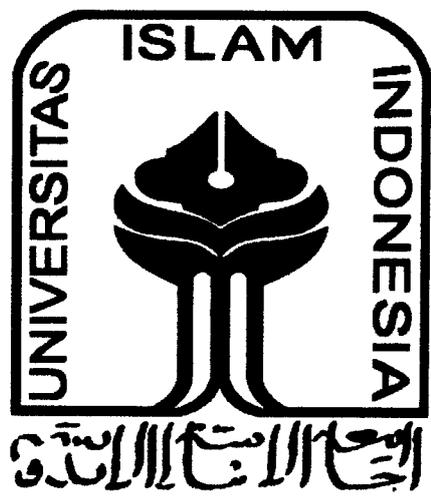


PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HADIAN/DELI  
TGL. TERMA : 30 April 2005  
NO. JUDUL : 07 16 65  
NO. INDUK : 872 200 1605 021

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP**  
**KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL**  
**DENGAN AGREGAT BERGRADASI RAPAT DAN SENJANG**

12  
608 20  
Sum  
1  
1



12/04/2005

Disusun oleh :

Nama : OTOK SUMARJONO  
No Mhs : 99 511 240  
Fak / Jur : FTSP / Teknik Sipil

12/04/2005  
Sum  
12/04/2005

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2005**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP  
KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL  
DENGAN AGREGAT BERGRADASI RAPAT DAN SENJANG**

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

Disusun Oleh :

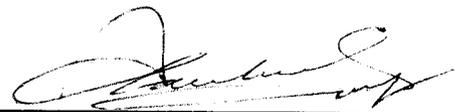
**Nama : Otok Sumarjono  
No. Mhs. : 99 511 240**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. SUBARCAH, MT**  

---

**Dosen Pembimbing**

  
**Tanggal : 04-09-2015**

## PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini kusembahkan untuk :*

- *Bapak dan Ibuku tercinta, terima kasih atas kepercayaan dan doa restunya.*
- *Kakak-kakakku terkasih (mas Joko-mbak Lis, mbak Uwik-mas Kiki, mbak Tatik-mas Hans), terima kasih atas kepercayaan dan doanya.*
- *Keponakanku tersayang (de' Riza, de' Davin, dan de' Ghazan).*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

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

Tugas Akhir dengan judul “ **Pengaruh Penambahan Lateks Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal dengan Agregat Bergradasi Rapat dan Senjang**“ merupakan salah satu syarat wajib tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, yang telah memenuhi syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

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

1. Bapak Ir.Subarkah,MT, selaku Dosen Pembimbing dan Penguji.

2. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Iskandar S, MT, selaku Dosen Penguji.
5. Bapak Ir. Moch. Sigit DS, MS, selaku Dosen Penguji.
6. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto, selaku petugas laboran di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
7. Kedua Orang Tuaku tercinta yang telah memberikan semangat moril dan materiil.
8. Kakak-kakakku tersayang (Mas Joko-Mbak Iis, Mbak Uwik-Mas QQ, Mbak Tatik-Mas Hans) yang telah memberikan semangat baik moril dan materiil.
9. Teman-temanku (Bang Toyib, Gopunk, Masapit, Andi, Teza) yang telah membantu pekerjaan Laboratorium.
10. Temanku Rui, Rio, Jonet, Ciplik, Affan yang selalu memberikan semangat.
11. Teman-teman kos (Bang Edy, Wawan, Junior, Ronggo, Eki, Yunan, Devid, Guruh, Samsul, Nopan, Andoel) yang telah memberikan semangat.
12. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman.
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
INTISARI .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1. Perkerasan Jalan .....	8
3.1.1. Umum .....	8
3.1.2. Jenis Konstruksi Perkerasan .....	9
3.2. Beton Aspal .....	10
3.2.1.. Karakteristik Campuran.....	10
3.3. Bahan Perkerasan .....	12

3.3.1.. Aspal .....	12
3.3.2.. Agregat.....	14
3.3.3.. Filler.....	19
3.3.4.. Bahan Tambah ( <i>Additive</i> ).....	19
3.4. Karakteristik <i>Marshall</i> .....	20
3.5. <i>Marshall Rendaman (Immersion Test)</i> .....	22
 BAB IV HIPOTESA.....	 23
 BAB V METODE PENELITIAN	
5.1 Lokasi Penelitian .....	24
5.2 Bahan .....	24
5.2.1 .Asal Bahan .....	24
5.2.2 .Persyaratan dan Pengujian Bahan.....	24
5.3 Peralatan Penelitian .....	29
5.4. Prosedur Penelitian .....	30
5.4.1 Campuran Benda Uji .....	30
5.4.2 Campuran Aspal Tanpa Lateks .....	30
5.4.3 Campuran Aspal Dengan Lateks.....	31
5.4.4 Cara Melakukan Pengujian.....	32
5.4.4.1 Pengujian <i>Marshall</i> Standar.....	32
5.4.4.2 Pengujian <i>Marshall Rendaman (Immersion Test)</i> .....	33
5.4.5 Analisis.....	35
5.5. Bagan Alir Penelitian.....	39
 BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan .....	41
6.1.1. Hasil Pengujian Agregat .....	41
6.1.2. Hasil Pengujian Aspal .....	42

6.1.3. Hasil Pengujian <i>Marshall (Marshall Test)</i> .....	43
6.1.3.1.Pemeriksaan Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang dengan Variasi Kadar Aspal .....	43
6.1.3.2.Pemeriksaan Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang Pada KAO dengan Variasi Kadar Lateks .....	53
6.1.3.3.Hasil Immersion Test Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang Pada KAO dengan Variasi Kadar Lateks .....	56
6.2. Pembahasan .....	59
6.2.1. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap Stabilitas .....	59
6.2.2. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap <i>Flow</i> .....	61
6.2.3. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap VITM ( <i>Void In The Mix</i> )....	63
6.2.4. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap VFWA ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ).....	66
6.2.5. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap VMA ( <i>Void in Mineral Aggregates</i> ).....	69
6.2.6. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap <i>Marshall Quotient (MQ)</i> .....	71
6.2.7. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap <i>Density</i> (Kepadatan).....	73
6.2.8. Pengaruh Kadar Lateks Terhadap <i>Index Of Retained Strenght</i> .....	75

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan .....	79
7.2. Saran-saran .....	80

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 5.1 Bagan Alir Penelitian .....	39
Gambar 6.1. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	45
Gambar 6.2. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	45
Gambar 6.3. Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	46
Gambar 6.4. Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	46
Gambar 6.5. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Marshall Quotient</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	47
Gambar 6.6. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Density</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Rapat .....	47
Gambar 6.7. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang .....	50
Gambar 6.8. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang .....	50
Gambar 6.9. Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang.....	51
Gambar 6.10. Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang .....	51
Gambar 6.11. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Marshall Quotient</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang .....	52

Gambar 6.12. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Density</i> dengan Kadar Aspal Gradasi Senjang .....	52
Gambar 6.13. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO .....	59
Gambar 6.14. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	60
Gambar 6.15. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Flow</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO .....	62
Gambar 6.16. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Flow</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	62
Gambar 6.17. Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO .....	64
Gambar 6.18. Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	64
Gambar 6.19. Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO .....	67
Gambar 6.20. Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	67
Gambar 6.21. Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO.....	69
Gambar 6.22. Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	70
Gambar 6.23. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Marshall Quotient</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO.....	71
Gambar 6.24. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Marshall Quotient</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	72
Gambar 6.25. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Density</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Rapat pada KAO.....	73

Gambar 6.26. Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Density</i> dengan Persen Penambahan Kadar Lateks Gradasi Senjang pada KAO.....	74
Gambar 6.27. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks Pada KAO dengan Nilai Stabilitas pada Perendaman 0,5 jam dan 24 jam pada Gradasi Rapat.....	76
Gambar 6.28. Grafik Hubungan Antara Kadar Lateks Pada KAO dengan Nilai Stabilitas pada Perendaman 0,5 jam dan 24 jam pada Gradasi Senjang.....	77
Gambar 6.29. <i>Grafik Index Of Retained Strenght</i> .....	78

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Persyaratan Aspal Keras .....	14
Tabel 3.2. Persyaratan Agregat Kasar .....	16
Tabel 3.3. Persyaratan Agregat Halus .....	16
Tabel 3.4. Spesifikasi Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang .....	17
Tabel 3.5. Hasil Pemeriksaan Serbuk Lateks KKK 100% .....	20
Tabel 3.6. Persyaratan Kualitas <i>Marshall</i> Campuran .....	22
Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	41
Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	42
Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70.....	43
Tabel 6.4 Hasil Uji <i>Marshall</i> untuk Campuran Agregat Gradasi Rapat dengan Variasi Kadar Aspal.....	44
Tabel 6.5 Sprsifikasi Campuran AC.....	48
Tabel 6.6 Kadar Aspal Optimum Gradasi Rapat .....	48
Tabel 6.7 Hasil Uji <i>Marshall</i> untuk Campuran Agregat Gradasi Senjang dengan Variasi Kadar Aspal.....	48
Tabel 6.8 Kadar Aspal Optimum Gradasi Senjang .....	53
Tabel 6.9 Hasil Uji <i>Marshall</i> untuk Campuran Agregat Gradasi Rapat dengan Variasi Kadar Lateks .....	54
Tabel 6.10 Hasil Uji <i>Marshall</i> untuk Campuran Agregat Gradasi Senjang dengan Variasi Kadar Lateks .....	55
Tabel 6.11 Hasil <i>Immersion Test</i> Campuran Agregat Gradasi Rapat Pada KAO dengan Variasi Kadar Lateks Selama 24 Jam.....	56

Tabel 6.12 Hasil <i>Immersion Test</i> Campuran Agregat Gradasi Senjang Pada KAO dengan Variasi Kadar Lateks Selama 24 Jam .....	57
Tabel 6.13 Nilai Stabilitas Pada Perendaman 0,5 Jam dan 24 Jam dan Nilai IP .....	58
Tabel 6.14 Hasil Uji Perendaman <i>Marshall</i> .....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	Lampiran 1
Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	Lampiran 2
Pemerksaa Berat Jenis Aspal.....	Lampiran 3
Pemerksaan Titik Lembek Aspal.....	Lampiran 4
Pemerksaan Titik Bakar dan Titik Nyala Aspal.....	Lampiran 5
Pemerksaan Penetrasi Aspal.....	Lampiran 6
Pemerksaan Daktilitas ( <i>Ductility</i> )/Residu.....	Lampiran 7
Pemerksaan Kelarutan Dalam CCL <sub>4</sub> ( <i>Solubility</i> ).....	Lampiran 8
Pemeriksaan Keausan Agregat ( <i>Abrasi Test</i> ) AASHTO 96-97.....	Lampiran 9
Pemeriksaan Agregat Terhadap Aspal.....	Lampiran 10
Pemerksaan <i>Sand Equivalent</i> Data AASHTO 176-73.....	Lampiran 11
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat.....	Lampiran 12
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat.....	Lampiran 13
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat.....	Lampiran 14
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat.....	Lampiran 15
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat.....	Lampiran 16
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Rapat pada KAO.....	Lampiran 17
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang.....	Lampiran 18
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang.....	Lampiran 19
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang.....	Lampiran 20
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang.....	Lampiran 21
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang.....	Lampiran 22
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Gradasi Senjang pada KAO.....	Lampiran 23
Hasil Perhitungan <i>Marshall Test</i> Gradasi Rapat.....	Lampiran 24

Hasil Perhitungan <i>Marshall Test</i> Gradasi Rapat Dengan Variasi Kadar Lateks.....	Lampiran 25
Hasil Perhitungan <i>Immersion Test</i> Gradasi Rapat Dengan Variasi Kadar Lateks .....	Lampiran 26
Hasil Perhitungan <i>Marshall Test</i> Gradasi Senjang.....	Lampiran 27
Hasil Perhitungan <i>Marshall Test</i> Gradasi Senjang Dengan Variasi Kadar Lateks.....	Lampiran 28
Hasil Perhitungan <i>Immersion Test</i> Gradasi Rapat Dengan Variasi Kadar Lateks.....	Lampiran 29

## INTISARI

*Agregat bergradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded), sedang agregat bergradasi senjang adalah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirannya tidak mempunyai salah satu atau mengandung sedikit butiran dengan ukuran tertentu. Penelitian dengan memanfaatkan lateks sebagai bahan tambah (additive) dimaksudkan untuk mencari/memberikan variasi suatu bahan tambah baru, melihat dari sifat lateks yang umumnya tahan terhadap air, tahan oksidasi, bersifat elastis dan fleksibel dan dapat digunakan sebagai bahan pengikat/perekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lateks terhadap karakteristik Marshall dan Marshall rendaman pada campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang.*

*Tahapan dalam penelitian ini adalah : Pertama mencari kadar aspal optimum (KAO) untuk gradasi rapat dan senjang dengan kadar aspal 4,5% sampai 8,5% dengan interval 1% menggunakan aspal keras 60/70, untuk gradasi rapat didapat nilai KAO 5,3% dan gradasi senjang 6,8%. Kedua dilakukan tes Marshall untuk mencari pengaruh lateks terhadap campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang dengan variasi kadar lateks 0% sampai 4% dengan interval 1% pada KAO. Ketiga dilakukan tes rendaman Marshall untuk mencari nilai index of retained strength pada campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang yang diberi bahan tambah lateks.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa lateks dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah (additive) untuk campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang karena berdasarkan karakteristik Marshall untuk nilai (stabilitas, flow, VITM, VFWA, VMA) penambahan lateks memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (1998). Campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat memiliki nilai stabilitas, flow, VFWA, MQ dan density lebih tinggi, sedangkan nilai VITM, VMA dan index of retained strength lebih rendah dibandingkan campuran tanpa lateks. Sedangkan campuran aspal dengan agregat bergradasi senjang memiliki nilai stabilitas, flow, VFWA, MQ, density dan index of retained strength lebih tinggi, sedangkan nilai VITM dan VMA lebih rendah dibandingkan campuran tanpa lateks. Nilai index of retained strength gradasi rapat dan senjang  $\geq 75\%$ .*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam beberapa tahun belakangan ini, jaringan jalan di Indonesia khususnya di pulau Jawa, Sumatra dan Sulawesi telah dilalui oleh lalu lintas dengan karakteristik beban yang makin meningkat, volume lalu lintas tinggi dan tidak sebanding dengan kapasitas yang tersedia, serta tekanan gandar yang makin meningkat bahkan pada beberapa ruas tertentu beban gandar telah beberapa kali lipat dibanding dengan beban gandar yang diijinkan. Di Indonesia yang beriklim tropis memberikan kontribusi yang cukup berarti pada ketahanan terhadap konstruksi perkerasan jalan.

Selama ini beton aspal bergradasi rapat digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan lentur jalan raya. Pada waktu hujan, permukaan jalan jadi licin, dan malam permukaan jalan yang basah memantulkan cahaya. Penggunaan beton aspal bergradasi senjang dapat mengurangi bahaya slip dan pantulan cahaya namun sering terjadi retak (*Cracks*) dan kerusakan permukaan, keriting, alur dan deformasi. Kerusakan ini antara lain disebabkan oleh penuaan aspal akibat cuaca dan beban lalu lintas yang besar. Penggunaan kadar aspal yang tinggi dan sedikitnya rongga di dalam campuran mengakibatkan naiknya aspal ke permukaan

jalan (*Bleeding*) apabila jalan tersebut menerima beban lalu lintas dan naiknya temperatur. Penanggulangan masalah tersebut adalah dengan menggunakan aspal berviscositas tinggi dan lebih tahan terhadap pengaruh cuaca. Aspal berviscositas tinggi diperoleh dengan penambahan (*additive*) suatu bahan kedalam suatu aspal.

Lateks merupakan karet jenis alam, yaitu getah karet segar yang didapat langsung dari penyadapan batang karet. Lateks mempunyai kelebihan dibandingkan dengan karet berbentuk sintetis karena mempunyai daya elastis atau daya lenting sempurna, platisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah, daya aus tinggi, daya tahan terhadap keretakan (*groove cracking resistance*) tinggi dan tidak mudah panas. Penggunaan lateks sebagai bahan tambah diharapkan dapat meningkatkan kinerja aspal pada lapis perkerasan. Dalam penelitian ini di coba penambahan lateks pada beton aspal sebagai lapis permukaan perkerasan lentur jalan raya.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan lateks terhadap campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang yang dibandingkan dengan campuran aspal murni dengan agregat bergradasi rapat dan senjang berdasarkan alat uji *Marshall*.

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi pada hasil pengujian *Marshall* terhadap benda uji di laboratorium sehingga di dapat sifat-sifat *Marshall* berdasarkan teori yang ada mengenai kualitas campuran yang di buat.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Gradasi rapat yang digunakan sesuai dengan ketentuan Bina Marga yaitu grading IV.
2. Gradasi senjang yang digunakan di ambil dari *British Standard Institution* 594, 1985.
3. Aspal yang di gunakan adalah jenis aspal AC 60/70 produksi pertamina dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%.
4. Bahan tambah berupa lateks (variasi lateks 0%, 1%, 2%, 3%, 4%).
5. Penelitian ini berdasarkan pada uji *Marshall*.
6. Penelitian ini terbatas hanya pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang di kandung dalam bahan-bahan penelitian.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dapat memberikan gambaran yang cukup jelas terhadap pengaruh penggunaan lateks pada beton aspal ditinjau dari karakteristik *Marshall*.
- b. Dengan penambahan lateks dapat menghasilkan perkerasan yang memiliki mutu yang lebih baik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini digunakan tinjauan pustaka pada penelitian yang pernah dilakukan antara lain sebagai berikut ini.

**1. Tri Wahyu Nuryanto dan Doeva Rimbardi, 1997 : ” Penggunaan Lateks Terhadap Peningkatan Kualitas Campuran *Split Mastic Asphalt* (Penelitian Laboratorium)”**

Campuran aspal yang diteliti adalah *Split Mastic Asphalt* (SMA) dengan bahan tambah lateks. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan lateks sebagai bahan tambah pada *Split Mastic Asphalt* gradasi 0/11. Perilaku campuran *Split Mastic Asphalt* tersebut diukur dari nilai *density*, VITM, VFWA, VMA, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*.

Dari hasil uji laboratorium bahwa penambahan lateks sebesar 4% terhadap *Split Mastic Asphalt* gradasi 0/11 mengakibatkan peningkatan nilai stabilitas, VFWA, MQ dan *density*, sedangkan VITM mengalami penurunan. Nilai stabilitas meningkat sebesar 15,4%, VFWA meningkat sebesar 3%, MQ meningkat sebesar 3% dan *density* meningkat sebesar 0,7%. Sedangkan VITM mengalami penurunan sebesar 23%.

**2. Moch. Taufik Roesman dan Ervan Susanto, 1997 : “Pengaruh Penggunaan Lateks Terhadap Perilaku dan Nilai Struktural Campuran Split Mastic Asphalt Pada Gradasi Atas dan Bawah (Penelitian Laboratorium)”**

Penelitian ini bermaksud membandingkan gradasi atas dan bawah terhadap perilaku campuran *Split Mastic Asphalt* + serbuk lateks yang diukur dari nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA, *Density* dan *Marshall Quotient*. Dari hasil penelitian di laboratorium bahwa penambahan serbuk lateks mengakibatkan peningkatan nilai Stabilitas, VFWA, *Marshall Quotient* dan *density*. Sedangkan VITM dan *Flow* mengalami penurunan. Pada gradasi atas stabilitas naik 16,8%, MQ naik 38,9%, *density* naik 0,35%, untuk gradasi bawah lebih kecil yaitu stabilitas naik 14,8%, MQ naik 19%, *density* naik 0,27%. Sedangkan VFWA pada gradasi atas mengalami peningkatan 0,9% lebih kecil daripada gradasi bawah sebesar 1,1%. Sedangkan nilai VITM pada gradasi atas turun sebesar 13,5% dan *flow* sebesar 7,7% lebih besar daripada gradasi bawah yaitu VITM sebesar 10% dan *flow* 3,3%.

**3. Hanan Widiatmoko dan Untung Suhendro, 1997 : “Pengaruh Variasi Lama Pemeraman Terhadap Perilaku Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR) (Penelitian Laboratorium)”**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai seberapa lama Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR) masih dapat diperam/disimpan dan masih memenuhi persyaratan terhadap perilaku CEBR sebelum dilakukan penghamparan dan pemadatan pada suatu perkerasan jalan. Perilaku CEBR tersebut diukur dari nilai-nilai stabilitas, total *void*, kehilangan stabilitas, absorpsi,

dan tingkat penyelimutan aspal terhadap agregat yang diketahui dengan melakukan pengujian *Marshall* terhadap benda uji Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR).

Dari hasil penelitian, variasi lama pemeraman pada CEBR dengan 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari pemeraman, menunjukkan bahwa hanya pada sampai pemeraman 1 hari CEBR masih dapat diperam dengan masih memenuhi spesifikasi CEBR yang ditentukan oleh *The Asphalt Institute*.

#### **4. Benny Oktobaran dan Iwan Darmawan,1999 : “Pengaruh Penggunaan Karet Padat Terhadap Kualitas Campuran Beraspal Panas (Penelitian Laboratorium)”**

Pemanfaatan karet sebagai bahan tambah dalam campuran lapis perkerasan jalan merupakan salah satu alternatif yang dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas lapis perkerasan atas jalan.

Penelitian ini menggunakan parutan ban bekas dengan variasi penambahan parutan ban bekas 1%-5% dari berat aspal optimum. Pada penelitian ini selain mencari seberapa besar pengaruh parutan ban bekas terhadap kualitas campuran beton aspal karet terhadap suhu, air dan cuaca dengan melihat *index of retained strength* campuran aspal karet dengan cara merendam campuran aspal karet tersebut selama 24 jam dengan suhu 60<sup>0</sup>C (mengacu pada AASHTO T.165-82 dan ASTM D.1075-76).

Dari hasil penelitian didapat bahwa campuran aspal karet dengan penambahan parutan ban bekas jika dibandingkan dengan campuran biasa dapat meningkatkan nilai stabilitas, VFWA, *Marshall Quotient* dan menurunkan VITM

serta perubahan pada nilai *flow*. Peningkatan nilai stabilitas tinggi dicapai pada penambahan parutan ban bekas sebesar 2%. Penambahan parutan ban bekas sebesar 2% dapat menaikkan stabilitas kurang lebih 28%. Penurunan nilai *flow* yang terjadi sebesar kurang lebih 5%. Nilai *flow* meningkat pada penambahan parutan ban bekas sebesar 3%-5%, tetapi tidak menunjukkan perubahan yang besar. Nilai VITM pada aspal karet memiliki kecenderungan mengecil sementara VFWA memiliki kecenderungan naik. Nilai *Marshall Quotient* yang terjadi lebih besar jika dibandingkan dengan campuran aspal biasa.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai stabilitas campuran aspal karet yang direndam 24 jam lebih kecil dari nilai stabilitas campuran aspal karet biasa. Penurunan terbesar terjadi pada campuran aspal karet dengan penambahan parutan ban bekas 2% yaitu memberikan *index of retained strength* sebesar 93,89% dan penurunan terkecil terjadi pada campuran aspal karet dengan penambahan parutan ban bekas 5% yaitu memberikan *index of retained strength* sebesar 98,09%. Dari semua sampel, *index of retained strength* yang terjadi lebih dari 75%, ini membuktikan bahwa campuran aspal karet tahan terhadap kerusakan yang disebabkan air, suhu dan cuaca.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

##### **3.1.1 Umum**

Fungsi perkerasan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara cukup aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan berarti. Bahan perkerasan jalan adalah bahan-bahan yang dihampar di atas permukaan tanah dasar. Bahan perkerasan meliputi bahan-bahan untuk jenis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan. Kerusakan jalan pada umumnya disebabkan kurang cermatnya pembuatan lapis perkerasan jalan, ditambah lagi dengan beban kendaraan yang tidak sesuai dengan kelas jalan sehingga cepat rusak. Agar jalan tidak mengalami kerusakan akibat dilalui kendaraan maka dibutuhkan suatu konstruksi perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas yang sesuai klasifikasinya. Kestabilan dari perkerasan diketahui dengan mencari faktor-faktor yang dapat merusak perkerasan itu sendiri.

Konstruksi perkerasan dapat diusahakan sedemikian rupa untuk menanggulangi segala faktor perusak itu, yang ditimbulkan gaya-gaya lalu lintas yaitu :

1. gaya vertikal normal (berat muatan kendaraan).
2. gaya horizontal/geser/rem.
3. getaran-getaran (akibat pukulan-pukulan roda).

### 3.1.2 Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*fleksible pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Konstruksi perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan ikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian dipikul oleh pelat beton.

3. Konstruksi perkerasan komposit

Konstruksi perkerasan komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau kaku di atas perkerasan lentur.

### 3.2 Beton Aspal

Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka sering disebut sebagai *hot mix* (Silvia Sukirman, 1999).

Menurut buku petunjuk pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No.13/PT/B/1983, beton aspal merupakan lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dan dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai pendukung beban lalu lintas
- b. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus.
- d. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

#### 3.2.1 Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal campuran panas adalah :

### 1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur atau *bleeding*.

### 2. Durabilitas

Durabilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.

### 3. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah suatu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

### 4. Tahanan gesek

Tahanan gesek adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan ini dinyatakan sebagai koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan.

### 5. Kelelahan plastis

Merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beton aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh dan dinyatakan dalam satuan panjang. Nilai kelelahan plastis diuji bersamaan dengan pengujian stabilitas.

#### 6. kemudahan dalam pelaksanaan

Kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang diharapkan (spesifikasi).

### **3.3 Bahan Perkerasan**

Secara prinsip bahan penyusun perkerasan lentur adalah agregat, filler dan aspal. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

#### **3.3.1 Aspal**

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua pada temperatur ruangan berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak. Aspal yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dan destilasi minyak bumi, sering disebut aspal semen (Silvia Sukirman, 1999).

Menurut Sartono, W. (1990), kadar aspal dalam campuran akan berpengaruh banyak terhadap karakteristik perkerasan. Kadar aspal yang rendah akan menghasilkan suatu perkerasan yang rapuh, yang akan menyebabkan *raveling* akibat beban lalu lintas, sebaliknya kadar aspal yang terlalu tinggi akan menghasilkan suatu perkerasan yang tidak stabil.

Kepekaan terhadap temperatur dari aspal ditunjukkan oleh perubahan konsistensinya (penetrasi atau viscositas) dari aspal akibat perubahan temperatur. Aspal yang memiliki kepekaan terhadap temperatur tinggi akan menghasilkan lapisan perkerasan yang stabil pada temperatur tinggi. Aspal dengan kepekaan temperatur rendah kemungkinan terjadinya retak-retak sangat kecil dan tidak menjadi lunak pada suhu tinggi, sehingga akan menghasilkan konstruksi lapis keras dengan stabilitas tinggi.

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

- a. Sifat *thermoplastic*. Aspal adalah bahan *thermoplastic*, berubah sesuai dengan perubahan temperatur. Pada temperatur tinggi, viscositas aspal rendah (aspal lebih cair), aspal memiliki daya ikat tinggi dan mampu mengisi rongga antar batuan secara merata, akan tetapi pemanasan yang terlalu tinggi akan merusak sifat-sifat aspal, sehingga aspal akan lebih cepat mengeras. Sebaliknya bila pemanasan aspal kurang, aspal bersifat kental yang akan menyebabkan aspal tidak dapat menyelimuti batuan secara merata.
- b. Sifat keawetan (*durability*). Sifat keawetan aspal didasarkan pada daya tahannya untuk tetap mempertahankan sifat aslinya apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca dan pembebanan lalu lintas. Sifat keawetan dari aspal yang utama adalah daya tahannya terhadap pengerasan.

c. *Rheology*, yaitu sifat aspal dimana hubungan antara tegangan dan regangannya dipengaruhi oleh waktu, sifat ini akan berpengaruh terhadap nilai modulus kekakuan campuran, yang diwujudkan dalam bentuk waktu pembebanan (*time of loading*).

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini berupa aspal AC pen 60-70. sebagai standar spesifikasi yang dipakai berdasarkan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal untuk jalan raya yang diterbitkan oleh Litbang Departemen Pekerjaan Umum Ditjen Bina Marga, seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Persyaratan aspal keras

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

Sumber : Bina Marga, 1987

### 3.3.2 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan jalan. Pemilihan jenis

agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor (Kerb and Walker, 1971). Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan dan sifat kimiawi.

a. Ukuran dan Gradasi

*The asphalt institute*, 1983 mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi, yaitu :

1. Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan no. 8 (2,36 mm).
2. Agregat halus, batuan yang lolos saringan no. 8 dan tertahan saringan no. 30 (0,59 mm).
3. Mineral pengisi, batuan yang lolos saringan no. 30 dan tertahan saringan no. 200 (0,074 mm).
4. Filler mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan no. 200.

Gradasi adalah persentase pembagian ukuran butiran agregat yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton.

Gradasi dibedakan menjadi 3 macam (Kerb and Walker, 1971), yaitu :

1. *Well graded*, disebut juga gradasi menerus atau gradasi rapat adalah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang memiliki stabilitas tinggi.

2. *Gap graded*, disebut juga gradasi senjang/gradasi timpang, adalah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).

3. *Uniform size*, disebut juga gradasi seragam, adalah gradasi yang dalam butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3 dibawah ini :

Tabel 3.2 Persyaratan asgregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$

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

Tabel 3.3 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai sand equivalent	$\geq 50\%$
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$
3	Berat jenis	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$

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

Spesifikasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini. Untuk spesifikasi rapat diambil dari Spesifikasi Laston Mix Gradasi Rapat No. IV sedangkan spesifikasi senjang diambil dari *British Standard Institution* 594, 1985 seperti pada tabel 3.4.

Tabel 3.4: Spesifikasi Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang

No.	Ukuran Saringan	(%) Lolos Gradasi Rapat	(%) Lolos Gradasi Rapat Yang Dipakai	(%) Lolos Gradasi Senjang	(%) Lolos Gradasi Senjang Yang Dipakai
1	¾ in (19,1 mm)	100	100	-	-
2	½ in (12,7 mm)	80 – 100	90	100	100
3	3/8 in (9,52 mm)	70 – 90	80	85 – 100	92,5
4	¼ in (6,3mm)	-	-	60 – 90	75
5	No. 4 (4,75 mm)	50 – 70	60	-	-
6	No. 8 (2,36 mm)	35 – 50	42,5	60 – 72	66
7	No. 30 (0,590 mm)	18 – 29	23,5	25 – 45	35
8	No.50 (0,2279 mm)	13 – 22	18	-	-
9	No. 70 (0,212 mm)	-	-	15 – 30	22,5
10	No. 100 (0,149 mm)	8 – 16	12	-	-
11	No. 200 (0,070 mm)	4 – 10	7	8 – 12	10

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston (SKBI-2.2.24.1987) dan BSI 594, 1985

#### b. Kekerasan kekuatan batuan (*thoughness*)

Batuan yang digunakan untuk suatu konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi juga disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (*disintegrasi*) yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut.

### c. Bentuk (*shape*)

Bentuk butiran yang kasar (*rough*) akan menghasilkan sudut gesek dalam yang besar daripada bentuk butiran yang permukaannya halus (*smooth*) dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antara partikel yang lebih kuat.

Agregat yang berbentuk angular/kubus memiliki sifat saling mengunci antar butirnya, sehingga memberikan sudut gesek dalam antar partikel batuan yang tinggi.

### d. Tekstur permukaan

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

- 1) Batuan kasar (*rough*), memberikan *internal friction*, *skid resistance*, serta kelekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Biasanya batu pecah memiliki *surface* tekstur yang kasar.
- 2) Batuan halus (*smooth*), mudah dilapisi aspal, tetapi *internal friction* dan kekuatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
- 3) Batuan mengkilat (*polished*), memberikan *internal friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

### e. Porositas

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan, dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya, serta memerlukan aspal lebih banyak. Selain itu dengan pori yang banyak, batuan mudah mengandung air dan air ini

akan sulit dihilangkan, sehingga mengganggu kelekatan antara aspal dan batuan.

### 3.3.3 Filler

Totomihardjo (1995) menyatakan bahwa *filler* adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan no. 30 *US Standard Sieve* dan 65% lewat ayakan no. 200. Bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur, *portland cement* ataupun bahan lain asalkan memenuhi persyaratan tersebut. Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal akan dapat mempengaruhi viskositas campuran, kepadatan campuran, bidang kontak antar permukaan butiran, stabilitas, durabilitas dan fleksibilitas perkerasan.

### 3.3.4 Bahan Tambah (*Additive*)

Bahan tambah ini diberikan atau ditambahkan pada campuran aspal dengan takaran tertentu dan untuk tujuan tertentu. Pada penelitian ini digunakan bahan tambah lateks yaitu karet alam hasil produksi dalam negeri yang diambil dari perkebunan karet Purwakarta, Jawa Barat. Serbuk lateks dengan kadar kering mencapai 100%, berasal dari karet alam yang diproses secara pusingan (*csentrifuge*). Lateks bersifat elastis dan mempunyai daya lekat yang kuat. Mutu lateks yang digunakan disesuaikan dengan spesifikasi persyaratan sifat fisik lateks KKK 100% seperti tercantum pada tabel 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5. Hasil Pemeriksaan Serbuk Lateks KKK 100%

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Jumlah zat padat	61,5%
2	Diameter serbuk lateks	Lolos saringan No. 10
3	Kadar karet kering	60%
4	Jenis karet	Lateks pekat
5	Berat jenis	0,94 gr/cc
6	Warna visual	Putih

Sumber : Hasil Penelitian Litbang Dep. PU

### 3.4 Karakteristik *Marshall*

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

Nilai stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan beton aspal terlalu kaku, mudah mengalami retak bila menerima beban. Sebaliknya bila nilai stabilitas terlalu rendah beton aspal akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas.

Bina Marga (1983) maupun AASHTO (1998) memberikan persyaratan nilai stabilitas beton aspal untuk lalu lintas berat minimal 550 kg.

Menurut *The Asphalt Institute, MS-2* (1984) stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi adanya deformasi permanen.

Dalam pemeriksaan *Marshall* ditunjukkan oleh beban maksimum yang dapat didukung benda uji pada suhu 140<sup>0</sup>F dengan kecepatan pembebanan 2 inch per menit.

Selain nilai stabilitas, parameter lain yang dapat diperoleh dari pengujian *Marshall* adalah kepadatan campuran (*density*), VITM (*voids in the mix*), VFWA (*void filled with asphalt*), *flow* dan *Marshall Quotient* (MQ).

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

*Flow* atau kelelahan menunjukkan besarnya deformasi vertikal dari campuran akibat beban yang bekerja padanya mulai awal pembebanan sampai kondisi kestabilan menurun. Pengukuran nilai *flow* dilakukan bersamaan dengan pengukuran stabilitas *Marshall*.

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

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

VMA (*void in mineral aggregates*) adalah rongga udara yang ada diantara partikel agregat dalam campuran yang sudah dipadatkan. VMA yang besar akan menyebabkan film aspal tebal sehingga mempunyai durabilitas yang tinggi. VMA juga dipengaruhi oleh gradasi campuran yang dipergunakan (*The Asphalt Institute, ES-1, 1983*).

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

Tabel 3.6 Persyaratan kualitas *Marshall* campuran

No	Karakteristik	Persyaratan
1	Density (gr/cc)	-
2	VMA (%)	16
3	VFWA (%)	$\geq 65$
4	VITM (%)	3-5
5	Stabilitas (kg)	$\geq 800$
6	Flow (mm)	$\geq 2$
7	MQ (kg/mm)	200-500

Sumber : Bina Marga (IRE, 1998)

### 3.5 *Marshall Rendaman (Immersion test)*

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

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

Dengan :  $S_1$  = stabilitas setelah direndam selama 24 jam

$S_2$  = setabilitas sebelum rendaman

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

## **BAB IV**

### **HIPOTESA**

Hipotesa dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Campuran aspal dengan lateks pada gradasi rapat dan gradasi senjang jika dibandingkan dengan campuran aspal murni /biasa dapat memperbaiki kinerja perkerasan. Dimana nilai stabilitas, VFWA dan *Marshall Quotient* akan mengalami peningkatan, sementara nilai *flow* dan VITM mengalami penurunan.
2. Campuran aspal dengan penambahan lateks masih dapat memenuhi spesifikasi AC.
3. Campuran aspal dengan penambahan lateks yang mengalami uji perendaman Marshall memenuhi persyaratan AASHTO T.165-82 atau ASTM D. 1075-76 (*Index Of Retained Strenght*  $\geq 75\%$ ).

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

#### **5.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

#### **5.2 Bahan**

##### **5.2.1 Asal Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo hasil pemecah batu (*stone crusher*) milik PT. Perwita Karya Yogyakarta sedangkan lateks diperoleh dari Purwakarta, Jawa Barat dan aspal yang dipakai adalah jenis AC 60/70 produksi Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

##### **5.2.2 Persyaratan dan Pengujian Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya diuji dilaboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas tinggi.

Adapun pengujian yang dilakukan sebelumnya adalah :

a. Pemeriksaan agregat

Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut

1. Tingkat keausan, ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan percobaan abrasi yang menggunakan mesin *Los Angles* berdasarkan PB-0206-76. Nilai abrasi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat tumbukan dan gesekan antara partikel dengan bola-bola baja pada saat terjadinya putaran. Nilai abrasi  $> 40 \%$  menunjukkan agregat tidak mempunyai keausan yang cukup untuk digunakan sebagai bahan lapis perkerasan.
2. Daya lekat terhadap aspal, dilakukan sesuai prosedur PB-0205-75. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan permukaan dan besarnya minimal 95 %.
3. Peresapan agregat terhadap air, dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besar peresapan agregat yang diijinkan mempunyai nilai maksimum 3 %. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walau melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat terhadap aspal.
4. Berat jenis (*specific gravity*), adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan volume agregat digunakan air suling. Pemeriksaan berat jenis

mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5 gram/cc. besarnya berat jenis agregat penting untuk diketahui karena perencanaan campuran agregat dengan aspal berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

5. *Sand equivalent test*, dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus. *Sand equivalent* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan no.4 sesuai prosedur PB-0202-76. nilai yang diisyaratkan minimal 50% adanya lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang. Adanya lempung juga mengakibatkan luas permukaan yang diselimuti aspal bertambah.

b. Pemeriksaan Filler

Filler merupakan bagian dari agregat yang mempunyai fraksi sangat halus. Filler dapat berupa debu batu, debu kapur, semen dan lain-lain. Khusus dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah debu batu yang lolos saringan no. 200.

c. Pemeriksaan bahan ikat aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa dilaboratorium. Aspal yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan.

Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras sebagai berikut :

1. Pemeriksaan penetrasi, pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60/70 adalah antara 60-79.
2. Pemeriksaan titik lembek, pemeriksaan ini dilakukan untuk mencari temperatur pada saat aspal mulai menjadi lunak. Pemeriksaan ini menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat 3,5 gram. Titik lembek adalah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal dan dalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek dan jatuh pada ketinggian 1 inchi (25,4 mm) dari pelat dasar. Pemeriksaan mengikuti PA-0302-76 dengan nilai yang disyaratkan  $48^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $58^{\circ}\text{C}$ .
3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik bakar). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76, dengan besarnya nilai yang disyaratkan minimum  $200^{\circ}\text{C}$ .
4. Kelarutan dalam  $\text{CCl}_4$ , pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam *carbon tetra chloroid*. Jika semua bitumen yang di uji larut dalam  $\text{CCl}_4$  maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-030576.

5. Berat jenis, adalah perbandingan antara berat dan volume aspal. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan volume aspal digunakan air suling. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 dengan nilai yang disyaratkan sebesar minimal  $1 \text{ gr/cm}^3$ . Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.
6. Daktilitas aspal, tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat di tarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-78. Besarnya daktilitas aspal yang disyaratkan adalah minimal 100 cm.
7. Pemeriksaan kehilangan berat aspal, pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Aspal setebal 3 mm dipanaskan sampai  $163^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam di dalam oven yang dilengkapi dengan piring berdiameter 25 cm tergantung melalui poros vertikal dan dapat berputar dengan kecepatan 5-6 putaran/menit. Oven dilengkapi dengan ventilasi. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0304-76. Penurunan berat menunjukkan banyaknya bahan yang hilang karena penguapan. Aspal tersebut akan cepat mengeras dan menjadi rapuh.

### 5.3 Peralatan Penelitian

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

1. Mesin *Marshall Test* lengkap, yaitu :
  - a. Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
  - b. Cincin penguji (*proving ring*).
  - c. Arloji pengukur alir (*flow*).
  - d. Oven.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
3. *Ejector Hydraulic Pump* untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Mesin penumbuk elektrik.
5. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu, mulai suhu 20<sup>0</sup>-60<sup>0</sup>C.
6. Timbangan dengan ketelitian 0,12 gr.
7. Kaliper sket mat.
8. Termometer skala 200<sup>0</sup>C sebanyak 2 buah.
9. Perlengkapan lain-lain, yaitu :
  - a. Kompor listrik dan kompor gas beserta perlengkapannya.
  - b. Loyang seng dan loyang plastik.
  - c. Sendok pengaduk spatula.
  - d. Kantong plastik.
  - e. Sarung tangan asbes dan karet.

## 5.4 Prosedur Penelitian

### 5.4.1 Campuran Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini terdiri dari :

1. Untuk mencari Kadar Aspal Optimum pada gradasi rapat dan senjang masing-masing dibuat benda uji sebanyak 15 sampel terdiri dari variasi kadar aspal (4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%), jumlah benda uji =  $5 \times 3 = 15$  benda uji.
2. Pada Kadar Aspal Optimum, untuk gradasi rapat dan senjang masing-masing dibuat 15 benda uji yang menggunakan variasi lateks (0%, 1%, 2%, 3%, 4%), jumlah benda uji =  $3 \times 5 = 15$  benda uji.
3. Untuk mencari nilai *Immersion* pada Kadar Aspal Optimum gradasi rapat dan senjang tanpa lateks, jumlah benda uji =  $3 \times 2 = 6$  benda uji.
4. Untuk mencari nilai *Immersion* pada Kadar Aspal Optimum gradasi rapat dan senjang dengan lateks, jumlah benda uji =  $3 \times 8 = 24$  benda uji.

Total benda uji =  $30 + 30 + 6 + 24 = 90$  benda uji.

### 5.4.2 Campuran Aspal Tanpa Lateks

Berat total dari suatu campuran benda uji adalah 1200 gr, terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal. Agregat yang telah disiapkan

kemudian dipanaskan pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$  secara merata. Setelah agregat panas kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$  yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah agregat dan aspal tercampur kemudian dilakukan pengadukan sampai rata. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang telah dibersihkan dari kotoran, kemudian diberi sedikit vaselin. Setelah itu cetakan benda uji dipanaskan dalam oven agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah suhu campuran mencapai  $140^{\circ}\text{C}$  serta agregat dan aspal telah bercampur secara merata, campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian yang masuk kedalam cetakan ditusuk-tusuk dengan menggunakan *spatula* sebanyak  $\pm 15$  kali dibagian tepi dan 10 kali dibagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali bolak-balik sehingga benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

#### **5.4.3 Campuran Aspal Dengan Lateks**

Campuran ini dilakukan setelah didapatkan kadar aspal optimum pada campuran biasa. Agregat yang telah disiapkan dipanaskan terlebih dahulu pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$ . Setelah agregat panas, kemudian dicampurkan dengan aspal yang telah dipanaskan pada suhu  $140^{\circ}\text{C}$  dengan berat sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Aspal dicampur sesuai dengan beratnya sampai

benda uji mencapai berat total 1200 gr. Selanjutnya ditambah lateks sesuai dengan kadar variasi yang telah ditentukan hingga agregat, aspal dan lateks yang dipakai tercampur homogen dengan campuran.

Setelah campuran cukup homogen selanjutnya dimasukkan kedalam cetakan yang sebelumnya telah dipanasi dan diberi vaselin. Kemudian campuran dipadatkan dengan ditusuk-tusuk menggunakan *spatula* sebanyak 15 dan 10 kali untuk masing-masing bagian tepi dan tengah, selanjutnya dilaksanakan pemadatan dengan *compactor* sebanyak 75 kali bolak-balik sehingga total tumbukan untuk satu benda uji 150 kali. Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan. Kemudian benda uji dikeluarkan dengan menggunakan alat bantu *ejector*. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

#### **5.4.4 Cara Melakukan Pengujian**

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu :

##### **5.4.4 1 Pengujian *Marshall Standar***

Cara pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
2. Benda uji diberi tanda pengenal.
3. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu di rata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
4. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.

5. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Setelah benda uji jenuh air kemudian ditimbang di dalam air.
7. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji direndam dalam *water bath* dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 0,5 jam.
9. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepaskan benda uji.
10. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.
11. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
12. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
13. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
14. Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

#### **5.4.4.2 Pengujian *Marshall* Rendaman (*Immersion Test*)**

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall* standar, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan dalam *water*

*bath*. Pada uji *Marshall* rendaman lama perendaman 24 jam dengan suhu 60<sup>0</sup>C.

Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari bahan-bahan lain.
2. Benda uji diberi tanda pengenal.
3. Benda uji diukur ketinggiannya pada tiga tempat berbeda lalu di rata-rata, dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
4. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
5. Benda uji direndam dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Setelah benda uji jenuh air kemudian ditimbang di dalam air.
7. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
8. Benda uji direndam dalam *water bath* dengan suhu 60<sup>0</sup>C selama 24 jam.
9. Kepala penekan benda uji dibersihkan dan permukaan diberi vaselin untuk memudahkan melepaskan benda uji.
10. Arloji kelelehan (*flow meter*) dipasang pada posisi salah satu batang penuntun.
11. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
12. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.

13. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.

14 Hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

#### 5.4.5 Analisis

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah :

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji dalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. stabilitas (lbs)
6. kelelahan/*flow* (mm)

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, VFWA (*Void Filled With Asphalt*), ) *VITM* (*Void In The Mix*), dan *Marshall Quotient* (*MQ*), diperlukan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Berat Jenis

$$B_j \text{ aspal} = \frac{\text{berat}}{\text{volume}} \dots\dots\dots (5.1)$$

2. Berat Jenis Agregat

$$B_j \text{ agregat} = \frac{(X \times F1) + (Y \times F2) + (Z \times F3)}{100} \dots\dots\dots (5.2)$$

Keterangan :

- X = persentase agregat kasar  
 Y = persentase agregat halus  
 Z = persentase filler

- F1 = berat jenis agregat kasar  
 F2 = berat jenis agregat halus  
 F3 = berat jenis filler

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *flow*, VFWA, VITM, dan MQ dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

### 3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan berikut :

$$S = p \times q \dots\dots\dots(5.3)$$

Keterangan :

- S = angka stabilitas sesungguhnya  
 p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat  
 q = angka koreksi benda uji

### 4. Flow

*Flow* menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* pada saat *Marshall Test*, namun masih dalam satuan inch sehingga harus dikonversi dalam millimeter.

### 5. Density

Nilai *density* menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan :

$$G = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(5.4)$$

$$F = d - e \dots\dots\dots(5.5)$$

Keterangan :

g = nilai *density* (gr/cc)  
 c = berat kering sebelum direndam (gr)  
 d = berat benda uji jenuh air (gr)  
 e = berat benda uji dalam air (gr)  
 f = volume benda uji (cc)

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

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots(5.6)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_{\text{aspal}}} \dots\dots\dots(5.7)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(5.8)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_{\text{jagregat}}} \dots\dots\dots(5.9)$$

keterangan :

b = persentase aspal terhadap campuran (gr)  
 g = berat isi sampel (gr/cc)

#### 7. *Void In The Mix (VITM)*

VITM adalah persentase rongga di dalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{VITM} = 100 - (100 \times g / h) \dots\dots\dots(5.10)$$

$$h = \frac{100}{\left[ \frac{\% \text{agregat}}{B_{\text{jagregat}}} + \frac{\% \text{aspal}}{B_{\text{aspal}}} \right]} \dots\dots\dots(5.11)$$

keterangan :

g = berat isi sampel (gr/cc)

h = berat maksimum teoritis campuran

8. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut

$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots(5.12)$$

Keterangan :

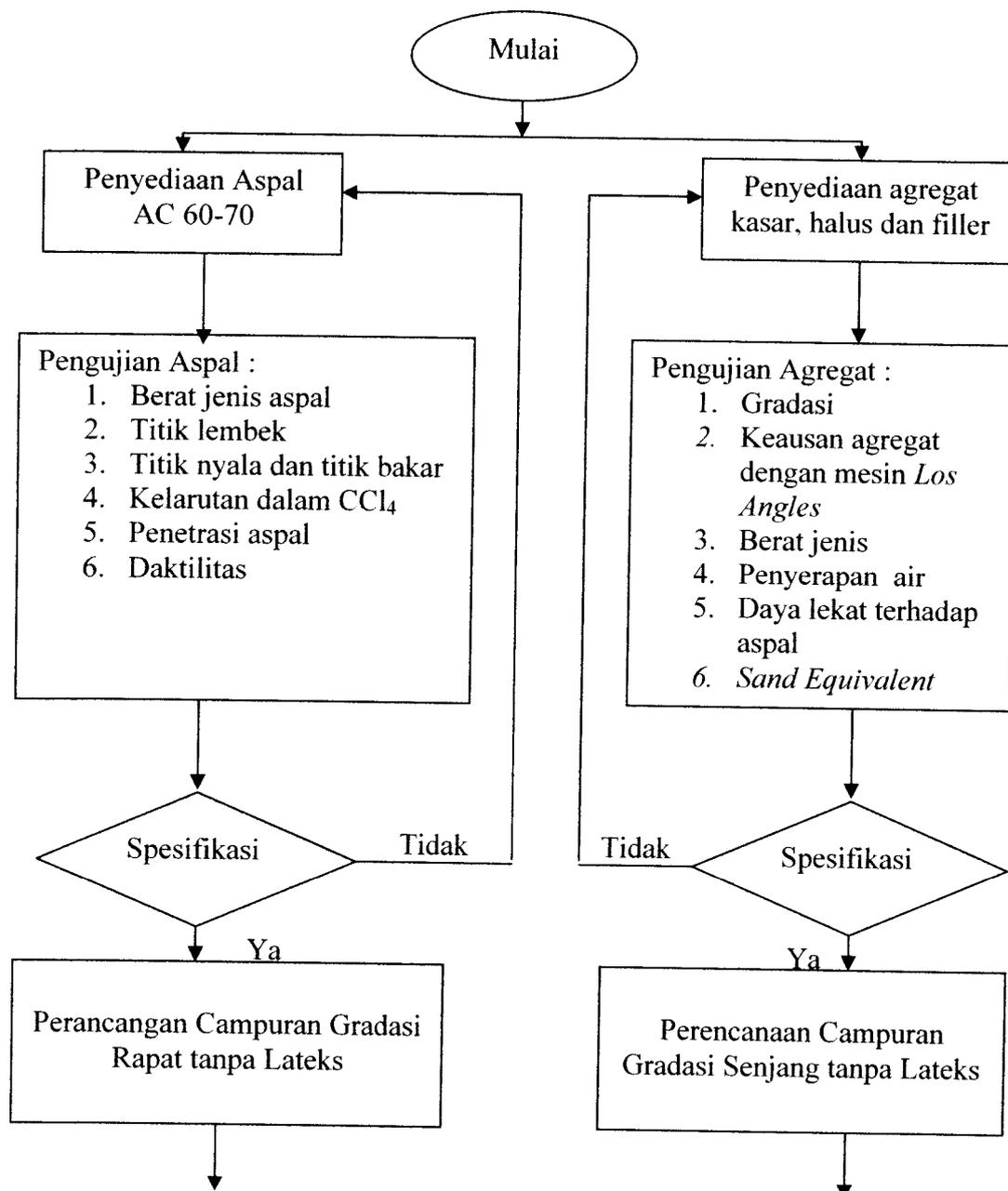
S = nilai stabilitas (kg)

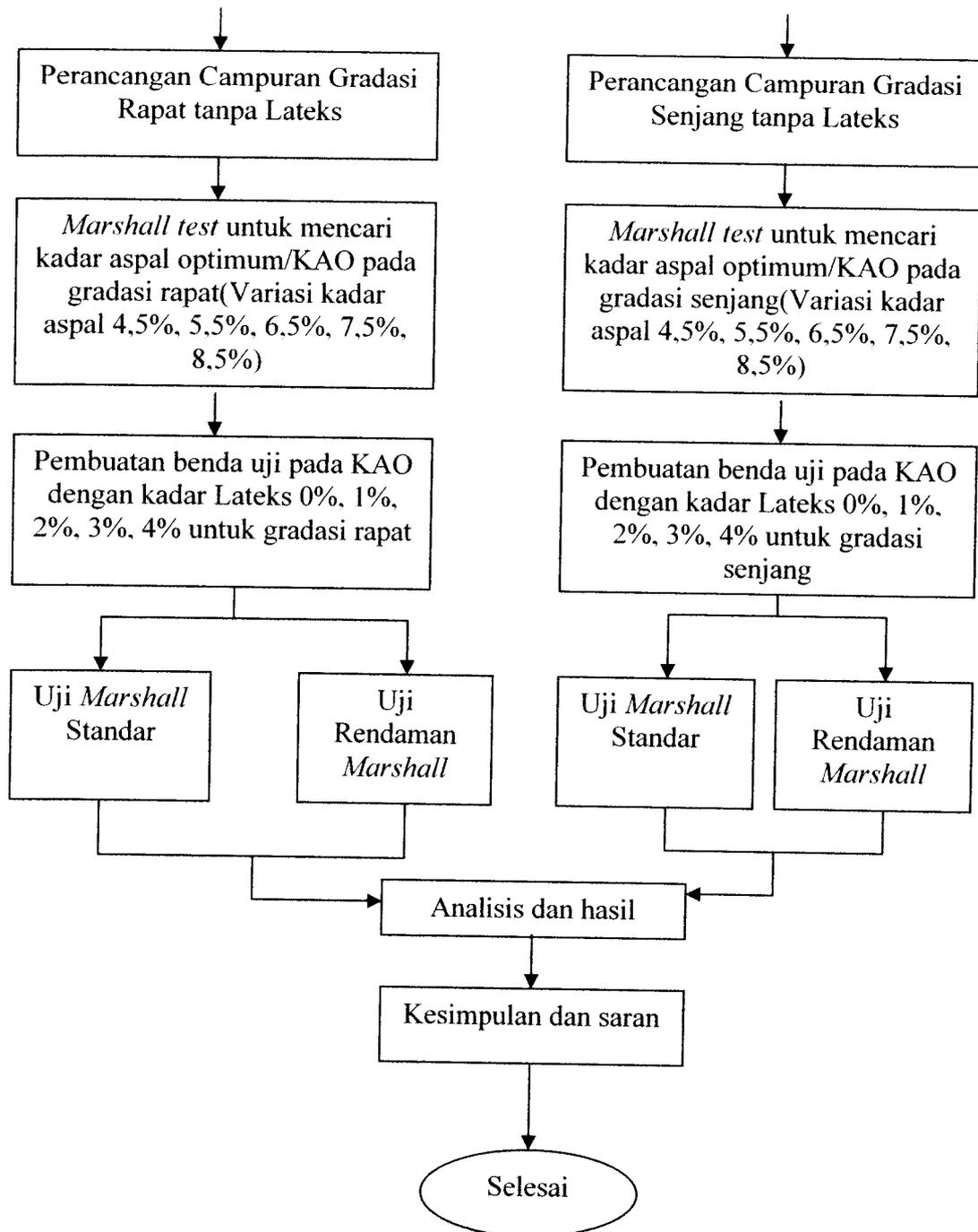
R = nilai *flow* (mm)

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

### 5.5 Bagan Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang pengaruh lateks terhadap campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang dengan pengujian *Marshall* standar dan *Marshall* rendaman. Untuk lebih jelasnya langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini :





Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

##### 6.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Agregat yang digunakan adalah agregat yang dihasilkan dari *stone crusher* PT. Perwita Karya, Yogyakarta. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Pengujian meliputi pengujian agregat kasar dan aregat halus. Adapun data yang diperoleh dalam pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 (halaman 42) berikut :

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat *)	Hasil
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$	27,64 %
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	99%
3	Penyerapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	2,675 %
4	Berat jenis agregat	$\geq 2.5$	2,565

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta, 2004

\*) Bina Marga, 1987

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat *)	Hasil
1	Nilai <i>sand equivalent</i>	$\geq 50\%$	77,5 %
2	Penyerapan agregat	$\leq 3\%$	0,6 %
3	Berat jenis	$\geq 2,5$	2,761

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta, 2004

\*) Bina Marga, 1987

Tabel diatas menunjukkan bahwa agregat kasar dan agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan spesifikasi dari Bina Marga. Hasil diatas merupakan rekapitulasi, sedangkan hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1, 2, 9, 10 dan 11.

### 6.1.2. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras AC 60/70 yang diperoleh dari PT. Pertamina – Cilacap. Pengujian aspal ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Hasil pemeriksaan laboratorium diperoleh data-data yang memenuhi persyaratan dari spesifikasi Bina Marga seperti tercantum pada tabel 6.3. (halaman 43). Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 sampai 8.

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi	66.9	60	79	0.1 mm
2	Titik lembek	54	48	58	<sup>0</sup> C
3	Titik nyala	336	200	-	<sup>0</sup> C
4	Titik bakar	340	200	-	<sup>0</sup> C
5	Daktalitas	165,1	100	-	cm
6	Berat jenis	1,043	1	-	-
7	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub>	99	99	-	%

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta, 2004

\*) Bina Marga, 1987

### 6.1.3. Hasil Pengujian *Marshall (Marshall Test)*

Pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Hasil pemeriksaan terhadap campuran aspal diperoleh nilai-nilai stabilitas, *flow* (kelelehan) dan dengan analisa data yang ada diperoleh nilai-nilai VITM (*Void in The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *density* dan *Marshall Quotient (MQ)*.

#### 6.1.3.1. Pemeriksaan Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang dengan Variasi Kadar Aspal

Pemeriksaan campuran agregat gradasi rapat dan gradasi senjang dapat dilihat pada tabel 6.4 (halaman 44) dan 6.7 (halaman 48) berikut ini. Pengujian dilakukan dengan membuat tiga buah benda uji (*triplo*) untuk tiap variasi kadar

aspal. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5%.

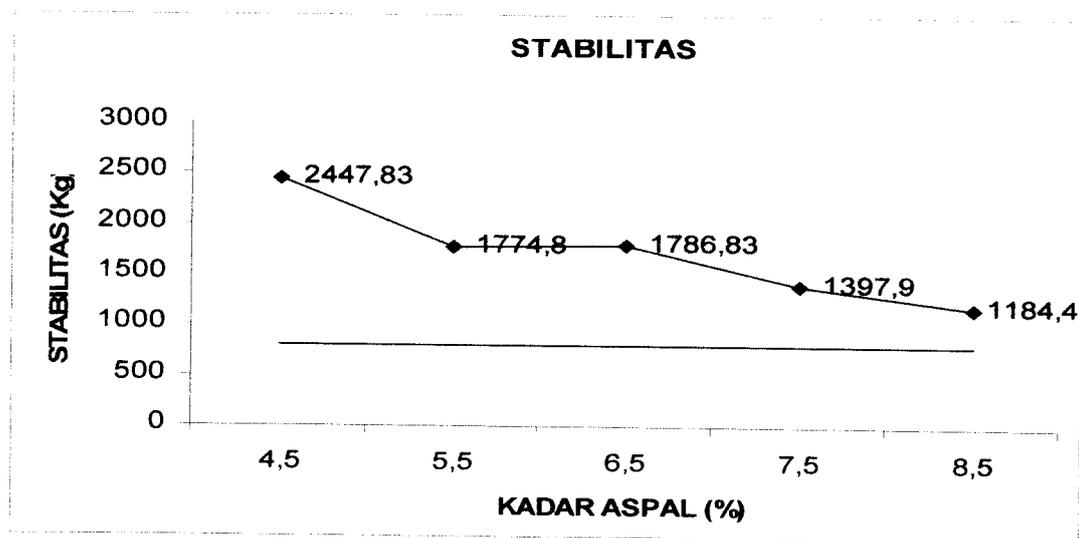
Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 24 sampai 27.

Tabel 6.4 Hasil Uji *Marshall* untuk campuran agregat gradasi rapat dengan variasi kadar aspal

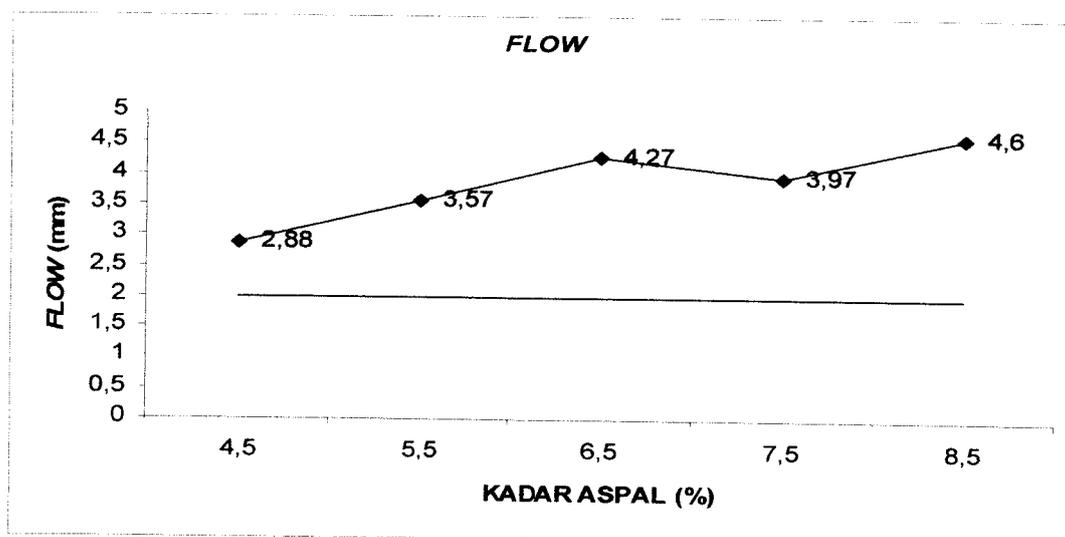
No	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	Density
1	45% (1)	2350,17	2,55	9,67	50,34	921,63	2,27
	4,5% (2)	2254,10	3,50	12,11	44,07	644,03	2,21
	4,5% (3)	2739,24	2,60	8,50	53,88	1053,55	2,30
<b>Rata-rata</b>		<b>2447,83</b>	<b>2,88</b>	<b>10,096</b>	<b>49,430</b>	<b>873,071</b>	<b>2,262</b>
2	5,5% (1)	1800,37	3,70	3,95	76,08	468,59	2,38
	5,5% (2)	1647,40	3,60	4,98	71,40	457,61	2,36
	5,5% (3)	1876,64	3,40	3,63	77,63	551,95	2,39
<b>Rata-rata</b>		<b>1774,80</b>	<b>3,57</b>	<b>4,185</b>	<b>75,039</b>	<b>498,717</b>	<b>2,376</b>
3	6,5% (1)	1776,24	5,10	2,33	86,47	348,28	2,39
	6,5% (2)	1509,86	3,90	1,95	88,47	387,14	2,40
	6,5% (3)	2074,39	3,80	1,43	91,31	545,89	2,41
<b>Rata-rata</b>		<b>1786,83</b>	<b>4,27</b>	<b>1,90</b>	<b>88,75</b>	<b>427,11</b>	<b>2,40</b>
4	7,5% (1)	1724,24	4,00	1,25	93,17	431,06	2,38
	7,5% (2)	1277,59	4,65	1,56	91,60	274,75	2,37
	7,5% (3)	1191,86	3,25	2,30	88,03	366,73	2,35
<b>Rata-rata</b>		<b>1397,90</b>	<b>3,97</b>	<b>1,706</b>	<b>90,935</b>	<b>357,512</b>	<b>2,368</b>
5	8,5% (1)	1080,13	3,90	0,83	95,84	276,96	2,36
	8,5% (2)	1208,38	4,80	0,26	98,69	251,75	2,37
	8,5% (3)	1264,70	5,10	0,37	98,12	247,98	2,37
<b>Rata-rata</b>		<b>1184,40</b>	<b>4,60</b>	<b>0,487</b>	<b>97,547</b>	<b>258,894</b>	<b>2,364</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2004

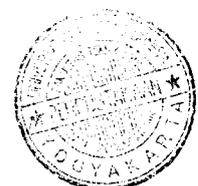
Grafik nilai stabilitas, *flow*, VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *Marshall Quotient* (MQ) dan *density* dari campuran dengan variasi penambahan kadar aspal 4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5% dari berat campuran dapat dilihat pada gambar 6.1 sampai dengan 6.6 berikut ini.

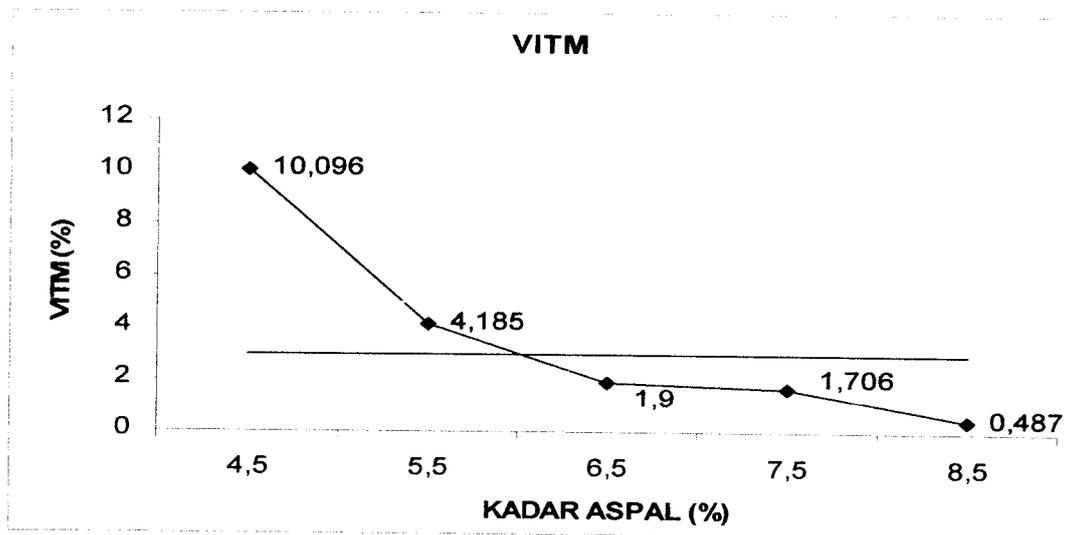


Gambar 6.1. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan kadar aspal

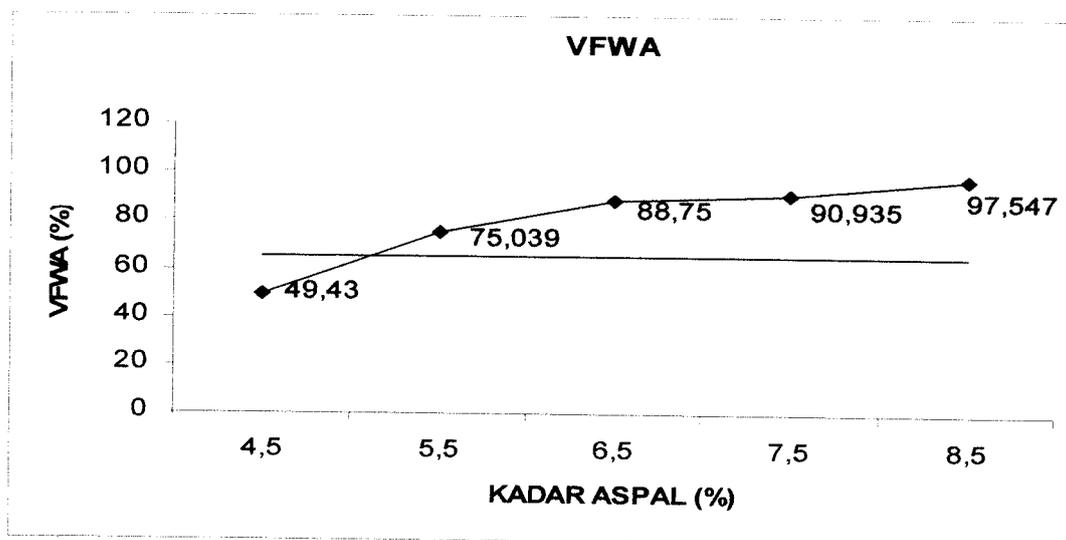


Gambar 6.2. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal

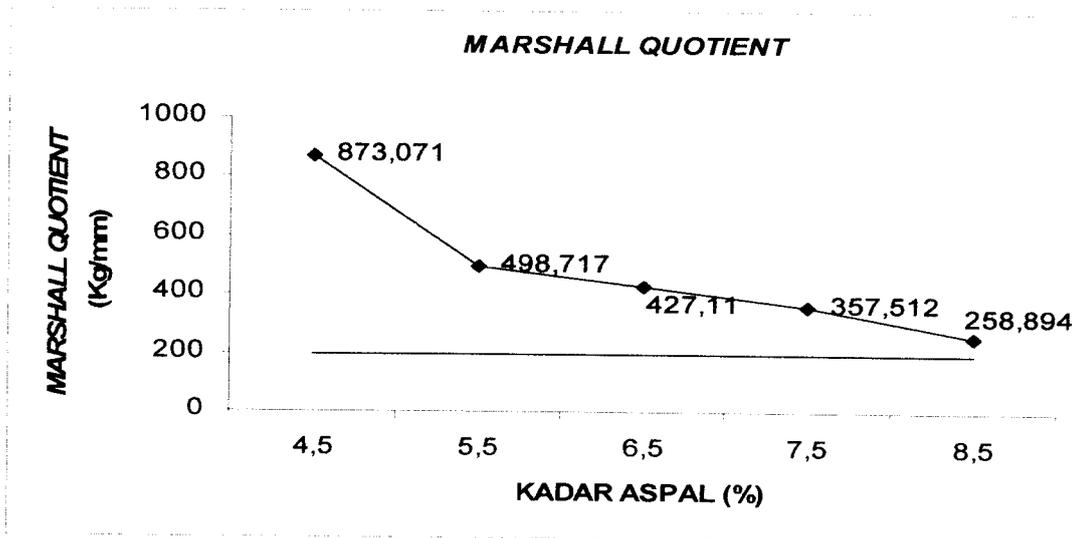




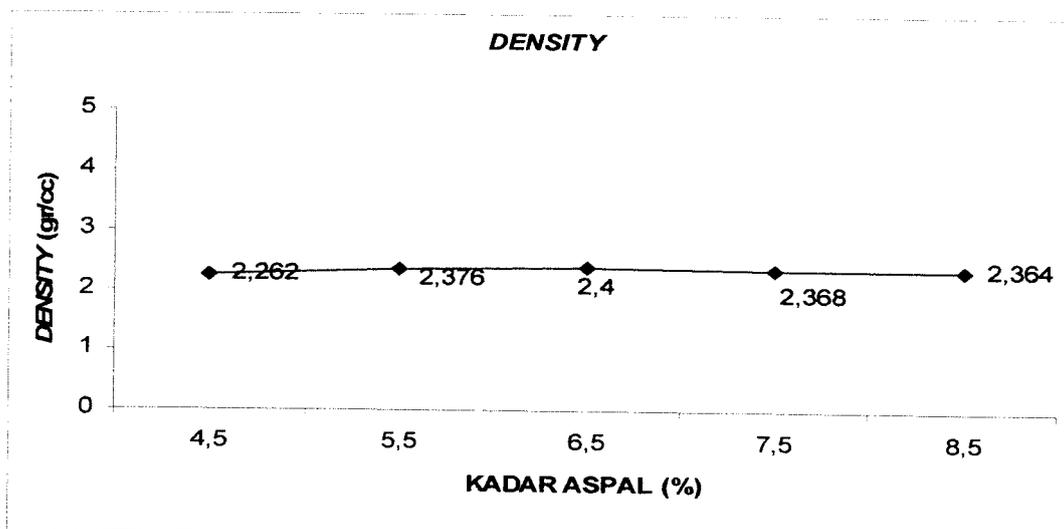
Gambar 6.3. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan kadar aspal



Gambar 6.4. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan kadar aspal



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



Gambar 6.6. Grafik hubungan antara nilai *density* dengan kadar aspal

Tabel 6.5. Spesifikasi campuran AC

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan
1	<i>Density</i> (gr/cc)	-
2	Stabilitas (kg)	$\geq 800$
3	<i>Flow</i> /kelelehan (mm)	$\geq 2$
4	VITM (%)	3 – 5
5	VFWA (%)	$\geq 65$
6	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	200 - 500

Sumber : Bina Marga (IRE,1998)

Kadar aspal optimum didapat dengan menggunakan tabel 6.6 dibawah ini.

Tabel 6.6. Kadar aspal optimum

Karakteristik	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
<i>Density</i> (gr/cc)					
Stabilitas (kg)					
<i>Flow</i> (mm)					
VITM (%)					
VFWA (%)					
MQ (kg/mm)					

5.3

Tabel 6.7 Hasil Uji *Marshall* untuk campuran agregat gradasi senjang dengan variasi kadar aspal

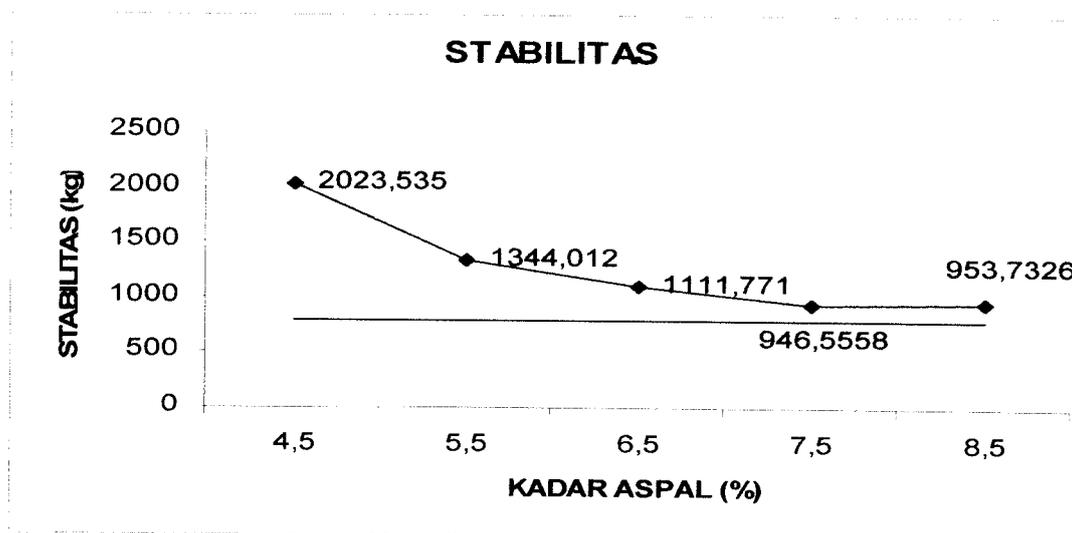
No	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	<i>Flow</i> (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	<i>Density</i>
1	4,5% (1)	2000,244	1,900	11,02	46,70	1052,76	2,239
	4,5% (2)	2032,506	6,300	9,63	50,46	322,62	2,274
	4,5% (3)	2037,855	2,200	10,69	47,58	926,298	2,248
<b>Rata-rata</b>		<b>2023,535</b>	<b>3,467</b>	<b>10,45</b>	<b>4825</b>	<b>767,226</b>	<b>2,254</b>

Lanjutan tabel 6.7

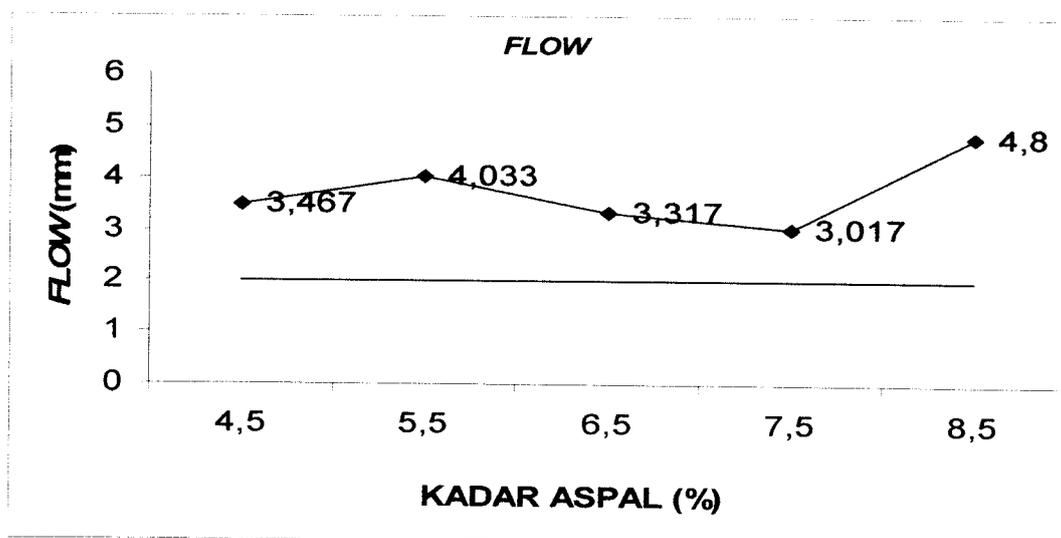
2	5,5% (1)	1457,733	5,000	9,58	55,25	291,547	2,242
	5,5% (2)	1300,804	4,900	9,98	54,12	265,47	2,232
	5,5% (3)	1273,500	2,200	5,59	68,85	578,864	2,341
<b>Rata-rata</b>		<b>1344,012</b>	<b>4,033</b>	<b>8,38</b>	<b>59,41</b>	<b>378,627</b>	<b>2,272</b>
3	6,5% (1)	1169,514	4,300	5,61	71,93	271,98	2,307
	6,5% (2)	1031,875	3,450	5,26	73,28	299,094	2,316
	6,5% (3)	1133,924	2,200	4,75	75,32	515,42	2,328
<b>Rata-rata</b>		<b>1111,771</b>	<b>3,317</b>	<b>5,21</b>	<b>73,51</b>	<b>362,165</b>	<b>2,317</b>
4	7,5% (1)	1027,29	3,700	0,80	95,54	227,646	2,390
	7,5% (2)	862.,123	3,100	3,19	84,01	278,165	2,333
	7,5% (3)	950,065	2,250	1,47	92,09	422,251	2,374
<b>Rata-rata</b>		<b>946,5558</b>	<b>3,017</b>	<b>1,82</b>	<b>90,55</b>	<b>326,021</b>	<b>2,366</b>
5	8,5% (1)	749,1576	6,900	-0,20	101,02	108,574	2,381
	8,5% (2)	911,8939	3,900	0,24	98,77	233,819	2,370
	8,5% (3)	1200,146	3,600	0,64	96,78	333,374	2,361
<b>Rata-rata</b>		<b>953,7326</b>	<b>4,800</b>	<b>0,23</b>	<b>98,86</b>	<b>225,256</b>	<b>2,371</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2005

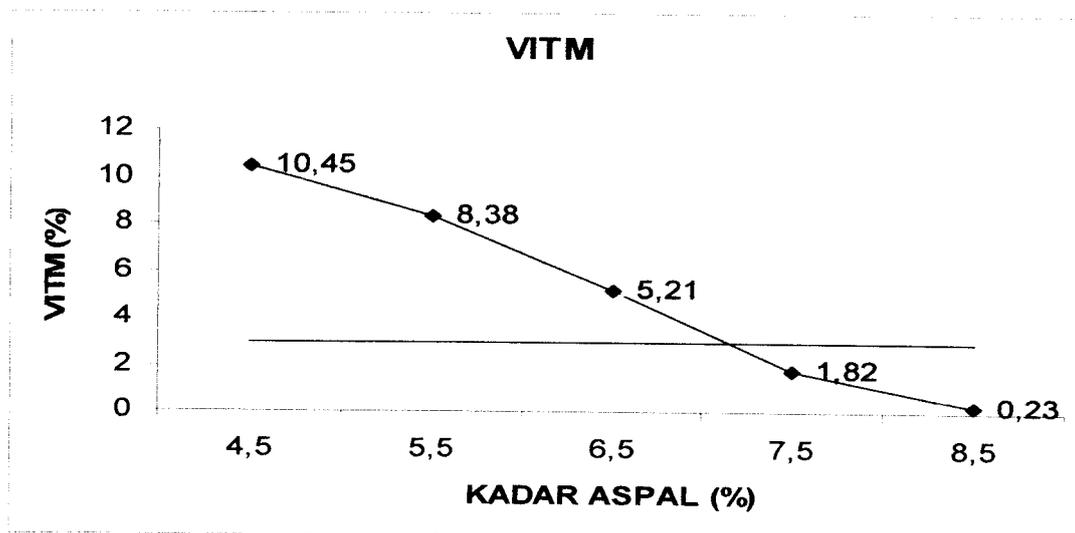
Grafik nilai stabilitas, *flow*, VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *Marshall Quotient* (MQ) dan *density* dari campuran dengan variasi penambahan kadar aspal 4,5%, 5,5%, 6,5%, 7,5%, 8,5% dari berat campuran dapat dilihat pada gambar 6.7 sampai dengan 6.12 berikut ini.



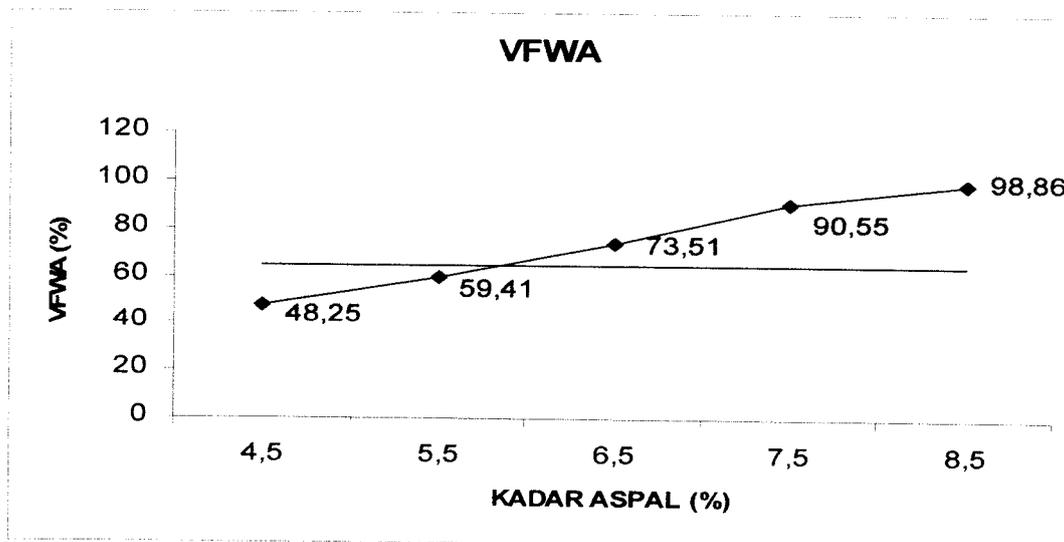
Gambar 6.7. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan kadar aspal



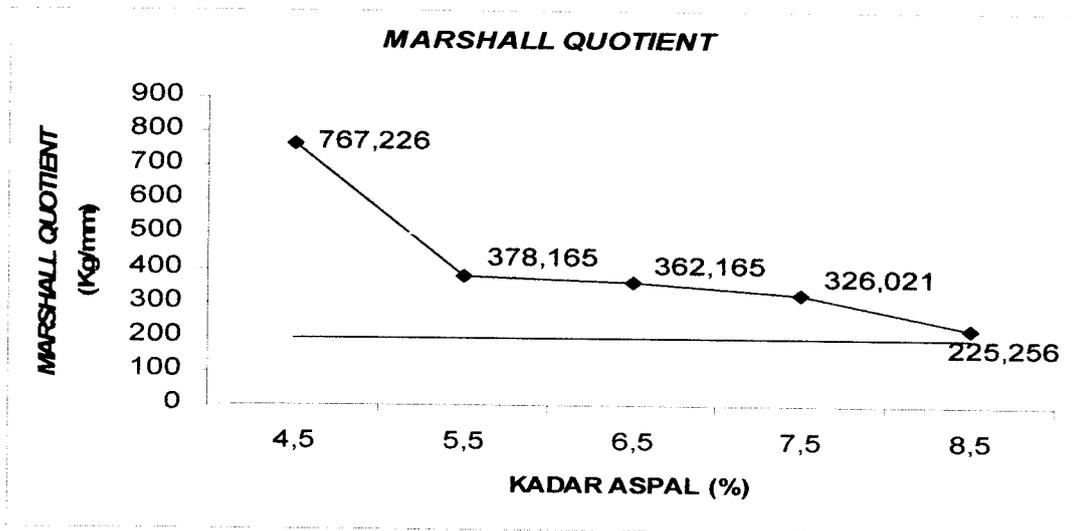
Gambar 6.8. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal



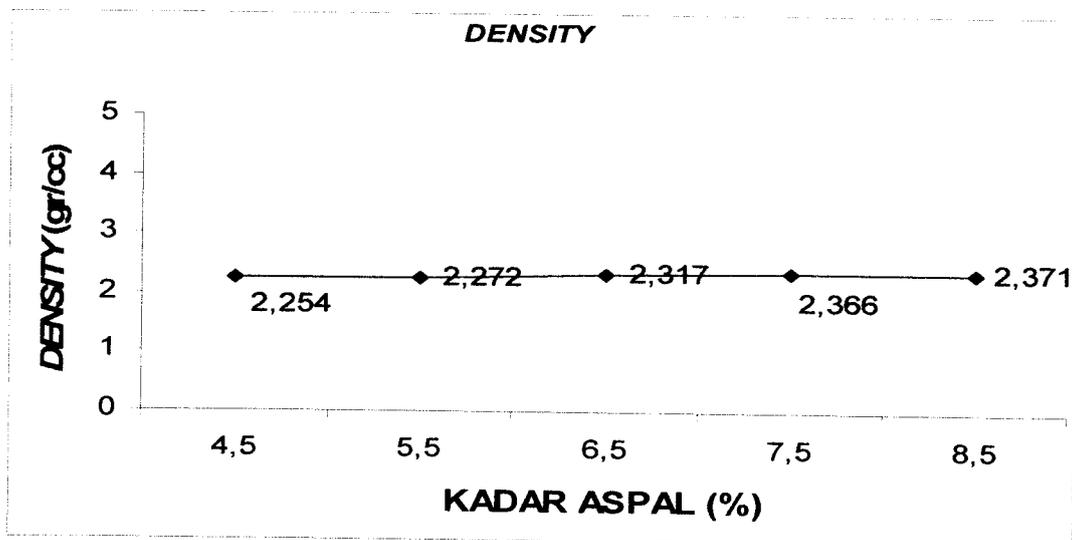
Gambar 6.9. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan kadar aspal



Gambar 6.10. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan kadar aspal



Gambar 6.11. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* dengan kadar aspal



Gambar 6.12. Grafik hubungan antara nilai *density* dengan kadar aspal

Tabel 6.8. Kadar aspal optimum

Karakteristik	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
<i>Density</i> (gr/cc)					
Stabilitas (kg)					
<i>Flow</i> (mm)					
VITM (%)					
VFWA (%)					
MQ (kg/mm)					

6.8

### 6.1.3.2. Pemeriksaan Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Gradasi Senjang pada KAO dengan Variasi Kadar Lateks

Setelah diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,3% untuk agregat gradasi rapat dan 6,8% untuk agregat gradasi senjang maka selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada KAO untuk masing-masing variasi kadar lateks. Tabel 6.9 (halaman 54) menyajikan secara ringkas hasil perhitungan tes *Marshall* pada KAO untuk campuran agregat gradasi rapat dan Tabel 6.10 (halaman 55) menyajikan secara ringkas hasil perhitungan tes *Marshall* pada KAO untuk campuran agregat gradasi senjang. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 25 dan 28.

Tabel 6.9. Hasil Uji *Marshall* untuk campuran agregat gradasi rapat pada KAO dengan variasi kadar lateks

No	Kadar Lateks (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	Density
1	0% (1)	1517,23	2,980	4,72	71,86	509,138	2,370
	0% (2)	1964,52	2,700	5,11	70,12	727,599	2,360
	0% (3)	1598,76	2,500	5,06	70,34	639,505	2,361
<b>Rata-rata</b>		<b>1693,5</b>	<b>2,727</b>	<b>4,96</b>	<b>70,77</b>	<b>625,414</b>	<b>2,364</b>
2	1% (1)	1789,15	3,200	4,36	73,47	559,11	2,379
	1% (2)	2001,19	2800	4,72	71,84	714,712	2,370
	1% (3)	2361,07	2,900	5,11	70,12	814,162	2,360
<b>Rata-rata</b>		<b>2050,47</b>	<b>2,967</b>	<b>4,73</b>	<b>71,81</b>	<b>695,995</b>	<b>2,369</b>
3	2% (1)	2349,32	3,300	4,61	72,34	711,915	2,372
	2% (2)	2530,45	3,500	4,86	71,21	722,987	2,366
	1% (3)	2534,23	3,000	4,47	73,00	844,744	2,376
<b>Rata-rata</b>		<b>2471,33</b>	<b>3,267</b>	<b>4,65</b>	<b>72,18</b>	<b>759,882</b>	<b>2,372</b>
4	3% (1)	2380,64	3,500	4,36	73,47	680,182	2,379
	3% (2)	2395,81	3,200	4,92	70,95	748,692	2,365
	3% (3)	2308,94	3,500	4,91	70,98	659,697	2,365
<b>Rata-rata</b>		<b>2361,8</b>	<b>3,400</b>	<b>4,73</b>	<b>71,80</b>	<b>696,19</b>	<b>2,369</b>
5	4% (1)	2133,71	3,500	4,23	74,09	609,631	2,382
	4% (2)	2126,17	3,400	4,81	71,44	625,343	2,367
	4% (3)	2117,61	2,900	4,60	72,39	730,21	2,373
<b>Rata-rata</b>		<b>2125,83</b>	<b>3,267</b>	<b>4,55</b>	<b>72,64</b>	<b>655,061</b>	<b>2,374</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2004

Tabel 6.10. Hasil Uji *Marshall* untuk campuran agregat gradasi senjang pada KAO dengan variasi kadar lateks

No	Kadar Lateks (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	Density
1	0% (1)	1526,16	4,600	4,71	76,23	331,774	2,319
	0% (2)	1913,05	4,570	5,11	74,66	418,611	2,309
	0% (3)	1661,07	4,100	5,19	74,35	405,139	2,307
<b>Rata-rata</b>		<b>1700,09</b>	<b>4,423</b>	<b>5,01</b>	<b>75,08</b>	<b>385,175</b>	<b>2,312</b>
2	1% (1)	1799,88	4,300	5,65	72,61	418,577	2,296
	1% (2)	2037,70	3,650	4,42	77,41	558,274	2,326
	1% (3)	2067,35	4,850	4,77	75,09	426,258	2,318
<b>Rata-rata</b>		<b>1968,31</b>	<b>4,267</b>	<b>4,95</b>	<b>75,34</b>	<b>467,703</b>	<b>2,313</b>
3	2% (1)	2382,57	4,500	4,58	76,76	529,459	2,322
	2% (2)	2524,59	4,100	4,58	76,76	615,753	2,321
	2% (3)	2568,96	6,000	5,09	74,73	428,159	2,328
<b>Rata-rata</b>		<b>2492,04</b>	<b>4,867</b>	<b>4,75</b>	<b>76,08</b>	<b>524,457</b>	<b>2,318</b>
4	3% (1)	2357,84	4,600	4,58	76,76	512,575	2,322
	3% (2)	2288,63	5,000	4,45	77,30	457,726	2,325
	3% (3)	2350,88	4,900	4,34	77,76	479,772	2,328
<b>Rata-rata</b>		<b>2332,45</b>	<b>4,833</b>	<b>4,46</b>	<b>77,27</b>	<b>483,358</b>	<b>2,325</b>
5	4% (1)	2195,85	5,200	4,07	78,90	422,28	2,335
	4% (2)	2119,10	3,400	4,48	77,20	623,266	2,325
	4% (3)	2206,58	4,600	4,99	75,13	479,692	2,312
<b>Rata-rata</b>		<b>2173,85</b>	<b>4,400</b>	<b>4,51</b>	<b>77,07</b>	<b>508,413</b>	<b>2,324</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2005

### 6.1.3.3. Hasil *Immersion Test* Campuran Agregat Gradasi Rapat dan Agregat Gradasi Senjang pada KAO dengan variasi Kadar Lateks

Dalam penelitian ini, pemeriksaan dengan uji perendaman (*Immersion Test*) dilakukan pada campuran agregat gradasi rapat dan agregat gradasi senjang pada KAO dengan variasi kadar lateks. Pengujian ini sama dengan pengujian *Marshall* biasa, yang membedakan hanya lama waktu perendaman. Jika pada *Marshall* direndam selama 0,5 jam sedangkan dalam pengujian *Immersion* perendaman selama 24 jam. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 6.11 untuk agregat gradasi rapat dan Tabel 6.12 (halaman 57) untuk agregat gradasi senjang. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 26 dan 29.

Tabel 6.11. Hasil *Immersion Test* campuran agregat gradasi rapat pada KAO dengan variasi kadar lateks selama 24 jam

No	Kadar Lateks (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	Density
1	0% (1)	1750,64	2,000	4,98	70,69	875,319	2,363
	0% (2)	1612,25	2,450	4,91	70,98	658,062	2,365
	0% (3)	1426,32	2,700	5,11	70,12	557,85	2,360
<b>Rata-rata</b>		<b>1623,03</b>	<b>2,383</b>	<b>5,00</b>	<b>70,60</b>	<b>697,077</b>	<b>2,363</b>
2	1% (1)	1789,69	2,900	4,54	72,67	617,135	2,374
	1% (2)	1827,22	3,200	5,08	70,25	571,006	2,361
	1% (3)	1813,65	3,000	4,89	71,08	604,55	2,365
<b>Rata-rata</b>		<b>1810,19</b>	<b>3,033</b>	<b>4,84</b>	<b>71,33</b>	<b>597,564</b>	<b>2,367</b>
3	2% (1)	2269,3	3,300	5,00	70,60	687,665	2,363
	2% (2)	1988,7	3,500	4,43	73,18	568,199	2,377
	2% (3)	2027,68	3,450	5,20	69,75	587,734	2,358

Lanjutan tabel 6.11

<b>Rata-rata</b>		<b>2095,23</b>	<b>3,417</b>	<b>4,87</b>	<b>71,18</b>	<b>614,533</b>	<b>2,366</b>
4	3% (1)	1859,59	3,550	4,92	70,95	523,827	2,365
	3% (2)	1764,68	3,300	4,60	72,39	534,752	2,373
	3% (3)	1869,33	4,000	4,85	71,27	467,332	2,367
<b>Rata-rata</b>		<b>1831,2</b>	<b>3,617</b>	<b>4,79</b>	<b>71,54</b>	<b>508,637</b>	<b>2,368</b>
5	4% (1)	1438,21	4,200	4,43	73,18	342,43	2,377
	4% (2)	2156,46	3,800	5,05	70,37	567,489	2,361
	4% (3)	2122,36	4,000	5,00	70,60	530,591	2,363
<b>Rata-rata</b>		<b>1905,68</b>	<b>4,000</b>	<b>4,83</b>	<b>71,38</b>	<b>480,17</b>	<b>2,367</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2004

Tabel 6.12. Hasil *Immersion Test* campuran agregat gradasi senjang pada KAO dengan variasi kadar lateks selama 24 jam

No	Kadar Lateks (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	MQ (kg/mm)	Density
1	0% (1)	1454,85	2,500	4,77	75,99	581,939	2,318
	0% (2)	1470,33	2,800	4,91	75,45	525,119	2,314
	0% (3)	1367,91	3,000	5,12	74,61	455,970	2,309
<b>Rata-rata</b>		<b>1431,03</b>	<b>2,767</b>	<b>4,94</b>	<b>75,35</b>	<b>521,009</b>	<b>2,314</b>
2	1% (1)	1619,89	3,000	4,74	76,11	539,964	2,318
	1% (2)	1813,46	3,500	4,10	78,79	518,133	2,334
	1% (3)	1567,14	3,500	4,37	77,64	447,753	2,327
<b>Rata-rata</b>		<b>1666,14</b>	<b>3,333</b>	<b>4,40</b>	<b>77,51</b>	<b>501,950</b>	<b>2,327</b>
3	2% (1)	2181,35	3,800	4,45	77,31	574,040	2,325
	2% (2)	2135,80	4,000	4,26	78,10	535,949	2,330
	2% (3)	2087,86	4,100	4,37	77,65	509,234	2,327
<b>Rata-rata</b>		<b>2135</b>	<b>3,967</b>	<b>4,36</b>	<b>77,69</b>	<b>539,074</b>	<b>2,328</b>

Lanjutan tabel 6.12

4	3% (1)	1743,91	4,000	4,40	77,53	435,978	2,327
	3% (2)	1703,43	3,900	4,21	78,32	436,778	2,331
	3% (3)	1818,56	4,200	4,39	77,54	432,990	2,327
<b>Rata-rata</b>		<b>1755,30</b>	<b>4,033</b>	<b>4,33</b>	<b>77,80</b>	<b>435,249</b>	<b>2,328</b>
5	4% (1)	1920,42	4,750	4,45	77,31	404,299	2,325
	4% (2)	2097,71	3,800	4,31	77,87	552,029	2,329
	4% (3)	2121,65	4,000	4,26	78,10	530,413	2,330
<b>Rata-rata</b>		<b>2146,59</b>	<b>4,183</b>	<b>4,34</b>	<b>77,76</b>	<b>495,58</b>	<b>2,328</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2005

Tabel 6.13. Nilai Stabilitas pada Perendaman 0,5 jam dan 24 jam dan Nilai IP

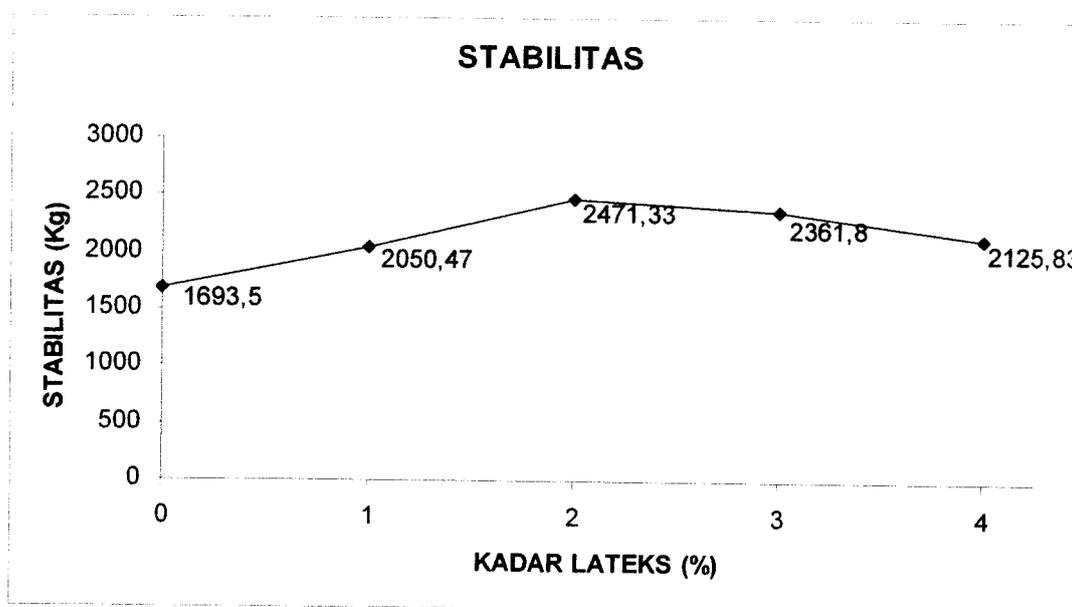
Kadar Lateks	Campuran	Stabilitas pada berbagai waktu perendaman		<i>Index of Retained Strenght</i>
		0,5 jam	24 jam	
0 %	Gradasi Rapat	1693,5 kg	1623,03 kg	95,84 %
	Gradasi Senjang	1700,09 kg	1431,03 kg	84,50 %
1 %	Gradasi Rapat	2050,47 kg	1810,19 kg	88,28 %
	Gradasi Senjang	1968,31 kg	1666,14 kg	84,65 %
2 %	Gradasi Rapat	2471,33 kg	2095,23 kg	84,78 %
	Gradasi Senjang	2492,04 kg	2135 kg	85,67 %
3 %	Gradasi Rapat	2361,8 kg	1831,2 kg	77,53 %
	Gradasi Senjang	2332,45 kg	1755,30 kg	75,26 %
4 %	Gradasi Rapat	2125,83 kg	1905,68 kg	89,64 %
	Gradasi Senjang	2173,83 kg	2146,59 kg	98,75 %
<b>Syarat <i>Index of Retained Strenght</i></b>				<b>≥ 75 %</b>

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium jalan Raya UII, Yogyakarta, 2005

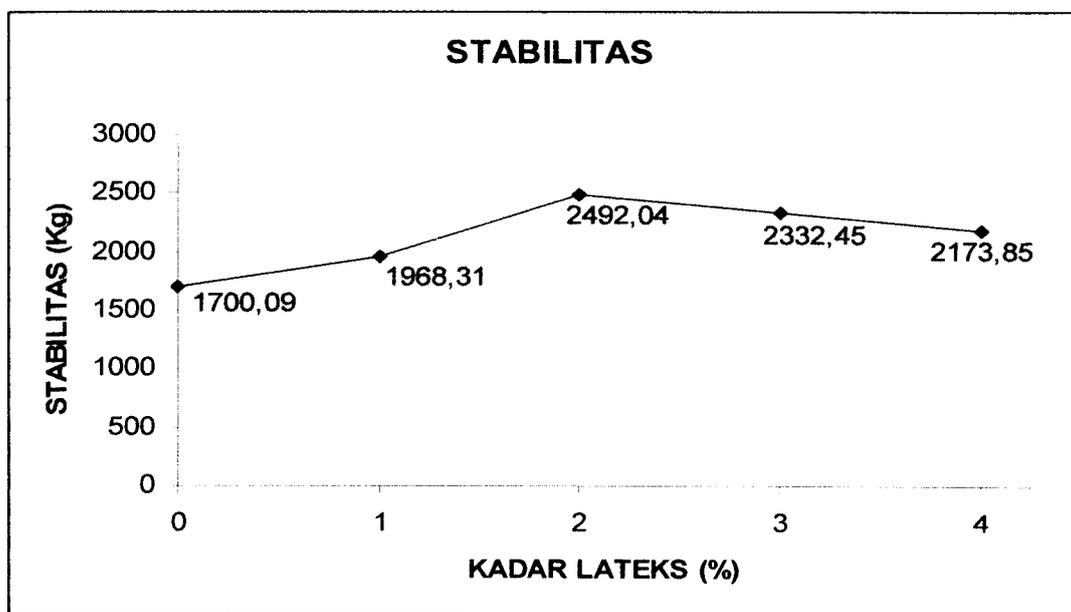
## 6.2. Pembahasan

### 6.2.1. Pengaruh kadar lateks terhadap stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Perkerasan yang mempunyai stabilitas tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai stabilitas adalah ketahanan terhadap gesekan antar agregat, bentuk permukaan agregat, kepadatan (*density*) campuran dan kemampuan saling mengunci (*interlocking*) antar agregat.



Gambar 6.13. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat



Gambar 6.14. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

Dari hasil penelitian pada gambar 6.13. dan 6.14. tampak bahwa penambahan lateks dapat meningkatkan nilai stabilitas, baik pada gradasi rapat maupun gradasi senjang. Peningkatan nilai stabilitas tertinggi dicapai pada penambahan lateks sebesar 2%. Pada gradasi rapat penambahan lateks sebesar 2% menghasilkan nilai stabilitas sebesar 2471,33 kg, sedangkan pada gradasi senjang penambahan lateks sebesar 2% menghasilkan nilai stabilitas sebesar 2492,04 kg. Naiknya nilai stabilitas ini disebabkan aspal yang diberi bahan tambah lateks menjadi keras dari aspal biasa. Selain itu dengan penambahan lateks pada campuran aspal menyebabkan rongga-rongga yang ada pada campuran menjadi lebih kecil karena lateks mengisi rongga-rongga yang kosong, sehingga kepadatannya meningkat, hal ini menjadikan nilai stabilitas lebih besar.

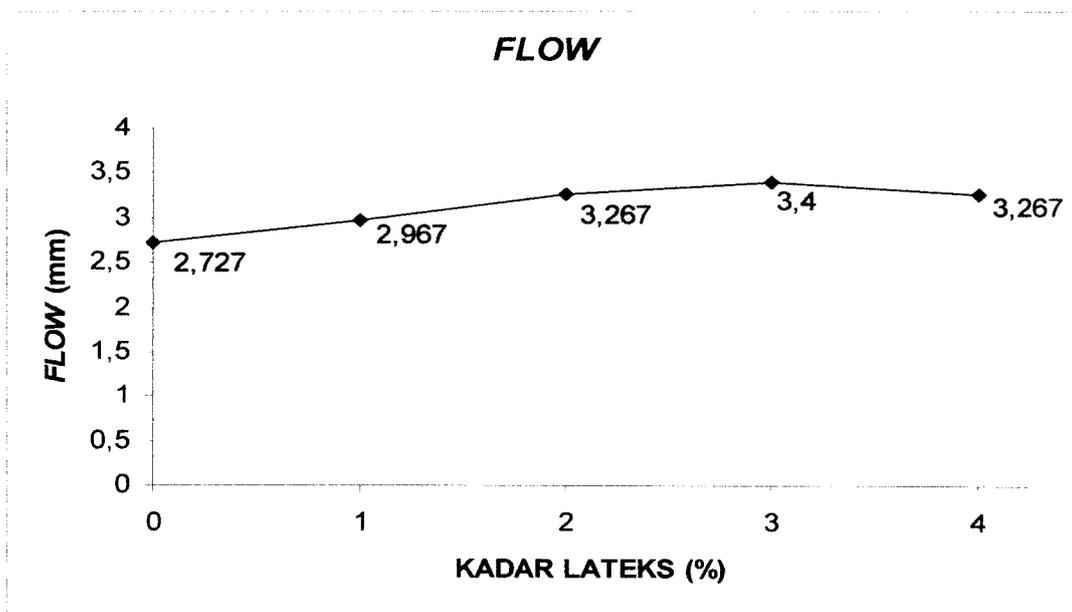
Dari gambar 6.13. dan 6.14. juga terlihat bahwa pada penambahan lateks lebih besar dari 2% mengakibatkan nilai stabilitas menurun. Hal ini disebabkan

oleh jumlah aspal yang ditambah lateks yang menyelimuti agregat menjadi berlebihan sehingga ikatan antar agregat menjadi licin dan gesekan antar agregat menjadi kecil.

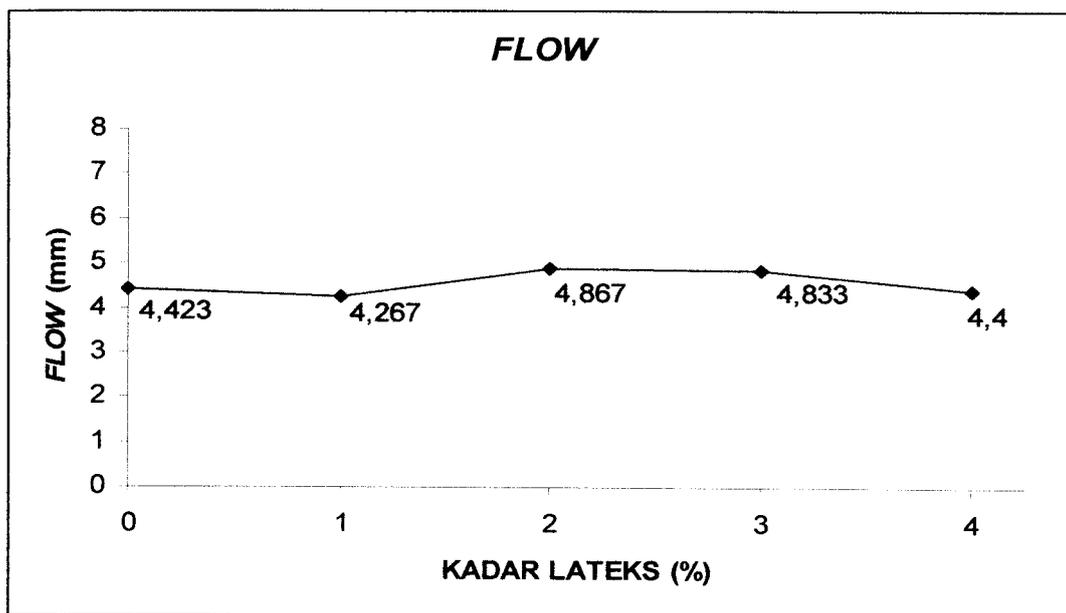
Dari hasil penggunaan lateks pada gradasi senjang mempunyai nilai stabilitas lebih besar daripada gradasi rapat. Hal ini disebabkan campuran pada gradasi senjang mempunyai persentase agregat halus lebih besar daripada agregat kasar, sehingga agregat halus tersebut mampu mengisi rongga-rongga yang disebabkan adanya ukuran agregat yang dihilangkan, hal ini menyebabkan permukaan campuran rata dan kepadatan juga tinggi serta memiliki kemampuan saling mengunci antar agregat sehingga nilai stabilitasnya lebih tinggi. Sesuai persyaratan Bina Marga, IRE 1998, nilai stabilitas adalah  $\geq 800$  kg. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa penambahan lateks 1% - 4% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

#### **6.2.2. Pengaruh kadar lateks terhadap *flow***

Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis keras akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* tinggi (melampaui batas maksimumnya), akan cenderung lembek, sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya jika *flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak (*cracking*) jika menerima beban yang melampaui daya dukungnya. Nilai *flow* ditentukan oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, viskositas aspal, bentuk dan permukaan batuan. Adapun nilai *flow*/kelelehan yang disyaratkan adalah  $\geq 2$  mm.



Gambar 6.15. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat



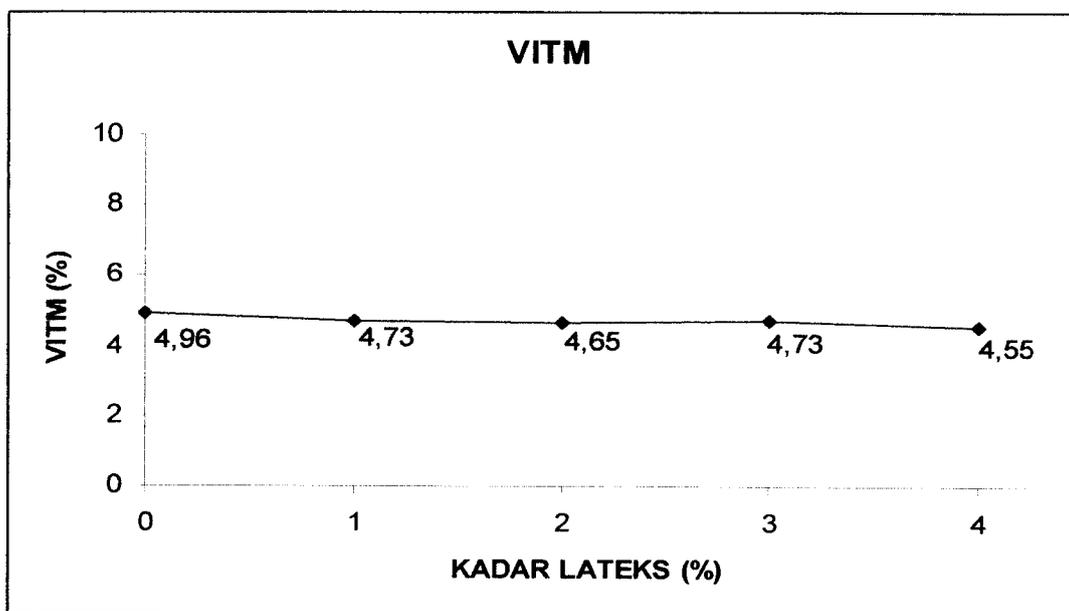
Gambar 6.16. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

Dari gambar 6.15. terlihat bahwa penggunaan gradasi rapat dengan penambahan lateks mengakibatkan nilai *flow* terus meningkat. Nilai *flow* tertinggi pada penambahan lateks sebesar 3%, yaitu sebesar 3.4 mm. Dari gambar 6.16. terlihat bahwa penggunaan gradasi senjang dengan penambahan lateks 1% nilai *flow* mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh campuran yang semakin kaku. Pada penambahan lateks 2% nilai *flow* mulai mengalami peningkatan, hal ini disebabkan oleh jumlah lateks yang ditambahkan berlebihan sehingga membuat gerakan diantara agregat menjadi lebih mudah yang kemudian akan menimbulkan deformasi yang lebih besar apabila terjadi pembebanan.

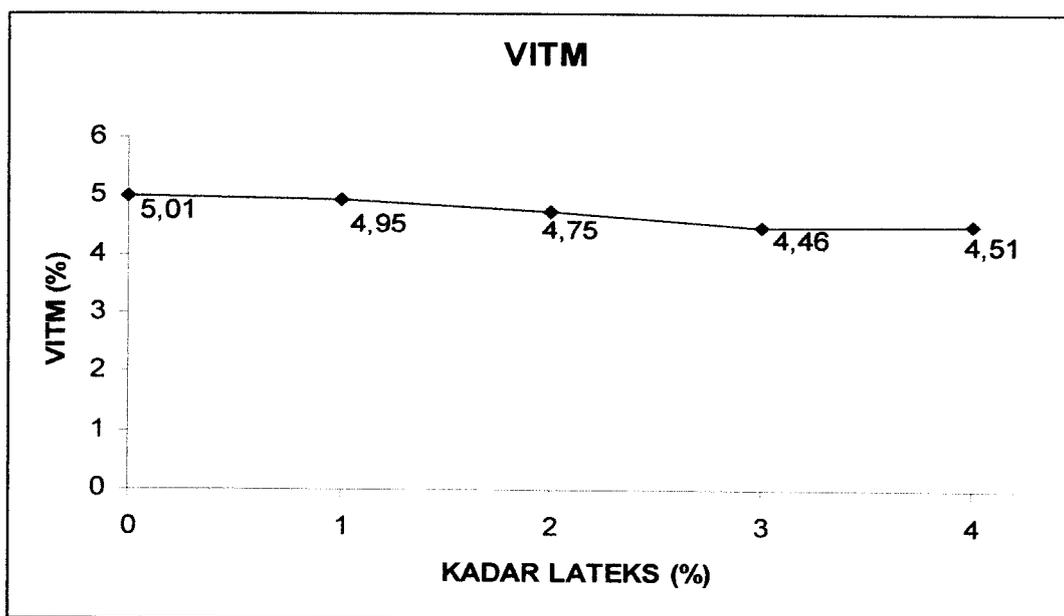
Dari hasil penelitian penggunaan lateks pada gradasi senjang cenderung lebih besar nilai *flow*nya daripada gradasi rapat. Hal ini disebabkan pada gradasi senjang ada sebagian ukuran agregat yang dihilangkan sehingga agregat tidak terdistribusi dengan baik, hal ini mengakibatkan ikatan tidak terkunci sempurna.

### **6.2.3. Pengaruh lateks terhadap VITM (*Void In The Mix*)**

Volume rongga dalam campuran (VITM), biasanya dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Apabila nilai VITM besar berarti rongga yang ada dalam campuran tersebut besar sehingga akan menimbulkan kerusakan. Selain itu nilai VITM juga menunjukkan nilai kekakuan campuran. Campuran yang memiliki nilai VITM kecil, mempunyai kekakuan tinggi dan sebaliknya apabila campuran aspal memiliki VITM besar, kekakuannya menjadi rendah.



Gambar 6.17. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat



Gambar 6.18. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

Dari gambar 6.17. dan 6.18. terlihat bahwa nilai VITM dari kedua campuran semakin rendah mengikuti penambahan kadar lateks. Pada gradasi rapat, nilai maksimum VITM adalah 4,96% dengan kadar lateks 0% dengan kadar aspal optimum 5,3% dari berat campuran. Sedangkan pada gradasi senjang, nilai maksimum VITM adalah 5,01 dengan kadar lateks 0% dengan kadar aspal optimum 6,8% dari berat campuran.

Dari kedua campuran tersebut nilai VITM pada gradasi senjang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan gradasi rapat. Hal ini disebabkan oleh pendistribusian ukuran butiran agregat pada gradasi senjang tidak menerus sehingga campuran perkerasan kurang rapat dan berongga. Sedang pada gradasi rapat pendistribusian ukuran butiran agregat merata dari yang kasar sampai halus sehingga campuran lebih rapat karena rongga-rongga terisi oleh agregat halus.

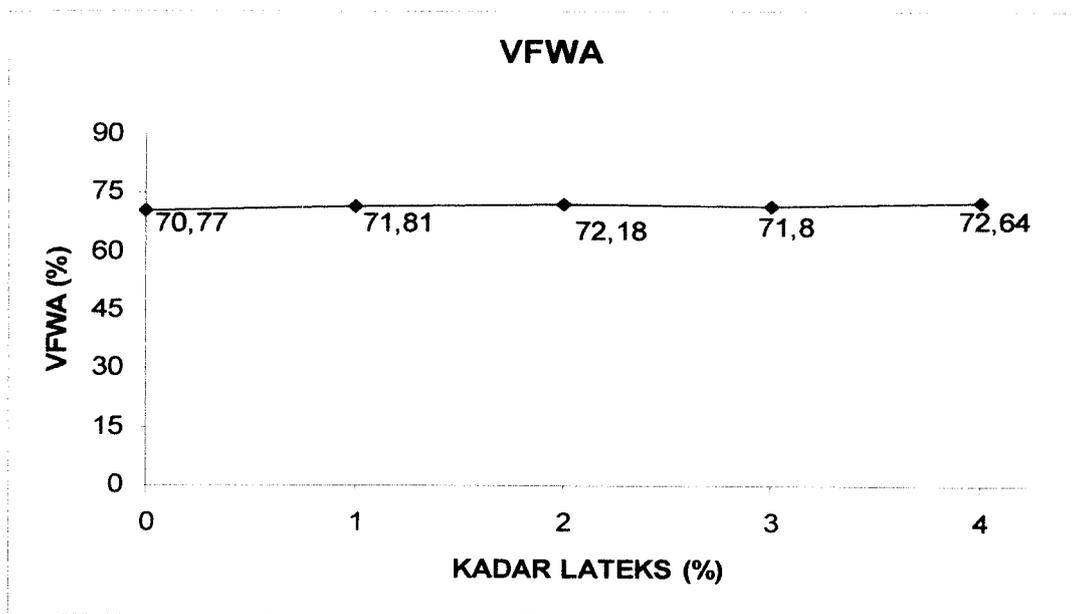
Dengan penambahan lateks 0% - 4% dapat menurunkan nilai VITM sehingga campuran perkerasan semakin rapat, jika penambahan lateks melebihi 4% akan menyebabkan kekakuan yang cukup besar dapat menyebabkan keretakan. Nilai VITM dipengaruhi oleh faktor-faktor bentuk batuan, tekstur permukaan, gradasi, jumlah dan jenis aspal serta faktor pemadatan.

Bina Marga memberi batasan untuk nilai VITM adalah 3% – 5%, lapis keras dengan VITM <3% (terlalu rapat), mempunyai nilai kekakuan lebih tinggi. Lapis keras yang demikian jika mendapat beban lalu lintas akan mudah mengalami retak-retak (*cracking*), karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi. Apabila nilai VITM >5% maka lapisan bersifat *porous* sehingga mudah teroksidasi oleh air dan udara. Proses oksidasi ini memberikan suatu lapis

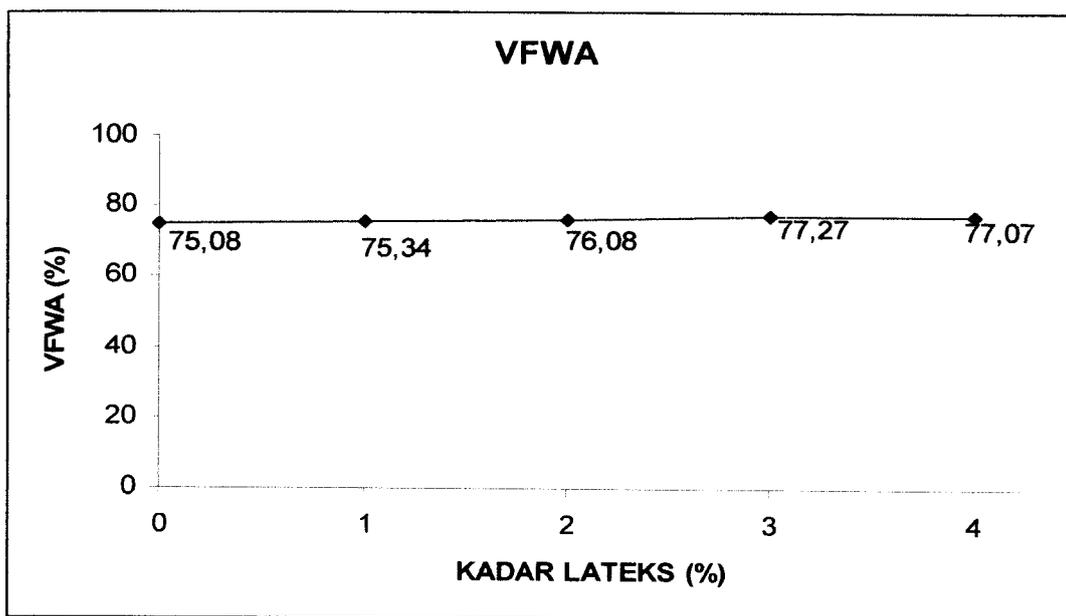
film aspal yang keras sehingga menyebabkan aspal menjadi rapuh dan daya ikat berkurang. Dalam aspal yang teroksidasi akan ada komponen yang larut dalam air dan apabila terjadi terus menerus maka kadar aspal akan berkurang sehingga durabilitas menurun. Dari gambar 6.17. dan 6.18. terlihat jelas bahwa penambahan lateks mempunyai pengaruh yang cukup baik terhadap nilai VITM dimana spesifikasi Bina Marga memenuhi persyaratan dalam kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas (kelenturan), serta tahan terhadap oksidasi sehingga aspal tidak mudah rapuh dan mempunyai daya ikat yang sangat kuat.

#### **6.2.4. Pengaruh lateks terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)**

Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang terisi aspal. Apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal juga semakin besar sehingga kekedapan campuran terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan *bleeding*. Hal ini disebabkan aspal berjumlah besar apabila menerima beban dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia sedikit dan semua telah terisi maka aspal akan naik ke permukaan yang kemudian terjadi *bleeding*. Sebaliknya apabila nilai VFWA terlalu kecil berarti rongga yang ada cukup besar. Kedapan perkerasan akan semakin kecil karena udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetan berkurang.



Gambar 6.19. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat



Gambar 6.20. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

Dari hasil penelitian pada gambar 6.19. memperlihatkan bahwa penggunaan gradasi rapat dengan variasi lateks pada kadar aspal optimum 5,3% nilai VFWA tertinggi dicapai pada penambahan lateks 4% yaitu sebesar 72,64% dan nilai terendah pada kadar lateks 0% yaitu sebesar 70,77%. Dari gambar 6.20. terlihat bahwa penggunaan gradasi senjang dengan variasi lateks pada kadar aspal optimum 6,8% nilai VFWA tertinggi dicapai pada penambahan lateks 3% yaitu sebesar 77,27% dan nilai terendah pada kadar lateks 0% yaitu sebesar 75,08%.

Dari kedua campuran tersebut ternyata bahwa campuran yang menggunakan gradasi senjang lebih besar nilai VFWA daripada campuran pada gradasi rapat. Hal ini disebabkan gradasi senjang mempunyai pendistribusian butiran agregat tidak merata sehingga mempunyai rongga yang lebih besar daripada gradasi rapat yang mengakibatkan penyerapan terhadap bahan ikat aspal juga lebih besar. Sedangkan fungsi lateks dalam campuran gradasi rapat dan gradasi senjang mendesak film aspal di dalam rongga yang menyebabkan prosen aspal dalam campuran semakin bertambah seiring bertambahnya kadar lateks. Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang terdapat dalam campuran agregat yang terisi aspal. Apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap uadara dan air menjadi lebih tinggi, akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar menyebabkan *bleeding*, yang disebabkan karena rongga terlalu kecil (kekurangan rongga) dan bila perkerasan menerima beban dan panas maka sebagian aspal akan mencari tempat kosong (rongga). Jika rongga telah terisi aspal maka aspal akan naik ke permukaan (*bleeding*). Sebaliknya bila nilai VFWA terlalu kecil berarti rongga yang ada

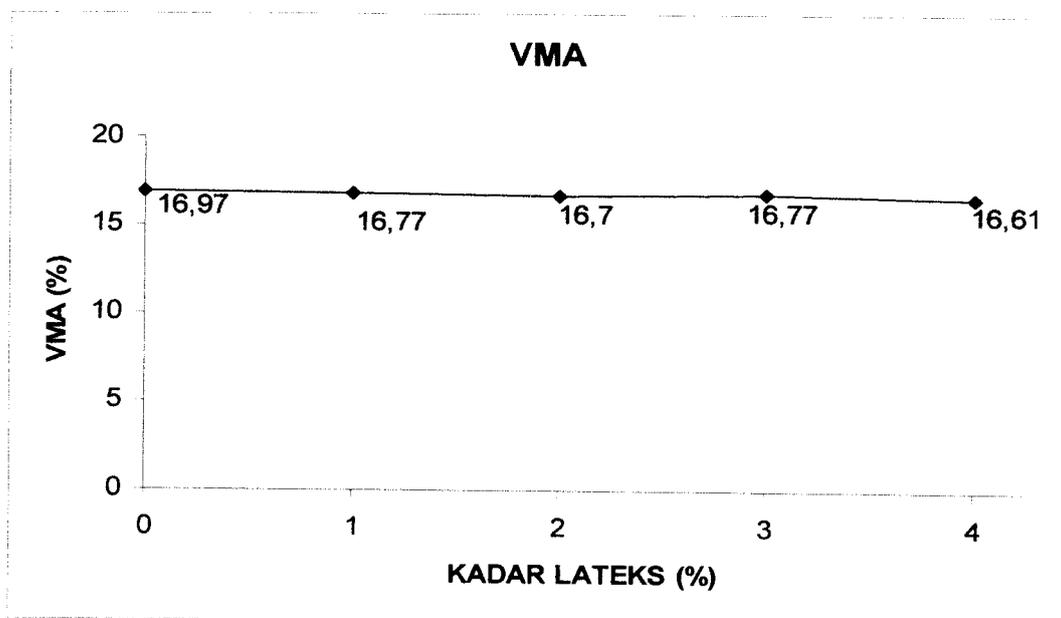
cukup besar. Kedekatan perkerasan akan semakin kecil, karena udara dan air akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetannya berkurang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi VFWA antara lain gradasi, jenis aspal, pemadatan dan daya serap batuan. Nilai VFWA tinggi apabila jumlah aspal banyak, gradasi rapat dan pemadatan sempurna.

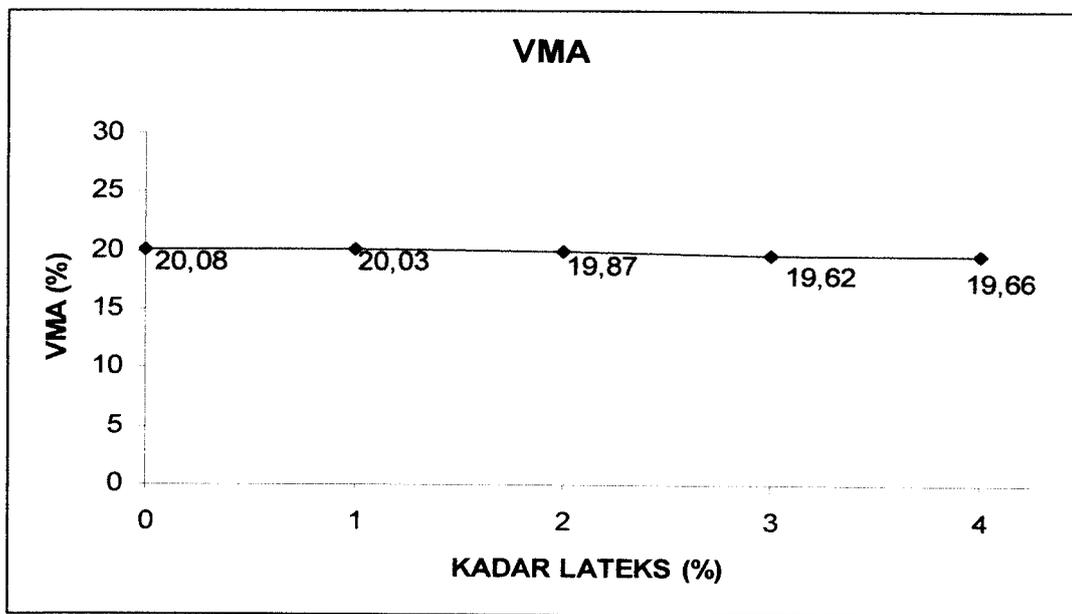
Nilai VFWA yang disyaratkan Bina Marga, IRE 1998 adalah  $\geq 65\%$  dan pada gradasi rapat dan gradasi senjang ini semua memenuhi persyaratan.

#### 6.2.5. Pengaruh lateks terhadap VMA (*Void in Mineral Aggregates*)

Nilai VMA (*Void in Mineral Aggregates*) menunjukkan persentase rongga antar butir agregat, termasuk didalamnya adalah rongga yang terisi udara dan rongga yang terisi aspal efektif. Nilai VMA berpengaruh pada sifat kedekatan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta kekakuan campuran.



Gambar 6.21. Grafik hubungan antara nilai VMA dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat

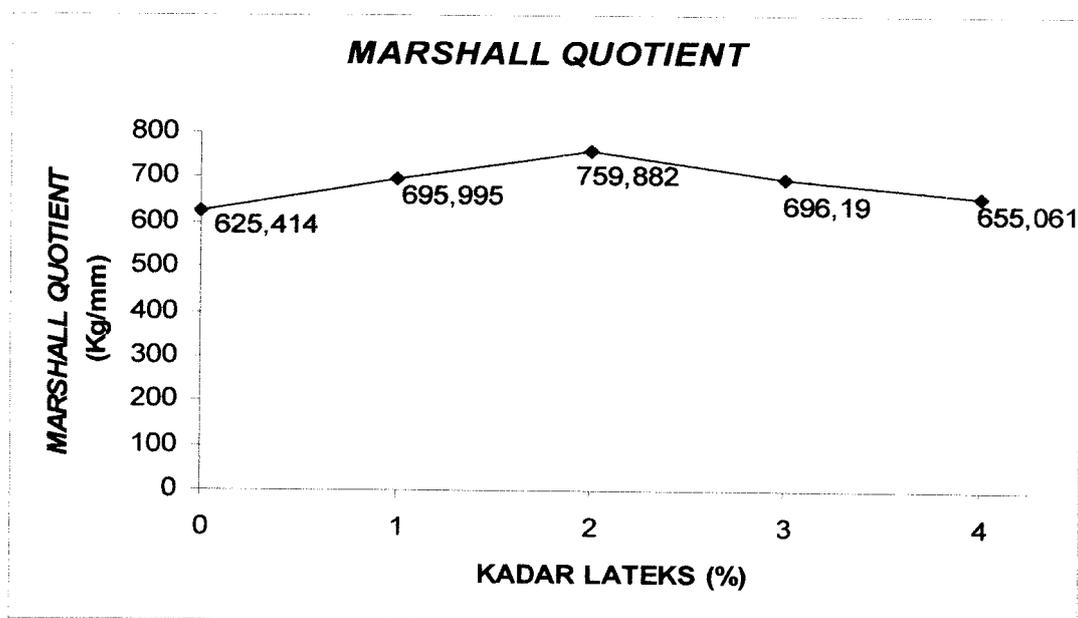


Gambar 6.22. Grafik hubungan antara nilai VMA dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

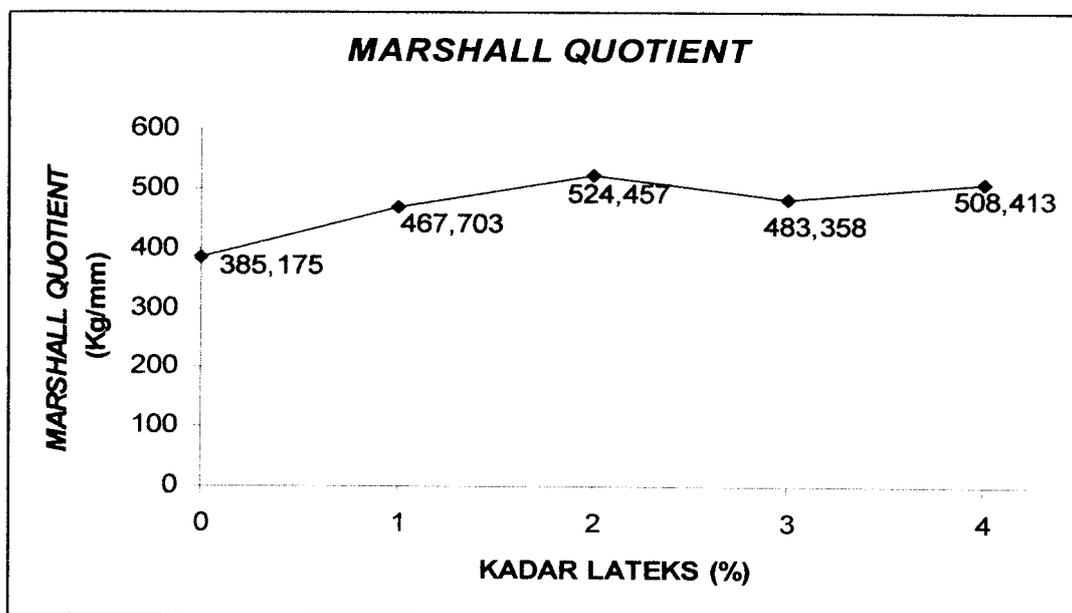
Dari hasil penelitian pada gambar 6.21. dan 6.22. menunjukkan bahwa penambahan lateks cenderung menurunkan nilai VMA. Pada gradasi rapat nilai VMA tertinggi pada kadar lateks 0% sebesar 16,97%, pada penambahan kadar lateks 1% nilai VMA mulai mengalami penurunan. Nilai VMA terendah dicapai pada kadar lateks 4% sebesar 16,61%. Sedangkan pada gradasi senjang penambahan lateks juga mengakibatkan nilai VMA menurun. Nilai VMA terbesar pada kadar lateks 0% sebesar 20,08%, pada penambahan kadar lateks 1% nilai VMA juga cenderung menurun. Nilai VMA terendah dicapai pada kadar lateks 3% sebesar 19,62%.

### 6.2.6. Pengaruh lateks terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Nilai itu merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai *flow* (kelelahan). Apabila campuran mempunyai nilai *Marshall Quotient* yang tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitas rendah. Sebaliknya bila nilai *Marshall Quotient* kecil campuran akan fleksibel dan campuran menjadi plastis sehingga akan mengalami deformasi yang cukup besar pada waktu menerima beban.



Gambar 6.23. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* (MQ) dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat

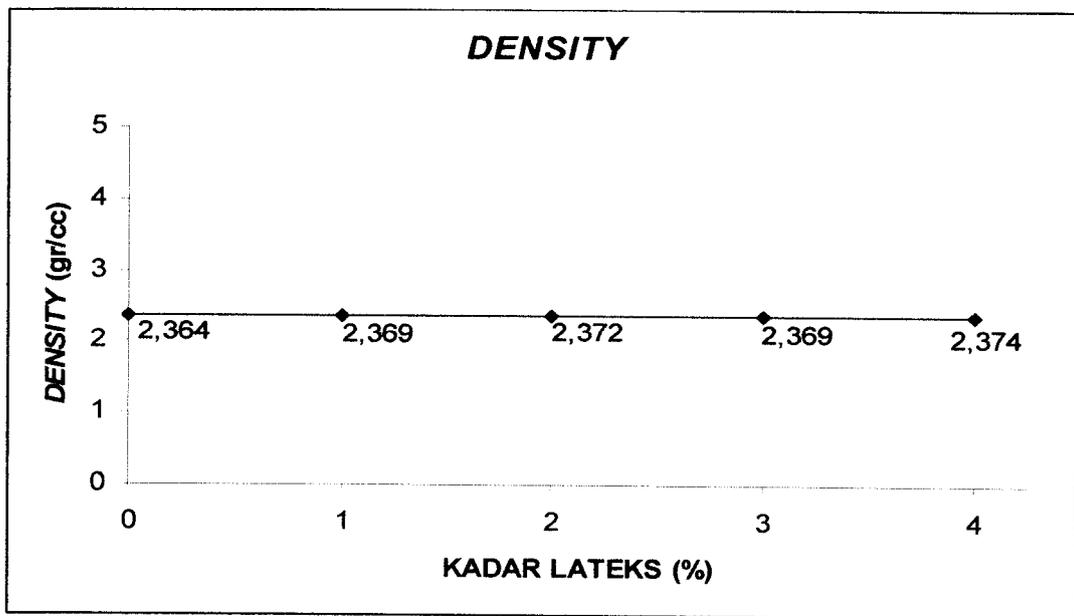


Gambar 6.24. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* (MQ) dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

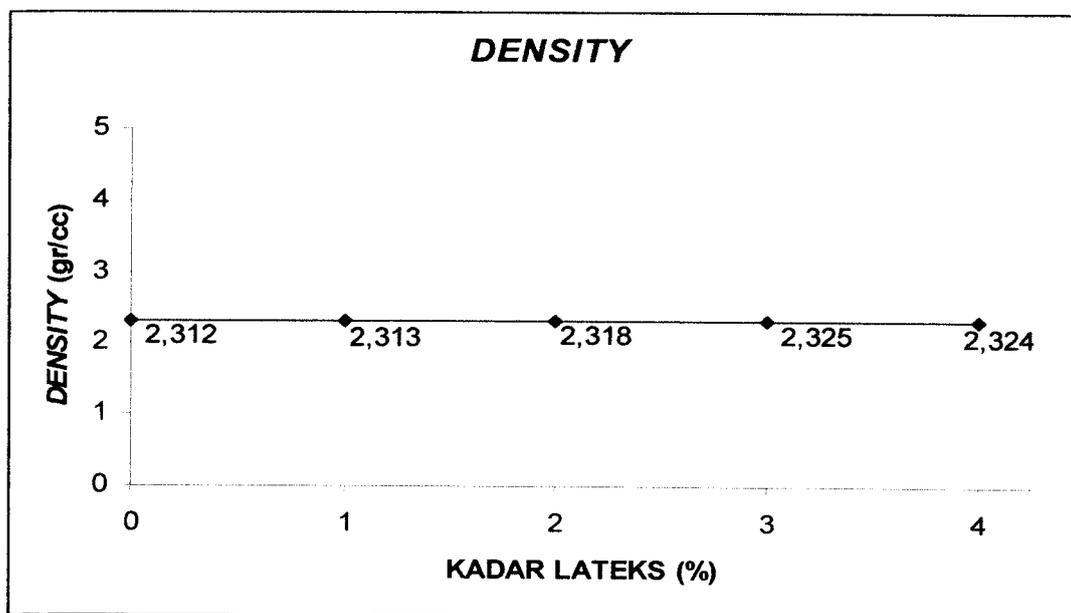
Dari hasil penelitian pada gambar 6.23. memperlihatkan bahwa pada penggunaan gradasi rapat *Marshall Quotient* mengalami kenaikan pada penambahan variasi lateks pada kadar aspal optimum 5,3%. Nilai *Marshall Quotient* tertinggi dicapai pada penambahan lateks 2% yaitu sebesar 759,882 kg/mm, pada penambahan lateks lebih dari 2% nilai *Marshall Quotient* menurun. Dari gambar 6.24. memperlihatkan bahwa penggunaan gradasi senjang *Marshall Quotient* juga mengalami kenaikan, nilai tertinggi dicapai pada penambahan kadar lateks 2% yaitu sebesar 524,457 kg/mm pada kadar aspal optimum 6,8%. Pada penambahan lebih dari 2% nilai *Marshall Quotient* juga mengalami penurunan.

### 6.2.7. Pengaruh lateks terhadap *Density* (kepadatan)

Nilai *density* merupakan pendekatan terhadap tingkat kepadatan dari suatu campuran. Besarnya nilai *density* juga menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja.



Gambar 6.25. Grafik hubungan antara nilai *density* dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi rapat



Gambar 6.26. Grafik hubungan antara nilai *density* dengan persen penambahan kadar lateks pada KAO gradasi senjang

Dari hasil penelitian pada gambar 6.25. memperlihatkan bahwa pada penggunaan gradasi rapat nilai maksimum *density* dicapai pada penambahan kadar lateks 4% pada kadar aspal optimum 5,3% yaitu sebesar 2,374 gr/cc. Dari gambar 6.26. memperlihatkan bahwa penggunaan gradasi senjang nilai maksimum *density* dicapai pada penambahan kadar lateks 4% pada kadar aspal optimum 6,8% yaitu sebesar 2,324 gr/cc.

Dari hasil kedua campuran terlihat bahwa campuran dengan gradasi rapat memiliki nilai *density* yang lebih tinggi dibanding dengan campuran dengan gradasi senjang. Hal ini disebabkan fraksi agregat halus pada gradasi rapat lebih banyak daripada gradasi senjang, karena fraksi agregat halus akan mengisi rongga sehingga menyebabkan kepadatan semakin besar.

### 6.2.8. Pengaruh lateks terhadap *Index of Retained Strength*

*Index of retained strength* atau *index* tahanan kekuatan dapat diketahui dengan uji perendaman *Marshall* (*immersion test*). Uji ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh suhu dan air. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji *Marshall*, hanya saja waktu perendaman dalam suhu konstan 60<sup>0</sup>C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan.

Apabila *index* tahanan kekuatan lebih dari atau sama dengan 75% campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh suhu dan air.

Hubungan antara kadar lateks dengan nilai stabilitas pada perendaman 0,5 jam dan 24 jam pada campuran gradasi rapat dan senjang dapat dilihat pada tabel 6.14 dan pada gambar 6.27. dan 6.28. berikut ini.

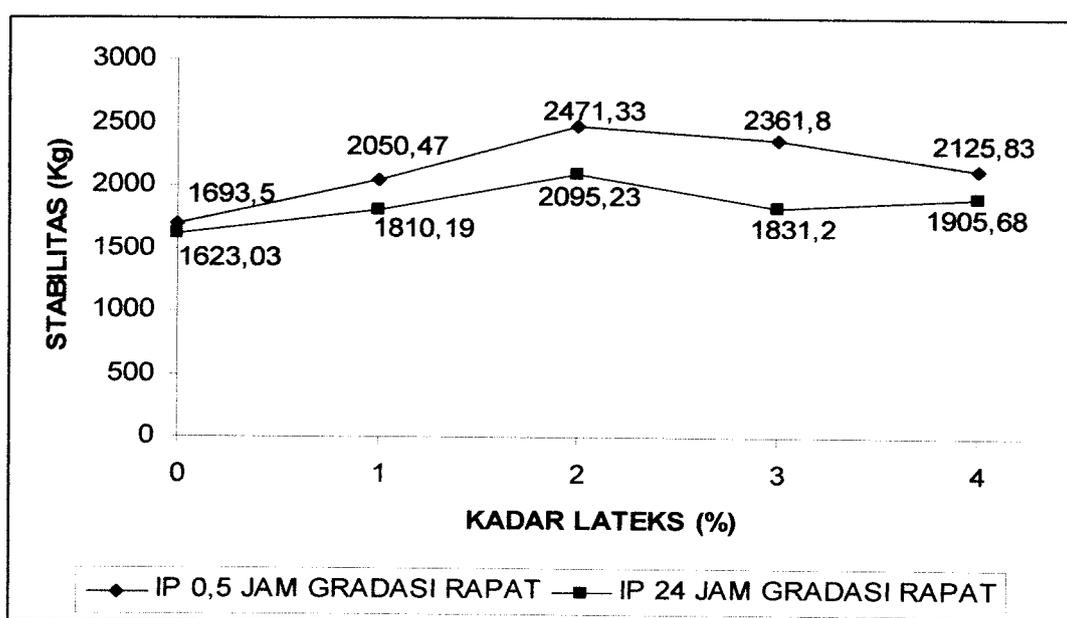
Table 6.14. Tabel hasil uji perendaman *Marshall*

Kadar Latek	Campuran	Stabilitas pada berbagai waktu perendaman		<i>Index of Retained Strenght</i>
		0,5 jam	24 jam	
0 %	Gradasi Rapat	1693,5 kg	1623,03 kg	95,84 %
	Gradasi Senjang	1700,09 kg	1431,03 kg	84,50 %
1 %	Gradasi Rapat	2050,47 kg	1810,19 kg	88,28 %
	Gradasi Senjang	1968,31 kg	1666,14 kg	84,65 %
2 %	Gradasi Rapat	2471,33 kg	2095,23 kg	84,78 %
	Gradasi Senjang	2492,04 kg	2135 kg	85,67 %

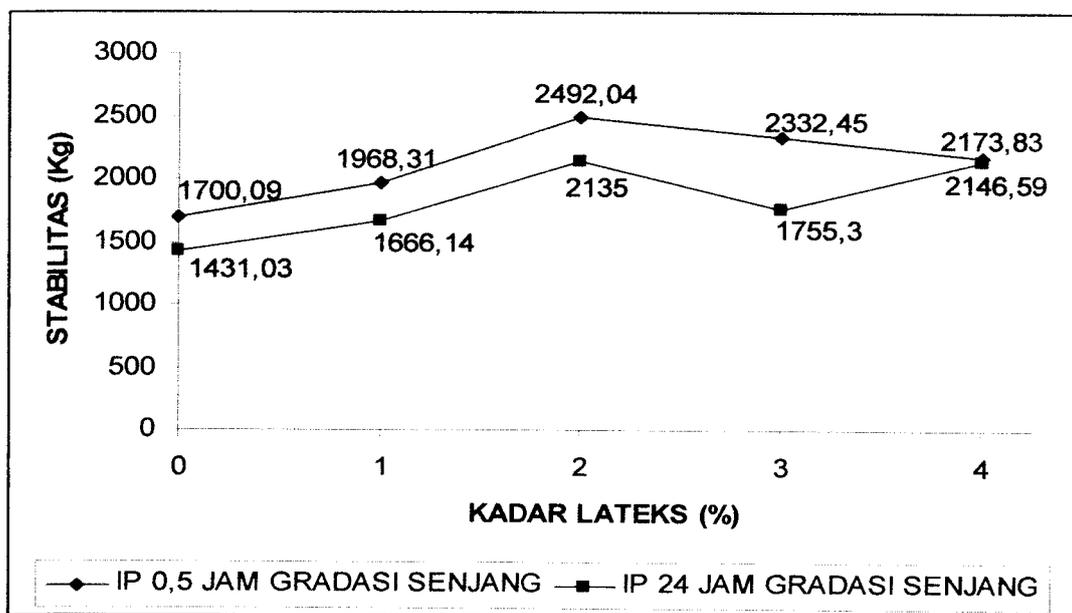
Lanjutan tabel 6.14

3 %	Gradasi Rapat	2361,8 kg	1831,2 kg	77,53 %
	Gradasi Senjang	2332,45 kg	1755,30 kg	75,26 %
4 %	Gradasi Rapat	2125,83 kg	1905,68 kg	89,64 %
	Gradasi Senjang	2173,83 kg	2146,59 kg	98,75 %
<b>Syarat <i>Indek of Retained Strenght</i></b>				$\geq 75 \%$

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII, Yogyakarta, 2005



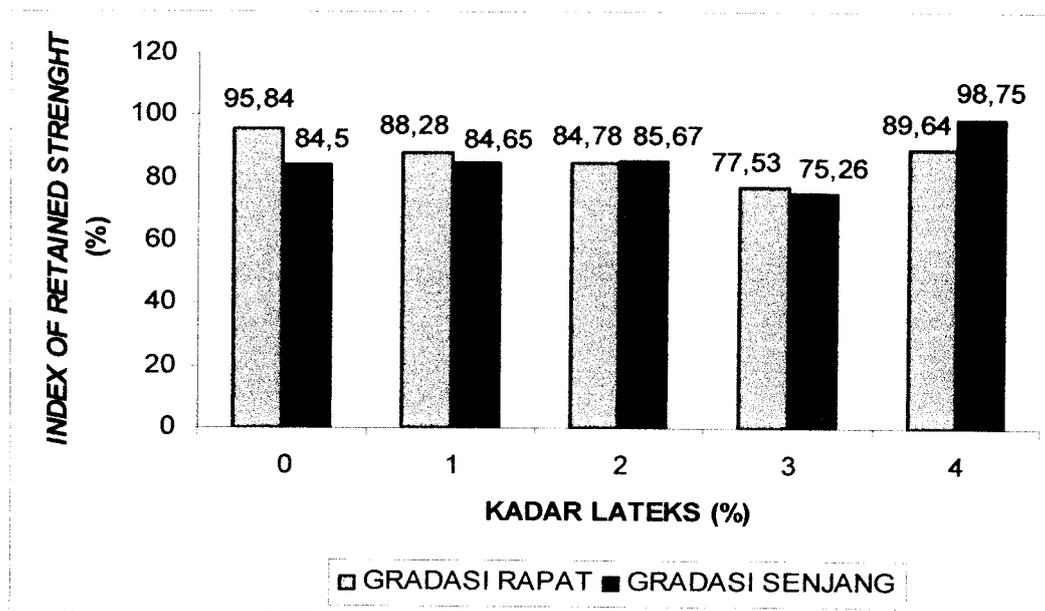
Gambar 6.27. Grafik hubungan antara kadar lateks pada KAO dengan nilai stabilitas pada perendaman 0,5 jam dan 24 jam pada gradasi rapat



Gambar 6.28. Grafik hubungan antara kadar lateks pada KAO dengan nilai stabilitas pada perendaman 0,5 jam dan 24 jam pada gradasi senjang

Table 6.14 dan gambar 6.27. dan 6.28. menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada campuran gradasi rapat dan gradasi senjang yang direndam pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam mengalami penurunan nilai stabilitas dibandingkan dengan yang direndam pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 0,5 jam. Berdasarkan teori nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam lebih kecil dari nilai stabilitas yang direndam selama 0,5 jam. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*).

Grafik yang menunjukkan hasil *index of retained strength* yang terjadi pada campuran aspal gradasi rapat dan gradasi senjang yang diberi bahan tambah lateks dapat dilihat pada gambar 6.29 berikut ini.



Gambar 6.29. Grafik *Index of Retained Strenght*

Dari semua sampel, *Index of Retained Strenght* yang dihasilkan lebih besar dari 75%, ini membuktikan bahwa campuran aspal gradasi rapat dan gradasi senjang yang diberi bahan tambah lateks tahan terhadap kerusakan yang disebabkan air, suhu dan cuaca. Pada penggunaan campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat mempunyai nilai *index of retained strength* cenderung lebih besar daripada campuran aspal dengan agregat bergradasi senjang. Hal ini disebabkan nilai stabilitas pada gradasi rapat rendaman 24 jam nilai stabilitas mengalami penurunan yang relatif kecil terhadap stabilitas rendaman 0,5 jam, sedangkan pada gradasi senjang nilai stabilitas pada rendaman 24 jam nilai stabilitasnya menalami penurunan labih besar terhadap rendaman 0,5 jam yang dibandingkan dengan gradasi rapat.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

1. Pada penambahan kadar lateks yang sama campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat memiliki karakteristik *Marshall* lebih baik dibandingkan campuran aspal dengan agregat bergradasi senjang.
2. Dengan penambahan kadar lateks menyebabkan nilai stabilitas *flow*, VFWA, MQ dan *density* mengalami peningkatan, sedangkan nilai VITM dan VMA mengalami penurunan, baik pada gradasi rapat maupun senjang.
3. Pada penambahan kadar lateks yang sama nilai stabilitas pada campuran gradasi rapat dan senjang mengalami peningkatan yang cenderung sama. Sedangkan nilai *flow*nya lebih besar gradasi senjang daripada gradasi rapat.
4. Dengan bertambahnya kadar lateks nilai VITM menurun, pada kadar lateks 1% dan 2% nilai VITM gradasi senjang lebih besar daripada gradasi rapat, kemudian pada kadar lateks 3% dan 4% nilai VITM lebih besar gradasi rapat daripada gradasi senjang. Untuk VFWA juga meningkat, gradasi senjang VFWA lebih besar 5,99% dari gradasi rapat.
5. Dengan penambahan kadar lateks nilai VMA cenderung stabil, baik gradasi rapat maupun senjang. Nilai VMA gradasi senjang lebih besar 16,28% dari

gradasi rapat. Nilai MQ dan *density* gradasi rapat lebih kecil daripada gradasi senjang.

6. Dengan penambahan kadar lateks nilai *index of retained strength* gradasi rapat cenderung lebih besar dari gradasi senjang.
7. Lateks dapat dimanfaatkan sebagai *additive* karena berdasarkan karakteristik Marshall penambahan kadar lateks memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (1993).

## 7.2. Saran-saran

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

1. Campuran aspal dengan agregat bergradasi rapat dan senjang dengan menggunakan lateks lebih cocok untuk lalu lintas tinggi.
2. Mengingat dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sifat kimiawi dari lateks, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meninjau sifat kimiawinya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai macam gradasi dan kadar lateks.
4. Pada saat pengujian perlu diperhatikan ketelitian dan kecermatan pengamatan dalam membaca alat uji dan kerusakan benda uji sehingga diperoleh data yang lebih akurat.
5. Ketelitian pada saat pembuatan benda uji terutama pada saat pemadatan dan penimbangan perlu dilakukan dengan teliti.

## DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, 1998, **STANDARD SPESIFICATION FOR TRANSPORTATION MATERIAL AND METHODS OF SAMPLING AND TESTING**, *Part 1, Specification*, 13 th Edition, USA.

Asphalt Institute (1993), **MIX DESIGN METHODS FOR ASPHALT CONCRETE AND OTHER HOT MIX TYPES**, 6 th edition, *Manual Series No. 2 (MS-2)*, Kentucky, USA.

Benny O dan Iwan D, 1999, **PENGARUH PENGGUNAAN KARET PADAT TERHADAP KUALITAS CAMPURAN BERASPAL PANAS**, **Tugas Akhir**, UII, Yogyakarta.

Bina Marga, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) Untuk Jalan Raya**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Bina Marga, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) Untuk Jalan Raya**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

*British Standard Institution*, BS 594, (1985), **SPESIFICATION FOR CONSTITUENT MATERIAL AND ASPHALT MIXTURE**, *Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Areas*, London.

Hanan W dan Untung S, 1997, **PENGARUH VARIASI LAMA PEMERAMAN TERHADAP PERILAKU CAMPURAN EMULSI BERGRADASI RAPAT (CEBR)**, **Tugas Akhir**, UII, Yogyakarta.

Krebs and Walker, 1971, **HIGHWAY MATERIAL**, *McGraw-hill Book Company*, New York.

Moch. Taufik R dan Ervan S, 1997, **PENGARUH PENGGUNAAN LATEKS TERHADAP PERILAKU DAN NILAI STRUKTURAL CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT PADA GRADASI ATAS DAN BAWAH**, **Tugas Akhir**, UII, Yogyakarta.

Murwono D., 1996, **BAHAN JALAN DAN METODA PELAKSANAAN**, , Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Robert, et. al, 1991, **HOT MIX ASPHALT MATERIAL MIXTURE DESIGN AND CONSTRUCTION**, *NAPA Education Foundation*, Maryland.

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

Totomihardjo.S, 1998, **PENGARUH BERAT JENIS *FILLER* PENGGANTI TERHADAP SIFAT BETON ASPAL**, Forum Teknik Jilid 22, No.3, Yogyakarta

Tri Wahyu N dan Doeva R, 1997, **PENGARUH PENGGUNAAN LATEKS TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT**, Tugas Akhir,UII, Yogyakarta.



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Otok Sumarjono	99 511 240	Teknik Sipil
2.			Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

PERIODE KE : III ( Mar 04 - Agst 04 )  
 TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.		■	■	■	■	
6	Sidang - Sidang				■	■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

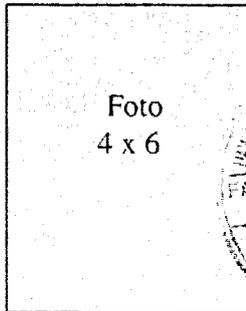


Foto  
4 x 6



Jogjakarta , 23 Juni.2004  
 Dekan

H.Munadhir, MS

**Catatan**

Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

*Diperpanjang 9d 3 Maret 2005*

*49/05  
 102*

## LEMBAR KONSULTASI

No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf
	29/05/04	Perbaiki Metode penelitian di kelas & tamba kelas pemeriksaan terbuah (produk) & produk Kajian pustaka dibuat lebih simpler (proporsional) - dan variasi: additive lain hasil penelitian (misal tan beler, PK, dan aromatik lainnya	A
	07/06/04	Perbaiki tata tulis kelebihan metodologi kelebihan daftar pustaka yg digunakan sebagai rujukan tulisan	A
	12/06/04	Flow chart diperbaiki	A
	15/06/04	Ditambahkan uji rendaman (Immersion) → sesuai Flow chart & Metodologi → masalah menunjuk/menulis bab 4.1. Sebutkan jumlah benda uji yg dibuat	A
	22/06/04	Perbaiki Flow chart	A
	23/06/04	Ditambahkan uji Semu	A



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

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

PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo  
 Jenis contoh : Agregat halus  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT

Keterangan	Benda uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh/SSD (BJ)	500 gram	
Berat vicnometer + air (B)	664 gram	
Berat vicnometer + air + Benda uji (BT)	984 gram	
Berat sample kering oven (BK)	497 gram	
Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,761	
Berat jenis SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,778	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{B + BK - BT}$	2,807	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	0,6 %	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli 2004

Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo                      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : Agregat halus  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004                                  Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh/SSD (BJ)	1612 gram	
Berat benda uji didalam air (BA)	1000 gram	
Berat sample kering oven (BK)	1570 gram	
Berat jenis (Bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,565	
Berat jenis = SSD $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,634	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,754	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2,675 %	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli 2004

Peneliti

Otok Sumarjono



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

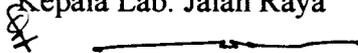
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. 8905042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN  
 BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

NO	Urutan Pekerjaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	11,32 gram
2	Berat vicnometer + aquadest	27,75 gram
3	Berat air (2-1)	16,43 gram
4	Berat vicnometer + aspal	12,53 gram
5	Berat aspal (4-1)	1,21 gram
6	Berat vicnometer + aspal + aquadest	27,80 gram
7	Berat airnya saja (6-4)	15,27 gram
8	Volume aspal (3-7)	1,16 gram
9	Berat jenis aspal : berat/vol (5/8)	1,043

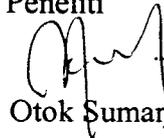
Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli 2004

Peneliti



Otok Sumarjono



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

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

PEMERIKSAAN  
 TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Lab.Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 2 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan waktu
Mulai Pemanasan	30°C	9.05 WIB
Selesai Pemanasan	150°C	9.15 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	150°C	9.15 WIB
Selesai	26°C	11.35 WIB
Diperiksa		
Mulai	5°C	11.35 WIB
Selesai	50°C	11.47 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yang Diamati(°C)	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	53 °C	55 °C
2	10	2.20	2.20		
3	15	3.01	3.01		
4	20	5.28	5.28		
5	25	6.40	6.40		
6	30	7.35	7.35		
7	35	8.24	8.24		
8	40	9.08	9.08		
9	45	9.51	9.51		
10	50	10.33	10.33		
11	55	11.24	11.24		

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S,MT

Jogjakarta, 2 Juli 2004  
 Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

PEMERIKSAAN  
 TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Lab.Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 2 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan waktu
Mulai Pemanasan	25°C	9.05 WIB
Selesai Pemanasan	150°C	9.15 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	150°C	9.15 WIB
Selesai	25°C	11.35 WIB
Diperiksa		
Mulai	25°C	11.35 WIB
Selesai	352°C	11.47 WIB

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	336°C	340°C
II		
Rata-rata	336°C	340°C

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 2 Juli 2004

Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : Lab.Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 2 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan waktu
Mulai Pemanasan	25°C	9.00 WIB
Selesai Pemanasan	150°C	9.10 WIB
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	150°C	9.10 WIB
Selesai	25°C	11.30 WIB
Diperiksa		
Mulai	25°C	11.30 WIB
Selesai	25°C	11.42 WIB
Diperiksa		
Mulai	25°C	11.30 WIB
Selesai	25°C	11.42 WIB

**HASIL PENGAMATAN**

No	Cawan (mm)	Cawan (mm)	Sket Hasil Pemeriksaan
1	75	74	
2	70	71	
3	68	67	
4	61	62	
5	60	61	
Rata-rata	66,8	67	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 2 Juli 2004  
 Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU**

Contoh dari : Lab.Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 2 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Persiapan benda uji	Contoh Pemanasan	15 menit	Pembacaan suhu oven 135 °C
Mendinginkan Benda uji	Didiamkan pada suhu Ruang	60 menit	
Perendaman Benda uji	Direndam pada water bath pada suhu 25 °C	30 menit	Pembacaan suhu water bath 25°C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25 °C, 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu alat 25 °C
Daktilitas pada 25 °C, 5 cm permenit		Pembacaan pengukur pada alat (cm)	
Pengamatan I		165,1	
Pengamatan II		165,1	
Rata-rata		165,1	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 2 Juli 2004  
 Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL 4 (*SOLUBILITY*)

Contoh dari : Lab.Jalan Raya FTSP UII      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : AC 60-70  
 Diuji tanggal : 2 Juli 2004                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pembukaan Contoh	Dipanaskan	Pembacaan Waktu	Pembacaan suhu
	Mulai		
	Selesai		
Pemeriksaan			
Penimbangan	Mulai	WIB	
Pelarutan	Selesai	11.00	
Penyaringan	Mulai	11.18	
	Selesai	11.20	
Dioven		11.20	
Penimbangan		WIB	

1	Berat boyol Erlenmeyer kosong	73,4 gram
2	Berat Erlenmeyer + aspal	75,4 gram
3	Berat aspal (2-1)	2,00 gram
4	Berat kertas saring bersih	0,60 gram
5	Berat kertas saring bersih + endapan	0,62 gram
6	Berat endapan (5-4)	0,02 gram
7	Persentase (6/3x100%)	1 %
8	Bitumen yang larut (100%-7)	99 %

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 2 Juli 2004

Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

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

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo  
 Jenis contoh : Batu pecah  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT

Jenis Gradasi		Benda uji	
Saringan		I	II
Lolos	Tertahan		
72.2 mm (3.0")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")		
50.8 mm (2")	37.5 mm (1,5")		
37.5 mm (1,5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0,5")		
12.5 mm (0,5")	9,5 mm (3/4")	2500 gram	
9,5 mm (3/4")	6,3 mm (1/4")	2500 gram	
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
Jumlah Benda Uji		5000 gram	
Jumlah Tertahan di sieve (B)		3618 gram	
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		27,64 %	

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli 2004  
 Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

PEMERIKSAAN  
 KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo                      Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono  
 Jenis contoh : Batu pecah  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004                                      Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT  
 Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sample	Pembacaan suhu	Pembacaan waktu
Mulai Pemanasan	25°C	10.15 WIB
Selesai pemanasan	150°C	10.21 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	110°C	10.22 WIB
Selesai	25°C	10.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	25°C	10.27 WIB
Selesai	25°C	10.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

Benda Uji	Prosen yang diselimuti oleh aspal
I	99%
II	-
Rata-rata	99%

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli 2004

Peneliti

Otok Sumarjono



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

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

SAND EQUIVALENT DATA  
 AASHTO 176-73

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo  
 Jenis contoh : Batu pecah  
 Diuji tanggal : 1 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Diperiksa Oleh : Ir. Iskandar S, MT

Trial Number		Benda Uji I	Benda Uji II
Seaking (10,1 min)	Start	13.30'	
	Stop	13.40'	
Sedimentation Time (20 min-15 Sec)	Start	13.42'	
	Stop	14.02'	
Clay Reading		4	
Sand Reading		3.1	
$SE = \frac{\text{Sandreading}}{\text{clayreading}} \times 100\%$		77,5	
Avarage Sand Equivalent		77.5 %	
Remark			
Kadar Lumpur = 100% - 77,5% = 22,5 %			

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 1 Juli  
 Peneliti

Otok Sumarjono



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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 9 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	114.60	114.60	10	90	80	100
9.52	3/8"	114.60	229.20	20	80	70	90
4.75	#4	229.20	458.40	40	60	50	70
2.36	#8	200.55	658.95	57.50	42.50	35	50
0.590	#30	217.74	876.69	76.50	23.50	18	29
0.2279	#50	63.03	939.72	82	18	13	22
0.149	#100	68.76	1008.48	88	12	8	16
0.070	#200	57.30	1065.78	93	7	4	10
	pan	80.22	1146.00	100	0	0	0
	total	1146					

Keterangan : Kadar Aspal : 4.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 54 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 9 Juli 2004  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 9 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	113.40	113.40	10	90	80	100
9.52	3/8"	113.40	226.80	20	80	70	90
4.75	#4	226.80	453.60	40	60	50	70
2.36	#8	198.45	652.05	57.50	42.5	35	50
0.590	#30	215.46	867.51	76.50	23.5	18	29
0.2279	#50	62.37	929.88	82	18	13	22
0.149	#100	68.04	997.92	88	12	8	16
0.070	#200	56.70	1054.62	93	7	4	10
	Pan	79.38	1134.00	100	0	0	0
	total	1.134					

Keterangan : Kadar Aspal : 5.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 66 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 9 Juli 2004  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

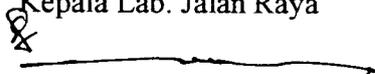
**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 9 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	112.20	112.20	10	90	80	100
9.52	3/8"	112.20	224.40	20	80	70	90
4.75	#4	224.40	448.80	40	60	50	80
2.36	#8	196.35	645.15	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	213.18	858.33	76.5	23.5	18	209
0.2279	#50	61.71	920.04	82	18	13	22
0.149	#100	67.32	987.36	88	12	8	16
0.070	#200	56.10	1043.46	93	7	4	10
	pan	78.54	1122	100	0	0	0
	total	1122					

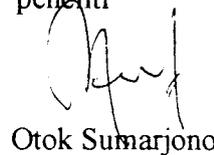
Keterangan : Kadar Aspal : 6.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 78 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 9 Juli 2004  
 peneliti

  
 Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 9 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	111.00	111.00	10	90	80	100
9.52	3/8"	111.00	222.00	20	80	70	90
4.75	#4	222.00	444.00	40	60	50	70
2.36	#8	194.25	638.25	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	210.90	849.15	76.5	23.5	18	29
0.2279	#50	61.05	910.20	82	18	13	22
0.149	#100	66.60	976.80	88	12	8	16
0.070	#200	55.50	1032.30	93	7	4	10
	pan	77.70	1110.00	100	0	0	0
	total	1110					

Keterangan : Kadar Aspal : 7.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 90 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 9 Juli 2004  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 9 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	109.80	109.80	10	90	80	100
9.52	3/8"	109.80	219.60	20	80	70	90
4.75	#4	219.60	439.20	40	60	50	70
2.376	#8	192.15	631.35	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	208.62	839.97	76.5	23.5	18	29
0.2279	#50	60.39	900.36	82	18	13	22
0.149	#100	65.88	966.24	88	12	8	16
0.070	#200	54.90	1021.14	93	7	4	10
	pan	76.86	1098	100	0	0	0
	total	1098					

Keterangan : Kadar Aspal : 7.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 102 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 9 Juli 2004  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS PADA KAO

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 17 Juli 2004  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19.1	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.7	1/2"	113.64	113.64	10	90	80	100
9.52	3/8"	113.64	227.28	20	80	70	90
4.75	#4	227.28	454.56	40	60	50	70
2.36	#8	198.87	653.43	57.5	42.5	35	50
0.59	#30	215.92	869.35	76.5	23.5	18	29
0.2279	#50	62.50	931.85	82	18	13	22
0.149	#100	68.18	1000.03	88	12	8	16
0.070	#200	56.82	1056.85	93	7	4	10
	pan	79.55	1136.40	100	0	0	0
	total	1136.40					

Keterangan : Kadar Aspal : 5.3%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 63.6 gram  
 Campuran Gradasi Rapat

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 17 Juli 2004  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 27 Januari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	85.95	85.95	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	200.55	286.50	25	75	60	90
2.36	#8	103.14	389.64	34	66	60	72
0.59	#30	355.26	744.90	65	35	25	45
0.212	#70	143.25	888.15	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	143.25	1031.40	90	10	8	12
	pan	114.60	1146	100	0	0	0
	total	1146					

Keterangan : Kadar Aspal : 4.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 54 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 27 Januari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 27 Januari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	85.05	85.05	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	198.45	283.50	25	75	60	90
2.36	#8	102.06	385.56	34	66	60	72
0.59	#30	351.54	737.10	65	35	25	45
0.212	#70	141.75	878.85	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	141.75	1020.60	90	10	8	12
	pan	113.40	1134	100	0	0	0
	total	1134					

Keterangan : Kadar Aspal : 5.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 66 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 27 Januari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 27 Januari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	84.15	84.15	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	196.35	280.50	25	75	60	90
2.36	#8	100.98	381.48	34	66	60	72
0.59	#30	347.82	729.30	65	35	25	45
0.212	#70	140.25	869.55	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	140.25	1009.80	90	10	8	12
	pan	112.20	1122	100	0	0	0
	total	1122					

Keterangan : Kadar Aspal : 6.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 78 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 27 Januari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 27 Januari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	83.25	83.25	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	194.25	277.50	25	75	60	90
2.36	#8	99.90	377.40	34	66	60	72
0.59	#30	344.10	721.50	65	35	25	45
0.212	#70	138.75	860.25	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	138.75	999	90	10	8	12
	pan	111	1110	100	0	0	0
	total	1110					

Keterangan : Kadar Aspal : 7.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 90 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 27 Januari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 27 Januari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	82.35	82.35	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	192.15	274.50	25	75	60	90
2.36	#8	98.82	373.32	34	66	60	72
0.59	#30	340.38	713.70	65	35	25	45
0.212	#70	1142.74	856.44	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	131.76	988.20	90	10	8	12
	pan	109.80	1098	100	0	0	0
	total	1098					

Keterangan : Kadar Aspal : 8.5%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 102 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 27 Januari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono



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

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS PADA KAO**

Contoh dari : Clereng Kulon progo  
 Jenis contoh : CA FA dan FF  
 Diuji tanggal : 2 Februari 2005  
 Proyek : Tugas Akhir

No Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
12.7	1/2"	0	0	0	100	100	100
9.52	3/8"	83.88	83.88	7.5	92.5	85	100
6.3	1/4"	195.72	279.60	25	75	60	90
2.36	#8	100.66	380.26	34	66	60	72
0.59	#30	346.70	726.96	65	35	25	45
0.212	#70	139.80	866.76	77.5	22.5	15	30
0.070	#200	139.80	1006.56	90	10	8	12
	pan	111.84	1118.40	100	0	0	0
	total	1118.40					

Keterangan : Kadar Aspal : 6.8%  
 Berat Campuran : 1200 gram  
 Berat Aspal : 81.6 gram  
 Campuran Gradasi Senjang

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Jogjakarta, 2 Februari 2005  
 peneliti

Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradasi rapat)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Tanggal : 15 Juli 2004  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64.43	4.71	4.5	1182.0	1189	689.0	520.0	2.27	2.52	9.81	80.52	9.67	19.48	50.34	9.67	730	2479.08	2350.17	2.55	921.63
2	66.97	4.71	4.5	1170.0	1176	647.0	529.0	2.21	2.52	9.54	78.35	12.11	21.65	44.07	12.11	750	2547	2254.10	3.50	644.03
3	63.23	4.71	4.5	1172.0	1180	671.0	509.0	2.30	2.52	9.93	81.56	8.50	18.44	53.88	8.50	801	2720.198	2739.24	2.60	1053.55
Rata"	64.877	4.71	4.5	1174.7	1181.7	662.3	519.3	2.262	2.517	9.761	80.14	10.096	19.858	49.430	10.096	760	2582.092	2447.83	2.88	873.0715
1	60.90	5.82	5.5	1160.0	1161	674.0	487.0	2.38	2.48	12.56	83.49	3.95	18.51	78.08	3.95	495	1681.02	1800.37	3.70	486.59
2	60.70	5.82	5.5	1157.0	1165	674.0	491.0	2.36	2.48	12.43	82.60	4.88	17.40	71.40	4.98	450	1528.2	1647.40	3.60	457.61
3	59.90	5.82	5.5	1171.0	1177	687.0	490.0	2.39	2.48	12.60	83.77	3.63	16.23	77.63	3.63	501	1701.40	1876.64	3.40	551.95
Rata"	60.500	5.82	5.5	1162.7	1167.7	678.3	489.3	2.376	2.480	12.529	83.29	4.185	16.715	75.039	4.185	482	1636.872	1774.80	3.57	498.717
1	59.33	6.95	6.5	1165.0	1170	692.0	488.0	2.39	2.44	14.88	92.79	2.33	17.21	86.47	2.33	467	1585.93	1776.24	5.10	348.28
2	58.70	6.95	6.5	1136.0	1138	664.0	474.0	2.40	2.44	14.94	83.12	1.95	16.88	88.47	1.95	390	1324.44	1509.86	3.90	387.14
3	59.13	6.95	6.5	1142.0	1145	671.0	474.0	2.41	2.44	15.01	83.56	1.43	16.44	91.31	1.43	542	1840.63	2074.39	3.80	545.89
Rata"	59.053	6.95	6.5	1147.7	1151	672.3	478.7	2.40	2.44	14.94	83.16	1.90	16.84	88.75	1.90	466.33	1583.668	1786.83	4.27	427.11
1	59.63	8.11	7.5	1154.0	1156	671.0	485.0	2.38	2.41	17.11	81.64	1.25	18.36	93.17	1.25	457	1551.97	1724.24	4.00	431.06
2	59.03	8.11	7.5	1148.0	1149	665.0	484.0	2.37	2.41	17.06	81.38	1.56	18.82	91.60	1.56	335	1137.86	1277.59	4.65	274.75
3	60.93	8.11	7.5	1170.0	1173	676.0	497.0	2.35	2.41	16.93	80.77	2.30	19.23	88.03	2.30	328	1113.88	1191.86	3.25	366.73
Rata"	59.863	8.11	7.5	1157.3	1159.3	670.7	488.7	2.368	2.410	17.031	81.26	1.708	18.738	90.935	1.706	373	1267.840	1397.90	3.97	357.5125
1	59.47	9.29	8.5	1138.0	1140	657.0	483.0	2.36	2.38	19.20	79.96	0.83	20.04	95.84	0.83	285	987.86	1080.13	3.90	276.96
2	60.77	9.29	8.5	1147.0	1150	666.0	484.0	2.37	2.38	19.31	80.43	0.26	19.57	98.69	0.26	331	1124.08	1208.38	4.80	251.75
3	61.53	9.29	8.5	1167.0	1171	678.0	493.0	2.37	2.38	19.29	80.34	0.37	19.68	98.12	0.37	354	1202.18	1264.70	5.10	247.98
Rata"	60.590	9.29	8.5	1150.7	1153.7	667.0	486.7	2.364	2.376	19.269	80.24	0.487	19.756	97.547	0.487	323	1098.040	1184.40	4.60	258.8943

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

h : BJ maksimum (teoritis)  

$$\left\{ 100 : \left( \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right) \right\}$$
  
 i :  $\frac{b \cdot Y \cdot g}{BJ \text{ aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - b)g}{BJ \text{ agregat}}$  (%)

k : (100-i) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \times \frac{i}{l} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFVA)  
 n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right)$   
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quinton Marshall gr (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pematangan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1.043  
 B.J Agregat : 2.698

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

Jogjakarta, 15 Juli 2004  
 Peneliti  
 Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradasi rapat)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Tanggal : 20 Juli 2004  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST DENGAN BERBAGAI VARIASI KADAR LATEK

Kadar Latek	Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0%	1	61.95	6.951	5.3	1192	1193	690	503	2.370	2.49	12.04	83.24	4.72	16.76	71.86	4.72	430	1460.28	1517.23	2.980	509.138
	2	62.17	6.951	5.3	1180	1182	682	500	2.360	2.49	11.99	82.90	5.11	17.10	70.12	5.11	560	1901.78	1964.52	2.700	727.599
	3	62.74	6.951	5.3	1183	1185	684	501	2.361	2.49	12.00	82.94	5.06	17.06	70.34	5.06	462	1568.952	1598.76	2.500	639.505
	Rata"	62.29	6.951	5.3	1185	1186.67	685.33	501.33	2.364	2.49	12.01	83.03	4.96	16.97	70.77	4.96	484	1643.664	1693.5	2.727	625.414
1%	1	62.25	6.951	5.3	1175	1176	682	494	2.379	2.49	12.09	83.55	4.36	16.45	73.47	4.36	511	1735.356	1789.15	3.200	559.11
	2	62.88	6.951	5.3	1173	1175	680	495	2.370	2.49	12.04	83.24	4.72	16.76	71.84	4.72	580	1969.68	2001.19	2.800	714.712
	3	62.32	6.951	5.3	1180	1182	682	500	2.360	2.49	11.99	82.90	5.11	17.10	70.12	5.11	675	2292.3	2361.07	2.900	814.162
	Rata"	62.48	6.951	5.3	1176	1177.67	681.33	496.33	2.369	2.49	12.04	83.23	4.73	16.77	71.81	4.73	589	1999.112	2050.47	2.967	695.995
2%	1	61.74	6.951	5.3	1172	1174	680	494	2.372	2.49	12.06	83.34	4.61	16.66	72.34	4.61	662	2248.152	2349.32	3.300	711.915
	2	61.64	6.951	5.3	1176	1178	681	497	2.366	2.49	12.02	83.12	4.86	16.88	71.21	4.86	711	2414.556	2530.45	3.500	722.987
	3	61.26	6.951	5.3	1169	1171	679	482	2.376	2.49	12.07	83.46	4.47	16.54	73.00	4.47	704	2390.784	2534.23	3.000	844.744
	Rata"	61.55	6.951	5.3	1172.3	1174.33	680	494.33	2.372	2.49	12.05	83.30	4.65	16.70	72.18	4.65	692	2351.164	2471.33	3.267	759.882
3%	1	62.04	6.951	5.3	1175	1177	683	494	2.379	2.49	12.09	83.55	4.36	16.45	73.47	4.36	676	2295.696	2380.64	3.500	680.182
	2	61.94	6.951	5.3	1180	1181	682	499	2.365	2.49	12.02	83.06	4.92	16.94	70.95	4.92	679	2305.884	2395.81	3.200	748.692
	3	61.70	6.951	5.3	1173	1175	679	496	2.365	2.49	12.02	83.07	4.91	16.93	70.98	4.91	650	2207.4	2308.94	3.500	659.697
	Rata"	61.89	6.951	5.3	1176	1177.67	681.33	496.33	2.369	2.49	12.04	83.23	4.73	16.77	71.80	4.73	666	2269.66	2361.8	3.400	696.19
4%	1	62.32	6.951	5.3	1179	1180	685	495	2.382	2.49	12.10	83.66	4.23	16.34	74.09	4.23	610	2071.56	2133.71	3.500	609.631
	2	61.91	6.951	5.3	1179	1181	683	498	2.367	2.49	12.03	83.16	4.81	16.84	71.44	4.81	602	2044.392	2126.17	3.400	625.343
	3	61.63	6.951	5.3	1184	1185	686	499	2.373	2.49	12.06	83.35	4.60	16.65	72.39	4.60	595	2020.62	2117.61	2.900	730.21
	Rata"	61.95	6.951	5.3	1180.7	1182	684.67	497.33	2.374	2.49	12.06	83.39	4.55	16.61	72.64	4.55	602	2045.524	2125.83	3.267	655.061

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

h : BJ maksimum (teoritis)  

$$H(W) = \left\{ \frac{e}{BJ_{aspal}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ_{batuan}} \right\}$$
  
 i :  $\frac{h \cdot V \cdot g}{BJ_{aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - h)g}{BJ_{campuran}}$  (%)  
 k : (100-i) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \times \frac{l}{i} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right)$   
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quinton Marshall gr (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pematangan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1.043  
 B.J Agregat : 2.696

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
 Ir Iskandar S. MT

Jogjakarta, 20 Juli 2004  
 Peneliti  
 Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradasi rapat)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Tanggal : 22 Juli 2004  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

HASILPERHITUNGAN IMMERSION TEST DENGAN BERBAGAI VARIASI KADAR LATEK

Kadar Latek	Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0%	1	62.26	6.951	5.3	1184	1185	684	501	2.363	2.49	12.01	83.01	4.98	16.99	70.69	4.98	500	1698	1750.64	2.000	875.319
	2	61.43	6.951	5.3	1173	1175	679	496	2.365	2.49	12.02	83.07	4.91	16.93	70.98	4.91	450	1528.2	1612.25	2.450	658.062
	3	61.38	6.951	5.3	1180	1182	682	500	2.360	2.49	11.98	82.90	5.11	17.10	70.12	5.11	420	1426.32	1506.19	2.700	557.85
	Rata"	61.69	6.951	5.3	1179	1180.67	681.67	499	2.363	2.49	12.01	82.99	5.00	17.01	70.60	5.00	457	1550.84	1623.03	2.383	697.077
1%	1	61.46	6.951	5.3	1180	1180	683	497	2.374	2.49	12.06	83.40	4.54	16.60	72.67	4.54	500	1698	1789.69	2.900	617.135
	2	61.42	6.951	5.3	1178	1180	681	499	2.361	2.49	12.00	82.92	5.08	17.08	70.25	5.08	510	1791.96	1827.22	3.200	571.006
	3	62.04	6.951	5.3	1178	1181	683	498	2.365	2.49	12.02	83.09	4.89	16.91	71.08	4.89	515	1748.94	1813.65	3.000	604.55
Rata"	61.64	6.951	5.3	1178.7	1180.33	682.33	498	2.367	2.49	12.03	83.14	4.84	16.86	71.33	4.84	508	1726.3	1810.19	3.033	597.564	
2%	1	62.94	6.951	5.3	1179	1182	683	499	2.363	2.49	12.01	82.99	5.00	17.01	70.60	5.00	659	2237.964	2269.3	3.300	687.665
	2	63.80	6.951	5.3	1179	1180	684	496	2.377	2.49	12.08	83.50	4.43	16.50	73.18	4.43	600	2037.6	1988.7	3.500	588.199
	3	63.02	6.951	5.3	1186	1188	685	503	2.358	2.49	11.98	82.82	5.20	17.18	69.75	5.20	590	2003.64	2027.68	3.450	587.734
Rata"	63.25	6.951	5.3	1181.3	1183.33	684	499.33	2.366	2.49	12.02	83.10	4.87	16.90	71.18	4.87	616	2093.068	2095.23	3.417	614.533	
3%	1	61.69	6.951	5.3	1180	1181	682	499	2.365	2.49	12.02	83.06	4.92	16.94	70.95	4.92	523	1776.108	1859.59	3.550	523.827
	2	63.16	6.951	5.3	1184	1184	685	499	2.373	2.49	12.06	83.35	4.60	16.65	72.39	4.60	515	1748.94	1764.68	3.300	534.752
	3	63.11	6.951	5.3	1188	1190	688	502	2.367	2.49	12.03	83.13	4.85	16.87	71.27	4.85	545	1850.82	1869.33	4.000	487.332
Rata"	62.65	6.951	5.3	1184	1185	685	500	2.368	2.49	12.03	83.18	4.79	16.82	71.54	4.79	528	1791.956	1831.2	3.617	508.637	
4%	1	63.87	6.951	5.3	1179	1180	684	496	2.377	2.49	12.08	83.50	4.43	16.50	73.18	4.43	550	1867.8	1438.21	4.200	342.43
	2	62.86	6.951	5.3	1176	1177	679	498	2.361	2.49	12.00	82.95	5.05	17.05	70.37	5.05	625	2122.5	2156.46	3.800	567.489
	3	63.17	6.951	5.3	1179	1179	680	499	2.363	2.49	12.01	82.99	5.00	17.01	70.60	5.00	620	2105.52	2122.36	4.000	550.591
Rata"	63.30	6.951	5.3	1178	1178.67	681	497.67	2.367	2.49	12.03	83.15	4.83	16.85	71.38	4.83	598	2031.94	1905.68	4.000	480.17	

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

h : BJ maksimum (teoritis)  

$$100 \left\{ \frac{\% \text{agg}^r}{BJ \text{agg}^r} + \frac{\% \text{aspal}}{BJ \text{aspal}} \right\}$$
  
 i :  $\frac{b \cdot X \cdot g}{BJ \text{aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - b)g}{BJ \text{agregat}}$  (%)

k : (100-i) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \cdot \frac{i}{j} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n :  $100 - \left( 100 \cdot \frac{e}{h} \right)$  rongga yang terisi campuran  
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quinton Marshall gr (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pematangan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1.043  
 B.J Agregat : 2.696

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

Jogjakarta, 22 Juli 2004  
 Peneliti  
 Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradast senjang)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Tanggal : 1 Februari 2005  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64.35	6.951	4.5	1180	1188	661	527	2.239	2.52	9.66	79.31	11.02	20.69	46.70	11.02	620	2105.52	2000.244	1.900	1052.76
2	64.40	6.951	4.5	1178	1187	669	518	2.274	2.52	9.81	80.56	9.63	19.44	50.46	9.63	630	2139.48	2032.506	6.300	322.62
3	64.55	6.951	4.5	1180	1188	663	525	2.248	2.52	9.70	79.62	10.69	20.38	47.58	10.69	635	2156.46	2037.855	2.200	926.298
Rata"	64.43	6.951	4.5	1179	1187.7	664.333	523.33	2.254	2.52	9.72	79.83	10.45	20.17	48.25	10.45	628	2133.82	2023.535	3.467	767.226
1	62.95	6.951	5.5	1175	1184	660	524	2.242	2.48	11.82	78.60	9.58	21.40	55.25	9.58	425	1443.3	1457.733	5.000	291.547
2	63.20	6.951	5.5	1172	1180	655	525	2.232	2.48	11.77	78.25	9.98	21.75	54.12	9.98	380	1290.48	1300.804	4.900	265.47
3	63.50	6.951	5.5	1173	1181	680	501	2.341	2.48	12.35	82.07	5.59	17.93	68.85	5.59	375	1273.5	1273.5	2.200	578.864
Rata"	63.22	6.951	5.5	1173	1181.7	665	516.67	2.272	2.48	11.98	79.64	8.38	20.36	59.41	8.38	393	1335.76	1344.012	4.033	378.627
1	62.40	6.951	6.5	1172	1179	671	508	2.307	2.44	14.38	80.01	5.61	19.89	71.93	5.61	335	1137.66	1169.514	4.300	271.98
2	62.30	6.951	6.5	1174	1182	675	507	2.316	2.44	14.43	80.31	5.28	19.69	73.28	5.28	295	1001.82	1031.875	3.450	299.094
3	61.26	6.951	6.5	1171	1177	674	503	2.328	2.44	14.51	80.74	4.75	19.26	75.32	4.75	315	1069.74	1133.924	2.200	515.42
Rata"	61.99	6.951	6.5	1172	1179.3	673.333	506	2.317	2.44	14.44	80.35	5.21	19.65	73.51	5.21	315	1069.74	1111.771	3.317	362.165
1	60.00	6.951	7.5	1176	1173	681	492	2.390	2.41	17.19	82.01	0.80	17.99	95.54	0.80	275	933.9	1027.29	3.700	277.646
2	59.85	6.951	7.5	1178	1186	681	505	2.333	2.41	16.77	80.03	3.19	19.87	84.01	3.19	230	781.08	862.3123	3.100	278.165
3	60.75	6.951	7.5	1180	1184	687	497	2.374	2.41	17.07	81.46	1.47	18.54	92.09	1.47	260	882.96	950.065	2.250	422.251
Rata"	60.20	6.951	7.5	1178	1181	683	498	2.366	2.41	17.01	81.17	1.82	18.83	90.55	1.82	255	865.98	946.5558	3.017	326.021
1	59.88	6.951	8.5	1176	1179	685	494	2.381	2.38	19.40	80.79	-0.20	19.21	101.02	-0.20	200	678.2	749.1576	6.900	108.574
2	60.10	6.951	8.5	1178	1181	684	497	2.370	2.38	19.32	80.44	0.24	19.56	98.77	0.24	245	832.02	911.8939	3.900	233.819
3	58.78	6.951	8.5	1178	1181	682	499	2.361	2.38	19.24	80.12	0.64	19.88	98.78	0.64	310	1052.76	1200.146	3.600	333.374
Rata"	59.59	6.951	8.5	1177	1180.3	683.667	496.67	2.371	2.38	19.32	80.45	0.23	19.55	98.86	0.23	252	854.66	953.7326	4.800	225.256

t : tebal benda uji (mm)  
 a : % aspal terhadap batuan (%)  
 b : % aspal terhadap campuran (%)  
 c : berat kering/sebelum direndam (gr)  
 d : berat dalam keadaan SSD (gr)  
 e : berat di dalam air (gr)  
 f : volume (isi) = d - e (cc)  
 g : berat vol (isi) =  $\frac{c}{f}$  (gr/cc)  
 h : BJ maksimum (teoritis)  

$$100 \left\{ \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right\}$$
 i :  $\frac{b \cdot X \cdot R}{BJ \text{ aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - b)g}{BJ \text{ agregat}}$  (%)  
 k : (100+i) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \times \frac{l}{i} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \times \frac{g}{h} \right)$   
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

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

Jogjakarta, 1 Februari 2005  
 Peneliti  
 Otok Sumarjono

Tanggal : 5 Februari 2005  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DIJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradasi senjang)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

HASIL PERHITUNGAN MARSHALL TEST DENGAN BERBAGAI VARIASI KADAR LATEK

Kadar Latek	Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0%	1	60.93	6.951	6.8	1185	1189	678	511	2.319	2.43	15.12	80.17	4.71	19.83	76.23	4.71	420	1426.32	1526.16	4.600	331.774
	2	60.85	6.951	6.8	1187	1190	676	514	2.309	2.43	15.06	79.83	5.11	20.17	74.66	5.11	525	1782.9	1913.05	4.570	418.611
	3	60.79	6.951	6.8	1186	1189	675	514	2.307	2.43	15.04	79.77	5.19	20.23	74.35	5.19	455	1545.18	1661.07	4.100	405.139
	Rata"	60.86	6.951	6.8	1186	1189.33	676.33	513	2.312	2.43	15.07	79.92	5.01	20.08	75.08	5.01	467	1584.8	1700.09	4.423	385.175
1%	1	61.25	6.951	6.8	1178	1183	670	513	2.296	2.43	14.97	79.38	5.65	20.62	72.61	5.65	500	1698	1799.88	4.300	418.577
	2	61.20	6.951	6.8	1170	1175	672	503	2.328	2.43	15.17	80.41	4.42	19.59	77.41	4.42	565	1918.74	2037.7	3.650	558.274
	3	61.00	6.951	6.8	1175	1178	671	507	2.318	2.43	15.11	80.12	4.77	19.88	75.99	4.77	570	1935.72	2067.35	4.850	426.258
	Rata"	61.15	6.951	6.8	1174.3	1178.67	671	507.67	2.313	2.43	15.08	79.97	4.95	20.03	75.34	4.95	545	1850.82	1968.31	4.267	467.703
2%	1	61.15	6.951	6.8	1175	1182	676	506	2.322	2.43	15.14	80.28	4.58	19.72	76.76	4.58	660	2241.36	2382.57	4.500	529.459
	2	61.20	6.951	6.8	1175	1180	674	506	2.322	2.43	15.14	80.28	4.58	19.72	76.76	4.58	700	2377.2	2524.59	4.100	615.753
	3	60.85	6.951	6.8	1178	1181	671	510	2.310	2.43	15.06	79.85	5.09	20.15	74.73	5.09	705	2394.18	2568.96	6.000	428.159
	Rata"	61.07	6.951	6.8	1178	1181	673.67	507.33	2.318	2.43	15.11	80.13	4.75	19.87	76.08	4.75	688	2337.58	2492.04	4.867	524.457
3%	1	61.33	6.951	6.8	1175	1179	673	506	2.322	2.43	15.14	80.28	4.58	19.72	76.76	4.58	655	2224.38	2357.84	4.600	512.575
	2	61.50	6.951	6.8	1172	1180	676	504	2.325	2.43	15.16	80.39	4.45	19.61	77.30	4.45	640	2173.44	2288.63	5.000	457.726
	3	61.10	6.951	6.8	1178	1184	678	506	2.328	2.43	15.18	80.48	4.34	19.52	77.76	4.34	650	2207.4	2350.88	4.900	479.772
	Rata"	61.31	6.951	6.8	1175	1181	675.67	505.33	2.325	2.43	15.16	80.38	4.46	19.62	77.27	4.46	648	2201.74	2332.45	4.833	483.358
4%	1	62.32	6.951	6.8	1172	1180	678	502	2.335	2.43	15.22	80.71	4.07	19.29	78.90	4.07	610	2071.56	2195.85	5.200	422.28
	2	61.90	6.951	6.8	1174	1180	675	505	2.325	2.43	15.16	80.37	4.48	19.63	77.20	4.48	600	2037.6	2119.1	3.400	623.266
	3	61.63	6.951	6.8	1170	1182	676	506	2.312	2.43	15.08	79.93	4.99	20.07	75.13	4.99	620	2105.52	2206.58	4.600	478.892
	Rata"	61.95	6.951	6.8	1172	1180.67	676.33	504.33	2.324	2.43	15.15	80.34	4.51	19.66	77.07	4.51	610	2071.56	2173.85	4.400	508.413

t : tebal benda uji (mm)  
 a : % aspal terhadap batuan (%)  
 b : % aspal terhadap campuran (%)  
 c : berat kering/sebelum direndam (gr)  
 d : berat dalam keadaan SSD (gr)  
 e : berat di dalam air (gr)  
 f : volume (isi) = d - e (cc)  
 g : berat vol (isi) =  $\frac{f}{i}$  (gr/cc)  
 h : BJ maksimum (teoritis)  

$$\left\{ 100 \left( \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right) \right\}$$
  
 i :  $\frac{b \cdot \lambda \cdot g}{BJ \text{ aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - h)g}{BJ \text{ agregat}}$  (%)  
 k : (100-i) jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \cdot \frac{i}{j} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \cdot \frac{g}{h} \right)$   
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quintron Marshall g/r (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pemadatan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1.043  
 B.J Agregat : 2.696

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

Jogjakarta, 5 Februari 2005  
 Peneliti  
 Otok Sumarjono

Asal Material : Ciereng Kulonprogro DiJ  
 Jenis Campuran : AC 60-70 (gradasi senjang)  
 Dikerjakan Oleh : Otok Sumarjono

Tanggal : 7 Februari 2005  
 Dihitung Oleh : Otok Sumarjono

HASIL PERHITUNGAN IMMERSION TEST DENGAN BERBAGAI VARIASI KADAR LATEK

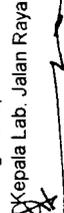
Kadar Latek	Sampel	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
0%	1	60.90	6.951	6.8	1175	1184	677	507	2.318	2.43	15.11	80.12	4.77	19.88	75.99	4.77	400	1358.4	1454.85	2.500	581.939
	2	61.40	6.951	6.8	1171	1179	673	506	2.314	2.43	15.09	80.00	4.91	20.00	75.45	4.91	410	1392.36	1470.33	2.800	525.119
	3	61.25	6.951	6.8	1173	1182	674	508	2.309	2.43	15.05	79.82	5.12	20.18	74.61	5.12	380	1290.48	1367.91	3.000	455.97
	Rata'	61.18	6.951	6.8	1173	1181.67	674.67	507	2.314	2.43	15.08	79.98	4.94	20.02	75.35	4.94	397	1347.08	1431.03	2.767	521.009
1%	1	61.20	6.951	6.8	1180	1189	680	509	2.318	2.43	15.11	80.14	4.74	19.86	76.11	4.74	450	1528.2	1619.89	3.000	539.964
	2	61.00	6.951	6.8	1174	1181	678	503	2.334	2.43	15.22	80.69	4.10	19.31	78.79	4.10	500	1698	1813.46	3.500	518.133
	3	62.04	6.951	6.8	1173	1181	677	504	2.327	2.43	15.17	80.46	4.37	19.54	77.64	4.37	445	1511.22	1567.14	3.500	447.753
	Rata'	61.41	6.951	6.8	1175.7	1183.67	678.33	505.33	2.327	2.43	15.17	80.43	4.40	19.57	77.51	4.40	465	1579.14	1666.83	3.333	501.95
2%	1	61.50	6.951	6.8	1179	1187	680	507	2.325	2.43	15.16	80.39	4.45	19.61	77.31	4.45	610	2071.56	2181.35	3.800	574.04
	2	61.35	6.951	6.8	1172	1180	677	503	2.330	2.43	15.19	80.55	4.26	19.45	78.10	4.26	595	2020.62	2135.8	4.000	533.949
	3	61.20	6.951	6.8	1180	1189	682	507	2.327	2.43	15.17	80.46	4.37	19.54	77.65	4.37	580	1969.88	2087.86	4.100	509.234
	Rata'	61.35	6.951	6.8	1177	1185.33	679.67	505.67	2.328	2.43	15.18	80.47	4.36	19.53	77.69	4.36	595	2020.62	2135	3.967	539.074
3%	1	61.65	6.951	6.8	1175	1183	678	505	2.327	2.43	15.17	80.43	4.40	19.57	77.53	4.40	490	1664.04	1743.91	4.000	435.978
	2	61.40	6.951	6.8	1175	1184	680	504	2.331	2.43	15.20	80.59	4.21	19.41	78.32	4.21	475	1613.1	1703.43	3.900	436.778
	3	60.90	6.951	6.8	1182	1190	682	508	2.327	2.43	15.17	80.44	4.39	19.56	77.54	4.39	500	1698	1818.56	4.200	432.99
	Rata'	61.32	6.951	6.8	1177.3	1185.67	680	505.67	2.328	2.43	15.18	80.49	4.33	19.51	77.80	4.33	488	1658.38	1755.3	4.033	435.249
4%	1	61.35	6.951	6.8	1179	1187	680	507	2.325	2.43	15.16	80.39	4.45	19.61	77.31	4.45	535	1816.88	1920.42	4.750	404.299
	2	61.10	6.951	6.8	1176	1182	677	505	2.329	2.43	15.18	80.50	4.31	19.50	77.87	4.31	580	1969.68	2097.71	3.800	552.029
	3	61.60	6.951	6.8	1179	1185	679	506	2.330	2.43	15.19	80.55	4.26	19.45	78.10	4.26	595	2020.62	2121.65	4.000	530.413
	Rata'	61.35	6.951	6.8	1178	1184.67	678.67	506	2.328	2.43	15.18	80.48	4.34	19.52	77.76	4.34	570	1935.72	2046.59	4.183	495.58

t : tebal benda uji (mm)  
 a : % aspal terhadap batuan (%)  
 b : % aspal terhadap campuran (%)  
 c : berat kering/sebelum diendam (gr)  
 d : berat dalam keadaan SSD (gr)  
 e : berat di dalam air (gr)  
 f : volume (isi) = d - e (cc)  
 g : berat vol (isi) =  $\frac{f}{j}$  (gr/cc)  
 h : BJ maksimum (teoritis)  

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

$$100 \cdot \left( \frac{b \cdot X \cdot g}{BJ \text{ aspal}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right)$$
 i :  $\frac{b \cdot X \cdot g}{BJ \text{ aspal}}$  (%)  
 j :  $\frac{(100 - b)g}{BJ \text{ agregat}}$  (%)  
 k : (100-i-j) Jumlah kandungan rongga (%)  
 l : (100-j) rongga terhadap agregat (%)  
 m :  $\left( 100 \cdot \frac{i}{l} \right)$  rongga yang terisi aspal (VFWA)  
 n : rongga yang terisi campuran  $100 - \left( 100 \cdot \frac{g}{h} \right)$   
 o : pembacaan arloji (stabilitas) (kg)  
 p : 0 x kalibrasi proving ring (kg/division)  
 q : p x koreksi tebal sample (stabilitas) (kg)

r : flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM : Quinton Marshall gr (kg/mm)  
 Suhu pencampuran : ± 160°C  
 Suhu pematangan : ± 140°C  
 Suhu waterbath : 60°C  
 B.J Aspal : 1.043  
 B.J Agregat : 2.696

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

Jogjakarta, 7 Februari 2005  
 Peneliti  
  
 Otok Sumarjono