

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HABIBIEM/BIEM

TGL. TERIMA : 23-12-2004

NO. JUDUL : 001371

NO. INV. : 97 511 033

NO. INDIK. :

TUGAS AKHIR

**PENGARUH RENDAMAN AIR PAYAU TERHADAP KARAKTERISTIK**

**MARSHALL DAN PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL**

**(LASTON)**



P  
691,96

Ris

D

1

XVI : 76; Gib : 28an

Catubara

Bahan

disusun oleh :

**Edi Riyanto 97 511 033**

**Ristianto 96 310 241**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2004**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH RENDAMAN AIR PAYAU TERHADAP  
KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS  
CAMPURAN BETON ASPAL (LASTON)**

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

**1. Nama : Edy Riyanto  
No. Mhs. : 97 511 033  
2. Nama : Ristianto  
No. Mhs. : 96 310 241**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. Miftahul Fauziah, MT**  

---

**Dosen Pembimbing I**

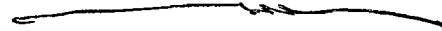


**Tanggal : 29-09-04**

**Ir. Iskandar S, MT**  

---

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 29-09-2004**

## **PERSEMBAHAN**

Sebelumnya kami mengucapkan syukur alhamdulillah atas terselesaikannya tugas akhir kami. Selanjutnya kami ingin mempersembahkan dan mengucapkan terima kasih kepada :

### **EDY RIYANTO THANKS TO :**

1. Allah S.W.T ( Raja manusia ) dan Rasullulah S.A.W.
2. Kedua orang-tuaku atas doa dan segalanya tanpa bisa ternilai juga saudara-saudaraku semua.
3. Sahabat-sahabatku semua :
  - Agus “Gondrong”, Joni “Jontor”, Agung “Leboy”, Ababa, Sidiq “Telor”, Koko “Civil”, Bang Heru, Huda, Heri dan semua anggota Yon 8.

### **RISTIANTO THANKS TO :**

1. Allah S.W.T, tanpa kehendak dan bimbinganMu tidak ada sedikitpun yang bisa dan dapat hamba lakukan.
  2. Kedua Orang-tuaku atas doa, suport dan keiklasan atas semua yang telah diberikan kepadaku.
  3. Kakaku tercinta dan Adekku tersayang, terima kasih atas semuanya.
  4. Sahabat-sahabatku semua ( Totok, Edy, Shugun, Wanda, David dan teman-teman yang selalu memberikan support dan nasehat-nasehatnya ).
- Thanks Guys.....!!!!!!

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul “ **Pengaruh Rendaman Air Payau Terhadap Karakteristik *Marshall* Dan Permeabilitas Campuran Beton Aspal (Laston)** “ merupakan salah satu syarat wajib tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, yang telah memenuhi syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Atas segala bantuan dan bimbingan tersebut, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Miftahul Fauziah, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah memberi bimbingan dan pengarahan.

2. Bapak Iskandar S, Ir, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji, atas kritik, masukan dan bimbingan dalam penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. H. Balya Umār, MSc, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto, selaku petugas laboran di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
7. Bapak Ir. Iman Basuki beserta staff, selaku petugas laboran di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

---

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Akhirnya semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 2004

Penulis

## **INTISARI**

*Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh perendaman air payau terhadap beton aspal. Penelitian ini diharapkan bisa untuk mengetahui perubahan perilaku campuran beton aspal yang terendam air payau, sehingga pada perkembangannya hasil penelitian ini bisa menjadi alternatif atau bahan masukan pada perencanaan jalan raya di daerah pantai maupun di daerah lain yang air tanahnya telah terkontaminasi oleh air payau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perendaman air payau terhadap karakteristik Marshall dan permeabilitas campuran beton aspal.*

*Tahapan dalam penelitian ini dibagi menjadi empat tahap. Tahap I dilakukan pemeriksaan sifat fisik aspal, agregat dan air payau. Tahap II dilakukan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 5 % sampai 7 % dengan interval 0,5 % menggunakan aspal keras 60/70, didapat nilai KAO sebesar 6,5 %. Tahap III dilakukan tes Marshall untuk mencari pengaruh perendaman air payau terhadap campuran beton aspal dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Tahap IV dibuat model campuran beton aspal pada KAO untuk pengujian permeabilitas dengan menggunakan alat AF-16.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman dengan menggunakan air payau pada campuran beton aspal memiliki karakteristik Marshall yang lebih jelek dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa perendaman air payau. Hal ini dapat diketahui dari menurunnya stabilitas pada setiap penambahan variasi lamanya perendaman dengan air payau. Demikian juga dengan nilai VITM dan nilai flow juga mengalami penurunan. Nilai VFWA dan MQ mengalami peningkatan. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan perendaman air payau mengalami kenaikan yang konstan pada setiap penambahan lama variasi perendaman dari 0 jam sampai 24 jam. Berdasarkan klasifikasi Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas beton aspal dengan perendaman air payau termasuk dalam klasifikasi practically impervious.*

## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
INTISARI .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkerasan Jalan .....	4
2.2 Beton Aspal .....	4
2.3 Lapis Aspal Beton .....	5
2.4 Permeabilitas .....	5
2.5 Air Payau .....	6
2.6 Penelitian Sejenis Yang Pernah Dilakukan .....	7

### BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Sifat Dan Bahan Penyusun Lapis Aspal Beton .....	8
3.1.1. Aspal .....	10
3.1.2. Sifat-sifat Fisik Agregat dan Gradasi Agregat .....	11
3.2. Karakteristik <i>Marshall</i> .....	14
3.3. Permeabilitas .....	20

### BAB IV HIPOTESIS

### BAB V METODE PENELITIAN

5.1 Bahan Penelitian .....	24
5.2 Peralatan .....	24
5.3 Lokasi Penelitian .....	26
5.4. Tahapan Penelitian .....	26
5.4.1 Tahap Persiapan .....	28
5.4.2 Pengujian Bahan .....	28
5.4.3 Perencanaan Campuran dan Pembuatan Model Benda Uji...	32
5.4.4 Pengujian Standar untuk Mendapatkan KAO.....	33
5.4.5 Pengujian <i>Marshall</i> .....	37
5.4.5.1 Persiapan Pengujian.....	38
5.4.5.2 Cara Pengujian.....	39
5.4.6 Pengujian Permeabilitas.....	40
5.5 Pelaksanaan Pokok Penelitian.....	41



## BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan .....	43
6.1.1. Hasil Pengujian Agregat .....	43
6.1.2. Hasil Pengujian Aspal .....	44
6.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> ( <i>Marshall Test</i> ) .....	45
6.2.1. Campuran Beton Aspal dengan Variasi Kadar Aspal .....	45
6.2.2. Campuran Beton Aspal Rendaman Air Payau pada KAO.....	46
6.3 Sifat Fisik Bahan .....	48
6.4. Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal.....	49
6.4.1. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM Campuran Beton Aspal.....	49
6.4.2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA Campuran Beton Aspal.....	51
6.4.3. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal.....	52
6.4.4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> Campuran Beton Aspal.....	54
6.4.5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ Campuran Beton Aspal.....	56
6.5. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Beton.....	58
6.6. Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i> ...	59
6.6.1 Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap VITM.....	59
6.6.2 Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap VFWA.....	61
6.6.3 Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap Stabilitas.....	64
6.6.4 Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap <i>Flow</i> .....	66
6.6.5 Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap MQ.....	68
6.7. Evaluasi Hasil Penelitian.....	70
6.8. Hasil Pengujian Permeabilitas.....	72

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan .....	74
7.2. Saran-saran .....	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian .....	27
Gambar 6.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai VITM .....	50
Gambar 6.2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai VFWA .....	52
Gambar 6.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas .....	54
Gambar 6.4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i> .....	56
Gambar 6.5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> .....	57
Gambar 6.6. Grafik Hubungan Antara Variasi Perendaman Dengan VITM .....	59
Gambar 6.7. Grafik Hubungan Antara Variasi Perendaman Dengan VFWA .....	62
Gambar 6.8. Grafik Hubungan Antara Variasi Perendaman Dengan Stabilitas .....	64
Gambar 6.9. Grafik Hubungan Antara Variasi perendaman Dengan flow .....	67
Gambar 6.10. Grafik Hubungan Antara Variasi Perendaman Dengan MQ .....	69
Gambar 6.11. Grafik Hubungan Antara Lama Perendaman Air Payau Dengan Nilai Koefisien Permeabilitas.....	72

## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 3.1. Persyaratan Campuran Beton Aspal .....	9
Tabel 3.2. Persyaratan Aspal Keras .....	11
Tabel 3.3. Pembagian Gradasi Agregat Beton Aspal .....	13
Tabel 3.4. Persyaratan Kualitas Agregat Kasar .....	14
Tabel 3.5. Persyaratan Kualitas Agregat Halus .....	14
Tabel 3.6. Persyaratan Kualitas <i>Marshall</i> Campuran .....	20
Tabel 3.7. Klasifikasi Campuran Aspal Berdasarkan Angka Permeabilitas .....	22
Tabel 5.2. Gradasi Agregat Berdasar Grading IV Bina Marga (1987) .....	33
Tabel 5.3 Model Benda Uji Pada KAO Untuk Uji <i>Marshall</i> Dan Permeabilitas ....	37
Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar .....	43
Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	44
Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan AC 60/70 .....	45
Tabel 6.4. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Benda Uji Dengan Kadar Aspal Bervariasi ..	46
Tabel 6.5. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal dengan Perendaman air payau pada KAO dengan berbagai variasi lama perendaman .....	47
Tabel 6.6. Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal .....	58
Tabel 6.7. Hasil Pemeriksaan <i>Marshall</i> Test Campuran AC Dengan Variasi Perendaman Air payau .....	71





FM-UII-AA-FPU-09

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Edi Riyanto	97 511 033	Teknik Sipil
2	Ristianto	96 310 241	

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

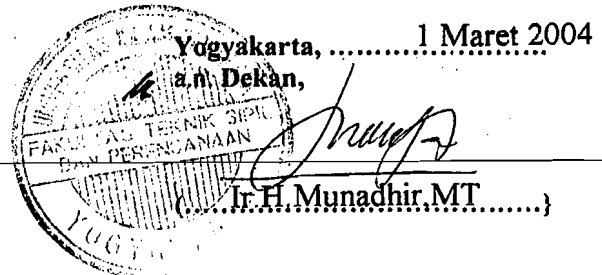
..... Pengaruh Air Payau Terhadap Durabilitas Dan Permeabilitas Campuran Beton Aspal ..  
 ..... (Laston) .....

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

TAHUN : 2002- 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I : Miftahul.Fauziah.ST.MT.  
 DOSEN PEMBIMBING II : Jekandar.S,Ir,MT.....

**Catatan.**

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

Setiap kali mahasiswa konsultasi dosen pembimbing diminta untuk selalu menanyakan KRS Mahasiswa yang bersangkutan yang didalamnya harus tercantum SKS TA ( tugas Akhir ), bila SKS TA tidak tercantum maka dosen tidak boleh melayani konsultasi mahasiswa yang bersangkutan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pembangunan bangsa Indonesia yang saat ini dijalankan pemerintah oleh presiden Megawati Soekarnoputri dikembangkan arahnya ke sektor maritim (Kelautan). Hal ini menandakan akan bertambahnya sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam mengimbangi tingkat mobilitas manusia seiring dengan perkembangan pembangunan di wilayah pantai.

Salah satu prasarana yang mendesak untuk dilaksanakan pengembangannya adalah jalan raya yang menghubungkan daerah perkotaan dengan daerah pantai. Hal ini dimaksudkan agar mobilitas manusia ataupun barang dapat lebih ditingkatkan pelayanannya.

Dari hasil Survei yang telah dilakukan diketakui bahwa jalan di daerah sekitar Pantai Ayah sering mengalami kerusakan akibat seringnya terjadi banjir yang menggenangi jalan tersebut. Hal ini sering terjadi pada musim penghujan dimana air laut akan meluap dan menggenangi jalan. Bersamaan dengan itu meluapnya air laut telah bercampur dengan air tawar disekitar daerah itu, sehingga air yang menggenang bukan murni berasal dari air laut melainkan telah bercampur

dengan air tawar. Air inilah yang kemudian disebut sebagai air payau yaitu air yang merupakan pencampuran antara air asin dengan air tawar.

Hal inilah yang mendorong untuk diketahui sejauh mana pengaruh perendaman air payau tersebut terhadap perkerasan jalan disekitar pantai Ayah yang sering menyebabkan kerusakan jalan. Dalam penelitian hanya diteliti pengaruh perendaman air payau terhadap karakteristik *Marshall* dan permeabilitas campuran beton aspal.

## 1.2 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui sejauh mana pengaruh rendaman air payau terhadap :

1. Karakteristik *Marshall* campuran meliputi nilai stabilitas, kelelahan (*Flow*), VITM (*Voids In Total Mix*), VFWA (*Voids Filled With Asphalt*) dan nilai MQ (*Marshall Quotient*).
2. Kemampuan campuran beton aspal dalam meloloskan air (*Permeabilitas*) dengan meninjau nilai koefisien permeabilitas campuran.

Dari tujuan penelitian di atas diharapkan bisa untuk mengetahui perubahan perilaku campuran beton aspal yang terkena pengaruh air payau, sehingga pada perkembangannya hasil penelitian ini bisa menjadi alternatif atau bahan masukan pada perencanaan jalan raya di daerah pantai maupun di daerah lain yang air tanahnya telah terkontaminasi oleh air payau.



atas maka penulis ingin meneliti besarnya pengaruh air payau terhadap campuran beton aspal terutama pada sifat-sifat *Marshall*, dan *permeabilitasnya*.

## **2.6 Penelitian sejenis yang pernah dilakukan**

Penelitian tentang pengaruh rendaman pasca hujan pada lapis perkerasan terhadap karakteristik campuran beton aspal oleh Dedy eka putra dan Rifky wirya pada tahun 2003. dengan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai indeks perendaman berturut-turut pada rendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam dan 12 jam air accu mengalami penurunan, dalam artian penurunan nilai stabilitas semakin mengecil.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Sifat dan bahan penyusun lapis aspal beton

Berdasarkan SKBI – 2.4.26. 1987, (*Petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton untuk jalan raya*), (4,60). Lapis aspal beton mempunyai sifat-sifat antara lain : tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai nilai struktural, mempunyai stabilitas yang tinggi dan peka terhadap penyimpangan perencanaan dan perancangan.

Laston merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras, agregat kasar dan agregat halus, butiran pengisi yang dicampur secara merata pada suhu tertentu, dibawa ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan dengan mesin pemadat dan akhirnya diperoleh lapisan padat aspal beton (Bina Marga, 1987).

Fungsi lapis aspal beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.

Sesuai dengan fungsinya maka lapis aspal beton mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air.

Persyaratan campuran laston apabila dilakukan pengujian *Marshall* dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Persyaratan campuran Beton aspal

Jenis pemeriksaan	Kepadatan lalu lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
Stabilitas (Kg)	750	650	460
Kelelehan (mm)	2-4	2-4,5	2 - 5
% rongga dalam campuran (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
% rongga terisi aspal (%)	72 - 82	75 - 85	75 - 85
Jumlah tumbukan	2 x 75	2 x 50	2 x 35

Sumber : Bina Marga, 1987

### 3.1.1 Aspal

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

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

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini berupa aspal Pen AC 60-70. Sebagai standar spesifikasi yang dipakai berdasarkan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal untuk jalan raya yang diterbitkan oleh Litbang Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Bina Marga, seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persyaratan aspal keras

No.	Jenis Pemeriksaan	Pen 60-70	Pen 80-100	Satuan
1	Penetrasi (25° C, 5 detik )	60-79	80-99	0,1 mm
2	Titik lembek ( ring and ball )	48-58	54-80	° C
3	Titik nyala ( Clev. Open cup )	200	225	° C
4	Kehilangan berat (163° C, 5 jam )	0,8	0,1	% berat
5	Kelarutan ( CCL <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> )	99	99	% berat
6	Daktilitas ( 25° C, 5 cm/menit )	100	100	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	54	75	% semula
8	Berat jenis (25° C )	1	1	-

Sumber : Bina Marga, 1987

### 3.1.2 Sifat fisik agregat dan gradasi agregat

The Asphalt Institute MS-2 (1991) menyebutkan bahwa menurut ukuran butirannya agregat dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu agregat kasar, agregat halus dan agregat pengisi (*filler*).

a. Agregat kasar.

Agregat kasar yaitu batuan yang tertahan saringan no. 8 (2,36 mm). Agregat kasar dalam campuran akan berfungsi memberikan stabilitas campuran dengan cara saling mengunci dari masing-masing partikel agregat kasar, serta diperoleh juga stabilitas dari tahanan gesek (*friction resistance*) terhadap suatu aksi perpindahan. Bentuk dan tekstur dari agregat kasar sangat menentukan dalam memberikan stabilitas yang tinggi. Oleh karena agregat kasar yang ideal adalah agregat yang memiliki bentuk siku-siku mendekati kubus dan permukaannya kasar.

b. Agregat halus.

Agregat halus yaitu batuan yang lolos saringan no. 8 (2,360 mm) dan tertahan saringan no. 200 (0,075 mm). Fungsi dari agregat halus dalam campuran adalah untuk menambah stabilitas campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar. Disamping itu agregat halus juga berfungsi mengurangi rongga udara dalam campuran dan menaikkan luas permukaan (*surface area*) dari agregat, sehingga mengakibatkan naiknya kadar aspal, hal ini akan mengakibatkan campuran perkerasan menjadi lebih awet.

c. Agregat pengisi (*filler*).

Agregat pengisi (*filler*), yaitu batuan yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm) dan tertahan pan. Filler bisa berupa semen Portland, debu batu, batu

kapur dan lain sebagainya. Filler berfungsi mengisi rongga dalam campuran dan meningkatkan kerapatan dan stabilitas campuran.

Gradasi agregat beton aspal yang dipergunakan dalam penelitian ini mengikuti spesifikasi teknis campuran seperti terdapat dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pembagian gradasi agregat beton aspal

Ukuran Saringan (mm)	% berat yang lolos										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
38,1	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
25,4	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
19,1	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	95-100	100
12,7	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
9,52	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
4,76	35-55	55-75	50-70	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	36-60	48-70
2,38	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-54	27-47	33-53
0,59	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
0,279	6-16	6-16	13-23	13-23	13-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
0,149	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
0,074	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Sumber : Bina Marga, 1987

- a). No. campuran : I,III,IV, VI, VIII, IX, X dan XI dapat dipergunakan untuk lapis permukaan.
- b). No. campuran : II dipergunakan untuk lapis pembukaan, perata (*leveling*), dan lapis antara (*binder*).

- c). No. campuran : V dipergunakan untuk lapis permukaan dan lapis antara (*binder*).

Agregat yang akan dipergunakan dalam pembuatan benda uji harus memenuhi persyaratan sebagaimana tercantum pada tabel 3.4. dan tabel 3.5.

Tabel 3.4 Persyaratan kualitas agregat kasar

No.	Jenis pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Persyaratan	satuan
1	Tingkat keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	PB-0202-76	$\leq 40$	%
2	Kelekatan terhadap aspal	PB-0205-76	$\geq 95$	%
3	Penyerapan terhadap air	PB-0202-75	$\leq 3$	%
4	Berat jenis semu	PB-0202-76	2,5	-
5	Berat jenis kering permukaan jenuh	PB-0202-76	2,5	-
6	Tingkat keawetan ( <i>Soundness</i> )	PB-0202-75	$\leq 12$	%

Sumber : Bina Marga, 1987

Tabel 3.5. Persyaratan kualitas agregat halus

No.	Jenis pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Persyaratan	Satuan
1	Berat jenis semu	PB-0202-07	$\geq 2,5$	-
2	Penyerapan terhadap air	PB-0202-07	$\leq 3$	%
3	Nilai <i>sand equivalent</i>	PB-0202-07	$\geq 50$	%

Sumber : Bina Marga, 1987



### 3.2 Karakteristik *Marshall*

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

Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan beton aspal terlalu kaku, mudah mengalami retak bila menerima beban. Sebaliknya bila nilai stabilitas terlalu rendah beton aspal akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas. Bina Marga (1983) maupun AASHTO (1998) memberikan persyaratan nilai stabilitas beton aspal untuk lalu lintas berat minimal 550 kg.

Menurut *The Asphalt Institute*, MS-2 (1984) stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi adanya deformasi permanen. Selain nilai stabilitas, parameter lain yang dapat diperoleh dari pengujian *Marshall* adalah kepadatan campuran (*density*), VITM (*Voids in the mix*) atau VITM (*voids in total mix*), VFWA (*void filled with asphalt*), *Flow* dan MQ (*Marshall quotient*).

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

*Flow* atau kelelahan menunjukkan besarnya deformasi vertikal dari campuran akibat beban yang bekerja padanya mulai awal pembebanan sampai

kondisi kestabilan menurun. Pengukuran nilai *flow* dilakukan bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*.

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

VITM (*Voids in total mix*) adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume pada suatu campuran. VITM sama artinya dengan *porositas* dan nilainya akan berkurang dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran karena rongga antar butir agregat akan terisi aspal (Robert et al, 1991).

Untuk memperoleh nilai tersebut diperlukan data lain seperti :

1. Berat jenis aspal = (berat / volume).
2. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut

digunakan rumus (3.1) di bawah ini.

$$BJ \text{ agregat} = \frac{100}{(A/F1) + (B/F2) + (C/F3)} \quad (3.1)$$

Keterangan :

A = Persentase agregat kasar,	F1 = Berat jenis agregat kasar
B = Persentase agregat halus,	F2 = Berat jenis agregat halus
C = Persentase <i>filler</i> ,	F3 = Berat jenis <i>filler</i>

semakin cepat, berupa alur dan retak. Nilai VITM dihitung dengan rumus (3.8), (3.9) dan (3.10) di bawah ini.

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

$$g = c / f \quad (3.9)$$

$$f = d - e \quad (3.10)$$

Keterangan ;

g = Nilai kepadatan (gr/cc)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

c = Berat kering / sebelum direndam (gr)

#### 6. *Marshall Quotient (QM)*

Nilai dari *Marshall Quotient* diperoleh dengan rumus (3.11) dibawah ini.

$$\text{QM} = q / r \quad (3.11)$$

Keterangan :

q - Nilai stabilitas (kg)

r - Nilai *flow* (mm)

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

Selanjutnya nilai-nilai yang diperoleh dibandingkan dengan spesifikasi teknis seperti pada tabel 3.6.

Tabel 3.6. Persyaratan kualitas *Marshall* campuran

Parameter	Persyaratan		Satuan
	*)	**)	
1. Stabilitas	$\geq 800$	$\geq 550$	Kg
2. Flow	$\geq 2$	2-4	Mm
3. VMA	$\geq 16$	$\geq 14$	%
4. VITM	3-5	3-5	%
5. VFWA	$\geq 65$	-	%
6. MQ	200-500	200-500	Kg/mm

Sumber : \* Bina Marga ( IRE, 1998), \*\*) Bina Marga, 1987

### 3.3 Permeabilitas

Permeabilitas campuran beton aspal dapat diukur dengan dua nilai yaitu sebagai nilai  $K$  ( $\text{cm}^2$ ) yang menunjukkan nilai permeabilitasnya atau sebagai koefisien permeabilitas  $k$  ( $\text{cm/det}$ ). Nilai koefisien permeabilitas dapat didekati dengan empiris yang sudah banyak digunakan dari analisa hidrolika. Menurut formula dari yang diturunkan dari hukum *Darcy* dalam Fauziah, M (2001) adalah sebagai berikut :

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

Rumus di atas diturunkan menjadi :

$$k = \frac{Q}{(i.A)} \quad (3.13)$$

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

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

Keterangan:

q = V/T = Debit rembesan (cm<sup>3</sup>/detik)

V = Volume rembesan (cm<sup>3</sup>)

T = Lama waktu rembesan terukur (detik)

k = Koefisien permeabilitas (cm/detik)

i = h/L Gradien hidrolik, parameter tak berdimensi

h = P/  $\gamma$  air = Selisih tinggi tckanan total (cm)

P = Tekanan air pengujian (dyne/cm<sup>2</sup>)

$\gamma$  air =  $\rho$  air x g = Berat unit (9,807 dyne/ cm<sup>3</sup>)

A = Luas penampang benda uji yang dilalui Q cm<sup>3</sup>/ detik (cm<sup>2</sup>)

L = Tebal sampel (cm)

Mullen (1967) dalam Fauziah, M (2001) menetapkan pembagian campuran aspal berdasarkan permeabilitas seperti tertera pada tabel 3.7.

Tabel 3.7. Klasifikasi campuran aspal berdasarkan angka permeabilitas

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

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

## **BAB IV**

### **HIPOTESIS**

Perendaman dengan menggunakan air payau pada campuran beton aspal terhadap karakteristik *Marshall* mengakibatkan penurunan nilai stabilitas, nilai VITM, nilai Flow dan meningkatkan nilai VFWA, MQ serta menaikkan nilai koefisien permeabilitas lapisan aspal beton.

## BAB V

### METODE PENELITIAN

#### 5.1 Bahan penelitian

Pada penelitian ini aspal yang dipergunakan adalah aspal keras jenis AC 60-70 yang diproduksi oleh PT Pertamina, Cilacap. Air Payau diambil dari muara Sungai Lukolo daerah Pantai Ayah, Kebumen Jawa Tengah. Agregat kasar, halus dan abu batu berasal dari sumber yang sama yaitu dari *quarry* Clereng Kulon Progo hasil pemecahan batu dengan alat *Stone crusher* milik PT Perwita Karya Yogyakarta.

#### 5.2 Peralatan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Adapun peralatan yang dipakai adalah :

1. 3 (tiga) buah cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm(3"), lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
2. Alat untuk mengeluarkan benda uji. untuk benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji, dipakai sebuah *enjector*.



3. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pon), dan tinggi jatuh beban 45,7 cm (18").
4. Landasan pematat terdiri dari balok kayu (jati atau sejenis), berukuran kira-kira 20x20x45 cm (8"x8"x18") yang dilapisi dengan pelat baja berukuran 30x30x2,5 cm (12"x12"x1") dan diikat pada lantai beton dengan empat bagian siku.
5. Silinder cetakan.
6. Mesin tekan, lengkap dengan:
  - a. Kepala penekan berbentuk lengkung (*breaking head*).
  - b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5kg (25 pound), dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm
  - c. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya

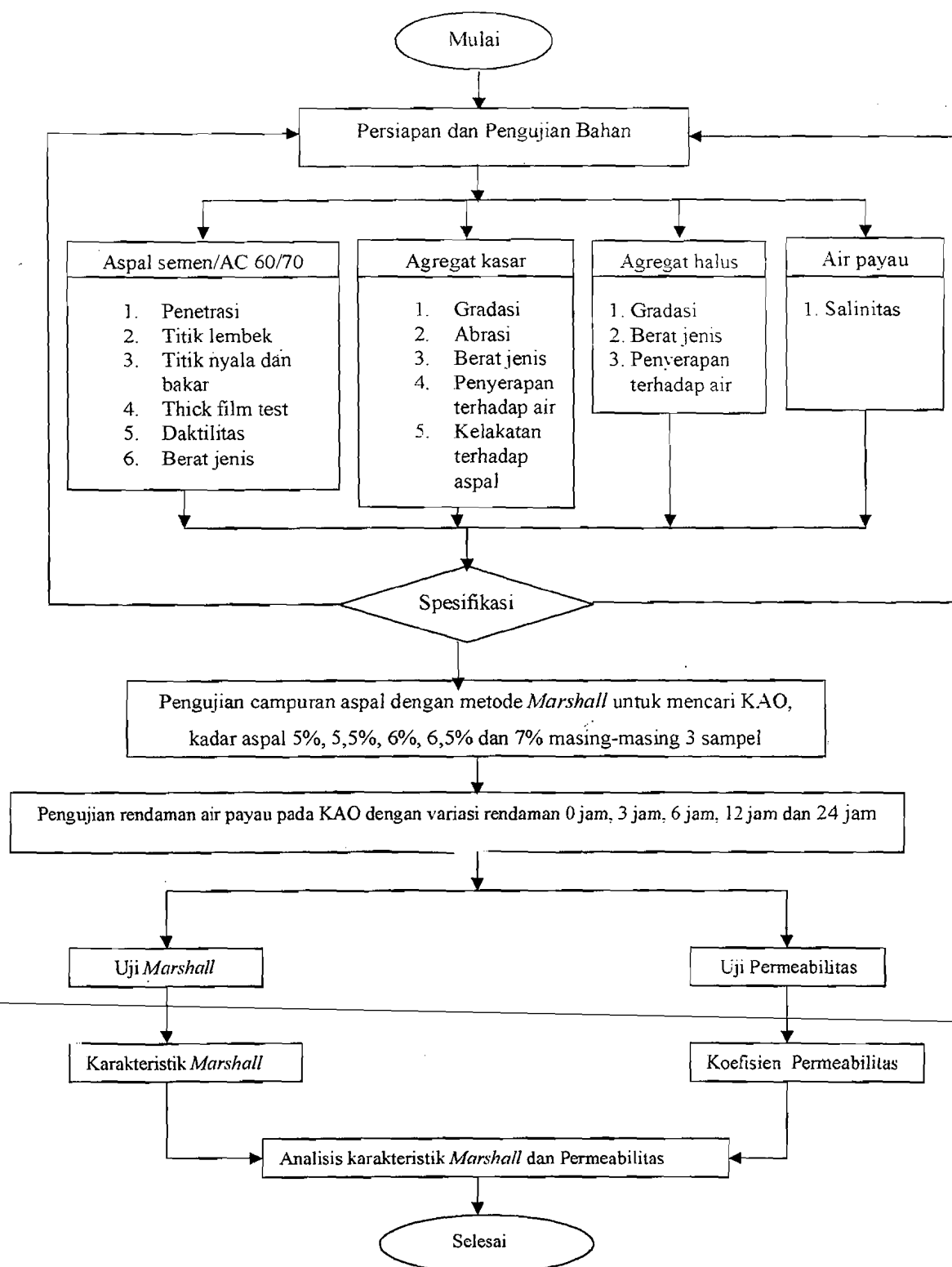
---

7. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai 200° C.
8. Bak perendam (*waterbath*) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C.
9. Perlengkapan-perengkapan yang meliputi :
  - a. Panci-panci untuk memanasi agregat, aspal dan campuran beton aspal.

- b. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas  $250^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas.
- c. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- d. Kompor
- e. Sarung tangan asbes dan karet.
- f. Sendok pengaduk dan perlengkapan lain.

### 5.3 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian mengenai pengaruh air payau terhadap lapisan beton aspal (laston) ini pada uji kandungan kadar garam air payau dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pada pengujian *Marshall* dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, sedangkan pada pengujian Permeabilitas dilakukan di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.



Gambar 5.1. Bagan alir penelitian

## 5.4 Tahapan penelitian

Prosedur penelitian di Laboratorium dapat di lihat dalam gambar 5.1 yang terbagi dalam dua tahap, yaitu tahap I pengujian untuk mendapatkan kadar aspal optimum, dan yang II adalah tahapan desain pada kadar aspal optimum untuk uji rendaman air payau.

### 5.4.1 Tahap persiapan

- a. Persiapan panduan, manual dan standar rujukan yang akan dipakai selama penelitian berlangsung.
- b. Persiapan material yang akan digunakan selama penelitian berjalan.

### 5.4.2 Pengujian Bahan

#### a. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis AC Pen 60/70.

Pengujian Aspal meliputi :

1. Pemeriksaan penetrasi aspal menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-49-68 atau PA 0301-76. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum beban) selama 5 detik pada temperatur 25° C. Besarnya penetrasi

diukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

2. Pemeriksaan titik lembek aspal (*Softening point, Ring and Ball*) menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-53-74 atau PA 0302-76. Pemeriksaan menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja. Titik lembek aspal ialah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal di dalam larutan air atau *gliserin* yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek karena beban bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat  $\pm 3,5$  gram yang diletakkan di atas sehingga lapisan aspal tersebut jatuh melalui jarak 25,4 mm (1 inch). Aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi perkerasan.

3. Pemeriksaan titik bakar dan titik nyala aspal (*Flash point*) menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-48-74 atau PA 0303-76., yang berguna untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat dipermukaan aspal dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Pemeriksaan titik nyala perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal terbakar.

4. Pemeriksaan berat jenis aspal menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-228-68 atau PA 0307-76.. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan *picnometer*. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Peralatan yang digunakan adalah *thermometer*, bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian  $(25 \pm 0.1)^\circ \text{C}$ , *picnometer*, air suling sebanyak  $1000 \text{ cm}^3$  dan bejana gelas. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.
5. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam  $\text{CCL}_4$  menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar PA-0305-76. Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *Carbon Tetra Chlorid*, jika semua bitumen yang diuji larut dalam larutan  $\text{CCL}_4$  maka bitumen tersebut adalah murni.
6. Pemeriksaan *Daktilitas* aspal menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar PA-0306-76. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan

kecepatan tarik tertentu. Besarnya daktilitas aspal yang disyaratkan adalah minimal 100 cm. (Sukirman. S, 1999)

7. Pemeriksaan penetrasi aspal setelah kehilangan berat menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-49-68 atau PA-0301-76.

b. Agregat

Pengujian agregat meliputi :

1. Pemeriksaan keausan agregat (*abrasi*) menggunakan mesin *Los Angeles* sesuai persyaratan standar AASHTO T-96-76 atau 0206-76.
2. Pemeriksaan berat jenis (BJ) dan penyerapan agregat kasar menggunakan peralatan sesuai persyaratan standar AASHTO T-85-74 atau PB 0202-76.
3. Pemeriksaan berat jenis (BJ) dan penyerapan agregat halus menggunakan peralatan sesuai standar AASHTO T-84-74 atau PB 0203-76.
4. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal menggunakan peralatan sesuai standar PB 0205-76.
5. Pemeriksaan *Sand equivalent* agregat halus menggunakan peralatan sesuai persyaratan AASHTO T-176.

c. Pemeriksaan air Payau

Pada pemeriksaan air payau dilakukan pengujian terhadap kadar garam yang dimiliki dan pengaruhnya terhadap nilai-nilai *Marshall* campuran beton aspal.

5.4.3 Perencanaan campuran dan pembuatan model benda uji

Jenis campuran beton aspal yang dipakai adalah beton aspal untuk lapis permukaan struktural, proporsi bahan susun campuran menggunakan perbandingan berat. Adapun variasi model campuran beton aspal sesuai dengan Bina Marga (1987).

Gradaasi agregat yang digunakan sebagai bahan susun adalah nilai tengah campuran aspal beton yang sesuai standar spesifikasi Bina Marga (1987).



Tabel 5.2. Gradasi agregat berdasar Grading IV Bina Marga (1987)

No. saringan (mm)	Persentase yang lolos saringan	Gradasi rencana
38,1 mm	-	-
25,4 mm	-	-
19,1 mm	100	100
12,7 mm	80-100	90
9,52 mm	70-90	80
4,76 mm	50-70	60
2,38 mm	35-50	42,5
0,59 mm	18-29	23,5
0,279 mm	13-23	18
0,149 mm	8-16	12
0,074 mm	4-10	7

Sumber : Bina Marga, 1987

a. Model benda uji campuran

Untuk membuat benda uji diperlukan 1200 gram campuran menghasilkan tinggi benda uji  $\pm 7$  cm dengan diameter 10 cm. Pencampuran ditentukan sesuai dengan *grading* tipe IV dengan kadar aspal 5% sampai 7% dari berat total campuran dengan interval 0,5 %. Masing-masing benda uji dibuat *triplo* sehingga benda uji untuk mendapatkan KAO berjumlah  $5 \times 3 = 15$  benda uji, seperti yang terlihat pada gambar 5.1. di atas.

#### 5.4.4 Pengujian standar untuk mendapatkan KAO

##### a. Persiapan benda uji

1. Agregat yang sudah dikeringkan pada suhu 105-110° C minimum selama 4 jam dari dalam oven sampai mencapai berat tetap.
2. Agregat yang sudah dipisahkan menurut fraksi-fraksi yang sudah dikehendaki dengan memakai saringan.
3. Aspal yang sudah dipanaskan sampai mencapai tingkat kekentalan (*viskositas*) yang disyaratkan baik.

##### b. Penentuan suhu pencampuran dan suhu pemadatan

Suhu pencampuran dan pemadatan harus ditentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan *viskositas*, pada penelitian ini dipakai suhu pencampuran dan pemadatan menurut spesifikasi Bina Marga, 1987 untuk Aspal Beton, yaitu suhu pencampuran 160° C, suhu pemadatan 140° C.

##### c. Persiapan pencampuran

1. Untuk setiap benda uji diperlukan Agregat sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 63, 5 mm  $\pm 1,27$  mm.

2. Panci pencampur dipanaskan beserta agregat kira-kira  $28^{\circ}\text{C}$  diatas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai  $14^{\circ}\text{C}$  diatas suhu pencampuran.
3. Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan dituangkan sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat sampai agregat terselimuti aspal secara merata.

d. Pemadatan benda uji

1. Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93,3^{\circ}\text{C}$  –  $148,9^{\circ}\text{C}$ .
2. Cetakan diletakkan di atas landasan pemadat dan ditahan dengan pemegang cetakan.
3. Alat cetakan diberi selembat kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan.
4. Seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan *spatula* yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali dibagian tengahnya.
5. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk 75 kali tumbukan untuk lalu lintas berat, 50 kali tumbukan untuk lalu lintas sedang, 35 kali

untuk lalu lintas ringan dengan tinggi jatuh 457,2 mm. Selama pemadatan harus diperhatikan agar sumbu pemadat selalu tegak lurus pada alat cetakan.

6. Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi.
7. Benda uji yang sudah dibalikkan ini ditumbuk dengan tumbukan yang sama dengan point 5 di atas.
8. Sesudah pemadatan dilakukan, keping alas dilepaskan dan selanjutnya alat pengeluar benda uji dipasang pada permukaan ujung benda uji, kemudian dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan biarkan kira-kira selama 24 jam pada suhu ruang.
9. Bila diperlukan pendinginan yang lebih cepat dapat digunakan kipas angin meja.

Setelah mendapatkan nilai kadar aspal optimum, maka untuk percobaan tahap ke 2 membuat benda uji berdasarkan kadar aspal optimum yang sudah didapat dari percobaan tahap ke 1, maka percobaan selanjutnya adalah seperti pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Model benda uji pada KAO untuk uji *Marshall* dan Permeabilitas

Media perendaman	Variasi perendaman	Uji <i>Marshall</i>	Uji permeabilitas	Jumlah benda uji
Air Payau	0 Jam	3	3	6
	3 Jam	3	3	6
	6 Jam	3	3	6
	12 Jam	3	3	6
	24 Jam	3	3	6
	Total benda uji			

Jumlah total benda uji yang dipakai adalah  $15 + 30 = 45$  benda uji

#### 5.4.5 Pengujian *Marshall*

Seperangkat alat uji karakteristik campuran agregat aspal dengan metode aspal terdiri atas :

- a). Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan yang berbentuk lengkung. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm serta dilengkapi dengan arloji pengukuran kelelahan plastis.
- b). Alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm, tinggi 7,5 cm yang dilengkapi dengan plat atas dan leher sambung.

- c) Penumbuk otomatis elektrik/manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder, berat 4,536 kg (10 lbs) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.
- d) *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
- e) Bak perendam (*waterbath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- f) Alat-alat yang menunjang antara lain panci, kompor pemanas, *termometer*, *sendok*, *spatula*, timbangan dan lain-lain.

#### 5.4.5.1 Persiapan pengujian

Persiapan pengujian meliputi :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pada masing-masing benda uji dipasang tanda pengenal atau nomor.
3. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm.
4. Benda uji ditimbang.
5. Benda uji selanjutnya direndam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruangan.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh.
8. Benda uji ditimbang dalam bak perendam selama 30-40 menit dengan suhu tetap 60° C untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukkan benda uji ke dalam oven minimum 2 jam dengan suhu tetap 25° C.

9. Batang penuntun (*guide road*) dan permukaan dalam dari kepala penekan dibersihkan, sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas.

#### 5.4.5.2. Cara pengujian

Cara uji dilakukan sebagai berikut:

1. Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dan bak perendaman atau oven sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi dari 30 detik.
2. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan.
3. Benda uji diletakkan di dalam segmen kepala penekan, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
4. Arloji pengukur alir (*flow*) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penuntun pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
5. Sebelum pembebanan diberikan kepala penekan serta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji.
6. Jarum arloji tekan diatur pada kedudukan angka nol.
7. Pembebanan diberikan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat

pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm, koreksilah bebannya dengan menggunakan faktor perkalian yang bersangkutan.

8. Nilai alir (*flow*) dicatat yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

Dari hasil penelitian yang dicapai akan diperoleh data, yang akhirnya dapat dihitung nilai-nilai:

1. Stabilitas (Kg)
2. *Flow* (mm)
3. VITM
4. VFWA
5. *Marshall Quotient* (MQ)
6. *Density*

#### 5.4.6 Pengujian permeabilitas

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



- a. Permukaan benda uji dibersihkan dari debu dan kotoran dan harus dalam keadaan kering.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Benda uji dipasang dalam 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 di dalam 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.

#### 5.5. Pelaksanaan pokok penelitian dengan perendaman campuran pada larutan air payau

Setelah nilai kadar aspal optimum diketahui kemudian dilakukan perencanaan campuran dengan menggunakan kadar aspal optimum sebanyak 30 buah. Selanjutnya dari 30 sampel yang sudah dibuat dilakukan perendaman pada larutan air payau dengan variasi perendaman berlangsung 0 jam (30 menit), 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam masing-masing 3 (tiga) sampel, kemudian dilakukan pengujian *Marshall dan permeabilitas*

Semua perlakuan kepada campuran ini sama dengan pada penentuan kadar aspal optimum. Perbedaan perlakuannya adalah pada variasi perendaman air payau sebelum dilakukan uji *Marshall* sebagai pokok dari penelitian ini.

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

##### 6.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Agergat 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 agegat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum pada tabel 6.1 sampai dengan tabel 6.2 Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran I.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Keausan Dengan mesin <i>Los Angeles</i>	21,14 %	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap Aspal	98 %	$\geq 95 \%$
3	Peresapan air terhadap Agregat	1,99 %	$\leq 3,0 \%$
4	Berat Jenis Agregat Kasar	2,65	$\geq 2,5$

Sumber : Hasil Penelitian (2004) dan \*) Bina Marga, 1987

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	67,75 %	$\geq 50 \%$
2	Peresapan air terhadap Agregat	0,6 %	$\leq 3,0 \%$
3	Berat jenis Agregat halus	2,761	$\geq 2,5$

Sumber : Hasil Penelitian (2004) dan \*) Bina Marga, 1987

### 6.1.2 . Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina Cilacap. Dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data-data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987 seperti tercantum pada tabel 6.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi	72,2	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	55	48	58	° C
3	Titik Nyala	343	200	-	° C
4	Kelarutan CCL <sub>4</sub>	99 %	99	-	% Berat
5	Daktilitas (25° C, 5 cm/ menit)	340	100	-	Cm
6	Berat jenis (gr/cc)	1,25	1	-	-

Sumber : Hasil Penelitian (2004) dan \*) Bina Marga, 1987

### 6.1.3 Hasil Pengujian Air Payau

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pengujian untuk mengetahui kandungan kadar garam air payau dilakukan dengan cara membuat sampel triplo, dengan volume untuk setiap sampel air payau 25 ml kemudian dari ketiga sampel dicampur dengan volume AgNO<sub>3</sub> pada setiap sampel. Dari ketiga pengujian yang dilakukan diperoleh kadar garam rata-rata 0,3420 mgr/l. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5



## 6.2 Hasil Pengujian *Marshall*

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), 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 test *Marshall*.

### 6.2.1. Campuran beton aspal dengan variasi kadar aspal

Hasil pengujian *Marshall* secara ringkas pada beton aspal dengan menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal tercantum pada tabel 6.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 6.4. Hasil pengujian *Marshall* benda uji dengan kadar aspal bervariasi

Karakteristik	Syarat *)	Kadar aspal (%)				
		5	5,5	6	6,5	7
VFWA (%)	≥ 65	50,688	62,616	70,99	77,062	81,63
VITM (%)	3-5	9,101	6,220	5,042	3,744	3,016
Stabilitas(kg)	≥ 800	1129,13	2150,63	1639,89	1958,55	1824,29
<i>Flow</i> (mm)	≥ 2	2,21	3,20	3,55	3,93	3,87
MQ (kg/mm)	200-500	510,06	670,74	461,96	499,24	471,34

Sumber : Hasil Penelitian (2004) dan \*) Bina Marga, 1998

Dari data pada tabel 6.4. maka didapat kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,5 %.

### 6.2.2 Campuran beton aspal rendaman air payau pada KAO

Hasil pengujian *Marshall* pada campuran beton aspal dengan perendaman air payau pada KAO untuk berbagai variasi lama perendaman tercantum pada tabel

6.5. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.2.

Tabel 6.5. Hasil pengujian *Marshall* campuran beton aspal dengan perendaman air payau pada KAO dengan berbagai variasi lama perendaman

Karakteristik	Syarat *)	Variasi lama perendaman air payau (Jam)				
		0	3	6	12	24
VFWA (%)	$\geq 65$	77,062	77,230	77,410	77,450	78,710
VITM (%)	3-5	3,744	3,540	2,570	1,350	1,207
Stabilitas (kg)	$\geq 800$	1958,55	1853,08	1842,46	1747,99	1370,92
<i>Flow</i> (mm)	$\geq 2$	3,93	3,30	2,90	2,80	2,30
MQ (kg/mm)	200-500	498,30	510,64	570,58	574,00	684,50

Sumber : Hasil Penelitian (2004) dan \*) Bina Marga, 1998

### 6.3 Sifat Fisik Bahan

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

Pengujian terhadap tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran merupakan komponen yang mendukung beban sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan di jalan. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai keausan sebesar 21,14 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan (<40 %).

Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dapat dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin besar daya lekat agregat terhadap aspal maka *internal friction* akan semakin meningkat, sehingga stabilitas akan semakin menurun.

Pengujian *Daktilitas* bertujuan untuk mengetahui keliatan atau *kohesi* dalam aspal itu sendiri yang dapat menggambarkan *fleksibilitas* campuran. *Fleksibilitas* campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa



Pengujian *Daktalitas* bertujuan untuk mengetahui keliatan atau *kohesi* dalam aspal itu sendiri yang dapat menggambarkan *fleksibilitas* campuran. *Fleksibilitas* campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan *daktalitas* menunjukkan nilai 340 cm, lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ( $> 100$  cm).

Berat jenis aspal dapat diketahui untuk merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,25, sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar  $> 1,00$ .

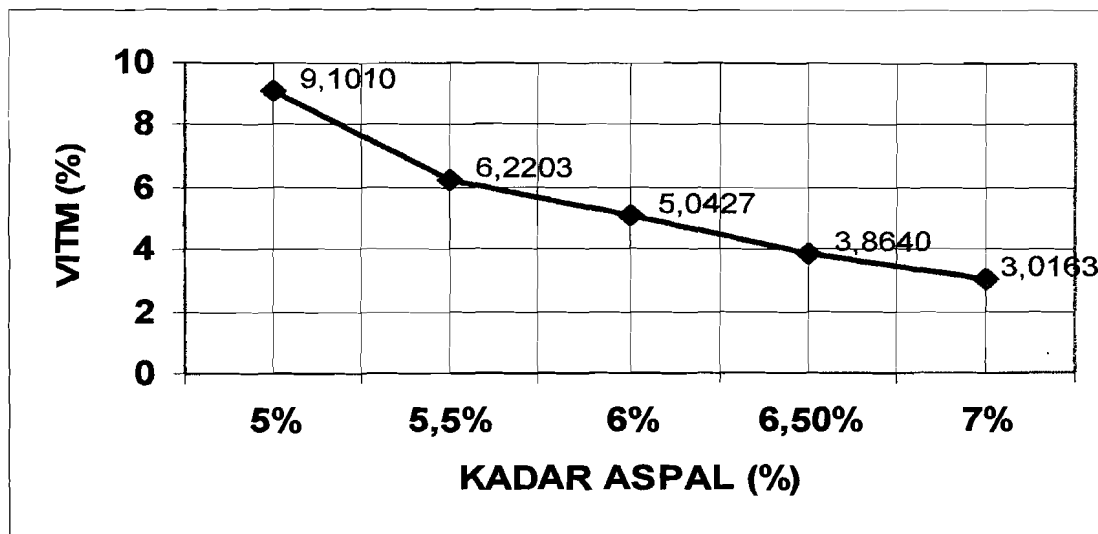
#### **6.4 Karakteristik *Marshall* campuran beton aspal**

##### **6.4.1 Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VITM (*Voids In The Mix*) campuran beton aspal**

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

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada gambar 6.1. dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM, hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar

sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga-rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.



Gambar 6.1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM

Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga (1998) adalah 3-5 %.

Perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah ( $< 3\%$ ) akan mudah mengalami *bleeding*. Hal ini terjadi pada saat temperatur perkerasan tinggi, aspal yang mencair bila menerima beban akan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Dengan nilai VITM yang rendah berarti rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya bila VITM yang terlalu besar ( $> 5\%$ ) akan mengurangi kekedapan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi menurun. Dengan

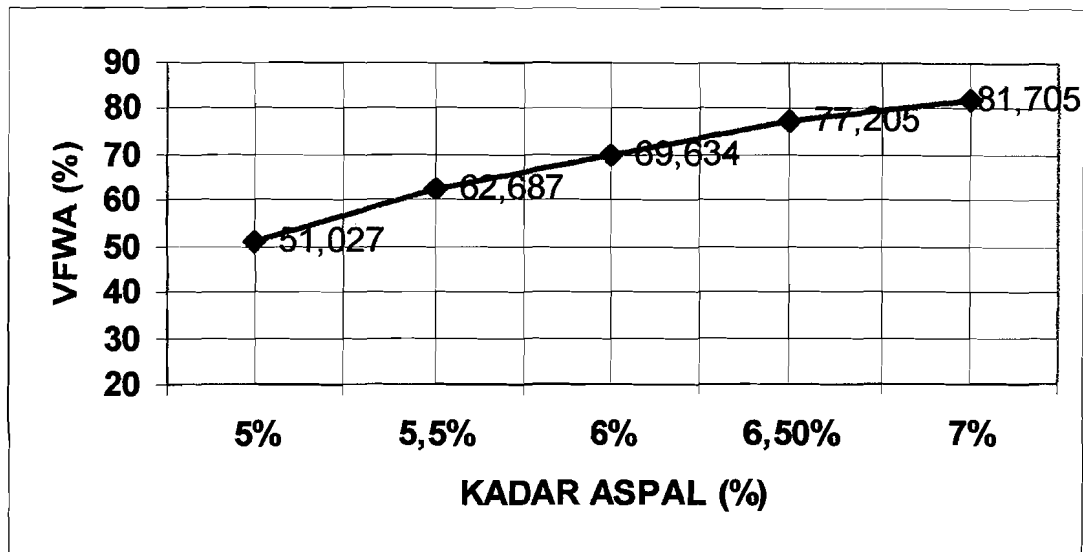
demikian nilai VITM yang didapat dari hasil pengujian yang sesuai dengan persyaratan Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 % - 7 %.

#### **6.4.2 Pengaruh kadar aspal terhadap nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) campuran beton aspal**

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

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada gambar 6.2. dan tabel 5.4. 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 pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk ke dalam rongga-rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VFWA menjadi semakin besar.

Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga (1998) adalah  $\geq 65\%$ . Dengan demikian campuran beton aspal dengan kadar 69,634 % - 81,705 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



Gambar 6.2. Grafik hubungan antar kadar aspal dengan nilai VFWA

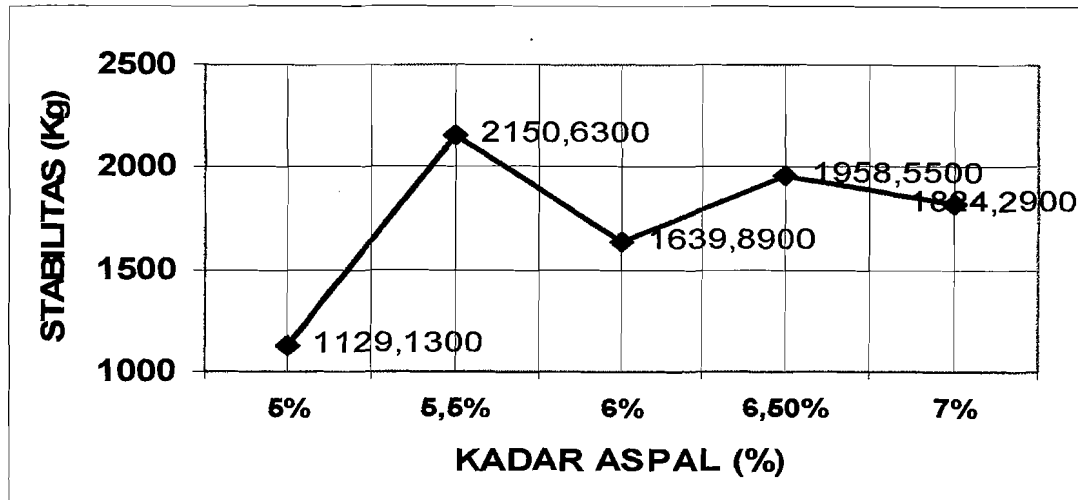
#### 6.4.3 Pengaruh kadar aspal terhadap nilai stabilitas campuran aspal beton aspal

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 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 6.3. dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 5 %, selanjutnya pada kadar aspal 5,5 % nilai stabilitas mulai turun. Stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal antara 5 % sampai dengan 5,5 % dengan stabilitas optimum sebesar 2150,63 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 dan selanjutnya akan meningkatkan nilai stabilitas campuran. Sedangkan penurunan nilai stabilitas disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin setelah melewati nilai optimum sehingga *film* aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan bermuara pada turunnya nilai stabilitas campuran.



Gambar 6.3. Grafik hubungan antar kadar aspal dengan nilai stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1998) untuk campuran beton aspal adalah  $\geq 550$  kg. Dengan demikian semua campuran beton dengan kadar aspal 5 % sampai dengan 7 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal dicapai pada kadar aspal 5 % dengan nilai stabilitas sebesar 1129,13 kg.

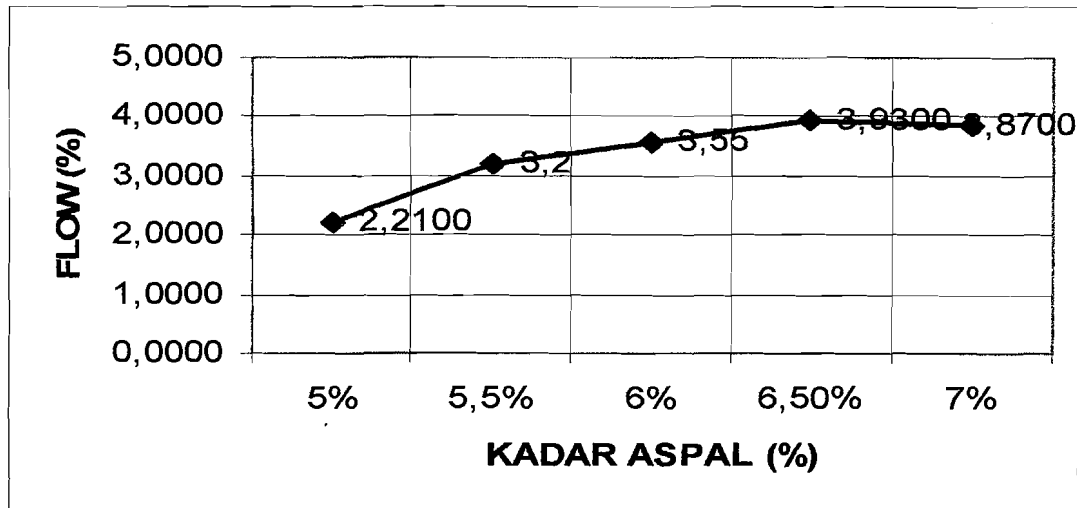
#### 6.4.4 Pengaruh kadar aspal terhadap nilai *flow* (kelelehan) campuran beton aspal

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

temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki kelelahan tinggi dengan nilai stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk apabila mengalami pembebanan lalu lintas, sedangkan campuran dengan kelelahan rendah dan stabilitas yang tinggi cenderung bersifat getas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada gambar 6.4. dan tabel 5.4. Dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai *flow* cenderung meningkat. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat.

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1998) untuk campuran beton aspal adalah  $\geq 2$  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 akan mengakibatkan perkerasan memiliki deformasi yang semakin tinggi. Dari hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada kadar aspal 5 % - 7 %.



Gambar 6.4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Flow*

#### 6.4.5 Pengaruh Kadar aspal terhadap Nilai MQ (*Marshall Quotient*)

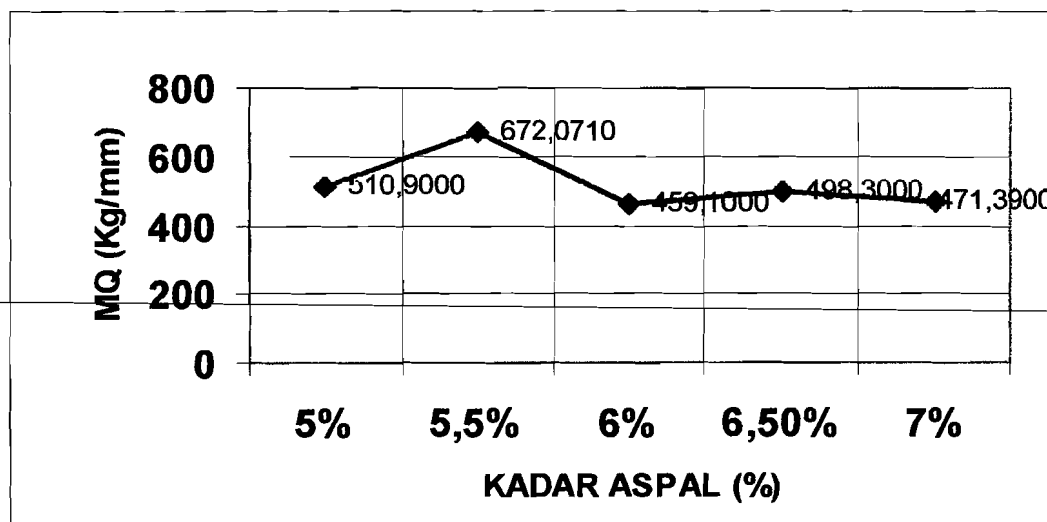
##### Campuran aspal Beton

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas campuran dari suatu campuran. Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak-retak (*cracking*). Sebaliknya campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Besarnya nilai *Marshall Quotient* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara 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 6.5 dan 5.4 . Dapat dilihat penambahan kadar aspal dari 5,5 % sampai 7 % nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun. Kenaikan nilai MQ pada campuran beton aspal disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga *kohesi* antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Sedangkan penurunan nilai MQ pada campuran aspal beton disebabkan campuran menjadi bersifat plastis dengan penambahan kadar aspal.



Gambar 6.5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *Marshall Quotient*

### 6.5 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 1998. 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 6,5 %.

Tabel 6.5. Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal

Kadar Aspal (%) Spec.	5	5,5	6	6,5	7
Density ( $\geq 2$ gr/cc)	—————				
VITM (3-5 %)			—————		
Stabilitas ( $\geq 800$ kg)	—————				
Flow ( $> 2$ mm)	—————				
MQ (200-500 kg/mm)			—————		
VFWA ( $\geq 65$ %)			—————		

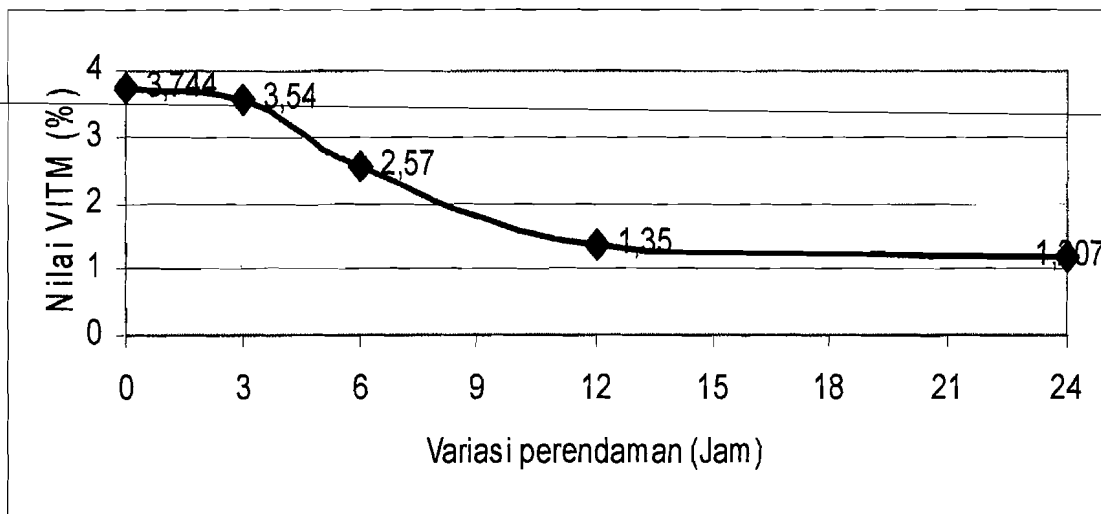
$$KAO = \frac{1}{2}(6+7) \longrightarrow 6,5 \%$$

### 6.6 Pengaruh perendaman air payau terhadap karakteristik *Marshall*

#### 6.6.1 Pengaruh perendaman air payau terhadap VITM

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama perendaman air payau dengan nilai VITM pada kadar optimum dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam ditunjukkan pada tabel dan gambar 6.6. berikut ini :

Lama Perendaman (Jam)	VITM (%)
0	3,744
3	3,54
6	2,57
12	1,35
24	1,207



Gambar 6.6 Hubungan antara variasi perendaman dengan VITM

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air payau akan mengakibatkan penurunan nilai VITM, ini disebabkan oleh rongga yang ada sudah terisi oleh aspal yang meleleh sehingga jumlah rongga dalam campuran akan menurun yang disebabkan dari proses oksidasi yang terjadi, dimana proses ini mengakibatkan panas. disamping itu proses penipisan dan pelepasan *film* aspal (melarutnya *asphaltenes* kedalam *oils*) juga terjadi sehingga campuran akan mempunyai kekakuan yang cukup tinggi, kekakuan yang tinggi dapat mengakibatkan campuran mudah retak dalam menerima deformasi sehingga sifat *adhesi* aspal akan berkurang yang akan mengakibatkan pelepasan butiran antar agregat. Pada saat yang sama agregat yang berasal dari batuan *vulkanik* yang mengandung lapisan *silica* mengakibatkan pelepasan *film* aspal yang menyelimuti disekelilingnya, sehingga terjadi rongga udara baru tapi dalam prosentase yang semakin mengecil berbanding dengan semakin lama mengalami rendaman air payau.

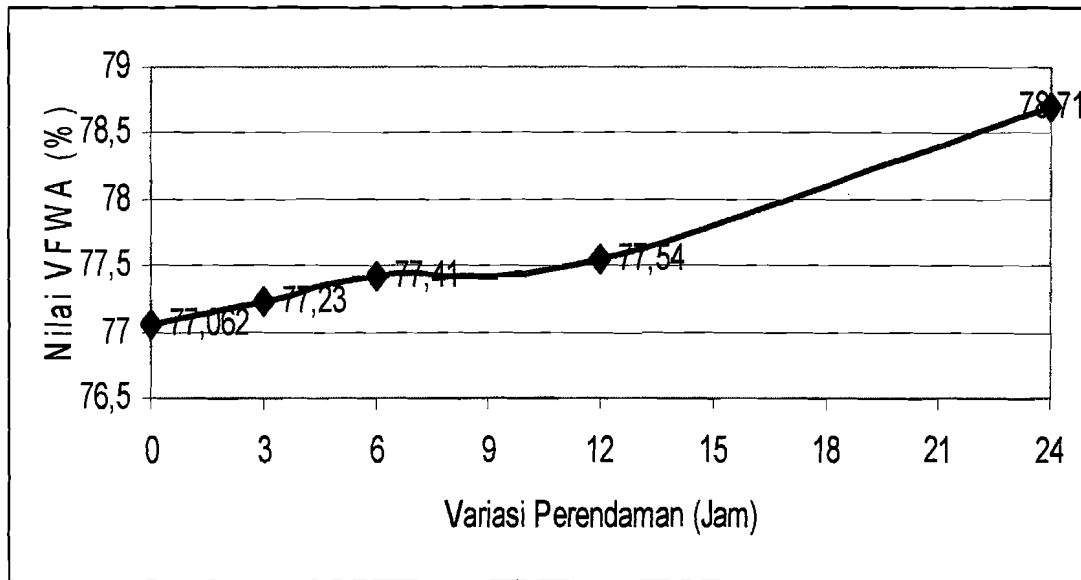
Spesifikasi Teknis Bina Marga Dan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan khusus untuk nilai VITM pada campuran AC yaitu 3 % - 5 %. Nilai VITM yang kurang dari 3 % dengan kadar aspal yang tinggi akan menyebabkan campuran mudah terjadi deformasi dalam menerima beban, ini terjadi setelah campuran AC mengalami perendaman air payau selama lebih dari 6 jam. Apabila rongga dalam campuran terlalu kecil, pada suhu yang tinggi aspal mengalami penurunan *viskositas* sehingga jika mengalami pembebanan aspal akan menuju gerak ruang

kosong, jika ruang kosong atau rongga ini terlalu kecil dan tidak tersedia rongga yang cukup bagi aspal tersebut maka aspal akan naik kepermukaan. Peristiwa inilah yang disebut *bleeding*.

#### 6.6.2 Pengaruh perendaman air payau terhadap VFWA

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama perendaman air payau dengan nilai VFWA pada kadar optimum dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam ditunjukkan pada tabel dan gambar 6.7.berikut ini :

Lama Perendaman (Jam)	VFWA (%)
0	77,062
3	77,230
6	77,410
12	77,450
24	78,710



Gambar 6.7 Hubungan antara variasi perendaman dengan VFWA

Dari hasil penelitian Laboratorium di atas menunjukkan semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air payau akan mengakibatkan naiknya nilai VFWA., tetapi masih dalam batas yang disyaratkan Bina Marga dan Puslitbang Jalan 1998 baik pada perendaman 0 jam sampai 24 jam. Naiknya nilai VFWA ini disebabkan oleh karena naiknya jumlah rongga yang ada di dalam campuran yang diakibatkan oleh proses *oksidasi* oksigen yang menyebabkan panas, proses ini akan mengakibatkan pelepasan oksigen dan hidrogen yang terkandung didalam rongga campuran, maupun oksigen yang berada dalam campuran ataupun oksigen dari campuran air payau dengan air. Selain itu panas juga mengakibatkan pelepasan *film* aspal yang menyelimuti butiran agregat dan melarutkan *asphaltenes* kedalam *oils*, proses ini akan mengakibatkan timbulnya rongga baru didalam

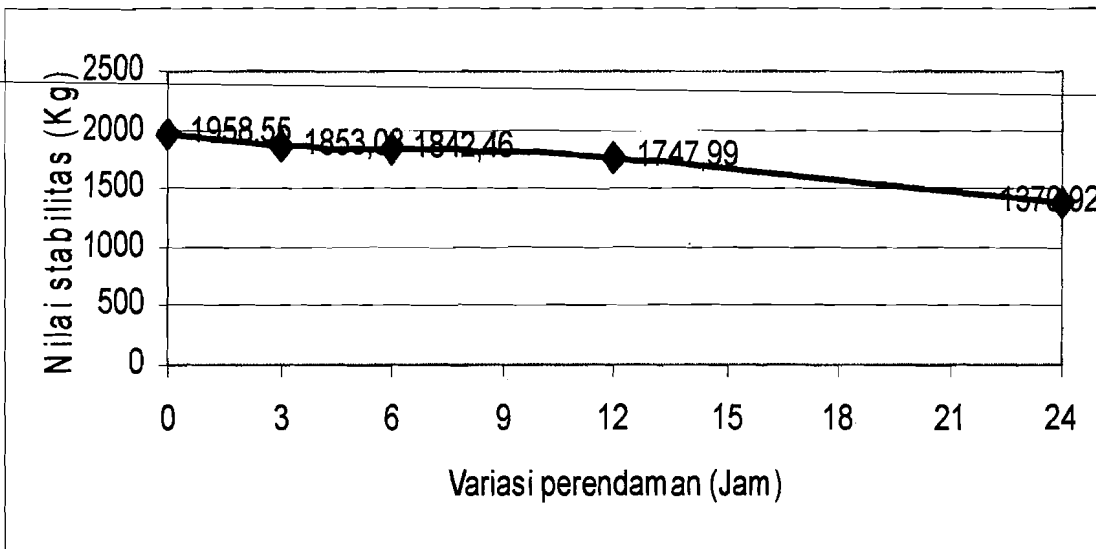
campuran, karena adanya proses desakan antar butiran yang terjadi selama proses oksidasi berlangsung. Panas juga dapat menurunkan kekentalan aspal sehingga apabila campuran mengalami pembebanan maka akan terjadi desakan kesemua arah dan mengisi rongga baru yang terbentuk akibat proses oksidasi tersebut.

Faktor lain yang berdampak langsung adalah jenis agregat yang digunakan, pada penelitian ini menggunakan agregat dari hasil pemecah batu Clereng, Kulon Progo, DIY. Dimana agregat tersebut berasal dari batuan *vulkanik* Gunung Merapi. Agregat yang berasal dari batuan *vulkanik* mengandung *silica* dan bahan yang tidak menguntungkan apabila dipakai sebagai bahan perkerasan. Batuan pasir *vulkanik* hitam sering mempunyai lapisan (selimut) *silica* yang tipis (juga dalam hal ini menjadikan pasir bersifat *pozzolanic* tinggi). Aspal sangat sulit melekat pada *silica* sehingga apabila terkena genangan air maka lapisan *film* aspal akan mudah mengelupas dan terlepas dari butiran agregat dan membentuk rongga baru. Spesifikasi Teknis dari Bina Marga dan Puslitbang Jalan 1998 mensyaratkan nilai VFWA  $\geq 65\%$ .

### 6.6.3 Pengaruh perendaman air payau terhadap Stabilitas

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama perendaman air payau dengan nilai Stabilitas pada kadar optimum dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam ditunjukkan pada tabel dan gambar 6.8. berikut ini :

Lama Perendaman (Jam)	Stabilitas (kg)
0	1958,55
3	1853,08
6	1842,46
12	1747,99
24	1370,92



Gambar 6.8 Hubungan antara variasi perendaman dengan Stabilitas



Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman air payau akan mengakibatkan penurunan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan rongga yang terdapat didalam campuran sebagian sudah terisi oleh lelehan aspal bebas yang diakibatkan oleh panas dari proses oksidasi, hal ini terlihat jelas dari nilai yang ditunjukkan oleh menurunnya nilai VITM dan naiknya nilai VFWA. Dalam hal ini kepadatan campuran akan bertambah seiring naiknya nilai VFWA oleh karena terisinya rongga yang dikandung campuran tersebut, tetapi disisi lain pada waktu yang bersamaan terbentuknya rongga baru akibat pelepasan oksigen dalam proses *oksidasi* dan panas juga terjadinya penipisan dan pelepasan *film* aspal yang meliputi butiran agregat sehingga proses deformasi campuran terjadi. Berkurangnya kadar aspal bebas akan menyebabkan berkurangnya *adhesi* dan saling mengunci antar partikel agregat sehingga akan menurunkan nilai stabilitas. Disisi lain dengan perilaku rendaman, campuran akan bersifat jenuh air seiring dengan lamanya variasi rendaman air payau yang dialami, sehingga deformasi awal sudah dialami oleh campuran tersebut.

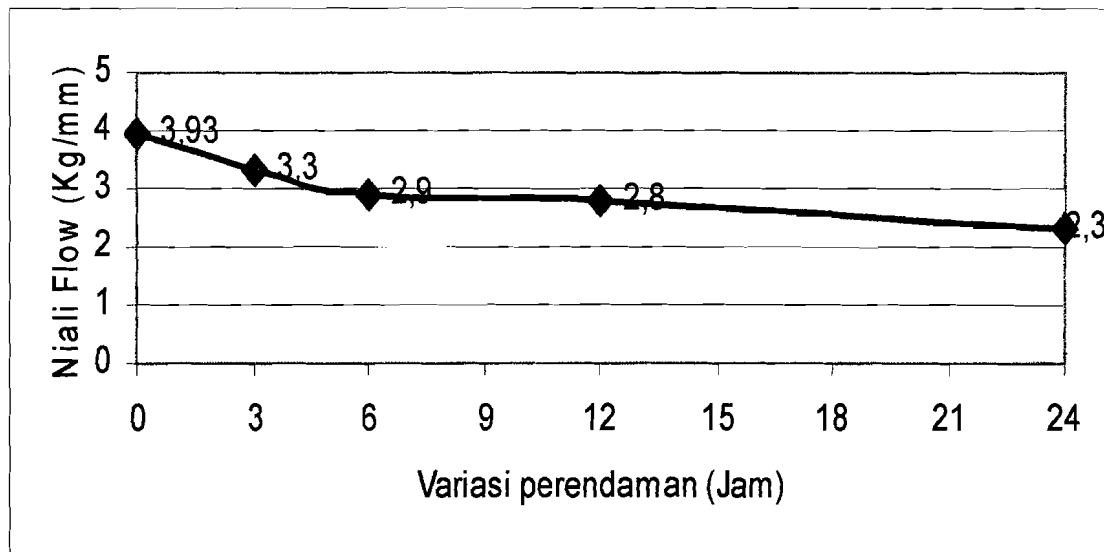
Dari Spesifikasi Bina Marga (1998) Stabilitas yang disyaratkan untuk campuran AC adalah  $\geq 800$  kg. Apabila stabilitas kurang dari 800 kg maka akan mudah mengalami deformasi karena perkerasan bersifat *elastic* sehingga tidak akan mampu menahan deformasi. Tidak ada batas maksimal untuk nilai stabilitas karena

semakin tinggi nilai stabilitas semakin baik campuran tersebut dalam menahan *deformasi* yang terjadi.

#### 6.6.4 Pengaruh perendaman air payau terhadap flow

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama perendaman air payau dengan nilai *Flow* pada kadar optimum dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam ditunjukkan pada tabel dan gambar 6.9. berikut ini :

Lama Perendaman (Jam)	Flow (mm)
0	3,93
3	3,30
6	2,90
12	2,80
24	2,30



Gambar 6.9 Hubungan antara variasi perendaman dengan *flow*

Dari hasil di atas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman air payau akan mengakibatkan penurunan nilai *flow*. Penurunan nilai *flow* ini disebabkan oleh terisinya rongga yang berada didalam campuran oleh aspal bebas pada peristiwa *oksidasi* aspal, air dan air payau yang mengandung kadar garam, dari hasil oksidasi ini akan menyebabkan panas. Penurunan *flow* ini akan diikuti penurunan nilai stabilitas, karena proses panas mengakibatkan penipisan dan pelepasan *film* aspal sehingga nilai *viskositas* aspal menjadi kecil. Nilai *viskositas* sangat dipengaruhi oleh lamanya pembebanan dan adanya suhu yang tinggi (panas *oksidasi*), *oksidasi* pada suhu tinggi akan mengakibatkan tertariknya oksigen dan  $H_2$  keluar sehingga akan terjadi pembentukan *asphaltenese* yang lebih banyak. Pembentukan *asphaltenese* yang

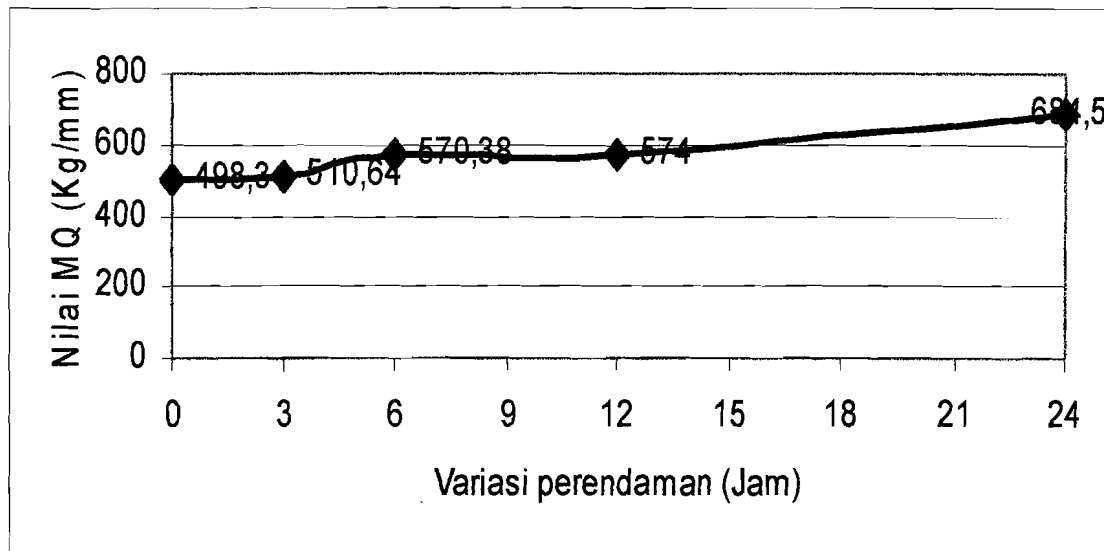
berlanjut dapat menyebabkan campuran akan kekurangan aspal untuk mengikat agregat yang ada dan efek selanjutnya campuran akan bersifat getas dan apabila terkena pembebanan akan terjadi goyah (*reveling*) dan *cracking*. Peristiwa tersebut terjadi karena aspal sudah mengalami penurunan nilai kekakuan (*viskositas*).

Spesifikasi Teknis dari Bina Marga Dan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai *flow* lebih dari 2 mm. Jika nilai *flow* kurang dari 2 mm menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga lapisan perkerasan mudah mengalami retak. Pada penelitian ini nilai *flow* masih dalam batas yang disyaratkan.

#### 6.6.5 Pengaruh perendaman air payau terhadap MQ

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama perendaman air payau dengan nilai MQ pada kadar optimum dengan variasi perendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam ditunjukkan pada tabel dan gambar 6.10 berikut ini :

Lama Perendaman (Jam)	Marshall Quotient (kg/mm)
0	498,3
3	510,64
6	570,58
12	574,00
24	684,50



Gambar 6.10 Hubungan antara variasi perendaman dengan MQ

Dari hasil penelitian di atas menunjukkan semakin lama campuran AC mengalami rendaman air payau akan mengakibatkan naiknya nilai *Marshall Quotient*. Naiknya nilai MQ ini disebabkan oleh penurunan nilai stabilitas dan penurunan pada nilai *flow*. Penurunan ini disebabkan karena rongga yang ada didalam campuran telah terisi oleh aspal yang meleleh, yang diakibatkan oleh panas dalam proses oksidasi. Penurunan nilai *flow* langsung diikuti oleh penurunan nilai stabilitas, sehingga akibat panas akan menaikkan *viskositas* aspal yang ada didalam rongga campuran yang mengakibatkan nilai *density* bertambah. Apabila proses oksidasi ini berlanjut seiring dengan lamanya campuran mengalami variasi perendaman air payau maka pelepasan energi *thermal* aspal akan terus terjadi dan akan melarutkan *asphaltenese* kedalam *oils*, akibatnya campuran akan kekurangan aspal untuk mengikat agregat dan campuran akan bersifat getas. Dalam kondisi ini

nilai *flow* akan mengalami penurunan. Apabila campuran mengalami pembebanan maka nilai deformasinya akan cenderung mengecil seiring bertambah lamanya waktu rendaman air payau.

Spesifikasi Teknis dari Bina Marga memberikan persyaratan khusus untuk Campuran AC yaitu 200 kg/mm-500 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* dibawah 200 kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *rutting* dan *bleeding*. Pada penelitian ini nilai MQ setelah campuran AC mengalami perendaman air payau selama lebih dari 0 jam dan mulai pada perendaman 3 jam tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

#### **6.7 Evaluasi hasil penelitian**

Hasil penelitian ini terdiri dari hasil pemeriksaan agregat , hasil pengujian PH campuran air payau, hasil pengujian sampel terhadap rendaman air payau, hasil pengujian campuran air payau dengan metode *Marshall*.

Hasil pemeriksaan test *Marshall* ini akan dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga 1998. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.6. berikut ini :

Tabel 6.6. Hasil pemeriksaan *Marshall test* campuran AC dengan variasi perendaman air payau

Spesifikasi Bina Marga 1998.	Variasi lama perendaman				
	0 jam	3 jam	6 jam	12 jam	24 jam
VITM (3-5 %)					
VFWA ( $\geq 65\%$ )					
Stabilitas ( $\geq 800$ kg)					
Flow ( $\geq 2$ mm)					
MQ (200-500 kg/mm)					

↓  
3 Jam

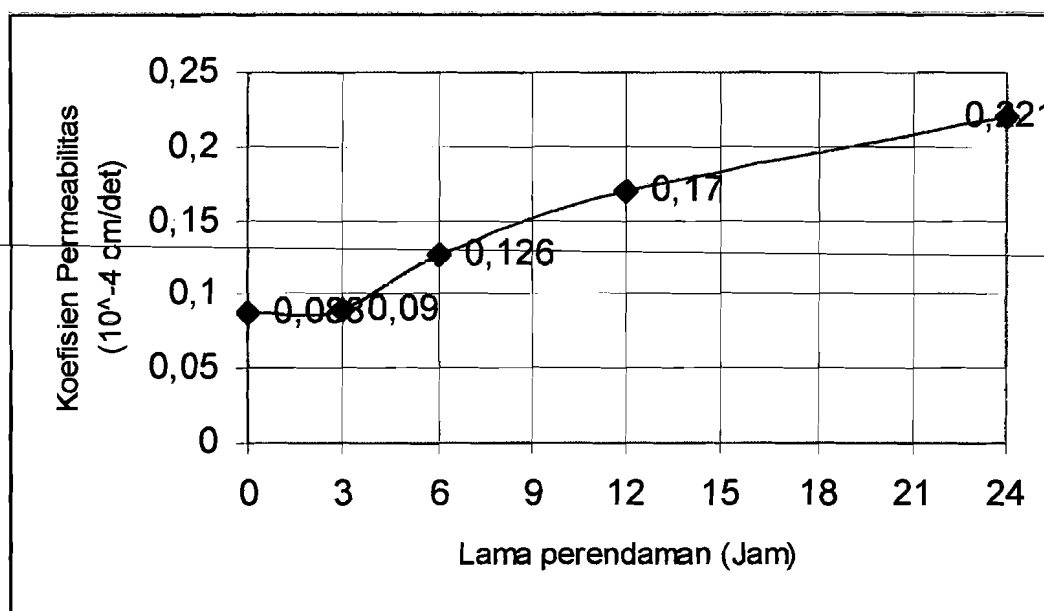
Dari evaluasi hasil penelitian di atas jika dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga 1998 jika diambil rata-rata maka campuran beton aspal pada dasarnya memang tidak boleh mengalami rendaman air payau, hal ini disebabkan karena air payau mengandung air asin yang dapat mengakibatkan korosi pada campuran aspal yang berjalan cepat.

Berdasarkan hasil pemeriksaan *Marshall test* campuran AC dengan variasi perendaman air payau, didasarkan pada persyaratan Puslitbang Jalan 1998 didapatkan bahwa nilai VFWA, Stabilitas dan *Flow* maksimal boleh terendam air payau selama 24 jam, berdasar nilai VITM maksimal 6 jam, dan berdasar nilai MQ

maksimal 3 jam. Jadi dari data di atas nilai yang masih bisa ditetapkan sesuai dengan persyaratan adalah maksimal 3 jam perendaman dengan menggunakan air payau.

### 6.8. Hasil Pengujian Permeabilitas

Dari hasil penelitian di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada diperoleh nilai koefisien permeabilitas. Gambar 6.11. berikut menyajikan secara ringkas perhitungan permeabilitas dari campuran beton aspal pada kadar aspal optimum dengan dan tanpa perendaman air payau. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 6.



Gambar 6.11. Grafik hubungan antara lama perendaman air payau dengan nilai koefisien permeabilitas



Telah ditunjukkan bahwa campuran beton aspal yang tidak terendam air payau lebih sulit dilewati air dibandingkan campuran beton aspal yang terendam air payau. Hasil ini seiring dengan nilai VITM yang menurun karena penambahan waktu perendaman yang mengakibatkan *viskositas* aspal menurun sehingga rongga yang tertutup aspal meningkat.

Nilai koefisien permeabilitas yang meningkat mengakibatkan campuran akan mudah dirembesi oleh air, yang nantinya juga akan sangat berpengaruh terhadap campuran itu sendiri. Salah satunya adalah terhadap tingkat keawetan atau durabilitas. Jika campuran mudah dirembesi air maka campuran akan mudah mengalami *rutting* dan *bleeding* dan hal ini akan mengakibatkan keawetan campuran menjadi berkurang.

Bina Marga (1987) tidak mensyaratkan spesifikasi koefisien permeabilitas. Namun jika melihat klasifikasi campuran aspal berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang telah disyaratkan oleh Mullen (1967), maka campuran aspal dengan perendaman air payau termasuk dalam klasifikasi hampir kedap (*Practically impervious*).

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik campuran beton aspal :

1. Perendaman dengan menggunakan air payau mengakibatkan nilai stabilitas mengalami penurunan, seiring lamanya perendaman air payau.
2. Pengaruh terhadap nilai *Flow* dengan semakin lamanya perendaman dengan air payau akan didapatkan nilai *flow* yang semakin menurun.
3. Pada nilai VITM semakin lama perendaman yang dilakukan maka nilai VITM semakin menurun
4. Nilai VFWA mengalami kenaikan seiring lamanya perendaman air payau.
5. Nilai MQ setelah perendaman mengalami peningkatan seiring lamanya perendaman air payau.
6. Secara umum campuran beton aspal tanpa perendaman air payau memiliki karakteristik *Marshall* yang lebih bagus dibanding dengan campuran beton aspal dengan menggunakan perendaman air payau, hal ini ditunjukkan dengan nilai stabilitas, VITM dan *Flow* yang mengalami penurunan.

7. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan perendaman air payau mengindikasikan terjadinya kenaikan pada setiap penambahan lama perendaman dengan menggunakan air payau.

## 7.2. Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian yang telah dilakukan pada karakteristik *Marshall* nilai yang masih sesuai dengan persyaratan yaitu maksimal 3 jam. Oleh karena itu kondisi dilapangan yaitu jalan disekitar daerah yang sering terjadinya banjir sebaiknya jika mengalami perendaman tidak boleh lebih dari 3 jam.
2. Mengingat pada penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari air payau, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan meninjau sifat kimiawinya, agar dapat diketahui lebih cermat parameter yang mempengaruhi nilai-nilai karakteristik *Marshall* dan *Permeabilitas* campuran beton aspal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh perendaman air payau pada campuran beton aspal terhadap nilai *skid resistance*, nilai *kohesi*, nilai struktural dan nilai modulus elastik.

## DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON)**, NO 13/PT/B1983, DPU Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.

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

Departemen Pekerjaan Umum, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA**, Yayasan Penerbit PU, Jakarta.

Mukayat D. Brotowidjoyo, DjokoTriwono, Eko mulbyantoro, 1995, **BUDIDAYA LINGKUNGAN PERAIRAN**.

Robert, F.L, Kandhall, P.S, Lee, D.Y, dan Brown, E.R, 1971, **HOT MIX ASPHALT MATERIAL, MIXTURE DESIGN AND CONSTRUCTION**, NAPA Education Foundation, Lanham, Maryland, USA.

Silvia Sukirman, 1992, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Penerbit Nova, Bandung.

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

AASHTO, 1982, **STANDAR SPECIFICATIONS FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING**, Part 1, Specification, 13<sup>th</sup> Edition.

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

Fauziah, M, 2001, **PENGARUH KADAR SERBUK BELERANG SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL**, Studi Laboratorium, Tesis Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

---

## LAMPIRAN I



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 16 Februari 2004  
 Proyek : Tugas Akhir .

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	114	114	10	90	80	100
9.052	3/8"	114	228	20	80	70	90
4.76	#4	228	456	40	60	50	70
2.378	#8	200	656	57.50	42.50	35	50
0.59	#30	217	872	76.50	23.50	18	29
0.279	#50	63	935	82	18	13	23
0.149	#100	68	1003	88	12	8	16
0.074	#200	57	1060	93	7	4	10
	pan	80	1140	100	0	0	0
	total	1140					

Keterangan : Kadar Aspal 5%  
 Tanggal : 16 Februari 2004

Jogjakarta, Juni 2004  
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Diperiksa oleh : Edi Riyanto  
 Ristianto

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707.Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 16 Februari 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	114	114	10	90	80	100
9.052	3/8"	114	228	20	80	70	90
4.76	#4	228	456	40	60	50	70
2.378	#8	200	656	57.50	42.5	35	50
0.59	#30	217	872	76.50	23.5	18	29
0.279	#50	63	935	82	18	13	23
0.149	#100	68	1003	88	12	8	16
0.074	#200	57	1060	93	7	4	10
	Pan	74	1134	100	0	0	0
	total	1.134					

Keterangan : Kadar Aspal 5.5%  
 Tanggal : 16 Februari 2004

Jogjakarta, Juni 2004  
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Diperiksa oleh : Edi Riyanto  
 Ristiano

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584


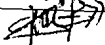
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 16 Februari 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	114	114	10	90	80	100
9.052	3/8"	114	228	20	80	70	90
4.76	#4	228	456	40	60	50	80
2.378	#8	200	656	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	217	872	76.5	23.5	18	209
0.279	#50	63	935	82	18	13	23
0.149	#100	68	1003	88	12	8	16
0.074	#200	57	1060	93	7	4	10
	pan	68	1128	100	0	0	0
	total	1128					

Keterangan : Kadar Aspal 6%  
 Tanggal : 16 Februari 2004

Jogjakarta, Juni 2004  
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Diperiksa oleh : Edi Riyanto   
 Ristianto 

Ir. Iskandar S, MT





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 16 Februari 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	114	114	10	90	80	100
9.052	3/8"	114	228	20	80	70	90
4.76	#4	228	456	40	60	50	70
2.378	#8	200	656	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	217	872	76.5	23.5	18	29
0.279	#50	63	935	82	18	13	23
0.149	#100	68	1003	88	12	8	16
0.074	#200	57	1060	93	7	4	10
	pan	62	1122	100	0	0	0
	total	1122					

Keterangan : Kadar Aspal 6,5%  
 Tanggal : 16 Februari 2004

Jogjakarta, Juni 2004  
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Diperiksa oleh : Edri Riyanto

Ristianto

Ir. Iskandar S, MT

## **LAMPIRAN 2**

---

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR, PEMERIKSAAN BERAT  
JENIS AGREGAT HALUS, PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (*ABRASI  
TEST*) AASHTO 96-97, PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT  
TERHADAP ASPAL, SAND EQUIVALENT DATA AASHTO 176-73



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo                      Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto  
 Jenis contoh : Agregat halus    Ristiano  
 Diuji tanggal : 20 Februari 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh/SSD (BJ)	500 gram	
Berat benda uji didalam air (BA)	1195 gram	
Berat sample kering oven (BK)	1859 gram	
Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.65	
Berat jenis = SSD $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.70	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.79	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1.99 %	

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, Juni 2004

Peneliti

 1. Edi Riyanto  
 2. Ristiano

Ir. Iskandar S, MT





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN  
 KEAUSAN AGREGAT (*ABRASI TEST*)  
 AASHTO T 96-97

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo  
 Jenis contoh : Batu pecah  
 Diuji tanggal : 20 Februari 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto  
 Ristianto  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT

Jenis Gradasi		Benda uji	
Saringan			
Lolos	Tertahan	I	II
72.2 mm (3.0")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")		
50.8 mm (2")	37.5 mm (1,5")		
37.5 mm (1,5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0,5")		
12.5 mm (0,5")	9,5 mm (3/4")	2500 gram	
9,5 mm (3/4")	6,3 mm (1/4")	2500 gram	
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
Jumlah Benda Uji		5000 gram	
Jumlah Tertahan di sieve (B)		3943 gram	
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		21.14 %	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, Juni 2004  
 Peneliti

1. Edi Riyanto   
 2. Ristianto

Ir. Iskandar S, MT





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA  
 AASHTO 176-73

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo                      Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto  
 Jenis contoh : Batu pecah    Ristiano  
 Diuji tanggal : 20 Februari 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Trial Number		Benda Uji I	Benda Uji II
Seaking (10,1 min)	Start	13.30'	
	Stop	13.40'	
Sedimentation Time (20 min-15 Sec)	Start	13.42'	
	Stop	14.02'	
Clay Reading		4.75	
Sand Reading		3.4	
$SE = \frac{\text{Sandreading}}{\text{clayreading}} \times 100\%$		71.5	
Avarage Sand Equivalent		61.75 %	
Remark Kadar Lumpur = $100\% - 71.5\% = 28.5\%$			

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, Juni 2004  
 Peneliti

1. Edi Riyanto  
 2. Ristiano

Ir. Iskandar S, MT

### **LAMPIRAN 3**

---

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL, PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK  
ASPAL, PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL,  
PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL, PEMERIKSAAN KELEKATAN ASPAL  
TERHADAP BATUAN, PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL 4

*(SOLUBILITY)*

---





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto  
 Jenis contoh : AC 60-70      Ristiano  
 Diuji tanggal : 20 Februari 2004      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

NO	Urutan Pekerjaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	12.5 gram
2	Berat vicnometer + aquadest	24 gram
3	Berat air (2-1)	11.5 gram
4	Berat vicnometer + aspal	13.5 gram
5	Berat aspal (4-1)	1 gram
6	Berat vicnometer + aspal + aquadest	24.2 gram
7	Berat airnya saja (6-4)	10.7 gram
8	Volume aspal (3-7)	0.8 gram
9	Berat jenis aspal : berat/vol (5/8)	1.25

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, Juni 2004  
 Peneliti

1. Edi Riyanto  
 2. Ristiano

Ir. Iskandar S, MT











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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL 4 (SOLUBILITY)

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto  
 Jenis contoh : AC 60-70      Ristiano  
 Diuji tanggal : 21 Februari 2004      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pembukaan Contoh	Dipanaskan	Pembacaan Waktu	Pembacaan suhu
	Mulai		
	Selesai		
Pemeriksaan			
Penimbangan	Mulai	WIB	
Pelarutan	Selesai	11.05	
Penyaringan	Mulai	11.23	
	Selesai	11.25	
Dioven		11.25	
Penimbangan		WIB	

1	Berat boyol Erlenmeyer kosong	73.4 gram
2	Berat Erlenmeyer + aspal	75.4 gram
3	Berat aspal (2-1)	2.00 gram
4	Berat kertas saring bersih	0.60 gram
5	Berat kertas saring bersih + endapan	0.62 gram
6	Berat endapan (5-4)	0.02 gram
7	Persentase (6/3x100%)	1 %
8	Bitumen yang larut (100%-7)	99 %

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Jogjakarta, Juni 2004  
 Peneliti

1. Edi Riyanto  
 2. Ristiano

Ir. Iskandar S, MT

PERENDAMAN AIR PAYAU

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST DENGAN DAN TANPA

---

LAMPIRAN 4

Asal Material : Clereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70  
 Dikerjakan Oleh : Edi Riyanto dan Ristiano

Tanggal : 3 Maret 2004  
 Dihitung Oleh : Edi Riyanto dan Ristiano

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Suhu	Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
140°C	1	6,423	5,263	5	1180	1190	679	51	2,309	2,538	9,236	81,720	9,044	18,280	50,525	9,022	330	1120,96	1069,00	2,21	510,9
	2	6,460	5,263	5	1195	1201	694	507	2,357	2,538	9,428	83,420	7,152	16,580	56,863	7,131	390	1324,78	125,529	2,22	510,9
	3	6,556	5,263	5	1175	1183	662	52	2,255	2,538	9,020	79,810	11,170	20,190	44,675	11,150	340	1154,91	1063,11	2,21	510,9
	Rata"	6,479	5,263	5	1183,34	1191,34	678,34	513	2,307	2,538	9,228	81,650	9,122	18,350	50,688	9,101	353,34	1200,21	1129,13	2,21	510,9
140°C	1	6,353	5,820	5,5	1174	1183	683	500	2,348	2,524	10,331	82,660	7,099	17,340	59,579	6,973	530	1800,30	1771,11	3,21	672,071
	2	6,320	5,820	5,5	1155	1165	676	489	2,361	2,524	10,388	83,127	6,485	16,873	61,565	6,458	700	2377,76	2377,76	3,20	672,071
	3	6,183	5,820	5,5	1165	1171	684	487	2,392	2,524	10,524	84,219	5,257	15,781	66,687	5,230	650	2207,92	2303,04	3,21	672,071
	Rata"	6,285	5,820	5,5	1164,67	1173	681	482	2,367	2,524	10,414	83,335	6,280	16,664	62,610	6,220	62,627	2128,66	2150,63	3,20	672,071
140°C	1	6,040	6,382	6	1130	1140	665	475	2,378	2,512	11,414	83,283	5,303	16,717	68,277	5,296	380	1290,78	1405,07	3,55	459,1
	2	6,140	6,382	6	1157	1165	682	483	2,395	2,512	11,496	83,878	4,626	16,122	71,306	4,657	480	1630,46	1721,48	3,56	459,1
	3	6,073	6,382	6	1146	1155	674	481	2,382	2,512	11,433	84,423	4,144	15,577	73,39	5,175	490	1664,43	1793,13	3,54	459,1
	Rata"	6,084	6,382	6	1144,34	1153,34	673,67	479,66	2,385	2,512	11,447	83,828	4,691	16,138	70,993	5,042	450	1528,55	1639,89	3,55	459,1
140°C	1	5,943	6,951	6,5	1134	1140	666	474	2,392	2,498	12,438	83,237	4,235	16,675	74,599	4,227	440	1494,59	1671,96	4,10	498,3
	2	5,860	6,951	6,5	1103	1107	647	460	2,397	2,498	12,464	83,502	4,034	16,498	75,548	4,043	460	1562,52	1789,11	3,80	498,3
	3	6,020	6,951	6,5	1147	1150	677	473	2,424	2,498	12,604	84,442	2,954	15,553	81,039	2,962	650	2207,92	2414,59	3,90	498,3
	Rata"	5,941	6,951	6,5	1128	1132,34	663,34	469	2,405	2,498	12,502	83,727	3,741	16,241	77,062	3,744	516,67	1755,01	1958,55	3,93	498,3
140°C	1	6,083	7,526	7	1138	1140	669	47	2,416	2,484	13,529	83,713	2,758	16,287	83,066	2,737	480	1630,46	1750,23	3,85	471,39
	2	6,016	7,526	7	1146	1150	675	475	2,412	2,484	13,507	83,575	2,918	16,425	82,234	2,898	490	1664,43	1822,19	3,87	471,39
	3	5,910	7,526	7	1166	1170	684	486	2,399	2,484	13,434	83,124	3,442	16,876	79,604	3,414	500	1684,00	1900,46	3,89	471,39
	Rata"	6,003	7,526	7	1140,67	1153,34	676	477,34	2,409	2,484	13,490	83,470	3,039	16,529	81,634	3,016	490	1659,63	1824,29	3,87	471,39

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

h : BJ maksimum (teoritis)  

$$\left\{ 100 : \left( \frac{\% \text{ aggr}}{BJ \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right) \right\}$$

i :  $\frac{b \times g}{BJ \text{ aspal}}$  (%)

g : berat vol (isi) =  $\frac{f}{t}$  (gr/cc)

j :  $\frac{(100 - b)g}{BJ \text{ agregat}}$  (%)

k : (100-i-j) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)

m :  $\left( 100 \times \frac{i}{l} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFVA)

n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right)$

o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : O x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quintion Marshall g/r (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pemadatan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1,25  
 B.J Agregat : 2,684

Diperiksa oleh :

Ir. Iskandar S, MT



**Hasil Pengujian Kadar Garam Air Payau**

Lokasi Sampel : Pantai Ayah

Tanggal Pengujian : 24 Februari 2004

Penelitian tugas akhir :

1. Ristianto No. Mahasiswa : 96310241

2. Edi Riyanto No. Mahasiswa : 97511033

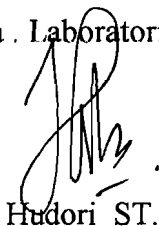
No.	Volume sample ( ml )	Volume AgNO <sub>3</sub> ( ml )	Kadar garam NaCl ( mgr/L)
1	25	5,50	0,3430
2	25	5,50	0,3430
3	25	5,45	0,3398

Kadar garam rata-rata - **0,3420 mgr/ L.**

Catatan :

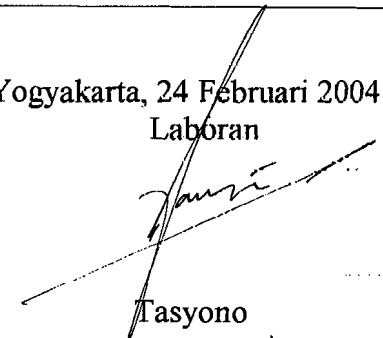
Normalitas AgNO<sub>3</sub> adalah **0.0282 N**, standardisasi dengan NaCl

Ka. Laboratorium



Hudori ST.

Yogyakarta, 24 Februari 2004  
 Laboran



Tasyono

VARIASI PERENDAMAN  
HASIL TEST PERMEABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL PADA  
CONTOH PERHITUNGAN PERMEABILITAS, DATA PERMEABILITAS,

---

## LAMPIRAN 6

Contoh Perhitungan :

Diketahui :

$$T_{2-2} = 831 \text{ detik}$$

$$L = 5,74 \text{ cm}$$

$$V = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\lambda_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times g = 980,7 \text{ dyne/cm}^3$$

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$P_0 = 1 \text{ kg/cm}^2 = 980,70 \text{ dyne/cm}^2$$

$$P_1 = 2 \text{ kg/cm}^2 = 1961,40 \text{ dyne/cm}^2$$

$$P_2 = 3 \text{ kg/cm}^2 = 2942,10 \text{ dyne/cm}^2$$

A = Luas tampang benda uji

$$= \frac{1}{4} \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \pi \times 10^2 = 78,50 \text{ cm}^2$$

$$q_{2-2} = V/T_{2-2} = \frac{1000}{831 \text{ det}} = 1,203 \text{ cm}^3/\text{det}$$

---

$$k_{2,2} = \frac{V \times L \times \lambda_{\text{air}}}{A \times P \times T_{1-1}} = \frac{1000 \times 5,74 \times 980,7}{78,50 \times 1961,40 \times 831} = 0,04399 \times 10^{-4}$$

$$(k_{2,2} + k_{3,3})/2 = (0,04399 + 0,076)/2$$

$$= 0,059 \times 10^{-4}$$

$$k_{\text{rata-rata}} = (0,059 + 0,075 + 0,130)/3$$

$$= 0,088 \times 10^{-4} \text{ cm / det}$$

**LABORATORIUM  
TEKNIK TRANSPORTASI**

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

**DATA PERMEABILITAS**

Jenis pekerjaan : Tugas Akhir

Pekerjaan : Uji Permeabilitas

Perendaman	Kode benda uji	Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> )				Keterangan
		2-2		3-3		
		'	"	'	"	
0 Jam	16	13	85	5	30	
	17	10	61	5	25	
	18	12	73	4	03	
3 Jam	19	9	35	3	95	
	20	9	48	3	70	
	21	7	06	3	58	
6 Jam	22	6	51	3	01	
	23	6	68	2	13	
	24	6	08	2	20	
12 Jam	25	5	01	2	01	
	26	4	88	1	95	
	27	4	38	1	90	
24 Jam	28	4	11	1	70	
	29	3	21	1	45	
	30	3	56	1	40	

Yogyakarta, 4 mei 2004

LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PEKERJAAN BAHAN  
Diperiksa oleh  
*(Signature)*  
(Ir. Imam Basuki)

Dibuat oleh,  
*(Signature)* *(Signature)*  
(Ristiano dan Edi riyanto)

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

Jenis pekerjaan : Tugas akhir

No	Perendaman Air payau	Kadar aspal (%)	*1	Tebal benda uji	Waktu (detik)		Debit rembesan (cm <sup>3</sup> / det)		Koefisien permeabilitas (10 <sup>-4</sup> cm / det)			K <sub>rata-rata</sub> (10 <sup>-4</sup> cm / det)
					T <sub>2-2</sub>	T <sub>3-3</sub>	q <sub>2-2</sub>	q <sub>3-3</sub>	k <sub>2-2</sub>	k <sub>3-3</sub>	(k <sub>2-2</sub> + k <sub>3-3</sub> )/2	
1	0 Jam	6,5	16	5,74	831	318	1,20	3,14	0,043	0,076	0,059	0,088
					637	315	1,56	3,17	0,064	0,087	0,075	
					764	242	1,30	4,13	0,155	0,106	0,130	
2	3 Jam	6,5	19	5,67	561	237	1,78	4,21	0,064	0,101	0,082	0,090
					569	222	1,75	4,50	0,065	0,111	0,088	
					424	215	2,35	4,65	0,088	0,116	0,102	
3	6 Jam	6,5	22	5,85	391	181	2,55	5,52	0,063	0,137	0,100	0,126
					401	128	2,49	7,81	0,089	0,187	0,138	
					365	132	2,73	7,57	0,099	0,182	0,140	
4	12 Jam	6,5	25	5,78	301	121	3,32	8,26	0,122	0,202	0,162	0,170
					293	117	3,41	8,54	0,125	0,209	0,167	
					263	114	3,80	8,77	1,143	0,221	0,182	
5	24 Jam	6,5	28	5,88	247	102	4,04	9,80	0,151	0,244	0,197	0,221
					193	87	5,18	11,49	0,189	0,280	0,234	
					214	84	4,67	11,90	0,173	0,295	0,234	

Keterangan :

T = Lama waktu rembesan, detik

V = Volume rembesan, ( 1000 cm<sup>3</sup> )

q = debit rembesan = V/T, cm<sup>3</sup> / detik

λ<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

A = Luas tampang benda uji = 1/4 π d<sup>2</sup> = 78,50 cm<sup>2</sup>

P = Tekanan Air pengujian, kg / cm<sup>2</sup>

P<sub>0</sub> = 1 kg / cm<sup>2</sup> = 980,700 dyne / cm<sup>2</sup>

P<sub>1</sub> = 2 kg / cm<sup>2</sup> = 1,961,400 dyne / cm<sup>2</sup>

P<sub>2</sub> = 3 kg / cm<sup>2</sup> = 2,942,100 dyne / cm<sup>2</sup>

K = Koefisien Permeabilitas ( cm / detik )

Catatan : = \*1 Model Uji

$$= \frac{V \times L \times \lambda_{air}}{A \times P \times T} \text{ Cm / det}$$