PERPUSTAKAAN FTSP UII
YOGYAKARTA
TGL. TERIMA : 20 Juni 2006
NO. JUDUL : 00 455
NO. INV. : 5720000 1455 001
NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN NILAI KINERJA MARSHALL ANTARA CAMPURAN HRS-WC YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU MARMO DAN ABU BATU

DILINDUNGI UNDANG-UNDANG HAK CIPTA
TIDAK DIPERBOLEHKAN MENGGANDAKAN

DISUSUN OLEH :

NAMA : FATONI RAHMAN

NO. MHS : 00 511 006

NAMA : BUDI SETIAWAN

NO.MHS : 00 511 007

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2006

PERPUSTAKAAN FTSP UII
YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN NILAI KINERJA MARSHALL ANTARA CAMPURAN HRS-WC YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU MARMO DAN ABU BATU

Disusun Oleh :

FATONI RAHMAN
No. Mhs : 00 511 006

BUDI SETIAWAN
No. Mhs : 00 511 007

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing

27-04-2006
Tanggal :

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN NILAI KINERJA MARSHALL ANTARA CAMPURAN HRS-WC YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU MARMO DAN ABU BATU

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

DISUSUN OLEH :

FATONI RAHMAN

00 511 006

BUDI SETIAWAN

00 511 007

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2006

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga hanya dengan kekuatan-Nya kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir kami yang berjudul **"Perbandingan Nilai Kinerja Marshall Antara Campuran HRS-WC Yang Menggunakan Filler Limbah Batu Marmo dan Abu Batu"** ini dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Kami menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D ; selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS ; selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Bapak Ir. Subarkah, MT ; selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir,

4. Bapak H. Choirul Mochtar, SH dan Ibu Hj. Afiati, Spd yang tiada henti memberikan doa dan dukungannya,
5. Bapak Kaslan dan Ibu Sutini yang tiada henti memberikan doa dan dukungannnya, dan
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alakum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 2006

Penulis

MOTTO

"...Katakanlah, Apakah sama orang yang mengetahui dengan yang tidak mengetahui? Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran".

(Q.S Az Zumar: 9)

"...Allah meninggikan orang yang beriman diantara kamu dan orang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat..."

(Q.S Mujadalah: 11)

"...Berlomba-lombalah dalam hal kebaikan..."

"...Hadapi dengan senyuman, semua yang terjadi biar terjadi, hadapi dengan tenang jiwa, semua akan baik-baik saja..."

(Ahmad Dhani)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

MOTTO v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

INTISARI xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Tujuan Penelitian 3

1.3 Manfaat Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Agus Priyo Santoso dan Teguh Prihartanto (2001) 5

2.2 A. Fajar Patra H dan Nur Budi Setiyawan (2002) 6

2.3 I Nengah Riba dan Ir. Suprapto Tm (2001) 6

2.4 I. Ishai, J. Craus dan A. Sides (1983) 8

2.5 Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson (1983) 8

2.5 Subarkah (2005)..... 9

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Kontruksi Perkerasan Jalan..... 10

3.2 Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)..... 12

3.3 Aspal..... 13

3.4 Agregat..... 15

3.5 Ukuran butiran dan gradasi..... 18

3.6 Sifat-sifat Marshall..... 23

BAB IV HIPOTESIS..... 27

BAB V METODE PENELITIAN

5.1 Cara Memperoleh Data..... 28

5.2 Pemeriksaan dan Pengujian Bahan..... 31

5.3 Pengujian Campuran..... 32

5.3.1 Perencanaan Campuran..... 32

5.3.2 Pembuatan BendaUji..... 33

5.3.3 Pengujian Benda Uji..... 35

5.3.3.1 Persiapan Benda Uji..... 35

5.3.3.2 Cara Pengujian Benda Uji..... 35

5.3.4 Peralatan Pengujian..... 36

5.4 Anggapan Dasar..... 37

5.5 Cara Analisis..... 38

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian..... 42

6.2 Pembahasan.....45

6.2.1 Stabilitas.....45

6.2.2 Flow..... 48

6.2.3 VITM (Void In The Mix).....49

6.2.4 VFWA (Void Filled With Asphalt).....51

6.2.5 VMA (Void in Mixed Agregat).....53

6.2.6 MQ (Marshall Quotient).....55

6.2.7 Pengujian Rendaman atau Immersion Test 57

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 59

7.2 Saran 61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Campuran HRS-WC	13
Tabel 3.2	Persyaratan Aspal Keras	15
Tabel 3.3	Spesifikasi Gradasi Agregat HRS-WC	22
Tabel 3.4	Persyaratan Agregat Kasar	23
Tabel 3.5	Peryaratan Pemeriksaan Agregat Halus	23
Tabel 5.1	Jumlah Sampel Untuk Uji Marshall Standard	32
Tabel 5.2	Jumlah Sampel Untuk Uji Perendaman (immersion test)	33
Tabel 5.3	Koreksi Tebal Benda Uji	41
Tabel 6.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	42
Tabel 6.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan *Filler*	42
Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70	43
Tabel 6.4	Rerata Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Filler Abu Batu 9%	43
Tabel 6.5	Rerata Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Filler Batu Marmo 9%	43
Tabel 6.6	Rentang Kadar Aspal dan Kadar Aspal Optimum dengan Filler Abu Batu dan Batu Marmo	45
Tabel 6.7	Rerata Hasil Pengujian Stabilitas Dengan Kadar Aspal	46
Tabel 6.8	Rerata Hasil Pengujian Flow dengan Kadar Aspal	48
Tabel 6.9	Rerata Hasil Pengujian VITM dengan Kadar Aspal	50

Tabel 6.10 Rerata Hasil Pengujian VFWA dengan Kadar Aspal..... 52

Tabel 6.11 Rerata Hasil Pengujian VMA dengan Kadar Aspal..... 54

Tabel 6.12 Rerata Hasil Pengujian MQ dengan Kadar Aspal..... 56

Tabel 6.13 Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS-WC pada Kadar Aspal Optimum.....57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1 Bagan Alir Penelitian Laboratorium..... 29

Gambar 6.1 Grafik Mencari KAO pada Kadar *Filler* Abu Batu 9%.....44

Gambar 6.2 Grafik Mencari KAO pada Kadar *Filler* Abu Marmo 9%..... 44

Gambar 6.3 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas.....46

Gambar 6.4 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai *Flow*.....48

Gambar 6.5 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VITM.....50

Gambar 6.6 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VFWA..... 52

Gambar 6.7 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA.....54

Gambar 6.8 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai MQ..... 56

Gambar 6.9 Nilai Indeks Stabilitas..... 57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Lampiran 2	Pemeriksaan Daktilitas (Ductility) / Residu
Lampiran 3	Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
Lampiran 4	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
Lampiran 5	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4 (Solubility)
Lampiran 6	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
Lampiran 7	Sand Equivalent Data AASTHO T 176-73
Lampiran 8	Pemeriksaan Penetrasi Aspal
Lampiran 9	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Lampiran 10	Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) AASTHO T 96-77
Lampiran 11	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal 8%
Lampiran 12	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal 7.5%
Lampiran 13	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal 7%
Lampiran 14	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal 6.5%
Lampiran 15	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal 6%

Lampiran 16	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Untuk Kadar Aspal Optimum Abu Batu
Lampiran 17	Analisa Saringan Agregat dan Halus Untuk Kadar Aspal Optimum Abu Marmo
Lampiran 18	Hasil Pemeriksaan Marshall Test dengan *Filler* Abu Batu
Lampiran 19	Hasil Pemeriksaan Marshall Test dengan *Filler* Abu Marmo
Lampiran 20	Hasil Pemeriksaan Marshall Test Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Batu
Lampiran 21	Hasil Pemeriksaan Marshall Test Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Marmo
Lampiran 22	Pemeriksaan Berat Jenis Batu Clereng
Lampiran 23	Pemeriksaan Berat Jenis Batu Marmo
Lampiran 24	Pemeriksaan Penetrasi dengan Filler Abu Batu
Lampiran 25	Pemeriksaan Penetrasi dengan Filler Abu Marmo
Lampiran 26	Surat Keterangan Selesai Penelitian
Lampiran 27	Kartu Peserta Tugas Akhir
Lampiran 28	Daftar Hadir Seminar Proposal Tugas Akhir

INTISARI

Keyword : Filler

Meningkatnya kebutuhan jalan secara langsung mengakibatkan kebutuhan material bertambah, salah satunya adalah filler, sehingga memerlukan gagasan-gagasan yang baru dalam rangka efisiensi maupun efektifitas. Filler merupakan material halus sebagai bahan pengisi dan pembentuk mortar yang digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan. Penggunaan filler batu marmo bertujuan untuk. memanfaatkan limbah batu marmo yang belum banyak digunakan untuk pembangunan perkerasan jalan dan untuk mengetahui kinerja campuran dilihat dari parameter-parameter Marshall.

Penelitian ini menggunakan aspal keras penetrasi 60/70 dengan kadar aspal 6%-7%, agregat kasar dan halus dari batu pecah Clereng, fillernya menggunakan batu marmo dari Tulungagung dengan pembanding abu batu Clereng. Spesifikasi campuran yang diambil adalah HRS-WC dari spesifikasi DEPKIMPRASWIL 2002.

Dari uji Marshall, untuk campuran dengan filler abu batu didapat kadar aspal optimum 7,685% dan untuk campuran dengan filler abu marmo didapat kadar aspal optimum 7,360%. Pada perendaman 30 menit angka stabilitas campuran dengan filler batu marmo adalah 935,88 kg sehingga nilainya memenuhi syarat stabilitasnya (>800 kg), tetapi masih dibawah nilai stabilitas campuran dengan filler abu batu yang nilainya 1011,66 kg. Nilai indeks stabilitas campuran HRS-WC dengan filler abu batu pada uji perendaman 30 menit, 1 hari, 2 hari, dan 3 hari, nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa campuran dengan filler abu marmo dapat digunakan untuk filler pengganti pada campuran HRS-WC.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan pembangunan di negara kita semakin meningkat di segala bidang. Perkembangan pembangunan secara langsung menuntut perkembangan pada bidang transportasi khususnya prasarana jalan. Jalan raya sebagai prasarana vital dalam bidang transportasi memerlukan inovasi–inovasi baru untuk meningkatkan mutu dan pelayanannya.

Salah satu tantangan yang dihadapi pada program peningkatan mutu dan pelayanan jalan adalah masalah dana yang terbatas. Dana yang terbatas mengharuskan kita menggunakan cara yang efisien dan efektif. Efektifitas dan efisiensi dana yang ditanamkan dalam bentuk perkerasan aspal antara lain bergantung pada ketepatan campuran aspal yang digunakan pada kondisi iklim tropis di Indonesia. Dua jenis kerusakan dominan yang dialami lapis campuran aspal pada iklim tropis adalah retak-retak dan deformasi permanen. Kedua jenis kerusakan ini harus mendapat perhatian dalam pemilihan dan perencanaan campuran aspal untuk mendapatkan perkerasan yang awet.

Penyusunan lapis perkerasan suatu jalan tidak hanya ditujukan pada kualitas campuran aspal saja melainkan diperhatikan juga pemilihan kualitas

bahan/material pada campuran aspal tersebut. Kualitas bahan/material di setiap daerah berbeda.

Daerah Tulungagung, Jawa Timur ditinjau dari letak geografisnya yang sebagian besar berada pada pegunungan, memiliki sumber daya alam (material) yang cukup berlimpah seperti batu-batuan. Salah satu material yang berasal dari Tulungagung yang sudah dimanfaatkan adalah batu marmo. Batu marmo adalah batuan metamorf yang banyak dipakai sebagai hiasan pada dinding bangunan rumah dan gedung. Dari hasil pemrosesan batuan marmo mentah menjadi batu marmo yang siap pakai, menghasilkan limbah gergajian yang belum dimanfaatkan sama sekali.

Dari hasil uji penelitian di labolatorium, limbah gergajian batu marmo memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan abu batu yang biasa digunakan sebagai *filler* pada konstruksi perkerasan. Pada pemeriksaan berat jenis dan penyerapan *filler* limbah batu marmo, serta pemeriksaan penetrasi campuran aspal dengan *filler* batu marmo, menunjukkan bahwa nilainya tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan *filler* abu batu.

Meninjau pustaka di atas terutama mengenai *filler*, maka dengan berbagai pertimbangan diadakan penelitian dengan agregat yang sama yaitu limbah gergajian batu marmo yang akan digunakan sebagai *filler* pada campuran HRS-WC.

Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) adalah lapis aus permukaan atau lapis non struktural yang terdiri dari agregat yang bergradasi timpang (*gap graded*), aspal dan filler dengan perbandingan tertentu yang dicampur,

dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan masih panas (*hot mix*) dengan tebal padat campuran adalah sebesar 2.5 cm sampai dengan 3 cm.

Penelitian ini menitikberatkan pada pengaruh penggunaan batu marmo sebagai *filler* pengganti dan perilakunya terhadap campuran HRS-WC jika dibandingkan campuran HRS-WC dengan *filler* abu batu.

Diharapkan dari penelitian ini limbah gergajian batu marmo yang tidak terpakai akan dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pengganti pada pembuatan konstruksi lapis permukaan jalan raya.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut.

a. Mengetahui karakteristik campuran HRS-WC dengan *filler* limbah gergajian batu marmo.
b. Membandingkan hasil campuran HRS-WC menggunakan *filler* limbah gergajian batu marmo dengan hasil campuran HRS-WC menggunakan *filler* abu batu.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah penggunaan bahan sisa limbah gergajian batu marmo yang dapat berfungsi sebagai *filler* pada campuran HRS-WC. Penelitian ini juga memberikan masukan atau alternatif bahan lain yang dapat digunakan sebagai *filler* selain bahan-bahan yang sudah ada.

1.4. Batasan Masalah

Parameter yang akan digunakan untuk penelitian ini sebagai batasan masalah seperti yang disebutkan dibawah ini.

a. Agregat kasar, agregat halus dan filler abu batu yang digunakan dari Clereng, Kulon Progo.
b. *Filler* pembanding yang digunakan adalah hasil dari limbah gergajian batu marmo yang banyak terdapat di daerah Tulungagung, Jawa Timur. Sedangkan filler abu batu yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo.
c. Aspal yang dipakai adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal : 6%, 6,5%, 7%,7,5%, 8%.
d. Spesifikasi teknis HRS-WC, digunakan dari Depkimpraswil 2002.
e. Penelitian ini tidak membahas unsur mineral dari *filler* yang digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agus Priyo Santoso dan Teguh Prihartanto (2001)

Menurut penelitian yang disusun Agus Priyo Santoso dan Teguh Prihartanto (2001) dengan judul "Pengaruh Penggunaan Variasi Kadar *Filler* Abu Batu dan Abu Marmer Dalam Campuran *Split Mastic Aspalt + S"*, tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi kadar *filler* dari abu batu marmer dan abu batu pada perilaku SMA+S, terhadap spesifikasi karakteristik yang disyaratkan oleh Bina Marga. Penelitian ini menggunakan jenis aspal AC 60/70 dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5%. Hasil yang diambil berdasarkan penelitian diatas adalah stabilitas dari filler marmer tetap berada diatas nilai stabilitas *filler* abu batu. *Filler* marmer mempunyai nilai kelelahan yang lebih rendah dibanding campuran yang menggunakan *filler* abu batu ditinjau dari pengaruh lama perendaman. Hubungan antara nilai *Marshall Quotient* terhadap lama perendaman menunjukkan semakin lama waktu perendaman campuran akan semakin plastis. Untuk nilai VITM, VFWA dan *density* pada masing – masing campuran secara keseluruhan bahwa campuran dengan *filler* limbah marmer mempunyai kualitas yang lebih baik dibanding campuran yang menggunakan abu batu.

2.2. A. Fajar Patra H dan Nur Budi Setiyawan (2002)

Menurut penelitian yang disusun oleh A. Fajar Patra H dan Nur Budi Setiyawan (2002) dengan judul "Tinjauan Karakteristik Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan *Filler* Limbah Batu *Andesit*", tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik *Marshall* dan membandingkan hasil campuran antara beton aspal menggunakan filler limbah gergajian batu *Andesit* dengan hasil campuran beton campuran beton aspal menggunakan abu batu pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal lalulintas sedang dari Direktorat Jenderal Bina Marga. Penelitian ini menggunakan jenis aspal AC 60/70 dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan kadar *filler* 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%. Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa karakteristik beton aspal yang menggunakan limbah gergajian batu andesit tersebut memenuhi spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, sehingga dapat dipergunakan sebagai *filler* dalam campuran beton aspal.

2.3. I Nengah Riba dan Suprapto Tm (2001)

Menurut penelitian dengan judul "Pemanfaatan kombinasi Ampas Ekstrak Asbuton (AEA) dan Kapur Padaman (KP) Sebagai *Filler* Pengganti Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Karakteristik Campuran Berdasarkan uji *Marshall*" yang disusun oleh Ir.I Nengah Riba dan Ir. Suprapto Tm, MSc., pada Simposium ke-4 FSTPT. Udayana Bali, 8 November 2001 yang dilakukan berdasarkan uji *Marshall*, dibuat dengan variasi kadar *filler* 4%, 5%, 6% dan kadar aspal 6,5%, 7,5%, 8%, 8,5%. *Filler* pengganti menggunakan kombinasi ampas ekstrak asbuton dan kapur

padaman dengan proporsi 100% AEA : 0% KP (4-0), 75% AEA : 25% KP (3-1), 50% AEA : 50% KP (2-2), 25% AEA : 75% KP (1-3). Hasil Penelitian dapat disimpulkan :

a. Ampas ekstrak asbuton dan kapur padaman dapat dikombinasikan /digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pengganti pada campuran beton aspal .
b. Penambahan proporsi kapur padaman pada kombinasi *filler* ampas ekstrak asbuton dan kapur padaman mempengaruhi karakteristik *Marshall* dari campuram beton aspal , dimana pengaruhnya adalah nilai *density*, VFWA, dan *flow* mengalami peningkatan, nilai VMA dan VITM menalami penurunan sedangkan nilai stabilitas mengalami kenaikan sampai proporsi 50 % AEA : 50 % KP (2-20 setelah itu turun.
c. Nilai stabilitas yang diperoleh yang disyaratkan yaitu diatas 800 kg, dengan nilai tertinggi 1547.8 kg dan terendah 1167.2 kg.
d. Pengaruh penambahan proporsi *filler* kapur padaman yang dikombinasikan dengan *filler* ampas ekstrak asbuton, terhadap durabilitas memperlihatkan kecenderungan membaik. Hal ini menunjukkan kebenaran hipotesis bahwa penambahan kapur padaman pada bahan pengisi (*filler*) ampas ekstrak asbton akan diperoleh campuran panas aspal dengan durabilitas yang lebih baik, yang mana ditunjukkan oleh indeks perendaman (IP) mengalami peningkatan, serta indeks penurunan stabilitas (r) dan faktor stabilitas mengalami penurunan.

2.4. I. Ishai, J. Craus and A. Sides (1983)

Menurut penelitian dengan judul "*A Model For Relating Filler Properties To Optimal Behavior Of Bituminous Mixtures*", f*iller* mempunyai peran utama dalam menentukan sifat dan perilaku campuran beton aspal. Karakteristik geometrik partikel *filler* dan aktivitas permukaannya merupakan sifat dasar fisik-kimia yang berpengaruh pada perilaku awal dan daya tahan campuran beton aspal. Dalam penelitian ini, ada 6 tipe filler yang diselidiki yaitu *glass beads, dolomite, sandstone, basalt, limestone dan hydrated lime.* Dua campuran yang diselidiki yaitu campuran aspal pasir dengan kadar filler 0 – 25 % dan campuran aspal beton dengan kadar *filler* 0 – 12 %. Sifat – sifat dan proporsi mastik, seperti hubungan pada sifat – sifat *filler*, merupakan faktor utama *filler* yang menentukan perilaku kekuatan campuran . Berdasarkan penelitian ini pengelompokan *filler* berdasarkan sifat dasar fisik-kimia *filler*, faktor a, kekuatan relative mastik dan susunan campuran. Perbedaan butiran filler mempunyai pengaruh yang berbeda pada aspal yang sama.

2.5. Ervin L. Dukatz and David A. Anderson (1980)

Menurut penelitian dengan judul " *The Effect of Various Filler On The Mechanical Behavior Of Asphalt and Asphaltic Concrete*", campuran lapis aspal terdiri dari satu kesatuan butiran agregat dengan aspal sebagai bahan pengikat. Bagian lain dari *filler* dengan partikel yang lebih kecil daripada tebal aspal film ditutup di dalam aspal dan merupakan bahan pengikat dalam campuran beton aspal. *Filler* kemungkinan menjadi aspal, sedemikian hingga bertambahnya kadar aspal

efektif dalam campuran. Dalam stabilitas *Marshall* dan rongga udara tidak dipengaruhi oleh penambahan jenis *filler* pada campuran dan nilai modulus resilient tidak menggambarkan pengaruh kekakuan *filler*.

2.6 Subarkah (2005)

Menurut penelitiaan yang disampaikan oleh Ir. Subarkah, MT., pada seminar dwimingguan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencenaan, Universitas Islam Indonesia, 26 November 2005, dengan judul "Karakteristik Campuran HRS-B Dengan Menggunakan *Filler* Dari Limbah Padat Industri Tekstil (*Sludge*), bertujuan untuk mengetahui apakah *sludge* dapat digunakan sebagai alternatif *filler* semen Portland pada campuran HRS B sesuai dengan persyaratan Bina Marga. Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini yaitu 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%, kadar filler yang digunakan yaitu 5% dan menggunakan jenis aspal AC 60/70. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *sludge* dapat digunakan sebagai *filler* alternatif untuk campuran HRS B yanag memenuhi spesifikasi Bina Marga.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kontruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda perkerasan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Lapisan paling atas disebut juga sebagai lapisan permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan pondasi, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan.

Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat, yaitu 90-95% dari berat campuran perkerasan. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat, dan gradasi agregatnya. Bahan pengikat seperti aspal dan semen dipergunakan sebagai bahan pengikat agregat agar terbentuk perkerasan kedap air.

Perkerasan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan pengikat, dan perkerasan dengan mempergunakan semen sebagai bahan pengikat disebut

perkerasan kaku. Lapisan perkerasan menggabungkan perkerasan lentur dan perkerasan kaku dinamakan perkerasan komposit.

Lapis perkerasan lentur pada prinsipnya tersusun atas tiga bagian. Bagian-bagian tersebut yaitu lapis pondasi bawah *(subbase)*, lapis pondasi atas *(base)*, dan lapis permukaan *(surface)*. Sebelum lapis permukaan terdapat lapis pengikat *(binder)*. Adapun fungsi dari tiap-tiap lapisan adalah:

a. Lapisan permukaan

1. Fungsi struktural, yaitu memikul beban lalulintas secara langsung dan mendistribusikan beban tersebut ke lapisan di bawahnya.
2. Fungsi non struktural, yaitu:
   a) lapis kedap air, yaitu mencegah masuknya air hujan ke lapis perkerasan yang ada di bagian bawah,
   b) membentuk permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dengan keamanan dan kenyamanan yang cukup, dan
   c) membentuk permukaan dengan kekesatan *skid resistance* yang aman.

b. Lapis pondasi atas *(base)*

Lapis pondai atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah.

Fungsi lapis pondasi atas, yaitu:

1. bagian perkarasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya,
2. lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah, dan

3. bantalan terhadap lapisan permukaan.

c. Lapis pondasi bawah *(subbbase)*

Lapisan pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah, yaitu:

1. menyebarkan roda kendaraan,
2. lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi,
3. mencegah tanah dasar masuk ke lapisan pondasi (akibat tekanan roda dari atas),
4. lapisan pertama untuk perkerasan, karena tanah dasar pada umumnya lemah, dan
5. lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

d. Tanah dasar *(subgrade)*

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan galian dan atau timbunan yang dipadatkan. Tanah dasar yang telah dipadatkan merupakan lapisan dasar untuk meletakkan bagian-bagian di atasnya.

3.2. *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC)

Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) adalah lapis aus permukaan atau lapis non struktural yang terdiri dari agregat yang bergradasi timpang (*gap graded*), aspal dan filler dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan masih panas (*hot mix*) dengan tebal padat campuran

adalah sebesar 2.5 cm sampai dengan 3 cm. Spesifikasi campuran HRS-WC dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Spesifikasi campuran HRS-WC

Sifat Campuran		Lataston (HRS)	
		WC	*Base*
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	800	
	Maks	-	
Kelelehan (mm)	Min	2	
	Maks	-	
Koutient Marshall (kg/mm)	Min	200	
VITM (%)	Min	-	
	Maks	-	
VMA (%)	Min	18	17
VWFA (%)	Min	65	

Sumber : Spesifikasi Depkimpraswil,2002

Jumlah penggunaan agregat kasar tergantung pada ketebalan lapis padat yang direncanakan. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalulintas dengan volume yang tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan di daerah bercuaca dingin atau lalulintas dengan volume rendah. Di Indonesia yang sering dipakai dalam pelaksanaan adalah AC 60/70 dan AC 80/100 (Bina Marga, 1983).

3.3. Aspal

Aspal dikenal sebagai suatu bahan/material yang bersifat padat, berwarna hitam atau coklat, yang mempunyai daya lekat *(adhesif)*, mengandung bagian-bagian utama yaitu hidrokarbon yang dihasilkan dari minyak bumi atau kejadian alami (aspal alam) dan terlarut dalam karbondisulfida.*(Arthtur Wignall, 2003)*. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang yang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat

termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur kambali turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Menurut Silvia Sukirman (2003), banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4% - 10% berdasarkan berat campuran, atau 10% – 15% berdasarkan volume campuran. Untuk konstruksi perkerasan jalan aspal berfungsi seperti berikut ini.

1. Bahan pengikat

   Aspal memberikan ikatan yang kuat terhadap agregat dan terhadap aspal itu sendiri.

2. Bahan Pengisi/*Filler*

   Aspal berfungsi mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori pada agregat tersebut.

Aspal yang sering digunakan dalam pelaksanaan perkerasaan jalan di Indonesia adalah aspal keras hasil destilasi minyak bumi dengan penetrasi AC 60/70 dan AC 80/100, dengan pertimbangan bahwa penetrasi aspal relatif rendah, sehingga aspal dipakai pada perkerasan jalan dengan tingkat lalu lintas yang tinggi dan tahan terhadap cuaca panas. Aspal ini adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang (Silvia Sukirman, 2003).

Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar dari pada kekuatan masing-masing agregat (Kerbs dan Walker, 1971). Aspal keras yang digunakan dapat berupa aspal keras dengan

penetrasi 60 atau 80 yang harus memenuhi persyaratan, seperti terlihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Pentrasi 60		Penetrasi 80		satuan
		Min	Maks	Min	maks	
1. Penetrasi (25 ^{O}C, 5 detik)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0.1 mm
2. Titik lembek (ring & ball)	PA. 0302-76	48	58	46	54	^{O}C
3. Titik nyala dan titik bakar (Cleveland open cup)	PA.0303-76	200	-	225	-	^{O}C
4. Kehilangan berat (163 ^{O}C, 5 jam)	PA. 0304-76	-	0.4	-	0.6	% berat
5. Kelarutan (CCL_4 atau CS_2)	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktalitas (25^{O}C,5 cm/mnt)	PA. 0306-76	100	-	100	-	Cm
7.Penetrasi setelah kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat Jenis (25^{O}C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	gr/cc

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

3.4. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Menurut Silvia Sukirman (2003), agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas

perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

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

Berdasarkan proses terjadinya agregat dapat dibedakan atas agregat beku (*igneous agregate*), agregat sedimen (*sedimentary agregate*) dan agregat metamorfik (*metamorphic agregate).*

a. Agregat beku (*Igneous agregate*) adalah agregat yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Agregat beku luar (*extrusive igneous agregate*) dibentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi di saat gunung berapi meletus, dan akibat pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku. Umumnya agregat beku luar berbutir halus seperti batu apung, andesit basalt, obsidian, pumice. Agregat beku dalam (*intrusive igneous agregate*) dibentuk dari magma yang tidak dapat keluar ke permukaan bumi, mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan-lahan didalam bumi, dapat ditemui di permukaan bumi karena proses erosi dan atau gerakan bumi. Agregat beku dalam umumnya bertekstur kasar seperti : gabbro, diorite, syenit.
b. Agregat sedimen (*sedimentary agregate*) dapat berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman yang mengalami pengendapan dan pembekuan. Pada umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil

endapan di danau, laut dan sebagainya. Berdasarkan proses pembentukannya agregat sedimen dapat dibedakan seperti berikut ini.

1. Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses mekanik, seperti: bresi, konlomerat, batu pasir, batu lempung. Agregat ini banyak mengandung silica.
2. Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses organis, seperti: batu gamping, batu bara, opal.
3. Agregat sedimen yang dibentuk dengan proses kimiawi, seperti: batu gamping, garam, gips, flint.

c. Agregat metamorfik (*metamorphic agregate*) adalah agregat sedimen ataupun agregat beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur kulit bumi. Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan atas agregat metamorf yang masif seperti marmer, kwarsit, dan agregat metamorf yang berfoliasi, berlapis seperti batu sabak, fillit, sekis.

Batu marmo merupakan batuan sedimen yang terjadi karena pengendapan tersusun dari kalsium atau magnesium karbonat. Berukuran sedang sampai halus, warna sedang sampai terang, tersebar luas dan banyak digunakan untuk hiasan rumah tinggal. Pada penelitian ini dipakai limbah gergajian batu marmo sebagai filler yang lolos saringan no.200 (0.075 mm).

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*).

Depkimpraswil dalam Spesifikasi Baru Campuran Panas 2002, membedakan agregat menjadi:

1. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No.8 (= 2.36 mm)
2. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus saringan No.8 (= 2.36 mm)
3. Bahan pengisi (*filler*), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan No.30 (= 0.60 mm)

Agregat yang akan digunakan pada perkerasan harus mengacu syarat-syarat yang telah distandarkan. Syarat yang harus dipenuhi adalah, ukuran dan gradasi, kebersihan, keausan, ketahanan agregat, bentuk butir, daya serap, daya pelekatan aspal dan berat jenis. Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan.

3.5 Ukuran butiran dan gradasi

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4inci, 3 ½ inci, 3 inci, 2 ½ inci, 2 inci, 1 ½ inci, 1 inci, ½ inci, 1 inci, ¾ inci, ½ inci, 3/8 inci, No,4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan no.200. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis pemeriksaan dengan mempergunakan 1set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan paling atas dan yang paling halus (No.200) diletakkan paling bawah sebelum pan.

Analisis saringan dapat dilakukan secara basah atau kering (saringan basah atau saringan kering). Pemeriksaan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200, dengan mempergunakan saringan basah dapat dilanjutkan dengan mengeringkan benda uji dan selanjutnya melakukan pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos, persentase tertahan, yang terhitung berdasarkan berat agregat.

Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak. Karena tidak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secra merata, maka rongga atau pori yang terjadi sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agregat berukuran lebih kecil.

Agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

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

2. Non plastis.

Menurut jenisnya, gradasi dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

a) Gradasi menerus (*well graded*), yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi yang seimbang, sehingga sering juga disebut gradasi rapat (saling mengisi rongga).
b) Gradasi timpang (*gap graded*), yaitu gradasi yang dalam campurannya sengaja dihilangkan sebagian agar berukuran tertentu dan dalam komposisi campuran tidak berimbang antara agregat kasar dan agregat halus (susunannya dipisah di tengah-tengah / kosong).
c) Gradasi seragam (*uniform graded*), yaitu campuran agregat yang ukurannya relatif sama atau seragam.

c. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No.30 dimana prosentase berat butir yang lolos saringan No.200 (0.075 mm) minimum 65% (Bina Marga,1987), digunakan untuk mengisi rongga diantara partikel bahan susun lapis keras.

Filler dapat berupa debu batu kapur, semen portland, abu terbang, abu tanur semen atau material non-plastis lainnya. Apabila digunakan dalam campuran maka bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu (SKBI-2.4.26.1987, Dept.PU).

Hasil dari penggunaan *filler* terhadap campuran beton aspal adalah sebagai berikut ini.

a. *Filler* diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lain beton aspal.
b. *Filler* dapat berfungsi ganda dalam campuran beton aspal.
    1). Sebagai bagian dari agregat, *filler* akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antara butir agregat, sehingga akan meningkatkan kualitas campuran, dan
    2). Bila tercampur dengan aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsentrasi tinggi, sehingga akan mengikat butiran secara bersama – sama.
c. Sifat aspal (daktilitas, viskositas dan penetrasi) diubah secara drastis oleh *filler*, walaupun kadarnya relatif rendah dibanding pada campuran beton aspal. Penambahan *filler* pada beton aspal akan meningkatkan konsistensi pada aspal.
d. Daktilitas campuran aspal *filler* akan mencapai nol, pada kadar *filler* yang umum digunakan pada campran beton aspal. Sedangkan pada suhu dan kadar *filler* yang sama, nilai penetrasi campuran aspal *filler* akan turun sampai < 1/3 dari penetrasi awal.
e. Viskositas aspal *filler* pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, tergantung pada jenis *filler* dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah.

f. Terdapat hubungan antara stabilitas campuran dan kekentalan aspal pada pemadatan campuran dengan kadar pori yang sama.

g. Hasil tes menunjukkan bahwa ada hubungan antara viskositas aspal dan usaha pemadatan aspal.

h. Sensivitas campuran terhadap air pada jenis dan kadar *filler* berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil tes menunjukkan bahwa sensivitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar *filler* yang peka terhadap air.

Persyaratan filler pada HRS-WC menurut Bina Marga adalah agregat yang 75% lolos saringan no 200, sedangkan menurut Depkimpraswil adalah agregat yang lolos saringan no 30. Filler yang dipakai pada penelitian ini adalah abu batu dan limbah gergajian batu marmo.

Tabel 3.3 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS-WC

Ukuran Seragam	% Berat Lolos Saringan
¾"	100
½"	90 – 100
3/8"	75 – 85
#8	50 – 72
#16	-
#30	35 – 60
#200	6 – 12

Sumber : Depkimpraswil, 2002

Tabel 3.4 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1.	Keausan agregat dengan Mesin Los Angeles	≤ 40 %
2.	Kelekatan terhadap aspal	≥95 %
3.	Penyerapan air	≤ 3 %
4.	Berat jenis semu	≥ 2

Sumber : Bina Marga, 1983

Tabel 3.5 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1.	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %
2.	Penyerapan air	≤ 3 %
3.	Berat jenis semu	≥ 2

Sumber : Bina Marga, 1983

3.6. Sifat-sifat *Marshall*

Untuk mengetahui karakteristik campuran beton aspal dapat diketahui dari sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan dengan nilai-nilai sebagai berikut ini.

a. *Stability* (stabilitas)

Stabilitas adalah kemampuan perkeraan jalan menerima beban lalulintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalulintas yang akan dilayani. Stabiltas akan naik jika kadar aspal bertambah sampai

batas tertentu. Kemudian bila bertambah lagi akan menurun (ada kadar aspal optimum). Kondisi ini terjadi bila terlalu sedikit aspal tidak bisa mengikat butiran batuan dengan baik. Sebaliknya jika terlalu banyak, maka fungsi sebagai bahan ikat berubah menjadi pelicin antar batuan, bila suhu tinggi. Formula stabilitas sebagai berikut :

q = p * koreksi tebal benda uji , (kg).....(3.1)

Keterangan:

p = nilai pembacaan arloji stabilitas * kalibrasi proving ring

b. *Density* (kepadatan)

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

$$Density = \frac{berat\ ker ingbendauji(sebelumdirendam)}{volumebendauji}, (gram/cc).....(3.2)$$

c. *Flow* (kelelehan)

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

d. Rongga dalam campuran (VITM)

Nilai VITM adalah prosentase rongga dalam suatu campuran yang menunjukkan banyaknya rongga didalamnya. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan dan durabilitas campuran. Nilai VITM yang besar mengakibatkan rongga yang terlalu banyak, sehingga air dan udara mudah masuk, akibatnya durabiltas berkurang. Sebaliknya nilai VITM yang kecil, campuran menjadi rapat dan kekakuan menjadi meningkat (stablitas rendah). Formula VITM sebagai berikut :

$$VITM = 100 * \frac{h-g}{h}, (\%) \quad \text{.....(3.3)}$$

Keterangan :

h = berat jenis maksimum teoritis (gram / cc)

g = berat volume benda uji

e. Rongga yang terisi aspal (VFMA)

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

$$VFWA = 100 * \frac{VMA - VITM}{VMA}, (\%) \quad \text{.....(3.4)}$$

f. Marshall Quotient

Merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras tinggi. Lapis keras yang mempunyai MQ yang terlalu tinggi akan mudah mengalami retak-retak akibat beban terulang dari lalulintas. Sebaliknya campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu rendah mengakibatkan campuran terlalu fleksibel yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalulintas. Formula *Marshall Quotient* sebagai berikut :

QM = Stabilitas/*flow* , (kg/mm).....(3.5)

BAB IV

HIPOTESIS

Limbah batu marmo yang dimasukkan dalam campuran beton aspal (dalam hal ini *Hot Rolled Sheet Wearing Course*) merupakan agregat halus yang difungsikan sebagai filler. Pada campuran perkerasan dengan penggunaan limbah gergajian batu marmo sebagai filler, mempunyai karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan abu batu yang umum digunakan sebagai filler untuk bahan campuran perkerasan jalan. Hal ini ditunjukkan pada pemeriksaan berat jenis dan penyerapan filler limbah batu marmo, serta pemeriksaan penetrasi campuran aspal dengan *filler* batu marmo, nilainya tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan filler abu batu.

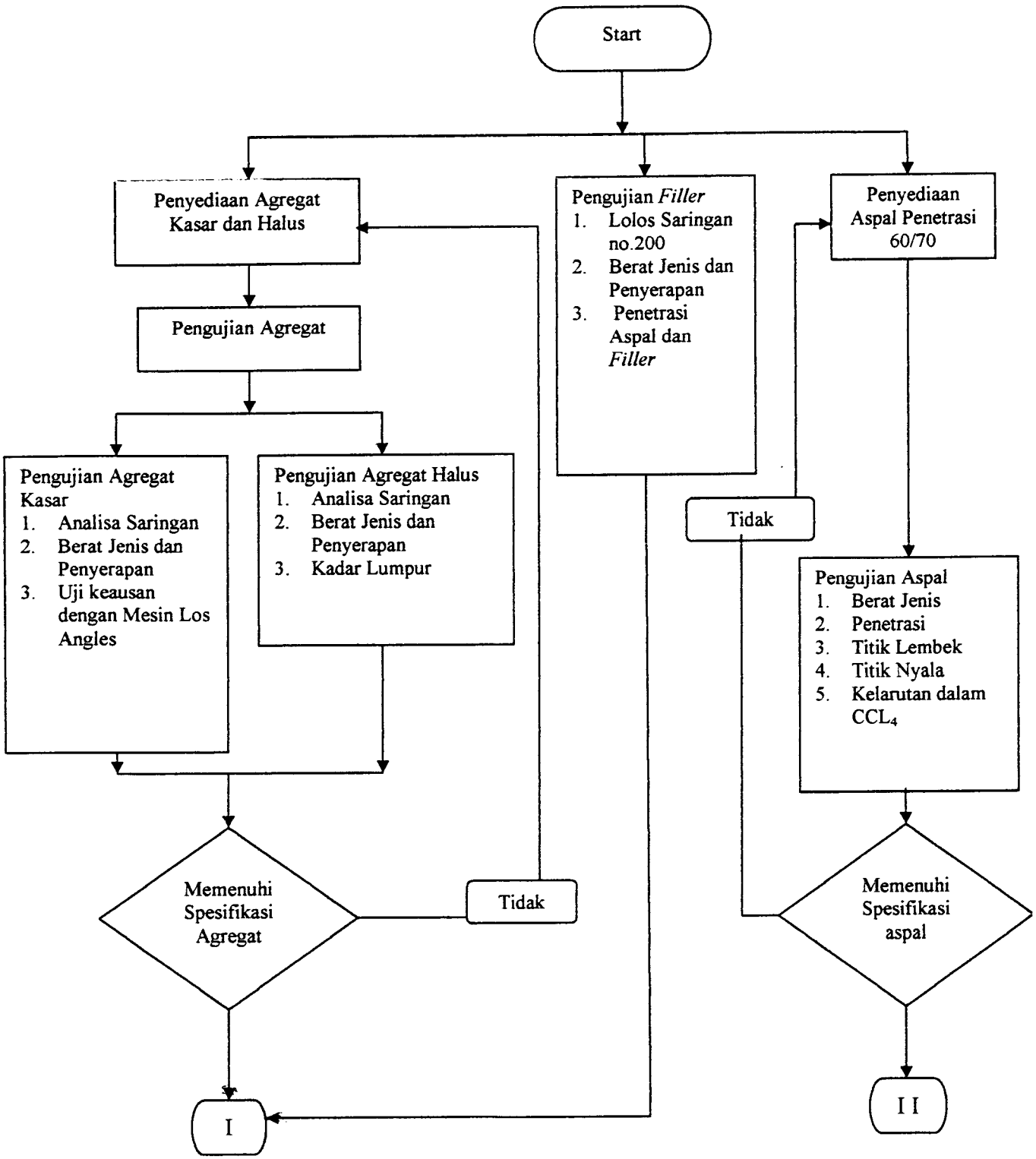
Meninjau hal diatas, limbah gergajian batu marmo dari daerah Tulungagung Jawa Timur diharapkan dapat memenuhi persyaratan marshall untuk HRS-WC sebagaimana pada tabel 3.1, sehingga dapat dipergunakan sebagai *filler* untuk campuran HRS-WC.

BAB V

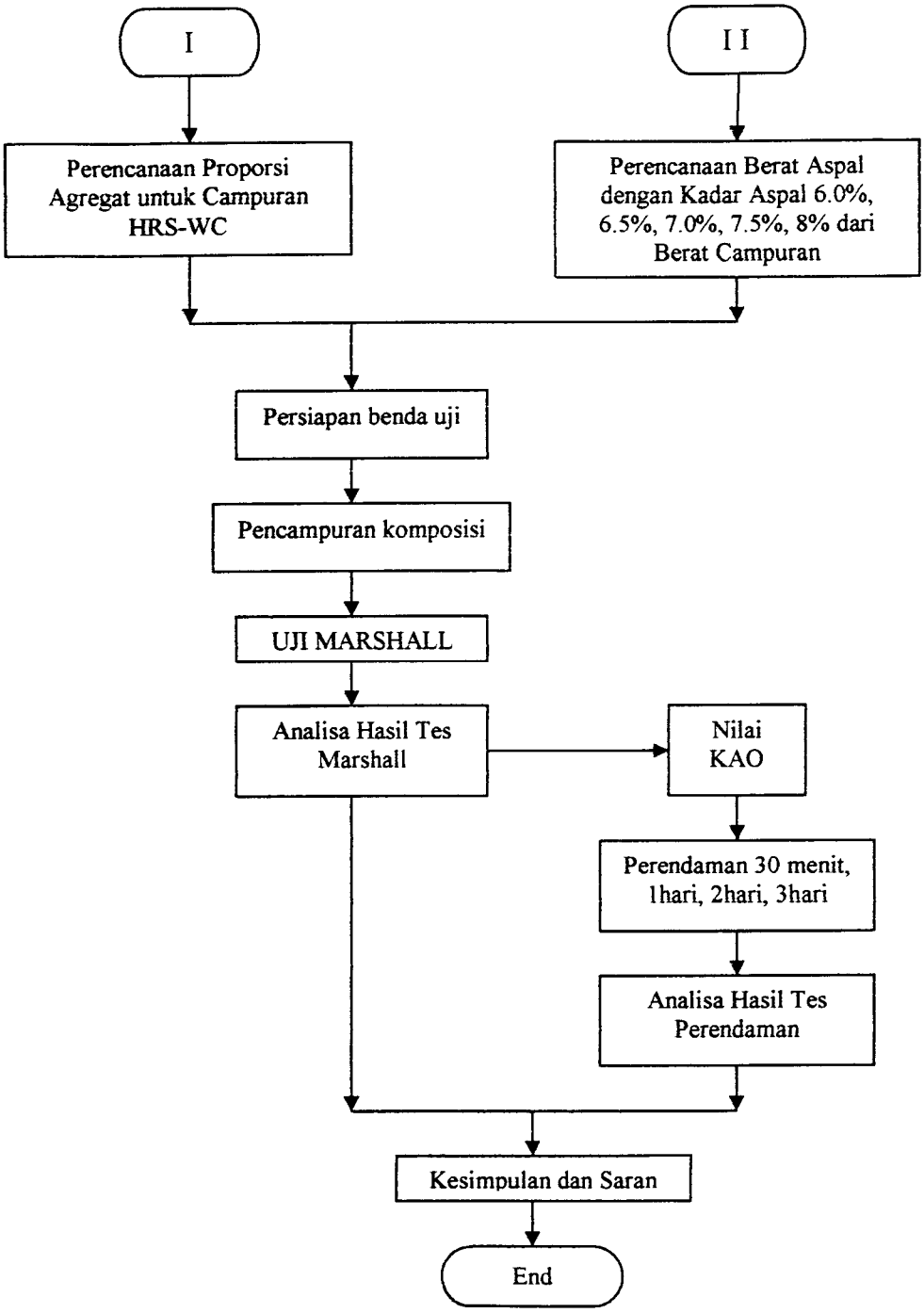
METODE PENELITIAN

5.1. Cara Memperoleh Data

Data diperoleh setelah dilakukan serangkaian pemeriksaan terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji. Pemeriksaan tersebut meliputi pemeriksaan dan pengujian bahan, dan pengujian campuran. Selengkapnya seperti pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Bagan Alir Penelitian Labolatorium



Gambar 5.1 Bagan Alir Penelitian Labolatorium

5.2. Pemeriksaan dan Pengujian Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya harus melalui serangkaian pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan.

a. Pemeriksaan Agregat

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

1) Pemeriksaaan analisa saringan agregat halus dan kasar (PB-0201-76)
2) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (PB-0202-76)
3) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (PB-0203-76)
4) Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal (PB-0205-76)
5) Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles (PB-0206-76)
6) Pemeriksaan *Sand Equivalent* (AASHTO-T176-73)

b. Pemeriksaan *Filler*

Filler merupakan bagian dari agregat yang sangat halus. *Filler* harus bebas dari kotoran dan dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%). *Filler* dapat berupa abu batu, semen portland dan lain-lain. Pada penelitian ini *filler* yang digunakan berasal dari abu batu dan limbah batu marmo.

c. Pemeriksaan Aspal

Aspal merupakan hasil dari produksi bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus diperiksa di labolatorium. Pemeriksaan bahan ikat aspal seperti berikut ini.

1) Pemeriksaan Penetrasi bahan-bahan bitumen (PA-0301-76)
2) Pemeriksaan titik lembek aspal dan ter (PA-0203-76)

3) Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan Cleveland Open Cup (PA-0303-76)

4) Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam CCl_4 (PA-0305-76)

5) Pemeriksaan daktilitas bahan-bahan bitumen (PA-0306-76)

6) Pemeriksaan berat jenis bitumen keras dan ter (PA-0307-76)

5.3. Pengujian Campuran

5.3.1. Perencanaan Campuran

Total campuran agregat dan aspal untuk satu benda uji memiliki berat 1200 gram, yang terdiri dari agregat kasar, aspal, agregat halus dan *filler*. Benda uji dibuat masing-masing tiga buah, dengan variasi kadar aspal sebanyak lima buah, yaitu 6%, 6,5% 7%, 7,5 % dan 8% dipakai kadar *filler* 9% dari berat total campuran, sehingga jumlah sampel 5 x 3 x 2 = 30 sampel yang ditunjukkan pada tabel 5.1. Dari 30 sampel tersebut didapatkan kadar aspal optimum untuk HRS – WC dengan *filler* abu batu dan *filler* batu marmo. Pada test *Marshall Immersion* dipakai kadar aspal optimum, dengan 4 variasi lama perendaman yaitu 30 menit, 1 hari, 2 hari dan 3 hari yang ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.1 Jumlah sampel untuk uji Marshall Standard

Kadar Aspal (%)	Jumlah	
	Filler Abu Batu	Filler Limbah Batu Marmo
5,5	3	3
6	3	3
6,5	3	3
7	3	3
7,5	3	3
Jumlah	15	15
TOTAL	30	

Total jumlah sampel untuk uji *Marshall Standard* untuk campuran dengan menggunakan *filler* abu batu dan *filler* dengan limbah batu marmo adalah sebanyak 30 buah sampel.

Tabel 5.2 Jumlah sampel untuk uji perendaman (*Immersion Test*)

Lama Perendaman	Jumlah	
	Filler Abu Batu	Filler Limbah Batu Marmo
30 menit	2	2
1 hari	2	2
2 hari	2	2
3 hari	2	2
jumlah	8	8
TOTAL	16	

Total jumlah sampel untuk uji perendaman untuk campuran dengan *filler* abu batu dan *filler* dengan limbah batu marmo adalah 16 buah sampel.

Jadi total jumlah sampel yang dipakai adalah 46 buah sampel.

5.3.2. Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah seperti berikut ini.

a. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu 105 ± 5^0C. agregat tersebut kemudian disaring secara kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.

b. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.

c. Proses pencampuran (mixing) dilakukan seperti berikut ini.

   1) Panci pencampur dipanaskan bersanma dengan agregat rencana sampai pada suhu 170°C sambil diaduk.

2) Agregat kering diaduk dan pada suhu 150°C ditambahkan aspal AC 60/70 yang telah dipanaskan kedalam campuran agregat dengan takaran sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
3) Campuran diaduk selama ± 50 detik.

d. Proses pemadatan dilakukan seperti berikut ini.
1) Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dan dipanaskan dengan suhu 93,3°C s/d 148,9°C.
2) Cetakan benda uji ditimbang, diukur tinggi dan diameternya.
3) Letakkan selembar kertas saring/kertas penghisap menurut cetakan kedalam dasar cetakan.
4) Masukkan seluruh campuran kedalam cetakan pada suhu 140°C, kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula telah dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggiran dan 10 kali ditengahnya.
5) Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (direncanakan untuk lalu lintas padat dan beban berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm dan palu pemadat selalu tegak lurus cetakan selam pemadatan dilakukan.
6) Permukaan benda uji yang yang telah dibalik ditumbuk sebanyak 75 kali dan dilakukan penimbangan dan pengukuran kembali (setelah plat alas dan leher sambung dilepas).
7) Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan dan diletakkan diatas permukaan yang rata selama ± 24 jam pada suhu ruang.

5.3.3. Pengujian Benda Uji

5.3.3.1 Persiapan Benda Uji

a. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel untuk selanjutnya dilakukan penimbangan.
b. Masing-masing benda uji ditempel tanda pengenal.
c. Setiap benda uji diukur tingginya, dilakukan tiga kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
d. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang.
e. Benda uji ditimbang dalam kondisi didalam air.
f. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering jenuh (SSD).

5.3.3.2. Cara Pengujian Benda Uji

Cara pengujian benda uji dilakukan seperti berikut ini.

a. Benda uji direndam dalam *water bath* selama ± 30 menit untuk pengujian Mashall dan ± 24 jam dan 2x24 jam untuk pengujian Immersion dengan suhu perendaman 60^0C.
b. Kepala penekan alat pengujian *Marshall* dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat pengujian Marshall segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath.*
c. Pembebanan dilakukan pada posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.
d. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun

seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat pembebanan maksimum terjadi, *flow* meter dibaca.

5.3.4. Peralatan Pengujian

Penelitian ini dilakukan di Labolatorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti dibawah ini.

a. Cetakan benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 10,15 cm tinggi 8,75 cm lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
b. Alat penumbuk manual
    1) Penumbuk yang memiliki permukaan rata yang berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,70 cm.
    2) Landasan pemadat yang terdiri dari balok kayu yang dilapis dengan plat baja dan dipasang pada lantai baja dikeempat sudutnya.
    3) Pemegang cetakan benda uji.
    4) Ejektor untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
    5) Alat test Marshall
        a) Kepala penekan breaking head yang berbentuk lengkung.
        b) cincin proving ring dengan kapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg yang dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
        c) arloji penunjuk kelelahan flow dengan ketelitian 0,25 mm

6) Oven dengan suhu pengatur, mampu memanasi sampai dengan suhu 200°C (± 3°C).
7) Bak perendam *waterbath* yang dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20°C sampai dengan 60°C.
8) Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji yang berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan yang berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gr.
9) Pengatur suhu dari logam metal thermometer berkapasitass 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas.
10) Panci untuk memanaskan agregat.
11) Sendok pengaduk.
12) Spatula.
13) Kompor atau pemanas *hot plate*
14) Kantong plastik dan sarung tangan.

5.4. Anggapan Dasar

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi kadar *filler* dari campuran beton aspal normal (*filler* abu batu) dan campuran beton aspal dengan *filler* limbah gergajian batu marmo.

Dalam pelaksanaan penelitian ini dianggap bahwa peralatan selama berlangsungnya penelitian dalam keadaan standar. Sedangkan bahan-bahan seperti agregat dan aspal dianggap memiliki kualitas yang sama, seperti pada hasil pengujian bahan.

5.5. Cara Analisis

Data yang diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium antara lain :

a. berat benda uji sebelum direndam (gram),

b. berat benda uji didalam air (gram),

c. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),

d. tebal benda uji (mm),

e. pembacaan arloji stabilitas (kg), dan

f. pembacaan arloji kelelehan atau *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *Voids In Mixture* (VITM), *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void in Mineral Aggregate* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan data-data seperti .

1. Berat jenis maksimum teoritis.

$$h = \frac{100}{\frac{\%agregat}{BJagregatefektif} + \frac{\%aspal}{BJaspal}} \text{ (gram/cc)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5.1)$$

Dimana :

$$\text{BJ agr. ef} = \frac{100}{\frac{\%agregatkasar}{BJAgr.kasar.ef} + \frac{\%agregathalus}{BJAgr.halus.ef}}$$

2. Volume aspal terhadap benda uji.

$$i = \frac{b * g}{BJ.aspal}, \% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.2)$$

keterangan : g = berat volume berat uji (gram/cc)

b = kadar aspal terhadap total campuran (%)

3. Volume agregat terhadap benda uji.

$$j\ ef = \frac{(100-b)*g}{BJagr.ef}, \%\ \text{atau}\ \ j\ cur = \frac{(100-b)*g}{BJagr.cur}, \% \quad \text{.....(5.3)}$$

4. Kadar rongga dalam campuran.

$$k = (\ 100 - i - j\ ef\ ), \% \quad \text{.....(5.4)}$$

5. Kadar rongga dalam agregat (VMA).

$$VMA = (100 - j\ cur\ ), \% \quad \text{.....(5.5)}$$

6. Rongga yang terisi aspal (VFWA).

$$VFWA = 100 * \frac{VMA - VITM}{VMA}, \% \quad \text{.....(5.6)}$$

7. Rongga terhadap aspal (VITM).

$$VITM = 100 * \frac{h-g}{h}, \% \quad \text{.....(5.7)}$$

8. Serapan aspal oleh agregat.

$$Aa = 100 * \frac{BJagr.ef - BJagr.cur}{BJagr.ef * Bjagr.cur} * \text{BJ aspal}, \% \quad \text{.....(5.8)}$$

9. Kadar aspal efektif.

$$Ae = b - \frac{Aa}{100}(100 - b), \% \quad \text{.....(5.9)}$$

10. Tingkat kepadatan.

$$Tk = \frac{g}{h} * 100, \% \quad \text{.....(5.10)}$$

11. Stabilitas.

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

q = p * koreksi tebal benda uji , (kg) .....(5.11)

Keterangan:

p = nilai pembacaan arloji stabilitas * kalibrasi proving ring

Faktor koreksi dipergunakan dalam menentukan nilai stabilitas karena ada kemungkinan-kemungkinan yang bisa mempengaruhi pada saat pembacaan arloji stabilitas yang dilakukan secara manual dengan mata. Dengan adanya angka koreksi maka kesalahan pembacaan dapat dibuat seminimal mungkin.

Tabel 5.3 Koreksi Tebal Benda Uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
60	1,095	70	0,845
61	1,065	71	0,835
62	1,035	72	0,825
63	1,015	73	0,810
64	0,960	74	0,791
65	0,935	75	0,772
66	0,900	76	0,762
67	0,885	77	0,752
68	0,865	78	0,742
69	0,855	79	0,733
70	0,845	80	0,724

Sumber : Laboratorium Jalan Raya JTS FTSP UII

12. *Flow* (kelelahan plastis)

    Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai *flow* dalam (mm) langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall.*

13. *Marshall Quotient* (MQ)

    Nilai *Marshall Quotient* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan.

    Dipakai rumus,

    QM = Stabilitas/*flow* , (kg/mm)..... (5.13).

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

Hasil pemeriksaan di labolatorium terhadap agregat aspal dan *filler* dapat dilihat pada tabel 6.1, 6.2, 6.3

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin *Los Angeles*	≤ 40%	34.16%
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 95%	98%
3	Penyerapan air	≤ 3%	2,10%
4	Berat jenis semu	≥ 2.5%	2,73%

Sumber : Depkimpraswil 2002 dan hasil penelitian di labolatorium Jalan Raya UII

Dari tabel 6.1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian agregat kasar semuanya memenuhi persyaratan.

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan *Filler*

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Nilai *Sand Equivalent*	≥ 50%	74.00
2	Peresapan Agregat terhadap air	≤ 3%	1,42%
3	Berat Jenis Semu	≥ 2.5%	2,866
4	Gradasi *filler*	Lolos saringan no 200	100% lolos saringan no 200
5	BJ *filler* abu batu	-	
6	BJ *filler* abu marmo	-	

Sumber : Depkimpraswil 2002 dan hasil penelitian di labolatorium Jalan Raya UII

Dari Tabel 6.2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian agregat halus semua memenuhi persyaratan.

Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1	Penetrasi	60mm	79mm		mm
2	Titik lembek	48° C	58%	56	°C
3	Titik nyala	200° C	-	307	°C
4	Kelarutan CCL4	99%berat	-	99,9901	%berat
5	Daktilitas	100 cm	-	165	cm
6	Berat Jenis	1	-	1,0256	-

Sumber : Depkimpraswil 2002 dan hasil penelitian di labolatorium Jalan Raya UII

Dari Tabel 6.3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian aspal AC 60/70 semua memenuhi persyaratan.

Adapun data-data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dengan bahan *filler* abu batu adalah seperti pada tebel 6.4, dan 6.5

Tabel 6.4 Rerata Hasil Pengujian Marshall dengan Kadar Filler Abu Batu 9%

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
VMA (%)	17.98	18.78	18.52	18.55	19.46
VITM (%)	4.26	3.98	2.44	1.23	1.09
VFWA (%)	76.34	78.86	86.9	93.36	94.44
Stabilitas (kg)	949.1	925.32	902.07	1040.27	964.79
Flow (mm)	0.83	1.23	1.53	2.2	2.73
QM (kg/mm)	1162.433	771.536	592.680	484.5	359.723

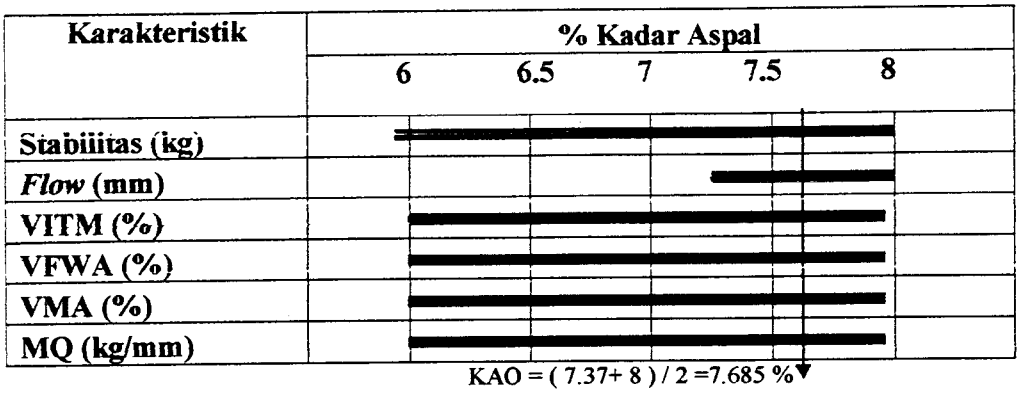
Sumber : Hasil Penelitian di Labolatorium Jalan Raya UII (Lampiran 18)

Dari tabel 6.4 dapat dilihat nilai rata-rata pengujian *Marshall* yang menggunakan *filler* abu batu pada kadar *filler* 9% dan kadar aspal 6%-8%.

Tabel 6.5 Rerata Hasil Pengujian *Marshall* dengan Kadar *Filler* Batu Marmo 9%

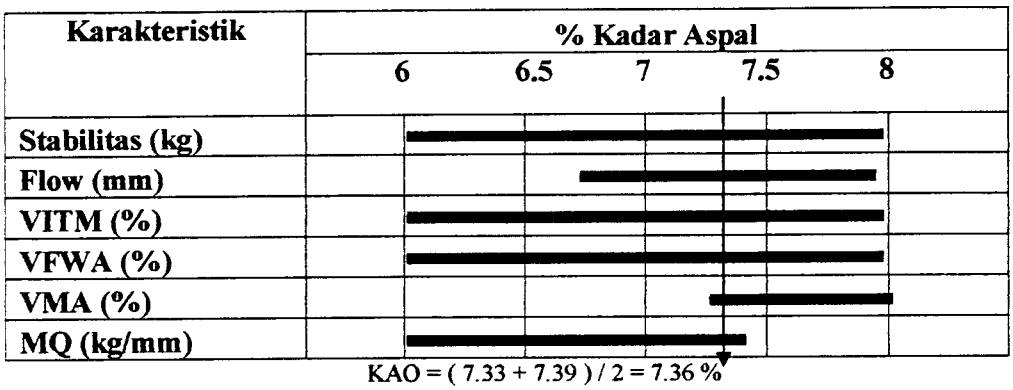
Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
VMA (%)	15.84	17.01	17.61	18.30	18.90
VITM (%)	1.75	1.88	1.35	0.94	0.41
VFWA (%)	88.96	89.11	92.36	94.91	97.85
Stabilitas (kg)	1012.90	905.75	869.36	829.06	817.99
Flow (mm)	1.30	1.53	2.70	4.68	5.53
QM (kg/mm)	795.747	645.290	333.029	178.232	149.732

Sumber : Hasil Penelitian di Labolatorium Jalan Raya UII (Lampiran 19)



Gambar 6.1 Grafik Mencari KAO pada Kadar *Filler* Abu Batu 9%

Dari gambar didapat kadar aspal optimum yang menggunakan *filler* abu batu pada kadar *filler* 9% adalah 7.685%



Gambar 6.2 Grafik Mencari KAO pada Kadar Filler Abu Marmo 9%

Dari gambar didapat kadar aspal optimum yang menggunakan *filler* batu marmo pada kadar *filler* 9% adalah 7.36

Dari hasil pengujian diatas dicari rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan dari Depkimpraswil 2002, sehingga didapat Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada tebel 6.6 di bawah ini.

Tabel 6.6 Rentang Kadar Aspal dan Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Batu dan Batu Marmo

Kadar *Filler* (%)	Abu Batu		Batu Marmo	
	Rentang Kadar Aspal (%)	KAO (%)	Rentang Kadar Aspal (%)	KAO (%)
9	7,37-8	7,685	7,33-7,39	7,36

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Labolatorium Jalan Raya UII

Dari hasil tersebut kemudian digunakan dalam campuran untuk uji perendaman. Uji perendaman bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini pada prinsipnya sama dengan pengujian standard, hanya waktu perendaman yang berbeda. Uji perendaman pada penelitian ini dilakukan selama 30 menit, 24 jam, 2 hari, dan 3 hari dalam waterbath pada suhu 60° C.

6.2 Pembahasan

6.2.1 Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalulintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur *(rutting)*, maupun *bleeding*. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh kohesi / penetrasi / viscositas aspal, kadar aspal, gesekan (*internal friction*), sifat saling mengunci *(interlocking)* dari partikel – partikel agregat, bentuk dan tekstur permukaan serta gradasi agregat. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalulintas yang besar. Nilai stabilitas dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.7 dibawah ini.

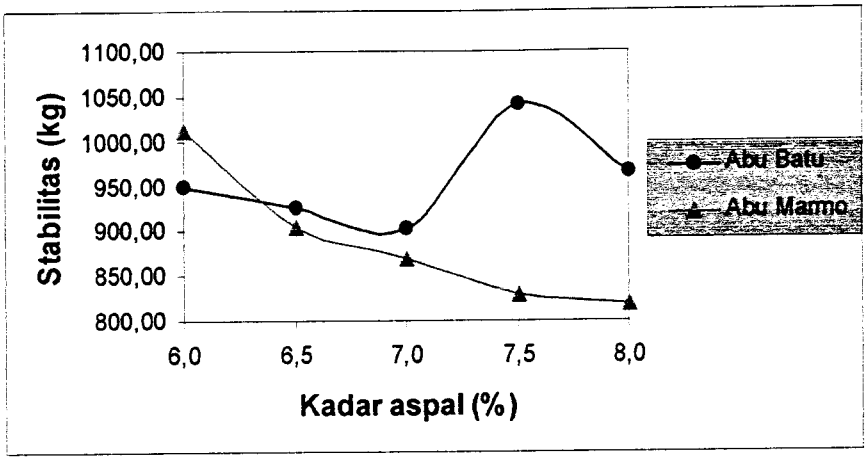


Tabel 6.7 Rerata Hasil Pengujian Stabilitas dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
Stabilitas Abu Batu (kg)	949.1	925.32	902.07	1040.27	964.79
Stabilitas Abu Marmo (kg)	1012.90	905.75	869.36	829.06	817.99

Sumber: Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas campuran dapat dilihat pada gambar 6.3



Gambar 6.3 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas

Dari gambar 6.3 dapat dilihat bahwa stabilitas campuran HRS-WC dengan filler abu batu pada kadar aspal 6%-7% mengalami penurunan tetapi naik lagi hingga kadar aspal 7,5% dan terjadi penurunan lagi dari kadar aspal 7,5%-8%. Penurunan nila stabilitas pada kadar aspal 6%-7% terjadi karena belum berfungsinya aspal sebagai pengikat agregat. Kenaikan stabilitas dari kadar aspal 7%-7,5% disebabkan karena dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat maka kohesi campuran bertambah, kerapatan campuran meningkat sehingga bidang kontak antara agregat akan meningkatkan stabilitas. Selanjutnya penurunan agregat pada kadar aspal 7,5%-8% terjadi karena aspal yang pada kadar aspal 7%-7,5% sebagai pengikat agregat berubah fungsi menjadi

pelicin sehingga film aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antara agregat.

Dari gambar 6.3 juga dapat dilihat bahwa stabilitas campuran HRS-WC yang menggunakan filler abu batu memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dari pada campuran dengan filler abu marmo pada kadar aspal 6,5%-8%. Berat jenis abu batu yang lebih kecil dari abu marmo mengakibatkan volume abu batu lebih besar dibandingkan dengan abu marmo pada berat yang sama sehingga proporsi filler abu batu lebih besar dari abu marmo. Hal ini menyebabkan viskositas campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo (Subarkah, disampaikan pada seminar dwimingguan "Karakteristik Campuran HRS B dengan Menggunakan Filler Dari Limbah Padat Industri Tekstil). Subarkah (2001) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semakin keras bitumen kendatipun mengakibatkan *voids* dalam campuran yang lebih besar, namun masih menghasilkan stabilitas yang lebih besar (disampaikan pada seminar dwimingguan "Karakteristik Campuran HRS B dengan Menggunakan Filler Dari Limbah Padat Industri Tekstil). Viskositas yang tinggi menyebabkan bitumen semakin keras, sehingga nilai stabilitas campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih besar jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

6.2.2 *Flow*

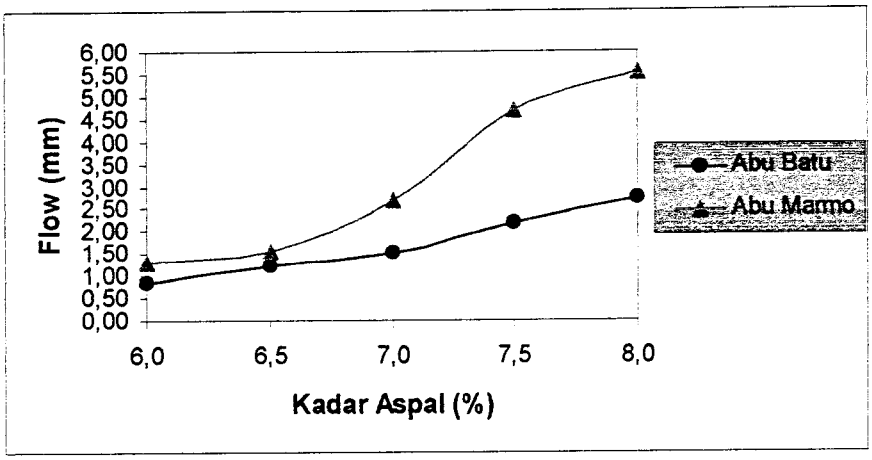
Nilai *flow* dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.8 dibawah ini.

Tabel 6.8 Rerata Hasil Pengujian Flow dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
Flow Abu Batu (mm)	0.83	1.23	1.53	2.2	2.73
Flow Abu Marmo (mm)	1.30	1.53	2.70	4.68	5.53

Sumber: Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan *flow* dapat dilihat pada gambar 6.4



Gambar 6.4 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow*

Naiknya nilai flow seiring dengan bertambahnya kadar aspal disebabkan oleh semakin menurunnya viskositas campuran sehingga campuran menjadi semakin lentur.

Dari gambar 6.4 juga dapat dilihat bahwa nilai *flow* yang dihasilkan campuran HRS-WC dengan *filler* batu marmo lebih tinggi nilainya dibanding campuran HRS-WC dengan *filler* abu batu. Ditinjau dari berat jenis abu batu yang lebih kecil dari berat jenis abu marmo, maka dapat disimpulkan bahwa proporsi filler abu batu lebih banyak daripada abu marmo. Sehingga nilai flow campuran HRS-WC dengan filler abu batu yang lebih kecil dari campuran HRS-WC dengan

filler abu marmo disebabkan oleh bidang kontaknya yang lebih luas diantara butiran agregat, yang didasarkan penelitian Brien (1978) yang menyebutkan bahwa filler dapat menghasilkan jumlah titik kontak yang lebih banyak diantara batuan.

6.2.3 VITM (Void In The Mix)

VITM (Rongga dalam campuran) adalah perbandingan volume persen rongga terhadap total campuran padat dan dinyatakan dalam persen (%). Persentase rongga tidak disyaratkan Depkimpraswil 2002 untuk campuran HRS-WC lalu lintas ≥ 1 juta ESA.

Nilai VITM berpengaruh terhadap kepadatan campuran. Nilai VITM berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran, hal ini karena aspal mampu mengisi lebih banyak rongga-rongga yang terdapat pada campuran. Campuran dengan nilai VITM kecil menunjukkan bahwa campuran dengan tingkat kekakuan yang tinggi, kandungan rongga dalam campurannya sedikit sehingga jika campuran menerima beban lalu lintas maka akan mudah terjadi retak-retak karena tidak cukup lentur dalam menahan deformasi yang terjadi. Sebaliknya jika campuran memiliki nilai VITM yang besar, rongga yang terdapat dalam campuran lebih banyak sehingga campuran tersebut merupakan campuran yang berporous, kurang kedap terhadap udara dan air, akibatnya mudah teroksidasi sehingga daya tahan (*durability*) campuran menurun.

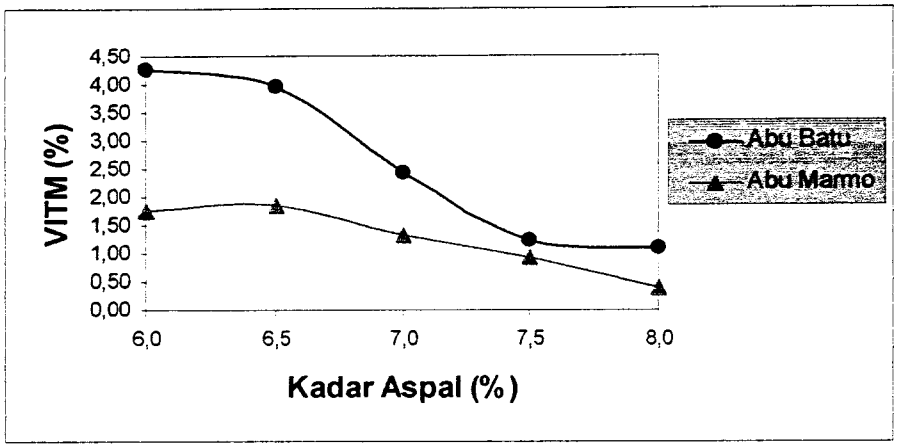
Nilai dari hasil pengujian VITM campuran dapat dilihat pada tabel 6.9 dibawah ini.

Tabel 6.9 Rerata Hasil Pengujian VITM dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
VITM Abu Batu (%)	4.26	3.98	2.44	1.23	1.09
VITM Abu Marmo (%)	1.75	1.88	1.35	0.94	0.41

Sumber :Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan VITM dapat dilihat pada gambar 6.5



Gambar 6.5 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM

Penurunan nilai VITM seperti pada gambar 6.5 disebabkan karena dengan bertambahnya kadar aspal maka aspal yang masuk kedalam rongga-rongga yang terdapat di antara butiran agregat semakin banyak sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.

VITM campuran HRS-WC yang menggunakan filler abu batu lebih tinggi nilainya daripada campuran dengan filler abu marmo. Hal ini menunjukkan bahwa persentase pori dalam campuran HRS-WC yang menggunakan filler abu batu lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC yang menggunakan filler abu marmo.

Akibat yang ditimbulkan oleh berat jenis abu batu yang lebih kecil jika dibandingkan dengan abu marmo yang berhubungan dengan nilai VITM campuran adalah mengenai masalah ruang. Volume abu batu yang lebih besar dibandingkan volume abu marmo mengakibatkan viskositas aspal semakin meningkat yang dapat menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk pada campuran akibat pengurangan efek pelumasan, sehingga nilai VITM campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi nilainya jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

6.2.4 VFWA *(Void Filled With Asphalt)*

Nilai VFWA menunjukan besarnya rongga yang terisi aspal., dan nilainya dinyatakan dalam persen terhadap rongga. Besarnya VFWA berpengaruh terhadap kekedapan campuran terhadap air dan udara yang akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan *(durability)* suatu perkerasan.

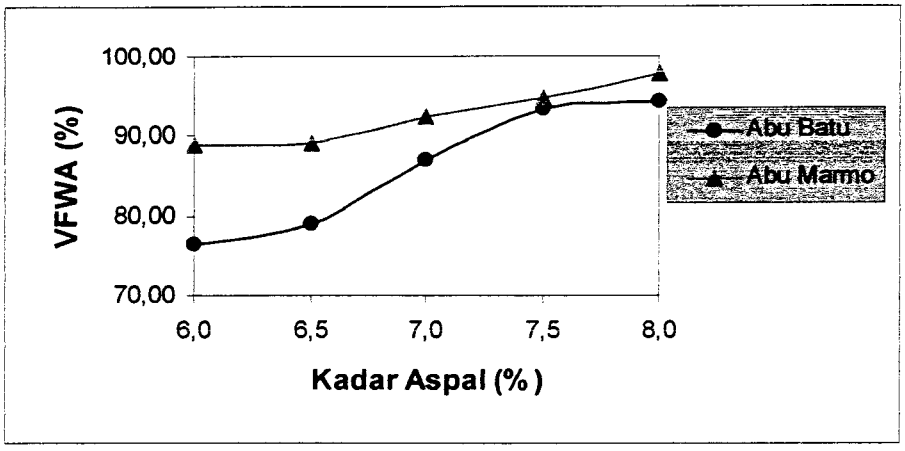
Nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFWA yang terlalu tinggi akan mempermudah terjadinya kegemukan (bleeding) atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerime beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan viskositas aspal turun, maka sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga sudah penuh maka aspal akan naik ke permukaan.
Nilai dari hasil pengujian VFWA campuran dapat dilihat pada tabel 6.10 dibawah ini.

Tabel 6.10 Rerata Hasil Pengujian VFWA dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
VFWA Abu Batu (%)	76.34	78.86	86.9	93.36	94.44
VFWA Abu Marmo (%)	88.96	89.11	92.36	94.91	97.85

Sumber: Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada gambar 6.6



Gambar 6.6 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VFWA

Dari hasil penelitian yang ditampilkan pada gambar 6.6 terlihat bahwa nilai VFWA meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga antar agregat yang terisi aspal bertambah banyak. Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM, bila nilai VITM besar maka rongga yang terdapat dalam campuran tersebut banyak dan seiring dengan bertambahnya kadar aspal nilai VITM semakin kecil. Berkaitan dengan hal tersebut, rongga terisi aspal (VFWA) bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Dari gambar 6.6 dapat dilihat bahwa nilai VFWA campuran HRS-WC dengan filler abu marmo lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan campuran

HRS-WC dengan filler abu batu. Karena berat jenis abu batu yang lebih kecil dari berat jenis abu marmo maka filler abu batu memiliki proporsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan proporsi filler abu marmo pada kadar aspal yang sama, sehingga menyebabkan campuran HRS-WC dengan filler abu batu memiliki lapisan aspal yang lebih tipis daripada campuran HRS-WC dengan filler abu marmo karena luas permukaan agregat menjadi lebih besar. Oleh karena itu maka viskositas aspal semakin meningkat sehingga rongga udara yang terbentuk semakin bertambah dan pada campuran HRS-WC dengan filler abu batu rongga yang terisi aspal lebih sedikit jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Hal ini yang menyebabkan nilai VFWA campuran HRS-WC dengan filler abu marmo lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu batu.

Berdasarkan pengujian penetrasi, dapat dilihat bahwa nilai penetrasi campuran aspal dan filler abu batu lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran aspal dengan filler abu marmo. Sehingga dapat juga disimpulkan bahwa pada campuran HRS-WC dengan filler abu marmo memiliki rongga terisi aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu batu.

6.2.5 VMA *(Vouids in Mixed Agregat)*

VMA adalah rongga antar butiran agregat yaitu rongga udara yang ada diantara partikel campuran agregat sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal yang dinyatakan dalam proses terhadap total volume campuran agregat aspal. Faktor yang memepengaruhi VMA antara lain adalah gradasi agregat

(komposisi campuran agregat dan ukuran diameter butir terbesar), energi pemadat, kadar aspal dan bentuk bentuk butiran.

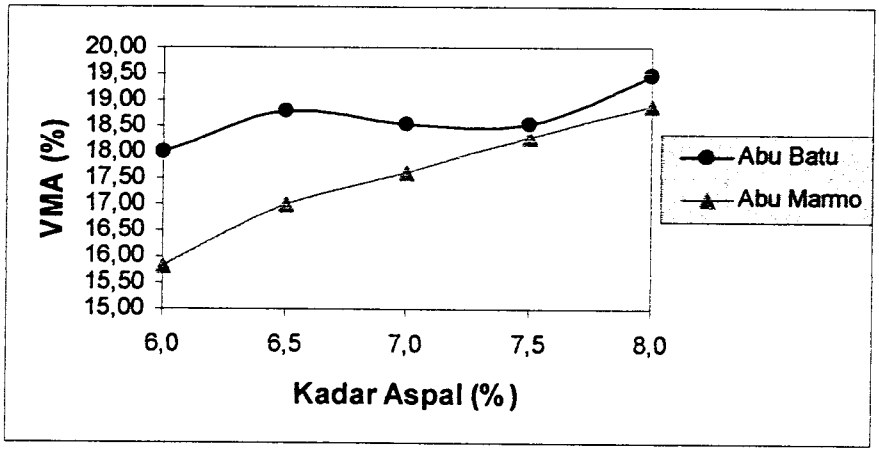
Nilai dari hasil pengujian VMA campuran dapat dilihat pada tabel 6.11 dibawah ini.

Tabel 6.11 Rerata Hasil Pengujian VMA dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
VMAAbu Batu (%)	17.98	18.78	18.52	18.55	19.46
VMA Abu Marmo (%)	15.84	17.01	17.61	18.30	18.90

Sumber: Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan VMA dapat dilihat pada gambar 6.7



Gambar 6.7 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VMA

Dari hasil penelitian yang ditampilkan pada gambar 6.7 terlihat bahwa nilai VMA meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga antar butiran agregat bertambah banyak. Nilai VMA berhubungan erat dengan nilai VITM, bila nilai VITM besar maka rongga yang terdapat dalam campuran tersebut banyak dan seiring dengan bertambahnya kadar aspal nilai VITM semakin kecil. Berkaitan dengan hal tersebut, rongga antar butiran agregat (VMA) bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Berat jenis abu batu yang lebih kecil daripada abu marmo mengakibatkan campuran HRS-WC dengan filler abu batu memiliki volume yang lebih besar daripada campuran HRS-WC dengan filler abu marmo, sehingga pada campuran dengan filler abu batu jarak antar butiran agregat dengan filler lebih rapat dibandingkan campuran dengan filler abu marmo. Hal ini menyebabkan nilai VMA campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi dibandingkan nilai VMA campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

Dari nilai penetrasi campuran aspal dan filler abu batu yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran aspal dan filler abu marmo, dapat juga disimpulkan bahwa jarak antar butiran agregatnya lebih rapat, sehingga nilai VFWA campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

6.2.6 *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Stabilitas yang tinggi dan disertai dengan kelelehan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelehan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalulintas.

Jika dibandingkan nilai MQ untuk campuran yang menggunakan *filler* batu putih lebih besar daripada nilai MQ untuk campuran yang menggunakan *filler* debu batu. Hal ini dikarenakan *filler* batu putih mempunyai stabilitas yang besar dan

nilai *flow* yang kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* debu.

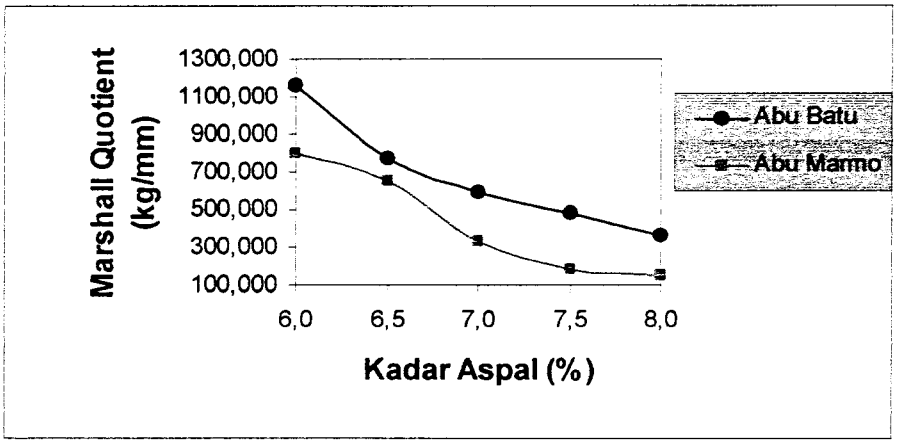
Nilai dari hasil pengujian *Marshall Quotient* campuran dapat dilihat pada tabel 6.12 dibawah ini.

Tabel 6.12 Rerata Hasil Pengujian MQ dengan Kadar Aspal

Karateristik	Kandungan / Persentase Aspal				
	6%	6.5%	7%	7.5%	8%
QM Abu Batu (kg/mm)	1162.433	771.536	592.680	484.533	359.723
QM Abu Marmo (kg/mm)	795.747	645.290	333.029	178.232	149.732

Sumber: Lampiran 18 dan lampiran 19

Hubungan antara kadar aspal dengan MQ dapat dilihat pada gambar 6.8



Gambar 6.8 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan nilai MQ

Gambar 6.8 menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* pada campuran HRS WC dengan filler abu batu lebih besar daripada campuran HRS WC dengan filler abu marmo. Hal ini disebabkan oleh nilai stabilitas abu batu yang lebih tinggi daripada nilai stabilitas abu marmo dan nilai flow abu batu lebih rendah daripada nilai flow abu marmo. Ini menunjukkan bahwa campuran HRS WC

dengan filler abu batu lebih bersifat getas jika dibandingkan dengan campuran HRS WC dengan filler abu marmo.

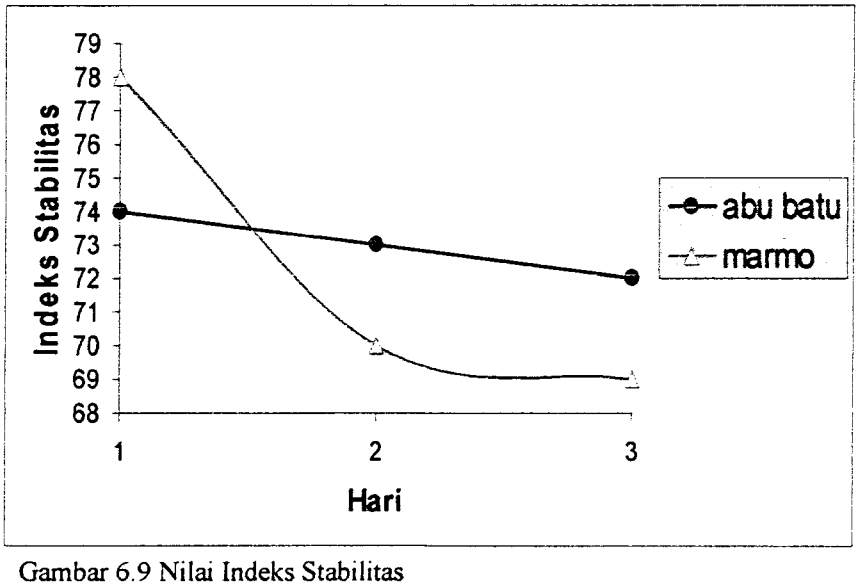
6.2.7 Pengujian Rendaman atau *Immersion Test*

Hasil uji rendaman dinyatakan dalam Indeks Stabilitas seperti pada tabel 6.13 dan gambar 6.9 berikut ini.

Tabel 6.13 Nilai Indeks Stabilitas Campuran HRS-WC pada Kadar Aspal Optimum

Lama Perendaman	Stabilitas		Indeks Stabilitas (%)	
	Filler Abu Batu	Filler Batu Marmo	Filler Abu Batu	Filler Abu Marmo
30 Menit	1011,66	935,88		
24 Jam	748,82	734,95	74	78
2 Hari	742,78	658,71	73	70
3 Hari	726,63	647,25	72	69

Sumber: Lampiran 20 dan lampiran 21



Gambar 6.9 Nilai Indeks Stabilitas

Dari hasil pengujian labolatorium pada tabel 6.9 tampak bahwa stabilitas kedua campuran yang memenuhi batas spesifikasi yaitu stabilitas dengan lama waktu perendaman 30 menit. Dari tabel 6.9 juga dapat dilihat bahwa stabilitas

yang dihasilkan oleh campuran dengan *filler* abu batu lebih tinggi nilainya dibanding campuran dengan *filler* batu marmo. Hal ini disebabkan campuran dengan *filler* abu batu mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan campuran dengan *filler* batu marmo.

Dari gambar 6.9 dapat dilihat bahwa campuran HRS-WC dengan filler abu batu memiliki ketahanan lebih baik terhadap pengaruh air, suhu dan udara jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik campuran HRS-WC dengan menggunakan filler abu batu jka dibandingkan dengan menggunakan filler abu marmo seperti dibawah ini.

1. Campuran HRS-WC dengan filler abu batu mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi jika dibandingkan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Stabilitas kedua campuran memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002 yaitu ≥ 800 kg.
2. Hasil penelitian menunjukkan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo mempunyai nilai flow yang lebih tinggi dibandingan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu batu. Nilai flow campuran HRS-WC dengan filler abu batu yang memenuhi syarat Depkimpraswil 2002 pada kadar aspal 7.5% dan 8%. Nilai flow campuran HRS-WC dengan filler abu marmo yang memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002 pada kadar aspal 7% sampai 8%.
3. Nilai VITM campuran HRS-WC dengan filler abu batu dan abu marmo memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002. Nilai VITM campuran HRS-WC

dengan filler abu batu lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

4. Nilai VFWA campuran HRS-WC dengan filler abu batu dan abu marmo memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002. Nilai VFWA campuran HRS-WC dengan filler abu marmo lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu batu.
5. Nilai VMA campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi dibandingan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Nilai VMA campuran HRS-WC dengan filler abu batu memenuhi syarat Depkimpraswil 2002. Nilai VMA campuran HRS-WC dengan filler abu marmo yang memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002 pada kadar aspal 7.5% dan 8%.
6. Nilai Marshall Quotient campuran HRS-WC dengan filler abu batu lebih tinggi dibandingan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Nilai Marshall Quotient campuran HRS-WC dengan filler abu batu memenuhi syarat Depkimpraswil 2002. Nilai Marshall Quotient campuran HRS-WC dengan filler abu marmo yang memenuhi spesifikasi Depkimpraswil 2002 pada kadar aspal 6% sampai 7%.
7. Nilai stabilitas terhadap lama perendaman pada kedua campuran HRS-WC memenuhi batas spesifikasi Depkimpraswil 2002 dengan lama waktu perendaman 30 menit. Stabilitas campuran HRS-WC dengan filler abu batu pada uji perendaman nilainya lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo. Campuran HRS-WC dengan

filler abu batu memiliki nilai indeks stabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRS-WC dengan filler abu marmo.

8. Abu marmo dapat digunakan sebagai filler alternatif untuk campuran HRS-WC, walaupun dari hasil pengujian *marshall* menunjukkan bahwa karakteristik campuran HRS-WC dengan filler abu marmo yaitu pada stabilitas, flow, dan *marshall quotient*, tidak lebih baik dari karakteristik campuran HRS-WC dengan filler abu batu.
9. Penggunaan batu marmo sebagai filler lebih efektif dan ekonomis jika digunakan didaerah Tulungagung karena daerah tersebut memiliki deposit batu marmo yang banyak.

7.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan variasi kadar filler untuk meningkatkan kualitas campuran.
2. Perlu diadakan penelitian dengan filler abu marmo pada campuran aspal yang lain.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan mineral limbah batu marmo agar hasil yang dicapai lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1994 , *Panduan Praktikum Jalan Raya IV*, Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan , Universitas Islam Indonesia.

Arthur Wignall, 2003, *Proyek Jalan Teori dan Praktik*, Erlangga, Jakarta.

Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah , Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Prasarana Transportasi, 2002, *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas*, Jakarta.

Ervin I. Dukatz and David A. Anderson, 1980, *The Effect Of Various Fillers On The Mechanical Behaviour Of Asphalt and Asphaltic Concrete*, *Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists*, Volume 49, USA.

I. Ishai, J. Craus and A. Sides, 1983, *A Model For Relating Filler Properties To Optimal Behavior Of Bituminous Mixtures, Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists*, USA.

Silvia Sukirman, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.

Silvia Sukirman, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.

Subarkah, 2005, *Karakteristik Campuran HRS B Dengan Menggunakan Filler Dari Limbah Padat Industri Tekstil (Sludge)*, Seminar Dwimingguan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Suprapato Totomihardjo, 1994, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit KMTS UGM, Yogyakarta.

Suprapato Totomihardjo dan I Nengah Riba , 2001, *Pemanfaatan Kombinasi Ampas Ekstrak ASsbuton dan Kapur Padaman Sebagai Filler Pengganti Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Karakteristik Campuran Berdasarkan Uji Marshall,* Simposium ke-4 FSTPT, Udayana, Bali.

Tugas Akhir dari Agus Priyo Santoso dan Teguh Prihartono, 2001, *Pengaruh Penggunaan Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Abu Marmer Dalam Campuran Split Mastic Asphalt + S,* Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tugas Akhir dari Nur Hudha dan Jamhur Kusnu Paradian, 2003, *Komparasi Nilai-nilai Marshall Abtu Kapur dan Abu Batu Sebagai Filler Pada Lapis Aspal Beton (LASTON),* Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : Fine Aggregate (Batu Pecah)
Diuji tanggal : 3 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

KETERANGAN		BENDA UJI	
		1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)		500 gram	
Berat Vicnometer + Air (B)		658 gram	
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)		979 gram	
Berat Sampel Kering Oven (BK)		493 gram	
Berat Jenis	$= \frac{BK}{(B+500-BT)}$	2.7542	
Berat SSD	$= \frac{500}{(B+500-BT)}$	2.7933	
BJ Semu	$= \frac{BK}{(B+BK-BT)}$	2.866	
Penyerapan	$= \frac{(500-BK)}{BK}$	1.42%	

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70
Diuji tanggal : 4 Juni 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven 135 derajat celcius
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25 C	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath 25 derajat celcius
Periksaan	Daktilitas pada 25 C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat 25 derajat celcius

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

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:
1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70
Diuji tanggal : 4 Jul 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	27	10.47
SELESAI PEMANASAN	100	11.17
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	
SELESAI	27	
DIPERIKSA		
MULAI	27	11.17
SELESAI	330	11.47

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA (°C)	TITIK BAKAR (°C)
I	307	330
II		
Rata - Rata		

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70
Diuji tanggal : 4 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27	13.00
SELESAI PEMANASAN	100	13.10
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	13.10
SELESAI	27	13.15
DIPERIKSA		
MULAI	27	13.15
SELESAI	100	13.27

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		1	2	I	II
1	5	0			
2	10	131"			
3	15	226"			
4	20	287"			
5	25	338"			
6	30	382"			
7	35	427"			
8	40	467"			
9	45	507"			
10	50	547"			
11	55	599"	594"	57° C	56° C

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:
1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM 14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4 (SOLUBILITY)

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70
Diuji tanggal : 1 Jul 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMERIKSAAN		Pembacaan Waktu		Pembacaan Suhu Ruang
		Mulai	Selesai	
1 Penimbangan	Jam	11.00	11.05	
2 Pelarutan	Jam	11.05	11.35	26° C
3 Penyaringan	Jam	11.35	11.40	
4 Dioven	Jam	11.40	11.50	
5 Penimbangan	Jam	11.50	12.00.	

Hasil Pengamatan :

1	Berat botol erlenmeyer kosong	=	60.15 gram
2	Berat botol erlenmeyer + aspal	=	61.76 gram
3	Berat aspal (2 - 1)	=	1.61 gram
4	Berat kertas saring bersih	=	0.55 gram
5	Berat kertas saring bersih + endapan	=	0.566 gram
6	Berat endapannya saja (5 - 4)	=	0.016 gram
7	Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} x100\%\right)$	=	0.99 %
8	Bitumen yang larut (100 % - 7)	=	99.9901 %

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspa 60/70
Diuji tanggal : 1 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat	
1	Berat vicnometer kosong	15.3	gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	26.42	gram
3	Berat air (2 - 1)	11.1	gram
4	Berat vicnometer + Aspal	16.9	gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	1.6	gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	26.44	gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	9.54	gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	1.54	gram
9	Berat Jenis Aspal: berat/vol (5 / 8)	1.0256	

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : Fine Aggregate (batu pecah)
Diuji tanggal : 2 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking (10.1 mm)	Start	9.47	9.53
	Stop	9.57	10.03
Sedimentation Time (20 min 15 sec)	Start	10.01	10.06
	Stop	10.21	10.26
Clay Reading		5.10	5
Sand Reading		3.80	3.68
SE $= \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		74.51	73.50
Avarage Sand Equivalent		74.00	
Remark: Kadar Lumpur = 100% - 74.00% =		26.00 %	

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70
Diuji tanggal : 5 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27	9.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	100	10.00 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.00
SELESAI	27	11.00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 C)		
MULAI		11.00
SELESAI		12.00
DIPERIKSA		
MULAI		12.00
SELESAI		12.30

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	65	70	
2	63	63	
3	61	65	
4	61	67	
5	61	63	

Yogyakarta, 17 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

Mengetahui:
Kepala 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 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Clereng Kulonprogo
Jenis Contoh : Fine Aggregate
Diuji tanggal : 3 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

JENIS GRADASI SARINGAN		BENDA UJI	
		1	2
LOLOS	TERTAHAN		
12.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")		
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")		
37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram	
12.5 mm (0.5")	9.5 mm (3.8")	2500 gram	
9.5 mm (3.8")	6.3 mm (1.4")		
6.3 mm (1.4")	4.75 mm (no. 4)		
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3292 gram	
KEAUSAN $= \frac{(A-B)}{A} x100\%$		34.16%	

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh dari : Clereng Kulonprogo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 25 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	55.20	55.20	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	165.60	220.80	20.00	80.00	75	85
5	# 8	209.76	430.56	39.00	61.00	50	72
6	#30	149.04	579.60	52.50	47.50	35	60
7	# 200	425.04	1,004.64	91.00	9.00	6	12
8	P a n	99.36	1,104.00	100.00	0.00	-	-
		1,104		Berat Campuran	=	1,200	gr
Kadar Aspal		**8.000%**		Berat Aspal	=	96	gr

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Yogyakarta, 28 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

ontoh dari : Clereng Kulonprogo
enis Contoh : Batu Pecah
iuji tanggal : 25 Juli 2005
ntuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	55.50	55.50	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	166.50	222.00	20.00	80.00	75	85
5	# 8	210.90	432.90	39.00	61.00	50	72
6	#30	149.85	582.75	52.50	47.50	35	60
7	# 200	427.35	1,010.10	91.00	9.00	6	12
8	P a n	99.90	1,110.00	100.00	0.00	-	-
		1,110		Berat Campuran	=	1,200	gr
adar Aspal		7.500 %		Berat Aspal	=	90	gr

engetahui:
epala Lab. Jalan Raya

. Iskandar S.MT.

Yogyakarta, 28 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

ari : Clere
ntoh : Bat
gal : 25 J
oyek : Tu

Contoh dari : Clereng Kulonprogo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 25 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

Sieve
1"
3/4 "
1/2 "
3/8 "
8
#30
200
P a n

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	55.80	55.80	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	167.40	223.20	20.00	80.00	75	85
5	# 8	212.04	435.24	39.00	61.00	50	72
6	#30	150.66	585.90	52.50	47.50	35	60
7	# 200	429.66	1,015.56	91.00	9.00	6	12
8	P a n	100.44	1,116.00	100.00	0.00	-	-
		1,116		Berat Campuran	=	1,200	gr
	Kadar Aspal	7.000%		Berat Aspal	=	84	gr

ui:
b. Jalan

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

ar S.MT.

Ir. Iskandar S.MT.

Yogyakarta, 28 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh dari : Clereng Kulonprogo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 25 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	56.40	56.40	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	169.20	225.60	20.00	80.00	75	85
5	# 8	214.32	439.92	39.00	61.00	50	72
6	#30	152.23	592.20	52.50	47.50	35	60
7	# 200	434.23	1,026.48	91.00	9.00	6	12
8	P a n	101.52	1.128.00	100.00	0.00	-	-
		1,123		Berat Campuran	=	1,200	gr
Kadar Aspal		**6.000%**		Berat Aspal	=	72	gr

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Yogyakarta, 28 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh dari : Clereng Kulonprogo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 25 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	55.39	55.39	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	166.17	221.56	20.00	80.00	75	85
5	# 8	210.43	432.03	39.00	61.00	50	72
6	#30	149.55	581.58	52.50	47.50	35	60
7	# 200	426.50	1,008.08	91.00	9.00	6	12
8	P a n	99.70	1,107.78	100.00	0.00	-	-
		1,103					

Berat Campuran = 1,200 gr
Berat Aspal = 92 gr

Kadar Aspal **7.685 %**
Optimum Abu Batu

Yogyakarta, 28 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Contoh dari : Clereng dar. Batu Marmo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 25 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh : Bp. Pranoto

No.	Sieve	Berat		Prosentase		Spec (%)	
		Tertahan (gr)	Jml tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Min	Mak
1	1"	-	-	0.00	100.00	100	100
2	3/4 "	-	-	0.00	100.00	100	100
3	1/2 "	55.58	55.58	5.00	95.00	90	100
4	3/8 "	166.75	222.34	20.00	80.00	75	85
5	# 8	211.22	433.56	39.00	61.00	50	72
6	#30	150.03	583.63	52.50	47.50	35	60
7	# 200	428.00	1,011.63	91.00	9.00	6	12
8	P a n	100.05	1,111.68	100.00	0.00	-	-
		1,112		Berat Campuran	=	1,200	gr
Kadar Aspal		7.360%		Berat Aspal	=	88	gr

Optimum Abu Batu Marmo

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Yogyakarta, 28 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : HRS-WC. Batu Pecah, Abu Batu
Diuji tanggal : 24 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
KAO 0%

				DENSITY								VMA	VFWA	VITM			stabilitas	flow	
Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
	(mm)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(cc)	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
1	6,13	6,383	6,0	1.169,20	1171	674	497	2,35	2,45	13,76	82,24	4,00	17,76	77,48	4,00	264	904,2	957,37	0,70	1367,667
2	6,14	6,383	6,0	1.164,50	1167	671	496	2,35	2,45	13,74	82,07	4,19	17,93	76,61	4,19	254	869,95	918,84	0,80	1148,551
3	6,02	6,383	6,0	1.138,80	1139	652	487	2,34	2,45	13,68	81,74	4,58	18,26	74,93	4,58	259	887,075	971,08	1,00	971,081
								2,35				**4,26**	**17,98**	**76,34**	**4,26**			**949,10**	**0,83**	**1162,433**
1	6,20	6,952	6,5	1.188,20	1190	683	507	2,34	2,43	14,85	81,49	3,66	18,51	80,24	3,66	278	952,15	988,24	1,50	658,824
2	6,10	6,952	6,5	1.165,90	1170	672	498	2,34	2,43	14,84	81,41	3,76	18,59	79,80	3,76	272	931,6	996,07	1,00	996,067
3	6,51	6,952	6,5	1.252,00	1256	717	539	2,32	2,43	14,72	80,77	4,51	19,23	76,54	4,51	246	842,55	791,66	1,20	659,717
								2,34				**3,98**	**18,78**	**78,86**	**3,98**			**925,32**	**1,23**	**771,536**
1	6,11	7,527	7,0	1.158,00	1160	664	496	2,33	2,41	15,93	80,75	3,32	19,25	82,76	3,32	230	787,75	838,95	1,58	530,983
2	6,12	7,527	7,0	1.180,60	1182	683	499	2,37	2,41	16,15	81,83	2,03	18,17	88,86	2,03	267	914,475	971,08	1,46	665,124
3	6,00	7,527	7,0	1.162,20	1163	672	491	2,37	2,41	16,16	81,86	1,98	18,14	89,08	1,98	238	815,15	896,18	1,54	581,932
								2,36				**2,44**	**18,52**	**86,90**	**2,44**			**902,07**	**1,53**	**592,680**
1	6,02	8,108	7,5	1.150,20	1152	666	486	2,37	2,40	17,31	81,41	1,28	18,59	93,11	1,28	262	897,35	982,33	2,20	446,513
2	5,91	8,108	7,5	1.140,60	1142	660	482	2,37	2,40	17,30	81,40	1,29	18,60	93,05	1,29	275	941,875	1200,89	1,90	632,048
3	6,00	8,108	7,5	1.154,40	1155	668	487	2,37	2,40	17,33	81,54	1,12	18,46	93,91	1,12	249	852,825	937,60	2,50	375,038
								2,37				**1,23**	**18,55**	**93,36**	**1,23**			**1040,27**	**2,20**	**484,533**
1	6,12	8,696	8,0	1.172,80	1173	676	497	2,36	2,38	18,41	80,74	0,86	19,26	95,55	0,86	252	863,1	916,18	3,00	305,394
2	6,08	8,696	8,0	1.170,70	1171	670	501	2,34	2,38	18,23	79,95	1,83	20,05	90,90	1,83	277	948,725	1018,74	2,30	442,931
3	6,03	8,696	8,0	1.161,70	1163	672	491	2,37	2,38	18,46	80,95	0,60	19,05	96,87	0,60	257	880,225	959,45	2,90	330,843
								2,35				**1,09**	**19,46**	**94,44**	**1,09**			**964,79**	**2,73**	**359,723**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

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

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0256 gr/cc
B.J Agregat = 2,689 gr /cc
Diperiksa Oleh :

Yogyakarta, 27 Oktober 2005

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : HRS-WC, Batu Pecah, Abu Batu Marmo
Diuji tanggal : 24 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

KAO 0%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	VMA l	VFWA m	VITM n	o	p	stabilitas q	flow r	QM
	(mm)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(cc)	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
1	5,94	6,383	6,0	1.171,50	1172	686	486	2,41	2,45	14,10	84,26	1,63	15,74	89,62	1,63	248	849,4	1072,54	1,10	975,034
2	5,99	6,383	6,0	1.175,80	1176	689	487	2,41	2,45	14,12	84,40	1,48	15,60	90,54	1,48	259	887,075	977,11	1,50	651,409
3	6,07	6,383	6,0	1.172,60	1173	684	489	2,40	2,45	14,03	83,83	2,15	16,17	86,73	2,15	268	917,9	989,04	1,30	760,798
								2,41				**1,75**	**15,84**	**88,96**	**1,75**			**1012,90**	**1,30**	**795,747**
1	5,98	6,952	6,5	1.164,60	1166	679	487	2,39	2,43	15,16	83,15	1,69	16,85	89,95	1,69	249	852,825	943,82	1,00	943,821
2	6,03	6,952	6,5	1.167,40	1168	683	485	2,41	2,43	15,26	83,69	1,05	16,31	93,56	1,05	227	777,475	825,99	1,90	434,731
3	6,05	6,952	6,5	1.162,20	1163	671	492	2,36	2,43	14,97	82,14	2,89	17,86	83,81	2,89	255	873,375	947,44	1,70	557,316
								2,39				**1,88**	**17,01**	**89,11**	**1,88**			**905,75**	**1,53**	**645,290**
1	6,00	7,527	7,0	1.164,70	1165	677	488	2,39	2,41	16,29	82,54	1,17	17,46	93,32	1,17	230	787,75	866,45	3,30	262,559
2	5,98	7,527	7,0	1.158,70	1159	671	488	2,37	2,41	16,21	82,12	1,68	17,88	90,63	1,68	226	774,05	877,15	2,70	324,872
3	5,96	7,527	7,0	1.164,30	1165	677	488	2,39	2,41	16,28	82,52	1,20	17,48	93,14	1,20	227	777,475	864,47	2,10	411,655
								2,38				**1,35**	**17,61**	**92,36**	**1,35**			**869,36**	**2,70**	**333,029**
1	5,89	8,108	7,5	1.158,70	1164	675	489	2,37	2,40	17,33	81,51	1,16	18,49	93,72	1,16	229	784,325	882,44	5,30	166,499
2	6,08	8,108	7,5	1.164,30	1165	677	488	2,39	2,40	17,45	82,07	0,48	17,93	97,32	0,48	224	815,26	784,33	4,60	170,505
3	6,00	8,108	7,5	1.163,40	1164	673	491	2,37	2,40	17,33	81,51	1,17	18,49	93,70	1,17	218	746,65	820,42	4,15	197,691
								2,37				**0,94**	**18,30**	**94,91**	**0,94**			**829,06**	**4,68**	**178,232**
1	5,94	8,696	8,0	1.176,50	1177	679	498	2,36	2,38	18,43	80,83	0,74	19,17	96,12	0,74	210	743,4	828,37	5,50	150,613
2	5,90	8,696	8,0	1.141,40	1142	662	480	2,38	2,38	18,55	81,36	0,09	18,64	99,49	0,09	211	722,675	817,49	4,80	170,310
3	5,95	8,696	8,0	1.157,00	1158	670	488	2,37	2,38	18,49	81,12	0,39	18,88	97,94	0,39	212	725,415	808,11	6,30	128,272
								2,37				**0,41**	**18,90**	**97,85**	**0,41**			**817,99**	**5,53**	**149,732**

c = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum [100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

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

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0256 gr/cc
B.J Agregat = 2,689 gr /cc
Diperiksa Oleh :

Yogyakarta, 27 Oktober 2005

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT

Peneliti

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : HRS-WC, Batu Pecah, Abu Batu
Diuji tanggal : 21 Agustus 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
KAO ABU BATU 7.685%

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	DENSITY g	h	i	j	k	VMA l	VFWA m	VITM n	o	p	stabilitas q	flow r	QM
	(mm)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(cc)	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
30'	6,09	8,331	7,7	1.166,90	1168	668	500	2,33	2,39	17,50	80,12	2,38	19,88	88,01	2,38	240	822	880,36	1,84	478,458
30'	6,04	8,325	7,7	1.167,40	1169	673	496	2,35	2,39	17,64	80,80	1,56	19,20	91,86	1,56	307	1051,475	1142,95	1,30	879,195
								2,34				**1,97**	**19,54**	**89,93**	**1,97**			**1011,66**	**1,57**	**678,826**
1 Hr	6,03	8,325	7,7	1.169,80	1171	673	498	2,35	2,39	17,60	80,64	1,76	19,36	90,93	1,76	185	633,625	690,65	2,64	261,610
1 Hr	6,09	8,325	7,7	1.171,10	1172	672	500	2,34	2,39	17,55	80,41	2,04	19,59	89,59	2,04	220	753,5	807,00	1,88	429,255
								2,35				**1,90**	**19,47**	**90,26**	**1,90**			**748,82**	**2,26**	**345,432**
2 Hr	6,02	8,325	7,7	1.168,30	1170	672	498	2,35	2,39	17,58	80,54	1,88	19,46	90,32	1,88	194	664,45	726,24	2,35	309,040
2 Hr	6,09	8,325	7,7	1.167,60	1169	671	498	2,34	2,39	17,57	80,49	1,94	19,51	90,05	1,94	207	708,975	759,31	2,27	334,499
								2,35				**1,91**	**19,49**	**90,18**	**1,91**			**742,78**	**2,31**	**321,769**
3 Hr	6,06	8,325	7,7	1.165,50	1166	669	497	2,35	2,39	17,57	80,51	1,92	19,49	90,15	1,92	206	705,55	762,70	2,25	339,978
3 Hr	6,05	8,325	7,7	1.170,00	1171	671	500	2,34	2,39	17,53	80,33	2,13	19,67	89,16	2,13	186	637,05	690,56	2,70	255,764
								2,34				**2,03**	**19,58**	**89,65**	**2,03**			**726,65**	**2,48**	**297,371**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat Isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

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

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = ± 166 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0256 (gram/cc)
B.J Agregat = 2,689 (gram/cc)
Diperiksa Oleh :

Yogyakarta, 27 Oktober 2005

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : HRS-WC, Batu Pecah, Abu Batu Marmo
Diuji tanggal : 21 Agustus 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

KAO MARMO 7,36%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	DENSITY g	h	i	j	k	VMA l	VFWA m	VITM n	o	p	Stabilitas q	flow r	QM
	(mm)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)	(cc)	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
30'	6,02	7,945	7,4	1.172,10	1172	677	495	2,37	2,40	16,98	81,51	1,51	18,49	91,83	1,51	257	880,225	962,09	2,05	469,310
30'	6,02	7,945	7,4	1.160,60	1162	668	494	2,35	2,40	16,87	81,01	2,12	18,99	88,83	2,12	243	832,275	909,68	2,34	388,751
								2,36				**1,82**	**18,74**	**90,33**	**1,82**			**935,88**	**2,20**	**429,030**
1 Hr	5,97	7,945	7,4	1.161,70	1163	673	490	2,37	2,40	17,02	81,71	1,27	18,29	93,07	1,27	214	732,95	812,84	2,65	306,733
1 Hr	6,03	7,945	7,4	1.171,60	1173	678	495	2,37	2,40	17,00	81,62	1,37	18,38	92,53	1,37	176	602,8	657,05	3,54	185,608
								2,37				**1,32**	**18,33**	**92,80**	**1,32**			**734,95**	**3,10**	**246,170**
2 Hr	5,91	7,945	7,4	1.151,50	1152	666	486	2,37	2,40	16,99	81,58	1,43	18,42	92,24	1,43	146	500,05	564,06	3,82	147,659
2 Hr	5,91	7,945	7,4	1.161,30	1163	677	486	2,39	2,40	17,14	82,31	0,55	17,69	96,89	0,55	195	667,875	753,36	2,95	255,377
								2,38				**0,99**	**18,06**	**94,56**	**0,99**			**658,71**	**3,39**	**201,518**
3 Hr	6,11	7,945	7,4	1.160,70	1163	668	495	2,35	2,40	16,84	80,85	2,31	19,15	87,94	2,31	185	633,625	674,81	3,36	200,836
3 Hr	5,94	7,945	7,4	1.170,90	1172	678	494	2,37	2,40	17,03	81,74	1,23	18,26	93,25	1,23	163	558,275	619,69	3,49	177,560
								2,36				**1,77**	**18,71**	**90,59**	**1,77**			**647,25**	**3,43**	**189,198**

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)

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

r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Quintion Marshal
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu waterbath = 60 C
B.J Aspal = 1,0256 (gram/cc)
B.J Agregat = 2,689 (gram/cc)
Diperiksa Oleh :

Yogyakarta, 27 Oktober 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
J .. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS BATU CLERENG

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Batu Clereng
Diuji tanggal : 1 Jul 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat	
1	Berat vicnometer kosong	12.57	gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	24.52	gram
3	Berat air (2 - 1)	11.95	gram
4	Berat vicnometer + Batu Clereng	14.46	gram
5	Berat Batu Clereng (4 - 1)	1.89	gram
6	Berat vicnometer + Batu Clereng + Aquadest	25.7	gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	11.24	gram
8	Volume Batu Clereng (3 - 7)	0.71	gram
9	Berat Jenis Batu Clereng : berat/vol (5 / 8)	2.6619	

Yogyakarta, 17 September 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

ir. Iskandar S. MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS BATU MARMO

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Batu Marmo
Diuji tanggal : 1 Juli 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat	
1	Berat vicnometer kosong	12.28	gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	23.6	gram
3	Berat air (2 - 1)	11.32	gram
4	Berat vicnometer + Batu Marmo	13.89	gram
5	Berat Batu Marmo (4 - 1)	1.61	gram
6	Berat vicnometer + Batu Marmo + Aquadest	24.63	gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	10.74	gram
8	Volume Batu Marmo (3 - 7)	0.58	gram
9	Berat Jenis Batu Marmo: berat/vol (5 / 8)	2.7759	

Yogyakarta, 17 September 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

Mengetahui:
Kepala 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 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + ABU BATU

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70 + Abu Batu
Diuji tanggal : 15 Desember 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27	9.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	100	10.00 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.00
SELESAI	27	11.00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 C)		
MULAI		11.00
SELESAI		12.00
DIPERIKSA		
MULAI		12.00
SELESAI		12.30

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	21	7	
2	20	8	
3	16	14	
4	19	15	
5	15	12	

Yogyakarta, 17 Desember 2005

Peneliti:

1. Fatoni Rahman _____

2. Budi Setiawan _____

Mengetahui:
Kepala 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 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL + ABU MARMO

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
Jenis Contoh : Aspal 60/70 + Abu Marmo
Diuji tanggal : 15 Desember 2005
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27	9.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	100	10.00 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.00
SELESAI	27	11.00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25 C)		
MULAI		11.00
SELESAI		12.00
DIPERIKSA		
MULAI		12.00
SELESAI		12.30

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	17	5	
2	20	11	
3	18	11	
4	16	10	
5	18	6	

Yogyakarta, 17 Desember 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENYERAPAN AIR ABU BATU

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
Jenis Contoh : Batu Pecah
Diuji tanggal : 5 Februari 2006
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

KETERANGAN	BENDA UJI	
	1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	54.9 gram	48.3 gram
Berat Vicnometer + Air (B)		
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)		
Berat Sampel Kering Oven (BK)	51.6 gram	45.5 gram
Berat Jenis $= \frac{BK}{(B+500-BT)}$		
Berat SSD $= \frac{500}{(B+500-BT)}$		
BJ Semu $= \frac{BK}{(B+BK-BT)}$		
Penyerapan $= \frac{(500-BK)}{BK}$	6.00%	6.15%

Yogyakarta, 20 Februari 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENYERAPAN AIR ABU MARMO

Contoh dari : Tulungagung
Jenis Contoh :
Diuji tanggal : 5 Februari 2006
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh: 1. Fatoni Rahman
2. Budi Setiawan
Diperiksa Oleh: Bp. Pranoto

KETERANGAN		BENDA UJI	
		1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)		51.6 gram	50.3 gram
Berat Vicnometer + Air (B)			
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)			
Berat Sampel Kering Oven (BK)		45.9 gram	45.1 gram
Berat Jenis	$= \frac{BK}{(B+500-BT)}$		
Berat SSD	$= \frac{500}{(B+500-BT)}$		
BJ Semu	$= \frac{BK}{(B+BK-BT)}$		
Penyerapan	$= \frac{(500-BK)}{BK}$	12.42%	11.53%

Yogyakarta, 20 Februari 2005

Mengetahui:
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S.MT.

Peneliti:

1. Fatoni Rahman

2. Budi Setiawan

الجامعة الإسلامية الإندونيسية
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

SURAT KETERANGAN

No : 66/Kalab. JR/22/Lab. JR/I/2006

Assalama'alaikum wr. wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ir. Iskandar S, MT.

Jabatan : Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Fatoni Rahman No. Mhs. 00 511 006
2. Budi Setiawan No. Mhs. 00 511 007

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan penelitian (Pemeriksaan Bahan Jalan dengan alat Marshal dan perlengkapannya) di Lab. Jalan Raya FTSP UII dan telah menyelesaikan biaya administrasinya.

Demikianlah surat keterangan ini kami buat, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalama'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Januari 2006
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

File:/Prak/SK-ta1

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 518 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ X /2005 Jogjakarta, 17-Nop-05
Lamp : -
H a l : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Subarkah,Ir,MT
di –

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

1	Na m a	:	Fatoni Rahman
	No. Mhs.	:	00 511 006
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006
2	Na m a	:	Budi Setiawan
	No. Mhs.	:	00 511 007
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	Subarkah,Ir,MT
Dosen Pembimbing II	:	Subarkah,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan
1) Dosen Pembimbing ybs
2) Mahasiswa ybs
3) Arsip. 11/30/2005 12:08:31 PM
4) Sampai Akhir Mei 2006

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 518 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ X /2005 Jogjakarta, 17-Nop-05
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Subarkah,Ir,MT
di –

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

1	Nama	:	Fatoni Rahman
	No. Mhs.	:	00 511 006
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006
2	Nama	:	Budi Setiawan
	No. Mhs.	:	00 511 007
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	Subarkah,Ir,MT
Dosen Pembimbing II	:	Subarkah,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan
1) Dosen Pembimbing ybs
2) Mahasiswa ybs
3) Arsip. 11/30/2005 12:08:31 PM
4) Sampai Akhir Mei 2006

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)

Berlaku mulai Tgl : 26-Apr-05 – Sampai Akhir Mei 05

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
2.	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian batu Marmo dalam Campuran HRS - WC

Terdaftar Konsultasi Mahasiswa
09/05 05

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT
Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT





Jogjakarta , 26-Apr-05
a.n. Dekan

Ir. H. Munadhir, MS

Catatan :
Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

Diperpanjang s/d Agustus 2005

2/05
16

Harap memperhatikan administrasi

16/08
11

tdk byr lg.

FM-UII-AA-FPU-09

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
2.	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian batu Marmo dalam Campuran HRS - WC

Terhadap karakteristik Marshall

09/05

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)
TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai Tgl : 26-Apr-05 – Sampai Akhir Mei 05

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

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT





Jogjakarta ,26-Apr-05
a.n. Dekan

Ir. H. Muhadhir, MS

Sidang : _____

Pendadaran : _____

KP/TA diperpanjang sampai dengan tgl. 15 NOV 2005

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
AKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Harap memperbaharui administrasi 16/11

tdk byr lg.

FM-UII-AA-FPU-09

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14, TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : Berlaku Sampai Akhir Mei 2006
TAHUN : 2005 - 2006
Perpanjangan

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
2.	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT
Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT





Jogjakarta ,17 Nop 2005
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :
Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : I (Sep 05 - Peb 06)
TAHUN : 2005 - 2006
Sampai akhir Pebruari 2006

IO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
.	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
.	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

UDUL TUGAS AKHIR

engaruh Variasi Kadar Fil er Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap arakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

osen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT
osen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT

Foto
4 x 6

Foto
4 x 6

Jogjakarta ,17-Nov-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

atatan :
eminar : _____
idang : _____
endadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID YOGYAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
2.	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

PERIODE KE : I (Sep 05 - Peb 06)
TAHUN : 2005 - 2006
Sampai akhir Pebruari 2006

No.	Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT

Jogjakarta , 17-Nov-05
a.n. Dekan

Foto 4 x 6

Foto 4 x 6

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

O	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
	Fatoni Rahman	00 511 006	Teknik Sipil
	Budi Setiawan	00 511 007	Teknik Sipil

JDUL TUGAS AKHIR

engaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap arakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC

PERIODE KE : Berlaku Sampai Akhir Mei 2006
TAHUN : 2005 - 2006

Perpanjangan

o.	Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

osen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

osen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT





Jogjakarta , 17 Nop 2005
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Cat
eminar :
idang :
endadaran :

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
JL. KALIURANG KM.14,5 SLEMAN YOGYAKARTA

BERITA ACARA
SEMINAR TUGAS AKHIR

a hari dan tanggal ini telah diselenggarakan seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Adapun rincian ngkapnya adalah sebagai berikut :

Waktu Penyelenggaraan

: Senin	Tanggal : 13 Juni Jam :	TA Periode Ke : 2	Tahun : 2005

TUGAS AKHIR

DUL	Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS-WC.

Nama Mahasiswa	Nomor Mahasiswa
FATONI RAHMAN	00511006
BUDI SETIAWAN	00511007

sen Pembimbing I : Ir. Subarkah, MT

sen Pembimbing II :

ita acara ini ditandatangani oleh pihak-pihak yang berkepentingan dan disyahkan oleh Dosen nbimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
13/06/05	
(Ir. Subarkah, MT)	(.....)

Catatan :

- Setelah selesai seminar Berita Acara Ini diserahkan diloket Praktik Kerja / Tugas Akhir.
- Kalau Tidak Diserahkan Dianggap Belum Seminar

DAFTAR HADIR SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

1. Hari / Tanggal : Senin, 13 Juni 2005
2. Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Batu dan Limbah Gergajian Batu Marmo Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran HRS - WC
3. Penyaji :
   1. Nama : FATONI RAHMAN No. Mhs. 00511006
   2. Nama : BUDI SETIAWAN No. Mhs. 00511007
4. Sub Program Studi :

No.	Nama	Mhs.	Tanda Tangan.
1.	Fiany Ike Septri	00 511 067	
2.	Baira Hinsnto S	00 511 047	
3.	Indra saputra	00 511 050	
4.	M. Dhani Saputra	00 511 021	
5.	Angga Krisnawan	01 511 281	
6.	Irwani H	00 511 220	
7.	Agung W	99 511 413	
8.	M. Arif Rusmia R.	99 " 160	
9.	TRI WAHYUDI	00-511-209	
10.	ARDI NOVIANTO	00-511-024	
11.	Damar Cuji P.	00-511-073	
12.	Richard	00 521 090	
13.	Ari Widiyanto	00-511-253	
14.	Arief Kurniawan	00-511-265	
15.	Kelik Widiyanto	00 511 229	
16.	Robensteli	00 511 033	
17.	Nur Azmi	00 511 280	
18.	TONI FIRMAN	00 511 204	
19.	Aryo S.M.	00511285	
20.			
21.			

Dosen Pembimbing I

(Ir. Subarkah, MT)

Dosen Pembimbing II

( )

Dosen Tamu :

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....