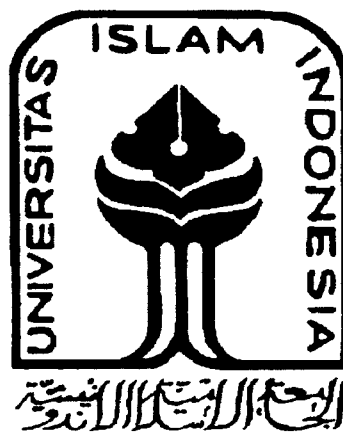


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	27 03 2003
NO. JUDUL :	000378
NO. INV. :	5120000378001
NO. INDUK. :	

TUGAS AKHIR

**PENGARUH RENDAMAN PASCA HUJAN PADA LAPIS
PERKERASAN TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN BETON ASPAL**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil



Disusun oleh :

DEDI EKA PUTRA

No. Mhs. : 95310143

NIRM. : 950051013114120141

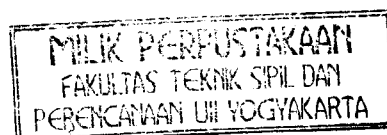
RIFKI WIRYA

No. Mhs. : 95310207

NIRM. : 950051013114120204



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



LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH RENDAMAN PASCA HUJAN PADA LAPIS
PERKERASAN TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN BETON ASPAL**

Disusun Oleh:

DEDI EKA PUTRA

No. Mhs : 95310143

Nirm. : 950051013114120141

RIFKI WIRYA

No. Mhs : 95310207

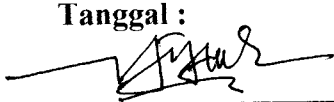
Nirm. : 950051013114120204

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Ir. Iskandar, S. MT
Dosen Pembimbing I

Ir. Miftahul, F. MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal :



Tanggal : 8 Maret '03

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Alhamdulillahirabbil‘alamiin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah mengajarkan kepada manusia tentang banyak hal yang tidak diketahui sebelumnya dan shalawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Rasulullah Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama dan para pengikutnya yang selalu menjaga ajaran-ajarannya.

Atas berkat rahmat dan hidayah dari Allah SWT, penyusun telah diberi kemurahan untuk menyelesaikan Tugas Akhir, dimana Tugas Akhir tersebut merupakan kewajiban guna melengkapi syarat-syarat studi pada tingkat sarjana di Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir tersebut adalah untuk memberikan gambaran awal sejauh mana penyerapan dan penalaran dari mahasiswa tersebut tentang konsep-konsep dasar disiplin ilmu yang telah dipelajari dan memperkenalkan kepada mahasiswa tentang pelaksanaan teori tersebut di lapangan, dimana mahasiswa yang bersangkutan harus merencanakan, melaksanakan dan mengolah data sendiri sesuai dengan prosedur yang ada serta menganalisa hasil yang didapat. Tugas Akhir juga mempunyai tujuan agar mahasiswa yang bersangkutan dapat menyerap tambahan ilmu yang mungkin di dapat selama proses pelaksanaan Tugas Akhir tersebut berjalan yang tidak mungkin mereka dapatkan dalam teori selama mengikuti perkuliahan di perguruan

tinggi, serta mampu menganalisa dan mengaplikasikan kepada disiplin ilmu yang dipelajarinya. Hal yang diharapkan dengan mengikuti Tugas Akhir tersebut supaya mahasiswa yang bersangkutan akan dapat menerapkan disiplin ilmunya di masyarakat secara relevan dan bertanggung jawab.

Pada Tugas Akhir ini penulis mengambil judul yaitu “***Pengaruh Rendaman Pasca Hujan Pada Lapis Perkerasan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal***” dimana pada Tugas Akhir ini penulis melakukan Penelitian di Laboratorium, yaitu pada Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang efektif penulis laksanakan mulai dari tanggal 1 Agustus sampai dengan 04 Oktober 2002.

Selama pelaksanaan Tugas Akhir hingga tersusunnya laporan ini, penyusun banyak mendapat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak dan tidak lupa bahwa semua ini terlaksana hanya karena ridho Allah SWT semata, untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan ini, terutama kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Iskandar. S, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji Tugas Akhir.

4. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT, selaku Dosen pembimbing II dan Penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Subarkah, MT, sebagai Koordinator Lab. Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Unuversitas Islam Indonesia.
7. Bapak Kamto, selaku pegawai Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Unuversitas Islam Indonesia.
8. Ibunda, Ayahanda, dan Adinda tercinta yang telah memberi bantuan baik moril maupun materiil serta dukungan selama penyusun menuntut ilmu.
9. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Jalan Raya.

Segala daya cipta, rasa, dan karsa yang telah penyusun curahkan hingga terwujud laporan yang sederhana ini, dimana masih banyak kelemahan dan kekurangannya, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, barokah dan maghfiroh-Nya pada kita semua, Amin.

Billahittaufiqwalhidayah,

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Desember 2002

Dedi Eka Putra
Rifki Wirya
Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
INTISARI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Kerusakan	5
2.2 Beton Aspal	6
2.3 Agregat	7
2.4 <i>Filler</i>	7

2.5	Aspal	7
2.6	Air Hujan	8
2.7	Stabilitas	8
2.8	Durabilitas	8
BAB III LANDASAN TEORI		12
3.1	Sifat-sifat Lapis Aspal Beton	12
3.2	Karakteristik Campuran	12
3.3	Bahan penyusun Campuran Beton Aspal	15
3.3.1	Aspal	15
3.3.1.1	Jenis Aspal	15
3.3.1.2	Komposisi Aspal	16
3.3.1.3	Pemeriksaan Aspal	16
3.3.2	Agregat	17
3.3.2.1	Klasifikasi Agregat	18
3.3.2.2	Sifat Agregat	18
3.3.3	<i>Filler</i>	22
3.4	Campuran Beton Aspal	22
3.4.1	Perencanaan Campuran Beton Aspal	22

3.4.2 Perhitungan dalam Campuran Beton Aspal	23
3.4.3 Pemeriksaan dengan Alat <i>Marshall</i>	28
BAB IV METODE PENELITIAN	30
4.1 Bahan Penelitian	30
4.2 Peralatan Penelitian	30
4.3 Lokasi Penelitian	32
4.4 Tahapan Penelitian	32
4.4.1 Tahap Persiapan	32
4.4.2 Pengujian pendahuluan	32
4.4.3 Perencanaan campuran dan pembuatan model benda uji	34
4.4.4 Pengujian standar untuk mendapatkan KAO	38
4.4.5 Persiapan Pengujian	40
4.4.6 Cara Pengujian	40
4.4.7 Pemeriksaan dan pengamatan perilaku campuran aspal pada KAO terhadap variasi rendaman air hujan.	42

BAB V HIPOTESA	47
BAB VI HASIL PENELITIAN	48
BAB VII PEMBAHASAN	56
7.1 Tinjauan Karakteristik Marshall Terhadap Variasi Lama Rendaman Air Accu	56
7.1.1. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai <i>density</i>	56
7.1.2. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VMA	58
7.1.3. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VFWA	60
7.1.4. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VITM	62
7.1.5. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai Stabilitas	65
7.1.6. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai <i>Flow</i>	68
7.1.7. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai <i>Marshall Quotient (QM)</i>	70
7.1.8. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai <i>Durabilitas</i>	72
7.2 Evaluasi Hasil Penelitian	75
7.3 Kadar Aspal Optimum	79
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN	81
8.1 Kesimpulan	81
8.2 Saran	83

DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	86

INTISARI

Air merupakan penyebab utama kerusakan jalan. Tingginya curah hujan dapat menyebabkan terjadinya genangan di atas permukaan jalan apabila tidak diimbangi dengan kemiringan melintang permukaan dan sistem drainase yang memadai. Hal ini disebabkan air dapat menyisip dan meresap ke dalam lapis permukaan sehingga akan mempengaruhi daya lekat aspal terhadap butiran agregat sehingga kerusakan awal dapat terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana variasi lama rendaman air hujan terhadap karakteristik *Marshall* Aspal Beton,

Penelitian dilakukan di laboratorium dengan cara melakukan uji terhadap bahan, baik uji agregat, aspal dan desain nilai PH air accu untuk melakukan pendekatan terhadap nilai PH air hujan. Setelah dilakukan pengujian bahan, selanjutnya akan dibandingkan dengan standar dan spesifikasi Bina Marga (1983) sebagai acuan untuk *Job Mix design* dan selanjutnya dilakukan *Marshall Test* untuk mencari KAO (kadar aspal Optimum). Kadar Aspal Optimum dipakai sebagai standar untuk *Job Mix Design* berikutnya untuk uji pada variasi lama rendaman air hujan yaitu 0 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, 2 hari dan 4 hari. Setelah sampel mengalami rendaman menurut lama variasi rendaman air accu maka dilakukan *Marshall Test*, baik terhadap rendaman $\frac{1}{2}$ jam (Standart) maupun 24 jam (Durabilitas) dan seterusnya dilakukan analisis.

Hasil penelitian menunjukkan semua hasil uji material memenuhi spesifikasi Bina Marga (1983) sebagai *Job Mix Design* untuk pembuatan sampel uji terhadap variasi lama rendaman air hujan. Kadar Aspal Optimum didapat dari hasil uji *Marshall* yaitu 6 % dari perbandingan berat, tetapi dari acuan Bina Marga (1983) untuk desain Beton Aspal dipakai kadar aspal efektif 6,2 % dari perbandingan berat, maka dalam penelitian ini dipakai kadar aspal design 6,25 % dari perbandingan berat total campuran. Hasil penelitian menunjukkan selama sampel mengalami lama variasi rendaman air accu, terjadi proses oksidasi oksigen terhadap aspal dan campuran air accu yang mengakibatkan campuran mengalami deformasi yang diakibatkan oleh panas yang dihasilkan oleh peristiwa oksidasi tersebut, setelah melakukan uji *Marshall*, baik terhadap rendaman *Waterbath* 24 jam maupun terhadap rendaman *waterbath* $\frac{1}{2}$ jam menunjukkan perubahan nilai karakteristik *Marshall*, yaitu naiknya nilai kepadatan (*Density*), turunya nilai VMA, naiknya nilai VFWA, turunya nilai VITM, turunya nilai stabilitas, turunya nilai *Flow*, naiknya nilai *Marshall Quotien* dan untuk nilai durabilitas mengalami 2 tahap perubahan nilai, yaitu untuk variasi rendaman 0 jam, 3 jam, 6 jam, dan 12 jam mengalami penurunan nilai durabilitas sedangkan untuk variasi rendaman 24 jam, 2 hari dan 4 hari mengalami kenaikan nilai durabilitas. Setelah dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga (1983), campuran dapat bertahan sampai dengan lama rendaman 6 jam, 56 menit, 4 detik dan untuk rendaman berikutnya terjadi perubahan nilai VITM yang tidak memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan yaitu 3 – 6 %. Sedangkan menurut Puslitbang Jalan (1998) dapat disimpulkan bahwa campuran Beton Aspal tidak dapat bertahan terhadap rendaman air hujan atau sudah mengalami perubahan karakteristik *Marshall* di luar dari persyaratan yang sudah ditentukan.

DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1. Persyaratan Aspal Keras	17
2. Tabel 3.2. Persyaratan Kualitas Agregat Kasar	17
3. Tabel 3.3. Persyaratan Kualitas Agregat Halus	17
4. Tabel 3.4. Gradasi Agregat	22
5. Tabel 4.1. Model Benda Uji untuk Mendapatkan KAO	34
6. Tabel 4.2. Gradasi Agregat	34
7. Tabel 4.3.. Model Benda Uji pada KAO untuk uji Rendaman	36
8. Tabel 4.4 Rendaman air accu 4 hari	42
9. Tabel 4.5 Rendaman air accu 2 hari	43
10. Tabel 4.6 Rendaman air accu 1 hari	43
11. Tabel 4.7 Rendaman air accu 12 jam	44
12. Tabel 4.8 Rendaman air accu 6 jam	44
13. Tabel 4.9 Rendaman air accu 3 jam	45
14. Tabel 4.10 Rendaman tanpa air accu	45
15. Tabel 6.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat	48
16. Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan sifat aspal jenis AC 60/70	49
17. Tabel 6.3 Hasil pemeriksaan PH campuran air accu	49
18. Tabel 6.4 Hasil pengujian sampel terhadap variasi lama waktu rendaman air accu	50

19. Tabel 6.5 Hasil Uji Marshall Untuk mendapatkan KAO	51
20. Tabel 6.6 Spesifikasi Teknis Campuran AC menurut Bina Marga	53
21. Tabel 6.7 Spesifikasi Teknis Campuran AC menurut Puslitbang Jalan (1998)	53
22. Tabel 6.8 Hasil Marshal Test pada Variasi Rendaman air Accu	54
23. Tabel 7.1 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu Terhadap Nilai <i>Durabilitas</i>	72
24. Tabel 7.2 Hasil Uji Marshall campuran AC menurut Persyaratan Bina Marga	75
25. Tabel 7.3 Hasil Uji campuran HRS menurut Persyaratan Puslitbang Jalan (1998)	76

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Jalan	11
2. Gambar 3.1 Skema Campuran Aspal Beton	23
3. Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian	37
4. Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum	54
5. Gambar 7.1 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan <i>Density</i> Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	57
6. Gambar 7.2 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VMA Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	59
7. Gambar 7.3 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VFWA Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	61
8. Gambar 7.4 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VITM Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	64
9. Gambar 7.5 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan Stabilitas Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	66
10. Gambar 7.6 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan <i>Flow</i> Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	68
11. Gambar 7.7 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan <i>QM</i> Pada Rendaman Waterbath 24 Jam dan ½ jam	71
12. Gambar 7.8 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu Terhadap Nilai <i>Durabilitas</i>	73

Gambar 7.9 Skema Proses Oksidasi Panas	75
Gambar 7.10 Kadar Aspal Design	80

DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Pengantar Permohonan Judul Tugas Akhir
2. Surat Pengantar Permohonan Bimbingan Tugas Akhir untuk DP I
3. Surat Pengantar Permohonan Bimbingan Tugas Akhir untuk DP II
4. Kartu Peserta Tugas Akhir
5. Daftar Hadir Seminar Proposal Tugas Akhir
6. Surat Pengantar Permohonan Data ke DPU Bantul
7. Surat Pengantar Perijinan Laboratorium
8. Daftar Biaya Penelitian
9. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal 5 %
10. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal 5.5 %
11. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal 6 %
12. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal 6.5 %
13. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal 7 %
14. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
15. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
16. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
17. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
18. Pemeriksaan Daktilitas (Ductility) / Residu
19. Pemeriksaan Kelarutas Dalam CCL4
20. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

21. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
22. Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)
23. Pemeriksaan Sand Equivalent Data
24. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
25. Hasil Pemeriksaan Marshall Test Untuk Mendapatkan KAO
26. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus Untuk Kadar Aspal Optimum 6.25 %
27. Hasil Pemeriksaan Marshall Test Pada KAO untuk Rendaman 0 Jam dan 3 jam
28. Hasil Pemeriksaan Marshall Test Pada KAO untuk Rendaman 6 Jam dan 12 jam
29. Hasil Pemeriksaan Marshall Test Pada KAO untuk Rendaman 24 Jam dan 2 hari
30. Hasil Pemeriksaan Marshall Test Pada KAO untuk Rendaman 4 hari

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia pada umumnya dan pulau Jawa pada khususnya terletak pada daerah yang mempunyai curah hujan tinggi. Thailand dan Malaysia yang mempunyai tingkat curah hujan yang jauh lebih tinggi dari Indonesia tidak mengalami kerusakan perkerasan separah yang terjadi di Indonesia. Dewasa ini sangat sering kita jumpai terjadinya kerusakan yang terlalu dini hampir pada semua perkerasan baru yang merupakan bagian dari program peningkatan jalan Indonesia. Setelah terjadinya kerusakan awal tersebut dengan cepat perkerasan menjadi rusak berat dan hancur.

Tingginya tingkat curah hujan merupakan persoalan yang serius mengancam kekuatan struktur perkerasan yang tidak dilengkapi dengan system drainase yang memadai. Penyebab yang paling sering ditemui pada kasus kerusakan ini adalah terjadinya penggenangan air pada tepi jalur lalu lintas atau keseluruhan dari badan jalan, ini sebagai akibat dari permukaan bahu jalan yang tinggi atau saluran pembuangan (drainase) yang jelek atau kombinasi dari keduanya. Dengan adanya genangan ini air akan meresap dan menyisip kedalam bidang permukaan bahu dan perkerasan sehingga akan menurunkan daya dukung tanah (sub grade dan sub base)

akhirnya tepi perkerasan amblas dan akibat volume lalu lintas yang tinggi maka perkerasan tersebut akan hancur.

Genangan (rendaman) air hujan dapat mempengaruhi kekuatan struktur perkerasan jalan, untuk itu maka diperlukan suatu pengujian di laboratorium dengan membuat beberapa sampel yang spesifikasinya sama dengan lama pengujian terhadap rendaman air bervariasi antara, ± 3 jam, ± 6 jam, ± 12 jam, ± 24 jam, ± 2 hari, ± 4 hari. Variasi lama rendaman berdasarkan kelipatan waktu yang sudah ditentukan diharapkan dapat menghasilkan suatu data yang kontinyu dan dapat diterjemahkan ke dalam grafik statistik yang memuat persentase besar kerusakan yang diakibatkan oleh lamanya perkerasan tersebut mengalami rendaman.

1.2 Permasalahan

Adapun permasalahan yang menjadi latar belakang penelitian ini sebagai berikut:

1. Air merupakan penyebab utama kerusakan jalan, terutama air hujan yang terlalu lama menggenangi permukaan jalan, sehingga selanjutnya air tersebut akan meresap/menyisip ke dalam bidang perkerasan dan akan mempengaruhi daya lekat aspal terhadap butir-butir pasir atau batu. Baik pada lapis permukaan maupun lapisan-lapisan bawah aspal beton.
2. Beban berat atau vibrasi akan menyebabkan terjadinya pelepasan butir-butir pasir dan agregat dari permukaan jika perkerasan itu jenuh air.

3. Bagaimana perilaku / karakteristik Beton Aspal setelah mengalami perendaman dengan variasi waktu, ± 3 jam, ± 6 jam, ± 12 jam, ± 24 jam, ± 2 hari, dan ± 4 hari.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh rendaman air hujan terhadap karakteristik *marshall* campuran Beton Aspal. karakteristik *Marshall* yang diteliti pada penelitian ini adalah VITM, VMA, VFWA, *Flow*, Index Perendaman, *Marshall Quotient (QM)*, *Stability*, *Density*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh rendaman air hujan terhadap karakteristik Beton Aspal, maka perlu pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini bahan dan material yang digunakan didasarkan pada standar rujukan Bina Marga (1987).
2. Gradasi agregat ditentukan sesuai dengan grading IV (Bina Marga) dengan variasi kadar aspal 5% sampai 7% dari berat total agregat dengan interval 0,5%.
3. Variasi lama waktu rendaman diambil: ± 3 jam, ± 6 jam, ± 12 jam, ± 24 jam, ± 2 hari, dan ± 4 hari.
4. Jenis aspal yang digunakan adalah AC 60-70.
5. Sebagai pengganti air hujan digunakan air accu yang mempunyai PH mendekati PH air hujan sebagai perendam.

6. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji dan analisis kimiawi bahan, semua pengujian di dasarkan atas pengujian fisik bahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Kerusakan

Kerusakan pada perkerasan jalan di Indonesia disebabkan pada awalnya adalah penggenangan oleh air yang cukup lama. Penggenangan air pada permukaan perkerasan ini akan mempengaruhi kekuatan lekat aspal yang akan menyebabkan terjadinya peresapan air ke dalam rongga lapis perkerasan yang ada dibawahnya. Pengelupasan aspal di permukaan (pengelupasan setempat) akan terjadi setelah perkerasan mengalami rendaman air hujan, berikutnya adalah kerusakan struktur yang ada di bawah lapis permukaan. Akibat selanjutnya adalah penurunan daya dukung lapis perkerasan serta Beban lalu-lintas yang berulang-ulang akan mempercepat kerusakan sebelum tercapainya umur rencana

Terdapat dua jenis kerusakan:

1. kerusakan lapis permukaan yang kerkaitan langsung dengan kerusakan pada lapis-lapis bawah atau lapis pondasi atas. Kerusakan pada lapisan-lapisan bawah ini seringkali terjadi sebagai akibat drainase yang tidak memadai.
2. kerusakan yang semata-mata terjadi pada lapis permukaan, terlepas dari kondisi lapisan-lapisan di bawahnya.

Persoalan ini merupakan persoalan diluar dari perencanaan teknis, tetapi disini cenderung kearah pelaksanaan dan pengawasan pekerjaan di lapangan. Badan jalan haruslah dibangun atau dibangun ulang dengan kemiringan melintang yang cukup sehingga air dapat cepat terbuang, tidaksaja dari jalur lalu lintas tapi juga sama pentingnya adalah ketika melintasi bahu agar dapat masuk kedalam saluran samping yang harus mempunyai kedalaman dibawah permukaan tanah dasar (*Suryatin, 1999*).

Agregat yang berasal dari batuan vulkanik mengandung silica dan bahan yang tidak dikehendaki dalam kadar yang tinggi. Batuan pasir *vulkanik* hitam sering mempunyai lapisan (selimut) *silica* yang tipis (juga dalam hal ini menjadikan pasir bersifat *Pozzolanik* tinggi). Aspal sangat sulit melekat terhadap *silica*, sehingga apabila terkena roda kendaraan serta genangan air akan mudah mengelupas. Bahan-bahan yang tidak dikehendaki dan bersifat *nonmorillonitic* (mudah mengembang) mempunyai daya rusak yang tinggi (*Manu A.I, 1996*)

Perkerasan jalan dalam perencanaan disini adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapis dibawahnya.

2.2 Beton Aspal

Lapis Aspal Beton (Laston) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu. Direktorat Jendral Bina Marga memberikan persyaratan seperti tercantum dalam Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton No. 13/PT/B/1983 (*Bina Marga, 1983*)

2.3 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (Pemecah, penyaringan) yang digunakan sebagai bahan utama konstruksi jalan raya, beton, pondasi jalan kereta api (Ballast) dan lain sebagainya (*Bina Marga, 1987*).

Dalam pemilihan jenis agregat untuk lapis keras harus memperhatikan sifat-sifat agregat antara lain tentang ukuran dan gradasi, kebersihan, kekuatan dan kekerasan, bentuk, tekstur permukaan, porositas dan sifat kimia dari agregat tersebut. Sifat tersebut sangat berpengaruh terhadap stabilitas perkerasan yang akan dihasilkan (*Kerbs dan Walker, 1971*).

2.4 Filler

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan no. 30 US *Standard Sieve* dan 65% lewat ayakan no. 200. Bahan yang dapat dipergunakan sebagai *filler* antara lain debu batu kapur, debu *dolomite* atau *semen portland*, atau bahan lain yang mempunyai kadar air maksimum 1% dan memenuhi persyaratan gradasi (Bina Marga, 1987).

2.5 Aspal

Aspal adalah bahan padat atau semi padat yang berwarna coklat gelap sampai hitam yang sebagian besar bahan penyusunnya adalah bitumen yang terjadi di alam atau melalui penyulingan minyak. Aspal semen (AC) atau aspal keras yang dibuat dengan kekentalan dan kualitas tertentu yang didapat dari residu hasil destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara (*Kerbs dan Walker, 1971*).

2.6 Air Hujan

Definisi air hujan adalah air yang terbentuk oleh adanya penguapan oleh panas Matahari maupun oleh panas Bumi yang pada ketinggian tertentu dan dengan adanya pengaruh angin akan mengalami pendinginan dan akan mengalami perubahan kembali menjadi air. Pada umumnya air hujan mempunyai PH 5,6, hal ini disebabkan oleh adanya *Carbon Dioksida* yang dikandung oleh udara yang menyebabkan air hujan tersebut menjadi asam (*Peter M, Sandman, 1998*).

2.7 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan resistensi suatu campuran beton aspal terhadap deformasi akibat beban lalu lintas. Nilai stabilitas campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antar partikel agregat dan kohesi campuran. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai nilai optimum maka penambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan nilai stabilitas (*Krebs, et al, 1971*).

2.8 Durabilitas

Durabilitas beton aspal adalah kemampuan resistensi beton aspal terhadap disintegrasi akibat beban lalu lintas. Semakin tinggi kadar aspal semakin tinggi tingkat durabilitas campuran, untuk memaksimalkan tingkat durabilitas, maka dirancang campuran dengan kadar aspal yang cukup tinggi sehingga akan terjadi *coating* kesemua partikel-partikel agregat (*Krebs, et al, 1971*).

2.9 Jenis dan Fungsi Lapis Perkerasan

Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi:

1. Lapis Permukaan

Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapis rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapis aus (*wearing course*)

2. Lapis Pondasi Atas

Fungsi lapis Lapis Pondasi Atas antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai peletakan terhadap lapis permukaan.

3. Lapis Pondasi Bawah

Fungsi lapis Lapis Pondasi bawah antara lain:

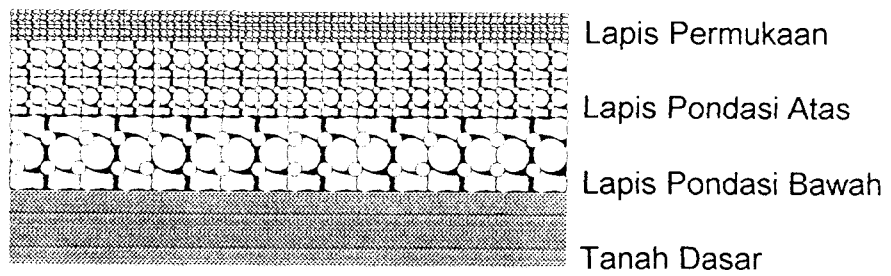
- a. Sebagai bagian perkerasan yang mendukung beban roda dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relative murah agar lapisan-lapisan selanjutnya dapat dikurangi tebalnya.
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

4. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanent) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat menembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah yang berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Untuk sedapat mungkin mencegah timbulnya persoalan di atas maka tanah dasar harus dikerjakan sesuai dengan standar dan “Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya” (*DPU, Bina Marga. 1995*). Dari uraian di atas penulis dalam hal ini membatasi bahwa yang akan ditinjau dan diselidiki adalah lapis permukaan sebagai lapis kedap air, dan lapis pondasi atas sebagai lapisan struktur yang berada dibawahnya dan sangat berkaitan langsung. Susunan pembentuk lapis perkerasan jalan dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan Jalan

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sifat-sifat 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 :

1. Tahan terhadap keausan akibat lalulintas,
2. Kedap Air,
3. Mempunyai nilai struktural,
4. Mempunyai stabilitas yang tinggi, dan
5. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan perancangan.

3.2 Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran untuk perkerasan merupakan sifat-sifat dari perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalulintas yang direncanakan, baik berupa kekuatan, keawetan serta kenyamanan.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya. Adapun karakteristik perkerasan meliputi :

1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas campuran Beton Aspal adalah kekuatan dan kemampuan untuk menahan deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Daya tahan gesekan dihasilkan antara partikel agregat dan kelekatan yang diberikan oleh bitumen yang akan menentukan nilai kestabilan. Gesekan atau daya tahan yang berpautan antar agregat tergantung dari kekasaran permukaan, ukuran dan bentuk partikel.

2. Keawetan / Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan dari campuran Beton Aspal dapat menahan material terhadap kehancuran yang disebabkan oleh iklim dan beban lalu lintas yang berulang. *Oksidasi*, penguapan, gerak air dan beban lalu-lintas akan mempengaruhi dan mengubah karakteristik dari bitumen. Daya tahan suatu campuran dapat dicapai oleh jumlah kandungan bitumen yang tinggi, variasi gradasi agregat yang baik dan pemadatan yang memadai dari campuran. Peningkatan jumlah kandungan bitumen dapat menimbulkan penebalan lapis tipis bitumen yang menyelimuti agregat. Hal ini dapat pula menurunkan jumlah pori-pori pada agregat dari kekosongan ikatan / hubungan antar pori.

3. Kelenturan (*Flexibility*)

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

4. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan pada campuran Beton Aspal berarti ketahanan terhadap beban roda berulang yang disebabkan oleh lintasan kendaraan. Secara umum

ketahanan kelelahan pada campuran perkerasan aspal dapat diperoleh dengan kandungan yang tinggi dari bitumen dan kualitas kepadatan dari agregat mineral.

5. Tahanan Gesek / Selip (*Skid Resistance*)

Tahanan gesek / selip pada permukaan perkerasan Beton Aspal berarti kemampuan untuk menahan dari gelincir atau selip pada kondisi permukaan jalan dalam keadaan basah. *Skid Resistance* dapat dicapai apabila kandungan bitumen lebih rendah dan agregatnya memerlukan tekstur permukaan yang kasar.

6. Kedap Air (*Impermeability*)

Suatu campuran Beton Aspal dapat bertahan terhadap aliran udara dan air jika kandungan rongga campuran rendah. Perencanaan analisa saringan agregat dan pemadatan yang memenuhi standart perkerasan dapat dilakukan untuk mendapatkan campuran yang mempunyai kandungan rongga yang rendah. Kekedapan terhadap air ini akan berpengaruh pada nilai stabilitas dan kelenturan campuran.

7. Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)

Aspal yang dipilih haruslah mempunyai *workability* yang cukup dalam pelaksanaan pekerjaan pengaspalan. Hal ini akan memudahkan pelaksanaan penggelaran bahan tersebut dan juga memudahkan dalam pemadatan untuk memperoleh lapis perkerasan yang padat dan kompak. Dari sudut *workability* ini usaha yang dapat dilakukan adalah:

1. Pemanasan (heating)
2. Penambahan Pengencer
3. Penambahan Emulsi

3.3 Bahan penyusun Campuran Beton Aspal

3.3.1 Aspal

3.3.1.1 Jenis Aspal

Secara fisik aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua yang berfungsi sebagai bahan ikat suatu struktur perkerasan. Pada temperatur rendah aspal akan mengeras (padat) dan pada temperatur tinggi / dipanaskan aspal akan menjadi lunak / cair. Aspal merupakan proses lanjutan dari residu hasil destilasi minyak bumi. Berdasarkan cara memperolehnya aspal dibedakan menjadi :

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

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

1. Aspal Keras / *Asphalt Cement* (AC) ; aspal ini digunakan dalam keadaan cair dan panas. Dalam penyimpanan atau dalam kondisi dingin aspal memadat. Aspal semen dibedakan berdasarkan penetrasinya, yaitu : AC 45/60, AC 60/80, AC 80/100, AC 120/150.
2. Aspal Cair / *Cut Back Asphalt* ; aspal ini merupakan campuran antara aspal semen dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan bahan pencairnya dapat dibedakan atas :
 - a. RC (*Rapid Curing*) ; aspal semen yang dilarutkan dengan bensin.

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

3.3.1.2 Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur *hidrokarbon* yang sangat kompleks, sangat sukar dipisahkan molekul-molekul pembentuk aspal tersebut. Komposisi aspal terdiri dari *Asphaltenes* dan *Maltenes*. *Asphaltenes* merupakan cairan berwarna coklat tua atau hitam yang tidak larut dalam heptan. *Maltenes* merupakan cairan kental yang terdiri dari *Resins* dan *Oil*, yang larut dalam *heptan*. *Resins* adalah cairan berwarna kuning atau coklat yang memberikan sifat *adhesi* bagi aspal. *Oil* adalah cairan yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltenes* dan *resins*.

3.3.1.3 Pemeriksaan Aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari alam, sehingga sifat-sifatnya harus selalu diperiksa dilaboratorium dan aspal yang memenuhi syarat dapat digunakan sebagai bahan pengikat lapis perkerasan lentur. Aspal yang digunakan pada penelitian ini berupa aspal keras penetrasi 60-70 yang memenuhi persyaratan seperti tercantum pada tabel 3.1. berikut:

Tabel 3.1. Persyaratan Aspal Keras

No.	Jenis Pemeriksaan	Pen. 60-70	Pen. 80-100	Satuan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60-79	80-99	0,1mm
2	Titik lembek (ring & 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 (CCL4 atau CS ₂)	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	Gr/cc

Sumber : Bina Marga, 1987

3.3.2 Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu sekitar 90 – 95 % dari prosentase berat atau 75 – 85 % dari prosentase volume. Daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat agregat dan campuran agregat dengan material lain. Persyaratan agregat seperti pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2. Persyaratan Kualitas Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara	Persyaratan	Satuan
1	Keausan Dgn Mesin Los Angeles	PB-0206-76	40	% maks
2	Kelekatan terhadap Aspal	PB-0205-76	95	% maks
3	Peresapan Terhadap Air	PB-0202-75	3	% maks
4	Berat Jenis Semu	PB-0202-75	2,5	% min

Sumber: Bina Marga, 1983

Tabel 3.3. Persyaratan Kualitas Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara	Persyaratan	Satuan
1	Berat Jenis Semu	PB-0202-07	2,5	Gr/cc min
2	Peresapan Terhadap Air	PB-0202-07	3	% maks
3	Sand Equivalent	PB-0202-07	50	% min

Sumber: Bina Marga, 1983

3.3.2.1 Klasifikasi Agregat

Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang digunakan sebagai bahan perkerasan lentur dibedakan atas :

- a. Agregat Alam ; agregat yang dipakai sebagaimana bentuknya dari alam atau hanya dengan sedikit pengolahan.
- b. Agregat yang melalui proses pengolahan ; agregat yang diperoleh melalui proses pemecahan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.
- c. Agregat buatan ; agregat yang merupakan mineral filler / pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm).

Berdasarkan besar kecilnya partikel agregat, dapat dibedakan menjadi :

- a. Agregat Kasar ; agregat $> 4,75$ mm (ASTM) dan > 2 mm (AASHTO).
- b. Agregat Halus ; agregat $< 4,75$ mm (ASTM) < 2 mm dan $> 0,075$ mm (AASHTO).
- c. Abu batu / mineral filler ; lolos saringan No. 200.

3.3.2.2 Sifat Agregat

Sifat agregat yang menentukan kualitas sebagai bahan perkerasan jalan, dibagi dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Kekuatan dan Keawetan (*Strength and Durability*),

Kekuatan dan keawetan dari agregat dipengaruhi oleh :

- a. Gradasi,

Gradasi agregat untuk suatu campuran dapat dibedakan menjadi :

1. Gradasi Menerus (*Well Graded*) : suatu gradasi yang mengandung agregat dengan komposisi seimbang (terlihat dalam bentuk grafik yang menerus).
Gradasi ini mempunyai sifat yang mudah dipadatkan karena rongga antar agregat hampir seluruhnya terisi dengan butir yang lebih kecil, hanya menyisakan sebagian kecil untuk diisi oleh aspal.
2. Gradasi Senjang (*Gap Graded*) : suatu gradasi yang cenderung berkurang sebagian agregat dengan ukuran sedang. Akibatnya campuran akan menjadi terbuka dan aspal akan banyak mengisi pada rongga-rongga tersebut.
3. Gradasi Terbuka (*Open Graded*) : suatu gradasi yang komposisi agregatnya diantara Gradasi Menerus dan Gradasi Senjang, yaitu walaupun mempunyai kelenturan yang tinggi tapi masih mampu memberikan kekuatan dalam menerima beban.

Untuk menyatakan ukuran partikel agregat yaitu dengan :

1. Ukuran minimum, merupakan ukuran tapis / ayakan terkecil dimana agregat tersebut tertahan.
2. Ukuran nominal maksimum, merupakan ukuran tapis terbesar dimana agregat tertahan tapis tidak lebih dari 10 %.

b. Kadar Lempung,

Kandungan lempung yang ada dalam agregat akan mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena :

1. Lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga mengurangi kelekatan dengan aspal,
2. Adanya lempung mengakibatkan daerah yang diselimuti aspal bertambah,

3. Tipisnya lapisan aspal mengakibatkan lapisan mudah teroksidasi sehingga lapisan mudah rapuh / getas,
4. Lempung cenderung menyerap air yang berakibat mengurangi tingkat kelekatan aspal dengan agregat.

c. Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur / pecah oleh pengaruh mekanis (*degradasi*) ataupun kimia (*disintegrasi*). Pemeriksaan tingkat ketahanan agregat terhadap penghancuran dilakukan dengan percobaan Abrasi Los Angeles (*Abrasion Los Angeles Test*) yang menggunakan mesin Los Angeles.

2. Daya lekat Terhadap Aspal

Hal-hal yang mempengaruhi lekatan aspal dengan agregat antara lain yaitu :

a. Porositas

Agregat yang baik harus mempunyai porositas / pori-pori yang baik / seimbang, karena dari adanya pori-pori itulah batuan / agregat mempunyai kemampuan untuk dapat menyerap zat cair yang menempel / mengenainya. Dengan kadar penyerapan yang baik yaitu $\leq 3\%$ (SKBI – 2.4.26. 1987) maka akan didapatkan kemampuan dalam menyerap aspal pada saat digunakan dalam campuran perkerasan sehingga menghasilkan kelekatan yang baik antara aspal dengan agregat.

b. Jenis Agregat

Dalam pemilihan jenis agregat diambil agregat yang sesuai dengan persyaratan agregat untuk campuran aspal beton, misalnya bentuknya yang

kasar (tekstur permukaan), kuat, mempunyai porositas yang baik, dan mempunyai berat jenis yang sesuai ($\geq 2,5$ gr/cc). Baik agregat alam maupun agregat buatan dapat digunakan asalkan memenuhi persyaratan.

c. Bentuk dan Tekstur Permukaan

Bentuk agregat yang baik dan tekstur agregat yang memenuhi standar kekerasan dapat mempengaruhi kelekatan aspal.

d. Kemungkinan Basah

Pemanasan agregat sebelum dicampur dengan bitumen harus benar-benar kering ($\pm 140^{\circ}$ C), karena agregat yang masih mengandung air akan mengurangi kemampuan agregat dalam menyerap aspal. Hal ini disebabkan baik rongga agregat yang masih ada zat cair lain (air) sehingga mengurangi prosentase aspal yang masuk maupun sifat dari aspal itu sendiri yang berkurang kekuatannya karena masih terdapat air dalam agregat tersebut.

3. Kemudahan dalam pelaksanaan

Kemudahan pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang lebih nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :

- a. Tahanan Gesek / Selip (*Skid Resistance*)
- b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*Bituminous Mix Workability*).

3.3.3 Filler

Menurut Bina Marga (1983) bahan yang dapat dipergunakan sebagai *filler* antara lain debu batu kapur, debu *dolomite* atau *semen portland*, atau bahan lain yang mempunyai kadar air maksimum 1% dan memenuhi persyaratan gradasi.

3.4 Campuran Beton Aspal

3.4.1 Perencanaan Campuran Beton Aspal

Perencanaan campuran perlu dilakukan untuk mendapatkan campuran Beton Aspal yang baik. Menurut Bina Marga (1983), bahan beton aspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Persyaratan gradasi agregat grading IV seperti pada tabel 3.4.

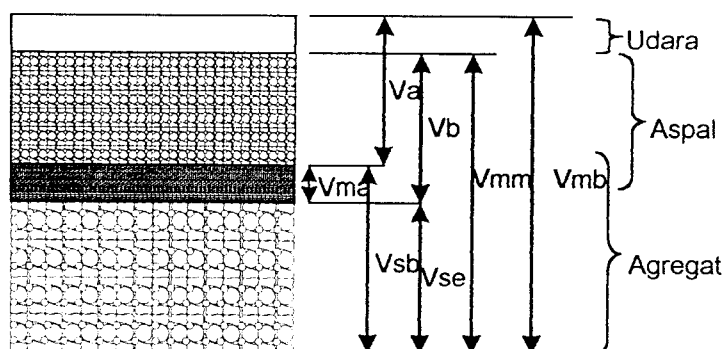
Tabel 3.4. Gradasi Agregat

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

3.4.2 Perhitungan dalam Campuran Beton Aspal

Secara skematis campuran Beton Aspal yang telah dipadatkan dapat digambarkan dalam gambar 3.1.



Gambar 3.1. Skema campuran aspal beton

Volume ;

V_a : volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan / VIM

V_b : volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan

V_{mb} : volume *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan

V_{mm} : volume dari campuran tanpa volume udara

V_{sb} : volume agregat (*bulk*)

V_{se} : volume agregat (efektif)

V_{ma} : Volume pori antar butiran agregat

Berat jenis *bulk* dari total agregat

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \quad (3.1)$$

Dengan :

G_{sb} : Bj *bulk* untuk agregat total yang ada

P_1, P_2, \dots, P_n : persentase berat dari masing-masing agregat

G_1, G_2, \dots, G_n : berat jenis (B_j) *bulk* dari masing-masing agregat.

Khusus untuk *filler* digunakan B_j *Apparent*, krena B_j *bulk* sukar ditentukan.

Berat jenis efektif dari total agregat

$$G_{se} = \frac{W_{mm} - W_b}{W_{mm} - V_b} \quad (3.2)$$

$$V_{mm} = \frac{W_{mm}}{\gamma_w} + \frac{W_1}{\gamma_w} + \frac{W_2}{\gamma_w} \quad (3.3)$$

dengan :

G_{se} : B_j efektif dari total agregat

W_{mm} : berat contoh yang belum dipadatkan

V_{mm} : volume dari campuran tanpa volume udara

V_b : volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan

W_b : berat aspal dalam campuran

γ_w : berat volume air

W_1 : berat total + air

W_2 : berat botol + air + campuran

Aspal yang terabsorpsi agregat (persentase dari berat agregat)

$$P_{ba} = 100 \cdot \left[\frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \cdot G_{se}} \right] \cdot G_b \quad (3.4)$$

Dengan :

P_{ba} : aspal yang terabsorpsi, persentase dari berat agregat

G_{se} : B_j efektif dari total agregat

G_{sb} : B_j bulk untuk agregat total yang ada

Gb : Bj aspal

Berat jenis *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan

$$G_{mb} = \frac{W_m}{\frac{W_{mp}}{\gamma_w} - \frac{W_{mpw}}{\gamma_w} - \frac{W_{mp} - W_m}{G_p}} \quad (3.5)$$

atau

$$G_{mb} = \frac{W_m}{\frac{W_{mssd}}{\gamma_w} - \frac{W_{mpw}}{\gamma_w}} \quad (3.6)$$

Dengan :

Gmb : Bj *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan

Wm : berat contoh campuran yang telah dipadatkan

Wmp : berat contoh yang telah dipadatkan dan dilapisi parafin

Wmpw : berat contoh yang telah dipadatkan, telah dilapisi parafin dan direndam dalam air

Wmssd: berat contoh yang telah dipadatkan, kering permukaan jenuh

Gp : Bj parafin

γ_w : berat volume air

Berat jenis maksimum dari campuran

$$G_{mm} = \frac{W}{V_{sb} + V_b + V_{ba}} \quad (3.7)$$

Dengan :

Gmm : Bj maksimum dari campuran (tanpa pori)

W : berat volume dari campuran yang telah dipadatkan

Vsb : volume agregat (*bulk*)

V_b : volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan

V_{ba} : volume aspal yang terabsorpsi

Penentuan berat dan volume dalam 100 cm^3 contoh

1. Berat, $W = 100 \cdot G_{mb}$
2. Berat aspal, $W_b = P_b \cdot W/100$
3. Berat agregat, $W_s = W - W_b$
4. Berat aspal yang terabsorpsi, $W_{ba} = P_{ba} \cdot W_s/100$
5. Volume aspal, $V_b = W_b / G_b$
6. Volume dari aspal yang terabsorpsi, $V_{ba} = W_{ba} / G_b$
7. Volume agregat, $V_{sb} = W_s / G_{sb}$

Volume pori dalam campuran

$$VIM = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \cdot 100 \quad (3.8)$$

atau

$$VIM = 100 - (V_b + V_{sb} + V_{ba}) \quad (3.9)$$

Dengan :

VIM : Volume pori dalam campuran

G_{mm} : Bj maksimum dari campuran (tanpa pori)

G_{mb} : Bj *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan

V_{sb} : volume agregat (*bulk*)

V_b : volume aspal dalam campuran yang telah dipadatkan

V_{ba} : volume aspal yang terabsorpsi

Volume pori antar butiran agregat (VMA)

$$VMA = \frac{100 \cdot (Gsb - Gmb) + Gmb}{Gsb} \quad (3.10)$$

Atau,

$$VMA = 100 - Vsb \quad (3.11)$$

Dengan :

VMA : Volume pori antar butiran agregat

Gmb : Bj *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan

Gsb : Bj bulk untuk agregat total yang ada

Pb : kadar aspal, persentase dari berat total campuran

Kadar aspal efektif

$$Pbe = \left[\frac{Pb - \frac{Pba}{100} \cdot (100 - Pb)}{100 - \frac{Pba}{100} \cdot (100 - Pb)} \right] \quad (3.12)$$

Dengan :

Pbe : kadar aspal efektif, persentase dari berat total campuran yang telah dikoreksi

Pb : kadar aspal, persentase dari berat total campuran

Pba : aspal yang terabsorpsi, persentase dari berat agregat

Stabilitas aspal

$$S = f(p.k.t) \quad (3.13)$$

Dengan :

S : stabilitas campuran (lbs)

P : nilai pembacaan arloji stabilitas pada alat *marshall* (lbs)

k : kalibrasi *proving ring* pada alat *marshall*

t : koreksi tebal benda uji

Durabilitas campuran aspal

$$r = \sum \frac{S_i - S_{i+t}}{T_{i+t} - T_i} \quad (3.14)$$

$$R = \frac{r}{100} \cdot s \quad (3.15)$$

$$IP = \frac{S_i}{S_t} \times 100\% \quad (3.16)$$

Dengan :

r : indeks penurunan stabilitas (%)

S : nilai stabilitas (%)

T : waktu perendaman (jam)

R : indeks penurunan stabilitas (%)

s : nilai stabilitas (kg)

IP : Indek Perendaman (%)

3.4.3 Pemeriksaan dengan Alat *Marshall*

Alat *Marshall* merupakan alat tekan yan dilengkapi dengan Proving Ring (cincin pennguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu juga terdapat arloji kelelahan (flow meter) untuk mengukur kelelahan plastis (flow). Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm. Berat penumbuk 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inci (45,7), dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.

Properties Marshall Test yang dapat diperoleh adalah :

1. *Density*, gr/cc
2. Stabilitas, kg
3. Kelelehan plastis (*flow*), mm atau 0,01 inci
4. VITM (persen rongga dalam campuran), %
5. VFWA (persen rongga dalam campuran padat yang terisi aspal)
6. VMA (persen rongga antar agregat), %
7. *Marshall Quotient* (hasil bagi *marshall*), merupakan hasil bagi stabilitas dan flow, gr/mm
8. Indeks Perendaman, %

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini Aspal yang dipergunakan adalah aspal keras jenis AC 60-70 yang diproduksi oleh PT Pertamina. Sebagai pendekatan dalam penggunaan air hujan digunakan air accu yang mempunyai PH mendekati PH air hujan yang diproduksi oleh PT Kimia Unggul Semarang yang telah dianalisa oleh Balai Penelitian Bahan, Bandung tahun 1987. 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

4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan terdiri dari :

1. Tiga buah cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
2. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan
 - a. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
 - b. Landasan pematik terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x

30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya.

- c. Pemegang cetakan benda uji.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji.
Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alah ekstruder yang berdiameter 10 cm.
4. Alat *Marshall* lengkap dengan :
 - a. Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
 - b. Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.
 - c. Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai sampai 200°C ($\pm 3^\circ\text{C}$).
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 – 60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).
7. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
8. Pengukur suhu dari logam berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
9. Perlengkapan lain :
 - a. Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.

- b. Kompor atau pemanas.
- c. Sendok pengaduk.
- d. Spatula.
- e. PH meter yang berbentuk strip dengan skala 1^{10} .
- f. Sarung tangan dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernafasan (*masker*).

4.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.4 Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian di laboratorium dapat dilihat dalam Gambar 4.1 yang terbagi dalam 2 tahap, yaitu tahap I pengujian untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum, dan yang II adalah tahapan design pada Kadar Aspal Optimum untuk uji Rendaman Air Hujan.

4.4.1 Tahap Persiapan

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

4.4.2 Pengujian pendahuluan

- a. Pemeriksaan agregat
 - 1. Agregat kasar
 - a. Analisa saringan agregat halus dan kasar (PB-0201-76).

- b. Kausan dengan mesin Los Angeles (PB-0206-76)
 - c. Kelekatan agregat terhadap aspal (PB-0205-76)
 - d. Peresapan terhadap air (PB-0202-75)
 - e. Berat jenis semu (PB-0202-76)
2. Agregat halus
- a. Berat jenis semu (PB-0202-07)
 - b. Peresapan terhadap air (PB-0202-07)
 - c. Sand Equivalent (Pb-0202-07)
3. Pemeriksaan Aspal
- a. Penetrasi (PA-0301-76)
 - b. Titik lembek (PA-0305-76)
 - c. Titik nyala (PA-0303-76)
 - d. Kehilangan berat (PA-0304-76)
 - e. Kelarutan (PA-0305-76)
 - f. Daktilitas (PA-0306-76)
 - g. Penetrasi setelah kehilangan berat (PA-0301-76)
 - h. Berat jenis (PA-0307-76)

b. Pemeriksaan Air Accu

Air accu pada umumnya ada 2 jenis yang dibedakan menurut nilai PH yang dikandungnya, yaitu yang mengandung nilai PH 0 dan yang mengandung PH 3 keduanya mempunyai tingkat keasaman berbeda menurut skala pembacaan dimana setiap kenaikan atau penurunan satu dari nilai pembacaan skalanya berarti harus dikalikan dengan 10 atau 1^{10} . Permasalahan disini

adalah air hujan mempunyai PH antara 5 sampai dengan 5,6 sehingga dalam penelitian ini dipakai air accu yang mempunyai PH 3 sehingga dibutuhkan air tawar sebagai pengencer untuk desain air hujan. Dengan perhitungan:

Perbedaan skala air hujan dengan air accu: $5,6 - 3 = 2,6$

Jika dibaca dengan skala pembacaan PH akan menjadi 160 kali lebih encer dari semula (3). Satuan desain adalah centimeter cubik (cc) sehingga perbandingan air tawar yang harus dipakai menjadi 1 cc air accu berbanding 160 cc air tawar.

4.4.3 Perencanaan campuran dan pembuatan model benda uji

Jenis campuran beton aspal yang dipakai adalah beton aspal untuk lapis permukaan structural, proporsi bahan susun campuran menggunakan perbandingan berat. Adapun variasi model campuran beton aspal sesuai dengan Bina Marga (1983).

a. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis AC Pen 60/70, Kadar aspal yang digunakan untuk campuran Aspal Beton ini bervariasi dalam kelipatan 0,5%, antara 5% sampai dengan 7%, jumlah benda uji dari masing-masing kadar aspal AC 60/70 dapat dilihat pada tabel 4.1. dibawah ini.

Tabel 4.1. Model Benda Uji untuk Mendapatkan KAO

No.	Kadar Aspal %	Banyak Sampel AC 60-70	Jumlah Benda
1	5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%	3	15
Total benda uji			15

b. Agregat

Gradasi agregat yang digunakan sebagai bahan susun adalah nilai tengah campuran Aspal Beton yang sesuai dengan standar spesifikasi Bina Marga 1988. Spesifikasi dapat dilihat pada tabel 4.2. dibawah ini.

Tabel 4.2. Gradasi Agregat

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

c. Model benda uji

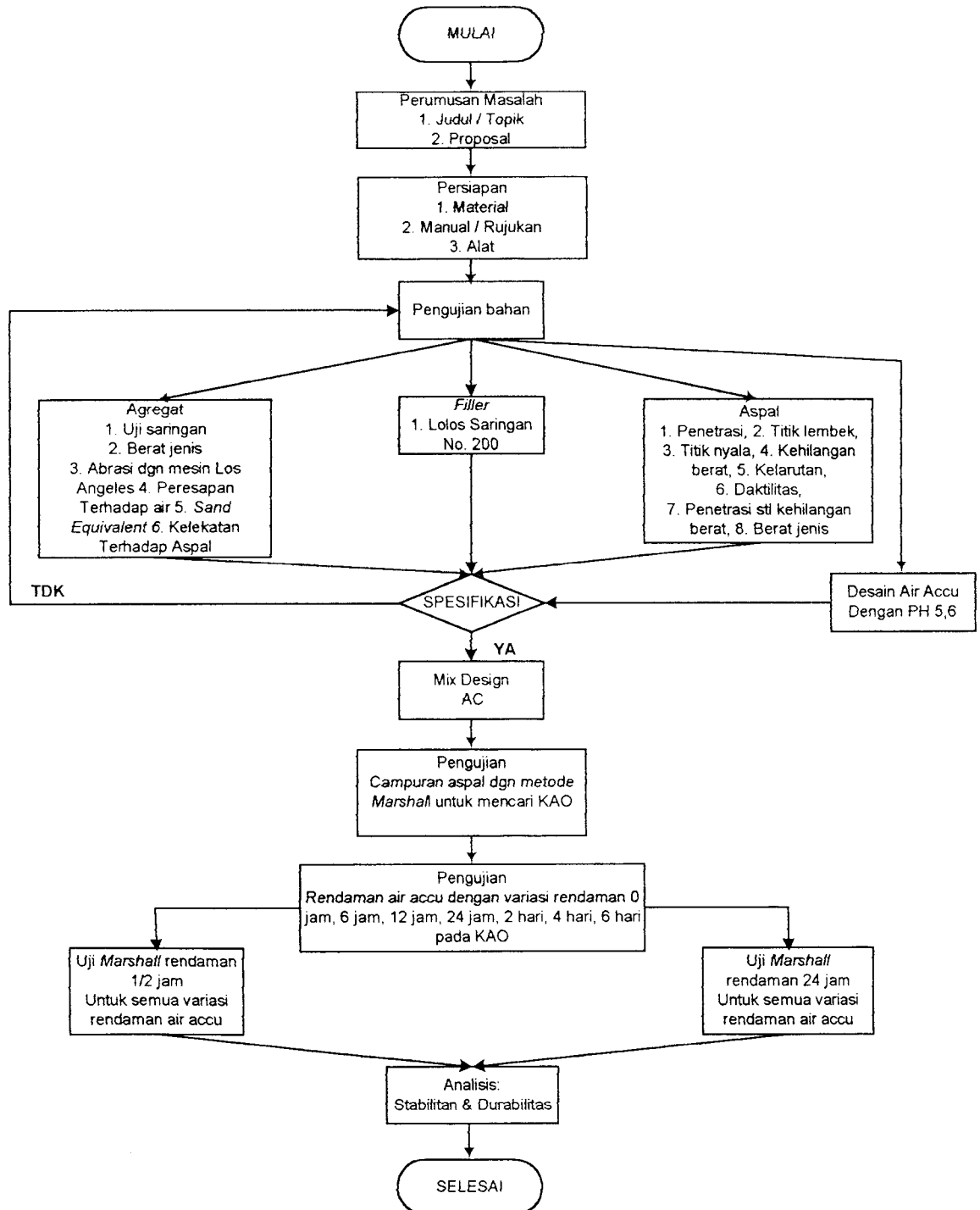
Untuk membuat benda uji diperlukan 1200 gram campuran menghasilkan tinggi benda uji ± 7 cm dengan diameter 10 cm. pencampuran ditentukan sesuai dengan grading tipe IV dengan kadar aspal 5% sampai 7% dari berat total agregat dengan interval 0,5%. Masing-masing benda uji dibuat *triplo* sehingga benda uji untuk mendapatkan KAO berjumlah $5 \times 3 = 15$ benda uji, seperti yang terlihat pada tabel 4.1 diatas.

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 diperkirakan kadar aspal optimum adalah 6% maka percobaan selanjutnya adalah seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3.. Model Benda Uji pada KAO untuk uji Rendaman

No	Variasi Rendaman Air Accu	Kadar Aspal Optimum %	Uji <i>Marshall</i>		Jumlah Benda Uji
			½ jam	24 jam	
1	0 jam	6%	3	3	6
2	3 jam	6%	3	3	6
3	6 jam	6%	3	3	6
4	12 jam	6%	3	3	6
5	24 jam	6%	3	3	6
6	2 hari	6%	3	3	6
7	4 hari	6%	3	3	6
Total Benda Uji					42

Jadi total benda uji yang dipakai adalah $15 + 42 = 57$ benda uji



Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian

4.4.4 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 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 viscositas, pada penelitian ini dipakai suhu pencampuran dan pemadatan menurut spesifikasi Bina Marga, 1987 untuk Aspal Beton, yaitu suhu pencampuran 160°, suhu pemadatan 140°.

c. Persiapan pencampuran

1. Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kir 63,5 mm $\pm 1,27$ mm.
2. Panci pencampur dipanaskan beserta agregat kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal padat; bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14°C di atas 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 $93,3 - 148,9^{\circ}\text{C}$.
2. Cetakan diletakan diatas landasan pematat dan di tahan dengan pemegang cetakan.
3. Alas cetakan diberi selembat kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan.
4. Seluruh campuran dimasukan kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras deng spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian 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 $457,2 \text{ mm}$. Selama pedatan harus diperhatikan agar sumbu pematat selalu tegak lurus pada alas 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 di tumbuk dengan tumbukan yang sama dengan point 5 diatas.
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 letakan benda uji diatas 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.

4.4.5 Persiapan Pengujian

Persiapan pengujian meliputi :

1. Benda uji di bersihkan 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 di timbang.
5. Benda uji selanjutnya di rendam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruangan.
6. Benda uji di timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji di timbang 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 masukan benda uji ke dalam oven minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C.
9. Batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan di bersihkan , sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas.

4.4.6 Cara Pengujian

Cara uji dilakukan sebagai berikut :

1. Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari 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 letakan kedalam segmen bawah kepala penekan.
3. Benda uji diletakan di dalam ekmen kepala penekan, dan letakan kesluruhannya dalam mesin penguji.
4. Arloji pengukur alir (*flow*) dipasang pada kedudukannya diatas 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 cicin penguji.
6. Jarum arloji tekan di atur pada kedudukan angka nol.
7. Pembebanan diberikan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimun (*stability*) yang dicapai, untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 m, koreksilah bebannya dengan menggunakan faktor perkalian yang bersangkutan.
8. Nilai alir (*flow*) di catat yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai.

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

1. Stabilitas (kg)
2. Flow (mm)
3. VITM

- VFWA
 4. ~~VFMA~~
5. *Marshall Quetiont* (MQ)
6. *Density*

4.4.7 Pemeriksaan dan pengamatan perilaku campuran aspal pada KAO terhadap Variasi rendaman air hujan.

Sampel yang akan diuji dengan Pengujian rendaman air accu dibuat dengan kadar aspal design yang berpedoman dari Kadar Aspal Optimum yang sudah didapat. Banyaknya sampel adalah triplo dari masing-masing Variasi waktu rendaman, lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai Tabel 4.10

Tabel 4.4 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 4 hari

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	021002 14.00	031002 14.00	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	021002 14.05	031002 14.05	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	021002 14.10	031002 14.10	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	-	-	021002 14.15	021002 14.45
5	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	-	-	021002 14.18	021002 14.48
6	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	021002 14.00	-	-	-	-	021002 14.21	021002 14.51

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman

Tabel 4.5 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 2 hari

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	300902 14.00	011002 14.00	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	300902 14.05	011002 14.05	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	300902 14.10	011002 14.10	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	-	-	300902 14.15	300902 14.45
5	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	-	-	300902 14.20	300902 14.50
6	Tgl/Bln/Thn Jam	280902 14.00	300902 14.00	-	-	-	-	300902 14.25	300902 14.55

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman

Tabel 4.6 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 1 hari

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	011002 10.15	021002 10.15	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	011002 10.20	021002 10.20	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	011002 10.25	021002 10.25	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	-	-	011002 10.30	300902 11.00
5	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	-	-	011002 10.35	300902 11.05
6	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 10.00	011002 10.00	-	-	-	-	011002 10.40	300902 11.10

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman

Tabel 4.7 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 12 jam

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	021002 08.10	031002 08.10	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	021002 08.15	031002 08.15	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	021002 08.20	031002 08.20	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	-	-	021002 08.25	021002 08.55
5	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	-	-	021002 08.30	021002 09.00
6	Tgl/Bln/Thn Jam	300902 20.00	011002 08.00	011002 08.00	021002 08.00	-	-	021002 08.35	021002 09.05

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman

Tabel 4.8 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 6 jam

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	021002 14.40	031002 14.40	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	021002 14.43	031002 14.43	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	021002 14.46	031002 14.46	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	-	-	021002 14.55	021002 15.25
5	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	-	-	021002 14.58	021002 15.28
6	Tgl/Bln/Thn Jam	021002 08.30	021002 14.30	011002 10.00	021002 08.30	-	-	021002 15.01	021002 15.31

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendama

Tabel 4.9 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 3 jam

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	031002 11.50	041002 11.50	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	031002 11.55	041002 11.55	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	031002 12.00	041002 12.00	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	-	-	031002 11.55	031002 12.25
5	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	-	-	031002 11.58	031002 12.28
6	Tgl/Bln/Thn Jam	031002 08.30	031002 11.30	021002 08.30	031002 08.30	-	-	031002 12.01	031002 12.31

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman

Tabel 4.10 Waktu Rendaman Campuran AC dengan air accu 0 jam

No	Keterangan	Jenis Rendaman							
		Air Accu 4 hari		Air Biasa 24 jam		Waterbath 24 jam 60°		Waterbath ½ Jam 60°	
		M	K	M	K	M	K	M	K
1	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	031002 09.05	041002 09.05	-	-
2	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	031002 09.08	041002 09.08	-	-
3	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	031002 09.11	041002 09.11	-	-
4	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	-	-	031002 09.14	031002 09.44
5	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	-	-	031002 09.17	031002 09.47
6	Tgl/Bln/Thn Jam			021002 09.00	031002 09.00	-	-	031002 09.20	031002 09.50

Ket:

M = Mulai Rendaman

K = Selesai Rendaman



Tahapan pengujian sebagai berikut:

1. Wadah sebagai tempat rendaman di siapkan, yaitu terdiri dari 1 wadah untuk tempat air biasa dan 1 untuk tempat rendaman air accu yang sudah di desain sehingga mendekati PH air hujan.
2. Sampel direndam dengan urutan Variasi lama rendaman seperti yang sudah dijabarkan pada tabel di atas, yaitu air biasa 24 jam, rendaman air accu, rendaman water bath 24 jam, dan rendaman water bath ½ jam.
3. Jika sample sudah mencapai titik jenuh terhadap rendaman, maka untuk rendaman air biasa 24 jam dapat di lewati yaitu 20 jam \pm 4 jam
4. Mengamati dan mencatat setiap perubahan, baik fisik sample, waktu rendaman, maupun suhu pada setiap Variasi waktu rendaman baik terhadap rendaman air accu maupun air biasa.
5. Pengujian Marshall dilakukan langsung setelah mengalami rendaman water bath, baik rendaman 24 jam maupun rendaman ½ jam.
6. Urutan pengujian Marshall dan hasil yang dapat diperoleh sama seperti untuk mencari KAO

BAB V

HIPOTESA

Selama rendaman berlangsung, akan terjadi pelepasan aspal terhadap agregat bervariasi menurut lamanya waktu rendaman, hal ini akan mengakibatkan berkurangnya kelekatan aspal dan mengakibatkan pengelupasan aspal sehingga kekuatan struktur lapis perkerasan akan berkurang, ditandai dengan menurunnya nilai stabilitas, *flow*, Indeks Perendaman, VFWA dan naiknya nilai VITM dan VMA.

BAB VI

HASIL PENELITIAN

Hasil pada penelitian ini terdiri dari hasil pemeriksaan agregat, pemeriksaan bahan ikat aspal, hasil pengujian PH campuran air accu, hasil pengujian sampel terhadap rendaman air accu, hasil pengujian campuran AC dengan metode *Marshall* hasil tersebut diuraikan sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan agregat

Hasil pemeriksaan agregat seperti terdapat pada tabel 6.1 berikut ini.

Tabel 6.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Abrasi	Maks. 40	33,10	%
2	Kelekatan terhadap aspal	Min. 95	99	%
3.	BJ. Semu agregat kasar	> 2.50	2,573	-
	BJ. Semu agregat halus	> 2.50	2,812	-
	BJ. Semu ekstrak asbuton	-	-	-
4.	Absorpsi agregat kasar	< 3	1,864	%
	Absorpsi agregat halus	< 3	2,669	%
5.	<i>Sand Equivalent</i>	Min. 50	71,65	%

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

2. Hasil pemeriksaan aspal

Hasil pemeriksaan aspal seperti terdapat pada tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan sifat aspal jenis AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Penetrasi	60 – 79	63,8	0,1mm
2	Titik lembek	48 – 58	51	⁰ C
3	Titik nyala	Min. 200	338	⁰ C
4	Daktalitas	Min. 100	165,1	cm
5	Kehilangan berat	Maks. 0,4	0,119	%
6	Kelarutan dalam CCl ₄	Min. 99	99,88	%
7	Berat jenis	> 1	1,033	-

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

3. Hasil pemeriksaan PH campuran air accu

Dari hasil desain dan pengujian PH air accu, air tawar maupun Ph campuran air accu dengan air tawar sebagai langkah pendekatan untuk mendapatkan PH yang sama dengan PH air hujan didapat hasil pada table 6.3 sebagai berikut

Tabel 6.3 Hasil pemeriksaan PH campuran air accu

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	PH air accu	3	3	-
2	PH air tawar	7	7	-
3	PH campuran air accu	5 – 5,6	5,6	-

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

4. Hasil pengujian sample terhadap Variasi lama waktu rendaman air accu

Hasil pengujian ini mengacu kepada pengamatan dan pemeriksaan fisik campuran terhadap Variasi lama waktu rendaman air accu, hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.4 Hasil pengujian sampel terhadap Variasi lama waktu rendaman air accu secara Visual

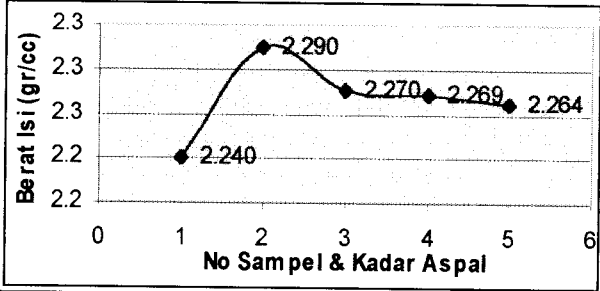
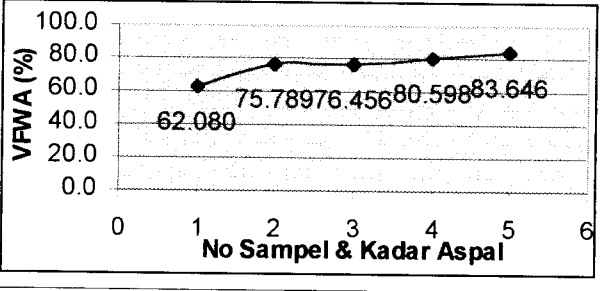
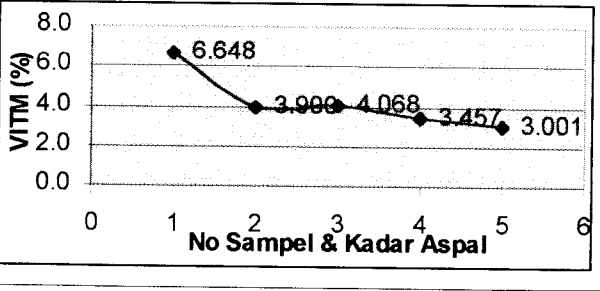
Lama rendaman Dalam Air Accu	Pengamatan	
	Rendaman air accu	Rendaman air tawar 24 jam
4 Hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 2. Terjadi pelepasan Film aspal ke permukaan air 3. Terjadi pelepasan aspal terhadap butiran 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
2 Hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 2. Terjadi pelepasan Film aspal ke permukaan air 3. Terjadi pelepasan aspal terhadap butiran 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
1 Hari	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 2. Terjadi pelepasan Film aspal ke permukaan air 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
12 Jam	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
6 Jam	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
3 Jam	<ol style="list-style-type: none"> 1. warna sampel buram 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air
0 jam (Standar)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mengalami rendaman air accu, dipakai sebagai standar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenuh air

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

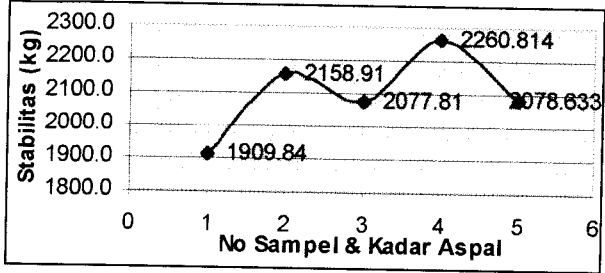
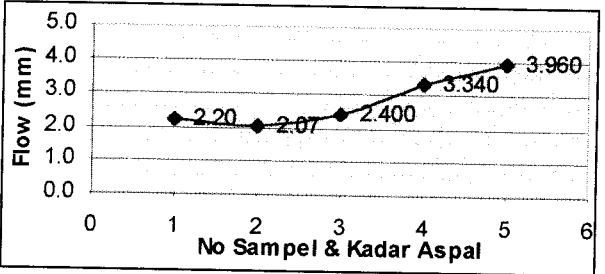
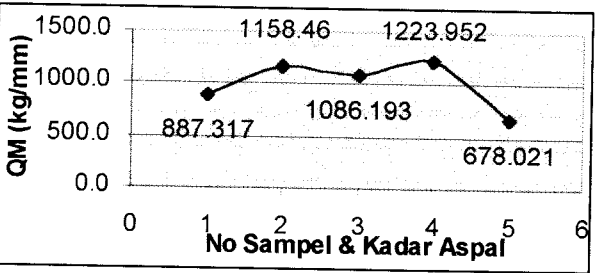
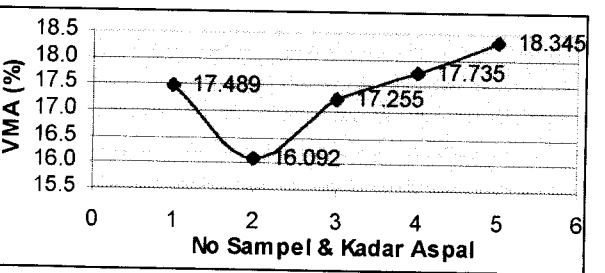
5. Hasil pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan 2 kali, yaitu pengujian untuk mendapatkan KAO dan pengujian setelah mengalami perendaman terhadap air accu pada KAO. Dari 2 kali pengujian *Marshall* tersebut didapat karakteristik seperti pada tabel 6.5 berikut ini.

Tabel 6.5 Hasil Uji *Marshall* Untuk mendapatkan KAO

Sifat <i>Marshall</i>	Kadar aspal (%)	Hasil	
		Nilai	Grafik
<i>Density</i> (gr/cc)	5	2,240	
	5,5	2,290	
	6	2,270	
	6,5	2,269	
	7	2,264	
VFWA (%)	5	62.080	
	5,5	75.789	
	6	76.456	
	6,5	80.598	
	7	83.646	
VITM (%)	5	6,648	
	5,5	3,900	
	6	4,068	
	6,5	3,475	
	7	3,001	

Lanjutan Tabel 6.5

Sifat <i>Marshall</i>	Kadar aspal (%)	Hasil	
		Nilai	Grafik
Stabilitas (Kg)	5	1909.84	
	5,5	2158.91	
	6	2077.81	
	6,5	2260.814	
	7	2078.633	
<i>Flow</i> (mm)	5	2,20	
	5,5	2,07	
	6	2,40	
	6,5	3,34	
	7	3,96	
<i>Marshall</i> <i>Quotien</i> (Kg/mm)	5	887.317	
	5,5	1158.46	
	6	1086.193	
	6,5	1223.952	
	7	678.021	
VMA (%)	5	17.489	
	5,5	16.092	
	6	17.255	
	6,5	17.735	
	7	18.345	

Dari data tersebut akan dibandingkan dengan spesifikasi yang dipakai dalam penelitian ini, yaitu spesifikasi teknis *Asphal Cement* (AC) yang lama dari Bina Marga (Bina Marga,1983) dan yang baru dari Puslitbang Jalan (1998). Hasil dari perbandingan data dengan spesifikasi akan mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), yang dipakai sebagai acuan desain untuk uji selanjutnya.

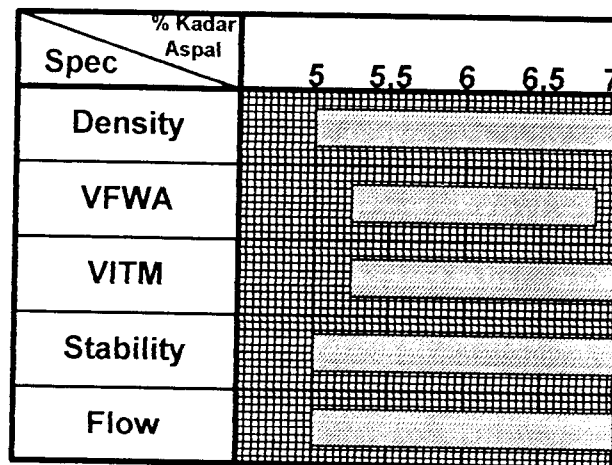
Tabel 6.6 Spesifikasi Teknis Campuran AC menurut Bina Marga 1983

Karakteristik	Persyaratan	Satuan
Stabilitas	550 – 1250	Kg
VITM	3 – 6	%
<i>Marshall Quotient</i>	> 200	Kg/mm
Kandungan Aspal Efektif	6,2	%

Tabel 6.7 Spesifikasi Teknis Campuran AC menurut Puslitbang Jalan (1998)

Karakteristik	Persyaratan	Satuan
Stabilitas	> 800	Kg
VMA	> 16	%
VFWA	70 - 80	%
VITM	3 – 5	%
<i>Flow</i>	2 - 4	Mm
MQ	> 200	Kg/mm

Dari hasil perbandingan dengan spesifikasi Bina Marga tersebut diatas diperoleh kadar aspal design yang dipakai sebagai kadar aspal optimum seperti pada Grafik 6.1 berikut ini.



Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum

Dari grafik diatas didapat hasil kadar aspal design 6,25 % yang selanjutnya dipakai untuk perencanaan campuran pada uji rendaman air accu yang menghasilkan karakteristik campuran setelah mengalami rendaman menurut lama Variasi waktu rendam, seperti pada Tabel 6.8 berikut.

Tabel 6.8 Hasil uji *Marshall* pada Variasi Rendaman air Accu

No.	Variasi Rendaman		Nilai <i>Marshall</i>						
	Air Accu	Waterbath	Density (gr/cc)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
1	0 jam	24 jam	2,277	17,234	79,942	3,458	2284,66	2,87	822.524
		½ jam	2,277	17,232	79,974	3,456	2551,01	3,55	719.296
2	3 jam	24 jam	2,287	16,854	82,156	3,016	2160,51	2,63	828.455
		½ jam	2,282	17,047	81,000	3,240	2263,79	3,13	724.121

Lanjutan Tabel 6.8

No.	Variasi Rendaman		Nilai Marshall						
	Air Accu	Waterbath	Density (gr/cc)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
3	6 jam	24 jam	2,291	16,721	82,898	2,860	2051,25	2,52	840.977
		½ jam	2,286	16,888	81,917	3,054	2068,45	2,83	731.761
4	12 jam	24 jam	2,301	16,357	85,161	2,436	1819,98	2,13	861.050
		½ jam	2,295	16,592	83,689	2,709	1832,89	2,49	741.680
5	24 jam	24 jam	2,331	15,261	92,472	1,157	1388,07	1,62	865.787
		½ jam	2,319	15,706	89,515	1,676	1562,39	2,01	748.984
6	2 Hari	24 jam	2,337	15,034	94,087	0,892	1353,85	1,52	891.325
		½ jam	2,331	15,268	92,380	1,165	1416,67	1,88	765.929
7	4 Hari	24 jam	2,341	14,905	95,054	0,741	1248,73	1,42	983.225
		½ jam	2,336	15,090	93,853	0,958	1381,72	1,64	848.720

Ket:

24 jam = Rendaman Waterbath untuk Stabilitas 24 jam

½ jam = Rendaman Waterbath untuk Stabilitas ½ jam

BAB VII

PEMBAHASAN

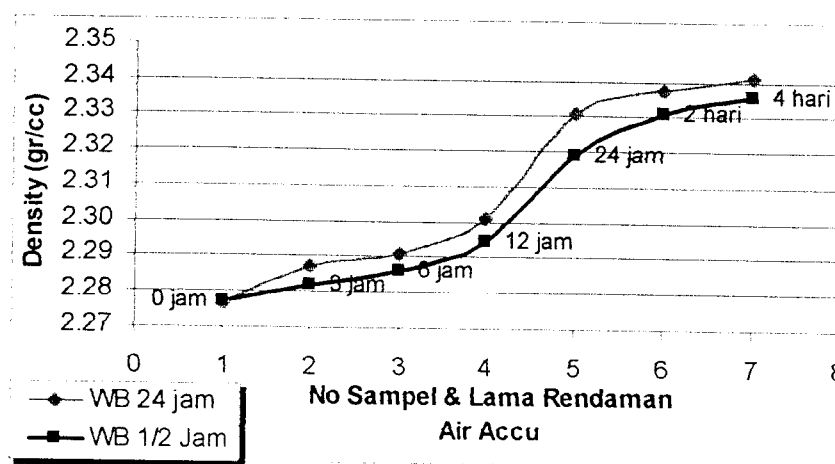
7.1 Tinjauan Karakteristik *Marshall* Terhadap Variasi Lama Rendaman Air Accu

7.1.1. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai *density*

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

akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai (*density*) pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.1 berikut ini.



Gambar 7.1 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan *Density* Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan ½ jam

Penelitian laboratorium terhadap campuran AC menunjukkan bahwa semakin lama mengalami rendaman terhadap air accu mengakibatkan nilai *Density* mengalami kenaikan. Kenaikan nilai *Density* ini disebabkan oleh menurunnya nilai rongga antar butir agregat (*Void In Minerale Aggregate, VMA*) yang disebabkan oleh terjadinya proses Oksidasi selama proses rendaman. Proses Oksidasi tersebut merupakan proses pelepasan ion Oksigen dan hidrogen baik dari air maupun dari campuran AC, proses ini menyebabkan panas (pelepasan *energi thermal*) sehingga oksigen dan hidrogen (H_2) yang terkandung didalam campuran akan terlepas keluar, proses panas juga

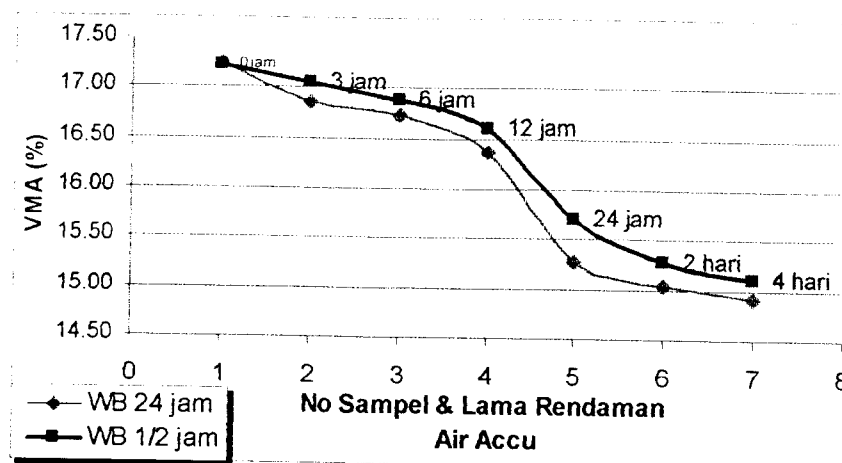
menyebabkan melarutnya *asphaltenese* ke dalam *oil* serta pelepasan film aspal yang menyelimuti butiran agregat dan aspal yang menyelimuti agregat dalam campuran akan menjadi lembek sehingga akan mengisi rongga antar butiran yang tadinya ditinggalkan oleh oksigen yang menguap. Proses panas yang didapat melalui proses oksidasi pada rendaman air accu akan berlanjut dan dampaknya sangat jelas terlihat pada saat campuran mengalami rendaman water bath 60° selama 24 jam. Dengan terjadinya proses panas dalam waktu tertentu tersebut akan memungkinkan terbentuknya rongga antar partikel yang baru.

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

7.1.2. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VMA

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

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai VMA pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.2 berikut ini.



Gambar 7.2 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VMA Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan ½ jam

Dari hasil penelitian laboratorium diatas menunjukan semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan penurunan nilai VMA. Pada gambar 7.2 yang mengalami rendaman water bath 24 jam menunjukan penurunan VMA yang sangat besar bila dibandingkan dengan yang mengalami rendaman ½ jam. Selain dipengaruhi oleh gradasi campuran, VMA juga sangat dipengaruhi oleh *Density*, dimana nilai VMA yang rendah akan menyebabkan naiknya nilai *Density*. Proses yang dialami adalah proses oksidasi oksigen yang menghasilkan panas, sehingga udara yang berada didalam rongga terhadap campuran akan keluar diikuti oleh lepasnya film aspal yang menyelimuti agregat sehingga aspal menjadi lembek. Rongga udara tersebut selanjutnya akan diisi oleh aspal yang meleleh terutama setelah mengalami rendaman water bath 24 jam.

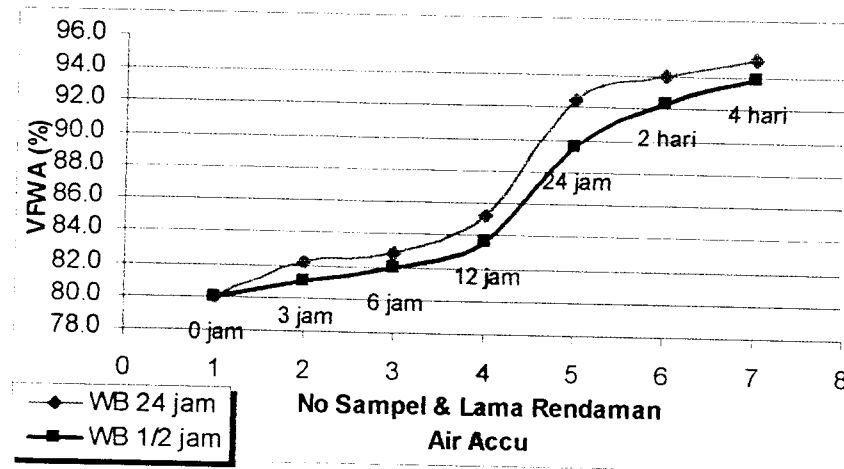
Spesifikasi teknis dari Bina Marga tidak mensyaratkan secara khusus nilai VMA untuk campuran AC, sedangkan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai VMA lebih dari 16%

7.1.3. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VFWA

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

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

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai VFWA pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan $\frac{1}{2}$ jam ditunjukkan pada Gambar 7.3 berikut ini.



Gambar 7.3 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VFWA Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan $\frac{1}{2}$ jam

Dari hasil penelitian laboratorium diatas menunjukkan semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan naiknya nilai VFWA, baik yang mengalami rendaman water bath 24 jam maupun dengan rendaman water bath $\frac{1}{2}$ jam. Hal 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 baik yang terkandung di dalam rongga campuran, maupun oksigen yang berada di dalam campuran ataupun oksigen dari campuran air accu dengan air. Selain itu panas juga mengakibatkan pelepasan film aspal yang menyelimuti butiran agregat dan melarutkan asphaltenes ke dalam oils, proses ini akan mengakibatkan timbulnya

rongga baru di dalam 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 ke semua 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, D. I. Y, dimana agregat tersebut berasal dari batuan vulkanik Gunung Berapi. Agregat yang berasal dari batuan vulkanik mengandung silika 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 *Pozzolanik* tinggi). Aspal sangat sulit melekat terhadap *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 tidak mensyaratkan secara khusus nilai VFWA untuk campuran HRS, sedangkan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai VFWA berkisar antara 70 % - 80 %

7.1.4. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai VITM

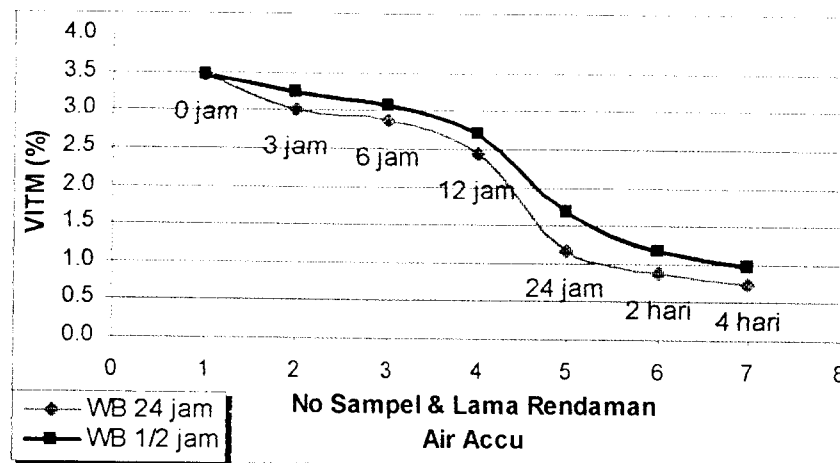
Nilai VITM (*Void In The Mix*) menunjukkan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran total. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VITM adalah gradasi,

kadar aspal dan *density*. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan campuran dan kedekatan campuran terhadap air dan udara.

Nilai VITM yang terlalu tinggi akan mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapis keras karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara ke dalam lapis perkerasan. Udara akan mengoksidasi aspal hingga selimut aspal menjadi tipis dan kohesi aspal menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kohesi aspal maka sifat adhesi antara agregat dengan aspal juga berkurang. Jika hal ini terjadi dapat menimbulkan pelepasan butiran (*ravelling*). Sedangkan air akan melarutkan bagian aspal yang tidak teroksidasi sehingga pengurangan jumlah aspal terjadi lebih cepat.

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

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai VITM pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.4 berikut ini.



Gambar 7.4 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan VITM Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan ½ jam

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan penurunan nilai VITM. Penurunan nilai VITM ini disebabkan oleh rongga yang ada sudah diisi 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* ke dalam *oils*) juga terjadi sehingga campuran akan mempunyai kekakuan yang cukup tinggi, kekakuan yang tinggi dapat mengakibatkan campuran mudah retak dalam menerima deformasi sehingga sifat adesi aspal akan berkurang yang akan mengakibatkan pelepasan butiran antara agregat (*stripping*). Pada saat yang sama agregat yang berasal dari batuan vulkanik yang mengandung lapisan *silica* mengakibatkan pelepasan film aspal yang menyelimuti di sekelilingnya, sehingga

terjadi rongga udara baru tetapi dalam prosentase yang semakin mengecil berbanding dengan semakin lama mengalami rendaman air accu.

Spesifikasi teknis Bina Marga dan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan khusus untuk nilai VITM pada campuran AC yaitu dari 3% sampai dengan 5%. Nilai VITM yang kurang dari 3% dengan kadar aspal yang tinggi akan menyebabkan campuran mudah terjadi deformasi dalam menerima beban. Apabila rongga dalam campuran (VITM) terlalu kecil, pada suhu yang tinggi aspal mengalami penurunan viskositas (kekentalan) sehingga jika mengalami pembebanan, aspal akan bergerak menuju ruang kosong, jika ruang kosong atau rongga ini terlalu kecil dan tidak tersedia rongga yang cukup bagi aspal tersebut maka aspal akan naik ke permukaan. Peristiwa inilah yang disebut *bleeding*.

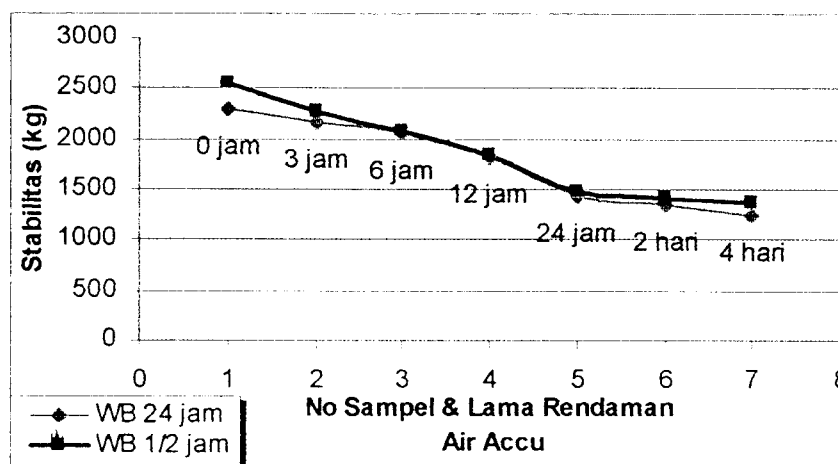
7.1.5. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai Stabilitas

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

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

stabilitas dapat dicerminkan oleh nilai kepadatan (*density*). Semakin tinggi nilai *density*, nilai stabilitas akan semakin tinggi.

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai Stabilitas pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.5 berikut ini.



Gambar 7.5 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan Stabilitas Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan ½ jam

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan penurunan nilai Stabilitas, hal ini bertolak belakang dengan teori yang sudah dikemukakan diatas bahwa nilai stabilitas akan cenderung naik bersamaan dengan naiknya nilai *Density* (kepadatan). Hal ini disebabkan karena rongga yang terdapat di dalam campuran sebagian sudah terisi oleh lelehan aspal bebas yang di akibatkan 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 oleh akibat pelepasan oksigen dalam proses oksidasi dan panas juga terjadinya penipisan dan pelepasan film aspal yang menyelimuti butiran agregat sehingga proses deformasi campuran terjadi. Berkurangnya kadar aspal bebas akan 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 accu yang dialami, sehingga deformasi awal sudah dialami oleh campuran tersebut.

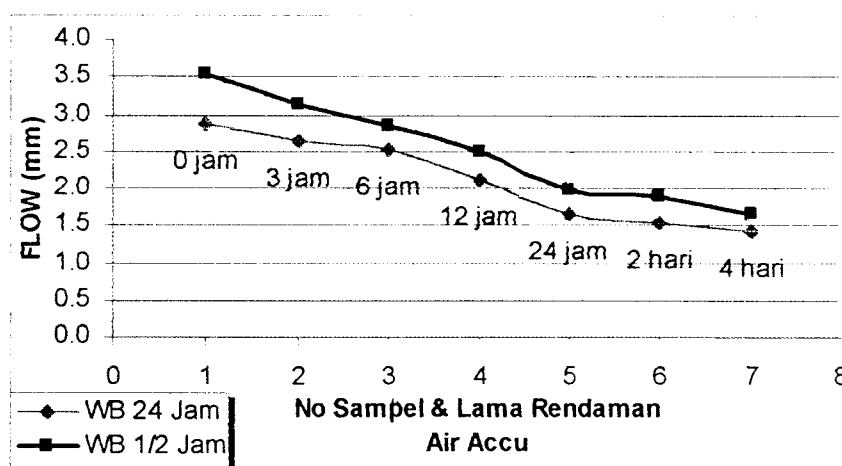
Dari spesifikasi Bina Marga, stabilitas yang disyaratkan untuk campuran AC adalah 500 Kg sampai dengan 1250 Kg. Apabila stabilitas kurang dari 500 Kg maka akan mudah mengalami deformasi karena perkerasan bersifat elastik sehingga tidak akan mampu menahan deformasi. Sedangkan jika nilai stabilitasnya lebih dari 1250 Kg akan mudah terjadi retak-retak karena lapis keras akan bersifat kaku. Hal ini karena jika lapis perkerasan mendapatkan beban terjadi deformasi yang melebihi batas elastisitas sehingga terjadi retak-retak atau patah-patah. Untuk spesifikasi Puslitbang Jalan (1998), stabilitas yang disyaratkan untuk campuran AC adalah harus lebih dari 800 Kg. Apabila kurang dari 800 Kg akan mengalami deformasi karena campuran bersifat elastik. Tidak ada batas maksimal untuk nilai stabilitas, karena semakin tinggi nilai stabilitas semakin baik campuran tersebut dalam menahan deformasi yang terjadi.

7.1.6. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai *Flow*

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

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

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai *Flow* pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.6 berikut ini.



Gambar 7.6 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan *Flow* Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan ½ jam

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan penurunan nilai *flow*. Penurunan nilai *Flow* ini disebabkan oleh terisinya rongga yang berada didalam campuran oleh aspal bebas oleh peristiwa oksidasi aspal, air dan air accu yang bersifat asam, dari hasil oksidasi ini akan menyebabkan panas. Penurunan flow ini akan diikuti oleh penurunan nilai stabilitas, dalam hal ini hasil yang diperoleh berbeda dari teori yang sudah diungkapkan diatas, dikarenakan kadar aspal yang tetap, tetapi akibat panas yang dihasilkan oleh proses oksidasi, maka aspal bebas yang mengisi rongga dan yang berada di sekeliling agregat akan meleleh dan akan mengisi rongga baru, dalam waktu bersamaan karena pelepasan oksigen dan oleh agregat yang mempunyai kandungan silica akan membentuk gelembung atau rongga baru. 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 ke luar 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 adalah campuran akan bersifat getas dan apabila terkena pembebanan akan terjadi goyah (*reveling*) dan *cracking*. Peristiwa tersebut terjadi karena aspal sudah mengalami penurunan nilai kekakuan (*viskositas*).

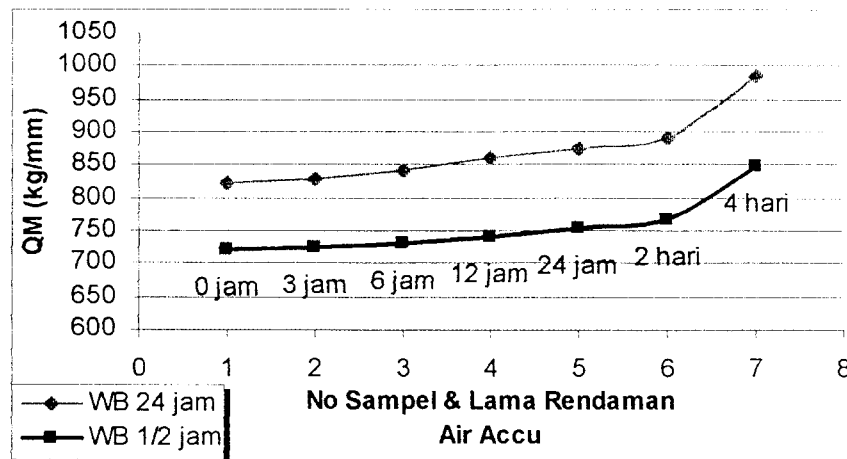
Spesifikasi teknis dari Bina Marga untuk campuran AC tidak memberikan persyaratan khusus pada nilai *flow*, sedangkan pada spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai *flow* lebih dari 2 mm. Jika nilai *flow* kurang dari 2 mm menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan mudah mengalami retak.

7.1.7. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai *Marshall Quotient* (QM)

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

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

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai *Marshall Quotient* pada kadar aspal design dengan rendaman water bath pada suhu 60° selama 24 jam dan ½ jam ditunjukkan pada Gambar 7.7 berikut ini.



Gambar 7.7 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu dengan QM Pada Rendaman Waterbath 24 jam dan $\frac{1}{2}$ jam

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa semakin lama campuran AC mengalami rendaman terhadap air accu akan mengakibatkan naiknya nilai *marshall quotient*. Naiknya nilai QM ini disebabkan oleh penurunan nilai stabilitas dan penurunan drastis 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 nilai viskositas aspal yang ada di dalam rongga campuran yang mengakibatkan nilai *density* bertambah. Apabila proses oksidasi ini berlanjut seiring dengan lamanya campuran mengalami variasi lama rendaman air accu 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 drastis. Apabila campuran mengalami pembebanan

maka nilai deformasinya akan cenderung mengecil seiring bertambah lamanya waktu rendaman air accu.

Spesifikasi teknis dari Bina Marga memberikan persyaratan khusus untuk campuran AC yaitu lebih dari 200 Kg/mm, nilai *marshall quotient* di bawah 200 Kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *washboarding*, *rutting* dan *bleeding*,

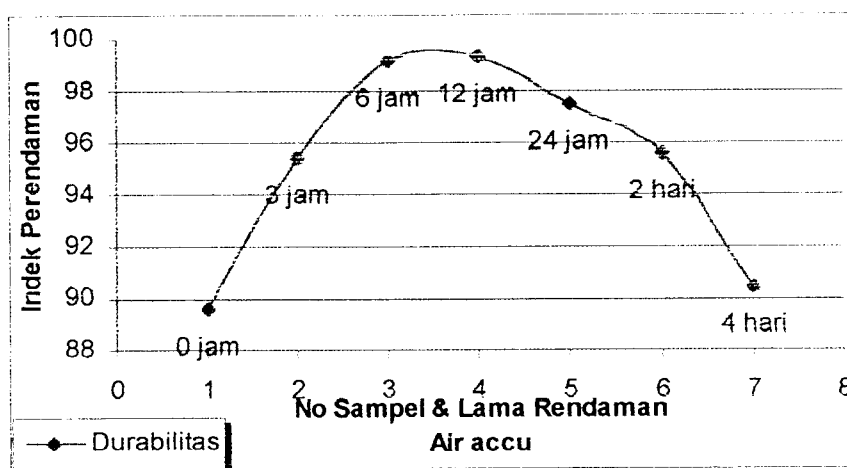
7.1.8. Pengaruh rendaman air accu terhadap nilai *Durabilitas*

Durabilitas beton aspal adalah kemampuan resistensi beton aspal terhadap gangguan air, suhu dan disintegrasi akibat beban lalu lintas, semakin tinggi kadar aspal semakin tinggi tingkat durabilitas campuran, untuk memaksimalkan durabilitas, maka dirancang campuran dengan kadar aspal yang cukup tinggi sehingga akan terjadi *coating* kesemua partikel-partikel agregat.

Tabel 7.1 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu Terhadap Nilai *Durabilitas*

No.	Variasi Rendaman Air Accu	Stabilitas 24 Jam (kg)	Stabilitas 1/2 Jam (kg)	Indek Penurunan Stabilitas %	Indek Perendaman %
1	0 Jam	2284.66	2551.01	10.4409626	89.5590374
2	3 Jam	2160.51	2263.79	4.56226063	95.4377394
3	6 Jam	2051.25	2068.45	0.83154053	99.1684595
4	12 Jam	1819.98	1832.89	0.70435214	99.2956479
5	24 Jam	1437.38	1474.36	2.50820695	97.491793
6	2 Hari	1353,85	1416,67	4.43434251	95.5656575
7	4 Hari	1248,73	1381,72	9.62496019	90.3750398

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan variasi lama rendaman air accu dengan nilai *Durabilitas* pada kadar aspal design yang sama ditunjukkan Gambar 7.8 berikut ini:



Gambar 7.8 Hubungan Variasi Lama Rendaman Air Accu Terhadap Nilai *Durabilitas*

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indek perendaman berturut-turut pada rendaman 0 jam air accu (Tanpa rendaman acir accu), rendaman 3 jam air accu, 6 jam air accu dan 12 jam air accu mengalami penurunan, dalam artian penurunan nilai stabilitas semakin mengecil. Disini campuran mengalami beberapa tahapan perobahan, *pertama* Disebabkan oleh peristiwa oksidasi oksigen dari campuran air dan air accu yang bersifat asam, sehingga menyebabkan panas dan aspal bebas yang berada didalam campuran mulai mengalami pelelehan berturut-turut menurut lama rendaman air accu yang dialami, sehingga mengisi rongga yang ada didalam campuran dan sebagian lagi akan mengalami pengelupasan dan pelepasan film aspal ke permukaan. Lelehan aspal bebas tersebut akan menutup setiap rongga yang ada di

dalam campuran sehingga pengaruh air dan suhu akan minimal karena berkurangnya rongga yang tersedia sebagai akses untuk masuk ke dalam campuran. **Kedua** adalah peristiwa lanjutan dari panas yang disebabkan oleh peristiwa oksidasi tersebut. Dimana pada campuran yang mengalami rendaman air accu 24 jam, 2 hari dan 4 hari mengalami kejenuhan, baik terhadap air maupun terhadap aspal yang mengakibatkan pelepasan film aspal secara menyeluruh atau sebagian dan akan terus berlanjut menurut lama rendaman yang dilalami. Pada kondisi ini campuran akan terus menerima panas yang dihasilkan oleh peristiwa oksidasi oksigen tersebut yang mengakibatkan aspal yang meleleh disusul dengan pelepasan partikel butiran agregat yang sudah tidak stabil lagi. Ketidakstabilan agregat tersebut diakibatkan oleh aspal yang mempunyai sifat *adhesi* dan *kohesi* telah mengalami penurunan nilai atau perubahan bentuk dan sifat aspal karena panas yang dialami. Peristiwa ini akan mengakibatkan timbulnya rongga antar partikel agregat yang baru, sehingga air dan suhu akan lebih leluasa masuk dan merusak lebih lanjut kedalam campuran tersebut yang menyebabkan naiknya nilai **Durabilitas** campuran atau menurunnya nilai penurunan stabilitas. Proses Oksidasi yang terjadi ada 2 jenis yang saling berhubungan erat, yaitu:

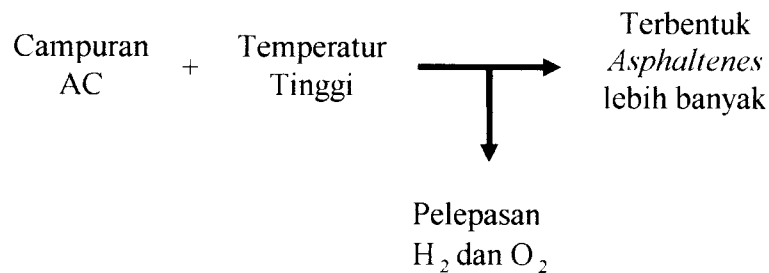
1. Oksidasi pada suhu rendah.

Oksidasi suhu rendah terjadi pada awal rendaman air hujan (3 jam) sampai dengan (9 jam \pm 3 jam) terjadi pada suhu dibawah 27° C. Selama proses ini pada campuran aspal terbentuk selaput tipis yang keras, selaput ini efektif untuk menghalangi proses oksidasi lebih lanjut. Selaput tipis ini apabila

terkena beban mekanis akan pecah, sehingga oksidasi ke lapis selanjutnya akan terjadi. Pada oksidasi ini akan menimbulkan campuran yang getas dan terdapat komponen baru yang larut di dalam air.

2. Oksidasi suhu tinggi.

Oksidasi pada suhu tinggi terjadi akibat lanjutan dari proses oksidasi pada suhu rendah, proses naiknya suhu bertahap sesuai dengan lamanya campuran mengalami rendaman dan disebabkan oleh peristiwa pelepasan Oksigen dan Hidrogen dari senyawa aspal, maupun air.



Gambar 7.9 Skema Proses Oksidasi Panas

Suhu tinggi dapat menyebabkan kekentalan aspal menurun dan melarutkan *Asphaltenes* ke dalam oils.


7.2 Evaluasi Hasil Penelitian

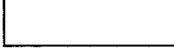
Hasil penelitian ini terdiri dari hasil pemeriksaan agregat, hasil pengujian PH campuran air accu, hasil pengujian sampel terhadap rendaman air accu, hasil pengujian campuran AC dengan metode *Marshall* Hasil tersebut diuraikan pada tabel 7.2 sebagai berikut ini:

Tabel 7.2 Hasil Uji *Marshall* campuran AC menurut Persyaratan Bina Marga 1983

No.	Lama Variasi rendaman Air Accu	Water Bath	Karakteristik <i>Marshall</i> Benda Uji		
			VITM 3 – 6 %	Stabilitas 550 – 1250 (Kg)	<i>MQ</i> > 200 (Kg/mm)
1	0 jam	½ jam	3,456	2551,01	719.296
		24 jam	3,458	2284,66	822.524
2	3 jam	½ jam	3,240	2263,79	724.121
		24 jam	3,016	2160,51	828.455
3	6 jam	½ jam	3,054	2068,45	731.761
		24 jam	2,860	2051,25	840.977
4	12 jam	½ jam	2,709	1832,89	741.680
		24 jam	2,436	1819,98	861.050
5	24 jam	½ jam	1,676	1562,39	748.984
		24 jam	1,157	1388,07	865.787
6	2 hari	½ jam	1,165	1416,67	765.929
		24 jam	0,892	1353,85	891.325
7	4 hari	½ jam	0,958	1381,72	848.720
		24 jam	0,741	1248,73	983.225

Keterangan :

 : memenuhi persyaratan

 : tidak memenuhi persyaratan

Untuk mengetahui sejauh mana campuran Aspal Beton dapat bertahan terhadap rendaman air hujan, maka data di atas dapat diinterpolasi untuk nilai VITM dengan hasil sebagai berikut:

$$X = 6 + \frac{(3,054 - 3)}{(3,054 - 2,709)} \times (12 - 6) = 6,94 \approx 6 \text{ jam}, 56 \text{ menit}, 4 \text{ detik}$$

Hasil pemeriksaan *Marshall Test* ini akan dibandingkan dengan 2 spesifikasi Bina Marga, yaitu Spesifikasi Bina Marga 1983 dan dengan spesifikasi Puslitbang jalan 1998. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada tabel 7.3 berikut ini.

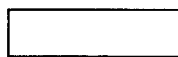
Tabel 7.3 Hasil Uji campuran AC menurut Persyaratan Puslitbang Jalan (1998)

No.	Lama Variasi rendaman Air Accu	Water Bath	Karakteristik Marshall Benda Uji					
			VMA >16 (%)	VFWA 70-80 (%)	VITM 3-5 (%)	Stabilitas >800 (Kg)	Flow 2-4 (mm)	MQ >200 (Kg/mm)
1	0 jam	½ jam	17,232	79,974	3,456	2551,01	3,55	719,296
		24 jam	17,234	79,942	3,458	2284,66	2,87	822,524
2	3 jam	½ jam	17,047	81,000	3,240	2263,79	3,13	724,121
		24 jam	16,854	82,156	3,016	2160,51	2,63	828,455
3	6 jam	½ jam	16,888	81,917	3,054	2068,45	2,83	731,761
		24 jam	16,721	82,898	2,860	2051,25	2,52	840,977
4	12 jam	½ jam	16,592	83,689	2,709	1832,89	2,49	741,680
		24 jam	16,357	85,161	2,436	1819,98	2,13	861,050
5	24 jam	½ jam	15,706	89,515	1,676	1562,39	2,01	748,984
		24 jam	15,261	92,472	1,157	1388,07	1,62	865,787
6	2 hari	½ jam	15,268	92,380	1,165	1416,67	1,88	765,929
		24 jam	15,034	94,087	0,892	1353,85	1,52	891,325
7	4 hari	½ jam	15,090	93,853	0,958	1381,72	1,64	848,720
		24 jam	14,905	95,054	0,741	1248,73	1,42	983,225

Keterangan :



: memenuhi persyaratan



: tidak memenuhi persyaratan

Untuk mengetahui sejauh mana campuran Aspal Beton dapat bertahan terhadap rendaman air hujan, maka data di atas dapat diinterpolasi untuk nilai VFWA dengan hasil sebagai berikut:

$$X = 3 - \frac{(81 - 80)}{(81 - 79,974)} \times (3 - 0) = 0,08 \approx 00 \text{ jam}, 4 \text{ menit}, 8 \text{ detik}$$

Dari evaluasi hasil penelitian diatas jika dibandingkan dengan 2 spesifikasi Bina Marga tersebut, jika diambil rata-rata maka campuran AC pada dasarnya memang tidak boleh mengalami rendaman terhadap air hujan, hal ini disebabkan karena air hujan mengandung PH asam yang dapat mengakibatkan proses oksidasi yang berjalan cepat.

Pada persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga 1983 campuran masih bisa bertahan terhadap pengaruh oksidasi pada rendaman 6 jam 56 menit 4 detik. Pada fariasi 6 jam dan seterusnya terjadi penurunan nilai VITM melebihi dari yang disyaratnkan yaitu minimal 3 %. Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan campuran mudah mengalami cracking, karena campuran akan mempunyai nilai kekakuan yang tinggi dan apabila menerima beban lalu lintas maka campuran tidak cukup lentur dalam menerima deformasi yang terjadi.

Hasil yang diperoleh dari persyaratan yang ditetapkan oleh Puslitbang Jalan 1998, campuran dapat bertahan terhadap pengaruh oksidasi selama 00 jam 04 menit 8. Pengaruh naiknya nilai VFWA melebihi persyaratan yang ditentukan yaitu sebesar 70 – 80 %, dimana dengan nilai VFWA yang besar berarti akan semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kededapan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi, tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dengan kadar pori yang rendah dapat menyebabkan lapis perkerasan mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan apabila lapis perkerasan mengalami deformasi.

7.3 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum untuk masing-masing campuran diperoleh dengan cara grafis, yaitu dengan cara rentang (*range*) kadar aspal yang memenuhi nilai-nilai *density*, stabilitas, VFWA, VITM, *flow* (kelelehan) dan *Marshall Quotient* (MQ). Dari hasil penelitian dan perbandingan hasil pengujian dengan spesifikasi untuk campuran AC tersebut, maka untuk spesifikasi dari Bina Marga, kadar aspal optimum hanya dapat diperoleh apabila tidak dipertimbangkan persyaratan nilai stabilitas, karena untuk campuran tersebut nilai stabilitasnya berada di atas spesifikasi (500 Kg/mm – 1250 Kg/mm) atau didapatkan nilai stabilitas yang terlalu tinggi, namun persyaratan nilai stabilitas tersebut dapat diabaikan atau tidak dimasukkan dengan asumsi bahwa semakin tinggi nilai stabilitas untuk suatu konstruksi perkerasan akan semakin baik dan mengenai masalah bahaya deformasi yang melebihi batas elastisitasnya yang akan menyebabkan lapis keras tersebut mengalami retak atau patah dapat dihindarkan dengan memperhitungkan lapis di bawahnya yang harus cukup kuat menahan beban sehingga deformasi yang terjadi sekecil mungkin dan tidak melebihi batas elastisitas campuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.9 berikut:

Spec	% Kadar Aspal				
	5	5.5	6	6.5	7
Density					
VFWA					
VITM					
Stability					
Flow					

Gambar 7.9 Kadar Aspal Design

$$* \text{Kadar aspal optimum} = \frac{5,25 + 6,75}{2} = 6 \%$$

$$* \text{Kadar aspal design} = 6,25 \%$$

Kadar Aspal Optimum di dapat dari hasil uji *Marshall* yaitu 6 % dari perbandingan berat, tetapi dari acuan Bina Marga (1983) untuk desain Beton Aspal dipakai kadar aspal efektif 6,2 % dari perbandingan berat, maka dalam penelitian ini dipakai kadar aspal design 6,25 % dari perbandingan berat total campuran. Kadar Aspal Design dipakai untuk mendapatkan campuran yang mempunyai **Durabilitas** tinggi, tetapi masih didalam keseimbangan nilai kepadatan (*Density*), Stabilitas dan *Flow*.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan merendam campuran AC dengan campuran air dan air accu menurut desain PH air hujan yang telah dilakukan dengan mencoba aspal AC 60/70 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Aspal merupakan senyawa Hidrogen dan Carbon yang mempunyai sifat sangat reaktif terhadap Oksigen (O_2), penelitian rendaman air hujan terhadap AC menghasilkan proses Oksidasi.
2. Nilai kerapatan campuran (*density*) akan naik seiring dengan makin lamanya variasi rendaman terhadap campuran air accu.
3. Nilai rongga udara di antara partikel (VMA) mengalami penurunan seiring dengan makin lamanya campuran tersebut mengalami rendaman air accu.
4. Nilai *Void Filled With Asphalt* (VFWA) akan mengalami kenaikan dengan penambahan lama waktu rendaman campuran air accu. Dari hasil Interpolasi didapat lama waktu Aspal Beton dapat bertahan terhadap rendaman air hujan adalah:

1 Stabilitas $\frac{1}{2}$ jam = 00 jam 04 menit 08 detik

4. Nilai *Void In The Mix* (VITM) mempunyai kecenderungan mengalami penurunan nilai seiring dengan makin lamanya campuran mengalami variasi lama rendaman air accu. Dari hasil Interpolasi didapat lama waktu Aspal Beton dapat bertahan terhadap rendaman air hujan adalah:
 1. Stabilitas $\frac{1}{2}$ jam = 06 jam 56 menit 04 detik
5. Nilai stabilitas mengalami penurunan seiring dengan lama variasi rendaman campuran air accu.
6. Nilai *flow* mengalami penurunan seiring dengan lama variasi rendaman campuran air accu.
7. Nilai QM cenderung mengalami kenaikan seiring dengan penambahan lama variasi rendaman terhadap campuran air accu.
8. Nilai ***Durabilitas*** campuran untuk campuran yang mengalami variasi rendaman campuran air accu 0 jam, 3 jam, 6 jam, dan 12 jam mengalami penurunan. Sedangkan untuk campuran yang mengalami variasi rendaman campuran air accu 24 jam, 2 hari, dan 4 hari mengalami kenaikan nilai ***Durabilitas***.
9. Secara umum bahwa campuran AC yang mengalami rendaman terhadap air hujan dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan perubahan karakteristik ***Marshall*** nya, dimana perubahan karakteristik tersebut sangat berlawanan dengan karakteristik campuran ***Marshall*** yang tidak mengalami rendaman terhadap air hujan.

8.2 Saran

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

1. Pada pelaksanaan pekerjaan AC, perlunya diperhatikan kemiringan melintang dan saluran pembuang dari permukaan jalan. Hal ini berguna sebagai peminimal pengaruh kerusakan akibat rendaman air hujan.
2. Perlunya memperhatikan keadaan geologis dan iklim setempat sebagai acuan untuk perencanaan lapis perkerasan aspal, karena perbedaan iklim akan mengacu kepada jenis dan kualitas material penyusun campuran.
3. Untuk daerah perkotaan atau industri yang mempunyai tingkat curah hujan tinggi agar mendesain perkerasan aspal dengan kadar aspal yang cukup tinggi, sehingga coating ke setiap partikel dapat terjadi sebagai langkahantisipasi kalau proses oksidasi berlanjut, sehingga campuran mempunyai cadangan aspal.
4. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penanganan perkerasan yang sudah mengalami kerusakan akibat pengaruh rendaman air hujan selain meredesain.
5. Salah satu tindakan yang dapat diambil dalam penanganan kerusakan lapis perkerasan yang diakibatkan oleh rendaman air hujan adalah mendaur ulang

(Recircle) perkerasan tersebut, karena kerusakan perkerasan yang diakibatkan rendaman air hujan bersifat menyeluruh pada daerah rendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997, **Buku Panduan Praktikum Jalan Raya, Laboratorium Jalan Raya**, JTS FTSP UII, Yogyakarta.
- AASHTO, 1982, **Standard Specification for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing**, Part I, Specification, 13 th Edition, USA.
- Bernadette, W and Peter, MS, 1998, **Panduan Pemberitaan Lingkungan Hidup, Acuan Untuk Wartawan**, Yayasan Penerbit Indonesia, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, **Petunjuk Pelaksanaan Beton Aspal**, Biro Penerbit PU, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1995, **Desain Perkerasan**, Biro Penerbit PU, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat jendral Bina Marga, 1983, **Manual Perawatan Jalan**, Biro Penerbit PU, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fauziah, M, 2000, **Pengaruh Kadar Serbuk belerang Sebagai Filler Pengganti Terhadap Karakteristik Beton Aspal**, Tesis Program Pasca Sarjana MSTT UGM, Yogyakarta
- Hutama Karya, 1999, **Manual Plaksanaan dan Perawatan Jalan Untuk Insinyur**, Hutama Karya, Jakarta.
- Kerbs RD and Walker RD, 1971, **Highway Material**, Mc Graw Hill Book Company, Virginia, USA.
- Manu, AI, 1996, **Desain Geometrik Dan Struktur Jalan Raya**, Journal Teknik Dan Material Jalan Raya, Hutama Karya, Jakarta
- SHELL, International Petroleum Company LTD, 1978, **Shell Pavement Design Manual**, Shell International Petroleum Company LTD, London.
- Silvia Sukirman, 1992, **Desain Jalan Raya**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soeprapto Totomihardjo, Ir. MSc, 1994, **Bahan dan Struktur Jalan Raya**, Biro Penerbit Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Suryatin, 1999, **Desain Geometrik Dan Struktur Jalan Raya**, Journal Teknik Dan Material Jalan Raya, Hutama Karya, Jakarta
- The Asphalt Institue, 1983, **Principle of Construction of Hot Mix Asphalt Pavements**, Maryland, USA.

Lampiran



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

Nomor : 29/Kajur.TS.20/Bg.Pn./III/2002
Lamp. : -
Hal : JUDUL TUGAS AKHIR
Periode : (III) Maret 2002 – Agustus 2002

FM-UII-AA-FPU-09
Yogyakarta, 27 Februari 2001

Kepada Yth. :
Bapak/Ibu. : Ir. Iskandar S., MT
Di Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

- 1 Nama : Dedi Eka Putra
No. Mhs. : 95310143
Bidang Studi : TST.
Tahun akademi : 2001/2002
- 2 Nama : Rizki Wirya
No. Mhs. : 95310207
Bidang Studi : TST
Tahun akademi : 2001/2002

Yang akan mengajukan untuk melaksanakan Tugas Akhir, dapat diberikan petunjuk , pengarahannya serta bimbingan.

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I,

(Ir. Iskandar S., MT)

an. Dekan
PK. Jurusan JTS.

Ir. A. Marzuko, MT.

Topik yang disetujui :
PENGARUH RENDAMAN PADA LAPIS PERKERASAN.....
PASKA HUJAN.
.....

Usulan Dosen Pembimbing II :
1. IR. MIFTAHUL FAUZIAH, MT

2.....
3.....

Mengetahui Pengurus Jurusan,

Ir. A. Marzuko, MT.

Keterangan : *Kembalikan ke Bagian Tugas Akhir untuk diproses lebih lanjut.*



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

Nomor : 13/1001/15.20/Pd.Pn.II/2002
Tempat :
Hari : Bimbingan Tugas Akhir
Periode : III (Maret 2002 - Agustus 2002)

FM-UII-AA-FPU-09
Yogyakarta, 14 Maret 2002

Kepada Yth
Bapak/Ibu : Ir. Iskandar S., MT.
Di Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wa. Wb.

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

1. Nama : Dedi Eka Putra
No. Mhs : 95310143
Bidang Studi : TST
Tahun akademi : 2001/2002

2. Nama : Rizki Wiryana
No. Mhs : 95310207
Bidang Studi : TSI
Tahun akademi : 2001/2002

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

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sbh :

Dosen Pembimbing I : Ir. Iskandar S., MT.
Dosen Pembimbing II : Ir. Miftahul Fanziah, MT.

Dengan mengambil Topik :
Pengaruh Rendaman Pada Lapis Perkerasan Pasak Bujang.

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wa. Wb.

An. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil.


Ir. H. Munadhir, MS.

Pembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Arsip.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

Nomor : U/PKapu. TS.20/Bz.Pu-III/2002
Tempat :
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : III (Maret 2002 - Agustus 2002)

FM-UII-AA-FPU-09
Yogyakarta, 14 Maret 2002

Kepada Yth
Bapak/Ibu : **Ir. Miftahul Fauziah, MT.**
DI Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wt. Wb.

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

1. Nama : **Dedi Eka Putra**
No. Mhs : **95310143**
Bidang Studi : **TST**
Tahun akademik : **2001/2002**

2. Nama : **Rifki Wirya**
No. Mhs : **95310207**
Bidang Studi : **TST**
Tahun akademik : **2001/2002**

Dapat dibetikan petunjuk-petunjuk, pencaharian serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir

Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sbh :

Dosen Pembimbing I : **Ir. Iskandar S., MT.**
Dosen Pembimbing II : **Ir. Miftahul Fauziah, MT.**

Dengan mengambil Topik :
Pengaruh Rendaman Pada Lapis Perkerasan Paska Hujan.

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wt. Wb.

An. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. H. Munadhir, MS.

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Arsip.

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Dedi Eka Putra	95310143	Transportasi
2	Rifvi Wirya	95310207	Transportasi

JUDUL TUGAS AKHIR :

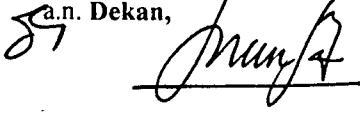
Pengaruh Rendaman Pada Lapis Perkerasan Paska Hujan.

PERIODE III : MARET - AGUSTUS
TAHUN : 2001 / 2002

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

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. Iskandar S., MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Miftahul F., MT.



Yogyakarta, 14 Maret 2002
 a.n. Dekan,

 Ir. H. Munadhir, MS

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

DAFTAR BIAYA PENELITIAN DI LAB. JALAN RAYA

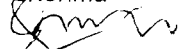
1. Dedi Eka Putra 95 310 143
 2. Rifki Wirya 95 310 207

Lama : 30 Hari

No.	Keterangan	Rincian biaya				Jumlah
1	Bj Aspal	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
2	Daktalitas	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
3	Penetrasi Aspal	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
4	Titik Lembek Aspal	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
5	Titik Nyala & Bakar Aspal	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
6	Kelarutas aspal dalam CCL4	1	x	Rp. 15,000	Rp.	15,000
7	Bj Agregat Kasar	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
8	Bj Agregat Halus	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
9	Kelekatan Aspal thdp Aagregat	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
10	Sand Equivalent	1	x	Rp. 12,500	Rp.	12,500
11	Analisa Saringan	1	x	Rp. 25,000	Rp.	25,000
12	Abrasi	1	x	Rp. 15,000	Rp.	15,000
Jumlah biaya tes bahan dasar		Jumlah			Rp.	167,500
13	Sample Marshal Material	57	x	Rp. 12,500	Rp.	712,500
						75,000
Jumlah biaya tes Job Mix Design + tes Bahan Dasar						955,000
Diskon sampel JMD						71,250
Total biaya tes						Rp. 883,750
Uang Muka						200,000
Sisa hrs dibayar						Rp. 683,750

Yogyakarta, 21 Februari 2003

Penerima


 Sukanto HM



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 5%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1140

No Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	114	114	10	90	80	100
9,52	3/8"	114	228	20	80	70	90
4,76	No.4	228	456	40	60	50	70
2,38	No.16	199.5	655.5	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	216.6	872.1	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	62.7	934.8	82	18	13	23
0,149	No.100	68.4	1003.2	88	12	8	16
0,074	No.200	57	1060.2	93	7	4	10
		79.8	1140	100			
		1140					

Keterangan : Kadar Aspal 5 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 5,5%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1134

No Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	113.4	113.4	10	90	80	100
9,52	3/8"	113.4	226.8	20	80	70	90
4,76	No.4	226.8	453.6	40	60	50	70
2,38	No.16	198.45	652.05	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	215.46	867.51	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	62.37	929.88	82	18	13	23
0,149	No.100	68.04	997.92	88	12	8	16
0,074	No.200	56.7	1054.62	93	7	4	10
		79.38	1134	100			
		1134					

Keterangan : Kadar Aspal 5,5 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 6%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1128

No Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	112.8	112.8	10	90	80	100
9,52	3/8"	112.8	225.6	20	80	70	90
4,76	No.4	225.6	451.2	40	60	50	70
2,38	No.16	197.4	648.6	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	62.04	924.96	82	18	13	23
0,149	No.100	67.68	992.64	88	12	8	16
0,074	No.200	56.4	1049.04	93	7	4	10
		78.96	1128	100			
		1128					

Keterangan : Kadar Aspal 6 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002

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





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 6,5%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1122

No Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	112.2	112.2	10	90	80	100
9,52	3/8"	112.2	224.4	20	80	70	90
4,76	No.4	224.4	448.8	40	60	50	70
2,38	No.16	196.35	645.15	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	213.18	858.33	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	61.71	920.04	82	18	13	23
0,149	No.100	67.32	987.36	88	12	8	16
0,074	No.200	56.1	1043.46	93	7	4	10
		78.54	1122	100			
		1122					

Keterangan : Kadar Aspal 6,5 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 7%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1116

No Saringan		BERAT		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
		tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
mm	inch						
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	111.6	111.6	10	90	80	100
9,52	3/8"	111.6	223.2	20	80	70	90
4,76	No.4	223.2	446.4	40	60	50	70
2,38	No.16	195.3	641.7	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	212.04	853.74	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	61.38	915.12	82	18	13	23
0,149	No.100	66.96	982.08	88	12	8	16
0,074	No.200	55.8	1037.88	93	7	4	10
		78.12	1116	100			
		1116					

Keterangan : Kadar Aspal 7 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002

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

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY.

Jenis Campuran : AC

Di kerjakan Oleh : DEP & JO

Tanggal

: 28 Agustus s/d 04 Sept 2002

Dihitung Oleh : DEP & JO

Diperiksa Oleh : Kamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Marshall Test Untuk Mencari KAO

Sample t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	63.5	5.263	5.0	1191.0	1203.0	666.0	537.0	2.218	2.399	10.735	81.698	7.567	58.654	7.567	660.00	2260.5	2260.50	2.10	1076.429
2	61.5	5.263	5.0	1165.0	1177.0	658.0	519.0	2.245	2.399	10.865	82.686	6.449	62.752	6.449	440.00	1507	1623.79	1.80	902.107
3	61.5	5.263	5.0	1167.0	1177.0	660.0	517.0	2.257	2.399	10.926	83.148	5.926	64.834	5.926	500.00	1712.5	1845.22	2.70	683.414
			5.0					2.240			6.648	17.489	62.080	6.648			1909.84	2.20	887.317
1	60.1	5.82	5.5	1169.0	1176.0	666.0	510.0	2.292	2.383	12.204	83.989	3.806	76.226	3.806	590.00	2020.8	2289.51	1.30	1761.161
2	60.3	5.82	5.5	1167.0	1174.0	666.0	508.0	2.297	2.383	12.231	84.176	3.593	77.295	3.593	520.00	1781	1941.29	2.20	882.405
3	60	5.82	5.5	1163.0	1170.0	660.0	510.0	2.280	2.383	12.141	83.558	4.300	73.846	4.300	580.00	1986.5	2245.94	2.70	831.828
			5.5					2.290			3.900	16.092	75.789	3.900			2158.91	2.07	1158.46
1	60.8	6.382	6.0	1168.0	1175.0	661.0	514.0	2.272	2.366	13.199	82.824	3.977	76.844	3.977	540.00	1849.5	1951.22	4.15	470.174
2	62	6.382	6.0	1181.0	1190.0	667.0	523.0	2.258	2.366	13.116	82.305	4.579	74.121	4.579	520.00	1781	1784.56	1.40	1274.687
3	60	6.382	6.0	1172.0	1178.0	664.0	514.0	2.280	2.366	13.244	83.108	3.648	78.402	3.648	645.00	2209.1	2497.64	1.65	1513.719
			6.0					2.270			4.068	17.255	76.456	4.068			2077.81	2.400	1086.193
1	61.3	6.951	6.5	1178.0	1190.0	666.0	524.0	2.248	2.350	14.146	81.503	4.351	76.477	4.351	635.00	2174.9	2329.29	7.35	316.910
2	60	6.951	6.5	1178.0	1182.0	666.0	516.0	2.283	2.350	14.365	82.767	2.868	83.357	2.868	615.00	2106.4	2381.47	1.27	1875.171
3	60	6.951	6.5	1170.0	1175.0	661.0	514.0	2.276	2.350	14.323	82.525	3.152	81.961	3.152	535.00	1832.4	2071.68	1.40	1479.774
			6.5					2.269			3.457	17.735	80.598	3.457			2260.81	3.340	1223.952
1	61.3	7.526	7.0	1185.0	1191.0	667.0	524.0	2.261	2.334	15.324	81.549	3.127	83.055	3.127	680.00	2329	2494.36	7.50	332.581
2	61.3	7.526	7.0	1181.0	1190.0	668.0	522.0	2.262	2.334	15.331	81.585	3.084	83.255	3.084	420.00	1438.5	1540.63	2.13	723.302
3	61.3	7.526	7.0	1180.0	1186.0	666.0	520.0	2.269	2.334	15.377	81.830	2.793	84.627	2.793	600.00	2055	2200.91	2.25	978.180
			7.0					2.264			3.001	18.345	83.646	3.001			2078.63	3.960	678.021

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

Suhu pencampuran = + 160 C


Suhu pematangan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,033

B.J Agregat = 2,579

Mengetahui :


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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT. Perwita Karya Yogyakarta

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : Batuan Alami

Diterima Tgl : 01 Agustus 2002

Selesai Tgl : 20 Agustus 2002

ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Kadar Aspal(%) = 6,25%

Berat Sampel (gr) = 1200

Berat Agregat (gr) = 1125

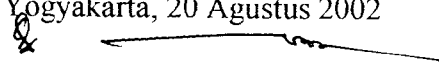
No Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JML PERSEN %		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
38,1	1,5"						
25,4	1"						
19,1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12,7	1/2"	112.5	112.5	10	90	80	100
9,52	3/8"	112.5	225	20	80	70	90
4,76	No.4	225	450	40	60	50	70
2,38	No.16	196.875	646.875	57.5	42.5	35	50
0,59	No.30	213.75	860.625	76.5	23.5	18	29
0,279	No.50	61.875	922.5	82	18	13	23
0,149	No.100	67.5	990	88	12	8	16
0,074	No.200	56.25	1046.25	93	7	4	10
		78.75	1125	100			
		1125					

Keterangan : Kadar Aspal 6,25 %

Tanggal : 01 Agustus 2002

Diperiksa oleh: DEP & JO

Yogyakarta, 20 Agustus 2002


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

Asal material : Ciereng, Kulon Progo DIY.
 Jenis Campuran : AC
 Di kerjakan Oleh : DEP & JO

Tanggal : 28 Agustus s/d 04 Sept 2002
 Dihitung Oleh : DEP & JO
 Diperiksa Oleh : Kamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Rendaman Air Accu 0 Jam

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1172.0	1179.0	663.0	516.0	2.271	2.358	13.742	82.565	3.692	17.435	78.821	3.592	570.00	1952.25	2207.21	3.50	630.633
2	60	6.667	6.25	1173.0	1180.0	665.0	515.0	2.278	2.358	13.781	82.796	3.423	17.204	80.103	3.423	590.00	2020.75	2284.66	2.30	993.330
3	60	6.667	6.25	1175.0	1182.0	667.0	515.0	2.282	2.358	13.804	82.937	3.258	17.063	80.903	3.258	610.00	2089.25	2362.11	2.80	843.609
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60.3	6.667	6.25	1167.0	1174.0	664.0	510.0	2.288	2.358	13.845	83.180	2.975	16.820	82.312	2.975	740.00	2534.5	2762.61	3.80	727.001
2	59.8	6.667	6.25	1176.0	1183.0	665.0	518.0	2.270	2.358	13.736	82.527	3.737	17.473	78.613	3.737	690.00	2363.25	2657.00	3.74	710.428
3	59.8	6.667	6.25	1177.0	1184.0	666.0	518.0	2.272	2.358	13.748	82.597	3.655	17.403	78.998	3.655	580.00	1986.5	2233.42	3.10	720.459
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	59.3	6.667	6.25	1164.0	1174.0	665.0	509.0	2.287	2.358	13.836	83.129	3.034	16.871	82.014	3.034	590.00	2020.75	2240.41	2.90	772.554
2	59.7	6.667	6.25	1167.0	1177.0	665.0	512.0	2.279	2.358	13.791	82.855	3.354	17.145	80.437	3.354	570.00	1952.25	2188.86	3.20	684.020
3	60	6.667	6.25	1165.0	1175.0	664.0	511.0	2.280	2.358	13.794	82.875	3.331	17.125	80.549	3.331	610.00	2089.25	2362.11	3.30	715.790
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	59.3	6.667	6.25	1164.0	1174.0	665.0	509.0	2.287	2.358	13.836	83.129	3.034	16.871	82.014	3.034	590.00	2020.75	2240.41	2.90	772.554
2	59.7	6.667	6.25	1167.0	1177.0	665.0	512.0	2.279	2.358	13.791	82.855	3.354	17.145	80.437	3.354	570.00	1952.25	2188.86	3.20	684.020
3	60	6.667	6.25	1165.0	1175.0	664.0	511.0	2.280	2.358	13.794	82.875	3.331	17.125	80.549	3.331	610.00	2089.25	2362.11	3.30	715.790

Rendaman Air Accu 3 Jam

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	59.8	6.667	6.25	1160.0	1171.0	665.0	506.0	2.292	2.358	13.870	83.335	2.795	16.665	83.230	2.795	550.00	1883.75	2117.90	2.90	730.310
2	60	6.667	6.25	1166.0	1180.0	667.0	513.0	2.273	2.358	13.752	82.623	3.625	17.377	79.138	3.625	570.00	1952.25	2207.21	2.70	817.487
3	59.8	6.667	6.25	1162.0	1172.0	666.0	506.0	2.296	2.358	13.894	83.479	2.627	16.521	84.099	2.627	560.00	1918	2156.41	2.30	937.568
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	59.3	6.667	6.25	1164.0	1174.0	665.0	509.0	2.287	2.358	13.836	83.129	3.034	16.871	82.014	3.034	590.00	2020.75	2240.41	2.90	772.554
2	59.7	6.667	6.25	1167.0	1177.0	665.0	512.0	2.279	2.358	13.791	82.855	3.354	17.145	80.437	3.354	570.00	1952.25	2188.86	3.20	684.020
3	60	6.667	6.25	1165.0	1175.0	664.0	511.0	2.280	2.358	13.794	82.875	3.331	17.125	80.549	3.331	610.00	2089.25	2362.11	3.30	715.790
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	59.3	6.667	6.25	1164.0	1174.0	665.0	509.0	2.287	2.358	13.836	83.129	3.034	16.871	82.014	3.034	590.00	2020.75	2240.41	2.90	772.554
2	59.7	6.667	6.25	1167.0	1177.0	665.0	512.0	2.279	2.358	13.791	82.855	3.354	17.145	80.437	3.354	570.00	1952.25	2188.86	3.20	684.020
3	60	6.667	6.25	1165.0	1175.0	664.0	511.0	2.280	2.358	13.794	82.875	3.331	17.125	80.549	3.331	610.00	2089.25	2362.11	3.30	715.790

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

Suhu pencampuran = + 160 C


Suhu pematangan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,033

B.J Agregat = 2,579

Mengetahui :


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

Asal material : Ciereng, Kulon Progo DIY.
 Jenis Campuran : AC
 Di kerjakan Oleh : DEP & JO

Tanggal : 28 Agustus s/d 04 Sept 2002
 Dihitung Oleh : DEP & JO
 Diperiksa Oleh : Kamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Rendaman Air Accu 6 Jam

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1164.0	1174.0	666.0	508.0	2.291	2.358	13.863	83.293	2.843	16.707	82.980	2.843	490.00	1678.25	1897.43	2.28	832.206
2	60	6.667	6.25	1168.0	1178.0	668.0	510.0	2.290	2.358	13.856	83.252	2.892	16.748	82.733	2.892	540.00	1849.5	2091.04	3.17	659.636
3	60.3	6.667	6.25	1164.0	1172.0	664.0	508.0	2.291	2.358	13.863	83.293	2.843	16.707	82.980	2.843	580.00	1986.5	2165.29	2.10	1031.088
		6.667	6.25					2.291				2.860	16.721	82.898	2.860			2051.25	2.52	840.977
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60.3	6.667	6.25	1167.0	1178.0	667.0	511.0	2.284	2.358	13.818	83.018	3.165	16.982	81.363	3.165	560.00	1918	2090.62	3.10	674.394
2	60	6.667	6.25	1170.0	1180.0	669.0	511.0	2.290	2.358	13.853	83.231	2.916	16.769	82.611	2.916	580.00	1986.5	2245.94	2.80	802.120
3	60.6	6.667	6.25	1168.0	1179.0	668.0	511.0	2.286	2.358	13.829	83.089	3.082	16.911	81.776	3.082	520.00	1781	1868.80	2.60	718.771
			6.25					2.286				3.054	16.888	81.917	3.054			2068.45	2.83	731.761


Rendaman Air Accu 12 Jam

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1167.0	1177.0	667.0	510.0	2.288	2.358	13.845	83.180	2.975	16.820	82.312	2.975	470.00	1609.75	1819.98	1.87	973.253
2	60	6.667	6.25	1168.0	1175.0	670.0	505.0	2.313	2.358	13.994	84.076	1.930	15.924	87.877	1.930	450.00	1541.25	1742.54	2.22	784.927
3	60	6.667	6.25	1167.0	1175.0	668.0	507.0	2.302	2.358	13.927	83.673	2.401	16.327	85.295	2.401	490.00	1678.25	1897.43	2.30	824.969
		6.667	6.25					2.301				2.436	16.357	85.161	2.436			1819.98	2.13	861.050
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1166.0	1173.0	666.0	507.0	2.300	2.358	13.915	83.601	2.485	16.399	84.849	2.485	410.00	1404.25	1587.65	2.45	648.018
2	60	6.667	6.25	1182.0	1187.0	670.0	517.0	2.286	2.358	13.833	83.109	3.059	16.891	81.893	3.059	430.00	1472.75	1665.09	2.68	621.303
3	60	6.667	6.25	1174.0	1180.0	669.0	511.0	2.297	2.358	13.900	83.516	2.584	16.484	84.324	2.584	580.00	1986.5	2245.94	2.35	955.718
			6.25					2.295				2.709	16.592	83.689	2.709			1832.89	2.49	741.680

b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (isi) d-e
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum (100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - (100 x (g/h))
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 Suhu pencampuran = + 160 C
 Suhu pematatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C
 B.J Aspal = 1,033
 B.J Agregat = 2,579
 Mengetahui :


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

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY.
 Jenis Campuran : AC
 Di kerjakan Oleh : DEP & JO

Tanggal : 28 Agustus s/d 04 Sept 2002
 Dihitung Oleh : DEP & JO
 Diperiksa Oleh : Kamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Rendaman Air Accu 24 Jam (1 hari)

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60.3	6.667	6.25	1175.0	1181.0	679.0	502.0	2.341	2.358	14.162	85.083	0.753	14.915	94.950	0.753	380.00	1301.5	1418.64	1.78	796.986
2	60.3	6.667	6.25	1164.0	1172.0	670.0	502.0	2.319	2.358	14.029	84.289	1.682	15.711	89.293	1.682	390.00	1335.75	1455.97	1.65	882.405
3	60.6	6.667	6.25	1174.0	1180.0	677.0	503.0	2.334	2.358	14.121	84.844	1.035	15.156	93.173	1.035	400.00	1370	1437.54	1.52	945.751
		6.667	6.25					2.331				1.157	15.261	92.472	1.157			1437.38	1.65	875.047
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60.6	6.667	6.25	1178.0	1183.0	680.0	503.0	2.342	2.358	14.170	85.133	0.698	14.867	95.308	0.698	405.00	1387.13	1455.51	2.10	693.100
2	60	6.667	6.25	1133.0	1140.0	651.0	489.0	2.317	2.358	14.018	84.225	1.757	15.775	88.865	1.757	400.00	1370	1548.92	2.00	774.461
3	60.3	6.667	6.25	1181.0	1184.0	670.0	514.0	2.298	2.358	13.902	83.523	2.575	16.477	84.371	2.575	380.00	1301.5	1418.64	1.80	788.131
			6.25					2.319				1.676	15.706	89.515	1.676			1474.36	1.97	751.897

Rendaman Air Accu 2 hari

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1160.0	1166.0	671.0	495.0	2.343	2.358	14.179	85.187	0.635	14.813	95.716	0.635	360.00	1233	1394.03	1.70	820.018
2	60.3	6.667	6.25	1181.0	1189.0	684.0	505.0	2.339	2.358	14.149	85.012	0.839	14.988	94.403	0.839	310.00	1061.75	1157.31	1.28	904.146
3	60	6.667	6.25	1179.0	1187.0	681.0	506.0	2.330	2.358	14.098	84.700	1.203	15.300	92.140	1.203	390.00	1335.75	1510.20	1.59	949.811
		6.667	6.25					2.337				0.892	15.034	94.087	0.892			1353.85	1.52	891.325
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60.6	6.667	6.25	1180.0	1187.0	682.0	505.0	2.337	2.358	14.137	84.940	0.923	15.060	93.872	0.923	400.00	1370	1437.54	1.89	760.604
2	60.13	6.667	6.25	1177.0	1186.0	680.0	506.0	2.326	2.358	14.074	84.556	1.370	15.444	91.128	1.370	380.00	1301.5	1394.17	2.18	639.526
3	60.1	6.667	6.25	1179.0	1183.0	677.0	506.0	2.330	2.358	14.098	84.700	1.203	15.300	92.140	1.203	390.00	1335.75	1418.30	1.58	897.658
			6.25					2.331				1.165	15.268	92.380	1.165			1416.67	1.88	765.929

b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (isi) d-c
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

Suhu pencampuran = + 160 C


Suhu pematatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,033

B.J Agregat = 2,579

Mengetahui :


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

Asal material : Clereng, Kulon Progo DIY.
 Jenis Campuran : AC
 Di kerjakan Oleh : DEP & JO

Tanggal : 28 Agustus s/d 04 Sept 2002
 Dihitung Oleh : DEP & JO
 Diperiksa Oleh : Kamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST


Rendaman Air Accu 4 hari

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
Rendaman Waterbath 24 Jam																				
1	60	6.667	6.25	1168.0	1175.0	678.0	497.0	2.350	2.358	14.219	85.429	0.352	14.571	97.585	0.352	310.00	1061.75	1200.41	1.85	648.873
2	60	6.667	6.25	1173.0	1182.0	680.0	502.0	2.337	2.358	14.138	84.940	0.922	15.060	93.877	0.922	320.00	1096	1239.14	0.85	1457.809
3	60.3	6.667	6.25	1175.0	1185.0	682.0	503.0	2.336	2.358	14.133	84.916	0.950	15.084	93.699	0.950	350.00	1198.75	1306.64	1.55	842.992
Rendaman Waterbath 1/2 Jam																				
1	60.3	6.667	6.25	1168.0	1176.0	678.0	498.0	2.345	2.358	14.190	85.258	0.552	14.742	96.256	0.552	340.00	1164.5	1269.31	1.44	881.462
2	60	6.667	6.25	1160.0	1171.0	669.0	502.0	2.311	2.358	13.981	83.999	2.020	16.001	87.375	2.020	390.00	1335.75	1510.20	1.63	926.502
3	60.6	6.667	6.25	1178.0	1181.0	680.0	501.0	2.351	2.358	14.226	85.473	0.301	14.527	97.927	0.301	380.00	1301.5	1365.66	1.85	738.197
																	1248.73	1.42	983.225	
																	1381.72	1.64	848.720	

b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam)
 d = Berat basah jenuh (SSD)
 e = Berat didalam air
 f = Volume (isi) d-e
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFVA) 100 x (l/l)
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (μ/h)}
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 Suhu pencampuran = + 160 C
 Suhu pematatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C
 B.J Aspal = 1,033
 B.J Agregat = 2,579
 Mengetahui :


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



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

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 27 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer Kosong	15,43 gram
2	Berat Vicnometer + Aquadest	26,90 gram
3	Berat air (2 - 1)	11,56 gram
4	Berat Vicnometer + Aspal	17,50 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	2,16 gram
6	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest	26,97 gram
7	Berat Aienya Saja (6 - 4)	9,47 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	2,09 gram
9	BJ Aspal, Berat/Vol (5 / 8)	1,033

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 27 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	24°	08.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	140°	08.20 WIB
DI DIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140°	08.20
SELESAI	22°	08.50
DI PERIKSA		
MULAI	22°	09.00
SELESAI	52°	09.33

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (dt)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5	00.00.00	00.00.00		
2	10	00.05.30	00.05.30		
3	15	00.10.20	00.10.20		
4	20	00.14.10	00.14.10		
5	25	00.18.40	00.18.40		
6	30	00.22.10	00.22.10		
7	35	00.25.50	00.25.50		
8	40	00.28.30	00.28.30		
9	45	00.29.45	00.29.45		
10	50	00.31.05	00.31.05	50	
11	55		00.32.55		52

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 28 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	24°	08.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	140°	08.20 WIB
DI DIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140°	08.20
SELESAI	24°	08.50
DI PERIKSA		
MULAI	24°	09.35
SELESAI	340	11.25

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	338°	340°
II	338°	340°
RATA-RATA	338°	340°

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 28 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	24°	12.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	90°	12.06 WIB
DI DIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	90°	12.10
SELESAI	24°	14.02
DI RENDAM DENGAN AIR SUHU 25°		
MULAI	24°	14.02
SELESAI	25°	15.02
DI PERIKSA		
MULAI	25°	15.05
SELESAI	25°	15.30

NO	CAWAN I	CAWAN II	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	60	70	
2	64	73	
3	66	61	
4	60	64	
5	60	60	
	62	65.6	63.8

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 29 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

Persiapan Benda Uji	Contoh dopanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan Benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam waterbath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu waterbath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktalitas pada 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165.1
Pengamatan II	165.1
Rata-rata (I-II)	165.1

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4
(SOLUBILITY)

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Aspal AC Pen 60/70
Diperiksa Tgl : 29 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

Pembukaan contoh	Dipanaskan Mulai jam 09.00 Selesai jam 09.06	Pembacaan waktu 00.06.00	Pembacaan suhu 24° C 90° C
Pemeriksaan			
1. Penimbangan	Mulai jam 11.00		
2. Pelarutan	Mulai jam 11.10		
3. Penyaringan	Mulai jam 11.58 Selesai jam 12.02	00.04.50	24° C
4. Di oven	Mulai jam 12.03		100° C
5. Penimbangan	Mulai jam 12.15	00.12.00	

1. Berat botol elenmeyer kosong = 73,43 gr
2. Berat elenmeyer + aspal = 79,31 gr
3. Berat Aspal (2 - 1) = 5,88 gr
4. Berat kertas saring bersih = 0,655 gr
5. Berat kertas saring + endapan = 0,725 gr
6. Berat endapan saja (5-4) = 0,007 gr
7. Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100\% = 0,119\%$)
8. Bitumen yang larut (100% - 7) = 99,88 gr

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Agregat Halus
Diperiksa Tgl : 30 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BND UJI DLM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	645	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	939	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	487	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,364	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,631	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,812	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	3,950 %	

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Agregat Kasar
Diperiksa Tgl : 30 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BND UJI DLM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) (BJ)	1010,5	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR (BA)	606,5	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	992	
BERAT JENIS BLUCK = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,455	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,501	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,573	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100\%$	1,864 %	

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Agregat Kasar
Diperiksa Tgl : 30 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm	63,5 mm		
63,5 mm	50,8 mm		
50,8 mm	37,5 mm		
37,5 mm	25,4 mm		
25,4 mm	19,0 mm		
19,0 mm	12,5 mm	2500	
12,5 mm	09,5 mm	2500	
09,5 mm	06,3 mm		
06,3 mm	04,75 mm		
04,75 mm	02,36 mm		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3344,62	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		33,10 %	

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

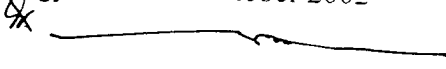
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
SAND EQUIVALENT DATA

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Agregat Halus
Diperiksa Tgl : 31 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

TRIAL NUMBER		1	2	3
SEAKING (10,1 min)	START	13,50	13,50	
	STOP	14,00	14,00	
SEDIMENTATION TIME (20 min - 15 sec)	START	14,17	14,17	
	STOP	14,37	14,37	
CLAY READING		4,7	4,65	
SAND READING		3,4	3,3	
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		72,34 %	70,96 %	
AVERAGE SAND EQUIVALENT		71,65 %		
REMARK: KADAR LUMPUR = 100% - SE = 100% - 71,65 % = 28,35 %				

Yogyakarta 10 Oktober 2002


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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya Yogyakarta
Jenis Contoh : Agregat Kasar
Diperiksa Tgl : 31 Agustus 2002
Diperiksa Oleh : DEP & JO

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	24°	11.55 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°	12.30 WIB
DI DIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°	12.40
SELESAI	25°	13.55
DI PERIKSA		
MULAI	25°	13.05
SELESAI	55°	13.10

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YG DISELIMUTI ASPAL
I	99%
II	99%
RATA-RATA	99%

Yogyakarta 10 Oktober 2002

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