

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 29 03 2003

NO. JUDUL : 000405

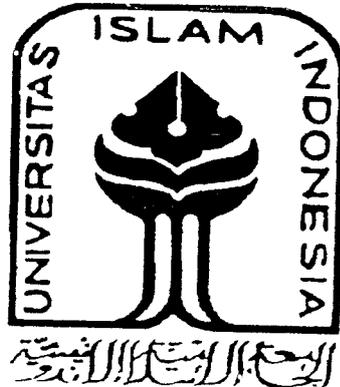
NO. INV. : 512000405001

NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

TINJAUAN KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU ANDESIT

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



Disusun oleh :

A. Fajar Patra H.

No. Mhs : 97 511 165

N.I.R.M : 970051013114120136

Nur Budi Setiyawan

No. Mhs : 97 511 287

N.I.R.M : 970051013114120229



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2002**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

TINJAUAN KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU ANDESIT

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

Disusun oleh :

A. Fajar Patra H.

No. Mhs. : 97 511 165

N.I.R.M : 970051013114120136

Nur Budi Setiyawan

No. Mhs. : 97 511 287

N.I.R.M : 970051013114120229

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2002

TUGAS AKHIR

TINJAUAN KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL YANG MENGGUNAKAN FILLER LIMBAH BATU ANDESIT

Disusun oleh :

A. Fajar Patra H.
No. Mhs : 97 511 165
N.I.R.M : 970051013114120136

Nur Budi Setiyawan
No. Mhs : 97 511 287
N.I.R.M : 970051013114120229

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir.H. Baiya Umar, MSc
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 05/3-03

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 05-03-2003

Motto

“...katakanlah:”Adakah orang-orang yang mengetahui sama dengan orang-orang yang tidak mengetahui? Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran”(Q.S AZ-Zumar: 9)

“...Seseungguhnya apabila kamu bersyukur, pasti Aku akan menambah nikmat-Ku, dan jika kamu mengingkari, sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”(Q.S Ibrahim: 7)

Persembahan

*Dengan perasaan bahagia dan syukur kepada Allah SWT,
Kupersembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada
Bapak dan Ibu tercinta,
Serta kakak dan adikku tersayang,
Yang telah memberikan dorongan semangat dan segalanya...*

PRAKATA

Assalamu` allaikum wr.wb.

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta salam dan shalawat kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar tanpa hambatan yang cukup berarti.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat dalam rangka menempuh jenjang Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc, selaku dosen pembimbing I dan penguji Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing II dan penguji Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Moch. Sigit D. S., Ms, selaku dosen penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Phd., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir. MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

6. Segenap staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

7. Semua pihak yang telah memberi masukan dan saran dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini dirasakan masih banyak kekurangan karena terbatasnya kemampuan dan waktu yang dimiliki. Demi kesempurnaan dan kemajuan ilmu pengetahuan tentang manfaat limbah gergajian batu Andesit di lingkungan masyarakat luas diharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Billahittaufiq walhidayah

Wassalamu`allaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 2002

Penulis,

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Grafik Stabilitas	51
Gambar 5.2. Grafik <i>Flow</i>	54
Gambar 5.3. Grafik VITM	56
Gambar 5.4. Grafik VFWA	58
Gambar 5.2. Grafik <i>Density</i>	59
Gambar 5.3. Grafik Marshall Quotient.....	59

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto.....	iii
Persembahan.....	iv
Prakata	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran	xiv
Intisari	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Gergajian Batu Andesit.....	5
2.2. Beton Aspal	6
2.2.1 Fungsi Beton Aspal.....	6

2.2.2	Sifat Beton Aspal.....	6
2.2.3	Persyaratan.....	6
2.3.	Agregat.....	8
2.4.	Aspal.....	8
2.5.	(<i>Filler</i>) Bahan Pengisi.....	8
2.6.	Sifat-sifat <i>Marshall</i>	9
2.7.	Pengujian <i>Marshall</i>	11
2.8.	Hasil Penelitian Sebelumnya.....	11

BAB III LANDASAN TEORI

3.1.	Perkerasan Jalan.....	15
3.2.	Pengujian <i>Marshall</i>	17
3.3.	Uji Perendaman <i>Marshall (Immersion Test)</i>	19
3.4.	Kadar Aspal Dalam Campuran.....	20
3.5.	Bahan Perkerasan.....	21
3.5.1.	Agregat.....	21
3.5.2.	Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	24
3.5.3.	Aspal.....	24

BAB IV ANALISIS DAN DESAIN

4.1	Cara Penelitian.....	26
4.2	Bahan.....	27
4.2.1	Asal Bahan.....	27

4.2.2	- Spesifikasi Dan Pemeriksaan Bahan	27
4.2.2.1	Spesifikasi Bahan.....	27
4.2.2.2	Pemeriksaan Bahan.....	28
4.3	Alat Yang Digunakan.....	30
4.4	Jalannya Penelitian.....	34
4.4.1	Pembuatan Campuran.....	34
4.4.2	Cara Melakukan Pengujian Campuran.....	36
4.4.2.1	Pengujian <i>Marshall Standard</i>	36
4.4.2.1	Pengujian <i>Immersion Test</i>	38
4.5	Analisa Hitungan.....	39
4.6	Rencana Jadwal Penulisan Tugas Akhir.....	44

BAB V PEMBAHASAN

5.1	Hasil Penelitian.....	45
5.2	Pembahasan.....	50
5.2.1	Stabilitas.....	50
5.2.2	<i>Flow</i>	53
5.2.3	VITM (<i>Void In The Mix</i>).....	55
5.2.4	VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>).....	57
5.2.5	<i>Density</i>	59
5.2.6	<i>Marshall Quotient</i>	60
5.2.7	Pengujian Rendaman (<i>Immersion Test</i>).....	62

BAB VI PEMBAHASAN

1.1.	Kesimpulan.....	64
1.2.	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan Unsur Kimia Batu <i>Andesit</i>	5
Tabel 2.2.	Persyaratan Beton Aspal	7
Tabel 2.3.	Gradasi Bahan Pengisi	9
Tabel 2.4.	Hubungan Komposisi Dan Formulasi Kadar <i>Filler</i> Dengan <i>Flow</i>	12
Tabel 2.5.	Hubungan Komposisi Dan Formulasi Kadar <i>Filler</i> Dengan VFWA	13
Tabel 2.6.	Hubungan Komposisi Dan Formulasi Kadar <i>Filler</i> Dengan marshall quotient.....	14
Tabel 4.1.	Persyaratan Agregat Kasar.....	27
Tabel 4.2.	Persyaratan Agregat Halus	27
Tabel 4.3.	Persyaratan Aspal AC 60/70	28
Tabel 4.4.	Gradasi Spesifikasi Saringan Yang Dipergunakan	28
Tabel 5.1.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	45
Tabel 5.2.	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	45
Tabel 5.3.	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70	45
Tabel 5.4.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Dengan <i>Filler</i> Abu Batu	46
Tabel 5.5.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Dengan <i>Filler</i> Abu Batu	49
Tabel 5.6.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> Dengan <i>Filler</i> Abu Batu	49
Tabel 5.7.	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Dengan <i>Filler</i> Limbah Gergajian Batu <i>Andesit</i>	50

Tabel 5.8.	Hasil Pengujian <i>Immersion</i> Dengan <i>Filler</i> Limbah Gergajian	-
	Batu <i>Andesit</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar
Lampiran 2	Pemeriksaan Penetrasi Aspal.
Lampiran 3	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4 (Solubility).
Lampiran 4	Pemeriksaan Daktilitas (<i>Ductility</i>) / Residu.
Lampiran 5	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.
Lampiran 6	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal.
Lampiran 7	Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal.
Lampiran 8	Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Batuan.
Lampiran 9	Pemeriksaan keausan Agregat (Abrasi Test) A A S H T O T96 – 77.
Lampiran 10	Sand Equivalent Data A A S H T O T96 – 77.
Lampiran 11	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.
Lampiran 12	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.
Lampiran 13	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.
Lampiran 14	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.
Lampiran 15	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.
Lampiran 16	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.
Lampiran 17	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.
Lampiran 18	Perhitungan Test <i>Marshall</i> .
Lampiran 19	kadar Aspal Optimum.
Lampiran 20	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.

INTI SARI

Perkembangan perekonomian yang pesat pada negara kita ini menyebabkan meningkatnya penggunaan sarana transportasi. Peningkatan volume transportasi menuntut ketersediaan jumlah dan kualitas jalan yang memadai. Untuk peningkatan kualitas jalan yang baik, aman dan nyaman untuk dilalui kendaraan di butuhkan material yang baik dan kuat.

Meningkatnya kebutuhan jalan mengakibatkan kebutuhan terhadap filler juga bertambah. Material halus sebagai bahan pengisi atau filler dan pembentuk mortar sangat menentukan dalam pembentukan tekstur permukaan jalan serta kekuatannya. Bahan-bahan yang telah umum digunakan sebagai filler antara lain sebagai berikut: abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen portland (PC) atau bahan plastis lainnya.

Penelitian tentang penggunaan limbah gergajian batu Andesit didasari pemikiran untuk memanfaatkan bahan sisa penggergajian batu Andesit sehingga diharapkan mempunyai nilai lebih ekonomis. Limbah gergajian batu Andesit yang digunakan sebagai filler pada penelitian ini merupakan sisa penggergajian batu Andesit.

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan untuk mengetahui karakteristik campuran beton aspal yang terdiri dari stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan Marshall Quotient. Selain itu juga membandingkan hasil campuran antara beton aspal menggunakan filler gergajian batu Andesit dengan hasil campuran beton aspal menggunakan abu batu pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal lalu lintas sedang dari Direktorat Jenderal Bina Marga.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah gergajian batu Andesit ini dapat dipergunakan sebagai filler dalam campuran beton aspal. Hal tersebut didasari oleh karakteristik campuran beton apal yang menggunakan filler limbah gergajian batu Andesit yang memenuhi spesifikasi oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan perekonomian yang pesat pada negara kita ini menyebabkan meningkatnya penggunaan sarana transportasi. Peningkatan volume transportasi menuntut ketersediaan jumlah dan kualitas jalan yang memadai. Untuk peningkatan kualitas jalan yang baik, aman dan nyaman untuk dilalui kendaraan di butuhkan material yang baik dan kuat.

Diantara penyebab kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan lapis aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Kekuatan dan keawetan campuran didefinisikan sebagai perlawanan dari campuran tersebut terhadap pengaruh yang merusaknya, antara lain yang diakibatkan oleh air, dan perubahan temperatur secara terus menerus. Kekuatan dan keawetan yang tinggi biasanya ditunjukkan oleh proses mekanik dalam campuran, sehingga daya tahan dalam lapis keras selama umur rencana menjadi lama.

Lapis Beton Aspal (LASTON) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus yang dicampur, dihamparkan, dan di padatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. (SKBI-2.3.26.1987)

Meningkatnya kebutuhan jalan mengakibatkan kebutuhan terhadap *filler* juga bertambah. Material halus sebagai bahan pengisi atau *filler* dan pembentuk mortar sangat menentukan dalam pembentukan tekstur permukaan jalan serta kekuatannya. Bahan-bahan yang telah umum digunakan sebagai *filler* antara lain sebagai berikut: abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen portland (PC) atau bahan plastis lainnya.

Penelitian tentang penggunaan limbah gergajian batu *Andesit* didasari pemikiran untuk memanfaatkan bahan sisa penggergajian batu *Andesit* sehingga diharapkan mempunyai nilai lebih.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut ini.

1. Mengetahui karakteristik *Marshall* dari campuran beton aspal normal (*filler* abu batu) dan campuran beton aspal dengan *filler* limbah gergajian batu *Andesit*.
2. Membandingkan hasil campuran antara beton aspal menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* dengan hasil campuran beton aspal menggunakan abu batu pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal lalu lintas sedang dari Direktorat Jenderal Bina Marga.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah penggunaan bahan sisa berupa gergajian batu *Andesit* yang dijadikan sebagai *filler* atau bahan pengisi pada campuran beton aspal untuk lalu lintas sedang.

Selain hal tersebut di atas penelitian ini dapat memberikan masukan atau alternatif bahan lain yang dapat digunakan sebagai *filler* selain bahan-bahan yang sudah digunakan. Dalam penelitian ini sebagai bahan pembandingnya adalah abu batu.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar jalannya penelitian tidak menyimpang dari tujuan penelitian.

1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari sungai Progo.
2. Agregat halus adalah pasir dari sungai Progo.
3. *Filler* yang digunakan adalah limbah gergajian batu *Andesit* lolos saringan no. 200 dengan variasi kadar *filler* 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% dari berat total agregat.
4. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal adalah 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, dan 6.5%.
5. Penelitian ini hanya berdasarkan pada tes *Marshall* (dengan lama perendaman 30-40 menit) dan tes *Immersion* (dengan lama perendaman 24 jam.)

6. Penelitian ini mengacu kepada spesifikasi campuran beton aspal dari Direktorat Jenderal Bina Marga.
7. Penelitian ini tidak membahas reaksi kimia yang terjadi pada campuran beton aspal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Limbah Gergajian Batu *Andesit*

Limbah gergajian batu *Andesit* yang digunakan sebagai *filler* pada penelitian ini diambil dari pabrik penggergajian batu *Andesit*, di desa Mantingan kecamatan Salam, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Limbah ini merupakan sisa penggergajian batu *Andesit* yang berbentuk debu.

Batu *Andesit* merupakan batuan beku luar terbentuk dari material yang keluar ke permukaan bumi saat gunung berapi meletus. Material tersebut kemudian mendingin dan membeku akibat pengaruh cuaca. Dari hasil penelitian kandungan kimia yang dilakukan pada laboratorium kimia analitik jurusan kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, maka hasil penelitian tersebut dapat dilihat dari tabel 2.1. dibawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Unsur Kimia Batu *Andesit*

Unsur Kimia	Persentase (%)
Kapur (CaO)	0,1034
Silika (SiO ₂)	15,072
Alumina (Al ₂ O ₃)	2,97

Sumber : *Laboratorium Analisis Fisika dan Kimia UGM*

2.2. Beton Aspal

Beton aspal (*Asphaltic concrete*) adalah suatu lapisan permukaan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi / *filler*, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (SKBI-2.3.26.1987). Aspal yang dipergunakan untuk lapisan beton aspal diharuskan terdiri dari salah satu aspal penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, tidak berbusa jika dipanaskan sampai 175°C, dan memenuhi persyaratan (SKBI-2.3.26-1987).

2.2.1 Fungsi Beton Aspal

1. Mendukung beban lalu lintas.
2. Melindungi konstruksi dibawahnya dari pengaruh yang merusak seperti air, dan cuaca.
3. Sebagai lapis aus.

2.2.2 Sifat Beton Aspal

1. Mampu menahan keausan yang disebabkan oleh lalu lintas.
2. Kedap air.
3. Mempunyai nilai struktural.
4. Mempunyai stabilitas tinggi
5. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

2.2.3 Persyaratan

Persyaratan beton aspal adalah seperti terlihat pada tabel 2.2 sebagai berikut ini.

Tabel 2.2 Persyaratan Beton Aspal

Jenis pemeriksaan	Kepadatan lalu-lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
1. Stabilitas (Kg)	750	650	460
2. Flow/kelelehan (mm)	(2 - 4)	(2 - 4,5)	(2 - 5)
3. VITM (%)	(3 - 4)	(3 - 5)	(3 - 5)
4. VFWA (%)	(75 - 82)	(75 - 86)	(75 - 85)
5. Jumlah tumbukan	(2 x 75)	(2 x 50)	(2 x 35)
6. <i>Marshall Quotient</i> (N/mm) = Stabilitas / flow VITM = Void in the mix VFWA = Void fill : 1 with asphalt			

Sumber : *Bina Marga*, 1983.

Jenis-jenis kepadatan lalu-lintas (SKBI-2. : 26-1987)

1. Berat : lebih besar 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
2. Sedang : 50 sampai 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
3. Ringan : lebih kecil dari 50 UE 18 KSAL/hari/jalur.

UE 18 KSAL atau Unit Equivalent 18 Kips Single Axle Load, adalah satuan ekuivalen beban as tunggal kendaraan 18.000 pon / 8,16 ton. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan campuran (*Bina Marga 1983*) adalah sebagai berikut ini.

1. Jenis gradasi dan mutu agregat .
2. Jenis aspal keras.
3. Rencana tebal lapis.
4. Jenis bahan pengisi/filler

Perbandingan dan pelaksanaan pembuatan campuran harus sesuai dengan dengan rencana campuran, pencampuran dilakukan sampai semua bahan tercampur secara merata atau homogen.

2.3 Agregat.

Agregat atau batuan secara umum didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal (*Solid*). Definisi menurut *ASTM (1997)* batuan adalah bahan yang terdiri dari mineral padat berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Dalam lapis perkerasan jalan, agregat/batuan merupakan komponen utama terkandung sekitar 90% - 95% berdasarkan prosentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan prosentase volume. Oleh sebab itu maka keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (*Silvia S., 1992*).

2.4 Aspal

Aspal adalah material yang berwarna hitam atau coklat tua yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai temperatur tertentu akan menjadi lunak /cair. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur aspal merupakan komponen yang kecil, umumnya hanya 4% - 10% berdasarkan berat atau 10% - 15% berdasarkan volume campuran. (*Silvia S., 1992*)

2.5 Filler (Bahan pengisi)

Filler mempunyai peranan yang cukup penting sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan, merupakan partikel pengisi yang efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan terhadap perubahan suhu/temperatur (*Suprpto TM, 1994*). *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah sisa

penggergajian batu *Andesit* yang lolos saringan 200. *Filler* yang digunakan harus kering dan bersih atau bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi sebagai berikut :

Tabel 2.3 Gradasi Bahan Pengisi

Ukuran Saringan	Persen Berat yang Lolos
No. 30 (0,590 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149 mm)	90 – 100
No. 200 (0,074 mm)	65 – 100

Sumber : SKBI-2.4.26.1987

2.6 Sifat-Sifat *Marshall*

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

1. *Density*.
2. Rongga dalam campuran (VITM).
3. Rongga yang terisi aspal. (VFWA).
4. Stabilitas.
5. Kelelehan (*flow*).
6. *Marshall Quotient*.

Derajat kepadatan suatu campuran yang telah di padatkan ditunjukkan oleh *density* campuran. Semakin tinggi nilai *density* yang dimiliki oleh campuran maka semakin tinggi pula kekuatan dari campuran tersebut. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

Nilai VITM menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran, nilai VITM tersebut berpengaruh terhadap karakteristik campuran, semakin rendah nilai VITM, makin tinggi nilai kekakuannya. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

Nilai VFWA menunjukkan banyaknya rongga yang terisi aspal dalam campuran, nilai VFWA berpengaruh terhadap kedekatan dan keawetan campuran, semakin tinggi nilai VFWA semakin tinggi pula kedekatan dan keawetan campuran. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

Stabilitas adalah ketahanan campuran dalam melawan deformasi karena beban lalu-lintas. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi memudahkan terjadinya retak-retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya dengan nilai stabilitas rendah akan mudah terjadi distorsi oleh beban lalu-lintas. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

Kelelehan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

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 nilai MQ yang terlalu tinggi akan mudah mengalami retak-retak akibat beban berulang dari lalu-lintas. Sebaliknya campuran yang memiliki nilai MQ yang terlalu rendah mengakibatkan campuran terlalu fleksibel yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu-lintas. (*The Asphalt Institute MS-22,1983*).

2.7 Pengujian Marshall

Tes *Marshall* ialah tes untuk mengetahui karakteristik perkerasan berdasarkan pemeriksaan diperoleh hasil :

1. *Density*
2. Rongga dalam campuran (VITM),
3. Rongga yang terisi aspal (VFWA),
4. Kelelehan (*flow*),
5. Stabilitas.

Dari hasil-hasil pemeriksaan tersebut diatas akan diperoleh kadar aspal yang akan dicari untuk menentukan campuran beton aspal.

2.8 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dengan judul Penggunaan Limbah Karbid Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Aspal Beton menunjukkan bahwa :

1. Nilai Stabilitas campuran beton aspal dengan menggunakan limbah karbid mempunyai kekakuan yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu.
2. Nilai *flow* cukup bervariasi seiring dengan bertambahnya kadar *filler* limbah karbid yang diformulasikan dengan *filler* abu batu. Pada formulasi I D (abu batu : limbah karbid = 4: 3) menghasilkan nilai *flow* yang terkecil. Hal ini disebabkan antara *filler* limbah karbid dan *filler* abu batu saling mempengaruhi kelebihan maupun kekurangan karakteristik masing-masing, terlihat pada tabel 2.4. berikut ini.

Tabel 2.4 Hubungan Komposisi Kadar *Filler* Dengan *Flow*

Kadar <i>filler</i>	Macam kompo Sisi <i>filler</i>	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)
		I			II		
		Abu batu	Limbah karbid		Abu batu	Limbah karbid	
7	A	7	0	3,747	0	7	3,937
	B	6	1	3,429	1	6	3,810
	C	5	2	3,329	2	5	3,336
	D	4	3	3,175	3	4	3,429

Sumber : Tugas akhir Aji Setiawan & Budy Kusnadi

- Untuk nilai VITM, variasi *filler* limbah karbid karena tingkat kehalusan yang lebih rendah dibandingkan dengan *filler* abu batu sehingga campuran dengan menggunakan *filler* limbah karbid mempunyai nilai VITM yang lebih besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan limbah karbid mengisi rongga-rongga dalam campuran relatif kurang.
- Untuk nilai VFWA, variasi *filler* limbah karbid lebih rendah karena *filler* limbah karbid mempunyai tingkat kehalusan yang relatif lebih rendah, lebih ringan dan tingkat keseragaman butiran yang tidak sama menjadikan *filler* limbah karbid lebih mengganggu masuknya aspal ke dalam campuran. Sedangkan hasil penelitian yang menggabungkan *filler* limbah karbid dan *filler* abu batu dengan kadar tertentu diperoleh hasil yang cukup baik, hal tersebut dikarenakan keduanya saling mendukung sehingga diperoleh nilai VFWA yang tidak terlalu tinggi maupun rendah seperti terlihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Hubungan Komposisi Kadar *Filler* Dengan VFWA

Kadar <i>filler</i>	Macam kompo Sisi <i>filler</i>	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)
		I			II		
		Abu batu	Limbah karbid		Abu batu	Limbah karbid	
7	A	7	0	81,210	0	7	
	B	6	1	81,102	1	6	79,088
	C	5	2	80,564	2	5	79,713
	D	4	3	80,352	3	4	80,031

Sumber : Tugas akhir Aji Setiawan & Budy Kusnadi

5. Untuk nilai *Density* dengan menggunakan *filler* limbah karbid semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar *filler*. Hal tersebut disebabkan butiran pada *filler* limbah karbid lebih ringan dan lebih kasar dibandingkan dengan *filler* abu batu, sehingga ikatan antara agregat dan aspal kurang kuat yang menghasilkan campuran dengan tingkat kepadatan yang lebih rendah.
6. Untuk nilai *Marshall Quotient* dengan menggunakan variasi kadar *filler* limbah karbid dan abu batu menghasilkan nilai yang memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu 200 kg/mm - 350 kg/mm seperti terlihat pada tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.5 Hubungan Komposisi Kadar *Filler* Dengan *Marshall Quotient*

Kadar <i>filler</i>	Macam kompo Sisi <i>filler</i>	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)	Variasi kadar <i>filler</i> (%)		<i>Flow</i> (%)
		I			II		
		Abu batu	Limbah karbid		Abu batu	Limbah karbid	
7	A	7	0	346,886	0	7	271,032
	B	6	1	342,537	1	6	286,841
	C	5	2	337,371	2	5	319,604
	D	4	3	329,561	3	4	325,604

Sumber : Tugas akhir Aji Setiawan & Budy Kusnadi

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang berada di atas tanah dasar yang berfungsi memikul beban lalu-lintas dengan aman dan nyaman. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam :
(*Silvia S., 1992*)

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat,
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat,
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari :(*Silvia S., 1992*)

1. Lapis permukaan (*surface course*).
2. Lapis pondasi(*base course*).
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*).
4. Lapis tanah dasar (*sub grade*).

Setiap lapisan mempunyai fungsi yang berbeda beda. Fungsi dari masing-masing lapisan adalah sebagai berikut ini.

1. Lapis permukaan (*surface course*) :
 - a. Memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin,
 - b. Mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horizontal akibat lalu lintas,
 - c. Sebagai lapis kedap air yang melindungi konstruksi dibawahnya.
 - d. Sebagai lapis aus.
2. Lapis pondasi(*base course*) :
 - a. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan,
 - b. Pemikul beban horizontal dan vertikal,
 - c. Sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*).
 - a. Menyebarkan beban roda,
 - b. Sebagai lapis perkerasan,
 - c. Sebagai lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi,
 - d. Sebagai lapis pertama untuk pelaksanaan perkerasan, karena umumnya tanah dasar lemah.
4. Lapis tanah dasar (*sub grade*) :

Fungsi dari lapis tanah dasar (*sub grade*) adalah secara keseluruhan menentukan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan jalan yang diletakan di atasnya. Tanah dasar yang baik untuk kontruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah

dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat : (Sukirman, 1992)

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan bawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

3.2 Pengujian *Marshall*

Pertama kali pengujian *Marshall* dilakukan oleh Bruce Marshall pada tahun 1933 dari Mississippi Highway Departement, lalu disempurnakan oleh Insinyur dari Waterway Experiment Stations (WES) pada tahun 1943. Pengujian *Marshall* menghasilkan parameter-parameter yang disebut *Marshall Properties* yang terdiri dari :

1. Stabilitas

Stabilitas dalam Test *Marshall* adalah beban maksimal yang dapat didukung oleh sampel benda uji pada suhu 140°f dengan kecepatan pembebanan adalah 2 inch/menit sampai terjadi kelelahan plastis, dinyatakan dalam satuan beban (*SKBI-2.4.26.1987*). Stabilitas *Marshall* sebenarnya tidak berkaitan langsung dengan stabilitas di lapangan. Hal ini disebabkan stabilitas lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor-faktor selain suhu dan kecepatan pembebanan konstan, yaitu suhu lingkungan yang tidak tetap, type pembebanan, tekanan alat pemadat, dan variabilitas campuran yang dibuat.

2. *Flow*

Flow adalah besarnya deformasi vertikal sample yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam satuan panjang (*SKBI-2.4.26.1987*). Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang relatif tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tidak terisi aspal yang tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi mengalami retak dini dan berdurabilitas rendah. Selain itu *flow* dapat mengindikasikan kelenturan (fleksibilitas) suatu campuran yang dibuat.

3. *Density*

Density atau kepadatan adalah suatu kepadatan campuran yang diukur tiap satuan volume. *Density* dipengaruhi beberapa faktor yaitu kadar dan kekentalan aspal. Semakin tinggi kadar aspal sampai nilai tertentu dapat meningkatkan nilai *density* untuk kemudian menurun. Pengaruh kekentalan aspal semakin cair aspal maka semakin tinggi nilai *density*-nya. Nilai *density* yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit.

4. *Void In The Mix* (VITM)

VITM adalah prosentase rongga udara yang ada terhadap volume padat suatu campuran. Nilai VITM akan berkurang seiring dengan timbulnya kadar aspal dalam campuran, karena rongga yang terjadi antar agregat akan terisi oleh aspal. Faktor yang mempengaruhi adalah suhu pemadatan, gradasi, energi pemadatan, dan kadar aspal

5. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

VFWA adalah prosentase rongga dalam agregat padat yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi, sedangkan VFWA yang terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi.

3.3 Uji Perendaman Marshall (Immersion Test)

Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Prinsip dari pengujian ini adalah sama dengan uji *Marshall* hanya waktu perendaman dalam suhu yang konstan 60° C

selama 24 jam (1 hari). Indeks Tahanan Kerusakan (*Index Of Retained Strength*) akibat dari gangguan air dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 30 menit (S1). Uji rendaman ini mengacu pada *AASHTO T. 165-82* atau *ASTM. D. 1075-76*.

Hasil perhitungan indek tahanan campuran aspal adalah persentasi perbandingan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas campuran yang direndam 30 menit (S1).

$$\text{Index Of Retained Strength} : \frac{S2}{S1} \times 100\%$$

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

3.4 Kadar Aspal Dalam Campuran

Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat, memberi ikatan yang kuat antar aspal dengan agregat dan sebagai bahan pengisi antar rongga pada butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Aspal peka terhadap temperatur, untuk kadar aspal yang sangat berlebihan pada suatu temperatur tinggi akan berakibat fungsi aspal dalam campuran berubah menjadi pelicin sehingga perlu diupayakan pemakaian aspal pada kadar aspal optimum. (*Silvia S., 1992*)

Setiap gradasi agregat yang diberikan mempunyai kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum tersebut akan menghasilkan campuran yang memuaskan.

Untuk kesalahan dalam mendesain kadar aspal akan menimbulkan kegagalan dini pada campuran beton aspal.

3.5 Bahan Perkerasan

3.5.1 Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu: (*Silvia S., 1992*)

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan, dipengaruhi oleh :
 - a. Gradasi
 - b. Ukuran maksimum
 - c. Kadar lempung
 - d. Kekerasan
 - e. Bentuk butir
 - f. Tekstur permukaan
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi :
 - a. Porositas
 - b. Kemungkinan basah
 - c. Jenis agregat

3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang aman dan nyaman, dipengaruhi :

- a. Tahanan geser(*skid resistance*)
- b. Campuran yang memberi kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*)

Keserasian agregat yang digunakan dalam konstruksi aspal dibagi didasarkan atas syarat-syarat (*The Asphalt Institute, 1983*) sebagai berikut ini.

1. Ukuran dan gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Semua lapisan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan.

2. Kekuatan ketahanan

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

percobaan Abrasi Los Angeles (*Abrasion Angeles Test*), berdasarkan PB-0206-76, AASHTO T96-7. (1982)

3. Bentuk dan tekstur agregat

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel agregat dapat berbentuk bulat, lonjong, kubus, pipih dan tak beraturan.

4. Absorpsi

Porositas dari agregat umumnya diindikasikan dengan jumlah air yang terserap ketika direndam dalam air.

5. Daya lekat terhadap aspal

Faktor yang mempengaruhi lekatan aspal dan agregat dapat dibedakan atas 2 bagian yaitu : (*Silvia S., 1992*)

a. Sifat mekanis yang tergantung dari :

1. Pori-pori dan absorpsi,
2. Bentuk dan tekstur permukaan, dan
3. Ukuran butir.

b. Sifat kimiawi dari agregat

Agregat berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan antara aspal dan agregat baik. Tetapi terlalu banyak pori menyebabkan terlalu banyak aspal yang terserap yang dapat mengakibatkan lapisan aspal menjadi tipis.

3.5.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan no. 30 dimana prosentase berat butir yang lolos saringan no. 200 minimum 65%. *Filler* yang digunakan harus kering dan bersih atau bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi seperti pada Tabel 2.3.

3.5.3 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material yang berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan pada temperatur tertentu akan menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan beton aspal atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai menurun aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. (*Silvia S., 1992*)

Fungsi aspal pada konstruksi perkerasan jalan adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara buir-butir agregat dan pori-pori yang ada pada agregat itu sendiri.

Sifat-sifat yang harus dimiliki aspal : (*Silvia S., 1992*) adalah sebagai berikut ini.

1. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat aspalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, dan faktor pelaksanaan. Meskipun demikian sifat ini dapat diperkirakan dari pemeriksaan *Thin Film Oven Test* (TFOT).

2. Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara aspal dengan agregat. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat agar tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

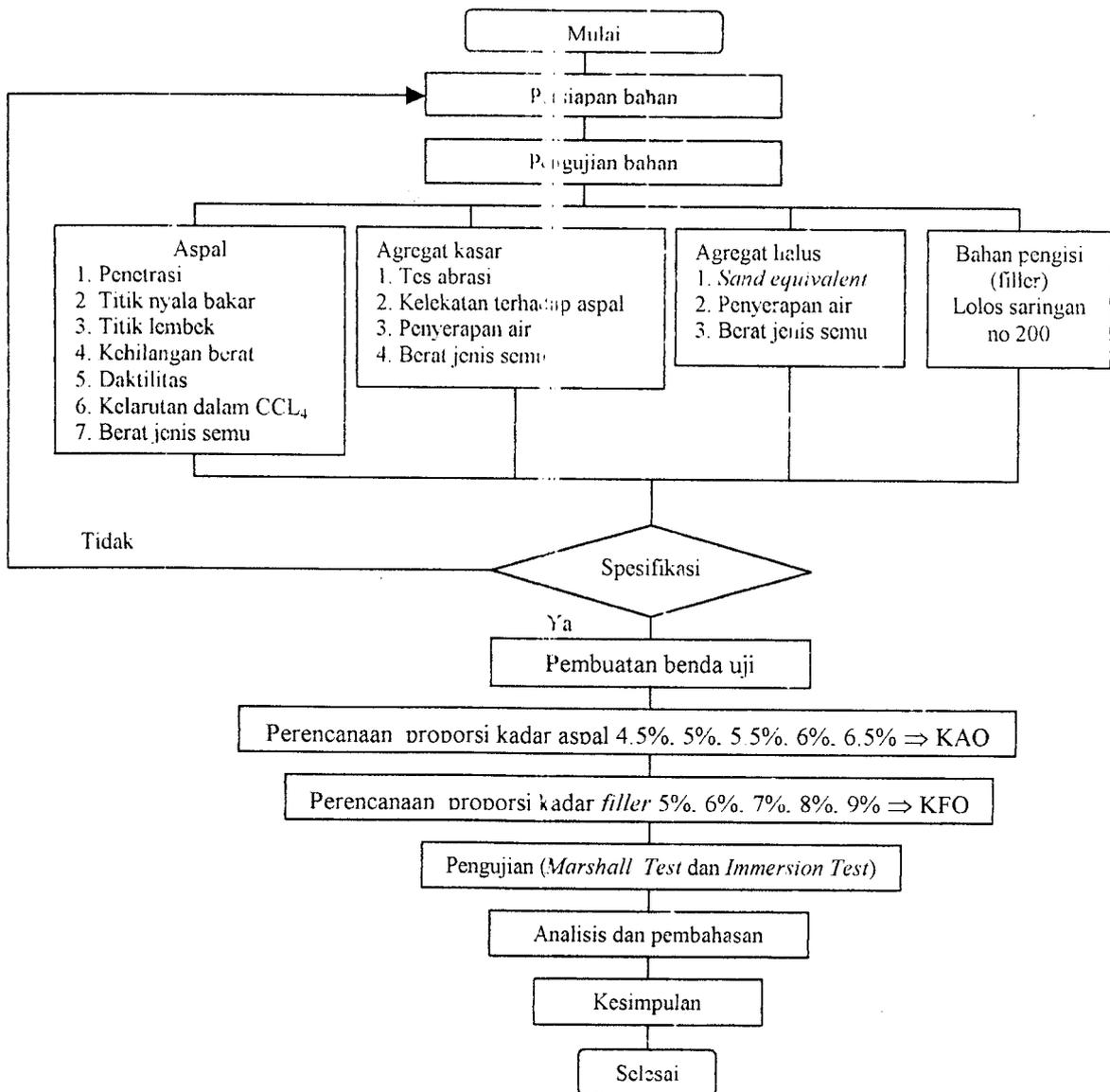
3. Termoplastis

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi lebih kental atau keras jika temperatur berkurang dan akan menjadi lunak atau cair bila temperatur bertambah.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Cara Penelitian

Jalannya penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 *Flow chart* jalannya penelitian

4.2 Bahan

4.2.1 Asal Bahan

/ Bahan yang di gunakan dalam penelitian adalah *filler* dari limbah pabrik penggergajian batu *Andesit* yang berada di kecamatan Salam, kabupaten Magelang, Jawa Tengah, sedangkan agregat berasal dari sungai Progo hasil produksi dari *stone crusher*, sedangkan aspal keras AC 60-70 dari Laboratorium Teknik Transportasi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.2.2 Spesifikasi Dan Pemeriksaan Bahan

4.2.2.1 Spesifikasi Bahan

Spesifikasi bahan ini termasuk batas-batas gradasi agregat menggunakan pedoman dari Departement Pekerjaan Umum pada petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (laston) NO13/PT/B/1983 untuk jalan raya, seperti terdapat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3, sedangkan untuk bahan pengisi (*filler*) menggunakan pedoman dari SKBI-2.4.26.1987, seperti yang terdapat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.1 Persyaratan Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95.5\%$
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2.5\%$

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.2 Persyaratan Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Syarat
1	<i>Sand equivalent</i>	Min.50%
2	Berat jenis semu	Min.2.5%
3	Penyerapan air	Min. 3%

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.3 Persyaratan Aspal AC 60-70

No	Pengujian	Syarat	Satuan
1	Penetrasi (25°C)	60-70	0.1 mm
2	Titik lembek	45-58	°C
3	Titik nyala	Min.200	°C
4	Kehilangan berat	Maks. 0,8	%berat
5	Kelarutan dalam CCL ₄	Min. 99	%berat
6	Daktilitas	Min. 100	Cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	Min. 54	%semula
8	Berat jenis	Min. 1	

Sumber SKBI-2.4.26.1987

Tabel 4.4. Gradasi spesifikasi saringan yang dipergunakan

No. Saringan	Prosentase Lolos Saringan (%)	
	Spesifikasi	Gradasi Ideal
3 / 4 " (19.1mm)	100	100
1 / 2" (12.7mm)	80-100	90
3 / 8" (9.022 mm)	70-90	80
no.4 (4.76mm)	50-70	60
no.8 (2.387mm)	35-50	42,5
no.30 (0.59mm)	18-29	23,5
no.50 (0.279mm)	13-23	18
no.100 (0.149mm)	8-16	12
no.200 (0.079mm)	4-10	7
pan		

Sumber SKBI-2.4.26.1987

4.2.2.2 Pemeriksaan Bahan

a. Pemeriksaan Agregat

Salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan adalah agregat. Daya dukung, kualitas, dan keawetan suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh agregat. Untuk mengetahui kualitas dari agregat yang akan digunakan dilakukan serangkaian pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan keausan agregat

Pemeriksaan keausan agregat ini untuk mengetahui ketahanan dari agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin los angeles.

2. Pemeriksaan air

Pemeriksaan air ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan air oleh agregat (disyaratkan sebesar $\leq 3\%$). Air yang telah terserap oleh agregat sulit untuk dihilangkan seluruhnya walau dengan proses pengeringan sekalipun, hal tersebut akan berpengaruh terhadap daya lekat aspal dengan agregat. (*Silvia S, 1992*).

3. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan berat jenis ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan volume berat air pada suhu 4°C . Berat jenis sangat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena pada umumnya lapis perkerasan direncanakan dengan perbandingan berat, selain hal tersebut berat jenis digunakan juga untuk menentukan banyaknya pori.

4. Pemeriksaan *sand equivalent*

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar debu atau bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus/pasir. Sand equivalent test dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan No 4 sesuai prosedur AASHTO T176-73 dengan nilai yang disyaratkan sebesar $\geq 50\%$. Lempung mempengaruhi mutu dari campuran aspal beton karena lempung membungkus partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal

berkurang, dan dengan adanya lumpung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah.

5. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan tersebut dilakukan untuk mengetahui kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap luas permukaan keseluruhan.

b. Pemeriksaan Aspal

Kualitas aspal yang digunakan harus sesuai dengan yang telah disyaratkan oleh Bina Marga 1987. Untuk mengetahui kualitas dari aspal yang akan digunakan maka dilakukan pemeriksaan-pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini mempunyai tujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan menggunakan jarum yang dibebani dengan berat tertentu dalam waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76 dan besarnya angka penetrasi yang disyaratkan dalam spesifikasi untuk aspal AC 60-70 adalah antara 60-70.

2. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Sedangkan pemeriksaan titik bakar untuk menentukan suhu pada saat aspal terlihat

terbakar singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal. Syarat minimum suhu yang tercapai dalam pemeriksaan ini adalah 200°C.

3. Pemeriksaan titik lembek

Pemeriksaan ini mempunyai tujuan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau telah mencapai viskositas yang rendah. Hal tersebut dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak aspal hingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti PA-0302-76 dan untuk aspal AC 60-70 syarat yang ditentukan untuk titik lembeknya adalah 48°-58°C.

4. Pemeriksaan daktilitas

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui nilai keelastisan aspal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal yang diletakkan pada dua cetakan yang berada pada suhu 25°C ditarik dengan kecepatan 25 mm/det sampai aspal tersebut putus. Nilai daktilitas yang diisyaratkan oleh prosedur PA-030-76 adalah minimal 100 Cm.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis bitumen keras dengan menggunakan piknometer. Berat jenis bitumen ialah perbandingan antara bitumen dan berat air suling dengan isi/volume yang sama pada suhu

tertentu. Prosedur yang diikuti adalah PA-0307-76. Berat jenis yang diisyaratkan minimal 0.

6. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *carbon chlorid*. Nilai bitumen yang dapat larut diisyaratkan oleh prosedur PA-0305-76 adalah $\geq 99\%$.

4.3 Alat Yang Digunakan

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Tiga buah cetakan benda uji dengan diameter 10 cm (4 inch) dan tinggi 7,5 cm (3 inch) bersama plat atas dan leher sambung.
2. Ejektor yaitu alat yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji yang telah dipadatkan dari cetakan.
3. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg (10 pound), dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 inch).
4. Landasan pemadat yang terdiri dari balok kayu (jati atau sejenisnya), berukuran kurang lebih (20 x 20 x 45) cm atau (8 x 8 x 18) inch yang dilapisi dengan plat baja dengan ukuran (30 x 30 x 2.5) cm atau (12 x 12 x 1) inch yang dikaitkan pada lantai beton dengan empat bagian siku.
5. Silinder cetakan benda uji.

6. Mesin tekan dan kelengkapannya yang terdiri dari :
 - a) Kepala penekan berbentuk lengkung (*breaking head*),
 - b) Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (2,5 pound) dilengkapi dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001 inch),
 - c) Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0 001 inch) dengan kelengkapannya.
7. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.
8. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan suhu minimum 20°C .
9. Perlengkapan seperti :
 - a) Panci-panci untuk memanasi agregat, aspal, dan campuran aspal.
 - b) Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas,
 - c) Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram,
 - d) Kompor.
 - e) Sarung asbes, karet, dan
 - f) Sendok pengaduk, serta perlengkapan lainnya.

4.4. Jalannya Penelitian

4.4.1 Pembuatan Campuran

Campuran dari agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi/*filler*, dan aspal harus di uji terlebih dahulu sebelum dipergunakan. Hal tersebut penting untuk dilakukan untuk mengetahui apakah bahan tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan. Acuan yang digunakan dalam pengujian tersebut adalah metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian bahan selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menyaring setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah ditambah pan, seperti pada tabel 4.5. kemudian setiap jenis agregat tersebut ditimbang dengan berat tertentu untuk masing-masing jenis saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini dibuat 57 buah benda uji dengan perincian 15 buah benda uji dengan 5 variasi kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% dengan menggunakan *filler* abu batu, dan 15 buah benda uji dengan menggunakan 5 variasi kadar *filler* limbah gergajian batu *Andesit* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dengan kadar aspal optimum, yang tiap variasi dibuat 3 benda uji. Dari 15 jenis benda uji dengan *filler* abu batu ditentukan kadar aspal optimum, yang kemudian dibuat 3 buah benda uji dengan kadar aspal optimum tersebut untuk *Marshall Test*, dan 3 buah benda uji dengan kadar aspal optimum untuk *Immersion Standard Test*. Selanjutnya dari 15 buah benda uji dengan variasi kadar *filler* dipakai hasil yang terbaik (memenuhi persyaratan) yang kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk *Immersion Test*.

Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji seberat ± 1200 gram. Aspal yang digunakan penetrasi 60-70, gradasi spesifikasi saringan yang dipergunakan berdasarkan tabel II, No Campuran IV, SKBI-2.4.26.1987 terdapat pada Tabel 4.4.

Sebelum pembuatan campuran dilakukan beberapa persiapan sebagai berikut ini.

a. Persiapan benda uji

Agregat dikeringkan sampai beratnya tetap pada suhu $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Agregat dipisah-pisah dengan cara penyaringan kering kedalam fraksi-fraksi yang ditentukan perbandingannya.

b. Persiapan campuran

Untuk membuat satu benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji sekitar $6.25 \text{ cm} \pm 0.125 \text{ cm}$ ($2.5 \text{ inch} \pm 0.05$). Panci pencampur beserta agregat dipanaskan sekitar 28°C diatas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai merata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14°C di atas suhu pencampuran.

Sementara itu aspal dipanaskan sampai suhu pencampuran. Aspal dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian diaduk dengan cepat pada suhu sesuai yang ditentukan sampai agregat terlapis merata.

c. Pemasakan benda uji

Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dan kertas alas yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar

cetakan, kemudian seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan kemudian campuran ditusuk-tusuk keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau dengan sendok semen sebanyak 15 kali keliling punggirnya dan 10 kali di bagian tengahnya. Waktu akan dipanaskan suhu pencampuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan. Cetakan diletakkan di atas landasan pemat, dalam pemegang cetakan. Pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 50 sesuai dengan kebutuhan tinggi jatuh 45 cm (18 inch), selama pemadatan sumbu palu penumbuk ditahan agar selalu tegak lurus pada alas cetakan. Setelah pemadatan selesai, keping alas lehernya dilepas dan alat cetak yang berisi benda uji dikeluarkan. Selanjutnya cetakkan berisi benda uji dipasang pada alat pengeluar, dengan hati-hati benda uji dikeluarkan dan benda uji diletakkan di atas permukaan yang rata dan halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

4.4.2 Cara Melakukan Pengujian Campuran

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengujian *Marshall standard*, dan pengujian rendaman *Marshall (Immersion Test)*.

4.4.2.1 Pengujian *Marshall Standard*

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Marshall* seperti cara-cara di bawah ini.

1. Membersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pemberian kode pada masing-masing benda uji.
3. Pengukuran tinggi benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Penimbangan berat benda uji untuk mengetahui berat kering.
5. Direndam dalam air selama 18 - 20 jam supaya benda uji menjadi jenuh air.

6. Ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Timbang benda uji dalam kondisi permukaan jenuh.
8. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 menit dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Batang penuntun (*guide rod*) dibersihkan dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara $(21-38)^{\circ}\text{C}$. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang di atas benda uji dan diletakkan keseluruhannya ke dalam mesin uji. Kemudian dipasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan diatur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara itu selubung tangkai arloji (*sleeve*) di pegang secara kuat. Selubung tangkai arloji kelelahan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.
9. Sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kedudukan jarum penguji diatur pada angka nol. Pembebanan diberikan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan dicatat pembebanan maksimum yang tercapai. Selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) dilepaskan pada saat

pembebanan tercapai maksimum dan dicatat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

4.4.2.2 Pengujian Rendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji *Marshall*, yang membedakan hanya pada waktu perendaman yang lebih singkat yaitu 24 jam dengan suhu perendaman 60°C. Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut ini.

1. Membersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pemberian kode pada masing-masing benda uji.
3. Pengukuran tinggi benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Penimbangan berat benda uji untuk mengetahui berat kering.
5. Direndam dalam air selama 18 - 20 jam supaya benda uji menjadi jenuh air.
6. Ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Timbang benda uji dalam kondisi permukaan jenuh.
8. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 24 menit dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$. Batang penuntun (*guide rod*) dibersihkan dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara $(21-38)^\circ\text{C}$. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang di atas benda uji dan diletakkan ke dalam mesin uji. Kemudian dipasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan diatur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara itu selubung tangkai arloji (*sleeve*) di pegang secara

kuat. Selubung tangkai arloji kelelehan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikan sehingga menyentuh atas cincin penguji. Kedudukan jarum penguji diatur pada angka nol. Pembebanan diberikan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan dicatat pembebanan maksimum yang tercapai. Selubung tangkai arloji kelelehan (*sleeve*) dilepaskan pada saat pembebanan tercapai maksimum dan dicatat nilai kelelehan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelehan.

4.5 Analisa Hitungan

Data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut ini.

1. Berat campuran sebelum direndam (gram).
2. Berat dalam keadaan jenuh (gram).
3. Berat dalam air (gram).
4. Tebal benda uji (mm).
5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs)
6. Kelelehan atau *flow* (mm).

Perolehan nilai-nilai VITM (persen rongga dalam campuran), VFWA (persen rongga terisi dengan aspal), stabilitas, *flow* (kelelehan), diperlukan data antara lain :

- a. Berat jenis aspal,
- b. Berat jenis agregat, dan
- c. Berat jenis *filler*.

Pembagian prosentase masing-masing agregat sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar (tertahan saringan No 8).
2. Agregat halus (lolos saringan No 8), dan
3. Bahan pengisi/*filler* (lolos saringan 200)

Berat jenis gabungan agregat halus dengan agregat kasar adalah sebagai berikut ini.

$$\text{Berat jenis agregat} = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat kasar}}{BJ \text{ agregat kasar}} + \frac{\% \text{ agregat halus}}{BJ \text{ agregat halus}} + \frac{\% \text{ filler}}{BJ \text{ filler}}} \dots\dots 5.1$$

1. Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA didapatkan dengan menghitung nilai-nilai dari :

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots\dots\dots 5.2$$

dengan :

a = persen aspal terhadap batuan

b = persen aspal terhadap campuran

Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - c \dots\dots\dots 5.3$$

dengan :

f = isi campuran benda uji (cm^3)

d = berat dalam keadaan jenuh (cm^3)

c = berat dalam air (cm^3)

Berat isi benda uji dengan rumus :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots 5.4$$

dengan :

g = berat isi benda uji (gr/cc)

c = berat benda uji sebelum direndam (gr)

f = isi campuran benda uji (cm^3)

Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j \dots\dots\dots 5.5$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{BJ \text{ agregat}} \dots\dots\dots 5.6$$

l = persen rongga terhadap agregat

dari rumus diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

dengan :

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ agergat}} \dots\dots\dots 5.7$$

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{j} \dots\dots\dots 5.8$$

2. Nilai VITM (*Void In The Mix*)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}}} \dots\dots\dots 5.9$$

$$k = (100 - i - j) \dots\dots\dots 5.10$$

$$n = 100 - (100 \times \frac{g}{h}) \dots\dots\dots 5.11$$

dengan :

k = jumlah kandungan rongga

n = rongga yang terisi campuran (VITM)

3. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *Marshall*. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini digunakan dengan bantuan tabel koreksi benda uji. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$\text{Nilai stabilitas} = q \times p \dots\dots\dots 5.12$$

dengan :

q = koreksi tinggi/tebal benda uji

p = nilai pembacaan arloji stabilitas

4. Nilai Kelelahan (*flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas).

Nilai ini langsung terbaca pada arloji *flow* pada saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonversi dalam milimeter.

5. Nilai *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan *flow*.

$$MQ = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} \dots\dots\dots 5.13$$

6. Nilai Indeks Tahanan Kerusakan (*Index Of Retained Strength*)

Nilai ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca.

$$\text{Index Of Retained Strength} = \frac{S2}{S1} \times 100\% \dots\dots\dots 5.14$$

dengan :

S1 = stabilitas pada rendaman 30 menit

S2 = stabilitas pada rendaman 24 jam

4.6. Rencana Jadwal Penulisan Tugas Akhir

Penelitian akan dilaksanakan sesuai dengan jadwal penulisan tugas akhir sebagai berikut:

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian di laboratorium diperoleh hasil pemeriksaan terhadap agregat dan aspal sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	15.16	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	99	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	1.62	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat jenis semu	2.688	Min 2.5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Uli

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand equivalent</i> (%)	80.4	Min.50	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	2.67	< 3	Memenuhi
3.	Berat jenis semu	2.74	> 2.5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Uli

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0.1 mm)	61.5	60-70	Memenuhi
2.	Titik lembek (<i>Ring and Ball</i>) (°C)	50	48-58	Memenuhi
3.	Titik nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) (°C)	334	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktalitas (25° C, 5 cm) (cm)	350	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat Jenis	1.034	≥ 1.03	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam larutan CCL ₄ (%)	99.107	≥ 99.00	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Uli



Setelah diadakan pengujian *Marshall* pada sampel yang menggunakan *filler* abu batu dengan variasi kadar aspal 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, dan 6.5%, didapatkan hasil seperti yang terdapat pada Tabel 5.4. Adapun tujuan pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kadar aspal optimum dari variasi kadar aspal tersebut di atas.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Marshall* dengan *Filler* Abu Batu

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal				
	4.5	5	5.5	6	6.5
<i>Density</i> (gr/cc)	2.245	2.269	2.272	2.325	2.319
VITM (%)	10.460	8.842	7.360	4.097	4.739
VFWA (%)	48.297	55.373	62.324	79.911	75.470
<i>Flow</i> (mm)	3.30	2.45	2.50	3.10	2.50
Stabilitas (kg)	1695.51	1968.52	2170.70	2218.30	2265.64
MQ (kg/mm)	513.792	803.477	868.279	715.582	906.255

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya Ull

Contoh perhitungan hasil test *Marshall* dengan kadar aspal 4.5% dengan *filler* abu batu adalah sebagai berikut ini.

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran = 4.5%

c = Berat sebelum direndam = 1172 gr

d = berat dalam keadaan jenuh = 1186 gr

e = berat dalam air = 664 gr

f = isi campuran benda uji = $(d - e) / (1 \text{ gr/cc})$

$$= (1186 - 664) / (1 \text{ gr/cc})$$

$$= 522 \text{ cm}^3$$

g = berat isi benda uji (*density*) = $\frac{c}{f} = \frac{1172}{522}$

$$= 2.245 \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 h = \text{berat jenis maksimum (teoritis)} &= \frac{100}{\frac{\%agregat}{Bjagregat} + \frac{\%aspal}{Bjaspal}} \\
 &= \frac{100}{\frac{(100 - 4.5)}{2.688} + \frac{4.5}{1.034}} \\
 &= 2.508
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{bxg}{Bjaspal} = \frac{4.5 \times 2.245}{1.034} \\
 &= 9.771
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 j &= \frac{(100 - b) \times g}{Bjagregat} = \frac{(100 - 4.5) \times 2.245}{1.034} \\
 &= 79.768
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k = \text{jumlah kandungan rongga (\%)} &= (100 - i - j) \\
 &= (100 - 9.771 - 79.768) \\
 &= 10.460
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 l = \% \text{ rongga terhadap agregat} &= (100 - j) \\
 &= (100 - 79.768) \\
 &= 20.232
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m = \% \text{ rongga yang terisi aspal (VFWA)} &= \left(100 \times \frac{i}{l}\right) \\
 &= \left(100 \times \frac{9.771}{20.232}\right) \\
 &= 48.297
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = \% \text{ rongga dalam campuran (VITM)} &= 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right) \\
 &= 100 - \left(100 \times \frac{2.245}{2.508}\right) \\
 &= 10.460 \\
 o = \text{pembacaan arloji stabilitas} &= 520 \text{ kg} \\
 p = o \times \text{kalibrasi } \textit{proving ring} &= 520 \times 3.425 \\
 &= 1781.00 \text{ kg} \\
 q = \text{stabilitas} = p \times \text{koreksi tebal benda uji} &= 1781.00 \times 0.952 \\
 &= 1695.512 \text{ kg} \\
 r = \text{kelelahan plastis (Flow)} &= 3.30 \text{ mm} \\
 s = \textit{Marshall Quotien} &= \frac{q}{r} \\
 &= \frac{1803.26}{3.30} \\
 &= 546.443 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$

Dari grafik pengujian *Marshall* (lampiran 19) diperoleh kadar aspal campuran sebesar 6.125%, yang selanjutnya digunakan pada campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu dan limbah gergajian batu *Andesit*.

Hasil pengujian *Marshall* pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* dengan kadar aspal optimum (6.125%) dan variasi kadar *filler* 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9 % adalah seperti yang terdapat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* dengan *Filler* Abu Batu

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar <i>Filler</i>				
	5	6	7	8	9
<i>Density</i> (gr/cc)	2.371	2.356	2.359	2.373	2.377
VITM (%)	3.143	3.782	3.646	3.089	2.926
VFWA (%)	81.715	78.676	79.305	81.979	82.794
<i>Flow</i> (mm)	5.70	4.00	3.80	3.40	3.60
Stabilitas (kg)	1976.05	1902.20	1698.29	1903.96	1929.35
MQ (kg/mm)	346.676	475.549	446.917	559.988	535.930

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Dari grafik pengujian marshall (lampiran 26), dengan cara pendekatan diperoleh kadar *filler* abu batu optimum dari variasi kadar *filler* sebesar 7.1%, yang kemudian dipergunakan pada campuran dengan kadar aspal optimum (6.125%) untuk pengujian *Immersion test* (perendaman selama 24 jam pada suhu 60° C) dan pengujian *Immersion standart test* (perendaman 30 menit pada suhu 60° C). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Immersion* dengan *Filler* Abu Batu

Karakteristik <i>Marshall</i>	Aspal 6.125% dengan <i>Filler</i> 7.1%	
	30 menit	24 jam
<i>Density</i> (gr/cc)	2.367	2.363
VITM (%)	3.331	3.459
VFWA (%)	80.802	80.187
<i>Flow</i> (mm)	3.50	3.90
Stabilitas (Kg)	1680.58	1479.09
MQ (Kg/mm)	480.165	2.363

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Sedangkan hasil pengujian campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* adalah seperti yang terdapat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Limbah Gergajian Batu *Andesit*

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar <i>Filler</i>				
	5	6	7	8	9
<i>Density</i> (gr/cc)	2.355	2.353	2.349	2.360	2.370
VITM (%)	3.811	3.869	4.029	3.594	3.174
VFWA (%)	78.541	78.247	77.548	79.551	81.565
<i>Flow</i> (mm)	2.70	3.7	3.10	3.40	2.7
Stabilitas (Kg)	1839.75	1920.90	1751.20	1973.16	2627.16
MQ (Kg/mm)	681.390	519.163	564.902	580.342	973.020

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Dari grafik pengujian *Marshall* (lampiran 33) dengan cara pendekatan, dari variasi kadar filler diperoleh kadar *filler* limbah gergajian batu *Andesit* optimum sebesar 7.75 % yang kemudian dipergunakan pada campuran dengan kadar aspal optimum (6.125%) untuk pengujian *Immersion test* (perendaman selama 24 jam pada suhu 60° C) dan pengujian *Marshall test* (perendaman 30 menit pada suhu 60° C). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian *Immersion* dengan *Filler* Batu *Andesit*

Karakteristik <i>Marshall</i>	Aspal 6.125% dengan <i>Filler</i> 7.75%	
	30 menit	24 jam
<i>Density</i> (gr/cc)	2.333	2.365
VITM (%)	4.690	3.392
VFWA (%)	74.666	80.510
<i>Flow</i> (mm)	3.90	3.30
Stabilitas (Kg)	1572.89	1544.68
MQ (Kg/mm)	403.305	468.083

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

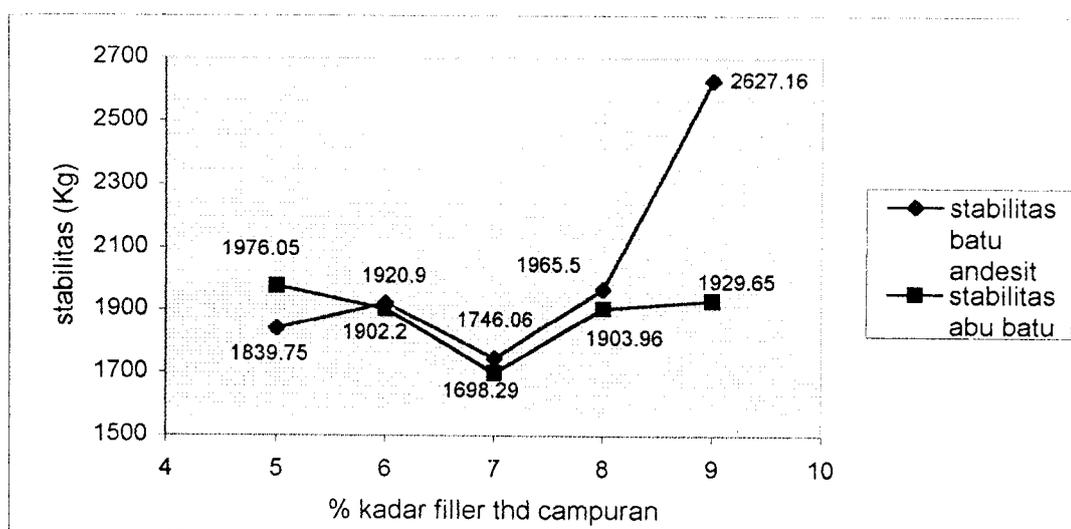
5.2 Pembahasan

5.2.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan dalam menahan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas yang terjadi tanpa menimbulkan

perubahan bentuk seperti gelombang, alur maupun *bleeding*. Stabilitas pada pengujian *Marshall* didefinisikan sebagai kemampuan campuran dalam menerima beban sampai terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (Kg). Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut mampu menahan beban yang besar. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas adalah suhu pemadatan, gradasi agregat, bentuk agregat, dan kohesi dari campuran.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai stabilitas antara campuran yang menggunakan *filler* abu batu dan campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* dengan kadar *filler* masing-masing optimum diperoleh hasil yang tidak begitu jauh berbeda, seperti yang terdapat pada Grafik 5.1 berikut ini.



Grafik 5.1 Stabilitas

Dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai stabilitas campuran yang menggunakan *filler* abu batu turun pada penambahan kadar *filler* 6%, dan 7% hal tersebut diakibatkan mengembangnya volume campuran yang telah padat sehingga

menyebabkan rongga akibat terdesaknya butiran-butiran agregat oleh tambahan *filler* tersebut.

Volume yang terbentuk tersebut diperkirakan kepadatannya kurang karena banyaknya rongga yang terjadi, hal tersebut menyebabkan nilai stabilitas turun sampai pada penambahan kadar *filler* 6% dan 7%, kemudian naik pada penambahan kadar *filler* 8%, dan 9%. Hal tersebut dapat terjadi karena rongga yang terjadi pada volume yang baru terbentuk tersebut terisi oleh penambahan *filler* dan pemadatan yang cukup.

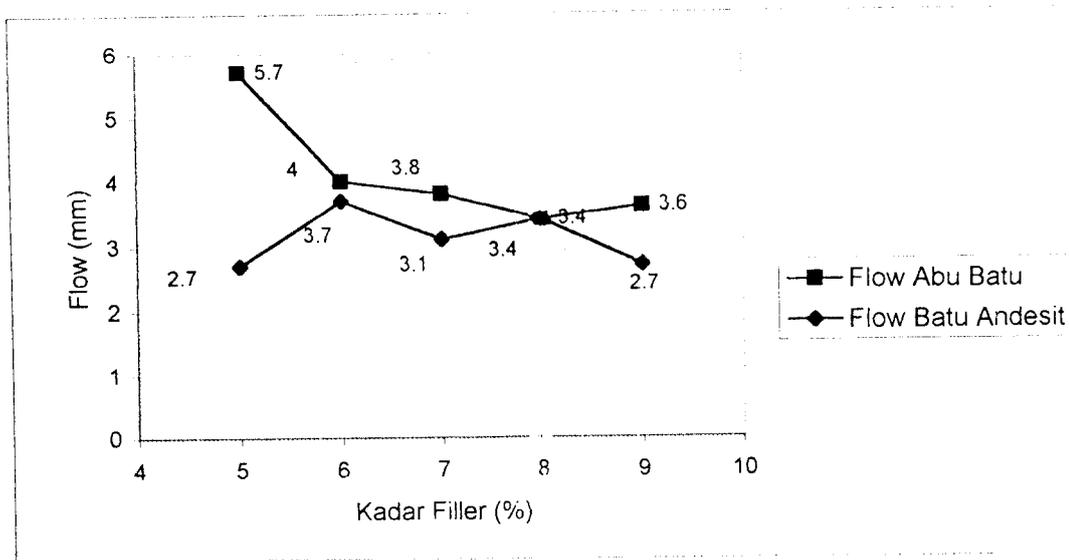
Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa nilai stabilitas campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* naik pada penambahan kadar *filler* 6%, hal tersebut dikarenakan penambahan *filler* mengakibatkan campuran semakin rapat dan sifat saling mengunci bertambah, selain itu hal tersebut juga disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang tetap (optimum sebesar 6.125%) aspal masih mampu mengikat batuan. Sedangkan pada penambahan kadar *filler* 7% nilai stabilitas campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* turun, hal tersebut dikarenakan campuran yang telah padat rongga-rongganya oleh *filler* mendapatkan penambahan *filler* lagi, yang kemudian kelebihan *filler* tersebut mengakibatkan volumenya mengembang dan menjadi kurang padat karena terbentuk rongga-rongga baru.

Pada penambahan kadar *filler* 8% dan 9% nilai stabilitas kembali naik, hal tersebut dikarenakan volume yang baru terbentuk tadi mendapatkan tambahan *filler*, dan pemadatan yang cukup. Hal tersebut mengakibatkan campuran menjadi semakin rapat sehingga nilai stabilitasnya meningkat.

Berdasarkan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai stabilitas untuk beton aspal minimum adalah 450 Kg dan peraturan Bina Marga, 1983 adalah 650 Kg untuk lau-lintas sedang, maka hasil penggunaan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* tersebut memenuhi syarat.

5.2.2 Flow

Flow adalah besarnya deformasi *vertical sample* yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan mulai menurun. Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang relatif tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis dan lebih mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tidak terisi aspal yang tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi mengalami retak dini dan berdurabilitas rendah karena bersifat kaku. Selain itu *flow* dapat mengindikasikan kelenturan suatu campuran yang dibuat. Dengan demikian dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai *flow* akan semakin meningkat karena akan semakin banyak rongga yang akan terisi oleh aspal sehingga campuran akan memiliki fleksibilitas yang semakin tinggi pula. Nilai *flow* pada penelitian ini dapat dilihat pada Grafik 5.2 sebagai berikut



Grafik 5.2 Flow

Pada Grafik 5.2 tersebut terlihat pada campuran yang menggunakan *filler* abu batu nilai *flow*nya turun sampai pada penggunaan kadar *filler* 8%. Hal tersebut disebabkan campuran semakin padat karena rongga yang terjadi terisi oleh *filler*. Sedangkan pada kadar *filler* 9% nilai *flow* meningkat hal tersebut diakibatkan karena terjadi kelebihan *filler* pada campuran yang rongganya telah terisi semua oleh *filler*. Kemudian kelebihan *filler* tersebut mengakibatkan volume campuran mengembang dengan kepadatan yang kurang.

Sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* nilai *flow* mengalami peningkatan sampai pada kadar *filler* 6% hal tersebut terjadi karena pada penggunaan kadar *filler* 5% rongga yang terdapat dalam campuran telah terisi keseluruhan oleh *filler* sehingga ketika ditambah lagi jumlah *filler* (penggunaan kadar *filler* 6%) maka campuran yang telah padat tersebut volumenya mengembang dengan kepadatan yang kurang karena banyaknya rongga

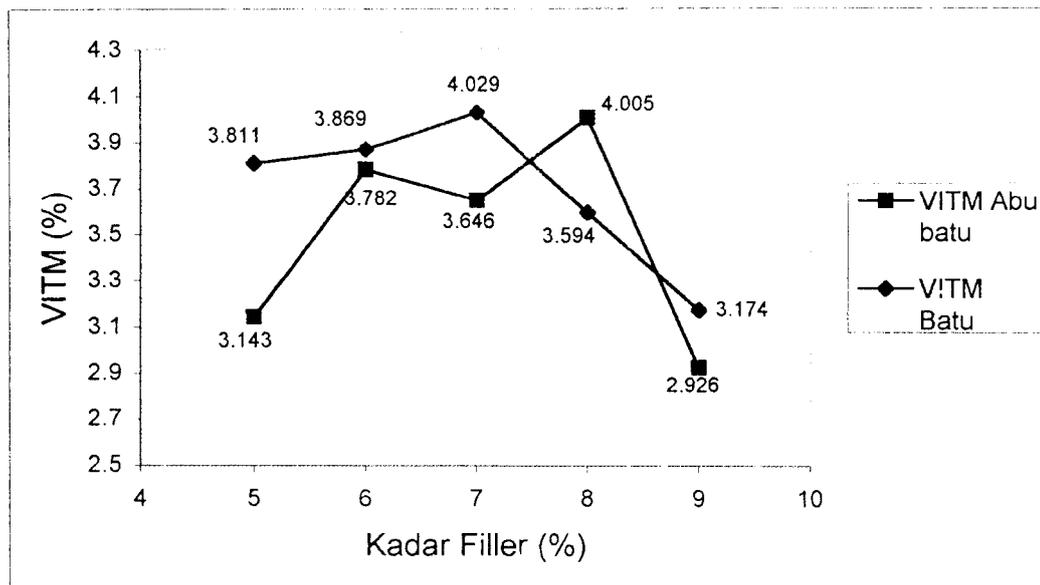
yang terjadi pada volume yang baru terbentuk akibat kelebihan jumlah *filler* tersebut. Kemudian nilai *flow* kembali turun pada penggunaan kadar *filler* 7%, hal tersebut dikarenakan dengan adanya penambahan jumlah *filler* maka rongga yang terjadi akan terisi sehingga campuran akan menjadi semakin padat. Akan tetapi apabila penambahan terus dilakukan maka akan terjadi lagi kelebihan *filler* yang menyebabkan nilai *flow* meningkat sampai batas penggunaan kadar *filler* 8% kemudian nilai *flow*nya turun kembali pada penggunaan kadar *filler* 9%.

Secara keseluruhan nilai *flow* hasil penelitian ini masih memenuhi persyaratan petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), yang menyatakan bahwa nilai *flow* pada beton aspal untuk lalu-lintas sedang adalah 2 - 4.5 mm.

5.2.3 VITM (*Void In The Mix*)

Definisi VITM adalah perbandingan volume persen rongga terhadap total campuran padat, dinyatakan dalam persen (%), sedangkan persen yang disyaratkan untuk beton aspal lalu-lintas sedang adalah 3% - 5%. Lapis keras yang mempunyai VITM yang kurang dari 3% besar kemungkinannya akan terjadi *bleeding*. *Bleeding* terjadi karena tingginya temperatur yang mengakibatkan aspal dalam campuran mencair sehingga ketika perkerasan menerima beban aspal tersebut akan mengalir ke luar melewati rongga antar agregat. Apabila VITM terlalu tinggi atau lebih besar dari 5% menunjukkan rongga yang terjadi pada campuran terlalu banyak yang menyebabkan campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air, hal tersebut mengakibatkan aspal mudah teroksidasi yang menyebabkan berkurangnya daya ikat aspal terhadap agregat.

Nilai VITM dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Grafik 5.3 sebagai berikut ini.



Grafik 5.3 VITM

Dari grafik 5.3 diatas terlihat bahwa nilai VITM campuran yang menggunakan *filler* abu batu naik sampai kadar *filler* 6% hal tersebut menunjukkan terjadi kelebihan *filler* pada campuran sehingga mengakibatkan volume campuran mengembang sehingga rongga antar butiran bertambah akibat desakan dari *filler* tersebut, kemudian pada penambahan *filler* lagi akan menyebabkan nilai VITM kembali turun pada kadar *filler* 7%, hal tersebut disebabkan karena volume yang baru tersebut menjadi semakin padat karena rongga yang terdapat pada campuran akan terisi oleh penambahan *filler* dan pepadatan yang cukup. Seiring dengan penambahan *filler* maka nilai VITM naik kembali pada kadar *filler* 8%, hal tersebut dikarenakan mengembangnya kembali volume yang telah padat akibat penambahan

filler pada kadar 7%, dan bila *filler* ditambah maka nilai VITM akan turun lagi sampai batas kadar *filler* 9%.

Sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* pada penambahan *filler* sampai kadar 7% nilai VITMnya mengalami peningkatan, hal tersebut dikarenakan penambahan *filler* mengakibatkan volume campuran mengembang yang juga mengakibatkan rongga yang terjadi diantara butiran bertambah. Pada penambahan *filler* sampai kadar 9% nilai VITMnya turun karena rongga dari volume yang baru terbentuk tersebut semakin terisi oleh penambahan *filler* dan pemadatan.

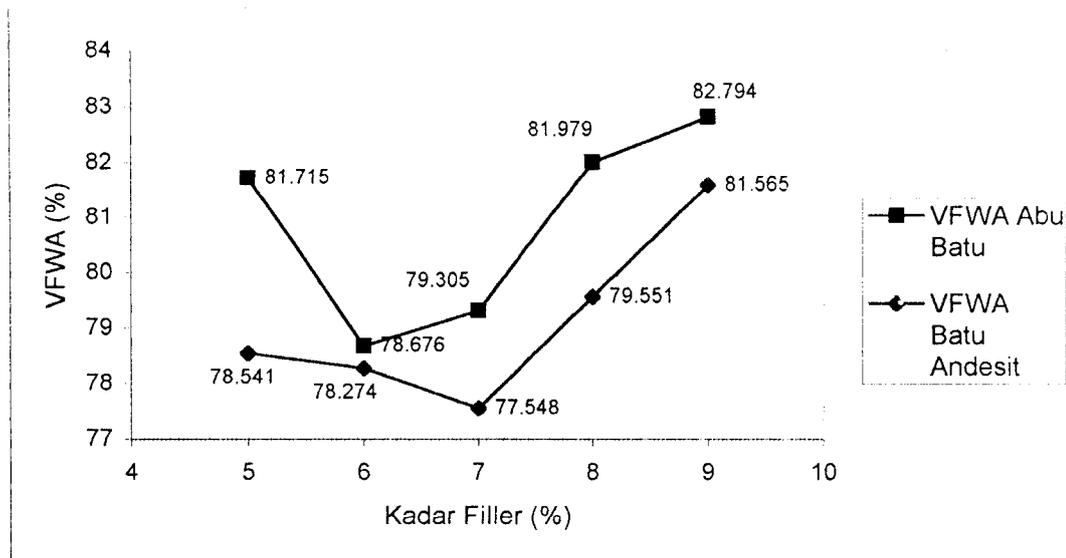
Secara keseluruhan nilai VITM dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu maupun *filler* limbah gergajian batu *Andesit* masih memenuhi persyaratan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga yaitu 3% - 5%.

5.2.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA adalah besarnya rongga yang terisi oleh aspal yang dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Nilai VFWA ini berpengaruh pada kedekatan campuran terhadap air dan udara yang juga mempengaruhi keawetan suatu campuran.

Semakin tinggi nilai VFWA menunjukkan semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih baik. Nilai VFWA yang terlalu rendah menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai banyak rongga yang tidak terisi oleh aspal, hal tersebut menyebabkan kedekatan campuran terhadap air dan udara rendah yang berakibat mudahnya campuran tersebut kemasukan oleh air dan udara yang memudahkan kekuatan aspal berkurang

diakibatkan oksidasi sehingga mempengaruhi keawetannya. Nilai VFWA hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada grafik 5.4 sebagai berikut ini.



Grafik 5.4 VFWA

Dari grafik tersebut diatas terlihat nilai VFWA campuran yang menggunakan *filler* abu batu turun pada kadar *filler* 6%, hal tersebut dikarenakan rongga yang terdapat dalam campuran telah padat terisi oleh *filler*. Sehingga hanya sedikit aspal yang mampu mengisi rongga. Seiring dengan penambahan *filler*, maka volume campuran akan mengembang oleh kelebihan *filler* tersebut sehingga mengakibatkan rongga. Rongga tersebut yang kemudian diisi oleh aspal sehingga dengan bertambahnya *filler* maka semakin banyak pula rongga yang terjadi yang dapat diisi oleh aspal sehingga nilai VFWA nya naik. Hal tersebut terjadi sampai pada kadar *filler* 9%.

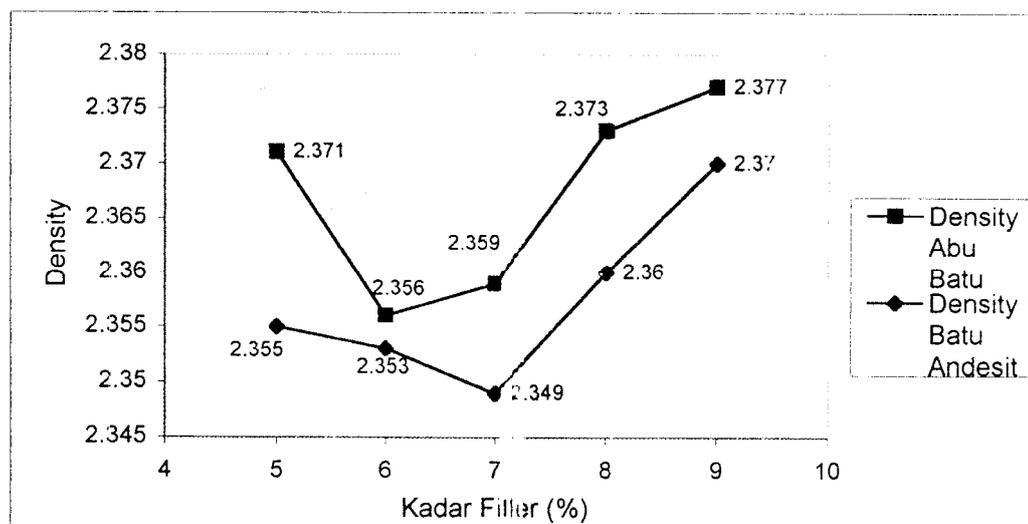
Demikian juga yang terjadi pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit*, hanya saja penurunan nilai VFWA pada campuran ini terjadi sampai kadar *filler* 7%, kemudian naik kembali sampai kadar *filler* 9%.

Secara keseluruhan nilai VFWA dari hasil penelitian ini masih memenuhi persyaratan dari Bina Marga No 13/1983 yaitu antara 75% - 85% dan Bina Marga 1987 (tidak ada batasannya).

5.2.5 Nilai Density

Nilai *density* adalah derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Suatu campuran yang mempunyai nilai *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dari campuran yang nilai *density*nya rendah. Nilai *density* pada penelitian ini diperoleh dengan tumbukan 2 x 50 kali dengan tujuan mendapatkan nilai kepadatan optimum.

Nilai *density* dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada grafik 5.5 sebagai berikut ini.



Grafik 5.5 Nilai Density

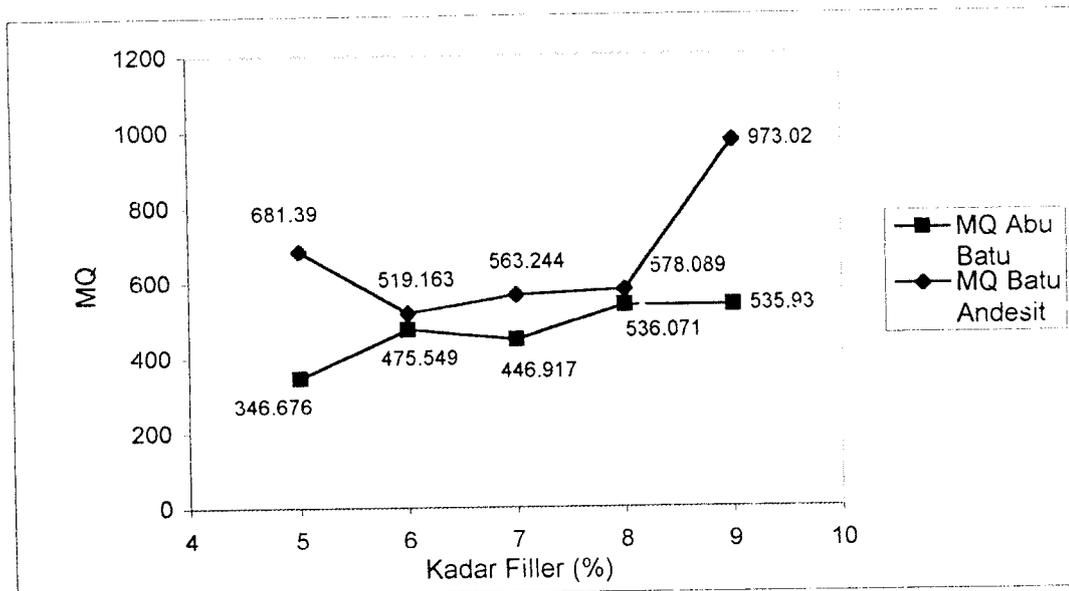
Dari grafik 5.5 tersebut terlihat bahwa pada sampel yang menggunakan *filler* abu batu terjadi penurunan sampai pada kadar *filler* 6%, kemudian naik kembali sampai pada kadar *filler* 9%. Hal tersebut dikarenakan pada kadar *filler* 5% rongga pada campuran telah padat terisi oleh *filler*, sehingga pada penambahan kadar *filler* 6% dengan penggunaan kadar aspal yang tetap mengakibatkan volume campuran mengembang sehingga terbentuk rongga yang menyebabkan pula turunnya nilai *density*. Untuk kemudian pada kadar *filler* 7% sampai 9% penambahan *filler* mengakibatkan campuran penambahan berat dari volume dari campuran, dimana peningkatan berat tidak sebanding dengan peningkatan volumenya (peningkatan berat lebih besar dari pada peningkatan volumenya) sehingga nilai *density*nya juga meningkat seiring dengan penambahan *filler*.

Demikian juga yang terjadi pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit*, akan tetapi penurunan *density*nya terjadi sampai pada kadar *filler* 7%, untuk kemudian naik kembali sampai kadar *filler* 9%.

5.2.6 Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehannya, yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Stabilitas campuran yang tinggi dan disertai kelelehan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang kaku dan bersifat getas. Sedangkan stabilitas yang rendah dengan diikuti oleh *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang cukup besar

apabila menerima beban lalu-lintas. Nilai *Marshall Quotient* dari penelitian ini dapat dilihat pada grafik 5.6 sebagai berikut ini.



Grafik 5.6 Marshall Quotient

Dari grafik 5.6 diatas dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* untuk campuran dengan *filler* abu batu mengalami kecenderungan naik kecuali pada kadar *filler* 7%. Hal tersebut dikarenakan nilai stabilitas dan nilai *flow* campuran yang menggunakan *filler* abu batu pada kadar *filler* 7% mengalami penurunan.

Sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* hasilnya sama dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu hanya saja penurunannya terjadi pada pada kadar *filler* 6%

Nilai *Marshall Quotient* paling tinggi menunjukkan stabilitas yang tinggi dan fleksibilitasnya rendah, sedangkan nilai *Marshall Quotient* paling rendah menunjukkan campuran ini mempunyai stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi, campuran ini mempunyai sifat terlalu plastis dan mudah mengalami

deformasi. Jika dibandingkan secara keseluruhan maka *Marshall Quotient* campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* lebih tinggi dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Kedua campuran yang menggunakan kedua jenis *filler* tersebut memenuhi persyaratan *MQ* untuk beton aspal menurut Bina Marga 1987 sebesar 200-350 Kg/mm dan Bina Marga 1983 tidak ada batasannya.

5.2.7 Pengujian Rendaman atau Immersion Test

Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Prinsip dari pengujian ini adalah sama dengan uji *Marshall* hanya waktu perendaman dalam suhu yang konstan 60° C selama 24 jam (1 hari). Indeks Tahanan Kerusakan (*Index Of Retained Strength*) akibat dari gangguan air dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 30 menit (S1).

Dari penelitian ini, hasil uji *Marshall* campuran yang menggunakan kadar *filler* abu batu optimum (7%) pada perendaman 30 menit (S1) adalah 1680.58 Kg, dan hasil uji *Immersion* (S2) adalah 1473.09 Kg. Sedangkan hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *Index of Retained Strength*nya adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Index of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1473.09}{1680.58} \times 100\% \\ &= 87.653\% > 75\% \end{aligned}$$

Sedangkan pada pengujian *Marshall* untuk campuran beton aspal yang menggunakan kadar *filler* limbah gergajian batu *Andesit* optimum (7.75 %) dengan perendaman 30 menit (S1) menghasilkan nilai sebesar 1737.76 Kg, dan hasil uji

Immersion (S2) adalah 1544.68 Kg. Untuk hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *Index of Retained Strengthnya* adalah sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Index of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1544.68}{1737.76} \times 100\% \\ &= 88.889\% > 75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Indeks Tahanan kekuatan dari kedua campuran tersebut, campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* memiliki ketahanan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air, suhu, dan udara sedikit lebih baik dibanding dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Karena kedua campuran tersebut memiliki indeks tahanan kekuatan yang lebih besar dari 75% maka dapat dikatakan bahwa kedua campuran tersebut memiliki tahanan kekuatan yang memenuhi syarat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- a. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, nilai stabilitas campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* lebih kecil dibandingkan nilai stabilitas campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu, walaupun terpaut tidak begitu besar antara keduanya. Hal tersebut menunjukkan bahwa kekakuan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* lebih rendah dari campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu.

Secara keseluruhan nilai stabilitas dari kedua macam campuran tersebut melebihi spesifikasi sesuai petunjuk pelaksanaan lapis beton aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 1987 (SKBI-2.4.26.1987), bahwa nilai stabilitas untuk beton aspal minimum 450 Kg dan peraturan Bina Marga 1983 adalah 650 Kg untuk lalu-lintas sedang.

- b. Secara keseluruhan nilai *flow* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* dengan kadar 5%, 6%, 7%, 8%, 9% cenderung lebih kecil dibanding campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu dengan kadar *filler* yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kelelahan campuran yang menggunakan *filler* limbah batu *Andesit* lebih

- rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu.
- c. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai VITM untuk campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah batu *Andesit* pada kadar *filler* 5%, dan 6% lebih kecil dibandingkan nilai VITM campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu. Sedangkan nilai VITM pada campuran yang menggunakan *filler* limbah batu *Andesit* pada kadar *filler* 7%, 8%, 9% lebih besar dari campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu. Secara keseluruhan nilai VITM dari kedua macam campuran tersebut memenuhi persyaratan dari Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga yaitu 3% - 5% .
- d. Dari penelitian ini didapat hasil nilai VFWA campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* pada kadar *filler* 5%, 6%, dan 7% lebih kecil dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Sedangkan pada kadar *filler* 8%, dan 9% nilai VFWA campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* lebih besar dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Secara keseluruhan nilai VFWA dari kedua macam campuran tersebut memenuhi persyaratan dari Bina Marga No 13/1983 untuk beton aspal yaitu antara 75% - 86%, dan Bina Marga 1987 yang tidak ada batasannya.
- e. Dari penelitian ini didapat hasil nilai *density* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* pada kadar *filler* 5%, 6%, dan 7% lebih kecil dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu.

Sedangkan pada kadar *filler* 8%, dan 9% nilai *density* campuran yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* lebih besar dari campuran yang menggunakan *filler* abu batu.

- f. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* secara keseluruhan lebih besar dari campuran beton aspal yang menggunakan *filler* abu batu. Kedua macam campuran beton aspal tersebut secara keseluruhan juga memenuhi persyaratan *Marshall Quotient* untuk beton aspal menurut Bina Marga 1987 ialah antara 200-350 Kg/mm, dan bina Marga 1983 yang tidak ada batasannya.
- g. Berdasarkan hasil uji perendaman (*Immersion Test*), campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gergajian batu *Andesit* memiliki ketahanan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air, suhu, dan udara sedikit lebih baik dibanding dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Karena kedua campuran tersebut memiliki indeks tahanan kekuatan yang lebih besar dari 75% maka dapat dikatakan bahwa kedua campuran tersebut memiliki tahanan kekuatan yang memenuhi syarat.

6.2 Saran

- a. diperlukan penelitian lebih lanjut dengan sampel benda uji yang lebih banyak dan lebih teliti dalam pelaksanaan pembuatannya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik untuk mengetahui pengaruh penggunaan *filler* limbah gergajian batu *andesit*.

- b. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan membandingkan filler limbah batu gergajian batu andesit ini dengan bahan filler lainnya yang telah umum digunakan.
- c. Perlunya penelitian lebih mendalam terhadap pengaruh kandungan unsur-unsur kimia yang terkandung pada filler limbah gergajian batu andesit terhadap perkerasan beton aspal.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO. *Guide For Design Of Pavement Structures*. Washington, D.C.: ASHHTO, 1996.

Departement Pekerjaan Umum. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) NO.13/PT/B/1983*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, 1983.

Departemen Pekerjaan Umum. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), SKBI-2.4.26.1987*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, 1987.

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

Sukirman, Silvia. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova, 1992.

Setiawan, Aji & Kusnadi, Budi. *Penggunaan Limbah Karbid Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Aspal Beton*. Jogyakarta: FTSP UII, 2000.

Tm, Suprpto. *Jalan Raya Bagian II*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Bagian Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, 1994

LAMPIRAN



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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - A. Fajar Patra H.
 Diperiksa tgl. : 25 September 2002 Nur Budi Setiyawan

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU		PEMBACAAN WAKTU	
MULAI PEMANASAN	27	°C	08.42	WIB
SELESAI PEMANASAN	150	°C	08.57	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG				
MULAI	110	°C	08.59	WIB
SELESAI	102	°C	09.40	WIB
DIPERIKSA				
MULAI	102	°C	10.35	WIB
SELESAI	343	°C	10.45	WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA		TITIK BAKAR	
I	338	°C	343	°C
II	332	°C	340	°C
RATA-RATA	335	°C	341.5	°C

Yogyakarta, 25 September 2002

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



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

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina
 Jenis contoh : -
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Diterima Tgl. : 25 September 2002
 Selesai Tgl. : 25 September 2002

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4
(SOLUBILITY)

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

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73.95	gram
2. Berat erlenmeyer + aspal	= 75.95	gram
3. Berat aspal (2 - 1)	= 2.0	gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0.63	gram
5. Berat kertas saring + endapan	= 0.635	gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	= 0.005	gram
7. Persentase endapan	= 0.25	%
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99.75	%

Yogyakarta, 25 September 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Pengirim contoh : A. Fajar Patra H. Dikerjakan oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan Nur Budi S.
 Jenis contoh aspal : AC 60/70
 Untuk Pekerjaan : Tugas Akhir Diperiksa oleh :
 Diterima Tgl. : 25 September 2002 A. Fajar Patra H.
 Selesai Tgl. : 25 September 2002 Nur Budi Setiyawan

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

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

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165.00 cm
Pengamatan II	165.00 cm
Rata-rata (I + II)/2	165.00 cm

Yogyakarta, 25 September 2002

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



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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - A. Fajar Patra H.
 Diperiksa tgl. : 27 September 2002 Nur Budi Setiyawan

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	26 °C	09.20 WIB
SELESAI PEMANASAN	150 °C	09.27 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110 °C	09.29 WIB
SELESAI	26 °C	09.59 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	26 °C	10.10 WIB
SELESAI	26 °C	10.12 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	99%
II	
RATA-RATA	

Yogyakarta, 27 September 2002

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



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

**PEMERIKSAAN
 KELEKATAN ASPAL TERHADAP BATUAN**

Contoh dari : AC 60/70 Pertamina Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - A. Fajar Patra H.
 Diperiksa tgl. : 27 September 2002 Nur Budi Setiyawan

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	26 °C	10.20 WIB
SELESAI PEMANASAN	40 °C	10.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	40 °C	10.30 WIB
SELESAI	26 °C	10.50 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	26 °C	10.50 WIB
SELESAI	26 °C	10.55 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	96%
II	
RATA-RATA	

Yogyakarta, 27 September 2002

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



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

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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - A.Fajar Patra H.
 Diperiksa tgl. : 27 September 2002 Nur Budi Setiyawan

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

Yogyakarta, 27 September 2002

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



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

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	114.6	114.6	10	90	80	100
9.022	3/8	114.6	229.2	20	80	70	90
4.76	# 4	229.2	458.4	40	60	50	70
2.387	# 8	200.55	658.95	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	217.74	876.69	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	63.03	939.72	82	18	13	23
0.149	# 100	68.76	1008.48	88	12	8	16
0.079	# 200	57.3	1065.78	93	7	4	10
	Pan	80.22	1146				
	Total	1146					

Keterangan : Kadar Aspal 4.5%
 Tanggal : 1 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 1 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
Mm	inch	Tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	min	Max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	113.4	113.4	10	90	80	100
9.022	3/8	113.4	226.8	20	80	70	90
4.76	# 4	226.8	453.6	40	60	50	70
2.387	# 8	198.45	652.05	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	215.46	867.51	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	62.37	929.88	82	18	13	23
0.149	# 100	68.04	997.92	88	12	8	16
0.079	# 200	56.7	1054.62	93	7	4	10
	Pan	79.38	1134				
	Total	1134					

Keterangan : Kadar Aspal 5.5 %
 Tanggal : 1 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 1 Oktober 2002

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



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

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

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.8	112.8	10	90	80	100
9.022	3/8	112.8	225.6	20	80	70	90
4.76	# 4	225.6	451.2	40	60	50	70
2.387	# 8	197.4	648.6	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.149	# 100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.079	# 200	56.4	1049.04	93	7	4	10
	Pan	78.96	112.8				
	Total	1128					

Keterangan : Kadar Aspal 6%
 Tanggal : 1 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 1 Oktober 2002

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



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

: Celereng
 : Tugas Akhir
 : -
 : 7 Oktober 2002
 : 7 Oktober 2002

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

SARINGAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
0		0	0	0	100	100	100
2.65	3/4	112.65	112.65	10	90	80	100
2.65	1/2	112.65	225.30	20	80	70	90
5.30	3/8	225.30	450.60	40	60	50	70
7.14	# 4	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
4.04	# 8	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
.96	# 30	61.96	923.73	82	18	13	23
7.59	# 50	67.59	991.32	88	12	8	16
7.59	# 100	78.86	1070.18	95	5	4	10
7.59	# 200						
	Pan	56.33	1126.5				
6.50	Total	1126.50					

: Kadar
 Kadar
 : 7 Okto
 : A. Faj
 Nur B

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 5% (Abu Batu)
 Tanggal : 7 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

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



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	56.33	1047.65	93	7	4	10
	Pan	78.86	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 7% (Abu Batu)

Tanggal : 7 Oktober 2002

Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	45.06	1036.38	92	8	4	10
	Pan	90.12	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 8% (Abu Batu)

Tanggal : 7 Oktober 2002

Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002



Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	33.80	1025.12	91	9	4	10
	Pan	101.39	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 9% (Abu Batu)

Tanggal : 7 Oktober 2002

Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : A. Fajar Patra H.
 Jenis campuran : Beton Aspal Perendaman 30 menit
 Tanggal : 12 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

JENIS FILLER : ABU BATU DENGAN KAO

NO.	t	a	b	c	D	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	P	q	r	QM
1	61.15		6.125	1172	1177	687	490	2.392	2.448	14.168	83.532	2.300	16.468	86.035	2.300	630	2.157.75	2293.69	5.70	402.401
2	61.32		6.125	1172	1178	685	493	2.377	2.448	14.082	83.024	2.894	16.976	82.951	2.894	548	1.876.90	1985.76	6.20	320.284
3	61.60		6.125	1169	1175	682	493	2.371	2.448	14.046	82.811	3.143	17.189	81.715	3.143	550	1.883.75	1976.05	5.70	346.676
1	61.47		6.125	1172	1177	685	492	2.382	2.448	14.111	83.192	2.697	16.808	83.954	2.697	568	1.945.40	2048.51	3.70	553.650
2	61.17		6.125	1162	1170	682	488	2.381	2.448	14.105	83.159	2.736	16.841	83.752	2.736	521	1.784.43	1896.84	2.80	677.444
3	61.85		6.125	1166	1176	681	495	2.356	2.448	13.953	82.265	3.782	17.735	78.676	3.782	533	1.825.53	1902.20	4.00	475.549
1	61.30		6.125	1171	1179	683	496	2.361	2.448	13.985	82.451	3.564	17.549	79.691	3.564	590	2.020.75	2137.95	3.50	610.844
2	61.43		6.125	1170	1178	682	496	2.359	2.448	13.973	82.381	3.646	17.619	79.305	3.646	470	1.609.75	1698.29	3.80	446.917
3	61.88		6.125	1168	1177	687	490	2.384	2.448	14.120	83.247	2.633	16.753	84.282	2.633	645	2.209.13	2299.70	3.60	638.805
1	61.53		6.125	1168	1177	680	497	2.350	2.448	13.921	82.074	4.005	17.926	77.660	4.005	610	2.089.25	2197.89	4.10	536.071
2	61.35		6.125	1171	1179	684	497	2.356	2.448	13.957	82.285	3.758	17.715	78.786	3.758	630	2.157.75	2280.74	2.60	877.208
3	62.67		6.125	1191	1195	693	502	2.373	2.448	14.054	82.857	3.089	17.143	81.979	3.089	545	1.866.63	1903.96	3.40	559.988
1	62.32		6.125	1162	1166	676	490	2.371	2.448	14.047	82.819	3.133	17.181	81.762	3.133	565	1.935.13	1991.24	3.90	510.575
2	61.60		6.125	1174	1181	687	494	2.377	2.448	14.078	82.997	2.926	17.003	82.794	2.926	537	1.839.23	1929.35	3.60	535.930
3	61.73		6.125	1164	1174	680	494	2.356	2.448	13.958	82.290	3.752	17.710	78.812	3.752	547	1.873.48	1957.78	3.70	529.130

t = tebal benda uji (mm)

a = % aspal terhadap batuan (%)

b = % aspal terhadap campuran (%)

c = berat kering sebelum direndam (gram)

d = berat dalam keadaan SSD (gram)

e = berat di dalam air (gram)

f = Vol (isi) = d - e

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

h = BJ Maksimum (teoritis)

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

j = b x g / BJ aspal

k = (100-b) g / BJ aggr

l = (100-l) jumlah kandungan rongga (%)

m = (100-j) rongga terhadap agregat (%)

n = $(100 \times l / i)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

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

p = pembacaan arloji (stabilitas)

q = o x kalibrasi profiling ring

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

r = FLOW (kelelahan plastis) (mm)

Suhu pencampuran : 160 °C

Suhu pemadatan : 140 °C

Suhu waterbath : 60 °C

BJ aspal : 1.034

BJ agregat : 2.688

Janda tangan

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



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	78.86	1070.18	95	5	4	10
	Pan	56.33	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 5% (Batu Andesit)

Tanggal : 7 Oktober 2002

Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

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



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	67.59	1058.91	94	6	4	10
	Pan	67.59	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 6% (Batu Andesit)
 Tanggal : 7 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 7 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 7 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	33.80	1025.12	91	9	4	10
	Pan	101.39	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler 9% (Batu Andesit)

Tanggal : 7 Oktober 2002

Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 7 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Contoh dari : Celereng, Kulon Progo
 Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis Agregat : -
 Diterima Tgl. : 19 Oktober 2002
 Selesai Tgl. : 19 Oktober 2002

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gram)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi (%)	
mm	Inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	lolos	Min	max
19.1	¾	0	0	0	100	100	100
12.7	½	112.65	112.65	10	90	80	100
9.022	3/8	112.65	225.30	20	80	70	90
4.76	# 4	225.30	450.60	40	60	50	70
2.387	# 8	197.14	647.74	57.5	42.5	35	50
0.59	# 30	214.04	861.77	76.5	23.5	18	29
0.279	# 50	61.96	923.73	82	18	13	23
0.149	# 100	67.59	991.32	88	12	8	16
0.079	# 200	55.20	1046.52	92.9	7.1	4	10
	Pan	79.98	1126.5				
	Total	1126.50					

Keterangan : Kadar Aspal Optimum 6.125%
 Kadar Filler Optimum 7.1% (Abu Batu)
 Tanggal : 19 Oktober 2002
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setiyawan

Yogyakarta, 19 Oktober 2002

Ir. Iskandar S., MT

Kepala Lab. Jalan Raya

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

JENIS FILLER : BATU ANDESIT RENDAMAN 30 MENIT

No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



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

Pekerjaan / Proyek : Tugas Akhir
 Pengirim sample : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setyawan
 Jenis campuran : Beton Aspal Perendaman 30 menit dan 24 jam
 Tanggal : 23 Oktober 2002

Dikerjakan Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setyawan
 Diperiksa Oleh : A. Fajar Patra H.
 Nur Budi Setyawan

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

JENIS FILLER : ABU BATU RENDAMAN 30 MENIT

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	62.38	6.125	1175	1176	681	495	2.374	2.448	2.448	14.061	82.900	3.039	17.100	82.227	3.039	470	1.609.75	1654.82	4.20	394.005
2	61.76	6.125	1162	1168	677	491	2.367	2.448	2.448	14.019	82.650	3.331	17.350	80.802	3.331	470	1.609.75	1680.58	3.50	480.165
3	61.80	6.125	1157	1162	679	483	2.395	2.448	2.448	14.190	83.658	2.152	16.342	86.859	2.152	365	1.250.13	1303.88	3.00	434.627

JENIS FILLER : ABU BATU RENDAMAN 24 JAM

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	62.25	6.125	1160	1166	674	492	2.358	2.448	2.448	13.966	82.341	3.693	17.659	79.086	3.693	550	1.883.75	1942.15	6.10	318.385
2	62.35	6.125	1170	1174	682	492	2.378	2.448	2.448	14.087	83.050	2.863	16.950	83.109	2.863	450	1.541.25	1584.41	4.55	348.221
3	63.02	6.125	1177	1184	686	498	2.363	2.448	2.448	14.000	82.541	3.459	17.459	80.187	3.459	425	1.455.63	1473.09	3.90	377.716

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

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

j = $(100 \cdot b) \cdot g / BJ \text{ aspal}$
 k = $(100 \cdot (j - p))$ jumlah kandungan rongga (%)
 l = $(100 \cdot (i))$ rongga terhadap agregat (%)
 m = $(100 \cdot (l))$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - (100 \cdot (q/h))$ (%)

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

r = FI,OW (kelelahan plastis) (mm)
 Suhu pemampuran : 160 °C
 Suhu pematangan : 140 °C
 Suhu waterbath : 60 °C
 BJ aspal : 1.034
 BJ agregat : 2.688

anda tangan

 Ir. Iskandar S. MT
 Kepala Lab. Jalan Raya



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS DEBU ANDESIT

Contoh dari : Ds. Mantingan, Salam Diperiksa Oleh :
 Jenis contoh : - A.Fajar Patra H.
 Diperiksa tgl. : 30 September 2002 Nur Budi S.

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	14.93 gram
2.	Berat vicnometer + aquadest	25.83 gram
3.	Berat air (2 - 1)	10.90 gram
4.	Berat vicnometer + aspal	21.68 gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	6.75 gram
6.	Berat vicnometer + aspal + aquadest	29.92 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	8.24 gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	2.66 gram
9.	Berat jenis aspal : berat volume (5 / 8)	2.54

Yogyakarta, 30 September 2002

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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA	NO. MHS
Patra H.	97511165
Budi Setiawan	97511282

TUGAS AKHIR :

.....
de gergaji dan andal sebagai alat ukur

PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER
TAHUN : 2002/2003

Kegiatan	Bulan Ke		
	Jun.	Jul.	Ag.
Pendaftaran			
Pencentuan Dosen Pembimbing			
Pembuatan Proposal			
Seminar Proposal			
Consultasi Penyusunan TA.			
Sidang-Sidang			
Pendadaran			

DOSIR PEMBIMBING I
 DOSIR PEMBIMBING II

Ir. H. Balya Umar, MS
 Ir. Subarkah, MT



Catatan
 Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :