2	59,6	7,672	7,125	1148	1155	672	483	2,377	2,495	16,25	79,00	4,74	20,99	77,41	4,741	800	2740	2630,40	2,60	1011,69
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 3	60	7,672	7,125	1132	1142	674	468	2,419	2,495	16,53	80,40	3,05	19,59	84,39	3,058	830	2842,75	2878,28	2,60	1107,03
AVERAGE								2,392					20,49	79,90	4,137			2702,07	2,90	953,624

t = tebal benda uji (mm)  
 a = % aspal terhadap batuan (%)  
 b = % aspal terhadap campuran (%)  
 c = berat kering sebelum direndam (gram)  
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)  
 e = berat di dalam air (gram)  
 f = Vol (isi) = d - e  
 g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = B.J. Maksimum (teoritis)  
 $(100 : ((\% \text{ aggr} / \text{B.J. aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{B.J. aspal})))$   
 I = b x g / B.J. aspal

j = (100-b) g/B.J. aggr  
 k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)  
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m = (100 x l/I) rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n = rongga yang terisi campuran  $100 - (100 \times \text{g/h})$  (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)  
 p = o x kalibrasi profing ring  
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)  
 Suhu pencampuran : 160 °C  
 Suhu pematangan : 140 °C  
 Suhu waterbath : 60 °C  
 B.J. aspal : 1,042  
 B.J. agregat : 2,749  
 B.J. Poly Ethylene : 1,074

Tanda tangan

Jogyakarta, 27 Maret 2003

Yanuar Dwi Putra  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Yanuar Dwi Putra



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

Jenis Campuran : HRS-B (2 x 75 tumbukan)  
 Tanggal : 19 Maret 2003  
 Dikerjakan dan diperiksa oleh : Yanuar Dwi Putra  
 Lama Perendaman : 24 jam

**PERHITUNGAN IMMERSION TEST**

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
(Kadar Poly Ethylene 0%) 1	60	7,672	7,1	1127	1130	660	470	2,398	2,495	16,39	79,70	3,896	20,293	80,799	3,896	380	1301,5	1317,77	2,80	470,632
(Kadar Poly Ethylene 0%) 2	60,8	7,672	7,1	1150	1160	663	497	2,314	2,495	15,82	76,91	7,263	23,084	68,539	7,263	360	1233	1248,41	3,30	378,307
(Kadar Poly Ethylene 0%) 3	61,4	7,672	7,1	1163	1175	659	516	2,254	2,495	15,41	74,92	9,668	25,079	61,452	9,668	510	1746,75	1768,58	2,00	884,292
AVERAGE								<b>2,322</b>						<b>22,819</b>	<b>70,263</b>	<b>6,942</b>		<b>1444,92</b>	<b>2,70</b>	<b>577,744</b>
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 1	59,7	7,672	7,1	1140	1152	680	472	2,415	2,495	16,51	80,28	3,200	19,715	83,770	3,200	570	1952,25	1874,16	4,00	468,540
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 2	59,6	7,672	7,1	1149	1154	670	484	2,374	2,495	16,23	78,91	4,855	21,087	76,979	4,855	670	2294,75	2202,96	3,60	611,933
(Kadar Poly Ethylene Optimum 3,5%) 3	60	7,672	7,1	1130	1145	685	460	2,457	2,495	16,79	81,65	1,546	18,343	91,573	1,546	700	2397,5	2427,47	2,50	970,988
AVERAGE								<b>2,415</b>						<b>19,715</b>	<b>84,107</b>	<b>3,200</b>		<b>2168,20</b>	<b>3,37</b>	<b>683,820</b>

t = tebal benda uji (mm)  
 a = % aspal terhadap batuan (%)  
 b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering sebelum ditendam (gram)  
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)  
 e = berat di dalam air (gram)  
 f = Vol (isi) = d - e  
 g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)  
 $(100 : ((\% \text{ aggr} / \text{BJ aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal})))$   
 i = b x g / BJ aspal

j = (100-b) g/BJ aggr  
 k = (100-i-j) jumlah kandungan rongga (%)  
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n = rongga yang terisi campuran  $100 - (100 \times g/h) (\%)$

o = pembacaan arloji ( stabilitas )  
 p = o x kalibrasi profing ring  
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)  
 Suhu pencampuran : 160 °C  
 Suhu pemadatan : 140 °C  
 Suhu waterbath : 60 °C  
 BJ aspal : 1.042  
 BJ agregat : 2.749  
 BJ Poly Ethylene : 1.074

Jogjakarta, 29 Maret 2003

Tanda tangan

Yanuar Dwi Putra

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

## LAMPIRAN 9

---

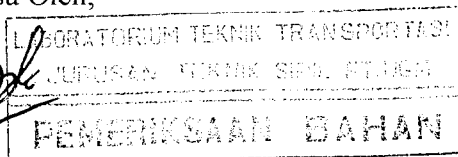
Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan Permeabilitas

## DATA PERMEABILITAS

NO.	KODE BENDA UJI	TEKANAN						TEBAL
		1-1		2-2		3-3		
		'	"	'	"	'	"	
1	5K	-	-	1	32	-	50	6.1
2	6K	-	-	7	5	3	58	6.1
3	6P	-	-	4	54	1	14	5.8
4	9P	-	-	9	10	6	31	6.0

Jogjakarta, 14 - 04 - 2003

Diperiksa Oleh,



( Ir. Imam Basuki )

Dibuat Oleh,

( ..... )

## LAMPIRAN 10

---

Kartu Peserta Dan Kelengkapan Tugas Akhir



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

KAMPUS : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Tel. 895042, 895707, 896440, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Yogyakarta, 15 Februari 2003

Nomor : 51/Kapur.TS.20/Bg.Pn.II/2003

Lamp. : -

Judul : BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Periode : II (Des 2002 – Mei 2003).

Kepada Yth.

Bapak/Ibu : Ir. Miftahul Fauziah, MT.

Dl - Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

1 Nama : Yonon Dwi Putra  
No. Abs. : 95318005  
Bidang Studi : T.S.  
Tahun Akademik : 2002/2003

2 Nama :  
No. Abs. :  
Bidang Studi : T.S.  
Tahun Akademik : 2002/2003

Dapat diberikan petunjuk-petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sbb :

Dosen Pembimbing I : Ir. Miftahul Fauziah, MT.

Dosen Pembimbing II : Ir. Iskandar S., MT.

Dengan mengandaikan Topik/Judul :

*Pengaruh penambahan Polyethylene terhadap karakteristik HRS - B.*

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

An. Dekan

Katua Jurusan Teknik Sipil.

Ir. H. Miftahul Fauziah, MT.

**Tembusan :**

1. Dosen Pembimbing ybs.
2. Mahasiswa ybs
3. Arsip/Jurusan Teknik Sipil.