

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/SELI

TGL. TERIMA : 17 - 04 - 2008
NO. JUDUL : 2817
NO. INV. : 5100002817001
NO. INDUK : 002817

TUGAS AKHIR

KOMPARASI PENGGUNAAN FILLER FLY ASH (ABU TERBANG BATU BARA), FILLER ABU SEKAM PADI (RICE HUSK ASH), DAN FILLER ABU BATU PADA KINERJA LAPIS ASPAL BETON (LASTON)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



LIA WAHYUNINGSIH
03 511 153

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

K.
625.85
Kup
K
1

66p, bil. 28

No. jalan
Garis aspal beton
Jurnal

TUGAS AKHIR
**KOMPARASI PENGGUNAAN FILLER FLY ASH (ABU
BATUBARA), FILLER ABU SEKAM PADI
(RICE HUSK ASH), DAN FILLER ABU BATU PADA
KINERJA LAPIS ASPAL BETON (LASTON)**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

LIA WAHYUNINGSIH
03 511 153

disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. BACHNAS. MSc

Tanggal : 3 Jan 2008

Dosen Pembimbing II

Ir. SUBARCAH. MT

Tanggal : 03-01-2008

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam dijunjung kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun susunan bahasanya yang membuat tugas akhir masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharap kritik yang membangun dan saran yang dapat memberikan manfaat dan dorongan bagi peningkatan kemampuan penulis.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan serta pengarahan-pengarahan untuk membimbing penulis dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS , selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. H. Bachnas, Msc selaku dosen pembimbing 1, yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini,

4. Bapak Ir. Subarkah, MT selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
5. Bapak Ir. Moch. Sigit Darmo Sudihardjo, MS selaku dosen penguji,
6. Ayahanda Bambang Udi Wahyudi, BE dan Ibunda Lilik suryani, yang telah memberikan yang terbaik, atas doa-doanya,
7. Adikku Yulianti Wahyuningtyas, terima kasih atas semua bantuannya, kesabarannya serta doanya,
8. Pak Kamto, Pak Pranoto, Pak Heri, dan Pak Santoro, terima kasih atas segala bantuannya,
9. Rekan-rekan seangkatan,"Civil Engineering 03", semoga kita menjadi orang-orang yang sukses di dunia maupun di akhirat. Amien,
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mohon maaf dengan segala ketulusan hati seandainya dengan penulisan tugas akhir ini terdapat kekhilafan, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan segala sesuatu yang telah kita laksanakan akan menjadi bekal yang dapat berguna dan bermanfaat kelak dikemudian hari. Amien.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 2007

Penyusun

ABSTRAKSI

Penggunaan *filler* sebagai campuran perkerasan jalan mempengaruhi biaya konstruksi perkerasan. Salah satu cara untuk mengurangi biaya konstruksi perkerasan dengan menggunakan limbah-limbah yang ada disekitar kita sebagai material perkerasan. Sehingga peneliti mencoba meneliti apakah *fly ash* dan abu sekam padi dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran LASTON dilihat dari nilai pembandingnya (*stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan Marshall Quotient*). Dan nilai-nilai pembanding tersebut dibandingkan dengan nilai pembanding dari campuran LASTON dengan *filler* abu batu.

Metode pengujian dengan menggunakan kadar *filler* 8% dan variasi kadar aspal interval 2% yaitu 4% sampai dengan 8%. Metode pengujian yang digunakan yaitu *Marshall Test* dan *Immersion Test*. Dengan mengacu spesifikasi campuran beton aspal dari Bina Marga.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa hasil *index of retained strength fly ash* pada perendaman dengan waktu 30 menit lebih baik dari pada waktu perendaman 24 jam dan hasil *index of retained strength* abu sekam padi pada perendaman dengan waktu 30 menit lebih rendah dibandingkan dengan waktu perendaman 24 jam. *Fly ash* dan abu sekam padi dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran LASTON dengan kadar aspal tertentu. Dari hasil penelitian *fly ash* dan abu sekam padi dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran LASTON.

Kata-kata kunci : *filler, fly ash, abu sekam padi, abu batu, Marshall test, Immersion Test, index of retained strength.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAKSI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	2
1.4. MANFAAT PENELITIAN	2
1.5. BATASAN MASALAH	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. LAPIS ASPAL BETON (LASTON)	4
2.2. BAHAN SUSUN	4
2.2.1. Aspal	5
2.2.2. Agregat	5
2.2.3. <i>Filler</i>	6
2.3. HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA	7
2.3.1. Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson	7
2.3.2. Ilan Ishai dan Joseph Craus	8
2.4. KEASLIAN PENELITIAN	9

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. LAPIS ASPAL BETON (LASTON)	10
3.1.1. Fungsi Lapis Aspal Beton (LASTON)	10
3.1.2. Sifat Lapis Aspal Beton (LASTON)	10
3.1.3. Bahan Susun Lapis Aspal Beton (LASTON)	11
3.2. ASPAL	11
3.3. KLASIFIKASI AGREGAT	12
3.3.1. Agregat Kasar	12
3.3.2. Agregat Halus	13
3.3.3. <i>Filler</i>	13
3.4. GRADASI AGREGAT	14
3.5. <i>FLY ASH</i> (ABU TERBANG BATU BARA)	16
3.6. ABU SEKAM PADI (<i>RICE HUSK ASH</i>)	16
3.7. PERENCANAAN CAMPURAN	16
3.8. PEMERIKSAAN AGREGAT	17
3.8.1. Pemeriksaan Keausan Agregat	17
3.8.2. Peresapan Air Oleh Agregat	17
3.8.3. Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	18
3.8.4. Pemeriksaan Kelekatan terhadap Aspal	18
3.8.5. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	18
3.9. PEMERIKSAAN ASPAL	19
3.9.1. Pemeriksaan Penetrasi	19
3.9.2. Pemeriksaan Titik Nyala	19
3.9.3. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	19
3.9.4. Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL ₄	20
3.9.5. Pemeriksaan Titik Lembek	20
3.9.6. Pemeriksaan Daktilitas Aspal	20
3.10. PEMERIKSAAN <i>FILLER</i>	21
3.11. PENGUJIAN <i>MARSHALL</i>	21
3.11.1. Stabilitas	21
3.11.2. Kelelehan (<i>flow</i>)	22

3.11.3.	VITM (<i>Void In The Mix</i>)	.....	22
3.11.4.	VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	.....	22
3.11.5.	<i>Marshall Quotient</i>	.....	23
3.12.	UJI PERENDAMAN MARSHALL (<i>Immersion Test</i>)	.....	24

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1.	UMUM	.....	25
4.2.	CARA MEMPEROLEH DATA	.....	25
4.2.1.	Agregat	.....	25
4.2.2.	Aspal	.....	26
4.2.3.	<i>Filler</i>	.....	26
4.3.	PEMERIKSAAN BAHAN	.....	26
4.3.1.	Pemeriksaan Keausan Agregat	.....	26
4.3.2.	Peemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	.....	27
4.3.3.	Peresapan Air Oleh Agregat	.....	27
4.3.4.	Pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal	.....	27
4.3.5.	Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	.....	28
4.4.	PEMERIKSAAN ASPAL	.....	28
4.4.1.	Pemeriksaan Titik Lembek	.....	28
4.4.2.	Pemeriksaan Penetrasi	.....	28
4.4.3.	Pemeriksaan Titik Nyala	.....	29
4.4.4.	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	.....	29
4.4.5.	Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL ₄	.....	29
4.4.6.	Pemeriksaan Daktilitas Aspal	.....	30
4.5.	PEMERIKSAAN <i>FILLER</i>	.....	30
4.6.	RENCANA JUMLAH CAMPURAN	.....	30
4.7.	PENGUJIAN CAMPURAN	.....	31
4.7.1.	Pengujian <i>Marshall</i>	.....	31
4.7.2.	<i>Immertion Test</i>	.....	32
4.8.	ANALISIS DATA	.....	32
4.8.1.	Stabilitas	.....	34

4.8.2.	Kelelehan (<i>flow</i>)	.....	34
4.8.3.	Kepadatan (<i>density</i>)	.....	34
4.8.4.	VITM (<i>Void In The Mix</i>)	.....	35
4.8.5.	VFWA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	.....	35
4.8.6.	<i>Marshall Quotient</i> (MQ)	.....	35
4.8.7.	Kadar Aspal Optimum	.....	35

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1.	TINJAUAN UMUM	.....	39
5.2.	HASIL PEMERIKSAAN/PENGUJIAN BAHAN	.....	39
5.3.	HASIL PENGUJIAN <i>MARSHALL</i>	.....	41
5.4.	PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN <i>MARSHALL</i>	.....	42
5.4.1.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap Stabilitas	.....	42
5.4.2.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap <i>Flow</i>	.....	45
5.4.3.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap <i>Density</i>	.....	47
5.4.4.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap VITM	.....	49
5.4.5.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap VFWA	.....	51
5.4.6.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap VMA	.....	53
5.4.7.	Pengaruh <i>Filler</i> Dan Kadar Aspal Terhadap <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	.....	55
5.5.	PERHITUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM (KAO)	.....	57
5.5.1.	Kadar Aspal Optimum Abu Batu	.....	57
5.5.2.	Kadar Aspal Optimum <i>Fly Ash</i>	.....	58
5.5.3.	Kadar Aspal Optimum Abu Sekam Padi	.....	59
5.6.	PEMBAHASAN <i>IMMERTION TEST</i>	.....	60

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1.	KESIMPULAN	.....	64
6.2.	SARAN-SARAN	.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan Aspal Keras
Tabel 3.2	Spesifikasi Saringan
Tabel 3.3	Persyaratan Campuran LASTON
Tabel 4.1	Jumlah Campuran Untuk KAO
Tabel 4.2	Jumlah Campuran <i>Immersion Test</i>
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus
Tabel 5.3	Hasil Penelitian AC 60-70
Tabel 5.4	Nilai Stabilitas Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.5	Nilai <i>Flow</i> Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.6	Nilai <i>Density</i> Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.7	Nilai VITM Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.8	Nilai VFWA Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.9	Nilai VMA Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.10	Nilai <i>Marshall Quotient</i> Pengujian <i>Marshall</i>
Tabel 5.11	Kadar Aspal Optimum Dengan Kadar <i>Filler</i> Abu Batu 8%
Tabel 5.12	Kinerja Campuran LASTON <i>filler</i> Abu Batu Pada Kadar Aspal Optimum
Tabel 5.13	Kadar Aspal Optimum Dengan Kadar <i>Filler Fly Ash</i> 8%
Tabel 5.14	Kinerja Campuran LASTON <i>filler Fly Ash</i> Pada Kadar Aspal Optimum
Tabel 5.15	Kadar Aspal Optimum Dengan Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi 8%
Tabel 5.16	Kinerja Campuran LASTON <i>filler</i> Abu Sekam Padi Pada Kadar Aspal Optimum
Tabel 5.17	Nilai <i>Immersion Test</i>

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Grafik Spesifikasi Saringan
- Gambar 4.1 *Abrasion Test*
- Gambar 4.2 Pengujian Titik Lembek
- Gambar 4.3 Pengujian Penetrasi
- Gambar 4.4 Pengujian *Marshall*
- Gambar 4.5 *Flow Chart* prosedur penelitian
- Gambar 4.6 Lanjutan *Flow Chart* prosedur penelitian
- Gambar 5.1 Nilai Stabilitas
- Gambar 5.2 Nilai *flow*
- Gambar 5.3 Nilai *Density*
- Gambar 5.4 Nilai VITM
- Gambar 5.5 Nilai VFWA
- Gambar 5.6 Nilai VMA
- Gambar 5.7 Nilai *Quotient Marshall*
- Gambar 5.8 Nilai *Immersion Test*
- Gambar 5.9 Nilai *Index Of Retained Strength*



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 3 *Sand Equivalent* Data AASHTO T176-73
- Lampiran 4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran 5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 6 Pemeriksaan Titik Lembek Asphalt
- Lampiran 7 Pemeriksaan titik Nyala Dan Titik Bakar Asphlat
- Lampiran 8 Pemeriksaan Penetrasi Asphlat
- Lampiran 9 Pemeriksaan Daktilitas (*Ductility*)/*Residue*
- Lampiran 10 Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL₄
- Lampiran 11 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) AASHTO T96-77
- Lampiran 12 Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Batu
- Lampiran 13 Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Sekam Padi
- Lampiran 14 Pemeriksaan Berat Jenis *Filler Fly Ash*
- Lampiran 15 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 4%
- Lampiran 16 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 5%
- Lampiran 17 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 6%
- Lampiran 18 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 7%
- Lampiran 19 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 8%
- Lampiran 20 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal Optimum *Filler* Abu Batu
- Lampiran 21 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal Optimum *Filler Fly Ash*
- Lampiran 22 Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal Optimum *Filler* Abu Sekam Padi
- Lampiran 23 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test* *Filler* Abu Batu
- Lampiran 24 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test* *Filler Fly Ash*
- Lampiran 25 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test* *Filler* Abu Sekam Padi

- Lampiran 26 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler* Abu Batu 30 Menit
Lampiran 27 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler* Abu Batu 24 Jam
Lampiran 28 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler Fly Ash* 30 Menit
Lampiran 29 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler Fly Ash* 24 Jam
Lampiran 30 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler* Abu Sekam Padi 30 Menit
Lampiran 31 Hasil Pemeriksaan Marshall Test KAO *Filler* Abu Sekam Padi 24 Jam



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Filler berfungsi sebagai bahan pengisi rongga antar agregat. Penggunaan *filler* pada campuran perkerasan sangat berpengaruh pada pembentukan tekstur jalan dan kekuatan jalan. Kekuatan *filler* yang digunakan pada campuran perkerasan harus memenuhi persyaratan dari Direktorat Jenderal Bina Marga. Bahan-bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah abu batu, kapur, dan *portland cement*.

Penggunaan *filler* pada perkerasan dibutuhkan dengan jumlah yang banyak, sehingga penggunaan *filler* mempengaruhi biaya konstruksi perkerasan. Salah satu cara untuk mengurangi biaya konstruksi perkerasan dengan menggunakan limbah-limbah yang ada disekitar kita sebagai material konstruksi perkerasan.

Pada penelitian ini peneliti mencoba menggunakan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai *filler* dan hasil penelitian tersebut akan dibandingkan dengan abu batu sebagai *filler* yang paling sering dipakai pada perkerasan jalan. Dengan berbedanya material *filler* yang digunakan maka akan menghasilkan sifat pada campuran perkerasan yang berbeda pula. Sehingga dapat diketahui *filler* mana yang paling baik apakah *fly ash*, abu sekam padi, atau abu batu, serta untuk dapat lebih mengefektifkan dan meningkatkan nilai guna *fly ash* dan abu sekam padi itu sendiri.

Pada penelitian ini menggunakan *Marshall Test* dan *Immertion Test* untuk mengetahui karakteristik dan kekuatan dari campuran dengan menggunakan *filler fly ash*, *filler* abu sekam padi, dan *filler* abu batu. Digunakannya *Marshall test* dan *Immertion Test* pada penelitian ini karena umum digunakan pada pengujian campuran perkerasan.

1.2. RUMUSAN MASALAH

1. Apakah *fly ash* dan abu sekam padi (*rice husk ash*) dapat menjadi *filler* alternatif?
2. Apakah *fly ash* dan abu sekam padi (*rice husk ash*) sebagai *filler* dapat lebih baik daripada abu batu dipandang dari nilai pembandingnya (*stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan Marshall Quotient*)?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Membandingkan nilai-nilai *Marshall* (*stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan Marshall Quotient*) antara *filler fly ash, filler* abu sekam padi, dan *filler* abu batu.
2. Mencari *filler* alternatif yang dapat digunakan pada campuran beton aspal.

1.4. MANFAAAT PENELITIAN

Dari penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat antara lain :

1. Mengetahui apakah *fly ash* dan abu sekam padi dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran perkerasan beton aspal secara optimal seperti *filler* abu batu.
2. Menambah variasi jenis *filler* yang dapat digunakan pada pembuatan campuran beton aspal yang optimal.
3. Dapat lebih mengefektifkan limbah *fly ash* dan abu sekam padi serta dapat meningkatkan nilai guna dari limbah *fly ash* dan abu sekam padi itu sendiri.

1.5. BATASAN MASALAH

Batasan-batasan masalah yang digunakan pada penelitian adalah :

1. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari Clereng, Kulon Progo.

2. Aspal keras AC 60-70 produksi Pertamina.
3. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%
4. *Filler* yang digunakan adalah *fly ash*, abu sekam padi, dan abu batu lolos saringan No.200 dengan variasi kadar *filler* 8%.
5. Penelitian ini hanya didasarkan pada tes *Marshall* dan *immersion test*.
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

2.1. LAPIS ASPAL BETON (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. (Silvia Sukirman, 1999, hal11)

Lapisan permukaan berupa campuran aspal keras dengan bergradasi menerus. Fungsinya adalah sebagai pendukung beban lalu lintas, sebagai pelindung konstruksi dibawahnya, sebagai lapisan aus dan menyediakan permukaan yang rata dan tidak licin. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah data perencanaan berupa jenis agregat, gradasi agregat, mutu agregat, jenis aspal keras, rencana tebal perkerasan dan jenis bahan pengisi. Sedangkan penentuan persentase aspal adalah persentase aspal ditambahkan pada agregat kering dan pemeriksaan melalui metode *Marshall Test*. (Hendra Suryadharma dan Benindiktus Susanto, 1999, hal 70)

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka seringkali disebut sebagai "*Hot Mix*". (Silvia Sukirman, 1999, hal 177)

2.2. BAHAN SUSUN

Bahan susun lapis aspal beton terdiri dari :

2.2.1. Aspal

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain. (Silvia Sukirman, 1999, hal 60)

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat. (Silvia Sukirman, 2003, hal 29-30)

Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100. (Silvia Sukirman, 1999, hal 63)

Aspal yang dipergunakan untuk lapisan aspal beton diharuskan 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-2.4.26-1987, hal 7)

2.2.2. Agregat

Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Silvia Sukirman, 1999, hal 41)

Agregat pada material campuran beraspal dibedakan berdasarkan ukurannya sebagai berikut :

1. Agregat kasar, berupa batu pecah (dengan mesin), batu belah (*slag*) atau kerikil yang tertahan saringan No.8 atau 2,38 mm. Bahan ini memberikan daya pengunci utama (*interlocking*) dari suatu struktur.
2. Agregat halus, berupa batuan pecah (dengan mesin), *slag* atau pasir yang lolos pada saringan No.8 atau 2,38 mm. Bahan ini dapat mengisi penuh (sebagian) rongga antar agregat kasar dan memberikan tekstur permukaan.
3. *Filler*, berupa batuan pecah, *slag*, atau semen portland yang lolos saringan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos saringan No.200 minimum 65%. Bahan ini cukup membantu dalam mengisi rongga-rongga yang kecil, meningkatkan viskositas *binder* dan dapat mengurangi lepasnya *binder* dari agregat. (Arthur Wignall, 1999, hal 173)

2.2.3. *Filler*

Dalam pencampuran perlu diperhatikan agar *filler* tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%). (Bina Marga, 1983)

Mineral *filler* adalah agregat halus yang lolos saringan no. 200, berupa abu (*dust*). Abu kapur atau abu semen diyakini dapat memperbaiki adhesi antara aspal dan agregat. (Ir. Hamirhan Saodang, MSCE, 2005, hal 157)

1. *Fly Ash* (Abu Terbang Batubara)

Fly ash atau abu terbang adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous serta bersifat *pozolanik*. (Andriati Amir Husin, M.Si., ----, hal 2)

Pozollan adalah sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi

dengan kalsium hidrosikda pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat semen. (Ir. Tri Mulyono, MT, 2004, hal 25)

2. Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)

Sekam padi adalah limbah dari hasil penggilingan padi. Karena bentuk butirnya tidak begitu halus ($\pm 3-4$ mm), dan bobotnya ringan, penyimpanan limbah ini memerlukan tempat yang luas. Sekam biasanya merupakan bahan buangan, dan pembuangannya. Sering menjadi masalah. Cara yang biasa dipergunakan untuk membuang sekam adalah dengan membakarnya ditempat terbuka. Melalui pembakaran secara terkontrol sekam diubah menjadi abu yang dapat merupakan sumber silika dalam bentuk *amorphous* untuk keperluan berbagai industri. Panas yang dihasilkan dalam pembakaran (lebih kurang 3000 kcal/kg) dapat ditampung dan disalurkan untuk berbagai keperluan. (Andriati Amir Husin, M.Si.,----, hal 6)

2.3. HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA

2.3.1. Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson

Menurut penelitian "The Effect Of Various Fillers On The Mechanical Behavior Of Asphalt And Asphaltic Concrete", campuran lapis aspal terdiri dari satu kesatuan agregat dengan aspal sebagai bahan pengikat. Bagian lain dari *filler* dengan partikel yang lebih kecil daripada tebal aspal film ditutup di dalam aspal dan merupakan bahan pengikat dalam campuran beton aspal. *Filler* kemungkinan menjadi aspal, sehingga bertambahnya kadar aspal efektif dalam campuran. Berikut ini beberapa kesimpulan dari penelitian tersebut :

1. Mineral *filler* yang berbeda menghasilkan pengerasan yang berbeda ketika ditambahkan ke aspal semen. Efek ini tidak bisa dibenarkan semata-mata atas dasar gradasi *filler* tetapi juga karena interaksi fisik-kimia.
2. *Marshall* stabilitas dan kekosongan udara tidak dipengaruhi oleh jenis *filler* yang ditambahkan pada campuran tersebut.

3. Nilai-nilai modulus (jangka pendek) tidak mencerminkan pengerasan oleh mineral *filler*. (Ervin L. Dukatz and David A. Anderson, 1980, hal 547)

2.3.2. Ilan Ishai dan Joseph Craus

Menurut penelitian yang berjudul “Effect Of The Filler On Aggregate-Bitumen Adhesion Properties In Bituminous Mixtures”, bahwa ketahanan dari campuran aspal sebagian besar diakibatkan oleh adanya gaya tarik-menarik atau *adhesi* antara aspal dan agregat dalam air. Hilangnya *adhesi* di dalam campuran mempengaruhi ketidakstabilan dan mengakibatkan kegagalan didalam lapisan aspal yang mengandung air, sehingga harus dipilih agregat yang *adhesinya* tahan lama pada campuran aspal tersebut. Berikut beberapa kesimpulan pada penelitian tersebut :

1. Suatu mekanisme bahan kimia mempunyai pengaruh yang bermanfaat pada dua *filler* yaitu pada batu gamping dan kapur, yang berfungsi untuk mengikat antara agregat dan aspal di dalam air. Mekanisme ini menggambarkan dan menjelaskan kejadian antara *filler-aspal mastic* dan agregat permukaan, kondisi-kondisi penetrasi di dalam air.
2. Untuk kondisi-kondisi yang menyerap air secara ekstrim, pasir yang dipilih untuk riset hampir tidak menunjukkan potensi *adhesi* dengan aspal. Untuk test fisik gelas/kaca memiliki *adhesi* yang rendah.
3. Agregat *hydrophilic* dapat diperbaharui dengan *filler* kapur untuk mendapatkan kualitas yang tinggi dan campuran aspal dapat tahan lama pada kondisi-kondisi lingkungan.
4. dari kesimpulan diatas penelitian ini hanya dilakukan pada pantai pasir, kapur, dan batu gamping. Oleh karena itu, diharapkan pada penelitian lebih lanjut dapat menggunakan *filler* yang lain. (Ilan Ishai and Joseph Craus, 19771 hal 229)

Adapun hubungan penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Untuk membandingkan Kadar Aspal Optimum dan nilai perbandingan (stabilitas, *flow*, VITM, VFWA, dan *Marshall Quotient*) pada *fly ash*, abu sekam padi, dan abu batu.
2. Untuk mengetahui apakah dengan menggunakan *filler* yang berbeda akan mendapatkan efek yang berbeda pada Lapis Aspal Beton.
3. Untuk mencari *filler* alternatif selain *filler* abu batu.

2.4. KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui dan membandingkan nilai-nilai *Marshall* (stabilitas, *flow*, VITM, VFWA, dan *Marshall Quotient*) pada campuran LASTON baik dengan *filler fly ash*, *filler* abu sekam padi, dan *filler* abu batu. Penelitian ini juga dimaksudkan untuk menambah referensi baru mengenai penelitian yang membahas penggunaan *filler* alternatif pada campuran LASTON.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. LAPIS ASPAL BETON (LASTON)

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan lentur, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka seringkali disebut sebagai "*Hot Mix*". (Silvia Sukirman, 1999, hal 177)

Pembuatan lapis aspal beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya. (SKBI-2.4.26.1987, hal 1)

3.1.1. Fungsi Lapis Aspal Beton (LASTON)

Fungsi-fungsi Lapis Aspal Beton (LASTON) antara lain :

1. sebagai pendukung beban lalu lintas,
2. sebagai pelindung konstruksi dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca,
3. sebagai lapisan aus,
4. menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

3.1.2. Sifat Lapis Aspal Beton(LASTON)

Lapis Aspal Beton mempunyai sifat-sifat seperti dibawah ini :

1. tahan terhadap keausan akibat lalu lintas,
2. kedap air,

3. mempunyai nilai struktural,
4. mempunyai stabilitas yang tinggi,
5. peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

3.1.3. Bahan Susun Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton terdiri dari bahan-bahan susun antara lain :

1. bahan ikat : aspal,
2. agregat : agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

3.2. ASPAL

Mengingat fungsi dari aspal itu sendiri sebagai bahan pengikat aspal dan agregat atau antara aspal itu sendiri, juga sebagai pengisi rongga pada agregat. Daya tahannya (*durability*) berupa kemampuan aspal mempertahankan sifat aspal akibat pengaruh cuaca dan tergantung pada sifat campuran aspal dan agregat. Sedangkan sifat adhesi dan kohesi yaitu kemampuan aspal mempertahankan ikatan yang baik. Sifat kepekaan terhadap temperaturnya aspal adalah material *termoplastik* yang bersifat kental atau lebih keras apabila temperatur berkurang dan bersifat lunak/cair apabila temperatur bertambah. (Hendra Suryadharma dan Benindiktus Susanto, 1999, hal 46)

Aspal untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai dengan 175°C tidak berbusa, dan memenuhi persyaratan sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen. 60		Pen. 80		
		Min	Mak	Min	Mak	
1. Penetrasi (25°C 5 detik)	PA.0301-76	60	79	80	99	0.1 mm
2. Titik Lembek (ring ball)	PA.0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala (clev.open cup)	PA.0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat (163°C, 5jam)	PA.0304-76	-	0.4	-	0.6	% Berat
5. Kelarutan (CCl ₄ atau CS ₂)	PA.0305-76	99	-	99	-	% Berat
6. Daktilitas (25°C, 5 cm/mnt)	PA.0306-76	100	-	100	-	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301-76	75	-	75	-	% Semula
8. Berat jenis (25°C)	PA.0307-76	1	-	1	-	gr/cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON Bina Marga No. 13/PT/B/1983

3.3. KLASIFIKASI AGREGAT

Klasifikasi agregat yang digunakan pada Lapis Aspal Beton berdasarkan dimensi butiran, yaitu sebagai berikut ini :

3.3.1. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat yang lolos saringan no.4 dan tertahan saringan no.8. agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet, dan bebas dari bahan lain yang mengganggu serta memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. keausan pada 500 putaran (PB-0206-76 Manual Pemeriksaan Bahan Jalan) : maksimum 40%,
2. kelekatan dengan aspal (PB-0205-76 MPBJ) : minimum 95%,
3. jumlah berat butiran tertahan saringan no.4 yang mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (visual) : minimum 50% khusus untuk kerikil pecah,
4. indeks kepipihan/kelonjongan butiran tertahan 9,5 mm atau 3/8" (British Standards-812) : maksimum 25%,
5. penyerapan air (PB-0202-76 MPBJ) : maksimum 3%,
6. berat jenis curah (bulk) (PB-0202-76-MPBJ) : minimum 2,5 (khusus untuk terak),
7. bagian yang lunak (AASHTO T-189) : maksimum 5%.

Selain persyaratan-persyaratan yang diatas agregat yang digunakan harus dari sumber dan jenis yang sama. ((SKBI-2.4.26.1987, hal 3-4)

3.3.2. Agregat Halus

Agregat halus ialah agregat yang lolos saringan no.8. agregat halus harus bersih, kering, kuat, bebas dari gumpalan-gumpalan lempung dan bahan-bahan lain yang mengganggu serta terdiri dari butir-butir yang bersudut tajam dan mempunyai permukaan yang kasar. (SKBI-2.4.26.1987, hal 2,4)

3.3.3. Filler

Mineral *filler* adalah agregat halus yang lolos saringan no. 200, berupa abu (*dust*). Abu kapur atau abu semen diyakini dapat memperbaiki adhesi antara aspal dan agregat. (Ir. Hamirhan Saodang, MSCE, 2005, hal 157)

3.4. GRADASI AGREGAT

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

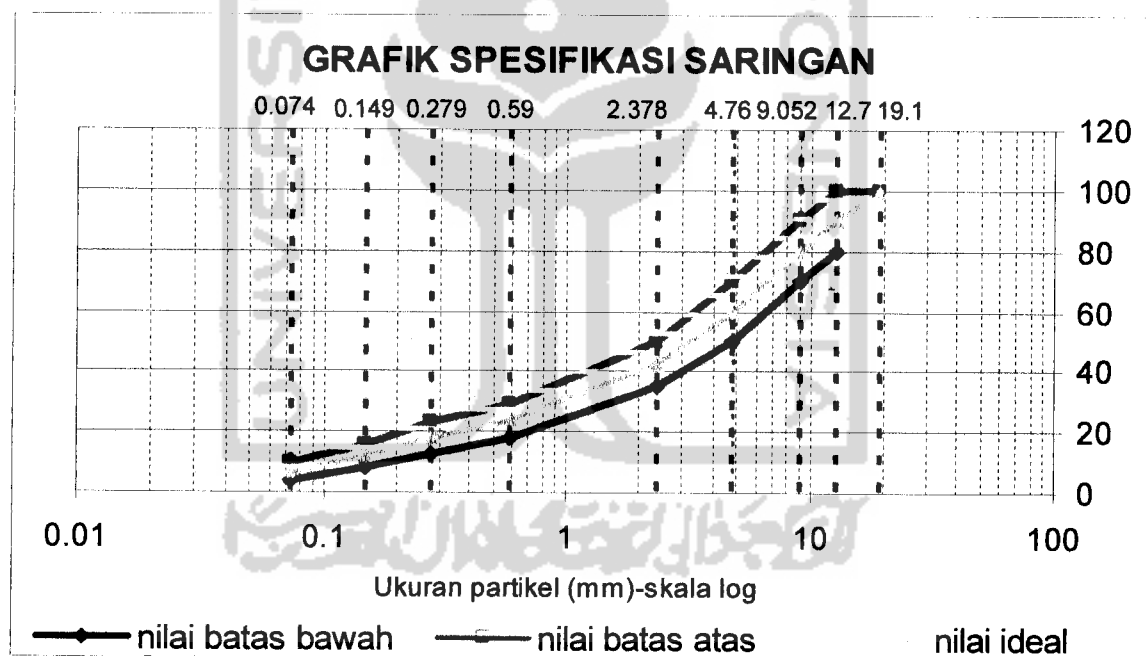
1. Gradasi seragam (*uniform graded*), adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi rapat (*dense graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.
3. Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (*gap graded*), merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali. Sering disebut juga gradasi senjang. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas. (Silvia Sukirman, 1999, hal 45-45)

Gradasi saringan yang digunakan pada peneleitian ini adalah gradasi saringan rapat (*dense graded*). Sedangkan spesifikasi saringan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan tabel gradasi agregat campuran No. IV Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan pada Gambar 3.1 berikut ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi Saringan

No. Saringan		Persentase Lolos Saringan (%)	
		Spesifikasi	Gradasi Ideal
3/4 "	(19.1 mm)	100	100
1/2 "	(12.7 mm)	80 - 100	90
3/8 "	(9.052 mm)	70 - 90	80
No. 4	(4.76 mm)	50 - 70	60
No. 8	(2.378 mm)	35 - 50	42.5
No. 30	(0.59 mm)	18 - 29	23.5
No. 50	(0.279 mm)	13 - 23	18
No. 100	(0.149 mm)	8 - 16	12
No. 200	(0.074 mm)	4 - 10	7
PAN			

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) 1987



Gambar 3.1 Grafik spesifikasi saringan

3.5. FLY ASH (ABU TERBANG BATUBARA)

Fly ash atau abu terbang adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar. *Fly ash* terdiri dari kandungan silika, alumina, dan zat kapur yang cukup banyak. Secara kimiawi, *fly ash* merupakan pozolan ketika bercampur dengan zat kapur sehingga akan terbentuk campuran yang bersifat *cementing* (mengeras). Beton yang mengandung *fly ash* akan menjadi lebih kuat, tahan lama, dan tahan terhadap serangan bahan kimia. (www.flyash.com)

3.6. ABU SEKAM PADI (RICE HUSK ASH)

Sekam padi adalah limbah padi sari hasil penggilingan padi. Karena bentuk butirnya tidak begitu halus ($\pm 3 - 4$ mm), dan bobotnya ringan, penyimpanan ini membutuhkan tempat yang luas. Sekam biasanya merupakan bahan buangan dan pembuangannya sering menjadi masalah. Cara yang biasa digunakan untuk membuang sekam adalah dengan membakarnya ditempat terbuka.

Melalui pembakaran secara terkontrol sekam diubah menjadi abu yang dapat merupakan sumber silika dalam bentuk *amorphous* untuk keperluan berbagai industri. Panas yang dihasilkan dalam pembakaran (± 3000 Kcal/kg) dapat ditampung dan disalurkan untuk berbagai keperluan, misalnya sebagai bahan bangunan antara lain dinding.

3.7. PERENCANAAN CAMPURAN

Campuran antara agregat dan aspal harus direncanakan seoptimal mungkin sehingga lapisan yang dihasilkan memiliki kualitas yang optimal juga. Sehingga lapisan perkerasan memenuhi persyaratan pada Tabel 3.3 sebagai berikut ini.

Tabel 3.3 Persyaratan Campuran LASTON

Sifat Campuran	L.L. Berat (2 x 75 tumb)	
	Min	Mak
Stabilitas (kg)	750	-
Kelelahan (mm)	2,0	4,0
Rongga terisi aspal (%)	75	82
Rongga dalam camp (%)	3	5
Indek Perendaman (%)	75	-

Sumber : LASTON No.13/pt/b1983

3.8. PEMERIKSAAN AGREGAT

Pemeriksaan agregat bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat agregat yang dipakai. Pemeriksaan agregat terdiri dari :

3.8.1. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No.12 terhadap berat semula. Nilai keausan pada agregat dapat dicari dengan persamaan 3.1.

$$\text{Keausan} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

A = jumlah benda uji

B = jumlah tertahan di saringan no.200

3.8.2. Peresapan Air Oleh Agregat

Daya lekat agregat terhadap aspal dipengaruhi oleh sifat agregat terhadap air. Air yang diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses

pengeringan sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat. Nilai peresapan air oleh agregat dapat dicari dengan persamaan 3.2.

$$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

BK = berat sampai kering oven

3.8.3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Berdasarkan manual PB 0202-76 persyaratan minimal 2,5 berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran berdasarkan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori. Nilai berat jenis agregat dapat dicari dengan persamaan 3.3.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{BK}{(B + 500 - BT)} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

BK = berat sampai kering oven

B = berat picnometer + air

BT = berat picnometer + air + benda uji

3.8.4. Pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menetapkan persentase kelekatan aspal pada batuan tertentu dalam air. Kelekatan agregat adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Sebagai acuan kelekatan aspal terhadap agregat yang terselimuti aspal lebih besar dari 95%, maka kelekatan aspal terhadap agregat akan memenuhi standar Bina Marga.

3.8.5. Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur atau bahan yang menyerupai lempung pada tanah atau agregat halus. Nilai yang

disyaratkan minimal sebesar 50%. Nilai *sand equivalent* dapat dicari dengan persamaan 3.4.

$$SE = \frac{\textit{sandreading}}{\textit{clayreading}} \times 100 \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

SE = *Sand Equivalent*

3.9. PEMERIKSAAN ASPAL

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium dan aspal yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut ini.

3.9.1. Pemeriksaan Penetrasi

Pemeriksaan penetrasi aspal dimaksudkan untuk menentukan *bitument* keras atau lembek dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban, dan waktu tertentu ke dalam *bitument* pada suhu tertentu. Makin besar angka penetrasi, aspal semakin lunak.

3.9.2. Pemeriksaan Titik Nyala

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dari semua hasil jenis hasil minyak bumi, kecuali minyak bakar dan bahan lainnya. Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal.

3.9.3. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis aspal berguna untuk mencari berat jenis campuran aspal dan agregat, dan dalam test *Marshall* berguna

untuk menentukan VITM, VFWA, dan mempengaruhi stabilitas. Nilai berat jenis aspal dapat dicari dengan persamaan 3.5.

$$BJ = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

A = berat picnometer kosong

C = berat picnometer berisi aspal

B = berat picnometer berisi air

D = picnometer berisi aspal + air

3.9.4. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL₄

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah *bitument* yang terlarut dalam *karbon tetraklorida / karbon bisulfida*. Jika semua *bitument* yang diuji larut dalam CCL₄ atau larut dalam CS₂ maka *bitument* tersebut adalah murni. Nilai *bitument* yang larut dapat dicari dengan persamaan 3.6.

$$\text{Bitument yang larut} = 100\% - \left(\frac{A}{B} \times 100\% \right) \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

A = (berat kertas saring + endapan) – berat kertas saring bersih

B = (berat botol erlemeyer + aspal) – berat botol erlemeyer kosong

3.9.5. Pemeriksaan Titik Lembek

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal dan ter. Titik lembek adalah suhu pada saat bola-bola baja dengan berat tertentu mendesak turun kesuatu lapisan aspal atau ter yang tertekan dalam cincin ukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

3.9.6. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi *bitument* keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik

tertentu. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

3.10. PEMERIKSAAN *FILLER*

Filler fly ash, filler abu sekam padi, dan *filler* abu batu yang digunakan harus lolos saringan No.200 sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis beton (LASTON) No. 13/PT/B/1987.

3.11. PENGUJIAN *MARSHALL*

Tujuan dari pengujian *Marshall* adalah untuk mencari kadar aspal optimum dari campuran aspal beton yang ditinjau dari spesifikasi karakteristik campuran aspal yang meliputi stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga dalam campuran (VITM), rongga yang terisi aspal (VFWA), dan *Marshall Quotient*.

3.11.1. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran aspal beton sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan persamaan 3.7.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

- S = angka stabilitas sesungguhnya
- p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
- q = angka koreksi benda uji

3.11.2. Kelelahan (*flow*)

Kelelahan (*flow*) menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah. Diatas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tapi bila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan.

3.11.3. VITM (*Void in The Mix*)

VITM adalah banyaknya pori yang berada dalam beton aspal padat atau banyaknya pori di antara butir-butir agregat yang diselimuti oleh aspal, merupakan indikator dari durabilitas. VITM dipengaruhi oleh bentuk agregat dan kemampuan penyerapan agregat. Lengkung VITM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan. Nilai VITM dapat dicari dengan persamaan 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 sebagai berikut ini.

$$VITM = (100 - i - j) \dots\dots\dots(3.8)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots\dots\dots(3.9)$$

$$i = \frac{b \times g}{BJ_{agregat}} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ_{agregat}} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

- a = persentase aspal terhadap batuan
- b = persentase aspal terhadap campuran
- g = *density*
- i dan j = rumus substitusi

3.11.4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA merupakan persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana

rongga telah penuh, artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persentase kadar aspal yang mengisi rongga adalah kadar aspal optimum. Nilai VFWA dapat dicari dengan persamaan 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 sebagai berikut ini.

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{j} \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_{\text{Jagregat}}} \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_{\text{Jagregat}}} \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

$$l = 100 - j \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

Keterangan :

- a = persentase aspal terhadap batuan
- b = persentase aspal terhadap campuran
- l = persen rongga terisi aspal
- i dan j = rumus substitusi

3.11.5. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan *flow*. Nilai MQ pada perencanaan perkerasan dengan metode *Marshall* digunakan sebagai pendekatan nilai *fleksibilitas* perkerasan. *Fleksibilitas* akan naik karena penambahan kadar aspal dan akan turun setelah batas optimum, yang disebabkan karena berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*. Nilai dari *Marshall Quotient* dapat diperoleh dengan persamaan 3.17.

$$\text{QM} = \frac{S}{R} \quad \dots\dots\dots (3.17)$$

Keterangan :

- MQ = nilai *Marshall Quotient*
 S = nilai stabilitas
 R = nilai flow

Dari hasil-hasil pemeriksaan tersebut akan diperoleh kadar aspal yang akan dicari untuk menentukan campuran beton aspal. Kadar aspal yang tepat harus ditentukan berdasarkan pengujian *Marshall* sehingga didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan-persyaratan pada Tabel 3.3.

3.12. UJI PERENDAMAN MARSHALL (*IMMERSION TEST*)

Setelah diperoleh kadar aspal optimum maka dibuat sampel campuran kadar aspal optimum, kemudian sampel tersebut direndam dalam air selama 24 jam pada suhu 60°. 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).

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).

$$\text{Index Of Retained Strength} : \frac{S2}{S1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.18)$$

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

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. UMUM

Penelitian yang dilakukan adalah studi laboratorium. Penelitian ini menggunakan limbah-limbah seperti *fly ash* dan abu sekam padi, di mana limbah-limbah tersebut digunakan sebagai *filler* pada campuran Lapis Aspal Beton. Lalu dibandingkan dengan campuran Lapis Aspal Beton dengan menggunakan abu batu sebagai *filler*. *Marshall Test* bertujuan untuk mencari nilai-nilai *Marshall* dari nilai-nilai *Marshall* tersebut didapat Kadar Aspal Optimum untuk masing-masing campuran. Sedangkan pada *Immertion Test* untuk mendapatkan indek ketahanan pada air, suhu, dan cuaca pada masing-masing campuran.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu pengujian *Marshall*. Rencana jumlah benda uji pada tahap pertama adalah 45 buah. Sedangkan tahap kedua yaitu *Immertion Test*. Rencana jumlah benda uji pada tahap kedua adalah 18 buah. Seluruh tahap pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.2. CARA MEMPEROLEH DATA

Untuk memperoleh data pada penelitian ini menggunakan pengujian *Marshall* dan *Immersion Test* dengan bahan-bahan berikut ini.

4.2.1. Agregat

Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon progo. Yang dapat diperoleh di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.2.2. Aspal

Aspal yang akan digunakan adalah aspal AC 60-70 produksi Pertamina dan dapat diperoleh di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.2.3. Filler

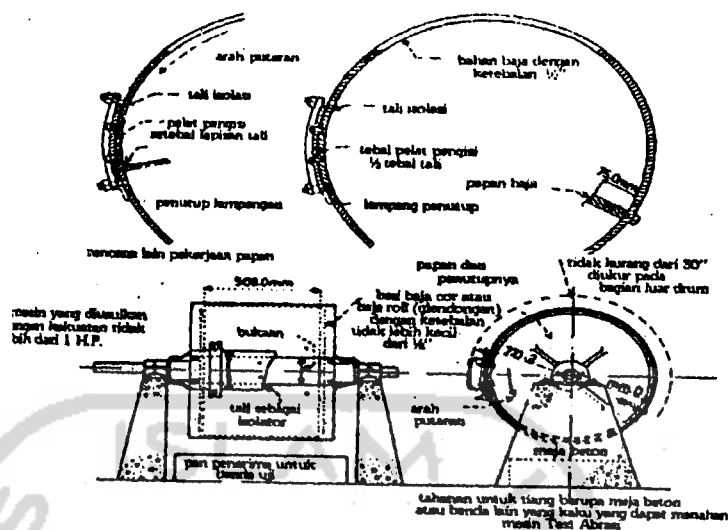
Filler fly ash berasal dari daerah Cilacap, Jawa Tengah, *filler* abu sekam padi berasal dari daerah Sigaluh, Banjarnegara, dan *filler* abu batu berasal dari daerah Celereng, Kulon Progo.

4.3. PEMERIKSAAN BAHAN

Pemeriksaan bahan terdiri dari :

4.3.1. Pemeriksaan Keausan Agregat

Alat yang digunakan berupa mesin abrasi *Los Angeles*. Mesin ini terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") panjang dalam 50 cm (20"). Didalam silinder baja tersebut, terdapat bola baja \varnothing 4,68 cm, berat 390 gram-445 gram. Benda uji yang telah diketahui bertenanya, dimasukkan kedalam mesin, kemudian diputar dengan kecepatan 30-33 rpm selama 500 atau 1000 putaran. Hasil pemutaran disaring dengan saringan no.12 dan bagian yang tertahan dicuci, dikeringkan, dan ditimbang. Pemeriksaan keausan agregat sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PB 0206-76. Sketsa mesin abrasi *Los Angeles* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Abrasion Test

4.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PB-0202-76, sedangkan pemeriksaan berat jenis agregat halus sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PB-0203-76.

4.3.3. Peresapan Air Oleh Agregat

Peresapan air oleh agregat di dapat pada saat pemeriksaan berat jenis baik pada agregat kasar maupun agregat halus.

4.3.4. Pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal

Benda uji adalah agregat yang lolos saringan 9,5 mm (3/8") dan tertahan pada saringan 6,3 mm (1/4"). Benda uji dimasukkan kedalam wadah, kemudian wadah diisi dengan aspal yang sudah dipanaskan pada suhu sesuai standar. Setelah bahan diaduk, wadah dimasukkan kedalam oven suhu 60°C selama 2 jam. Setelah dikeluarkan dari oven, dinginkan dan kemudian masukkan kedalam gelas kimia berisi air suling dan diamkan selam 18 jam. (Ir. Hamirhan Saodang, MSCE, 2005, hal 168)

Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PB-0205-76.

4.3.5. Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Spesifikasi Bina Marga untuk Sand Equivalent agregat halus adalah lebih besar dari 50% (AASHTO T-176), yang berarti benda uji memenuhi persyaratan dan layak untuk bahan perkerasan.

4.4. PEMERIKSAAN ASPAL

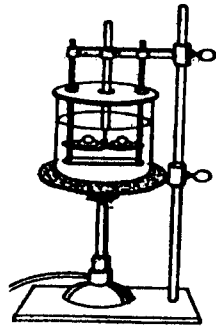
Pemeriksaan aspal terdiri dari :

4.4.1. Pemeriksaan Titik Lembek

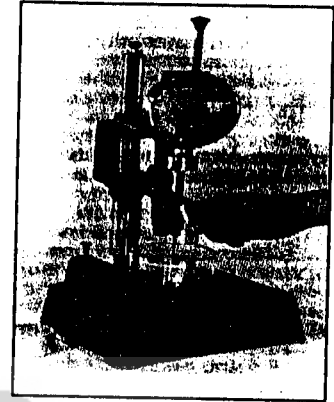
Prosedur pemeriksaan titik lembek sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PA-0302-76 atau AASHTO T53-81. Metoda pengujian titik lembek aspal dikenal sebagai metoda "bola cincin" (*ring and ball*), diilustrasikan pada Gambar 4.2.

4.4.2. Pemeriksaan Penetrasi

Prosedur pemeriksaan penetrasi sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PA-0301-76. Sketsa peralatan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Pengujian Titik Lembek



Gambar 4.2. Pengujian Penetrasi

4.4.3. Pemeriksaan Titik Nyala

Prosedur pemeriksaan titik nyala sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PA-0303-76. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C.

4.4.4. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Prosedur pemeriksaan berat jenis aspal sesuai dengan manual pemeriksaann baan jalan PA-0307-76. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras atau ter denagn piknometer.

4.4.5. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL₄

Prosedur pemeriksaankelarutan dalam CCL₄ sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan mengikuti PA-0305-76. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam *karbon tetraklorida/karbon bisulfida*.

4.4.6. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Prosedur pemeriksaan sesuai dengan manual pemeriksaan bahan jalan PA-0306-76. maksud pemeriksaan ini adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan, kecepatan tarik tertentu.

4.5. PEMERIKSAAN *FILLER*

Filler fly ash, *filler* abu sekam padi, dan *filler* abu batu yang digunakan harus lolos saringan No.200 sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis beton (LASTON) No. 13/PT/B/1987.

4.6. RENCANA JUMLAH CAMPURAN

Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari kadar aspal optimum dari campuran LASTON menggunakan variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% dengan variasi kadar *filler* 8% dari total berat benda uji. Dengan berat benda uji masing-masing ± 1200 gram. Masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 buah benda uji sehingga jumlah benda uji pada tahap pertama adalah 45 buah. Rencana jumlah campuran pada tahap pertama dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tahap kedua adalah pembuatan benda uji untuk *immertion test*. Berdasarkan kadar aspal optimum yang didapat pada tahap pertama. Pada masing-masing campuran LASTON dengan kadar aspal optimum berdasarkan *filler* yang digunakan, dibuat benda uji sebanyak 3 buah. Dari hasil pengujian tahap kedua didapat nilai indek ketahanan pada air, suhu, dan cuaca. Rencana jumlah campuran pada tahap kedua dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Jumlah campuran untuk KAO

Kadar Aspal	Kadar Filler Fly Ash	Kadar Filler Abu Sekam Padi	Kadar Filler Abu Batu
	8%	8%	8%
4%	3	3	3
5%	3	3	3
6%	3	3	3
7%	3	3	3
8%	3	3	3
Jumlah	45		

Tabel 4.2 Jumlah campuran *Immersion Test*

Filler	Lama Perendaman	
	30 menit	24 jam
Fly Ash	3	3
Abu Sekam Padi	3	3
Abu Batu	3	3
TOTAL	18	

4.7. PENGUJIAN CAMPURAN

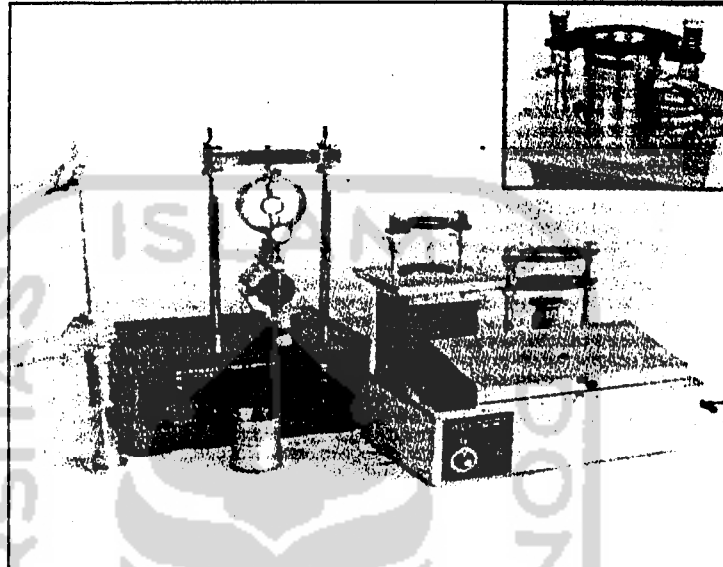
Pada penelitian ini digunakan pengujian *Marshall* dan *Immersion Test*.

4.7.1. Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dikembangkan oleh US. Army Corps of Engineers, bertujuan untuk memeriksa dan menentukan stabilitas campuran agregat dan aspal, terhadap kelelahan plastis (*flow*).

Benda uji (campuran agregat dan aspal) dibentuk dengan cara menumbuk campuran didalam cetakan (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm. penumbuk (*hammer*) yang digunakan mempunyai berat 4,536 kg (10 pound) dan tinggi jatuh 45,7 cm (18"). Jumlah pukulan tergantung pada beban rencana lalu lintas misalnya untuk lalu lintas ringan 35x, sedang 50x, dan berat 75x.

Setelah dibiarkan 24 jam dalam suhu ruang. Rendam benda uji dalam bak atau dipanaskan dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap 60° , dan letakkan pada segmen bawah kepala penekan dari alat *Marshall*. Sketsa peralatan pengujian *Marshall* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pengujian *Marshall*

4.7.2. Immersion Test

Setelah diperoleh kadar aspal optimum maka dibuat sampel campuran kadar aspal optimum, kemudian sampel tersebut direndam dalam air selama 24 jam pada suhu 60° . 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).

4.8. ANALISIS DATA

Analisis dilakukan untuk mengetahui nilai *Marshall* yang digunakan sehingga diketahui karakteristik campuran ketiga benda uji yaitu benda uji yang menggunakan

filler fly ash, benda uji yang menggunakan *filler* abu sekam padi, dan benda uji yang menggunakan *filler* abu batu. Data yang diperoleh dari penelitian laboratorium adalah sebagai berikut :

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

Dari data di atas dapat dihitung harga-harga *density*, VITM, VFWA, stabilitas, dan *Marshall Quotient*. Dengan tahap perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. berat jenis aspal,

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

2. berat jenis agregat.

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus, dan *filler*. Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan persamaan 4.1.

$$BJ \text{ agregat} = \frac{100}{(A/F1) + (B/F2) + (C/F3)} \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan :

A = persentase agregat kasar

F1 = berat jenis agregat kasar

B = persentase agregat halus

F2 = berat jenis agregat halus

C = persentase *filler*

F3 = berat jenis *filler*

3. Berat jenis teoritis campuran digunakan persamaan 4.2.

$$h = \frac{100}{\frac{\%agregat}{BJagregat} + \frac{\%aspal}{BJaspal}} \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

% aspal = kadar aspal yang digunakan pada campuran

% agregat = 100% - % aspal

Dari hasil hitungan tersebut dipergunakan untuk mencari nilai-nilai :

4.8.1. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*. Hasil pembacaan dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan pound atau kilogram lalu dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Pemeriksaan campuran aspal beton dengan alat *Marshall* pada hasil stabilitas dilakukan angka koreksi pada bagian tebal benda uji, karena pada sampel akan mempunyai tebal yang berbeda-beda dan bagian diameter tidak dilakukan koreksi dan hanya mendapat tekan dari alat *Marshall* hal ini disebabkan diameter dari sampel dibuat sesuai ukuran benda uji sehingga mempunyai diameter yang sama. Nilai stabilitas dicari dengan persamaan 3.7.

4.8.2. Kelelehan (*flow*)

Flow merupakan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelehan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonversikan dalam satuan milimeter.

4.8.3. Kepadatan (*density*)

Nilai kepadatan (*density*) dihitung dengan persamaan 4.3 dan persamaan 4.4.

$$g = c / f. \dots\dots\dots(4.3)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(4.4)$$

Keterangan :

- g = nilai kepadatan (gr/cc)
- d = berat benda uji jenuh air (gr)
- c = berat kering / sebelum direndam (gr)
- e = berat benda uji dalam air (gr)
- f = volume benda uji (cc)

4.8.4. VITM (*Void In The Mix*)

VITM adalah perbandingan volume persentase rongga terhadap volume total campuran padat, yang dinyatakan dalam %. Nilai VITM dapat dicari dengan persamaan 3.8, 3.9, 3.10, dan 3.11.

4.8.5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam % rongga. Nilai VFWA dicari dengan persamaan 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, dan 3.16.

4.8.6. *Marshall Quotient (QM)*

Nilai dari *Marshall Quotient* dicari dengan persamaan 3.17.

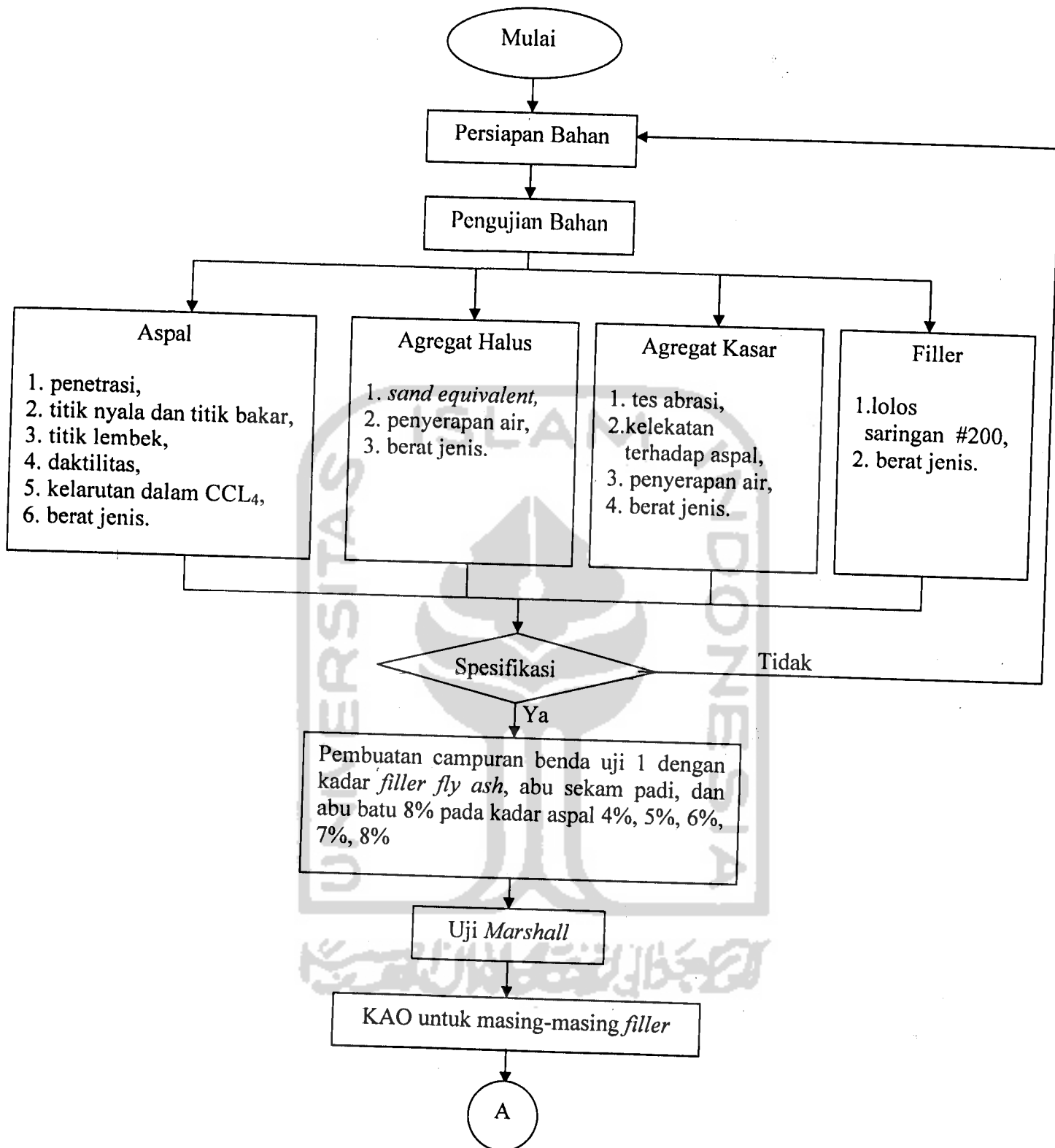
4.8.7. **Kadar Aspal Optimum**

Kadar aspal optimum, ditentukan dengan cara menggabungkan nilai-nilai tersebut, sehingga didapat suatu selang kadar aspal yang memenuhi syarat-syarat tersebut. Kadar aspal optimum dapat diambil sebagai nilai tengah dari selang tersebut.

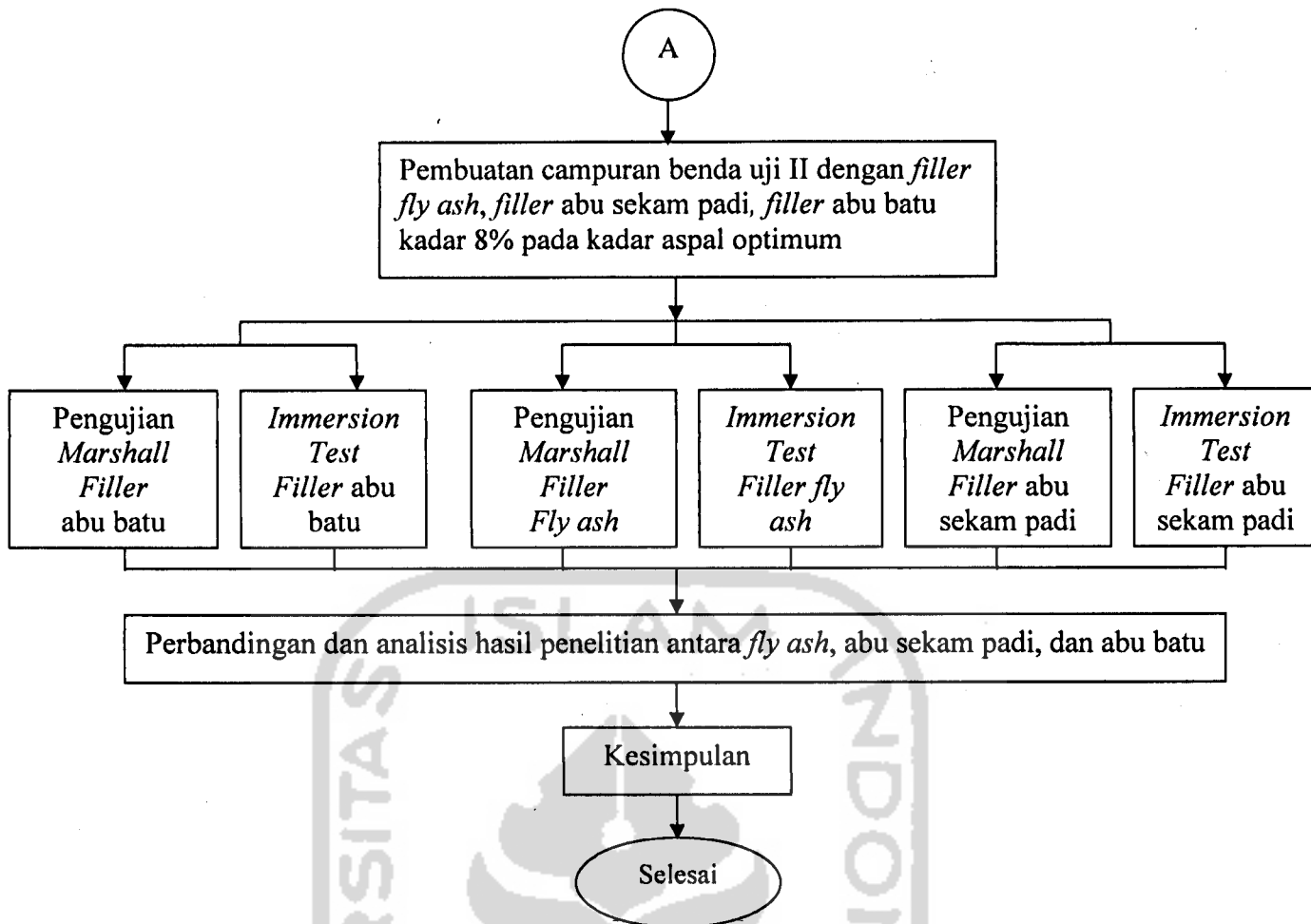
Kadar aspal optimum tersebut digunakan untuk *Immertion Test*, ada pun pengujian dilakukan dengan membandingkan benda uji dengan perendaman 0,5 jam (S1) dan perendaman *Immertion* selama 24 jam (S2), dengan tujuan mengetahui perubahan campuran terhadap perendaman.

Untuk lebih jelasnya prosedur penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir pada Gambar 4.5. dan Gambar 4.6. berikut ini.





Gambar 4.5 Flow Chart prosedur penelitian



Gambar 4.6 lanjutan *Flow Chart* prosedur penelitian

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Tinjauan Umum

Data hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, kemudian dianalisis. Data yang disajikan berupa hasil pemeriksaan/pengujian bahan, pengujian *Marshall* dan *Immertion Test*.

5.2. Hasil Pemeriksaan / Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang dilakukan terdiri dari agregat kasar (tertahan saringan No.8), agregat halus (lolos saringan No.8), dan aspal dengan cara *Marshall* sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.1, 5.2, 5.3.

Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$	30.77%
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	99%
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$	1.543%
4	Berat jenis semu	$\geq 2.5\%$	2.80%

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pemeriksaan keausan dengan mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada lampiran 11, hasil pemeriksaan kelekatan terhadap aspal pada lampiran 4, dan dari hasil pemeriksaan agregat kasar diperoleh penyerapan air dan berat jenis semu dengan perhitungan seperti pada lampiran 1.

Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat	Hasil
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50\%$	77.625%
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	0.482%
3	Berat jenis semu	$\geq 2.5\%$	2.67%
4	Gradasi <i>filler</i>	65-100% lolos saringan No.200	100% lolos saringan No.200
5	Bj <i>filler</i> abu batu	-	2.44
6	Bj <i>filler</i> abu sekam padi	-	1.765
7	Bj <i>filler fly ash</i>	-	2.515

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pemeriksaan dan perhitungan *Sand Equivalent* dapat dilihat pada lampiran 3, hasil pemeriksaan dan perhitungan peresapan agregat terhadap air dan berat jenis semu pada agregat halus pada lampiran 2, hasil pemeriksaan dan perhitungan *filler* abu batu pada lampiran 12, hasil pemeriksaan dan perhitungan *filler* abu sekam padi pada lampiran 13, sedangkan untuk hasil pemeriksaan dan perhitungan *filler fly ash* pada lampiran 14.

Tabel 5.3 Hasil penelitian AC 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1	Penetrasi	60	79	66	0.1 mm
2	Titik lembek	48	58	52.25	°C
3	Titik nyala	200	-	328	°C
4	Kelarutan CCL4	99	-	99.876	%berat
5	Daktilitas	100	-	165	cm
6	Berat Jenis	1	-	1.06	-

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pemeriksaan penetrasi aspal dapat dilihat pada lampiran 8, hasil pemeriksaan titik lembek pada lampiran 6, hasil pemeriksaan titik nyala pada lampiran 7, hasil pemeriksaan dan perhitungan kelarutan dalam CCL_4 pada lampiran 10, hasil pemeriksaan daktilitas pada lampiran 9, dan hasil pemeriksaan dan perhitungan berat jenis aspal pada lampiran 5.

Dari hasil pengujian bahan-bahan di atas menunjukkan bahwa bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan sebagai bahan penelitian.

5.3. Hasil Pengujian Marshall

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mendapatkan data-data yang digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Tebal benda uji sebelum direndam (mm)

Hasil pengujian tebal benda uji dengan menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom t (lampiran 23 sampai dengan 30).

2. Berat kering/sebelum direndam (gram)

Hasil pengujian berat kering dengan menggunakan dapat menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom c (lampiran lampiran 23 sampai dengan 30).

3. Berat dalam keadaan SSd (gram)

Hasil pengujian berat dalam keadaan SSd dengan menggunakan dapat menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom d (lampiran 23 sampai dengan 30).

4. Berat didalam air (gram)

Hasil pengujian berat didalam air dengan menggunakan dapat menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom e (lampiran 23 sampai dengan 30).

5. Berat jenis aspal

Dari hasil pengujian aspal AC 60/70 didapatkan berat jenis aspal. Berat jenis aspal yang digunakan pada penelitian adalah 1,06.

6. Berat jenis agregat

Berat jenis yang digunakan pada penelitian ini adalah berat jenis *filler* abu batu 2,44, berat jenis *filler* abu sekam padi 1,765 dan berat jenis *filler fly ash* 2,515.

7. Pembacaan stabilitas (kg)

Hasil pembacaan stabilitas dengan menggunakan dapat menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom p (lampiran 23 sampai dengan 30).

8. Pembacaan *flow* (mm)

Hasil pembacaan *flow* dengan menggunakan dapat menggunakan *filler* abu batu, abu sekam padi, dan *fly ash* dapat dilihat pada tabel pengujian *Marshall* pada kolom r (lampiran 23 sampai dengan 30).

5.4. Pembahasan Hasil Pengujian *Marshall*

5.4.1. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap stabilitas

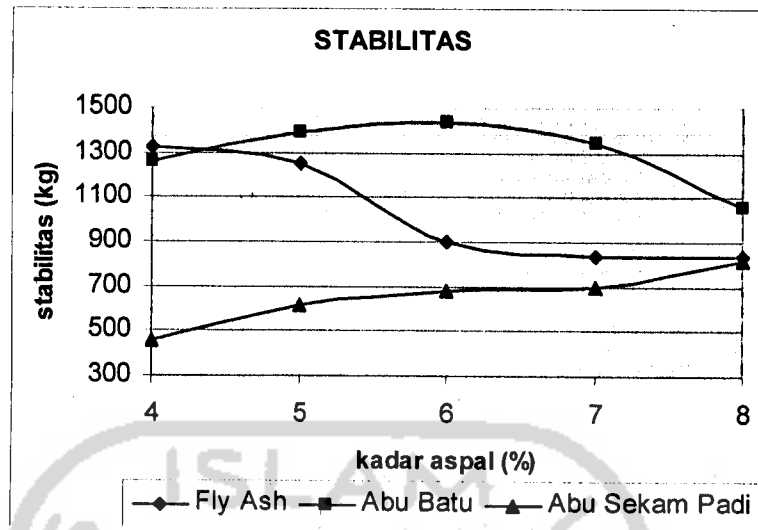
Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas di atasnya tanpa menyebabkan perubahan bentuk seperti gelombang, alur, atau *bleeding*. Stabilitas pada pengujian *Marshall* adalah kemampuan suatu campuran untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Berdasarkan persyaratan campuran LASTON Bina Marga 1983, nilai stabilitas minimal 750 kg. Nilai stabilitas tergantung pada

tekstur permukaan, gradasi agregat, ukuran partikel, kepadatan campuran, kualitas aspal, dan kohesi campuran. Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan terjadinya deformasi berbanding lurus dengan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu (batas optimum) dan turun setelah melewati batas optimum, hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan pengikat antara agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas. Stabilitas yang mempunyai nilai diatas nilai optimum akan mudah patah/retak-retak dikarenakan lapisan perkerasan menjadi kaku, sedangkan untuk nilai stabilitas dibawah nilai rentang optimum akan mudah mengalami *rutting* oleh beban kendaraan atau oleh perubahan bentuk tanah dasar (*subgrade*). Nilai stabilitas dari hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.4 dan Gambar 5.1 berikut ini.

Tabel 5.4 Nilai Stabilitas Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	1264.54	456.51	1328.37
5%	1392.24	617.75	1248.38
6%	1431.67	676.29	901.33
7%	1345.98	698.02	834.55
8%	1055.55	812.31	830.83

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.1 Nilai stabilitas

Dari Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas pada campuran aspal dengan menggunakan *filler* abu batu dengan kadar 8%, semakin bertambah sampai pada batas aspal optimum dan kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Pada nilai stabilitas tinggi dikarenakan penggunaan kadar aspal yang rendah tidak menutupi seluruh permukaan agregat sehingga ikatan antar agregat berkurang dan menghasilkan film aspal yang tipis.

Pada campuran aspal dengan menggunakan kadar *filler fly ash* 8% pada kadar aspal 4%, mempunyai nilai stabilitas paling tinggi dibandingkan dengan kadar aspal lainnya, sedangkan pada penggunaan aspal yang banyak nilai stabilitasnya rendah. Nilai stabilitas yang rendah disebabkan karena sifat dari *fly ash* sendiri yang kedap air sehingga akan menghasilkan film aspal yang tebal. Pemakaian aspal yang banyak dapat menyebabkan *bleeding* akibat adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan, terutama dengan penggunaan kadar *filler fly ash* yang cukup besar yaitu 8%.

Pada campuran dengan menggunakan *filler* abu sekam padi dengan kadar *filler* 8%, nilai stabilitasnya naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang

digunakan. Tetapi nilai stabilitas abu sekam padi masih lebih kecil daripada nilai stabilitas abu batu. Abu sekam padi memiliki kandungan *silica* yang tinggi sehingga agregat abu sekam padi bersifat *hydrophilic*, yaitu agregat yang mudah diresapi air, hal ini mengakibatkan agregat tersebut tak mudah dilekati aspal, ikatan aspal dengan agregat mudah lepas. Selain daya lekat abu sekam padi terhadap aspal kecil juga karena abu sekam padi memiliki berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis abu batu. Sehingga pada campuran aspal dengan *filler* abu sekam padi pada berat yang sama dengan campuran aspal dengan *filler* abu batu membutuhkan jumlah aspal yang banyak.

5.4.2. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap *flow*

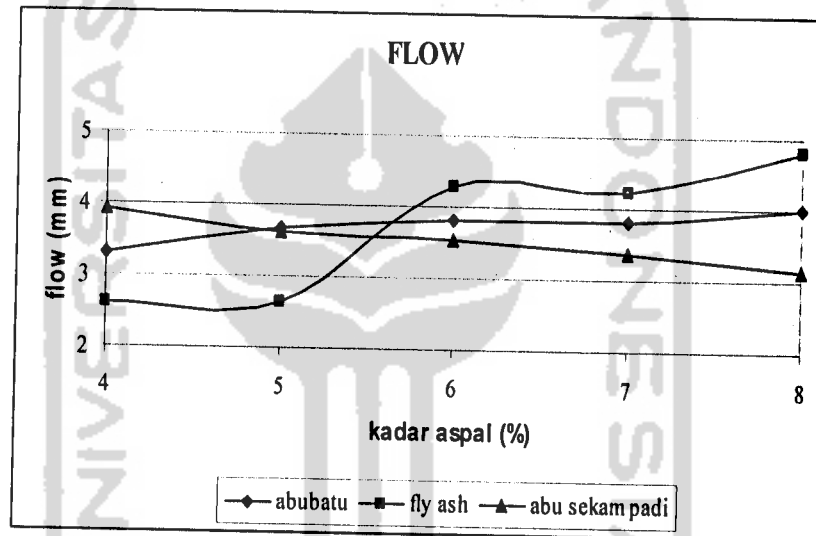
Flow adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa deformasi, hal ini tercapai jika digunakan kadar aspal yang tinggi, semakin besar nilai *flow* akan menyebabkan cepatnya kelelahan campuran aspal dan menyebabkan perubahan bentuk, *bleeding* serta nilai elastisitasnya semakin besar, sedang campuran yang mempunyai nilai *flow* yang dibawah batas bawah, akan bersifat kaku dan getas karena kecilnya pori dalam campuran. Berdasarkan persyaratan campuran LASTON Bina Marga 1983, nilai *flow* antara 2mm-4mm. Nilai *flow* dari hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.5 dan Gambar 5.2 berikut ini.



Tabel 5.5 Nilai *Flow* Pangujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	3.317	3.930	2.600
5%	3.667	3.600	2.640
6%	3.793	3.540	4.273
7%	3.800	3.363	4.227
8%	3.993	3.150	4.817

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Gambar 5.2 Nilai *Flow*

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai *flow* abu batu cenderung naik seiring dengan naiknya kadar aspal yang digunakan, nilai *flow* yang cenderung naik tersebut dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan sehingga akan menghasilkan film aspal yang tebal. Dengan tebalnya film aspal maka campuran tersebut akan bersifat plastis sehingga deformasi pada saat menerima beban akan meningkat.

Pada campuran aspal dengan menggunakan *filler fly ash* nilai *flow*nya juga cenderung naik seperti halnya pada campuran aspal dengan *filler abu batu*, tetapi pada kadar aspal 4% sampai dengan 5% nilai *flow fly ash* jauh lebih rendah. Hal ini dikarenakan film aspal yang dimiliki campuran dengan menggunakan kadar aspal 4%-5%, sehingga deformasi yang dialami oleh campuran lebih kecil dibandingkan dengan campuran pada kadar aspal 6%, 7%, dan 8%. Naiknya nilai *flow* pada kadar aspal 6%, 7%, dan 8% juga karena pengaruh besarnya penggunaan kadar *filler fly ash*, sehingga akan menghasilkan film aspal yang tebal.

Pada campuran aspal dengan menggunakan *filler* abu sekam padi nilai *flow*nya cenderung turun tetapi nilainya lebih rendah daripada campuran aspal dengan *filler* abu batu. Hal ini dikarenakan oleh volume *filler* abu sekam padi lebih besar tetapi penggunaan kadar aspal sama sehingga campuran bersifat getas, kaku, dan mudah mengalami retak.

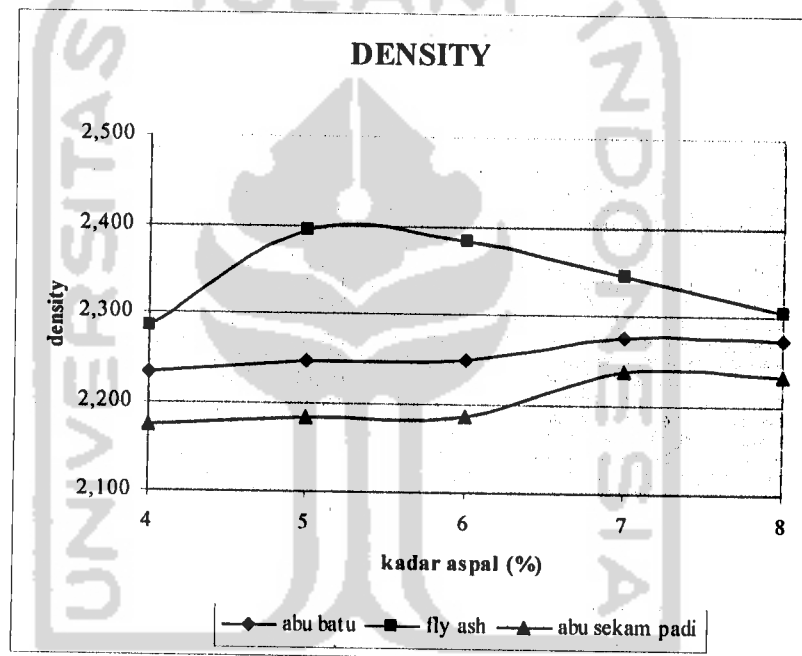
5.4.3. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap *density*

Nilai *density* menunjukkan besarnya derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai *density*, kerapatan dan kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar semakin besar. Nilai *density* dari hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.6 dan Gambar 5.3 berikut ini.

Tabel 5.6 Nilai *Density* Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	2.233	2.175	2.285
5%	2.246	2.183	2.395
6%	2.277	2.186	2.383
7%	2.276	2.237	2.346
8%	2.273	2.233	2.305

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Gambar 5.3 Nilai *Density*

Dari hasil pengujian *Marshall* dapat dilihat bahwa pada campuran aspal dengan *filler* abu batu nilai *density* cenderung naik seiring dengan penambahan kadar aspal. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya aspal yang menyelimuti agregat ketika menahan beban, nilai *density* dipengaruhi penyerapan agregat dan

bentuk serta sifat agregat yang digunakan, hal ini disebabkan dengan bertambah tebalnya selimut aspal terhadap agregat campuran semakin rapat dan lebih padat.

Pada campuran dengan menggunakan *filler fly ash* memiliki nilai *density* yang lebih tinggi dibandingkan dengan abu batu dan abu sekam padi. Hal ini disebabkan oleh berat jenis *fly ash* lebih besar daripada berat jenis abu batu dan abu sekam padi sehingga *fly ash* memiliki volume yang lebih kecil.

Pada campuran dengan menggunakan *filler* abu sekam padi memiliki nilai *density* yang lebih rendah dibandingkan dengan abu batu dan *fly ash*. Hal ini disebabkan oleh abu sekam padi memiliki volume yang lebih besar dibandingkan dengan abu batu dan *fly ash*. Tetapi dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan nilai *density* juga ikut meningkat, hal ini dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan akan menghasilkan film aspal yang tebal sehingga akan memperkecil rongga dan menyebabkan nilai *density* meningkat.

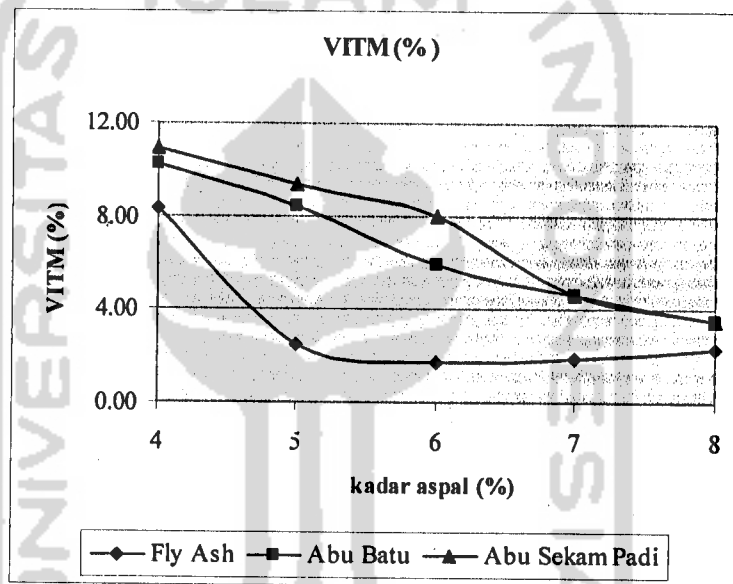
5.4.4. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap VITM

VITM adalah banyaknya pori yang berada dalam beton aspal padat atau banyaknya pori di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal, merupakan indikator dari durabilitas, kemungkinan *bleeding*, VITM dipengaruhi oleh bentuk agregat dan kemampuan penyerapan agregat. Lengkung VITM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai maksimum. Apabila nilai VITM besar berarti banyak rongga yang terjadi di dalam campuran tersebut sehingga campuran kurang kedap terhadap air dan udara, akibatnya aspal akan mudah mengalami kerusakan. VITM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat. Berdasarkan persyaratan campuran LASTON Bina Marga 1983, nilai VITM antara 3%-5%. Nilai VITM dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.7 dan Gambar 5.4 berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai VITM Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	10.19	10.87	8.30
5%	7.24	9.36	2.52
6%	5.88	8.01	1.70
7%	4.63	4.62	1.87
8%	3.48	3.52	2.30

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.4 Nilai VITM

Dari Gambar 5.4 terlihat bahwa pada campuran *filler* abu batu, *filler fly ash*, dan *filler* abu sekam padi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini dikarenakan rongga antar butiran masih cukup besar pada kadar aspal 4%, sehingga aspal cukup mudah untuk masuk kedalam rongga antar butir. Tetapi pada penambahan kadar aspal rongga antar butir akan semakin rapat dan aspal menjadi sulit untuk masuk kedalam rongga antar butir.

Nilai VITM *fly ash* lebih kecil daripada abu batu, dan abu sekam padi karena sifat dari *fly ash* yang *hydrophobic* atau mudah mengikat aspal, *fly ash* juga memiliki berat jenis yang paling besar sehingga volume yang dimiliki lebih kecil. Oleh karena itu pori antara butir-butir agregat lebih sedikit dibandingkan dengan abu batu dan abu sekam padi.

Pada campuran aspal dengan *filler* abu sekam padi memiliki nilai VITM yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan abu batu. Hal ini dikarenakan abu sekam padi memiliki film aspal yang lebih tipis pada penggunaan kadar aspal yang sama sehingga menyebabkan rongga udara yang terbentuk bertambah. Tipisnya film aspal dipengaruhi oleh besarnya volume abu sekam padi. Selain itu juga karena ringannya bobot yang dimiliki abu sekam padi sehingga dengan penggunaan kadar aspal yang sama tidak mampu menutupi seluruh rongga antar agregat.

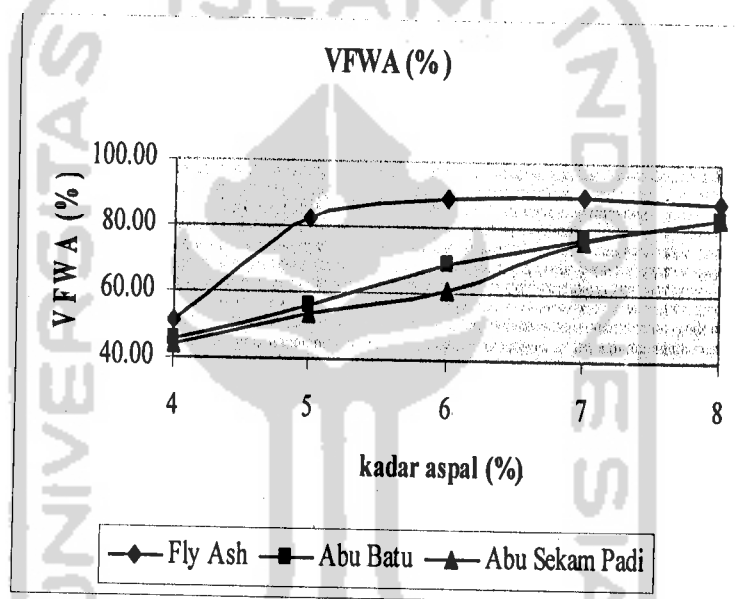
5.4.5. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap VFWA

VFWA merupakan persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh, artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persentase kadar aspal yang mengisi rongga adalah kadar aspal optimum. Berdasarkan persyaratan campuran LASTON Bina Marga 1983, nilai VFWA antara 75%-82%. Nilai VFWA berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.8 dan Gambar 5.5 berikut ini.

Tabel 5.8 Nilai VFWA Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	45.56	43.90	51.21
5%	55.89	53.91	82.06
6%	68.66	60.76	88.85
7%	76.51	76.20	89.29
8%	83.22	82.88	88.35

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.5 Nilai VFWA

Dari Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa nilai VFWA merupakan kebalikan dari nilai VITM (Gambar 5.4). Dari ketiga campuran tersebut mengalami kenaikan nilai seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan. Kenaikan nilai VFWA disebabkan karena banyaknya aspal mengisi rongga antar agregat lebih banyak, sehingga persentase rongga yang terisi aspal semakin meningkat.

Pada campuran aspal dengan *filler* abu sekam padi memiliki nilai VFWA lebih kecil dibandingkan dengan abu batu dan *fly ash*. Hal ini dikarenakan film aspal abu sekam padi lebih tipis dan volume *filler* yang lebih besar sehingga dengan penggunaan kadar aspal yang sama tidak dapat mengisi semua rongga antar agregat.

Tetapi pada campuran dengan *filler fly ash* memiliki nilai VFWA yang lebih besar dibandingkan dengan abu batu dan abu sekam padi. Pada campuran aspal dengan *filler fly ash* mempunyai film aspal yang lebih tebal sehingga dengan penggunaan kadar aspal yang sama, *fly ash* mampu mengisi rongga antar butir lebih besar.

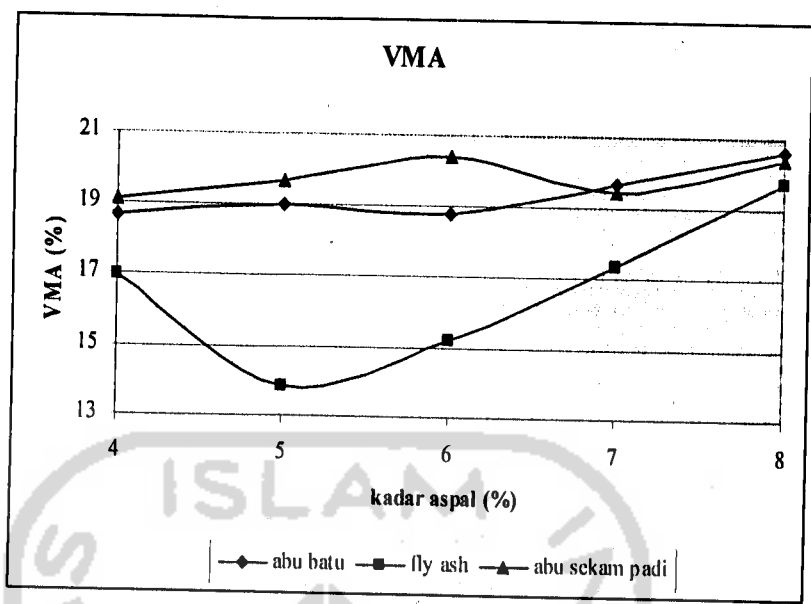
5.4.6. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap VMA

Volume pori dalam agregat campuran (VMA = voids in the mineral aggregate), adalah banyaknya pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase. VMA bersama dengan VITM merupakan indikator durabilitas. Nilai VMA berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.9 dan Gambar 5.6 berikut ini.

Tabel 5.9 Nilai VMA Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	18.620	19.074	16.919
5%	18.996	19.653	13.819
6%	18.770	20.382	15.187
7%	19.662	19.395	17.361
8%	20.634	20.379	19.692

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.6 Nilai VMA

Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi nilai VMA yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan *filler* abu batu dan *fly ash*. Hal ini sesuai dengan sifat dari abu sekam padi yaitu *hydrophilic*, sehingga abu sekam padi susah dilekati oleh aspal. Berdasarkan hasil pengujian abu sekam padi memiliki nilai VITM menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan (Tabel 5.7 dan Gambar 5.4). Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pada campuran tersebut memiliki film aspal yang tipis sehingga terbentuk rongga antar agregat yang lebih besar. Selain itu juga karena abu sekam padi memiliki berat jenis yang paling kecil, sehingga memiliki volume yang besar atau berat yang ringan dibandingkan dengan abu batu dan *fly ash*.

Sedangkan pada campuran dengan *filler fly ash* memiliki nilai VMA yang paling kecil dibandingkan dengan abu batu dan abu sekam padi. Tetapi nilai VMA cenderung meningkat hal ini sesuai dengan pengaruh terhadap VITM dan VFWA dimana nilai VITM menurun dan nilai VFWA menaik (Gambar 5.4 dan 5.5). Hal ini

menunjukkan bahwa campuran memiliki film aspal yang tebal sehingga rongga pada *filler fly ash* lebih kecil dibandingkan abu batu dan abu sekam padi.

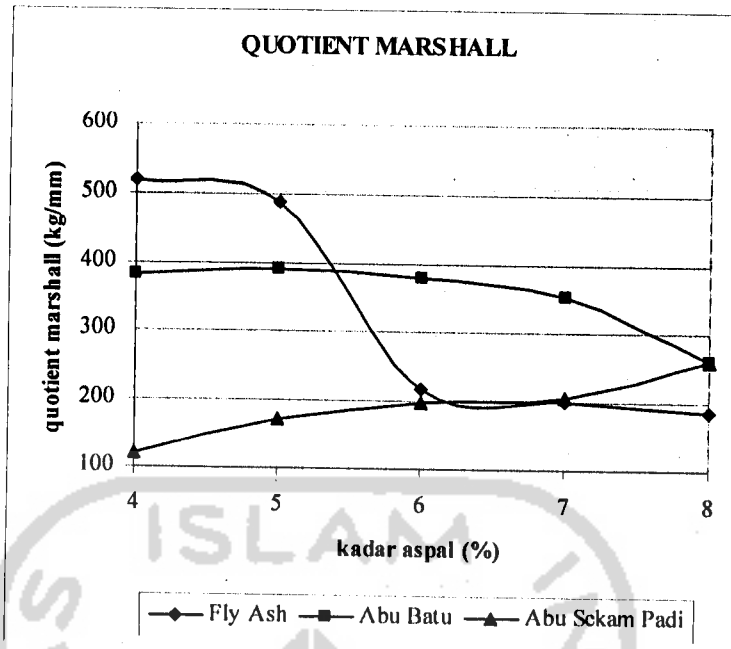
5.4.7. Pengaruh *filler* dan kadar aspal terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah nilai bagi stabilitas dan *flow*, sebagai parameter sifat campuran, nilai MQ mengalami penurunan dikarenakan dengan naiknya nilai stabilitas dan nilai *flow*. Nilai *Marshall Quotient* berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 23 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu batu), Lampiran 24 (hasil pemeriksaan *Marshall Test fly ash*), Lampiran 25 (hasil pemeriksaan *Marshall Test* abu sekam padi), Tabel 5.10 dan Gambar 5.7 berikut ini.

Tabel 5.10 Nilai *Marshall Quotient* Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i> 8%		
	Abu Batu	Abu Sekam Padi	<i>Fly Ash</i>
4%	383.04	119.81	520.27
5%	389.33	172.18	488.36
6%	377.41	198.02	217.76
7%	353.55	207.61	200.75
8%	262.35	259.88	186.54

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.7 Nilai *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* didapat dari perbandingan dari stabilitas dan *flow* dari masing-masing campuran. Pada campuran dengan *filler* abu batu didapat nilai stabilitas naik pada kadar aspal optimum lalu turun sedangkan pada nilai *flow* sebaliknya.

Pada campuran dengan *filler fly ash* didapat nilai stabilitas menurun dan nilai *flow* naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan. Hal ini terjadi karena sifat dari *fly ash* yang kedap air sehingga pada saat penggunaan kadar aspal bertambah membuat film aspal menjadi lebih tebal sehingga nilai stabilitas menurun.

Pada campuran dengan abu sekam padi didapat nilai stabilitas naik dan nilai *flow* menurun. Hal ini terjadi karena abu sekam padi memiliki unsur silica yang cukup besar sehingga agregat mudah diresapi air yang berakibat agregat tidak mudah dilekati aspal.

5.5. Perhitungan kadar aspal optimum (KAO)

Kadar aspal optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Kadar aspal optimum yang baik adalah kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran yang diinginkan dalam rentang kadar aspal optimum $\pm 0.5\%$.

Dari nilai VITM, VFWA, stabilitas dan *flow* didapatkan kadar aspal optimum dengan syarat-syarat campuran LASTON pada Tabel 3.5.

5.5.1. Kadar aspal optimum abu batu

Kadar aspal optimum pada campuran LASTON dengan filler abu batu dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Kadar aspal optimum dengan kadar *filler* abu batu 8%

Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4	5	6	7	8
Stabilitas	█	█	█	█	█
Flow	█	█	█	█	█
VFWA				█	
VITM				█	

6.78
7.83

$$\text{Kadar aspal optimum} = \frac{(6.78 + 7.83)}{2} = 7.305\%$$

Dari Tabel 5.11 diperoleh kadar aspal optimum untuk *filler* abu batu dengan kadar 8% yaitu 7.305%. Dengan kadar aspal 7.305% yang diperoleh pada Tabel 5.11 didapat nilai stabilitas, *flow*, VFWA, dan VITM seperti pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Kinerja campuran LASTON *filler* abu batu pada kadar aspal optimum

Spesifikasi	Nilai	Syarat LASTON		Kriteria
		Min	Mak	
Stabilitas (kg)	1272	750	-	Memenuhi
Flow (mm)	3.845	2	4	Memenuhi
VFWA (%)	78.64	75	82	Memenuhi
VITM (%)	4.288	3	5	Memenuhi

Sumber : LASTON No. 1/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII

5.5.2. Kadar aspal optimum *fly ash*

Kadar aspal optimum pada campuran LASTON dengan *filler fly ash* dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Kadar aspal optimum dengan kadar *filler fly ash* 8%

Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4	5	6	7	8
Stabilitas	[Bar chart showing stability values across asphalt percentages 4 to 8]				
Flow	[Bar chart showing flow values across asphalt percentages 4 to 8]				
VFWA	[Bar chart showing VFWA values across asphalt percentages 4 to 8]				
VITM	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages 4 to 8]				

4.72
 ↓
 4.88

$$\text{Kadar aspal optimum} = \frac{(4.72 + 4.88)}{2} = 4.8\%$$

Dari Tabel 5.13 diperoleh kadar aspal optimum untuk *filler fly ash* dengan kadar 8% yaitu 4.8%. Dengan kadar aspal 4.8% yang diperoleh pada Tabel 5.13 didapat nilai stabilitas, *flow*, VFWA, dan VITM seperti pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Kinerja campuran LASTON *filler fly ash* pada kadar aspal optimum

Spesifikasi	Nilai	Syarat LASTON		Kriteria
		Min	Mak	
Stabilitas (kg)	1275	750	-	Memenuhi
Flow (mm)	2.6	2	4	Memenuhi
VFWA (%)	77	75	82	Memenuhi
VITM (%)	3.4	3	5	Memenuhi

Sumber : LASTON No. 1/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII

5.5.3. Kadar aspal optimum abu sekam padi

Kadar aspal optimum pada campuran LASTON dengan *filler* abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Kadar aspal optimum dengan kadar *filler* abu sekam padi 8%

Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4	5	6	7	8
Stabilitas					█
Flow	█	█	█	█	█
VFWA				█	█
VITM				█	█

7.5
7.87

$$\text{Kadar aspal optimum} = \frac{(7.5 + 7.87)}{2} = 7.685\%$$

Dari Tabel 5.15 diperoleh kadar aspal optimum untuk *filler* abu sekam padi dengan kadar 8% yaitu 7.685%. Dengan kadar aspal 7.685% yang diperoleh pada Tabel 5.15 didapat nilai stabilitas, *flow*, VFWA, dan VITM seperti pada tabel 5.16.

Tabel 5.16 Kinerja campuran LASTON *filler* abu sekam padi pada kadar aspal optimum

Spesifikasi	Nilai	Syarat LASTON		Kriteria
		Min	Mak	
Stabilitas (kg)	1151	750	-	Memenuhi
<i>Flow</i> (mm)	3.22	2	4	Memenuhi
VFWA (%)	81.1	75	82	Memenuhi
VITM (%)	3.805	3	5	Memenuhi

Sumber : LASTON No. 1/PT/B/1983 dan hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII

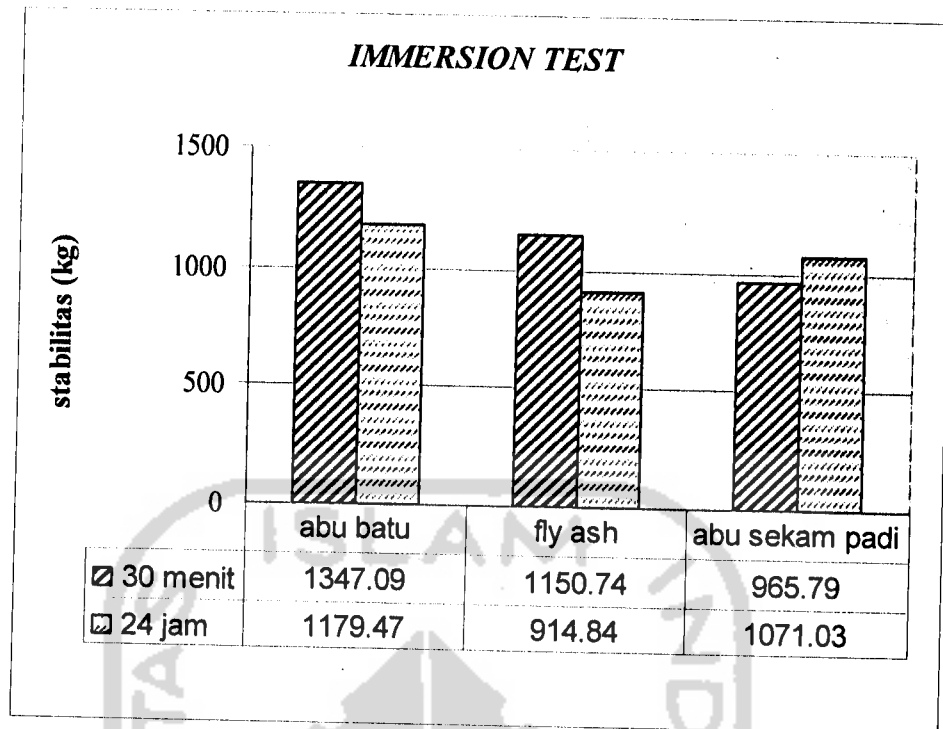
5.6. Pembahasan *Immertion Test*

Hasil pengujian didapat berdasarkan data pengujian perendaman benda uji selama 0,5 jam (S_1) dan perendaman 24jam (S_2). Data-data pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.8 sebagai berikut ini :

Tabel 5.17 Nilai *Immertion Test*

Spesifikasi	<i>Filler</i>					
	Abu Batu		<i>Fly Ash</i>		Abu Sekam Padi	
Waktu	30 menit	24 jam	30 menit	24 jam	30 menit	24 jam
Stabilitas	1347.09	1179.47	1150.74	914.84	965.79	1071.03
<i>Index of Retained Strength</i>	87.56%		79.50%		110.89%	

Sumber : hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII



Gambar 5.8 Nilai *Immersion Test*

Berdasarkan Tabel 5.17 dan Gambar 5.8 nilai *immersion test* pada campuran LASTON dengan *filler* abu batu dan benda uji *fly ash* memiliki sifat yang sama yaitu pada perendaman 24 jam mengalami penurunan nilai stabilitas. Sedangkan pada campuran LASTON dengan *filler* abu sekam padi mengalami kenaikan nilai stabilitas pada perendaman 24 jam.

Menurunnya nilai stabilitas pada campuran LASTON dengan menggunakan *filler* abu batu dan *fly ash* karena banyaknya air yang mengisi rongga-rongga antar agregat pada perendaman 24 jam yang mengakibatkan berkurangnya daya ikat aspal terhadap agregat.

Nilai stabilitas pada campuran LASTON dengan *filler* abu sekam padi pada perendaman 24 jam lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman 30 menit. Hal ini dikarenakan campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki film aspal yang tipis sehingga tidak dapat menutupi agregat seluruhnya dan abu sekam padi juga memiliki

sifat *pozolanic* yang tinggi karena kandungan silikanya, dan sifat *hydrophilic* yaitu agregat mudah terserap air. Sehingga pada saat perendaman 24 jam campuran lebih lama bereaksi dengan air yang mengakibatkan bertambahnya ikatan sehingga nilai stabilitas pada saat perendaman 24 jam lebih tinggi daripada perendaman 30 menit. Dengan demikian abu sekam padi memiliki sifat *cementing* pada perendaman 24 jam.

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). Hasil perhitungan indeks tahanan kerusakan dari ketiga campuran tersebut sebagai berikut :

- Indeks tahanan kerusakan dari campuran LASTON dengan *filler* abu batu

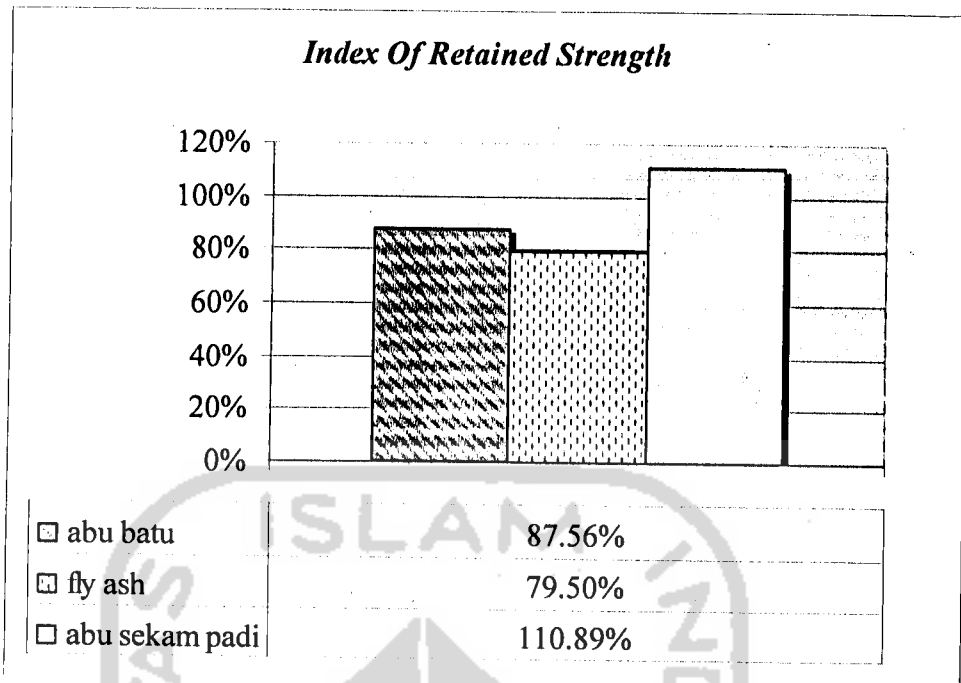
$$\begin{aligned} \text{Index Of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{1179.47}{1347.09} \times 100\% \\ &= 87.56\% > 75\% \end{aligned}$$

- Indeks tahanan kerusakan dari campuran LASTON dengan *filler fly ash*

$$\begin{aligned} \text{Index Of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{914.84}{1150.74} \times 100\% \\ &= 79.50\% > 75\% \end{aligned}$$

- Indeks tahanan kerusakan dari campuran LASTON dengan *filler* abu sekam padi

$$\begin{aligned} \text{Index Of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{1071.03}{965.79} \times 100\% \\ &= 110.89\% > 75\% \end{aligned}$$



Gambar 5.9 Nilai *Index Of Retained Strength*

Berdasarkan indeks tahanan kerusakan dari ketiga campuran tersebut (Gambar 5.9), menunjukkan bahwa campuran LASTON dengan *filler* abu sekam padi memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca. Sedangkan untuk campuran LASTON dengan *filler fly ash* memiliki nilai indeks tahanan kerusakan paling kecil dibandingkan dengan abu batu dan abu sekam padi. Namun demikian ketiga campuran tersebut memiliki nilai indeks tahanan kerusakan lebih dari 75%, sehingga ketiga campuran tersebut memenuhi persyaratan Bina Marga.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan akhir sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian ini diperoleh kadar aspal optimum campuran dengan *filler* abu batu 7,305%, kadar aspal optimum campuran dengan *filler fly ash* 4,8%, dan kadar aspal optimum campuran dengan *filler* abu sekam padi 7,685%.
2. Menurunnya nilai stabilitas pada campuran dengan *filler fly ash* dikarenakan sifat dari *fly ash* yang kedap air sehingga menghasilkan film aspal yang tebal. Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi naiknya nilai stabilitas karena terbentuknya film aspal yang tipis akibat dari sifat abu sekam padi yaitu *hydrophilic* dimana agregat tidak mudah dilekati oleh aspal. Nilai stabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.1.
3. Naiknya nilai *flow* pada campuran dengan *filler fly ash* disebabkan tebalnya film aspal yang disebabkan oleh sifat dari *fly ash* yaitu *hydrophobic*. Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi menurunnya nilai *flow* dikarenakan pada penggunaan kadar aspal yang sama campuran bersifat getas, kaku dan mudah mengalami retak akibat dari volume *filler* yang besar. Nilai *flow* dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.2.
4. Nilai *density* pada campuran dengan *filler fly ash* paling tinggi karena berat jenis *fly ash* paling besar sehingga memiliki volume yang lebih kecil. Sedangkan pada campuran dengan *filler* abu sekam padi nilai *density* nya paling rendah karena memiliki berat jenis paling kecil sehingga volume abu sekam padi lebih besar. Nilai *density* dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.3.

5. Nilai VITM pada campuran dengan *filler fly ash* paling kecil, karena sifatnya yang mudah mengikat aspal mengakibatkan pori-pori antar agregat lebih sedikit. Nilai VITM pada campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih besar, karena film aspal yang tipis sehingga rongga udara yang terbentuk antar agregat bertambah. Nilai VITM dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.4.
6. Nilai VFWA pada campuran dengan *filler* abu sekam padi paling kecil dikarenakan film aspal yang tipis dan volume *filler* yang besar sehingga dengan penggunaan kadar aspal yang sama tidak dapat mengisi semua rongga antar agregat. Pada campuran *fly ash* nilai VFWA lebih besar karena mempunyai film aspal yang tebal sehingga mampu mengisi rongga antar agregat lebih besar. Nilai VFWA dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.5.
7. Pada campuran abu sekam padi memiliki film aspal yang tipis sehingga nilai VMA lebih besar. Sedangkan pada campuran *fly ash* nilai VMA paling kecil karena film aspal nya yang tebal sehingga rongga pada *filler fly ash* lebih kecil. Nilai VMA dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.6.
8. Nilai *Quotient Marshall* pada campuran abu sekam padi paling rendah dibandingkan dengan abu batu dan *fly ash*, karena nilai stabilitas tinggi dan nilai *flow* rendah sehingga lapisan kaku, getas, dan lapisan mudah retak. Sedangkan nilai *Quotient Marshall* pada campuran *fly ash* menurun pada kadar aspal optimum karena pada kadar aspal yang tinggi lapisan mudah terjadi *bleeding* akibat dari tebalnya film aspal yang dihasilkan. Nilai *Quotient Marshall* dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.7.
9. Berdasarkan hasil *immertion test*, campuran dengan menggunakan *filler* abu sekam padi mempunyai indek perendaman yang lebih baik dibandingkan dengan dua campuran lainnya. Sedangkan pada campuran

menggunakan *filler fly ash* mempunyai indek perendaman paling rendah. Hal ini dikarenakan abu sekam padi memiliki sifat *cementing* yang timbul pada saat perendaman 24 jam. Nilai *index of retained strength* pada Tabel 5.14 dan Gambar 5.9.

10. Abu sekam padi dan *fly ash* dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran LASTON dengan kadar aspal tertentu.

6.2. Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka disarankan diadakan penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi kadar *filler fly ash* dan abu sekam padi.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan agregat dari daerah lain dengan menggunakan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai *filler*.
3. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang sama pada campuran yang lain, misalnya jenis campuran SMA, HRS, dan lain sebagainya agar diperoleh suatu campuran yang lebih sempurna.

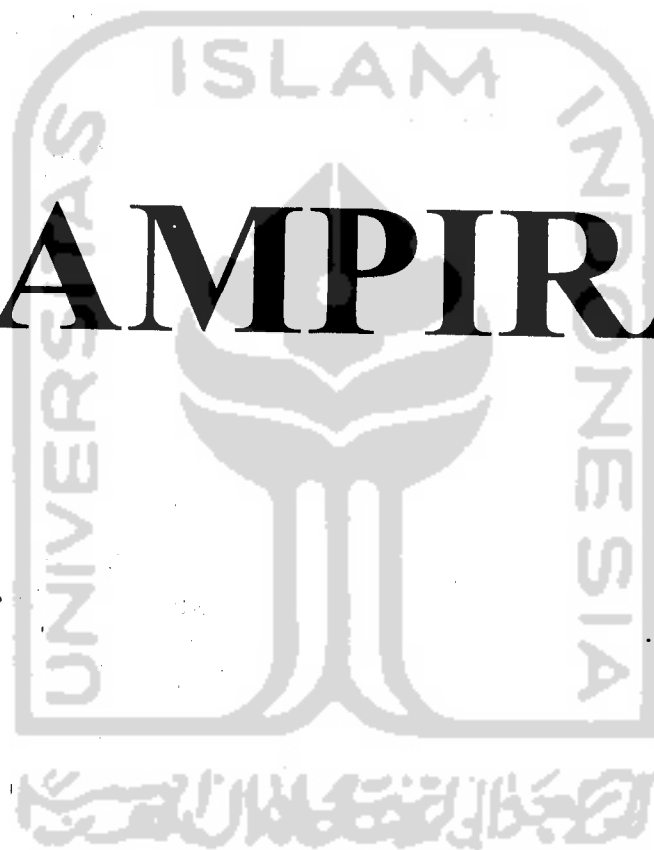
DAFTAR PUSTAKA

- , 1976, MANUAL PEMERIKSAN BAHAN JALAN, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- , 1983, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Departemen Pekerjaan Umum.
- , 1987, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA, Departemen Pekerjaan Umum.
- , 1998, JURNAL VASTHU No.01/TH.VI februari, Hal 53-63.
- , 2005, LAPORAN PRAKTIKUM BAHAN PERKERASAN, tidak diterbitkan.
- Arthur Wignall, 1999, PROYEK JALAN TEORI DAN PRAKTEK, Erlangga, Jakarta.
- Andriati Amir Husin, ----, PEMANFAATAN LIMBAH UNTUK BAHAN BANGUNAN, [http://www.pu.go.id/balitbang/puskim/Advis_Teknik/Modul%2520C1%2520\(bahan%2520Bangunan\)/Modul%2520C1_3%2520Pemanfaatan%2520Limbah.pdf%3FCache](http://www.pu.go.id/balitbang/puskim/Advis_Teknik/Modul%2520C1%2520(bahan%2520Bangunan)/Modul%2520C1_3%2520Pemanfaatan%2520Limbah.pdf%3FCache)
- Ervin L. Dukatz, and David A. Anderson, 1980, ASPHALT PAVING TECHNOLOGY VOL. 49, Hal 530, 547.
- Hamirhan Saodang, 2005, PERENCANAAN PERKERASAN JALAN RAYA, Nova, Bandung.
- Hendara Suryadharma dan Benindiktus Susanto, 1999, REKAYASA JALAN RAYA, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Ilan Ishai, and Joseph Craus, 1977, ASPHALT PAVING TECHNOLOGY VOL. 46, Hal 228, 253-254.
- Robert D Kerbs, dan Richard, D, Walkers, 1971, HIGHWAY MATERIAL, Mc Grow Hill Book Company, USA.
- Silvia Sukirman, 1999, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Nova, Bandung.

Silvia Sukirman, 2003, *BETON ASPAL CAMPURAN PANAS*, Granit, Jakarta.
Tri Mulyono, 2004, *TEKNOLOGI BETON*, Andi, Yogyakarta.



LAMPIRAN



**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Agregat clereng

Diperiksa Oleh : Pranoto

Jenis contoh : Agregat Kasar

Diperiksa tanggal : 30 Mei 2007

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) → (BJ)	1579.8	
Berat benda uji dalam air (BA)	1000	
Berat sampe kering oven (BK)	1555.8	
Berat Jenis (Bluk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,63	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,72	
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,8	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1,543	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Lampiran 2

Contoh dari : Clereng
Jenis contoh : Agregat Halus
Diperiksa tanggal : 30 Mei 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500	
Berat vicnometer + air (B)	659.3	
Berat vicnometer + air (B) + benda uji (BT)	972.5	
Berat sampe kering oven (BK)	497,6	
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,67	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,68	
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,69	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	0,482	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

Lampiran 3

Contoh dari : Clereng
Jenis contoh : Agregat halus
Diperiksa tanggal : 30 Mei 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

TRIAL NUMBER		1 (Vulkanik)	2 (Clereng)	3
Seaking (10.1 Min)	Start	10.3	10.34	
	Stop	10.4	10.44	
Sedimentation Time (20 min - 15 sec)	Start	10.42	10.45	
	Stop	10.57	11	
Clay Reading		3,78	4,878	
Sand Reading		3,252	3,378	
SE = Sand Reading x 100		86%	69,25 %	
Clay Reading				
Average sand Equivalent		77,625 %		
Remark : Kadar Lumpur Agregat Vulkanik = 100% - SE				
= 100 - 877,625 = 22,375 %				

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



**PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : Agregat kasar clereng
Jenis Contoh : Agregat Kasar
Di Test tanggal : 30 Mei 2007
Diperiksa oleh : Pranoto

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25	12:30 WIB
SELESAI PEMANASAN	170	12:38 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	170	12:40 WIB
SELESAI	25	13:10 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25	13:11 WIB
SELESAI	25	13:14 WIB

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PERSEN YANG DISELIMUTI ASPAL
I	99%

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL**

Lampiran 5

Contoh dari : Pertamina
Jenis contoh : AC 60 / 70
Diperiksa tanggal : 30 Mei 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	17,16 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	39,3 gram
3	Berat air (2 - 1)	22,14 gram
4	Berat vicnometer + asphalt	19,18 gram
5	Berat asphalt (4 - 1)	2,02 gram
6	Berat vicnometer + asphalt + aquadest	39,41 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	20,23 gram
8	Volume Asphalt (3 - 7)	1,90 gram
9	Berat Jenis Asphalt : berat/vol (5/8)	1,06 gram

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHALT**

Lampiran 6

Contoh dari : Pertamina
Jenis contoh : AC 60 / 70
Diperiksa tanggal : 4 Juni 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan		WIB
Selesai Pemanasan		WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai		
Selesai		
Diperiksa		
Mulai		
Selesai		

HASIL PENGAMATAN

No.	Suhu Yang Diamati	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5	0	0	10.51	10.53
2	10	1.22	1.22	Pada suhu	
3	15	4.07	4.07	52°C	52,5°C
4	20	5.34	5.34		
5	25	6.16	6.16		
6	30	7.05	7.05		
7	35	7.49	7.49		
8	40	8.36	8.36		
9	45	9.17	9.17		
10	50	10.04	10.04		
11	55	10.51	10.53		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 JUN 2007

Lia Wahyuningsih



PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHALT

Lampiran 7

Contoh dari : Pertamina
Jenis contoh : AC 60 / 70
Diperiksa tanggal : 30 Mei 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu	
Mulai Pemanasan	27° C	08.05	WIB
Selesai Pemanasan	120° C	08.15	WIB
Didiamkan pada suhu ruang			
Mulai	120° C	08.15	WIB
Selesai	27° C	09.40	WIB
Diperiksa			
Mulai		10.05	WIB
Selesai		10.20	WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	328	329
II		
RATA - RATA		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

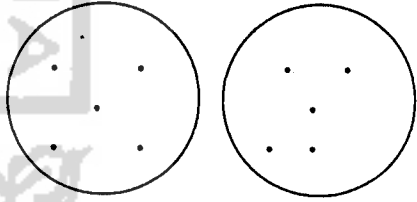
Lampiran 8

Contoh dari : Pertamina
 Jenis contoh : AC 60 / 70
 Diperiksa tanggal : 4 Juni 2007
 Diperiksa Oleh : Pranoto

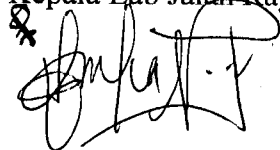
Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu	
Mulai Pemanasan	26° C	08.14	WIB
Selesai Pemanasan	150° C	08.20	WIB
Didiamkan pada suhu ruang			
Mulai	150° C	08.30	WIB
Selesai	27° C	09.25	WIB
Direndam air dengan suhu (25 %)			
Mulai	27° C	09.25	WIB
Selesai	25° C	10.25	WIB
Diperiksa			
Mulai	25° C	10.30	WIB
Selesai	25° C	10.45	WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	CAWAN I	CAWAN II	Sket Hasil Pengamatan
1	60	69	
2	66	66	
3	65	69	
4	62	69	
5	69	65	



Mengetahui
 Kepala Lab Jalan Raya



Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
 Peneliti

09 AUG 2007



Lia Wahyuningsih

**PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY)/ RESIDUE**

Contoh dari : Pertamina

Jenis Contoh : Aspal

Di Test tanggal : 30 Mei 2007

Diperiksa Oleh : Pranoto

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 suhu Waterbath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu waterbath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada suhu 25°C 5cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Daktilitas pada suhu 25°C 5cm per menit		Pembacaan pengukur pada alat	
Pengamatan	I	165 Cm	
Pengamatan	II	165 Cm	
Rata-rata (I+II)/2		165 Cm	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM T.C.E

Lampiran 10

(SOLUBILITY)

Contoh dari : Pertamina
Jenis contoh : AC 60 / 70
Diterima tanggal : 3 Mei 2007
Diperiksa : Pranoto

Pembukaan contoh	DIPANASKAN	Pembacaan waktu	Pembacaan suhu
	mulai jam	11.06	
	selesai jam	11.21	
PEMERIKASAAN			
1. Penimbangan	mulai jam	10:44	
2. Pelarutan	mulai jam	10.45	25°C
3. Penyaringan	mulai jam	10.59	
	selesai jam	11.06	
4. Di oven	mulai jam	11.06	110°C
5. Penimbangan	mulai jam	11.24	

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	=	73,7	gr
2. Berat Erlenmeyer + aspal	=	75,48	gr
3. Berat aspal (2 - 1)	=	1,78	gr
4. Berat kertas saring bersih	=	0,56	gr
5. Berat kertas saring + endapan	=	0,78	gr
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	=	0,22	gr
7. Persentase endapan [6/3 x 100%]	=	0,124	gr
8. Bitumen yang larut [100% - 7]	=	99,876	gr

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST, M.Eng

Yogyakarta,

Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T96-77**

Contoh dari : Agregat kasar clereng

Jenis Contoh : Agregat Kasar

Di Test tanggal : 4 Juni 2007

Diperiksa oleh : Sukamto

Jenis Gradasi		LASTON No.IV	
SARINGAN		Benda Uji	
Lolos	Tertahan	I	II
25,4 mm (1")	19,05 mm (3/4")		
19,05 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	2500	
12,7 mm (1/2")	9,52 mm (3/8")	2500	
9,52 mm (3/8")	6,35 mm (#4)		
6,35 mm (#4)	3,17 mm (#8)		
3,17 mm (#8)	0,84 mm (#30)		
0,84 mm (#30)	0,50 mm (#50)		
0,50 mm (#50)	025 mm (#100)		
025 mm (#100)	0,12 mm (#200)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUM LAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3461,5	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		30,77%	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,

Peneliti

09 JUN 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS FILLER

Lampiran 12

Contoh dari : Clereng
Jenis contoh : Abu Batu
Diperiksa tanggal : 19 Juni 2007
Diperiksa Oleh :Pranoto

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat 1	Berat 2
1	Berat viciometer kosong	11,83 gram	12,25 gram
2	Berat viciometer + Aquadest	29,12 gram	30,12 gram
3	Berat air (2 - 1)	17,29 gram	17,87 gram
4	Berat viciometer + abu batu	15,9 gram	16,37 gram
5	Berat abu batu (4 - 1)	4,07 gram	4,12 gram
6	Berat viciometer + abu batu + aquadest	31,52 gram	32,55 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	15,62 gram	16,18 gram
8	Volume abu batu (3 - 7)	1,67 gram	1,69 gram
9	Berat Jenis abu batu : berat/vol (5/8)	2,44 gram	2,44 gram
	Rata-rata	2,44 gram	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT JENIS FILLER

Lampiran 13

Contoh dari : Sigaluh
Jenis contoh : Abu Sekam Padi
Diperiksa tanggal : 19 Juni 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat 1	Berat 2
1	Berat vicnometer kosong	12,95 gram	11,98 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	32,03 gram	29,78 gram
3	Berat air (2 - 1)	19,08 gram	17,8 gram
4	Berat vicnometer + abu sekam padi	14 gram	13 gram
5	Berat abu sekam padi (4 - 1)	1,05 gram	1,02 gram
6	Berat vicnometer + abu sekam padi + aquadest	32,6 gram	30,04 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	18,6 gram	17,04 gram
8	Volume abu sekam padi (3 - 7) Berat Jenis abu sekam padi :	0,48 gram	0,76 gram
9	berat/vol (5/8)	2,19 gram	1,34 gram
	Rata-rata	1,765 gram	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS FILLER**

Lampiran 14

Contoh dari : PLTU Cilacap
Jenis contoh : *Fly Ash*
Diperiksa tanggal : 19 Juni 2007
Diperiksa Oleh : Pranoto

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat 1	Berat 2
1	Berat viconometer kosong	12,29 gram	11,65 gram
2	Berat viconometer + Aquadest	28,5 gram	28,88 gram
3	Berat air (2 - 1)	16,21 gram	17,23 gram
4	Berat viconometer + fly ash	18,54 gram	16,65 gram
5	Berat fly ash (4 - 1)	6,25 gram	5 gram
6	Berat viconometer + fly ash + aquadest	32,1 gram	32,02 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	13,56 gram	15,37 gram
8	Volume fly ash (3 - 7)	2,65 gram	1,86 gram
9	Berat Jenis fly ash : berat/vol (5/8)	2,36 gram	2,67 gram
	Rata-rata	2,515 gram	

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST,M.Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



Contoh dari : Agregat Clereng
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : Kadar Aspal 4%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	115.2	115.2	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	115.2	230.4	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	230.4	460.8	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	201.6	662.4	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	218.88	881.28	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	63.36	944.64	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	69.12	1013.76	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	46.08	1059.84	92	8	4	10
	PAN	92.16	1152	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 16

Contoh dari : Agregat Clereng
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : Kadar Aspal 5%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	114	114	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	114	228	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	228	456	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	199.5	655.5	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	216.6	872.1	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	62.7	934.8	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	68.4	1003.2	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	45.6	1048.8	92	8	4	10
	PAN	91.2	1140	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



Contoh dari : Agregat Clereng
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : Kadar Aspal 6%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	112.8	112.8	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	112.8	225.6	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	225.6	451.2	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	197.4	648.6	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	45.12	1037.76	92	8	4	10
	PAN	90.24	1128	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



Lampiran 18

Contoh dari : Agregat Clereng
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : kadar aspal 7%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	111.6	111.6	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	111.6	223.2	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	223.2	446.4	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	195.3	641.7	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	212.04	853.74	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	61.38	915.12	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	66.96	982.08	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	44.64	1026.72	92	8	4	10
	PAN	89.28	1116	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 19

Contoh dari : Agregat Clereng
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : kadar aspal 8%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	110.4	110.4	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	110.4	220.8	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	220.8	441.6	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	193.2	634.8	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	209.76	844.56	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	60.72	905.28	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	66.24	971.52	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	66.24	1037.76	94	6	4	10
	PAN	66.24	1104	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Agregat Clereng, *filler* abu batu
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : kadar aspal optimum 7.305%
Diperiksa oleh : Sukamto

Lampiran 20

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	111.23	111.23	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	111.23	222.47	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	222.47	444.94	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	194.66	639.60	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	211.34	850.94	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	61.18	912.12	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	66.74	978.86	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	44.49	1023.35	94	6	4	10
	PAN	88.99	1112.34	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian Kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti

09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



Contoh dari : Agregat Clereng, *filler fly ash*
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : kadar aspal optimum 4.8%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	114.24	114.24	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	114.24	228.48	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	228.48	456.96	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	199.92	656.88	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	217.06	873.94	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	62.83	936.77	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	68.54	1005.31	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	45.70	1051.01	94	6	4	10
	PAN	91.39	1142.40	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



Lampiran 22

Contoh dari : Agregat Clereng, *filler* abu sekam padi
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : kadar aspal optimum 7.685%
Diperiksa oleh : Sukamto

ANALISA SARINGAN AGREGAT

No. Saringan		Berat Tertahan		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19.1 mm	3/4 "	0	0	0	100	-	100
12.7 mm	1/2 "	110.78	110.78	10	90	80	100
9.052 mm	3/8 "	110.78	221.56	20	80	70	90
4.76 mm	No. 4	221.56	443.11	40	60	50	70
2.378 mm	No. 8	193.86	636.97	57.5	42.5	35	50
0.59 mm	No. 30	210.48	847.45	76.5	23.5	18	29
0.279 mm	No. 50	60.93	908.38	82	18	13	23
0.149 mm	No. 100	66.47	974.85	88	12	8	16
0.074 mm	No. 200	44.31	1019.16	92	8	4	10
	PAN	88.62	1107.78	100	0		

Mengetahui
Kepala Lab Jalan Raya

Berlian kushari .ST.M Eng

Yogyakarta,
Peneliti 09 AUG 2007

Lia Wahyuningsih



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kalitirage Km 14.4 telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Clereng
: Filler Abu Batu
Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir
Jenis Campuran : LASTON

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
Diperiksa Oleh : Sukamto
Tanggal : 4 Mei 2007

Lampiran 23

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	DENSITY										VMA	VFVA	VITM	o	p	stabilitas	flow	QM	angka koreksi	
	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i										j	k	l	m	n
1. K. Asp 4%	63.3	4.17	4.0	1164	1172	640	532	2.188	2.49	8.26	79.73	12.02	20.274	40.72	12.02	1080.96	1098.26	3.200	343.205	1.016
2. K. Asp 4%	64	4.17	4.0	1159	1164	645	519	2.233	2.49	8.43	81.37	10.20	18.628	45.24	10.20	1306.16	1253.91	3.600	348.309	0.98
3. K. Asp 4%	63.3	4.17	4.0	1160	1169	660	509	2.279	2.49	8.60	83.04	8.36	16.958	50.71	8.36	1418.76	1441.46	3.150	457.606	1.016
rata-rata								2.233												
1. K. Asp 5%	64.7	5.26	5.0	1167	1173	660	513	2.275	2.45	10.73	82.03	7.24	17.972	59.71	7.24	1666.48	1567.99	3.100	383.04	0.9409
2. K. Asp 5%	62.3	5.26	5.0	1165	1172	649	523	2.228	2.45	10.51	80.32	9.17	19.678	53.40	9.17	1306.16	1345.34	3.800	354.038	1.03
3. K. Asp 5%	62.7	5.26	5.0	1161	1170	651	519	2.237	2.45	10.55	80.66	8.79	19.337	54.57	8.79	1238.6	1263.37	4.100	308.140	1.02
rata-rata								2.246												
1. K. Asp 6%	64.3	6.38	6.0	1168	1173	660	513	2.277	2.42	12.89	81.23	5.88	18.766	68.68	5.88	1418.76	1350.38	3.770	358.190	0.9518
2. K. Asp 6%	63	6.38	6.0	1164	1176	665	511	2.278	2.42	12.89	81.27	5.83	18.727	68.85	5.83	1463.8	1482.10	3.760	394.175	1.0125
3. K. Asp 6%	63.7	6.38	6.0	1165	1175	663	512	2.275	2.42	12.88	81.18	5.94	18.816	68.45	5.94	1486.32	1462.54	3.850	379.880	0.984
rata-rata								2.277												
1. K. Asp 7%	59.3	7.53	7.0	1169	1178	660	518	2.257	2.39	14.90	79.66	5.43	20.338	73.28	5.43	1238.6	1388.78	3.990	348.065	1.12125
2. K. Asp 7%	60	7.53	7.0	1170	1179	665	514	2.276	2.39	15.03	80.35	4.62	19.649	76.50	4.62	1013.4	1114.13	3.610	308.624	1.0994
3. K. Asp 7%	60	7.53	7.0	1168	1178	669	509	2.295	2.39	15.15	81.00	3.84	18.998	79.76	3.84	1396.24	1535.03	3.800	403.954	1.0994
rata-rata								2.276												
1. K. Asp 8%	60	8.70	8.0	1169	1178	669	509	2.297	2.35	17.33	80.20	2.47	19.801	87.54	2.47	698.12	767.51	3.900	196.798	1.0994
2. K. Asp 8%	59	8.70	8.0	1171	1179	660	519	2.256	2.35	17.03	78.79	4.18	21.212	80.28	4.18	1508.84	1705.89	4.100	416.072	1.1306
3. K. Asp 8%	60	8.70	8.0	1169	1177	661	516	2.266	2.35	17.10	79.11	3.79	20.889	81.85	3.79	630.56	693.24	3.980	174.180	1.0994
rata-rata								2.273												

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah penuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

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

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)
QM = Quotient Marshall (kg/mm)
= ± 160°C
Suhu pemadatan
= ± 140°C
Suhu pemadatan
= 60°C
B.J Aspal
= 1,06
B.J Agregat abu batu
= 2,6346
Kalibrasi proving ring
= 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab Jalan Raya

Bertia Kusnari ST, M. eng



Asal material : Agregat Clereng
 : Filler Fly Ash
 Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir
 Jenis Campuran : LASTON

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuingsih
 Diperiksa Oleh : Sukanto
 Tanggal : 4 Mei 2007

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	DENSITY													VMA	VFWA	VTIM	stabilitas			flow	QM	angka koreksi
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m				n	o	p				q	r
1. K. Asp 4%	61.3	4.17	4.0	1163	1169	658	511	2.276	2.49	8.59	82.74	8.67	17.258	49.77	8.67	30	675.6	715.29	2.900	246.652	1.05875		
2. K. Asp 4%	61	4.17	4.0	1182	1185	661	524	2.256	2.49	8.51	82.01	9.48	17.992	47.31	9.48	85	1914.2	2044.60	2.700	757.261	1.068125		
3. K. Asp 4%	61.7	4.17	4.0	1169	1171	668	503	2.324	2.49	8.77	84.49	6.74	15.508	56.55	6.74	52	1171.04	1225.20	2.200	556.909	1.04625		
rata-rata															8.30			1328.37	2.600	520.27			
1. K. Asp 5%	58.8	5.26	5.0	1137	1139	667	472	2.409	2.46	11.36	86.66	1.97	13.336	85.20	1.97	60	1351.2	1536.15	2.220	691.957	1.136875		
2. K. Asp 5%	60	5.26	5.0	1134	1138	668	470	2.413	2.46	11.38	86.80	1.82	13.197	86.24	1.82	51	1148.52	1262.65	3.200	394.579	1.099375		
3. K. Asp 5%	60.7	5.26	5.0	1154	1158	670	488	2.365	2.46	11.15	85.08	3.77	14.924	74.74	3.77	39	878.28	946.35	2.500	378.539	1.0775		
rata-rata															2.52			1248.38	2.640	488.36			
1. K. Asp 6%	61.7	6.38	6.0	1172	1174	681	493	2.377	2.42	13.46	84.63	1.92	15.374	87.53	1.92	45	1013.4	1060.27	3.720	285.019	1.04625		
2. K. Asp 6%	62.7	6.38	6.0	1150	1155	675	480	2.396	2.42	13.56	85.29	1.15	14.713	92.17	1.15	42	945.84	964.76	4.200	229.704	1.02		
3. K. Asp 6%	63.3	6.38	6.0	1154	1174	688	486	2.374	2.42	13.44	84.53	2.03	15.473	86.86	2.03	30	675.6	678.98	4.900	138.567	1.005		
rata-rata															1.70			901.33	4.273	217.76			
1. K. Asp 7%	59	7.53	7.0	1134	1136	651	485	2.338	2.39	15.44	82.35	2.21	17.652	87.47	2.21	31	698.12	785.31	3.400	232.151	1.130625		
2. K. Asp 7%	62.3	7.53	7.0	1187	1190	683	507	2.341	2.39	15.46	82.46	2.08	17.544	88.13	2.08	30	675.6	695.87	4.680	148.690	1.03		
3. K. Asp 7%	63.3	7.53	7.0	1187	1189	686	503	2.360	2.39	15.58	83.11	1.30	16.888	92.28	1.30	45	1013.4	1018.47	4.600	221.406	1.005		
rata-rata															1.87			834.55	4.227	200.75			
1. K. Asp 8%	59.3	8.70	8.0	1147	1151	652	499	2.299	2.36	17.35	80.08	2.57	19.916	87.11	2.57	30	675.6	757.52	4.500	168.337	1.12125		
2. K. Asp 8%	59.7	8.70	8.0	1138	1140	647	493	2.308	2.36	17.42	80.42	2.16	19.577	88.99	2.16	26	585.52	649.20	6.150	105.560	1.10875		
3. K. Asp 8%	59.3	8.70	8.0	1161	1162	659	503	2.308	2.36	17.42	80.42	2.16	19.583	88.96	2.16	43	968.36	1085.77	3.800	285.730	1.12125		
rata-rata															2.30			830.83	4.817	186.54			

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat Fly Ash = 2,6406
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

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

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

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari ST, M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14.4 telp. 95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Ciereng

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih

: Filler Abu Sekam Pat Diperiksa Oleh : Sukanto

Tanggal : 4 Mei 2007

Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir

Jenis Campuran : LASTON

Lampiran 25

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample t (mm)	DENSITY										VMA	VFWA	VITM	stabilitas	flow	QM	angka koreksi			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								k	l	m	n	o	p	q	r
K.Asp 4 71	4.17	4.0	1167	1172	612	560	2.084	2.44	7.86	77.52	14.61	22.477	34.99	14.61	25	563	469.49	4.700	99.891	0.8339
K.Asp 4 70.7	4.17	4.0	1134	1143	637	506	2.241	2.44	8.46	83.37	8.17	16.629	50.86	8.17	26	585.52	508.11	3.200	158.786	0.8678
K.Asp 4 71.5	4.17	4.0	1160	1171	644	527	2.201	2.44	8.31	81.88	9.81	18.116	45.85	9.81	21	472.92	391.93	3.890	100.754	0.82875
rata-rata							2.175													
K.Asp 5 70.3	5.26	5.0	1150	1156	654	502	2.291	2.41	10.81	84.33	4.86	15.667	68.97	4.86	37	833.24	700.42	4.400	159.187	0.8406
K.Asp 5 71.7	5.26	5.0	1166	1174	627	547	2.132	2.41	10.05	78.47	11.47	21.528	46.71	11.47	22	495.44	409.36	3.100	132.051	0.82625
K.Asp 5 69.7	5.26	5.0	1154	1160	617	543	2.125	2.41	10.02	78.24	11.74	21.764	46.06	11.74	39	878.28	743.46	3.300	225.292	0.8465
rata-rata							2.183													
K.Asp 6 73.6	6.38	6.0	1181	1199	655	544	2.171	2.38	12.29	79.08	8.63	20.922	58.74	8.63	35	788.2	629.57	4.420	142.438	0.79875
K.Asp 6 69	6.38	6.0	1163	1167	640	527	2.207	2.38	12.49	80.39	7.12	19.615	63.68	7.12	37	833.24	710.92	3.200	222.163	0.8532
K.Asp 6 73.3	6.38	6.0	1190	1196	650	546	2.179	2.38	12.34	79.39	8.27	20.611	59.86	8.27	38	855.76	688.37	3.000	229.458	0.8044
rata-rata							2.186													
K.Asp 7 71.7	7.53	7.0	1146	1151	642	509	2.251	2.35	14.87	81.14	3.99	18.861	78.83	3.99	39	878.28	725.68	3.690	196.661	0.82625
K.Asp 7 67.7	7.53	7.0	1128	1132	625	507	2.225	2.35	14.69	80.18	5.13	19.820	74.13	5.13	30	675.6	588.65	3.100	189.887	0.8713
K.Asp 7 68	7.53	7.0	1128	1133	628	505	2.234	2.35	14.75	80.50	4.75	19.503	75.63	4.75	40	900.8	779.73	3.300	236.283	0.8656
rata-rata							2.237													
K.Asp 8 69.3	8.70	8.0	1176	1180	653	527	2.231	2.31	16.84	79.55	3.60	20.446	82.37	3.60	44	990.88	842.55	3.500	240.727	0.8503
K.Asp 8 68.5	8.70	8.0	1167	1173	644	529	2.206	2.31	16.65	78.65	4.70	21.353	77.97	4.70	45	1013.4	869.60	2.850	305.122	0.8581
K.Asp 8 70.3	8.70	8.0	1172	1175	657	518	2.263	2.31	17.08	80.66	2.26	19.339	88.30	2.26	40	900.8	724.78	3.100	233.801	0.8046
rata-rata							2.233													

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

Mengetahui:

Kepala Laboratorium Raya

[Signature]

Berlian Kusnati ST, M. eng

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
QM = Quotient Marshall (kg/mm)
Suhu pencampuran = ± 160°C
Suhu pematangan = ± 140°C
Suhu waterbath = 60°C
B.J Aspal = 1,06
B.J Agregat abu sekam padi = 2,5806
Kalibrasi proving ring = 22,52 kg



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Asal material : Agregat Clereng
 Pekerjaan/proyek : *Filler* Abu Batu
 Jenis Campuran : LASTON kadar aspal 7.305%

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 Diperiksa Oleh : Sukamto
 Tanggal : 20 Juni 2007
 Waktu Perendaman : 30 Menit

Lampiran 26

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	DENSITY										VITM	stabilitas	flow	QM	angka koreksi					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j						k				
1	58.50	7.88	7.305	1177	1190	633	557	2.113	2.228	14.562	80.276	5.161	19.724	73.833	5.161	51	1149	1317.35	6.7	196.62	1.147
2	59.10	7.88	7.305	1184	1196	627	569	2.081	2.228	14.340	79.051	6.609	20.949	68.452	6.609	50	1126	1269.57	6.82	186.15	1.128
3	58.92	7.88	7.305	1173	1186	635	551	2.129	2.228	14.671	80.875	4.454	19.125	76.710	4.454	57	1284	1454.36	4.85	299.87	1.133
rata-rata								2.108					19.933	72.998	5.408			1347.09		227.55	

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

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat abu batu = 2,6346
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari ST.M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 27

Asal material : Agregat Clereng
 : Filler Abu Batu
 Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir
 Jenis Campuran : LASTON kadar aspal 7.305%

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 Diperiksa Oleh : Sukamto
 Tanggal : 18 Juni 2007
 Waktu Perendaman : 24 Jam

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	f (mm)	DENSITY										stabilitas	flow	QM	angka koreksi						
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j					k	l	m	n	o	p	q	r
1	58.50	7.88	7.305	1181	1193	621	572	2.065	2.228	14.229	78.437	7.334	21.563	65.987	7.334	46	1036	1188.20	5.5	216.04	1.147
2	58.07	7.88	7.305	1170	1184	617	567	2.063	2.228	14.221	78.392	7.388	21.608	65.810	7.388	48	1081	1254.99	2.9	432.76	1.161
3	59.00	7.88	7.305	1176	1188	624	564	2.085	2.228	14.370	79.213	6.418	20.787	69.126	6.418	43	968.4	1095.22	4.65	235.53	1.131
rata-rata							2.071						21.320	66.974	7.047			1179.47	4.35	294.77	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

i = (b x g) : Bj Asp

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pematatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat abu batu = 2,6346
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Ray

Bertian Kushari ST, M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14.4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 28

Asal material : Agregat Ciereng
 : Filler Fly Ash
 Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir
 Jenis Campuran : LASTON kadar aspal 4.8%

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 Diperiksa Oleh : Sukamto
 Tanggal : 20 Juni 2007
 Waktu Perendaman : 30 Menit

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample t (mm)	DENSITY										VMA	VFWA	VITM	stabilitas			QM	angka koreksi			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j				k	l	m			n	o	p	q	r
1	62.90	4.87	4.645	1225	1245	701	544	2.252	2.470	9.868	81.316	8.816	18.684	52.815	8.816	54	1216.1	1234.32	3.98	310.13	1.015
2	62.50	4.87	4.645	1223	1244	697	547	2.236	2.470	9.798	80.738	9.464	19.262	50.866	9.464	48	1081	1107.98	4.05	273.58	1.025
3	63.92	4.87	4.645	1225	1248	698	550	2.227	2.470	9.760	80.429	9.811	19.571	49.871	9.811	51	1148.5	1109.93	3.27	339.43	0.9664
rata-rata								2.238					19.172	51.184	9.364			1150.74	3.77	307.71	

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

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pematangan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat Fly Ash = 2,6406
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berhan Kushari ST, M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 29

Asal material : Agregat Ciereng
 : Filler Fly Ash
 Pekerjaan/proyek : Tugast Akhir
 Jenis Campuran : LASTON kadar aspal 4.8%

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 Diperiksa Oleh : Sukamto
 Tanggal : 18 Juni 2007
 Waktu Perendaman : 24 Jam

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample t (mm)	DENSITY										VITM	stabilitas	flow	angka koreksi							
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j					k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	63.83	4.87	4.645	1231	1250	703	547	2.250	2.470	9.862	81.267	8.872	18.733	52.642	8.872	50	1126	1096.27	4.15	264.16	0.9736
2	65.23	4.87	4.645	1228	1250	700	550	2.233	2.470	9.784	80.626	9.590	19.374	50.501	9.590	35	788.2	730.50	5.5	132.82	0.9268
3	62.75	4.87	4.645	1214	1235	695	540	2.248	2.470	9.852	81.183	8.965	18.817	52.355	8.965	40	900.8	917.74	4.97	184.65	1.0188
rata-rata								2.244					18.975	51.833	9.142			914.84	4.87	193.88	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

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

i = (b x g) : Bj Asp

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)

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

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshall (kg/mm)

Suhu pencampuran = ± 160°C

Suhu pematatan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1,06

B.J Agregat Fly Ash = 2,6406

Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Bertian Kushari ST.M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 30

Asal material : Agregat Clereng Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 : Filler Abu Sekam Padi Diperiksa Oleh : Sukamto
 Pekerjaan/proyek : Tugas Akhir Tanggal : 20 Juni 2007
 jenis Campuran : LASTON kadar aspal 7.685% Waktu Perendaman : 30 Menit

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	DENSITY											stabilitas	flow	QM	angka koreksi					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k					l	m	n	o	p	q	r
1	68.83	8.32	7.685	1189	1205	628	577	2.061	2.324	14.940	73.715	11.345	26.285	56.838	11.345	65	1463.8	1251.40	5.78	216.51	0.8549
2	59.75	8.32	7.685	1179	1189	647	542	2.175	2.324	15.771	77.815	6.414	22.185	71.089	6.414	35	788.2	872.70	3.45	252.96	1.1072
3	70.62	8.32	7.685	1191	1207	602	605	1.969	2.324	14.272	70.422	15.306	29.578	48.253	15.306	41	923.32	773.28	2.8	276.17	0.8375
rata-rata								2.068					26.016	58.727	11.021			965.79	4.01	248.54	

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

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat abu sekam padi = 2,5806
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari ST.M. eng



LABORATORIUM JALAN RAYA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang Km 14,4 telp.95330 Yogyakarta 55584

Lampiran 31

Asal material : Agregat Clereng
 Pekerjaan/proyek : Filler Abu Sekam Padi
 Jenis Campuran : LASTON kadar aspal 7.685%

Di kerjakan Oleh : Lia Wahyuningsih
 Diperiksa Oleh : Sukamto
 Tanggal : 18 Juni 2007
 Waktu Perendaman : 24 Jam

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	DENSITY										VITM	flow	QM	angka koreksi						
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j					k	l	m	n	o	p	q
1	58.07	8.32	7.685	1197	1215	621	594	2.015	2.324	14.610	72.087	13.303	27.913	52.341	13.303	45	1013.4	866.36	3.95	219.33	1.161
2	63.68	8.32	7.685	1181	1200	599	601	1.965	2.324	14.247	70.295	15.458	29.705	47.961	15.458	37	833.24	1644.48	3.9	421.66	1.9736
3	70.08	8.32	7.685	1179	1188	596	592	1.992	2.324	14.439	71.243	14.318	28.757	50.210	14.318	37	833.24	702.25	3.8	184.80	0.8428
rata-rata				1186				1.991					28.791	50.171	14.360			1071.03	3.88	275.27	

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

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pematangan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,06
 B.J Agregat abu sekam padi = 2,5806
 Kalibrasi proving ring = 22,52 kg

Mengetahui:
 Kepala Labo Jalan Raya

 Berliqa Kushari ST.M. eng



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

FM-UII-AA-FPU-09

Jogjakarta, 2/27/2007

Nomor : 203 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ II /2007
Lamp. :
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

Kepada:

Bapak/Ibu: BACHNAS, M.Sc

di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Nama : LIA WAHYUNINGSIH

No. Mhs. : 03511153

dapat diberikan petunjuk-petunjuk serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir dengan Dosen Pembimbing sebagai berikut:

Dosen Pembimbing I : BACHNAS, M.Sc

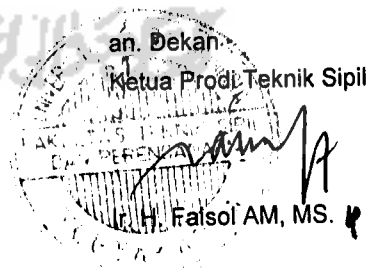
Dosen Pembimbing II : SUBARCAH, MT

Dengan mengambil Topik/ Judul :

Komparasi Penggunaan Filler Fly Ash (Abu Terbang Batu Bara) Filler Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Dan Filler Abu Batu Pada Lapis Aspal Beton (Laston)

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

FM-UII-AA-FPU-09

Jogjakarta, 2/27/2007

Nomor : 203 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ II /2007
Lamp. :
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

Kepada:

Bapak/Ibu: SUBARCAH, MT

di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Nama : LIA WAHYUNINGSIH
No. Mhs. : 03511153

dapat diberikan petunjuk-petunjuk serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir dengan Dosen Pembimbing sebagai berikut:

Dosen Pembimbing I : BACHNAS, M.Sc
Dosen Pembimbing II : SUBARCAH, MT

Dengan mengambil Topik/ Judul :

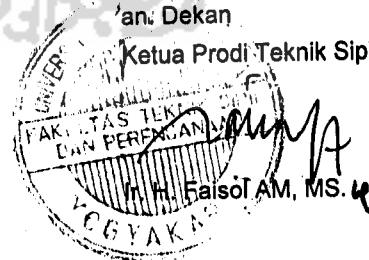
Komparasi Penggunaan Filler Fly Ash (Abu Terbang Batu Bara) Filler Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Dan Filler Abu Batu Pada Lapis Aspal Beton (Laston)

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan

Ketua Prodi Teknik Sipil





UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
LIA	03511153	TEKNIK SIPIL

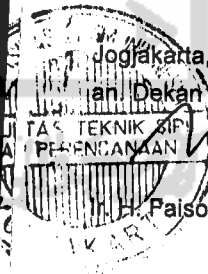
PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA		■	■	■	■	
6	Sidang-Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : BACHNAS, M.Sc
 Dosen Pembimbing II: SUBARKAH, MT

JUDUL TUGAS AKHIR

Komparasi Penggunaan Filler Fly Ash (Abu Terbang Batu Bara) Filler Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Dan Filler Abu Batu Pada Lapis Aspal Beton (Laston)



2/27/2007

Jogjakarta,

Dekan

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

H. H. Paisol AM, MS

Catatan:

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

Hp : 081 328 075 546

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	3 Maret 07.	* Perbaiki yg diberi tanda. * Langkayni Daftar Pustaka. * Batasan masalah dan jenis material harus sama dg penelitian terdahulu, karena penelitian ini merupakan lanjutan dr penelitian yg sdh dilakukan.	
	13 Maret 07.	Setuju dikonsultasikan pada Pembimbing Dua. Bf	
	20/03/07	Perbaikan sesuai dg tanda pd lembar motus? - Tata tulis - Letak belah ketupat - TSP - Metode penelitian - Bagian pustaka	Lembar koreksi dikumpulkan (jangan dibuang) ditunjukkan saat absensi
	26/03/07	Konsultasikan kembali ke OPI sebelum seminar proposal.	A



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

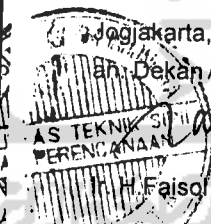
PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
LIA	03511153	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Komparasi Penggunaan Filler Fly Ash (Abu Terbang Batu Bara) Filler Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash)
Dan Filler Abu Batu Pada Lapis Aspal Beton (Laston)



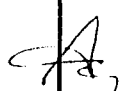

Dosen Pembimbing I : BACHNAS, M.Sc
Dosen Pembimbing II: SUBARCAH, MT



2/27/2007

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	28/07	Perbaikan tata tulis Lengkap deskripsi pd metode penelitian ukuran in. kerji dan jumlah sampel Tambahkan data VMA Pembahasan immersion diperjelas	
	10/08 '07	<ul style="list-style-type: none"> • Pembahasan VMA dan Immersion test diperjelas • Perbaiki kesimpulan. 	
	24/08 '07	Lengkap d. let Pengantar	
	23/08 '07	Lanjutan konsultasi ke DPT	
	3/8-07	* Perbaiki dan lengkapi - rujukan litig / referensi - tabel analisis - grafik acorelasi - tabel stb, flow dll	
	17sept.	Setuju dan jwb pd sistang.	