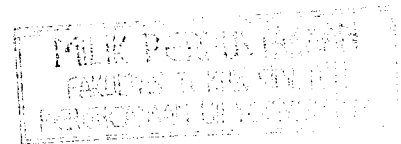


PERPUSTAKAAN FTSP UII
HABIB/RELI
TGL. TERIMA : 13-3-03
NO. JUDUL : 000340
NO. INV. : 5120000340001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGGUNAAN ASPAL BATU BUTON
(ASBUTON) B₂₀ TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN HRS – B



Disusun Oleh :

Dwi Yulianto	96 310 056
Rico Fanny K L T	96 310 092

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PENGGUNAAN ASBUTON B₂₀
TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS-B

Disusun Oleh :

DWI YULIANTO	96310056
RICO FANNY .K.L.T.	96310092

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Bachnas, M.Sc.
Dosen Pembimbing I

Ir. Miftahul Fauziah, MT.
Dosen Pembimbing II



[Handwritten signature]

Tanggal : 7-02-03

[Handwritten signature]

Tanggal : 6 02.03

PERSEMBAHAN

*Laporan tugas akhir ini kami persembahkan
untuk kedua orang tua kami, yang selalu
mendo'akan keberhasilan kami.*

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum wr wb

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga dengan keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Aspal Batu Buton (ASBUTON) B₂₀ Terhadap Karakteristik Campuran HRS-B”**.

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

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

1. Bapak Ir. H. Bachnas, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji.
2. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji
3. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen penguji.
4. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir,MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Ir. Iskandar S.R., MT., selaku Koordinator Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Sukamto, selaku Staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
8. Ayah dan Ibu kami yang telah memberikan dorongan dan doa, hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang membantu kami.

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

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

Wassalaamu'alaikum wr wb.

Yogyakarta, November 2002

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Pemilihan Judul Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Hot Rolled Sheet</i>	5
2.2. Agregat.....	7
2.3. Gradasi Agregat.....	9
2.4. <i>Filler</i>	9
2.5. Asbuton.....	10

2.6.	Sifat-sifat <i>Marshall</i>	13
2.6.1.	Hubungan <i>Flow</i> , Stabilitas, <i>Density</i> , VFWA dan VITM	
2.6.1.1	Hubungan <i>Flow</i> dengan Stabilitas.....	14
2.6.1.2	Hubungan <i>Density</i> dengan VFWA dan VITM.....	15
2.7.	Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Asbuton.....	15

BAB III LANDASAN TEORI

3.1.	Sifat Umum HRS.....	17
3.1.1.	Fungsi Lapis Tipis Aspal Beton.....	17
3.1.2.	Sifat-sifat Lapis Tipis Aspal Beton.....	17
3.2.	Bahan Penyusun Campuran HRS.....	18
3.2.1.	Aspal.....	18
3.2.1.1	Jenis Aspal.....	18
3.2.1.2	Komposisi Aspal.....	19
3.2.1.3	Pemeriksaan Aspal.....	20
3.2.2.	Agregat.....	20
3.2.2.1	Klasifikasi Agregat.....	21
3.2.2.2	Sifat Agregat.....	22
3.2.2.3	Persyaratan Agregat.....	26
3.2.3.	Aspal Batu Buton (Asbuton).....	27
3.2.3.1	Persyaratan Asbuton.....	28
3.3.	Karakteristik Campuran.....	28
3.4.	Pemeriksaan Dengan Alat <i>Marshall</i>	30
3.5.	Karakteristik <i>Marshall</i>	32

BAB IV	HIPOTESA	37
BAB V	METODE PENELITIAN	
5.1.	Bahan dan Pemeriksaan Mutu Bahan.....	38
5.1.1.	Bahan.....	38
5.1.2.	Pemeriksaan Mutu Bahan.....	38
5.2.	Peralatan.....	39
5.3.	Proses Penelitian.....	41
5.4.	Perancangan Benda Uji.....	43
5.5.	Pengujian.....	46
5.5.1.	Persiapan Benda Uji.....	46
5.5.2.	Persiapan Pengujian.....	48
5.5.3.	Cara Pengujian.....	48
5.6.	Perhitungan dan Analisis hasil pemeriksaan.....	49
5.7.	Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	51
BAB VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
6.1.	Hasil Penelitian.....	52
6.2.	Pembahasan.....	57
6.2.1.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Density</i>	57
6.2.2.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA.....	60
6.2.3.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM.....	64

6.2.4.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas.....	67
6.2.5.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i>	71
6.2.6.	Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i>	74
6.3.	Kadar Aspal Optimum.....	77
6.3.1.	Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas.....	81
6.3.2.	Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Flow</i>	83
6.3.3.	Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i>	84
6.3.4.	Indeks Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum.....	85

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1.	Kesimpulan.....	87
7.2.	Saran.....	89

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Perbedaan HRS-A dan HRS-B.....	6
Tabel 2.2.	Kadar Bitumen Asbuton.....	11
Tabel 3.1.	Persyaratan Aspal Keras AC 60/70.....	20
Tabel 3.2.	Spesifikasi Gradasi.....	23
Tabel 3.3.	Persyaratan Agregat Kasar.....	26
Tabel 3.4.	Persyaratan Agregat Halus.....	27
Tabel 3.5.	Persyaratan Asbuton.....	28
Tabel 3.6.	Koreksi Angka Stabilitas berdasarkan Tebal Benda Uji.....	34
Tabel 5.1.	Spesifikasi Gradasi.....	43
Tabel 5.2.	Jumlah Benda Uji pada Variasi Kadar Aspal.....	44
Tabel 5.3.	Jumlah Benda Uji pada Kadar Aspal Optimum.....	44
Tabel 5.4.	Kadar Aspal AC 60/70.....	45
Tabel 5.5.	Kadar Asbuton.....	45
Tabel 6.1.	Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat.....	52
Tabel 6.2.	Hasil Pemeriksaan Sifat Aspal Jenis AC 60/70.....	53
Tabel 6.3.	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.....	54
Tabel 6.4.	Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran HRS.....	55
Tabel 6.5.	Spesifikasi Teknis Campuran HRS menurut Puslitbang Jalan (1998).....	57
Tabel 6.6.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 0%.....	77

Tabel 6.7.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 0,5%.....	78
Tabel 6.8.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 1%.....	78
Tabel 6.9.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 1,5%.....	79
Tabel 6.10.	Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 0,25%.....	79
Tabel 6.11.	Hasil Uji Kadar Aspal Optimum pada perendaman 30 menit dan 24 jam.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1.	Bagan Alir Penelitian.....	42
Gambar 6.1.	Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan <i>Density</i> pada berbagai Kadar Aspal.....	58
Gambar 6.2.	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan <i>Density</i> pada berbagai Kadar Asbuton.....	59
Gambar 6.3.	Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan VFWA pada berbagai Kadar Aspal.....	62
Gambar 6.4.	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan VFWA pada berbagai Kadar Asbuton.....	63
Gambar 6.5.	Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan VITM pada berbagai Kadar Aspal.....	65
Gambar 6.6.	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan VITM pada berbagai Kadar Asbuton.....	66
Gambar 6.7.	Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan Stabilitas pada berbagai Kadar Aspal.....	68
Gambar 6.8.	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Stabilitas pada berbagai Kadar Asbuton.....	70
Gambar 6.9.	Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan <i>Flow</i> pada berbagai Kadar Aspal.....	72
Gambar 6.10.	Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> pada berbagai Kadar Asbuton.....	73

Gambar 6.11. Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan <i>Marshall</i> <i>Quotient</i> pada berbagai Kadar Aspal.....	75
Gambar 6.12. Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan <i>Marshall</i> <i>Quotient</i> pada berbagai Kadar Asbuton.....	76
Gambar 6.13. Grafik Stabilitas pada Perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum.....	82
Gambar 6.14. Grafik <i>Flow</i> pada Perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum.....	83
Gambar 6.15. Grafik MQ pada Perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum.....	85
Gambar 6.16. Grafik Indeks Perendaman untuk berbagai Kadar Aspal Optimum.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

1. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
4. Pemeriksaan *Sand Equivalent*
5. Pemeriksaan Keausan Agregat
6. Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Batuan
7. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
8. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
9. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
10. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
11. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
12. Pemeriksaan Daktilitas Aspal
13. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCl_4
14. Pemeriksaan Ekstraksi Asbuton
15. Perhitungan Test *Marshall*
16. Pemeriksaan Berat Jenis Mineral Asbuton
17. Pemeriksaan Berat Jenis Asbuton B_{20}

INTISARI

Penggunaan asbuton untuk pekerjaan jalan mempunyai prospek pengembangan yang baik, mengingat bahan tersebut merupakan sumber daya alam dalam negeri yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan lebih dari 50 tahun. Selain itu berbagai penelitian dan penggunaan di lapangan telah dilaksanakan dengan hasil yang memuaskan. Pemanfaatan asbuton sebagai bahan tambah pada campuran Hot Rolled Sheet-B (HRS-B) untuk lapisan perkerasan merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang banyak tersedia di Pulau Buton dan merupakan suatu inovasi, karena selama ini pemanfaatan asbuton biasanya dipakai sebagai bahan pengikat untuk jalan standar kualitas rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik HRS dengan menggunakan asbuton B₂₀. Gradasi agregat yang digunakan sebagai bahan susun adalah nilai tengah campuran HRS sesuai standar spesifikasi Bina Marga 1988. Aspal keras digunakan AC 60/70 dengan interval 0,5% antara 6,5% - 8% terhadap total campuran, dan kadar aspal asbuton yang digunakan bervariasi dalam interval 0,25% antara 0% - 0,5%. Parameter yang digunakan sebagai tinjauan didasarkan pada nilai-nilai Marshall yang diperoleh melalui uji Marshall. Nilai-nilai tersebut yaitu density, VFWA, VITM, stabilitas, flow dan Marshall Quotient. Analisis dilakukan dengan acuan spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998) untuk campuran Hot Rolled Sheet.

Dari hasil penelitian menunjukkan Untuk spesifikasi Puslitbang Jalan (1998), nilai-nilai karakteristik Marshall terpenuhi pada kadar asbuton 0%, 0,25%, 0,5% dengan kadar aspal optimum masing-masing 7,4%, 7,5% dan 7,85%. Penambahan asbuton 0% terhadap campuran HRS menghasilkan nilai density tertinggi sebesar 2,260 gr/cc pada kadar aspal 7%, VFWA sebesar 84,047% pada kadar aspal 8%, VITM sebesar 7,463% pada kadar aspal 6,5%, stabilitas sebesar 2168,54 kg pada kadar aspal 7%, flow sebesar 2,5 mm pada kadar aspal 8% dan Marshall Quotient sebesar 917,734 kg/mm pada kadar aspal 6,5%. Penambahan asbuton 0,25% terhadap campuran HRS menghasilkan nilai density tertinggi sebesar 2,258 gr/cc pada kadar aspal 8%, VFWA sebesar 86,810% pada kadar aspal 8%, VITM sebesar 5,059% pada kadar aspal 6,5%, stabilitas sebesar 2094,52 kg pada kadar aspal 7%, flow sebesar 2,53 mm pada kadar aspal 8% dan Marshall Quotient sebesar 1226,432 kg/mm pada kadar aspal 7%. Penambahan asbuton 0,5% terhadap campuran HRS menghasilkan nilai density tertinggi sebesar 2,199 gr/cc pada kadar aspal 8%, VFWA sebesar 76,681% pada kadar aspal 8%, VITM sebesar 9,187% pada kadar aspal 6,5%, stabilitas sebesar 1564,85 kg pada kadar aspal 7,5%, flow sebesar 2,68 mm pada kadar aspal 8% dan Marshall Quotient sebesar 604,476 kg/mm pada kadar aspal 7,5%. Secara umum pemakaian asbuton sebagai bahan pengganti sebagian filler dan aspal pada campuran HRS-B dapat digunakan dengan kadar asbuton dan kadar aspal yang tepat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengadaan prasarana dan sarana transportasi membutuhkan suatu temuan teknologi yang dapat mempercepat dan memperbaiki mutu dari infrastruktur yang telah ada serta dipandang menguntungkan dari segi ekonomis maupun teknis. Untuk itu pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia secara optimal merupakan salah satu upaya yang tepat untuk mewujudkan pemenuhan kebutuhan tersebut.

Kebutuhan aspal untuk pekerjaan jalan raya di Indonesia pada saat ini diperkirakan 1,5 juta ton/tahun dengan kenaikan rata-rata 10%. Dengan kenaikan tersebut, aspal dari Pertamina hanya mencukupi sepertiganya saja, sehingga harus dilakukan impor dari luar negeri. Kontribusi asbuton pada saat ini masih kecil dalam mencukupi kebutuhan aspal di Indonesia, yaitu sekitar 100.000 ton/tahun, dan kebanyakan digunakan untuk jalan standar kualitas rendah. (Dalimin, 1990).

Penggunaan asbuton untuk pekerjaan jalan mempunyai prospek pengembangan yang baik, mengingat bahan penting tersebut merupakan sumber alam dalam negeri, yang dengan kebutuhan sekarang dimungkinkan dapat

dimanfaatkan lebih dari 50 tahun. Selain itu berbagai penelitian dan penggunaan di lapangan telah dilaksanakan dengan hasil yang memuaskan.

Beberapa percobaan sebelumnya dilakukan untuk pemanfaatan asbuton, antara lain pada tahun 1956, percobaan beton asbuton antara Bandung-Padalarang dengan cara campuran dingin (*cold mix*), sekitar tahun 1960 di beberapa ruas jalan di Yogyakarta. Tahun 1978 dimulai dengan cara campuran panas (*hot mix*), bahkan telah diadakan percobaan lapangan, pada tanggal 22 Maret – 28 Maret 1979 oleh Ditjen Bina Marga di jalan Diponegoro Bandung, pada tahun 1980 di Ujung Pandang (Sulawesi Selatan), dan di Bali pada *Highway Betterment Project* Denpasar – Gilimanuk. (Dalimin, 1990)

Pemanfaatan asbuton sebagai bahan tambah pada campuran *Hot Rolled Sheet-B* (HRS-B), pada lapisan perkerasan merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang banyak tersedia di Pulau Buton dan merupakan suatu inovasi, karena selama ini pemanfaatan asbuton biasanya dipakai sebagai bahan pengikat untuk jalan standar kualitas rendah.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pemanfaatan asbuton sebagai bahan tambah pada campuran HRS-B dengan metode *Marshall* (*Marshall Test*), dimana aspal dari asbuton digunakan sebagai tambahan pada aspal keras (AC) 60/70, dan filler dari asbuton dipakai sebagai filler pengganti sebagian abu batu. Hasil pemeriksaan mengacu pada spesifikasi HRS-B dari Puslitbang Jalan. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui pengaruh penggunaan Asbuton B₂₀ pada campuran HRS terhadap nilai-nilai :

1. Stabilitas (*Stability*)
2. Kelelehan (*Flow*)
3. *Marshall Quotient (MQ)*
4. Prosentase rongga dalam campuran (VITM = *Void In The Mix*)
5. Prosentase rongga yang terisi aspal (VFWA = *Void Filled With Asphalt*)
6. Kerapatan atau kepadatan (*Density*).

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan salah satu alternatif pengembangan pemanfaatan asbuton pada salah satu jenis lapis perkerasan jalan yaitu pada HRS-B. Hasil penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi kalangan teknisi yang bergerak dalam bidang transportasi, untuk menggunakan asbuton sebagai bahan tambah pada campuran HRS-B yang menggunakan aspal AC 60/70, dalam meningkatkan mutu suatu struktur perkerasan.

1.4. Pemilihan Judul Penelitian

Pemilihan judul ini didasarkan pada suatu penelitian *explorasi* yang dilakukan oleh pemerintah maupun swasta, yang menunjukkan bahwa perkiraan jumlah adanya cadangan asbuton cukup besar, kira-kira 164.000.000 ton (*Alberta Research Council* dan VIRAMA,1989). Jumlah produksi asbuton dalam kurun waktu antara tahun 1925 – 1987 hanya sebesar 2,2% dari jumlah keseluruhan atau

sekitar 7.000.000 ton, dengan demikian masih banyak cadangan asbuton yang belum dimanfaatkan. Penelitian ini diharapkan dapat mendorong pemanfaatan kekayaan alam Indonesia yang belum diolah secara maksimal.

1.5. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian laboratorium mengenai karakteristik campuran HRS-B yang menggunakan bahan tambah asbuton. Secara khusus penelitian ini dibatasi :

1. Asbuton yang digunakan adalah asbuton B₂₀ yang lolos saringan no. 70 dan lolos saringan no. 200.
2. Aspal keras yang digunakan adalah AC 60/70 dan gradasi yang digunakan adalah gradasi senjang mengikuti spesifikasi Bina Marga 1988, untuk campuran HRS-B.
3. Tinjauan karakteristik campuran terbatas pada pengujian *Marshall* di laboratorium yang selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi HRS-B dari Puslitbang Jalan 1998.
4. Penelitian ini tidak membahas unsur mineral dan kimiawi yang terkandung dalam asbuton.
5. Mineral asbuton pada penelitian ini hanya digunakan sebagai pengganti sebagian filler abu batu lolos saringan no. 200, sedangkan mineral asbuton lolos saringan no. 70 tidak diidentifikasi (tidak dihitung dalam campuran).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hot Rolled Sheet (HRS)*

Hot Rolled Sheet (HRS) adalah lapis aus permukaan atau lapis non struktural yang terdiri dari agregat yang bergradasi timpang (*gap graded*), aspal dan *filler* dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan masih panas (*Hot Mix*) dengan tebal padat campuran adalah sebesar 2,5 cm sampai dengan 3 cm. 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).

Hot Rolled Sheet atau dalam istilah Indonesia dikenal sebagai Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) digunakan sebagai lapis permukaan yang bersifat non struktural (*Wearing Course*), yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Perbedaan utama antara HRS dengan beton aspal konvensional adalah bahwa HRS mempunyai kadar aspal yang lebih 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 banyak tanpa mengalami *bleeding*, yaitu 7%-8 %. Keadaan inilah yang menyebabkan lapis perkerasan HRS mempunyai sifat-sifat lentur, durabilitas yang tinggi dan mudah dipadatkan, sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai

kekedapan terhadap air dan udara cukup tinggi yang merupakan hal penting sebagai lapis permukaan.

Berdasarkan pada beban lalu lintas yang lewat di atasnya, lapis permukaan HRS dibedakan dalam dua kelas yaitu kelas A dan kelas B. HRS kelas A merupakan HRS yang menggunakan bahan yang sama dengan Laston (spesifikasi BM 12/PT/B/1983), digunakan pada jalan-jalan dengan lalu-lintas ringan dan sedang. Sifatnya yang paling penting adalah daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan kelelahan yang tinggi. HRS kelas B merupakan HRS yang menggunakan bahan yang sama dengan beton aspal atau Laston (spesifikasi BM 13/PT/B/1983), digunakan pada jalan-jalan dengan lalu-lintas tinggi, kelandaian yang curam, persimpangan dan daerah-daerah lainnya, dimana pelapisan permukaan akan didasarkan pada muatan-muatan roda yang berat dan mempunyai stabilitas yang lebih tinggi sebagai tambahan terhadap sifat-sifat daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan kelelahan dari bahan kelas A. Perbedaan HRS-A dan HRS-B dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. perbedaan HRS-A dan HRS-B

Uraian	Spesifikasi Bina Marga (1988)		Puslitbang Jalan (1998)	
	HRS-A	HRS-B		
Stabilitas <i>Marshall</i>	450 kg-850 kg	550 kg-1250 kg	Stabilitas	> 800 kg
Stabilitas <i>Marshall</i> yang dipertahankan setelah perendaman 24 jam (60°C)	>75%	>75%	VMA	> 18 %
VITM	3 %-6 %	3 %-6 %	VITM	3 %-6 %
Fraksi CA	20 %-40%	30 %-50 %	VFWA	> 68 %
Fraksi FA	47 %-67%	39 %-59 %	Flow	2 - 4 mm
Fraksi <i>filler</i>	5 %-9 %	4,5 %-7,5 %		
Kadar Aspal	> 8 %	7 %-8 %		
MQ	100-400 (kg/mm)	180-500 (kg/mm)	MQ	200-500 (kg/mm)
Pemakaian	Lalulintas rendah dan sedang	Lalulintas tinggi		>10 ⁶ ESA

Sumber : Spesifikasi Bina Marga (1988) dan Puslitbang Jalan (1998)

2.2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam ataupun buatan. ASTM (1974) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar atau berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain (Silvia Sukirman, 1992).

Berdasarkan Bina Marga (1988), bahan HRS terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan *filler*. Jenis agregat berdasarkan ukuran butirnya dikelompokkan menjadi :

1. Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan no.8 (2,36 mm).
2. Agregat halus, yaitu batuan yang lolos saringan no.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan no.200 (0,075 mm).
3. Bahan pengisi (*filler*), yaitu bahan berbutir halus yang lolos saringan no.200 (0,075 mm).

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan lapisan perkerasan, dipengaruhi oleh:
 - a) gradasi,
 - b) ukuran maksimum,
 - c) kadar lempung,
 - d) kekerasan dan ketahanan,
 - e) bentuk butir, dan
 - f) tekstur permukaan.
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh :
 - a) porositas,
 - b) kemungkinan basah, dan
 - c) jenis agregat.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :
 - a) tahanan geser (*skid resistance*), dan
 - b) campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Sebagai campuran perkerasan HRS, agregat kasar dapat berupa batu pecah atau agregat jenis lainnya. Adapun agregat batu pecah merupakan hasil pemecahan dari bongkahan-bongkahan batu gunung atau batu kali yang relatif besar. Proses pemecahan agregat ini sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (*stone crusher*) sehingga bentuk dan ukuran partikel dapat terkontrol dan gradasi yang diharapkan dapat tercapai (Silvia Sukirman, 1992).

2.3. Gradasi Agregat

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan, dimana saringan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak paling bawah. Spesifikasi gradasi adalah angka yang menunjukkan berapa persen agregat yang lolos setiap saringan terhadap berat total agregat. Masing-masing nomor saringan mempunyai batasan tersendiri terhadap persentase lolos saringan tiap agregat untuk digunakan dalam sebuah campuran HRS.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan (Silvia Sukirman, 1992).

2.4. Filler

Filler adalah kumpulan mineral agregat yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) digunakan untuk mengisi rongga diantara partikel agregat, dalam rangka mengurangi besarnya rongga dan meningkatkan kerapatan dan kestabilan massa tersebut. Rongga udara antar agregat kasar diisi oleh partikel *filler*, membuat rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar (David G. Tunnicliff, 1962 dalam shell, 1990). Bina Marga (1987) mendefinisikan bahwa bahan pengisi adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan no.30 dimana prosentase berat butir yang lolos saringan no.200 minimum 65%. Bahan pengisi dapat berupa abu batu, kapur, *portland cement* dan lain sebagainya.

Pengaruh *filler* dalam aspal pada awalnya adalah dengan membentuk mastik, yaitu campuran antar aspal dengan *filler*. Mastik akan menambah atau mempengaruhi *viskositas* (kekentalan) dari aspal. *Filler* akan berpengaruh dalam mendukung adesi antara aspal dengan agregat, baik secara mekanik ataupun kimiawi. Secara mekanik, adesi antara aspal dengan permukaan agregat dipengaruhi kekentalan aspal. Dalam suatu kasus, *viskositas* yang tinggi akan mengurangi penyelimutan dan pembasahan aspal dalam fase pelapisan. Akan tetapi pada kasus lain, pada saat penyelimutan dan pembasahan awal yang baik tercapai, daya tahan terhadap *stripping* bertambah dengan adanya peningkatan *viskositas* aspal. Kelompok mineral *filler* dalam campuran beton aspal yang mempunyai partikel dengan diameter lebih besar dari ketebalan selaput aspal pada permukaan batuan, akan memberikan pengaruh pada sifat saling mengunci antar agregat. Sedangkan kelompok yang lain, yaitu partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari selaput aspal, akan tersuspensi dalam selaput aspal. Bagian mineral *filler* yang tersuspensi ini akan mempengaruhi sistem *filler* aspal.

Dalam penelitian ini, sebagian *filler* abu batu digantikan dengan *filler* dari asbuton. *Filler* yang digunakan adalah *filler* yang lolos saringan No. 200 sesuai dengan spesifikasi untuk campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS).

✓

2.5. Asbuton

Asbuton adalah jenis aspal batu (*rock asphalt*) yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Dalam bentuk aslinya, asbuton berbentuk sebagai lapisan batu cadas berwarna hitam yang kadang-kadang menyembul di atas permukaan tanah seperti gunung kecil dan sebagian hanya terdapat beberapa meter di bawah

permukaan tanah, karena itu penambangan asbuton dikerjakan secara penambangan terbuka.

Asbuton terjadi karena suatu lapisan batu kapur yang dilapisi oleh minyak bumi yang mengandung aspal, yang tertekan keluar akibat tekanan yang disebabkan oleh proses geologi. Hal tersebut mengakibatkan hasil yang diperoleh tidak teratur, dimana ada bongkahan batuan asbuton yang mengandung cukup banyak aspal, dan ada pula yang mengandung sedikit aspal (Soedarsono, 1987).

Kandungan aspal yang terdapat dalam asbuton sangat bervariasi, mulai dari 9% sampai 32,5%, dan memiliki kadar air, ukuran asli serta kandungan mineral yang beragam. Asbuton diklasifikasikan sesuai dengan kadar aspal yang dikandungnya, seperti terlihat dalam tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2. Kadar Bitumen Asbuton

Nama kode	Sebutan	Kadar Aspal
B 10	Asbuton 10	9 - 11%
B 13	Asbuton 13	11,5 - 14,5%
B 16	Asbuton 16	15 - 17%
B 20	Asbuton 20	17,5 - 22,5%
B 25	Asbuton 25	23 - 27%
B 30	Asbuton 30	27,5 - 32,5%

Sumber: Bina Marga (1983)

Partikel asbuton merupakan material yang terdiri dari kombinasi mineral, aspal, dan air yang berwarna kecoklat-coklatan, sangat porous, dan umumnya mineral asbuton terdiri dari batu kapur dari ukuran debu sampai pasir.

Sifat-sifat asbuton secara umum adalah sebagai berikut :

1. Kandungan bitumen 10 – 35%.
2. Berat jenis 1,2 – 2 gr/cc.
3. Berat isi 0,9 – 1,46 gr/cc.
4. Mineral asbuton berukuran dari ukuran debu sampai ukuran pasir, yang sebagian besar merupakan mineral kapur.
5. Mudah menyerap air (untuk perkerasan jalan maksimum 10%)
6. Akibat pengaruh panas, bentuknya dapat berubah-ubah apabila dipanasi dengan suhu yang berbeda-beda.

Ukuran mineral dalam asbuton pada umumnya dibagi menjadi tiga jenis, antara lain :

1. Kapur mengandung aspal (*Rock Asphalt*) berukuran debu (lewat saringan No.200) dan berukuran pasir halus (lewat saringan antara No.8 – No.200).
2. *Sandy Asphalt Rock* berukuran debu mineral, pasir halus dan pasir kasar.
3. *Conglomerat Asphalt Rock* berukuran debu mineral, pasir kasar dan kerikil.

Bitumen asbuton ini terdiri dari *asphalten* dan *malten*/minyak berat.

1. *Asphalten*

Asphalten adalah hasil oksidasi dari minyak bumi dan terjadi karena oksigen meresap ke dalam bumi. *Asphalten* berupa *phase* padat di dalam bitumen, mempunyai berat molekul tinggi, berwarna hitam, bersifat keras dan rapuh, tidak larut dalam *N-pentane* dan dapat dilunakkan dengan minyak.

2. *Malten*

Malten adalah *phase* cair didalam bitumen, berupa minyak berat yang larut di dalam *N-pentane*.

2.6. Sifat-sifat *Marshall*

Karakteristik campuran beton aspal (HRS, Laston dan ATB) dapat diukur dan diketahui melalui sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan dengan nilai-nilai sebagai berikut :

1. *Flow* (kelelehan)

Menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* yang tinggi (melalui batas maksimumnya), maka campuran cenderung menjadi lebih plastis (fleksibilitas tinggi), sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya bila *flow* rendah, maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika beban melampaui daya dukungnya.

2. *Stability* (stabilitas)

Menyatakan kemampuan lapis perkerasan menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas akan naik jika kadar aspal bertambah sampai batas tertentu, kemudian bila bertambah lagi akan menurun (ada kadar aspal optimum). Kondisi ini terjadi karena bila terlalu sedikit aspal tidak bisa mengikat butiran batuan dengan baik. Sebaliknya jika terlalu banyak, maka fungsi aspal sebagai bahan ikat berubah menjadi pelicin antar batuan, terutama bila suhu tinggi.

3. *Density* (kepadatan)

Menyatakan tingkat kerapatan aspal dan agregat setelah dipadatkan atau nilai yang menunjukkan kepadatan campuran setelah proses pemadatan. Campuran yang mempunyai nilai *density* yang tinggi akan mempunyai kekuatan menahan beban yang lebih tinggi daripada campuran yang nilai *density*-nya rendah.

4. *Void Filled With Asphalt* (VFWA/Rongga yang terisi aspal)

Menunjukkan prosentase rongga campuran yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan dan durabilitas campuran dan sangat dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika nilai VFWA besar maka campuran semakin kedap air dan udara, sehingga disintegrasi oleh air atau udara bisa dihindari sehingga campuran mempunyai durabilitas/keawetan tinggi.

5. *Void In The Mix* (VITM/Rongga dalam campuran)

Merupakan prosentase rongga dalam suatu campuran yang menunjukkan banyaknya rongga di dalamnya. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan dan durabilitas campuran. Nilai yang besar mengakibatkan rongga yang terlalu banyak sehingga air dan udara mudah masuk, akibatnya durabilitasnya berkurang. Sebaliknya VITM yang kecil, campuran menjadi rapat dan kekakuannya akan meningkat (stabilitas rendah).

2.6.1 Hubungan *flow*, stabilitas, *density*, VFWA dan VITM

2.6.1.1 Hubungan *flow* dengan stabilitas

Suatu lapis perkerasan dengan stabilitas tinggi (kadar aspal optimum) mempunyai kekuatan menahan deformasi tinggi, berarti *flow* (besarnya deformasi)

yang terjadi relatif rendah. Demikian sebaliknya, jika *flow* besar akibat kadar aspal yang tinggi, maka stabilitasnya rendah.

2.6.1.2 Hubungan *density* dengan VFWA dan VITM

Perkerasan dengan *density* yang tinggi akibat butiran yang saling mengunci dan nilai VFWA tinggi berakibat mengecilnya nilai VITM, sehingga perkerasan menjadi kaku (stabilitas tinggi) dan porositasnya kecil. Jika VITM besar berarti kerapatan campuran kurang (*interlocking* antar butiran rendah) dan jika aspal yang mengisi rongga campuran kecil maka VFWA kecil, akibatnya perkerasan mempunyai stabilitas yang rendah dan porositasnya besar.

2.7. Penelitian Terdahulu Tentang Penggunaan Asbuton

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan dan mendukung penelitian ini adalah :

1. Lantip .S., (1995), penelitian yang dilakukan yaitu mengkaji pengaruh penggunaan aspal ekstrak asbuton sebagai bahan ikat campuran beton aspal terhadap nilai modulus kekakuan.
2. Djafar .R., (2001), yaitu mengkaji nilai *poisson* campuran beton aspal dengan bahan ikat AC 60/70 dengan *modifier* bitumen asbuton B-20 melalui pengujian tarik tak langsung menggunakan beban statis dalam berbagai kondisi temperatur pengujian.

Penelitian yang penulis lakukan berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena pada penelitian ini akan dikaji karakteristik *Marshall* campuran HRS dengan

bahan ikat AC 60/70, dengan menggunakan asbuton B₂₀ yang langsung dicampurkan
pada campuran HRS. ✓

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Sifat Umum HRS

Hot Rolled Sheet atau biasa disebut Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) merupakan lapis Penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, tebal padat 2,5 cm sampai 3 cm (Bina Marga, 1983).

3.1.1. Fungsi Lapis Tipis Aspal Beton

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) No. 12/PT/B/1983, Lapis Tipis Aspal Beton mempunyai fungsi sebagai lapis penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan, sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu.

3.1.2. Sifat-sifat Lapis Tipis Aspal Beton

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lataston No.12/PT/B/1983, Lapis Tipis Aspal Beton mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Kedap air.
2. Kekenyalan yang tinggi.
3. Awet.

4. Dianggap tidak mempunyai nilai struktural.

3.2. Bahan penyusun Campuran HRS

3.2.1. Aspal

3.2.1.1. Jenis Aspal

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

Berdasarkan cara memperolehnya aspal dibedakan menjadi :

1. Aspal Alam (Aspal Gunung – P. Buton dan Aspal Danau – P. Bermudez, Trinidad).

2. Aspal Buatan (Aspal Minyak : hasil penyulingan minyak bumi dan Tar : hasil penyulingan batu bara).

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

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

3.2.1.2. Komposisi Aspal

Komposisi aspal terdiri dari *asphaltenes* dan *maltenes*. *Asphaltenes* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *heptane*. *Maltenes* merupakan cairan kental yang terdiri dari *Resins* dan *Oil*, yang larut dalam *heptane*. *Resins* adalah cairan berwarna kuning atau coklat yang memberikan sifat *adhesi* dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. *Oil* adalah cairan yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltenes* dan *resins*. Proporsi dari *asphaltenes*, *resins* dan *oil* berbeda-beda, tergantung dari banyak faktor seperti kemungkinan

beroksidasi, proses pembuatannya dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran (Silvia Sukirman, 1992).

3.2.1.3. Pemeriksaan Aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari alam, sehingga sifat-sifatnya harus selalu diperiksa dilaboratorium. Aspal yang memenuhi syarat-syarat dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat lapis perkerasan lentur. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah AC 60/70. Syarat-syarat dari aspal tersebut dapat dilihat dalam tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Persyaratan Aspal Keras AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	
		Min	Maks
1	Penetrasi (25°C, 5 dt)	60	79
2	Titik Lembek °C (ring & ball)	48	58
3	Titik Nyala °C (cle. open cup)	200	-
4	Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	-	0,4
5	Kelarutan dalam CCl ₄	99	-
6	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	100	-
7	Berat Jenis (25°C)	1	-

Sumber : Bina Marga (1987)

3.2.2. Agregat [Ⓢ]

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90 – 95 % agregat berdasarkan persentase berat atau 75 – 85 % berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

3.2.2.1. Klasifikasi Agregat

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

1. Agregat Alam

Agregat yang dipakai sebagaimana bentuknya dari alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Dua bentuk agregat alam yang sering dipergunakan yaitu kerikil dan pasir.

2. Agregat yang melalui proses pengolahan

Agregat yang diperoleh melalui proses pemecahan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu, sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat terkontrol.

3. Agregat buatan

Agregat yang merupakan mineral *filler*/pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu.

Berdasarkan besar partikel agregat, dapat dibedakan menjadi :

1. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada saringan No.8 atau 2,38 mm
2. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200
3. Bahan pengisi/mineral *filler* adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.30, dimana persentase berat butir yang lolos saringan No.200 minimum 65%.

3.2.2.2. Sifat Agregat

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

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

Kekuatan dan keawetan dari agregat dipengaruhi oleh :

a) Gradasi.

Gradasi agregat untuk suatu campuran dapat dibedakan menjadi :

1) Gradasi rapat (*Well Graded*)

Merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi ini mempunyai sifat yang mudah dipadatkan karena rongga antar agregat hampir seluruhnya terisi dengan butir yang lebih kecil, hanya menyisakan sebagian kecil untuk diisi oleh aspal.

2) Gradasi seragam (*Uniform Graded*)

Merupakan agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka.

3) Gradasi buruk/jelek (*Poorly Graded*)

Merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (*gap graded*), merupakan

campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali, sering disebut juga gradasi senjang.

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi senjang.

Spesifikasi gradasi dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2. Spesifikasi gradasi

Ukuran saringan inch (mm)	Spesifikasi		Nilai tengah (gradasi rencana)
	Min	Max	
1" (25,4)	100	100	100
3/4" (19,10)	97	100	98,5
1/2" (12,70)	80	100	90
3/8" (9,52)	69	88	78,5
No.4 (4,76)	60	72	66
No.8 (2,38)	55	70	62,5
No.40 (0,59)	13	60	36,5
No.70 (0,26)	5	40	22,5
No.200 (0,074)	2	10	7,5

Sumber : Bina Marga (1988)

b) Ukuran maksimum partikel agregat

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan, semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Ada 2 cara untuk menyatakan ukuran partikel agregat, yaitu :

- 1) Ukuran maksimum, merupakan ukuran tapis/ayakan terkecil dimana agregat tersebut lolos 100%.

- 2) Ukuran nominal maksimum, merupakan ukuran tapis terbesar, dimana agregat tertahan tapis tidak lebih dari 10%.

c) Kadar lempung

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

- 1) Lempung membungkus partikel-partikel agregat, sehingga ikatan antara agregat dan aspal berkurang.
- 2) Adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah. Dengan kadar aspal yang sama, akan menghasilkan tebal lapisan yang lebih tipis yang dapat mengakibatkan terjadinya *stripping* (lepasnya ikatan antara aspal dan agregat).
- 3) Tipisnya lapisan aspal mengakibatkan lapisan mudah teroksidasi sehingga lapisan cepat rapuh/getas.
- 4) Lempung cenderung menyerap air yang berakibat hancurnya lapisan aspal.

d) Daya tahan agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran (*disintegrasi*) yang terjadi selama masa pelayanan jalan. Ketahanan agregat terhadap

penghancuran diperiksa dengan menggunakan mesin Abrasi (*Los Angeles*) berdasarkan PB-0206-76, AASHTO T96-7(1982).

e) Bentuk dan tekstur agregat

Bentuk dan tekstur mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut.

2. Daya lekat Terhadap Aspal

Faktor yang mempengaruhi lekatan aspal dengan agregat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a) Sifat mekanis yang tergantung dari :

1) Pori-pori dan absorpsi

Agregat yang berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan antar aspal dan agregat baik. Tetapi terlalu banyak pori mengakibatkan terlalu banyak aspal yang terserap, yang berakibat lapisan aspal menjadi tipis.

2) Bentuk dan tekstur permukaan

Agregat berbentuk kubus dan kasar lebih baik mengikat aspal daripada agregat berbentuk bulat dan halus. Permukaan agregat yang kasar akan memberikan ikatan dengan aspal lebih baik dari pada agregat dengan permukaan licin.

b) Sifat kimiawi dari agregat

Granit dan batuan yang mengandung *silica* merupakan agregat yang bersifat *hydrophilic* yaitu agregat yang senang terhadap air. Agregat demikian tidak baik digunakan sebagai bahan campuran dengan aspal,

karena mudah terjadi *stripping*, yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat akibat pengaruh air. Sebaliknya, agregat seperti *diorit-andesit* disebut agregat *hydrophobic*, yaitu agregat yang tidak mudah terikat dengan air, sehingga ikatan antara aspal dengan agregat cukup baik dan *stripping* yang terjadi kecil sekali. Pemeriksaan daya lekat agregat terhadap aspal dilakukan dengan percobaan *stripping* (PB 0205-76).

3. Kemudahan dalam pelaksanaan

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

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

3.2.2.3 Persyaratan Agregat

Sebagai bahan penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel 3.3 dan 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.3. Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	maks. 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	> 95%
3	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
4	Berat jenis	min. 2,5

Sumber : Bina Marga (1987)

Tabel 3.4. Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
2	Berat jenis semu	min. 2,5
3	Sand equivalent	min. 50

Sumber : Bina Marga (1987)

3.2.3. Aspal Batu Buton (Asbuton)

Aspal Batu Buton (Asbuton) adalah suatu jenis aspal alam yang diperoleh dari tanah/batuan di P. Buton, Sulawesi Tenggara. Bitumen yang terkandung dalam Asbuton berasal dari minyak bumi yang keluar dari kulit bumi karena adanya tekanan dari kulit bumi. Minyak bumi tersebut keluar bersama-sama aspal melalui retakan-retakan pada kulit bumi, sehingga aspalnya tertinggal dalam batuan/tanah yang dilaluinya. Mengingat kejadiannya maka kadar bitumen yang terkandung dalam batuan/tanah tidak merata. Asbuton ini didalam eksploitasinya dikelompokkan menurut kadar bitumennya, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam penggunaannya dalam perkerasan jalan. Jadi pada Asbuton, kandungan bahan bitumen merupakan prosentase minoritas karena jumlahnya yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang terdapat didalamnya. Selain bahan bitumen, material-material lain yang terdapat didalamnya, jumlahnya dapat mencapai 80 % atau mayoritas dari kandungan material yang ada dalam Asbuton. Adapun material-material lain tersebut berupa kapur dan pasir.

3.2.3.1. Persyaratan Asbuton

Penelitian ini menggunakan asbuton sebagai bahan tambah pada HRS-B. Untuk mendapatkan hasil campuran yang baik, asbuton harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Persyaratan asbuton dapat dilihat pada tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3.5. Persyaratan Asbuton

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penetrasi (0,1 mm)	1 – 10
2	Titik Lembek (°C)	75 – 90
3	Titik Nyala (°C)	220 – 300
4	Daktalitas (cm)	0 – 5
5	Berat Jenis	1,00 – 1,08
6	Kadar Air (%)	2 – 5

Sumber : Bina Marga (1983)

3.3. Karakteristik Campuran

Campuran lapis perkerasan harus memenuhi karakteristik tertentu, sehingga diperoleh lapis perkerasan yang kuat, aman, nyaman serta relatif murah dalam pembiayaan. Karakteristik campuran dari lapis perkerasan dipengaruhi oleh susunan, kualitas bahan dan pelaksanaan dalam pengerjaannya. Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Stabilitas terjadi dari gesekan antar butiran, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

2. Keawetan/Daya Tahan (*Durability*)

Durabilitas menunjukkan tingkat keawetan dan daya tahan lapisan perkerasan untuk menahan keausan akibat pengaruh perubahan cuaca, air dan perubahan suhu atau akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas suatu lapis perkerasan diantaranya tebal film aspal, nilai VITM dan VFWA.

3. Kelenturan (*Flexibility*)

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

4. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang dari beban lalu-lintas tanpa mengalami retak. Nilai *fatigue resistance* dapat dinaikkan dengan cara menaikkan kadar aspal, mempertebal lapis permukaan dan memperkecil rongga dalam campuran.

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

Tahanan gesek/selip menunjukkan tingkat kekesatan yang diberikan oleh perkerasan, sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami selip, baik pada saat hujan maupun kering. Hal ini erat kaitannya dengan kekasaran permukaan dari perkerasan. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan ban kendaraan.

6. Kedap Air (*Impermeability*)

Impermeabilitas adalah sifat kedap air dan udara yang dimiliki suatu campuran perkerasan, yaitu kemampuan untuk mencegah air dan udara masuk ke dalam campuran. Hal ini erat kaitannya dengan jumlah rongga dalam campuran.

7. Kemudahan Pekerjaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan meliputi kemudahan saat pencampuran, penghambaran dan pemadatan di lokasi pekerjaan. Untuk mengetahui *workability* dari *hot mix* perlu dilakukan *trial and error* di laboratorium dan di lapangan dengan mengatur prosentase dari bahan-bahan penyusunnya. Faktor yang mempengaruhi *workability* ini diantaranya adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan *filler* pada campuran.

3.4. Pemeriksaan dengan alat *Marshall*

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

Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat *Marshall*, diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma.
2. Berat volume, dinyatakan dalam ton/m^3
3. Stabilitas, dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap terjadinya alur (*ruting*).
4. Kelelehan plastis (*flow*), dinyatakan dalam mm atau 0,01 inci. *Flow* dapat merupakan indikator terhadap lentur.
5. VIM (persen rongga dalam campuran), dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma. VIM merupakan indikator dari durabilitas.
6. VMA (persen rongga antar agregat), dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama VIM merupakan indikator dari durabilitas.
7. *Marshall Quotient* (hasil bagi *Marshall*), merupakan hasil bagi stabilitas dan *flow*, dinyatakan dalam kN/mm. Merupakan indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan.
8. Penyerapan aspal, persen terhadap berat campuran, sehingga diperoleh gambaran berapa kadar aspal efektifnya.
9. Tebal lapisan aspal (*film aspal*), dinyatakan dalam mm. *Film* aspal merupakan petunjuk tentang sifat durabilitas campuran.
10. Kadar aspal efektif, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma.

3.5 Karakteristik *Marshall*

Karakteristik *Marshall* meliputi *density*, VITM, VFWA, Stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient* (MQ).

1. *Density*

Nilai *density* (BD) dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$BD = g = c / f \quad (1)$$

$$f = d - e$$

dengan : c : berat benda uji kering (sebelum direndam) (gram)

d : berat basah jenuh / SSD (gram)

e : berat benda uji didalam air (gram)

f : isi benda uji (gr/ml)

2. VITM (*Void In The Mix*)

dalam tabel perhitungan notasi VITM yang digunakan adalah n, harga VITM dihitung dengan cara :

a) Persentase aspal terhadap campuran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$b = (a / (100 + a)) \times 100\% \quad (2)$$

dengan : a : persentase aspal terhadap batuan

b : persentase aspal terhadap campuran

b) Volume benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$f = d - e \quad (3)$$

dengan : d : berat basah jenuh

e : berat dalam air

f : volume

c) Berat isi benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$g = c / f \quad (4)$$

dengan : c : berat benda uji kering (sebelum direndam)

f : volume

g : berat isi benda uji

d) Persentase rongga terhadap agregat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$l = 100 - j \quad (5)$$

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

l = persentase rongga terhadap agregat

e) Berat jenis maksimum teoritis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{BJ aspal}}} \quad (6)$$

$$\text{VITM} = 100 - (100 \times (g/h)) \quad (7)$$

3. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\text{VFWA} = 100 \times (i/l) \quad (8)$$

dengan : i = (b x g) / Bj aspal

4. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas alat *Marshall*. Nilai stabilitas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$S = 2,7947 \times p^{0,9887} \times g \times 0,4536 \quad (9)$$

dengan : p : pembacaan arloji stabilitas (lbs)

g : angka koreksi tebal benda uji

S : angka stabilitas (kg)

atau dapat juga dilakukan dengan melihat langsung pada tabel kalibrasi *proving ring* yang sudah tersedia (dalam satuan lbs dan kg). Selanjutnya angka tersebut masih terus dikoreksi dengan mengalikannya dengan faktor koreksi berdasarkan tebal benda uji. Faktor koreksi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.6 Koreksi Angka Stabilisasi Berdasarkan Tebal Benda Uji

Isi benda uji	Tebal benda uji (mm)	Angka Koreksi
200 – 213	25,4	5,56
214 – 225	27,0	5,00
226 – 237	28,6	4,55
238 – 250	30,2	4,17
251 – 264	31,8	3,85
265 – 276	33,3	3,57
277 – 289	34,9	3,33
290 – 301	36,5	3,03
302 – 316	38,1	2,78
317 – 328	39,7	2,50
329 – 340	41,3	2,27
341 – 353	42,9	2,08
354 – 367	44,4	1,92
368 – 379	46,0	1,79
380 – 392	47,6	1,67
393 – 405	49,2	1,56
406 – 420	50,8	1,47
421 – 431	52,4	1,39
432 – 443	54,0	1,32

Lanjutan tabel 3.6

444 – 456	55,6	1,25
457- 470	57,2	1,19
471 – 482	58,7	1,14
483 – 495	60,3	1,09
496 – 508	61,9	1,04
509 – 522	63,5	1,00
523 – 535	65,1	0,96
536 – 546	66,7	0,93
547 – 559	68,3	0,89
560 – 573	69,9	0,86
574 – 585	71,4	0,83
586 – 598	73,0	0,81
599 – 610	74,6	0,78
611 – 625	76,2	0,76

Sumber : SK SNI M – 58 – 1990 – 03

5. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$MQ = s / r \quad (10)$$

dengan : s : nilai stabilitas (kg)

r : nilai keelehan (mm)

MQ : nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm)

6. Kelelehan (*flow*)

Nilai *flow* dalam tabel perhitungan ditunjukkan pada kolom notasi r, yang diperoleh dari pembacaan arloji keelehan pada alat *marshall*, yang menyatakan deformasi plastis yang terjadi pada benda uji dalam satuan 0,001 mm.

7. Indeks Perendaman

Immersion test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

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

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

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

BAB IV

HIPOTESA

Pada penelitian ini hipotesa yang dapat dikemukakan adalah, bahwa asbuton dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran *Hot Rolled Sheet-B* (HRS-B), sebagai lapis perkerasan dengan menggunakan jenis aspal AC 60/70 dan dengan sistem pencampuran *Hot Mix* diharapkan akan menghasilkan sifat-sifat *Marshall* yang baik dan didapat suatu campuran HRS yang memenuhi persyaratan.

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1. Bahan dan Pemeriksaan Mutu Bahan

Metode penelitian ini didasarkan atas tinjauan pustaka dan landasan teori. Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia ini 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.

5.1.1. Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Agregat halus dan agregat kasar merupakan batu pecah hasil produksi *stone crusher* milik PT. Perwita Karya.
2. Aspal keras AC 60/70, didapatkan dari PT. Perwita Karya hasil olahan Pertamina Cilacap.
3. Asbuton tipe B₂₀ berbentuk bubuk, didapatkan dari DPU Bantul.

5.1.2. Pemeriksaan mutu bahan

1. Pemeriksaan agregat

Untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan untuk lapis perkerasan jalan dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

- a) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan kasar (PB-0201-76).
 - b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76).
 - c) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (PB-0203-76).
 - d) Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (PB-0205-76).
 - e) Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* (PB-0206-76).
 - f) Pemeriksaan *Sand Equivalent*
2. Pemeriksaan bahan ikat aspal, meliputi :
- a) Pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen (PA-0301-76).
 - b) Pemeriksaan titik lembek aspal dan ter (PA-0302-76).
 - c) Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan *Cleveland Open Cup* (PA-0303-76).
 - d) Pemeriksaan kehilangan Berat minyak dan aspal/*Thick Film Test* (PA0304-76).
 - e) Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam CCl_4 (PA-0305-76).
 - f) Pemeriksaan daktalitas bahan-bahan bitumen (PA-0306-76).
 - g) Pemeriksaan berat jenis bitumen keras dan ter (PA-0307-76).
3. Pemeriksaan asbuton, meliputi :
- a) Ekstraksi asbuton.
 - b) Pemeriksaan berat jenis asbuton.

5.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari :

1. Tiga buah cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.

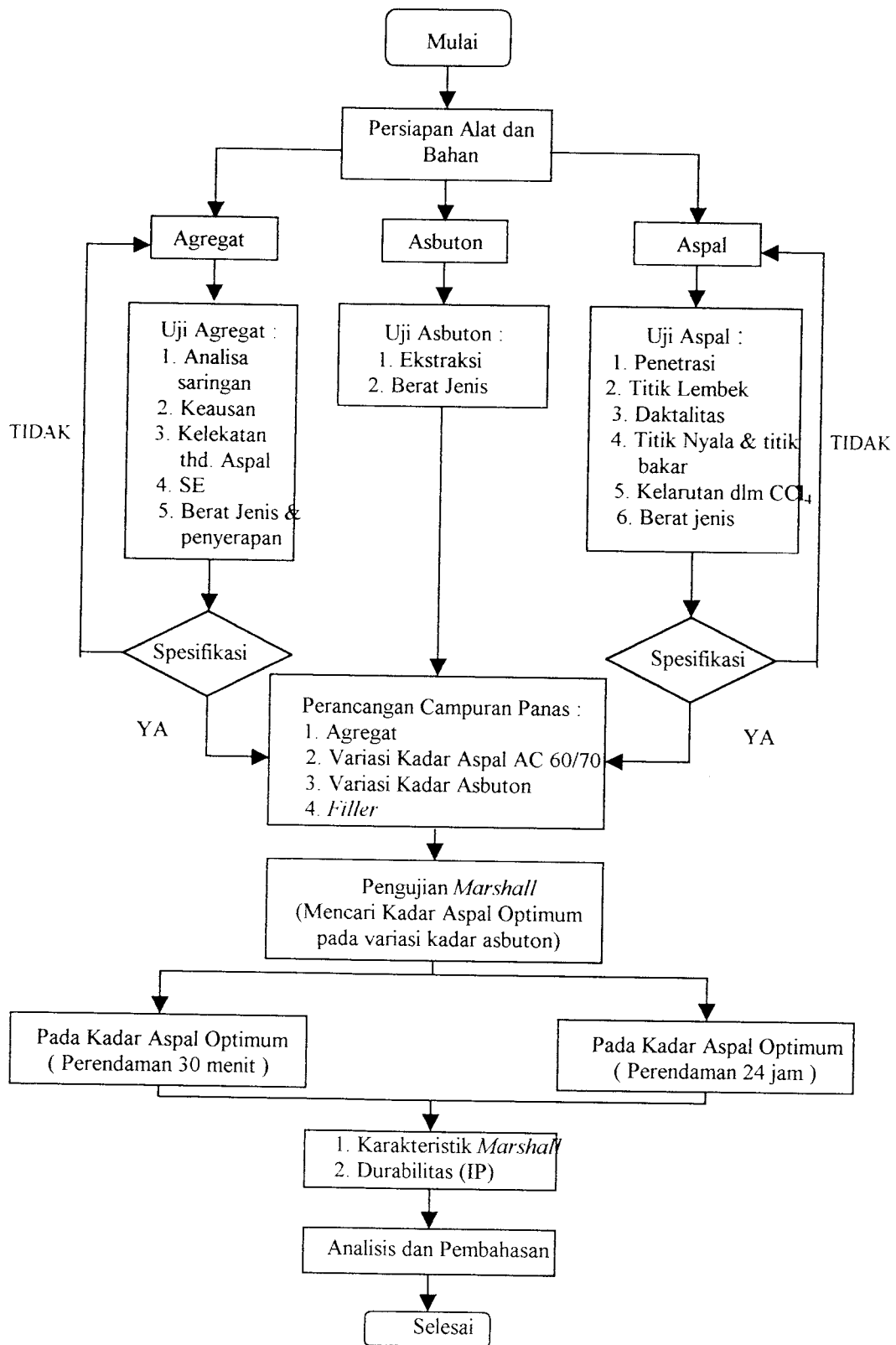
2. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :
 - a) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
 - b) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya.
 - c) Pemegang cetakan benda uji.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji.

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

8. Pengukur suhu dari logam berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
9. Perlengkapan lain :
 - a) Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
 - b) Kompor atau pemanas.
 - c) Sendok pengaduk.
 - d) Spatula.
 - e) Sarung tangan dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernafasan (*masker*).

5.3. Proses Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan asbuton terhadap karakteristik campuran HRS-B, yang dilakukan di laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan spesifikasi HRS-B dari Puslitbang Jalan 1998. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian

5.4. Rancangan Benda Uji

Campuran yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran HRS-B dengan komposisi :

1. Penentuan agregat

Gradasi agregat yang digunakan sebagai bahan susun adalah nilai tengah campuran HRS yang sesuai dengan standar spesifikasi Bina Marga 1988. Spesifikasi dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1. Spesifikasi gradasi

Ukuran saringan inch (mm)	Spesifikasi		Nilai tengah (gradasi rencana)
	Min	Max	
1" (25,4)	100	100	100
3/4" (19,10)	97	100	98,5
1/2" (12,70)	80	100	90
3/8" (9,52)	69	88	78,5
No.4 (4,76)	60	72	66
No.8 (2,38)	55	70	62,5
No.40 (0,59)	13	60	36,5
No.70 (0,26)	5	40	22,5
No.200 (0,074)	2	10	7,5

Sumber : Bina Marga CQCMU 1988

2. Penentuan kadar aspal

Aspal yang digunakan untuk perancangan campuran ada 2 jenis, yaitu :

- a) Aspal AC 60/70.
- b) Asbuton tipe B₂₀.

Kadar aspal keras yang digunakan untuk campuran HRS-B bervariasi dalam interval 0,5%, antara 6,5% - 8%, dan kadar aspal asbuton yang digunakan bervariasi dalam interval 0,5%, antara 0,5% - 1,5%. Jumlah benda uji dari

masing-masing kadar aspal AC 60/70 dan kadar aspal asbuton dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2. Jumlah benda uji pada variasi kadar aspal

Benda Uji	Kadar Aspal (interval 0,5%)	Penambahan Asbuton (interval 0,5%)	Jumlah Benda Uji
1	6,5% ; 7% ; 7,5% ; 8%	0%	12
2	6% ; 6,5% ; 7% ; 7,5%	0,5%	12
3	5,5% ; 6% ; 6,5% ; 7%	1%	12
4	5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5%	1,5%	12
Jumlah			48

Jumlah benda uji pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.3. Jumlah benda uji pada kadar aspal optimum

Benda Uji	Kadar Asbuton	KAO pada uji Marshall standar (perendaman 30 menit)	KAO pada perendaman 24 Jam
1	0%	3	3
2	0,5%	3	3
3	1%	3	3
4	1,5%	3	3
Jumlah		12	12

Jadi jumlah benda uji : $48 + 12 + 12 = 72$ buah

Untuk berat benda uji 1200 gram, dibutuhkan kadar aspal AC 60/70 dan kadar asbuton seperti pada tabel 5.4 dan tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.4. kadar aspal AC 60/70

Benda Uji	Kadar Aspal AC 60/70 (%)	Berat Benda Uji (gram)	Jumlah Berat (gram) (kadar aspal x berat benda uji)
1	6,5	1200	78
	7		84
	7,5		90
	8		96
2	6	1200	72
	6,5		78
	7		84
	7,5		90
3	5,5	1200	66
	6		72
	6,5		78
	7		84
4	5	1200	60
	5,5		66
	6		72
	6,5		78

Tabel 5.5 Kadar asbuton

Benda Uji	Kadar Asbuton (%)	Berat Benda Uji (gram)	Jumlah Berat (gram) (kadar asbuton x berat benda uji)
1	0	1200	0
2	0,5	1200	6
3	1	1200	12
4	1,5	1200	18



3. Penentuan *filler*

Persentase *filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah jumlah kumulatif dari *filler* yang ditambahkan dengan *filler* asbuton.

5.5. Pengujian

5.5.1 Persiapan Benda Uji

Persiapan benda uji meliputi :

1. Agregat dikeringkan pada suhu 105°C – 110°C minimum selama 4 jam, keluarkan dari alat pengering (oven) dan tunggu sampai beratnya tetap.
2. Agregat dipisahkan ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan penyaringan.
3. Aspal dipanaskan sampai mencapai tingkat kekentalan (*viskositas*) yang disyaratkan baik.
4. Pencampuran, dilakukan sebagai berikut :
 - a) Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 63,5 mm $\pm 1,27$ mm.
 - b) Panci pencampur dipanaskan beserta agregat kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal padat; bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14°C di atas suhu pencampuran.
 - c) Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut dituangkan, kemudian diaduk dengan cepat sampai agregat terselimuti aspal secara merata.

5. Pemadatan dilakukan sebagai berikut :
 - a) Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dengan seksama dan dipanaskan sampai suhu antara $93,3^{\circ}\text{C}$ – $148,9^{\circ}\text{C}$.
 - b) Cetakan diletakkan diatas landasan pematat, kemudian tahan dengan pemegang cetakan.
 - c) Selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan.
 - d) Seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan campuran ditusuk keras-keras dengan spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya.
 - e) Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk 2 x 75 kali tumbukan untuk lalu lintas berat, 2 x 50 kali tumbukan untuk lalu lintas sedang, 2 x 35 kali untuk lalu lintas ringan dengan tinggi jatuh 457,2 mm. Selama pemadatan harus diperhatikan agar sumbu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
6. Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pelat alas di pasang kembali berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi.
7. Permukaan benda uji yang sudah dibalikkan ini ditumbuk dengan tumbukan yang sama.
8. Sesudah pemadatan, keping alas dilepaskan dan alat pengeluar benda uji dipasang pada permukaan ujungnya, kemudian benda uji dengan hati-hati dikeluarkan dan diletakkan diatas permukaan yang rata dan biarkan kira-kira selama 24 jam pada suhu ruang.

5.5.2 Persiapan Pengujian

Perasiapan pengujian meliputi :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Masing-masing benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm.
4. Benda uji ditimbang.
5. Benda uji direndam dalam air kira-kira 24 jam pada suhu ruangan.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi kering permukaan jenuh.
8. Batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan dibersihkan, sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas.

5.5.3. Cara Pengujian

Cara uji dilakukan sebagai berikut :

1. Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendaman atau oven sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi dari 30 detik.
2. Benda uji direndam dalam bak perendam selama 30 – 40 menit dengan suhu tetap 60°C untuk benda uji yang menggunakan aspal padat, untuk benda uji yang menggunakan aspal cair masukan benda uji ke dalam oven minimum 2 jam dengan suhu tetap 25°C.
3. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam atau dari oven dan diletakkan kedalam segmen bawah kepala penekan.

4. Segmen atas diatas benda uji dipasang, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
5. Arloji pengukur alir (*flow*) dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan kedudukan jarum penuntun diatur pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
6. Sebelum pembebanan diberikan kepala penekan serta benda uji dinaikan hingga menyentuh alas cicin penguji.
7. Jarum arloji tekan diatur pada kedudukan angka nol.
8. Benda uji diberi beban dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan pembebanan maksimum (*stability*) yang dicapai dicatat. Untuk benda uji yang tebalnya tidak sebesar 63,5 mm, bebannya dikoreksi dengan menggunakan faktor perkalian yang bersangkutan.
9. Nilai alir (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur alir pada saat pembebanan maksimum tercapai dicatat.

5.6. Perhitungan dan Analisis hasil pemeriksaan

Pengumpulan data dilakukan setelah pengujian *Marshall*. Data yang didapatkan dari hasil pengujian *Marshall*, dianalisis untuk memperoleh nilai-nilai kepadatan, stabilitas, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient*. Data tersebut adalah:

1. Tebal benda uji (mm),
2. Berat benda uji kering (sebelum direndam) (gram),

3. Berat basah jenuh (gram),
4. Berat dalam air (gram), dan
5. Pembacaan arloji stabilitas dan kelelahan/*flow* (mm).

Setelah data terkumpul, selanjutnya diplotkan ke dalam tabel dan grafik *Marshall*. Keuntungan dari penggunaan tabel ini adalah untuk memudahkan dalam membaca, memeriksa dan membandingkan hasilnya.

Grafik dibuat berdasarkan hasil analisis yang disusun dalam tabel hasil penelitian. Grafik tersebut menggambarkan hubungan antara variasi kadar aspal dari asbuton dengan nilai *density*, VITM, VFWA, stabilitas dan *flow* dari campuran HRS.

Nilai-nilai *Marshall* dianalisis dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan seperti diatas. Selanjutnya dilakukan analisis parameter-parameter *Marshall* dengan data tersebut dengan menggunakan persamaan 1 sampai 10, dan hasil yang diperoleh adalah nilai-nilai :

1. Stabilitas (kg)
2. *Flow* (mm)
3. VITM (%)
4. VFWA (%)
5. *Marshall Quotient* (kg/mm)
6. *Density* (gr/cc)

Hasil-hasil tersebut selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi Puslitbang Jalan (1998) pada tabel 2.1.

5.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah diperoleh data dan grafik untuk masing-masing nilai *density*, VITM, VFWA, *flow*, stabilitas dan *Marshall Quotient* pada masing-masing variasi kadar aspal dan kadar aspal asbuton serta syarat spesifikasinya, maka akan diperoleh kadar aspal yang memenuhi persyaratan untuk campuran.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini terdiri dari hasil pemeriksaan agregat, pemeriksaan bahan ikat aspal, pemeriksaan asbuton dan hasil pengujian campuran IIRS dengan metode *Marshall*. Hasil tersebut diuraikan sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan agregat

Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel 6.1 berikut ini.

Tabel 6.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi (SKBI - 2.4.26.1987)	Hasil	Satuan
1.	Abrasi	Maks. 40	30,0	%
2.	Kelekatan terhadap aspal	Min. 95	99	%
3.	Bj. Agregat kasar	> 2,50	2,68	
	Bj. Agregat halus	> 2,50	2,55	
	Bj. Mineral Asbuton	-	2,28	
	Bj. Asbuton B ₂₀	-	2,05	%
4.	Absorpsi agregat kasar	< 3,00	1,033	%
	Absorpsi agregat halus	< 3,00	2,67	%
5.	<i>Sand Equivalent</i>	Min. 50	80,4	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UJ

2. Hasil pemeriksaan aspal

Hasil pemeriksaan aspal seperti terdapat pada tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan sifat aspal jenis AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi (SKBI – 2.4.26.1987)	Hasil	Satuan
1.	Penetrasi	60 – 79	63,5	0,1 mm
2.	Titik lembek	48 – 58	50	°C
3.	Titik nyala	Min. 200	334	°C
4.	Daktilitas	Min. 100	165	cm
5.	Kelarutan dalam CCl ₄	Min. 99	99,47	%
6.	Berat jenis	Min. 1	1,036	-

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

3. Hasil pengujian asbuton

Dari hasil pemeriksaan ekstraksi asbuton yang digunakan (tipe B₂₀), dapat diketahui kadar aspal dalam asbuton, yaitu sebesar 18,6%. Pada penelitian ini, asbuton langsung dicampurkan pada campuran HRS, tanpa diekstraksi terlebih dahulu. Dengan demikian asbuton yang digunakan pada penelitian ini, selain kadar aspalnya, juga batuannya (dalam bentuk bubuk/*filler* asbuton), oleh karena itu, sebagian *filler* abu batu digantikan dengan *filler* dari asbuton. Contoh perhitungan campuran adalah sebagai berikut ini.

- a) Total berat dalam campuran adalah 1200 gram.
- b) Analisa saringan agregat kasar dan halus pada kadar aspal 6,5% (6% AC + 0,5% kadar aspal asbuton) dapat dilihat pada tabel 6.3 dibawah ini, dengan berat agregat total setelah dikurangi kadar aspal adalah :

$$1200 \text{ gram} - (6,5\% \times 1200 \text{ gram}) = 1122 \text{ gram (termasuk filler)}$$

Tabel 6.3 analisa saringan agregat kasar dan halus

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
Mm	Inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	Max
	1"	0	0	0	100	100	100
	3/4"	16,83	16,83	1,5	98,5	97	100
	1/2"	95,37	112,2	10	90	80	100
	3/8"	129,03	241,23	21,5	78,5	69	88
	#4	140,25	381,48	34	66	60	72
	#8	39,27	420,75	37,5	62,5	55	70
	#40	291,72	712,47	63,5	36,5	13	60
	#70	157,08	869,55	77,5	22,5	5	40
	#200	168,3	1037,85	92,5	7,5	2	10
	Pan	84,15	1122				

c) Berat 0,5% kadar aspal asbuton dalam campuran adalah :

$$0,5\% \times 1200 \text{ gram} = 6 \text{ gram}$$

d) Berat asbuton yang dicampurkan (kadar aspal dan *filler* asbuton) pada campuran HRS (misalkan x) adalah:

$$X = 6 \text{ gram} / 18,6\%$$

$$= 32,26 \text{ gram}$$

jumlah *filler* yang dikandung asbuton adalah :

$$\text{filler asbuton} = 32,26 \text{ gram} - 6 \text{ gram}$$

$$= 26,26 \text{ gram}$$

e) *Filler* yang dibutuhkan (dari tabel 6.3) sebesar 84,15 gram (menjadi *filler* abu batu + *filler* asbuton)

f) Berat *filler* abu batu setelah dikurangi *filler* asbuton adalah :

$$\begin{aligned} \text{filler abu batu} - \text{filler asbuton} &= 84,15 \text{ gram} - 26,26 \text{ gram} \\ &= 57,89 \text{ gram} \end{aligned}$$

g) Berat total campuran HRS pada kadar aspal 6,5% (6% AC + 0,5% kadar aspal asbuton) dan kadar *filler* (abu batu + *filler* asbuton) adalah :

- 1) CA + FA = 1037,85 gram (dari tabel 6.3)
- 2) Kadar aspal AC 6% = 72 gram
- 3) Kadar aspal asbuton 0,5% = 6 gram
- 4) *Filler* asbuton = 26,26 gram
- 5) *Filler* abu batu = 57,89 gram

Jumlah = 1200 gram

4. Hasil pengujian *Marshall*

Dari hasil pengujian *Marshall* didapat karakteristik seperti pada tabel 6.4 berikut ini.

Tabel 6.4 Hasil Uji *Marshall* Campuran HRS

Sifat <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (AC + Aspal Asbuton) (%)	Kadar Aspal Asbuton (%)				
		0	0,25	0,5	1	1,5
<i>Density</i> (gr/cc)	6,5	2,190	2,247	2,149	2,143	2,094
	7	2,260	2,251	2,180	2,159	2,153
	7,5	2,234	2,256	2,184	2,143	2,088
	8	2,243	2,258	2,199	2,223	2,092

Lanjutan tabel 6.4

Sifat <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (AC + Aspal Asbuton) (%)	Kadar Aspal Asbuton (%)				
		0	0,25	0,5	1	1,5
VFWA (%)	6,5	64,915	73,600	59,562	58,890	53,419
	7	79,820	78,154	67,067	64,353	64,093
	7,5	79,244	82,802	71,000	65,402	58,893
	8	84,047	86,810	76,681	80,762	62,309
VITM (%)	6,5	7,463	5,059	9,187	9,474	11,527
	7	3,869	4,252	7,244	8,143	8,409
	7,5	4,297	3,392	6,469	8,212	10,564
	8	3,294	2,654	5,165	4,150	9,796
Stabilitas (kg)	6,5	1560,24	1589,20	1346,30	1322,55	2020,30
	7	2168,54	2094,52	1397,83	1378,19	1628,84
	7,5	1621,14	1654,70	1564,85	1384,47	1172,20
	8	1459,872	1539,709	1557,131	1579,45	1259,94
<i>Flow</i> (mm)	6,5	1,77	1,50	2,45	2,00	2,77
	7	2,38	1,77	2,57	2,05	1,50
	7,5	2,45	2,23	2,60	2,10	2,20
	8	2,5	2,53	2,68	1,90	2,33
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	6,5	917,734	1070,708	549,079	661,275	777,533
	7	911,151	1226,432	550,028	672,288	1208,746
	7,5	661,690	768,065	604,476	659,271	534,324
	8	600,104	651,054	584,297	831,289	653,386

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UII

Kemudian dari data tersebut, dibandingkan dengan spesifikasi yang dipakai dalam penelitian ini, yaitu spesifikasi teknis *Hot Rolled Sheet* (HRS) yang baru dari Puslitbang Jalan (1998). Adapun spesifikasinya dapat dilihat pada tabel 6.5 dibawah ini.

Tabel 6.5 Spesifikasi Teknis Campuran HRS menurut Puslitbang Jalan (1998)

Karakteristik	Persyaratan	Satuan
Stabilitas	> 800	kg
VMA	> 18	%
VFWA	> 68	%
VITM	3 – 6	%
Flow	2 – 4	mm
MQ	200 – 500	kg/mm

Sumber : Puslitbang Jalan 1998

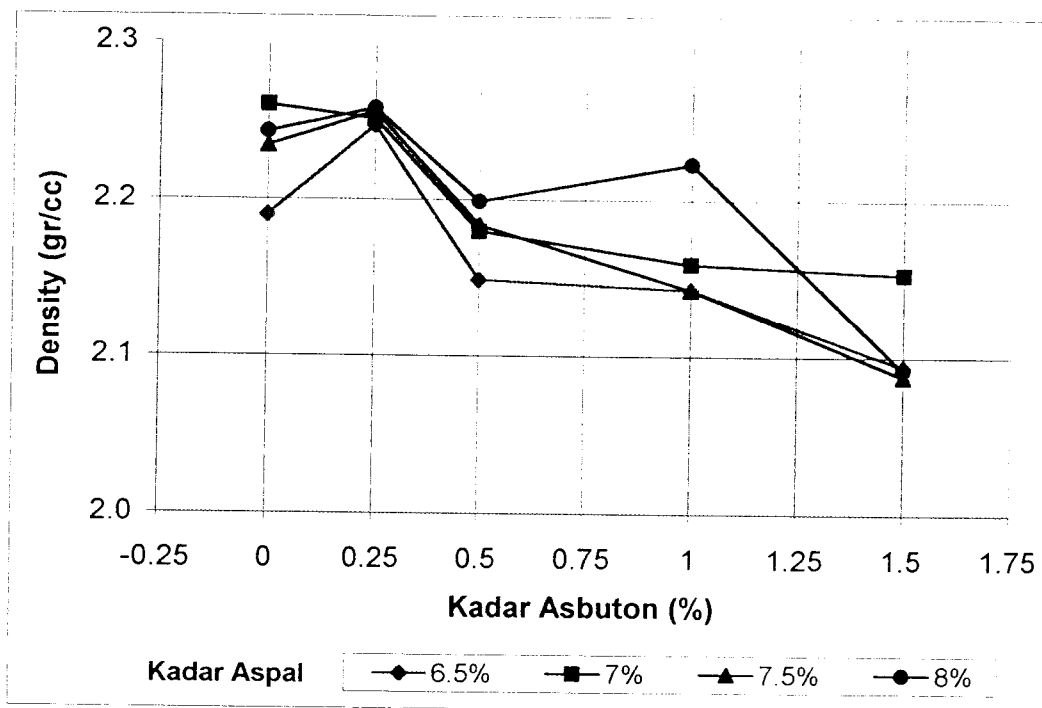
6.2. Pembahasan

6.2.1. Pengaruh Kadar asbuton dan kadar aspal terhadap nilai *density*

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

akan meningkatkan kerapatan campuran, hal ini disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

Dari hasil penelitian, didapatkan hubungan kadar asbuton dengan nilai *density* pada berbagai kadar aspal yang ditunjukkan pada gambar 6.1 berikut ini.

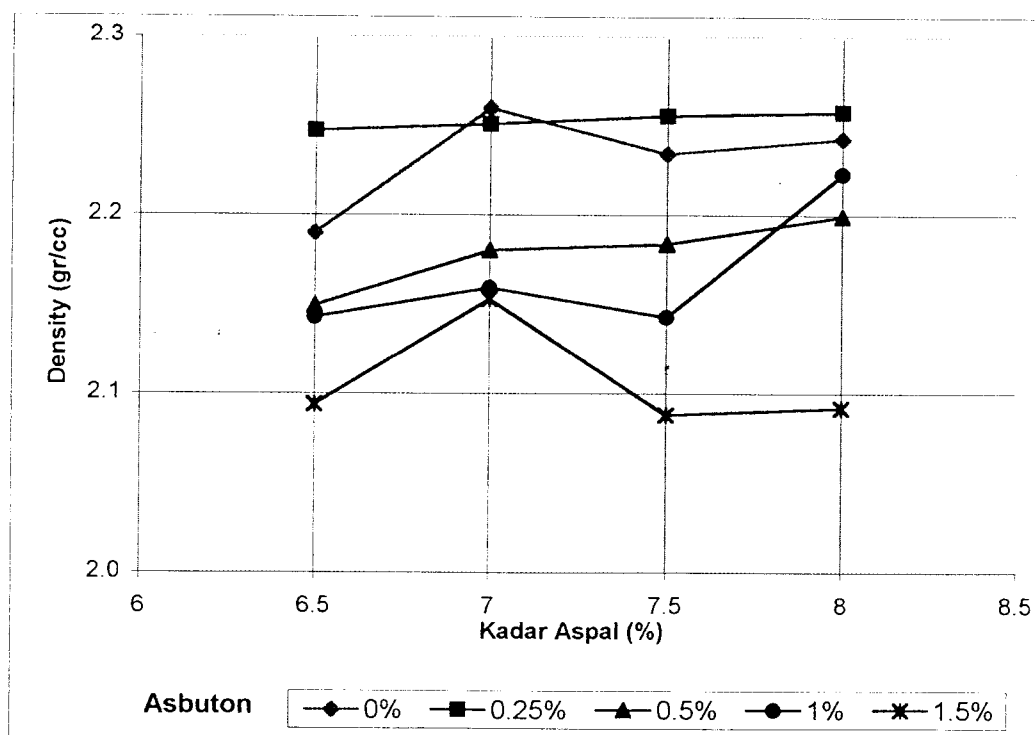


Gambar 6.1 Grafik hubungan antara kadar asbuton dengan *density* pada berbagai kadar aspal.

Hasil penelitian laboratorium terhadap campuran HRS dengan kadar asbuton pada gambar 6.1 menunjukkan kecenderungan bahwa penambahan kadar asbuton dari kadar aspal 0,25 % sampai dengan 1,5 % pada berbagai kadar aspal (AC), mengakibatkan nilai *density* cenderung mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pada campuran HRS sudah tidak tersedia lagi rongga yang cukup untuk dapat diisi oleh penambahan asbuton, dimana semakin besar kadar aspal

asbuton yang digunakan, maka semakin banyak pula *filler* dari asbuton yang tersedia (sebagai pengganti sebagian *filler* abu batu), sehingga terbentuklah rongga baru akibat dari berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat oleh kelompok partikel asbuton yang memiliki ukuran diameter lebih besar dari selaput aspal. Nilai *density* merupakan perbandingan antara massa per volume, maka dengan terbentuknya rongga baru berarti volume akan bertambah. Pada massa yang tetap menyebabkan nilai *density* campuran berkurang.

Hubungan kadar aspal dengan nilai *density* untuk berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.2 berikut ini.



Gambar 6.2 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *density* pada berbagai kadar asbuton.

Hasil penelitian laboratorium terhadap campuran HRS dengan berbagai kadar asbuton dari kadar aspal asbuton 0,25% sampai dengan 1,5% pada

gambar 6.2 menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal menyebabkan nilai *density* meningkat sampai dengan batas tertentu (untuk kadar asbuton 0%, 1% dan 1,5% sampai dengan kadar aspal 7%), kemudian mengalami penurunan. Untuk kadar aspal asbuton 0,25% dan 0,5% mengalami kenaikan nilai *density*. Kenaikan tersebut disebabkan oleh rongga antar butiran agregat masih banyak yang belum terisi aspal, maka dengan penambahan kadar aspal memudahkan agregat yang berukuran kecil mengisi rongga-rongga antar butiran agregat yang ukurannya lebih besar. Sedangkan penurunan terjadi karena penambahan kadar aspal yang berlebihan dalam campuran yang prosentase rongga antar butiran agregat terbatas sesuai dengan gradasi agregat yang dipergunakan dalam campuran, akan mengakibatkan rongga-rongga antar butiran agregat terdesak dan mengembang. Butiran-butiran agregat akan mengembang dalam aspal yang menyebabkan volume campuran akan bertambah dan akibatnya bidang kontak antar agregat menjadi berkurang, sehingga gaya gesek antar agregat menjadi kecil, akibatnya nilai *density* menurun.

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

6.2.2. Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal terhadap nilai VFWA

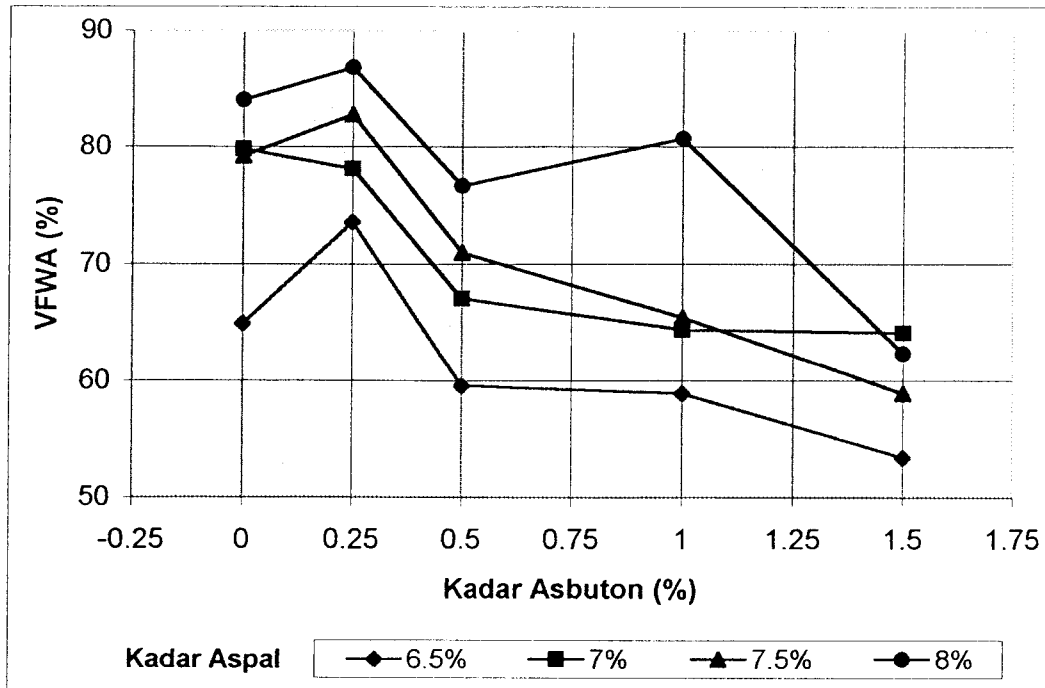
Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dinyatakan dalam prosentase. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat, kadar aspal dan *density*. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan

campuran terhadap air dan udara sehingga akan berpengaruh pada keawetan dari lapis keras.

Nilai VFWA yang besar, menunjukkan semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kedapatan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapis keras mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini terjadi pada suhu perkerasan yang tinggi, dimana aspal akan mencair (viskositasnya turun) sesuai dengan sifat termoplastik aspal sehingga jika lapis keras menerima beban, aspal akan mencari ruang kosong. Dengan terlalu banyak rongga yang telah terisi aspal, maka tidak tersedia ruang yang cukup, sehingga akan menyebabkan aspal naik ke permukaan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kedapatan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi oleh aspal. Dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk ke dalam lapis keras sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang.

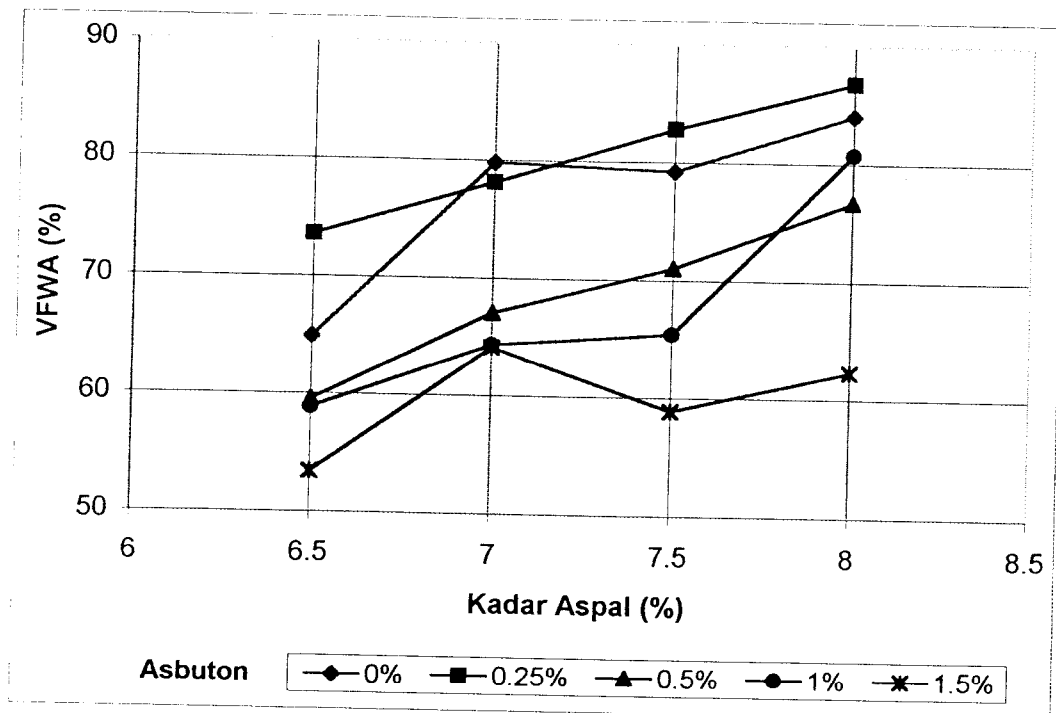
Hubungan kadar asbuton dengan nilai VFWA untuk berbagai kadar aspal ditunjukkan pada gambar 6.3 berikut ini.



Gambar 6.3 Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan VFWA pada berbagai Kadar Aspal.

Hasil penelitian laboratorium terhadap campuran HRS dengan asbuton pada gambar 6.3 menunjukkan bahwa dengan penambahan asbuton dari kadar aspal asbuton 0,25% sampai dengan 1,5% pada berbagai kadar aspal (AC) cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kadar asbuton akan menyebabkan terbentuknya rongga baru pada campuran karena adanya partikel-partikel *filler* asbuton yang ukuran diameter butirannya lebih besar dari selaput aspal sehingga rongga menjadi semakin besar dan aspal tidak mampu mengisi rongga sepenuhnya.

Hubungan kadar aspal dengan nilai VFWA untuk berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.4 berikut ini.



Gambar 6.4 Grafik Hubungan antar Kadar Aspal dengan VFWA pada berbagai Kadar Asbuton

Dari gambar 6.4 tersebut menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal (AC) pada berbagai kadar asbuton yang digunakan, menyebabkan nilai VFWA cenderung mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena semakin besar kadar aspal maka kandungan rongga yang terisi aspal semakin besar.

Spesifikasi teknis dari Bina Marga (1988) tidak mensyaratkan secara khusus nilai VFWA untuk campuran HRS, sedangkan Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai VFWA lebih dari 68%.

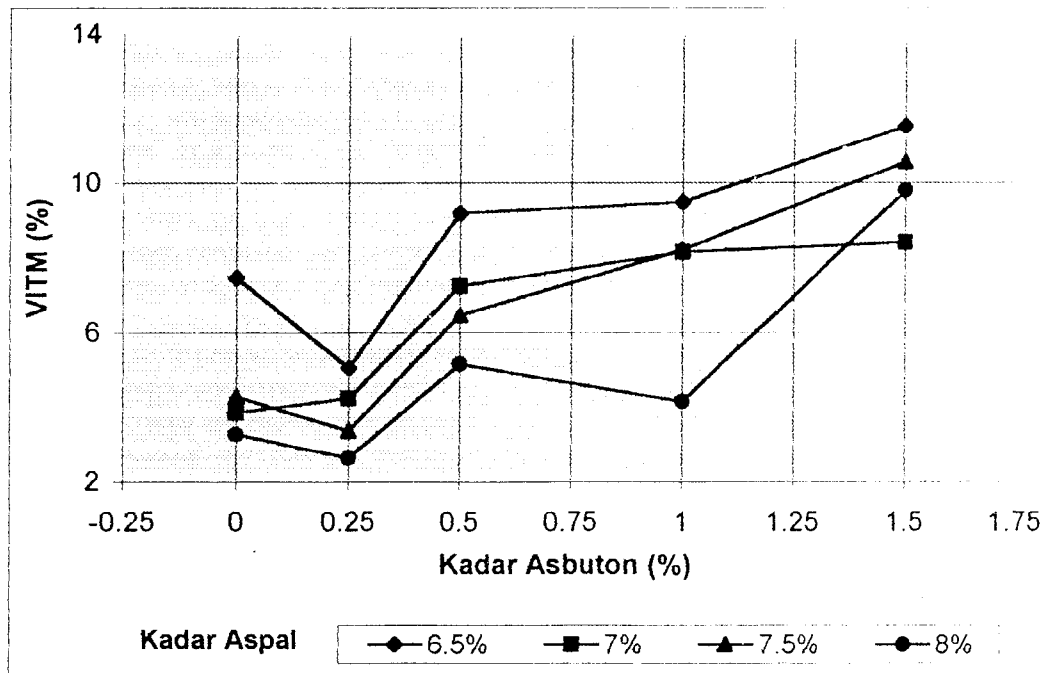
6.2.3. Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal terhadap nilai VITM

Nilai VITM (*Void In The Mix*) menunjukkan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran total. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VITM adalah gradasi, kadar aspal dan *density*. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan campuran dan kedekatan campuran terhadap air dan udara.

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

Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding*, dengan nilai VITM yang rendah, kekakuan lapis keras akan menjadi semakin tinggi yang mengakibatkan lapis keras mudah mengalami retak (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi.

Hubungan kadar asbuton dengan nilai VITM pada berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar 6.5 berikut ini.

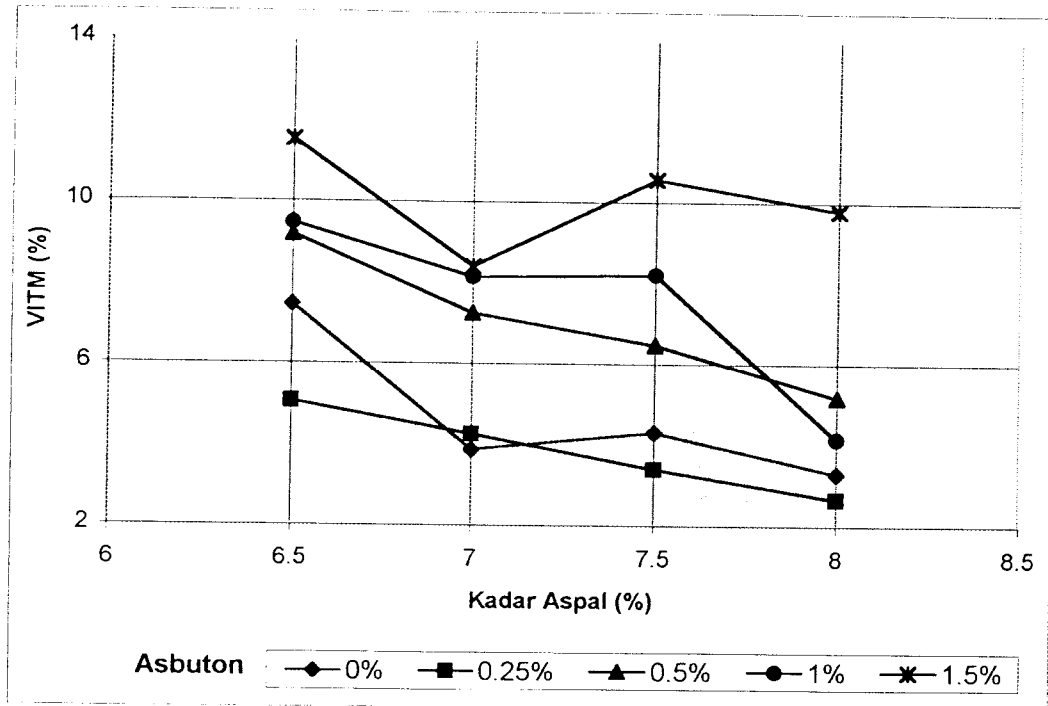


Gambar 6.5 Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan nilai VITM pada berbagai Kadar Aspal

Dari penelitian laboratorium terhadap campuran HRS dengan kadar aspal asbuton pada gambar 6.5, menunjukkan bahwa dengan penambahan asbuton, nilai VITM mempunyai kecenderungan sebagai berikut, untuk kadar aspal 6,5%, 7,5% dan 8%, nilai VITM mengalami penurunan sampai batas tertentu, kemudian naik. Untuk kadar aspal 7% cenderung naik. Penurunan nilai VITM berarti campuran semakin rapat, karena rongga-rongga antar butiran agregat semakin banyak terisi. Penurunan nilai VITM sampai dengan batas tertentu tersebut terjadi karena penambahan asbuton menyebabkan rongga yang tersedia terisi *filler* dari asbuton, sehingga jumlah rongga dalam campuran akan menurun (nilai VITM turun). Namun sampai batas tertentu, penambahan asbuton tidak lagi dapat mengisi rongga dalam campuran dan menyebabkan terbentuknya rongga baru oleh partikel-partikel agregat halus yang mempunyai diameter lebih

besar dari tebal selaput aspal, sehingga kadar pori yang terjadi akan semakin besar.

Hubungan kadar aspal dengan nilai VITM untuk berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.6 berikut ini.



Gambar 6.6 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan VITM pada berbagai Kadar Asbuton

Dari gambar 6.6 tersebut, dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal pada berbagai kadar asbuton mengakibatkan nilai VITM cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya pemakaian kadar aspal, akan menyebabkan semakin banyak pori atau rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal sehingga jumlah rongga dalam campuran akan menurun (nilai VITM turun).

Spesifikasi yang disyaratkan oleh Puslitbang Jalan (1998), nilai VITM pada campuran HRS yaitu dari 3% sampai dengan 6%. Nilai VITM yang kurang dari 3% akan menyebabkan campuran mudah terjadi *bleeding*. Apabila rongga dalam campuran (VITM) terlalu kecil, pada suhu yang tinggi, aspal mengalami penurunan viskositas (kekentalan), sehingga jika mengalami pembebanan, aspal akan bergerak menuju ruang kosong, jika ruang kosong atau rongga ini terlalu kecil dan tidak tersedia rongga yang cukup bagi aspal tersebut, maka aspal akan naik ke permukaan. Peristiwa inilah yang disebut *bleeding*.

6.2.4. Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal terhadap nilai stabilitas

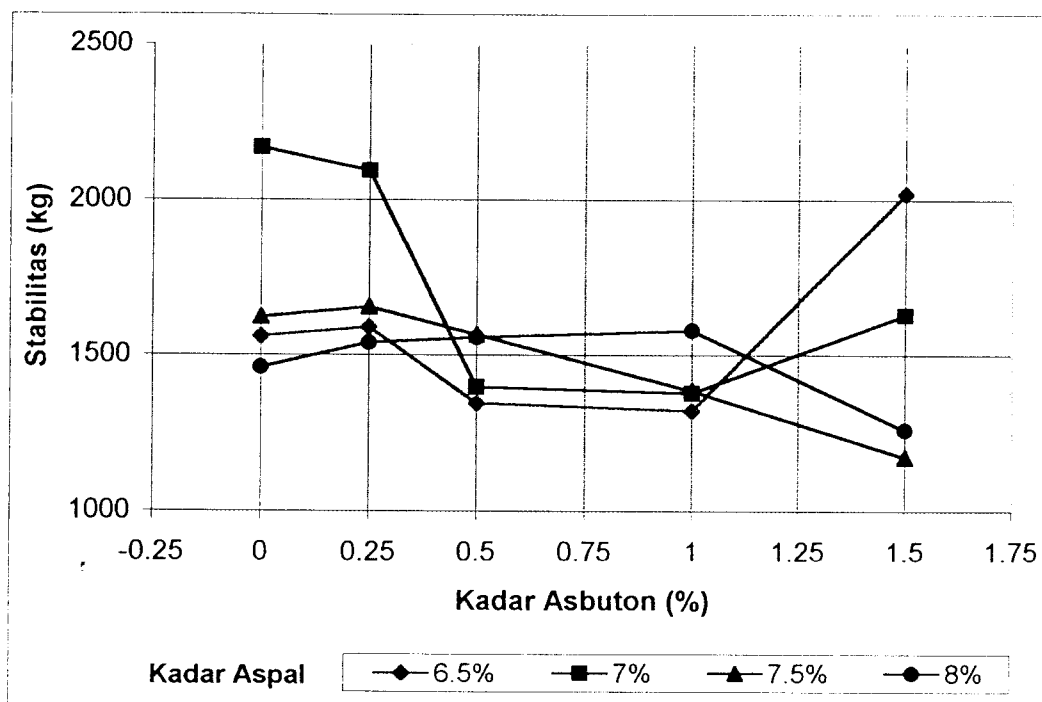
Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi yang terjadi akibat adanya beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik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

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

Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai stabilitas > 800 kg. Lapis keras dengan nilai stabilitas kurang dari 800 kg, akan mudah terjadi distorsi karena perkerasan bersifat lembek, sehingga tidak mampu menahan beban yang

berat. Sedangkan lapis keras yang mempunyai nilai stabilitas sangat tinggi, akan mudah terjadi retak-retak karena lapis keras bersifat kaku, sehingga pada saat menerima beban akan terjadi deformasi. Deformasi yang terjadi dapat melebihi batas elastisitas perkerasan sehingga menjadi retak.

Hubungan antara kadar asbuton dengan nilai stabilitas untuk berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar 6.7 berikut ini.

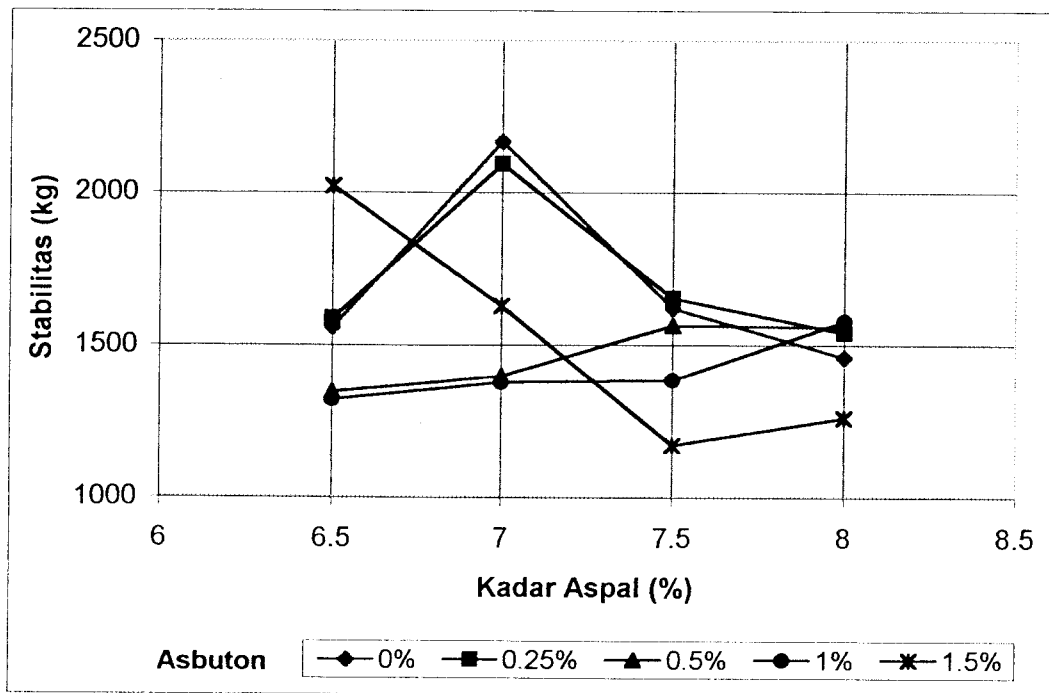


Gambar 6.7 Grafik Hubungan Kadar Asbuton dengan Stabilitas pada berbagai Kadar Aspal

Dari hasil penelitian laboratorium terhadap campuran HRS ini, didapatkan hubungan antara kadar asbuton dengan nilai stabilitas dengan berbagai kadar aspal, seperti ditunjukkan dalam gambar 6.7, bahwa dengan penambahan kadar asbuton dari kadar aspal asbuton 0,25% sampai dengan 1,5% pada berbagai kadar aspal (AC), mempunyai kecenderungan yang berbeda pada kadar aspal

6,5% dan 7% nilai stabilitas mengalami penurunan sampai batas tertentu, kemudian naik, sedangkan pada kadar aspal 7,5% dan 8% akan memberikan penurunan nilai stabilitas. Penurunan ini terjadi karena tidak tersedia lagi rongga yang cukup untuk dapat diisi oleh penambahan asbuton, sehingga terbentuklah rongga baru pada campuran karena adanya partikel-partikel *filler* yang ukuran diameter butirannya lebih besar dari selaput aspal, sehingga rongga menjadi semakin besar, akibatnya penguncian antar agregat semakin kecil. Sedangkan peningkatan nilai stabilitas dalam campuran disebabkan masih tersedia cukup rongga antar butiran agregat serta cukup kadar aspal bebas, sehingga dengan bertambahnya kadar asbuton dalam campuran, akan memberikan tambahan gesekan dan saling mengunci antar butiran agregat dengan masih tersedianya kohesi aspal yang menyebabkan naiknya stabilitas.

Hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas untuk berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.8 berikut ini.



Gambar 6.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas pada berbagai Kadar Asbuton

Pada gambar 6.8 menunjukkan bahwa dengan penambahan kadar aspal pada berbagai kadar asbuton menyebabkan kecenderungan nilai stabilitas mengalami kenaikan sampai batas tertentu, kemudian mengalami penurunan (pada kadar aspal asbuton 0%, 0,25% dan 0,5%). Sedangkan Pada kadar aspal asbuton 1% cenderung mengalami kenaikan, dan pada kadar aspal 1,5 % cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya aspal yang terlalu banyak (dengan penambahan kadar aspal tersebut) akan menyebabkan aspal menjadi pelicin sehingga gesekan (*friction*) dan penguncian antar agregat (*interlocking*) akan semakin berkurang, sehingga menyebabkan nilai stabilitas menurun. Sedangkan kecenderungan naiknya nilai stabilitas pada kadar aspal asbuton 1%, disebabkan masih tersedianya rongga antar butiran agregat yang

dapat diisi oleh aspal, sehingga masih tersedianya kohesi aspal yang menyebabkan naiknya stabilitas.

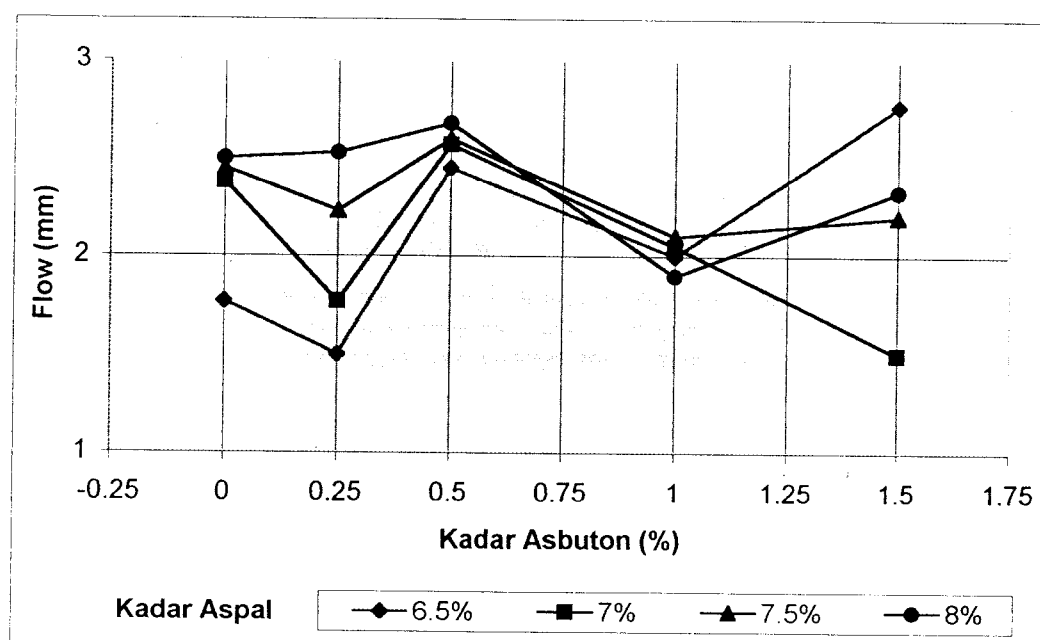
Dari spesifikasi Bina Marga, stabilitas yang disyaratkan untuk campuran HRS adalah 550 kg sampai dengan 1250 kg. Apabila stabilitas kurang dari 550 kg, maka akan mudah mengalami *rutting* karena perkerasan bersifat lembek, sehingga tidak akan mampu menahan beban. Sedangkan jika nilai stabilitasnya lebih dari 1250 kg, akan mudah terjadi retak-retak karena lapis keras akan bersifat kaku. Hal ini karena jika lapis perkerasan mendapatkan beban, akan terjadi deformasi yang melebihi batas elastisitas sehingga terjadi retak-retak atau patah-patah. Untuk spesifikasi Puslitbang Jalan (1998), stabilitas yang disyaratkan untuk campuran HRS adalah harus lebih dari 800 kg. Apabila kurang dari 800 kg akan mengalami *rutting* karena lembek, tetapi tidak ada batas maksimal untuk nilai stabilitas, karena semakin tinggi nilai stabilitas semakin baik. Retak-retak atau patah-patah karena deformasi yang melebihi batas elastisitasnya dapat ditanggulangi atau dihindari dengan mencegah atau paling tidak memperkecil deformasi itu sendiri, berarti lapisan perkerasan di bawahnya yang harus kuat menahan beban agar tidak terjadi deformasi atau paling tidak deformasi yang terjadi tidak melebihi batas elastisitasnya.

6.2.5. Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal terhadap *flow*

Flow atau kelelahan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat adanya beban yang bekerja. Nilai *flow* ditentukan oleh beberapa faktor antara lain viskositas dan kadar aspal.

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

Hubungan kadar asbuton dengan nilai *flow* untuk berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar 6.9 berikut ini.

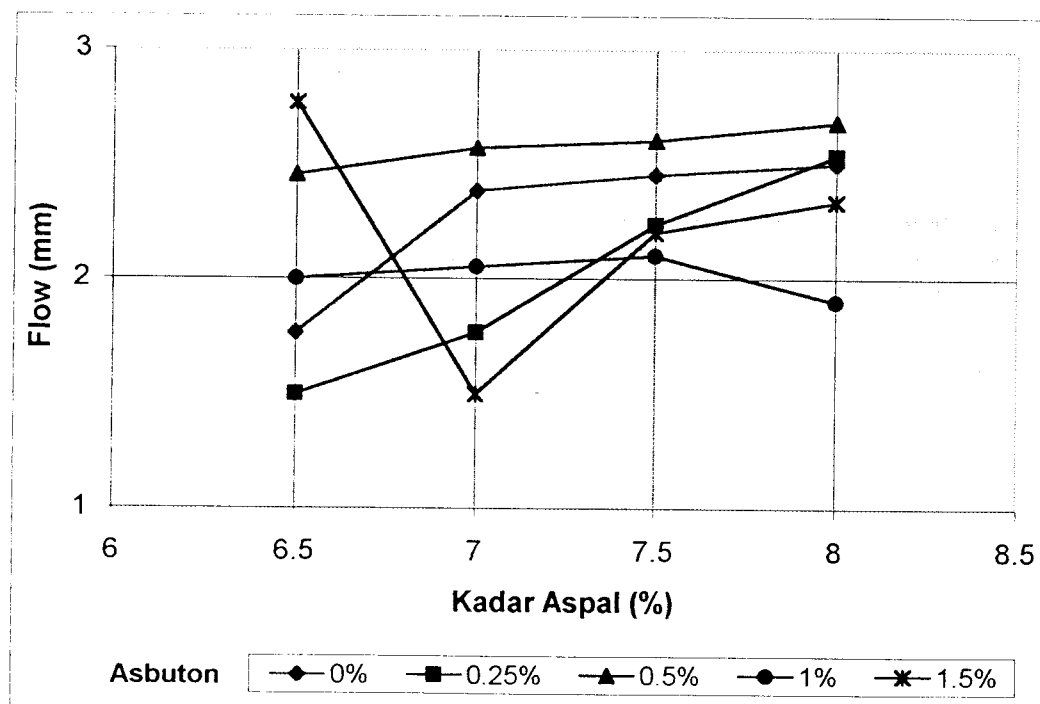


Gambar 6.9 Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan *Flow* pada berbagai Kadar Aspal

Dari hasil penelitian laboratorium terhadap campuran HRS dengan asbuton dari kadar aspal asbuton 0,25% sampai dengan 1,5% pada berbagai kadar aspal (AC), menunjukkan bahwa pada kadar aspal (AC) dengan penambahan kadar asbuton sampai batas tertentu (untuk kadar aspal 6,5% sampai dengan 8% pada kadar asbuton 0,5%) mengalami kenaikan, setelah itu penambahan kadar

asbuton menyebabkan nilai *flow* turun.. Kenaikan nilai *flow* terjadi karena berkurangnya kohesi yang dihasilkan oleh aspal dan berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat, akibat penambahan asbuton tersebut menyebabkan campuran menjadi lebih rapat atau padat karena rongga-rongga yang ada terisi asbuton. Jika campuran tersebut menerima beban, deformasi akibat beban tadi akan semakin kecil sehingga nilai *flow* turun.

Hubungan kadar aspal dengan nilai *flow* untuk berbagai kadar asbuton dapat terlihat pada gambar 6.10 berikut ini.



Gambar 6.10 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan *Flow* pada berbagai Kadar Asbuton

Dari hasil laboratorium menunjukkan bahwa pada campuran HRS dengan kadar asbuton dari kadar aspal asbuton 0,25% sampai dengan 1,5%, penambahan kadar aspal menyebabkan nilai *flow* cenderung naik atau meningkat.

Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal, maka prosentase rongga dalam campuran berkurang, kerapatan campuran meningkat, kadar aspal yang tinggi menjadikan campuran menjadi lebih plastis.

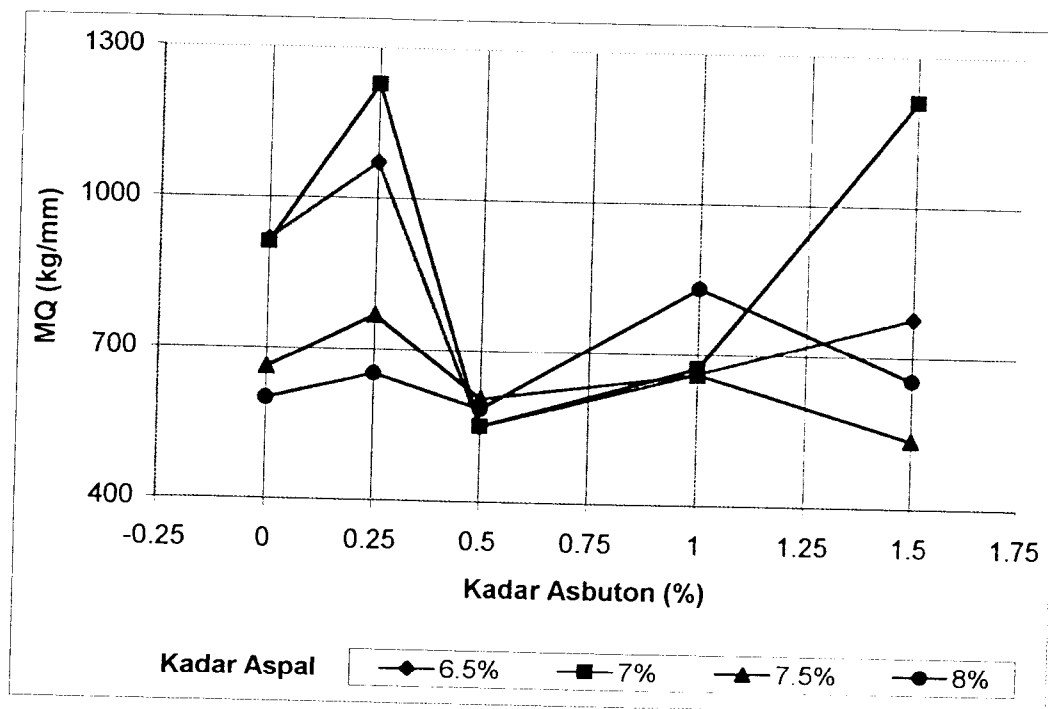
Spesifikasi teknis dari Bina Marga untuk campuran HRS tidak memberikan persyaratan khusus pada nilai *flow*, sedangkan pada spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998) mensyaratkan nilai *flow* 2 mm – 4 mm. Jika nilai *flow* kurang dari 2 mm menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan mudah mengalami retak.

6.2.6. Pengaruh Kadar Asbuton dan Kadar Aspal terhadap *Marshall Quotient* (QM)

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

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

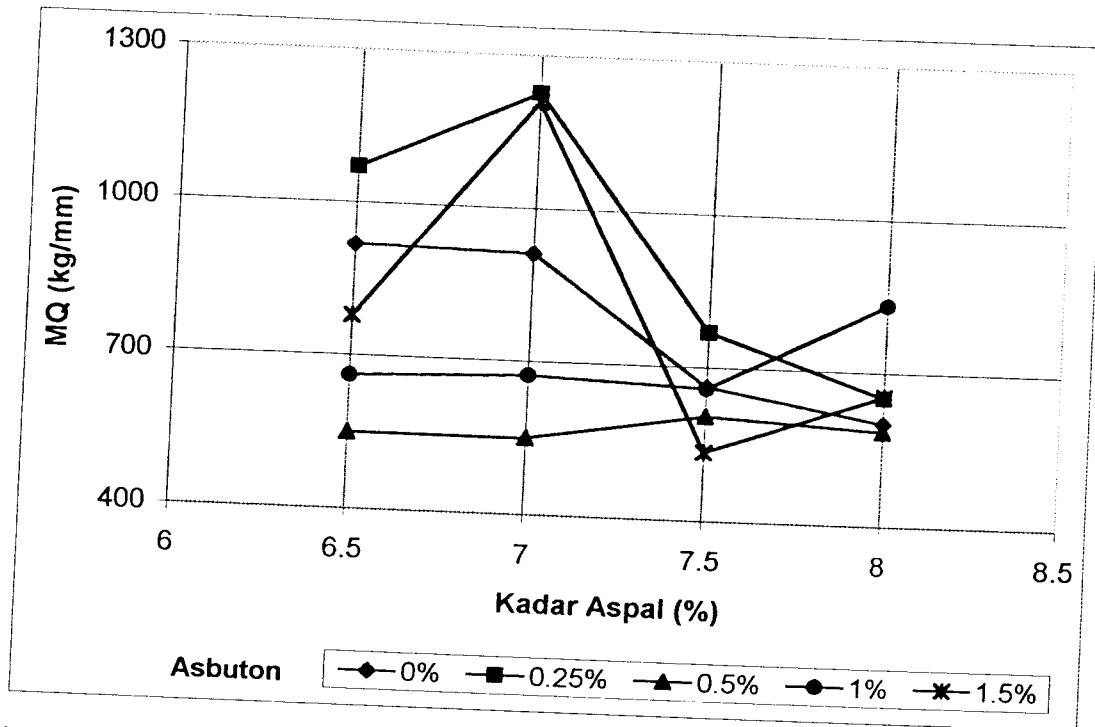
Hubungan kadar asbuton dengan nilai *Marshall Quotient* untuk berbagai kadar aspal dapat dilihat pada gambar 6.11 berikut ini.



Gambar 6.11 Grafik Hubungan antara Kadar Asbuton dengan *Marshall Quotient* pada berbagai Kadar Aspal

Dari hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa penambahan kadar asbuton pada berbagai kadar aspal menyebabkan nilai QM naik sampai batas tertentu kemudian turun, untuk kadar aspal 6,5%, 7% dan 7,5% naik sampai dengan penambahan kadar aspal asbuton 0,25%, setelah itu mengalami penurunan. Untuk kadar aspal yang lainnya cenderung mengalami kenaikan. Kenaikan sampai batas tertentu kemudian turun, disebabkan oleh stabilitas campuran yang dengan penambahan kadar asbuton, nilai stabilitas mengalami kenaikan sampai batas tertentu kemudian mengalami penurunan, sedangkan *flow*-nya mengalami penurunan sejalan dengan penambahan kadar asbuton, sehingga grafik *Marshall Quotient* cenderung sesuai dengan nilai stabilitas.

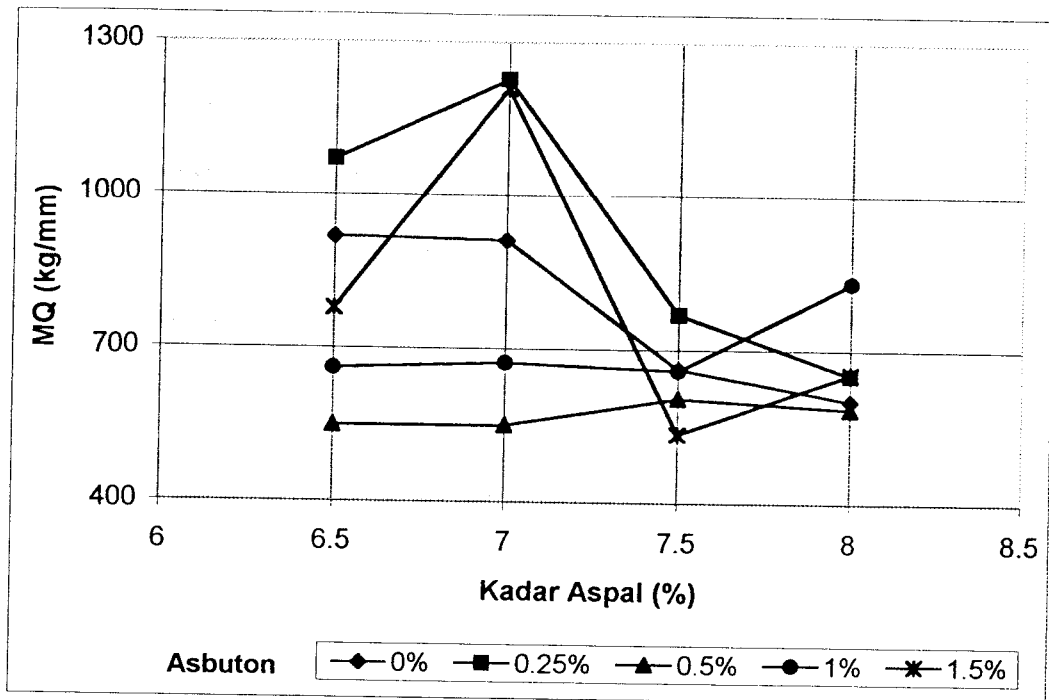
Hubungan kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* pada berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.12 berikut ini.



Gambar 6.12 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient* pada berbagai Kadar Asbuton

Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan kadar aspal pada berbagai kadar asbuton, nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kadar aspal maka nilai stabilitas akan menurun, sedangkan nilai *flow* akan meningkat sehingga nilai *Marshall Quotient* menjadi turun. Sedangkan untuk kadar aspal asbuton 0,5% dan 1% cenderung mengalami kenaikan, hal ini disebabkan dalam campuran tersebut masih tersedia cukup rongga antar butiran agregat, sehingga dengan bertambahnya kadar aspal (AC) akan mengakibatkan tersedianya kohesi aspal,

Hubungan kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* pada berbagai kadar asbuton dapat dilihat pada gambar 6.12 berikut ini.



Gambar 6.12 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient* pada berbagai Kadar Asbuton

Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan kadar aspal pada berbagai kadar asbuton, nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kadar aspal maka nilai stabilitas akan menurun, sedangkan nilai *flow* akan meningkat sehingga nilai *Marshall Quotient* menjadi turun. Sedangkan untuk kadar aspal asbuton 0,5% dan 1% cenderung mengalami kenaikan, hal ini disebabkan dalam campuran tersebut masih tersedia cukup rongga antar butiran agregat, sehingga dengan bertambahnya kadar aspal (AC) akan mengakibatkan tersedianya kohesi aspal,

sehingga ikatan antar aspal dan agregat menjadi baik, yang menjadikan stabilitas menjadi naik, sehingga *Marshall Quotient* menjadi naik.

Spesifikasi teknis dari Puslitbang Jalan memberikan persyaratan khusus untuk campuran HRS yaitu lebih dari 200 kg/mm - 500 kg/mm, nilai *Marshall Quotient* di bawah 200 kg/mm akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *rutting* dan *bleeding*, sedangkan nilai *Marshall Quotient* di atas 500 kg/mm akan mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak.

6.3 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum untuk masing-masing campuran diperoleh dengan cara grafis, yaitu dengan cara rentang (*range*) kadar aspal dan kadar aspal asbuton yang memenuhi nilai-nilai *density*, stabilitas, VFWA, VITM, *flow* (kelelehan).

Nilai kadar aspal optimum, berdasarkan spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998), dapat dilihat pada tabel 6.6, tabel 6.7, tabel 6.8, tabel 6.9, dan tabel 6.10 dibawah ini.

Tabel 6.6 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton 0 %

Spesifikasi	Kadar Aspal			
	6,5 %	7 %	7,5 %	8 %
<i>Density</i>	—————			
Stabilitas	—————			
VFWA	—————			
VITM	—————			
<i>Flow</i>	—————			

6,8% 8%

Keterangan : $KAO = \frac{6,8\% + 8\%}{2} = 7,4\%$

Tabel 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton
0,5%

Spesifikasi	Kadar Aspal			
	6,5%	7 %	7,5 %	8 %
<i>Density</i>	—————			
Stabilitas	—————			
VFWA			—————	—————
VITM			—————	—————
<i>Flow</i>	—————			

7,7% 8%

Keterangan : $KAO = \frac{7,7\% + 8\%}{2} = 7,85\%$

Tabel 6.8 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS dengan Kadar Aspal Asbuton
,1 %

Spesifikasi	Kadar Aspal			
	6,5 %	7 %	7,5 %	8 %
<i>Density</i>	—————			
Stabilitas	—————			
VFWA				—————
VITM				—————
<i>Flow</i>	—————			

Keterangan : KAO tidak terpenuhi

Tabel 6.9 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton
1,5 %

Spesifikasi	Kadar Aspal			
	6,5 %	7 %	7,5 %	8 %
<i>Density</i>	—————			
Stabilitas	—————			
VFWA				
VITM				
<i>Flow</i>	—————		—————	

Keterangan : Nilai VFWA dan VITM tidak terpenuhi

Karena KAO hanya terpenuhi pada kadar aspal asbuton 0% dan 0,5% saja, maka diambil nilai tengah pada *range* tersebut, yaitu kadar aspal asbuton 0,25%. Kao pada kadar aspal asbuton 0,25% dapat dilihat pada tabel 6.10 dibawah ini.

Tabel 6.10 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS pada Kadar Aspal Asbuton
0,25 %

Spesifikasi	Kadar Aspal			
	6,5 %	7 %	7,5 %	8 %
<i>Density</i>	—————			
Stabilitas	—————			
VFWA	—————			
VITM	—————			
<i>Flow</i>			—————	

7,3% 7,7%

Keterangan : $KAO = \frac{7,3\% + 7,7\%}{2} = 7,5\%$

Dari tabel-tabel tersebut diketahui bahwa dengan memakai spesifikasi Puslitbang Jalan (1998), untuk kadar asbuton 1% dan 1,5%, tidak dapat diperoleh kadar aspal optimumnya, hal ini disebabkan pada kadar asbuton 1% dan 1,5% nilai VITM terlalu tinggi. Kadar aspal optimum untuk campuran pada kadar aspal asbuton 0,25% dan 0,5% adalah 7,5% dan 7,85%, sehingga dalam membuat suatu campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan menambahkan aspal dan agregat halus dari asbuton perlu penggunaan kadar aspal dan kadar asbuton yang tepat.

Spesifikasi dari Puslitbang Jalan (1998) dalam hal ini digunakan karena sebagian syarat pada spesifikasi Bina Marga tidak diberikan.

Hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum dengan kadar aspal asbuton 0%, 0,25% dan 0,5%, pada perendaman 30 menit dan 24 jam dapat di lihat pada tabel 6.11 dibawah ini.

Tabel 6.11 Hasil Uji Kadar Aspal Optimum pada perendaman 30 menit dan 24 jam

Sifat <i>Marshall</i>	Kadar Aspal Optimum (%)	Kadar Aspal Asbuton (%)	Perendaman	
			30 Menit	24 Jam
Stabilitas (kg)	7,4	0	2095,71	1989,84
	7,5	0,25	1520,21	1347,27
	7,85	0,5	1437,57	1224,32
<i>Flow</i> (mm)	7,4	0	2,97	2,38
	7,5	0,25	2,17	3,57
	7,85	0,5	2,37	2,40
<i>Marshall</i> <i>Quotient</i> (kg/mm)	7,4	0	772,708	835,350
	7,5	0,25	772,874	380,685
	7,85	0,5	608,567	634,483

Lanjutan tabel 6.11

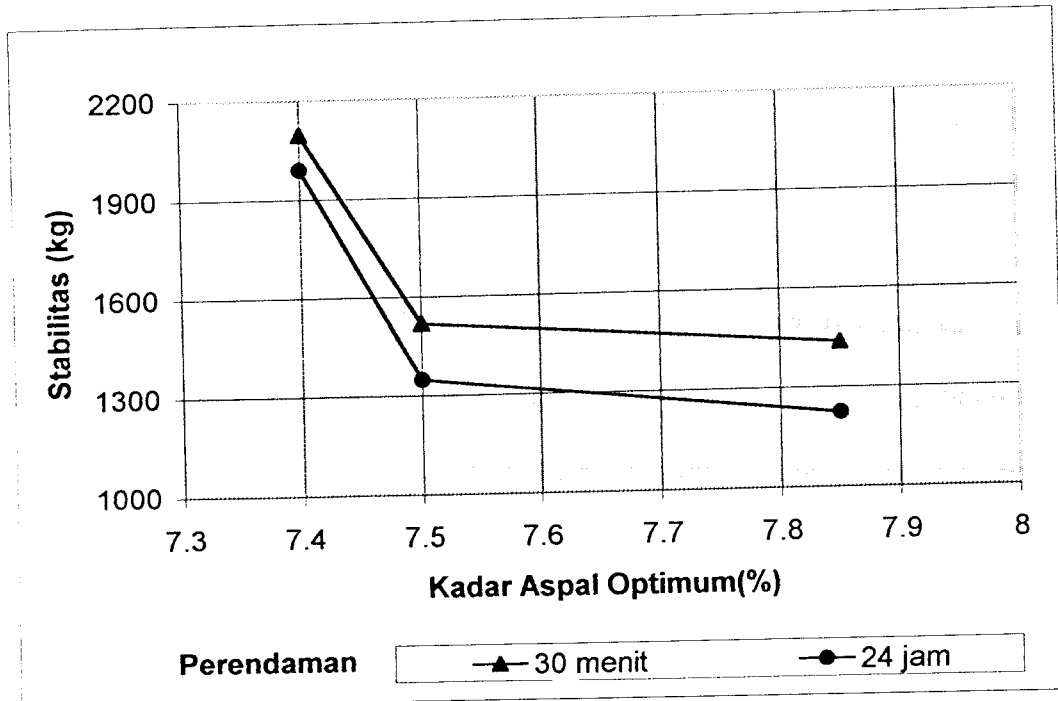
Sifat <i>Marshall</i>	Kadar Aspal Optimum (%)	Kadar Aspal Asbuton (%)	Indeks Perendaman
Indeks	7,4	0	94,95
Perendaman	7,5	0,25	88,62
(%)	7,85	0,5	85,16

6.3.1 Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai stabilitas

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

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

Grafik nilai stabilitas pada kadar aspal optimum untuk perendaman 30 menit dan 24 jam dapat dilihat pada gambar 6.13 berikut ini.



Gambar 6.13 Grafik Stabilitas pada Perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum

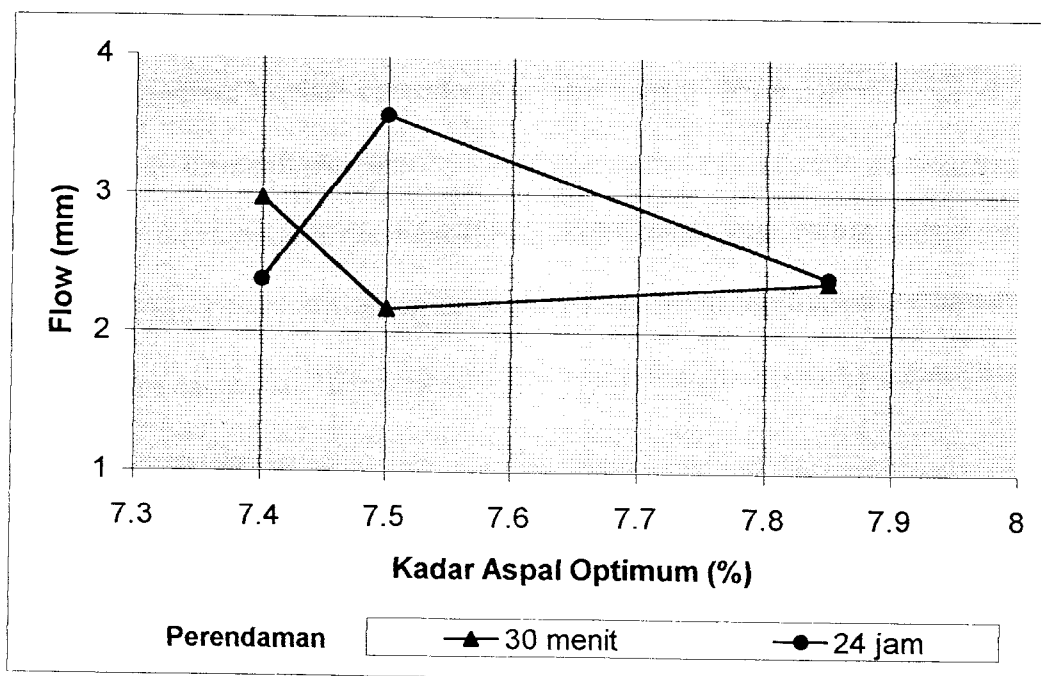
Pada gambar 6.13 menunjukkan bahwa nilai stabilitas pada perendaman 30 menit lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai stabilitas pada perendaman 24 jam. Hal ini disebabkan karena semakin lama perendaman, maka pengaruh air dan suhu pada campuran tersebut akan semakin besar. Akibatnya penguncian antar partikel agregat akan berkurang karena masuknya air ke dalam campuran tersebut. Semakin banyak air yang diserap mengakibatkan ikatan antar butiran agregat melemah, sehingga menyebabkan nilai stabilitas menjadi rendah. Nilai stabilitas setelah perendaman 30 menit dan 24 jam masih memenuhi nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Puslitbang Jalan, yaitu > 800 kg.

6.3.2 Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *flow*

Flow atau keelehan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat adanya beban yang bekerja. Nilai *flow* ditentukan oleh beberapa faktor antara lain viskositas dan kadar aspal.

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

Grafik nilai *flow* pada kadar aspal optimum untuk berbagai perendaman dapat dilihat pada gambar 6.14 berikut ini.



Gambar 6.14 Grafik *Flow* pada Perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum

Pada gambar 6.14 menunjukkan bahwa nilai *flow* setiap kadar aspal optimum pada perendaman 24 jam cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai *flow* pada perendaman 30 menit. Hal ini disebabkan karena semakin lama perendaman, maka pengaruh air dan suhu pada campuran tersebut akan semakin besar, akibatnya penguncian antar partikel agregat akan berkurang karena masuknya air ke dalam campuran tersebut. Semakin banyak air yang diserap mengakibatkan ikatan antar butiran agregat melemah, sehingga menyebabkan nilai *flow* menjadi tinggi. Pada perendaman 24 jam (pada kadar aspal optimum 7,4%), nilai *flow* lebih rendah dibandingkan pada perendaman 30 menit (pada kadar aspal yang sama). Hal ini mungkin disebabkan kesalahan pembacaan alat. Nilai *flow* setelah perendaman 30 menit dan 24 jam masih memenuhi persyaratan spesifikasi Puslitbang Jalan yaitu sebesar 2-4 mm.

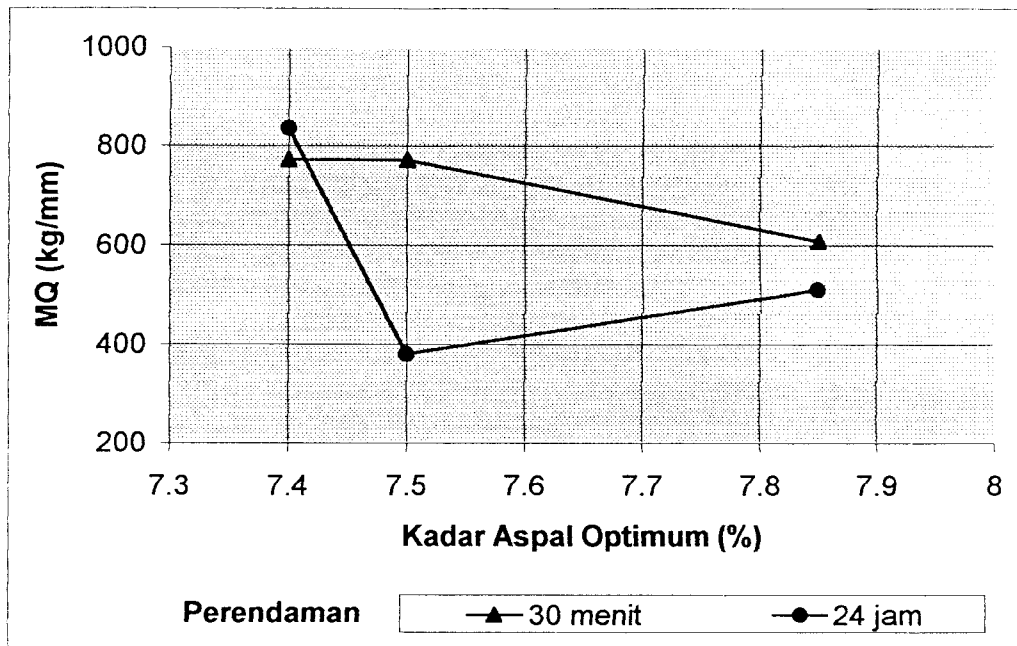
6.3.3 Pengaruh Variasi Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum terhadap nilai *Marshall Quotient*

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

Stabilitas yang tinggi dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan nilai QM yang tinggi, sehingga campuran akan menjadi kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran dengan nilai QM yang rendah, sehingga campuran

menjadi plastis dan akibatnya lapis keras akan mengalami deformasi yang besar apabila menerima beban lalu lintas.

Grafik nilai QM pada kadar aspal optimum untuk berbagai perendaman dapat dilihat pada gambar 6.15 berikut ini.



Gambar 6.15 Grafik MQ pada perendaman 30 menit dan 24 jam untuk berbagai Kadar Aspal Optimum

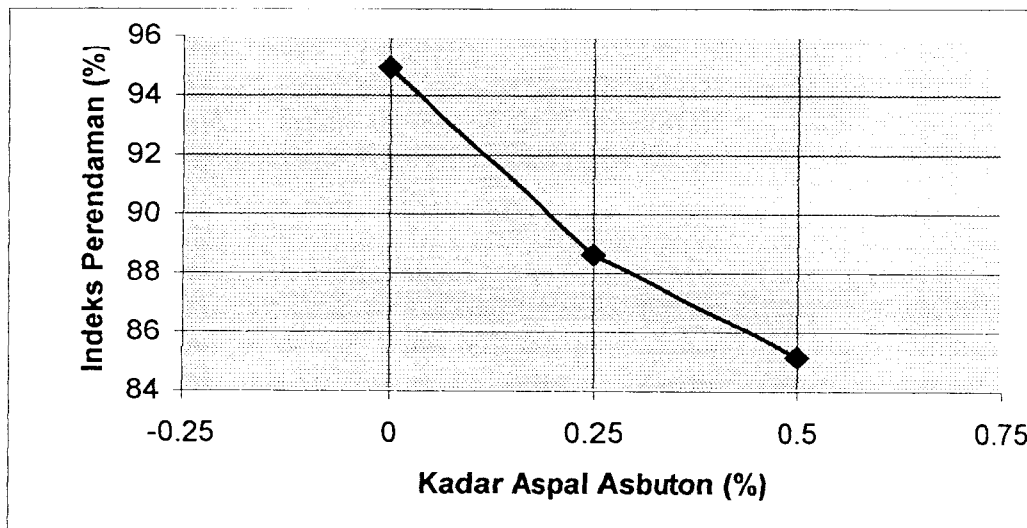
6.3.4 Indeks Perendaman Pada Kadar Aspal Optimum

Immersion test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

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

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

Grafik indeks perendaman pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 6.16 berikut ini.



Gambar 6.16 Grafik indeks perendaman untuk berbagai Kadar Aspal Optimum

Gambar 6.16 menunjukkan indeks perendaman mengalami penurunan seiring penambahan asbuton. Hal ini mengakibatkan berkurangnya keawetan campuran akibat penambahan asbuton, namun indeks perendaman pada kadar aspal optimum tersebut masih memenuhi persyaratan yaitu $> 75\%$, sehingga campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu dan cuaca.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mencoba menggabungkan aspal AC 60/70 dengan asbuton B₂₀ pada campuran HRS-B, dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Nilai kerapatan campuran (*density*) akan meningkat seiring penambahan kadar aspal sampai dengan batas tertentu, kemudian mengalami penurunan. Namun pada kadar asbuton 1% mengalami penurunan sampai batas tertentu kemudian naik, sedangkan dengan penambahan kadar asbuton dari kadar 0,5% sampai dengan 1,5% pada berbagai kadar aspal, nilai *density* cenderung mengalami penurunan.
2. Nilai *Void Filled With Asphalt* (VFWA) akan mengalami kenaikan seiring penambahan kadar aspal, sebaliknya dengan penambahan kadar asbuton, nilai VFWA cenderung mengalami penurunan.
3. Penambahan asbuton pada kadar aspal 6,5%, 7,5% dan 8% menunjukkan bahwa nilai VITM mengalami penurunan sampai batas tertentu kemudian naik, untuk kadar aspal 7% cenderung naik, sedangkan penambahan kadar aspal mengakibatkan nilai VITM cenderung mengalami penurunan.

4. Penambahan kadar asbuton dari kadar 0,25% sampai dengan 1,5% pada kadar aspal 6,5% - 7%, nilai stabilitas cenderung mengalami penurunan sampai batas tertentu, kemudian naik. Sedangkan pada kadar aspal 7,5% dan 8% nilai stabilitas cenderung mengalami penurunan. Penambahan kadar aspal (AC) menyebabkan kecenderungan nilai stabilitas mengalami penurunan.
5. Nilai *flow* mengalami kenaikan seiring penambahan kadar asbuton sampai batas tertentu (pada kadar asbuton 0,5% untuk semua kadar aspal), setelah itu penambahan kadar asbuton menyebabkan nilai *flow* turun. Penambahan kadar aspal menyebabkan nilai *flow* cenderung naik atau meningkat.
6. Nilai QM mengalami kenaikan seiring penambahan kadar asbuton sampai batas tertentu kemudian turun, pada kadar aspal 6,5% sampai dengan 7,5% nilai MQ naik sampai dengan penambahan kadar aspal asbuton 0,25%, setelah itu mengalami penurunan. Untuk kadar aspal yang lainnya cenderung mengalami kenaikan. Sedangkan dengan penambahan kadar aspal, nilai *marshall quotient* cenderung mengalami penurunan.
7. Nilai stabilitas pada berbagai kadar aspal optimum untuk perendaman 30 menit lebih tinggi daripada perendaman 24 jam, sedangkan nilai *flow* pada perendaman 24 jam lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman 30 menit.
8. Secara umum pemakaian atau pemanfaatan kadar asbuton sebagai bahan tambah dapat digunakan pada kadar yang tepat, baik kadar asbutonnya maupun kadar aspalnya dalam campuran HRS yang diteliti.

7.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan berdasarkan hasil penelitian, maka ada beberapa saran yang mungkin dapat berguna untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan asbuton yang lebih bervariasi misalnya dengan mengekstrak asbuton dan kemudian digunakan untuk campuran, baik hanya menggunakan aspal atau batuannya saja.
2. Pada penelitian ini belum dikaji dari segi ekonomisnya, untuk itu perlu ada tindak lanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Marga, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
2. Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
3. Bina Marga, 1988, Aspal Campuran Panas dengan Durabilitas Tinggi, Central Quality Control and Monitoring Unit, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
4. Sukirman, S, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
5. Sudarsono, DU, 1976, Prinsip-Prinsip Beton Aspal dan Pengaspalan dengan Butas, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
6. Agus Iqbal Manu, Pelaksanaan Konstruksi Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum, PT. Medisa, Jakarta, 1996.
7. Bina Marga, 1983, Pemeriksaan Bahan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
8. Suprpto, TM., 1995, Bahan dan Struktur Jalan Raya, BP KMTS, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yoyakarta
9. Tunnicklif, D.G., 1990, *Shell Pavement Design Manual*, Shell International Petroleum Company, London

10. Kerbs, R.D., and Walker, R.D., 1987, *Highway Material*, MC. Graw Hill Book Company, USA
11. Lantip, S., 1995, Penggunaan Aspal Ekstrak Asbuton Sebagai Bahan Ikat Pada Campuran Beton Aspal, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
12. The Asphalt Institute, 1974, *Mix Design Method for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types*, The Asphalt Institute Manual Series No.2 (MS-2), March, 1974
13. Dalimin, 1990, Pelaksanaan Perkerasan Jalan Konstruksi Asbuton, Lestari, Jakarta
14. Agus Iqbal Manu, 2000, Perencanaan dan Batasan-Batasab HRS di Indonesia, PT. Medisa, Jakarta
15. Bina Marga, 1990, Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Lampiran



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 1 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 1 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.83	16.83	1.5	98.5	97	100
12.7	½	95.37	112.2	10	90	80	100
9.52	3/8	129.03	241.23	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	140.25	381.48	34	66	60	72
2.38	# 8	39.27	420.75	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	29.72	712.47	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	157.08	869.55	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	168.3	1037.85	92.5	7.5	2	10
	Pan	84.15	1122				
	Total	1122					

Keterangan : Kadar Aspal 6.5 %
 Tanggal : 1 Juli 2002
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 1 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 1 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.74	16.74	1.5	98.5	97	100
12.7	½	94.86	111.6	10	90	80	100
9.52	3/8	128.34	239.94	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	139.5	379.44	34	66	60	72
2.38	# 8	39.06	418.5	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	290.16	708.66	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	156.24	864.9	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	167.4	1032.3	92.5	7.5	2	10
	Pan	83.7	1116				
	Total	1116					

Keterangan : Kadar Aspal 7 %

Tanggal : 1 Juli 2002

Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto

Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002


 Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 1 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 1 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.65	16.65	1.5	98.5	97	100
12.7	½	94.35	111	10	90	80	100
9.52	3/8	127.65	238.65	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	138.75	377.4	34	66	60	72
2.38	# 8	38.85	416.25	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	288.6	704.85	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	155.4	860.25	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	166.5	1026.75	92.5	7.5	2	10
	Pan	83.25	1110				
	Total	1110					

Keterangan : Kadar Aspal 7.5 %
 Tanggal : 1 Juli 2002
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 1 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 1 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.56	16.56	1.5	98.5	97	100
12.7	½	93.84	110.4	10	90	80	100
9.52	3/8	126.96	237.36	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	138	375.36	34	66	60	72
2.38	# 8	38.64	414	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	287.04	701.04	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	154.56	855.6	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	165.6	1021.2	92.5	7.5	2	10
	Pan	82.8	1104				
	Total	1104					

Keterangan : Kadar Aspal 8 %
 Tanggal : 1 Juli 2002
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 15 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 15 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.668	16.668	1.5	98.5	97	100
12.7	½	94.452	111.12	10	90	80	100
9.52	3/8	127.788	238.908	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	138.9	377.808	34	66	60	72
2.38	# 8	38.892	416.7	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	288.912	705.612	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	155.568	861.18	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	166.68	1027.86	92.5	7.5	2	10
	Pan	83.34	1111.2				
	Total	1111.2					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 7.4 %

Kadar Aspal Asbuton 0 %

Tanggal : 15 Juli 2002

Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto

Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 15 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 15 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.65	16.65	1.5	98.5	97	100
12.7	½	94.35	111	10	90	80	100
9.52	3/8	127.65	238.65	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	138.75	377.4	34	66	60	72
2.38	# 8	38.85	416.25	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	288.6	704.85	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	155.4	860.25	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	166.5	1026.75	92.5	7.5	2	10
	Pan	83.25	1110				
	Total	1110					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 7.5 %
 Kadar Aspal Asbuton 0.25 %
 Tanggal : 15 Juli 2002
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002


 Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 15 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 15 Juli 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	max
25.4	1	0	0	0	100	100	100
19.1	¾	16.587	16.587	1.5	98.5	97	100
12.7	½	93.993	110.58	10	90	80	100
9.52	3/8	127.167	237.747	21.5	78.5	69	88
4.76	# 4	138.225	375.972	34	66	60	72
2.38	# 8	38.703	414.675	37.5	62.5	55	70
0.59	# 40	287.508	702.183	63.5	36.5	13	60
0.26	# 70	154.812	856.995	77.5	22.5	5	40
0.074	# 200	165.87	1022.865	92.5	7.5	2	10
	Pan	82.935	1105.8				
	Total	1105.8					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 7.85 %
 Kadar Aspal Asbuton 0.5 %
 Tanggal : 15 Juli 2002
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan raya



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 3 Juli 2002 Rico Fanny K L T

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ)	831,5 gram	
Berat benda uji di dalam air → (BA)	524 gram	
Berat sample kering oven (BK)	823 gram	
Berat jenis (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,68	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,70	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,75	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100 \%$	1,033 %	

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 3 Juli 2002 Rico Fanny K L T

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	
Berat vichometer + air (B)	651 gram	
Berat vichometer + air + benda uji (BT)	960 gram	
Berat sample kering oven (BK)	487 gram	
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,55	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,62	
Bj Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,74	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,67 %	

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

SAND EQUIVALENT DATA
A A S H T O T 176 - 73

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 3 Juli 2002 Rico Fanny K L T

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking (10.1 min)	Start	14.20	14.22
	Stop	14.30	14.32
Sedimentation Time (20 min – 15 Sec)	Start	14.35	14.35
	Stop	14.55	14.55
Clay Reading		5	4,7
Sand Reading		4	3,8
SE = ----- x 100 Clay Reading		80	80,8
Average Sand Equivalent		80,4 %	
Remark :			

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T96 - 77

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 3 Juli 2002 Rico Fanny K L T

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	-	
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5 ")	-	
37.5 mm (1.5 ")	25.4 mm (1")	-	
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	-	
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram	
12.5 mm (0.5")	9.5 mm (3/8")	2500 gram	
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	-	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (no. 4)	-	
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)	-	
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3500 gram	
KEAUSAN = $\frac{\text{B}}{\text{A}} \times 100\%$		30 %	

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN ASPAL TERHADAP BATUAN

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 5 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	26 °C	10.10 WIB
SELESAI PEMANASAN	70 °C	10.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	70 °C	10.20 WIB
SELESAI	26 °C	10.40 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	26 °C	10.40 WIB
SELESAI	26 °C	10.45 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	80 %
II	
RATA-RATA	80 %

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

**PEMERIKSAAN
 KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 5 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	26	°C	9.50	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	9.56	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	140	°C	10.15	WIB
SELESAI	26	°C	10.40	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	26	°C	10.40	WIB
SELESAI	26	°C	10.42	WIB

HASIL PENGAMATAN

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

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

**PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 5 Juli 2002 Rico Fanny K L T

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	17.09 gram
2.	Berat vicnometer + aquadest	39.38 gram
3.	Berat air (2 - 1)	22.29 gram
4.	Berat vicnometer + aspal	19.09 gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	2.0 gram
6.	Berat vicnometer + aspal + aquadest	39.45 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	20.36 gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	1.93 gram
9.	Berat jenis aspal : berat volume (5 / 8)	1.036

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

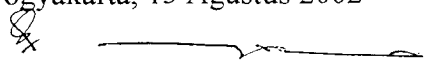
Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 6 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	27	°C	11.06	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	11.20	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	110	°C	11.25	WIB
SELESAI	27	°C	13.30	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	5	°C	14.55	WIB
SELESAI	51.5	°C	15.28	WIB

HASIL PENGAMATAN

NO.	SUHU YG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK (°C)	
		I	II	I	II
1.	5	0	0		
2.	10	2'25"	2'25"		
3.	15	5'21"	5'21"		
4.	20	7'30"	7'30"		
5.	25	9'05"	9'05"		
6.	30	10'31"	10'31"		
7.	35	12'47"	12'47"		
8.	40	13'51"	13'51"		
9.	45	14'12"	14'12"		
10.	50	15'26"	15'26"		
11.	55	15'28"	15'26"	51.5	51

Yogyakarta, 15 Agustus 2002


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



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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 6 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27 °C	11.06 WIB
SELESAI PEMANASAN	150 °C	11.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110 °C	11.25 WIB
SELESAI	27 °C	13.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	27 °C	11.35 WIB
SELESAI	334 °C	11.41 WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	334 °C	350 °C
II		
RATA-RATA	334 °C	350 °C

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



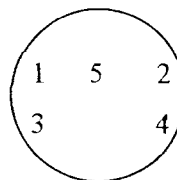
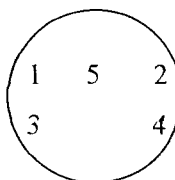
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

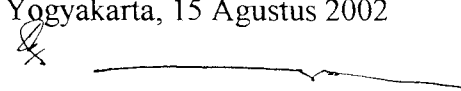
Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 6 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27 °C	11.06 WIB
SELESAI PEMANASAN	150 °C	11.20 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110 °C	11.25 WIB
SELESAI	27 °C	13.30 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25 °C	13.30 WIB
SELESAI	25 °C	14.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25 °C	14.35 WIB
SELESAI	25 °C	14.50 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I) (0.1 mm)	CAWAN (II) (0.1 mm)	SKET HASIL PENGAMATAN
1.	66	64	I II
2.	63	63	
3.	64	62	
4.	65	64	
5.	63	61	

Yogyakarta, 15 Agustus 2002


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



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

Pengirim contoh : Dwi Yulianto Dikerjakan oleh :
 Rico Fanny K L T Dwi Yulianto
 Jenis contoh aspal : AC 60/70 Rico Fanny K L T
 Untuk Pekerjaan : Tugas Akhir Diperiksa oleh :
 Diterima Tgl. : 6 Juli 2002 Dwi Yulianto
 Selesai Tgl. : 6 Juli 2002 Rico Fanny K L T

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

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

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rata-rata (I + II)/2	165 cm

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



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

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
 Jenis contoh : -
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Diterima Tgl. : 6 Juli 2002
 Selesai Tgl. : 6 Juli 2002

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4
(SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
<u>PEMERIKSAAN</u>				
1. Penimbangan	Mulai	Jam		
2. Pelarutan	Mulai	Jam	11.05 WIB	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	11.46 WIB	
	Selesai	Jam	11.49 WIB	
4. Di Oven	Mulai	Jam	11.50 WIB	
5. Penimbangan	Selesai	Jam	11.53 WIB	

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73,58	gram
2. Berat erlenmeyer + aspal	= 75,45	gram
3. Berat aspal (2 - 1)	= 1,87	gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0,55	gram
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,56	gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	= 0,01	gram
7. Persentase endapan	= 0,53	%
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99,47	%

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

EKSTRASI – ASBUTON

Contoh Diambil Tanggal : 1 Juli 2002
Jam Pengambilan : -
Diambil Oleh : Dwi Yulianto
Rico Fanny K L T
Nomor Contoh : -

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat Contoh aspal beton : 1000 gram
3. Berat BOWL EXTRAKTOR + CONTOH ASBUTON : 2050 gram
4. Berat Batuan yang terekstraksi : 775.5 gram
5. Berat Kertas Filler bersih : 14.5 gram
6. Berat Kertas Filler + Mineral : 16 gram
7. Berat Mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada Kertas Filler : 1.5 gram
8. Berat Tempat kosong untuk menampung endapan : 225 gram
9. Berat Tempat + Endapan : 262.5 gram
10. Berat Endapan (9-8) : 37.5 gram
11. Kadar Bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100 \%$: 18.6 %

Yogyakarta, 15 Agustus 2002

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 5 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar Asbuton 0 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	F	g	H	i	j	K	l	m	n	O	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	65	6.952	6.5	1176.5	1182.0	652.0	530.0	2.220	2.367	13.927	79.859	6.214	20.141	69.148	6.214	490	1678	1565.35	2.30	680.587
2	65	6.952	6.5	1168.0	1174.0	636.0	538.0	2.171	2.367	13.621	78.103	8.276	21.897	62.205	8.276	440	1507	1405.62	1.40	1004.014
3	64	6.952	6.5	1163.0	1188.5	635.0	533.5	2.180	2.367	13.677	78.424	7.898	21.576	63.392	7.898	520	1781	1709.76	1.60	1068.600
								2.190				7.463	21.205	64.915	7.463			1560.24	1.77	917.734
1	63	7.527	7.0	1178.0	1183.0	660.0	523.0	2.252	2.351	15.219	80.597	4.184	19.403	78.437	4.184	605	2072	2098.03	3.05	687.878
2	63	7.527	7.0	1190.5	1192.5	669.0	523.5	2.274	2.351	15.366	81.375	3.260	18.625	82.499	3.260	641	2195	2222.87	2.10	1058.508
3	63	7.527	7.0	1176.0	1179.5	657.5	522.0	2.253	2.351	15.222	80.615	4.163	19.385	78.523	4.163	630	2158	2184.72	2.00	1092.361
								2.260				3.869	19.138	79.820	3.869			2168.54	2.38	911.151
1	63	8.108	7.5	1175.0	1178.0	657.5	520.5	2.257	2.335	16.343	80.344	3.314	19.656	83.142	3.314	550	1884	1907.30	2.35	811.616
2	64	8.108	7.5	1177.5	1183.0	660.0	523.0	2.251	2.335	16.299	80.130	3.571	19.870	82.028	3.571	525	1798	1726.20	2.30	750.522
3	65	8.108	7.5	1167.5	1174.0	642.0	532.0	2.195	2.335	15.887	78.105	6.007	21.895	72.562	6.007	385	1319	1229.92	2.70	455.525
								2.234				4.297	20.474	79.244	4.297			1621.14	2.45	661.690
1	64	8.696	8.0	1175.0	1180.0	657.0	523.0	2.247	2.319	17.349	79.528	3.124	20.472	84.742	3.124	475	1627	1561.80	2.00	780.900
2	64	8.696	8.0	1187.5	1193.5	661.0	532.5	2.230	2.319	17.220	78.940	3.840	21.060	81.767	3.840	500	1713	1644.00	3.10	530.323
3	64	8.696	8.0	1173.0	1178.0	657.0	521.0	2.251	2.319	17.386	79.697	2.917	20.303	85.631	2.917	357	1223	1173.82	2.40	489.090
								2.243				3.294	20.612	84.047	3.294			1449.872	2.500	600.104


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

h = B.J. Maksimum (teoritis)
 $(100 \cdot ((\% \text{ agrgr} / \text{BJ agrgr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal})))$
 I = b x g / BJ aspal

j = (100-b) g/BJ agrgr
 k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x I/f) rongga yang terisi aspal (V/FWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 \cdot (100 \times g/h)$ (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profing ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.036
 BJ agregat : 2.599

Tanda tangan

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 5 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar Asbuton 0.25 %

Sample	t (mm)	a	b	C	d	e	F	g	H	I	J	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	64	6.952	6.5	1178.0	1184.0	660.0	524.0	2.248	2.367	14.105	80.876	5.019	19.124	73.754	5.019	490	1678	1611.12	1.30	1239.323
2	64	6.952	6.5	1171.0	1175.0	655.0	520.0	2.252	2.367	14.129	81.014	4.857	18.986	74.416	4.857	440	1507	1446.72	1.60	904.200
3	64	6.952	6.5	1179.0	1184.0	658.0	526.0	2.241	2.367	14.063	80.617	5.300	19.363	72.628	5.300	520	1781	1709.76	1.60	1068.600
1	64	7.527	7.0	1171.0	1176.0	655.0	521.0	2.248	2.351	15.186	80.426	4.388	19.574	77.585	4.388	605	2072	1589.20	1.50	1070.708
2	63	7.527	7.0	1173.0	1176.0	655.0	521.0	2.251	2.351	15.212	80.563	4.224	19.437	78.266	4.224	641	2195	2222.87	1.40	1587.763
3	64	7.527	7.0	1174.0	1179.0	658.0	521.0	2.253	2.351	15.225	80.632	4.143	19.368	78.611	4.143	630	2158	2071.44	2.10	986.400
1	64	8.108	7.5	1175.0	1179.0	658.0	521.0	2.255	2.335	16.327	80.267	3.406	19.733	82.738	3.406	550	1884	1808.40	1.77	1226.432
2	63	8.108	7.5	1167.0	1168.0	651.0	517.0	2.257	2.335	16.341	80.337	3.322	19.663	83.106	3.322	525	1798	1820.60	3.00	602.800
3	63	8.108	7.5	1170.0	1174.0	655.0	519.0	2.254	2.335	16.320	80.233	3.447	19.767	82.563	3.447	385	1319	1335.11	1.60	834.442
1	63	8.696	8.0	1175.0	1173.0	655.0	518.0	2.256	2.319	17.516	80.295	2.189	19.705	88.893	2.189	475	1627	1654.70	2.23	768.065
2	63	8.696	8.0	1170.0	1170.0	651.0	519.0	2.254	2.319	17.408	79.759	2.793	20.201	86.176	2.793	500	1713	1647.21	3.10	531.358
3	63	8.696	8.0	1170.0	1171.0	651.0	520.0	2.250	2.319	17.375	79.646	2.979	20.354	85.362	2.979	357	1223	1733.91	1.80	963.281
								2.258		20.086		2.654		86.810	2.654			1539.709		651.054

t = tebal benda uji (mm)

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering sebelum direndam (gram)

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

e = berat di dalam air (gram)

f = Vol (isi) = d - e (gr)

g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = B.J. Maksimum (teoritis)

i = $100 \cdot ((\% \text{ aggr} / \text{BJ aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal}))$

l = $b \times g / \text{BJ aspal}$

j = $(100 - b) \cdot g / \text{BJ aggr}$

k = $(100 - i - j)$ jumlah kandungan rongga (%)

l = $(100 - i)$ rongga terhadap agregat (%)

m = $(100 \times l / i)$ rongga yang terisi aspal (V_T/W_A)

n = rongga yang terisi campuran $100 - (100 \times g/h)$ (%)

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi profing ring

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)

Suhu pencampuran : 160 °C

Suhu pemadatan : 140 °C

Suhu waterbath : 60 °C

BJ aspal : 1.036

BJ agregat : 2.599

Tanda tangan

Ir. Iskandar S., M.T.
 Kepala Lab. Jalan Raya



**LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta**

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 9 Agustus 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Diperiksa Oleh : Rico Fanny K L T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
 Kadar Asbuton 0.5 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	E	f	g	H	i	j	k	l	m	n	O	p (kg)	q	r (mm)	QM
1	68	6.952	6.5	1190.0	1188.5	638.0	560.5	2.123	2.367	13.321	76.379	10.300	23.621	56.394	10.300	405	1387.13	1200.73	2.40	500.304
2	67	6.952	6.5	1179.0	1189.0	641.0	548.0	2.151	2.367	13.499	77.400	9.102	22.600	59.727	9.102	472	1616.6	1429.68	2.45	583.543
3	67	6.952	6.5	1176.0	1185.0	644.0	541.0	2.174	2.367	13.638	78.202	8.160	13.638	62.566	8.160	465	1592.63	1408.48	2.50	563.391
1	66	7.527	7.0	1173.0	1180.0	638.0	542.0	2.164	2.351	14.623	77.442	7.935	22.558	64.823	7.935	440	1507	1367.60	2.15	636.094
2	66	7.527	7.0	1184.0	1189.5	649.0	540.5	2.191	2.351	14.801	78.385	6.814	21.615	68.476	6.814	385	1318.63	1196.65	2.45	488.429
3	65	7.527	7.0	1172.0	1185.0	649.0	536.0	2.187	2.351	14.774	78.242	6.984	21.758	67.902	6.984	510	1746.75	1629.24	3.10	525.562
1	66	8.108	7.5	1175.5	1182.0	647.5	534.5	2.199	2.335	15.921	78.273	5.806	21.977	67.067	7.244	485	1661.13	1507.47	2.45	615.294
2	66	8.108	7.5	1183.5	1191.0	649.0	542.0	2.184	2.335	15.808	77.715	6.477	22.285	70.934	6.477	581	1989.93	1805.86	2.60	694.560
3	67	8.108	7.5	1177.5	1186.0	643.0	543.0	2.169	2.335	15.699	77.179	7.123	22.821	68.789	7.123	456	1561.8	1381.22	2.75	502.261
1	65	8.696	8.0	1171.5	1178.0	645.0	533.0	2.184	2.319	16.972	77.803	5.224	22.278	71.000	6.469	464	1589.2	1482.29	2.52	588.210
2	66	8.696	8.0	1185.0	1191.0	652.0	539.0	2.199	2.319	16.977	77.824	5.199	22.176	76.554	5.199	550	1883.75	1709.50	2.58	662.598
3	64	8.696	8.0	1169.0	1175.0	644.0	531.0	2.202	2.319	17.000	77.929	5.071	22.071	77.026	5.071	450	1541.25	1479.60	2.93	504.983
								2.199				5.165	22.148	76.681	5.165			1557.131		584.297

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan (%)
 b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering sebelum direndam (gram)
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)
 e = berat di dalam air (gram)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ. Maksimum (teoritis)
 $(100 / ((\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal})))$
 I = b x g / BJ aspal

j = (100-b) g / BJ aspal
 k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VPWA)
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

O = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profiling ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.036
 BJ agregat : 2.599

anda tangan

Ir. Iskandar S., MT
 Kepala Lab Jalan Raya



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 5 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Diperiksa Oleh : Rico Fanny K L T
 Rico Fanny K L T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Sample	t (mm)	Kadar Asbuton 1 %													QM					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	K	l	m		n	o	p (kg)	q	r (mm)
1	69	6.952	6.5	1185.0	1193.0	636.0	557.0	2.127	2.367	13.348	76.536	10.116	23.464	56.888	10.116	470	1609.75	1373.48	2.45	526.354
2	68	6.952	6.5	1186.0	1188.0	640.0	548.0	2.164	2.367	13.579	77.859	8.562	22.141	61.329	8.562	490	1678.25	1452.74	1.35	945.356
3	68	6.952	6.5	1184.0	1184.0	635.0	549.0	2.157	2.367	13.531	77.586	8.883	22.414	60.370	8.883	385	1318.63	1141.43	2.20	518.834
1	67	7.527	7.0	1178.0	1184.0	640.0	544.0	2.165	2.351	14.631	77.486	7.246	21.979	58.890	9.474			1322.55	2.00	661.275
2	67	7.527	7.0	1183.0	1189.0	647.0	542.0	2.183	2.351	14.748	78.102	7.150	21.898	63.547	8.412	365	1250.13	1105.58	1.75	631.760
3	67	7.527	7.0	1175.5	1182.0	646.0	536.0	2.193	2.351	14.818	78.476	6.706	21.524	64.431	7.785	485	1661.13	1469.06	2.24	655.829
1	66	8.108	7.5	1174.5	1183.0	646.0	537.0	2.187	2.335	15.834	77.842	6.324	22.138	65.458	8.143			1378.19	2.05	672.298
2	67	8.108	7.5	1179.5	1188.5	648.0	540.5	2.182	2.335	15.798	77.667	6.535	22.333	64.582	8.254	413	1414.53	1283.68	1.80	713.156
3	66	8.108	7.5	1174.5	1188.0	650.0	538.0	2.183	2.335	15.804	77.697	6.498	22.303	66.465	7.254	460	1575.5	1393.33	2.35	592.908
1	65	8.696	8.0	1174.0	1187.0	646.0	541.0	2.170	2.319	16.757	76.816	6.453	22.264	65.402	8.212			1476.39	2.15	686.693
2	66	8.696	8.0	1176.0	1188.0	647.0	520.0	2.262	2.319	17.464	80.054	2.482	19.946	78.889	5.425	580	1986.5	1852.86	1.65	1122.947
3	64	8.696	8.0	1161.0	1185.0	649.0	536.0	2.166	2.319	16.726	76.674	6.600	23.326	83.658	2.482	410	1404.25	1274.36	1.85	688.842
								2.199				5.169	22.152	80.762	4.150		1678.25	1579.45	1.90	831.289

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

h = BI Maksimum (teoritis)
 $(100 : ((\% \text{ aggr} / \text{BI aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BI aspal})))$
 I = b x g / BI aspal

j = (100-b) g/BI aggr
 k = (100-I-j) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x I/I) rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - (100 \times g/h)$ (%)
 BI agregat

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profil ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelcahan plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BI aspal : 1.036
 BI agregat : 2.599

Tanda tangan

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kalitirg Km. 144 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 2 September 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar Asbuton 1,5 %

Sample	f (mm)	a	B	c	d	e	f	g	h	i	j	K	l	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)	QM	
1	68	6.952	6.5	1174.0	1196.0	629.0	567.0	2.071	2.367	12.991	74.489	12.520	25.511	50.922	12.520	805	2757.13	2386.64	2.10	1136.493	
2	68	6.952	6.5	1178.0	1193.0	632.0	561.0	2.100	2.367	13.175	75.542	11.284	24.458	53.866	11.284	640	2192	1897.45	3.45	549.986	
3	70	6.952	6.5	1176.0	1186.0	629.0	557.0	2.111	2.367	13.217	75.955	10.798	24.045	55.091	10.798	615	2106.38	1776.83	2.75	646.119	
1	68	7.527	7.0	1174.0	1186.0	660.0	526.0	2.232	2.351	15.081	79.865	5.054	20.135	74.900	5.054	575	1969.38	1704.74	1.80	777.533	
2	68	7.527	7.0	1174.5	1186.0	631.5	534.5	2.118	2.351	14.312	75.793	9.896	24.207	59.122	9.896	605	2072.13	1793.68	1.90	944.044	
3	69	7.527	7.0	1179.0	1191.0	632.0	559.0	2.109	2.351	14.251	75.471	10.278	24.529	58.097	10.278	475	1626.88	1388.09	0.80	1735.115	
1	69	8.108	7.5	1178.5	1190.0	628.5	561.5	2.099	2.335	15.194	74.699	10.107	25.301	60.054	10.107	497	1702.23	1452.38	2.15	675.527	
2	69	8.108	7.5	1178.5	1190.0	628.0	562.0	2.097	2.335	15.181	74.633	10.187	25.367	59.844	10.187	390	1335.75	1139.70	2.45	465.182	
3	70	8.108	7.5	1175.0	1191.0	623.0	568.0	2.069	2.335	14.976	73.625	11.399	26.375	56.780	11.399	320	1096	924.53	2.00	462.264	
1	68	8.696	8.0	1172.0	1186.0	633.0	553.0	2.119	2.319	16.366	75.021	8.613	24.979	65.518	8.613	430	1472.75	1274.85	1.40	910.607	
2	69	8.696	8.0	1166.5	1185.0	623.5	561.5	2.077	2.319	16.042	73.539	10.419	26.461	60.626	10.419	355	1215.88	1037.42	1.50	691.611	
3	68	8.696	8.0	1172.5	1185.0	621.0	564.0	2.079	2.319	16.053	73.589	10.357	26.411	60.784	10.357	495	1695.38	1467.56	4.10	357.941	
								2.092				9.796		62.309						1259.94	653.386

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan (%)
 b = % aspal terhadap campuran (%)
 c = berat kering sebelum direndam (gram)
 d = berat dalam keadaan SSID (gram)
 e = berat di dalam air (gram)
 f = Vol (isi) = d - e (gr)
 g = berat isi sample = e/f (gr/cc)
 h = B1 Maksimum (teoritis)
 $(100 - ((\% \text{ agr}/B1 \text{ agr}) + (\% \text{ aspal}/B1 \text{ aspal})))$
 i = b x g / B1 aspal
 j = (100-b) g/B1 agr
 k = (100-i) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x l/B) rongga yang terisi aspal (VF/WA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - ((100 \times g/h) (\%))$
 B1 = agregat
 B1 = agregat
 B1 = agregat
 B1 = agregat
 Tanda tangan
 Ir. Iskandar S., MT
 Kepala Lab. Jalan Raya



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 20 Agustus 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T
 Diperiksa Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K L T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
 Kadar Aspal Optimum 0 %

Sample	t (mm)	30 Menit										QM								
		A	b	c	d	e	f	g	h	i	j		k	L	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)
1	63	7.991	7.4	1174	1176	654	522	2.249	2.338	16.065	80.131	3.804	19.869	80.854	3.804	650	2226.25	2254.08	1.95	1155.938
2	63	7.991	7.4	1177	1180	657	523	2.250	2.338	16.075	80.182	3.743	19.818	81.114	3.743	595	2037.88	2063.35	3.65	565.301
3	63	7.991	7.4	1174	1177	661	516	2.275	2.338	16.251	81.063	2.686	18.937	85.819	2.686	568	1945.4	1969.72	3.30	596.884
								2.258					19.541	82.596	3.411				2.97	772.708

Sample	t (mm)	24 Jam										QM								
		A	b	c	d	e	f	g	h	i	j		k	L	m	n	o	p (kg)	q	r (mm)
1	64	7.991	7.4	1180	1185	655	530	2.226	2.338	15.903	79.325	4.772	20.675	76.919	4.772	550	1863.75	1808.40	2.45	738.122
2	64	7.991	7.4	1172	1179	662	517	2.267	2.338	16.192	80.768	3.039	19.232	84.197	3.039	580	1986.5	1907.04	2.20	866.836
3	63	7.991	7.4	1177	1184	664	520	2.263	2.338	16.168	80.645	3.187	19.355	83.532	3.187	650	2226.25	2254.08	2.50	901.631
								2.252					19.754	81.549	3.666				2.38	835.350

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan (%)
 b = % aspal terhadap campuran (%)
 c = berat kering sebelum direndam (gram)
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)
 e = berat di dalam air (gram)
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sample = c/f (gr/cc)
 h = BJ Maksimum (teoritis)

$$h = \frac{100 \cdot (e \cdot g_{\text{aggr}} / B_J \text{ aggr}) + (e \cdot g_{\text{aspal}} / B_J \text{ aspal})}{100 - (b \cdot g_{\text{aspal}} / B_J \text{ aspal})}$$

 j = (100-b) g/BJ aggr
 k = (100-j) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x l/l) rongga yang terisi aspal (Vf/WA)
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profing ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pemadatan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.036
 BJ agregat : 2.599

tanda tangan

Dr. Iskandar S., M.T.
 Kepala Lab. Jalan Raya



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp 95330 Yogyakarta

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 7 September 2002

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T
 Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
 Kadar Aspal Optimum 0.25 %

Sample	t (mm)	30 Menit													QM					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		N	O	P (kg)	Q	R (mm)
1	62	8108	7.5	1179	1181	660	521	2.263	2.335	16.351	80.386	3.263	19.614	83.364	3.263	370	1267.25	1314.77	1.30	1011.363
2	63	8108	7.5	1173	1174	655	519	2.260	2.335	16.362	80.439	3.199	19.561	83.645	3.199	400	1370	1387.13	3.00	462.375
3	64	8108	7.5	1176	1179	658	521	2.257	2.335	16.278	80.028	3.694	19.972	81.503	3.694	670	2294.75	1858.75	2.20	844.885
								2.260					19.716	82.837	3.385			1520.21	2.17	772.874

Sample	t (mm)	24 Jam													QM					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		N	O	P (kg)	Q	R (mm)
1	64	8108	7.5	1173	1178	664	514	2.282	2.335	16.521	81.221	2.258	18.779	87.978	2.258	370	1267.25	1216.56	3.90	311.938
2	64	8108	7.5	1178	1181	653	528	2.231	2.335	16.152	79.035	4.444	20.595	78.124	4.414	445	1524.13	1463.16	3.80	385.042
3	63	8108	7.5	1175	1177	655	522	2.251	2.335	16.296	80.113	3.591	19.887	81.941	3.591	380	1301.5	1317.77	3.00	439.256
								2.255					19.754	82.781	3.431			1347.27	3.57	380.685

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan (%)
 b = % aspal terhadap campuran (%)
 c = berat kering sebelum direndam (gram)
 d = berat dalam keadaan SSD (gram)
 e = berat di dalam air (gram)
 f = Vol (isi) = d - e (gr)
 g = berat isi sample = e/f (gr/cc)
 h = BJ Maksimum (teoritis)
 i = 100 * ((% aggr / BJ aggr) + (% aspal / BJ aspal))
 j = b x g / BJ aspal
 k = (100 - i - j) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100 - i) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x l / i) rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

o = pembuangan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profing ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)
 r = FI,OW (kelelahan plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pematangan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.036
 BJ agregat : 2.599

Tanda tangan

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



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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T
 Jenis campuran : HRS - B
 Tanggal : 5 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T
 Dwi Yulianto
 Rico Fanny K.L.T

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Kadar Asbuton 0.5 %

Sample	t (mm)	a	b	c	d	E	f	g	H	I	J	K	L	M	N	O	P (kg)	q	r (mm)	QM	
1	68	6.952	6.5	1190.0	1198.5	638.0	560.5	2.123	2.367	13.321	76.379	10.300	23.621	56.394	10.300	405	1387.13	1200.73	2.40	500.304	
2	67	6.952	6.5	1179.0	1189.0	641.0	548.0	2.151	2.367	13.499	77.400	9.102	22.600	59.727	9.102	472	1616.6	1429.68	2.45	583.543	
3	67	6.952	6.5	1176.0	1185.0	644.0	541.0	2.174	2.367	13.618	78.202	8.160	21.798	62.566	8.160	465	1592.63	1408.48	2.50	563.391	
1	66	7.527	7.0	1173.0	1180.0	638.0	542.0	2.164	2.351	14.223	77.442	7.935	22.558	64.823	7.935	440	1507	1367.60	2.45	549.079	
2	66	7.527	7.0	1184.0	1189.5	649.0	540.5	2.191	2.351	14.411	78.185	6.814	21.615	68.476	6.814	385	1318.63	1196.65	2.45	488.429	
3	65	7.527	7.0	1172.0	1185.0	649.0	536.0	2.187	2.351	14.74	78.242	6.984	21.758	67.902	6.984	510	1746.75	1629.24	3.10	525.562	
1	66	8.108	7.5	1175.5	1182.0	647.5	534.5	2.199	2.335	15.921	78.271	5.806	21.727	73.278	5.806	485	1661.13	1507.47	2.45	615.294	
2	66	8.108	7.5	1183.5	1191.0	649.0	542.0	2.184	2.335	15.808	77.715	6.477	22.285	70.934	6.477	581	1989.93	1805.86	2.60	694.560	
3	67	8.108	7.5	1177.5	1186.0	643.0	543.0	2.169	2.335	15.699	77.179	7.123	22.821	68.789	7.123	456	1561.8	1381.22	2.75	502.261	
1	65	8.696	8.0	1171.5	1178.0	645.0	533.0	2.198	2.319	16.972	77.803	5.224	22.197	76.463	5.224	464	1589.2	1482.29	2.52	588.210	
2	66	8.696	8.0	1185.0	1191.0	652.0	539.0	2.199	2.319	16.977	77.824	5.199	22.176	76.554	5.199	550	1883.75	1709.50	2.58	662.598	
3	64	8.696	8.0	1169.0	1175.0	644.0	531.0	2.202	2.319	17.000	77.929	5.071	22.071	77.026	5.071	450	1541.25	1479.60	2.93	504.983	
								2.199		22.148	76.681	5.165			5.165			1557.131		2.68	584.297

t = tebal benda uji (mm)
 a = % aspal terhadap batuan (%)
 b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering sebelum direndam (gram)
 d = berat dalam kendaraan SSD (gram)
 e = berat di dalam air (gram)
 f = Vol (isi) = d - e (gr)
 g = berat isi sample = c/f (gr/cc)

h = BJ Maksimum (teoritis)
 $(100 \cdot (\% \text{ aggr} / \text{BJ aggr}) + (\% \text{ aspal} / \text{BJ aspal}))$
 I = b x g / BJ aspal

j = (100-b) g/BJ aggr
 k = (100-I) jumlah kandungan rongga (%)
 l = (100-j) rongga terhadap agregat (%)
 m = (100 x I/l) rongga yang terisi aspal (VF/WA)
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x g/h) (%)

0 = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi profil ring
 q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS) (kg)

r = FLOW (kelembaban plastis) (mm)
 Suhu pencampuran : 160 °C
 Suhu pematangan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.036
 BJ agregat : 2.599

anda tangan

 Ir. Iskandar S. MI
 Kepala Lab Jalan Raya



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS BATUAN ASBUTON

Contch dari : DPU Bantul Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : Ekstraksi Asbuton B₂₀ Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 16 Januari 2003 Rico Fanny K L T

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat	
1.	Berat vichnometer kosong	28.8	gram
2.	Berat vichnometer + aquadest	78.52	gram
3.	Berat air (2 - 1)	49.72	gram
4.	Berat vichnometer + aspal	51.89	gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	23.09	gram
6.	Berat vichnometer + aspal + aquadest	91.49	gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	39.60	gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	10.12	gram
9.	Berat jenis aspal : berat volume (5 / 8)	2.282	

Yogyakarta, 17 Januari 2003

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



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASBUTON

Contoh dari : DPU Bantul Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : Asbuton B₂₀ Dwi Yulianto
 Diperiksa tgl. : 16 Januari 2003 Rico Fanny K L T

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	14.81 gram
2.	Berat vicnometer + aquadest	25.64 gram
3.	Berat air (2 - 1)	10.83 gram
4.	Berat vicnometer + aspal	19.96 gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	5.15 gram
6.	Berat vicnometer + aspal + aquadest	28.28 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	8.32 gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	2.51 gram
9.	Berat jenis aspal : berat volume (5 / 8)	2.052

Yogyakarta, 17 Januari 2003

(Signature)

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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Dwi Yulianto	96310056	Transportasi
2	Rico Fanny KLT.	96310092	Transportasi

JUDUL TUGAS AKHIR :

Penelitian penambahan aspal batu boton (Asmiton) terhadap karakteristik campuran HRS - B. AC 50/70.

.....

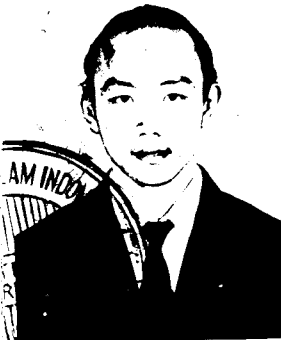
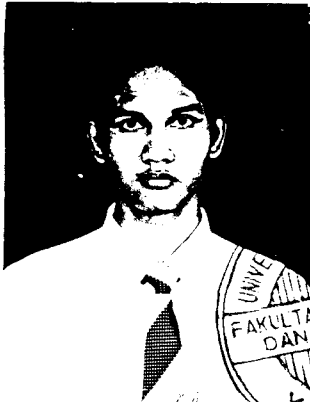
.....

PERIODE III : MARET - AGUSTUS

TAHUN : 2002 / 2002

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

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. H. Bachnas, M.Sc
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Miftahul Fauziah, MT.



Yogyakarta, 24 April 2002
 a.n. Dekan,

 Ir. H. Munadhir, MS.

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	1/6-02	- Perbaiki yg di beri tanda	BS
	8/6-02	- Perbaiki cara menulis judul tabel. (tabel s.s)	BS
	11/6-02	Proposal di periksa pada Pembimbing II.	BS
	12/6-02	Perbaiki yg di beri tanda	BS
		Siapkan Seminar	BS
	29/06-02	Revisi materi laporan di hasilkan dari data Lab.	BS
	28/06-02	Perbaiki sesuai koreksi yg ditangani	BS
	19 nov '02	Perbaiki analisis & pemb	BS
	22 nov'	Ke Dp I	BS
	20/12-02	lengkapi dan perbaiki yg di beri tanda.	BS
	3/01-02	Ace untuk di Sidang	BS