

**TUGAS AKHIR**

STAMP: 1 Juni 2004  
TGL TERIMA: 001197  
NO. JUDUL: 5120001197001  
NO. INV.  
NO. INDOU.

**PENGARUH PENGGUNAAN RETONA SEBAGAI BAHAN  
TAMBAH TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL  
DAN PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL**



Nama : Moh. Cahyadi Sutopo  
No. Mhs : 96 310 212  
Nama : Happy Damarasih  
No. Mhs : 95 310 230

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

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**


**PENGARUH PENGGUNAAN RETONA SEBAGAI BAHAN  
TAMBAH TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*  
DAN PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL (AC)**

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

**Nama : Moh. Cahyadi Sutopo  
No. Mhs. : 96 310 212  
Nama : Happy Damarasih  
No. Mhs. : 95 310 230**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

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

  
\_\_\_\_\_  
**Tanggal : 9 Feb '04**

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

  
\_\_\_\_\_  
**Tanggal :**

## MOTTO

*"Kasih orang tua itu seperti lingkaran tak berawal dan tak berakhir. Kasih orang tua itu selalu berputar dan senantiasa meluas, menyentuh orang yang ditemunya. Melingkupinya seperti kabut pagi, menghangatkan seperti mentari siang dan menyelimutinya seperti bintang malam."*

*"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap." (QS. Alam Nasyrah : 6-8)*

*".....ALLAH akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat....." (QS. Al-Mujaadilah :11)*

*"Ilmu dinilai bermanfaat bila disertai amal, yang paling bodoh ialah manusia bodoh yang tidak berusaha menambah ilmunya, yang paling pandai ialah manusia yang mengandalkan diri pada ilmunya dan yang paling utama ialah manusia yang bertaqwa." (Sufyan At - Tsauri)*

*"Kemudahan adalah sesuatu yang paling mudah dicari sekaligus sulit ditemukan."*

UNIVERSITAS ISLAM  
AL-AZHAR  
الرَّجْعَةُ إِلَى اللَّهِ وَالْعِيسِيَّةُ  
الْحَقُّ وَالْإِسْتِغْفَارُ

## KATA PENGANTAR

*Assalaamu'alaikum wr wb*

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga dengan keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Retona Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall dan Permeabilitas Campuran AC”**.

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

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

1. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji.
2. Bapak Ir. Iskandar S, MT., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji.
3. Bapak Ir. H. Balya Umar, M.Sc., selaku Dosen penguji.
4. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Sukanto dan Bapak Pranoto, selaku Staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

7. Bapak dan Ibu kami yang telah memberikan dorongan dan doa, hingga selesainya Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang membantu kami.

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

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

*Wassalamu' ataikum wr wb.*

Yogyakarta, November 2003

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
DAFTAR ISTILAH .....	xviii
INTISARI .....	xxii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Beton Aspal .....	5
2.2. Retona .....	6
2.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sifat <i>Marshall</i> .....	6
2.3.1. <i>Density</i> .....	6
2.3.2. VITM .....	7

2.3.3. VFWA .....	7
2.3.4. VMA .....	7
2.3.5. Stabilitas .....	8
2.3.6. Kelelehan ( <i>Flow</i> ) .....	8
2.3.7. <i>Marshall Quotient</i> (MQ) .....	8
2.4. Permeabilitas .....	8
2.5. Hasil Penelitian Sebelumnya .....	9
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	10
3.1. Lapis Perkerasan .....	10
3.2. Bahan Penyusun Perkerasan .....	12
3.2.1. Agregat .....	12
3.2.1.1. Klasifikasi Agregat .....	12
3.2.1.2. Sifat Agregat .....	13
3.2.1.3. Persyaratan Agregat .....	17
3.2.2. <i>Filler</i> .....	17
3.2.3. AC Penetrasi 60/70 .....	18
3.2.4. Retona .....	20
3.3. Karakteristik Campuran .....	24
3.4. Parameter <i>Marshall Test</i> .....	26
3.4.1. Stabilitas .....	26
3.4.2. <i>Flow</i> .....	27
3.4.3. <i>Density</i> .....	27
3.4.4. <i>Void Filled With Asphalt</i> (VFWA) .....	28

3.4.5. <i>Void In Total Mix</i> (VITM) .....	28
3.4.6. <i>Marshall Quotient</i> (MQ) .....	29
3.5. <i>Immersion Test</i> .....	30
3.6. Permeabilitas Campuran .....	31
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	<b>34</b>
4.1. Bahan Penelitian .....	34
4.2. Lokasi Penelitian .....	34
4.3. Alat Penelitian .....	34
4.4. Prosedur Penelitian .....	36
4.4.1. Persiapan Bahan .....	36
4.4.2. Persiapan Alat .....	36
4.4.3. Perancangan Benda Uji .....	36
4.4.4. Campuran Benda Uji .....	37
4.4.4.1. Campuran Aspal Biasa .....	37
4.4.4.2. Campuran Aspal Retona .....	38
4.5. Cara Melakukan Pengujian .....	38
4.5.1. Pengujian <i>Marshall Standard</i> .....	39
4.5.2. Pengujian Rendam <i>Marshall</i> .....	40
4.5.3. Pengujian Permeabilitas .....	41
4.6. Alur Penelitian .....	43
<b>BAB V HASIL PENELITIAN</b> .....	<b>44</b>
5.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan .....	44
5.1.1. Hasil Pengujian Agregat .....	44



5.1.2. Hasil Pengujian Aspal .....	45
5.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> .....	45
5.2.1. Campuran Beton Aspal Dengan Variasi Kadar Aspal ..	46
5.2.2. Campuran Beton Aspal Dengan Retona Pada KAO .....	46
5.3. Hasil Pengujian <i>Rendaman Marshall</i> .....	47
5.4. Hasil Uji Sifat Fisik Aspal Dengan Dan Tanpa Retona .....	48
5.5. Hasil Pengujian Permeabilitas .....	48
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b> .....	49
6.1. Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal .....	49
6.1.1. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Density</i> Campuran Beton Aspal .....	50
6.1.2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM Campuran Beton Aspal .....	50
6.1.3. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA Campuran Beton Aspal .....	51
6.1.4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA Campuran Beton Aspal .....	53
6.1.5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal .....	54
6.1.6. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> Campuran Beton Aspal .....	56
6.1.7. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ Campuran Beton Aspal .....	58

6.1.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton	
Aspal .....	60
6.2. Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal Dengan Retona	
Pada Kadar Aspal Optimum .....	61
6.2.1. Pengaruh Retona Terhadap Nilai <i>Density</i> Campuran	
Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum .....	61
6.2.2. Pengaruh Retona Terhadap Nilai VITM Campuran	
Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum .....	62
6.2.3. Pengaruh Retona Terhadap Nilai VFWA Campuran	
Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum .....	63
6.2.4. Pengaruh Retona Terhadap Nilai VMA Campuran	
Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum .....	64
6.2.5. Pengaruh Retona Terhadap Nilai Stabilitas	
Campuran Beton Aspal Pada KAO .....	65
6.2.6. Pengaruh Retona Terhadap Nilai <i>Flow</i> Campuran	
Beton Aspal Pada KAO .....	66
6.2.7. Pengaruh Retona Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i>	
Campuran Beton Aspal Pada KAO .....	67
6.3. Durabilitas Campuran Beton Aspal Dengan Dan Tanpa	
Retona .....	69
6.4. Pengaruh Kadar Retona Terhadap Sifat Fisik Aspal	
(Penetrasi dan Titik Lembek) .....	71

6.5. Pengaruh Kadar Retona Terhadap Permeabilitas Campuran Beton Aspal .....	73
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>76</b>
7.1. Kesimpulan .....	76
7.2 Saran-Saran .....	78

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat Grading IV, Bina Marga 1987 .....	14
Tabel 3.2. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar .....	17
Tabel 3.3. Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus .....	17
Tabel 3.4. Persyaratan AC 60/70 .....	19
Tabel 3.5. Sifat-Sifat Retona-60.....	21
Tabel 3.6. Perbandingan Karakteristik Aspal Trinidad dengan Asbuton Kabungka .....	23
Tabel 3.7. Perbandingan Karakteristik Epure, Retona dan Asbuton Mikro .....	23
Tabel 3.8. Spesifikasi <i>Marshall Properties</i> untuk Kepadatan Lalu Lintas Tinggi .....	30
Tabel 3.9. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas .....	32
Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar .....	44
Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus .....	44
Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan AC 60/70 dan Retona P6014.....	45
Tabel 5.4. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji dengan Kadar Aspal Bervariasi .....	46
Tabel 5.5. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji Pada KAO dengan Variasi Kadar Retona .....	47
Tabel 5.6. Hasil Pengujian <i>Immersion</i> Beton Aspal dengan dan Tanpa Retona	47
Tabel 5.7. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dengan dan Tanpa Retona.....	48

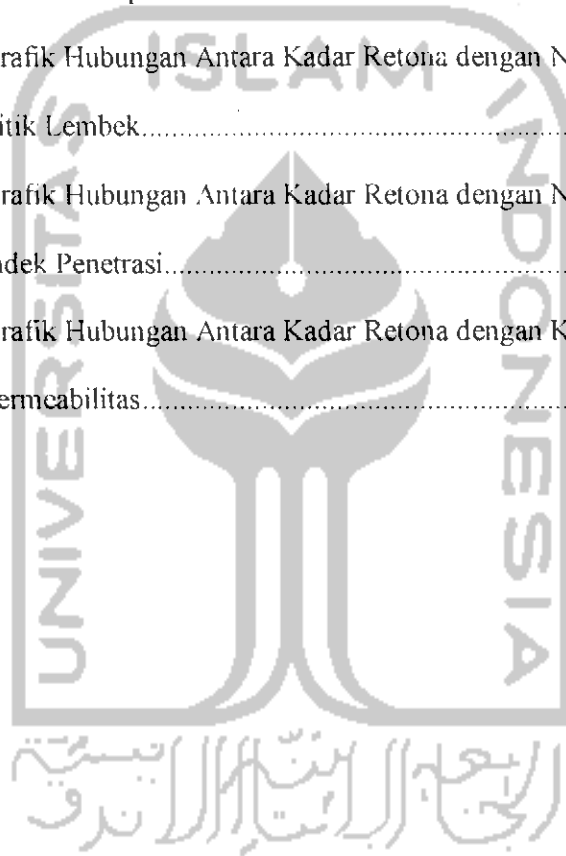
Tabel 5.8. Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Retona .....	48
Tabel 6.1. Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal .....	60
Tabel 6.2. Hubungan Antara Kadar Retona dengan Nilai Stabilitas Pada Perendaman Selama 0,5 jam dan 24 jam .....	69
Tabel 6.3. Perbandingan Sifat Fisik Aspal dengan dan Tanpa Retona.....	71



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian Laboratorium .....	43
Gambar 6.1 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Density</i> .....	49
Gambar 6.2 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai VITM .....	50
Gambar 6.3 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai VFWA .....	52
Gambar 6.4 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA .....	54
Gambar 6.5 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas .....	56
Gambar 6.6 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i> .....	57
Gambar 6.7 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai MQ .....	59
Gambar 6.8 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Density</i> .....	61
Gambar 6.9 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Aspal Optimum Terhadap Nilai VITM .....	62
Gambar 6.10 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Aspal Optimum Terhadap Nilai VFWA .....	63
Gambar 6.11 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VMA .....	64
Gambar 6.12 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas .....	65
Gambar 6.13 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Flow</i> .....	67

Gambar 6.14 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona Pada Kadar aspal Optimum Terhadap Nilai MQ.....	68
Gambar 6.15 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona dengan Nilai Indeks Perendaman.....	70
Gambar 6.16 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona dengan Nilai Penetrasi Aspal.....	72
Gambar 6.17 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona dengan Nilai Titik Lembek.....	73
Gambar 6.18 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona dengan Nilai Indek Penetrasi.....	73
Gambar 6.18 Grafik Hubungan Antara Kadar Retona dengan Koefisien Permeabilitas.....	74



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.a	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Lampiran 1.b	<i>Sand Equivalent</i> Data
Lampiran 1.c	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Lampiran 1.d	Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
Lampiran 1.e	Pemeriksaan Keausan Agregat ( <i>Abrasi Test</i> )
Lampiran 2.a	Pemeriksaan Penetrasi Aspal
Lampiran 2.b	Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar
Lampiran 2.c	Pemeriksaan Daktilitas ( <i>Ductility</i> )/ Residue
Lampiran 2.d	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
Lampiran 2.e	Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat
Lampiran 2.f	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
Lampiran 2.g	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4 ( <i>Solubility</i> )
Lampiran 3.a	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 5,5 %
Lampiran 3.b	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 6,0 %
Lampiran 3.c	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 6,5 %
Lampiran 3.d	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 7,0 %
Lampiran 3.e	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 7,5 %
Lampiran 3.f	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus Kadar Aspal 6,15 %
Lampiran 4.a	Perhitungan <i>Marshall Test</i> Mencari Kadar Aspal Optimum
Lampiran 4.b	Perhitungan <i>Marshall Test</i> dengan variasi kadar Retona
Lampiran 4.c	Perhitungan <i>Immersion Test</i> Dengan Dan Tanpa Retona
Lampiran 5.a	Pemeriksaan Penetrasi Aspal Dengan Retona 7,5 %
Lampiran 5.b	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Dengan Retona 7,5 %
Lampiran 5.c	Pemeriksaan Penetrasi Aspal Dengan Retona 15 %
Lampiran 5.d	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Dengan Retona 15 %
Lampiran 5.e	Nomograf Indek Penetrasi
Lampiran 6	Data Permeabilitas
Lampiran 7	Kartu Peserta Dan Kelengkapan Tugas Akhir



## DAFTAR NOTASI



S	=	Angka stabilitas sesungguhnya
p	=	Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
q	=	Angka koreksi benda uji
g	=	Nilai <i>density</i> = berat isi sampel (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	=	Nilai <i>density</i> = berat isi sampel (gr/cc)
b	=	Prosentase aspal terhadap campuran
g	=	Nilai <i>density</i> = berat isi sampel (gr/cc)
h	=	Berat jenis maksimum teoritis campuran (gr/cc)
S	=	Nilai stabilitas (kg)
R	=	Nilai <i>flow</i> (mm)
MQ	=	Nilai <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)
S <sub>1</sub>	=	Stabilitas sebelum perendaman
S <sub>2</sub>	=	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)
- l =  $h/L$  gradien hidrolik, parameter tak berdimensi
- h =  $P/\gamma_{air}$  = selisih tinggi tekanan total (cm)
- P = Tekanan air pengujian (dyne/cm<sup>2</sup>)
- $\gamma_{air}$  =  $r_{air} \times g$  = berat unit air (9,807 dyne/cm<sup>3</sup>)
- A = Luas penampang benda uji yang dilalui q cm<sup>3</sup>/detik (cm<sup>2</sup>)
- t = Tebal benda uji (mm)
- d = Berat basah jenuh (gr)



## 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.
Retona	= Aspal alam dari batu buton yang diperoleh dengan cara ekstrasi.
<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.

- Filler* = Material berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada pembuatan campuran beton aspal.
- Impermeabilitas = Merupakan kemampuan perkerasan lentur untuk menahan air dari udara masuk ke dalam perkerasan lentur.
- Immersion Test* = Uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.
- Internal friction* = Gesekan antar agregat
- Kohesi = Daya lekat aspal
- Marshall Test* = Pengujian sifat fisik dari perkerasan untuk mengetahui karakteristik *Marshall* perkerasan tersebut dengan menggunakan alat uji *Marshall Test*.
- Marshall Quotient* – Perbandingan antara stabilitas dan *flow*.
- = Sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk dilalui atau dirembesi.

- oleh air atau zat cair lainnya melalui hubungan antar pori.
- Indek Penetrasi = Untuk menyatakan hubungan perubahan viskositas aspal terhadap temperatur.
- Stability* (stabilitas) = Beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis.
- Void Filled With Asphalt* (VFWA) = Prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu.
- Void In The Mix* (VITM) = Prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan.
- Void In Mineral Aggregate* (VMA) = Rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam prosen terhadap total.
- Beton aspal = Merupakan salah satu jenis bahan untuk lapis permukaan pada

## INTISARI

Beton Aspal (AC) adalah salah satu bahan lapis permukaan (*surface course*) pada perkerasan lentur yang sangat populer di Indonesia, namun pada campuran Beton Aspal dijumpai kelemahan berupa gradasi rapat yang cenderung menghasilkan film aspal lebih tipis sehingga berpengaruh pada rendahnya nilai durabilitas. Pemanfaatan Retona sebagai bahan tambah pada campuran Beton Aspal (AC) untuk lapis perkerasan merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang banyak tersedia di pulau Buton dan merupakan suatu inovasi, karena Retona mempunyai sifat unggul dibanding aspal biasa karena tidak melewati proses refinery (pengolahan). Penelitian penggunaan Retona sebagai bahan tambah bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall dan permeabilitas Beton Aspal.

Penelitian ini dilakukan dengan lima tahap. Tahap I dilakukan pengujian bahan. Tahap II dilakukan uji Marshall untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) menggunakan AC 60/70 dengan interval 0,5% antara 5,5% - 7,5% terhadap total campuran. Tahap III dilakukan uji Marshall pada campuran yang menggunakan bahan tambah Retona dalam berbagai variasi dalam interval 3% antara 0% - 15% terhadap KAO. Tahap IV dilakukan pengujian penetrasi dan titik lembek terhadap aspal yang ditambahkan Retona 7,5% dan 15% untuk mengetahui perubahan sifat fisik aspal. Tahap V dibuat model campuran Beton Aspal pada KAO dengan kadar Retona 7,5% dan 15% untuk pengujian durabilitas dengan uji perendaman Marshall dan uji Permeabilitas dengan alat AF-16 berdasarkan klasifikasi Mullen (1967). Semua pengujian Marshall menggunakan spesifikasi Bina Marga 1987.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Retona pada campuran Beton Aspal meningkatkan nilai Density, VFWA, sedangkan nilai stabilitas dan MQ setelah mengalami peningkatan mengalami penurunan, sebaliknya nilai Flow setelah mengalami penurunan mengalami peningkatan yang tidak signifikan. Nilai VITM dan VMA mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar Retona pada campuran. Campuran Beton Aspal dengan Retona memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran tanpa Retona. Penambahan Retona cenderung menurunkan nilai penetrasi dan titik lembek aspal. Koefisien permeabilitas campuran Beton Aspal dengan Retona lebih tinggi dibandingkan campuran Beton Aspal tanpa Retona. Berdasarkan klasifikasi Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas Beton Aspal dengan dan tanpa Retona termasuk dalam klasifikasi *practically impervious*.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini telah banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas konstruksi perkerasan jalan, diantaranya dengan melakukan penelitian mengenai komposisi campuran pada perkerasan dengan berbagai alternatif material. Umumnya penelitian tersebut dilakukan adalah selain untuk mengkaji kemungkinan penggunaan material sebagai bahan baru untuk bahan perkerasan, juga upaya untuk mendapatkan suatu campuran beraspal yang bermutu dan murah. Penelitian ini perlu terus dikembangkan untuk memperkaya khasanah penelitian di bidang konstruksi perkerasan.

Beton Aspal ( *Asphaltic Concrete* : *AC* ) adalah salah satu bahan untuk lapis permukaan ( *Surface Course* ) pada perkerasan lentur yang sangat populer di Indonesia. Komposisi campuran, metode perhitungan tebal lapisan dan jenis material tambah yang digunakan dalam perkerasan lentur telah banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Umumnya perkerasan lentur terdiri atas komposisi agregat kasar, agregat halus, aspal dan bahan pengisi ( *filler* ), bahan tambah terkadang ditambahkan pula dalam campuran untuk mendapatkan karakteristik campuran beraspal yang baik dan berkualitas. Aspal untuk lapisan beton aspal biasanya terdiri dari salah satu aspal penetrasi 60/70 atau aspal penetrasi 80/100.

Beberapa tahun silam, masalah perkerasan jalan berkisar dengan desain perkerasan, beban lebih (*overloading*), kerusakan struktur dan usaha-usaha meningkatkan ketahanan perkerasan terhadap beban lalu-lintas. Akhir-akhir, ini pada jaringan jalan yang telah mantap timbul masalah yang berdimensi lain yaitu kerusakan yang disebabkan oleh kualitas bahan, terutama aspal. Kerusakan struktur yang terjadi secara dini, tidak lagi dapat dikorelasikan dengan teori desain. Penurunan kualitas aspal ternyata juga disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan jenis-jenis minyak tertentu yang dulu turut memperkaya sifat aspal, saat ini diperas lebih keras dari minyak bumi (*Crude Oil*) menyisakan aspal yang telah kering dan mudah teroksidasi. Dalam usaha untuk mengembalikan beberapa sifat penting yang hilang tersebut, beberapa bahan kimia ditambahkan, biasanya polymer dan bahan-bahan lain, agar unjuk kerja aspal sesuai dengan yang diharapkan.

Retona adalah aspal alam dari batu buton yang diproduksi dengan menggunakan teknik ekstraksi dan menghasilkan bahan aspal yang mempunyai sifat unggul dibanding aspal biasa karena tidak melewati proses *refinery* (pengolahan) sebagaimana aspal biasa dihasilkan dari minyak bumi. Bahan tersebut membuka cakrawala baru yang mampu menambah variasi teknologi aplikasi aspal untuk dapat menyelesaikan masalah perkerasan jalan, baik pada konstruksi baru maupun pada tingkat operasional dan pemeliharaan. Retona diproduksi oleh PT. Olah Bumi Mandiri yang terdiri dari 2 jenis yaitu Retona B6060 yang berbentuk mastik dan Retona P6014 dalam bentuk serbuk (*powder*). Uji coba Retona belum banyak dilakukan untuk mengungkapkan kemampuannya,



namun beberapa percobaan laboratorium memberikan hasil yang sangat menggembarakan, jauh melampaui kemampuan aspal minyak. Dari sifat-sifat tersebut terlihat hal-hal yang agak khusus dibanding dengan sifat aspal minyak hasil *refinery*. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dicoba penggunaan Retona sebagai bahan tambah pada campuran beton aspal yang dapat meningkatkan kualitas beton aspal.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini antara lain :

1. Memperoleh dan mengetahui gambaran tentang pengaruh penggunaan RETONA sebagai bahan tambah pada campuran Beton Aspal di tinjau dari karakteristik *Marshall*.
2. Mengetahui dan membandingkan nilai Permeabilitas campuran Beton Aspal dengan dan tanpa bahan tambah RETONA

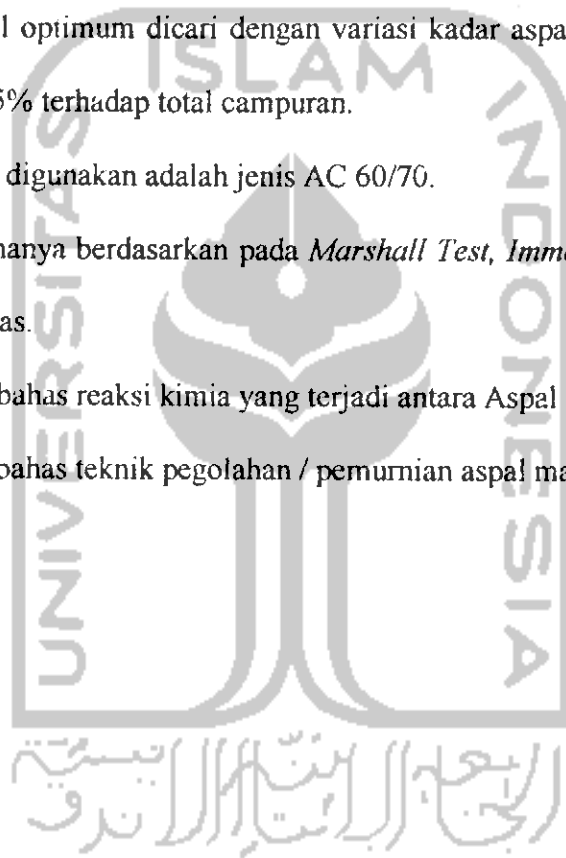
### **1.3 Manfaat Penelitian**

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran yang cukup jelas terhadap pengaruh penggunaan RETONA pada perkerasan beton aspal ditinjau dari karakteristik *Marshall* dan permeabilitasnya. Selain itu akan memberikan alternatif material sebagai solusi untuk menyelesaikan masalah perkerasan jalan baik konstruksi baru, maupun pada tingkat operasional dan pemeliharaan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penyusunan tugas akhir menjadi terarah dan jelas, maka pembahasan tugas akhir ini dibatasi oleh ketentuan sebagai berikut :

1. Bahan tambah RETONA berupa RETONA P6014 berbentuk bubuk (*powder*), dari PT. Olah Bumi Mandiri.
2. Bahan tambah RETONA digunakan dengan variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% terhadap kadar aspal optimum.
3. Gradasi agregat yang digunakan adalah Grading IV, Bina Marga 1987.
4. Kadar aspal optimum dicari dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5% terhadap total campuran.
5. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70.
6. Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test*, *Immersion Test* dan uji Permeabilitas.
7. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi antara Aspal dan RETONA.
8. Tidak membahas teknik pengolahan / pemurnian aspal maupun RETONA.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton Aspal

Beton aspal (*Asphaltic concrete*) merupakan salah satu jenis bahan untuk lapis permukaan pada perkerasan lentur dan termasuk dalam tipe *hotmix* yaitu suatu campuran antara agregat yang mempunyai gradasi rapat (*dense graded*), *filler* dan aspal keras sebagai bahan pengikat yang pencampurannya dilakukan pada suhu tinggi di pabrik pencampur atau *Asphalt Mixing Plant* (AMP). (Sukirman, 1992)

Menurut Bina Marga 1983, lapis aspal beton merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai agregat menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

Kerbs, et al (1971) menyebutkan bahwa beton aspal merupakan campuran yang biasa disebut *Asphaltic concrete*, *dense graded*, *bituminous mix* yang diproses dengan cara menambahkan aspal panas pada temperatur yang biasanya tidak melebihi 275°F (135°C) pada agregat yang telah dipanaskan pada temperatur diatas 300°F (149°C), selanjutnya dipadatkan pada temperatur minimal 225°F (107°C). Temperatur yang tinggi memungkinkan akan tercapainya ketepatan dalam pencampuran agregat dan ketepatan dalam pemadatan

Pembuatan lapisan beton aspal dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang

terukur, serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya.

## 2.2 Retona

Retona adalah aspal alam dari batu buton yang diperoleh dengan cara ekstraksi. Potensi terbesar dari Retona terletak pada susunan kimianya yang kaya aromatik dibandingkan aspal minyak, senyawa aromatik yang banyak ini dapat mengatasi problem aspal waxy yang memiliki kelekatan dan titik lembek yang rendah, dan ini dijumpai pada aspal minyak. Hal ini terjadi karena meningkatnya kebutuhan jenis-jenis minyak tertentu yang dulu turut memperkaya sifat aspal, saat ini diperas lebih keras dari minyak bumi, sehingga menyisakan aspal yang telah kering dan mudah teroksidasi (Soehartono, 1997)

Retona merupakan bahan campuran untuk menjawab kekurangan yang tadi disebutkan agar di bawah faktor pengaruh kerusakan terutama di wilayah tropis, aspal tersebut mampu mempertahankan fungsinya.

## 2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sifat Marshall

Pengujian *Marshall* adalah suatu metode pengujian untuk mengukur stabilitas dan kelelahan plastis campuran beraspal dengan menggunakan *Marshall*. Beberapa karakteristik *Marshall* antara lain : *Density*, VITM, VFWA, VMA, stabilitas, *flow* dan MQ.

### 2.3.1 Kepadatan (*Density*)

Kepadatan adalah berat suatu campuran yang diukur tiap satuan volume, semakin besar nilai *density* maka perkerasan semakin baik menahan beban lalu lintas, serta kedap terhadap air dan udara semakin tinggi. *Density* dipengaruhi

beberapa faktor antara lain : kualitas bahan, kadar aspal, jumlah tumbukan dan komposisi bahan penyusunnya.

### **2.3.2 Void In Total Mix (VITM)**

*Void in Total Mix* adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume total suatu campuran yang telah dipadatkan. VITM sama artinya dengan porositas, dan nilainya akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran karena rongga antar agregat terisi aspal (Damayanti, 1998). Porositas dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi dan kadar aspal.

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

VFWA adalah persen volume rongga di dalam agregat yang terisi aspal efektif. Nilai VFWA yang tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu tinggi, sedangkan VFWA yang rendah menyebabkan campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

### **2.3.4 Void In Mineral Agregate (VMA)**

Yaitu volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran agregat aspal padat, termasuk rongga yang terisi udara dan aspal efektif, dinyatakan dalam % volume. Nilai VMA yang tinggi menyebabkan kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, sedangkan nilai VMA yang rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat agregat sehingga pada perkerasan mudah terjadi *stripping*.

### 2.3.5 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan maksimum lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi permanen seperti gelombang, alur atau *bleeding* (Sukirman, 1992)

### 2.3.6 Kelelahan (*Flow*)

*Flow* yaitu besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam satuan panjang. *Flow* menunjukkan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji (*Asphalt Institute*, MS-22, 1983). Nilai *flow* terlalu tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedang nilai *flow* rendah memiliki kandungan aspal yang terlalu sedikit sehingga berpotensi retak dan durabilitas rendah.

### 2.3.7 *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall Quotient* merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dengan kelelahan plastis, dipakai sebagai pendekatan tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Nilai MQ besar menunjukkan kekakuan lapis perkerasan yang tinggi dan berakibat mudah retak-retak. Sebaliknya nilai MQ kecil menunjukkan terlalu plastis yang berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

## 2.4 Permeabilitas

Permeabilitas didefinisikan sebagai volume zat alir (*fluida*) satu-satuan viskositas yang melewati suatu penampang medium poros, selama waktu tertentu pada suatu gradien tekanan, atau merupakan kecepatan mikroskopis sebuah

partikel dari satu-satuan viskositas zat alir pada suatu titik dalam medium yang dipengaruhi oleh gradien tekanan (Suparma, 1997).

Permeabilitas adalah sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk meloloskan zat alir (*fluida*) baik udara maupun air. Angka aliran yang tinggi mengakibatkan perkerasan mudah rusak dan pergerakan udara di dalam perkerasan mengakibatkan oksidasi dan penguapan pada bahan ikatnya. Pergerakan air di dalam perkerasan mengakibatkan kelemahan pada struktur atau kegagalan perkerasan melalui *stripping* (bahaya pengelupasan lapisan bitumen dari batuan), sehingga perkerasan relatif rendah pada batas durabilitasnya (Suparma, 1997).

## 2.5 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan dengan judul PEMANFAATAN RETONA PADA CAMPURAN SMA (*SPLIT MASTIC ASPHALT*) TERHADAP PROPERTIS *MARSHALL*, (M. Kautsar Firdaus, 2000) Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai VTM, VMA, *Density* dan *Flow* naik dengan bertambahnya Kadar Retona, sedangkan nilai Stabilitas, VFWA, *Marshall Quotient* turun dengan bertambahnya kadar Retona.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Lapis Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi yang terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar, baik berupa tanah asli maupun tanah timbunan yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang melintas di atasnya. Persyaratan dasar dari suatu perkerasan adalah dapat menyediakan lapis permukaan yang rata dan kuat, serta menjamin keamanan yang tinggi untuk masa pelayanan yang cukup lama dan pemeliharaan yang sekecil-kecilnya. Selanjutnya beban tersebut diteruskan atau didistribusikan ke lapis tanah dasar (*subgrade*), sehingga tanah dasar tidak menanggung beban seluruhnya dan beban tidak melampaui daya dukung tanah dasar yang diijinkan.

Lapis perkerasan dibagi dalam 3 jenis, yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur



di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. Sampai sekarang dari ketiga jenis perkerasan tersebut di atas, perkerasan lentur masih menjadi pilihan yang baik untuk digunakan. Dalam penelitian ini hanya dilakukan pengujian terhadap perkerasan lentur.

Perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan yaitu :

1. Lapis permukaan (*surface course*)
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis permukaan berfungsi :

- a. untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik berupa beban vertikal maupun beban horisontal,
- b. sebagai lapis aus yaitu lapis yang dapat aus, sehingga selanjutnya dapat diganti lagi dengan lapis yang baru,
- c. menyediakan permukaan yang tetap rata, sehingga kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup
- d. membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien yang cukup (*skid resistance*) untuk menjamin keamanan bagi lalulintas.

Lapis pondasi atas berfungsi :

- a. lapis pendukung bagi lapis permukaan,
- b. memikul beban horisontal dan vertikal,
- c. lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.

Lapis pondasi bawah berfungsi :

- a. menyebarkan beban roda,

- b. lapis peresapan,
- c. lapis pencegah masuknya tanah dasar (*subgrade*) ke lapis pondasi.

### 3.2 Bahan Penyusun Perkerasan

Bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat dan aspal sebagai bahan ikat. Untuk menghasilkan perkerasan jalan yang berkualitas baik, maka kedua bahan tersebut harus memiliki kualitas yang baik pula. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi oleh bahan susunnya.

#### 3.2.1 Agregat

Agregat dapat berupa batu pecah, kerikil, pasir ataupun komposisi mineral lainnya, baik hasil alam (*natural aggregate*), hasil pengolahan (*manufacture aggregate*) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan.

Agregat merupakan material yang dominan dalam campuran aspal. Hampir 90% lebih berat campuran adalah agregat, dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

##### 3.2.1.1 Klasifikasi Agregat

Agregat menurut asalnya dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. Agregat alam (*Natural aggregate*)

Agregat jenis ini diambil langsung dari alam tanpa melalui pengolahan, dapat langsung dipakai sebagai bahan perkerasan jalan. Contoh dari

agregat alam yang banyak dipakai sebagai bahan perkerasan adalah kerikil (*gravel*) dan pasir (*sand*).

b. Agregat dengan pengolahan (*Manufactured aggregate*)

*Manufactured aggregate* yaitu agregat yang berasal dari pengolahan mesin pemecah dan penyaring (*Stone crusher*). Tujuan dari pengolahan ini adalah untuk memperbaiki gradasi agar sesuai dengan ukuran yang diinginkan, membuat bentuk yang angular dan tekstur yang kasar.

c. Agregat buatan (*Synthetic aggregate*)

Agregat buatan adalah agregat hasil modifikasi secara perubahan fisik maupun kimia. Agregat buatan ini biasanya berasal dari suatu bahan mentah yang dapat digunakan sebagai batu pecah, misalnya pada proses peleburan baja dari tanur tinggi akan menghasilkan suatu terak tanur tinggi.

### 3.2.1.2 Sifat Agregat

Dalam pemilihan agregat yang akan dipakai pada perkerasan harus memperhatikan sifat-sifat agregat antara lain :

1. Ukuran dan gradasi

Berdasarkan ukurannya, *The Asphalt Institute*, 1983 mengklasifikasikan tiga fraksi sebagai berikut :

- a. Agregat kasar, merupakan agregat dengan ukuran terkecil tertahan saringan No.4 (4,76 mm)
- b. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran lolos saringan No.4 dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm)

- c. Agregat pengisi (*Filler*) fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

Gradasi adalah distribusi ukuran butiran dalam kelompok campuran agregat. Gradasi kelompok batuan dikelompokkan menjadi tiga macam :

- Dense graded* (gradasi menerus) yaitu gradasi yang mempunyai distribusi ukuran butiran dari yang terbesar sampai ukuran yang terkecil / terhalus.
- Gap graded* (gradasi timpang) yaitu gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu.
- One size* atau *uniform* (gradasi seragam) yaitu gradasi yang dalam distribusi ukurannya seragam.

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Grading IV, Bina Marga 1987. Spesifikasi gradasi dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat Grading IV, Bina Marga 1987

Ukuran saringan inch (mm)	Berat Yang Lewat Saringan (%)
1" (25,4)	-
3/4" (19,10)	100
1/2" (12,70)	80 – 100
3/8" (9,52)	70 – 90
No.4 (4,76)	50 – 70
No.8 (2,38)	35 – 50
No.40 (0,59)	18 – 29
No.70 (0,279)	13 – 23
No.200 (0,074)	4 – 10

Sumber : Bina Marga (1987)

## 2. Kebersihan (*Cleanliness*)

Agregat harus bersih dari bahan dasar lainnya, misalnya tumbuh-tumbuhan, gumpalan lumpur. Agregat yang kotor dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

## 3. Kekuatan dan kekerasan (*Toughness*)

Batuan yang dipakai untuk konstruksi perkerasan harus cukup keras dan mempunyai kekuatan untuk menerima gaya-gaya baik pada saat pencampuran, penggilasan maupun selama masa pelayanan. Untuk menguji kekerasan / kekuatan batuan digunakan mesin *Los Angeles Abrasion Test*. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji ketahanan batuan terhadap benturan (*impact*) dan abrasi.

## 4. Bentuk (*Shape*)

Kemampuan saling mengunci batuan, yang menentukan stabilitas konstruksi sangat bergantung dari bentuk butiran batuan. Bentuk butiran yang menyerupai kubus dan bersudut tajam memberikan kemampuan saling mengunci yang tinggi daripada batuan bulat. Bentuk batuan bulat biasanya digunakan sebagai agregat pengisi (*filler*).

## 5. Tekstur permukaan (*Surface texture*)

Tekstur permukaan memberikan cukup peranan dalam kelekatan antar agregat. Tekstur permukaan batuan dibagi menjadi tiga macam :

- a. Batuan kasar (*Rough*), tekstur permukaan yang kasar dan kasap akan memberikan gaya gesek yang lebih besar sehingga dapat menahan gaya-

gaya pemisah yang bekerja pada batuan. Selain itu tekstur kasar juga memberikan daya adhesi yang lebih baik antara aspal dan batuan.

- b. Batuan halus (*Smooth*), batuan yang halus lebih mudah terselimuti aspal. namun tidak bisa menahan kelekatan aspal dengan baik. Tekstur permukaan yang halus dalam pengerjaannya mudah, namun demikian sukar untuk dipadatkan karena campuran yang terjadi lunak.
- c. Batuan mengkilap (*Polished*), memberikan *internal friction* yang rendah dan sulit dilekati aspal.

#### 6. Porositas

Porositas mempengaruhi jumlah aspal yang dipakai dalam campuran perkerasan, sehingga porositas mempengaruhi nilai ekonomis suatu campuran. Semakin tinggi porositas makin banyak aspal yang diperlukan dan makin mahal harga perkerasan. Selain itu porositas juga berpengaruh terhadap kekuatan dan kekerasan batuan itu sendiri. Semakin besar porositasnya maka batuan akan semakin rendah kekuatan dan kekerasannya. Dengan pori yang banyak, batuan akan mudah menyerap aspal yang berakibat lapisan aspal menjadi tipis dan menyebabkan cepat lepasnya ikatan antara agregat dengan aspal.

#### 7. Adhesi terhadap aspal

Berpisahannya lapis aspal dari agregat akibat adanya air yang menyebabkan agregat tidak bisa digunakan dalam campuran. Agregat yang mudah mengalami *stripping* biasanya disebut mempunyai sifat *hidrofilik*, jenis agregat seperti ini tidak sesuai dipakai dalam konstruksi perkerasan.

Kebalikan dari agregat *hidrofilik* adalah agregat *hidrofobik*. Agregat jenis ini akan mengikat aspal dengan lebih baik, sehingga terjadinya stripping dapat dihindari. Contoh agregat ini adalah batu kapur (*limestones*).

### 3.2.1.3 Persyaratan Agregat

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh Bina Marga, seperti tercantum dalam tabel 3.2 dan tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3.2 Persyaratan Pemeriksaan 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, 1987

Tabel 3.3 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1	Nilai sand equivalent	$\geq 50 \%$
2	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
3	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber : Bina Marga, 1987

### 3.2.2 Filler

Bahan pengisi (*filler*) adalah kumpulan mineral agregat yang lolos saringan No.200 atau 0,075 mm, digunakan untuk mengisi rongga diantara partikel bahan susun lapis keras. Bahan pengisi dapat berupa debu batu kapur, debu dolomit, abu terbang dan bahan mineral tidak plastis lainnya. Bahan pengisi

yang akan digunakan harus kering dan bebas gumpalan-gumpalan, dan bila di uji menggunakan analisa saringan sesuai SNI 03-3416-1994 minimal 75 % lolos saringan No.200 atau saringan 0,075 mm.

### 3.2.3 AC Penetrasi 60/70

Aspal minyak merupakan aspal yang diperoleh dari minyak bumi hasil campuran Hidrogen (H) dan Karbon (C) yang sangat kompleks menghasilkan bitumen. Untuk mendapatkan aspal minyak ini diperoleh dengan destilasi di kilang minyak. Pada temperatur rendah aspal akan mengeras (padat) dan jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair, sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan campuran aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Berdasarkan cara memperolehnya aspal dibedakan menjadi :

1. Aspal Alam (Aspal Gunung – P. Buton dan Aspal Danau – P. Bermudez, Trinidad).
2. Aspal Buatan (Aspal Minyak : hasil penyulingan minyak bumi dan Tar : hasil penyulingan batu bara).

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas tingkat kekerasannya, yaitu :

1. Aspal Keras/*Asphalt Cement* (AC) ; aspal ini digunakan dalam keadaan cair dan panas. Dalam penyimpanan atau dalam kondisi dingin aspal memadat. Aspal semen dibedakan berdasarkan penetrasinya, yaitu : AC 45/60, AC 60/80, AC 80/100, AC 120/150.



2. *Aspal Cair/Cut Back Asphalt* ; aspal ini merupakan campuran antara aspal semen dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pencairnya dapat dibedakan atas :

- a) *RC (Rapid Curing)* ; aspal semen yang dilarutkan dengan bensin.
- b) *MC (Medium Curing)* ; dilarutkan dengan minyak tanah.
- c) *SC (Slow Curing)* ; aspal semen yang dilarutkan dengan solar.

Perkerasan aspal minyak ini ditunjukkan oleh angka penetrasi, yaitu angka yang menunjukkan masuknya jarum penetrasi dengan beban 100 gr dengan suhu 25°C selama 5 detik. Dalam penelitian ini digunakan aspal dengan angka penetrasi 60/70 dengan persyaratan seperti pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Persyaratan AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
1	Penetrasi	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	48	58	°C
3	Titik Nyala	200	-	°C
4	Kelekatan terhadap agregat	95	-	%
5	Kehilangan berat	-	0,8	% berat
6	Kelarutan	99	-	% berat
7	Daktilitas	100	-	cm
8	Penetrasi setelah kehilangan berat	54	-	% semula
9	Daktilitas setelah kehilangan berat	50	-	cm
10	Berat jenis	1	-	-

Sumber Bina Marga, 1987

Umumnya aspal dikenal sebagai material berwarna hitam atau coklat tua yang berfungsi sebagai bahan ikat suatu struktur perkerasan. Pada temperatur rendah aspal akan mengeras (padat) dan jika dipanaskan sampai temperatur

tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair, sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan campuran aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuat lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan pengikat dengan mutu yang baik, dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain. Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh, dan akhirnya daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang (Sukirman S, 1992).

#### **3.2.4 Retona**

Retona adalah aspal alam dari batu buton yang diperoleh dengan cara ekstraksi. Uji coba terhadap Retona belum dilakukan dengan mengungkap kemampuannya sehingga perlu penelitian lebih lanjut, untuk mengetahui karakteristik Retona dapat dilihat pada Tabel 3.5 :

Tabel 3.5 Sifat-sifat Retona-60

No	Description	Unit	Value
1	Colour in mass	-	Black
2	Fracture	-	Semi Conchoidal
3	Lustre	-	Dull
4	Streak	-	Dark Blue
5	Specific Gravity at 25°C	-	1.17
6	Penetration at 25°C (100 g 5 second)	0.1 mm	72.3
7	Flash Point	°C	19.1
8	Ductility	Cm	29.0
9	Solubility in TCE	%	97.7
10	Loss in heating (Thin Film 63°C)	%	2.0
11	Penetration of residue percent of original	°C	50.17
12	Softening point (Ring and Ball)	°C	48.5

Sumber : Konfrensi Regional Teknik Jalan Ke-5 Yogyakarta 1997

Dari sifat-sifat tersebut terlihat hal yang agak khusus dibandingkan dengan sifat aspal minyak hasil *refinery*, yaitu :

1. *Specific Gravity* agak tinggi (1.17 gr/cc)

Biasanya aspal minyak berkisar 1.0 s/d 1.03. Hal ini disebabkan karena adanya *filler* yang terkandung dalam Retona, proses ekstraksi dengan mudah (tapi lebih mahal) dapat memurnikan asbuton menjadi 100% tanpa *filler* alam, namun beberapa literatur aspal alam menganjurkan untuk membiarkan *filler* tersebut dengan alasan :

- a. *Filler* adalah bahan stabilisasi aspal yang paling baik karena tidak lagi rawan terhadap kemungkinan menangkap kelembaban udara / air (Hidropobic, biasanya *filler* tambahan bersifat *hidrofilic*).

- b. Ukuran *filler* alam halus sekali sehingga sempurna mengikat aspal sebagai bahan stabilisasi (*filler* buatan sangat sulit mencapai mesh 200).
- c. *Filler* alam tersebar merata (secara alamiah) di dalam Retona, salah satu literatur mengatakan justru kita menambahkan *filler* buatan kedalam campuran aspal minyak *refinery* karena ingin meniru *filler* alam tersebut (Soehartono, 1997).

2. *Flash Point* rendah

Rendahnya angka ini menunjukkan Retona kaya dengan kandungan aromatik yang mudah terbakar, dengan kata lain Retona memiliki dengan lengkap kandungan minyak penting yang diperlukan untuk mendukung fungsinya sebagai bahan pencampur beton aspal (Soehartono, 1997).

3. *Ductility* 29 cm

Aspal minyak umumnya disyaratkan memiliki *ductility* lebih besar dari 100 cm, Retona hanya 29 cm, namun unjuk kerjanya melampaui campuran dengan aspal minyak biasa. Fenomena ini mendorong kita untuk secara kritis mempertanyakan *ductility* tes sebagai persyaratan.

Melihat kualitas Retona yang begitu kaya dengan kandungan kimia, maka perlu di uji ulang apakah penggunaan Retona 100% dalam campuran aspal beton tidak berlebihan, dengan kata lain kurang optimal dari kebutuhan dan harga. Aspal lain yang sejajar dengan Retona adalah *Trinidad Natural Asphalt* (TNA) yang banyak dipakai untuk tujuan khusus antara lain di Jepang, Amerika dan negara lain juga dengan cara dicampurkan (Soehartono, 1997). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7

Tabel 3.6 Perbandingan Karakteristik Aspal Trinidad dengan Asbuton Kabungka

Deskripsi	Trinidad	Asbuton
A. Raw Material / Tambang		
A.1. Kadar bitumen, %	39	20
A.2. Mineral utama	Carbonate	Carbonate
A.3. Kadar air, %	19	5
B. Hasil Olahan Yang Diperdagangkan		
B.1. Nama dagang	EPURE	RETONA
B.2. Kadar bitumen, %	50 - 55	50 - 55
B.3. Kadar air, %	-	-
C. Blending Dengan Potreleum Asphalt		
C.1. Perbandingan	50 AC-50 EPURE	50 AC-50 RETONA
C.2. Penetrasi	40 - 45	41
C.3. TR&B, °C	54	56
D. Bitumen murni		
D.1. Penetrasi	1 - 2	0 - 5
D.2. TR&B, °C	65	60 - 70
D.3. Specific gravity	1,05	1,07

Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri

Tabel 3.7 Perbandingan Karakteristik Epure, Retona dan Asbuton Mikro

Deskripsi	Epure	Retona	Mikro
Kadar bitumen, %	50 - 55	50 - 55	23 - 27
Dipanaskan 170 - 200°C	Leleh-membentuk pasta	Leleh-membentuk pasta	Kering-terbakar
Bitumen efektif	Semua bitumen	Semua bitumen	
Aplikasi - Gradasi	Tanpa Flux Oil	Tanpa Flux Oil	6% Flux Oil
Rekomendasi untuk Heavy Duty Road	50% Epure 50% AC tanpa Flux Oil	50% Retona 50% AC tanpa Flux Oil	65% Mikro 29% AC 6% Flux Oil
Aplikasi - Gradasi	Sembarang gradasi	Sembarang Gradasi	Gradasi terbuka

Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri

### 3.3 Karakteristik Campuran

Baik dan buruknya suatu perkerasan jalan dapat dilihat dari karakteristik campurannya. Karakteristik campuran pada suatu lapis perkerasan adalah sebagai berikut :

#### 1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalulintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Stabilitas meningkat dengan kerapatan partikel yang saling mengunci. Hal ini diperoleh pada gradasi menerus dan pemadatan yang cukup memadai, kelebihan aspal dalam campuran cenderung untuk menjadi pelicin pada partikel agregat dan mengurangi gesekan antar butir. Daya ikat meningkat dengan penambahan kadar aspal sampai batas tertentu dan kemudian turun (*Asphalt Institute*, ES-1, 1983).

#### 2. Durabilitas (*Durability*)

Kinerja ini berkaitan dengan keawetan dan daya tahan lapis perkerasan untuk menahan keausan akibat pengaruh perubahan cuaca, air dan perubahan suhu atau akibat gesekan kendaraan. Campuran lapis perkerasan harus tahan terhadap air dan perubahan sifat aspal karena penguapan dan oksidasi. Durabilitas umumnya meningkat dengan peningkatan kandungan aspal dalam campuran, gradasi menerus (*Dense graded*), pemadatan yang baik dan campuran yang kedap air.

### 3. Kelenturan (*Flexibility*)

Kelenturan dari campuran perkerasan aspal adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya keretakan dan perubahan volume.

### 4. Ketahanan Geser (*Skid Resistance*)

*Skid Resistance* menunjukkan tingkat kekesatan yang diberikan oleh perkerasan, sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami slip, baik pada saat hujan maupun kering (*Asphalt Institute*, ES-1, 1983). Permukaan yang kasar mempunyai tahanan gesek yang lebih tinggi daripada permukaan yang halus. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dengan ban kendaraan.

### 5. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan meliputi kemudahan campuran saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan di lokasi pekerjaan, dimana tingkat kesulitan dan hasilnya sangat dipengaruhi oleh penurunan suhu campuran itu sendiri (*Asphalt Institute*, ES-1, 1983).

### 6. Impermeabilitas (*Impermeability*)

Impermeabilitas adalah sifat kedap air dan udara yang dimiliki perkerasan, yaitu kemampuan untuk mencegah masuknya air dan udara kedalam campuran. Hal ini erat kaitannya dengan jumlah rongga dalam campuran. Permukaan dapat kedap air dengan menggunakan gradasi rapat,

menambah kadar aspal dan melakukan pemadatan (*Asphalt Institute*, ES-1, 1983).

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

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas berulang tanpa terjadinya kelelahan berupa alur (*Rutting*) dan retak. Penelitian menunjukkan bahwa rongga udara (hubungannya dengan kandungan aspal) dan kekentalan aspal sangat berpengaruh pada ketahanan kelekatan pada prosentase rongga udara meningkat, baik pada perancangan maupun dalam kondisi pemadatan masih kurang.

### 3.4 Parameter *Marshall Test*

#### 3.4.1 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 3.1 :

$$S = p \times q \quad (3.1)$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji



### 3.4.2 Flow

*Flow* menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka keelehan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka keelehan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Nilai *flow* dapat langsung dibaca dari pembacaan arloji keelehan.

### 3.4.3 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 3.2 dan 3.3 :

$$g = \frac{c}{f} \quad (3.2)$$

$$f = d - e \quad (3.3)$$

Keterangan :

$g$  = Nilai *density* = berat isi sampel (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)

### 3.4.4 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 3.4 sampai 3.7 :

$$VFWA = 100 \times \left( \frac{i}{l} \right) \quad (3.4)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ Aspal}} \quad (3.5)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_j \text{ Agregat}} \quad (3.6)$$

$$l = 100 - j \quad (3.7)$$

Keterangan :

b = Prosentase aspal terhadap campuran

g = Berat isi sampel (gr/cc)

### 3.4.5 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 3.8 dan 3.9 :

$$VITM = 100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right) \quad (3.8)$$

$$h = \frac{100}{\left( \frac{\% \text{ Agregat}}{BjAgregat} + \frac{\% \text{ Aspal}}{BjAspal} \right)} \quad (3.9)$$

Keterangan :

g = Berat isi sampel (gr/cc)

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

### 3.4.6 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 3.10 :

$$MQ = \frac{S}{R} \quad (3.10)$$

Keterangan :

S = Nilai stabilitas (kg)

R = Nilai *flow* (mm)

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

Parameter *Marshall Test* digunakan spesifikasi Bina Marga 1987 dan Bina Marga 1998, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8 Spesifikasi Marshall Properties untuk kapadatan lalulintas tinggi

No	Spesifikasi Jenis Pemeriksaan	Bina Marga 1987	Bina Marga 1998
1	Jumlah tumbukan	2 × 75	2 × 75
2	Stabilitas minimal (Kg)	≥ 550	≥ 800
3	Kelelahan (mm)	2 - 4	2
4	<i>Marshall Qoutient</i> (Kg/mm)	200 - 350	200 - 500
5	VITM (%)	3 - 5	3 - 5
6	VMA (%)	-	≥ 16
7	Index Perendaman (%)	≥ 75	≥ 75
8	VFWA (%)	-	75 - 82

Sumber : Bina Marga 1987 dan Bina Marga 1998

### 3.5 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°C sebelum pembebanan diberikan.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang di rendam selama 24 jam (S2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa (S1), seperti tercantum pada persamaan 3.11 :

$$\text{Index of retained strength} = \frac{S2}{S1} \times 100 \% \quad (3.11)$$

Keterangan :

$S_2$  = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

$S_1$  = stabilitas sebelum perendaman.

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.

### 3.6 Permeabilitas Campuran

Faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan perkerasan adalah permeabilitas lapis perkerasan setelah mengalami pemadatan. Hal ini disebabkan karena lapis permukaan harus bersifat kedap air (*Impermeability*), yaitu kemampuan permukaan untuk menahan rembesan air ke dalam perkerasan (Sartono, 1995), ini berarti lapis perkerasan harus memiliki nilai permeabilitas yang kecil. Permukaan perkerasan kedap air dapat diperoleh dengan cara menggunakan campuran yang rapat, menambah kadar aspal agar rongga antar agregat kecil dan pemadatan yang baik (Sartono, 1995).

Berdasarkan koefisien permeabilitas, campuran aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat permeabilitasnya sendiri. Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001) menetapkan pembagian campuran aspal berdasarkan permeabilitas seperti tertera pada tabel 3.8

Tabel 3.9. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas

k (cm/det)	Permeabilitas
$1 \times 10^{-8}$	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)

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 (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 :

$$Q = k \cdot i \cdot A \quad (3.12)$$

Persamaan diatas diturunkan menjadi :

$$k = \frac{q}{(i \cdot A)} \quad (3.13)$$

$$k = \frac{V \cdot L}{(h \cdot A \cdot T)} \quad (3.14)$$

$$k = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_{air}}{(A \cdot P \cdot T)} \quad (3.15)$$

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 (cm/detik)

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

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

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

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

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



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo.
2. Agregat halus dari Clereng Kulon Progo.
3. Aspal jenis AC dengan penetrasi 60/70 produksi Pertamina.
4. Retona P6014 berupa bubuk hasil ekstraksi Aspal Batu Buton (Asbuton) produksi PT. Orah Bumi Mandiri.

#### 4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini di laksanakan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta untuk uji *Marshall Standard* dan *Immersion Test*. Sedangkan untuk uji Permeabilitas dilakukan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

#### 4.3 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

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. Arloj 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 perendain (*water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.
  7. Perlengkapan-perlengkapan lain seperti :
    - a. Panci untuk memanaskan bahan campuran.
    - b. Kompor pemanas dengan kapasitas 6 watt.
    - c. Termometer berkapasitas 400°C.
    - d. Sendok pengaduk
    - e. Spatula.
    - f. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
    - g. Sarung tangan karet.
    - h. Kawat pengaduk bahan tambah.
    - i. Perlengkapan lainnya.

8. Alat uji permeabilitas menggunakan Standar P. AF-16, terdiri atas :

- a. Bejana rembesan
- b. Tabung Nitrogen (N<sub>2</sub>)
- c. Tabung penampung

#### 4.4 Prosedur Penelitian

##### 4.4.1 Persiapan Bahan

Meliputi persiapan dan pengujian bahan yang akan dipakai. Bahan yang terdiri dari agregat dan aspal dipersiapkan setelah sebelumnya terlebih dahulu dilakukan pengujian-pengujian yang hasilnya harus sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

##### 4.4.2 Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, baik untuk persiapan, analisis dan pengujian dipastikan harus dalam keadaan yang baik dalam arti alat siap dipakai dan tidak cacat.

##### 4.4.3 Perancangan Benda Uji

Pada penelitian ini di buat 51 benda uji. Tiap-tiap variasi dibuat 3 benda uji, dengan perincian sebagai berikut:

1. Untuk mencari Kadar Aspal Optimum dibuat 5 variasi aspal (5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5%),  $\Sigma = 5 \times 3 = 15$  benda uji.
2. Pada Kadar Aspal Optimum, dibuat 6 benda uji yang menggunakan variasi Retona (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%).  $\Sigma = 6 \times 3 = 18$  benda uji.
3. Untuk mencari nilai *Immersion* pada Kadar Aspal Optimum dengan dan tanpa Retona,  $\Sigma = 3 \times 3 = 9$  buah benda uji.

4. Untuk mencari nilai Permeabilitas pada Kadar Aspal Optimum dengan dan tanpa Retona,  $\Sigma = 3 \times 3 = 9$  buah benda uji.

Sehingga total benda uji :  $\Sigma_{Total} = 15 + 18 + 9 + 9 = 51$  benda uji.

#### 4.4.4 Campuran Benda Uji

##### 4.4.4.1 Campuran Aspal Biasa

Berat total dari suatu rancangan benda uji adalah 1200 gram, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal. Agregat yang telah disiapkan kemudian di panaskau pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$ . Sebisa mungkin dilakukan pemanasan yang merata. Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$  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  $140^{\circ}\text{C}$  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.

#### 4.4.4.2 Campuran Aspal Dan Retona

Agregat yang telah disiapkan dipanaskan pada suhu 140°C. Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu 140°C dengan berat sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Aspal dicampurkan sesuai dengan beratnya sampai benda uji mencapai berat total 1200 gram. Selanjutnya ditambahkan Retona P6014 dengan variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%, hingga agregat, aspal dan Retona yang dipakai tercampur homogen dengan campuran.

Setelah cukup homogen selanjutnya adalah memasukkan campuran ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dipanaskan dan diberi vaselin, kemudian campuran dipadatkan dengan ditusuk-tusuk menggunakan spatula sebanyak 15 dan 10 kali untuk masing-masing bagian tepi dan tengah. Selanjutnya dilaksanakan pemadatan dengan *compactor* sebanyak 75 kali (bolak-balik) sehingga 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.

#### 4.5 Cara Melakukan Pengujian

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

#### 4.5.1 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 0,5 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.

#### 4.5.2 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.

#### 4.5.3 Pengujian Permeabilitas

Pengujian dilakukan menggunakan alat standar P. 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 :

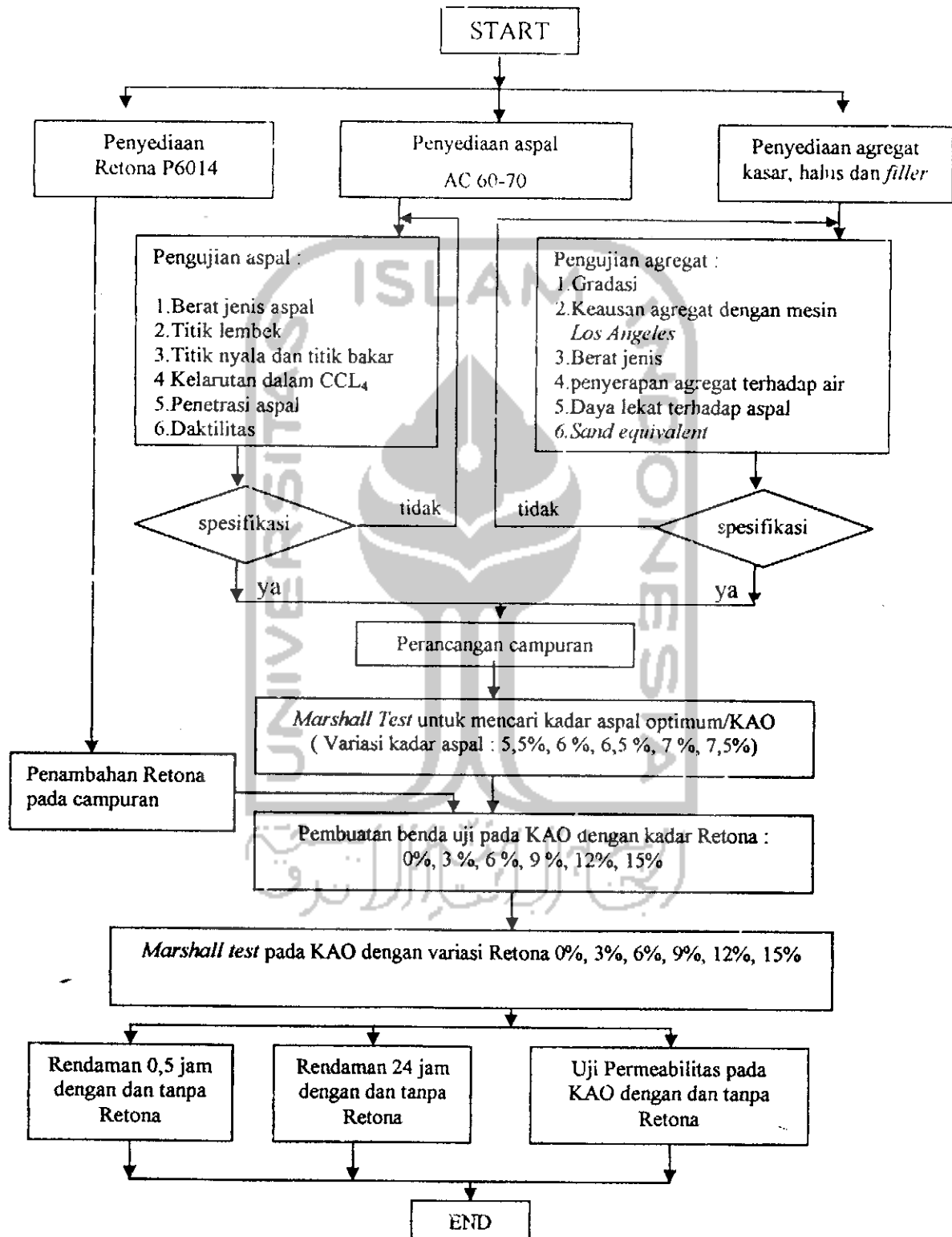
- a. Permukaan benda uji dibersihkan dari debu dan kotoran dan harus dalam keadaan kering.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Benda uji dipasang didalam bejana rembesan yang telah dipersiapkan..
- d. Isi celah antara benda uji dan bejana rembesan dengan parafin atau sejenisnya.
- e. Pasang tutup 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 1000 cc. Kemudian waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air sebanyak 1000 cc dicatat.
- h. Benda uji dikeluarkan dari bejana rembesan dengan cara memanaskan parafin hingga mencair.





## 4.6 Alur Penelitian



Gambar 4.1 Bagan alir penelitian laboratorium



## BAB V

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

##### 5.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Agregat yang digunakan adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Yogyakarta. 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 1987 seperti tercantum pada Tabel 5.1 sampai dengan tabel 5.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	28,6 %	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	97 %	$\geq 95\%$
3	Peresapan agregat terhadap air	1,24 %	$\leq 3,0\%$
4	Berat jenis agregat kasar	2,65	$\geq 2,5$

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	76,74 %	$\geq 50\%$
2	Peresapan agregat terhadap air	2,041 %	$\leq 3,0\%$
3	Berat jenis agregat halus	3,02	$\geq 2,5$

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

### 5.1.2 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 1987 seperti tercantum dalam Tabel 5.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

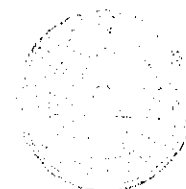
Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan AC 60/70 dan Retona P6014

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	71,3	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	56	48	58	°C
3	Kelekatan terhadap agregat	98	95	-	%
3	Titik Nyala	370	200	-	°C
4	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	99,58	99	-	% Berat
5	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	165	100	-	Cm
6	Berat Jenis AC 60/70	1,06	1	-	-
7	Berat Jenis Retona P6014	1,17	1	-	-

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

### 5.2 Hasil Pengujian Marshall

Dari hasil pemeriksaan aspal 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*), dan MQ (*Marshall Quotient*). Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 menyajikan secara ringkas hasil-hasil perhitungan tes *Marshall*.



### 5.2.1 Campuran Beton Aspal Dengan Variasi Kadar Aspal

Hasil pengujian *Marshall* pada beton aspal yang menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 5.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.a

Tabel 5.4 Hasil pengujian *Marshall* benda uji dengan kadar aspal bervariasi

Karakteristik	Syarat *)	Kadar aspal terhadap campuran (%)				
		5,5	6	6,5	7	7,5
VFWA	75 - 82	64,28	75,37	85,55	87,22	91,92
VITM	3 - 5	6,71	4,40	2,49	2,31	1,49
Stabilitas(Kg)	≥550	1489,72	2106,90	1931,95	1434,17	1571,59
<i>Flow</i> (mm)	2 - 4	2,37	2,69	3,20	3,86	3,91
MQ (kg/mm)	200 - 350	629,90	783,23	603,11	371,55	432,87
<i>Density</i>	-	2,33	2,37	2,40	2,37	2,39
VMA (%)	-	18,78	17,79	17,18	18,51	18,38

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

Dari data pada Tabel 5.4 dan Tabel 6.1 maka diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,15 % terhadap campuran.

### 5.2.2 Campuran Beton Aspal dengan Retona Pada KAO

Dari hasil pemeriksaan aspal 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*), dan MQ (*Marshall Quotient*). Dari nilai-nilai tersebut diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,15 % terhadap campuran. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi kadar Retona. Tabel 5.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan uji *Marshall* pada kadar

aspal optimum untuk masing-masing variasi kadar Retona dan secara rinci hasil perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 4.b

Tabel 5.5 Hasil *Marshall Test* benda uji pada KAO dengan variasi kadar Retona

Karakteristik	Syarat *)	Kadar Retona terhadap KAO (%)					
		0	3	6	9	12	15
VFWA	75 - 82	68,59	70,82	72,50	72,31	72,14	74,13
VITM	3 - 5	6,16	5,56	5,13	5,16	5,20	4,72
Stabilitas(Kg)	≥550	1690,64	2449,36	2786,80	2567,71	2294,38	1833,45
Flow (mm)	2 - 4	2,78	2,35	2,30	2,40	2,50	2,70
MQ (kg/mm)	200 - 350	609,24	1042,28	1211,65	1069,88	917,75	679,05
VMA (%)	-	19,61	19,06	18,66	18,65	18,64	18,20
Density (gr/cc)	-	2,32	2,33	2,34	2,35	2,35	2,37

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

### 5.3 Hasil Pengujian Rendaman *Marshall (Immersion Test)*

Hasil pengujian *Marshall* dengan rendaman 24 jam pada kadar aspal optimum menggunakan aspal AC 60/70 dengan Retona dan tanpa Retona tercantum dalam Tabel 5.6 berikut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.c

Tabel 5.6 Hasil pengujian *Immersion* Beton Aspal dengan dan tanpa Retona

Karakteristik	Syarat *)	Kadar Retona terhadap KAO					
		Rendaman 0,5 jam			Rendaman 24 jam		
		0 %	7,5 %	15 %	0 %	7,5 %	15 %
VFWA (%)	75 - 82	68,59	76,66	74,13	81,17	81,48	81,74
VITM (%)	3 - 5	6,16	4,29	4,72	3,22	3,27	3,33
Stabilitas (Kg)	≥ 550	1690,64	1903,63	1833,45	1557,06	1811,06	1824,21
Flow (mm)	2 - 4	2,78	2,83	2,70	2,56	2,48	2,42
MQ (Kg/mm)	200 - 350	608,14	672,66	679,05	608,22	729,28	754,85
Density (gr/cc)	-	2,32	2,36	2,37	2,39	2,39	2,39
VMA (%)	-	19,61	17,91	18,20	17,09	17,04	17,00
IP %	≥ 75 %				92,09	95,13	99,49

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

#### 5.4 Hasil Uji Sifat Fisik Aspal Dengan Dan Tanpa Retona

Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal dengan dan tanpa Retona tercantum secara ringkas pada Tabel 5.7 berikut dan untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5.7 Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal dengan dan tanpa Retona

No	Jenis Pemeriksaan	Kadar Retona terhadap KAO			Syarat *)		Satuan
		Retona 0%	Retona 7,5%	Retona 15%	Min	Maks	
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	71,3	44,5	33,8	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	56	55	52	48	58	°C
3	Indek Penetrasi	0,9	-1,6	-2,7	-	-	-

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003 dan Bina Marga, 1987

#### 5.5 Hasil Pengujian Permeabilitas

Dari hasil penelitian di laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada diperoleh nilai koefisien permeabilitas. Tabel 5.8 berikut menyajikan secara ringkas hasil uji permeabilitas dari campuran beton aspal pada kadar aspal optimum dengan dan tanpa Retona. Hasil uji permeabilitas secara rinci dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5.8 Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran Beton Aspal dengan dan tanpa Retona

Kadar Aspal terhadap Campuran (%)	Kadar Retona terhadap KAO (%)	Koefisien Permeabilitas ( $10^{-6}$ cm/detik)	Kategori
6,15	0	1,63	Hampir Kedap ( <i>Practically impervious</i> )
6,15	7,5	2,75	Hampir Kedap ( <i>Practically impervious</i> )
6,15	15	6,60	Hampir Kedap ( <i>Practically impervious</i> )

Sumber : Hasil pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya, 2003

## BAB VI

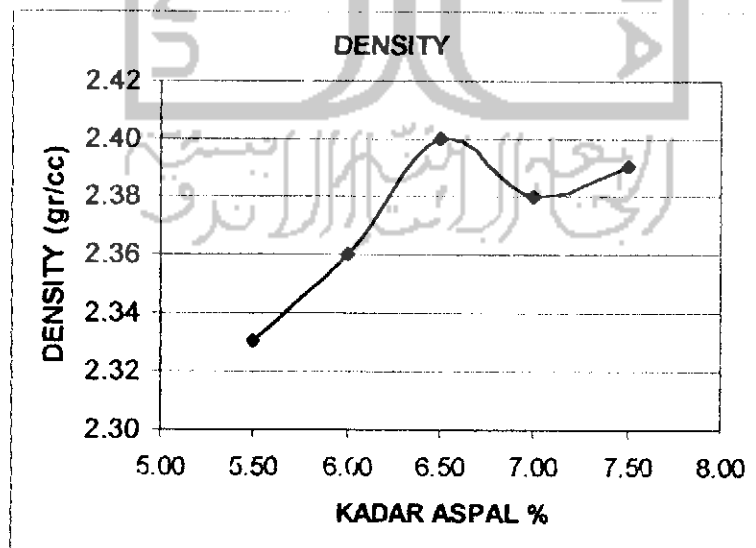
### PEMBAHASAN

#### 6.1 Karakteristik *Marshall* Campuran Beton Aspal

##### 6.1.1 Pengaruh Kadar Aspal terhadap nilai *Density* Campuran Beton Aspal

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

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



Gambar 6.1 Grafik hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai *Density*

Dari gambar 6.1 terlihat bahwa pada umumnya semakin tinggi kadar aspal maka nilai *density* suatu campuran akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan

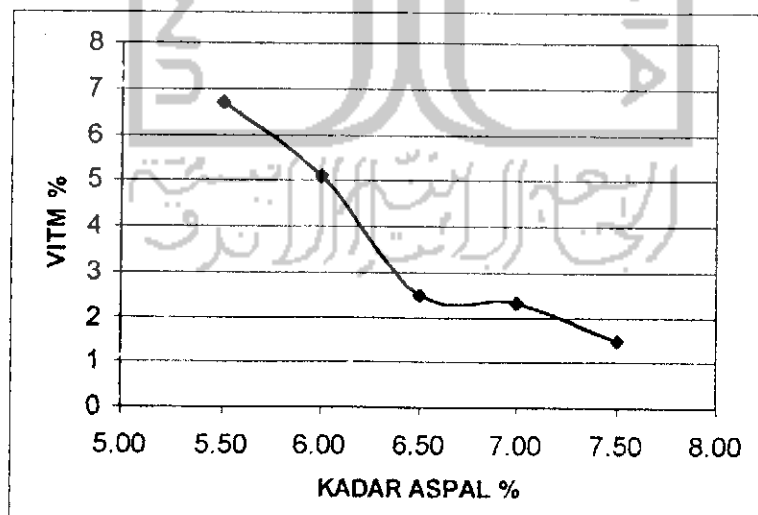


dengan naiknya kadar aspal menyebabkan aspal dalam campuran lebih banyak mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran cenderung lebih padat yang berarti nilai *density* semakin meningkat.

### 6.1.2 Pengaruh Kadar Aspal terhadap nilai VITM (*Void In Total Mix*)

#### Campuran Beton Aspal

VITM (*Void In Total Mix*) menyatakan prosentase rongga dalam total campuran. Nilai VITM dapat menunjukkan tingkat kedapannya suatu campuran. Nilai VITM yang tinggi menunjukkan campuran banyak terdapat rongga sehingga campuran kurang kedap terhadap air dan udara, sehingga campuran akan lebih mudah diresapi air dan teroksidasi, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada lapis perkerasan. Nilai VITM yang rendah mengakibatkan nilai kekakuan campuran menjadi tinggi. Besarnya nilai VITM sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, cara pemadatan dan gradasi batuan.



Gambar 6.2 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.2. Disini dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran agregat masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk ke dalam rongga-rongga campuran yang dapat menjadikan campuran semakin rapat dan nilai VITM semakin kecil.

Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) adalah 3 – 5 %. Lapis perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah akan mudah mengalami *bleeding*. Hal ini terjadi karena rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VITM yang terlalu besar akan mengurangi kekedapan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi menurun. Dengan demikian nilai VITM dari hasil pengujian yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6,04 – 6,38 %.

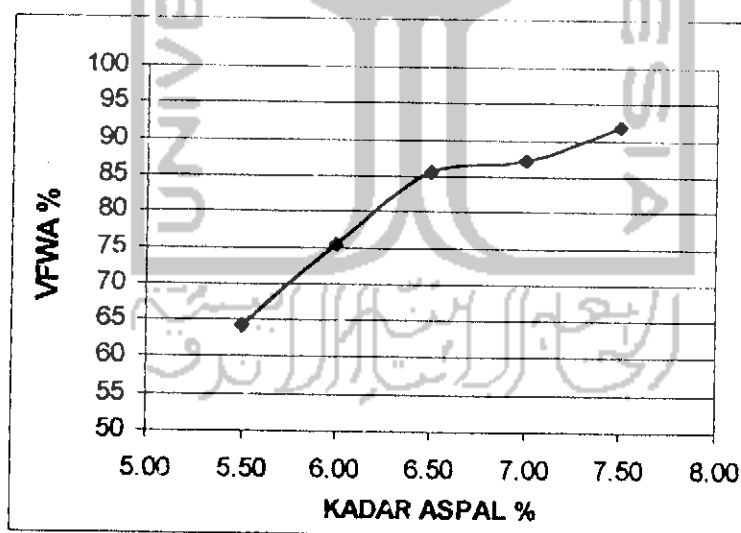
### **6.1.3 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) Campuran Beton Aspal**

Nilai VFWA menyatakan prosentase rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFWA menentukan tingkat keawetan campuran. Nilai VFWA yang besar menunjukkan jumlah aspal yang mengisi rongga besar sehingga kekedapan campuran akan meningkat. Nilai VFWA yang terlalu besar akan mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada saat temperatur tinggi, yang disebabkan VITM yang terlalu kecil, sehingga apabila perkerasan menerima beban, maka aspal akan naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil akan

menyebabkan kekedapan campuran perkerasan semakin kecil dan aspal dalam campuran akan teroksidasi dengan udara dan keawetan campuran akan berkurang.

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 6.3. Dari Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa semakin besar kadar aspal ternyata nilai VFWA campuran beton aspal semakin besar. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga aspal mudah masuk ke dalam rongga campuran sehingga campuran menjadi lebih rapat dan nilai VFWA semakin besar.

Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) adalah 75 - 82 %. Dengan demikian campuran beton aspal dengan kadar 5,98 % - 6,26 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



Gambar 6.3 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA

#### 6.1.4 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA (*Void In Mineral Aggregates*) Campuran Beton Aspal

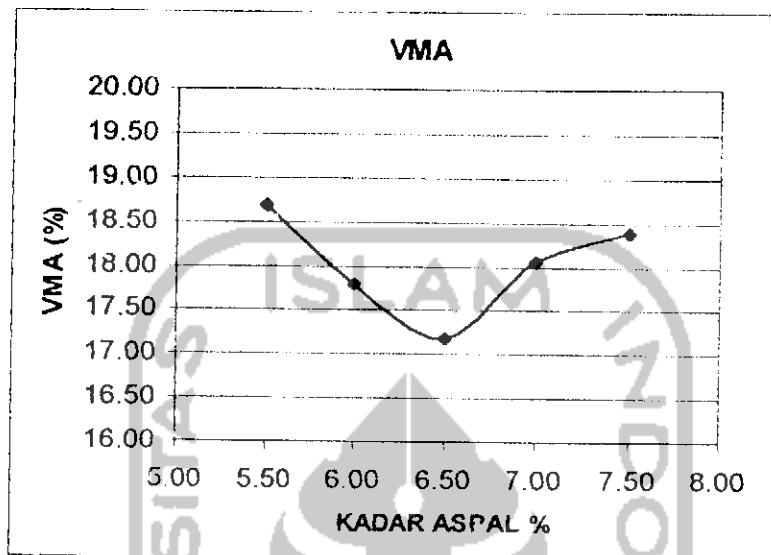
*Void In Mineral Aggregates* (VMA) menunjukkan prosentase rongga antar butir agregat, termasuk didalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga yang terisi aspal efektif.

Faktor-faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA berpengaruh pada sifat kekedapan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta kekakuan 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 yang mengisi rongga, sehingga akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat agregat yang berakibat perkerasan mudah terjadi *stripping*.

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 5,5% sampai dengan 6,5% nilai VMA mengalami penurunan, hal ini terjadi dikarenakan aspal pada campuran menyebabkan agregat lebih mudah bergerak sehingga campuran lebih rapat. Pada kadar aspal 7% sampai 7,5% nilai VMA mengalami peningkatan, hal ini dapat terjadi karena film aspal yang menyelimuti agregat semakin tebal

sehingga menyebabkan jarak antar agregat semakin jauh yang berakibat pada naiknya nilai VMA.



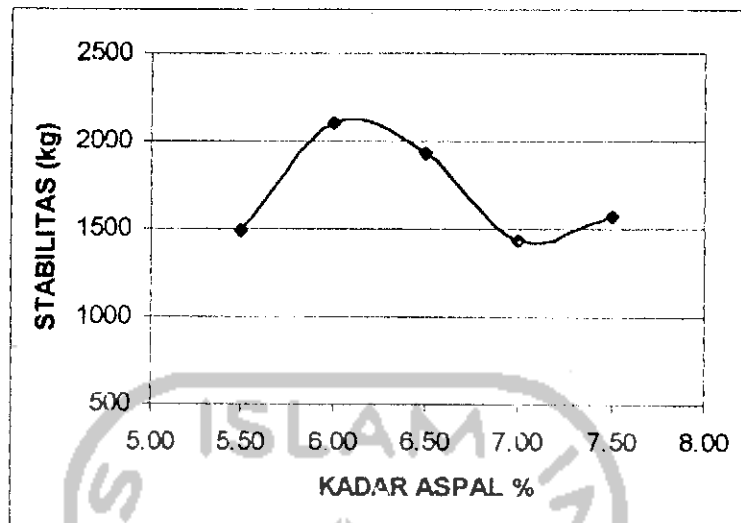
Gambar 6.4 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VMA

### 6.1.5 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal

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 akan 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 akan menyebabkan penurunan stabilitas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 6.5. Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 6,0%, kemudian nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar aspal 6,5% sampai dengan 7%, tetapi terjadi lagi kenaikan pada kadar aspal 7,5%. Nilai stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal 5,80% sampai dengan 5,4% dengan stabilitas optimum 2120 kg. 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 yang dibutuhkan sehingga mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan berakibat pada turunnya nilai stabilitas campuran.



Gambar 6.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai Stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) untuk campuran beton aspal adalah  $> 550$  kg. Dengan demikian semua campuran beton aspal dengan kadar aspal 5,5% sampai dengan 7,5% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal dicapai pada kadar aspal 7% dengan nilai stabilitas 1434,17 kg.

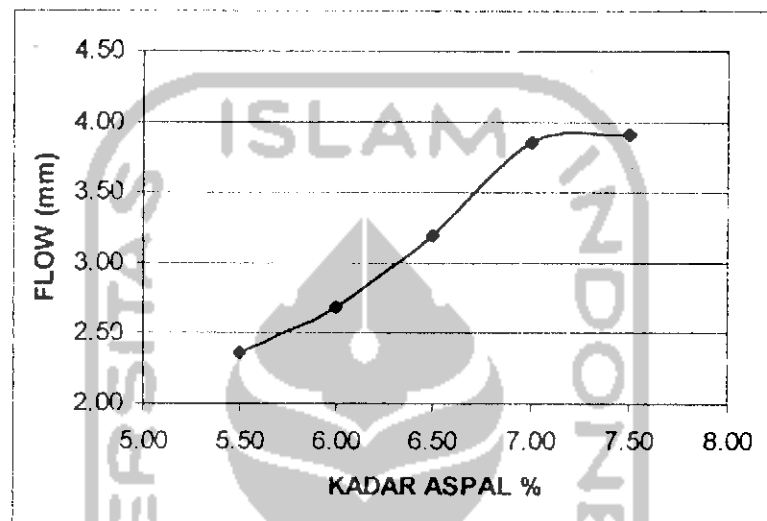
#### 6.1.6 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow* (Kelelehan) Campuran

##### Beton Aspal

*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. 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. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada gambar 6.6 di bawah ini



Gambar 6.6 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow*

Dari Gambar 6.6 dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal pada campuran mengakibatkan nilai *flow* mengalami peningkatan. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal pada campuran mengakibatkan campuran menjadi semakin plastis sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat.

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987) 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.



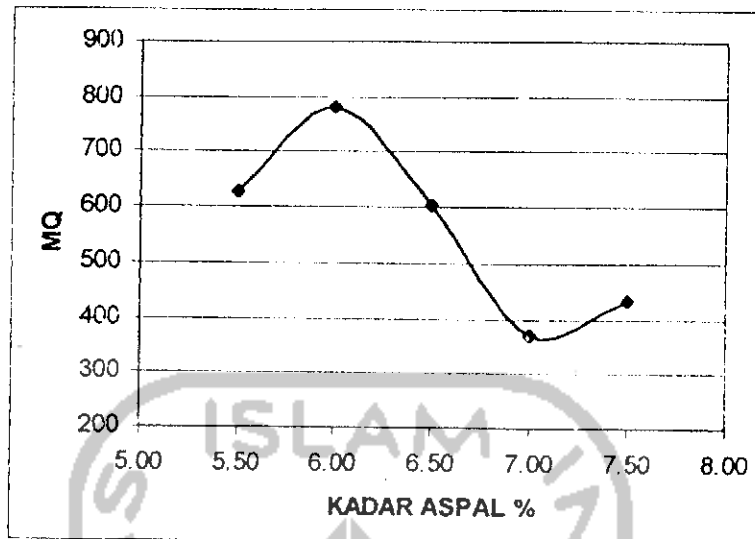
Dari hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan terdapat pada kadar aspal 5,5% - 7,5% dengan kecenderungan naiknya nilai kelelahan (*flow*).

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

##### Campuran Beton Aspal

*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, 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 viskositas aspal, gradasi agregat dan jumlah dari temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada gambar 6.7 berikut ini



Gambar 6.7 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai MQ

Dari Gambar 6.7 dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* naik sampai batas tertentu (6%), dan kemudian menurun. Hal ini sebanding dengan perubahan nilai stabilitas yang terjadi akibat penambahan kadar aspal. Secara umum dapat pula dilihat bahwa penambahan variasi kadar aspal juga akan mempengaruhi fleksibilitas dan kelenturan campuran. Kenaikkan nilai MQ pada campuran beton aspal disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga kohesi antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Penurunan nilai MQ pada campuran beton aspal disebabkan campuran menjadi bersifat plastis dengan penambahan kadar aspal.

Spesifikasi Bina Marga (1987) untuk nilai MQ campuran beton aspal yaitu antara 200 kg/mm sampai dengan 350 kg/mm, dengan demikian penambahan pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 7,5% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 1987.

### 6.1.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal grading IV adalah spesifikasi Bina Marga (1987). Dari hasil pengujian *Marshall* akan didapatkan suatu *mix design* campuran beton aspal yang hasilnya relatif merupakan yang terbaik. Kadar aspal optimum campuran beton aspal ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada tabel 6.1. Dari tabel 6.1. dapat diketahui kadar aspal optimum sebesar 6,15% terhadap campuran.

Tabel 6.1 Kadar Aspal Optimum campuran Beton Aspal

Karakteristik	Spesifikasi	Kadar aspal terhadap campuran (%)					
		5%	5,5%	6%	6,5%	7%	7,5%
<i>Density</i>							
VITM	3 – 5 (%)						
VFWA	75 – 82 (%)						
Stabilitas	≥ 550 kg						
<i>Flow</i>	2 – 4 (mm)						

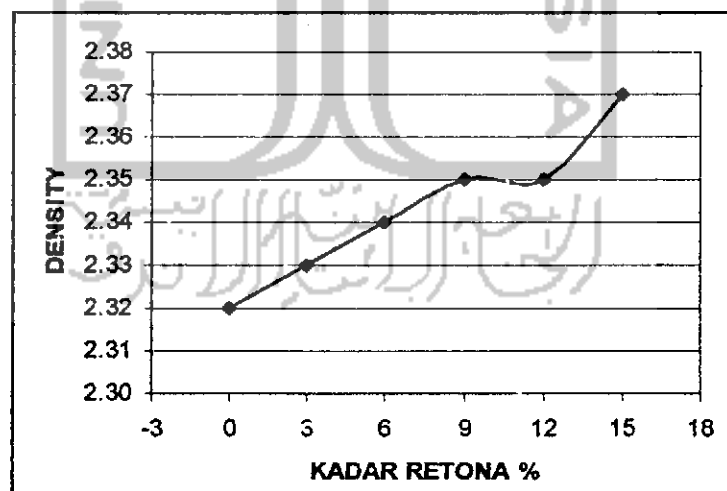
$$\text{KAO} = \frac{1}{2}(6,04 + 6,26) = 6,15 \% \text{ terhadap campuran.}$$

## 6.2 Karakteristik *Marshall* Campuran Beton Aspal Dengan Retona Pada Kadar Aspal Optimum

### 6.2.1 Pengaruh Retona Terhadap Nilai *Density* Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

*Density* merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. *Density* (kepadatan) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh gradasi agregat, temperatur dan jumlah tumbukan, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dalam kadar aspal. Campuran yang memiliki nilai kepadatan tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kepadatan rendah.

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



Gambar 6.8 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Density*

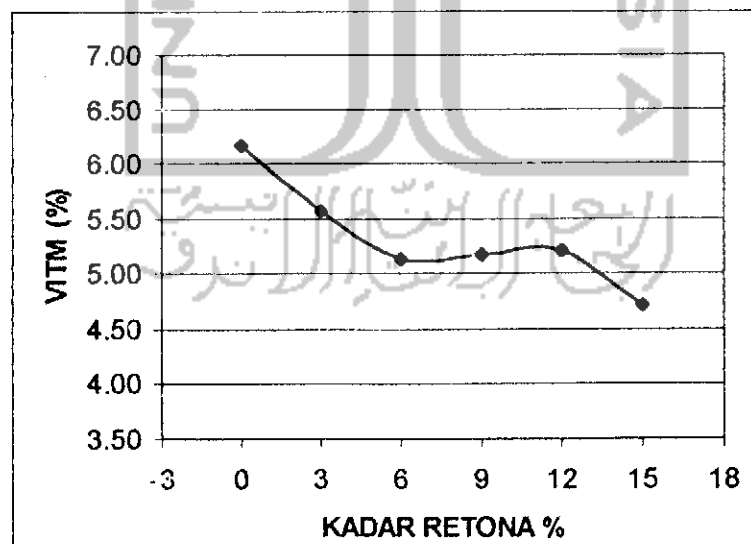
Nilai *density* campuran beton aspal semakin meningkat seiring penambahan kadar Retona. Hal ini disebabkan *workability* (kemudahan pelaksanaan) campuran

akibat sifat retona yang pada suhu temperatur yang sama memiliki nilai titik lembek dan titik nyala yang rendah sehingga aspal dan Retona lebih mudah mengisi rongga yang menyebabkan campuran lebih rapat, hal ini dibuktikan dengan nilai VMA yang kecil. Retona juga memiliki kandungan *filler* alam yang mengakibatkan campuran menjadi lebih rapat dan padat, sehingga nilai *density* cenderung mengalami kenaikan.

### 6.2.2 Pengaruh Retona Terhadap Nilai VITM (*Void In Total Mix*) Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

VITM menunjukkan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VITM seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.9 berikut.



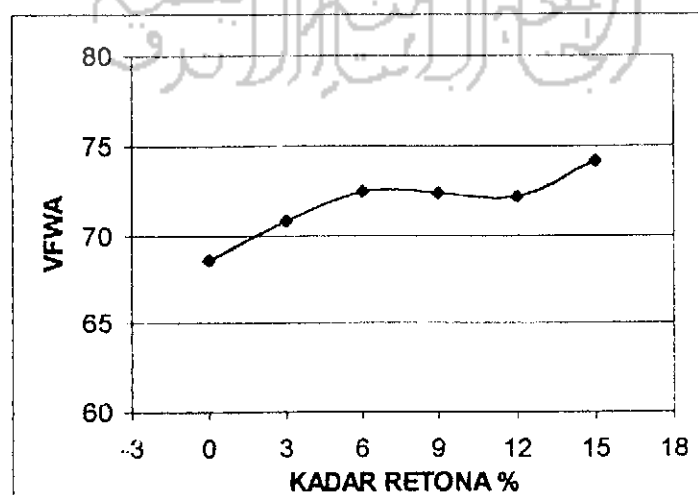
Gambar 6.9 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VITM

Dari gambar 6.9 dapat dilihat bahwa penambahan Retona pada rentang 0% sampai dengan 15% pada campuran beton aspal cenderung menurunkan nilai VITM. Penurunan nilai VITM disebabkan oleh penambahan Retona yang mempengaruhi volume aspal, sehingga semakin besar volume aspal menyebabkan nilai VITM menurun akibat diisi aspal dan Retona. Penurunan nilai VITM juga dipengaruhi nilai titik lembek Retona yang rendah sehingga aspal dan retona lebih mudah mengisi rongga antar agregat. Hal ini berarti campuran tersebut semakin rapat, karena semakin banyak aspal dan Retona yang mengisi rongga antar butiran agregat, sehingga film aspal semakin tebal dan sekaligus mengurangi rongga dalam campuran.

### 6.2.3 Pengaruh Retona Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

#### Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga campuran yang terisi aspal. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VFWA seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.10 berikut.



Gambar 6.10 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VFWA

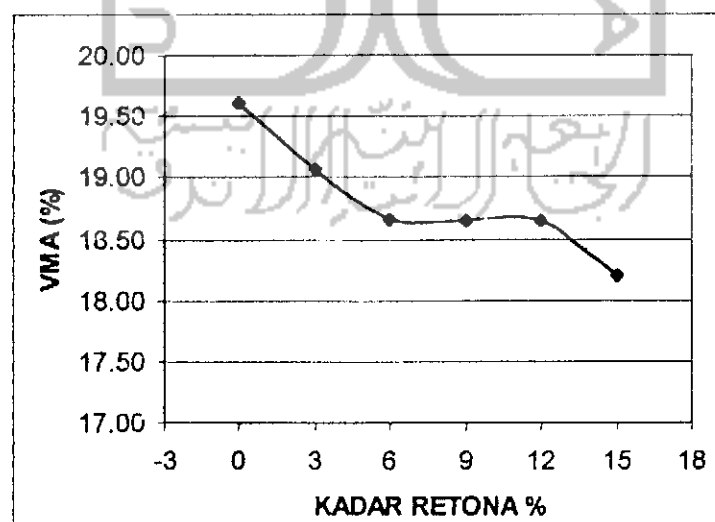
Gambar 6.10 menunjukkan bahwa penambahan Retona cenderung menaikkan nilai VFWA. Hal ini terjadi karena aspal dan Retona mengisi rongga pada saat pencampuran dan pemadatan, sehingga dengan bertambahnya kadar aspal dan kadar Retona akan menyebabkan film aspal semakin tebal dan rongga yang terisi aspal semakin banyak akibatnya nilai VFWA semakin meningkat.

#### 6.2.4 Pengaruh Retona Terhadap Nilai VMA (*Voids In Mineral Agregates*)

##### Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VMA (*Voids In Mineral Agregates*) menunjukkan prosentase rongga antar butir agregat, termasuk didalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga yang terisi aspal efektif. Nilai VMA berpengaruh pada sifat kedapdan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta kekakuan campuran

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VMA seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.11 berikut.



Gambar 6.11 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai VMA (*Voids In Mineral Agregates*)

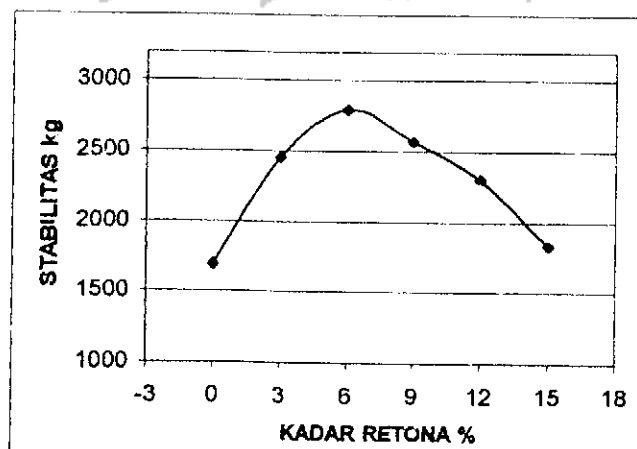
Dari Gambar 6.11 menunjukkan bahwa penambahan Retona cenderung menurunkan nilai VMA. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan

Retona meningkatkan kekentalan aspal yang ditandai dengan penurunan nilai penetrasi. Secara teoritis aspal yang ditambah Retona mempunyai viskositas yang lebih tinggi, sehingga lebih sulit untuk mengisi rongga dalam campuran, akan tetapi penambahan Retona pada suhu temperatur yang sama dapat mencapai nilai titik lembek yang lebih rendah sehingga pada saat pencampuran aspal dan Retona masih dapat dengan mudah mengisi rongga dalam campuran.

#### 6.2.5 Pengaruh Retona Terhadap Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu pada gesekan antar butiran agregat (*internal friction*) dan penguncian antar agregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesy*) dan kadar aspal dalam campuran.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik stabilitas seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.12 berikut.



Gambar 6.12 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai Stabilitas

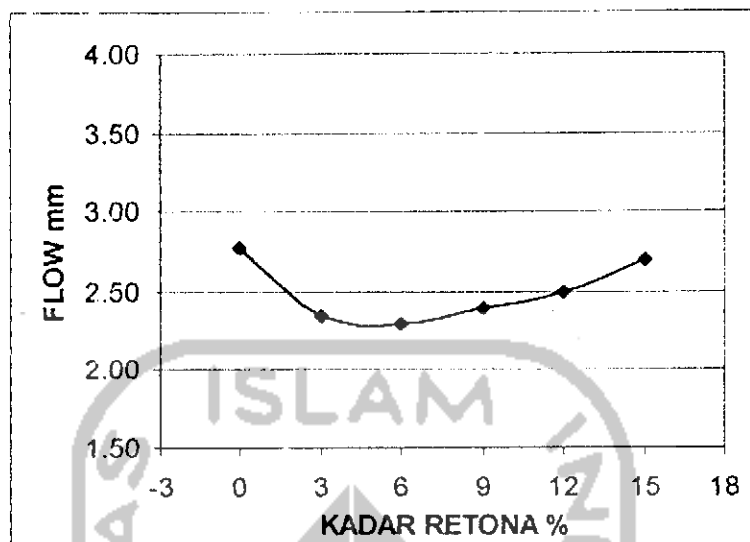


Dari gambar 6.12 dapat dilihat bahwa penambahan Retona antara 0% sampai dengan 6% cenderung meningkatkan nilai stabilitas. Hal ini terjadi karena penambahan Retona dapat mengisi rongga-rongga dalam campuran sehingga daya ikat atau kohesi pada aspal menyebabkan *interlocking* (penguncian antar agregat) semakin baik, selain itu adanya penambahan Retona menyebabkan viskositas aspal lebih tinggi, yang dibuktikan dengan nilai penetrasi yang rendah. Viskositas yang tinggi ini menyebabkan campuran menjadi lebih kaku dan rapat. Namun pada kadar variasi Retona antara 6% sampai dengan 15% nilai stabilitas mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan Retona yang berlebihan menyebabkan aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin karena volumenya melebihi nilai optimum yang dibutuhkan sehingga mengakibatkan turunnya ikatan antar agregat yang menyebabkan turunnya nilai stabilitas campuran.

#### **6.2.6 Pengaruh Retona Terhadap Nilai *Flow* (Kelelahan) Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum**

*Flow* atau kelelahan adalah besarnya deformasi vertikal yang diukur pada saat awal pembebanan sampai pembebanan maksimum (jarum arloji stabilitas menurun). Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *Flow* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.13 berikut.



Gambar 6.13 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *flow*

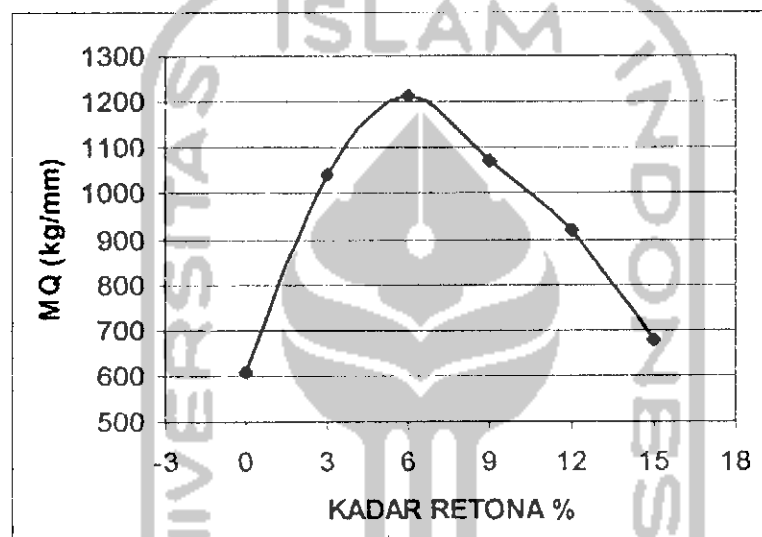
Dari gambar 6.13 terlihat bahwa pada penambahan kadar Retona antara 0% sampai dengan 3% cenderung mengalami penurunan nilai *flow*. Hal ini disebabkan Retona dalam campuran dapat meningkatkan kerapatan dan kekakuan karena penambahan Retona menyebabkan viskositas aspal meningkat yang ditandai dengan nilai penetrasi yang rendah. Pada penambahan kadar variasi Retona antara 6% sampai dengan 15% cenderung meningkatkan nilai *flow*. Hal ini dapat terjadi karena jumlah aspal dan kadar Retona yang lebih tinggi menyebabkan campuran menjadi semakin plastis tetapi masih lebih kecil dari nilai *flow* campuran tanpa Retona.

### 6.2.7 Pengaruh Retona Terhadap Nilai *Marshall Quotient* Campuran Beton Aspal Pada Kadar Aspal Optimum

*Marshall Quotient* merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai *Marshall Quotient* akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti lapis perkerasan semakin bersifat

lebih kaku dan begitu juga sebaliknya. Nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow*, gradasi agregat, daya lekat, kadar aspal, viskositas aspal, tekstur permukaan, jumlah dan temperatur pemadatan.

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik MQ seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.14 berikut.



Gambar 6.14 Grafik hubungan antara kadar Retona pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Marshall Quotient*

Dari gambar 6.14 terlihat bahwa pada kadar variasi Retona interval 0% sampai dengan 6% penambahan Retona cenderung mengalami peningkatan nilai *Marshall Quotient* yang menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat seiring penambahan kadar Retona. Pada penambahan kadar Retona variasi 9,0 % sampai dengan 15% mengalami penurunan nilai *Marshall Quotient* yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin sehingga kekakuan campuran menjadi berkurang.

### 6.3 Durabilitas Campuran Beton Aspal Dengan Dan Tanpa Retona

Durabilitas umumnya berkaitan dengan seberapa lama konstruksi lapis perkerasan tersebut dapat menjalankan fungsinya tanpa mengalami kerusakan yang berlebihan. Faktor yang bisa menyebabkan penurunan durabilitas campuran lapis keras diantaranya beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. Akibat dari air ini adalah pengelupasan lapisan aspal dari agregat pada permukaan jalan akibat hilangnya ikatan diantara agregat dan aspal, atau yang lebih dikenal dengan proses *stripping*, sehingga menyebabkan pengurangan kekuatan yang signifikan dari campuran lapis keras.

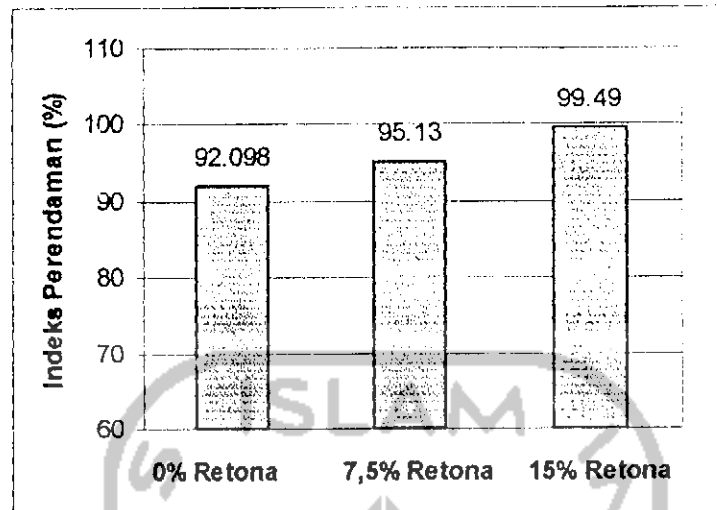
Pada penelitian ini untuk mengetahui nilai durabilitas beton aspal, dilakukan pengujian *Immersion* antara campuran beton aspal yang menggunakan Retona dan tanpa Retona. Uji *Immersion* ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan campuran beton aspal dengan dan tanpa Retona terhadap nilai stabilitas bila direndam dalam air pada suhu 60°C dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam.

Hubungan antara Retona dengan nilai stabilitas pada rendaman 0,5 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 6.2 dan pada Gambar 6.15 berikut ini.

Tabel 6.2 Hubungan antara kadar Retona dengan nilai stabilitas pada perendaman selama 0,5 jam dan 24 jam

Kadar Retona (%)	Stabiiitas pada berbagai perendaman		Indeks Perendaman (%)
	0,5 jam	24 jam	
0	1690,64	1557,06	92,098
7,5	1903,63	1811,06	95,13
15	1833,45	1824,21	99,49

Sumber : Hasil uji laboratorium Jalan Raya FTSP UII



Gambar 6.15 Grafik hubungan antara kadar Retona dengan nilai indeks Perendaman (IP)

Dari Tabel 6.2 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas campuran beton aspal tanpa Retona (0 %) yang direndam pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0,5 jam mengalami penurunan nilai stabilitas. Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*). Namun nilai stabilitas campuran beton aspal dengan Retona (7,5 % dan 15 %) yang direndam pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0,5 jam mengalami kenaikan nilai stabilitas.

Dari Gambar 6.15 dapat dilihat bahwa campuran beton aspal dengan Retona memiliki Indeks Perendaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa Retona sehingga dapat diindikasikan bahwa penambahan Retona membuat durabilitas campuran lebih baik. Hal ini disebabkan karena campuran dengan bahan tambah Retona memiliki VITM dan VMA yang lebih rendah dan nilai VFWA yang lebih tinggi sehingga film aspal semakin tebal,

disamping meningkatnya kekentalan aspal yang ditandai dengan penurunan nilai penetrasi.

#### 6.4 Pengaruh Kadar Retona Terhadap Sifat Fisik Aspal (Penetrasi dan Titik Lembek)

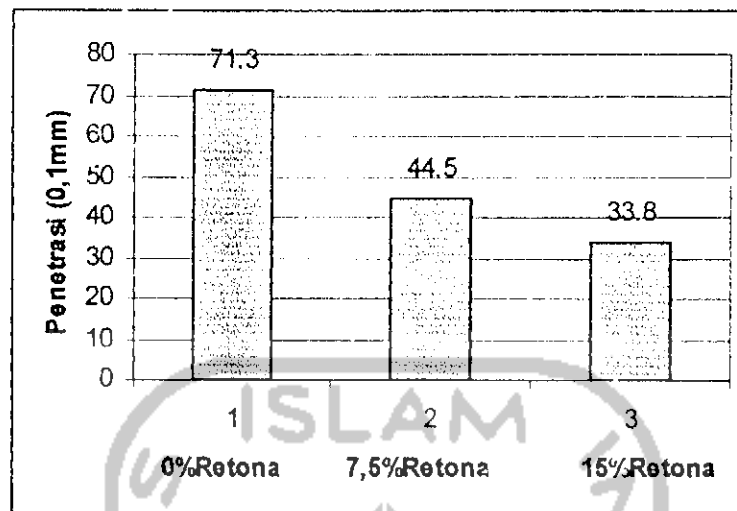
Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal dengan dan tanpa Retona tercantum secara ringkas pada Tabel 6.3 serta Gambar 6.16, Gambar 6.17 dan Gambar 6.18.

Tabel 6.3 Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa Retona

No	Jenis Pemeriksaan	Kadar Retona terhadap KAO			Syarat *)		Satuan
		0 %	7,5 %	15 %	Min	Maks	
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	71,3	44,5	33,8	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	56	55	52	48	58	°C
3	Indeks Penetrasi (IP)	0,9	-1,6	-2,7	-	-	-

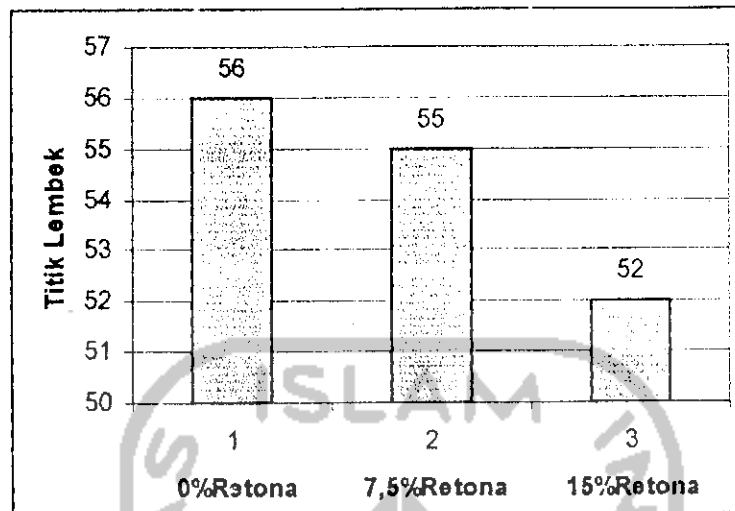
Sumber : Hasil penelitian laboratorium UII, 2003 dan Bina Marga, 1987

Tabel 6.4 dan Gambar 6.16 menggambarkan bahwa kekerasan aspal meningkat akibat penambahan Retona. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan Retona lebih rendah dibandingkan aspal tanpa Retona. Nilai penetrasi yang lebih rendah ini menunjukkan bahwa viskositas atau kekentalan aspal lebih tinggi. Pada kadar Retona 15% nilai Indeks Penetrasi mencapai -2,7. Hal ini menunjukkan Retona memiliki tingkat kepekaan yang tinggi terhadap temperatur.

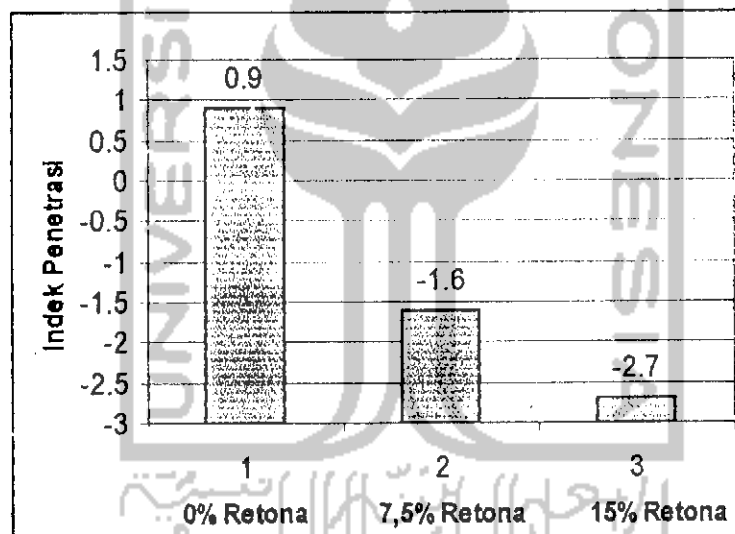


Gambar 6.16 Grafik hubungan antara kadar Retona dengan nilai penetrasi aspal

Hasil titik lembek dan indeks penetrasi seperti pada Tabel 6.4, Gambar 6.17 dan Gambar 6.18 menunjukkan bahwa penambahan Retona cenderung menurunkan nilai titik lembek aspal. Penurunan nilai titik lembek aspal akibat penambahan Retona pada aspal dapat terjadi karena sifat Retona yang mudah terbakar, sehingga titik lembek dapat dicapai pada suhu yang lebih rendah dari normalnya. Hal ini mengakibatkan aspal pada temperatur yang sama bersifat lebih encer sehingga akan lebih mudah bergerak mengisi rongga antar agregat dan menyebabkan campuran akan lebih rapat, kaku dan awet. Dilihat dari nilai indeks penetrasi, aspal dengan Retona memiliki nilai indeks penetrasi lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa Retona. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dengan Retona memiliki kepekaan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan aspal tanpa Retona.



Gambar 6.17 Grafik hubungan antara kadar Retona dengan nilai titik lembek



Gambar 6.18 Grafik hubungan antara kadar Retona dengan nilai Indeks Penetrasi

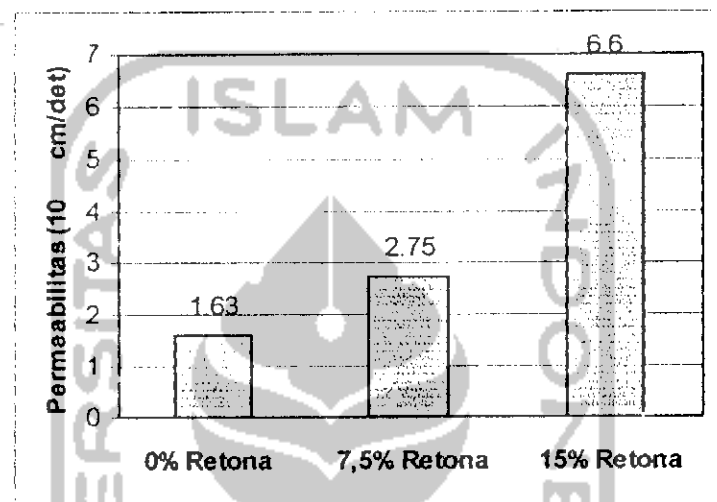
## 6.5 Pengaruh Kadar Retona Terhadap Permeabilitas Campuran Beton Aspal

Dari hasil pemeriksaan dan uji permeabilitas diperoleh nilai koefisien permeabilitas campuran, yaitu suatu koefisien yang menyatakan jumlah air yang dapat melewati suatu bahan dalam satu satuan waktu. Faktor-faktor yang



mempengaruhi permeabilitas campuran adalah kadar aspal, gradasi agregat, porositas dan komposisi bahan penyusun campuran (Mullen, 1967).

Hubungan antara koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan dan tanpa Retona dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 6.19.



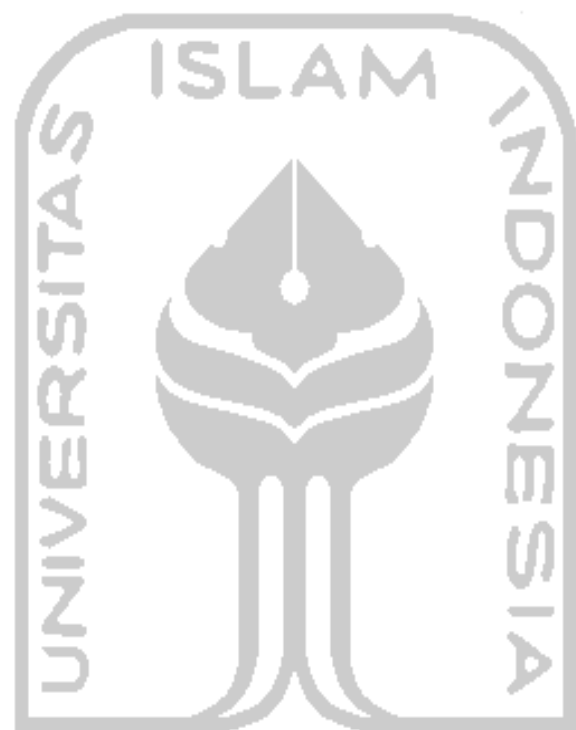
Gambar 6.19 hubungan antara kadar Retona dengan koefisien permeabilitas

Dari gambar 6.19 dapat dilihat bahwa koefisien permeabilitas campuran beton aspal pada kadar Retona mengalami peningkatan dibandingkan koefisien permeabilitas campuran beton aspal tanpa Retona. Peningkatan koefisien permeabilitas ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal yang menggunakan Retona kurang kedap dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa Retona.

Secara teoritis melihat hasil pengujian yang diperoleh, campuran yang menggunakan Retona akan lebih kedap, karena nilai VITM, VMA mengalami penurunan dan nilai VFWA, *density* mengalami peningkatan yang menunjukkan campuran lebih rapat, akan tetapi hasil pengujian permeabilitas menunjukkan sebaliknya. Hal ini kemungkinan dapat terjadi karena sifat kimia Retona yang belum dapat diteliti lebih lanjut. Namun jika melihat klasifikasi campuran aspal

berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang telah disyaratkan oleh Mullen (1967), maka secara keseluruhan campuran yang menggunakan Retona masih masuk dalam katagori hampir kedap (*Practically Impervious*), dan perbedaan koefisien permeabilitas yang terlihat antara campuran dengan Retona dan tanpa Retona sangat kecil.





الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi terhadap hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan pengaruh penambahan Retona, yaitu :

1. Penambahan Retona 0% sampai dengan 15% cenderung meningkatkan nilai *density*.
2. Penambahan Retona untuk interval 0% sampai dengan 15% nilai VFWA cenderung mengalami peningkatan, sedangkan nilai VITM dan VMA mengalami penurunan. Nilai VFWA tertinggi sebesar 74,13% pada kadar Retona 15%, dan terendah sebesar 68,59% pada kadar Retona 0%. Sedangkan nilai VITM dan VMA tertinggi sebesar 6,16% dan 19,61% pada kadar Retona 0%, dan terendah sebesar 4,72% dan 18,20% pada kadar Retona 15%.
3. Penambahan Retona untuk interval 0% sampai dengan 6% nilai stabilitas meningkat, sedangkan pada interval 6% sampai dengan 15% mengalami penurunan. Nilai stabilitas tertinggi sebesar 2786,80 kg pada kadar Retona 6%, dan terendah sebesar 1690,64 kg pada kadar Retona 0%.
4. Nilai *flow* pada kadar Retona interval 0% sampai dengan 6% cenderung mengalami penurunan, namun pada interval 6% sampai dengan 15% nilai *flow* mengalami peningkatan. Nilai *flow* tertinggi icapai pada kadar Retona

0% sebesar 2,78 mm, sedangkan terendah dicapai pada kadar Retona 6% sebesar 2,3 mm.

5. Penambahan Retona pada interval 0% sampai dengan 6% nilai MQ mengalami peningkatan, sedangkan pada interval 6% sampai dengan 15% nilai MQ cenderung mengalami penurunan. Nilai MQ terbesar 1211,65 kg/mm pada kadar Retona 6%, dan terendah sebesar 608,14 kg/mm pada kadar Retona 0%.
6. Penambahan Retona meningkatkan nilai durabilitas. Hal ini ditunjukkan dengan nilai Indeks Perendaman campuran beton aspal tanpa Retona (0%) sebesar 92,09% dan dengan Retona (7,5% dan 15%) masing-masing sebesar 95,13% dan 99,49%.
7. Penambahan Retona meningkatkan kekerasan aspal. Kenaikan kekerasan aspal ini dapat dilihat pada nilai penetrasi aspal dengan Retona lebih rendah dibandingkan aspal tanpa Retona. Pada kadar Retona 0% nilai penetrasi sebesar 71,3 mm, sedangkan aspal dengan Retona (7,5% dan 15%) nilai penetrasi masing-masing sebesar 44,5 mm dan 33,8 mm, akan tetapi aspal dengan Retona memiliki nilai titik lembek lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa Retona, yang mengindikasikan bahwa aspal dengan Retona pada temperatur yang sama bersifat lebih encer sehingga akan lebih mudah bergerak mengisi rongga antar agregat dan menyebabkan campuran lebih rapat dan awet. Titik lembek aspal tanpa Retona sebesar 56°C, sedangkan titik lembek aspal dengan Retona (7,5% dan 15%) masing-masing sebesar 55°C dan 52°C.

8. Aspal dengan Retona memiliki nilai Indeks Penetrasi lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa Retona. Hal ini mengindikasikan Retona memiliki tingkat kepekaan yang lebih tinggi terhadap temperatur. Indeks Penetrasi aspal tanpa Retona sebesar 0,9, sedangkan aspal dengan Retona (7,5% dan 15%) masing-masing sebesar -1,6 dan -2,7.
9. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan Retona (7,5% dan 15%) masing-masing sebesar  $2,75 \cdot 10^{-6}$  cm/det dan  $6,60 \cdot 10^{-6}$  cm/det, lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa Retona sebesar  $1,63 \cdot 10^{-6}$  cm/det. Berdasarkan klasifikasi yang dibuat oleh Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan dan tanpa Retona termasuk dalam klasifikasi *practically impervious*.

## 7.2 Saran-saran

1. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari Retona, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada Retona dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai stabilitas, *flow*, VFWA, VITM, VMA, durabilitas dan permeabilitas campuran beton aspal.
2. Untuk membandingkan dampak penggunaan Retona terhadap model perkerasan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan Retona bila digunakan pada perkerasan lain.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap Retona sebagai bahan tambah pada campuran beton aspal terhadap nilai *skid resistance*, nilai kohesi dan nilai modulus elastis.
4. Berdasar pada kesimpulan no 7, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap Retona sebagai bahan tambah pada campuran perkerasan dengan temperatur pemadatan yang lebih rendah dari temperatur normal.



## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, MENGANGKAT ASBUTON SETARA DENGAN ASPAL TRINIDAD, PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta.

Bina Marga, 1983, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Bina Marga, 1987, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Bina Marga, 1998, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Fauziah, M, 2001, PENGARUH KADAR SERBUK BELERANG SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL., Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Kerbs dan Walker, R.D, 1971, HIGHWAY MATERIAL, Mc Graw – Hill Book Company, New York.

M. Kautsar Firdaus, 2000, PEMANFAATAN RETONA PADA CAMPURAN SMA (*SPLIT MASTIC ASPHALT*) TERHADAP PROPERTIS MARSHALL, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Shell Bitumen, 1990, THE SHELL BITUMEN HAND BOOK, Shell Bitumen, U.K.

Soehartono, 1997, HIGHBONDING ASPHALT DAN RETONA SEBAGAI SALAH SATU JAWABAN ATAS MASALAH PERKERASAN JALAN DI INDONESIA, Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-5, Yogyakarta.

Sukirman, S, 1992, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Nova, Bandung  
Sartono W, 1995, JALAN RAYA III, Diktat Kuliah, Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Totomiharjo, S, 1995, BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA, Bp KMTS, UGM, Yogyakarta.

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

The Asphalt Institute, 1983, MIX DESIGN FOR ASPHALT CONCRETE AND OTHER HOT MIX TYPE, Manual Series No.22 (MS-22), Maryland, USA.



**PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 5 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	602 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	649 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	977 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	490 gr	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,4849	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,907	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	3,025	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,041%	

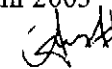
Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 5 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S 

96 310 212

2. Happy D A 

95 310 230

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 5 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

TRIAL NUMBER		I	II	III
Soaking (10.1 Min)	Start	11.15		
	Stop	11.25		
Sedimentation Time (20 Min – 15 Sec)	Start	11.40		
	Stop	12.05		
Clay Reading		4,3 inch		
Sand Reading		3,3 inch		
$SE = \frac{Sand\ Reading}{Clay\ Reading} \times 100\%$		76,74%		
Average Sand Equivalent				

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 5 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S ...

96 310 212

2. Happy D A ...

95 310 230

**PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 5 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	1626 gr	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR → (BA)	1000 gr	
BERAT SAMPE KERING OVEN → (BK)	1606 gr	
BERAT JENIS (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,5655	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,5974	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,6502	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1,2453%	

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 5 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S.

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

## PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Dikerjakan :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 5 Juni 2003

Happy D A

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	08.07 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	08.15 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	150°C	08.20
SELESAI	30°C	
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	25°C	09.10
SELESAI	27°C	09.15

### HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	97
RATA-RATA	97

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 5 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

**PEMERIKSAAN  
KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl :

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " )		
19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " )	12,5 mm (0,5")	2500 gr	
12,5 mm (0,5")	9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ " )	2500 gr	
9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ " )	6,3 mm ( $\frac{1}{4}$ " )		
6,3 mm ( $\frac{1}{4}$ " )	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3750 gr	
KEAUSAN= $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		28,6%	

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 7 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

## PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 6 Juni 2003

Happy D A

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	100°C	09.30 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100°C	09.30 WIB
SELESAI	26°C	11.30 WIB
<b>DIRENDAM AIR PADA SUHU 25°C</b>		
MULAI	26°C	11.30 WIB
SELESAI	25°C	13.30 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	25°C	13.35 WIB
SELESAI	25°C	14.30 WIB

### HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN	CAWAN	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	61	73	
2	68	75	
3	67	79	
4	69	76	
5	74	71	
RERATA	67,8	74,8	

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 6 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

**PEMERIKSAAN  
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan :

Jenis Contoh :

M. Cahyadi S

Diperiksa tgl : 6 Juni 2003

Happy D A

PEMBACAAN WAKTU	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	13.10 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	13.27 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	150°C	13.28
SELESAI	26°C	15.14
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	25°C	15.14
SELESAI	360°C	15.44

**HASIL PENGAMATAN**

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	360°C	380°C
II		
RATA-RATA	360°C	380°C

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 6 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S .....

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

## PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 6 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
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	Daktilitas pada $25^{\circ}\text{C}$ 5cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada $25^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	Benang aspal tidak putus sampai titik 165 cm
Pengamatan II	Benang aspal tidak putus sampai titik 165 cm
Rata-rata (I + II)	165 cm

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 6 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230



**PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 11 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat viciometer kosong	16,43 gram
2	Berat viciometer + aquadest	39,24 gram
3	Berat air (2 - 1)	22,81 gram
4	Berat viciometer + aspal	18,64 gram
5	Berat aspal (4 - 1)	2,21 gram
6	Berat viciometer + aspal + aquadest	39,36 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	20,72 gram
8	Volume aspal (3- 7)	2,09 gram
9	Berat jenis aspal : berat/vol (5/8)	1,06

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 11 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S .....

96 310 212

2. Happy D A .....

95 310 230

**PEMERIKSAAN  
KELEKATAN ASPAL TERHADAP BATUAN**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 11 Juni 2003

Happy D A

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28°C	09.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	09.05 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	09.07 WIB
SELESAI	28°C	08.00 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	28°C	10.35 WIB
SELESAI	28°C	10.40 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

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

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 11 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

## PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 6 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	30 °C	09.10 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	09.40 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100 °C	09.40 WIB
SELESAI	25 °C	11.40 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	30 °C	11.40 WIB
SELESAI	30 °C	12.10 WIB

### HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	30°C	0.0	0.0		
2	35°C	0.47	0.47		
3	40°C	1.33	1.33		
4	45°C	2.11	2.11		
5	50°C	2.49	2.49		
6	55°C	3.26	3.26	56 <sup>0</sup>	57 <sup>0</sup>

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 6 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S.....

96 310 212

2. Happy D A.....

95 310 230

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 2 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

**ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 5,5%**

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,100	$\frac{3}{4}$ "	0	0	0	100	100	100
12,700	$\frac{1}{2}$ "	113,40	113,40	10	90	80	100
9,520	$\frac{3}{8}$ "	113,40	226,80	20	80	70	90
4,760	# 4	226,80	453,60	40	60	50	70
2,380	# 8	198,45	652,05	57,5	42,5	35	50
0,590	# 30	215,46	867,51	76,5	23,5	18	29
0,279	# 50	62,37	929,88	82	18	13	23
0,149	# 100	68,04	997,92	88	12	8	16
0,074	# 200	56,70	1054,62	93	7	4	10
	Pan	79,38	1134				
	Total	1134,00					

Kadar Aspal : 5,5%

Berat Aspal : 66 gram

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap  
 Jenis Contoh : -  
 Diperiksa Tgl : 2 Juni 2003

Dikerjakan :  
 M. Cahyadi S  
 Happy D A

### ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 6,5%

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	Max
19,100	$\frac{3}{4}$ "	0	0	0	100	100	100
12,700	$\frac{1}{2}$ "	112,20	112,20	10	90	80	100
9,520	$\frac{3}{8}$ "	112,20	224,40	20	80	70	90
4,750	# 4	224,40	448,80	40	60	50	70
2,380	# 8	196,35	645,15	57,5	42,5	35	50
0,590	# 30	213,18	858,33	76,5	23,5	18	29
0,279	# 50	61,71	920,04	82	18	13	23
0,149	# 100	67,32	987,36	88	12	8	16
0,074	# 200	56,10	1043,46	93	7	4	10
	Pan	78,54	1122				
	Total	1122,00					

Kadar Aspal : 6,5%

Berat Aspal : 78 gram

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S. ...

96 310 212

2. Happy D A ...

95 310 230

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 2 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

**ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 6%**

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	Max
19,100	$\frac{3}{4}$ "	0	0	0	100	100	100
12,700	$\frac{1}{2}$ "	112,80	112,80	10	90	80	100
9,520	$\frac{3}{8}$ "	112,80	225,60	20	80	70	90
4,760	# 4	225,60	451,20	40	60	50	70
2,380	# 8	197,40	648,60	57,5	42,5	35	50
0,590	# 30	214,32	862,92	76,5	23,5	18	29
0,279	# 50	62,04	924,96	82	18	13	23
0,149	# 100	67,68	992,64	88	12	8	16
0,074	# 200	56,40	1049,04	93	7	4	10
	Pan	78,96	1128				
	Total	1128,00					

Kadar Aspal : 6%

Berat Aspal : 72 gram

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan:

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 2 Juni 2003

Happy D A

## ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 7,5%

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,100	$\frac{3}{4}$ "	0	0	0	100	100	100
12,700	$\frac{1}{2}$ "	111,00	111,00	10	90	80	100
9,520	$\frac{3}{8}$ "	111,00	222,00	20	80	70	90
4,760	# 4	222,00	444,00	40	60	50	70
2,380	# 8	194,25	638,25	57,5	42,5	35	50
0,590	# 30	210,90	849,15	76,5	23,5	18	29
0,279	# 50	61,05	910,20	82	18	13	23
0,149	# 100	66,60	976,80	88	12	8	16
0,074	# 200	55,50	1032,30	93	7	4	10
	Pan	77,70	1110				
	Total	1110,00					

Kadar Aspal : 7,5%

Berat Aspal : 90 gram

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S

96 310 212

2. Happy D A

95 310 230

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Jenis Contoh : -

Diperiksa Tgl : 2 Juni 2003

Dikerjakan :

M. Cahyadi S

Happy D A

**ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL 7%**

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,100	$\frac{3}{4}$ "	0	0	0	100	100	100
12,700	$\frac{1}{2}$ "	111,60	111,60	10	90	80	100
9,520	$\frac{3}{8}$ "	111,60	223,20	20	80	70	90
4,760	# 4	223,20	446,40	40	60	50	70
2,380	# 8	195,30	641,70	57,5	42,5	35	50
0,590	# 30	212,04	853,74	76,5	23,5	18	29
0,279	# 50	61,38	915,12	82	18	13	23
0,149	# 100	66,96	982,08	88	12	8	16
0,074	# 200	56,80	1037,88	93	7	4	10
	Pan	78,12	1116				
	Total	1116,00					

Kadar Aspal : 7%

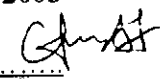
Berat Aspal : 84 gram

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S 

96 310 212

2. Happy D A 

95 310 230



Contoh dari : Celereng, Kulon Progo

Dikerjakan:

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 12 Juni 2003

Happy D A

## ANALISA SARINGAN AGREGAT PADA KADAR ASPAL OPTIMUM (6,15)

NO SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	loios	min	max
19.100	¾"	0	0	0	100	100	100
12.700	½"	112.62	112.62	10	90	80	100
9.520	3/8"	112.62	225.24	20	80	70	90
4.760	#4	225.24	450.48	40	60	50	70
2.380	#8	197.09	647.57	57.5	42.5	35	50
0.590	#30	213.98	861.54	76.5	23.5	18	29
0.279	#50	61.94	923.48	82	18	13	23
0.149	#100	67.57	991.06	88	12	8	16
0.074	#200	56.31	1047.37	93	7	4	10
	Pan	78.83	1126.2				
	Total	1126.20					

Kadar aspal : 6.15%

Berat aspal : 73.8 gram

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

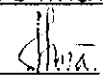
Ir. Iskandar, MT

Yogyakarta, 2 Juni 2003

Peneliti :

1. M. Cahyadi S. 

96 310 212

2. Happy D A 

95 310 230

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (TA)  
 Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY

Tanggal : 10 Juni 2003  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S. MT  
 Di kerjakan Oleh : Topo & Happy

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TES

Sample t (mm)	Density										VMA			VFVA			VITM			Stabilitas			Flow		MQ (kg/mm)
	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	s (mm)	t (mm)	u (mm)				
1. a	62.70	5.82	1162	1171	671	500	2.32	2.49	12.06	81.16	6.78	18.84	64.00	6.78	380.00	1302.26	1328.31	2.05	2.05	2.68	2.68	529.39			
b	62.10	5.82	1150	1162	669	493	2.33	2.49	12.10	81.46	6.43	18.54	65.79	6.43	400.00	1370.80	1418.78	2.68	2.68	2.68	2.68	529.39			
c	63.30	5.82	1179	1189	681	508	2.32	2.49	12.04	81.05	6.91	18.91	63.55	6.91	500.00	1713.50	1722.07	2.37	2.37	2.37	2.37	629.20			
2. a	61.70	6.38	1162	1170	678	492	2.36	2.48	13.37	82.04	4.59	17.96	74.45	5.16	500.00	1713.50	1792.32	2.37	2.37	2.37	2.37	756.25			
b	61.26	6.38	1160	1165	679	486	2.32	2.48	13.51	82.91	3.58	17.09	79.07	3.58	600.00	2056.20	2183.68	2.66	2.66	2.66	2.66	839.88			
c	60.40	6.38	1152	1161	671	490	2.35	2.48	13.31	81.67	5.02	18.33	72.60	5.06	630.00	2159.01	2344.68	3.10	3.10	3.10	3.10	756.35			
3. a	60.00	6.95	1154	1161	678	483	2.39	2.46	14.65	82.55	2.79	17.45	83.98	2.79	540.00	1850.58	2033.79	3.00	3.00	3.00	3.00	677.93			
b	59.50	6.95	1154	1158	677	481	2.40	2.46	14.71	82.90	2.39	17.10	86.02	2.39	580.00	1987.66	2212.27	2.95	2.95	2.95	2.95	749.92			
c	59.80	6.95	1153	1158	678	480	2.40	2.46	14.73	83.00	2.27	17.00	86.64	2.27	410.00	1405.07	1549.79	3.66	3.66	3.66	3.66	423.44			
4. a	60.00	7.53	1137	1141	656	485	2.34	2.44	15.48	80.57	3.95	19.42	79.68	3.95	370.00	1267.99	1393.52	4.02	4.02	4.02	4.02	346.65			
b	60.10	7.53	1156	1160	674	486	2.38	2.44	15.71	81.75	2.54	18.25	86.06	2.54	390.00	1336.53	1462.16	3.86	3.86	3.86	3.86	378.80			
c	59.60	7.53	1152	1156	674	482	2.39	2.44	15.78	82.14	2.08	17.86	88.38	2.08	380.00	1302.26	1446.81	3.70	3.70	3.70	3.70	391.03			
5. a	59.70	8.11	1151	1153	672	481	2.38	2.42	16.93	81.80	1.27	18.20	93.02	1.27	350.00	1199.45	1332.59	3.90	3.90	3.90	3.90	341.69			
b	60.20	8.11	1154	1156	672	484	2.38	2.42	16.87	81.50	1.63	18.50	91.20	1.63	440.00	1507.88	1648.11	3.87	3.87	3.87	3.87	425.87			
c	59.90	8.11	1150	1153	671	482	2.39	2.42	16.88	81.56	1.56	18.44	91.54	1.56	460.00	1576.42	1734.06	3.95	3.95	3.95	3.95	439.00			
							2.39	2.42	16.88	81.56	1.56	18.38	91.92	1.49			1691.09	3.91	3.91	3.91	3.91	432.87			

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (i/i)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proyng ring  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

QM = Quinton Marshal  
 Suhu pencampuran = +160°C  
 Suhu pematangan = 160°C  
 Suhu waterbath = 60°C  
 B.J Aspal = 1.06  
 B.J Agregat = 2.706

Mengetahui  
 Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT

Peneliti :  
 1. M. Cahyadi Sutopo  
 96 310 212  
 2. Happy Damarasih  
 95 310 230

Tanggal : 10 Juni 2003  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Di kerjakan Oleh : Topo & Happy

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (TA)  
 Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY

HASIL PEMERIKSAAN MAARSHALL TES DENGAN RETONA  
 VMA VFVA VITM

Sample	t (mm)	Density							g/cc	Stabilitas Flow MQ												
		a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g		h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (%)	P (i.e)	q (Kg)	r (mm)	s (kg/mm)	
1. 0%	62.20	6.55	6.15	1168	1172	673	499	2.34	2.47	13.58	81.18	5.24	18.82	72.16	5.24	400.00	1370.80	1415.35	2.85	496.61		
0%	61.60	6.55	6.15	1180	1187	679	508	2.32	2.47	13.48	80.96	5.96	19.44	69.33	5.96	490.00	1679.23	1761.51	2.70	652.41		
0%	62.40	6.55	6.15	1175	1180	672	508	2.31	2.47	13.42	80.22	6.96	19.78	67.84	6.96	460.00	1576.42	1619.77	3.40	476.40		
Rata2		6.15	6.15					2.32	2.47	13.50	80.90	5.60	19.10	70.67	5.60	690.00	2364.33	2471.04	2.30	1074.36		
2. 3%	61.80	6.55	6.15	1178	1182	677	505	2.33	2.47	13.32	79.88	6.80	20.12	66.22	6.80	700.00	2398.90	2427.69	4.65	522.98		
3%	63.00	6.55	6.15	1170	1180	672	508	2.30	2.47	13.32	79.88	6.80	20.12	66.22	6.80	700.00	2398.90	2427.69	4.65	522.98		
3%	61.70	6.55	6.15	1172	1179	677	502	2.33	2.47	13.51	80.87	5.52	19.03	70.98	5.52	570.00	1953.39	2043.25	2.40	851.35		
		6.15	6.15					2.33	2.47	13.51	80.87	5.52	19.03	70.98	5.52	570.00	1953.39	2043.25	2.40	851.35		
3. 6%	60.40	6.55	6.15	1232	1240	715	525	2.35	2.47	13.54	81.39	5.07	18.61	72.74	5.07	740.00	2535.98	2756.61	2.30	1198.53		
6%	61.70	6.55	6.15	1160	1169	695	494	2.35	2.47	12.55	81.44	5.01	18.56	72.99	5.01	480.00	1644.96	1720.63	4.60	374.05		
6%	62.40	6.55	6.15	1140	1160	673	487	2.34	2.47	13.50	81.19	5.31	18.81	71.78	5.31	800.00	2741.60	2816.99	2.30	1224.78		
		6.15	6.15					2.34	2.47	13.50	81.19	5.31	18.81	71.78	5.31	800.00	2741.60	2816.99	2.30	1224.78		
4. 9%	61.60	6.55	6.15	1183	1186	681	505	2.34	2.47	13.46	81.25	5.29	18.75	71.79	5.29	700.00	2398.90	2516.45	2.50	1006.58		
9%	62.00	6.55	6.15	1184	1189	684	505	2.34	2.47	13.48	81.31	5.21	18.69	72.12	5.21	710.00	2433.17	2536.58	2.40	1056.91		
9%	61.80	6.55	6.15	1182	1186	683	503	2.35	2.47	13.51	81.50	4.99	18.50	73.01	4.99	740.00	2535.98	2650.10	2.30	1152.22		
		6.15	6.15					2.35	2.47	13.51	81.50	4.99	18.50	73.01	4.99	740.00	2535.98	2650.10	2.30	1152.22		
5. 12%	61.70	6.55	6.15	1172	1180	682	498	2.35	2.47	13.49	81.62	4.89	18.38	73.39	4.89	610.00	2090.47	2188.63	2.50	874.65		
12%	60.20	6.55	6.15	1127	1132	650	482	2.34	2.47	13.40	81.09	5.51	18.91	70.86	5.51	700.00	2398.90	2622.00	2.40	1092.50		
12%	61.20	6.55	6.15	1183	1186	682	494	2.33	2.47	13.73	83.05	3.22	16.95	81.00	3.22	570.00	1953.39	2074.50	2.60	797.88		
		6.15	6.15					2.35	2.47	13.73	83.05	3.22	16.95	81.00	3.22	570.00	1953.39	2074.50	2.60	797.88		
6. 15%	62.20	6.55	6.15	1189	1191	689	502	2.37	2.48	13.54	82.15	4.32	17.55	75.82	4.32	480.00	1644.96	1698.42	2.70	629.04		
15%	62.10	6.55	6.15	1178	1183	685	498	2.37	2.48	13.52	82.04	4.44	17.96	75.28	4.44	520.00	1782.04	1844.41	2.80	658.72		
15%	62.70	6.55	6.15	1195	1192	686	506	2.34	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
		6.15	6.15					2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		
								2.37	2.48	13.39	81.22	5.39	18.78	71.28	5.39	580.00	1919.12	1957.50	2.60	752.89		

Angka yang digaris bawahi dan miring tidak dihitung  
 Nb : error data

Mengetahui  
 Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :  
 1. M. Cahyadi Sutopo  
 96 310 212  
 2. Happy Damarasih  
 95 310 230

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (TA)  
 Asal material : Ciereng, Kulon Progc DIY

Tanggal : 10 Juni 2003  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Di kerjakan Oleh : Topo & Happy

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TES

IMMERSION

Sample	t (mm)	VMA VFWA VITM										Stabilitas Flow			MQ (kg/mm)					
		a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)		n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)
1. 0%	61.90	6.55	6.15	1168	1171	683	488	2.39	2.47	13.89	83.01	3.10	16.99	81.73	3.10	520.00	1782.04	1853.32	1.90	975.43
	61.90	6.55	6.15	1168	1172	683	489	2.39	2.47	13.86	82.84	3.30	17.16	80.76	3.30	410.00	1405.07	1461.27	2.40	608.86
Rata2	62.90	6.55	6.15	1171	1176	686	490	2.39	2.47	13.87	82.88	3.25	17.12	81.00	3.25	390.00	1336.53	1356.58	3.38	401.35
			6.15				2.39		17.09	81.17	3.22						1557.06	2.56	608.23	
2. 7.5%	61.30	6.55	6.15	1163	1168	679	489	2.38	2.47	13.80	82.49	3.72	17.51	78.78	3.82	600.00	2056.20	2175.46	2.40	906.44
	61.20	6.55	6.15	1176	1180	689	491	2.40	2.47	13.90	83.07	3.04	16.93	82.07	3.14	500.00	1713.50	1819.74	2.55	713.62
	61.60	6.55	6.15	1182	1184	692	492	2.40	2.47	13.94	83.32	2.74	16.68	83.57	2.85	400.00	1370.80	1437.97	2.50	575.19
			6.15				2.39		17.04	81.48	3.27						1511.06	2.48	729.28	
3. 15%	61.30	6.55	6.15	1174	1175	687	488	2.41	2.48	13.96	83.44	2.61	16.56	84.27	2.82	500.00	1713.50	1812.88	2.50	725.15
	61.20	6.55	6.15	1176	1177	687	490	2.40	2.48	13.92	83.24	2.84	16.76	83.07	3.05	540.00	1850.58	1965.32	2.15	914.10
	61.50	6.55	6.15	1163	1170	680	490	2.37	2.48	13.77	82.32	3.91	17.68	77.88	4.12	470.00	1610.69	1694.45	2.60	651.71
			6.15				2.39		17.00	81.74	3.33						1824.21	2.42	754.85	

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam)  
 d = Berat basah jenuh (SSD)  
 e = Berat didalam air  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/f)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h)}  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

QM = Quinton Marshal  
 Suhu pencampuran = + 160° C  
 Suhu pematangan = 160° C  
 Suhu waterbath = 60° C  
 B.J Aspal = 1,06  
 B.J Agregat = 2,706

Mengertahui  
 Kepala Lab Jalan Ray's

Peneliti  
 1. M. Cahyadi Sutopo  
 96 310 212  
 2. Happy Damarasih  
 95 310 230

Ir. Iskandar S, MT

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN RETONA 7,5%**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 28 Juni 2003

Happy D

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.45 WIB
SELESAI PEMANASAN	100°C	10.00 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100°C	10.00 WIB
SELESAI	26°C	11.00 WIB
<b>DIRENDAM AIR PADA SUHU 25°C</b>		
MULAI	26°C	11.00 WIB
SELESAI	25°C	12.00 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	25°C	12.00 WIB
SELESAI	25°C	12.10 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN	CAWAN	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	44	43	
2	46	45	
3	46	43	
4	45	45	
5	43	45	
RERATA	44,8	44,2	

Yogyakarta, 28 Juni 2003

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. M. Cahyadi Sutopo .....

96 310 212

2. Happy Damarasih .....

95 310 230

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN RETONA 7,5%**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan oleh :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 28 Juni 2003

Happy D

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	30 °C	08.10 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	08.40 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100 °C	08.40 WIB
SELESAI	25 °C	10.40 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	30 °C	10.40 WIB
SELESAI	30 °C	11.10 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

No	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	30°C	0	0	55°	56°
2	35°C	1,17	1,17		
3	40°C	2,45	2,45		
4	45°C	4,06	4,06		
5	50°C	5,16	5,16		
6	55°C	6,29	6,50		

Yogyakarta, 28 Juni 2003  
Mengetahui  
Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT

Peneliti :

1. M. Cahyadi Sutopo ..... *GC*
- 96 310 212
2. Happy Damarasih... *hms*
- 95 310 230

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL DENGAN RETONA 15%**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan oleh :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 28 Juni 2003

Happy D

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.45 WIB
SELESAI PEMANASAN	100°C	10.00 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100°C	10.00 WIB
SELESAI	26°C	11.00 WIB
<b>DIRENDAM AIR PADA SUHU 25°C</b>		
MULAI	26°C	11.00 WIB
SELESAI	25°C	12.00 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	25°C	12.00 WIB
SELESAI	25°C	12.10 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

NO	CAWAN	CAWAN	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	31	34	
2	34	35	
3	34	35	
4	35	36	
5	33	33	
RERATA	33,4	34,2	

Yogyakarta, 28 Juni 2003

Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. M. Cahyadi Sutopo .....

96 310 212

2. Happy Damarasih .....

95 310 230

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DENGAN RETONA 15%**

Contoh dari : PERTAMINA, Cilacap

Dikerjakan oleh :

Jenis Contoh : -

M. Cahyadi S

Diperiksa Tgl : 28 Juni 2003

Happy D

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	30 °C	08.10 WIB
SELESAI PEMANASAN	100 °C	08.40 WIB
<b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>		
MULAI	100 °C	08.40 WIB
SELESAI	25 °C	10.40 WIB
<b>DIPERIKSA</b>		
MULAI	30 °C	10.40 WIB
SELESAI	30 °C	11.10 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

No	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	30°C	2,26	2,26	51°	53°
2	35°C	4,24	4,24		
3	40°C	6,16	6,16		
4	45°C	7,58	7,58		
5	50°C	9,36	9,36		
6	55°C	9,53	10,34		

Yogyakarta, 28 Juni 2003


Mengetahui

Kepala Lab Jalan Raya




Ir. Iskandar S. MT

Peneliti :

1. M. Cahyadi Sutopo ..... 

96 310 212

2. Happy Damarasih... 

95 310 230



Draw a line between the softening point (line A) and penetration (line B) values. The intercept on line C is the PI of the bitumen

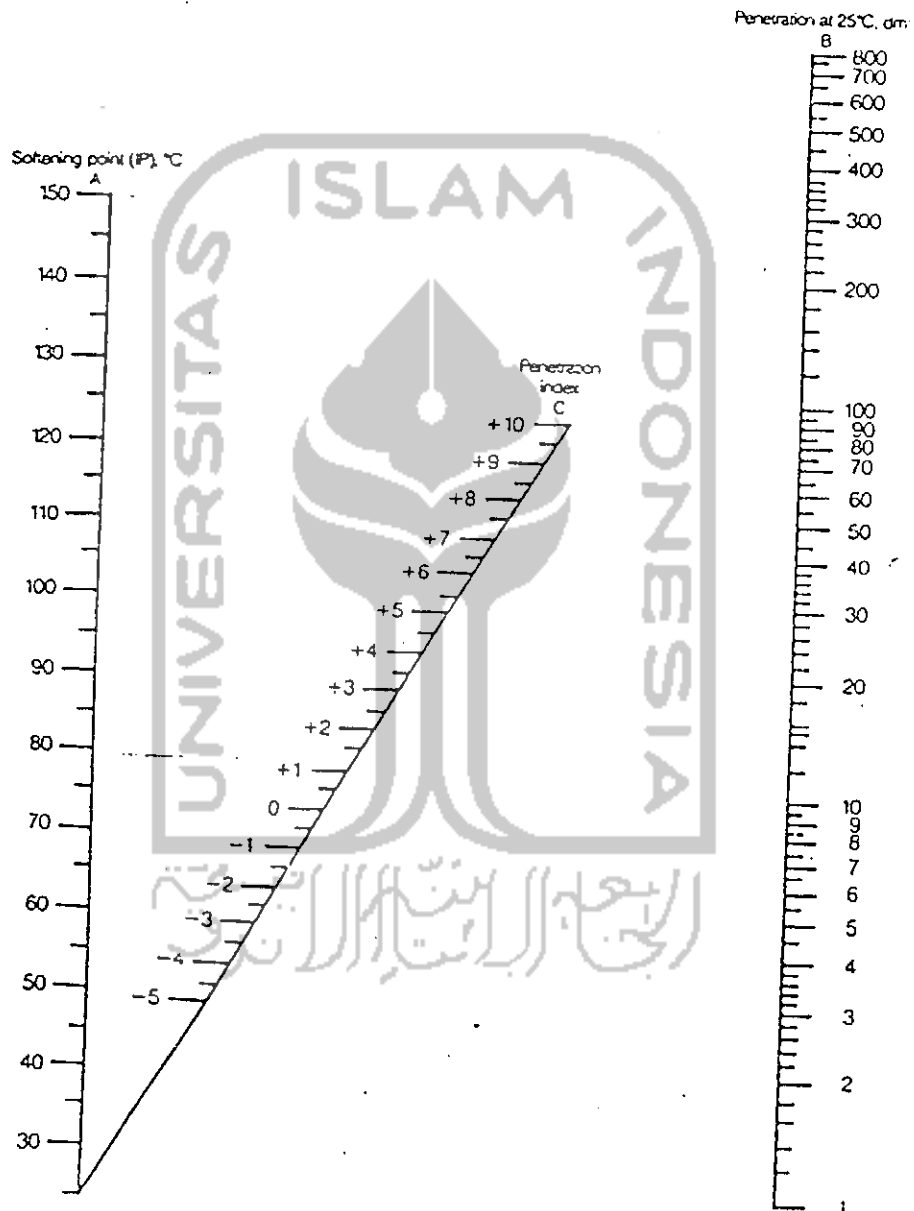


Figure 5.6 – Nomograph for penetration index (SP/Pen)

DATA PERMEABILITAS

Lampiran 6

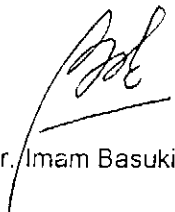
Jenis Pekerjaan : AC  
 Pekerjaan : PENELITIAN

NO.	KODE BENDA UJI	TEKANAN						KETERANGAN	
		1-1		2-2		3-3			
		.	"	.	"	.	"		
1	0,1			37'	12"	30'	24"		
2	0,2		(tdk ketur)	24'	26"	34'	36"		
3	0,3			43'	02"	39'	24"		
4	7,5,1			10'	32"	5'	54"		
5	7,5,2			8'	58"	5'	50"		
6	7,5,3			13'	02"	7'	24"		
7	15,1			13'	48"	9'	28"		
8	15,2			33'	56"	31'	40"		
9	15,3			32	00	25	01		

Yogyakarta, 16-7-2003

Diperiksa Oleh,

Dibuat Oleh,

  
 ( Ir. Imam Basuki )

(.....)

**HASIL TEST PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL  
PADA VARIASI PEMADATAN**

Jenis Pekerjaan : .....

No	Kadar Aspal (%)	Tebal Benda Uji (cm)	Waktu ( detik )			Debit Rembesan ( cm <sup>3</sup> /det )			Koefisien Permeabilitas ( 10 <sup>-1</sup> cm / det )			k <sub>rata-rata</sub> ( 10 <sup>-4</sup> cm/det )
			T <sub>1-1</sub>	T <sub>2-2</sub>	T <sub>3-3</sub>	q <sub>1-1</sub>	q <sub>2-2</sub>	q <sub>3-3</sub>	k <sub>1-1</sub>	k <sub>2-2</sub>	k <sub>3-3</sub>	
1.	0 %	6,21	2232	1824		0,448	0,548		0,0177	0,0144	0,01605	0,0163
		6,14	1466	2076		0,682	0,481		0,0266	0,0125	0,01955	
		6,22	2592	2364		0,387	0,423		0,0153	0,0111	0,0132	
2.	7 1/2 %	6,22	828	568		1,207	1,760		0,0478	0,0465	0,04715	0,275
		6,18	2036	1900		0,491	0,526		0,0193	0,0138	0,01655	
		6,30	1920	1501		0,520	0,666		0,0203	0,0173	0,0188	
3	15 %	6,32	632	354		1,582	2,824		0,0637	0,0758	0,06975	0,066
		6,20	538	350		1,858	2,857		0,0734	0,0752	0,0743	
		6,11	782	444		1,278	2,252		0,0497	0,0584	0,05405	
4												

Keterangan :

- T = lama waktu rembesan, detik
- V = volume rembesan, ( 1000 cm<sup>3</sup> )
- q = debit rembesan = V/T, cm<sup>3</sup>/detik
- γ<sub>air</sub> = berat unit air = ρ<sub>air</sub> × g = 980,7 dyne/cm<sup>3</sup>
- L = tebal benda uji, cm
- d = diameter benda uji = 10 Cm

Catatan : = \*1 Model Uji

$A = \text{Luas Tampang Benda Uji} = 1/4 \pi d^2 = 1/4 \pi \times 10^2 = 78,50 \text{ Cm}^2$   
 $P = \text{Tekanan Air pengujian, kg/cm}^2$   
 $P_0 = 1 \text{ kg/cm}^2 = 980,700 \text{ dyne/cm}^2$   
 $P_1 = 2 \text{ kg/cm}^2 = 1,961,400 \text{ dyne/cm}^2$   
 $P_2 = 3 \text{ kg/cm}^2 = 2,942,100 \text{ dyne/cm}^2$   
 $k = \frac{V \times L \times \gamma_{air}}{A \times P \times T} \text{ Cm/det}$

HASIL TEST PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL  
PADA VARIASI PEMADATAN

Jenis Pekerjaan : .....

No	*1	Kadar Aspal (%)	Tebal Benda Uji (cm)	Waktu (detik)			Debit Rembesan (cm <sup>3</sup> /det)			Koefisien Permeabilitas (10 <sup>-4</sup> cm / det)			k rata-rata (10 <sup>-4</sup> cm/det)
				T <sub>1-1</sub>	T <sub>2-2</sub>	T <sub>3-3</sub>	q <sub>1-1</sub>	q <sub>2-2</sub>	q <sub>3-3</sub>	k <sub>1-1</sub>	k <sub>2-2</sub>	k <sub>3-3</sub>	
1.	0 %	6,15 %	6,21	2232	1824		0,448	0,548		0,0177	0,0144	0,01605	0,0163
			6,14	1466	2076		0,652	0,481		0,0266	0,0125	0,01955	
			6,22	2582	2364		0,382	0,423		0,0153	0,0111	0,0132	
2.	7 1/2 %	6,15 %	6,22	828	568		1,207	1,760		0,0478	0,0465	0,04715	0,275
			6,18	2036	1900		0,491	0,526		0,0133	0,0138	0,01635	
			6,30	1920	1501		0,520	0,666		0,0203	0,0173	0,0188	
3	15 %	6,15 %	6,32	632	354		1,582	2,824		0,0637	0,0758	0,06975	0,066
			6,20	538	350		1,858	2,857		0,0734	0,0752	0,0743	
			6,11	782	444		1,278	2,252		0,0497	0,0584	0,05405	
4													

Keterangan :

- T = lama waktu rembesan, detik
- V = volume rembesan, (1000 cm<sup>3</sup>)
- q = debit rembesan = V / T, cm<sup>3</sup> / detik
- γ<sub>air</sub> = berat unit air = P<sub>u</sub> × g = 980,7 dyne/cm<sup>3</sup>
- l = tebal benda uji, cm
- d = diameter benda uji = 10 Cm

Catatan : \*1 Model Uji

$A = \text{Luas Tampang Benda Uji} = 1/4 \pi d^2 = 1/4 \pi \times 10^2 = 78,50 \text{ Cm}^2$   
 $P = \text{Tekanan Air pengujian, kg / cm}^2$   
 $P_0 = 1 \text{ kg / cm}^2 = 980,700 \text{ dyne / cm}^2$   
 $P_1 = 2 \text{ kg / cm}^2 = 1,961,400 \text{ dyne / cm}^2$   
 $P_2 = 3 \text{ kg / cm}^2 = 2,942,100 \text{ dyne / cm}^2$   
 $k = \text{Koefisien Permeabilitas (Cm / detik)} \quad k = \frac{V \times L \times \gamma_{air}}{A \times P \times T} \text{ Cm / det}$