

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN ABU VULKANIK
DENGAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
DALAM CAMPURAN HRS B



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UIR YOGYAKARTA

Oleh :

BUDIHARTO

96 310 059

960051013114120052

LAISYNA ASTIVANI ARYZA

96 310 215

960051013114120187

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

2002

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN ABU VULKANIK
DENGAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
DALAM CAMPURAN HRS B

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

Oleh :

Nama : Budiharto

No. Mhs. : 96 310 059

Nirm. : 960051013114120052

Nama : Laisyna Astivani Aryza

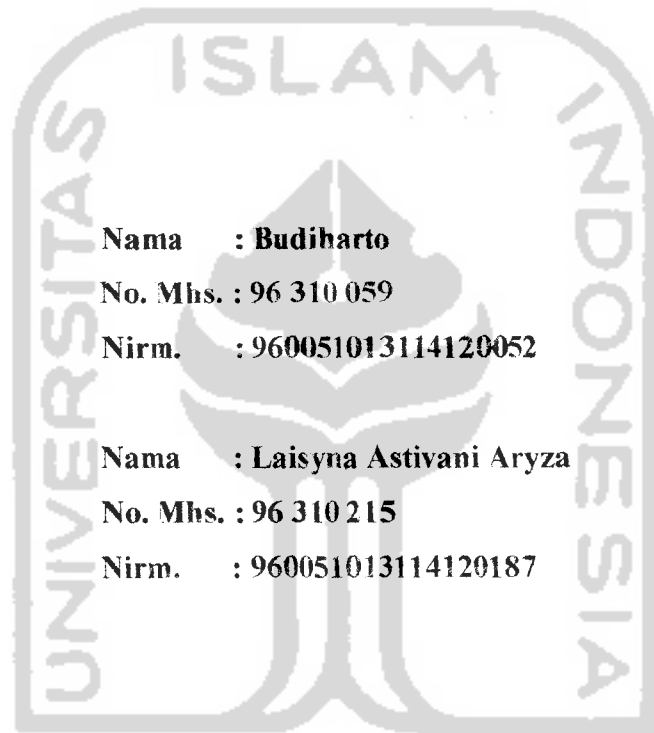
No. Mhs. : 96 310 215

Nirm. : 960051013114120187

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

2002

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANTARA PENGGUNAAN ABU VULKANIK
DENGAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER*
DALAM CAMPURAN HRS B




Nama : Budiharto
No. Mhs. : 96 310 059
Nirm. : 960051013114120052

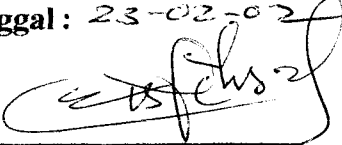
Nama : Laisyna Astivani Aryza
No. Mhs. : 96 310 215
Nirm. : 960051013114120187

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing I

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


Tanggal : 23-02-02


Tanggal : 25-02-02

MOTTO

“...Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”

(QS. Mujadilah : 11)

“... katakanlah, ‘Apakah sama orang yang mengetahui dengan orang yang tidak mengetahui?’ Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.”

(QS. Az Zumar : 9)

“...Janganlah kalian berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada yang berputus asa dari rahmat Allah, kecuali kaum kafir.”

(QS. Yusuf : 87)

HALAMAN PERSEMBAHAN

I, **Lais**, would like to dedicate this thesis
to the one and only ... **ALLAH** ... my Creator,
to whom I yield myself to ...,
to those who shape my soul, ... **Mama and Papa** ...
thank you for everything you did for me ...
I love you ...,
to my big brother ... **mas Bobby** ...
thank's for the tips, ...
to my sister ... **dik Gerri** ... I miss you honey, ...
to my youngest brother ... **dik Yuan** ...
thank's for pokemon and cat-dog games,
it's been fun ...,
to all of my friends ... for always remind me ...
I need it ...,
Last but not least,
to those who work so hard on reserving mother nature ...
thank you guys for giving me the opportunity
to see the magnificent mother nature
once more

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ahamdullahi Rabbil 'Alamin

Puji Syukur Kami Panjatkan Kehadirat Allah SWT Yang Telah Memberikan Berkah Dan Rahmatnya Serta Memberikan Kemudahan Kepada Kami Sehingga Kami Dapat Mengerjakan Dan Menyelesaikan Tugas Akhir Ini

Kupersembahkan Tugas Akhir Ini Untuk

Bapak Ibuku Tercinta Yang Tiada Henti Terus Mendoakan Serta Memberikan Semangat Untuk Tetap Belajar Dan Berusaha Sehingga Ananda Dapat Menyelesaikan Program S-1, Dan Ini Merupakan Bakti Ananda.

Nenekku Tercinta Yang Selalu Berdoa Untuk Cucu-Cucunya Adikku Tersayang Ninik Dan Susy (My Little Sister) Yang Telah Memberikan Doa Dan Semangat Buat Mas Budhi

Tak Lupa Juga Ucapan Terima Kasihku Untuk

Lais (My Best Partner) Atas Semua Usaha Dan Kerjasamanya Dalam Mengerjakan Tugas Akhir Ini. Akhirnya Kita Lulus Juga Ya..... (Tank's A Lot)

Keluarga Pak De Risman (Yogya), Makasih Untuk Dukungan, Dorongan Dan Doanya Selama Ini.

Penghuni Kontrakan Jambu Sari Delima IV No. 33 (Ipunk, Iwan, Izul) Makasih Atas Tumpangan Dan Dukungan Yang Kalian Berikan Slama Ini.

Izul (My Best Friend)..... Makasih Udah Nemenin Konsultasi, Moga Kita Tetap Bersahabat Hingga Akhir Nanti.

Teman-Teman Kelas C SIPIL 1996 Dan Semua Teman-Temanku Yang Tidak Dapat Disebutkan Satu Persatu.

BUDIHARTO

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan tugas yang harus dilakukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan dan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada jenjang S-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dengan selesainya tugas akhir ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, bimbingan serta dorongan yang diberikan selama proses penelitian berlangsung hingga penulisan tugas akhir ini selesai. Ucapan terima kasih tersebut kami tujukan kepada :

1. Bapak Ir. Subarkah, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. H. Corry Jacob, MS, selaku Dosen Tamu Tugas Akhir.
4. Papa, mama, mas Bobby, dik Gerri dan dik Yuan yang tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan.
5. Anton, Adi, Krisna, Anggit dan Taufik yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.
6. Khalis dan Iwan, atas bantuannya dalam berdiskusi.
7. Teman-temanku, untuk saling mengingatkan.

Akhirnya, penyusun berharap kiranya laporan ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya dan bagi penyusun sendiri pada khususnya. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Desember 2001

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 HRS (<i>Hot Rolled Sheet</i>)	5
2.2 Agregat	6
2.3 Aspal	7
2.3.1 Persyaratan Aspal	9
2.4 Bahan Pengisi/ <i>Filler</i>	10
2.5 Abu Vulkanik	13
2.6 Abu Batu	14
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan	15
3.2 Karakteristik Perkerasan	17
3.2.1 Stabilitas	17
3.2.2 Fleksibilitas	18
3.2.3 Keawetan (<i>Durability</i>)	18
3.2.4 Ketahanan Kelelahan (<i>Fatigue Resistance</i>)	19
3.2.5 Tahanan Geser (<i>Skid Resistance</i>)	20
3.2.6 Kemudahan Pelaksanaan (<i>Workability</i>)	20
3.3 <i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	21
3.3.1 Bahan Penyusun <i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	22
3.3.1.1 Agregat	22
3.3.1.2 Aspal Keras	23
3.4 Parameter <i>Marshall Test</i>	25
3.4.1 Stabilitas	25
3.4.2 <i>Flow</i>	26

3.4.3 Density	26
3.4.4 Void Filled With Asphalt (VFWA)	27
3.4.5 Void In The Mix (VITM)	28
3.4.6 Marshall Quotient (MQ)	29
3.5 Immersion Test	30
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Metodologi Penelitian	31
4.2 Penelitian Bahan	31
4.3 Penelitian	32
4.4 Bagan Alir Penelitian	33
4.5 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian	34
4.5.1 Lokasi Penelitian	34
4.5.2 Bahan Penelitian	34
4.5.3 Alat Penelitian	34
4.6 Jumlah Benda Uji	37
4.7 Parameter Pengujian <i>Marshall</i>	38
4.8 Pengujian Campuran	38
4.8.1 Pengujian <i>Marshall Standard</i>	38
4.8.2 Pengujian Perendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	39
4.9 Analisis Data	41
BAB V HASIL PENELITIAN DI LABORATORIUM	
5.1 Hasil Penelitian Agregat	44
5.2 Hasil Penelitian Aspal	45
5.3 Hasil Penelitian Campuran <i>Hot Rolled Sheet (HRS) B</i>	45
5.4 Hasil Pemeriksaan <i>Immersion Test</i>	51
BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
6.1 Analisis Terhadap Nilai Stabilitas	53
6.2 Analisis Terhadap Nilai Kelelahan (<i>Flow</i>)	55
6.3 Analisis Terhadap Nilai VITM (<i>Void In The Mix</i>)	56
6.4 Analisis Terhadap Nilai VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	59
6.5 Analisis Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient (MQ)</i>	60
6.6 Analisis Terhadap Nilai <i>Density</i>	61
6.7 Analisis Hasil Penelitian Terhadap Persyaratan Bina Marga	63
6.8 Analisis Terhadap Hasil Uji Perendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	64
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan	67
7.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 3.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal
- Grafik 3.2 Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Aspal
- Grafik 3.3 Grafik Hubungan *Density* dengan Kadar Aspal
- Grafik 3.4 Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal
- Grafik 3.5 Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal
- Grafik 3.6 Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Aspal
- Grafik 6.1 Stabilitas
- Grafik 6.2 *Flow*
- Grafik 6.3 VITM
- Grafik 6.4 VFWA
- Grafik 6.5 MQ
- Grafik 6.6 *Density*



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Abu Vulkanik Gunung Merapi, Yogyakarta
Tabel 3.1	Persyaratan HRS B
Tabel 3.2	Spesifikasi Gradasi Agregat Campuran HRS B
Tabel 3.3	Persyaratan Aspal Keras
Tabel 5.1	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah
Tabel 5.2	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus
Tabel 5.3	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70
Tabel 5.4	Hasil Tes <i>Marshall</i> dari Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Batu
Tabel 5.5	Hasil Tes <i>Marshall</i> dari Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Vulkanik
Tabel 5.6	Persyaratan Campuran HRS B
Tabel 5.7	<i>Immersion Test</i> dengan Lama Perendaman 0,5 jam
Tabel 5.8	<i>Immersion Test</i> dengan Lama Perendaman 24 jam
Tabel 6.1	Kadar Aspal Optimum dari Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Batu
Tabel 6.2	Kadar Aspal Optimum dari Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Vulkanik
Tabel 6.3	Hasil Uji Perendaman <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Batu
Tabel 6.4	Hasil Uji Perendaman <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS B dengan <i>Filler</i> Abu Vulkanik

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
 - 1-A. Kadar Aspal 6 %
 - 1-B. Kadar Aspal 6,5 %
 - 1-C. Kadar Aspal 7 %
 - 1-D. Kadar Aspal 7,5 %
 - 1-E. Kadar Aspal 8 %
2. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
3. Lampiran Pemeriksaan Berat jenis Agregat Halus
4. Lampiran Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)
5. Lampiran Pemeriksaan *Sand Equivalent Data*
6. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
7. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Batu
8. Lampiran Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Vulkanik
9. Lampiran Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
10. Lampiran Pemeriksaan Kelarutan CCL_4 (*Solubility*)
11. Lampiran Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
12. Lampiran Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
13. Lampiran Pemeriksaan Daktilitas (*Ductility*) Residu
14. Lampiran Pemeriksaan Penetrasi Aspal
15. Lampiran Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
 - 15-A. Kadar Aspal 6,325 % (Kadar Aspal Optimum Abu Batu)
 - 15-B. Kadar Aspal 6,15 % (Kadar Aspal Optimum Abu Vulkanik)
16. Lampiran Perhitungan *Test Marshall*
 - 16-A. Kadar Aspal 6 %
 - 16-B. Kadar Aspal 6,5 %
 - 16-C. Kadar Aspal 7 %
 - 16-D. Kadar Aspal 7,5 %
 - 16-E. Kadar Aspal 8 %
17. Lampiran Perhitungan *Test Marshall* dan *Test Immersion*
 - 17-A. Kadar Aspal Optimum 6,325 % untuk *Filler* Abu Batu
 - 17-B. Kadar Aspal Optimum 6,15 % untuk *Filler* Abu Vulkanik
18. Lampiran Pemeriksaan Parameter Fisika dan Kimia oleh BTKL Yogyakarta
19. Lampiran Tabel Angka Koreksi Stabilitas

INTISARI

Sejalan dengan peningkatan pembangunan di berbagai bidang, jalan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat dibutuhkan untuk memperlancar hubungan antar daerah. Oleh karena itu, pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jalan harus dipacu perkembangannya agar dapat melayani arus transportasi yang memenuhi syarat, baik secara teknik maupun ekonomis serta dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pelayanan lalu lintas. Untuk melaksanakan semua itu dibutuhkan dana yang tidak sedikit. Efektifitas dan efisiensi dana yang diinvestasikan dalam bentuk perkerasan aspal, antara lain dipengaruhi oleh bahan-bahan yang memiliki nilai ekonomis tanpa mengurangi kekuatan konstruksi jalan. Oleh karena itu, perlu dicari bahan alternatif lain yang dapat digunakan dan membandingkannya dengan bahan-bahan yang umum dipakai. Salah satu cara untuk mendapatkan material yang bernilai ekonomis adalah dengan memanfaatkan material yang ada di daerah setempat yaitu dengan mengaplikasikan material lokal yang mudah didapatkan dengan komposisi tertentu.

Penelitian ini lebih dititikberatkan kepada analisis pengaruh *filler* dan perilakunya terhadap campuran HRS B dengan mengacu pada spesifikais Bina Marga. Jenis *filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah abu vulkanik dari Gunung Merapi Yogyakarta sebagai material alternatif dengan abu batu sebagai pembandingnya. Pemilihan abu batu sebagai *filler* pembanding karena abu batu sudah umum digunakan sebagai *filler* dalam pekerjaan perkerasan jalan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa *filler* abu vulkanik memiliki nilai Stabilitas, VITMI, *Marshall Quotient* yang lebih rendah dibandingkan dengan *filler* abu batu. Namun demikian, *filler* abu vulkanik memiliki nilai *Flow*, *VFWA*, *Density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* abu batu. Selain itu *filler* abu vulkanik memiliki kemampuan menyerap aspal lebih baik dibandingkan dengan *filler* abu batu, dan *filler* abu vulkanik memiliki indeks tahanan kekuatan lebih baik dibandingkan dengan *filler* abu batu. Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa *filler* abu vulkanik dapat digunakan sebagai *filler* alternatif dalam campuran HRS B dengan jumlah tertentu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan peningkatan pembangunan di berbagai bidang, jalan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat dibutuhkan untuk memperlancar hubungan antardaerah. Kelancaran hubungan antardaerah sangat menunjang kelancaran pembangunan di Indonesia, baik di bidang ekonomi, sosial budaya, maupun di bidang pertahanan keamanan. Oleh karena itu, pembangunan dan peningkatan jalan harus dipacu perkembangannya agar dapat melayani arus transportasi yang memenuhi syarat, baik secara teknik maupun ekonomis serta dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pelayanan lalu lintas.

Setiap tahun pemerintah mengeluarkan dana yang besar untuk pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan jaringan jalan. Sebagian besar dana tersebut digunakan untuk perkerasan jalan, diantaranya adalah pelaksanaan lapisan perkerasan jalan. Efektifitas dan efisiensi dana yang diinvestasikan dalam bentuk perkerasan aspal, antara lain dipengaruhi oleh bahan-bahan yang memiliki nilai ekonomis tanpa mengurangi kekuatan konstruksi jalan.

Dengan adanya tuntutan untuk meningkatkan pembangunan jaringan jalan yang disertai dengan tuntutan untuk mencari material penyusun lapisan perkerasan yang ekonomis, membuat kebutuhan terhadap material yang memiliki nilai ekonomis semakin bertambah. Sehingga perlu dicari bahan alternatif lain yang dapat digunakan dan membandingkannya dengan bahan-bahan yang umum dipakai. Salah satu cara untuk mendapatkan material yang bernilai ekonomis adalah dengan memanfaatkan material yang ada di daerah setempat yaitu dengan mengaplikasikan material lokal yang mudah didapatkan dengan komposisi tertentu akan menekan harga tanpa mengurangi kekuatan konstruksi jalan.

Abu vulkanik sebagai abu hasil aktivitas letusan gunung berapi selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu upaya untuk lebih memaksimalkan penggunaan abu vulkanik sebagai alternatif bahan pengisi atau *filler* pada campuran HRS B dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

Oleh karena itu, penelitian ini lebih dititikberatkan kepada analisis pengaruh *filler* dan perilakunya terhadap campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS) B. Jenis *filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah abu vulkanik dari Gunung Merapi di Yogyakarta dan abu batu sebagai pembanding. Pemilihan abu batu sebagai *filler* pembanding karena abu batu sudah umum digunakan sebagai *filler* dalam pekerjaan perkerasan jalan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. membandingkan nilai-nilai stabilitas, *flow* (kelelehan), *Void In The Mix* (VITM), *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *density* dan *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran HRS B dengan kedua bahan *filler* abu vulkanik dan abu batu, dan
2. membandingkan kadar aspal optimum dari kedua bahan *filler* dengan acuan pencarian kadar aspal optimum dari Bina Marga dan melakukan pengujian *Immersion* (uji ketahanan campuran terhadap rendaman) untuk kedua macam campuran HRS B.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah variasi jenis *filler* yang dapat dipergunakan pada lapis keras HRS B.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. agregat kasar menggunakan ukuran diameter maksimum 19,0 mm,
2. agregat kasar dan halus diambil dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo,
3. variasi kadar aspal yang digunakan berkisar antara 6 – 8% dengan interval 0,5%,
4. menggunakan aspal keras AC 60/70,

5. *filler* yang digunakan adalah abu vulkanik Gunung Merapi di Yogyakarta dengan kadar 5% dan *filler* abu batu dengan kadar 5% sebagai pembandingnya. Dasar pengambilan kadar *filler* 5% adalah berdasarkan pada CQCMU (1988) ; penggunaan *filler* dalam campuran perkerasan adalah antara 2 – 8%, sehingga diputuskan untuk mengambil kadar tengah-tengah yaitu 5%, dan
6. penelitian ini hanya berdasarkan pada hasil tes *Marshall* dan tes *Immersion*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 HRS (*Hot Rolled Sheet*)

HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau lebih dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) merupakan lapis penutup yang dibuat dari campuran agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras (AC) dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan secara panas (*Hot Mix*). (Lataston No. 12/PT/B/1983)

Lapis keras HRS mempunyai sifat lentur dan durabilitas yang tinggi. Hal ini disebabkan campuran HRS dengan gradasi timpang mempunyai rongga yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah yang cukup banyak (7 – 8%) tanpa terjadi *bleeding*. Di samping itu, HRS mudah dipadatkan. Hal tersebut menyebabkan lapisan yang dihasilkan mempunyai kedapapan terhadap air dan udara yang tinggi (Cox, B. Lea ND dkk, 1982). HRS ada dua yaitu HRS A untuk lalu lintas sedang, HRS B untuk lalu lintas berat. HRS B ini sering digunakan pada jalan yang mempunyai volume lalu lintas tinggi dan sering dilalui kendaraan berat. (Silvia Sukirman, 1999)

Kualitas campuran pada HRS tidak ditentukan oleh perilaku butiran agregat tetapi oleh kekuatan mortar. Mortar merupakan campuran agregat halus, agregat pengisi dan aspal sebagai pengikatnya, sedangkan agregat kasar sebagai bahan pengisi, Rancangan mortar yang tepat akan menghasilkan campuran HRS yang baik.

2.2 Agregat

Agregat atau batuan secara umum didefinisikan sebagai bagian kulit bumi yang keras, yang merupakan komponen penyusun utama pada lapisan perkerasan jalan, yaitu 90 – 95% berdasarkan berat totalnya atau 78 – 85% berdasarkan volume totalnya (Silvia Sukirman, 1999) dan secara khusus agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan yang merupakan bahan utama konstruksi jalan. (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton {Laston}, 1987)

Agregat adalah komponen utama dalam konstruksi jalan raya. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan suatu perkerasan jalan raya. (Kerbs dan Walker, 1971)

Agregat dapat berupa agregat alam maupun agregat buatan. Agregat alam adalah agregat yang dengan sedikit pengecualian dalam bentuk pasir, kerikil dan batu pecah. Agregat buatan termasuk didalamnya terak (ampas bijih) dari tungku pembakaran tinggi dan juga hasil sampingan pabrik semen dan mesin pemecah batu berupa serpihan-serpihan ringan. (Kerbs dan Walker, 1971)

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa agregat hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama pada perkerasan jalan. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan. (Kerbs dan Walker, 1971)

2.3 Aspal

Salah satu material penyusun HRS yang cukup penting adalah aspal. Dalam campuran, aspal berfungsi sebagai pengikat material penyusunnya selama umur pelayanan, serta sebagai bahan pelumas pada saat pemadatan.

Aspal merupakan senyawa hidrogen (H) dan karbon (C) yang terdiri dari *paraffins*, *naphthene* dan *aromatics*. Bahan-bahan tersebut membentuk kelompok-kelompok sebagai berikut ini.

a. *Asphaltenese*.

Kelompok ini membentuk butiran halus, berdasarkan *aromatics benzene structure* serta mempunyai berat molekul tinggi.

b. *Oils*.

Kelompok ini berbentuk cairan yang melarutkan *asphaltenese*, tersusun dari *paraffins (waxy)*, *cyclo paraffins (wax-free)* dan *aromatics* serta mempunyai berat molekul rendah.

c. *Resins*.

Kelompok ini berbentuk cairan menyelubungi *asphaltenese* dan mempunyai berat molekul sedang. Selanjutnya gabungan *oils* dan *resins* sering juga disebut *maltenese*.

Sifat lekat dari aspal disebabkan karena adanya *resins*, sedangkan sifat pelumasnya karena adanya unsur *oils* pada *maltenese*. (Suprpto Totomihardjo, 1994)

Selain dari itu dengan adanya sifat-sifat tersebut, menyebabkan aspal mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan lainnya, (Suprpto Totomihardjo, 1994), antara lain :

- a. memiliki sifat adhesi dan kohesi,
- b. memiliki *durability*, dan
- c. kepekaan terhadap perubahan temperatur.

Menurut proses terjadinya, aspal dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

- a. aspal alam (*lake asphalt* dan *rock asphalt*), dan
- b. aspal buatan (*petroleum asphalt* dan *tar*).

Pada penggunaan aspal di dalam konstruksi perkerasan jalan, perlu diketahui sifat-sifat pentingnya, yaitu :

- a. tingkat kekerasan aspal, erat hubungannya dengan lokasi penggunaan aspal, jenis konstruksi yang ditangani dan kepadatan lalu lintas ;
- b. suhu pada saat mulai meleleh, yang erat hubungannya dengan proses pencampuran, penghamparan dan pepadatan ;

- c. suhu pada saat aspal mulai menyala, yang erat hubungannya dengan batas pemanasan yang diijinkan tanpa menimbulkan bahaya kebakaran ;
- d. kehilangan berat akibat pemanasan, yang erat hubungannya dengan pencegahan terhadap kerapuhan aspal ; dan
- e. sifat elastisitas aspal yang erat hubungannya dengan daya tahan terhadap perubahan suhu udara pada perkerasan, berat kendaraan dan frekuensi lalu lintas.

2.3.1 Persyaratan Aspal

Aspal sebagai bahan jalan menurut Suprpto Totomihardjo (1994) memiliki sifat-sifat sebagai berikut ini.

1. Kekakuan/ kekerasan/ *stiffness*.
2. Sifat mudah dikerjakan/ *workability*.
3. Kuat tarik/ *tensile strength* dan adhesi/ *adhesion*.

Sifat ini sangat diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat akan tahan terhadap :

- a. retak/ *cracking*,
 - b. pengelupasan/ *stripping/ fretting*, dan
 - c. goyah/ *ravelling*.
4. Tahan terhadap cuaca ; diperlukan agar aspal tetap memiliki tahanan terhadap perubahan cuaca, misalnya konsistensi tidak banyak berubah akibat cuaca, sehingga kondisi permukaan jalan, misalnya koefisien gesek/ *skid resistance*, dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas serta awet.

Konstruksi perkerasan jalan di Indonesia pada umumnya menggunakan aspal AC 60/70 dan AC 80/100 disebabkan Indonesia memiliki iklim tropis dan memiliki lalu lintas bervolume tinggi. (Silvia Sukirman, 1999)

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

2.4 Bahan Pengisi/ Filler

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat saringan no. 30 dan 65% lewat saringan no. 200. Bahan *filler* dapat berupa abu batu, kapur, portland semen atau bahan lain. (Suprpto Totomihardjo, 1994)

Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal sangat mempengaruhi karakteristik beton aspal tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut ini.

1. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal *filler*, meliputi :
 - a. efek penggunaan *filler* terhadap viscositas campuran :
 - 1) efek penggunaan berbagai jenis *filler* terhadap viscositas campuran tidak sama, dan
 - 2) luas permukaan *filler* yang semakin besar akan menaikkan viscositas campuran dibandingkan dengan yang berluas permukaan kecil.
 - b. efek penggunaan *filler* terhadap daktalitas dan penetrasi campuran :
 - 1) kadar *filler* yang semakin tinggi akan menurunkan daktalitas, hal ini juga terjadi pada berbagai suhu, dan

2) jenis *filler* yang akan menaikkan viscositas aspal, akan menurunkan penetrasi aspal.

c. efek suhu dan pemanasan

Jenis dan kadar *filler* memberikan pengaruh yang berbeda pada berbagai temperatur.

2. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran beton aspal.

Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penggelaran dan pemadatan. Di samping itu kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastis campuran dan sensitifitas terhadap air. (Suprpto Totomihardjo, 1994)

Karakteristik geometrik dari partikel *filler* dan permukaan *filler* merupakan sifat-sifat *physico-chemical* dari *filler* yang berpengaruh terhadap perilaku dan durabilitas campuran perkerasan. *Filler* diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat *physico-chemical* dan kekuatan relatif dari campuran yang terbentuk. Klasifikasi ini dapat membantu dalam memprediksi parameter campuran optimal dan perilaku mekanik campuran perkerasan dengan *filler* sebagai bahan pengisi. (Ishai, Ilan dkk, 1980)

Campuran dengan kadar *filler* yang banyak akan menghasilkan film aspal yang tipis sehingga ikatan antaragregat menjadi berkurang. Sementara campuran dengan kadar *filler* yang sedikit akan menyebabkan *filler* tertahan di aspal dan bersama-sama dengan aspal menjadi pengikat dalam campuran. *Filler* dapat memperpanjang waktu layan aspal, sehingga akan meningkatkan efektivitas

kandungan aspal di dalam campuran. (Dukat, Ervin L. dan Anderson, David A., 1980)

Penelitian tentang *filler* juga pernah dilakukan oleh saudara B. Indrianto Gunawan dan Eko Yulianto (2000) dengan judul “Studi Komparasi Antara Semen dan Keramik Lantai Sebagai *Filler* dalam Campuran HRS B”. Pada penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa keramik lantai sebagai *filler* dapat meningkatkan nilai stabilitas, VITM, MQ dan kadar aspal optimum dari campuran perkerasan.

Penelitian lain yang berhubungan dengan *filler* juga dilakukan oleh saudara Budy Kusnadi dan Aji Setiawan (1995) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Limbah Karbid Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal”. Pada penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar *filler* IB (abu batu : limbah karbid = 6 : 1) mempunyai nilai-nilai *density*, VITM, VFWA, stabilitas, *flow* dan MQ yang hampir sama baiknya dibandingkan dengan campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar *filler* IA (abu batu 7%). Secara keseluruhan, hasil penelitian tersebut memenuhi persyaratan Bina Marga.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh saudara Mutiara Hidayati dan Budi Mulyono (1996) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bara Sebagai *Filler* pada *Split Mastic Asphalt* untuk Lapis Permukaan Jalan” menggunakan variasi kadar *filler* (5%, 7,5%, 10%) dan variasi kadar aspal (6,2%, 6,5%, 6,8%, 7,1%, 7,4%). Dari hasil penelitian tiga macam *filler* diperoleh harga aspal optimum yaitu 7,1%. Kadar *filler* yang semakin bertambah akan berakibat

menurunnya nilai-nilai VITM, VFWA, *flow*, MQ, dan *bitumen film thickness* serta memperbesar nilai *density*, *stability* dan *mix stiffness* (kekakuan campuran).

2.5 Abu Vulkanik

Abu vulkanik adalah abu yang berasal dari aktivitas letusan gunung berapi. Dalam penelitian ini, abu vulkanik yang digunakan adalah abu vulkanik dari Gunung Merapi di Yogyakarta.

Berdasarkan pemeriksaan dengan parameter fisika dan kimia yang dilakukan oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Yogyakarta, abu vulkanik Gunung Merapi mengandung komposisi kimia seperti yang tercantum pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Vulkanik Gunung Merapi di Yogyakarta

Nama Unsur	Jumlah Kandungan (mg/kg)
SiO ₂	1839,0
Al ₂ O ₃	-
Fe ₂ O ₃	39952,0
CaO	30856,89
MgO	13977,85
SO	1800,0
Na ₃ O	6100,59

Sumber : Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Yogyakarta

2.6 Abu Batu

Mineral *filler* abu batu merupakan hasil samping produksi pemecah batu “stone crusher” yang lolos saringan no. 200. *Filler* abu batu pada umumnya yang paling sering digunakan pada perkerasan jalan raya. Kualitas abu batu sangat bergantung pada kualitas bahannya, untuk idealnya abu batu yang dipakai adalah hasil dari batuan yang kuat dan keras. Abu batu dalam penelitian ini diambil dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan meneruskan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*) agar tanah tidak mendapat tekanan yang melebihi daya dukung tanah yang diijinkan. (Silvia Sukirman, 1999)

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut ini.

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat menerima dan meneruskan beban lalu lintas.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas diterima oleh pelat beton.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. (Silvia Sukirman, 1999)

Konstruksi Perkerasan Lentur tersusun atas :

1. lapis permukaan (*surface course*), berfungsi sebagai :
 - a. lapisan yang memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin,
 - b. lapisan yang mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horisontal/ gaya geser dari beban kendaraan,
 - c. lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan, dan
 - d. lapisan aus.
2. lapis pondasi atas (*base course*), berfungsi sebagai :
 - a. lapis pendukung lapis permukaan,
 - b. pemikul beban horisontal dan vertikal, dan
 - c. lapisan peresapan bagi lapis pondasi bawah.
3. lapis pondasi bawah (*subbase course*), berfungsi sebagai :
 - a. lapisan yang menyebarkan beban roda,
 - b. lapis peresapan,
 - c. lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi, dan
 - d. lapisan pertama pada pembuatan struktur perkerasan.

4. tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar merupakan tanah asli, permukaan tanah timbunan atau permukaan tanah galian, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakkan bagian-bagian perkerasan lainnya.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Lapis perkerasan harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman.

Unsur-unsur yang harus diperhatikan untuk mendapatkan lapis perkerasan yang baik menurut Silvia Sukirman (1999) adalah sebagai berikut ini.

3.2.1 Stabilitas

Stabilitas adalah besarnya kemampuan lapis perkerasan jalan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Kebutuhan stabilitas berbanding lurus dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Oleh sebab itu, jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dengan kendaraan yang berat menuntut stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan volume lalu lintas sedang yang dilewati kendaraan ringan saja.

Stabilitas terjadi dari gesekan antarbatuan, penguncian antarbatuan dan daya ikat aspal yang cukup baik. Stabilitas yang tinggi dapat dicapai dengan mengusahakan penggunaan :

1. agregat dengan gradasi rapat,

2. agregat dengan permukaan yang kasar, sehingga ikatan antarbutiran menjadi kuat, dan
3. aspal dengan penetrasi rendah dan kadar aspal optimum,

Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan menjadi kaku dan cepat mengalami retak, selain itu karena volume antaragregat kurang, mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah, sehingga ikatan aspal dengan agregat mudah lepas dan durabilitasnya rendah.

3.2.2 Fleksibilitas

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas tanpa menimbulkan retak. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan cara :

1. menggunakan kadar aspal yang tinggi sehingga diperoleh *Void In The Mix* (VITM) yang kecil, dan
2. menggunakan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh *Void in Mineral Aggregate* (VMA) yang besar.

3.2.3 Keawetan (*Durability*)

Keawetan adalah kemampuan lapis permukaan untuk menahan pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu atau keausan akibat gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Keawetan yang baik untuk campuran perkerasan dilakukan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi dan gradasi rapat, sehingga ikatan antarpartikel akan kuat.

Nilai durabilitas dipengaruhi oleh :

1. film aspal/ selimut aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* menjadi besar,
2. VITM (*Void In The Mix*) kecil, sehingga lapisan menjadi kedap air dan udara. Hal ini mengakibatkan air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh atau getas, dan
3. VMA (*Void in Mineral Aggregate*) besar, sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VITM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

3.2.4 Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis pekerjaan jalan dalam menerima beban. Tanda-tanda dari terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. *Void In The Mix* (VITM) yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat, dan
2. *Void in Mineral Aggregate* (VMA) yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi akan mengakibatkan lapis perkerasan menjadi *fatigue*. (Silvia Sukirman, 1999)

3.2.5 Tahanan Geser (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip baik di waktu hujan atau basah maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan ban kendaraan.

Tahanan geser tinggi jika :

1. penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*,
2. penggunaan agregat dengan permukaan kasar,
3. penggunaan agregat berbentuk kubus, dan
4. penggunaan agregat kasar yang cukup.

3.2.6 Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihamparkan dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Sifat kemudahan ini penting karena pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi :

1. gradasi agregat, agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi kurang baik,
2. temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat termoplastis, dan

3. kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

3.3 Hot Rolled Sheet (HRS)

HRS adalah lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang (*gap graded*), *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

HRS mempunyai fungsi sebagai lapis penutup untuk mencegah masuknya air dari lapis permukaan ke dalam konstruksi perkerasan. Pada umumnya HRS dilaksanakan pada jalan yang telah beraspal, pada jalan yang stabil dan rata maupun pada jalan yang mulai retak-retak atau mengalami aus pada permukaan. Persyaratan HRS B tercantum pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Persyaratan HRS B

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Jumlah tumbukan	75 x 2
2	Rongga udara	3 – 5%
3	<i>Marshall Quotient</i>	200 – 350 kg/mm
4	Stabilitas	> 550 kg
5	<i>Flow</i>	2 – 4 mm

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987

3.3.1 Bahan Penyusun *Hot Rolled Sheet* (HRS)

Bahan penyusun dari HRS yang digunakan adalah agregat, *filler* dan aspal sebagai bahan pengikatnya. Acuan gradasi yang digunakan adalah agregat dengan gradasi timpang untuk campuran HRS.

3.3.1.1 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah atau mineral lainnya berupa agregat hasil alam maupun hasil pengolahan yang digunakan sebagai bahan utama penyusun jalan (Kerbs dan Walker, 1971). Spesifikasi gradasi agregat campuran HRS yang digunakan pada penelitian ini seperti tercantum pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi Gradasi Agregat Campuran HRS B

Ukuran Saringan	% Berat Lolos
Inchi	Saringan
$\frac{3}{4}$	97 – 100
$\frac{1}{2}$	70 – 100
$\frac{3}{8}$	58 – 80
# 4	50 – 60
# 8	46 – 60
# 30	16 – 60
# 50	10 – 48
# 100	3 – 26
# 200	2 – 8

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

Secara umum, agregat sebagai bahan jalan harus memenuhi persyaratan :

1. tahan lama (*durable will give resistance to abrasive wear*),
2. kuat, keras dan ulet (*strong, hard and tough will give resistance to slow rapid loading*), dan
3. khusus untuk bahan lapis permukaan harus memperhatikan :
 - a. keuletan/ *toughness*, agregat harus memiliki keuletan yang cukup sehingga akan memberikan ketahanan terhadap :
 - 1) *slow crushing load*, dan
 - 2) *rapid impact load*.
 - b. kekerasan/ *hardness*, akan memberikan tahanan terhadap *abrasion/ attrition*,
 - c. *polishing*, agregat harus memiliki tahanan terhadap *polishing* agar dapat menyediakan koefisien gesek yang cukup dan dapat tahan lama,
 - d. *stripping*, agar agregat tahan terhadap *stripping* harus mempunyai adhesi yang baik dengan bahan ikatnya, dan
 - e. *weathering*, agregat harus memiliki ketahanan terhadap cuaca, antara lain terhadap perubahan suhu, air dan kembang susut.

3.3.1.2 Aspal Keras

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60 (AC 60/70). Aspal yang digunakan harus memenuhi persyaratan-persyaratan seperti yang tercantum pada tabel 3.3. berikut ini.

Tabel 3.3 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		Min	Max	Min	Max	
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek (<i>ring and ball</i>)	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik Nyala dan Bakar (<i>cleveland open cup</i>)	PA. 0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kelarutan (CCL ₄ atau CS ₂)	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
5. Daktilitas (25°C, 5 cm/mnt)	PA. 0306-76	100	-	100	-	cm
6. Berat Jenis (25°C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Jalan Raya, 1987

Sifat-sifat aspal yang dominan pengaruhnya terhadap lapis perkerasan adalah sifat *thermoplastis* dan *durability*. Sifat *thermoplastis* dari aspal akan berpengaruh terhadap kekentalan/ *viscosity* aspal. Semakin tinggi temperatur maka kekentalan aspal akan menurun, hal ini akan sangat menguntungkan dari sudut pelaksanaan konstruksi. Sifat *durability* aspal didasarkan pada daya tahan terhadap perubahan-perubahan sifat apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca dan akibat beban lalu lintas. Aspal merupakan senyawa hidrogen dan karbon sehingga perubahan sifat yang perlu diperhatikan adalah reaktivitasnya terhadap O₂, sebab aspal pada perkerasan jalan akan selalu berhubungan dengan udara/ oksigen. Reaksi antara oksigen dengan aspal disebut oksidasi. Efek ini sangat bergantung pada sifat aspal dan temperatur. Pada temperatur tinggi, efek oksidasi akan menyebabkan terbentuknya *asphaltenese* lebih banyak. Sedangkan pada temperatur biasa, efek oksidasi akan membentuk suatu selaput yang keras pada permukaan aspal.

3.4 Parameter *Marshall Test*

3.4.1 Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan oleh campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas berbanding lurus dengan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu (batas optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum. Hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan pengikat antaragregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum.

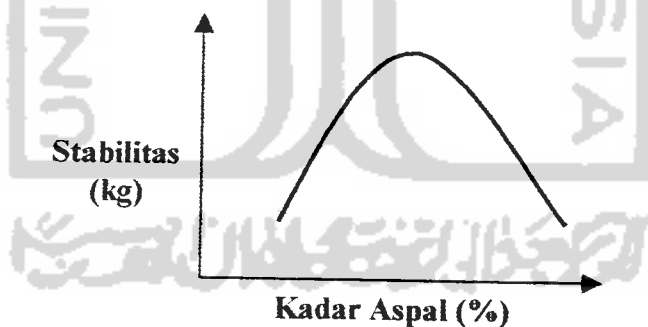
Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$S = p \times q \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan : S = angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

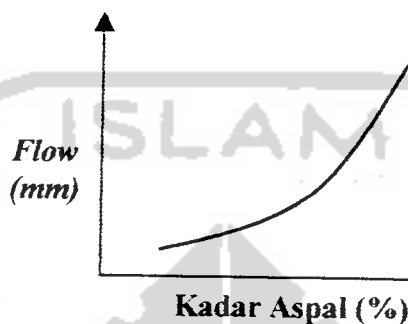


Grafik 3.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

3.4.2 *Flow*

Flow menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai *flow* yang tinggi di atas batas maksimum dan memiliki nilai stabilitas yang rendah

menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Sebaliknya, campuran yang memiliki nilai *flow* yang rendah di bawah batas optimum dan memiliki nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan campuran bersifat kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas.



Grafik 3.2 Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Aspal

3.4.3 Density

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin meningkat.

Nilai *density* diperoleh dari rumus :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan : g = nilai *density* (gr/cc)

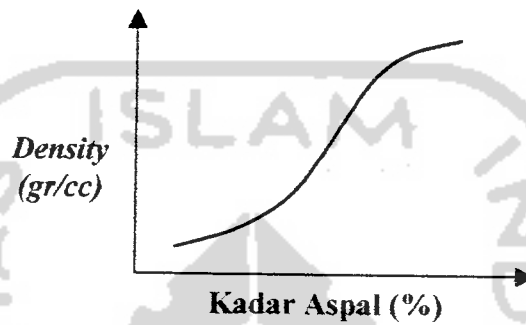
c = berat kering sebelum direndam (gr)

(keterangan lanjutan)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = berat benda uji dalam air (gr)

f = volume benda uji (cc)



Grafik 3.3 Grafik Hubungan *Density* dengan Kadar Aspal

3.4.4 *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

VFWA adalah persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA akan naik seiring naiknya kadar aspal sampai batas tertentu.

Nilai VFWA diperoleh dari rumus :

$$VFWA = 100 \times \left(\frac{i}{L} \right) \dots \dots \dots (3.4)$$

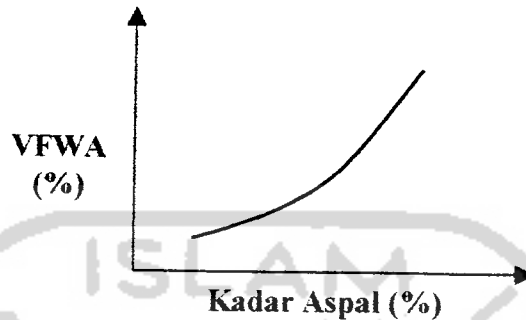
$$i = \frac{b \times g}{bj \text{ aspal}} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ agregat}} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$l = 100 - j \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan : b = persentase aspal terhadap campuran

g = berat isi sampel (gr/cc)



Grafik 3.4 Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal

3.4.5 Void In The Mix (VITM)

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

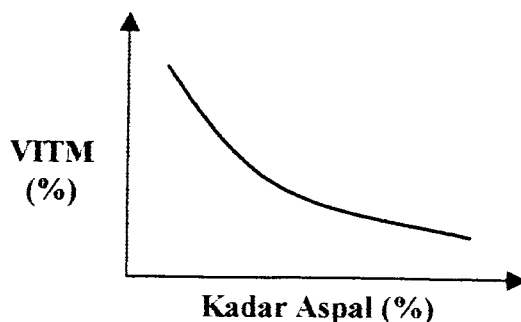
Nilai VITM diperoleh dari rumus :

$$VITM = 100 - \left(100 \times \frac{g}{H} \right) \dots\dots\dots(3.8)$$

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ agregat}}{bj \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}} \right)} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan : g = berat isi sampel (gr/cc)

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



Grafik 3.5 Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal

3.4.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai MQ pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan oleh berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin.

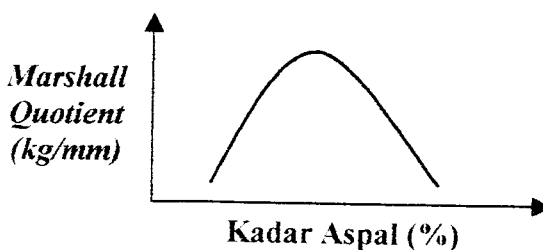
Nilai MQ diperoleh dari rumus :

$$MQ = \frac{S}{R} \quad (3.10)$$

Keterangan : S = nilai stabilitas (kg)

R = nilai *flow* (mm)

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



Grafik 3.6 Grafik Hubungan *Marshall Quotient* dengan Kadar Aspal

3.5 Immersion Test

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

Indeks tahanan kekuatan (*Index of Retained Strength*) akibat dari gangguan air dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S_2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 0,5 jam (S_1). Apabila indeks tahanan kekuatan campuran lebih atau sama dengan 75%, maka campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang baik dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

$$\text{Index of Retained Strength} = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini didasarkan atas tinjauan pustaka dan landasan teori. Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII meliputi pemeriksaan agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal yang dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian telah sesuai dengan spesifikasi bahan campuran HRS.

4.2 Penelitian Bahan

Penelitian terhadap agregat meliputi :

1. pemeriksaan keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*,
2. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar,
3. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus,
4. pemeriksaan berat jenis *filler*,
5. pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal,
6. pemeriksaan *Sand Equivalent*, dan
7. pemeriksaan analisis saringan.

Bitumen (aspal) pada penelitian ini menggunakan jenis aspal keras AC 60/70.

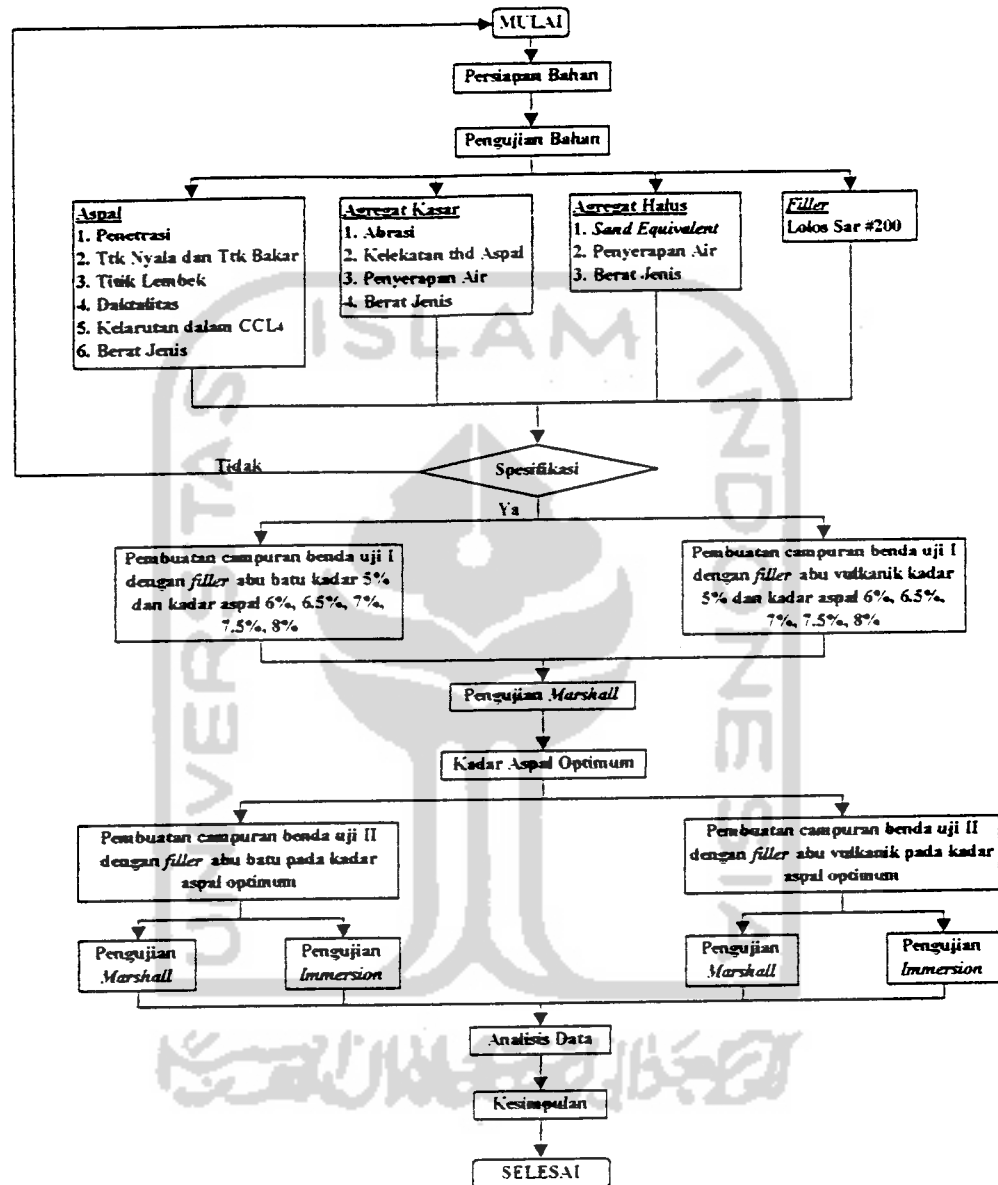
Adapun pemeriksaan aspal di laboratorium meliputi :

1. pemeriksaan penetrasi aspal,
2. pemeriksaan titik nyala dan titik bakar aspal,
3. pemeriksaan titik lembek aspal,
4. pemeriksaan berat jenis aspal,
5. pemeriksaan kelarutan aspal dalam CCL₄, dan
6. pemeriksaan daktilitas.

4.3 Penelitian

Dalam tugas akhir ini, penelitian yang dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *filler* abu vulkanik terhadap campuran HRS B, yang kemudian dibandingkan dengan pengaruh penggunaan *filler* abu batu terhadap campuran HRS B. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Marshall Test* dan metode *Immersion Test*.

4.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

4.5 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

4.5.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. aspal AC 60/70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng, kabupaten Kulon Progo,
3. agregat halus dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo, dan
4. *filler* berupa abu vulkanik dari Gunung Merapi di Yogyakarta dan abu batu dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo.

4.5.3 Alat Penelitian

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

1. Alat uji bahan, terdiri dari :
 - a. alat pemeriksaan abrasi, yaitu mesin *Los Angeles*, timbangan, bola baja, saringan, talem dan oven ;
 - b. alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air, yaitu keranjang kawat kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven dan saringan ;

- c. alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air, yaitu timbangan kapasitas 1 kg, piknometer, *cone* dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku dan desikator ;
- d. alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal, yaitu timbangan kapasitas 2000 gr, spatula, wajan, *beker glass*, saringan termometer dan *aquades* ;
- e. alat pemeriksaan *sand equivalent*, yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat, kaleng Ø 57 mm dengan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan CaCl_2 , *glyserin* dan *formaldehyde* ;
- f. alat pemeriksaan penetrasi bitumen, yaitu pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, *water bath* dan *beker glass* ;
- g. alat pemeriksaan titik lembek, yaitu termometer, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan *beker glass* tahan panas ;
- h. alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, yaitu termometer, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, *stopwatch* dan penahan angin ;
- i. alat pemeriksaan berat jenis aspal, yaitu termometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan *bejana glass* ;

j. alat pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4 , yaitu labu *erlenmeyer*, cawan porselin, tabung penyaring, oven pembakar gas, pompa hampa udara, desikator, larutan CCl_4 dan ammonium karbonat.

2. Alat perancangan campuran

Alat perancangan campuran yaitu formulir dan grafik *mix design*, timbangan, satu set saringan, mesin penggoyang saringan, kuas dan talam.

3. Alat uji campuran, terdiri dari :

a. alat tekan *Marshall*, terdiri dari :

- 1) kepala penekan (*breaking head*) yang berbentuk silinder,
- 2) cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi arloji penekan dengan ketelitian 0,0001, dan
- 3) arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01).

b. cetakan benda uji

Berbentuk silinder diameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") dilengkapi dengan plat atas dan leher sambung.

c. *ejector*

Alat untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.

d. alat penumbuk

Alat untuk menumbuk benda uji dengan permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,53 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.

e. bak perendam (*water bath*)

Bak untuk merendam benda uji setelah ditumbuk. Bak perendam ini dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C.

f. perlengkapan-perengkapan lain :

- 1) wajan untuk memanaskan bahan campuran,
- 2) kompor pemanas,
- 3) termometer berkapasitas 400°C,
- 4) sendok pengaduk,
- 5) timbangan dengan ketelitian 0,1 gram, dan
- 6) spatula untuk menusuk-nusuk campuran.

4.6 Jumlah Benda Uji

Benda uji dibuat sebanyak tiga buah untuk masing-masing variasi sampelnya, dengan demikian akan dibutuhkan benda uji seperti berikut ini.

1. Benda uji dengan lima variasi kadar aspal (6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%)
 - a. untuk *filler* abu vulkanik dengan kadar 5% = 5 x 3 = 15 buah
 - b. untuk *filler* abu batu dengan kadar 5% = 5 x 3 = 15 buah
2. Benda uji dengan kadar aspal optimum untuk *filler* abu vulkanik (kadar 5%)
 - a. tes *Marshall* = 1 x 3 = 3 buah
 - b. tes *Immersion* = 1 x 3 = 3 buah
3. Benda uji dengan kadar aspal optimum untuk *filler* abu batu (kadar 5%)
 - a. tes *Marshall* = 1 x 3 = 3 buah
 - b. tes *Immersion* = 1 x 3 = 3 buah

Sehingga jumlah total benda uji

= 42 buah

4.7 Parameter Pengujian *Marshall*

Pengujian dengan *Marshall Test* yaitu untuk memperoleh nilai stabilitas (*stability*), *flow* dan VITM (*Void In The Mix*). Selain itu juga diperoleh nilai dari VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *Marshall Quotient* (MQ) dan *density*.

4.8 Pengujian Campuran

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu :

4.8.1 Pengujian *Marshall Standard*

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Marshall* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel,
- b. benda uji diberi tanda pengenal,
- c. setiap benda uji diukur tebalnya sebanyak tiga kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm,
- d. benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya,
- e. benda uji direndam dalam air selama 20 – 24 jam agar benda uji menjadi jenuh,
- f. setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat dalam air,
- g. benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dilap supaya kering permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD),
- h. benda uji direndam dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit,

- i. kepala penekan alat *Marshall* dibersihkan dan permukaannya diberi vaselin atau oli untuk memudahkan pelepasan benda uji,
- j. benda uji dikeluarkan dari *water bath*, segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan di atas mesin penguji,
- k. arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada kedudukan di atas salah satu batang penuntun,
- l. kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian kedudukan arloji ditekan pada angka nol,
- m. pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibaca arloji kelelehannya atau *flowmeter*, dan
- n. setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan benda uji selanjutnya siap dilakukan tes.

4.8.2 Pengujian Perendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Pengujian yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall Standard*. Perbedaannya hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan dalam *water bath*. Pada uji perendaman *Marshall*, lama perendaman adalah 24 jam dengan suhu 60°C. Adapun cara pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel,
- b. benda uji diberi tanda pengenal,

- c. setiap benda uji diukur tebalnya sebanyak tiga kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm,
- d. benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya,
- e. benda uji direndam dalam air selama 20 – 24 jam agar benda uji menjadi jenuh,
- f. setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat dalam air,
- g. benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dilap supaya kering permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD),
- h. benda uji direndam dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 24 jam,
- i. kepala penekan alat *Marshall* dibersihkan dan permukaannya diberi vaselin atau oli untuk memudahkan pelepasan benda uji,
- j. benda uji dikeluarkan dari *water bath*, segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan di atas mesin penguji,
- k. arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada kedudukan di atas salah satu batang penuntun,
- l. kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian kedudukan arloji ditekan pada angka nol,
- m. pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti

dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibaca arloji kelelehannya atau *flowmeter*,

- n. setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan benda uji selanjutnya siap dilakukan tes, dan
- o. Hasilnya dapat diketahui dari proses penghitungan selanjutnya.

4.9 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian laboratorium adalah sebagai berikut :

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

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, VITM, VFWA dan MQ diperlukan data-data sebagai berikut ini.

1. Berat jenis aspal (*bj aspal*).

$$bj\ aspal = \frac{\text{berat}}{\text{volume}} \dots\dots\dots(4.1)$$

2. Berat jenis agregat (*bj agregat*).

$$bj\ agregat = \frac{(F_1 \times bj\ F_1) + (F_2 \times bj\ F_2) + (F_3 \times bj\ F_3)}{100} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan : F_1 = persentase agregat kasar

F_2 = persentase agregat halus

(keterangan lanjutan)

F_3 = persentase *filler*

bj F_1 = berat jenis agregat kasar

bj F_2 = berat jenis agregat halus

bj F_3 = berat jenis *filler*

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, VITM, VFWA dan MQ dapat dihitung berdasarkan data-data sebagai berikut ini.

1. Stabilitas.

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dikalikan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan kilogram (kg) kemudian dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan 3.1.

2. *Flow*.

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

3. *Density*.

Nilai *density* menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan 3.2.

4. *Void In The Mix* (VITM).

Nilai VITM adalah persentase rongga di dalam campuran. Nilai VITM dihitung dengan persamaan 3.8.

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA).

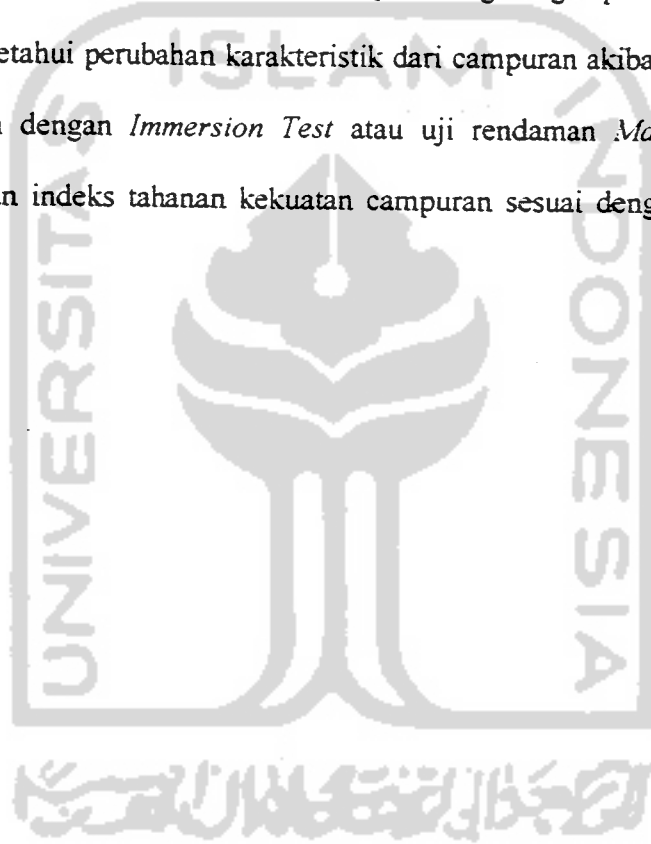
Nilai VFWA menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal.

Nilai VFWA dihitung dengan persamaan 3.4.

6. *Marshall Quotient* (MQ).

Nilai MQ pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilai MQ dihitung dengan persamaan 3.10.

Untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat air, suhu dan cuaca dilakukan dengan *Immersion Test* atau uji rendaman *Marshall* dengan memperhitungkan indeks tahanan kekuatan campuran sesuai dengan persamaan 3.11.



BAB V

HASIL PENELITIAN DI LABORATORIUM

5.1 Hasil Penelitian Agregat

Spesifikasi Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987 dan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dicantumkan pada tabel 5.1 dan tabel 5.2.

Tabel 5.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu Pecah

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maks. 40%	20,56%
2	Kelekatan terhadap aspal	Min. 95%	99%
3	Penyerapan air	Maks. 3%	1,27%
4	Berat jenis bulk	Min. 2,5%	2,647

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987 dan Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Tabel 5.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	Min. 50%	57,41%
2	Penyerapan air	Maks. 3%	2,249%
3	Berat jenis semu	Min. 2,5%	2,778

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapsi Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987 dan Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

5.2 Hasil Penelitian Aspal

Spesifikasi Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan Raya, 1987 dan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dicantumkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.0301-76	60	79	70	0,1 mm
2	Titik Lembek	PA.0302-76	48	58	51	°C
3	Titik Nyala	PA.0303-76	200	-	327	°C
4	Kelarutan CCl ₄	PA.0305-76	99	-	99,02	%berat
5	Daktalitas (25°C, 5 cm/ menit)	PA.0306-76	100	-	126,5	cm
6	Berat Jenis	PA.0307-76	1	-	1,04	-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987 dan Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

5.3 Hasil Penelitian Campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS) B

Contoh hitungan *Marshall Test* untuk campuran dengan *filler* abu vulkanik pada kadar aspal 6% adalah sebagai berikut ini.

a = persen aspal terhadap batuan

$$= \frac{\text{kadar aspal}}{(1 - \text{kadar aspal})} = \frac{6\%}{(1 - 6\%)} = 6,383\%$$

b = persen aspal terhadap campuran

$$= \frac{a}{(100 + a)} = \frac{6,383}{100 + 6,383} = 6\%$$



c = berat kering/ sebelum direndam

$$= 1194 \text{ gr}$$

d = berat dalam keadaan jenuh/ SSD

$$= 1199 \text{ gr}$$

e = berat di dalam air

$$= 684 \text{ gr}$$

f = volume (isi) benda uji

$$= \frac{d - e}{1} = 1199 - 684$$

$$= 515 \text{ ml}$$

g = berat isi benda uji

$$= \frac{c}{f} = 1194 / 515$$

$$= 2,318 \text{ gr/cc}$$

h = bj maksimum (teoritis)

$$= \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ agregat}}{bj \text{ agregat}} \right) + \left(\frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}} \right)} = \frac{100}{\left(\frac{94}{2,6454} \right) + \left(\frac{6}{1,04} \right)}$$

$$= 2,421$$

$$i = \frac{b \times g}{bj \text{ aspal}} = \frac{6 \times 2,318}{1,04}$$

$$= 13,376$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ agregat}} = \frac{(100 - 6) \times 2,318}{2,6454}$$

$$= 82,382$$

k = jumlah kandungan rongga

$$= \boxed{(100 - i - j)} = (100 - 13,376 - 82,382)$$

$$= 4,242$$

l = rongga terhadap agregat

$$= \boxed{(100 - j)} = (100 - 82,382)$$

$$= 17,618$$

m = VFWA = rongga yang terisi aspal

$$= \boxed{100 \times (i / l)} = 100 \times (13,376 / 17,618)$$

$$= 75,921\%$$

n = VITM = rongga yang terisi campuran

$$= \boxed{100 \times (1 - \{g / h\})} = 100 \times (1 - \{2,318 / 2,421\})$$

$$= 4,242\%$$

o = pembacaan stabilitas pada arloji

$$= 500 \text{ kg}$$

p = $\boxed{o \times \text{kalibrasi proving ring}}$

$$= 500 \times 3,4277$$

$$= 1713,9 \text{ kg}$$

q = stabilitas = $\boxed{p \times \text{koreksi tebal benda uji}}$

$$= 1713,9 \times 0,9938$$

$$= 1703,14 \text{ kg}$$

r = *flow* (kelelahan plastis)

$$= 3,4 \text{ mm}$$

$s = \text{Marshall Quotient}$

$$= \frac{q}{r} = 1703,14 / 3,4$$

$$= 500,923 \text{ kg/mm}$$

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya UII diperoleh nilai-nilai VITM, VFWA, Stabilitas, *Flow*, *Density* dan *Marshall Quotient* berdasarkan pembacaan pada alat tekan *Marshall* dan rumus-rumus seperti pada contoh hitungan tes *Marshall* di atas. Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat pada hasil penelitian di laboratorium seperti tercantum pada tabel 5.4 dan tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.4 Hasil Tes *Marshall* dari Campuran HRS B dengan *Filler* Abu Batu

No	Nilai	Kode	Kadar Aspal				
			6%	6.5%	7%	7.5%	8%
1	<i>Density</i> (gr/cc)	1A	2,337	2,318	2,345	2,350	2,346
		2A	2,314	2,288	2,344	2,353	2,353
		3A	2,307	2,356	2,343	2,333	2,351
		Rerata	2,319	2,320	2,344	2,346	2,350
2	VFWA (%)	1A	79,565	80,099	89,813	95,166	98,115
		2A	75,031	74,778	89,635	95,778	99,634
		3A	73,912	88,023	89,488	91,392	99,225
		Rerata	76,089	80,596	89,644	94,069	98,987
3	VITM (%)	1A	3,463	3,599	1,79	0,861	0,347
		2A	4,442	4,824	1,824	0,748	0,066
		3A	4,699	2,004	1,853	1,585	0,141
		Rerata	4,205	3,491	1,822	1,067	0,185
4	Stabilitas (kg)	1A	1947,345	1936,565	2333,139	1622,57	1330,499
		2A	1956,942	2515,904	1896,075	1524,401	1358,003
		3A	1884,049	2067,125	1777,622	1989,651	1079,854
		Rerata	1929,316	2174,084	1997,712	1712,559	1256,936

Tabel 5.4 (lanjutan)

5	Flow (mm)	1A	4,95	1,2	2	3,4	2,8
		2A	1,7	2,25	2,1	3,1	3,9
		3A	3,9	2,85	2,2	2,8	3,1
		Rerata	3,517	2,1	2,1	3,1	3,2667
6	MQ (kg/mm)	1A	393,403	1613,804	1166,569	477,2266	475,1784
		2A	1151,143	1118,18	902,8929	491,7423	348,206
		3A	483,0895	725,307	808,0102	710,5898	348,34
		Rerata	548,6207	1035,278	951,2915	552,4384	384,7765

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Keterangan :

1A, 2A, 3A adalah jenis benda uji campuran HRS B dengan menggunakan *filler* abu batu.



Tabel 5.5 Hasil Tes Marshall dari Campuran HRS B dengan Filler Abu Vulkanik

No	Nilai	Kode	Kadar Aspal				
			6%	6,5%	7%	7,5%	8%
1	Density (gr/cc)	1V	2,318	2,376	2,353	2,365	2,351
		2V	2,309	2,325	2,361	2,343	2,353
		3V	2,338	2,353	2,342	2,351	2,355
		Rerata	2,322	2,351	2,352	2,353	2,353
2	VFWA (%)	1V	75,921	92,565	91,563	98,494	99,064
		2V	74,234	81,496	93,424	93,53	99,525
		3V	79,683	87,369	89,208	95,3	99,990
		Rerata	76,558	86,901	91,361	95,724	99,525
3	VITM (%)	1V	4,242	1,192	1,459	0,261	0,171
		2V	4,624	3,299	1,119	1,169	0,086
		3V	3,439	2,126	1,907	0,836	0,002
		Rerata	4,102	2,215	1,497	0,758	0,086
4	Stabilitas (kg)	1V	1703,138	2311,17	1901,731	1914,569	1205,616
		2V	1809,608	1491,598	2027,796	1321,087	1110,026
		3V	1777,057	2375,702	2001,931	1710,285	1386,505
		Rerata	1763,316	2055,836	1976,872	1648,076	1234,173
5	Flow (mm)	1V	3,4	3,9	2,4	3,1	3,5
		2V	3,55	1,85	2,3	3,1	3,9
		3V	4,7	1,9	3,1	3	3,5
		Rerata	3,8833	2,55	2,6	3,0667	3,6333
6	MQ (kg/mm)	1V	500,9231	592,6076	792,3878	617,603	344,4618
		2V	509,7487	806,2692	881,6506	426,1571	284,6221
		3V	378,0972	1250,369	645,7842	570,0951	396,1442
		Rerata	454,0728	806,2102	760,3353	537,4162	339,6807

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Keterangan :

1V, 2V, 3V adalah jenis benda uji campuran HRS B dengan menggunakan filler abu vulkanik.

Hasil penelitian yang terdapat pada tabel 5.4 dan tabel 5.5 dibandingkan dengan persyaratan yang harus dipenuhi untuk nilai-nilai dari VITM, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient* sesuai dengan persyaratan dari Bina Marga yaitu Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987 seperti tercantum pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Persyaratan Campuran HRS B

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Jumlah tumbukan	2 x 75
2	Stabilitas (kg)	Min. 550
3	<i>Flow</i> (mm)	2 – 4
4	VITM (%)	3 – 5
5	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	200 – 350

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, 1987

5.4 Hasil Pemeriksaan *Immersion Test*

Kadar aspal yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah kadar aspal optimum dari masing-masing *filler* abu batu dan abu vulkanik dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam. Hasil pemeriksaan ini tercantum pada tabel 5.7 dan tabel 5.8.

Tabel 5.7 *Marshall Test* dengan Lama Perendaman 0,5 jam

Lama	Filler	Kode	Stabilitas	Flow	VITM
0,5 jam	Abu Batu	1A	1789,045	2,0	4,342
		2A	2627,054	2,1	3,2122
		3A	2078,917	2,1	3,321
	Abu Vulkanik	1V	2257,595	2,7	4,391
		2V	2212,225	2,0	3,396
		3V	1987,495	2,3	3,069

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Keterangan : 1A, 2A, 3A adalah benda uji dengan *filler* abu batu pada kadar aspal optimum 6,325%.

1V, 2V, 3V adalah benda uji dengan *filler* abu vulkanik pada kadar aspal optimum 6,15%.

Tabel 5.8 *Marshall Test* dengan Lama Perendaman 24 jam

Lama	Filler	Kode	Stabilitas	Flow	VITM
24 jam	Abu Batu	1A*	1825,79	2,1	3,294
		2A*	1796,41	2,2	2,473
		3A*	1659,00	2,0	2,911
	Abu Vulkanik	1V*	2075,47	2,1	3,666
		2V*	1812,73	3,0	3,069
		3V*	1795,61	2,0	3,124

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Keterangan : 1A*, 2A*, 3A* adalah benda uji dengan *filler* abu batu pada kadar aspal optimum 6,325%.

1V*, 2V*, 3V* adalah benda uji dengan *filler* abu vulkanik pada kadar aspal optimum 6,15%.

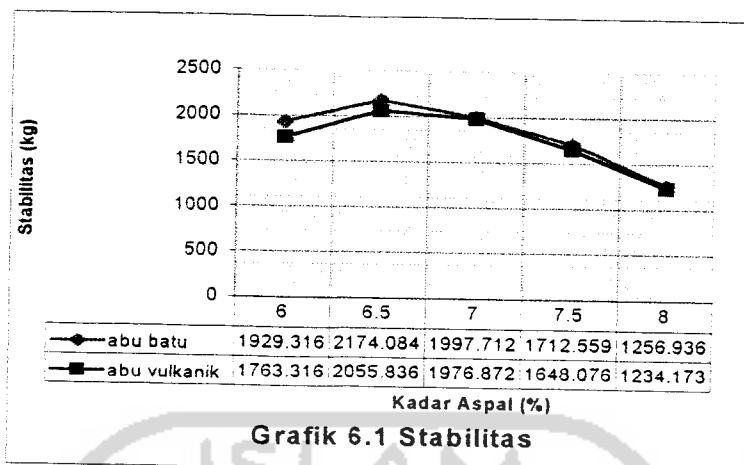
BAB VI

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII maka diketahui parameter yang berpengaruh terhadap campuran HRS B antara lain : Stabilitas, *Flow*, *Density*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient*. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik parameter terhadap kadar aspal (lihat grafik 6.1 sampai grafik 6.6). Kemudian disesuaikan dengan grafik *Marshall* (lihat bab III). Dari hasil perbandingan dapat dilihat bahwa semua grafik yang dihasilkan mempunyai pola yang sama dengan grafik teori (lihat bab III).

6.1 Analisis Terhadap Nilai Stabilitas

Stabilitas lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur maupun *bleeding*. Stabilitas pada pengujian *Marshall* adalah kemampuan maksimum suatu benda uji untuk menahan beban sampai terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg) atau kilo-Newton (kN). Nilai stabilitas yang didapat dari hasil penelitian seperti tercantum pada grafik 6.1.



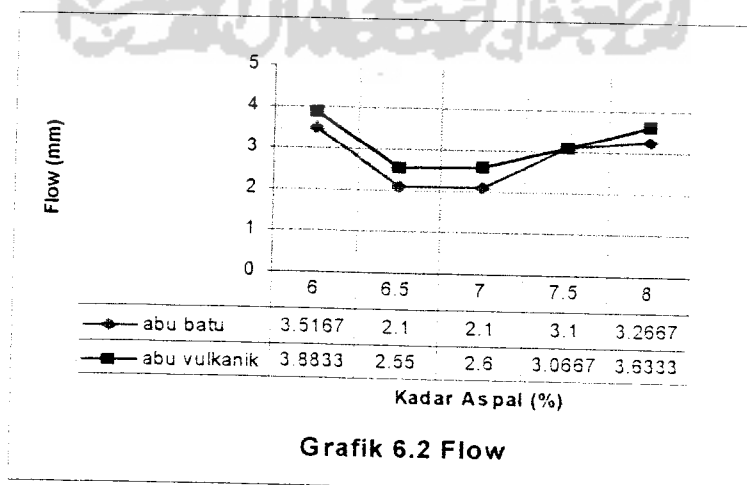
Pada grafik 6.1 terlihat bahwa grafik stabilitas hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III. Pada grafik 6.1 terlihat bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu batu mempunyai stabilitas yang sedikit lebih tinggi dari pada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Campuran perkerasan dengan nilai stabilitas yang tinggi apabila digunakan akan mudah mengalami keretakan sewaktu menerima beban lalu lintas. Nilai stabilitas dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu secara konstan mulai meningkat dari kadar aspal 6% hingga 6,5% dan mencapai nilai stabilitas maksimum sebesar 2174,084 kg kemudian setelah itu terjadi penurunan. Demikian juga pada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik, nilai stabilitasnya mengalami peningkatan dari kadar aspal 6% dan mencapai nilai stabilitas maksimum sebesar 2055,836 kg kemudian mengalami penurunan setelah kadar aspal 6,5%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dari kedua macam campuran diperoleh nilai stabilitas di atas batas minimal stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga, yaitu > 550 kg.

6.2 Analisis Terhadap Nilai Kelelahan (*Flow*)

Kelelahan (*flow*) adalah besarnya perubahan (deformasi benda uji) campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan dan dinyatakan dengan satuan panjang (mm).

Flow menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai *flow* yang tinggi di atas batas maksimum dan memiliki nilai stabilitas yang rendah menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Sebaliknya, campuran yang memiliki nilai *flow* yang rendah di bawah batas optimum dan memiliki nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan campuran bersifat kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Nilai *flow* yang diperoleh dari hasil penelitian tercantum pada grafik 6.2.



Pada grafik 6.2 terlihat bahwa grafik *flow* hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III.

Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai *flow* yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *flow* dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kelelehan dari campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu.

Nilai *flow* dipengaruhi oleh nilai penyerapan air, sementara abu vulkanik memiliki susunan unsur kimia yang hampir sama dengan susunan unsur kimia yang dimiliki oleh semen, yaitu kapur (CaO), silika (SiO₂), besi (Fe₂O₃) dan Magnesia (MgO). Hal ini menyebabkan campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki kemampuan menyerap air lebih baik dibandingkan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Nilai penyerapan air pada agregat dapat pula menunjukkan nilai penyerapan aspal.

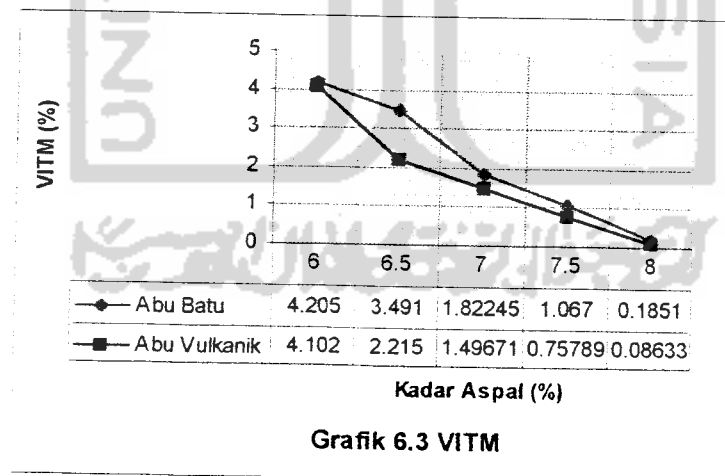
Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah 2 – 4 mm sehingga nilai *flow* untuk kedua macam campuran HRS B memenuhi persyaratan Bina Marga.

6.3 Analisis Terhadap Nilai VITM (*Void In The Mix*)

Rongga di dalam campuran (VITM) adalah perbandingan antara volume rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan, dinyatakan dalam persen (%). Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar karena dengan semakin besarnya kadar aspal maka rongga udara yang terisi aspal juga akan semakin besar. Hal ini akan memperkecil volume rongga udara. Nilai VITM yang di bawah batas minimum akan memperbesar kemungkinan terjadinya

bleeding. Akibat tingginya temperatur, aspal pada lapis perkerasan akan mencair sehingga pada saat lapis perkerasan menerima beban lalu lintas akan menyebabkan aspal mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya nilai VITM yang melebihi batas maksimum menunjukkan bahwa banyak terdapat rongga udara di dalam campuran, sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air. Hal ini menyebabkan aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat sehingga aspal tidak lagi menjadi bahan ikat yang baik dan agregat akan lepas dari ikatan. Dengan kata lain, lapis perkerasan akan mengalami kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak.

Nilai VITM yang diperoleh dari hasil penelitian seperti yang tercantum pada grafik 6.3.



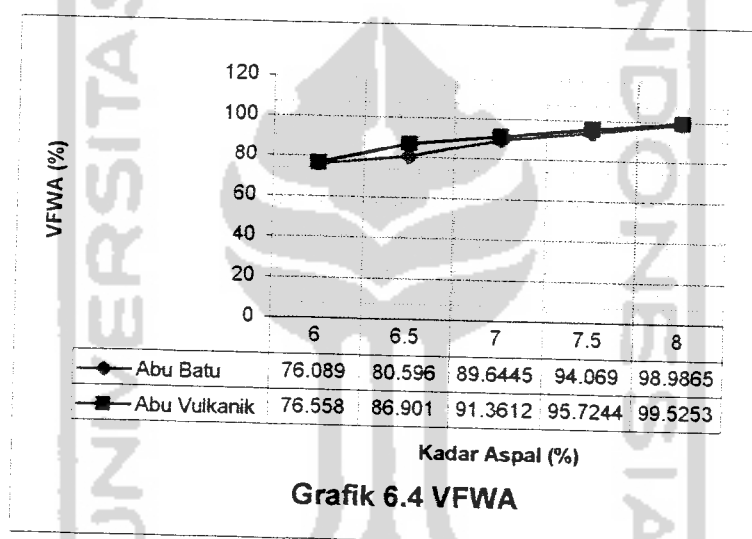
Pada grafik 6.3 terlihat bahwa grafik VITM hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III. Nilai VITM akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Tinjauan terhadap nilai VITM pada grafik 6.3 menunjukkan bahwa semakin banyak kadar aspal yang digunakan mengakibatkan nilai VITM menjadi lebih rendah. Hal ini disebabkan lebih banyak rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal, sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit.

Persyaratan nilai VITM menurut Bina Marga adalah 3 – 5%. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai VITM untuk campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memenuhi persyaratan Bina Marga pada kadar 6 – 6,3%. Sedangkan campuran HRS B dengan *filler* abu batu memenuhi persyaratan Bina Marga pada kadar 6 – 6,65%. Berdasarkan grafik 6.3, nilai VITM dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu lebih tinggi dibandingkan nilai VITM dari campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Hal ini menunjukkan bahwa persentase rongga dalam campuran HRS B dengan *filler* abu batu lebih besar dibandingkan dengan persentase rongga dalam campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Hal tersebut disebabkan oleh sifat abu vulkanik yang tidak hanya mengisi rongga antaragregat tetapi juga mampu memberikan ikatan antaragregat, sehingga rongga dalam campuran relatif lebih sedikit.

6.4 Analisis Terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Rongga terisi aspal (VFWA) adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu perkerasan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh banyaknya kadar aspal. Semakin meningkatnya nilai VFWA berarti semakin sedikit jumlah rongga udara pada suatu perkerasan.

Nilai VFWA yang diperoleh dari hasil penelitian seperti yang tercantum pada grafik 6.4.



Dari grafik 6.4 terlihat bahwa nilai grafik VFWA hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III. Nilai VFWA akan bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Tinjauan terhadap nilai VFWA pada grafik 6.4 menunjukkan bahwa semakin banyak kadar aspal yang digunakan mengakibatkan nilai VFWA menjadi meningkat.

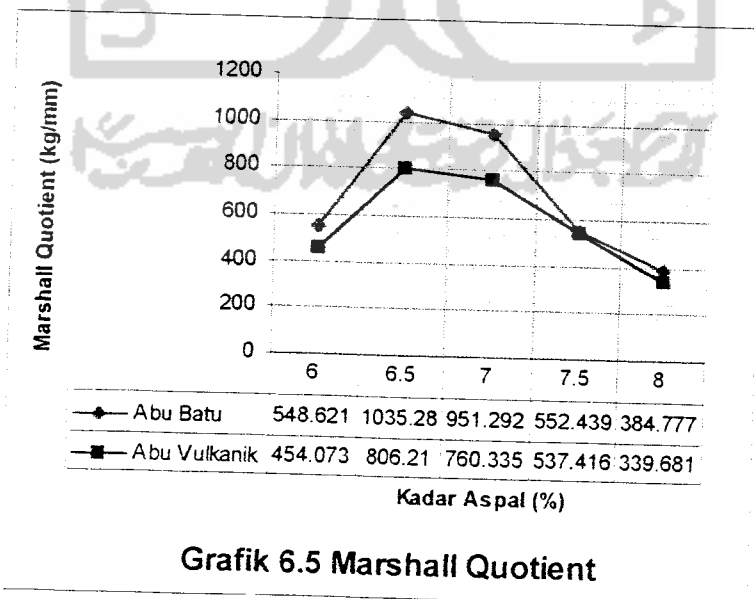
Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai VFWA yang lebih besar dibandingkan dengan nilai VFWA dari campuran HRS B dengan *filler* abu

batu. Hal ini disebabkan abu vulkanik memiliki kemampuan menyerap aspal lebih baik dibandingkan abu batu.

6.5 Analisis Terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient merupakan perbandingan antara stabilitas dengan *flow* yang dinyatakan dalam satuan kilogram permilimeter (kg/mm). Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan dengan metode *Marshall* digunakan sebagai pendekatan terhadap nilai fleksibilitas perkerasan. Stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas. Sebaliknya, stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotient* yang diperoleh dari hasil penelitian seperti yang tercantum pada grafik 6.5.



Pada grafik 6.5 terlihat bahwa grafik MQ hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III. Pada grafik 6.5 terlihat bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai MQ yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu batu mempunyai kekakuan yang lebih tinggi daripada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Campuran perkerasan dengan kekakuan yang tinggi apabila digunakan akan mudah mengalami keretakan sewaktu menerima beban lalu lintas. Nilai MQ dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu secara konstan mulai meningkat dari kadar aspal 6% hingga 6,5% dan mencapai nilai MQ maksimum sebesar 1035,28 kg/mm kemudian setelah itu terjadi penurunan. Demikian juga pada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik, nilai MQ mengalami peningkatan dari kadar aspal 6% dan mencapai nilai MQ maksimum sebesar 806,21 kg/mm kemudian mengalami penurunan setelah kadar aspal 6,5%.

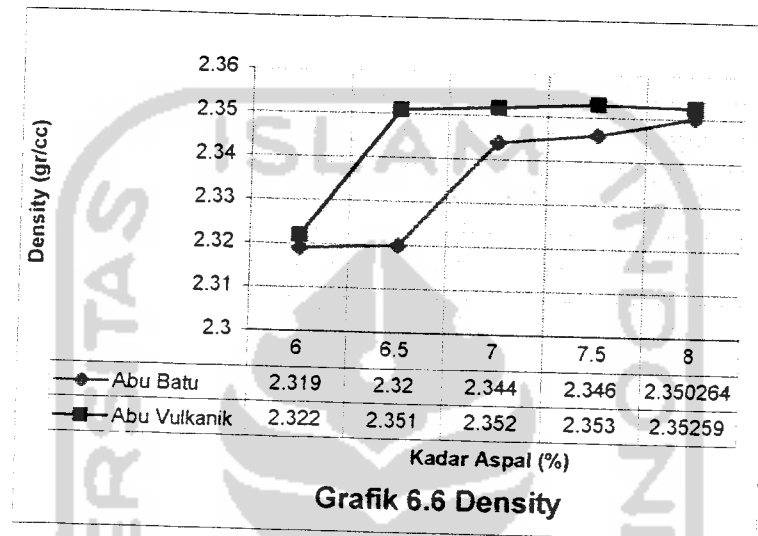
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dari kedua macam campuran diperoleh nilai MQ yang melebihi persyaratan oleh Bina Marga, yaitu 200 - 350 kg/mm.

6.6 Analisis Terhadap *Density*

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban

besar semakin meningkat. Nilai *density* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran.

Nilai *density* yang diperoleh dari hasil penelitian seperti yang tercantum pada grafik 6.6.



Pada grafik 6.6 terlihat bahwa grafik *density* hasil penelitian sesuai dengan teori *Marshall* yang telah diuraikan pada bab III. Pada grafik terlihat bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai *density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik mempunyai kerapatan dan kepadatan campuran yang lebih baik daripada campuran HRS B dengan *filler* abu batu.

6.7 Analisis Hasil Penelitian Terhadap Persyaratan Bina Marga

Dari hasil penelitian dengan tes *Marshall* yang terdiri dari lima variasi kadar aspal tersebut kemudian ditentukan kadar aspal yang akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan-persyaratan Bina Marga. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan grafik-grafik yang memuat hubungan kadar aspal dengan nilai-nilai stabilitas, *flow*, VITM dan *Marshall Quotient*. Dari grafik tersebut kemudian dapat ditentukan kadar aspal optimum yang akan menghasilkan campuran HRS B yang memenuhi persyaratan Bina Marga.

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat memenuhi persyaratan berdasarkan nilai-nilai stabilitas, *flow*, VITM dan *Marshall Quotient*. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan menyusun rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan. Berdasarkan tabel spesifikasi kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun dari kiri tabel 6.1 dan tabel 6.2 berikut ini.

Tabel 6.1 Kadar Aspal Optimum dari Campuran HRS B dengan Filler Abu Batu

No	Jenis Nilai	Kadar Aspal (%)				
		6	6,5	7	7,5	8
1	Stabilitas					
2	<i>Flow</i>					
3	VITM					
4	<i>Marshall Quotient</i>					

Kadar aspal optimum = 6,325%

Tabel 6.2 Kadar Aspal Optimum dari Campuran HRS B dengan Filler Abu Vulkanik

No	Jenis Nilai	Kadar Aspal (%)				
		6	6,5	7	7,5	8
1	Stabilitas	[Bar chart showing stability values across asphalt percentages]				
2	Flow	[Bar chart showing flow values across asphalt percentages]				
3	VITM	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages]				
4	Marshall Quotient	[Bar chart showing Marshall Quotient values across asphalt percentages]				

Kadar aspal optimum = 6,15%

6.8 Analisis Terhadap Hasil Uji Perendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji *Marshall* hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam (1 hari).

Indeks tahanan kekuatan (*Index of Retained Strength*) akibat dari gangguan air dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S_2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 0,5 jam (S_1). Adapun hasil uji perendaman *Marshall* dari penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 6.3 dan tabel 6.4 berikut ini.

Tabel 6.3 Hasil Uji Perendaman *Marshall* untuk Campuran HRS B dengan *Filler* Abu Batu

Lama Perendaman	Stabilitas (kg)	Stabilitas Rerata (kg)	Indeks Tahanan Kekuatan (%)
0,5 jam	1789,045	2160,424	81,495
	2627,054		
	2078,917		
24 jam	1825,786	1760,641	
	1796,412		
	1658,995		

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.4 Hasil Uji Perendaman *Marshall* untuk Campuran HRS B dengan *Filler* Abu Vulkanik

Lama Perendaman	Stabilitas (kg)	Stabilitas Rerata (kg)	Indeks Tahanan Kekuatan (%)
0,5 jam	2257,595	2153,019	88,033
	2212,225		
	1987,495		
24 jam	2075,472	1895,361	
	1812,732		
	1795,606		

Sumber : Data primer dari hasil penelitian di Laboratorium jalan Raya FTSP UII

Dari hasil uji perendaman *Marshall* seperti yang tercantum dalam tabel 6.3 dan tabel 6.4 di atas menunjukkan adanya penurunan nilai stabilitas pada kedua macam campuran. Campuran HRS B dengan *filler* abu batu pada variasi perendaman 0,5 jam memiliki nilai rerata stabilitas sebesar 2160,424 kg sedangkan setelah perendaman selama 24 jam nilai rerata stabilitasnya mengalami penurunan yaitu 1760,641 kg. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik pada variasi perendaman 0,5 jam memiliki nilai rerata stabilitas sebesar 2153,019 kg

sedangkan setelah perendaman selama 24 jam nilai rerata stabilitasnya mengalami penurunan yaitu 1895,361 kg.

Indeks tahanan kekuatan dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu sebesar 81,495%. Sedangkan pada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik sebesar 88,033%. Berdasarkan indeks tahanan kekuatan kedua campuran tersebut, tampak bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki ketahanan terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca yang lebih baik dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Nilai indeks tahanan kekuatan untuk kedua macam campuran memenuhi persyaratan Bina Marga, yaitu $\geq 75\%$.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian terhadap pengaruh abu vulkanik sebagai *filler* dalam campuran HRS B dengan abu batu sebagai pembanding yang telah dilaksanakan, yaitu sebagai berikut ini.

1. Semua grafik hasil penelitian mempunyai pola yang sama dengan grafik teori *Marshall*.
2. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu batu mempunyai stabilitas yang sedikit lebih tinggi daripada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Campuran perkerasan dengan nilai stabilitas yang tinggi apabila digunakan akan mudah mengalami keretakan sewaktu menerima beban lalu lintas. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dari kedua macam campuran diperoleh nilai stabilitas di atas batas minimal stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga, yaitu > 550 kg.

3. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai *flow* yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *flow* dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kelelehan dari campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Nilai *flow* untuk kedua macam campuran memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu 2 – 4 mm.
4. Nilai *flow* dipengaruhi oleh nilai penyerapan air, sementara abu vulkanik memiliki susunan unsur kimia yang hampir sama dengan susunan unsur kimia yang dimiliki oleh semen, yaitu kapur (CaO), silika (SiO₂), besi (Fe₂O₃) dan Magnesia (MgO). Hal ini menyebabkan campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki kemampuan menyerap air lebih baik dibandingkan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Nilai penyerapan air pada agregat dapat pula menunjukkan nilai penyerapan aspal.
5. Nilai VITM dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu lebih tinggi dibandingkan nilai VITM dari campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Hal ini menunjukkan bahwa persentase rongga dalam campuran HRS B dengan *filler* abu batu lebih besar dibandingkan dengan persentase rongga dalam campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Hal tersebut disebabkan oleh sifat abu vulkanik yang tidak hanya mengisi rongga antar agregat tetapi juga mampu memberikan ikatan antar agregat, sehingga rongga dalam campuran relatif lebih sedikit. Persyaratan nilai VITM menurut Bina Marga adalah 3 – 5%. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai VITM untuk campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memenuhi

persyaratan Bina Marga pada kadar 6 – 6,3%. Sedangkan campuran HRS B dengan *filler* abu batu memenuhi persyaratan Bina Marga pada kadar 6 – 6,65%.

6. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai VFWA yang lebih besar dibandingkan dengan nilai VFWA dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan abu vulkanik memiliki kemampuan menyerap aspal lebih baik dibandingkan abu batu.
7. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai MQ yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu batu mempunyai kekakuan yang lebih tinggi daripada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik. Campuran perkerasan dengan kekakuan yang tinggi apabila digunakan akan mudah mengalami keretakan sewaktu menerima beban lalu lintas. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dari kedua macam campuran diperoleh nilai MQ yang melebihi persyaratan oleh Bina Marga, yaitu 200 - 350 kg/mm.
8. Campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki nilai *density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik mempunyai kerapatan dan kepadatan campuran yang lebih baik daripada campuran HRS B dengan *filler* abu batu.

9. Kadar aspal optimum dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu adalah 6,325%, sedangkan kadar aspal optimum dari campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik adalah 6,15%.
10. Indeks tahanan kekuatan dari campuran HRS B dengan *filler* abu batu sebesar 81,495%. Sedangkan pada campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik sebesar 88,033%. Berdasarkan indeks tahanan kekuatan kedua campuran tersebut, tampak bahwa campuran HRS B dengan *filler* abu vulkanik memiliki ketahanan terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca yang lebih baik dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* abu batu. Nilai indeks tahanan kekuatan untuk kedua macam campuran memenuhi persyaratan Bina Marga, yaitu $\geq 75\%$.
11. Abu vulkanik dapat direkomendasikan sebagai *filler* alternatif dalam campuran HRS B dengan kadar tertentu.

7.2 Saran

Saran yang ingin disampaikan setelah pelaksanaan penelitian terhadap pengaruh abu vulkanik sebagai *filler* dalam campuran HRS B dengan abu batu sebagai pembanding yang telah dilaksanakan, yaitu sebagai berikut ini.

Penelitian yang telah dilaksanakan masih dapat dikembangkan lagi ke penelitian yang lebih lanjut untuk mencari kadar *filler* optimum untuk kedua macam *filler* yaitu abu vulkanik dan abu batu dalam campuran HRS B dengan kadar aspal 6 – 8%.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Indrianto Gunawan dan Eko Yulianto, 2000, **STUDI KOMPARASI ANTARA SEMEN DAN KERAMIK LANTAI SEBAGAI FILLER DALAM CAMPURAN HRS B**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Budy Kusnadi dan Aji Setiawan, 1995, **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KARBID SEBAGAI FILLER TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Cox, B Lea ND and associates, 1982, **THE CHOICE OF SURFACING FOR NON STRUCTURAL OVERLAY IN INDONESIA**.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (LATASTON) No. 12/PT/B/1983**, Badan Penerbit PU Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA**, Badan Penerbit PU Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Agustus 1988, **CENTRAL QUALITY CONTROL AND MONITORING UNIT (CQCMU)**, Badan Penerbit PU Jakarta.
- Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson, 1980, **THE EFFECTS OF VARIOUS FILLERS ON THE MECHANICAL BEHAVIOUR OF ASPHALT AND ASPHALTIC CONCRETE**, Proceedings Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete, Volume 49, P.530 s/d 549.
- Ilan Ishai, Joseph Craus, dan Arie Sides, 1980, **A MODEL FOR RELATING FILLER PROPERTIES TO OPTIMAL BEHAVIOUR OF BITUMINOUS MIXTURES**, Proceedings Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete, Volume 49, P.416 s/d 439.
- Kerbs RD dan Walker RD, 1971, **HIGHWAY MATERIALS**, McGraw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995, **TEKNOLOGI BETON**, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Mutiara Hidayati dan Budi Mulyono, 1996, **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU BARA SEBAGAI FILLER PADA SPLIT MASTIC ASPHALT UNTUK LAPIS PERMUKAAN JALAN**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Silvia Sukirman, 1999, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Penerbit Nova, Bandung.

Suprpto Totomihardjo, 1994, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA**, Biro Penerbit, Yogyakarta.





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	169,20	169,20	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	180,48	349,68	31,0	69,0	58	80
4,75	# 4	157,92	507,60	45,0	55,0	50	60
2,36	# 8	22,56	530,16	47,0	53,0	46	60
0,60	# 30	169,20	699,36	62,0	38,0	16	60
0,30	# 50	101,52	800,88	71,0	29,0	10	48
0,15	# 100	163,56	964,44	85,5	14,5	3	26
0,075	# 200	107,16	1071,60	95,0	5,0	2	8
	PAN	56,40	1128,00	100	0		

Keterangan : Data Sekunder

Keterangan : Kadar aspal 6,0 %
 Tanggal : 29 Oktober 2001

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	167,40	167,40	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	178,56	345,96	31,0	69,0	58	80
4,75	# 4	156,24	502,20	45,0	55,0	50	60
2,36	# 8	22,32	524,52	47,0	53,0	46	60
0,60	# 30	167,40	691,92	62,0	38,0	16	60
0,30	# 50	100,44	792,36	71,0	29,0	10	48
0,15	# 100	161,82	954,18	85,5	14,5	3	26
0,075	# 200	106,02	1060,20	95,0	5,0	2	8
	PAN	55,80	1116,00	100	0		

Keterangan : Data Sekunder

Keterangan : Kadar aspal 7,0 %
 Tanggal : 29 Oktober 2001

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	166,50	166,50	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	177,60	344,10	31,0	69,0	58	80
4,75	# 4	155,40	499,50	45,0	55,0	50	60
2,36	# 8	22,20	521,70	47,0	53,0	46	60
0,60	# 30	166,50	688,20	62,0	38,0	16	60
0,30	# 50	99,90	788,10	71,0	29,0	10	48
0,15	# 100	160,95	949,05	85,5	14,5	3	26
0,075	# 200	105,45	1054,50	95,0	5,0	2	8
	PAN	55,50	1110,00	100	0		

Keterangan : Data Sekunder

Keterangan : Kadar aspal 7,5 %
 Tanggal : 29 Oktober 2001

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	165,60	165,60	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	176,64	342,24	31,0	69,0	58	80
4,75	# 4	154,56	496,80	45,0	55,0	50	60
2,36	# 8	22,08	518,88	47,0	53,0	46	60
0,60	# 30	165,60	684,48	62,0	38,0	16	60
0,30	# 50	99,36	783,84	71,0	29,0	10	48
0,15	# 100	160,08	943,92	85,5	14,5	3	26
0,075	# 200	104,88	1048,80	95,0	5,0	2	8
	PAN	55,20	1104,00	100	0		

Keterangan : Data Sekunder

Keterangan : Kadar aspal 8,0 %

Tanggal : 29 Oktober 2001

Yogyakarta, 18 November 2001
 & Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

ksr



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Nurkhalis

Jenis contoh : Agregat kasar

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 26 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh / SSD (BJ)	1515 gram	
Berat benda uji dalam air (BA)	950 gram	
Berat sampel kering oven (BK)	1496 gram	
$Berat\ jenis\ (Bulk) = \frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.647	
$Berat\ jenis\ SSD = \frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.680	
$Berat\ jenis\ semu = \frac{BK}{(BK - BA)}$	2.740	
$Penyerapan = \frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1.270 %	

Keterangan : Data Sekunder

Yogyakarta, 18 November 2001

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Nurkhalis

Jenis contoh : Agregat Halus

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 26 oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh / SSD	500 gram	
Berat vicnometer + Air (B)	657 gram	
Berat vicnometer + Air + Benda uji (BT)	989 gram	
Berat sampel kering oven (BK)	489 gram	
$Berat\ jenis = \frac{BK}{(B+500-BT)}$	2.615	
$Berat\ jenis\ SSD = \frac{500}{(B+500-BT)}$	2.674	
$Berat\ jenis\ semu = \frac{BK}{(B+BK-BT)}$	2.778	
$Penyerapan = \frac{(500-BK)}{BK} \times 100\%$	2.249 %	

Keterangan : Data Sekunder

Yogyakarta, 18 November 2001

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

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

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Nurkhalis

Jenis contoh : Batu Pecah

Diperiksa oleh : Sukanto


Diuji tanggal : 2 Oktober 2001


Untuk proyek : Tugas Akhir

Jenis Gradasi		Benda Uji	
Saringan		I	II
Lolos	Tertahan		
72,2 mm (3,0")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2,0")		
50,8 mm (2,0")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1,0")		
25,4 mm (1,0")	19,0 mm (¾")		
19,0 mm (¾")	12,5 mm (0,5")	2500 gram	
12,5 mm (0,5")	9,5 mm (3/8")	2500 gram	
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")		
6,3 mm (¼")	4,75 mm (# 4)		
4,75 mm (# 4)	2,36 mm (# 8)		
Jumlah benda uji (A)		5000 gram	
Jumlah tertahan di sieve (B)		3972 gram	
$Keausan = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$		20,56 %	

Keterangan : Data Sekunder

Yogyakarta, 18 November 2001

 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT 



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176-73

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Nurkhalis

Jenis contoh : Batu Pecah

Diperiksa oleh : Sukanto

Diuji tanggal : 26 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Trial Number		Benda Uji I	Benda Uji II
Seaking (10,1 min)	Start	12.55 WIB	
	Stop	13.00 WIB	
Sedimentation time (20 min – 15 sec)	Start	13.00 WIB	
	Stop	13.20 WIB	
Clay reading		5.4 cm	
Sand reading		3.1 cm	
$SE = \frac{\text{Sand reading}}{\text{Clay reading}} \times 100\%$		57.41 %	
Average sand equivalent			
Remark			
Kadar Lumpur = 100 % - 57.41 % = 42.59 %			

Keterangan : Data Sekunder

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII Dikerjakan oleh : Lais & Budi
 Jenis contoh : AC 60-70 Diperiksa oleh : Sukamto
 Diuji tanggal : 24 Oktober 2001
 Untuk proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	24.65 gr
2	Berat vicnometer + Aquadest	74.53 gr
3	Berat air (2 - 1)	49.88 gr
4	Berat vicnometer + Aspal	26.65 gr
5	Berat aspal (4 - 1)	2.00 gr
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	74.60 gr
7	Berat airnya saja (6 - 4)	47.95 gr
8	Volume aspal (3 - 7)	1.93 gr
9	Berat jenis aspal : berat / volume (5 / 8)	1.04

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya


 Ir. Iskandar S., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS FILLER ABU BATU

Contoh dari : Clereng

Dikerjakan oleh : Lais & Budi

Jenis contoh : Abu Batu

Diperiksa oleh : Sukanto

Diuji tanggal : 23 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	19.58 gr
2	Berat vicnometer + Aquadest	69.38 gr
3	Berat air (2 - 1)	49.80 gr
4	Berat vicnometer + <i>Filler</i>	35.84 gr
5	Berat <i>filler</i> (4 - 1)	16.26 gr
6	Berat vicnometer + <i>Filler</i> + Aquadest	79.25 gr
7	Berat airnya saja (6 - 4)	43.41 gr
8	Volume <i>filler</i> (3 - 7)	6.39 gr
9	Berat jenis <i>filler</i> : berat / volume (5 / 8)	2.54

Yogyakarta, 18 November 2001
Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS FILLER ABU VULKANIK

Contoh dari : Gunung Merapi Yogyakarta Dikerjakan oleh : Lais & Budi
 Jenis contoh : Abu Vulkanik Diperiksa oleh : Sukanto
 Diuji tanggal : 23 Oktober 2001
 Untuk proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	29.00 gr
2	Berat vicnometer + Aquadest	78.78 gr
3	Berat air (2 - 1)	49.78 gr
4	Berat vicnometer + <i>Filler</i>	44.94 gr
5	Berat <i>filler</i> (4 - 1)	15.94 gr
6	Berat vicnometer + <i>Filler</i> + Aquadest	88.58 gr
7	Berat airnya saja (6 - 4)	43.64 gr
8	Volume <i>filler</i> (3 - 7)	6.14 gr
9	Berat jenis <i>filler</i> : berat / volume (5 / 8)	2.60

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S., MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Nurkhalis

Jenis contoh : Batu Pecah

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 24 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	26 °C	12.50 WIB
Selesai Pemanasan	110 °C	12.55 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	110 °C	12.55 WIB
Selesai	26 °C	10.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	26 °C	10.00 WIB
Selesai	26 °C	10.05 WIB

HASIL PENGAMATAN

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

Keterangan : Data Sekunder

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALLAM CCL₄ (SOLUBILITY)

Contoh dari : Lab Jalan Raya FTSP UII

Dikerjakan oleh : Lais & Budi

Jenis contoh : AC 60-70

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 25 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

	Dipanaskan	Pembacaan Waktu	Pembacaan suhu
Pembukaan contoh	Mulai		
	Selesai		
Pemeriksaan			
Penimbangan	Mulai	12.15 WIB	
Pelarutan	Mulai	12.30 WIB	
Penyaringan	Mulai	12.50 WIB	
	Selesai	12.52 WIB	
Di oven	Mulai	12.52 WIB	
Penimbangan	selesai	13.00 WIB	

1	Berat botol erlenmeyer kosong	74.20 gram
2	Berat erlenmeyer + aspal	76.23 gram
3	Berat aspal (2 - 1)	2.03 gram
4	Berat kertas saringan bersih	0.56 gram
5	Berat kertas saringan + endapan	0.58 gram
6	Berat endapan (5 - 4)	0.02 gram
7	Persentase endapan ($6/3 \times 100\%$)	0.98 %
8	Bitumen yang larut ($100\% - 7$)	99.02 %

Yogyakarta, 18 November 2001
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : Lab. Jalan Raya FTSP UII Dikerjakan oleh : Lais & Budi
 Jenis contoh : AC 60-70 Diperiksa oleh : Sukamto
 Diuji tanggal : 25 Oktober 2001
 Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	30 °C	9.30 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	9.40 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	9.40 WIB
Selesai	25 °C	12.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	5 °C	12.00 WIB
Selesai	332 °C	13.15 WIB

HASIL PENGAMATAN

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	327 °C	332 °C
II		
Rata - rata		

Yogyakarta, 18 November 2001
 & Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Lab Jalan Raya FTSP UII . Dikerjakan oleh : Lais & Budi
 Jenis contoh : AC 60-70 Diperiksa oleh : Sukamto
 Diuji tanggal : 25 Oktober 2001
 Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	30 °C	9.30 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	9.40 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	9.40 WIB
Selesai	25 °C	12.00 WIB
Diperiksa		
Mulai	5 °C	12.00 WIB
Selesai	51 °C	12.12 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu Yang Diamati (°C)	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	00.00	00.00	51 °C	51 °C
2	10	01.30	01.30		
3	15	03.00	03.00		
4	20	05.06	05.06		
5	25	06.21	06.21		
6	30	07.43	07.43		
7	35	09.11	09.11		
8	40	10.02	10.02		
9	45	10.59	10.59		
10	50	11.17	11.17		
11	51	11.47	11.47		

Yogyakarta, 18 November 2001
 ✍ Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Contoh dari : Lab Jalan Raya FTSP UII

Dikerjakan oleh : Lais & Budi

Jenis contoh : AC 60-70

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 24 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135\text{ }^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$	30 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 cm permenit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Daktilitas pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 cm permenit	Pembacaan pengukur pada alat (cm)
Pengamatan I	126.0
Pengamatan II	127.0
Rata - rata	126.5

Yogyakarta, 18 November 2001
Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Lab Jalan Raya FTSP UII

Dikerjakan oleh : Lais & Budi

Jenis contoh : AC 60-70

Diperiksa oleh : Sukamto

Diuji tanggal : 25 Oktober 2001

Untuk proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai pemanasan	30 °C	9.30 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	9.40 WIB
Didiamkan pada suhu 25 °C		
Mulai	150 °C	9.40 WIB
Selesai	25 °C	11.10 WIB
Direndam air dengan suhu 25 °C		
Mulai	25 °C	11.10 WIB
Selesai	25 °C	12.40 WIB
Diperiksa		
Mulai	25 °C	12.40 WIB
Selesai	25 °C	13.00 WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Cawan I (0.1 mm)	Cawan II (0.1 mm)	Sket Hasil Pemeriksaan
1	68	72	
2	73	70	
3	72	67	
4	70	70	
5	67	70	
Rerata	70	70	

Yogyakarta, 18 November 2001

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	168,615	168,615	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	179,856	348,471	31,0	69,0	58	80
4,75	#4	157,374	505,845	45,0	55,0	50	60
2,36	#8	22,482	528,327	47,0	53,0	46	60
0,60	#30	168,615	696,942	62,0	38,0	16	60
0,30	#50	101,169	798,111	71,0	29,0	10	48
0,15	#100	162,9945	961,1055	85,5	14,5	3	26
0,075	#200	106,7895	1067,895	95,0	5,0	2	8
	PAN	56,205	1124,1	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum untuk *filler* abu batu 6,325%

Tanggal : 1 November 2001

Yogyakarta, 18 November 2001

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis agregat : CA, FA dan FF

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat tertahan (gr)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19,0	¾"	0	0	0	100	97	100
12,5	½"	168,93	168,93	15,0	85,0	70	100
9,50	3/8"	180,192	349,122	31,0	69,0	58	80
4,75	#4	157,668	506,79	45,0	55,0	50	60
2,36	#8	22,524	529,314	47,0	53,0	46	60
0,60	#30	168,93	698,244	62,0	38,0	16	60
0,30	#50	101,358	799,602	71,0	29,0	10	48
0,15	#100	163,299	962,901	85,5	14,5	3	26
0,075	#200	106,989	1069,89	95,0	5,0	2	8
	PAN	56,31	1126,2	100	0		

Keterangan : Kadar aspal optimum untuk *filler* abu vulkanik 6,15%

Tanggal : 1 November 2001

Yogyakarta, 18 November 2001

Ka. Op. Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-A

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal 6 %
 Tanggal : 30 Oktober 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1 - A	6.292	6.383	6	1178	1185	681	504	2.337	2.421	13.484	83.052	3.463	16.948	79.565	3.463	560	1919.5	1.0145	1947.34	4.95	393.403
2 - A	6.272	6.383	6	1173	1178	671	507	2.314	2.421	13.348	82.21	4.442	17.79	75.031	4.442	560	1919.5	1.0195	1956.94	1.7	1151.14
3 - A	6.367	6.383	6	1186	1190	676	514	2.307	2.421	13.312	81.989	4.699	18.011	73.912	4.699	552	1892.1	0.9958	1884.05	3.9	483.089
rerata	6.31	6.383	6	1179	1184.3	676	508.3	2.319	2.421	13.381	82.414	4.205	17.586	76.089	4.205	557.3	1910.4	1.0099	1929.32	3.62	648.621
1 - V	6.375	6.383	6	1194	1199	684	515	2.318	2.421	13.376	82.382	4.242	17.618	75.921	4.242	500	1713.9	0.9838	1703.14	3.4	500.923
2 - V	6.388	6.383	6	1180	1183	672	511	2.309	2.421	13.322	82.054	4.624	17.946	74.234	4.624	533	1827	0.9905	1809.61	3.55	509.749
3 - V	6.362	6.383	6	1197	1198	686	512	2.338	2.421	13.488	83.073	3.439	16.927	79.683	3.439	520	1782.4	0.997	1777.06	4.7	378.097
rerata	6.375	6.383	6	1193.3	1193.3	680.7	512.7	2.322	2.421	13.395	82.609	4.102	17.497	76.558	4.102	517.7	1774.1	0.9938	1763.32	3.88	454.073

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)
 { 100 : $\left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right)$ }

i = $\frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b)}$
 j = $\frac{\text{bj aggr}}{k = (100 - i - j) \text{ jumlah kand rongga}}$
 l = (100 - j) rongga thd agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{l} \right)$
 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :

 Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S. MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-B

Pekerjaan/ Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal 6,5 %
 Tanggal : 30 Oktober 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukanto



No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	koreksi	r	s
1 - A	6.17	6.952	6.5	1182	1183	673	510	2.318	2.404	14.485	81.916	3.599	18.084	80.099	3.599	540	1851	1.0463	1936.56	1.2	1613.8
2 - A	6.238	6.952	6.5	1183	1186	669	517	2.288	2.404	14.301	80.875	4.924	19.125	74.778	4.824	714	2447.4	1.028	2515.9	2.25	1118.18
3 - A	6.185	6.952	6.5	1178	1182	682	500	2.356	2.404	14.725	83.271	2.004	16.729	88.023	2.004	579	1984.6	1.0416	2067.12	2.85	725.307
rerata	6.198	6.952	6.5	1181	1183.7	674.7	509	2.32	2.404	14.501	82.007	3.491	17.993	80.598	3.491	611	2094.3	1.0381	2174.08	2.1	1035.28
1 - V	6.178	6.952	6.5	1183	1184	686	498	2.376	2.404	14.847	83.961	1.192	16.039	92.565	1.192	646	2214.3	1.0438	2311.17	3.9	592.608
2 - V	6.302	6.952	6.5	1188	1193	682	511	2.325	2.404	14.53	82.17	3.299	17.83	81.496	3.299	430	1473.9	1.012	1491.6	1.85	806.269
3 - V	6.267	6.952	6.5	1193	1196	689	507	2.353	2.404	14.707	83.167	2.126	16.833	87.369	2.126	679	2327.4	1.0208	2375.7	1.9	1250.37
rerata	6.249	6.952	6.5	1188	1191	685.7	505.3	2.361	2.404	14.693	83.092	2.215	16.908	86.901	2.215	585	2006.2	1.0263	2056.84	2.55	806.21

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (kg)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 : \left[\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right] \right\}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b)}$
 j = $\frac{\text{bj aggr}}{k = (100 - i - j) \text{ juml kand rongga}}$
 l = (100 - j) rongga thd agregat
 m = $\left[100 \times \frac{l}{j} \right]$
 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

h = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabiitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :
 & Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kalurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-C

Pekerjaan/ Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal 7 %
 Tanggal : 30 Oktober 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukanto



PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	koreksi	r	s
1 - A	6.167	7.527	7	1170	1176	677	499	2.345	2.387	15.782	82.428	1.79	17.572	89.813	1.79	650	2228	1.0472	2333.14	2	1166.57
2 - A	6.327	7.527	7	1186	1190	684	506	2.344	2.387	15.776	82.4	1.824	17.6	89.635	1.824	550	1885.2	1.0058	1896.08	2.1	902.893
3 - A	6.322	7.527	7	1188	1193	686	507	2.343	2.387	15.772	82.376	1.853	17.624	89.488	1.853	515	1765.3	1.007	1777.62	2.2	808.01
rerata	6.272	7.527	7	1181.3	1186.3	682.3	504	2.344	2.387	15.776	82.401	1.822	17.599	89.644	1.822	571.7	1969.5	1.0195	1997.71	2.1	951.291
1 - V	6.315	7.527	7	1181	1182	680	502	2.353	2.387	15.835	82.706	1.459	17.284	91.563	1.459	550	1885.2	1.0088	1901.73	2.4	792.388
2 - V	6.213	7.527	7	1178	1179	680	499	2.361	2.387	15.889	82.992	1.119	17.008	93.424	1.119	572	1960.6	1.0343	2027.8	2.3	881.651
3 - V	6.28	7.527	7	1185	1186	680	506	2.342	2.387	15.763	82.33	1.907	17.67	89.208	1.907	574	1967.5	1.0175	2001.93	3.1	645.784
rerata	6.269	7.527	7	1181.3	1182.3	680	502.3	2.352	2.387	15.829	82.675	1.497	17.345	91.361	1.497	565.3	1937.8	1.0202	1976.87	2.6	760.335

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbi direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$100 : \left\{ \frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b) \text{ g}}$
 $j = \frac{\text{bj aggr}}{(100 - i - j) \text{ juml kand rongga}}$
 $k = (100 - i - j) \text{ rongga thd agregat}$
 $l = (100 - j) \text{ rongga thd agregat}$
 $m = \left(100 \times \frac{i}{l} \right)$
 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran 100 - $\left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pematangan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-D

Pekerjaan/ Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal 7,5 %
 Tanggal : 30 Oktober 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukanto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1 - A	6.278	8.108	7.5	1187	1188	683	505	2.35	2.371	16.951	82.188	0.861	17.812	95.166	0.861	465	1593.9	1.018	1622.57	3.4	477.227
2 - A	6.307	8.108	7.5	1186	1187	683	504	2.353	2.371	16.97	82.282	0.748	17.718	95.778	0.748	440	1508.2	1.0108	1524.4	3.1	491.742
3 - A	6.312	8.108	7.5	1190	1193	683	510	2.333	2.371	16.827	81.588	1.585	18.412	91.392	1.585	575	1970.9	1.0095	1989.65	2.8	710.59
rerata	6.299	8.108	7.5	1187.7	1189.3	683	506.3	2.346	2.371	16.916	82.018	1.067	17.962	94.069	1.067	493.3	1691	1.0128	1712.56	3.1	592.438
1 - V	6.258	8.108	7.5	1180	1181	682	499	2.365	2.371	17.053	82.686	0.261	17.314	98.494	0.261	546	1871.5	1.023	1914.57	3.1	617.603
2 - V	6.293	8.108	7.5	1188	1189	682	507	2.343	2.371	16.898	81.933	1.169	18.067	93.53	1.169	380	1302.5	1.0143	1321.09	3.1	426.157
3 - V	6.318	8.108	7.5	1192	1193	686	507	2.351	2.371	16.955	82.209	0.836	17.791	95.3	0.836	495	1696.7	1.008	1710.29	3	570.095
rerata	6.29	8.108	7.5	1186.7	1187.7	683.3	504.3	2.353	2.371	16.968	82.274	0.758	17.728	95.724	0.758	473.7	1623.6	1.0151	1649.08	3.07	637.416

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbi direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$100 : \left\{ \frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b) g}$
 $j = \frac{\text{bj aggr}}{\text{bj aspal} (100 - i - j)}$
 k = (100 - i - j) jumlah kand rongga
 l = (100 - j) rongga thd agregat
 $m = \left(100 \times \frac{l}{i} \right)$
 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{b}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring (STABILITAS)
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pematatan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 16-E

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal 8 %
 Tanggal : 30 Oktober 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukanto

UNIVERSITAS
 PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1 - A	6.338	8.696	8	1192	1193	685	508	2.346	2.355	18.05	81.604	0.347	18.396	98.115	0.347	387	1326.5	1.003	1330.5	2.8	475.178
2 - A	6.338	8.696	8	1193	1194	687	507	2.353	2.355	18.1	81.833	0.066	18.167	99.634	0.066	395	1353.9	1.003	1358	3.9	348.206
3 - A	6.285	8.696	8	1178	1180	679	501	2.351	2.355	18.087	81.772	0.141	18.228	99.225	0.141	310	1062.6	1.0163	1079.85	3.1	348.34
rerata	6.32	8.696	8	1187.7	1189	683.7	505.3	2.35	2.355	18.079	81.736	0.185	18.264	98.987	0.185	364	1247.7	1.0074	1256.94	3.27	384.776
1 - V	6.272	8.696	8	1180	1181	679	502	2.351	2.355	18.082	81.748	0.171	18.252	99.084	0.171	345	1182.6	1.0195	1205.62	3.5	344.462
2 - V	6.302	8.696	8	1181	1182	680	502	2.353	2.355	18.097	81.817	0.086	18.183	99.525	0.086	320	1096.9	1.012	1110.03	3.9	284.622
3 - V	6.305	8.696	8	1182	1183	681	502	2.355	2.355	18.112	81.886	0.002	18.114	99.99	0.002	400	1371.1	1.0113	1386.5	3.5	396.144
rerata	6.293	8.696	8	1181	1182	680	502	2.353	2.355	18.087	81.817	0.086	18.183	99.525	0.086	356	1216.8	1.0143	1234.17	3.63	339.681

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ \begin{array}{l} \% \text{ aggr} \\ \% \text{ aspal} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \end{array} \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b) g}$$

$$j = \frac{\text{bj aggr}}{\text{bj aspal} (100 - b) g}$$

 k = (100 - i - j) jumlah kand rongga
 l = (100 - j) rongga thd agregat

$$m = \left(100 \times \frac{i}{100 - i - j} \right)$$

 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (keuletahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pemadatan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Tr. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kalurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran 17-A

Pekerjaan/ Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal Optimum 6,325 %
 Tanggal : 7-8 November 2001

Dikerjakan oleh : Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL DAN TEST IMMERSION UNTUK ABU BATU

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	koreksi	r	s
1 - A	6.373	6.752	6.325	1185	1191	677	514	2.305	2.41	14.021	81.637	4.342	18.363	76.356	4.342	525	1799.5	1789.05	0.9942	2	894.523
2 - A	6.235	6.752	6.325	1185	1191	683	508	2.333	2.41	14.187	82.601	3.212	17.399	81.539	3.212	745	2553.6	2627.05	1.0288	2.1	1250.98
3 - A	6.347	6.752	6.325	1186	1191	682	509	2.33	2.41	14.171	82.509	3.321	17.491	81.016	3.321	606	2077.2	2078.92	1.0008	2.1	989.961
rerata	6.318	6.752	6.325	1185.3	1191	680.7	510.3	2.323	2.41	14.126	82.247	3.627	17.753	79.568	3.627	625.3	2143.5	2160.42	1.0079	2.07	1045.37
1 - A*	6.292	6.752	6.325	1184	1191	683	508	2.331	2.41	14.175	82.532	3.294	17.468	81.145	3.294	525	1799.5	1825.79	1.0146	2.1	869.422
2 - A*	6.223	6.752	6.325	1187	1191	686	505	2.35	2.41	14.285	83.232	2.473	16.768	85.253	2.473	508	1741.3	1796.41	1.0317	2.2	816.551
3 - A*	6.248	6.752	6.325	1184	1191	685	506	2.34	2.41	14.231	82.858	2.911	17.142	83.016	2.911	472	1617.9	1659	1.0254	2	829.498
rerata	6.254	6.752	6.325	1185	1191	684.7	506.3	2.34	2.41	14.233	82.873	2.893	17.127	83.106	2.893	501.7	1719.6	1760.84	1.0239	2.1	838.401

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$100 : \left\{ \frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right\}$$

$i = \frac{b \times g}{\text{bj aspal} (100 - b) \text{ g}}$
 $j = \frac{\text{bj aggr}}{k = (100 - i - j) \text{ jumlah rongga}}$
 $l = (100 - j) \text{ rongga thd agregat}$
 $m = \left\{ \frac{i}{100 \times \frac{i}{l}} \right\}$
 rongga yang terisi aspal (VFWA) (%)

$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall Quotient = q / r (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pematangan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :
 Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. 895042 Yogyakarta 55584

Lampiran I7-B

Pekerjaan/ Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sampel : -
 Jenis campuran : HRS B Kadar Aspal Optimum 6,15 %
 Tanggal : 7-8 November 2001

Dikerjakan oleh: Lais dan Budi
 Diperiksa oleh : Sukamto

PERHITUNGAN TEST MARSHALL DAN TEST IMMERSION UNTUK ABU VULKANIK

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 - V	6.322	6.553	6.15	1185	1194	681	513	2.31	2.416	13.66	81.949	4.391	18.051	75.673	4.391	654	2241.7	2257.59	2.7	836.146
2 - V	6.272	6.553	6.15	1186	1194	685	509	2.334	2.416	13.802	82.802	3.396	17.198	80.254	3.396	633	2169.7	2212.22	2	1106.11
3 - V	6.267	6.553	6.15	1185	1191	685	506	2.342	2.416	13.849	83.083	3.069	16.917	81.861	3.069	568	1946.9	1987.49	2.3	864.128
rerata	6.287	6.553	6.15	1186	1193	683.7	509.3	2.329	2.416	13.77	82.609	3.622	17.391	79.176	3.622	616.3	2119.5	2153.02	2.33	922.723
1 - V*	6.313	6.553	6.15	1187	1195	685	510	2.327	2.416	13.763	82.57	3.666	17.43	78.964	3.666	600	2056.6	2075.47	2.1	988.32
2 - V*	6.258	6.553	6.15	1185	1191	685	506	2.342	2.416	13.849	83.083	3.069	16.917	81.861	3.069	517	1772.1	1812.73	3	604.244
3 - V*	6.273	6.553	6.15	1189	1195	687	508	2.341	2.416	13.841	83.035	3.124	16.965	81.584	3.124	514	1761.8	1795.61	2	897.803
rerata	6.282	6.553	6.15	1187	1193.7	685.7	508	2.337	2.416	13.817	82.895	3.287	17.108	80.782	3.287	543.7	1863.5	1895.36	2.37	800.867

t = tebal benda uji (cm)
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sbl direndam (gr)
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c / f
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ \begin{array}{l} \% \text{ aggr} \\ \% \text{ aspal} \end{array} \right\}$$

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} \% \text{ aggr} \\ \% \text{ aspal} \end{array} \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{bj \text{ aspal} (100 - b) g}$$

$$j = \frac{bj \text{ aggr}}{k = (100 - i - j) \text{ juml kand rongga}}$$

$$l = (100 - j) \text{ rongga thd agregat}$$

$$m = \left(100 \times \frac{l}{l} \right)$$

 rongga yang terisi aspal (VFVA) (%)

n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{B}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas) (kg)
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal sampel (kg) (STABILITAS)
 r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)
 s = Marshall $Q_{hotient} = q / r$ (kg/mm)

- suhu pencampuran : ± 160 °C
 - suhu pematangan : ± 140 °C
 - suhu water bath : 60 °C
 - bj aspal : 1,04
 - bj agregat : 2,6454
 - tanda tangan :

 Ka. Op. Lab. Jalan Raya
 (Ir. Iskandar S, MT)



DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR DAN
PENYEHATAN LINGKUNGAN PEMUKIMAN
BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN
JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

PEMERIKSAAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA

Jenis sampel : Padatan
Asal sampel :
Dikirim oleh : Sdri. Netty Intan Sari, Mhs. Teknik Sipil UII, Yogyakarta
Dambil oleh : Sdri. Netty Intan Sari, Mhs. Teknik Sipil UII, Yogyakarta
Tgl. Pengambilan/penerimaan : 31-5-2001
No. lab. : 1621 F
1621 F. Contoh abu terbang Merapi.

No	Parameter	Satuan	Hasil analisa
1	SiO ₂	mg/kg	1624 F
2	Al ₂ O ₃	mg/kg	1839,0
3	Fe ₂ O ₃	mg/kg	-
4	CaO	mg/kg	39952
5	MgO	mg/kg	30856,89
6	SO ₂	mg/kg	13977,85
7	Na ₂ O	mg/kg	1800
			6100,69

Yogyakarta, 27 Juni 2001

Mengetahui
Kepala Balai Teknik Kesehatan
Lingkungan Yogyakarta

Koordinator Lab. Kimia Fisika
Zat Padat dan Cair

Ir. Hartiningsih, MS.
NIP. 140131378

Ir. Sigit Herjowo
NIP. 140129859

TABEL ANGKA KOREKSI STABILITAS

ISI BENDA UJI (Cm ³)	TEBAL BENDA UJI		
	INCHI	(MM)	ANGKA KOREKSI
200 - 213	1,00	25,5 mm	5,53
214 - 225	1 1/16	27,0 mm	5,00
226 - 237	1 1/8	28,6 mm	4,55
236 - 250	1 3/16	30,2 mm	4,17
251 - 264	1 1/4	31,8 mm	3,85
265 - 276	1 5/16	33,3 mm	3,57
277 - 289	1 3/8	34,9 mm	3,33
290 - 301	1 7/16	36,5 mm	3,08
302 - 316	1 1/2	38,1 mm	2,78
317 - 328	1 9/16	39,7 mm	2,50
329 - 340	1 5/8	41,3 mm	2,27
341 - 353	1 11/16	42,9 mm	2,08
354 - 367	1 3/4	44,4 mm	1,92
368 - 379	1 13/16	46,0 mm	1,79
380 - 392	1 7/8	47,6 mm	1,67
393 - 405	1 15/16	49,2 mm	1,56
406 - 420	2,00	50,8 mm	1,47
421 - 431	2 1/16	52,4 mm	1,39
432 - 443	2 1/8	54,4 mm	1,32
444 - 456	2 3/16	55,6 mm	1,25
457 - 470	2 1/4	57,2 mm	1,19
471 - 482	2 5/16	58,7 mm	1,14
483 - 495	2 3/8	60,3 mm	1,09
496 - 508	2 7/16	61,9 mm	1,04
509 - 522	2 1/2	63,5 mm	1,00
523 - 535	2 9/16	64,0 mm	0,96
536 - 546	2 5/8	65,1 mm	0,93
547 - 559	2 11/16	66,7 mm	0,89
560 - 573	2 3/4	68,3 mm	0,86
574 - 585	2 13/16	71,4 mm	0,83
586 - 598	2 7/8	73,0 mm	0,81
599 - 610	2 15/16	74,6 mm	0,78
611 - 625	3,00	76,2 mm	0,73



DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBERANTASAN PENYAKIT MENULAR DAN
PENYEHATAN LINGKUNGAN PEMUKIMAN

BALAI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN

JALAN POLOWIJAN NO. 11, TELP. (0274) 376288, FAX. 384637, YOGYAKARTA 55133

PEMERIKSAAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA

Jenis sampel : Padatan
Asal sampel :
Dikirim oleh : Edri.Netty Intan Sari,Mhs.Teknik Sipil UII, Yogyakarta
Dambil oleh : Edri.Netty Intan Sari,Mhs Teknik Sipil UII, Yogyakarta
Tgl.Pengambilan/penerimaan : 23-5-2001
No.lab. : 1621 F
1621 F : Contoh abu terbang Merapi.

No	Parameter	Satuan	Hasil analisa
1	SiO ₂	mg/kg	1621 F
2	Al ₂ O ₃	mg/kg	1839,0
3	Fe ₂ O ₃	mg/kg	-
4	CaO	mg/kg	39952
5	MgO	mg/kg	30856,89
6	SO ₂	mg/kg	13977,85
7	Na ₂ O	mg/kg	1800
			6100,69

Yogyakarta, 27 Juni 2001

Atas perintah
Balai Teknik Kesehatan
Lingkungan Yogyakarta

Koordinator Lab. Kimia Fisika
Zat Padat dan Cair

Ir. Hartining Sih MS
NIP. 140131378

Ir. Sigit Herjowo
NIP. 140129859

TABEL ANGKA KOREKSI STABILITAS

ISI BENDA UJI (Cm ³)	TEBAL BENDA UJI		
	INCHI	(MM)	ANGKA KOREKSI
200 - 213	1,00	25,5 mm	5,53
214 - 225	1 1/16	27,0 mm	5,00
226 - 237	1 1/8	28,6 mm	4,55
236 - 250	1 3/16	30,2 mm	4,17
251 - 264	1 1/4	31,8 mm	3,85
265 - 276	1 5/16	33,3 mm	3,57
277 - 289	1 3/8	34,9 mm	3,33
290 - 301	1 7/16	36,5 mm	3,08
302 - 316	1 1/2	38,1 mm	2,78
317 - 328	1 9/16	39,7 mm	2,50
329 - 340	1 5/8	41,3 mm	2,27
341 - 353	1 11/16	42,9 mm	2,08
354 - 367	1 3/4	44,4 mm	1,92
368 - 379	1 13/16	46,0 mm	1,79
380 - 392	1 7/8	47,6 mm	1,67
393 - 405	1 15/16	49,2 mm	1,56
406 - 420	2,00	50,8 mm	1,47
421 - 431	2 1/16	52,4 mm	1,39
432 - 443	2 1/8	54,4 mm	1,32
444 - 456	2 3/16	55,6 mm	1,25
457 - 470	2 1/4	57,2 mm	1,19
471 - 482	2 5/16	58,7 mm	1,14
483 - 495	2 3/8	60,3 mm	1,09
496 - 508	2 7/16	61,9 mm	1,04
509 - 522	2 1/2	63,5 mm	1,00
523 - 535	2 9/16	64,0 mm	0,96
536 - 546	2 5/8	65,1 mm	0,93
547 - 559	2 11/16	66,7 mm	0,89
560 - 573	2 3/4	68,3 mm	0,86
574 - 585	2 13/16	71,4 mm	0,83
586 - 598	2 7/8	73,0 mm	0,81
599 - 610	2 15/16	74,6 mm	0,78
611 - 625	3,00	76,2 mm	0,73