

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 25 September 2005  
NO. JUDUL : 001620  
NO. INV. : 52 0001630001  
NO. INDUK. :

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH SUHU DAN LAMA PERENDAMAN AIR HUJAN PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN PERKERASAN HRS B DENGAN BAHAN TAMBAH RETONA

*The Effect Of Temperature and Immersion Time Of Rain Water On  
Characteristics Of HRS B Paving Mixture With Retona As Additive*



Disusun Oleh :

**ACHMAD RIZALDI HASSANNOESI**

No. Mhs : 97 511 054

NIRM : 970051013114120384

**SLAMET WIDODO**

No. Mhs : 97 511 074

NIRM : 970051013114120065

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

**PENGARUH SUHU DAN LAMA PERENDAMAN AIR HUJAN  
PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN PERKERASAN HRS B  
DENGAN BAHAN TAMBAH RETONA  
(Penelitian Laboratorium Jalan Raya)**

**SKRIPSI**

Disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat ujian akhir  
guna memperoleh gelar sarjana jenjang strata I Jurusan Teknik Sipil pada  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

Achmad Rizaldi Hassannoesi 97 511 054

Slamet Widodo 97 511 074

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

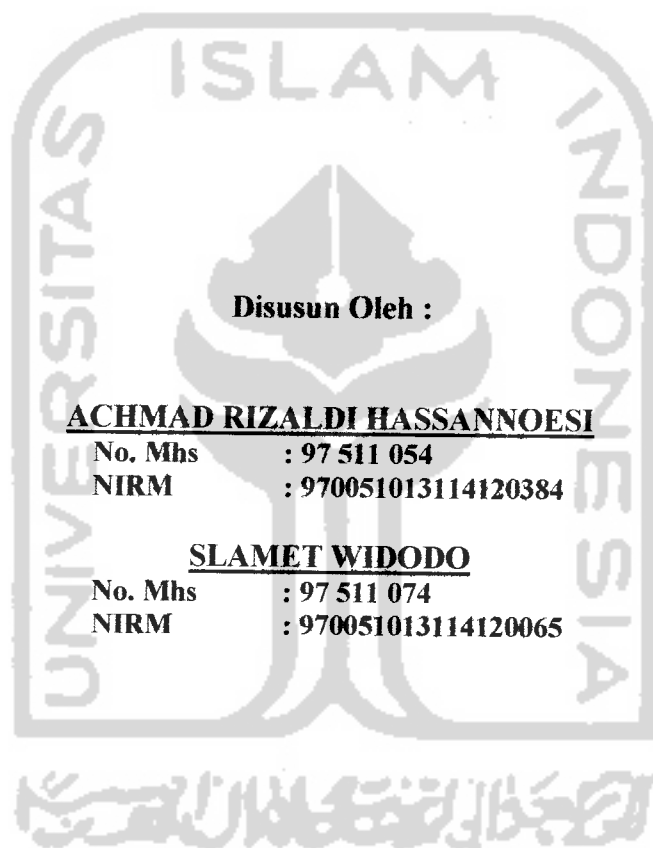
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2005**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUHU DAN LAMA PERENDAMAN AIR HUJAN  
PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN PERKERASAN HRS B  
DENGAN BAHAN TAMBAH RETONA  
(Penelitian Laboratorium Jalan Raya)**



**Disusun Oleh :**

**ACHMAD RIZALDI HASSANNOESI**

No. Mhs : 97 511 054  
NIRM : 970051013114120384

**SLAMET WIDODO**

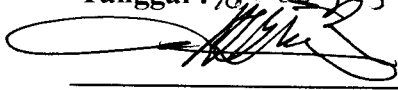
No. Mhs : 97 511 074  
NIRM : 970051013114120065

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. Subarkah, MT**  
**Dosen Pembimbing I**

**Ir. H. Balya Umar, MSc**  
**Dosen Pembimbing II**

  
Tanggal : 18-06-2015

  
Tanggal : 18-06-15

## MOTTO

*“Ilmu Enggan Terhadap Pemuda yang Congkak, Seperti Banjir Enggan  
Terhadap Tempat yang Tinggi.”*

*(Said Hawwa)*

*“Dahulukan Kesucian Jiwa daripada Kejelekan  
Akhlak dan Keburukan Sifat, Karena Ilmu adalah  
Ibadahnya Hati, Shalatnya Jiwa, dan  
Peribadatannya Batin Kepada Allahi.*

*( Said Hawwa )*

*Tiada Kekayaan Yang Lebih Baik daripada  
Kemurahan Hati, Tiada Kehormatan Diri  
Yang Lebih Baik daripada  
Tawadhu/Rendah Hati*

*( Sayiddina Ali Bin Abi Thalib )*

## PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini dengan segala kerendahan dan keikhlasan hati kami persembahkan untuk:*

### *ALLAH SWT*

*Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam, pertama dan terakhir, lahiriah dan bathiniah, sepadan dengan kebesaran firman-Nya, seberat 'Arsy-Nya, seluas ridha-Nya, Terima kasih ya Allah ya Rabbi atas segala karunia, anugerah dan kemudahan yang Engkau berikan kepada kami sehingga satu amanah-Mu dapat kami selesaikan. Shalawat dan salam senantiasa tetap tercurah kepada Baginda Rasufullah Muhammad SAW, Nabi sejati, pembawa risalah Allah dan pembawa kebenaran yang selalu kunanti syafaatnya di yaumul akhir nanti.*

*Keluarga Besar A. RIZALDIE HASSANNOESI dan SLAMET WIDODO  
Terima kasih atas cinta, kasih sayang, nasihat, perhatian, pengorbanan, kepercayaan, doa yang tiada pernah henti mengiringi kami dan segala yang telah diberikan dengan ikhlas dan tulus selama ini*

### *Anak-anak Kelas E Sipil 97 VII*

*Akhirnya kami sukses juga. Untuk teman-teman yang lagi nyusul "kalian pasti berhasil", Teguh dan Ari "kalian yang sabar ya dalam menghadapi persoalan, Tuhan itu Maha Adil, insya Allah pasti ada jalan, ingat di balik kesusahan ada kemudahan"*

### *Masyarakat Papua*

*Lebih dari sekedar sebuah nama, PAPUA merupakan identitas kodrati yang khas, penuh misteri. Kalau kemudian tanah dan manusia Papua berbeda dengan tanah dan manusia Indonesia atau bahkan Amerika, itu bukan alasan untuk dibedakan demi alasan politis dan rasial, namun justru itulah adanya sejak diciptakan oleh Sang Maha Pencipta, jadi lupakan semua perbedaan yang ada,, "Pace dan Mace mari kitong sama-sama bangun Papua tercinta"*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr Wb

Segala puji kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam, pertama dan terakhir, lahiriah dan bathiniah, yang kepada siapa kita dan seluruh alam ini paling pantas untuk bersujud. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, Nabi sejati, pembawa risalah Allah, yang mengorbankan seluruh waktunya semata-mata untuk berjuang di jalan-Nya. Juga kepada keluarga, para sahabat dan pengikut sejatinya hingga akhir zaman. Amin.

Alhamdulillahirobbil'alamiin, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "PENGARUH SUHU DAN LAMA PERENDAMAN AIR HUJAN PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN PERKERASAN HRS B DENGAN BAHAN TAMBAH RETONA" (Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS UII) dengan sebaik-baiknya.

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Ucapan terima kasih, khususnya kami sampaikan kepada :

1. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Ir. Ade Ilham, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
4. Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Penguji.
5. Ir. H. Balya Umar, MSc, selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Dosen Penguji.
6. Ir. H. Iskandar S, MT, selaku Dosen Penguji.
7. Mas Kamto dan Mas Pranoto, selaku petugas Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia.
8. Ayah dan Ibu, Keluarga tercinta, atas doa, kesabaran, kasih sayang dan dorongan yang telah diberikan kepada ananda selama ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Jalan Raya, “Eka Mandeng, Ardho, Dian, Imra, Inggit, Andi, Sueb, Otok”, yang telah memberikan doa dan bantuan dengan segala keikhlasannya.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kami sangat mengharapkan adanya saran, masukan dan kritik dari pembaca.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, Amin.

Wabillahittaufig wal hidayah, Wassalaamu'alaikum Wr Wb.

Jogyakarta, Mei 2005

Penyusun

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b>		i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>		ii
<b>MOTTO</b>		iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>		iv
<b>KATA PENGANTAR</b>		v
<b>DAFTAR ISI</b>		vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>		xii
<b>DAFTAR TABEL</b>		xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>		xvii
<b>DAFTAR ISTILAH</b>		xxi
<b>INTISARI</b>		xxiv
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Tujuan Penelitian	3
	1.3 Manfaat Penelitian	3
	1.4 Batasan Penelitian	3
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
	2.1 Maksud	5
	2.2 Pembahasan	8



## **BAB III      LANDASAN TEORI**

3.1	Perkerasan Jalan	10
3.2	Karakteristik Perkerasan	10
3.2.1	Stabilitas ( <i>Stability</i> )	11
3.2.2	Durabilitas ( <i>Durability</i> )	11
3.2.3	Kelenturan ( <i>Flexibility</i> )	11
3.2.4	Ketahanan Geser ( <i>Skid Resistance</i> )	12
3.2.5	Ketahanan Kelelahan ( <i>Fatigue Resistance</i> )	12
3.2.6	Kemudahan Untuk Dikerjakan ( <i>Workability</i> )	12
3.3	Pengertian Hot Rolled Sheet	13
3.3.1	Fungsi Hot Rolled Sheet	15
3.3.2	Sifat Hot Rolled Sheet	15
3.4	Bahan Penyusun Hot Rolled Sheet	15
3.4.1	Agregat	15
3.4.1.1	Ukuran Butiran Dan Gradasi	16
3.4.1.2	Bentuk Butiran ( <i>Particle Shape</i> )	18
3.4.1.3	Tekstur Permukaan ( <i>Surface Texture</i> )	18
3.4.1.4	Porositas ( <i>Absorption</i> )	19
3.4.1.5	Kebersihan ( <i>Cleanliness</i> )	19
3.4.1.6	Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> )	19
3.4.1.7	Kekuatan dan Kekerasan ( <i>Toughness</i> )	20
3.4.2	Retona	21
3.4.3	Aspal Keras ( <i>AC Penetrasi 60/70</i> )	23

	3.5	Air Hujan	26
	3.6	Parameter Marshall Test	27
	3.6.1	Stabilitas	27
	3.6.2	Kelelahan ( <i>Flow</i> )	28
	3.6.3	Kepadatan ( <i>Density</i> )	28
	3.6.4	<i>Volume of Voids Filled with Asphalt (VFA)</i>	29
	3.6.5	<i>Voids In Mix (VIM)</i>	31
	3.6.6	<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	32
<b>BAB IV</b>		<b>HIPOTESIS</b>	33
<b>BAB V</b>		<b>METODE PENELITIAN</b>	
	5.1	Metode Penelitian	34
	5.2	Cara Memperoleh Data	36
	5.2.1	Lokasi, Bahan Dan Alat Penelitian	36
	5.2.1.1	Lokasi Penelitian	36
	5.2.1.2	Bahan Penelitian	36
	5.2.1.3	Alat Penelitian	36
	5.2.2	Pengujian Bahan	39
	5.2.2.1	Pengujian Agregat	39
	5.2.2.2	Pengujian Aspal	39
	5.2.3	Pengujian Campuran	40
	5.2.3.1	Perencanaan Campuran	40
	5.2.3.2	Perancangan Benda Uji	41

5.2.3.3	Pembuatan Benda Uji	42
5.2.3.4	Cara Pengujian	43
5.3	Analisis	44

## **BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

6.1	Hasil Pemeriksaan Bahan	48
6.2	Hasil Pemeriksaan Campuran HRS B	50
6.2.1	Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal Tanpa Retona	50
6.2.2	Kadar Aspal Optimum	59
6.2.3	Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal dan Retona60	
6.2.4	Karakteristik Marshall Campuran HRS B Dengan Retona KAO 2 %	62
6.2.4.1	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai Density	62
6.2.4.2	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai VIM	64
6.2.4.3	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai VFA	67
6.2.4.4	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai VMA	69
6.2.4.5	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai Stabilitas	72

6.2.4.6	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai <i>Flow</i>	75
6.2.4.7	Pengaruh Penambahan Proporsi Retona dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i>	78
6.3	Kenaikkan dan Penurunan Suhu Perendaman Air Hujan dan Air Murni	82
6.4	Indeks Kekuatan Sisa	84
6.4.1	Indeks Kekuatan Sisa Air Hujan	85
6.4.2	Indeks Kekuatan Sisa Air Murni	87
6.5	Perendaman 3 Hari di alam terbuka	90
6.5.1	Hasil Pengujian Sampel terhadap Perendaman Air Hujan 3 Hari	91
6.6	Pengaruh Kadar Retona terhadap Sifat Sisa Aspal	92
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
7.1	Kesimpulan	96
7.2	Saran	98
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 3.1	Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal	27
2. Gambar 3.2	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal	28
3. Gambar 3.3	Grafik Hubungan Density dengan Kadar Aspal	29
4. Gambar 3.4	Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal	30
5. Gambar 3.5	Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal	31
6. Gambar 3.6	Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal	32
7. Gambar 6.1	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Density</i>	51
8. Gambar 6.2	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VIM	52
9. Gambar 6.3	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VFA	53
10. Gambar 6.4	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA	54
11. Gambar 6.5	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas	55
12. Gambar 6.6	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai <i>Flow</i>	56
13. Gambar 6.7	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai MQ	57
14. Gambar 6.8	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Density Untuk Retona 5%-25%	63
15. Gambar 6.9	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Density Untuk Retona 0,5%-4%	64
16. Gambar 6.10	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VIM Untuk Retona 5%-25%	65

17. Gambar 6.11	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VIM Untuk Retona 0,5%-4%	66
18. Gambar 6.12	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VFA Untuk Retona 5%-25%	68
19. Gambar 6.13	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VFA Untuk Retona 0,5%-4%	69
20. Gambar 6.14	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA Untuk Retona 5%-25%	70
21. Gambar 6.15	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA Untuk Retona 0,5%-4%	71
22. Gambar 6.16	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Untuk Retona 5%-25%	73
23. Gambar 6.17	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Untuk Retona 0,5%-4%	74
24. Gambar 6.18	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Flow Untuk Retona 5%-25%	76
25. Gambar 6.19	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Flow Untuk Retona 0,5%-4%	77
26. Gambar 6.20	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Marshall Quotient Untuk Retona 5%-25%	79
27. Gambar 6.21	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Marshall Quotient Untuk Retona 0,5%-4%	80
28. Gambar 6.22	Indeks Kekuatan Sisa Perendaman Air Hujan	86

29. Gambar 6.23	Indeks Kekuatan Sisa Perendaman Air Murni	88
30. Gambar 6.24	Grafik Hubungan antara Aspal+Retona dan Aspal+ <i>Filler</i> Dengan Nilai Penetrasi	93
31. Gambar 6.25	Grafik Hubungan antara Aspal+Retona dan Aspal+ <i>Filler</i> Dengan Nilai Titik Lembek	94
32. Gambar 6.26	Grafik Hubungan antara Aspal+ Retona dan Aspal+ <i>Filler</i> Dengan Nilai Indeks Penetrasi	95

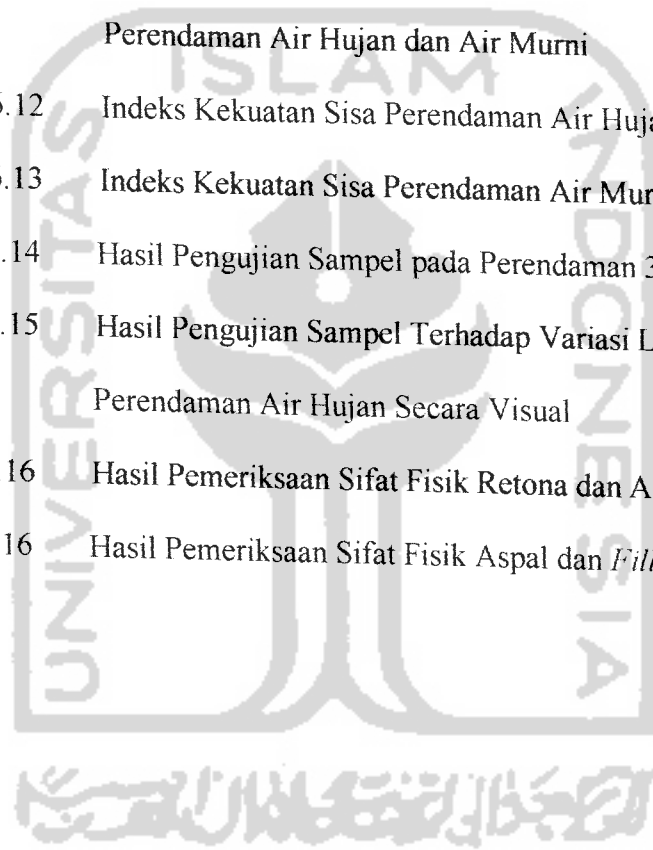


## DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1	Perbedaan HRS A dan HRS B	14
2. Tabel 3.2	Spesifikasi Gradasi Agregat HRS B	17
3. Tabel 3.3	Persyaratan Agregat Kasar	17
4. Tabel 3.4	Persyaratan Agregat Halus	18
5. Tabel 3.5	Karakteristik Retona	21
6. Tabel 3.6	Perbandingan Karakteristik Epure, Retona dan Asbuton Mikro	23
7. Tabel 3.7	Persyaratan Aspal Keras	24
8. Tabel 5.1	Koreksi Tebal Benda Uji	46
9. Tabel 6.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	48
10. Tabel 6.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	49
11. Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Sifat Aspal Jenis AC 60/70	49
12. Tabel 6.4	Hasil Uji <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal tanpa Retona	50
13. Tabel 6.5	Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton untuk Lalu Lintas Berat	58
14. Tabel 6.6	Persyaratan Campuran Lapis Tipis Aspal Beton untuk < 1 juta Esa/tahun	59
15. Tabel 6.7	Kadar Aspal Optimum	60



16. Tabel 6.8	Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran Aspal dengan Retona Kadar 5%-25%	60
17. Tabel 6.9	Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran Aspal dengan Retona Kadar 0,5%-4%	61
18. Tabel 6.10	Kadar Retonal Optimum	81
19. Tabel 6.11	Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal dan Retona pada Perendaman Air Hujan dan Air Murni	82
20. Tabel 6.12	Indeks Kekuatan Sisa Perendaman Air Hujan	85
21. Tabel 6.13	Indeks Kekuatan Sisa Perendaman Air Murni	87
22. Tabel 6.14	Hasil Pengujian Sampel pada Perendaman 3 hari	90
23. Tabel 6.15	Hasil Pengujian Sampel Terhadap Variasi Lama Waktu Perendaman Air Hujan Secara Visual	91
24. Tabel 6.16	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Retona dan Aspal	92
25. Tabel 6.16	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dan <i>Filler</i>	92



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Pengantar Permohonan Judul Tugas Akhir	1
2. Surat Pengantar Permohonan Bimbingan Tugas Akhir Untuk DP I	2
3. Surat Pengantar Permohonan Bimbingan Tugas Akhir Untuk DP II	3
4. Kartu Peserta Tugas Akhir	4
5. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent Data</i>	5
6. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	6
7. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub>	7
8. Pemeriksaan Daktilitas (Ductility) / Residu	8
9. Pemeriksaan Penetrasi Aspal	9
10. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	10
11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	11
12. Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)	12
13. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	13
14. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar	14
15. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	15
16. Pemeriksaan Ekstrasi Retona	16
17. Pemeriksaan Berat Jenis Filler Retona I	17
18. Pemeriksaan Berat Jenis Filler Retona II	18
19. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + Filler 2 %	19
20. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + Filler 4 %	20

21. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + Retona 2 %	21
22. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + Retona 4 %	22
23. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 6,0 %	23
24. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 6,5 %	24
25. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 7,0 %	25
26. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 7,5 %	26
27. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 8,0 %	27
28. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Aspal 6,0 % dan 6,5 %	28
29. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Aspal 7,0 % dan 7,5 %	29
30. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Aspal 8,0 %	30
31. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 0,5 %	31
32. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 1,0 %	32
33. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 1,5 %	33
34. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 2,0 %	34
35. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 3,0 %	35
36. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 4,0 %	36
37. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 5 %	37
38. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 10 %	38
39. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 15 %	39
40. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 20 %	40
41. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Retona 25 %	41
42. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 0 % dan 0,5 %	42
43. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 1,0 % dan 1,5 %	43

44. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 2,0 % dan 3,0 %	44
45. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 4,0 %	45
46. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 5 % dan 10 %	46
47. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 15 % dan 20 %	47
48. Hasil Perhitungan Marshall Test untuk Kadar Retona 25 %	48
49. Pemeriksaan Penetrasi Aspal + Filler 2 %	49
50. Pemeriksaan Penetrasi Aspal + Filler 4 %	50
51. Pemeriksaan Penetrasi Aspal + Retona 2 %	51
52. Pemeriksaan Penetrasi Aspal + Retona 4 %	52
53. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan IKS KAO 0,5 Jam	53
54. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan IKS KAO 24 Jam	54
55. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni IKS KAO 0,5 Jam	55
56. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni IKS KAO 24 Jam	56
57. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan IKS Retona 0,5 Jam	57
58. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan IKS Retona 24 Jam	58
59. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni IKS Retona 0,5 Jam	59

60. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni IKS Retona 24 Jam	60
61. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan PKSP 0,5 Jam (suhu 50°C, 60°C & 70°C)	61
62. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan PKSP 24 Jam (suhu 50°C, 60°C & 70°C)	62
63. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni PKSP 0,5 Jam (suhu 50°C, 60°C & 70°C)	63
64. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Murni PKSP 24 Jam (suhu 50°C, 60°C & 70°C)	64
65. Hasil Perhitungan Marshall Test Pada Perendaman Air Hujan 3 Hari (Retona Optimum & KAO)	65
66. Tabel Spesifikasi Gradasi Agregat Campuran dan Gambar Lengkung Gradasi	66
67. Contoh Perhitungan Pemakaian Retona dalam Sampel Campuran Aspal	67

## DAFTAR ISTILAH

1. AC = *Asphalt Concrete*, lapisan aspal beton, laston
2. Agregat = formasi kulit bumi yang keras dan padat, batu
3. Agregat halus = agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No.8
4. Agregat kasar = agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.8
5. Agregat bergradasi senjang = agregat yang distribusi ukuran butirnya tidak menerus, atau ada bagian ukuran yang tidak ada, jika ada hanya sedikit sekali
6. Aspal = didefinisikan sebagai material perekat dengan unsur utama bitumen
7. Bahan pengisi (*filler*) = agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No.200
8. Durabilitas = keawetan, kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur
9. Ekstraksi = pekerjaan mengurai kembali bahan pembentuk beton aspal
10. ESA = Equivalent Standard Single Axle, lintasan sumbu standar 18000 pon

11. *Fatigue resistance* = ketahanan terhadap kelelahan, kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak
12. Fleksibilitas = kelenturan, kemampuan beton aspal untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume
13. Gradasi = susunan butir agregat sesuai ukurannya
14. Gradasi ideal = nilai tengah dari rentang gradasi pada spesifikasi gradasi agregat
15. HRS = *Hot Rolled Sheet*, lapis tipis aspal beton, lataston
16. Kadar aspal optimum = kadar aspal tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran beton aspal
17. Kelelahan = nilai *flow* yang diperoleh dari pengujian *Marshall*
18. Laston = Lapisan Aspal Beton, beton aspal bergradasi menerus
19. *Marshall Quotient* = hasil bagi/ratio antara stabilitas dan *flow*
20. Retona = *Refinered Butonit Asphalt*, produk aspal alam Ekstrasi dari aspal Batu Buton dengan teknik rengkap yang dikembangkan dan dipatenkan oleh PT Olah Bumi Mandiri (OBM)
21. Selimut aspal = film aspal, adalah tebal lapisan aspal yang menyelimuti butir agregat, tidak termasuk yang terabsorbsi
22. *Skid resistance* = tahanan geser, kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, atau slip

23. Stabilitas = kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*corrugating*), alur dan *bleeding*
24. VFA = volume pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat yang terisi oleh aspal, dinyatakan dalam % terhadap VMA
25. VIM = volume pori dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam % terhadap volume *bulk* beton aspal padat
26. VMA = volume pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam % terhadap volume *bulk* beton aspal padat





## INTISARI

Air adalah faktor utama kerusakan pada perkerasan jalan. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya genangan air diatas permukaan jalan apabila tidak didukung oleh kemiringan jalan yang baik dan system drainase yang memadai. Sifat keasaman air hujan ini juga dapat mempercepat kerusakan yang terjadi pada struktur-struktur bangunan. Penggunaan aspal yang tidak dimodifikasi biasanya sulit memenuhi kriteria yang harus dipunyai oleh perkerasan yang baik dan bermutu. Retona (Refinered Butonit Asphalt) merupakan hasil ekstraksi dari aspal Buton yang mempunyai sifat unggul dibandingkan dengan aspal hasil destilasi minyak bumi. Retona dapat menjadi salah satu bahan alternatif untuk memperbaiki kinerja aspal. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi penggunaan Retona sebagai bahan pengganti aspal terhadap karakteristik Marshall pada campuran HRS B dengan perendaman air hujan dan air murni.

Setelah dilakukan penelitian bahan, dibuat benda uji untuk mencari KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan analisis Marshall. Untuk acuan digunakan spesifikasi teknis Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002 dan sebagai pembanding digunakan spesifikasi menurut Bina Marga 1987. Setelah didapat KAO, dicari Retona Optimum sebagai pengganti aspal dan filler. Kemudian dari hasil tersebut, dibuat benda uji dengan KAO dan Retona Optimum sebagai pembanding variasi rendaman air hujan dan air murni. Untuk penambahan 0,5 % KAO dan pengurangan 0,5 % KAO digunakan untuk mencari nilai IKS (Indeks Kekuatan Sisa). Sedangkan untuk variasi suhu (50°C, 60°C dan 70°C) digunakan untuk mencari sifat ketahanan dari campuran terhadap perubahan suhu. Yang terakhir adalah pengujian benda uji perendaman air hujan selama 3 hari dilakukan di alam terbuka, kemudian dilakukan pengujian di laboratorium dengan uji Marshall.

Hasil penelitian ekstraksi retona didapat hasil kandungan kadar bitumennya sebesar 0,55 % dan kadar fillernya sebesar 0,45 %. Untuk Kadar Aspal Optimum dicapai pada kadar aspal 6,3 %, sedangkan untuk Retona Optimum adalah 2,0 %. Dari hasil IKS menunjukkan nilai stabilitas dan flow campuran yang direndam air hujan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang direndam air murni. Kecenderungan ini ditunjukkan juga dengan rendahnya nilai stabilitas bila campuran memakai KAO dibandingkan dengan memakai Retona Optimum. Untuk penurunan dan kenaikan suhu perendaman dari suhu standar 60°C yaitu 50°C, 60°C dan 70°C menunjukkan nilai stabilitas campuran KAO lebih rendah dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran Retona Optimum. Dari kecenderungan ini aspal yang dimodifikasi dengan Retona lebih tahan terhadap pengaruh penurunan dan kenaikan suhu perendaman dibandingkan dengan hanya memakai aspal biasa saja. Sedangkan untuk perendaman 3 hari di alam terbuka menunjukkan nilai stabilitas dan flow dari campuran yang menggunakan Retona Optimum cenderung lebih tahan terhadap pengaruh sifat keasaman air hujan dibandingkan dengan pemakaian tanpa menggunakan Retona.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun silam, masalah perkerasan jalan banyak berkisar pada desain perkerasan, beban berlebih (*over loading*), kerusakan struktur dan usaha-usaha untuk meningkatkan ketahanan perkerasan terhadap beban lalu lintas.

Akhir-akhir ini, pada perkerasan jalan timbul permasalahan baru yaitu kerusakan yang disebabkan kualitas bahan, terutama aspal. Kerusakan yang timbul antara lain bergelombang, basah (*bleeding*), terkelupas, rontok dan sebagainya.

Selain kualitas bahan, salah satu penyebab kerusakan perkerasan jalan yaitu air, khususnya air hujan. Curah hujan yang tinggi menyebabkan terjadinya genangan air terutama pada jalan yang tidak didukung oleh drainase dan kemiringan yang baik. Genangan air hujan ini dapat meresap kedalam lapis permukaan sehingga mempengaruhi kelekatan aspal terhadap butiran agregat. Kerusakan yang ditimbulkan yaitu lapis permukaan menjadi *porous* (tembus air). Hal ini dapat mengakibatkan umur perkerasan menjadi turun

Seiring dengan hal tersebut, penggunaan aspal sebagai bahan campuran perkerasan dituntut untuk dapat memenuhi persyaratan spesifikasi dan pelayanan lalu lintas yang semakin padat. Penggunaan aspal yang tidak dimodifikasi akan sulit memenuhi kriteria perkerasan yang baik dan bermutu.

Berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kinerja aspal, beberapa bahan kimia ditambahkan. Salah satunya adalah retona (*Refined Butonit Asphalt*). Retona adalah aspal alam dari batu buton yang diproduksi oleh PT Olah Bumi Mandiri dengan menggunakan metode ekstraksi. Ada dua jenis retona yaitu retona berbentuk mastik (B6060) dan retona berbentuk serbuk (P6014).

Pemilihan retona dalam penelitian ini disebabkan retona mempunyai sifat unggul dibanding aspal biasa karena tidak melewati proses pengolahan (*refinery*) sebagaimana aspal biasa yang dihasilkan dari minyak bumi.

*Hot Rolled Sheet* (HRS) adalah salah satu lapis permukaan (*surface course*) yang terdiri dari agregat bergradasi timpang (*gap graded*), *filler* dan aspal keras, yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas. Pelaksanaan HRS umumnya dilakukan pada jalan yang telah beraspal dan stabil serta jalan yang mulai retak-retak (*cracks*). HRS terdiri dari 2 type, yaitu HRS A dan HRS B, dimana penggunaannya tergantung pada tuntutan lalu lintas yang akan lewat.

Dipilihnya campuran HRS B dalam penelitian ini karena mempunyai sifat daya tahan terhadap kelelahan yang tinggi dan juga kecocokan sifatnya dengan iklim Indonesia yang mempunyai curah hujan dan frekuensi sinar matahari yang tinggi yang menuntut perkerasan lapis permukaan yang cenderung ekstra lebih kedap air dan tahan terhadap kedap oksidasi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mempelajari perilaku *Hot Rolled Sheet B* (HRS B) antara lain *stability, density, voids in mixture* ( VIM ), *volume of voids filled with asphalt* (VFA), *flow, voids in mineral aggregate* ( VMA ) dan *Marshall Quotient* (MQ) yang menggunakan Retona sebagai bahan pengganti dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa Retona. Selain itu juga dievaluasi Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran HRS B yang diperoleh dari perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion*) dengan air biasa (tawar) dan air hujan dan juga dievaluasi untuk kenaikan suhu perendaman pada perendaman *Marshall* .

## 1.3 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan sejauh mana kegunaan Retona yang merupakan cadangan sumber daya alam dari Aspal Buton sebagai bahan tambah dalam memperbaiki sifat-sifat aspal sehingga sifat fisiknya menjadi lebih baik serta dapat memperpanjang umur pekerasan.

## 1.4 Batasan Penelitian

Untuk memudahkan dalam menganalisis, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut :

1. Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang (*gap graded*) untuk campuran HRS B berdasarkan *Central Quality Control and Monitoring Unit*, Bina Marga 1988.

2. Pada penelitian ini bahan dan material yang digunakan didasarkan pada spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002.
3. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 dengan variasi kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 %, 8 %.
4. Bahan tambah yang digunakan adalah Retona dengan variasi 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %.
5. Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test* dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS).
6. Bahan tambah Retona berupa Retona powder (berbentuk serbuk), dari PT. Olah Bumi Mandiri.
7. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari Clereng, Kulon Progo.
8. Penelitian terbatas pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang terjadi antara Aspal dan Retona.
9. Tidak membahas teknik pengolahan Retona..
10. Kadar aspal optimum dicari dengan variasi kadar aspal.
11. Penelitian pH yang terkandung dalam air biasa dan air hujan.
12. Perilaku yang dipelajari yaitu perbandingan antara pemakaian bahan tambah dan tanpa bahan tambah Retona pada campuran HRS B terhadap perendaman air hujan dan air biasa (tawar) dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam dan juga kenaikan suhu perendaman.
13. Penelitian ini dibatasi hanya pada pengujian *Marshall* dan perendaman *Marshall (Marshall Immersion)*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Beberapa penelitian tentang penggunaan bahan tambah pada lapis perkerasan lentur yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pemakaian bahan tambah dapat menaikkan kinerja perkerasan lentur khususnya aspal. Penelitian-penelitian tersebut dibahas di bawah ini.

Menurut Adi Hartadi dan Andi Mulyono Dwi Prasetyo (1999) dalam penelitiannya dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Additive Chemcrete* Pada Lapis Keras Lentur HRA dan AC”, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa *additive Chemcrete* dengan variasi 1,5 % - 2,5 % untuk campuran HRA mampu meningkatkan nilai stabilitas sebesar 6,99 % sampai 28 % seiring dengan semakin lamanya proses *curing* yang dilakukan bila dibandingkan dengan konvensional, demikian pula dengan campuran AC mampu meningkatkan nilai stabilitas 4,31 % sampai 26,4 % bila dibandingkan dengan konvensional (tanpa bahan *additive*). Jika dilihat dari peningkatan persentase nilai stabilitasnya terhadap campuran HRA lebih peka terhadap *additive Chemcrete*.

Menurut M. Bustanil Arifin dan M. Avif Maulana (2003) penelitiannya dengan topik “Pengaruh Penggunaan Busa Lateks Sebagai Additive Terhadap Karakteristik Marshall Dan Permeabilitas Beton Aspal (AC)”, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah busa lateks dapat dimanfaatkan sebagai bahan

tambah (*additive*) untuk campuran beton aspal. Berdasarkan karakteristik Marshall (stabilitas, *flow*, VFWA, VITM, dan *Marshall Quotient*) penambahan kadar limbah busa lateks pada interval 0 % sampai 0,7 % memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (1987). Campuran beton aspal dengan limbah busa lateks (LBL) memiliki nilai stabilitas, *flow*, VFWA dan Indeks Perendaman (IP) lebih tinggi, sedangkan VITM dan *Marshall Quotient* (MQ) lebih rendah untuk campuran beton aspal dengan penggunaan LBL dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL. Koefisien permeabilitas campuran beton aspal dengan LBL lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa LBL. Berdasarkan klasifikasi yang dibuat Mullen (1967), nilai koefisien permeabilitas beton aspal dengan dan tanpa limbah busa lateks termasuk dalam klasifikasi *practically impervious*.

Menurut Ariya Asghara dan Djasun Dasa Eka (2003) dalam penelitiannya dengan judul “Pengaruh Penurunan Temperatur Pematatan Pada *Hot Rolled Asphalt* Dengan Bahan Tambah Limbah Ban Karet Terhadap *Marshall Properties*, Angka *Poisson* dan Deformasi Plastis”, hasil penelitiannya dengan mempertimbangkan seluruh komponen *Marshall* yang meliputi stabilitas, *flow*, VITM, VFWA, *density* dan *Marshall Quotient* (MQ) menunjukkan bahwa penambahan ban karet pada campuran HRA tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983, ketika dilakukan pematatan. Untuk angka *poisson*, kedua jenis campuran HRA menghasilkan nilai tambah pada temperatur pematatan 134°C. Hal ini menunjukkan kecilnya nilai perbandingan antara rongga lateral dan rongga aksial campuran karena beban sejajar sumbu, sehingga

campuran memiliki stabilitas tinggi. Nilai Stabilometer terbesar kedua jenis campuran mengindikasikan kecilnya deformasi plastis yang terjadi, diperoleh pada temperatur pemadatan 129°C.

Menurut Roberto dan Wiwin Anindya (2002) meneliti dengan judul “Pengaruh Penurunan Temperatur Pemadatan Optimum Pada campuran HRS-B Dengan Dan Tanpa Serat Selulosa”, dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa penurunan temperatur pemadatan optimum menghasilkan sifat-sifat *Marshall* yang berbeda tetapi nilai Modulus Kekakuan tidak mengalami perubahan yang besar, dimana temperatur pemadatan minimum HRS B yang masih memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah 120°C sedangkan pengaruh penambahan Serat Selulosa dengan kadar 0,3 % pada campuran HRS B tidak terbukti meningkatkan nilai *Marshall* dan Modulus Kekakuannya.

Menurut Nabil I. Kamel dan Laverne J. Miller (1994) meneliti dengan judul “*Comparative Performance of Pavement Mixes Containing Conventional and Engineered Asphalt*”, dari hasil penelitiannya diperoleh hasil bahwa dengan penggunaan aspal maksimum untuk aspal mutu tinggi sangat penting dalam upaya mengatasi masalah *rutting* pada perkerasan jalan. Dengan penggunaan aspal premi dan polimer aspal yang dimodifikasi, bahaya *rutting* dapat dikurangi hingga mencapai 50 %, dengan peningkatan daya dukung hingga mencapai 300 %. Tiga karakteristik penting sifat fisik aspal yang mempengaruhi perkerasan jalan yaitu kekentalan mutlak pada 60°C, penetrasi temperatur rendah pada suhu 4°C dan kepekaan aspal terhadap temperatur. Aspal premi yang merupakan hasil rekayasa, menunjukkan peningkatan yang *signifikan* terhadap pengaruh suhu tinggi,



menengah maupun rendah terhadap aspal yang tidak dimodifikasi. Peningkatan *signifikan* juga terjadi pada ketahanan terhadap kelelahan perkerasan aspal dan terhadap temperatur yang selalu berubah-ubah.

Menurut Moh.Cahyadi Sutopo dan Happy Damarasih (2003) meneliti dengan judul “Pengaruh Penggunaan Retona Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik *Marshall* Dan Permeabilitas Campuran Beton Aspal (AC)”, dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa bahan tambah retona dengan variasi 0 % sampai dengan 15 % cenderung meningkatkan nilai density dan nilai VFWA, sedangkan nilai VITM dan nilai VMA mengalami penurunan. Penambahan retona untuk interval 0 % sampai dengan 6 % meningkatkan nilai stabilitas dan nilai *Marshall Quotient* sedangkan nilai *flow* dengan interval yang sama mengalami penurunan. Untuk uji permeabilitas dari hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran beton aspal yang menggunakan retona kurang kedap dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa retona. Namun berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang disyaratkan oleh Mullen (1967), maka secara keseluruhan campuran yang menggunakan retona masuk dalam kategori hampir kedap (*Practically Impervious*).

## 2.2 Pembahasan

Jika dilihat dari beberapa penelitian diatas, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa telah dilakukan beberapa upaya untuk memperbaiki kinerja aspal dengan mengganti bahan penyusun *filler* dan menunjukkan hasil yang memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan. Begitu juga dengan penelitian tentang Retona

sebagai bahan tambah terhadap campuran aspal beton (AC) yang memiliki kecenderungan untuk meningkatkan nilai stabilitas, *density*, VFWA dan *Marshall Quotient*. Ditinjau dari beberapa hal diatas dan dilihat dari bentuk retona yang mempunyai butiran yang halus maka upaya untuk menggunakan retona sebagai bahan tambah pada campuran HRS dapat dilaksanakan.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah salah satu konstruksi yang terdiri dari beberapa lapisan dan terletak di atas tanah dasar, baik berupa tanah asli maupun timbunan yang telah dipadatkan dan berfungsi memikul / menahan beban lalu lintas.

Konstruksi perkerasan jalan dikelompokkan menjadi 3 jenis, antara lain :

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

#### **3.2 Karakteristik Perkerasan Jalan**

Karakteristik perkerasan jalan adalah sifat-sifat khusus dari suatu perkerasan jalan yang menentukan tinggi ataupun rendah mutu suatu perkerasan

jalan, ditinjau dari keawetan, kekuatan dan kenyamanan. Karakteristik perkerasan yang baik adalah dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, terutama perilaku aspal apabila berada dalam campuran perkerasan. Parameter-parameter dari karakteristik perkerasan antara lain :

### **3.2.1 Stabilitas ( *Stability* )**

Stabilitas adalah kemampuan atau ketahanan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan (*The Asphalt Institute, 1983*), seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Stabilitas akan meningkat bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai pada batas tertentu (*optimum*) dan akan turun bersamaan dengan terlampauinya batas *optimum* tersebut, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melewati batas *optimum*.

### **3.2.2 Durabilitas ( *Durability* )**

*Durabilitas* adalah ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan lalu lintas (*The Asphalt Institute, 1983*). Durabilitas diperlukan pada lapis permukaan, sehingga lapis permukaan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, perubahan suhu dan keausan akibat gesekan roda kendaraan.

### **3.2.3 Kelenturan ( *Flexibility* )**

*Flexibilitas* suatu campuran adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk meningkatkan kelenturan, pemakaian agregat bergradasi terbuka sangat sesuai, tetapi nilai stabilitas yang didapat tidak sebaik bila menggunakan gradasi rapat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan antara lain :

1. Gradasi Agregat, agregat bergradasi rapat lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lainnya,
2. Temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastis*,
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menjadikan pelaksanaan lebih sulit.

### **3.3 Pengertian Hot Rolled Sheet ( HRS )**

*Hot Rolled Sheet* (HRS) merupakan lapis penutup yang terdiri atas campuran antara agregat bergradasi timpang (*gap graded*), *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Jumlah penggunaan agregat kasar tergantung pada ketebalan lapis padat yang direncanakan, sedangkan aspal yang sering dipakai dalam pelaksanaan adalah AC 60/70 dan AC 80/100 (Lataston No.12/PT/1983).

Perbedaan utama antara HRS dengan beton aspal konvensional adalah bahwa HRS mempunyai kadar aspal yang tinggi daripada yang ada dalam beton aspal konvensional. Lapis perkerasan HRS yang bergradasi timpang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap aspal dalam jumlah yang relatif lebih banyak tanpa mengalami *bleeding*, yaitu 7% - 8%. Hal ini yang menyebabkan lapis perkerasan HRS mempunyai sifat lentur, durabilitas yang tinggi dan mudah dipadatkan, sehingga lapisan yang dihasilkan

mempunyai kedekatan terhadap air dan udara cukup tinggi yang merupakan hal penting sebagai lapis permukaan

*Hot Rolled Sheet* (HRS) dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu HRS A dan HRS B yang penggunaannya tergantung tuntutan lalu lintas yang lewat. HRS A secara struktural sama dengan Laston dan mempunyai kuat dukung yang rendah sehingga sering digunakan sebagai lapis aus permukaan yang dipakai untuk lalu lintas jarang dan sedang. Sifat dari HRS A yaitu mempunyai daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan terhadap kelelahan untuk jalur lalu lintas yang rendah. Sedangkan HRS B sama dengan Laston yang dipakai untuk lalu lintas padat, kelandaian curam dimana pelapisan permukaan didasarkan pada beban roda yang berat dan memiliki stabilitas fungsi, daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan terhadap kelelahan yang tinggi (Silvia Sukirman, 1999). Untuk lebih jelasnya perbedaan antara HRS A dan HRS B dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Perbedaan HRS-A & HRS-B**

Uraian	HRS-A	HRS-B
Stabilitas	450 kg – 850 kg	550 kg – 1250 kg
VITM	3 % - 6 %	3 % - 6 %
Marshall Quetient	100 kg/mm – 400 kg/mm	180 kg/mm – 500 kg/mm
Dasar Kekuatan	Campuran Mortar	Interlocking
Gradasi	Rendah	Sedang
Kadar Agregat Kasar	20 % - 40 %	30 % - 50 %
Kadar Filler	5 % - 9 %	4,5 % - 7,5 %
Kadar Aspal	Tinggi ( > 8 % )	Sedang ( 7 % - 8 % )

Sumber : CQCMU Bina Marga 1988.

### 3.3.1 Fungsi *Hot Rolled Sheet*

*Hot Rollet Sheet* mempunyai fungsi sebagai lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, aspal keras dan bahan pengisi (*filler*) dengan perbandingan tertentu, selain itu juga berfungsi sebagai lapis aus yang non struktural (Silvia Sukirman, 1999).

### 3.3.2 Sifat *Hot Rolled Sheet*

*Hot Rolled Sheet B* mempunyai sifat dan karakteristik sebagai berikut :

1. Campuran HRS-B bersifat lebih lentur dibandingkan dengan campuran beton aspal karena agregat yang dipakai adalah agregat bergradasi timpang.
2. Keawetan perkerasan tinggi karena pada pemakaian gradasi timpang memungkinkan penyelimutan keseluruhan permukaan agregat, sehingga menjamin jumlah sisa aspal bebas setelah terjadi oksidasi cukup besar.
3. Tidak memiliki sifat struktural yang keras.

### 3.4 Bahan Penyusun HRS

HRS terdiri dari agregat dengan bahan ikat aspal dan *filler*. Untuk mendapatkan perkerasan HRS yang berkualitas tinggi, maka kedua bahan tersebut harus berkualitas dan dapat memenuhi persyaratan yang diijinkan.

#### 3.4.1 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penjal atau merupakan suatu bahan yang terdiri atas mineral padat, berupa

massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (Silvia Sukirman, 1999). Agregat merupakan kombinasi dari pasir, kerikil / batu pecah dan *filler*.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan serta sifat-sifat kimia (Kerb dan Walker, 1971).

#### 3.4.1.1 Ukuran butiran dan gradasi

Agregat yang digunakan sebagai bahan campuran dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Agregat kasar, yang dipergunakan berupa batu pecah atau kerikil dengan syarat sebagai berikut :
  - a) keausan agregat diperiksa dengan mesin Los Angeles pada putaran 500 (PB-020206-76), maksimum 40 %, dan
  - b) kelekatan terhadap aspal (PB-0205-76), lebih besar 95 %.
2. Agregat halus, yang dipergunakan berupa pasir *Screening* (hasil pemecah batu) atau campuran kedua bahan tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
  - a) Sand Equivalent (AASHTO T-176) minimum 50 %, dan
  - b) Non plastis.

Menurut jenisnya, gradasi dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Gradasi menerus (*well graded*), yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi yang seimbang, sehingga sering juga disebut gradasi rapat (saling mengisi rongga).



2. Gradasi timpang (*gap graded*), yaitu gradasi yang dalam campurannya sengaja dihilangkan sebagian agar berukuran tertentu dan dalam komposisi campuran tidak berimbang antara agregat kasar dan agregat halus (susunannya dipisah di tengah-tengah / kosong).
3. Gradasi seragam (*uniform graded*), yaitu campuran agregat yang ukurannya relatif sama atau seragam.

**Tabel 3.2 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS B**

Ukuran Seragam	% Berat Lolos Saringan
3/4"	97 – 100
1/2"	70 – 100
3/8"	58 – 80
#4	50 – 60
#8	40 – 60
#30	16 – 60
#50	10 – 48
#100	3 – 26
#200	2 – 8

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

**Tabel 3.3 Persyaratan Agregat Kasar**

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan agregat dengan Mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$

Lanjutan tabel 3.3...

No.	Jenis Pengujian	Syarat
3	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI), 1991

**Tabel 3.4 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus**

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

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI), 1991

#### 3.4.1.2 Bentuk butiran (*particle shape*)

Bentuk partikel mempengaruhi kemudahan pelaksanaan pekerjaan perkerasan dan kekuatan dari campuran aspal (*The Asphalt Institute*, 1983). Bentuk / *particle shape* diuji dengan visual dan screen. Bentuk tidak beraturan dan bersudut seperti hasil *stone crusher*, kerikil dan pasir alam cenderung saling mengunci (*interlocking*) ketika dipadatkan dan mampu menahan *displacement*.

#### 3.4.1.3 Tekstur permukaan (*surface texture*)

Tekstur permukaan agregat berpengaruh terhadap *workability* dan kekuatan lapis keras (*The Asphalt Institute*, 1983). Pada permukaan yang kasar (*Rough*) akan memberikan gesekan antar partikel yang lebih baik, yang mengakibatkan stabilitas akan berkurang dan lebih mampu menahan beban bila dibandingkan dengan yang licin.

#### 3.4.1.4 Porositas (*absorption*)

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan dan jumlah pemakaian aspal dalam campuran. Porositas agregat biasanya diindikasikan sebagai banyaknya air. Semakin besar porositas batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya serta semakin besar aspal yang akan diserap.

#### 3.4.1.5 Kebersihan (*cleanliness*)

Permukaan agregat harus bersih dari bahan-bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal. Bahan-bahan tersebut berupa zat organik, partikel lempung, lumpur dan lain sebagainya karena substansi itu dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan (*The Asphalt Institute, 1983*).

#### 3.4.1.6 Berat jenis (*specific gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

Pemeriksaan berat jenis berdasarkan manual PB-0202-76 atau AASHTO 85-81, dibagi 3 jenis yaitu :

1. *Apperent Specific Grafity* adalah perbandingan antar volume partikel yang tidak dapat diresapi air.

$$\text{Apperent SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_i) \gamma_b} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana ;  $W_s$  = berat kering agregat

$V_s$  = volume padat agregat

$V_i$  = volume yang tidak diresapi air

$\gamma_b$  = berat jenis air

2. *Bulk specific gravity* adalah berat jenis dimana volume yang diperhitungkan adalah jumlah seluruh volume pori yang ada.

$$\text{Bulk SG} = \frac{W_s}{(V_p + V_s + V_i) \gamma_w} = \frac{W_s}{V \gamma_w} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana ;  $V_p$  = volume pori yang diresapi air

$V$  = total volume agregat

3. *Effective specific gravity* adalah apabila aspal yang dapat digunakan secara normal hanya akan meresapi sebagian pori yang dapat diresapi oleh air.

$$\text{Effective SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_c) \gamma_w} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana ;  $V_c$  = volume pori yang tidak diresapi aspal

#### 3.4.1.7 Kekuatan dan kekerasan (*taughness*)

Agregat yang digunakan untuk lapis perkerasan harus memiliki kekuatan dan kekerasan yang disyaratkan yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penghampanan, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan selama masa pelayanan jalan tersebut (*The Asphalt Institute, 1983*).

### 3.4.2 Retona

Penelitian terhadap retona (*Refinered Butonit Asphalt*) masih jarang dilakukan untuk mengetahui kemampuannya, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut, untuk mengetahui karakteristik retona, dapat dilihat pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Karakteristik Retona**

No.	Description	Unit	Value
1.	Colour in mass	-	Black
2.	Fracture	-	Semi Conchoidal
3.	Lustre	-	Dull
4.	Streak	-	Dark blue
5.	Specific Gravity at 25°C	-	1.17
6.	Penetration at 25°C ( 100 g 5 second )	0.1 mm	72.3
7.	Flash Point	° C	191.0
8.	Ductility	cm	29.0
9.	Solubility in TCE	%	97.7
10.	Loss in heating ( Thin Film 63°C )	%	2.0
11.	Penetration of residu percent of original	° C	50.17
12.	Softening poin ( Ring and Ball )	° C	48.5

Sumber : Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-5 Yogyakarta 1997

Dari berbagai sifat diatas dapat dilihat terdapat beberapa hal yang khusus dibandingkan dengan sifat aspal minyak hasil pengolahan (*refinery*), yaitu :

1. *Specific Gravity* agak tinggi ( 1,17 )

Biasanya aspal minyak mempunyai *specific gravity* berkisar antara 1,0 s/d 1,03. hal ini disebabkan karena adanya *filler* yang terkandung dalam Retona, proses ekstraksi dengan mudah (lebih mahal) dapat memurnikan asbuton menjadi 100 % tanpa filler alam, namun beberapa literatur aspal alam menganjurkan untuk membiarkan filler tersebut dengan alasan :

- a. *Filler* adalah bahan stabilisasi aspal yang paling baik karena tidak lagi rawan terhadap kemungkinan penangkapan kelembaban udara / air (*Hidropobic*, biasanya filler tambahan bersifat *hidrofilic*).
- b. Ukuran filler yang sangat halus sehingga dapat mengikat aspal dengan sempurna yang digunakan sebagai bahan stabilisasi (filler buatan sangat sulit untuk mencapai mesh 200).
- c. Filler alam tersebar merata (secara alamiah) di dalam Retona (Soehartono, 1997).

2. *Flash Point* rendah

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

3. *Ductility* 29 cm

Aspal minyak umumnya disyaratkan memiliki *ductility* lebih besar dari 100 cm, sedangkan Retona hanya 29 cm, namun unjuk kerjanya melebihi

campuran aspal minyak biasa. Melihat Retona yang begitu kaya akan kandungan kimia, maka perlu dikaji penggunaan Retona 100 % dalam campuran perkerasan-perkerasan jalan. Aspal lain yang setara dengan Retona yaitu *Trinidad Natural Asphalt* (TNA) yang banyak dipakai di negara-negara maju dengan tujuan khusus antara lain di Jepang, Amerika dan negara lain juga dengan cara dicampurkan (Soehartono,1997). Untuk lebih jelasnya dilihat pada tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Perbandingan Karakteristik Epure, Retona dan Asbuton Mikro**

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

Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri

### 3.4.2 Aspal Keras ( AC penetrasi 60/70 )

Aspal yang sering digunakan dalam pelaksanaan perkerasan jalan di Indonesia adalah aspal keras hasil destilasi minyak bumi dengan penetrasi AC 60/70 dan AC 80/100, dengan pertimbangan bahwa penetrasi aspal relatif rendah, sehingga aspal dipakai pada perkerasan jalan dengan tingkat lalu lintas yang tinggi

dan tahan terhadap cuaca panas. Aspal keras adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang (Silvia Sukirman, 1999).

Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar dari pada kekuatan masing-masing agregat (Kerbs dan Walker, 1971). Aspal keras yang digunakan dapat berupa aspal keras dengan penetrasi 60 atau 80 yang harus memenuhi persyaratan, seperti terlihat pada tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Persyaratan Aspal Keras**

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan					satuan
		Penetrasi 60		Penetrasi 80		
		Min	Maks	Min	maks	
1. Penetrasi ( 25 °C, 5 detik )	PA. 0301-76	60	79	80	99	0.1 mm
2. Titik lembek ( ring & ball )	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala dan titik bakar (Cleveland open cup)	PA.0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat ( 163 °C, 5 jam )	PA. 0304-76	-	0.4	-	0.6	% berat
5. Kelarutan (CCL <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> )	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktalitas (25°C, 5 cm/mnt)	PA. 0306-76	100	-	100	-	Cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat Jenis (25°C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	gr/cc

Sumber : DPU, Dirjen Bina Marga, Laston, SKBI -2.4.26.1987



Sifat-sifat aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras, antara lain :

a) Sifat Thermoplastis

Aspal merupakan bahan thermoplastis, sehingga konsistensi viscositasnya akan berubah seiring berubahnya temperatur. Dengan kata lain aspal akan lebih keras jika temperatur berkurang dan akan cair jika temperatur bertambah.

b) Sifat Durability

Sifat keawetan aspal didasarkan pada daya tahan terhadap perubahan-perubahan sifat apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca dan akibat beban lalu lintas. Sifat keawetan aspal yang paling utama adalah daya tahannya terhadap proses pengerasan (*hardening*).

Faktor-faktor yang menjadi penyebab pengerasan adalah :

1) *Oxidation*

Terjadi reaksi antar oksigen dengan aspal, dengan kata lain terjadi pengerasan secara kimiawi pada aspal karena adanya oksigen dalam udara.

2) *Volatilization* (Penguapan)

Menguapnya bagian-bagian yang mempunyai berat molekul ringan dari aspal karena pengaruh perubahan temperatur dan pengadukan pada suatu pelaksanaan konstruksi jalan. Pengaruh

oksidasi dan *volatilization* tersebut bersifat permanen dan diuji dengan penetrasi dan viskositas.

### 3.5 Air Hujan

Air hujan merupakan hasil dari kondensasi alam yang bergumpal menjadi awan yang kemudian menjadi hujan. Tetesan air hujan ini biasanya mempunyai garis tengah diatas 0,5 mm. Menurut *Seinfeld* (1986) garis batas keasaman air hujan adalah 5,6 yang berada dalam garis kesetimbangan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer 330 ppm. Bila kadar keasaman air hujan ini dibawah 5,6 dikatakan telah terjadi hujan asam.

Perubahan penduduk yang disertai pertumbuhan ekonomi yang pesat berkaitan dengan pertumbuhan industri dan transportasi menimbulkan dampak negatif yang tidak sedikit. Antara lain dampak dari kemajuan teknologi dan industri yang pesat di kota-kota besar Indonesia akan memacu jumlah gas buang ke udara. Peningkatan gas buang seperti NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan aerosol sangat mempengaruhi tingkat keasaman air hujan. Asam ini terdiri dari bahan kimia bersifat menghancurkan yang bereaksi dengan bahan kimia lain dengan melepas atom Hidrogen.

Menurut *Harian Umum Suara Merdeka* (23/04/2002) bahwa tingkat keasaman air hujan di kota Yogyakarta sudah berada diatas ambang batas normal. Penyebab tingginya kadar pH air hujan tersebut menurut Dr. Sudibyakto, bersumber dari peningkatan gas buang kendaraan bermotor terutama gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Selain itu penyebab yang lain adalah seperti gas buang pabrik dan letusan

gunung berapi. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam, efek dari hujan asam adalah mempercepat kerusakan yang terjadi pada struktur seperti patung dan bangunan lainnya. Penggunaan air hujan sebagai media perendaman, untuk mengetahui seberapa besar kerusakan yang diakibatkan oleh tingkat keasaman air hujan tersebut pada perkerasan jalan.

### 3.6 Parameter Marshall Test

#### 3.6.1 Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*.

Nilai stabilitas diperoleh dari persamaan 3.4

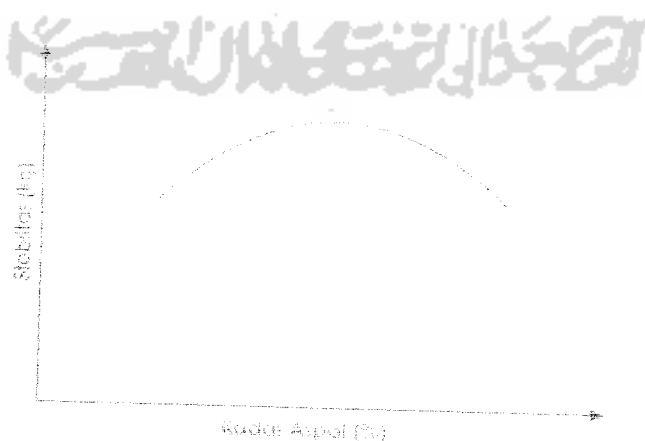
$$S = p \times g \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

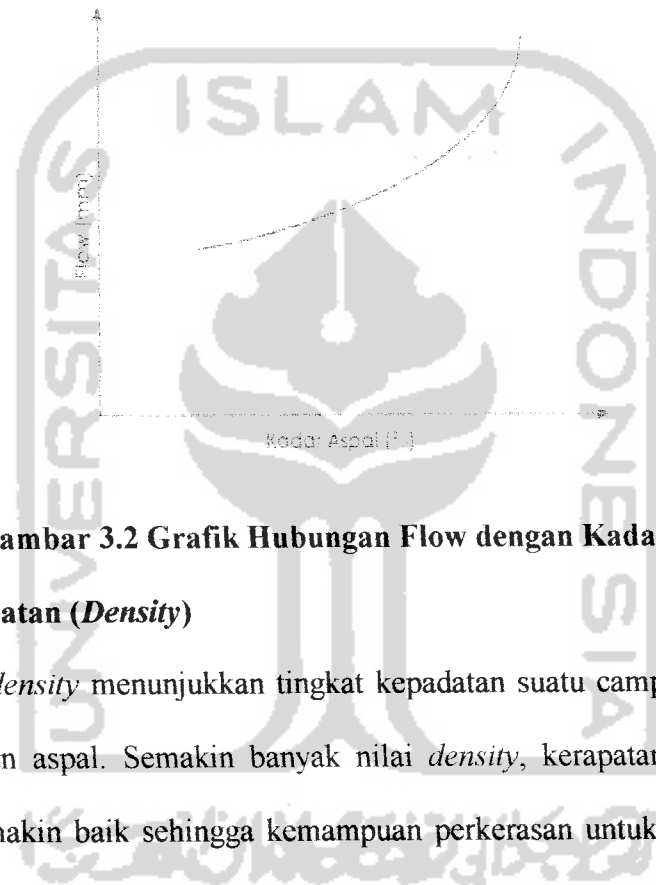
g = Angka koreksi benda uji.



**Gambar 3.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal**

### 3.6.2 Kelelahan (*Flow*)

*Flow* adalah perubahan bentuk plastis suatu campuran aspal yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01". Nilai *flow* diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*.



Gambar 3.2 Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal

### 3.6.3 Kepadatan (*Density*)

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dengan aspal. Semakin banyak nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin meningkat.

Nilai *density* diperoleh dari persamaan 3.5 dan 3.6

$$g = c/f \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

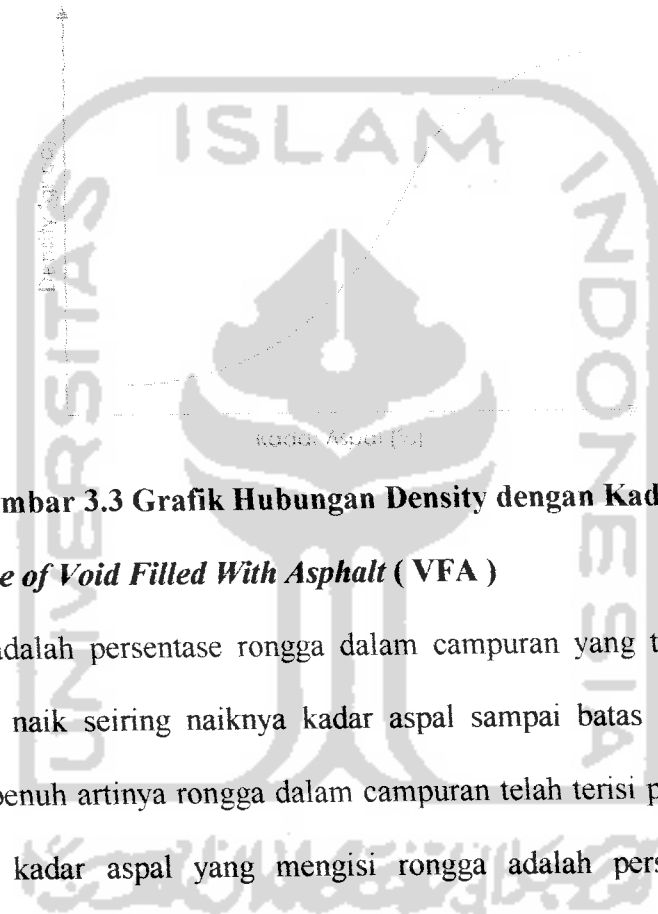
$g$  = Nilai *density* ( gr/cc )

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

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

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

$f$  = Volume benda uji ( cc )



**Gambar 3.3 Grafik Hubungan Density dengan Kadar aspal**

#### **3.6.4 *Volume of Void Filled With Asphalt ( VFA )***

VFA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik seiring naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.



**Gambar 3.4 Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal**

Nilai VFA diperoleh dari persamaan :

$$\text{VFA} = 100 * \left( \frac{i}{J} \right) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{Bj. Aspal}} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{Bj. Agregat}} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots (3.10)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots\dots\dots (3.11)$$

Keterangan :

**b** = Persentase aspal terhadap campuran

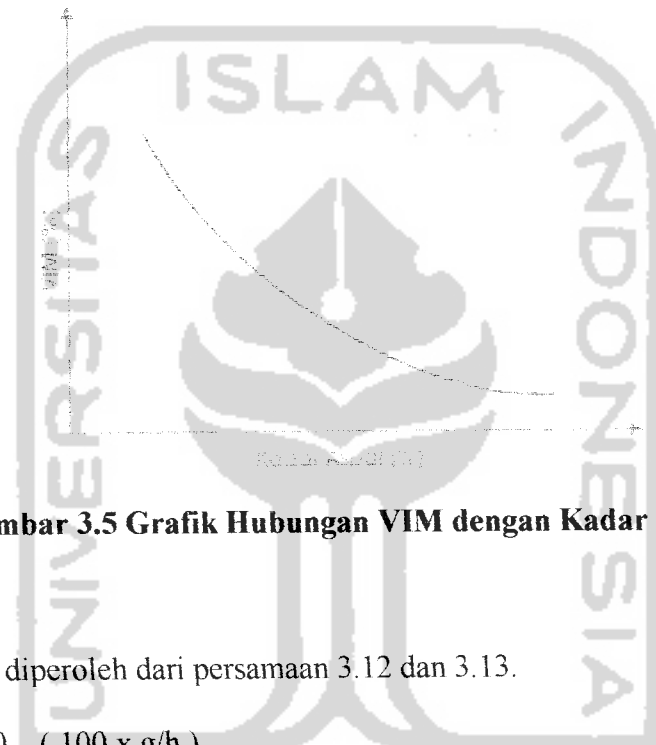
**g** = Berat isi sample (gr/cc)

**a** = Persentase aspal terhadap batuan

**i** = Persen rongga terisi aspal

### 3.6.5 Voids In Mixture ( VIM )

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



**Gambar 3.5 Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal**

Nilai VIM diperoleh dari persamaan 3.12 dan 3.13.

$$\text{VIM} = 100 - ( 100 \times g/h ) \dots \dots \dots (3.12)$$

$$h = \frac{100}{\left( \frac{\% \text{ Agregat}}{Bj. \text{ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{Bj. \text{ Aspal}} \right)} \dots \dots \dots (3.13)$$

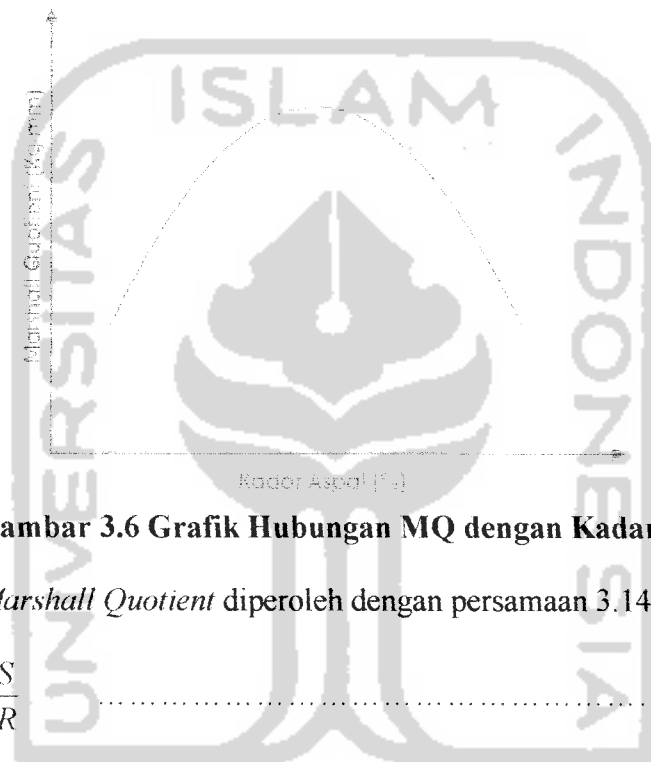
Keterangan :

g = Berat isi sample ( gr/cc )

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

### 3.6.6 Marshall Quatient ( MQ )

*Marshall Quotient* adalah nilai pendekatan yang hampir menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah dikoreksi terhadap nilai kelelahan (*flow*), dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau kN/mm.



**Gambar 3.6 Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal**

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dengan persamaan 3.14

$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

S = Nilai *Stability* ( kg )

R = Nilai *Flow* ( mm )

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



## **BAB IV**

### **HIPOTESIS**

*Dalam penelitian ini dikemukakan hipotesis, bahwa campuran HRS B dengan penggunaan Retona sebagai bahan pengganti (substitusi) pada aspal dapat meningkatkan kualitas campuran dilihat dari karakteristik Marshall dan nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS), dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa penggunaan Retona sebagai bahan pengganti.*

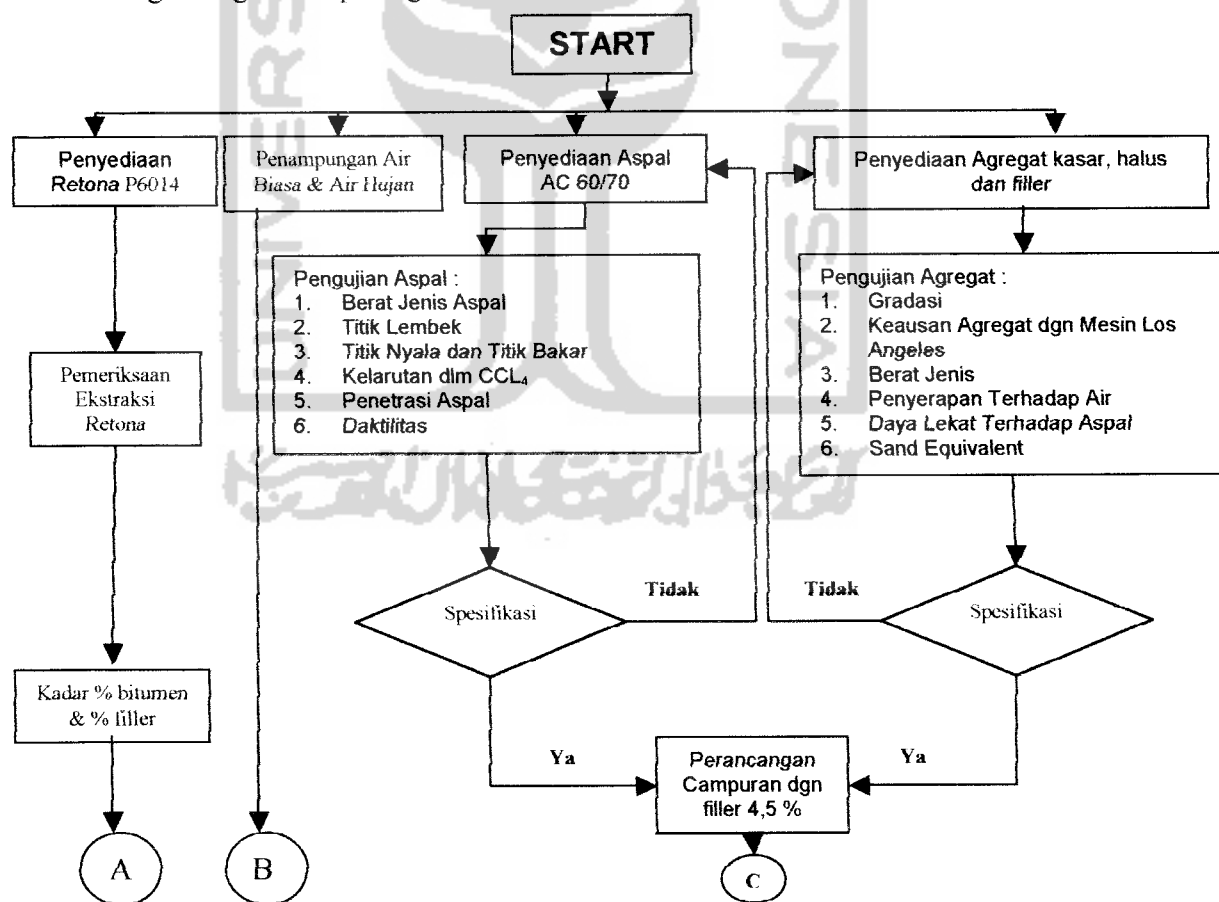


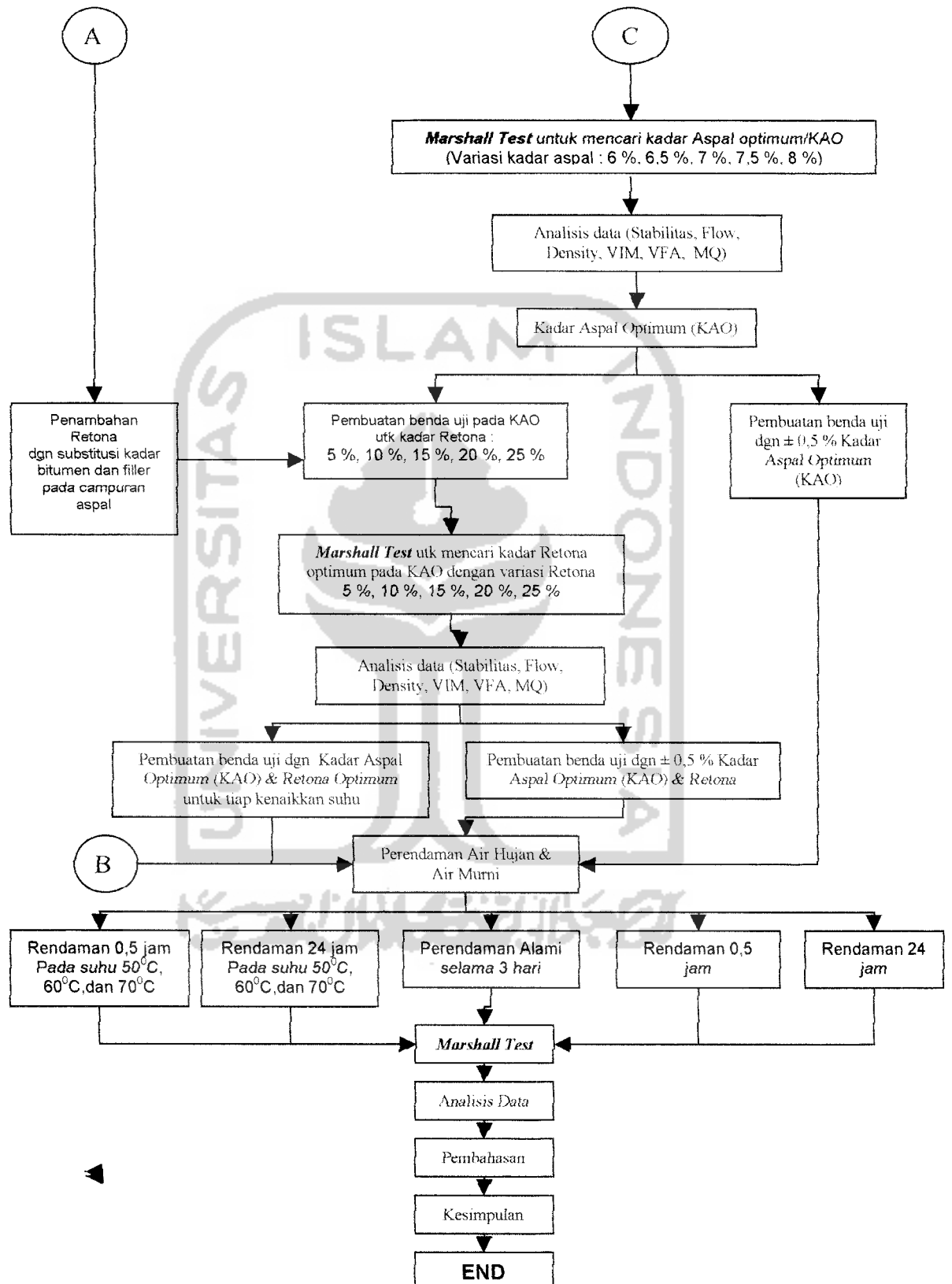
## BAB V

### METODE PENELITIAN

#### 5.1 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium tentang pengaruh penggunaan bahan tambah Retona (*Refinered Butonit Asphalt*) terhadap perendaman air hujan dan air tawar pada campuran HRS B dengan menggunakan metode *Marshall Test* dan Indeks Kekuatan Sisa dan hasilnya dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa penggunaan Retona. Metode penelitian tersebut sesuai dengan bagan alir pada gambar 5.1.





## 5.2 Cara Memperoleh Data

Cara memperoleh data melalui pengujian *Marshall* dan didapatkan data-data berupa nilai stabilitas dan *flow* sehingga dapat ditentukan nilai *density*, VFA, VIM, dan *Marshall Quotient*. Sebelum melakukan pengujian *Marshall* dan pengujian Indeks Kekuatan Sisa, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

### 5.2.1 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

#### 5.2.1.1 Lokasi penelitian

Penelitian yang dilaksanakan di laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia meliputi pemeriksaan aspal, agregat, dan hasil campuran, yang dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian telah sesuai dengan spesifikasi campuran HRS B.

#### 5.2.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. agregat kasar dan agregat halus berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng, Kulon Progo,
2. aspal keras AC 60/70 produksi Pertamina,
3. retona P6014 berupa bubuk hasil ekstraksi Aspal Batu Buton (Asbuton) produksi PT. Olah Bumi Mandiri,
4. air hujan ditampung di daerah sekitar Yogyakarta dan kota-kota besar.

#### 5.2.1.3 Alat penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah seperti dibawah ini :

## 1. Alat uji bahan

- a. Alat pemeriksaan abrasi, yaitu mesin *Los Angeles*, timbangan, bola baja, saringan, talam dan oven.
- b. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air, yaitu keranjang kawat dgn kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air, yaitu timbangan kapasitas 51 kg, *cone*, batang penumbuk oven, talam, pompa hampa udara atau tungku, saringan, *piknometer* dan desikator.
- d. Alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal, yaitu spatula, wajan *beker glass*, saringan, timbangan kapasitas 2000 gr, thermometer dan aquades.
- e. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen, yaitu jarum penetrasi, cawan contoh, *waterbath*, pemberat jarum dan beker glass.
- f. Alat pemeriksaan *Sand Equivalent*, yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, kaki pemberat, corong, kaleng Ø 57 mm dan isi 85 ml, jam dengan pembacaan sampai detik, tabung irrigator, pengguncang mekanis, larutan  $\text{CaCl}_2$ , glyserin dan fordehyde.
- g. Alat pemeriksaan berat jenis aspal, yaitu thermometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan bejana glass.

- h. Alat pemeriksaan titik lembek, yaitu thermometer, cincin kuningan, dudukan benda uji, alat pengarah bola baja, kompor pemanas, alat pengarah bola baja, dan *beker glass* tahan panas.
- i. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, yaitu thermometer, stopwatch, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, dan penahan angin.
- j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam  $CCl_4$ , yaitu ~~tabung~~ elemeyer, tabung penyaring, pompa hampa udara, ~~desikator~~, karbon tetraklorida, cawan porselin, dan ammonium karbonat.

## 2. Alat uji campuran

- a. Cetakan benda uji lengkap dengan leher sambung dan plat atas.
- b. Mesin penumbuk manual dengan permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dan berat 4,53 kg serta tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
- c. Alat untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan (*ejector*).
- d. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum  $20^{\circ}C$  ( $20^{\circ}C - 100^{\circ}C$ ).
- e. Alat pengujian Marshall berupa kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung, arloji pengukur flow, cincin penguji (*proving ring*) dan oven.
- f. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*).
- g. Timbangan.

- h. Peralatan lain berupa kompor, gas elpiji, kualii, sendok pengaduk dan spatula, kantong plastik dan sarung tangan asbes dan karet.

## 5.2.2 Pengujian Bahan

### 5.2.2.1 Pengujian agregat

Agregat yang akan digunakan harus melalui serangkaian pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Serangkaian pengujian di laboratorium tersebut sebagai berikut :

- a) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar (SNI-03-1968-1991)
- b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI-03-1969-1991)
- c) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI-03-1969-1991)
- d) Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (SNI-03-2439-1991)
- e) Pemeriksaan Abrasi dengan mesin Los Angeles (SNI-03-2147-1991)
- f) Pemeriksaan *Sand Equivalent* ( AASHTO-T 104-86 )

### 5.2.2.2 Pengujian aspal

Pemeriksaan bahan ikat aspal meliputi :

- a) Pemeriksaan Penetrasi bahan-bahan bitumen (SNI-06-2456-1991)
- b) Pemeriksaan titik lembek (SNI-06-2434-1991)
- c) Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan Cawan Cleveland (SNI-06-2433-1991)
- d) Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam  $CCl_4$  (SNI-06-2438-1991)

campuran HRS B. Kemudian dilakukan lagi pengujian *Marshall* untuk mendapatkan kadar optimum Retona dan aspal.

Pembuatan benda uji setelah mendapatkan kadar Retona optimum, kemudian benda uji ditambahkan  $\pm 0,5$  % kadar aspal optimum dan Retona optimum. Juga dibuat benda uji tanpa bahan tambah Retona. Dilakukan pengujian *Marshall* dan Indeks Kekuatan Sisa dengan perendaman air hujan dan air tawar. Hasil dari pengujian tersebut dibandingkan antara pemakaian bahan tambah Retona dan tanpa bahan tambah Retona.

Contoh perhitungan pembuatan benda uji untuk kadar aspal 7 % adalah sebagai berikut :

- a) Berat total campuran agregat + aspal + filler = 1200 gram
- b) Berat aspal = 7 % x 1200 gram = 84 gram
- c) Berat agregat + filler = 1200 gram – 84 gram = 1116 gram
- d) Berat filler = 4,5 % x 1116 gram = 50,22 gram
- e) Berat agregat = 1116 gram – 50,22 gram = 1065,78 gram

#### 5.2.3.2 Perancangan Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat 144 benda uji yang tiap-tiap variasi dibuat 3 jenis benda uji, dengan perincian sebagai berikut :

- 1) Untuk mencari kadar aspal optimum dibuat 5 variasi aspal (6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 %, 8 %), total 15 benda uji.
- 2) Untuk mencari kadar Retona optimum dibuat 5 variasi (5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %), total 15 benda uji.



- 3) Untuk kenaikan suhu perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion*) pada suhu 50<sup>0</sup>C, 60<sup>0</sup>C dan 70<sup>0</sup>C, kadar Retona Optimum, total 36 benda uji.
- 4) Untuk mencari Indeks Kekuatan Sisa dengan pengujian perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion*) dengan kadar  $\pm 0,5$  % kadar aspal optimum dan Retona optimum, total 72 benda uji.
- 5) Untuk perendaman alami dengan pengujian Marshall selama 3 hari pada kadar aspal optimum dan Retona optimum, total 6 benda uji.

Sehingga total benda uji :144 benda uji.

#### **5.2.3.3 Pembuatan Benda Uji**

Tahapan pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu  $105 \pm 5^0$ C. agregat tersebut kemudian disaring secara kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Agregat yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam panci, kemudian dipanaskan dengan oven. Setelah suhunya dianggap cukup, agregat yang dipanaskan diatas kompor / pemanas sampai pada suhu  $\pm 170^0$ C, sedangkan aspal dipanaskan hingga mencapai suhu  $\pm 155^0$ C.
4. Setelah agregat dan aspal mencapai suhu yang dikehendaki, dilakukan pencampuran kedua bahan tersebut beserta dengan Retona dengan prosentase kadar aspal dan Retona yang telah direncanakan.

5. Campuran tersebut kemudian diaduk sampai rata sehingga semua agregat terselimuti aspal. Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam silinder cetakan yang sebelumnya telah diolesi vaselin, kemudian bagian atas dan bagian bawah dari silinder benda uji diberi kertas saring dan diberi tanda.
6. Setelah campuran benda uji dimasukkan ke dalam silinder cetakan, campuran ditusuk-tusuk sebanyak 25x, 15x ditepi silinder dan 10 x dibagian tengah.
7. Penandaan dilakukan dengan *compactor* manual sebanyak 75x untuk masing-masing sisi atas dan sisi bawah.
8. Benda uji didinginkan, selanjutnya dikeluarkan dari silinder cetakan dengan *ejector* dan diberi tanda pada setiap permukaan.

#### 5.2.3.4 Cara pengujian

Cara pengujian benda uji dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji direndam dalam *water bath* selama  $\pm 30$  menit untuk pengujian *Mashall* dan  $\pm 24$  jam dan 2x24 jam untuk pengujian *Immersion* dengan suhu perendaman  $60^{\circ}\text{C}$ .
2. Kepala penekan alat pengujian *Marshall* dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat pengujian *Marshall* segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath*.
3. Pembebanan dilakukan pada posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.

4. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat pembebanan maksimum terjadi, *flow* meter dibaca.

## 5.2 Analisis

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang telah diperoleh. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* agar diketahui karakteristik campuran sehingga didapatkan aspal optimum. Data yang diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium antara lain :

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji didalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. pembacaan arloji stabilitas (kg), dan
6. pembacaan arloji kelelahan atau *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *Voids In Mix* (VIM), *Volume of voids Filled with Asphalt* (VFA), *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan data-data sebagai berikut :

1. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots \dots \dots (5.1)$$

## 2. Berat Jenis Agregat

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

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*, *density*, *Volume of Voids Filled with Asphalt* (VFA), *Voids in Mix* (VIM), *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ) dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

1. *Stabilitas*

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall* 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 3.4.

Tabel 5.1 Koreksi Tebal Benda Uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
60	1,095	70	0,845
61	1,065	71	0,835
62	1,035	72	0,825
63	1,015	73	0,810
64	0,960	74	0,791
65	0,935	75	0,772



Lanjutan tabel 5.1...

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
66	0,900	76	0,762
67	0,885	77	0,752
68	0,865	78	0,742
69	0,855	79	0,733
70	0,845	80	0,724

Sumber : Laboratorium Jalan Raya JTS FTSP UII

## 2. *Flow*

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan.

Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian Marshall.

## 3. *Density*

Nilai *density* menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan 3.5 dan 3.6.

## 4. *Volume of voids Filled with Asphalt* (VFA)

VFA adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal. Nilai VFA dihitung berdasarkan persamaan 3.7.

## 5. *Voids in Mix* (VIM)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Nilainya dihitung berdasarkan persamaan 3.12.

## 6. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan 3.14. Untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran

akibat air, suhu dan cuaca dilakukan dengan pengujian *Immersion* dengan memperhitungkan indeks kekuatan sisa.



## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil penelitian ini terdiri dari hasil pemeriksaan agregat, pemeriksaan bahan ikat aspal dan hasil pengujian campuran HRS B dengan metode Marshall. Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel 6.1 berikut ini.

**Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar**

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi (Dinas Kimpraswil 6.3.2.(1) 2002)	Hasil
1.	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maks. 40 %	29.1 %
2.	Kelekatan agregat terhadap aspal	Min. 95 %	99 %
3.	Penyerapan agregat	$\leq 3$ %	2,42 %
4.	Berat jenis agregat kasar	$\geq 2,5$	2.582

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Hasil Pemeriksaan agregat kasar menunjukkan agregat yang digunakan memenuhi syarat yang ditetapkan. Nilai abrasi maks. 40 %, kelekatan terhadap aspal 99 % dan penyerapan agregat  $\leq 3$  %, menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut baik digunakan sebagai lapis permukaan atau lapis penutup.

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada tabel 6.2 sebagai berikut :

**Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus**

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi (Dinas Kimpraswil 6.3.2.(1) 2002)	Hasil
1.	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 40 \%$	65,332 %
2.	Penyerapan agregat	$\leq 3 \%$	2,25 %
3.	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2.75

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH

Hasil pemeriksaan agregat halus menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat yang ditetapkan. Nilai *Sand Equivalent* 65,332 % merupakan parameter bahwa kadar lempung pada agregat halus jumlahnya kecil.

Penyerapan agregat  $\leq 3 \%$  menunjukkan bahwa agregat halus tersebut baik digunakan sebagai lapis permukaan atau lapis penutup. Berat jenis  $\geq 2,5$  menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki volume yang kecil, sehingga hanya memerlukan jumlah aspal yang sedikit.

Hasil pemeriksaan aspal seperti pada tabel 6.3 berikut ini.

**Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Sifat Aspal Jenis AC 60 / 70**

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi (Dinas Kimpraswil 6.3.2.(5) 2002)	Hasil	Satuan
1.	Penetrasi	60 – 79	63,9	0,1 mm
2.	Titik lembek	48 – 58	51.5	$^{\circ}\text{C}$
3.	Titik nyala	Min. 200	315	$^{\circ}\text{C}$
4.	Daktalitas	Min. 100	165	cm
5.	Kelarutan dalam <i>Trichlor Etylen</i>	Min. 99	99,306	%
6.	Berat Jenis	Min. 1	1,0483	-

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH



Hasil pemeriksaan pada aspal penetrasi 60 –70 menunjukkan bahwa aspal yang digunakan memenuhi syarat yang ditetapkan. Hasil penetrasi sebesar 63,9 merupakan suatu parameter yang mempunyai tingkat fleksibilitas aspal yang baik, tidak terlalu lunak. Pada suhu 51,5 °C menunjukkan hasil uji untuk titik lembek, hal ini menunjukkan parameter bahwa aspal tersebut dapat menjadi lunak. Untuk titik nyala dan titik bakar  $\geq 200$  °C menunjukkan bahwa aspal tersebut dapat dipanaskan hingga temperatur maksimum 200 °C pada saat pembuatan sampel, tanpa menyebabkan aspal terbakar. Daktilitas  $\geq 165$  cm merupakan parameter tingkat kohesi dari aspal yang dilakukan pada temperatur 25 °C. Berat jenis aspal  $\geq 1,0$  menunjukkan bahwa aspal tersebut dapat digunakan didalam campuran. Kelarutan dalam *Trichlor Ethylen* 99,306 % adalah parameter tingkat kemurnian aspal, bahwa aspal yang digunakan adalah aspal murni.

## 6.2 Hasil Pemeriksaan Campuran HRS-B

### 6.2.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal Tanpa Retona

Hasil pemeriksaan campuran aspal untuk mencari kadar aspal optimum yang diperoleh dari uji *Marshall* seperti lampiran, dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut ini.

**Tabel 6.4 Hasil Uji *Marshall* untuk Campuran Aspal tanpa Retona**

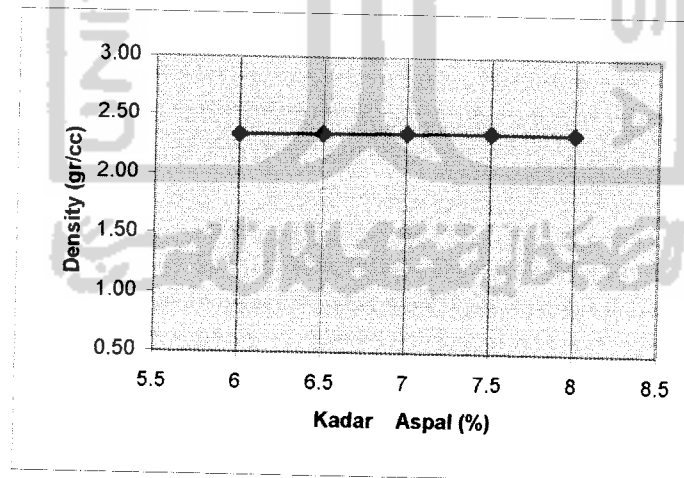
Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6	I	2021.22	3.00	3.91	74.06	18.02	2.33	682.16
	II	2106.14	3.20	5.38	74.30	17.98	2.33	666.40
	III	2089.16	3.50	4.73	74.18	18.00	2.33	604.36
<b>Rerata</b>		<b>2072.17</b>	<b>3.23</b>	<b>4.67</b>	<b>74.18</b>	<b>18.00</b>	<b>2.33</b>	<b>650.97</b>
6,5	I	2208.05	4.00	3.55	80.58	18.04	2.34	529.93

Lanjutan tabel 6.4 . . .

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
	II	2275.99	4.10	3.43	80.58	18.04	2.34	532.91
	III	2309.96	3.75	4.22	81.07	17.95	2.35	623.69
<b>Rerata</b>		<b>2264.67</b>	<b>3.95</b>	<b>3.74</b>	<b>80.75</b>	<b>18.01</b>	<b>2.34</b>	<b>562.18</b>
7	I	1630.56	4.55	2.93	86.16	18.22	2.35	362.84
	II	1562.62	3.90	2.57	86.70	18.13	2.35	405.68
	III	1766.44	4.65	2.69	87.11	18.06	2.36	384.63
<b>Rerata</b>		<b>1653.21</b>	<b>4.37</b>	<b>2.73</b>	<b>86.66</b>	<b>18.14</b>	<b>2.35</b>	<b>384.38</b>
7,5	I	1409.76	4.85	1.97	89.50	18.77	2.35	279.04
	II	1681.52	4.50	1.28	92.97	18.20	2.36	358.72
	III	1545.64	4.80	1.72	90.75	18.56	2.35	326.03
<b>Rerata</b>		<b>1545.64</b>	<b>4.72</b>	<b>1.66</b>	<b>91.07</b>	<b>18.51</b>	<b>2.36</b>	<b>321.27</b>
8	I	1341.8	4.60	0.756	95.973	18.77	2.36	295.35
	II	1341.8	5.20	0.386	93.808	19.12	2.35	261.27
	III	1290.9	5.60	1.115	94.152	19.07	2.35	233.39
<b>Rerata</b>		<b>1324.830</b>	<b>5.13</b>	<b>0.752</b>	<b>94.644</b>	<b>18.99</b>	<b>2.35</b>	<b>263.34</b>

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH

Grafik hubungan antara kadar aspal dan karakteristik *Marshall* terlihat pada gambar 6.1 sampai dengan gambar 6.7 beserta pembahasannya berikut ini.

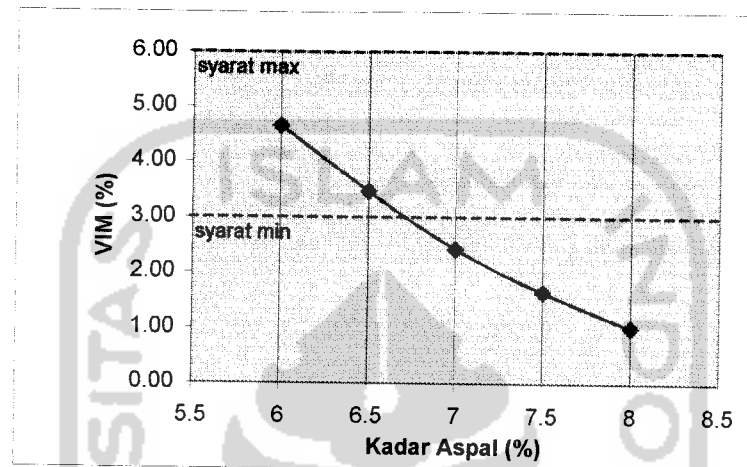


**Gambar 6.1** Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai *Density*

Dari hasil penelitian, nilai *density* mengalami peningkatan hingga kadar aspal 7,5 %, kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal.

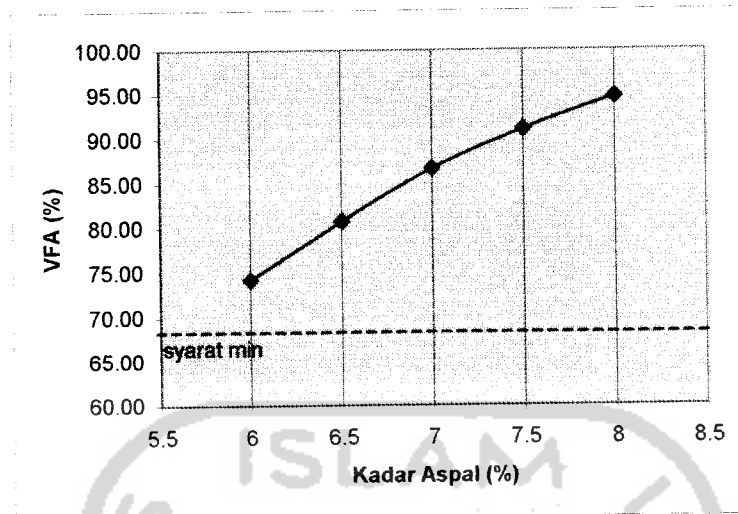
Hal ini menunjukkan kecenderungan *density* akan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, kemudian mengalami penurunan pada batas optimum.

Terjadinya penurunan nilai *density* diakibatkan aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi kadar aspal optimum.



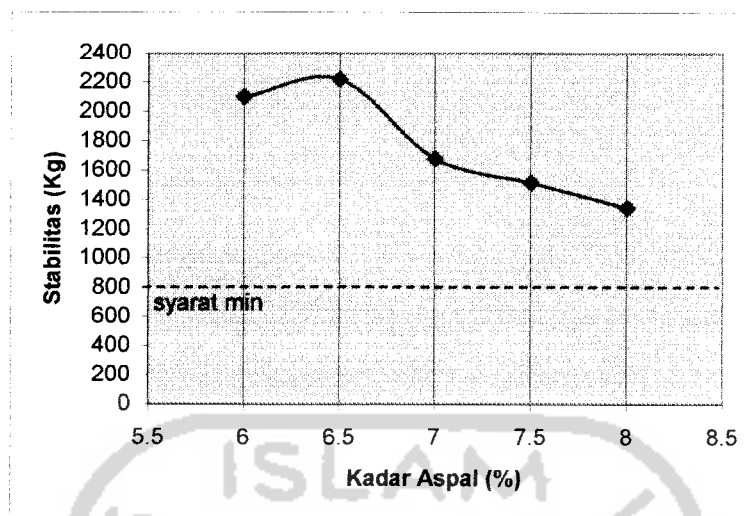
**Gambar 6.2 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai VIM**

Dari hasil penelitian, nilai VIM mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai VIM akan mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase kadar aspal. Terjadinya penurunan nilai VIM disebabkan persentase rongga didalam campuran telah terisi aspal sehingga mengurangi persentase rongga didalam campuran. Berdasarkan Bina Marga 1987 nilai VIM yang disyaratkan 3 % sampai dengan 5 %, dari hasil penelitian nilai yang memenuhi persyaratan pada kadar aspal 6 % sampai dengan 6,6 %, dengan nilai VIM minimum 3,0 % dan nilai VIM maksimum 4,67 %. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VIM yaitu 3 % sampai dengan 6 %, dari hasil penelitian didapat nilai VIM yang memenuhi persyaratan yaitu pada kadar aspal 6 % sampai dengan 6,6 %, dengan nilai VIM maksimum 4,67 % dan nilai VIM minimum 3,0 %.



**Gambar 6.3 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai VFA**

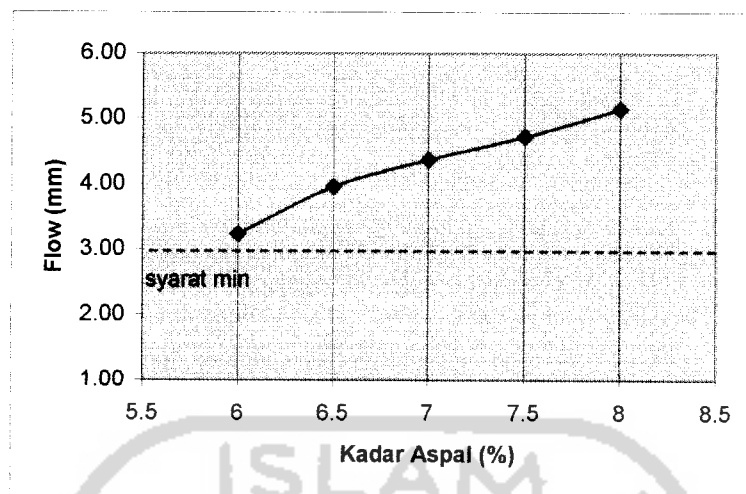
Dari hasil penelitian, nilai VFA mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan nilai VFA akan mengalami peningkatan dengan bertambahnya persentase kadar aspal. VFA mengalami peningkatan karena tertutupnya rongga didalam campuran dengan aspal. Berdasarkan Bina Marga 1987 spesifikasi VFA yang disyaratkan minimal 70 %, syarat VFA yang memenuhi pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 % dengan nilai VFA minimum 74,18 % dan nilai VFA maksimum 96,64 %. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VFA yaitu minimal 68 %, dari hasil penelitian diperoleh nilai VFA yang memenuhi persyaratan pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 % dengan nilai VFA minimum 74,18 % dan nilai VFA maksimum 96,64 %.



**Gambar 6.5 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai Stabilitas**

Dari hasil penelitian, nilai stabilitas meningkat hingga persentase kadar aspal 6,5 %, kemudian mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sesuai dengan kecenderungan stabilitas akan mengalami peningkatan hingga batas optimum dan mengalami penurunan setelah melampaui batas optimum.

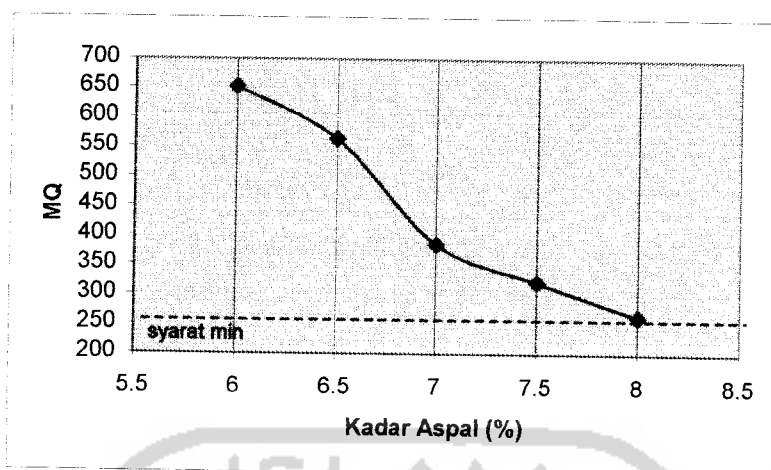
Penurunan nilai stabilitas disebabkan aspal yang berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat menjadi pelicin setelah melewati batas optimum. Syarat yang memenuhi nilai stabilitas menurut Bina Marga 1987 yaitu pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 % dengan nilai stabilitas maksimum 2264,67 Kg dan nilai stabilitas minimum 1324,83 Kg. Menurut spesifikasi Bina Marga 1987 syarat minimum adalah 550 Kg. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai stabilitas yaitu minimum 800 Kg, dari hasil penelitian diperoleh nilai yang memenuhi persyaratan pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 %, dengan nilai stabilitas minimum 1324,83 Kg dan nilai stabilitas maksimum 2264,67 Kg.



**Gambar 6.6 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai *Flow***

Dari hasil penelitian, *flow* mengalami peningkatan, hal ini sesuai dengan kecenderungan *flow* akan mengalami peningkatan dengan bertambahnya persentase kadar aspal. *Flow* menunjukkan tingkat fleksibilitas dari perkerasan.

Bertambahnya kadar aspal menyebabkan berkurangnya kemampuan perkerasan menahan deformasi karena tingkat kekakuan yang rendah dan fleksibilitas yang meningkat. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 1987 nilai *flow* yang disyaratkan yaitu antara 2,0 mm sampai dengan 4,0 mm. Dari hasil penelitian syarat yang terpenuhi pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 6,6 % dengan nilai *flow* minimum 3,23 mm dan nilai *flow* maksimum 4,0 mm. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan untuk nilai *flow* yaitu minimum 3 mm, maka nilai *flow* yang memenuhi pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 %, dengan nilai *flow* minimum 3,23 mm dan nilai *flow* maksimum 5,13 mm. Dari hasil penelitian tersebut didapat nilai *flow* lebih besar dari nilai *flow* yang disyaratkan.



**Gambar 6.7 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan nilai *Marshall Quotient***

Dari hasil penelitian, *Marshall Quotient* mengalami penurunan, akan tetapi penurunan yang terjadi tidak merata. Hal ini tidak sesuai dengan kecenderungan *Marshall Quotient* akan meningkat sampai dengan batas optimum kemudian mengalami penurunan kembali dengan bertambahnya persentase kadar aspal.

Terjadinya penurunan *Marshall Quotient* secara terus menerus dan tidak merata dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu stabilitas dan *flow*. *Marshall Quotient* merupakan perbandingan antara stabilitas dan *flow*, sehingga penurunan pada *Marshall Quotient* dipengaruhi besarnya nilai stabilitas dan *flow* dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai *Marshall Quotient* mengalami penurunan karena dipengaruhi stabilitas yang menurun setelah mencapai persentase kadar aspal optimum. *Marshall Quotient* merupakan parameter kemampuan perkerasan menahan deformasi, dengan menurunnya *Marshall Quotient* menyebabkan perkerasan lebih fleksibel dan tidak kaku.

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 1987 syarat nilai *Marshall Quotient* adalah 200 Kg/mm sampai dengan 350 Kg/mm, persyaratan yang terpenuhi pada

kadar aspal 7,2 % sampai dengan 8,0 % dengan nilai maksimum *Marshall Quotient* 350 Kg/mm dan nilai minimum *Marshall Quotient* 263,34 Kg/mm. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, nilai *Marshall Quotient* yang disyaratkan yaitu minimum 250 Kg/mm, maka nilai *Marshall Quotient* yang memenuhi yaitu pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 %, dengan nilai *Marshall Quotient* minimum 263,34 Kg/mm dan nilai *Marshall Quotient* maksimum 650,97 Kg/mm.

Spesifikasi Laston Bina Marga 1987 digunakan sebagai perbandingan data dengan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002 dikarenakan HRS B mempunyai kesamaan sifat yaitu digunakan untuk lalu lintas berat. Sedangkan acuan yang dipakai untuk mencari kadar aspal optimum yaitu spesifikasi teknis Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002.

Berdasarkan data dari gambar 6.1 sampai dengan gambar 6.7 menurut persyaratan Laston Bina Marga 1987 dan Laston Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002 dilakukan perhitungan kadar aspal optimum yang sesuai dengan tabel 6.5 dan tabel 6.6 berikut.

**Tabel 6.5 Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton Untuk Lalu Lintas Berat**

Sifat-sifat Campuran		Laston
Jumlah tumbukan per bidang		75
Rongga dalam Campuran	Min	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam Agregat	Min	-
Rongga terisi aspal (%)	Min	70
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	550
Pelelehan (mm)	Min	2,0
	Maks.	5,0



Lanjutan tabel 6.5 . . .

Sifat-sifat Campuran		Laston
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	200
	Maks.	350
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman 24 jam, 60°C	Min	75

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987

**Tabel 6.6 Persyaratan Campuran Lataston Untuk Lalu lintas < 1 juta ESA / tahun**

Sifat-sifat Campuran		Lataston
Jumlah tumbukan per bidang		75
Rongga dalam Campuran	Min	3,0
	Max	6,0
Rongga dalam Agregat	Min	18
Rongga terisi aspal (%)	Min	68
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800
Pelelehan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman 24 jam, 60°C	Min	75

Sumber : Dinas Kimpraswil, Lataston, 2002

### 6.2.2 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan stabilitas, *flow*, VFA, VIM dan *density*. Dari data tersebut diatas kemudian digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran HRS B.

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan syarat dari spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002. Dari rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai stabilitas (min 800 Kg), *flow* (min 3 mm), VIM (3 % - 6 %), dan VFA (min 68 %), didapat nilai-nilai yang memenuhi, kemudian diambil nilai rata-rata untuk setiap variasi kadar aspal seperti pada

tabel 6.7. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada gambar spesifikasi kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun kiri gambar tersebut. Nilai tengah diantara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum (KAO).

**Tabel 6.7 Kadar Aspal Optimum**

Spesifikasi	Kadar Aspal ( % )				
	6	6,5	7	7,5	8
VFA					
VIM					
Flow					
Stabilitas					

$$\frac{6,0\% + 6,6\%}{2} = 6,3\%$$

Untuk menentukan KAO digunakan variasi kadar aspal 6,0 % - 8,0 %. Berdasarkan CQCMU 1988, nilai KAO HRS B berkisar antara 7 % - 8 %, sehingga penggunaan variasi kadar aspal diturunkan sedikit dibawah KAO minimum menjadi 6,0 %. Penentuan kadar aspal 6,0 % untuk membuktikan apakah kadar aspal optimum sesuai dengan syarat dari CQCMU, karena dapat terjadi nilai KAO HRS B dibawah 7 %. Dari hasil penelitian didapat KAO 6,3 %.

### 6.2.3 Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal dan Retona

Hasil pemeriksaan campuran aspal dan Retona dengan menggunakan uji *Marshall* seperti dalam lampiran, dapat dilihat pada tabel 6.8 berikut.

**Tabel 6.8 Hasil Uji *Marshall* Campuran Aspal dengan Kadar Retona**

**5 % - 25 %**

Kadar Retona (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
5	I	2028.6	5.1	6.97	66.62	20.88	2.31	397.76
	II	1512.9	3.1	6.71	67.53	20.66	2.32	488.03
	III	2715.9	2.1	6.55	68.08	20.53	2.32	1293.27

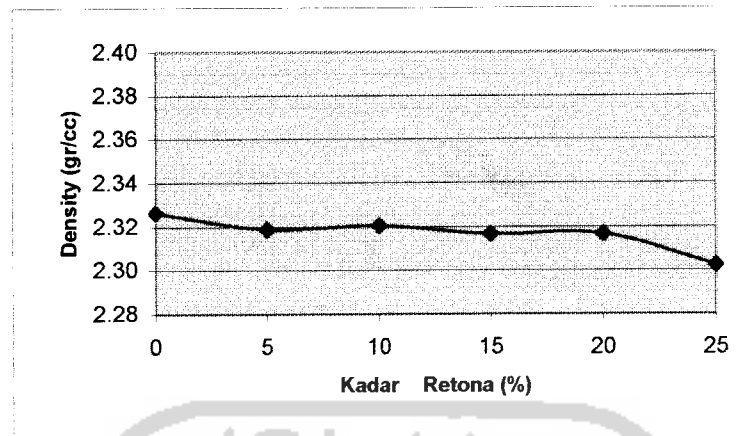
Lanjutan tabel 6.8 . . .

Kadar Retona (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
<b>Rerata</b>		<b>2085.8</b>	<b>3.43</b>	<b>6.74</b>	<b>67.41</b>	<b>20.69</b>	<b>2.32</b>	<b>726.35</b>
10	I	2499.2	2.15	8.45	62.31	22.41	2.32	1162.40
	II	1908.4	3.3	9.14	60.25	23.00	2.30	578.30
	III	2418.4	4.45	7.65	64.81	21.73	2.34	543.46
<b>Rerata</b>		<b>2275.3</b>	<b>3.30</b>	<b>8.41</b>	<b>62.45</b>	<b>22.38</b>	<b>2.32</b>	<b>761.39</b>
15	I	2516.7	4.75	10.08	56.63	24.66	2.32	529.84
	II	2301.2	2.6	10.60	55.33	25.10	2.31	885.09
	III	2258.8	1.7	10.06	56.69	24.64	2.32	1328.73
<b>Rerata</b>		<b>2358.9</b>	<b>3.02</b>	<b>10.25</b>	<b>56.21</b>	<b>24.80</b>	<b>2.32</b>	<b>914.55</b>
20	I	2430.0	2.05	12.58	52.37	26.42	2.30	1185.35
	II	2356.1	2.1	10.69	56.94	24.82	2.35	1121.96
	III	2318.9	4.85	12.25	53.13	26.14	2.31	478.13
<b>Rerata</b>		<b>2368.3</b>	<b>3.00</b>	<b>11.84</b>	<b>54.15</b>	<b>25.79</b>	<b>2.32</b>	<b>928.48</b>
25	I	2439.3	2.1	13.08	51.72	27.09	2.32	1161.57
	II	2935.7	3.9	14.84	48.04	28.57	2.28	752.75
	III	2643.3	2.02	13.76	50.25	27.66	2.31	1308.56
<b>Rerata</b>		<b>2672.8</b>	<b>2.67</b>	<b>13.89</b>	<b>50.00</b>	<b>27.77</b>	<b>2.30</b>	<b>1074.29</b>

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

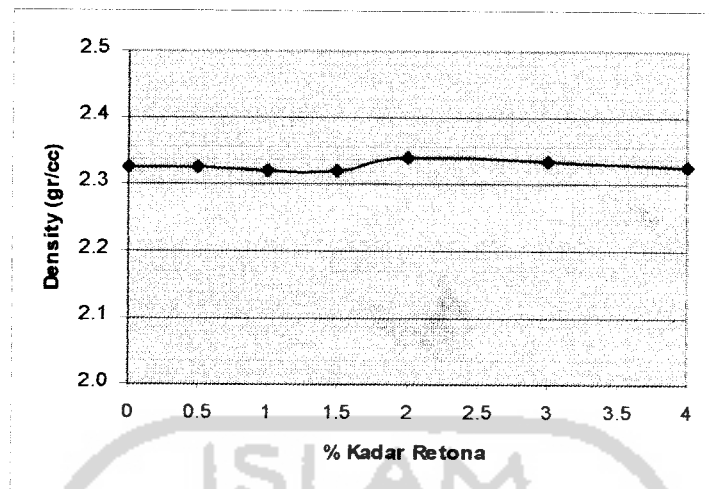
**Tabel 6.9 Hasil Uji Marshall Campuran Aspal dengan Kadar Retona  
0,5 % - 4 %**

Kadar Retona (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
0	I	1529.8	3.2	4.38	76.18	18.38	2.33	478.06
	II	1234.2	3.25	4.43	75.95	18.42	2.33	379.74
	III	1312.5	3.25	4.70	74.79	18.65	2.32	403.86
<b>Rerata</b>		<b>1358.8</b>	<b>3.23</b>	<b>4.50</b>	<b>75.64</b>	<b>18.48</b>	<b>2.33</b>	<b>420.56</b>
0,5	I	2269.5	2.3	4.519	75.61	18.531	2.33	986.74
	II	2262.8	2	4.843	74.25	18.807	2.32	1131.42
	III	1991.9	2.5	4.898	74.02	18.854	2.32	796.77
<b>Rerata</b>		<b>2174.8</b>	<b>2.27</b>	<b>4.754</b>	<b>74.63</b>	<b>18.731</b>	<b>2.32</b>	<b>971.64</b>
1	I	2348.7	2.05	5.081	73.32	19.042	2.32	1145.73
	II	2016.1	2.6	5.107	73.21	19.064	2.32	775.41
	III	1918.7	2.5	5.213	72.78	19.155	2.32	767.47
<b>Rerata</b>		<b>2094.5</b>	<b>2.38</b>	<b>5.134</b>	<b>73.10</b>	<b>19.087</b>	<b>2.32</b>	<b>896.20</b>
1,5	I	1775.7	2.65	5.011	73.63	18.998	2.33	670.07
	II	2350.9	2.8	5.039	73.51	19.022	2.33	839.60
	III	2292.9	2.74	6.001	69.75	19.843	2.30	836.82



**Gambar 6.8 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai *Density* untuk Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai density cenderung mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar Retona. Hal ini mengindikasikan kerapatan campuran mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar Retona. Penurunan kerapatan disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi sesuai dengan bertambahnya proporsi Retona. Viskositas bahan ikat yang semakin tinggi diindikasikan dengan penurunan angka penetrasi dan kenaikan titik lembek seiring dengan bertambahnya kadar Retona. Viskositas yang semakin tinggi mengakibatkan bahan ikat semakin sulit mengisi rongga di dalam campuran dan semakin sulit menyelimuti agregat, sehingga rongga tidak terisi dengan baik pada saat pemadatan. Pemadatan yang semakin sulit mengakibatkan rongga dalam campuran menjadi besar, sehingga nilai *density* mengalami penurunan.



**Gambar 6.9 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai *Density* untuk Retona 0,5 % - 4 %**

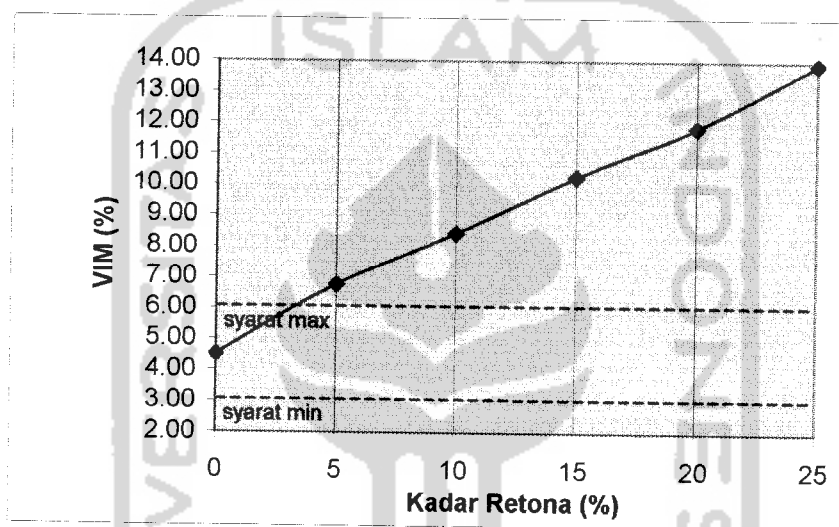
Dari gambar diatas dapat dilihat nilai *density* cenderung tetap, kemudian mengalami kenaikan dan penurunan seiring dengan bertambahnya Retona. Hal ini mengindikasikan kerapatan tidak mengalami perubahan. Terjadinya kenaikan dikarenakan *workability* (kemudahan pelaksanaan) campuran akibat sifat retona pada suhu yang sama memiliki nilai titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan aspal biasa sehingga aspal dan retona pada suhu tersebut mampu mengisi rongga.

Setelah kenaikan, terjadi kecenderungan penurunan yang disebabkan viskositas bahan ikat yang semakin tinggi dengan bertambahnya proporsi retona, pada batas kenaikan tersebut adalah retona optimal yang dipakai sebagai pengganti aspal.

#### **6.2.4.2 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan Nilai VIM**

VIM menunjukkan banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselubungi aspal dalam campuran. Persentase rongga dalam total campuran berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Nilai VIM yang kecil cenderung meningkatkan kekedapan campuran terhadap udara dan air begitupun sebaliknya.

Nilai VIM yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai rongga yang tinggi, hal ini dapat menyebabkan perkerasan menjadi porous sehingga mengurangi sifat keawetan dan kededapan terhadap pengaruh udara dan air serta dapat mengakibatkan campuran lebih cepat teroksidasi. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan nilai VIM dapat dilihat pada gambar berikut.

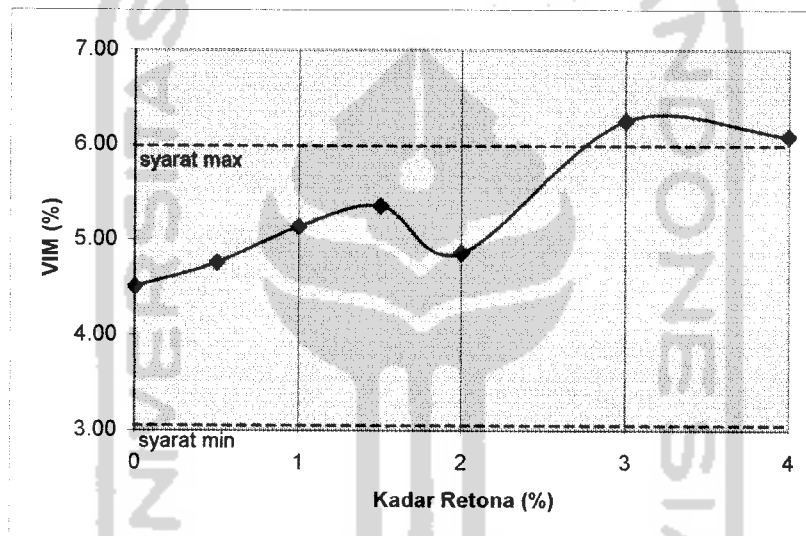


**Gambar 6.10 Grafik Hubungan antara Proporsi retona dengan nilai VIM untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai VIM mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya proporsi retona. Hal ini mengindikasikan persentase rongga dalam campuran mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi retona. Peningkatan persentase rongga dalam total campuran disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi seiring dengan bertambahnya retona. Viskositas bahan ikat yang semakin tinggi akan mengakibatkan rongga didalam campuran tidak terisi dengan baik pada saat pemadatan.

Pemadatan yang semakin sulit mengakibatkan rongga didalam campuran menjadi lebih besar, sehingga kerapatan campuran mengalami penurunan. Seiring

dengan menurunnya tingkat kerapatan campuran akan mengakibatkan peningkatan nilai VIM. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VIM yaitu 3 % sampai dengan 6 %, dari hasil penelitian tidak ada nilai VIM yang memenuhi persyaratan dengan memakai proporsi retona antara 5 % sampai dengan 25 %. Sedangkan menurut Bina Marga 1987 nilai VIM minimum dan VIM maksimum yang disyaratkan dari 3 % sampai dengan 5 % tidak ada yang memenuhi.



**Gambar 6.11 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai VIM untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat kecenderungan nilai VIM naik seiring dengan bertambahnya proporsi retona. Peningkatan persentase dalam rongga total campuran disebabkan viskositas bahan ikat yang semakin tinggi sehingga mengakibatkan rongga dalam campuran tidak terisi dengan baik pada saat pemadatan seiring dengan bertambahnya retona. Pemadatan yang sulit akan mengakibatkan rongga semakin besar didalam campuran. Menurunnya tingkat kerapatan campuran mengakibatkan naiknya nilai VIM. Berdasarkan spesifikasi

Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VIM yaitu 3 % sampai dengan 6 %, dari hasil penelitian nilai VIM yang memenuhi persyaratan pada proporsi retona 0,5 % sampai dengan 2,8 % dengan nilai VIM minimum 4,75 % dan nilai VIM maksimum 6,0 %. Sedangkan yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 1987 yaitu pada proporsi Retona 0,5 % sampai dengan 0,85 % dan 1,7 % sampai dengan 2,2 % dengan nilai VIM minimum 4,75 % dan nilai VIM maksimum 5 %. Nilai VIM yang disyaratkan Bina Marga 1987 adalah 3 % sampai dengan 5 %.

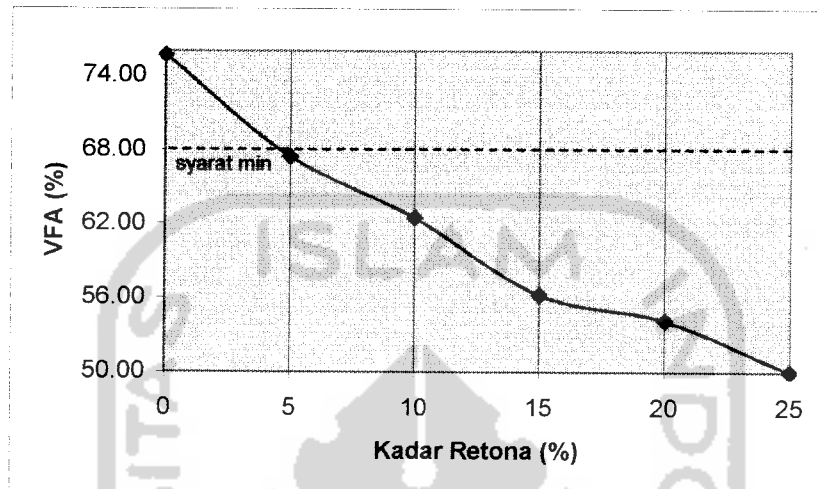
#### **6.2.4.3 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan Nilai VFA**

Nilai VFA menunjukkan besarnya pori antar butir agregat yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Besarnya nilai VFA berpengaruh pada kedekatan campuran terhadap udara dan air yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan.

Nilai VFA yang besar mengindikasikan bahwa semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya bleeding atau naiknya aspal ke permukaan perkerasan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga apabila perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan viskositas aspal menjadi turun, sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika telah penuh maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan. Nilai VFA yang terlalu kecil menyebabkan kedekatan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga kosong. Hal tersebut akan memudahkan masuknya udara dan air yang menyebabkan aspal

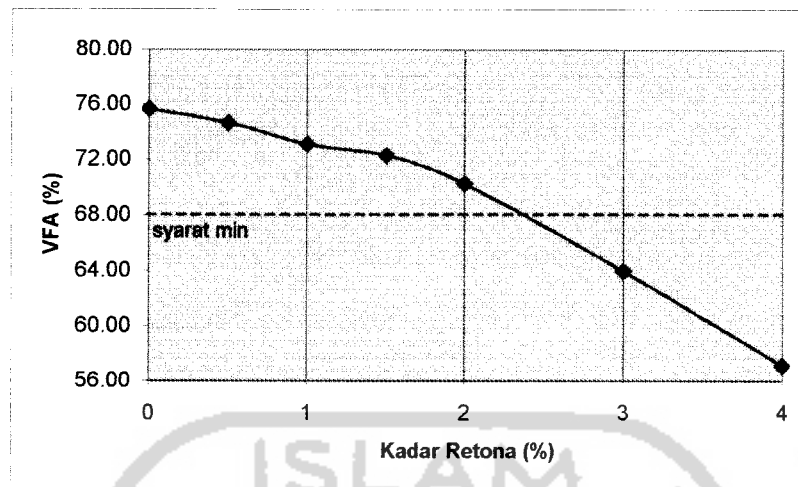


mudah teroksidasi sehingga keawetan campuran berkurang. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan nilai VFA dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 6.12 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai VFA untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai VFA mengalami penurunan yang cukup tajam dengan bertambahnya proporsi retona. Hal ini mengindikasikan persentase rongga didalam campuran yang terisi aspal atau bahan ikat mengalami penurunan yang disebabkan oleh peningkatan VIM yang diakibatkan viskositas bahan ikat yang semakin tinggi. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002 dan Bina Marga 1987, untuk proporsi retona 5 % sampai 25% tidak ada yang memenuhi persyaratan.



**Gambar 6.13 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai VFA untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %**

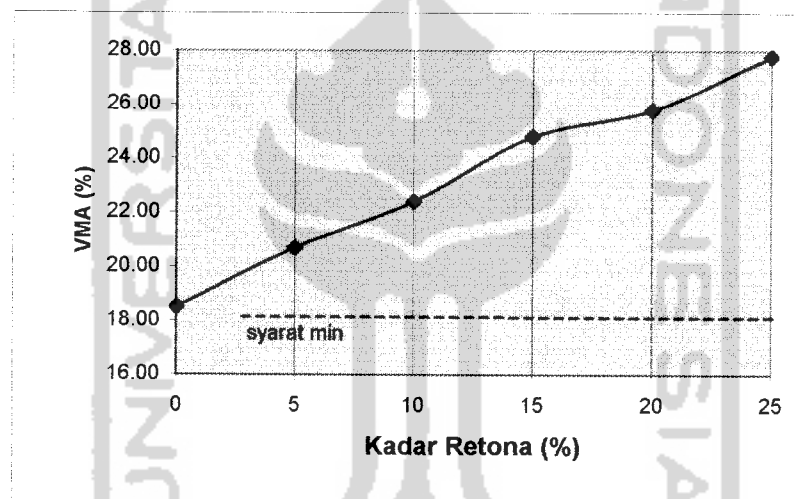
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai VFA mengalami penurunan dengan bertambahnya proporsi retona. Hal ini mengindikasikan bahwa rongga didalam campuran yang terisi aspal mengalami penurunan yang disebabkan oleh meningkatnya nilai VFA yang diakibatkan viskositas bahan ikat yang semakin tinggi. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VFA yaitu minimum 68 %, dari hasil penelitian diperoleh nilai VFA yang memenuhi persyaratan pada proporsi retona 0,5 % sampai dengan 2,35 % dengan nilai VFA maksimum 75,64 % dan nilai VFA minimum 68 %. Untuk spesifikasi Bina Marga 1987 syarat nilai VFA minimum 70 %, syarat yang memenuhi pada proporsi Retona 0,5 % sampai dengan 2,05 % dengan nilai VFA minimum 70,22 % dan nilai VFA maksimum 75,64 %

#### **6.2.4.4 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan Nilai VMA**

Nilai VMA adalah volume pori didalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan, termasuk diantaranya pori yang terisi udara dan yang terisi aspal efektif. Nilai VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal,

karena selimut aspal yang menyelimuti antar agregat menjadi lebih tebal sehingga jarak antar pori agregat menjadi lebih besar.

Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan nilai VMA adalah cara pemadatan yang digunakan. Pemadatan yang sulit mengakibatkan persentase rongga didalam campuran mengalami peningkatan, sehingga jarak antar partikel agregat didalam campuran menjadi semakin besar. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan nilai VMA dapat dilihat pada gambar berikut.

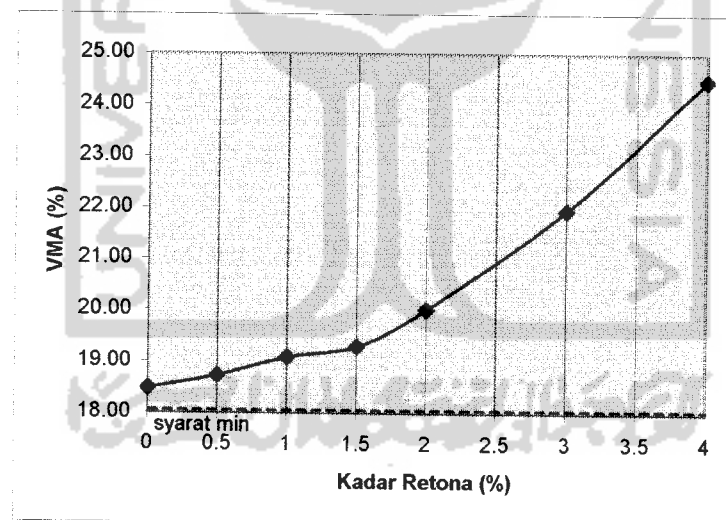


**Gambar 6.14 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai VMA untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai VMA mengalami peningkatan dengan bertambahnya Retona. Hal ini mengindikasikan persentase pori diantara mineral agregat dalam campuran mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya retona. Peningkatan persentase pori diantara mineral agregat dalam campuran ini disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi yang diindikasikan dengan penurunan angka penetrasi seiring dengan bertambahnya retona. Viskositas bahan ikat yang semakin tinggi mengakibatkan

rongga dalam campuran tidak terisi dengan baik pada saat pemadatan. Pemadatan yang semakin sulit mengakibatkan pori di dalam campuran menjadi lebih besar, sehingga persentase pori diantara mineral agregat dalam campuran mengalami peningkatan.

Nilai VMA yang mengalami peningkatan ini tidak disebabkan oleh lapisan aspal yang menyelimuti agregat bertambah tebal, akan tetapi disebabkan pori dalam campuran yang mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar retona. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VMA yaitu minimum 18 %, dari hasil penelitian nilai VMA yang memenuhi syarat pada proporsi retona 0 % sampai dengan kadar retona 25 %, dengan nilai minimum 18,48% dan nilai maksimum 27,77%.



**Gambar 6.15 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai VMA untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai VMA mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya retona. Hal ini mengindikasikan persentase pori di antara mineral agregat dalam campuran mengalami peningkatan dengan bertambahnya retona. Peningkatan persentase pori diantara mineral

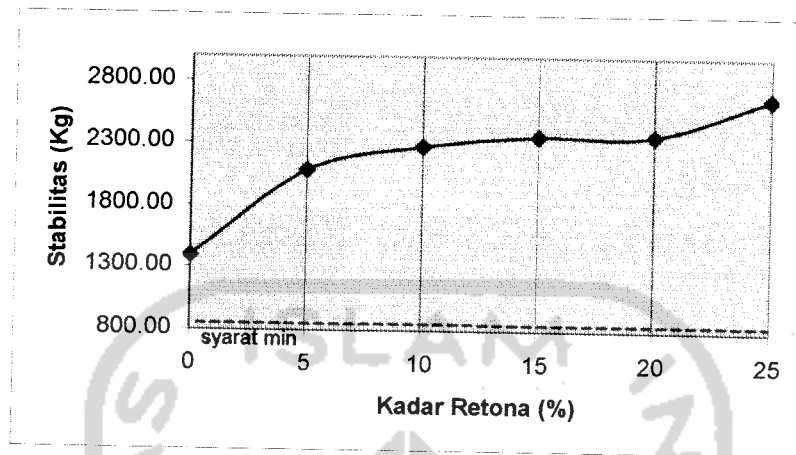
agregat dalam campuran disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi yang diindikasikan dengan penurunan angka penetrasi. Viskositas bahan ikat yang tinggi mengakibatkan rongga dalam campuran tidak terisi dengan baik pada saat pemadatan. Pemadatan akan semakin sulit sehingga pori di dalam campuran menjadi lebih besar, sehingga persentase pori di dalam campuran mengalami peningkatan. Peningkatan nilai VMA ini tidak disebabkan oleh selimut aspal yang menyelimuti mineral agregat semakin tebal, akan tetapi dikarenakan oleh pori didalam campuran yang semakin tinggi.

Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai VMA yaitu minimum 18 %, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 0,5 % sampai dengan 4 % diperoleh nilai VMA lebih besar dari nilai yang disyaratkan, dengan nilai VMA minimum 18,73 % dan nilai VMA maksimum 24,49 %. Sedangkan untuk spesifikasi Bina Marga 1987 tidak ada syarat nilai VMA.

#### **6.2.4.5 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan nilai Stabilitas.**

Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding*. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada aspal beton dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar serta jenis aspal, bentuk agregat dan kohesi campuran. Nilai stabilitas dari campuran terlalu besar maka perkerasan tersebut akan semakin kaku dan

cenderung menjadikan perkerasan bersifat getas. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan stabilitas dapat dilihat pada gambar berikut

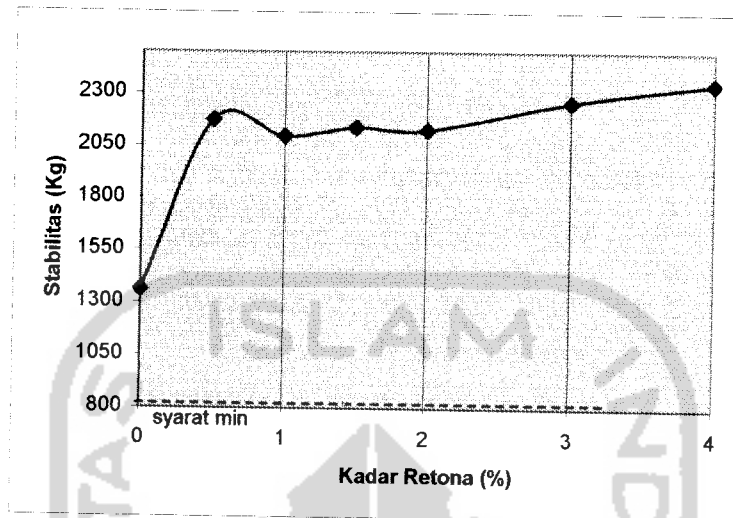


**Gambar 6.16 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai Stabilitas untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami peningkatan dengan bertambahnya proporsi retona. Hal ini mengindikasikan kemampuan campuran perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja mengalami peningkatan seiring bertambahnya proporsi retona.

Peningkatan stabilitas campuran disebabkan meningkatnya kohesi campuran, yang diakibatkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi dengan bertambahnya proporsi retona. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai stabilitas yaitu minimum 800 Kg, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 5 % sampai dengan 25 %, diperoleh nilai stabilitas yang lebih besar dari nilai yang disyaratkan dengan nilai stabilitas minimum 2085,8 Kg dan nilai stabilitas maksimum 2672,8 Kg. Untuk spesifikasi Bina Marga 1987 persyaratan nilai stabilitas minimum yaitu 550 Kg, dari hasil penelitian didapat nilai stabilitas yang memenuhi syarat pada kadar

retona 5 % sampai dengan kadar retona 25 %, dengan nilai stabilitas minimum 2085,8 Kg dan nilai stabilitas maksimum 2672,8 Kg.



**Gambar 6.17 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai Stabilitas untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami peningkatan yang tajam dengan bertambahnya proporsi retona pada kadar 0,5 %, kemudian mengalami penurunan pada kadar retona 1 % dan mengalami kenaikan pada kadar retona 1,5 % sampai dengan 4 %. Hal ini mengindikasikan kemampuan campuran perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi retona.

Peningkatan stabilitas campuran ini disebabkan meningkatnya kohesi campuran, yang diakibatkan viskositas bahan ikat yang semakin tinggi dengan bertambahnya proporsi retona. Peningkatan yang tajam pada kadar retona 0,5 % mengindikasikan terjadinya penggumpalan viskositas aspal yang tinggi disebabkan pada saat pencampuran, retona yang dipakai sudah mengalami penggumpalan, sehingga retona dan mineral agregat tidak tercampur dengan sempurna.

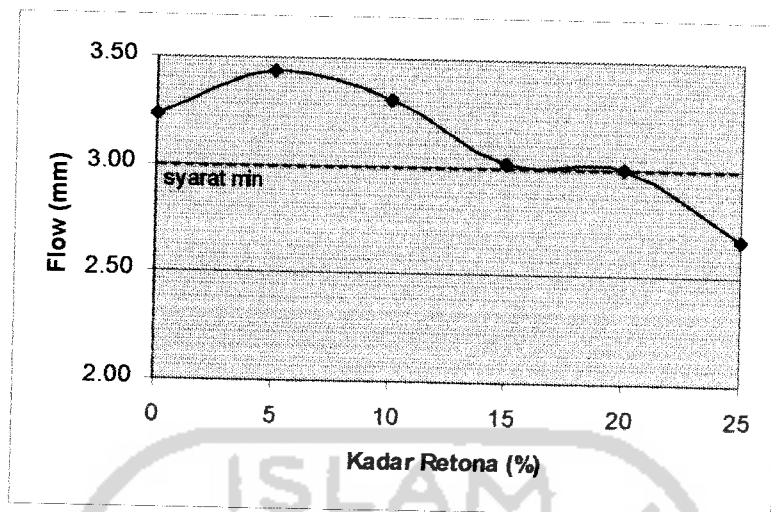
Viskositas bahan ikat yang tinggi mengakibatkan pemadatan semakin sulit, sehingga pori di dalam campuran semakin membesar. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai stabilitas yaitu minimum 800 Kg, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 0,5 % sampai dengan 4 % diperoleh nilai stabilitas lebih besar dari nilai yang disyaratkan, dengan nilai stabilitas minimum 2174,8 Kg dan nilai stabilitas maksimum 2350,3 Kg. Untuk Bina Marga 1987, persyaratan nilai stabilitas yaitu minimum 550 Kg, dari hasil penelitian yang memenuhi yaitu pada kadar retona 0,5 % sampai dengan 4 % dengan nilai stabilitas minimum 2174,8 Kg dan nilai stabilitas maksimum 2350,3 Kg.

#### **6.2.4.6 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan Nilai *Flow***

*Flow* adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai pada batas keruntuhan dan dinyatakan dalam satuan panjang (mm). *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja. Nilai *flow* suatu campuran dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan, viskositas aspal, gradasi agregat dan temperatur pemadatan.

Campuran yang memiliki nilai *flow* yang rendah dan stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku / getas sehingga mudah retak apabila beban melampaui daya dukungnya. Sebaliknya, nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan *flow* dapat dilihat pada gambar berikut.



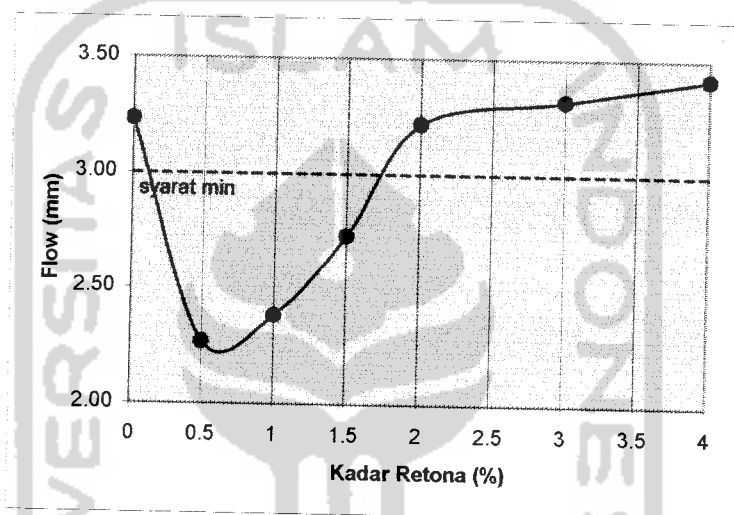


**Gambar 6.18 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai Flow untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai *flow* mengalami kenaikan dengan bertambahnya retona pada kadar retona 5 % kemudian terjadi penurunan pada kadar 10 % sampai dengan kadar 25 %. Hal ini mengindikasikan fleksibilitas campuran mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya retona. Peningkatan fleksibilitas ini menjadikan kadar aspal ditambah dengan retona akan menjadi optimum karena fungsi aspal menjadi maksimum menyelimuti permukaan mineral agregat dengan baik dan memberikan kekompakan dalam campuran yang berakibat mengurangi deformasi. *Flow* mengalami penurunan untuk proporsi 10 % mengindikasikan fleksibilitas campuran mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya retona.

Penurunan fleksibilitas ini disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi yang diindikasikan dengan penurunan angka penetrasi yang mengakibatkan bahan ikat semakin keras, sehingga fleksibilitas mengalami penurunan. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 1987, persyaratan nilai *flow* yaitu 2 mm sampai dengan 5 mm, dari hasil penelitian yang memenuhi persyaratan

pada kadar retona 5 % sampai dengan kadar retona 25 % ,dengan nilai *flow* maksimum 3,43 mm dan nilai *flow* minimum 2,67 mm. Sedangkan menurut spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai *flow* minimum 3 mm, dari hasil penelitian setelah diberi retona dengan kadar 5 % sampai dengan 25 %, diperoleh nilai *flow* minimum 3,00 mm dan nilai *flow* maksimum 3,43 mm.



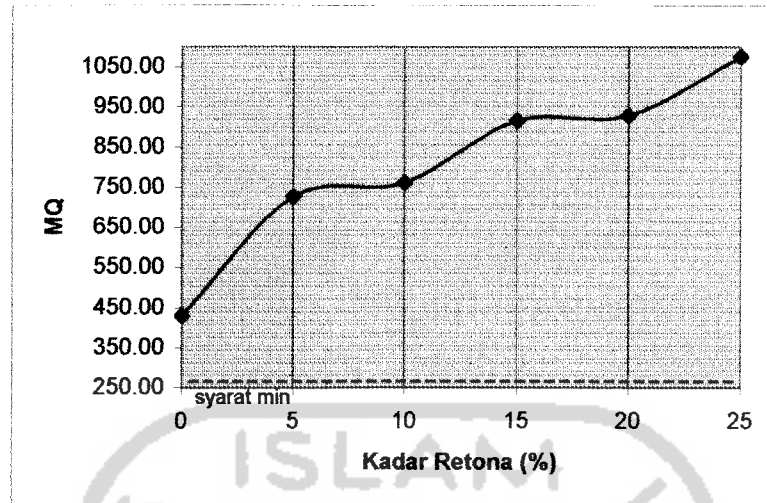
**Gambar 6.19** Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai *Flow* untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai *flow* mengalami penurunan pada kadar retona antara 0 % sampai dengan 0,5 %. Hal ini mengindikasikan meningkatnya kerapatan dan kekakuan karena penambahan retona menyebabkan viskositas aspal meningkat yang ditandai dengan nilai penetrasi yang rendah. Pada penambahan kadar retona dengan variasi antara 1 % sampai dengan 4 % cenderung meningkatkan nilai *flow*. Hal ini dapat terjadi karena jumlah aspal dan kadar retona yang lebih tinggi menyebabkan campuran menjadi semakin plastis dan lebih besar dari nilai *flow* campuran tanpa retona. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan untuk nilai *flow* yaitu

minimum 3 mm, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 0,5 % sampai dengan 4 %, maka nilai *flow* yang memenuhi persyaratan pada kadar retona 1,7 % sampai dengan 4 %, dengan nilai *flow* maksimum 3,42 mm dan *flow* minimum 3,20 mm. Sedangkan nilai *flow* maksimum 3,4 mm dan nilai *flow* minimum 2,27 mm untuk proporsi Retona 0,5 % sampai dengan 4 % adalah spesifikasi yang memenuhi persyaratan Bina Marga 1987. Syarat nilai *flow* yang ditetapkan Bina Marga 1987 yaitu 2,0 mm sampai dengan 5,0 mm.

#### **6.2.4.7 Pengaruh Penambahan Proporsi Retona Dengan nilai *Marshall Quotient***

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan kelelahan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku dan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas. Grafik hubungan antara proporsi retona terhadap aspal optimum dengan *Marshall Quotient* dapat dilihat pada gambar berikut.

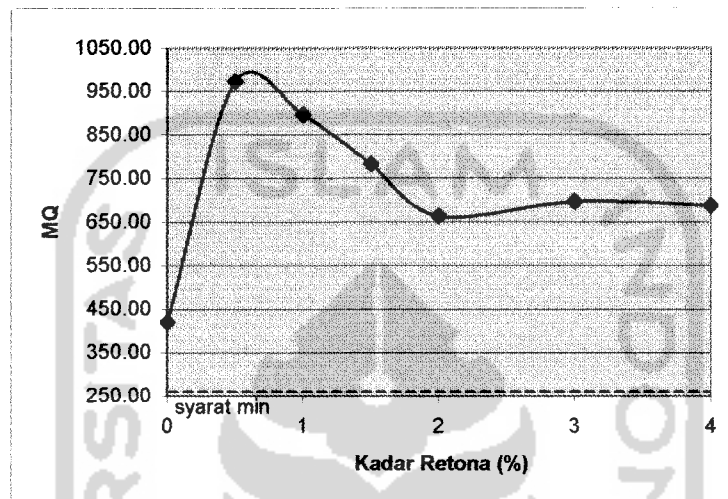


**Gambar 6.20 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai Marshall Quotient untuk kadar Retona 5 % - 25 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* mengalami peningkatan dengan bertambahnya proporsi retona. Hal ini mengindikasikan stabilitas campuran mengalami peningkatan, sedangkan nilai *flow* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya retona. Peningkatan yang terjadi disebabkan oleh viskositas bahan ikat yang semakin tinggi dengan bertambahnya proporsi retona, sehingga kohesi campuran mengalami peningkatan.

Meningkatnya kohesi campuran mengakibatkan stabilitas campuran semakin tinggi, sedangkan nilai *flow* mengalami penurunan. Stabilitas campuran yang mengalami peningkatan dan *flow* mengalami penurunan, mengakibatkan perkerasan menjadi lebih kaku. Berdasarkan spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai *Marshall Quotient* minimum 250 Kg/mm, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 5 % sampai dengan 25 %, diperoleh nilai *Marshall Quotient* lebih besar dari nilai yang disyaratkan, dengan nilai *Marshall Quotient* maksimum 1074,29 Kg/mm dan nilai *Marshall Quotient*

minimum 726,35 Kg/mm. Untuk spesifikasi Bina Marga 1987, nilai *Marshall Quotient* yang disyaratkan yaitu 200 Kg/mm sampai dengan 350 Kg/mm, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 5 % sampai dengan 25 %, tidak ada nilai *Marshall Quotient* yang memenuhi persyaratan.



**Gambar 6.21 Grafik Hubungan antara Proporsi Retona dengan nilai *Marshall Quotient* untuk kadar Retona 0,5 % - 4 %**

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* mengalami peningkatan sehingga menjadi titik optimum pada kadar retona 0,5 %, kemudian turun seiring dengan bertambahnya kadar retona. Peningkatan nilai *Marshall Quotient* menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat pada kadar retona 0,5 %. Hal ini mengindikasikan stabilitas campuran mengalami peningkatan, sedangkan nilai *flow* mengalami penurunan.

Pada penambahan kadar retona 1 % sampai dengan 4 %, mengalami penurunan nilai *Marshall Quotient* yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin sehingga kekakuan menjadi berkurang dan mengakibatkan perkerasan lebih lentur tetapi masih lebih besar dibandingkan dengan campuran tanpa retona. Sesuai dengan syarat Bina Marga 1987 untuk nilai

*Marshall Quotient* 200 Kg/mm sampai dengan 350 Kg/mm, maka untuk penambahan kadar Retona 0,5 % sampai dengan 4 % tidak ada yang memenuhi persyaratan tersebut. Sedangkan untuk spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002, persyaratan nilai *Marshall Quotient* minimum 250 Kg/mm, dari hasil penelitian setelah diberi retona pada kadar 0,5 % sampai dengan 4 %, diperoleh nilai *Marshall Quotient* lebih besar dari nilai yang disyaratkan, dengan nilai *Marshall Quotient* minimum sebesar 662,62 Kg/mm dan nilai *Marshall Quotient* maksimum 971,64 Kg/mm.

**Tabel 6.10 Kadar Retona Optimum**

Spesifikasi	Kadar Retona ( % )						
	0	0,5	1	1,5	2	3	4
VFA							
VIM							
Flow							
Stabilitas							

$$(1,7 \% + 2,35 \% ) / 2 = 2,025 \% \approx 2,0 \%$$

**Gambar 6.21 Kadar Retona Optimum Campuran HRS B**

- Kadar retona optimum =  $(1,7 \% + 2,35 \% ) / 2 = 2,025 \% \approx 2,0 \%$

Nilai kadar retona optimum sebesar 2,0 %, yang diperoleh dengan mengambil nilai tengah dari semua nilai kadar retona dan aspal yang memenuhi spesifikasi Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga 2002.

### 6.3 Kenaikan dan Penurunan Suhu Perendaman Air Hujan dan Air Murni

Hasil pemeriksaan campuran aspal dan Retona dengan perendaman air hujan dan air murni pada suhu perendaman 50°C, 60 °C dan 70 °C menggunakan uji *marshall* dapat dilihat pada tabel 6.10 sebagai berikut :

**Tabel 6.10 Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal & Retona pada Perendaman Air Hujan dan Air Murni**

No.	Durasi Perendaman (jam)	Suhu °C	Stabilitas		Flow	
			Air Murni	Air Hujan	Air Murni	Air Hujan
1	0,5	50	3012.54	3012.54	3.65	3.3
2	0,5		3141.70	3141.70	3.50	2.95
3	0,5		2966.75	2966.75	3.35	3.3
<b>Rerata</b>			<b>3040.33</b>	<b>2954.24</b>	<b>3.50</b>	<b>3.18</b>
1	24	50	3064.36	3064.36	3.6	3.8
2	24		3134.56	3134.56	3.8	3.4
3	24		2871.16	2871.16	3.4	2.6
<b>Rerata</b>			<b>3023.36</b>	<b>2820.69</b>	<b>3.60</b>	<b>3.27</b>
1	0,5	60	2005.62	2005.62	3.75	3.9
2	0,5		2858.60	2858.60	4.00	3.6
3	0,5		1850.28	1706.96	4.20	3.2
<b>Rerata</b>			<b>2238.16</b>	<b>1794.79</b>	<b>3.98</b>	<b>3.57</b>
1	24	60	2235.19	1664.45	4.1	3.5
2	24		1756.91	1674.81	3.9	4.1
3	24		2061.26	1419.23	4.3	3.7
<b>Rerata</b>			<b>2017.78</b>	<b>1586.17</b>	<b>4.10</b>	<b>3.77</b>
1	0,5	70	2057.25	1696.04	4.20	4.15
2	0,5		2430.66	1629.03	3.70	4
3	0,5		2003.26	2027.39	5.10	4.1
<b>Rerata</b>			<b>2163.72</b>	<b>1784.16</b>	<b>4.33</b>	<b>4.08</b>
1	24	70	1919.73	1461.35	4.4	4.4
2	24		1890.45	1376.40	4.45	4.3
3	24		1498.84	1310.97	4.23	3.95
<b>Rerata</b>			<b>1769.68</b>	<b>1382.91</b>	<b>4.36</b>	<b>4.22</b>

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UH

Dari tabel diatas menunjukkan secara umum terjadinya perbedaan antara perendaman air hujan dan air murni yang mengalami penurunan secara signifikan antara suhu perendaman 50°C, 60°C dan 70°C. Pada perendaman air murni dan air

hujan untuk suhu 50°C, sifat perkerasan masih dapat menahan beban yang dihasilkan oleh *marshall test* dengan stabilitas yang tinggi. Hal ini dikarenakan aspal ditambah dengan Retona pada suhu 50°C belum mengalami titik lembek, dimana titik lembek aspal mencapai 51°C.

Terdapat perbedaan stabilitas antara air hujan dan air murni, hal ini dikarenakan sifat air hujan yang dapat cepat merubah sifat kimia aspal. Ini menandakan air hujan dapat bereaksi terhadap aspal sehingga mengakibatkan perubahan struktur kimia aspal sehingga menjadi lebih kaku.

Untuk perendaman air hujan dan air murni pada suhu perendaman 60°C, mengalami penurunan stabilitas yang signifikan dari suhu 50°C. Hal ini terjadi karena pada suhu 60°C, aspal + Retona telah mencapai titik lembek, sehingga yang menahan beban hanya berupa ikatan antar agregat dengan sedikit kelekatan aspal. Perbedaan stabilitas juga terjadi pada perendaman suhu 60°C, dimana stabilitas perendaman air hujan mengalami penurunan dibandingkan dengan perendaman air murni.

Untuk perendaman air hujan dan air murni pada suhu perendaman 70°C, mengalami penurunan stabilitas dibandingkan dengan suhu 60°C. Aspal dengan retona pada suhu 70°C telah mengalami pelelehan, sehingga stabilitas cenderung semakin menurun dan nilai *flow* juga semakin besar sehingga pada suhu tersebut aspal dengan retona telah mengalami pelelehan yang besar pula.



#### 6.4 Indeks Kekuatan Sisa

Indeks kekuatan sisa diperoleh melalui pengujian terhadap sifat mekanik benda uji (stabilitas dan *flow*). Dari nilai indeks kekuatan sisa syarat minimum yaitu 75 %, karena pada nilai tersebut campuran aspal dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air.

Contoh Perhitungan IKS *Marshall* sebagai berikut :

$$\text{Rumus} = \text{IKS} \frac{S_2}{S_1} \times 100$$

Dimana :

$S_1$  = nilai rata-rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama  $T_1$  menit (Kg)

$S_2$  = nilai rata-rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama  $T_2$  menit (Kg)

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

$$\text{Diket : } S_1 = 2297,17 \text{ Kg}$$

$$S_2 = 2012,49 \text{ Kg}$$

$$\text{IKS} = \frac{2012,49}{2297,17} \times 100 = 87,61\% \text{ ( Retona Optimum )}$$

$$\text{Diket : } S_1 = 1897,53 \text{ Kg}$$

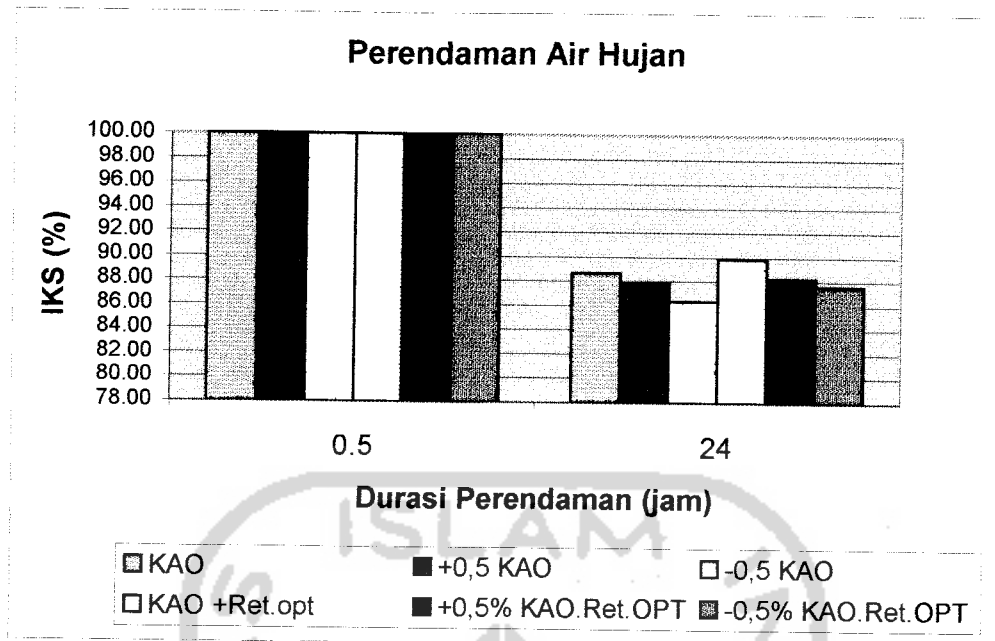
$$S_2 = 1639,00 \text{ Kg}$$

$$\text{IKS} = \frac{1639,0}{1897,53} \times 100 = 86,38\% \text{ ( HRS B )}$$

## 6.4.1 Indeks Kekuatan Sisa air hujan

Tabel 6.11 Indeks Kekuatan Sisa Air Hujan

No.	Durasi Perendaman (jam)	Kadar Aspal	Air Hujan					
			Stabilitas (Kg)		IKS (%)			
			HRS B + Retona .	HRS B	HRS B + Retona.	HRS B		
1	0,5	- 0,5 % KAO	2460.27	1626.93	87.61	86.38		
2	0,5	- 0,5 % KAO	2153.35	1936.80				
3	0,5	- 0,5 % KAO	2277.89	2128.86				
<b>Rata-rata</b>			<b>2297.17</b>	<b>1897.53</b>				
1	24	- 0,5 % KAO	2044.31	1591.16				
2	24	- 0,5 % KAO	2122.75	1650.13				
3	24	- 0,5 % KAO	1870.39	1675.71				
<b>Rata-rata</b>			<b>2012.49</b>	<b>1639.00</b>				
1	0,5	Optimum	2636.92	1759.95			89.84	88.66
2	0,5	Optimum	2228.13	2031.94				
3	0,5	Optimum	2485.92	1940.60				
<b>Rata-rata</b>			<b>2450.32</b>	<b>1910.83</b>				
1	24	Optimum	2180.41	1661.95				
2	24	Optimum	2402.42	1586.17				
3	24	Optimum	2021.60	1834.31				
<b>Rata-rata</b>			<b>2201.48</b>	<b>1694.14</b>				
1	0,5	+ 0,5 % KAO	2702.65	1783.01	88.26	87.86		
2	0,5	+ 0,5 % KAO	2021.64	1796.29				
3	0,5	+ 0,5 % KAO	2431.74	2180.87				
<b>Rata-rata</b>			<b>2385.35</b>	<b>1920.06</b>				
1	24	+ 0,5 % KAO	2024.84	1697.95				
2	24	+ 0,5 % KAO	1970.72	1677.01				
3	24	+ 0,5 % KAO	2320.49	1685.77				
<b>Rata-rata</b>			<b>2105.35</b>	<b>1686.91</b>				



**Gambar 6.22 Indeks Kekuatan Sisa Air Hujan**

Dari tabel diatas dapat dilihat, kecenderungan aspal dengan Retona lebih tahan terhadap keasaman yang dihasilkan oleh perendaman air hujan. Indeks kekuatan sisa campuran tersebut untuk periode perendaman *marshall* sebagaimana terlihat pada tabel 6.11 dan gambar 6.22, masih berada diatas nilai minimum yang disyaratkan yaitu 75%.

Untuk indeks kekuatan sisa campuran HRS B dengan Retona setelah perendaman 24 jam air hujan menunjukkan stabilitas lebih tinggi dari campuran HRS B baik pada kadar aspal optimum maupun pada pengurangan dan penambahan 0,5 % KAO.

Untuk pengurangan 0,5 % KAO, hal ini dikarenakan campuran menjadi kurang kedap air sehingga air dan udara dapat mudah masuk kedalam rongga, sehingga reaksi kerusakan yang diakibatkan air hujan terhadap aspal menjadi lebih besar. Tetapi berbeda dengan teori diatas, nilai IKS campuran HRS B dengan Retona lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona.

Hal ini menunjukkan sifat dari campuran HRS B dengan Retona lebih tahan terhadap air hujan dan juga karena sifat *filler* alam dari retona yaitu *hidropobic* (kecenderungan tidak menarik air) sehingga dapat mengurangi sifat reaktif dari air hujan dan dapat menanggulangi kerusakan yang diakibatkannya.

Sedangkan untuk KAO, nilai IKS cenderung lebih tinggi dari pada penambahan 0,5 % KAO. Hal ini dikarenakan agregat didalam campuran telah terselimuti oleh aspal secara optimal yang telah terikat dengan baik sehingga menjadi kesatuan yang efektif. Untuk penambahan 0,5 % KAO, aspal yang ditambahkan cenderung menjadi pelicin sehingga nilai IKS nya lebih rendah meskipun kekedapannya lebih tinggi. Kecenderungan HRS B dengan retona mempunyai nilai IKS lebih tinggi dibandingkan dengan HRS B tanpa retona dikarenakan retona mempunyai viskositas yang tinggi sehingga dapat mengurangi sifat keasaman dari air hujan.

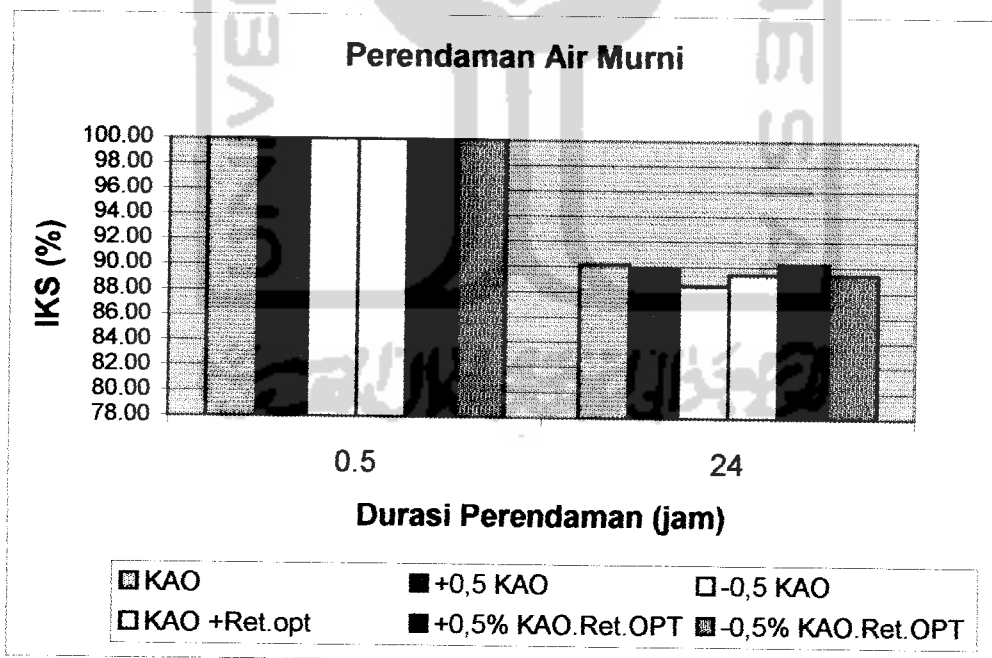
#### 6.4.2 Indeks Kekuatan Sisa Air Murni

Tabel 6.12 Indeks Kekuatan Sisa Air Murni

No.	Durasi Perendaman (jam)	Kadar Aspal	Air Murni					
			Stabilitas (Kg)		IKS (%)			
			HRS B + Retona	HRS B	HRS B + Retona	HRS B		
1	0,5	- 0,5 % KAO	2318.27	1830.22	89.44	88.47		
2	0,5	- 0,5 % KAO	2253.71	2170.63				
3	0,5	- 0,5 % KAO	2670.37	1955.39				
<b>Rata-rata</b>			<b>2414.12</b>	<b>1985.41</b>				
1	24	- 0,5 % KAO	2199.24	1847.63				
2	24	- 0,5 % KAO	2018.84	1687.94				
3	24	- 0,5 % KAO	2259.40	1733.99				
<b>Rata-rata</b>			<b>2159.16</b>	<b>1756.52</b>				
1	0,5	Optimum	2680.12	2252.41				
2	0,5	Optimum	3300.02	2015.58				

Lanjutan tabel 6.12 ...

No.	Durasi Perendaman (jam)	Kadar Aspal	Air Murni			
			Stabilitas (Kg)		IKS (%)	
			HRS B + Retona	HRS B	HRS B + Retona	HRS B
3	0,5	Optimum	1826.70	2195.02	89.44	90.15
Rata-rata			2602.28	2154.34		
1	24	Optimum	2340.05	1694.97		
2	24	Optimum	2147.32	2113.44		
3	24	Optimum	2494.97	2018.12		
Rata-rata			2327.44	1942.18	90.22	89.84
1	0,5	+ 0,5 % KAO	2580.41	2006.20		
2	0,5	+ 0,5 % KAO	2339.82	2201.10		
3	0,5	+ 0,5 % KAO	1946.60	1971.14		
Rata-rata			2288.94	2059.48		
1	24	+ 0,5 % KAO	2114.81	2020.26		
2	24	+ 0,5 % KAO	2351.68	1758.40		
3	24	+ 0,5 % KAO	1728.90	1772.25		
Rata-rata			2065.13	1850.30		



Gambar 6.23 Indeks Kekuatan Sisa Air Murni

Dari tabel diatas dapat dilihat, kecenderungan campuran HRS B dengan retona lebih tahan terhadap air murni. Indeks kekuatan sisa campuran tersebut untuk periode perendaman *marshall* sebagaimana terlihat pada tabel 6.12 dan gambar 6.23, masih berada diatas nilai minimum yang disyaratkan yaitu 75 %.

Untuk indeks kekuatan sisa campuran HRS B dengan retona setelah perendaman 24 jam air murni menunjukkan stabilitas lebih tinggi dari campuran HRS B baik pada kadar aspal optimum maupun pada pengurangan dan penambahan 0,5 % KAO.

Untuk pengurangan 0,5 % KAO, nilai IKS nya cenderung lebih rendah dikarenakan aspal yang menyelimuti agregat campuran menjadi kurang sehingga rongga didalam campuran menjadi lebih besar dan mudah dimasuki oleh air. Sedangkan untuk KAO, nilai IKS nya lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan 0,5 % KAO. Hal ini mengindikasikan aspal pada campuran KAO menyelimuti permukaan agregat lebih efektif untuk menjadi satu kesatuan. Ini berbeda dengan penambahan 0,5 % KAO yang nilai IKS nya lebih rendah dikarenakan aspal yang ditambahkan cenderung menjadi pelicin.

Untuk HRS B dengan Retona, indeks kekuatan sisanya sama dengan pengurangan aspal 0,5 % KAO dan lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan penambahan aspal 0,5 % KAO terhadap berat aspal. Pemakaian campuran HRS B dengan retona dapat menaikkan nilai IKS dibandingkan campuran HRS B tanpa retona, yang keduanya mempunyai sifat yang hampir sama. Ini berarti campuran perkerasan tersebut lebih stabil terhadap pengurangan dan juga penambahan 0,5 % dari berat aspal.

### 6.5 Perendaman 3 hari di alam terbuka

Dari hasil penelitian didapatkan hubungan perendaman air hujan selama 3 hari di alam terbuka antara campuran HRS B dengan retona dan campuran HRS B tanpa retona dengan rendaman waterbath 60°C selama 30 menit ditunjukkan pada tabel 6.13 sebagai berikut :

**Tabel 6.13 Hasil Pengujian Sampel pada Perendaman 3 Hari**

No.	Benda Uji	VIM (%)	VFA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
1	XIII-A	5.77	66.98	20.78	2.32	2158.42	4.75	454.40
2	XIII-B	4.66	70.96	19.85	2.34	2309.04	4.1	563.18
3	XIII-C	5.44	68.13	20.50	2.32	2061.06	4.05	508.90
	<b>Rerata</b>	<b>5.287</b>	<b>68.689</b>	<b>20.378</b>	<b>2.328</b>	<b>2176.17</b>	<b>4.30</b>	<b>508.829</b>
1	XIV-A	4.66	70.96	19.85	2.34	2428.11	3.1	783.26
2	XIV-B	5.22	68.88	20.33	2.33	1692.69	2.3	735.95
3	XIV-C	5.17	69.07	20.28	2.33	2382.49	2.7	882.40
	<b>Rerata</b>	<b>5.017</b>	<b>69.639</b>	<b>20.151</b>	<b>2.334</b>	<b>2167.76</b>	<b>2.70</b>	<b>800.54</b>

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa semakin lama campuran aspal beton mengalami perendaman air hujan dapat mengakibatkan penurunan nilai stabilitas. Untuk campuran HRS B tanpa retona stabilitasnya lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS B dengan retona. Kecenderungan stabilitas lebih stabil ditunjukkan oleh campuran HRS B dengan retona dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa retona yang mempunyai variatif stabilitas yang besar, tetapi bertolak belakang dengan teori yang sudah dikemukakan diatas bahwa nilai stabilitas akan cenderung naik bersamaan dengan naiknya nilai *density* (kepadatan). Kondisi ini disebabkan karena rongga yang terdapat didalam campuran sebagian sudah terisi aspal bebas yang diakibatkan panas dari proses oksidasi, hal ini terlihat dari nilai yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai

VIM dan tingginya nilai VFA pada HRS B tanpa retona, begitu sebaliknya yang terjadi pada HRS B dengan retona.

Naiknya stabilitas campuran HRS B tanpa retona, terjadi juga dikarenakan sifat kekakuannya bertambah dengan terindikasi *flow* yang kecil dibandingkan campuran HRS B dengan retona. Sifat kekakuan yang berlebih ini dikarenakan perendaman sampel selama 3 hari di alam terbuka untuk kondisi air hujan. Untuk campuran HRS B dengan retona cenderung lebih stabil dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa retona.

Kecenderungan ini dilihat dari nilai stabilitas yang tinggi dan *flow* yang tinggi pula, sehingga pengaruh perendaman air hujan selama 3 hari hanya berpengaruh sedikit terhadap kekakuan pada campuran HRS B dengan retona.

#### 6.5.1 Hasil Pengujian Sampel terhadap Perendaman Air Hujan 3 Hari.

Hasil pengujian ini mengacu kepada pengamatan dan pemeriksaan fisik campuran terhadap perendaman 3 hari air hujan. Hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada tabel 6.14 berikut :

**Tabel 6.14 Hasil Pengujian Sampel Terhadap Variasi Lama Waktu Perendaman Air Hujan Secara Visual**

Lama Perendaman Dalam Air Hujan	Pengamatan	
	Suhu Udara ( °C )	Rendaman Air Hujan
3 Hari	26 °C – 28 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Warna sampel buram.</li> <li>2. Terjadi pelepasan butiran / agregat.</li> <li>3. Terjadi pelepasan film aspal ke permukaan air.</li> </ol>



Lanjutan tabel 6.14 ...

Lama Perendaman Dalam Air Hujan	Pengamatan	
	Suhu Udara (°C)	Rendaman Air Hujan
2 Hari	25 °C – 28 °C	1. Warna sampel buram. 2. Terjadi pelepasan butiran / agregat aspal. 3. Terjadi pelepasan film aspal ke permukaan air.
1 Hari	25 °C – 28 °C	1. Warna sampel buram. 2. Terjadi pelepasan butiran / agregat aspal.

#### 6.6 Pengaruh Kadar Retona terhadap sifat sisa aspal ( penetrasi dan titik lembek)

Hasil pemeriksaan sifat fisik aspal dengan retona dan aspal dengan *filler* tercantum pada tabel 6.15 dan tabel 6.16 sebagai berikut.

**Tabel 6.15 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Retona dan Aspal**

No	Jenis Pemeriksaan	Aspal Murni	Aspal + Retona		Syarat		Satuan
			2 %	4 %	Min	Max	
1.	Penetrasi ( 25°C, 5 dtk)	63,9	47,1	40,9	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek (°C)	51,5	53,5	57,5	48	58	°C
3	Indeks Penetrasi (IP)	- 0,23	- 0,5	0,04	-	-	0,1 mm

Sumber : Hasil Penelitian Lab Jalan Raya JTS FT UII 2004

**Tabel 6.16 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal dan Filler**

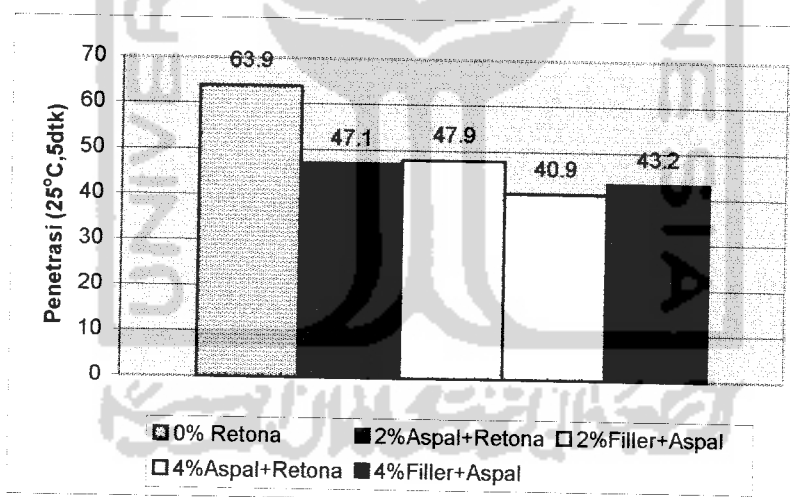
No	Jenis Pemeriksaan	Aspal Murni	Aspal + Filler		Syarat		Satuan
			2 %	4 %	Min	Max	
1.	Penetrasi ( 25°C, 5 dtk)	63,9	47,9	43,2	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek (°C)	51,5	52,5	54,5	48	58	°C

Lanjutan tabel 6.16 ...

No	Jenis Pemeriksaan	Aspal Murni	Aspal + Filler		Syarat		Satuan
			2 %	4 %	Min	Max	
3	Indeks Penetrasi (IP)	- 0,23	- 0,69	- 0,47	-	-	-

Sumber : Hasil Penelitian Lab Jalan Raya JTS FT UII 2004

Tabel 6.15, tabel 6.16 diatas dan gambar 6.24 dibawah ini menunjukkan bahwa kekerasan aspal meningkat dengan menambah aspal penggantinya yaitu retona. Hal ini ditunjukkan nilai penetrasi aspal dengan retona lebih rendah dibandingkan aspal ditambah *filler*. Nilai penetrasi yang lebih rendah menunjukkan bahwa viskositas atau kekentalan aspal lebih tinggi. Pada kadar aspal dengan retona 4 % nilai penetrasi mencapai 40,9. Hal ini menunjukkan retona dengan aspal memiliki tingkat kepekaan yang rendah terhadap temperatur.



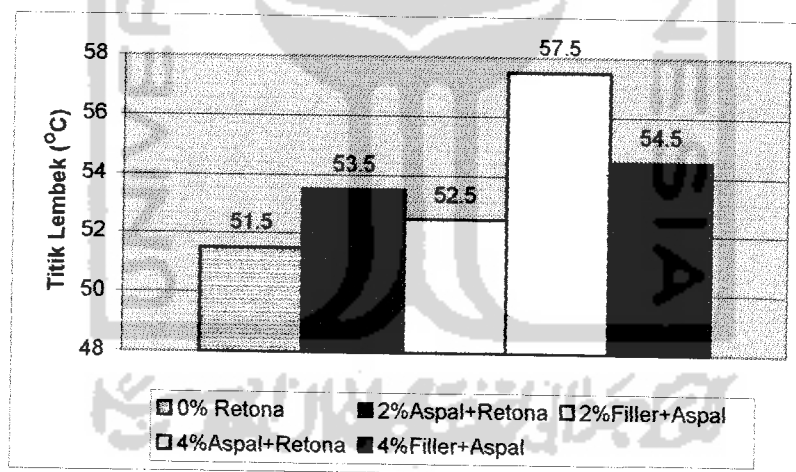
**Gambar 6.24 Grafik hubungan antara Aspal+Retona dan Aspal+Filler dengan nilai Penetrasi**

Hasil titik lembek pada tabel 6.15 dan tabel 6.16 menunjukkan bahwa penambahan retona cenderung menaikkan titik lembek aspal karena sifat retona yang tahan terhadap temperatur tinggi. Ini juga terjadi pada penambahan aspal dan *filler*, tetapi nilainya lebih rendah dibandingkan dengan penambahan aspal dan

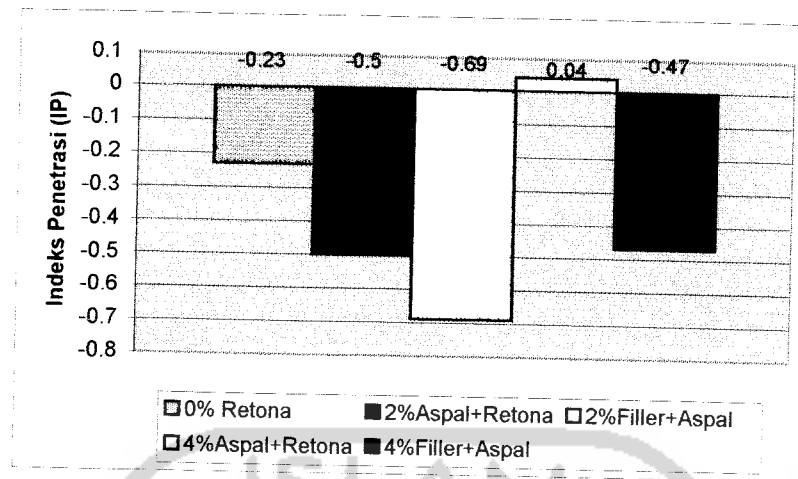
retona. Hal ini mengakibatkan aspal pada temperatur yang sama bersifat lebih kental sehingga dapat mengikat agregat lebih baik dan menjadikan campuran lebih kaku dan awet dibandingkan aspal dengan *filler*.

Dilihat dari nilai indeks penetrasi, aspal ditambah *filler* memiliki indeks penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan aspal ditambah retona. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dan retona cenderung lebih rendah kepekaannya terhadap temperatur dibandingkan dengan aspal dengan *filler*.

Dari semua nilai indeks penetrasi yang terdapat pada tabel 6.15, tabel 6.16 dan gambar 6.25 mempunyai nilai yang terletak diantara  $-1$  dan  $+1$ , berarti aspal dan penambahan retona tersebut baik untuk digunakan sebagai material perkerasan jalan.



**Gambar 6.25 Grafik hubungan antara Aspal+Retona dan Aspal+Filler dengan nilai Titik Lembek**



**Gambar 6.26** Grafik hubungan antara Aspal+Retona dan Aspal+Filler dengan nilai Indeks Penetrasi



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik *Marshall*, indeks kekuatan sisa dan variasi suhu perendaman pada campuran HRS B baik yang menggunakan aspal AC 60 – 70 dengan Retona maupun tanpa Retona dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran HRS B yang menggunakan AC 60 – 70 dengan Retona mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona.
2. Nilai *flow* campuran HRS B tanpa Retona lebih rendah dibandingkan dengan nilai *flow* campuran HRS B dengan Retona yang mengindikasikan campuran HRS B tanpa Retona lebih kaku dibandingkan dengan HRS B dengan Retona.
3. VIM yang merupakan persentase rongga dalam campuran dan dibatasi pada nilai VIM 3% - 6% (syarat Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga), terpenuhi pada kadar aspal 6% sampai 6,5% (HRS B tanpa retona). Adapun kecenderungan yang diperlihatkan adalah nilai VIM semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal.
4. VIM yang merupakan persentase rongga dalam campuran dan dibatasi pada nilai VIM 3% - 6% (syarat Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga), terpenuhi pada kadar retona 0% hingga 2% (HRS B dengan retona). Adapun kecenderungan yang diperlihatkan adalah nilai VIM semakin naik dengan

bertambahnya kadar retona. Hal ini mengindikasikan rongga didalam campuran HRS B dengan Retona lebih besar.

5. Nilai VFA untuk campuran HRS B yang menggunakan Retona pada kadar aspal 6,3 % (0,5 % kadar retona) lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona pada kadar aspal 8 %, sedangkan pada kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 % dan 7,5 % sebaliknya.
6. Nilai VMA yang dibatasi minimal 18 %(syarat Dinas Kimpraswil Bidang Bina Marga), terpenuhi pada kadar aspal 6,0 % sampai dengan 8,0 %. Nilai VMA ini cenderung naik seiring dengan penambahan aspal.
7. Campuran HRS B dengan Retona mempunyai nilai VMA cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona. Nilai VMA dan nilai VIM akan naik seiring dengan bertambahnya kadar Retona, tetapi nilai VFA sebaliknya, cenderung turun dengan bertambahnya kadar Retona.
8. Campuran HRS B yang menggunakan Retona memiliki nilai *density* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona.
9. Nilai *Marshall Quotient* untuk campuran HRS B yang menggunakan Retona lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS B tanpa Retona. Hal ini menunjukkan campuran HRS B dengan Retona lebih tahan lama.
10. Ketahanan campuran terhadap temperatur, air dan cuaca yang berupa nilai Indeks Kekuatan Sisa untuk perendaman air murni cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Indeks Kekuatan Sisa untuk perendaman air hujan. Hal ini menunjukkan air hujan cenderung lebih tinggi tingkat kerusakannya pada campuran dibandingkan dengan air murni.

11. Nilai stabilitas HRS B dengan Retona pada suhu 50°C, 60°C dan 70°C lebih tinggi dibandingkan dengan HRS B tanpa Retona. Hal ini menunjukkan bahwa aspal dengan dengan titik lembek yang tinggi dapat menyebabkan campuran HRS B dengan Retona lebih tahan terhadap kecenderungan perubahan suhu permukaan jalan.
12. Campuran HRS B dengan Retona untuk perendaman air hujan selama 3 hari di alam terbuka menunjukkan ketahanan terhadap perendaman yang lebih baik dibandingkan dengan HRS B tanpa Retona.

## 7.2 Saran

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik *Marshall*, indeks kekuatan sisa dan variasi suhu perendaman pada campuran HRS B baik yang menggunakan aspal AC 60 – 70 dan Retona maupun tanpa Retona dapat dihasilkan saran - saran sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui lebih jauh tingkat kereaktifan air hujan, maka perlu diuji sifat dan unsur-unsur kimia yang terkandung didalamnya agar dapat diketahui sejauh mana kerusakan yang diakibatkan air hujan pada perkerasan jalan.
2. Untuk penelitian lebih lanjut campuran dengan Retona sebagai pengganti aspal dan *filler*, perlu diujicobakan dengan pengujian permeabilitas sehingga diketahui tingkat kedap terhadap air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, **Mengangkat Asbuton Setara Dengan Aspal Trinidad**, PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta.
- Bina Marga, 1987, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bina Marga, 1988, **Aspal Campuran Panas Dengan Durabilitas Tinggi**, Central Quality Control And Monitoring Unit, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Anonim, 1996, **Buku Panduan Praktikum Jalan Raya**, Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sukirman, S, 1999, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.
- Sudarsono, DU, 1976, **Prinsip-Prinsip Beton Aspal dan Pengaspalan Dengan Butas**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Soehartono, 1997, **Highbonding Asphalt dan Retona Sebagai Salah Satu Jawaban Atas Masalah Perkerasan Jalan Di Indonesia**, Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-5, Yogyakarta.
- Anonim, 1983, **Asphalt Technology and Construction Practices, Educational Series No.1 (ES-1)**, *The Asphalt Institute, U.S.A.*
- Kerbs, RD, and Walker, 1971, **Highway Material**, *Mc Graw Hill Book Company, USA.*
- Nurkhalis, 2002, **Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Padat Industri Tekstil (Sludge) Sebagai Filler Pada Campuran HRS B**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Univesitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Moh. Cahyadi Sutopo dan Happy Damarasih, 2003, **Pengaruh Penggunaan Retona Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall dan Permeabilitas Campuran Beton Aspal (AC)**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Harian Umum Suara Merdeka, 23 April 2002, **Artikel Lingkungan Yogya Terancam Hujan Asam.**
- Harian Umum Suara Merdeka, 3 Juni 2002, **Artikel Mencegah Bahaya Polusi Udara.**
- Suara Pembaharuan, 8 Agustus 2003, **Hujan Asam Ancam Kota Besar.**
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kimbangwil, 1999, **Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak**, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Prasarana Jalan, Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Bandung.
- Muralia Hustim, 2001, **Evaluasi Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Campuran Butonite Mastic Asphalt**, Simposium Ke-4 FSTPT, Udayana, Bali.
- Muh. Isran Ramli, 2001, **Evaluasi Pengaruh Proses Penguapan-Pengembunan Berulang Terhadap Durabilitas Campuran Butonite Mastic Asphalt (BMA)**, Simposium Ke-4 FSTPT, Udayana, Bali.



Dedi Eka Putra dan Rifki Wirya, 2003, **Pengaruh Rendaman Pasca Hujan Pada Lapis Perkerasan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Bina Marga, 2002, **Spesifikasi Teknis**, Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.





UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI  
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II ( Des 04 - Mei 05 )

**Berlaku mulai Tgl : 25-Jan-05 – Sampai Akhir Mei 05**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Achmad Rizaldi Hassanoesi	97 511 054	Teknik Sipil
2.	Slamet Widodo	97 511 074	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Perendaman Air Hujan Terhadap Pemakaian Bahan Tambah  
Retona Pada Campuran HRS B

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Balya Umar,Ir,H,MSc



Jogjakarta , 25-Jan-05  
a.n. Dekan

Hr.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : \_\_\_\_\_

Sidang : \_\_\_\_\_

Pendadaran : \_\_\_\_\_



















## PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

### AASHTO T 96-97

Contoh dari : Clereng Kulon Progo Dikerjakan oleh : Achmad R.H  
Jenis contoh : Agregat Halus Slamet W  
Diuji tanggal : 21 Mei 2004 Diperiksa oleh : Sukamto  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Jenis Gradasi		Benda Uji	
Saringan		I (gr)	II
Lolos	Tertahan		
72,2 mm ( 3,0" )	63,5 mm ( 2,5" )		
63,5 mm ( 2,5" )	50,8 mm ( 2,0" )		
50,8 mm ( 2,0" )	37,5 mm ( 1,5" )		
37,5 mm ( 1,5" )	25,4 mm ( 1,0" )		
25,4 mm ( 1,0" )	19,0 mm ( ¾" )		
19,0 mm ( ¾" )	12,5 mm ( 0,5" )	2500	
12,5 mm ( 0,5" )	9,5 mm ( 3/8" )	2500	
9,5 mm ( 3/8" )	6,3 mm ( ¼" )		
6,3 mm ( ¼" )	4,75 mm ( # 4 )		
4,75 mm ( # 4 )	4,75 mm ( # 8 )		
Jumlah benda uji ( A )		5000	
Jumlah Tertahan di sieve ( B )		3545	
$Keausan = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		29,1 %	

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo

















CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	10/12 <sup>05</sup>	Konsultasikan dulu ke DP II	
	20/12 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambarkan grafik agregat yg ser. pakai</li> <li>- Berikan analisis pada pencarian kadar aspal optimum, semua persyaratannya batas biringnya selalu sama pada 6%, mengayun?</li> <li>- Edit dan sempurnakan yg saya koreksi. Konsultasi berbentuk yg saya koreksi harap di lampirkan.</li> <li>- Bisa kurang paham, harap tanyai saya -</li> </ul>	
	03/3 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edit</li> <li>- Sempurnakan yg saya tulis di dalam, dan lampirkan lagi bila konsultasi berbentuk -</li> <li>- Berjelas masalah PH air</li> </ul>	
	9/3 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sempurnakan yg saya koreksi (hal 76-94)</li> </ul>	
	16/3 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lakukan analisis yg belum sempurna</li> </ul>	
	24/3 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sempurnakan gambar grafik &amp; analisisnya</li> </ul>	
	28/3 <sup>05</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasikan ke DP I</li> </ul>	
	30/3 <sup>05</sup>	Buat kutipan	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	04/04/05	<p data-bbox="507 264 1353 365">Dibacakan untuk sidang </p> 	











Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	169.20	169.20	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	180.48	349.68	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.92	507.60	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.56	530.16	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	169.20	699.36	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.52	800.88	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.56	964.44	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.80	1,077.24	95.5	4.5	2	8
	PAN	50.76	1,128.00	100.0	0.0		
	Total	1,128.00					

Keterangan : Kadar aspal 6,0 %  
Tanggal : 21 Mei 2004  
Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti:

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.30	168.30	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.52	347.82	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.08	504.90	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.44	527.34	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.30	695.64	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	100.98	796.62	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	162.69	959.31	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.20	1,071.51	95.5	4.5	2	8
	PAN	50.49	1,122.00	100.0	0.0		
	Total	1,122.00					

Keterangan : Kadar aspal 6,5 %  
Tanggal : 21 Mei 2004  
Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo





Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	167.40	167.40	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	178.56	345.96	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	156.24	502.20	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.32	524.52	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	167.40	691.92	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	100.44	792.36	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	161.82	954.18	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	111.60	1,065.78	95.5	4.5	2	8
	PAN	50.22	1,116.00	100.0	0.0		
	Total	1,116.00					

Keterangan : Kadar aspal 7,0 %  
Tanggal : 21 Mei 2004  
Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
I	60.87	6.38	6.00	1166	1172	676	496	2.35	2.45	13.45	82.64	3.91	17.36	77.50	3.91	595	2021.22	2046.48	3.00	682.16
II	63.97	6.38	6.00	1169	1176	671	505	2.31	2.45	13.25	81.37	5.38	18.63	71.14	5.38	620	2106.14	2132.47	3.20	666.40
III	62.53	6.38	6.00	1170	1177	675	502	2.33	2.45	13.34	81.93	4.73	18.07	73.83	4.73	615	2089.16	2115.27	3.50	604.36
Rerata	62.45	6.38	6.00	1168.33	1175.00	674.00	501.00	2.33	2.45	13.35	81.98	4.67	18.02	74.15	4.67	610	2072.17	2098.07	3.23	650.97
I	61.90	6.95	6.50	1155	1162	689	493	2.34	2.43	14.53	81.92	3.55	18.08	80.34	3.55	650	2208.05	2119.73	4.00	529.93
II	61.73	6.95	6.50	1160	1168	674	495	2.35	2.43	14.55	82.02	3.43	17.98	80.92	3.43	670	2275.99	2184.95	4.10	532.91
III	62.50	6.95	6.50	1154	1164	688	496	2.33	2.43	14.43	81.35	4.22	18.65	77.37	4.22	680	2309.96	2338.83	3.75	623.69
Rerata	62.04	6.95	6.50	1156.33	1164.67	670.17	494.50	2.34	2.43	14.50	81.77	3.74	18.23	79.54	3.74	667	2264.67	2214.50	3.95	562.18

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

i =  $(b \times g) : \text{Bj Asp}$

j =  $(100 - b) \times g : \text{Bj Agregat}$

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

l = Rongga terhadap agregat  $(100 - j)$

m = Rongga yang terisi aspal  $(100 \times (i/l))$

n = Rongga yang terisi campuran  $100 - \{100 \times (g/h)\}$

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotient

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H  
(97511054)

2. Slamet Widodo  
(97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
I	60.87	7.53	7.00	1152	1156	684	492	2.34	2.41	15.64	81.43	2.93	18.57	84.22	2.93	480	1630.56	1650.94	4.55	362.84
II	63.97	7.53	7.00	1168	1170	673	497	2.35	2.41	15.69	81.73	2.57	18.27	85.92	2.57	460	1562.62	1582.15	3.90	405.68
III	62.53	7.53	7.00	1176	1181	680	501	2.35	2.41	15.67	81.64	2.69	18.36	85.36	2.69	520	1766.44	1788.52	4.65	384.63
Rerata	62.45	7.53	7.00	1165.33	1169.00	672.33	496.67	2.35	2.41	15.67	81.60	2.73	18.40	85.16	2.73	487	1653.21	1673.87	4.37	384.38
I	61.90	8.11	7.50	1160	1164	670	494	2.35	2.40	16.80	81.23	1.97	18.77	89.50	1.97	415	1409.76	1353.36	4.85	279.04
II	61.73	8.11	7.50	1154	1156	688	488	2.36	2.40	16.92	81.80	1.28	18.20	92.97	1.28	495	1681.52	1614.25	4.50	358.72
III	62.50	8.11	7.50	1163	1164	670	494	2.35	2.40	16.84	81.44	1.72	18.56	90.75	1.72	455	1545.64	1564.96	4.80	326.03
Rerata	62.04	8.11	7.50	1159.00	1161.33	669.33	492.00	2.36	2.40	16.85	81.49	1.66	18.51	91.07	1.66	455	1545.64	1510.86	4.72	321.27

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah, jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - h) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotient

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pematangan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1.0483

B.J Agregat = 2.674

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H  
(97511054)

2. Slamet Widodo  
(97511074)





Lampiran 31

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	50.29	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,124.09					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 0,5 %
- Berat Retona : 0,69 gram
- Berat bitumen Retona : 0,39 gram
- Berat filler Retona : 0,31 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 75,2 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Lampiran 32

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	49.98	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,123.78					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 1,0 %
- Berat Retona : 1,38 gram
- Berat bitumen Retona : 0,76 gram
- Berat filler Retona : 0,62 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 74,8 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS


No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	49.67	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,123.47	0.044				

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 1,5 %
- Berat Retona : 2,06 gram
- Berat bitumen Retona : 1,13 gram
- Berat filler Retona : 0,93 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 74,5 gram

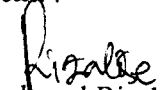
Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

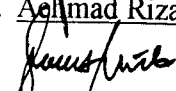
Yogyakarta, 13 Agustus 2004

 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

  
1. Achmad Rizaldi H

  
2. Slamet Widodo



Lampiran 34

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS


No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	49.36	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,123.16					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 2,0 %
- Berat Retona : 2,75 gram
- Berat bitumen Retona : 1,51 gram
- Berat filler Retona : 1,24 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 74,1 gram


Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

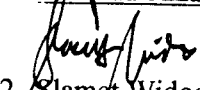
Yogyakarta, 13 Agustus 2004

 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

  
1. Achmad Rizaldi H

  
2. Slamet Widodo





Lampiran 35

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Σ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	48.74	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,122.54					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 3,0 %
- Berat Retona : 4,12 gram
- Berat bitumen Retona : 2,27 gram
- Berat filler Retona : 1,86 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 73,3 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Lampiran 36

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	48.12	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,121.93					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 4,0 %
- Berat Retona : 5,49 gram
- Berat bitumen Retona : 3,02 gram
- Berat filler Retona : 2,47 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 72,6 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH  
Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Σ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	47.51	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,121.31					

- Keterangan :
- Kadar aspal : 6,3 %
  - Kadar Retona : 5 %
  - Berat Retona : 6,87 gram
  - Berat bitumen Retona : 3,78 gram
  - Berat filler Retona : 3,09 gram
  - Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 71,8 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH

Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

☞ Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H
2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Σ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	44.41	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,118.21					


Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 10 %
- Berat Retona : 13,75 gram
- Berat bitumen Retona : 7,56 gram
- Berat filler Retona : 6,19 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 68,0 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH

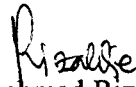
Slamet W

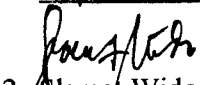
Yogyakarta, 13 Agustus 2004

 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

  
1. Achmad Rizaldi H

  
2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir  
Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	$\Sigma$ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	41.32	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,115.12					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 15 %
- Berat Retona : 20,62 gram
- Berat bitumen Retona : 11,34 gram
- Berat filler Retona : 9,28 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 64,3 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH

Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H
2. Slamet Widodo



Lampiran 40

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat: CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Σ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	38.23	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,112.03					

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 20 %
- Berat Retona : 27,49 gram
- Berat bitumen Retona : 15,12 gram
- Berat filler Retona : 12,37 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 60,5 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH

Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis Agregat : CA, FA dan FF

### ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No.Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Σ Tertahan	Tertahan	Lolos	min	maks
19,0	3/4"	0.00	0.00	0.0	100.0	97	100
12,5	1/2"	168.66	168.66	15.0	85.0	70	100
9,5	3/8"	179.90	348.56	31.0	69.0	58	80
4,75	# 4	157.42	505.98	45.0	55.0	50	60
2,36	# 8	22.49	528.47	47.0	53.0	46	60
0,60	# 30	168.66	697.13	62.0	38.0	16	60
0,30	# 50	101.20	798.32	71.0	29.0	10	48
0,15	# 100	163.04	961.36	85.5	14.5	3	26
0,075	# 200	112.44	1,073.80	95.5	4.5	2	8
	PAN	35.13	1,124.40	100.0	0.0		
	Total	1,108.94	0.031				

Keterangan :

- Kadar aspal : 6,3 %
- Kadar Retona : 25 %
- Berat Retona : 34,36 gram
- Berat bitumen Retona : 18,9 gram
- Berat filler Retona : 15,46 gram
- Berat aspal dikurangi berat bit. Retona : 56,7 gram

Diperiksa Oleh : Achmad RH

Slamet W

Yogyakarta, 13 Agustus 2004

☞ Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad Rizaldi H

2. Slamet Widodo



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Lampiran 42

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
0% Ret I	63.0	6.7	6.3	1174	1178	674	504	2.33	2.44	14.00	81.62	4.38	18.38	76.18	4.38	445	1511.7	1529.8	3.2	478.06
0% Ret II	62.8	6.7	6.3	1178	1183	677	506	2.33	2.44	13.99	81.58	4.43	18.42	75.95	4.43	359	1219.5	1234.2	3.25	379.74
0% Ret III	62.5	6.7	6.3	1170	1174	670	504	2.32	2.44	13.95	81.35	4.70	18.65	74.79	4.70	380	1290.9	1312.5	3.25	403.86
<b>Rerata</b>	<b>62.8</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1174</b>	<b>1178.3</b>	<b>674</b>	<b>504.7</b>	<b>2.33</b>	<b>2.44</b>	<b>13.98</b>	<b>81.52</b>	<b>4.50</b>	<b>18.48</b>	<b>75.64</b>	<b>4.50</b>	<b>394.7</b>	<b>1340.7</b>	<b>1358.8</b>	<b>3.23</b>	<b>420.56</b>
0.5% Ret I	62.1	6.7	6.3	1170	1175	673	502	2.33	2.441	14.01	81.47	4.519	18.531	75.61	4.519	645	2191.1	2269.5	2.3	756.50
0.5% Ret II	60.8	6.7	6.3	1173	1178	673	505	2.32	2.441	13.96	81.19	4.843	18.807	74.25	4.843	620	2106.1	2262.8	2	857.14
0.5% Ret III	61.6	6.7	6.3	1170	1176	672	504	2.32	2.441	13.96	81.15	4.898	18.854	74.02	4.898	560	1902.3	1991.9	2.5	504.28
<b>Rerata</b>	<b>61.5</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1171</b>	<b>1176.3</b>	<b>673</b>	<b>503.7</b>	<b>2.32</b>	<b>2.441</b>	<b>13.98</b>	<b>81.27</b>	<b>4.754</b>	<b>18.731</b>	<b>74.63</b>	<b>4.754</b>	<b>608.3</b>	<b>2066.5</b>	<b>2174.8</b>	<b>2.27</b>	<b>705.97</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-c  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}  
\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

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

r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotient  
Suhu pemampuran = + 160 C  
Suhu pemadatan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,0483  
B.J Agregat = 2,674  
B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)





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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Lampiran 43

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
1% Ret II	61.4	6.7	6.3	1170	1177	673	504	2.32	2.446	13.96	80.96	5.081	19.042	73.32	5.081	655	2225.0	2348.7	2.05	770.08
1% Ret I	61.3	6.7	6.3	1172	1178	673	505	2.32	2.446	13.96	80.94	5.107	19.064	73.21	5.107	560	1902.3	2016.1	2.6	661.01
1% Ret III	61.3	6.7	6.3	1173	1178	672	506	2.32	2.446	13.94	80.85	5.213	19.155	72.78	5.213	534	1814.0	1918.7	2.5	548.19
<b>Rerata</b>	<b>61.3</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1171.7</b>	<b>1177.7</b>	<b>673</b>	<b>505</b>	<b>2.32</b>	<b>2.446</b>	<b>13.95</b>	<b>80.91</b>	<b>5.134</b>	<b>19.087</b>	<b>73.10</b>	<b>5.134</b>	<b>583</b>	<b>1980.5</b>	<b>2094.5</b>	<b>2.38</b>	<b>659.76</b>
1.5% Ret I	62.9	6.7	6.3	1171	1172	669	503	2.33	2.451	13.99	81.00	5.011	18.998	73.63	5.011	515	1749.5	1775.7	2.65	438.44
1.5% Ret II	62.2	6.7	6.3	1166	1174	673	501	2.33	2.451	13.98	80.98	5.039	19.022	73.51	5.039	670	2276.0	2350.9	2.8	644.07
1.5% Ret III	61.5	6.7	6.3	1168	1179	672	507	2.30	2.451	13.84	80.16	6.001	19.843	69.75	6.001	641	2177.5	2292.9	2.74	613.07
<b>Rerata</b>	<b>62.2</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1168.3</b>	<b>1175</b>	<b>671</b>	<b>503.7</b>	<b>2.32</b>	<b>2.451</b>	<b>13.94</b>	<b>80.71</b>	<b>5.350</b>	<b>19.287</b>	<b>72.30</b>	<b>5.350</b>	<b>608.7</b>	<b>2067.6</b>	<b>2139.8</b>	<b>2.73</b>	<b>565.20</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum dirondam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

\*sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

Lampiran 44

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
2% Ret I	62.1	6.7	6.3	1177	1183	679	504	2.34	2.46	14.04	79.88	6.08	20.12	69.76	4.98	562	1909.1	1948.8	3.35	581.74
2% Ret II	62.6	6.7	6.3	1179	1181	678	503	2.34	2.46	14.09	80.17	5.74	19.83	71.06	4.63	657	2231.8	2278.3	3.2	711.95
2% Ret III	60.9	6.7	6.3	1182	1186	680	506	2.34	2.46	14.04	79.90	6.06	20.10	69.85	4.96	623	2116.3	2151.9	3.1	524.85
<b>Rerata</b>	<b>61.9</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1179.3</b>	<b>1183.3</b>	<b>679</b>	<b>504.3</b>	<b>2.34</b>	<b>2.46</b>	<b>14.05</b>	<b>79.98</b>	<b>5.96</b>	<b>20.02</b>	<b>70.22</b>	<b>4.86</b>	<b>614</b>	<b>2085.8</b>	<b>2126.3</b>	<b>3.22</b>	<b>606.18</b>
3% Ret I	61.5	6.7	6.3	1174	1181	676	505	2.32	2.47	13.98	77.77	8.25	22.23	62.89	5.77	770	2615.7	2672.7	2.9	921.62
3% Ret II	62.3	6.7	6.3	1179	1187	682	505	2.33	2.47	14.04	78.10	7.86	21.90	64.11	5.37	642	2180.9	2228.4	3.5	636.69
3% Ret III	62.3	6.7	6.3	1182	1189	684	505	2.34	2.53	14.08	78.30	7.63	21.70	64.86	7.61	538	1827.6	1883.9	3.55	433.07
<b>Rerata</b>	<b>62.0</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1178.3</b>	<b>1185.7</b>	<b>681</b>	<b>505</b>	<b>2.33</b>	<b>2.49</b>	<b>14.03</b>	<b>78.05</b>	<b>7.91</b>	<b>21.95</b>	<b>63.96</b>	<b>6.25</b>	<b>650</b>	<b>2208.1</b>	<b>2261.7</b>	<b>3.32</b>	<b>663.80</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

n = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pematatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
4% Ret I	61.6	6.7	6.3	1170	1177	672	505	2.32	2.48	13.93	75.21	10.86	24.79	56.18	6.46	656	2228.4	2280.4	3.3	584.71
4% Ret II	62.2	6.7	6.3	1175	1179	674	505	2.33	2.48	13.99	75.53	10.48	24.47	57.16	6.06	689	2340.5	2395.1	3.5	647.32
4% Ret III	61.0	6.7	6.3	1172	1179	677	502	2.33	2.48	14.03	75.79	10.18	24.21	57.96	5.74	671	2279.4	2375.6	3.45	435.89
<b>Rerata</b>	<b>61.6</b>	<b>6.7</b>	<b>6.3</b>	<b>1172.3</b>	<b>1178.3</b>	<b>674</b>	<b>504</b>	<b>2.33</b>	<b>2.48</b>	<b>13.98</b>	<b>75.51</b>	<b>10.51</b>	<b>24.49</b>	<b>57.10</b>	<b>6.09</b>	<b>672</b>	<b>2282.8</b>	<b>2350.3</b>	<b>3.42</b>	<b>555.97</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

\*sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :  
 1. Achmad R.H  
 (97511054)

2. Slamet Widodo  
 (97511074)

Ir. Iskandar S, MT



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
5% Ret I	62.67	6.724	6.3	1175	1181	673	508	2.31	2.49	13.91	79.12	6.97	20.88	66.62	6.97	585	1987.2	2028.6	5.1	397.76
5% Ret II	62.83	6.724	6.3	1176	1180	673	507	2.32	2.49	13.95	79.34	6.71	20.66	67.53	6.71	438	1487.9	1512.9	3.1	488.03
5% Ret III	61.97	6.724	6.3	1171	1176	672	504	2.32	2.49	13.98	79.47	6.55	20.53	68.08	6.55	770	2615.7	2715.9	2.1	1293.27
<b>Rerata</b>	<b>62.49</b>	<b>6.72359</b>	<b>6.3</b>	<b>1174</b>	<b>1179</b>	<b>672.7</b>	<b>506.3</b>	<b>2.32</b>	<b>2.49</b>	<b>13.95</b>	<b>79.31</b>	<b>6.74</b>	<b>20.69</b>	<b>67.41</b>	<b>6.74</b>	<b>598</b>	<b>2030.3</b>	<b>2085.8</b>	<b>3.43</b>	<b>726.35</b>
10% Ret I	62.63	6.724	6.3	1169	1176	672	504	2.32	2.53	13.96	77.59	8.45	22.41	62.31	8.45	720	2445.8	2499.2	2.15	1162.40
10% Ret II	62.27	6.724	6.3	1167	1173	666	507	2.30	2.53	13.86	77.00	9.14	23.00	60.25	9.14	545	1851.4	1908.4	3.3	578.30
10% Ret III	61.43	6.724	6.3	1171	1176	675.5	501	2.34	2.53	14.09	78.27	7.65	21.73	64.81	7.65	675	2293.0	2418.4	4.45	543.46
<b>Rerata</b>	<b>62.11</b>	<b>6.72359</b>	<b>6.3</b>	<b>1169</b>	<b>1175</b>	<b>671.2</b>	<b>503.8</b>	<b>2.32</b>	<b>2.53</b>	<b>13.97</b>	<b>77.62</b>	<b>8.41</b>	<b>22.38</b>	<b>62.45</b>	<b>8.41</b>	<b>647</b>	<b>2196.7</b>	<b>2275.3</b>	<b>3.30</b>	<b>761.39</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

i = (t x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

n = Rongga yang terisi campuran

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pematatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Agregat = 2,674

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
15% Ret I	62.57	6.724	6.3	1165	1170	668	502	2.32	2.58	13.97	75.34	10.70	24.66	56.63	10.08	724	2459.4	2516.7	4.75	529.84
15% Ret II	61.83	6.724	6.3	1171	1178	670.5	508	2.31	2.58	13.89	74.90	11.21	25.10	55.33	10.60	650	2208.1	2301.2	2.6	885.09
15% Ret III	63.2	6.724	6.3	1163	1170	669	501	2.32	2.58	13.97	75.36	10.67	24.64	56.69	10.06	660	2242.0	2258.8	1.7	1328.73
<b>Rerata</b>	<b>62.5333</b>	<b>6.72359</b>	<b>6.3</b>	<b>1166.3</b>	<b>1172.7</b>	<b>669.2</b>	<b>503.5</b>	<b>2.32</b>	<b>2.58</b>	<b>13.94</b>	<b>75.20</b>	<b>10.86</b>	<b>24.80</b>	<b>56.21</b>	<b>10.25</b>	<b>678</b>	<b>2303.2</b>	<b>2358.9</b>	<b>3.02</b>	<b>914.55</b>
20% Ret I	63.2	6.724	6.3	1168	1173	664.5	509	2.30	2.63	13.83	73.58	12.58	26.42	52.37	12.58	710	2411.9	2430.0	2.05	1185.35
20% Ret II	61.97	6.724	6.3	1164	1169	673	496	2.35	2.63	14.13	75.18	10.69	24.82	56.94	10.69	668	2269.2	2356.1	2.1	1121.96
20% Ret III	62.13	6.724	6.3	1169	1175	668	507	2.31	2.63	13.89	73.86	12.25	26.14	53.13	12.25	660	2242.0	2318.9	4.85	478.13
<b>Rerata</b>	<b>62.4333</b>	<b>6.72359</b>	<b>6.3</b>	<b>1167</b>	<b>1172.3</b>	<b>668.5</b>	<b>503.8</b>	<b>2.32</b>	<b>2.63</b>	<b>13.95</b>	<b>74.21</b>	<b>11.84</b>	<b>25.79</b>	<b>54.15</b>	<b>11.84</b>	<b>679</b>	<b>2307.7</b>	<b>2368.3</b>	<b>3.00</b>	<b>928.48</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jernih (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

\*sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pematangan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)

Ir. Iskandar S, MT



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
25% Ret I	63.33	6.724	6.3	1169	1175	672	503	2.32	2.67	14.01	72.91	13.08	27.09	51.72	13.08	715	2428.9	2439.3	2.1	1161.57
25% Ret II	63.93	6.724	6.3	1168	1174	661	513	2.28	2.67	13.73	71.43	14.84	28.57	48.04	14.84	895	3040.3	2935.7	3.9	752.75
25% Ret III	62	6.724	6.3	1169	1175	668	507	2.31	2.67	13.90	72.34	13.76	27.66	50.25	13.76	750	2547.8	2643.3	2.02	1308.56
<b>Rerata</b>	<b>63.0867</b>	<b>6.72359</b>	<b>6.3</b>	<b>1168.7</b>	<b>1174.7</b>	<b>667</b>	<b>507.7</b>	<b>2.30</b>	<b>2.67</b>	<b>13.88</b>	<b>72.23</b>	<b>13.89</b>	<b>27.77</b>	<b>50.00</b>	<b>13.89</b>	<b>787</b>	<b>2672.3</b>	<b>2672.8</b>	<b>2.67</b>	<b>1074.29</b>

- t = Tebal Benda Uji
- a = % Aspal terhadap batuan
- b = % Aspal terhadap Campuran
- c = Berat kering (sebelum direncam)
- d = Berat basah jenuh (SSD)
- e = Berat isi c/f
- f = Volume (isi) d-c
- g = Berat isi c/f
- h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}
- i = sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

- j = (b x g) : Bj Aspal
- k = (100 - b) x g : Bj Agregat
- l = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
- m = Rongga terhadap agregat (100 - j)
- n = Rongga yang terisi aspal (100 x (j/l))
- o = Pembacaan anjoli stabilitas
- p = o x kalibrasi proving ring
- q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

- r = Flow (kelelahan plastis)
- MQ = Marshall Quotient
- Suhu pencampuran = + 160 C
- Suhu pemadatan = 140 C
- Suhu waterbath = 60 C
- B.J Aspal = 1,0483
- B.J Agregat = 2,674
- B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :  
 1. Achmad R.H  
 (97511054)  
 2. Slamet Widodo  
 (97511074)











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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Jenis Perendaman : Air hujan IKS KAO 24 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
VII-24 A	63.27	6.72	6.3	1160	1167	675	492	2.36	2.44	14.17	82.62	3.21	17.38	81.51	3.21	453	1538.84	1591.16	4.5	353.59
VII-24 B	62.37	6.72	6.3	1173	1180	678	502	2.34	2.44	14.04	81.88	4.08	18.12	77.49	4.08	480	1630.56	1650.13	5.6	294.67
VII-24 C	62.50	6.72	6.3	1171	1176	685	491	2.38	2.44	14.33	83.57	2.10	16.43	87.24	2.10	486	1650.94	1675.71	3.35	500.21
<b>Rerata</b>	<b>62.71</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1168</b>	<b>1174.3</b>	<b>679.3</b>	<b>495</b>	<b>2.36</b>	<b>2.44</b>	<b>14.18</b>	<b>82.69</b>	<b>3.13</b>	<b>17.31</b>	<b>82.08</b>	<b>3.13</b>	<b>473.00</b>	<b>1606.78</b>	<b>1639.00</b>	<b>4.48</b>	<b>382.82</b>
VIII-24 A	65.73	6.72	6.3	1234	1242	711	531	2.32	2.44	13.97	81.43	4.60	18.57	75.22	4.60	540	1834.38	1661.95	4.1	405.35
VIII-24 B	61.98	6.72	6.3	1178	1184	678	506	2.33	2.44	13.99	81.58	4.43	18.42	75.95	4.43	466	1583.00	1586.17	4	396.54
VIII-24 C	62.48	6.72	6.3	1171	1178	674	504	2.32	2.44	13.96	81.42	4.62	18.58	75.13	4.62	532	1807.20	1834.31	3.95	464.38
<b>Rerata</b>	<b>63.4</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1194</b>	<b>1201.3</b>	<b>687.7</b>	<b>513.7</b>	<b>2.33</b>	<b>2.44</b>	<b>13.97</b>	<b>81.48</b>	<b>4.55</b>	<b>18.52</b>	<b>75.43</b>	<b>4.55</b>	<b>512.67</b>	<b>1741.53</b>	<b>1694.14</b>	<b>4.02</b>	<b>422.09</b>
IX-24 A	62.63	6.72	6.3	1177	1184	674	510	2.31	2.44	13.87	80.87	5.26	19.13	72.50	5.26	491	1667.93	1697.95	4.9	346.52
IX-24 B	61.73	6.72	6.3	1179	1185	675	510	2.31	2.44	13.89	81.01	5.10	18.99	73.15	5.10	455	1545.64	1677.01	5.7	294.21
IX-24 C	62.66	6.72	6.3	1173	1180	671	509	2.30	2.44	13.85	80.75	5.40	19.25	71.56	5.40	487	1654.34	1685.77	3.1	543.80
<b>Rerata</b>	<b>62.34</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1176</b>	<b>1183</b>	<b>673.3</b>	<b>509.7</b>	<b>2.31</b>	<b>2.44</b>	<b>13.87</b>	<b>80.88</b>	<b>5.25</b>	<b>19.12</b>	<b>72.53</b>	<b>5.25</b>	<b>477.67</b>	<b>1622.63</b>	<b>1686.91</b>	<b>4.57</b>	<b>394.84</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-c  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj) Agr + % Asp/Bj Asp}  
i = % Maksimum  
j = % Maksimum  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-i)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (100 x (f/f))  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x g/h}  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
r = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air murni IKS KAO 0,5 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
X-0,5 A	64.27	6.72	6.3	1172	1178	682	496	2.36	2.44	14.20	82.80	3.00	17.20	82.55	3.00	575	1953.28	1830.22	3.4	538.30
X-0,5 B	63.47	6.72	6.3	1165	1171	675	496	2.35	2.44	14.12	82.30	3.58	17.70	79.77	3.58	615	2089.16	2170.63	2.75	789.32
X-0,5 C	62.58	6.72	6.3	1170	1175	676	499	2.34	2.44	14.09	82.16	3.75	17.84	78.99	3.75	566	1922.70	1955.39	2.5	782.16
<b>Rerata</b>	<b>63.44</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1169.0</b>	<b>1174.7</b>	<b>677.67</b>	<b>497.00</b>	<b>2.35</b>	<b>2.44</b>	<b>14.14</b>	<b>82.42</b>	<b>3.44</b>	<b>17.58</b>	<b>80.44</b>	<b>3.44</b>	<b>585.33</b>	<b>1988.38</b>	<b>1985.41</b>	<b>2.88</b>	<b>703.26</b>
XI-0,5 A	63.02	6.72	6.3	1174	1178	674	504	2.33	2.44	14.00	81.62	4.38	18.38	76.18	4.38	645	2191.07	2252.41	3.2	703.88
XI-0,5 B	62.83	6.72	6.3	1178	1183	679	504	2.34	2.44	14.05	81.90	4.05	18.10	77.61	4.05	580	1970.26	2015.58	3.25	620.18
XI-0,5 C	59.52	6.72	6.3	1170	1174	674	500	2.34	2.44	14.06	82.00	3.94	18.00	78.11	3.94	579	1966.86	2195.02	3.25	675.39
<b>Rerata</b>	<b>61.79</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1174.0</b>	<b>1178.3</b>	<b>676.67</b>	<b>502.67</b>	<b>2.34</b>	<b>2.44</b>	<b>14.04</b>	<b>81.84</b>	<b>4.12</b>	<b>18.16</b>	<b>77.30</b>	<b>4.12</b>	<b>601.33</b>	<b>2042.73</b>	<b>2154.34</b>	<b>3.23</b>	<b>666.48</b>
XII-0,5 A	62.40	6.72	6.3	1178	1185	678	507	2.32	2.44	13.96	81.42	4.62	18.58	75.14	4.62	583	1980.45	2006.20	4.85	413.65
XII-0,5 B	61.88	6.72	6.3	1176	1180	676	504	2.33	2.44	14.02	81.76	4.21	18.24	76.89	4.21	595	2021.22	2201.10	3.9	564.39
XII-0,5 C	62.62	6.72	6.3	1174	1179	676	503	2.33	2.44	14.03	81.79	4.19	18.21	77.01	4.19	570	1936.29	1971.14	3.65	540.04
<b>Rerata</b>	<b>62.3</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1176.0</b>	<b>1181.3</b>	<b>676.67</b>	<b>504.67</b>	<b>2.33</b>	<b>2.44</b>	<b>14.00</b>	<b>81.66</b>	<b>4.34</b>	<b>18.34</b>	<b>76.35</b>	<b>4.34</b>	<b>582.67</b>	<b>1979.32</b>	<b>2059.48</b>	<b>4.13</b>	<b>506.02</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,048

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Jenis Perendaman : Air murni IKS KAO 24 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
X-24 A	63.32	6.72	6.3	1166	1170	677	493	2.37	2.44	14.21	82.88	2.91	17.12	83.01	2.91	525	1783.43	1847.63	3.3	559.89
X-24 B	62.38	6.72	6.3	1170	1173	680	493	2.37	2.44	14.26	83.16	2.58	16.84	84.70	2.58	491	1667.93	1687.94	3	562.65
X-24 C	63.70	6.72	6.3	1162	1164	671	493	2.36	2.44	14.16	82.59	3.24	17.41	81.37	3.24	523	1776.63	1733.99	3.3	525.45
<b>Rerata</b>	<b>63.133</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1166</b>	<b>1169</b>	<b>676</b>	<b>493</b>	<b>2.37</b>	<b>2.44</b>	<b>14.21</b>	<b>82.88</b>	<b>2.91</b>	<b>17.12</b>	<b>83.02</b>	<b>2.91</b>	<b>513.00</b>	<b>1742.66</b>	<b>1756.52</b>	<b>3.20</b>	<b>549.33</b>
XI-24 A	62.20	6.72	6.3	1182	1185	680	505	2.34	2.44	14.07	82.02	3.92	17.98	78.22	3.92	495	1681.52	1694.97	3.1	546.76
XI-24 B	61.63	6.72	6.3	1170	1172	670	502	2.33	2.44	14.01	81.67	4.32	18.33	76.41	4.32	575	1953.28	2113.44	4.2	503.20
XI-24 C	63.30	6.72	6.3	1168	1172	670	502	2.33	2.44	13.98	81.53	4.49	18.47	75.71	4.49	574	1949.88	2018.12	3.45	584.96
<b>Rerata</b>	<b>62.377</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1173.3</b>	<b>1176.3</b>	<b>673.3</b>	<b>503</b>	<b>2.33</b>	<b>2.44</b>	<b>14.02</b>	<b>81.74</b>	<b>4.24</b>	<b>18.26</b>	<b>76.78</b>	<b>4.24</b>	<b>548.00</b>	<b>1861.56</b>	<b>1942.18</b>	<b>3.58</b>	<b>544.98</b>
XII-24 A	62.20	6.72	6.3	1181	1183	677	506	2.33	2.44	14.03	81.79	4.19	18.21	77.01	4.19	590	2004.23	2020.26	3.7	546.02
XII-24 B	62.32	6.72	6.3	1179	1182	676	506	2.33	2.44	14.00	81.65	4.35	18.35	76.30	4.35	512	1739.26	1758.40	4.1	428.88
XII-24 C	62.48	6.72	6.3	1172	1175	669	506	2.32	2.44	13.92	81.16	4.92	18.84	73.89	4.92	514	1746.06	1772.25	4.7	377.07
<b>Rerata</b>	<b>62.333</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1177.3</b>	<b>1180</b>	<b>674</b>	<b>506</b>	<b>2.33</b>	<b>2.44</b>	<b>13.98</b>	<b>81.53</b>	<b>4.49</b>	<b>18.47</b>	<b>75.73</b>	<b>4.49</b>	<b>538.67</b>	<b>1829.85</b>	<b>1850.30</b>	<b>4.17</b>	<b>450.66</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-c  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)  
i = (b x g) : Bj Asp  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agr-gat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (100 x (i/f))  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x g/h}  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshali Quotion  
Suhu pencampuran = + 160 C  
Suhu pemadatan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,048  
B.J Agregat = 2,674  
B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya  
  
Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)

Ir. Iskandar S, MT



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air Hujan IKS Retona 0,5 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XXI-0,5 A	65.02	6.72	6.30	1176	1185	686	499	2.36	2.46	14.16	80.61	5.22	19.39	73.05	4.11	756	2568.13	2460.27	5.25	468.62
XXI-0,5 B	62.34	6.72	6.30	1170	1175	678	497	2.35	2.46	14.15	80.52	5.33	19.48	72.64	4.22	627	2129.92	2153.35	2.30	936.24
XXI-0,5 C	62.54	6.72	6.30	1168	1175	678	497	2.35	2.46	14.12	80.38	5.49	19.62	72.01	4.38	660	2242.02	2277.89	1.80	1265.50
<b>Rerata</b>	<b>63.30</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1171.3</b>	<b>1178.3</b>	<b>680.67</b>	<b>497.67</b>	<b>2.35</b>	<b>2.46</b>	<b>14.15</b>	<b>80.51</b>	<b>5.35</b>	<b>19.49</b>	<b>72.57</b>	<b>4.24</b>	<b>681.0</b>	<b>2313.36</b>	<b>2297.17</b>	<b>3.12</b>	<b>890.12</b>
XXII-0,5 A	63.31	6.72	6.30	1161	1170	670	500	2.32	2.46	13.96	79.42	6.62	20.58	67.82	5.52	750	2547.75	2636.92	2.60	1014.20
XXII-0,5 B	62.14	6.72	6.30	1177	1182	678	504	2.34	2.46	14.04	79.88	6.08	20.12	69.76	4.98	652	2214.84	2228.13	2.95	755.30
XXII-0,5 C	63.96	6.72	6.30	1195	1199	683	516	2.32	2.46	13.92	79.21	6.87	20.79	66.97	5.77	734	2493.40	2485.92	4.30	578.12
<b>Rerata</b>	<b>63.14</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1177.7</b>	<b>1183.7</b>	<b>677.00</b>	<b>506.67</b>	<b>2.32</b>	<b>2.46</b>	<b>13.97</b>	<b>79.51</b>	<b>6.52</b>	<b>20.49</b>	<b>68.18</b>	<b>5.43</b>	<b>712.0</b>	<b>2418.66</b>	<b>2450.32</b>	<b>3.28</b>	<b>782.54</b>
XXIII-0,5 A	61.90	6.72	6.30	1182	1186	675	511	2.31	2.46	13.90	79.12	6.98	20.88	66.58	5.89	765	2598.71	2702.65	2.85	948.30
XXIII-0,5 B	63.30	6.72	6.30	1184	1190	682	508	2.33	2.46	14.01	79.72	6.27	20.28	69.08	5.17	575	1953.28	2021.64	5.54	364.92
XXIII-0,5 C	63.09	6.72	6.30	1187	1192	676	516	2.30	2.46	13.83	78.68	7.49	21.32	64.86	6.40	695	2360.92	2431.74	5.20	467.64
<b>Rerata</b>	<b>62.76</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1184.3</b>	<b>1189.3</b>	<b>677.67</b>	<b>511.67</b>	<b>2.31</b>	<b>2.46</b>	<b>13.91</b>	<b>79.18</b>	<b>6.91</b>	<b>20.82</b>	<b>66.84</b>	<b>5.82</b>	<b>678.3</b>	<b>2304.30</b>	<b>2385.35</b>	<b>4.53</b>	<b>593.62</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Asp

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x k / brasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotien

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pemadatan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,0483

B.J Agregat = 2,674

B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Percobaan : Air Hujan IKS Retona 24 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XXI-24 A	62.69	6.72	6.3	1170	1176	678	498	2.35	2.46	14.12	80.36	5.52	19.64	71.90	4.41	590	2004.23	2044.31	2.65	771.44
XXI-24 B	61.68	6.72	6.3	1172	1178	679	499	2.35	2.46	14.12	80.34	5.55	19.66	71.79	4.44	577	1960.07	2122.75	0.9	2358.62
XXI-24 C	62.44	6.72	6.3	1171	1177	682	495	2.37	2.46	14.22	80.92	4.86	19.08	74.51	3.75	543	1844.57	1870.39	4.34	430.97
<b>Rerata</b>	<b>62.27</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1171</b>	<b>1177</b>	<b>679.7</b>	<b>497.3</b>	<b>2.35</b>	<b>2.46</b>	<b>14.15</b>	<b>80.54</b>	<b>5.31</b>	<b>19.46</b>	<b>72.73</b>	<b>4.20</b>	<b>570.00</b>	<b>1936.29</b>	<b>2012.49</b>	<b>2.63</b>	<b>1187.01</b>
XXII-24 A	62.46	6.72	6.3	1176	1180	676	504	2.33	2.46	14.02	79.81	6.16	20.19	69.46	5.06	633	2150.30	2180.41	3.1	703.36
XXII-24 B	62.12	6.72	6.3	1176	1180	680	500	2.35	2.46	14.14	80.45	5.41	19.55	72.31	4.30	703	2388.09	2402.42	2.1	1144.01
XXII-24 C	63.67	6.72	6.3	1177	1182	676	506	2.33	2.46	13.98	79.56	6.46	20.44	68.41	5.36	611	2075.57	2021.60	4.9	412.57
<b>Rerata</b>	<b>62.75</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1176</b>	<b>1181</b>	<b>677.3</b>	<b>503.3</b>	<b>2.34</b>	<b>2.46</b>	<b>14.05</b>	<b>79.94</b>	<b>6.01</b>	<b>20.06</b>	<b>70.06</b>	<b>4.91</b>	<b>649.00</b>	<b>2204.65</b>	<b>2201.48</b>	<b>3.37</b>	<b>753.31</b>
XXIII-24 A	62.37	6.72	6.3	1172	1174	668	506	2.32	2.46	13.92	79.23	6.85	20.77	67.01	5.76	589	2000.83	2024.84	3	674.95
XXIII-24 B	62.54	6.72	6.3	1181	1182	676	506	2.33	2.46	14.03	79.83	6.14	20.17	69.56	5.04	571	1939.69	1970.72	4.1	480.66
XXIII-24 C	58.63	6.72	6.3	1125	1125	634	491	2.29	2.46	13.77	78.37	7.86	21.63	63.67	6.77	575	1953.28	2320.49	4.36	532.22
<b>Rerata</b>	<b>61.18</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1159</b>	<b>1160</b>	<b>659.3</b>	<b>501</b>	<b>2.31</b>	<b>2.46</b>	<b>13.91</b>	<b>79.14</b>	<b>6.95</b>	<b>20.86</b>	<b>66.75</b>	<b>5.86</b>	<b>578.33</b>	<b>1964.60</b>	<b>2105.35</b>	<b>3.82</b>	<b>562.61</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah, jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)}  
i = (b x g) : Bj Asp  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - i)  
m = Rongga yang terisi aspal (100 x (f/l))  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x g/h}  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotient  
Suhu pencampuran = + 160 C  
Suhu pematangan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,0483  
B.J Agregat = 2,674  
B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)

## LABORATORIUM IAIN RAYA

LABORATORIUM JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air murni IKS Retona 0.5 jam

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XXIV-0,5 A	61.05	6.72	6.30	1169	1175	678	497	2.35	2.46	14.14	80.45	5.41	19.55	72.32	4.30	642	2180.87	2318.27	3.70	626.56
XXIV-0,5 B	62.98	6.72	6.30	1171	1176	677	499	2.35	2.46	14.10	80.27	5.63	19.73	71.48	4.52	646	2194.46	2253.71	3.45	653.25
XXIV-0,5 C	63.08	6.72	6.30	1168	1176	675	501	2.33	2.46	14.01	79.74	6.24	20.26	69.17	5.14	763	2592.59	2670.37	3.00	890.12
<b>Rerata</b>	<b>62.37</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1169</b>	<b>1176</b>	<b>677</b>	<b>499</b>	<b>2.34</b>	<b>2.46</b>	<b>14.08</b>	<b>80.16</b>	<b>5.76</b>	<b>19.84</b>	<b>70.99</b>	<b>4.65</b>	<b>684</b>	<b>2322.64</b>	<b>2414.12</b>	<b>3.38</b>	<b>723.31</b>
XXV-0,5 A	62.72	6.72	6.30	1181	1184	678	506	2.33	2.46	14.03	79.83	6.14	20.17	69.56	5.04	773	2625.00	2680.12	3.63	738.33
XXV-0,5 B	63.70	6.72	6.30	1171	1178	672	506	2.31	2.46	13.91	79.16	6.93	20.84	66.74	5.84	995	3381.17	3300.02	4.10	804.88
XXV-0,5 C	61.21	6.72	6.30	1177	1179	673	506	2.32	2.46	13.97	79.52	6.51	20.48	68.24	5.41	757	2572.19	2602.28	3.63	707.70
<b>Rerata</b>	<b>62.54</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1176</b>	<b>1180</b>	<b>674</b>	<b>506</b>	<b>2.32</b>	<b>2.46</b>	<b>13.98</b>	<b>79.52</b>	<b>6.51</b>	<b>20.48</b>	<b>68.24</b>	<b>5.41</b>	<b>757</b>	<b>2572.19</b>	<b>2602.28</b>	<b>3.63</b>	<b>707.70</b>
XXVI-0,5 A	61.46	6.72	6.30	1183	1185	677	508	2.33	2.46	14.00	79.65	6.35	20.35	68.29	5.25	706	2398.15	2580.41	3.50	737.26
XXVI-0,5 B	61.16	6.72	6.30	1165	1168	665	503	2.32	2.46	13.92	79.22	6.86	20.78	67.00	5.76	646	2192.90	2339.82	3.05	767.16
XXVI-0,5 C	60.95	6.72	6.30	1164	1166	662	504	2.31	2.46	13.88	79.00	7.12	21.00	66.09	6.03	541	1836.42	1946.60	4.85	401.36
<b>Rerata</b>	<b>61.19</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1171</b>	<b>1173</b>	<b>668</b>	<b>505</b>	<b>2.32</b>	<b>2.46</b>	<b>13.93</b>	<b>79.29</b>	<b>6.78</b>	<b>20.71</b>	<b>67.29</b>	<b>5.68</b>	<b>631</b>	<b>2142.49</b>	<b>2288.94</b>	<b>3.80</b>	<b>635.26</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap hantuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d-c

g = Berat isi c/f

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

\*sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

i = (b x g) : Bj Aspal

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

n = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

MQ = Marshall Quotion

Suhu pencampuran = + 160 C

Suhu pematangan = 140 C

Suhu waterbath = 60 C

B.J Aspal = 1,048

B.J Agregat = 2,702

B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Achmad R.H

(97511054)

2. Slamet Widodo

(97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

**PERHITUNGAN MARSHALL TEST**

Jenis Perendaman : Air Hujan PKSP 0,5 jam (suhu 50.60&70°C)

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XV-0.5 A	63.07	6.72	6.3	1174	1178	676	502	2.34	2.46	14.06	79.99	5.95	20.01	70.26	4.85	855	2904.44	2988.66	3.3	905.66
XV-0.5 B	63.62	6.72	6.3	1177	1180	678	502	2.34	2.46	14.09	80.20	5.71	19.80	71.16	4.60	890	3023.33	2932.63	2.95	994.11
XV-0.5 C	63.36	6.72	6.3	1177	1179	675	504	2.34	2.46	14.04	79.88	6.08	20.12	69.76	4.98	835	2836.50	2941.45	3.3	891.35
<b>Rerata</b>	<b>63.35</b>	<b>6.724</b>	<b>6.3</b>	<b>1176</b>	<b>1179</b>	<b>676.33</b>	<b>502.67</b>	<b>2.340</b>	<b>2.458</b>	<b>14.06</b>	<b>80.02</b>	<b>5.916</b>	<b>19.977</b>	<b>70.392</b>	<b>4.810</b>	<b>860</b>	<b>2921.42</b>	<b>2954.25</b>	<b>3.18</b>	<b>930.372</b>
XVI-0.5 A	61.25	6.72	6.3	1170	1175	671	504	2.32	2.46	13.95	79.40	6.64	20.60	67.74	5.55	612	2078.96	2045.70	3.9	524.54
XVI-0.5 B	62.79	6.72	6.3	1176	1181	676	505	2.33	2.46	14.00	79.65	6.35	20.35	68.79	5.25	470	1596.59	1631.71	3.6	453.25
XVI-0.5 C	62.19	6.72	6.3	1180	1185	673	512	2.30	2.46	13.85	78.83	7.32	21.17	65.44	6.23	499	1695.10	1706.97	3.2	533.43
<b>Rerata</b>	<b>62.08</b>	<b>6.724</b>	<b>6.3</b>	<b>1175.3</b>	<b>1180.3</b>	<b>673.33</b>	<b>507</b>	<b>2.318</b>	<b>2.458</b>	<b>13.93</b>	<b>79.3</b>	<b>6.770</b>	<b>20.704</b>	<b>67.323</b>	<b>5.675</b>	<b>527</b>	<b>1790.22</b>	<b>1794.79</b>	<b>3.57</b>	<b>503.74</b>
XVII-0.5 A	63.42	6.72	6.3	1173	1178	671	507	2.31	2.46	13.91	79.14	6.96	20.86	66.65	5.86	481	1633.96	1696.05	4.15	408.69
XVII-0.5 B	62.52	6.72	6.3	1175	1181	678	503	2.34	2.46	14.04	79.90	6.06	20.10	69.86	4.95	472	1603.38	1629.04	4	407.26
XVII-0.5 C	62.49	6.72	6.3	1177	1181	676	505	2.33	2.46	14.01	79.72	6.27	20.28	69.08	5.17	588	1997.44	2027.40	4.1	494.49
<b>Rerata</b>	<b>62.81</b>	<b>6.724</b>	<b>6.3</b>	<b>1175</b>	<b>1180</b>	<b>675</b>	<b>505</b>	<b>2.327</b>	<b>2.458</b>	<b>13.98</b>	<b>79.59</b>	<b>6.429</b>	<b>20.413</b>	<b>68.528</b>	<b>5.330</b>	<b>513.67</b>	<b>1744.93</b>	<b>1784.16</b>	<b>4.08</b>	<b>436.81</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum ditrendam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)  
\* sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

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

r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotion  
Suhu pencampuran = + 160 C  
Suhu pemadatan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,048  
B.J Agregat = 2,702  
B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)





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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air Hujan PKSP 24 jam (suhu 50,60&70°C)

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XV-24 A	62.67	6.72	6.3	1173	1176	672	504	2.33	2.46	13.99	79.61	6.40	20.39	68.60	5.30	750	2547.8	2761.8	3.8	726.78
XV-24 B	62.73	6.72	6.3	1180	1186	678	508	2.32	2.46	13.96	79.45	6.59	20.55	67.94	5.49	820	2955.4	2878.5	3.4	846.63
XV-24 C	61.35	6.72	6.3	1175	1179	678	501	2.35	2.46	14.10	80.22	5.68	19.78	71.27	4.58	870	2785.5	2821.8	2.6	1085.29
<b>Rerata</b>	<b>62.25</b>	<b>6.7236</b>	<b>6.3</b>	<b>1176</b>	<b>1180</b>	<b>676</b>	<b>504.3</b>	<b>2.332</b>	<b>2.46</b>	<b>14.015</b>	<b>79.76</b>	<b>6.225</b>	<b>20.240</b>	<b>69.269</b>	<b>5.123</b>	<b>813</b>	<b>2762.9</b>	<b>2820.7</b>	<b>3.27</b>	<b>886.234</b>
XVI-24 A	65.20	6.72	6.3	1176	1183	673	510	2.31	2.46	13.86	78.87	7.27	21.13	65.60	6.18	489	1661.13	1664.46	3.5	475.56
XVI-24 B	63.11	6.72	6.3	1182	1188	680	508	2.33	2.46	13.98	79.59	6.43	20.41	68.51	5.33	466	1583.00	1674.82	4.1	408.49
XVI-24 C	63.54	6.72	6.3	1180	1185	675	510	2.31	2.46	13.91	79.14	6.95	20.86	66.67	5.86	410	1392.77	1419.23	3.7	383.58
<b>Rerata</b>	<b>63.95</b>	<b>6.7236</b>	<b>6.3</b>	<b>1179</b>	<b>1185</b>	<b>676</b>	<b>509.3</b>	<b>2.315</b>	<b>2.46</b>	<b>13.917</b>	<b>79.2</b>	<b>6.883</b>	<b>20.800</b>	<b>66.923</b>	<b>5.790</b>	<b>455</b>	<b>1545.64</b>	<b>1586.17</b>	<b>3.77</b>	<b>422.54</b>
XVII-24 A	64.10	6.72	6.3	1192	1200	685	515	2.33	2.46	13.91	79.17	6.92	20.83	66.78	5.83	423	1436.93	1461.36	4.4	332.13
XVII-24 B	62.53	6.72	6.3	1175	1191	677	504	2.33	2.46	14.01	79.74	6.24	20.26	69.17	5.14	393	1335.02	1376.41	4.3	320.09
XVII-24 C	62.41	6.72	6.3	1176	1181	679	502	2.34	2.46	14.08	80.13	5.79	19.87	70.86	4.68	384	1304.45	1310.97	3.95	331.89
<b>Rerata</b>	<b>63.013</b>	<b>6.7236</b>	<b>6.3</b>	<b>1181</b>	<b>1187</b>	<b>680.33</b>	<b>507</b>	<b>2.330</b>	<b>2.46</b>	<b>14.001</b>	<b>79.681</b>	<b>6.318</b>	<b>20.319</b>	<b>68.938</b>	<b>5.218</b>	<b>400</b>	<b>1358.8</b>	<b>1382.91</b>	<b>4.22</b>	<b>328.04</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap bahan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum (100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp))  
i = sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air Murni PKSP 0.5 jam (suhu 50.60&70°C)

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XVIII-0.5 A	62.59	6.72	6.3	1176	1179	675	504	2.33	2.46	14.02	79.81	6.16	20.19	69.46	5.06	872	2962.2	3012.5	3.65	825.35
XVIII-0.5 B	61.97	6.72	6.3	1175	1180	677	503	2.34	2.46	14.04	79.90	6.06	20.41	69.86	4.95	923	3135.4	3141.7	3.50	897.63
XVIII-0.5 C	62.09	6.72	6.3	1175	1180	675	505	2.33	2.46	13.98	79.59	6.43	20.41	68.50	5.33	869	2952.0	2966.8	3.35	885.60
<b>Rerata</b>	<b>62.22</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1175</b>	<b>1180</b>	<b>676</b>	<b>504</b>	<b>2.33</b>	<b>2.46</b>	<b>14.02</b>	<b>79.77</b>	<b>6.22</b>	<b>20.23</b>	<b>68.27</b>	<b>5.12</b>	<b>888</b>	<b>3016.5</b>	<b>3040.3</b>	<b>3.50</b>	<b>869.53</b>
XIX-0.5 A	63.99	6.72	6.3	1199	1201	681	520	2.31	2.46	13.86	78.87	7.27	21.13	65.58	6.18	591	2007.6	2005.6	3.75	534.83
XIX-0.5 B	62.27	6.72	6.3	1173	1178	670	502	2.34	2.46	14.04	79.92	6.03	20.08	69.96	4.93	834	2833.1	2858.6	4.00	714.65
XIX-0.5 C	61.18	6.72	6.3	1171	1176	674	502	2.33	2.46	14.02	79.79	6.19	20.21	69.37	5.09	510	1732.5	1850.3	4.20	440.54
<b>Rerata</b>	<b>62.48</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1181</b>	<b>1185</b>	<b>677</b>	<b>508</b>	<b>2.33</b>	<b>2.46</b>	<b>13.97</b>	<b>79.53</b>	<b>6.50</b>	<b>20.47</b>	<b>68.30</b>	<b>5.40</b>	<b>645</b>	<b>2191.1</b>	<b>2238.2</b>	<b>3.98</b>	<b>563.34</b>
XX-0.5 A	63.36	6.72	6.3	1198	1201	689	512	2.34	2.46	14.06	80.03	5.90	19.97	70.44	4.80	584	1983.8	2057.3	4.20	489.82
XX-0.5 B	63.36	6.72	6.3	1177	1185	675	510	2.31	2.46	13.87	78.94	7.19	21.06	65.86	6.10	690	2343.9	2430.7	3.70	656.93
XX-0.5 C	62.48	6.72	6.3	1199	1203	690	513	2.34	2.46	14.05	79.94	6.01	20.06	70.04	4.90	581	1973.7	2003.3	5.10	392.80
<b>Rerata</b>	<b>63.07</b>	<b>6.72</b>	<b>6.30</b>	<b>1191</b>	<b>1196</b>	<b>685</b>	<b>512</b>	<b>2.33</b>	<b>2.46</b>	<b>13.99</b>	<b>79.64</b>	<b>6.37</b>	<b>20.36</b>	<b>68.78</b>	<b>5.27</b>	<b>618</b>	<b>2100.5</b>	<b>2163.7</b>	<b>4.33</b>	<b>513.18</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (tsi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum { 100 - (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)  
i = % Aspal  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (100 x i/f)  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x g/h}  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotion

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

Peneliti :  
1. Achmad R.H (97511054)  
2. Slamet Widodo (97511074)

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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air Murni PKSP 24 jam (suhu 50,60&70°C)

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XVIII-24 A	62.56	6.72	6.3	1176	1182	674	508	2.31	2.46	13.91	79.18	6.90	20.82	66.84	5.81	887	3013.1	3064.4	3.6	851.21
XVIII-24 B	63.13	6.72	6.3	1177	1180	672	508	2.32	2.46	13.93	79.25	6.82	20.75	67.11	5.73	895	3040.3	3134.6	3.8	824.89
XVIII-24 C	62.09	6.72	6.3	1175	1180	672	508	2.31	2.46	13.90	79.12	6.98	20.88	66.57	5.89	841	2856.9	2871.2	3.4	844.46
<b>Rerata</b>	<b>62.59</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1176</b>	<b>1180.7</b>	<b>672.7</b>	<b>508</b>	<b>2.315</b>	<b>2.46</b>	<b>13.914</b>	<b>79.18</b>	<b>6.90</b>	<b>20.82</b>	<b>66.84</b>	<b>5.810</b>	<b>874.33</b>	<b>2970.1</b>	<b>3023.4</b>	<b>3.60</b>	<b>840.185</b>
XIX-24 A	61.72	6.72	6.3	1175	1180	677	503	2.34	2.46	14.04	79.90	6.06	20.10	69.86	4.95	607	2061.98	2235.19	4.1	545.17
XIX-24 B	63.67	6.72	6.3	1198	1201	686	515	2.33	2.46	13.98	79.57	6.45	20.43	68.43	5.35	531	1803.81	1756.91	3.9	450.49
XIX-24 C	62.40	6.72	6.3	1172	1177	675	502	2.33	2.46	14.03	79.86	6.11	20.14	69.66	5.01	599	2034.80	2061.26	4.3	479.36
<b>Rerata</b>	<b>62.59</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1181.7</b>	<b>1186</b>	<b>679.3</b>	<b>506.7</b>	<b>2.332</b>	<b>2.46</b>	<b>14.018</b>	<b>79.77</b>	<b>6.20</b>	<b>20.22</b>	<b>69.31</b>	<b>5.105</b>	<b>579</b>	<b>1966.86</b>	<b>2017.78</b>	<b>4.10</b>	<b>491.673</b>
XX-24 A	61.97	6.72	6.3	1173	1180	679	501	2.34	2.46	14.07	80.08	5.84	19.92	70.66	4.71	564	1915.91	1919.74	4.4	436.30
XX-24 B	60.87	6.72	6.3	1170	1176	675	501	2.34	2.46	14.04	79.88	6.08	20.12	69.76	4.98	526	1786.82	1890.46	4.45	424.82
XX-24 C	62.65	6.72	6.3	1168	1173	672	501	2.33	2.46	14.01	79.74	6.24	20.26	69.17	5.14	433	1470.90	1458.85	4.23	354.34
<b>Rerata</b>	<b>61.83</b>	<b>6.72</b>	<b>6.3</b>	<b>1170.3</b>	<b>1176.3</b>	<b>675.3</b>	<b>501</b>	<b>2.336</b>	<b>2.46</b>	<b>14.04</b>	<b>79.90</b>	<b>6.06</b>	<b>20.10</b>	<b>69.86</b>	<b>4.954</b>	<b>507.67</b>	<b>1724.54</b>	<b>1769.68</b>	<b>4.36</b>	<b>405.15</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-c  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)  
i = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)  
j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
m = Rongga yang terisi aspal (100 x (j/l)  
n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x g/h}  
o = Pembacaan arloji stabilitas  
p = o x kalibrasi proving ring  
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)  
r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotion  
Suhu pencampuran = + 160 C  
Suhu pemadatan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,048  
B.J Agregat = 2,702  
B.J Bitumen Retona = 1,0353\*

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

*(Signature)*  
1. Achmad R.H  
(97511054)  
2. Slamet Widodo  
(97511074)

Ir. Iskandar S, MT



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

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

## PERHITUNGAN MARSHALL TEST

Jenis Perendaman : Air hujan 3 Hari (Ret.opt & KAO)

Sample	t (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (cc)	g (gr/cc)	h	i (%)	j (%)	k (%)	l (%)	m (%)	n (%)	o (kg)	p (kg)	q (kg)	r (mm)	MQ
XIII-A	62.49	6.72	6.3	1202	1209	690	519	2.32	2.46	13.92	79.22	6.86	20.78	66.98	5.77	626	2126.52	2158.42	4.75	454.40
XIII-B	62.31	6.72	6.3	1174	1178	677	501	2.34	2.46	14.08	80.15	5.76	19.85	70.96	4.66	673	2286.18	2309.04	4.1	563.18
XIII-C	62.63	6.72	6.3	1176	1181	675	506	2.32	2.46	13.97	79.50	6.54	20.50	68.13	5.44	596	2024.61	2061.06	4.05	508.90
<b>Rerata</b>	<b>62.48</b>	<b>6.724</b>	<b>6.3</b>	<b>1184</b>	<b>1189</b>	<b>680.7</b>	<b>508.7</b>	<b>2.328</b>	<b>2.458</b>	<b>13.99</b>	<b>79.62</b>	<b>6.387</b>	<b>20.378</b>	<b>68.889</b>	<b>5.287</b>	<b>631.7</b>	<b>2145.77</b>	<b>2176.17</b>	<b>4.30</b>	<b>508.829</b>
XIV-A	61.67	6.72	6.3	1174	1178	677	501	2.34	2.46	14.08	80.15	5.76	19.85	70.96	4.66	620	2106.14	2280.95	3.1	735.79
XIV-B	61.15	6.72	6.3	1167	1174	673	501	2.33	2.46	14.00	79.67	6.33	20.33	68.88	5.22	467	1586.40	1692.69	2.3	735.95
XIV-C	61.56	6.72	6.3	1170	1176	674	502	2.33	2.46	14.01	79.72	6.27	20.28	69.07	5.17	610	2072.17	2235.87	2.7	828.10
<b>Rerata</b>	<b>61.46</b>	<b>6.724</b>	<b>6.3</b>	<b>1170</b>	<b>1176</b>	<b>674.7</b>	<b>501.3</b>	<b>2.334</b>	<b>2.458</b>	<b>14.03</b>	<b>79.85</b>	<b>6.120</b>	<b>20.151</b>	<b>68.639</b>	<b>5.017</b>	<b>565.7</b>	<b>1921.57</b>	<b>2069.84</b>	<b>2.70</b>	<b>766.61</b>

t = Tebal Benda Uji  
a = % Aspal terhadap batuan  
b = % Aspal terhadap Campuran  
c = Berat kering (sebelum direndam)  
d = Berat basah jenuh (SSD)  
e = Berat didalam air  
f = Volume (isi) d-e  
g = Berat isi c/f  
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)  
i = sumber data Laporan Hasil Pengujian Campuran Beraspal Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Januari 2002

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

r = Flow (kelelahan plastis)  
MQ = Marshall Quotion  
Suhu pencampuran = + 160 C  
Suhu pemadatan = 140 C  
Suhu waterbath = 60 C  
B.J Aspal = 1,0483  
B.J Agregat KAO = 2,674  
B.J Bitumen Retona = 1.0353\*

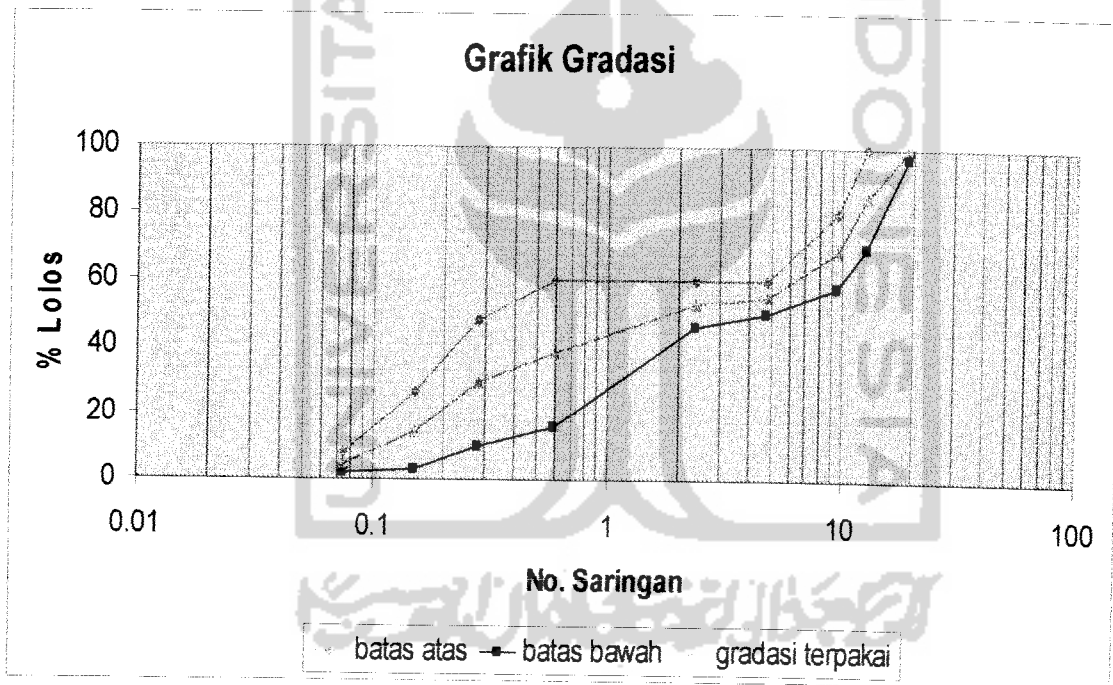
Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya  
  
Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :  
1. Achmad R.H  
(97511054)  
2. Slamet Widodo  
(97511074)

Tabel Spesifikasi Gradasi Agregat Campuran

Ukuran Saringan	% Berat Lolos Saringan	% Berat Lolos Saringan Terpakai
3/4"	97-100	100.0
1/2"	70-100	85.0
3/8"	58-80	69.0
# 4	50-60	55.0
# 8	46-60	53.0
# 30	16-60	38.0
# 50	10-48	29.0
# 100	3-26	14.5
# 200	2-8	4.5

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



Gambar Lengkung Gradasi

### Contoh Perhitungan Pemakaian Retona dalam sampel Campuran Aspal

- Untuk mencari kadar Retona Optimum dengan substitusi

Aspal KAO = 6,3 %

Berat campuran Aspal = 1200 gram

- Kadar Retona 5 %

Retona = Bitumen : Filler  
= 55 : 45

Berat Aspal =  $6,3\% \times 1200 = 75,6$  gram

- Berat Retona =  $5\% \times 75,6$  gram = 3,78 gram

=  $3,78$  gram  $\times 0,55 = 2,079$  gram

- Kekurangan Bitumen dlm Retona =  $3,78$  gram -  $2,79$  gram =  $1,701$  gram

- Perbandingan (%) =  $\frac{1,701 \text{ gram}}{3,78 \text{ gram}} \times 100\% = 45\%$

- Perbandingan Retona = (%)Kekurangan Bitmn. : (%)Kandungan Bitmn.  
=  $\frac{0,45}{0,55} = 0,8182$

- Pengali kekurangan Retona =  $(0,55 + 0,45) \times 0,8182 = 1,8182$

- Berat Retona yang dibutuhkan dlm sampel =  $3,78$  gr  $\times 1,8182 = 6,87$  gr

**Tabel Pemakaian Retona untuk Kadar 5 - 25%**

Retona	Aspal KAO (gram)	Kandungan Retona (gram)		Pemakaian Retona dlm sampel (gram)	Pemakaian Aspal
		Bitumen	Filler		
5%	75.6	3.78	3.09	6.87	71.82
10%	75.6	7.56	6.19	13.75	68.04
15%	75.6	11.34	9.28	20.62	64.26
20%	75.6	15.12	12.37	27.49	60.48
25%	75.6	18.90	15.46	34.36	56.70

**Tabel Pemakaian Retona untuk Kadar 0,5 - 4%**

Retona	Aspal KAO (gram)	Kandungan Retona (gram)		Pemakaian Retona dlm sampel (gram)	Pemakaian Aspal
		Bitumen	Filler		
0.5%	75.6	0.38	0.31	0.69	75.22
1%	75.6	0.76	0.62	1.37	74.84
1.5%	75.6	1.13	0.93	2.06	74.47
2%	75.6	1.51	1.24	2.75	74.09
3%	75.6	2.27	1.86	4.12	73.33
4%	75.6	3.02	2.47	5.50	72.58

