

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HASRAT/2005	
TGL TERIMA :	7 September 2005
NO. JUDUL :	001665
NO. INV. :	5120001665001
NO. INDEK. :	

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN
FILLER LIMBAH GIPSUM DAN SEMEN PORTLAND
PADA KARAKTERISTIK MARSHALL DAN NILAI KOHESI
CAMPURAN BETON ASPAL**

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



Disusun Oleh :

Andi Christanto 98 511 104
Ibnu Wibowo 98 511 289

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN
FILLER LIMBAH GIPSUM DAN SEMEN PORTLAND
PADA KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN NILAI KOHESI
CAMPURAN BETON ASPAL**

Disusun Oleh :

**Nama : Andi Christanto
No. Mahasiswa : 98 511 104**

**Nama : Ibnu Wibowo
No. Mahasiswa : 98 511 289**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :



**Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing**

Tanggal : 13-06-2005

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan Hamdalah, kupersembahkan semua ini kepada,

Bapak & Ibu

Sembah sungkem untuk Bapak & Ibu tercinta

Budi Susanto

Semoga skripsimu cepat selesai

Tri Damayanti

Adikku yang paling cantik

Semua Sanak Saudara

Keluarga Besar Wiryo Wihardjo, Titang, Klaten

Keluarga Besar Wiardjo, Jatilawang, Banyumas

Mia

Do'a dan dukunganmu adalah semangatku

Teman-teman Sipil 98 'F'

Semoga persaudaraan dan kekompakan kita selalu abadi

Anak-anak Riccia

Pak Eko, Wiwit, Dhani, Aris, Yayan, Adit, Ronny, Endi, Deni, Sigit, Anggit, Indra, Dora, Kak Dodi, Ipan, Renan, Rian, Dani, Candra, Koko, Arif, Ijul, Rubi, Okta, Toto, Firman, Hardi, Mas Hendy, Yono, Eko, Gaban, Maji dan Ari atas segala suka dan duka yang kita lewati bersama

Teman-teman Terbaik

*Ali Pethuk, Tuba, Wening, Anang, Anisa, Su'eb, Jumadi, Roy, Botel, Tutut, Devya, Dwi Mentel, Eles, Wa Herda, Dodo Nita dan teman-teman lain yang telah banyak membantu yang tidak sempat disebutkan
Terima Kasih*

ANDI CHRISTANTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

IBNU WIBOWO mengucapkan terima kasih kepada :

1. Raja Segala Makhluk di Muka Bumi ini ialah Allah Subhanallahu Wata'ala atas segala Rahmat dan Hidayah-NYA serta tak lupa shalawat dan salam kepada junjungan besar Nabi Muhammad Salallahu Allaihi Wassallam.
2. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak (Alm.Suharto) dan Ibu Sutarmi,atas segala bantuannya baik moral maupun material yang begitu besar, serta segala doa yang tiada henti-hentinya. Petuah-petuahmu akan aku laksanakan.
3. Mas Heru Prabowo atas segala bantuannya dan nasehatnya yang telah kau berikan.
4. Keluarga besar Amad Saleh, atas nasehat dan kerukunan yang terjalin serta keceriaannya dalam kebersamaan.
5. Seseorang yang sangat special di hati, **Siska Kusuma Dewi, S.Pd.** atas segala doa dan spiritmu serta canda tawamu yang selalu memberiku kekuatan dan kebahagiaan.
6. Teman-teman kost Mbah Sumiharjo-Nglempong, Yogyakarta atas segala bantuannya dan kebersamaannya.
7. Teman-teman kost Hidayatullah-Candi Karang, Yogyakarta atas segala bantuannya dan special Andi Nesta, Thanks for All.
8. Honda Astea Prima, yang selalu mengantarku ke kampus.

*Setiap orang pasti memiliki masalah.
Masalah harus diselesaikan, bukan cuma hanya dipikirkan saja.*

Beranilah melakukan sesuatu hal yang baru, supaya ada perubahan yang lebih positif.

Jangan diam (statis) saja, menunggu suatu keajaiban.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW sebagai pembawa cahaya kehidupan hingga akhir jaman, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Antara Penggunaan *Filler* Limbah Gypsum Dan Semen Portland Pada Karakteristik *Marshall* Dan Nilai Kohesi Campuran Beton Aspal”, yang merupakan syarat dalam menempuh program Strata 1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini, penyusun mendapatkan banyak sekali bimbingan, pengarahan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya, kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing serta mengarahkan penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.
4. Bapak Ir. H. Balya Umar, M.Sc., selaku Dosen Penguji, yang memberikan pengarahan pada saat Sidang dan Pendadaran untuk Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. Iskandar Syaifurrahman, MT, selaku Dosen Penguji, yang memberikan pengarahan pada saat Sidang dan Pendadaran untuk Tugas Akhir.
6. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto, yang telah membantu mempersiapkan saran dan prasarana di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII.
7. *Mandiri Utama Gypsum*, yang telah memberi bantuan untuk pengambilan sampel limbah gipsum.
8. Orang Tua kami yang tercinta, atas doa, semangat dan curahan kasih sayang yang tak pernah berhenti.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Untuk itu kritik dan saran demi kebaikan Tugas Akhir ini akan sangat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan studi ketekniksipilan.

Yogyakarta, Februari 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton Aspal	5
2.2 Agregat	5
2.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	7
2.4 Limbah Gypsum	7

2.5 Aspal	8
2.5.1 Fungsi Aspal	9
2.5.2 Sifat Aspal	9
2.6 Penelitian Sebelumnya	10
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Bahan Perkerasan	14
3.1.1 Agregat	14
3.1.2 Aspal	16
3.2 Gradasi Agregat	16
3.3 Beton Aspal	17
3.4 Karakteristik <i>Marshall</i>	19
3.4.1 Stabilitas	19
3.4.2 Kelelahan (<i>Flow</i>)	20
3.4.3 Kerapatan Campuran (<i>Density</i>)	20
3.4.4 Persen Rongga Dalam Campuran (<i>VITM</i>)	21
3.4.5 Persen Rongga Terisi Aspal (<i>VFWA</i>)	21
3.4.6 <i>Marshall Quotient</i>	22
3.5 Nilai Kohesi	23
BAB IV METODE PENELITIAN	25
4.1 Proses Penelitian	25
4.2 Peralatan Penelitian	27
4.3 Bahan Penelitian	27

4.4 Pemeriksaan Bahan	28
4.4.1 Pemeriksaan Agregat	28
4.4.2 Pemeriksaan Aspal	30
4.5 Perencanaan Campuran	31
4.6 Penyetaraan Volume	32
4.7 Pembuatan Benda Uji	35
4.8 Pelaksanaan Pengujian	36
4.8.1 Pengujian <i>Marshall</i>	36
4.8.2 Pengujian Kohesi	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	40
5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan	40
5.2 Kadar Aspal Optimum (KAO)	41
5.3 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dan Kohesi	51
5.4 Pembahasan	53
5.4.1 Stabilitas	53
5.4.2 Kelelahan (<i>Flow</i>)	55
5.4.3 <i>VITM (Void In Total Mix)</i>	58
5.4.4 <i>VFWA (Void Filled With Asphalt)</i>	61
5.4.5 <i>VMA (Void In Mineral Aggregate)</i>	64
5.4.6 Kerapatan (<i>Density</i>)	66
5.4.7 <i>Marshall Quotient</i>	68
5.4.8 Pengujian Rendaman (<i>Immertion Test</i>)	70

5.4.9 Pengujian Kohesi	73
5.5 Rekapitulasi Hasil Penelitian pada Kadar Aspal Optimum	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	78
6.1 Kesimpulan	78
6.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan Agregat Kasar	14
Tabel 3.2	Persyaratan Agregat Halus	15
Tabel 3.3	Gradasi Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	15
Tabel 3.4	Persyaratan Aspal Keras	16
Tabel 3.5	Batas Gradasi Menerus Agregat	17
Tabel 3.6	Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton	18
Tabel 3.7	Persentase Minimum Rongga Dalam Agregat	18
Tabel 3.8	Persyaratan Rencana Perkerasan Metode <i>Hveem</i>	23
Tabel 4.1	Model Benda Uji Mencari KAO	32
Tabel 4.2	Jumlah Benda Uji untuk setiap Percobaan	32
Tabel 4.3	Analisis Saringan Kadar Aspal 5% dan Kadar <i>Filler</i> 7%	33
Tabel 4.4	Berat Penyetaraan Volume <i>Filler</i>	34
Tabel 4.5	Berat Penyetaraan Volume <i>Filler</i> pada KAO	35
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	40
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan <i>Filler</i>	40
Tabel 5.3	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70	41
Tabel 5.4	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Semen Portland 6%	41
Tabel 5.5	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Semen Portland 7%	42
Tabel 5.6	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Semen Portland 8%	42

Tabel 5.7	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 6%	42
Tabel 5.8	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 7%	43
Tabel 5.9	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 8%	43
Tabel 5.10	Rentang Kadar Aspal Yang Memenuhi Persyaratan	50
Tabel 5.11	Rentang Kadar Aspal dan Kadar Aspal Optimum	51
Tabel 5.12	Rerata Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> dan <i>Immertion Test</i> Campuran dengan <i>Filler</i> Semen Portland pada KAO	51
Tabel 5.13	Rerata Hasil Pengujian <i>Marshall Standart</i> dan <i>Immertion Test</i> Campuran dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum pada KAO	52
Tabel 5.14	Rerata Hasil Pengujian Kohesi Campuran dengan <i>Filler</i> Semen Portland pada KAO	52
Tabel 5.15	Rerata Hasil Pengujian Kohesi Campuran dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum pada KAO	53
Tabel 5.16	Hasil Pengujian Stabilitas Campuran	54
Tabel 5.17	Hasil Pengujian <i>Flow</i> Campuran	56
Tabel 5.18	Hasil Pengujian <i>VITM</i> Campuran	59
Tabel 5.19	Hasil Pengujian <i>VFWA</i> Campuran	62
Tabel 5.20	Hasil Pengujian <i>VMA</i> Campuran	64
Tabel 5.21	Hasil Pengujian <i>Density</i> Campuran	66
Tabel 5.22	Hasil Pengujian <i>Marshall Quotient</i> Campuran	69
Tabel 5.23	Hasil Pengujian <i>Index Of Retained Strength</i> Campuran	71
Tabel 5.24	Hasil Pengujian Kohesi Campuran	74

Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Penelitian pada Kadar Aspal Optimum 77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Proses Kerja Laboratorium	26
Gambar 5.1	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Semen Portland 6%	44
Gambar 5.2	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Semen Portland 7%	45
Gambar 5.3	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Semen Portland 8%	46
Gambar 5.4	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 6%	47
Gambar 5.5	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 7%	48
Gambar 5.6	Grafik KAO Campuran dengan <i>Filler</i> Limbah Gypsum 8%	49
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan Stabilitas	54
Gambar 5.8	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>Flow</i>	57
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>VITM</i>	59
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>VFWA</i>	62
Gambar 5.11	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>VMA</i>	65
Gambar 5.12	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>Density</i>	67
Gambar 5.13	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>Marshall Quotient</i>	69
Gambar 5.14	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan <i>Index Of Retained Strengh</i>	72
Gambar 5.15	Grafik Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> dan Nilai Kohesi	74

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 4 Pemeriksaan Berat Jenis Limbah Gypsum
- Lampiran 5 Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland
- Lampiran 6 Pemeriksaan Daktilitas (*Ductility*)/Residue
- Lampiran 7 Pemeriksaan Keausan Agregat (*Abrasi Test*)
- Lampiran 8 Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL_4 (*Solubility*)
- Lampiran 9 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran 10 Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 11 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 12 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
- Lampiran 13 *Sand Equivalent Data*
- Lampiran 14 Analisis Saringan Kadar *Filler* 6% dan Kadar Aspal 4,5%
- Lampiran 15 Analisis Saringan Kadar *Filler* 6% dan Kadar Aspal 5%
- Lampiran 16 Analisis Saringan Kadar *Filler* 6% dan Kadar Aspal 5,5%
- Lampiran 17 Analisis Saringan Kadar *Filler* 6% dan Kadar Aspal 6%
- Lampiran 18 Analisis Saringan Kadar *Filler* 6% dan Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 19 Analisis Saringan Kadar *Filler* 7% dan Kadar Aspal 4,5%

- Lampiran 20 Analisis Saringan Kadar *Filler* 7% dan Kadar Aspal 5%
- Lampiran 21 Analisis Saringan Kadar *Filler* 7% dan Kadar Aspal 5,5%
- Lampiran 22 Analisis Saringan Kadar *Filler* 7% dan Kadar Aspal 6%
- Lampiran 23 Analisis Saringan Kadar *Filler* 7% dan Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 24 Analisis Saringan Kadar *Filler* 8% dan Kadar Aspal 4,5%
- Lampiran 25 Analisis Saringan Kadar *Filler* 8% dan Kadar Aspal 5%
- Lampiran 26 Analisis Saringan Kadar *Filler* 8% dan Kadar Aspal 5,5%
- Lampiran 27 Analisis Saringan Kadar *Filler* 8% dan Kadar Aspal 6%
- Lampiran 28 Analisis Saringan Kadar *Filler* 8% dan Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 29 Analisis Saringan Kadar *Filler* Semen Portland 6% dengan
Kadar Aspal 5,4235% (Optimum)
- Lampiran 30 Analisis Saringan Kadar *Filler* Semen Portland 7% dengan
Kadar Aspal 5,6255% (Optimum)
- Lampiran 31 Analisis Saringan Kadar *Filler* Semen Portland 8% dengan
Kadar Aspal 5,719% (Optimum)
- Lampiran 32 Analisis Saringan Kadar *Filler* Limbah Gypsum 6% dengan
Kadar Aspal 5,2095% (Optimum)
- Lampiran 33 Analisis Saringan Kadar *Filler* Limbah Gypsum 7% dengan
Kadar Aspal 5,313% (Optimum)
- Lampiran 34 Analisis Saringan Kadar *Filler* Limbah Gypsum 8% dengan
Kadar Aspal 5,4167% (Optimum)
- Lampiran 35 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Semen
Portland 6%

- Lampiran 36 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Semen Portland 6%
- Lampiran 37 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Semen Portland 7%
- Lampiran 38 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Semen Portland 7%
- Lampiran 39 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Semen Portland 8%
- Lampiran 40 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Semen Portland 8%
- Lampiran 41 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Limbah Gypsum 6%
- Lampiran 42 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Limbah Gypsum 6%
- Lampiran 43 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Limbah Gypsum 7%
- Lampiran 44 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Limbah Gypsum 7%
- Lampiran 45 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar *Filler* Limbah Gypsum 8%
- Lampiran 46 Grafik Kadar Aspal Optimum Kadar *Filler* Limbah Gypsum 8%
- Lampiran 47 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum *Filler* Semen Portland 6%
- Lampiran 48 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum *Filler* Semen Portland 7%
- Lampiran 49 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum *Filler* Semen Portland 8%
- Lampiran 50 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum

- Filler* Limbah Gypsum 6%
- Lampiran 51 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum
Filler Limbah Gypsum 7%
- Lampiran 52 Hasil Pemeriksaan *Marshall Test Standart* Kadar Aspal Optimum
Filler Limbah Gypsum 8%
- Lampiran 53 Data Pengujian Nilai Kohesi
- Lampiran 54 Hasil Perhitungan Nilai Kohesi Kadar Aspal Optimum *Filler*
Semen Portland
- Lampiran 55 Hasil Perhitungan Nilai Kohesi Kadar Aspal Optimum *Filler*
Limbah Gypsum
- Lampiran 56 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Semen Portland 6%
- Lampiran 57 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Semen Portland 7%
- Lampiran 58 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Semen Portland 8%
- Lampiran 59 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Limbah Gypsum 6%
- Lampiran 60 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Limbah Gypsum 7%
- Lampiran 61 Hasil Pemeriksaan *Immertion Test* Kadar Aspal Optimum *Filler*
Limbah Gypsum 8%

INTISARI

Beton aspal merupakan salah satu jenis perkerasan lentur yang mempunyai nilai struktural yang cukup tinggi yang tersusun atas beberapa fraksi agregat, yaitu fraksi kasar, halus dan bahan pengisi (filler) dengan menggunakan bahan ikat aspal. Eksperimen penggunaan limbah gipsum sebagai bahan filler diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti mengingat ketersediaan material filler untuk konstruksi lapis perkerasan.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai-nilai stabilitas, flow (kelelahan), VMA (Void In Mineral Aggregate), VITM (Void In Total Mix), VFWA (Void Filled With Asphalt), density (kerapatan), Marshall Quotient dan nilai kohesi dari campuran beton aspal yang menggunakan filler limbah gipsum dengan campuran beton aspal yang menggunakan filler semen portland sebagai bahan filler standar. Perbandingan filler semen portland dan limbah gipsum dilakukan dengan penyetaraan volume karena kedua bahan filler tersebut memiliki berat jenis yang berbeda, selain itu membandingkan kadar aspal optimum dengan acuan pencarian kadar aspal optimum dari Direktorat Jenderal Bina Marga.

Bahan penelitian yang digunakan berupa agregat kasar dan agregat halus dari Quarry, Clereng, Kulon Progo dan aspal AC 60 70 produksi Pertamina. Benda uji yang optimum didapatkan dengan parameter Marshall, dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% terhadap berat total campuran dan variasi kadar filler 6%, 7% dan 8%. Kadar aspal optimum yang didapatkan untuk campuran beton aspal dengan menggunakan filler semen portland pada kadar filler 6%, 7% dan 8% adalah 5,4325%, 5,625% dan 5,719%. Untuk campuran beton aspal dengan filler limbah gipsum didapatkan kadar aspal optimum 5,2095%, 5,313% dan 5,4167%. Benda uji dengan kadar aspal optimum tersebut diteliti dengan Metode Marshall dengan lama perendaman 30 menit dan 24 jam dan diteliti dengan Metode Hveem untuk mendapatkan nilai kohesi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran beton aspal yang menggunakan filler limbah gipsum mendapatkan nilai stabilitas, VFWA, density, MQ, Immertion Test dan nilai kohesi yang lebih rendah dibandingkan campuran yang menggunakan filler semen portland, sebaliknya nilai flow, VITM dan VMA mendapatkan hasil yang lebih tinggi dibanding filler semen portland. Namun nilai-nilai tersebut masih memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga, sehingga limbah gipsum dapat dimanfaatkan sebagai filler pada campuran beton aspal.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan digunakan untuk menghubungkan antara suatu daerah dengan daerah lainnya dan memegang peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan dan melancarkan transportasi untuk manusia, barang dan jasa. Peningkatan volume transportasi akan menuntut pembangunan jalan yang semakin banyak dan berkualitas sehingga manusia dituntut kreativitasnya dalam menciptakan inovasi baru untuk menciptakan jalan yang baik dan bermutu tinggi serta dapat memberikan keamanan dan kenyamanan dalam berlalu lintas.

Didasarkan pada keadaan di atas, maka kekuatan dan keawetan suatu perkerasan jalan raya sangat menentukan. Untuk itu diperlukan alternatif teknologi yang cukup inovatif dengan menggunakan teknologi sederhana yang memanfaatkan komponen lokal dengan komposisi tertentu akan menekan harga tanpa mengurangi sifat aman bangunan fisiknya, dalam hal ini mampu memberikan daya tahan terhadap pengaruh negatif akibat dari perubahan temperatur, air dan faktor-faktor alam lainnya.

Beton aspal merupakan salah satu jenis perkerasan lentur yang mempunyai nilai struktural yang cukup tinggi sehingga banyak digunakan di Indonesia untuk jalan-jalan dengan tingkat layanan tinggi. Beton aspal tersusun atas agregat yang

terdiri dari beberapa fraksi yaitu fraksi kasar, halus dan *filler* (bahan pengisi) dengan menggunakan bahan ikat aspal. Penggunaan *filler* dalam campuran berjumlah kecil namun memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap karakteristik campuran.

Filler yang sekarang biasa dipergunakan adalah abu batu, debu batu kapur dan semen portland yang merupakan hasil dari suatu produksi yang jumlahnya terbatas, sehingga diperlukan alternatif pengganti. Didasarkan oleh hal tersebut, maka peneliti bermaksud untuk mengadakan penelitian tentang penggunaan limbah gipsum sebagai *filler* terhadap karakteristik *Marshall* dan nilai kohesi beton aspal.

Limbah gipsum sangat mudah diperoleh karena pada saat ini sudah banyak bahan-bahan interior, *list* pada tembok bangunan, cetakan untuk kerajinan keramik atau untuk berbagai keperluan lainnya yang menggunakan material gipsum. Khususnya di Yogyakarta, banyak *home industri* yang menggunakan material gipsum ini untuk memproduksi berbagai keperluan di atas, sehingga untuk mendapatkan limbahnya tidak mengalami kesulitan. Gipsum mempunyai nama kimia sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$) sehingga material ini sangat dimungkinkan sebagai *filler* dalam campuran beton aspal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mempelajari perilaku beton aspal yang terdiri dari Stabilitas, *Flow*, *Density*, *Void In Mineral Aggregate (VMA)*, *Void In Total Mix (VITM)*,

Void Filled With Asphalt (VFWA), *Marshall Quotient (MQ)* dan Nilai Kohesi campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum dan dibandingkan dengan perilaku beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland berdasarkan Bina Marga 1987.

2. Mencari alternatif *filler* untuk campuran beton aspal.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan mendapatkan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya tentang konstruksi perkerasan lentur jalan raya.
2. Membuktikan kemampuan limbah gipsum sebagai *filler* alternatif pada campuran beton aspal.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan untuk memudahkan dalam menganalisis agar penelitian tidak menyimpang dari tujuannya, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut.

1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Celereng, Kulon Progo.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari Celereng, Kulon Progo.
3. *Filler* yang digunakan adalah limbah gipsum dari *Mandiri Utama Gypsum* Jl. Kranggan no.37, Jetis, Yogyakarta dengan persentase berat yang lolos saringan No.200 antara 65-100% dan semen portland merk Tiga Roda Indocement sebagai pembanding dengan variasi kadar *filler* 6%, 7% dan

8% yang diambil berdasarkan gradasi *filler* dari gradasi no. IV Bina Marga, 1987.

4. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% terhadap berat total agregat.
5. Penelitian hanya berdasarkan pada Pengujian *Marshall* dan Pengujian Nilai Kohesi.
6. Penelitian ini mengacu pada spesifikasi campuran beton aspal gradasi No. IV dari Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) SKBI-2.4.26, 1987, Direktorat Jenderal Bina Marga.
7. Perencanaan campuran beton aspal dalam penelitian ini ditujukan untuk melayani tingkat kepadatan lalu lintas berat, dengan jumlah tumbukan 2×75 .
8. Penelitian ini dilakukan tanpa membahas reaksi kimia yang terjadi pada campuran beton aspal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Aspal

Beton Aspal atau Lapisan Aspal Beton (LASTON) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal keras, yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Bina Marga, 1987).

Pembuatan Lapisan 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 lapisan di bawahnya (Bina Marga, 1987).

2.2 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa agregat hasil alam maupun hasil pengolahan yang digunakan sebagai bahan utama penyusun jalan (Bina Marga, 1987).

Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan

mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lainnya (Sukirman, S, 1992).

Gradasi adalah persentase pembagian ukuran butiran agregat dalam suatu campuran yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi agregat dapat dinyatakan dalam suatu tabel ataupun grafik.

Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

1. *Well Graded* (Gradasi Menerus/Rapat)

Gradasi yang mempunyai pembagian ukuran butiran agregat yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan permukaan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume yang besar.

2. *Uniform Graded* (Gradasi Seragam)

Gradasi yang mempunyai ukuran butir agregat yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.

3. *Gap Graded* (Gradasi Timpang)

Gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu. Agregat dengan gradasi timpang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak diantara kedua jenis diatas.

2.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) mempunyai peranan yang penting sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan, merupakan partikel kecil yang akan menempati rongga antar butiran agregat dan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga akan mengakibatkan berkurangnya kadar pori dan meningkatkan kekuatan campuran beton aspal pada konstruksi perkerasan jalan. Bila dicampur dengan aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga sifat aspal (daktilitas, penetrasi, viskositas) diubah secara drastis oleh *filler*, walaupun kadarnya relatif rendah namun penambahan *filler* akan menambah konsistensi aspal. Oleh sebab itu, penggunaan *filler* dalam campuran memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap karakteristik campuran beton aspal.

2.4 Limbah Gypsum

Gypsum (*gypsum*) merupakan material yang sering kita jumpai sebagai hiasan interior, *list profil* pada tembok bangunan, papan dinding (*wall board*), bahan dasar pembuat semen, bahan dasar pembuat cetakan kerajinan keramik, pengisi (*filler*) pada cat, bahan pembuat pupuk (*fertilizer*) dan berbagai macam keperluan lainnya.

Mengingat manfaat dan kegunaannya yang sangat besar, baik sebagai bahan bangunan ataupun sebagai bahan untuk keperluan lainnya, suatu proses pembuatan gipsium selalu menyisakan limbah yang belum dimanfaatkan. Limbah gipsium yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan limbah yang

dihasilkan dari suatu proses produksi pembuatan *list profil*, papan berserat dan hiasan interior yang berbahan dasar gipsum. Limbah gipsum bisa berupa sisa-sisa produksi dan barang cacat produksi yang kemudian dihaluskan menjadi bentuk serbuk dan diayak. Selama ini limbah gipsum belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya sebagian kecil yang memanfaatkannya sebagai material urug tanah.

2.5 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair, sehingga dapat menyelimuti partikel agregat pada waktu pembuatan beton aspal atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada waktu penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (*Kerbs and Walker, 1971*)

Aspal pada lapisan perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat (*Kerbs and Walker, 1971*).

Khusus di Indonesia, aspal yang sering digunakan dalam pelaksanaan di lapangan adalah aspal keras hasil destilasi minyak bumi dengan jenis AC 60-70 dan AC 80-100, dengan pertimbangan karena penetrasi aspal relatif rendah sehingga aspal tersebut dapat dipakai pada perkerasan dengan lalu lintas tinggi dan tahan terhadap cuaca panas (Sukirman S, 1992).

2.5.1 Fungsi Aspal

Menurut Silvia Sukirman, 1992, aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

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

2.5.2 Sifat Aspal

Menurut Silvia Sukirman, 1992, sifat-sifat yang harus dimiliki aspal adalah :

1. Adhesi dan kohesi

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

2. Daya tahan (*durability*)

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

3. Termoplastis

Termoplastis adalah sifat material yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan menjadi lebih cair jika temperatur bertambah.

2.6 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian tentang penggunaan *filler* pada lapis perkerasan telah dilakukan dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan *filler* akan mempengaruhi karakteristik campuran. Penelitian-penelitian tersebut antara lain dibahas dibawah ini.

Bagus Prayitno (2000) dalam tesisnya dengan judul “Pengaruh *Gypsum* Sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan *Portland Cement* Sebagai Bahan *Filler* Terhadap Sifat *Marshall* dan Permeabilitas Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (DGEM)” yang menunjukkan bahwa nilai densitas pada *filler gypsum* sintesis lebih tinggi dari nilai densitas *filler* semen portland ,nilai permeabilitas cukup baik untuk kedua *filler* sedangkan *flow* untuk kedua *filler* berkisar $\pm 3\text{mm}$ yang menunjukkan tingkat plastisitas yang cukup baik dan untuk nilai stabilitas kering maupun stabilitas rendaman ,campuran yang menggunakan *filler* semen portland masih lebih baik daripada campuran yang menggunakan *filler gypsum* sintesis.

Wahyuni (2000) dengan penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan *Portland Cement* dan Kapur Tohor sebagai *Filler* Terhadap Stabilitas dan Durabilitas pada Campuran Emulsi Bergradasi Rapat“. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas rendaman meningkat untuk kedua kadar *filler*, stabilitas kering kapur tohor meningkat pada kadar 5% sedangkan

stabilitas kering semen portland meningkat pada kadar 7% dan untuk nilai absorpsi berkurang seiring dengan penambahan kadar untuk kedua *filler*.

Zaenal Arifin JW dan Nur Susanto (1996) dalam penelitiannya dengan topik “Penggunaan *Filler* dari Batu Kapur dan Batu Cadas untuk Campuran Beton Aspal“. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas, *flow*, *VFWA*, *Marshall Qoutient* naik dengan bertambahnya kadar *filler* debu batu dan debu batu cadas, sedangkan nilai *VITM* turun dengan bertambahnya kedua *filler* tersebut.

Joseph Craus, Ilan Ishai dan Arie Sides (*Asphalt Paving Technology*, 1981) dengan penelitian “Pengaruh Jenis dan Sifat-sifat *Filler* Terhadap Durabilitas Campuran Perkerasan Aspal“ yang menggunakan pecahan bata, pasir halus, batu basalt dan batu gamping sebagai *filler*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durabilitas dari campuran perkerasan aspal mempunyai kemampuan lebih diluar percobaan *Immersion Standart* selama perendaman 1 hari dan berarti dapat menguji sampel selama dan setelah periode *Immersion* yang lebih lama untuk kemudian membentuk kurva durabilitas. Dua indeks kuantitatif durabilitas dibentuk sebagai satu poin karakteristik dari keseluruhan kurva durabilitas. Indeks yang kedua lebih berpengaruh karena menentukan sebuah parameter yang sensitif untuk mengukur durabilitas campuran. Indeks durabilitas mempunyai hubungan yang tinggi dengan panas terhadap kemampuan penyerapan dari jenis *filler*, yang menunjukkan durabilitas yang tinggi dari *filler* aktif dan durabilitas yang rendah pada *filler* non aktif. Indeks ini juga menggambarkan pengaruh dari kadar aspal terhadap durabilitas dan pengaruh dari kombinasi jenis *filler* dan kadar aspal.

Sifat-sifat *filler* mempunyai pengaruh yang besar terhadap durabilitas campuran. Pengaruh dari *filler* muncul setelah periode perendaman yang lama pada *Immersion*, pengaruh optimum campuran dengan *filler* non aktif terlihat setelah 4-7 hari *Immersion*, untuk *filler* aktif membutuhkan waktu perendaman yang lebih lama dan kadar aspal optimum untuk mendapatkan kekuatan menahan beban maksimum. Potensial durabilitas campuran meningkat seiring dengan peningkatan kadar aspal diatas kadar optimum. Oleh karena itu, pada kondisi durabilitas optimum dicapai pada kadar aspal yang lebih tinggi daripada kadar optimum biasa. Dalam hal ini, pencampuran dengan *filler* non aktif didapatkan pengaruh yang lebih sensitif terhadap kadar aspal dibandingkan pencampuran dengan *filler* aktif.

Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson (*Asphalt Paving Technology*, 1980) dengan penelitian yang berjudul “Pengaruh Jenis Bahan Pengisi Terhadap Perilaku Mekanis Aspal dan Beton Aspal“. Penelitian tersebut menggunakan berbagai macam *filler*, yaitu karbon hitam, kapur yang terhidrasi, batu argilit, *quartz*, abu batu dan batu kapur dengan kesimpulan yang menunjukkan bahwa perbedaan bahan pengisi (*filler*) mineral menghasilkan perbedaan kekerasan campuran ketika ditambahkan ke semen aspal. Hal ini tidak hanya dipengaruhi oleh gradasi *filler* tetapi bisa juga karena pengaruh reaksi fisik dan kimia. Fungsi perubahan waktu-suhu tidak dapat dipengaruhi oleh jenis aspal dan bahan pengisi (*filler*) mineral dan stabilitas *Marshall* dan rongga udara dalam campuran tidak dipengaruhi oleh jenis *filler* mineral. Nilai *Modulus Resilient* tidak mempengaruhi kekekerasan dari *filler* mineral dan nilai *Creep Compliance* sangat

dipengaruhi oleh pengaruh kekerasan *filler*. Sifat-sifat aspal tidak cukup untuk menjabarkan perilaku pada pemadatan beton aspal yang dibuat dengan bahan pengisi (*filler*) yang menunjukkan pengaruh kekerasan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bahan Perkerasan

Secara prinsip bahan perkerasan terdiri dari agregat, *filler* dan aspal. Semua bahan perkerasan harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Bina Marga, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi.

3.1.1 Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuan campuran untuk memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapis permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, awet, dan bebas dari bahan lain yang mengganggu serta memenuhi persyaratan pada tabel 3.1 (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.1 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Maks 40 %
2.	Kelekatan terhadap aspal	Min 95 %
3.	Penyerapan air	Maks 3 %
4.	Berat jenis semu	Min 2,5

Sumber : Bina Marga, 1987

2. Agregat Halus

Agregat halus yang dipergunakan bisa berupa pasir, *screening* (hasil pemecah batu) atau dari campuran dari kedua bahan tersebut yang harus memenuhi persyaratan seperti dalam tabel 3.2 (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Syarat
1.	<i>Sand Equivalent</i>	Maks 50
2.	Berat jenis semu	Min 2,5
3.	Penyerapan air	Maks 3 %

Sumber : Bina Marga, 1987

3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan pemeriksaan harus memenuhi gradasi seperti dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3 Gradasi Bahan Pengisi (*Filler*)

Ukuran Saringan		Persentase Berat Yang Lolos
No. 30	(0.590 mm)	100
No. 50	(0.279 mm)	95 - 100
No. 100	(0.149 mm)	90 - 100
No. 200	(0.074 mm)	65 - 100

Sumber : Bina Marga, 1987

Bahan pengisi (*filler*) yang biasa dipergunakan dapat berupa abu kapur, semen portland atau abu batu. Dalam penelitian ini digunakan limbah gipsum sebagai *filler* pengganti yang berasal dari *Mandiri Utama Gypsum* yang memproduksi *list profil* dan hiasan interior yang berlokasi di Jalan Kranggan no. 37 Jetis, Yogyakarta.

3.1.2 Aspal

Aspal yang dipergunakan untuk lapisan beton aspal harus terdiri dari salah satu aspal penetrasi 60-70 atau 80-100 yang seragam, tidak mengandung air, tidak berbusa jika dipanaskan sampai 175°C dan memenuhi persyaratan yang tercantum pada tabel 3.4 (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.4 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Penetrasi 60		Penetrasi 80		
		Min	Maks	Min	Maks	
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik lembek (<i>ring ball</i>)	PA 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala dan Titik bakar	PA 0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat (163°C, 5 detik)	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/det)	PA 0306-76	100	-	100	-	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA 0307-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat jenis	PA 0308-76	1	-	1	-	gr/cc

Sumber : Bina Marga, 1987

Pada penelitian ini digunakan aspal dengan penetrasi 60/70.

3.2 Gradasi Agregat

Agregat untuk campuran beton aspal harus memenuhi gradasi yang menerus dari butir yang kasar sampai yang halus, dan apabila diperiksa dengan cara penyaringan harus memenuhi salah satu gradasi, seperti yang tercantum pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Batas Gradasi Menerus Agregat

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Ukuran Saringan	PERSENTASE BERAT YANG LOLOS										
1½" (38,1 mm)	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
1" (25,4 mm)	-	-	-	-	100	90-100	-	100		100	-
¾" (19,1 mm)	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	95-100	100
½" (12,7 mm)	100	75-100	100	80-100	-	79-90	80-100	100	-	-	-
⅜" (9,52 mm)	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
No. 4 (4,76 mm)	35-55	55-75	50-70	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
No. 8 (2,38 mm)	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-45	27-47	33-53
No. 30 (0,59 mm)	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
No. 50 (0,279 mm)	6-16	6-12	13-23	12-23	12-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
No. 100 (0,149 mm)	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
No. 200 (0,047 mm)	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Sumber : Bina Marga, 1987

Gradasi yang digunakan pada penelitian ini mengikuti spesifikasi teknis campuran pada gradasi campuran no. IV.

3.3 Beton Aspal

Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi untuk campuran beton aspal berdasarkan pengujian *Marshall* harus memenuhi persyaratan seperti dalam tabel 3.6 dan 3.7 dibawah ini.

Tabel 3.6 Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton

Jenis Pemeriksaan	Kepadatan Lalu Lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
Jumlah tumbukan	2 × 75	2 × 50	2 × 35
Stabilitas (kg)	550	450	350
Kelelehan (mm)	2 - 4	2 - 4,5	2 - 5
Marshall Quotient (kg/mm)	200 -350	200 -350	200 -350
Rongga dalam Campuran (VITM) (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Lihat Tabel 3.7		

Sumber : Bina Marga, 1987

Khusus untuk rongga dalam agregat (*VMA*), persentase minimumnya dihitung berdasarkan ukuran maksimum nominal agregat, yaitu ukuran saringan terbesar dimana agregat mulai tertahan. Persyaratan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.7 (Bina Marga, 1987).

Tabel 3.7 Persentase Minimum Rongga Dalam Agregat

Ukuran Maksimum Nominal Agregat	Persentase Minimum Rongga Dalam Agregat
No. 16 1,18 mm	23,5
No. 8 2,36 mm	21,0
No. 4 4,75 mm	18,0
3/8" 9,50 mm	16,0
1/2" 12,50 mm	15,0
3/4" 19,00 mm	14,0
1" 25,00 mm	13,0
1 1/2" 37,50 mm	12,0
2" 50,00 mm	11,5
2 1/2" 63,00 mm	11,0

Sumber : Bina Marga, 1987

Berdasarkan hasil pemeriksaan bahan pada penelitian ini, ukuran saringan terbesar dimana agregat mulai tertahan terdapat pada saringan 1/2" dan persentase minimum rongga dalam agregat adalah 15%.

3.4 Karakteristik *Marshall*

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

1. Stabilitas
2. Kelelehan (*flow*)
3. Kerapatan campuran (*density*)
4. Persen rongga diantara butir agregat (*VMA*)
5. Persen rongga dalam campuran (*VITM*)
6. Persen rongga yang terisi aspal (*VFWA*)
7. *Marshall Quotient (MQ)*

3.4.1 Stabilitas

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

Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu (*optimum*) dan turun setelah melampaui batas *optimum*. Hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas *optimum*.

Nilai stabilitas diperoleh dengan persamaan 1.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

S angka stabilitas sesungguhnya.

p pembacaan arloji stabilitas × kalibrasi alat

q angka koreksi benda uji.

3.4.2 Kelelehan (*Flow*)

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi) campuran. Campuran dengan angka kelelehan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka kelelehan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan. Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall*.

3.4.3 Kerapatan Campuran (*Density*)

Kerapatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang mempunyai kerapatan lebih tinggi akan memiliki kekuatan lebih tinggi daripada campuran dengan kerapatan rendah (*The Asphalt Institute*, 1983).

Nilai *density* diperoleh dengan persamaan 2 dan 3.

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(2)$$

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

Keterangan :

b kadar aspal terhadap total campuran, (%)

c berat kering sebelum direndam, (gram)

d berat benda uji jenuh air (SSD), (gram)

e berat benda uji dalam air, (gram)

f volume benda uji, (cc)

g berat volume benda uji (*density*), (gram/cc)

3.4.4 Persen Rongga Dalam Campuran (*VITM / Void In Total Mix*)

Nilai *VITM* menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran, nilai *VITM* berpengaruh terhadap karakteristik campuran. Makin rendah nilai *VITM* maka makin tinggi nilai kekakuannya (*The Asphalt Institute*, 1983).

Nilai *VITM* (*Void In Total Mix*) dihitung dengan persamaan 4 dan 5. berikut.

$$h = \frac{100}{\left\{ \frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}} \right\}} \dots\dots\dots(4)$$

$$i(VITM) = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

g berat volume benda uji (*density*), (gram/cc)

h berat jenis maksimum teoritis

i kadar rongga dalam campuran (*VITM*), (%)

3.4.5 Persen Rongga Terisi Aspal (*VFWA / Void Filled With Asphalt*)

Nilai *VFWA* menunjukkan banyaknya rongga yang terisi aspal dalam campuran. Nilai *VFWA* berpengaruh terhadap kededapan dan keawetan campuran, perkerasan dengan nilai *VFWA* tinggi akan memiliki kededapan dan keawetan yang tinggi pula (*The Asphalt Institute*, 1983).

Nilai *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*) dihitung dengan persamaan 6, 7, 8 dan persamaan 9.

$$j = \frac{b \times g}{B_{Jaspal}} \dots\dots\dots(6)$$

$$k = \frac{(100 - b) \times g}{B_{Jagregat}} \dots\dots\dots(7)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(8)$$

$$m(VFWA) = 100 \times \left(\frac{l}{k} \right) \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

j volume aspal, (%)

k volume agregat, (%)

l kadar rongga dalam agregat (*VMA*), (%)

m kadar rongga yang terisi aspal (*VFWA*), (%)

3.4.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (*MQ*) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*) yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan (*flexibility*) campuran. Nilai *Marshall Quotient* yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapis keras tinggi. Lapis keras yang mempunyai nilai *MQ* terlalu tinggi akan mudah terjadi retak-retak akibat beban berulang dari lalu lintas. Sebaliknya nilai *MQ* yang terlalu rendah menunjukkan campuran terlalu plastis (fleksibel) yang mengakibatkan perkerasan mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu lintas (*The Asphalt Institute*, 1983).

Nilai *Marshall Quotient* (*MQ*) dihitung dengan persamaan 10.

$$MQ = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots(10)$$

3.5 Nilai Kohesi

Nilai kohesi campuran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah tercapai nilai optimum maka penambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan nilai stabilitas.

Bina Marga tidak memberikan standar teknis khusus tentang nilai kohesi sebagai salah satu parameter yang perlu diuji, maka dipergunakan rekomendasi dari *The Asphalt Institute* (1983) untuk kriteria desain metode *Hveem* adalah seperti pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Persyaratan Rencana Perkerasan Metode *Hveem*

Nilai	Lalu lintas		
	Ringan	Sedang	Berat
<i>Stabilometer</i> (kg/cm ²)	> 30	> 35	> 37
<i>Cohhesiometer</i> (gram/inchi)	> 50	> 50	> 50
<i>Sweel</i> (mm)	< 0,75	< 0,75	< 0,75

Sumber : *The Asphalt Institute*, 1983

Menurut *The Asphalt Institute* (1983) nilai kohesi campuran dapat ditingkatkan melalui modifikasi gradasi agregat dengan penggunaan kadar *filler* yang tinggi atau menggunakan bitumen dengan penetrasi yang lebih keras.

Dengan melakukan pengujian menggunakan alat *Cohessiometer* akan diperoleh nilai kohesi campuran dengan persamaan 11.

$$C = \frac{L}{W(0,2H + 0,044H^2)} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

C nilai kohesi, (gram/inchi lebar)

L berat *shot*, (gram)

W diameter atau lebar sampel, (inchi)

H tinggi benda uji, (inchi)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Proses Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Transportasi JTS FT UGM dan Laboratorium Jalan Raya FTSP UII dengan proses kerja sebagai berikut.

1. Pemeriksaan Bahan

Cara pemeriksaan dan persyaratan agregat meliputi pemeriksaan keausan agregat (PB.0206-76), kelekatan terhadap aspal (PB.0205-76), penyerapan air (PB.0202-76), berat jenis (PB.0202-76), sand equivalent (AASHTO T176-73).

Cara pemeriksaan aspal keras meliputi pemeriksaan penetrasi aspal (PA.0301-76), titik lembek (PA.0302-76), titik nyala dan titik bakar (PA.0303-76), kelarutan dalam CCL₄ (PA.0305-76), daktilitas (PA.0306-76) dan berat jenis (PA.0307-76).

2. Mencari Kadar Aspal Optimum

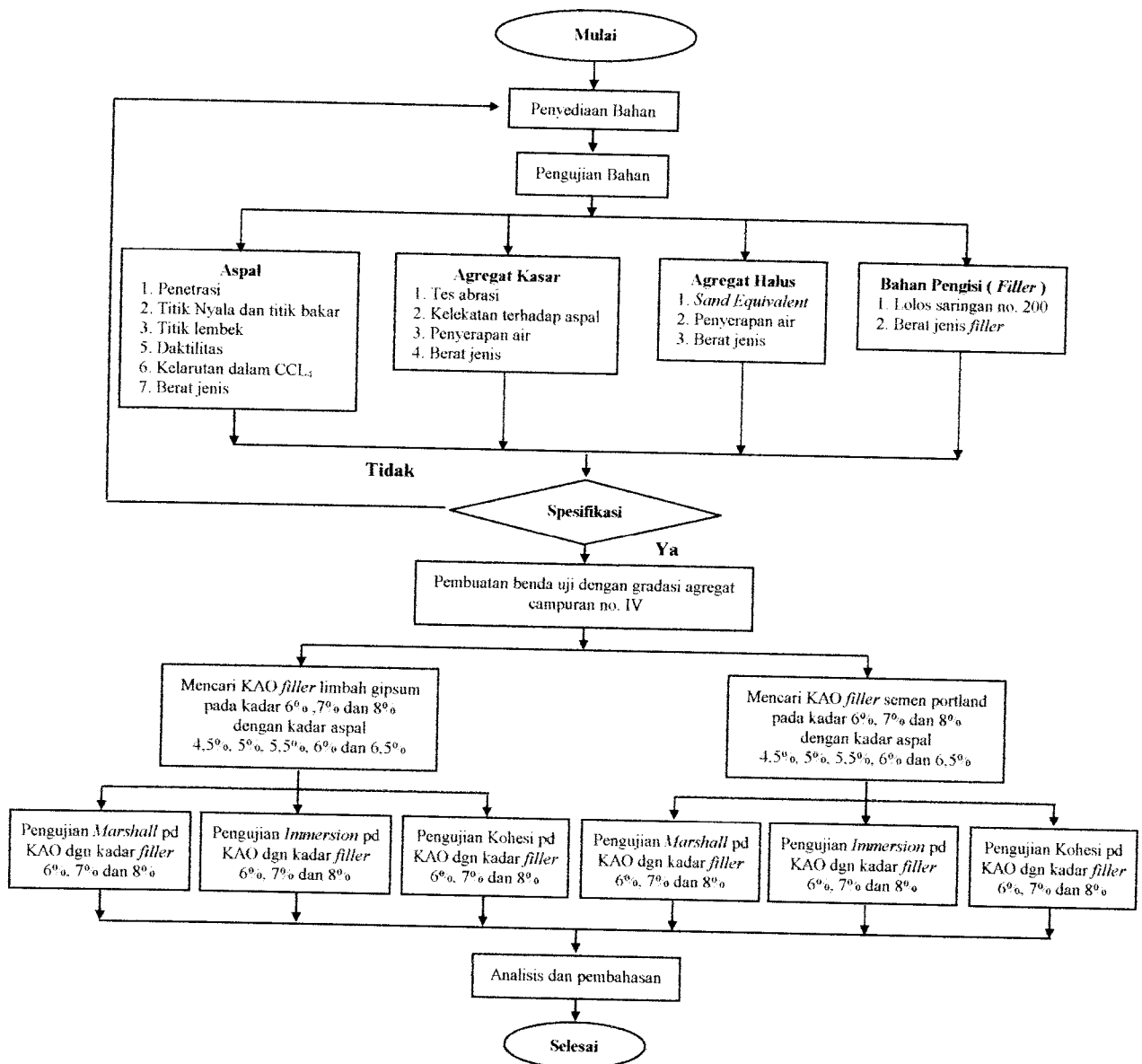
Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji dan pengujian karakteristik *Marshall* (AASHTO-T 185-82) untuk mencari kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar *filler*. Hasil pemeriksaan selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga 1987.

3 Pengujian Sampel

Tahap ini dibuat benda uji dengan kadar aspal optimum untuk tiap kadar *filler* sesuai hasil pengujian KAO untuk dilakukan pengujian *Marshall* (AASHTO-T 185-82) dan pengujian kohesi (ASTM D-1560).

Secara singkat proses kerja pada laboratorium terlihat seperti pada

Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Proses Kerja Laboratorium

4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Seperangkat alat uji pemeriksaan fisik agregat yang meliputi mesin *Los Angeles*, saringan standar, tabung *sand equivalent*.
2. Alat uji pemeriksaan fisik aspal yang meliputi alat ukur penetrasi aspal, daktilitas aspal, titik lembek, titik nyala dan alat uji kehilangan berat.
3. Seperangkat alat uji karakteristik *Marshall* dan kelengkapannya, yang terdiri dari :
 - a. Kepala penekan berbentuk lengkung (*breaking head*)
 - b. *Proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 2500 kg (5000 pon) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pon), dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001 inchi).
 - c. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01 inchi) dengan perlengkapannya.
4. Alat uji kohesi, yaitu *Cohesiometer Reinhart Cat. No.100*, yang dilengkapi dengan termometer, besi pemberat dan timbangan.

4.3 Bahan Penelitian

Bahan-bahan untuk membuat benda uji terdiri dari :

1. Agregat kasar dan halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *Quary Celereng, Kulon Progo* dan diolah dengan mesin *Stone Crusher* oleh PT. Selo Artamas, Yogyakarta.

2. *Filler* yang digunakan adalah limbah gipsum dari *Mandiri Utama Gypsum* Jl. Kranggan no. 37 Jetis, Yogyakarta dan semen portland merk Tiga Roda Indocement.
3. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 produksi Pertamina.

4.4 Pemeriksaan Bahan

Sebelum bahan penelitian digunakan untuk pembuatan sampel, harus dilakukan serangkaian pemeriksaan bahan penelitian yang meliputi.

4.4.1 Pemeriksaan Agregat

Agregat adalah komponen utama penyusun untuk lapis perkerasan jalan. Daya dukung, mutu dan keawetan suatu perkerasan ditentukan oleh kualitas agregat penyusunnya. Pemeriksaan untuk agregat adalah sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan, dengan menggunakan mesin Los Angeles. Ketahanan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus tertahan saringan no. 12 terhadap berat semula dalam persen.

b. Pemeriksaan kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

c. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis semu (apparent). Pemeriksaan ini dilakukan dengan perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat sangat penting untuk perencanaan campuran agregat dengan aspal karena pada umumnya lapis perkerasan direncanakan dengan perbandingan berat, selain itu berat jenis juga digunakan untuk menentukan banyaknya pori.

d. Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu/lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus. Pemeriksaan *Sand Equivalent* dilakukan untuk partikel agregat yang lolos saringan no. 40 sesuai prosedur AASHTO T176-73 dengan nilai minimum yang diisyaratkan sebesar 50%. Kadar lempung yang terlalu banyak akan mempengaruhi mutu campuran perkerasan aspal beton, karena lempung membungkus partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal menjadi berkurang, dengan adanya lempung mengakibatkan luas permukaan yang harus diselimuti aspal menjadi bertambah.

e. Pemeriksaan Penyerapan Air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air. Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap agregat terhadap berat agregat kering. Air yang telah diserap oleh agregat akan sukar dihilangkan seluruhnya walaupun mengalami proses

pengeringan, sehingga akan berpengaruh pada daya lekat agregat dengan aspal (Sukirman, S).

4.4.2 Pemeriksaan Aspal

Kualitas aspal yang akan digunakan harus sesuai dengan persyaratan dari Bina Marga 1987. Untuk itu dilakukan beberapa pemeriksaan sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid), dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu.

b. Pemeriksaan Titik Lembek

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah. Hal ini diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

c. Pemeriksaan titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari aspal dengan menggunakan cleveland open cup. Titik nyala dapat ditentukan dengan melihat suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal. Titik bakar ditentukan dengan

menentukan suhu dimana terlihat nyala ± 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.

d. Pemeriksaan Daktilitas

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai keelastisan aspal. Pemeriksaan dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal diletakkan pada dua cetakan pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan ditarik dengan kecepatan 5 cm/menit sampai aspal tersebut putus.

e. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan menggunakan picnometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

f. Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL_4

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam Karbon Tetra Klorida (CCL_4).

4.5 Perencanaan Campuran

Campuran untuk Lapis Aspal Beton pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan aspal. Masing-masing fraksi terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang akan menghasilkan agregat campuran yang memenuhi gradasi.

Kadar aspal adalah persentase berat aspal terhadap berat campuran, berkisar antara 4% sampai 7%. Sebelum penelitian dilakukan harus didapatkan

nilai pasti Kadar Aspal Optimum yang ditentukan berdasarkan pengujian *Marshall*.

Model benda uji yang akan direncanakan untuk mencari Kadar Aspal Optimum pada tiap jenis dan kadar *filler*, terdapat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji mencari KAO

Kadar Aspal	Kadar <i>Filler</i>					
	Limbah Gypsum			Semen Portland		
	6%	7%	8%	6%	7%	8%
4,5 %	3	3	3	3	3	3
5 %	3	3	3	3	3	3
5,5 %	3	3	3	3	3	3
6 %	3	3	3	3	3	3
6,5 %	3	3	3	3	3	3
Jumlah	90					

Setelah mendapatkan nilai pasti Kadar Aspal Optimum, kemudian dibuat benda uji dengan Kadar Aspal Optimum untuk setiap jenis dan kadar *filler* seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji untuk tiap Percobaan

Jenis Percobaan pada KAO	Limbah Gypsum	Semen Portland
Uji <i>Marshall Standart</i>	3 × 3	3 × 3
Uji <i>Immersion</i>	3 × 3	3 × 3
Uji Kohesi	3 × 3	3 × 3
Jumlah	54	

Total benda uji yang dibutuhkan = 90 + 54 = 144 benda uji.

4.6 Penyetaraan Volume

Dalam penelitian ini, proporsi bahan susun campuran menggunakan perbandingan berat, karena *filler* limbah gipsum memiliki berat jenis yang berbeda dengan *filler* semen portland maka perlu dilakukan penyetaraan volume.

Penyetaraan volume dilakukan dengan *filler* Clereng sebagai pembanding utama yang dibandingkan dengan *filler* semen Portland dan *filler* limbah gipsum yang merupakan *filler* pengganti dengan perhitungan seperti dibawah ini.

Contoh perhitungan analisis saringan untuk penyetaraan volume *filler* pengganti sesuai dengan gradasi no. IV Bina Marga (1987) pada kadar aspal 5% dan kadar *filler* 7% tercantum dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisis Saringan Kadar Aspal 5% dan Kadar *Filler* 7%

No.	Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spek (%)
		Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
1	¾ "	-	-	0	100	100
2	½ "	114,00	114,00	10	90	80 – 100
3	¾ "	114,00	228,00	20	80	70 – 90
4	#4	228,00	456,00	40	60	50 – 70
5	#8	199,50	655,50	57,5	42,5	35 – 50
6	#30	216,60	872,10	76,5	23,5	18 – 29
7	#50	62,70	934,80	82	18	13 – 23
8	#100	68,40	1003,20	88	12	8 – 16
9	#200	57,00	1060,20	93	7	4 – 10
10	Pan	79,80	1140,00	100	0	0

= 1140,00 *Berikan aslinya*

Kadar aspal = 5 %
 Berat Campuran = 1200 gram
 Berat Aspal = 60 gram

Dari hasil pemeriksaan bahan di laboratorium, diketahui :

- Berat *filler* (Pan) Abu Batu Clereng = 79,80 gram (tabel 4.3),
- Berat jenis *filler* Abu Batu Clereng = 2,93 (tabel 5.2),
- Berat jenis *filler* semen portland = 3,04 (tabel 5.2),
- Berat jenis *filler* limbah gipsum = 2,858 (tabel 5.2),

Penyetaraan volume dilakukan dengan *filler* abu batu Clereng sebagai pembanding utama yang dibandingkan dengan *filler* semen Portland dan *filler*

limbah gipsum yang merupakan *filler* pengganti dengan perhitungan seperti dibawah ini.

- Penyetaraan Volume *Filler* Semen

$$\begin{aligned} \text{Berat } \textit{filler} \text{ semen} &= \frac{\text{Berat Abu Batu} \times \text{BJ Semen}}{\text{BJ Abu Batu}} \\ &= \frac{79,80 \text{ gram} \times 3,04}{2,93} \\ \text{Berat } \textit{filler} \text{ semen} &= 82,79 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Penyetaraan Volume *Filler* Limbah Gipsum

$$\begin{aligned} \text{Berat } \textit{filler} \text{ limbah Gypsum} &= \frac{\text{Berat Abu Batu} \times \text{BJ Limbah Gypsum}}{\text{BJ Abu Batu}} \\ &= \frac{79,80 \text{ gram} \times 2,858}{2,93} \\ \text{Berat } \textit{filler} \text{ limbah Gypsum} &= 77,84 \text{ gram} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, berat *filler* pada setiap kadar *filler* dari hasil penyetaraan volume dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Berat Penyetaraan Volume *Filler*

Jenis dan Kadar <i>Filler</i>		Berat <i>filler</i> penyetaraan volume (gram)				
		Kadar Aspal				
		4,5 %	5 %	5,5 %	6 %	6,5 %
Abu Batu Clereng	6 %	68,76	68,40	68,04	67,68	67,32
	7 %	80,22	79,80	79,38	78,96	78,54
	8 %	91,68	91,20	90,72	90,24	89,76
Semen Portland	6 %	71,34	70,97	70,59	70,22	69,85
	7 %	82,23	82,79	82,36	81,92	81,49
	8 %	95,12	94,62	94,12	93,63	93,13
Limbah Gypsum	6 %	67,07	66,72	66,37	66,02	65,66
	7 %	78,25	77,84	77,43	77,02	76,61
	8 %	89,43	88,96	88,49	88,02	87,55

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Dan hasil penyetaraan volume *filler* pada Kada Aspal Optimum campuran untuk tiap jenis dan kadar *filler* dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Berat Penyetaraan Volume *Filler* pada KAO

Kadar <i>Filler</i> (%)	Penyetaraan Volume pada KAO			
	Abu Batu Clereng	Semen Portland	Abu Batu Clereng	Limbah Gipsum
6	68,09 gram	70,65 gram	68,25 gram	66,57 gram
7	79,27 gram	82,25 gram	79,54 gram	77,58 gram
8	90,51 gram	93,91 gram	90,80 gram	88,57 gram

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

4.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Persiapan Benda Uji

Agregat dikeringkan sampai beratnya tetap pada suhu $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Agregat di pisah-pisah dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi-fraksi yang ditentukan perbandingannya.

b. Persiapan Campuran

Untuk membuat satu benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji sekitar $6,25 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$ ($2,5$ inchi $\pm 0,05$). Panci pencampur beserta agregat dipanaskan dengan suhu $170 ^\circ\text{C} - 175 ^\circ\text{C}$ dan aduk sampai merata. Sementara itu aspal dipanaskan sampai suhu pencampuran. Aspal dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian diaduk dengan cepat pada suhu sesuai yang ditentukan sampai agregat terlapis merata.

c. Pemadatan Benda Uji

Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dan kertas alas yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan, kemudian seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan kemudian campuran ditusuk-tusuk keras-keras dengan spatula yang dipanaskan atau dengan sendok semen sebanyak 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali di bagian tengahnya. Saat akan dipanaskan suhu pencampuran harus dalam batas-batas suhu pemadatan. Cetakan diletakkan diatas landasan pematat, dalam pemegang cetakan. Pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2×75 sesuai dengan kebutuhan tinggi jatuh 45 cm (18 inchi), selama pemadatan sumbu palu penumbuk ditahan agar selalu tegak pada alas cetakan. Setelah pemadatan selesai, keping alas lehernya dilepas dan alat cetak yang berisi benda uji dikeluarkan. Selanjutnya cetakan berisi benda uji dipasang pada alat pengeluar, dengan hati-hati benda uji dikeluarkan dan benda uji diletakkan diatas permukaan yang rata dan halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

4.8 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian terhadap benda uji beton aspal dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengujian *Marshall* dan pengujian nilai kohesi dengan *Cohesiometer Reinhart Cat. No. 100*

4.8.1 Pengujian *Marshall*

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

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Pemberian kode pada masing-masing benda uji.
3. Pengukuran benda uji dengan ketelitian 0,01 mm.
4. Penimbangan berat benda uji untuk mengetahui berat kering.
5. Benda uji direndam dalam air selama 18-20 jam supaya menjadi jenuh air.
6. Benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat dalam air.
7. Benda uji ditimbang dalam kondisi permukaan kering jenuh air (SSD).
8. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 menit (untuk *Marshall Test Standart*) dan 24 jam (untuk *Immertion Test*) dengan suhu tetap $60\pm 1^{\circ}\text{C}$. Batang penuntun (*guide rod*) dibersihkan dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara $(21-38)^{\circ}\text{C}$. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Pemasangan segmen atas di atas benda uji dan diletakkan keseluruhannya ke dalam mesin uji, kemudian arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara itu selubung tangkai arloji (*sleeve*) di pegang secara kuat. Selubung tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.
9. Sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kedudukan jarum jarum penguji diatur pada angka nol, kemudian memberikan pembebanan

kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang tercapai. Melepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan tercapai maksimum dan mencatat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

4.8.2 Pengujian Kohesi

Pengujian dilakukan dengan alat *Cohessionmeter Reinhart Cat. No.100* dengan cara-cara dibawah ini.

1. Memasukkan benda uji kedalam oven selama ± 2 jam pada suhu 140 °F atau 60 °C.
2. Menentukan skala *Cohessionmeter* sedemikian sehingga *shot* (cairan) mengalir ke dalam ember penerima setelah 30 inchi. Pergerakan lengan pada kisaran 1.800 ± 20 gram/menit.
3. Melakukan pemanasan suhu di dalam lemari *Cohessionmeter* untuk memelihara agar temperatur stabil pada suhu 140 ± 2 °F.
4. Mengunci posisi *shot* dengan pasak pengunci, kemudian memindahkan benda uji dari oven ke dalam lemari *Cohessionmeter* pada posisi yang tepat, dengan plat penjepit memegang secara paralel ke permukaan benda uji. Sebelum memulai pengujian, pastikan temperatur di dalam lemari *Cohessionmeter* mencapai suhu 140 ± 2 °F.
5. Menarik pasak pengunci dan biarkan *shot* mengalir ke ember penerima sampai benda uji pecah/patah.

6. Aliran *shot* akan terhenti bersamaan dengan patah/rusaknya benda uji.
7. Berat *shot* yang tertangkap pada ember penerima akan menjadi berat *shot* (L).

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Spesifikasi Lapis Aspal Beton Bina Marga 1987, dan hasil pemeriksaan terhadap agregat, aspal, dan *filler* di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII dapat dilihat pada tabel 5.1, 5.2, dan 5.3 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Tes Abrasi (%)	38	≤ 40	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	99	≥ 95	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	2,42	$\leq 3,0$	Memenuhi
4.	Berat jenis semu	2,754	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII dan Bina Marga 1987

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan *Filler*

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	65,332	≥ 50	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	2,25	$\leq 3,0$	Memenuhi
3.	Berat jenis semu	2,93	$\geq 2,5$	Memenuhi
4.	Berat jenis semen portland	3,04	-	-
5.	Berat jenis limbah gipsum	2,858	-	-

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII dan Bina Marga 1987

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25 °C, 5 detik) (0,1 mm)	63,9	60 – 70	Memenuhi
2.	Titik lembek (<i>Ring and Ball</i>) (°C)	52	48 – 58	Memenuhi
3.	Titik nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) (°C)	315	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25 °C, 5 cm) (cm)	165	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat jenis	1,04	≥ 1,03	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCl ₄ (%)	99,42	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII dan Bina Marga 1987

Dari hasil pengujian terhadap agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal pada tabel 5.1, 5.2 dan 5.3 dapat dilihat bahwa material yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1987.

5.2 Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal yang tepat ditentukan berdasarkan pengujian *Marshall* sehingga didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan Bina Marga 1987.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dengan *filler* semen portland adalah seperti tercantum dalam tabel 5.4, 5.5, dan 5.6.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Marshall* Campuran dengan *Filler* Semen Portland 6%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,07	2,34	2,36	2,39	2,41
<i>VMA</i> (%)	26,09	16,71	16,35	16,10	15,61
<i>VITM</i> (%)	17,15	5,45	3,85	1,95	0,49
<i>VFWA</i> (%)	37,35	67,38	76,51	87,79	98,86
Stabilitas (kg)	1489,31	2856,43	2986,80	2608,02	1819,52
<i>Flow</i> (mm)	3,83	2,88	2,65	2,39	3,47
<i>MQ</i> (kg/mm)	398,07	1117,71	1131,65	915,32	538,11

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Marshall Campuran dengan Filler
Semen Portland 7%**

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,09	2,30	2,36	2,40	2,41
<i>VMA</i> (%)	25,27	18,25	16,57	15,48	15,79
<i>VITM</i> (%)	16,22	7,19	4,08	1,61	0,74
<i>VFWA</i> (%)	41,60	61,33	75,60	89,68	95,38
Stabilitas (kg)	1555,31	2162,28	2081,59	1949,45	1798,52
<i>Flow</i> (mm)	3,38	3,25	2,84	3,85	5,39
<i>MQ</i> (kg/mm)	463,39	886,93	759,78	627,13	361,35

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Marshall Campuran dengan Filler
Semen Portland 8%**

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,25	2,28	2,32	2,39	2,41
<i>VMA</i> (%)	19,68	19,11	18,22	16,10	15,85
<i>VITM</i> (%)	9,94	8,15	5,96	2,31	0,79
<i>VFWA</i> (%)	50,96	60,36	70,54	86,00	95,12
Stabilitas (kg)	2653,26	2736,03	2438,56	1960,89	1910,29
<i>Flow</i> (mm)	3,50	2,78	3,43	4,36	4,47
<i>MQ</i> (kg/mm)	1071,01	1123,48	1569,99	469,70	538,81

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dengan *filler* limbah gipsum adalah seperti tercantum dalam tabel 5.7, 5.8, dan 5.9 berikut.

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Marshall Campuran dengan Filler
Limbah Gipsum 6%**

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,23	2,34	2,39	2,40	2,41
<i>VMA</i> (%)	20,04	16,01	14,96	14,78	15,58
<i>VITM</i> (%)	10,40	5,20	2,32	1,30	0,39
<i>VFWA</i> (%)	48,23	68,51	84,48	91,60	97,52
Stabilitas (kg)	3130,04	2867,75	2885,94	3369,85	2395,41
<i>Flow</i> (mm)	5,33	4,08	3,00	2,77	3,53
<i>MQ</i> (kg/mm)	951,08	801,99	985,05	1256,46	724,48

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Marshall Campuran dengan Filler
Limbah Gypsum 7%**

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,26	2,31	2,39	2,40	2,41
<i>VMA</i> (%)	18,81	17,61	15,13	15,21	15,44
<i>VITM</i> (%)	9,02	6,52	2,49	1,37	0,40
<i>VFWA</i> (%)	52,12	63,43	83,66	91,03	97,44
Stabilitas (kg)	2716,90	3054,09	3091,22	2919,22	2182,41
<i>Flow</i> (mm)	4,11	3,61	2,33	2,63	4,18
<i>MQ</i> (kg/mm)	1111,17	859,30	1359,40	1131,34	597,10

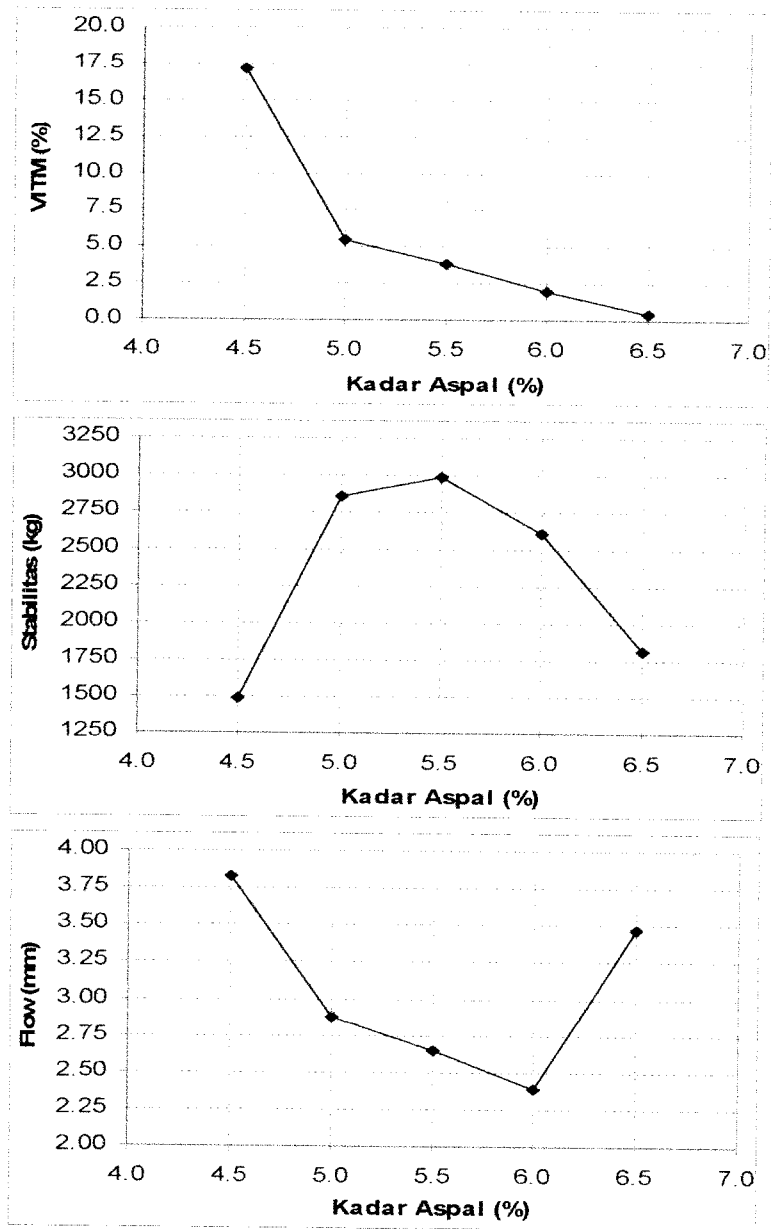
Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

**Tabel 5.9 Hasil Pengujian Marshall Campuran dengan Filler
Limbah Gypsum 8%**

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
<i>Density</i> (gr/cc)	2,17	2,35	2,37	2,39	2,39
<i>VMA</i> (%)	22,32	16,19	15,74	15,55	15,93
<i>VITM</i> (%)	12,95	4,90	3,19	1,75	0,97
<i>VFWA</i> (%)	42,45	69,90	79,78	88,81	94,07
Stabilitas (kg)	2680,44	3387,04	2905,19	2472,61	2318,80
<i>Flow</i> (mm)	3,00	1,00	2,87	3,56	4,93
<i>MQ</i> (kg/mm)	1219,55	4314,62	1017,31	742,73	503,21

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

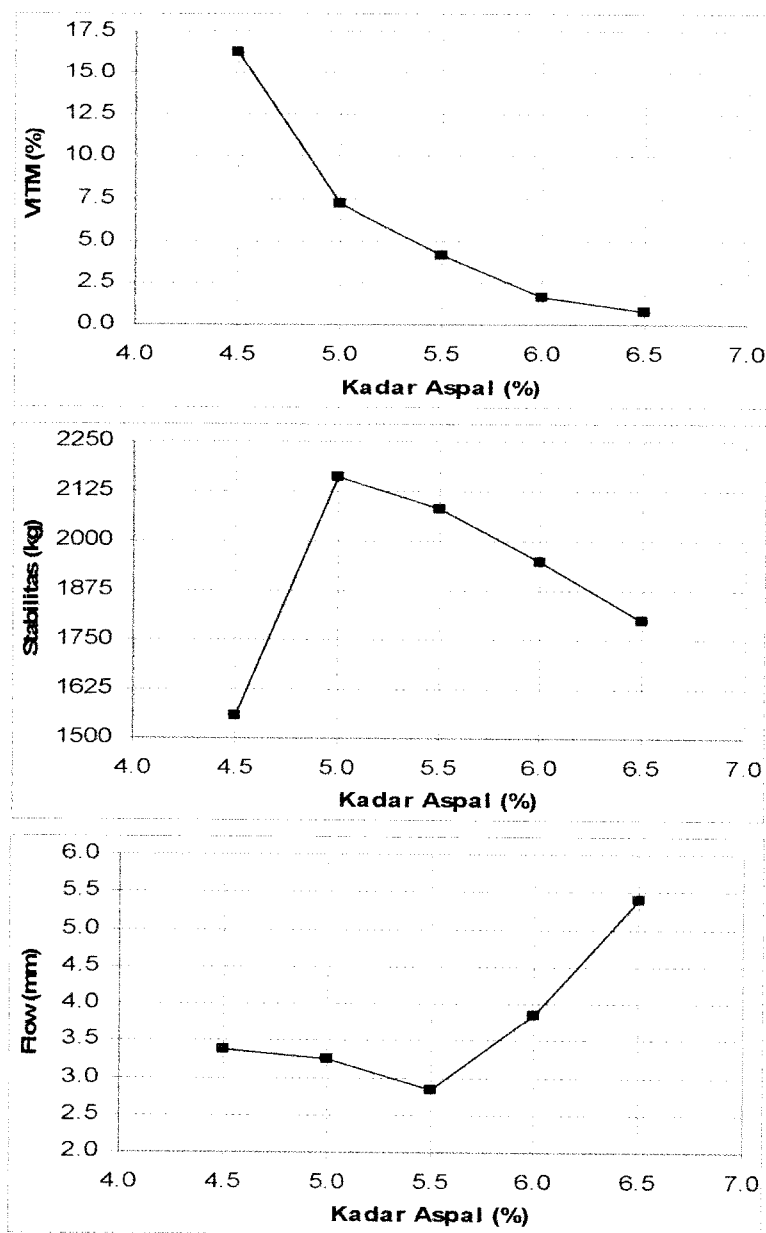
Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* kemudian dapat diketahui Kadar Aspal Optimum campuran yang menggunakan *filler* semen portland dan campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum yang dapat dilihat pada gambar 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 dan 5.6.



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,141 + 5,724) = 5,4325\%$$

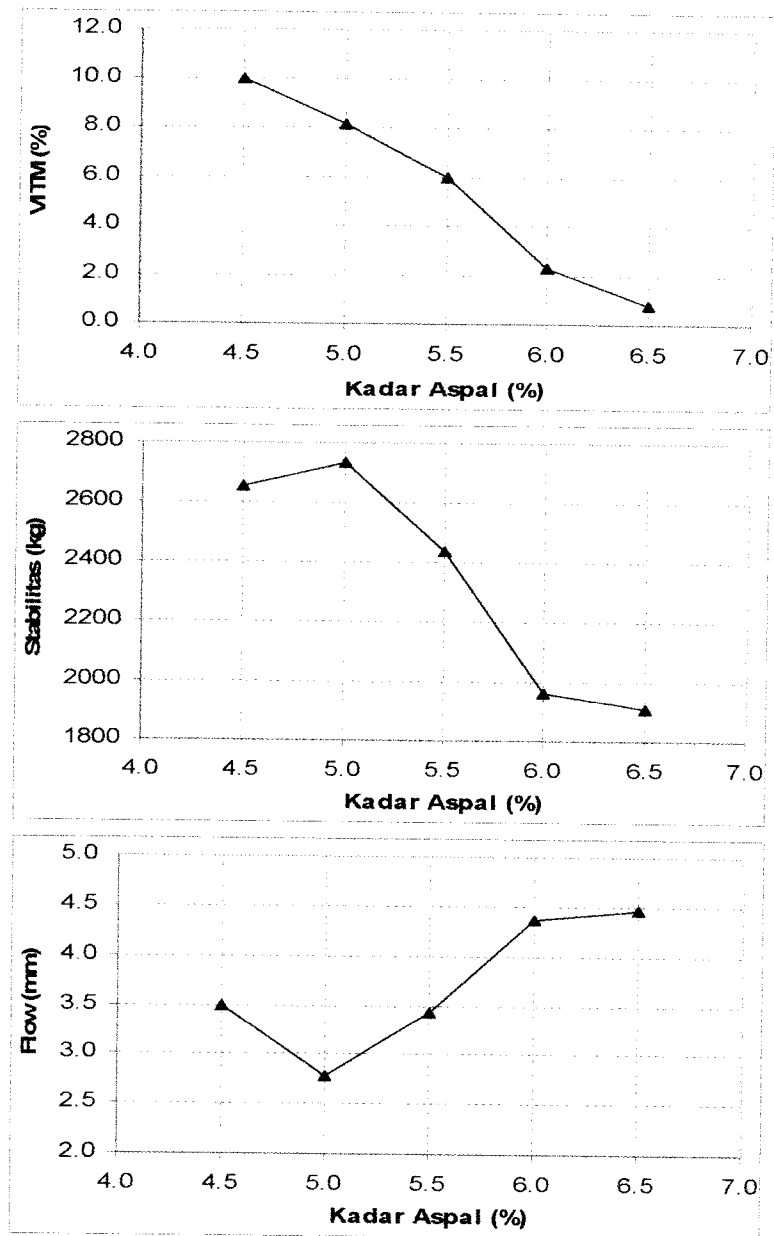
Gambar 5.1 Grafik KAO Campuran dengan *Filler* Semen Portland 6%



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,532 + 5,719) = 5,6255\%$$

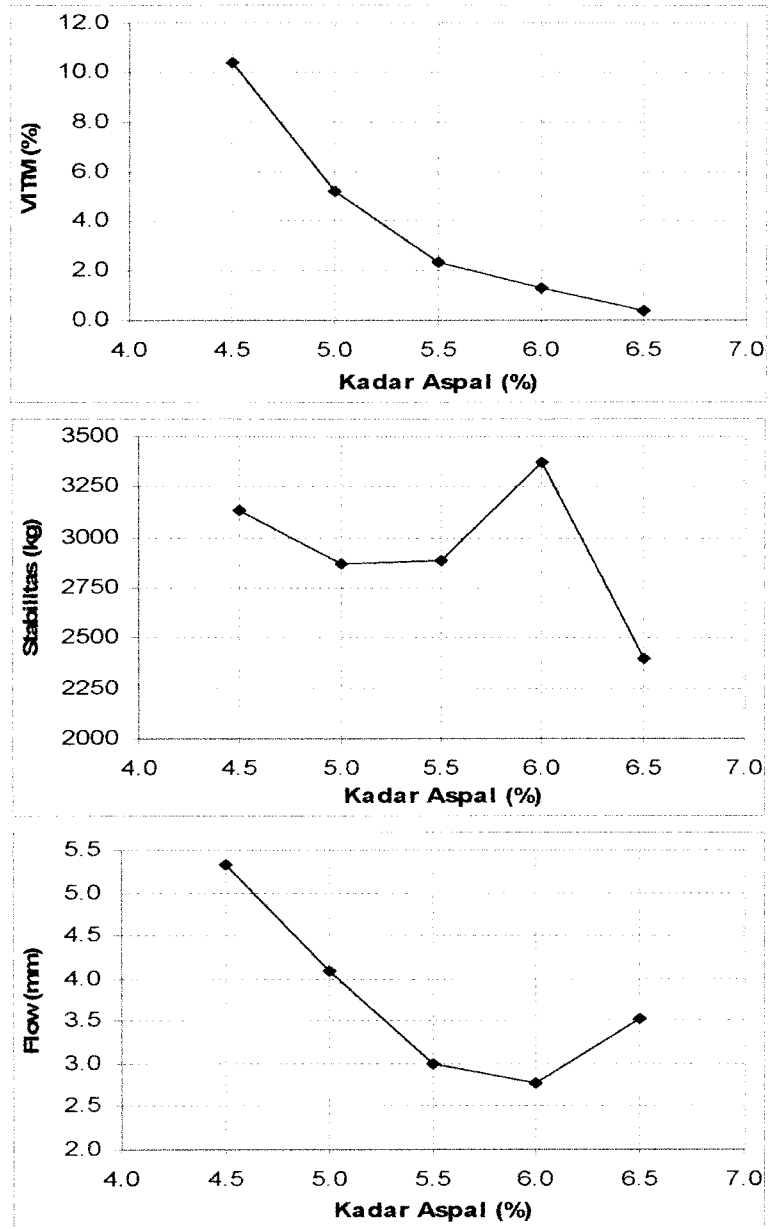
Gambar 5.2 Grafik KAO Campuran dengan *Filler* Semen Portland 7%



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,632 + 5,806) = 5,719\%$$

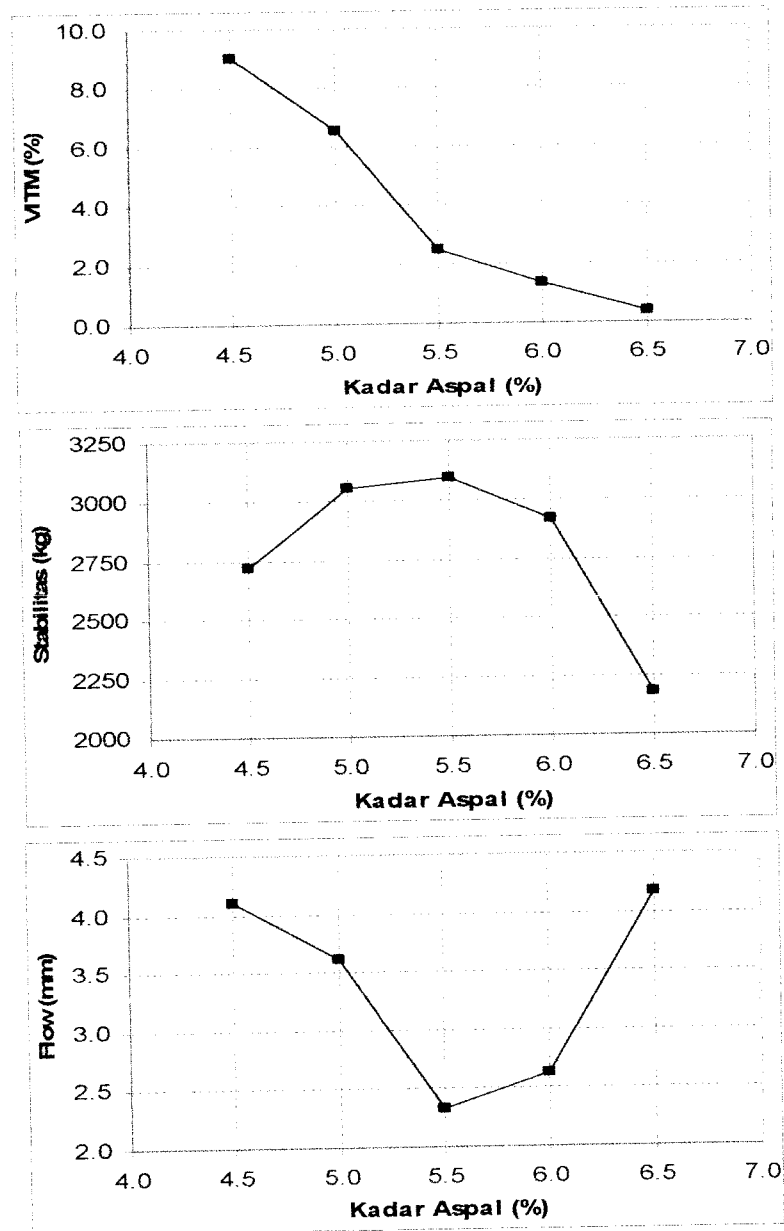
Gambar 5.3 Grafik KAO Campuran dengan *Filler* Semen Portland 8%



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)			—		
Stabilitas (kg)		—————			
Flow (mm)			—————		

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,037 + 5,382) = 5,2095\%$$

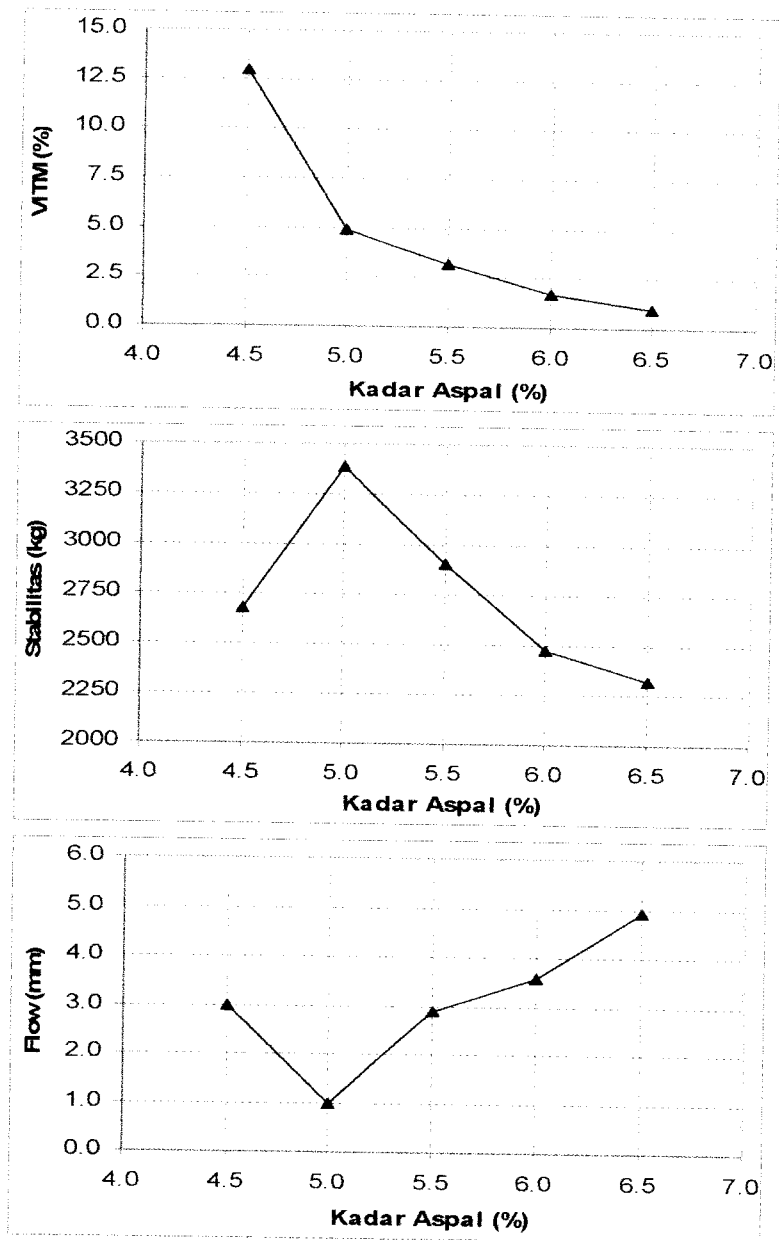
Gambar 5.4 Grafik KAO Campuran dengan *Filler* Limbah Gypsum 6%



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,189 + 5,437) = 5,313\%$$

Gambar 5.5 Grafik KAO Campuran dengan *Filler* Limbah Gypsum 7%



Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
V _{TWA} (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

$$KAO = \frac{1}{2} \times (5,2674 + 5,566) = 5,4167 \%$$

Gambar 5.6 Grafik KAO Campuran dengan Filler Limbah Gypsum 8%

Pada umumnya grafik *flow* selalu mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal karena semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga campuran akan memiliki fleksibilitas yang semakin tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan kadar aspal optimum untuk kedua jenis *filler* pada penelitian ini didapatkan grafik *flow* yang memiliki kecenderungan semakin menurun pada kadar aspal yang semakin besar. Kejanggalan ini belum dapat diketahui faktor penyebabnya, mengingat grafik stabilitas dan grafik *VITM* mendapatkan hasil yang sesuai.

Dari hasil perhitungan KAO, rentang kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan untuk mencari Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Rentang Kadar Aspal yang memenuhi persyaratan

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i> (%)	Kadar aspal yang memenuhi persyaratan (%)		
		<i>VITM</i>	Stabilitas	<i>Flow</i>
Semen Portland	6	5,141 - 5,724	4,5 - 6,5	4,5 - 6,5
	7	5,352 - 5,719	4,5 - 6,5	4,5 - 6,049
	8	5,632 - 5,905	4,5 - 6,5	4,5 - 5,806
Limbah Gypsum	6	5,037 - 5,382	4,5 - 6,5	5,037 - 6,5
	7	5,189 - 5,437	4,5 - 6,5	4,610 - 6,442
	8	4,994 - 5,566	4,5 - 6,5	4,5 - 4,75 dan 5,2674 - 6,1606

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil perhitungan diatas, rentang kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan dari Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah ini.

Tabel 5.11 Rentang Kadar Aspal dan Kadar Aspal Optimum

Kadar <i>Filler</i> (%)	Semen Portland		Limbah Gypsum	
	Rentang Kadar Aspal (%)	KAO (%)	Rentang Kadar Aspal (%)	KAO (%)
6	5,141 - 5,724	5,4325	5,037 - 5,382	5,2095
7	5,532 - 5,719	5,6255	5,189 - 5,437	5,313
8	5,632 - 5,806	5,719	5,2674 - 5,566	5,4167

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

5.3 Hasil Pengujian *Marshall* dan Kohesi

Hasil pengujian *Marshall Standart* dan *Immertion Test* dengan kadar aspal optimum untuk *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum tercantum dalam tabel 5.12 dan 5.13.

Tabel 5.12 Rerata Hasil Pengujian *Marshall Standart* dan *Immersion Test* Campuran dengan *Filler* Semen Portland pada KAO

Karakteristik <i>Marshall</i>	<i>Marshall Standart</i>			<i>Immertion Test</i>		
	Kadar <i>Filler</i> (%)			Kadar <i>Filler</i> (%)		
	6	7	8	6	7	8
<i>Density</i> (gr/cc)	2,379	2,380	2,385	2,370	2,367	2,370
<i>VMA</i> (%)	15,750	15,975	15,983	16,085	16,389	16,506
<i>VITM</i> (%)	3,321	3,099	2,867	3,706	3,739	3,471
<i>VFWA</i> (%)	78,924	80,623	82,188	77,121	76,936	79,090
<i>Flow</i> (mm)	3,060	2,853	2,783	3,370	3,017	2,703
Stabilitas (kg)	2128,698	2128,923	2137,523	2087,665	2090,106	2121,346
<i>MQ</i> (kg/mm)	643,890	752,430	768,062	605,446	694,328	785,279

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.13 Rerata Hasil Pengujian Marshall Standart dan Immersion Test Campuran dengan Filler Limbah Gypsum pada KAO

Karakteristik Marshall	Marshall Standart			Immersion Test		
	Kadar Filler (%)			Kadar Filler (%)		
	6	7	8	6	7	8
Density (gr/cc)	2,334	2,345	2,338	2,309	2,308	2,332
VMA (%)	16,818	16,549	16,921	17,715	17,875	17,160
VIM (%)	5,126	4,568	4,743	6,149	6,084	5,017
VFWA (%)	69,610	72,420	72,031	65,448	66,108	70,867
Flow (mm)	3,437	3,233	3,213	3,590	3,333	3,360
Stabilitas (kg)	2070,476	2110,851	2105,351	1724,742	1869,675	1768,385
MQ (kg/mm)	604,994	654,676	665,226	480,920	561,711	527,780

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hasil pengujian Kohesi dengan kadar aspal optimum untuk filler semen portland dan filler limbah gipsum tercantum dalam tabel 5.14 dan 5.15.

Tabel 5.14 Rerata Hasil Pengujian Kohesi Campuran dengan Filler Semen Portland pada KAO

Kadar Filler	Benda Uji	W (inchi)	H (inchi)	L (gram)	C (gram/inchi)
6%	A	4	2,3791	2991,8	1031,847
6%	B	4	2,391	3037,9	1040,743
6%	C	4	2,3858	3232,8	1110,760
					1061,117
7%	A	4	2,3964	3322,9	1134,932
7%	B	4	2,3634	3407,2	1185,610
7%	C	4	2,3842	3315,8	1140,306
					1153,616
8%	A	4	2,3882	3648,9	1252,035
8%	B	4	2,4516	4281,9	1418,270
8%	C	4	2,4448	3763,9	1251,380
					1307,228

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Teknik Transportasi UGM

Tabel 5.15 Rerata Hasil Pengujian Kohesi Campuran dengan *Filler* Limbah Gypsum pada KAO

Kadar <i>Filler</i>	Benda Uji	W (inchi)	H (inchi)	L (gram)	C (gram/inchi)
6%	A	4	2,45	2987,6	990,439
6%	B	4	2,4752	3166,9	1035,461
6%	C	4	2,437	2953,9	986,324
					1004,075
7%	A	4	2,4449	3376,9	1122,652
7%	B	4	2,4279	3501,8	1175,185
7%	C	4	2,4606	3401,9	1121,229
					1139,689
8%	A	4	2,4303	2926,9	980,944
8%	B	4	2,4315	3081,4	1032,037
8%	C	4	2,4567	3138,5	1036,634
					1016,538

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Teknik Transportasi UGM

5.4 Pembahasan

5.4.1 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti, gelombang, alur, ataupun penggemukan (*bleeding*). Stabilitas pada pengujian *Marshall* adalah kemampuan campuran (beton aspal) untuk menerima beban hingga terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg).

Nilai stabilitas pada campuran beton aspal dipengaruhi oleh tekstur permukaan, gradasi agregat, bentuk agregat dan kadar aspal yang akan membentuk daya saling mengunci antar agregat (*internal friction*). Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar.

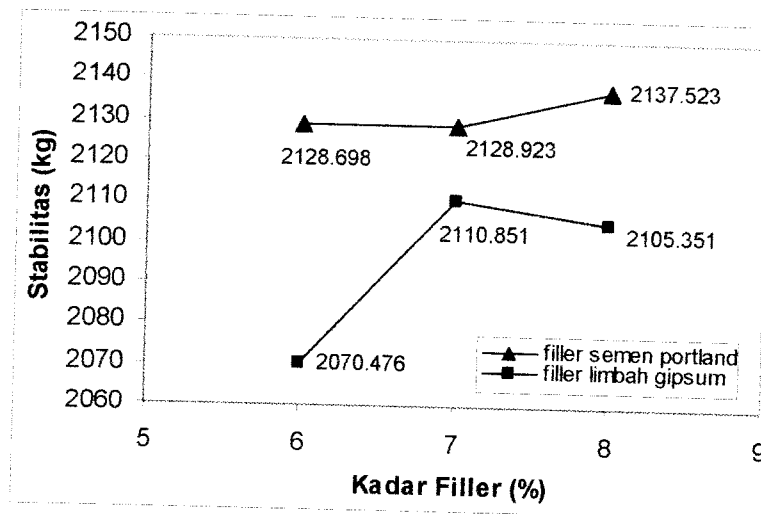
Nilai stabilitas campuran yang menggunakan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum pada KAO dapat dilihat pada tabel 5.16.

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Stabilitas Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	Stabilitas (kg)	
	Semen Portland	Limbah Gipsum
6	2128,698	2070,476
7	2128,923	2110,851
8	2137,523	2105,351

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai stabilitas pada KAO dapat dilihat pada gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan Stabilitas

Dari gambar 5.7 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas optimum campuran dengan *filler* semen portland maupun *filler* limbah gipsum semakin bertambah seiring bertambahnya kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena peningkatan kadar *filler* dengan penyetaraan volume mengakibatkan semakin bertambahnya kadar aspal yang optimum dalam campuran. Jumlah aspal yang semakin banyak meningkatkan kemampuan aspal untuk mengikat dan menyelimuti agregat

sehingga menambah gaya saling mengunci antar agregat (*internal friction*) yang meningkatkan nilai stabilitas optimum campuran.

Untuk campuran dengan *filler* limbah gipsum pada kadar *filler* 8% mendapatkan nilai stabilitas yang menurun. Secara logika, seharusnya pada kadar *filler* limbah gipsum 8% akan mendapatkan nilai stabilitas yang semakin baik. Menurunnya nilai stabilitas pada kadar *filler* 8% diyakini peneliti karena kesalahan dalam pembuatan sampel sehingga kadar *filler* limbah gipsum tidak dapat diambil kesimpulan.

Secara keseluruhan hasil penelitian stabilitas menunjukkan bahwa, campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum mempunyai nilai stabilitas optimum yang lebih rendah dibandingkan nilai stabilitas optimum campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum yang bersifat hidroksik, yaitu memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi. Aspal lebih banyak terserap oleh *filler* limbah gipsum pada saat pencampuran sehingga kadar aspal efektif dalam campuran menjadi berkurang yang berakibat mengurangi daya saling mengunci antar agregat (*internal friction*) sehingga stabilitas campuran menjadi lebih rendah dibandingkan nilai stabilitas campuran dengan *filler* semen portland.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai stabilitas campuran beton aspal yang diteliti semua memenuhi persyaratan, yaitu lebih besar dari 550 kg.

5.4.2 Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat pembebanan sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Nilai *flow* menunjukkan besarnya deformasi (penurunan vertikal) dan mengindikasikan kelenturan suatu campuran. Nilai ini langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall* dan dibaca bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas.

Nilai *flow* dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kadar aspal, viskositas aspal, gradasi campuran, suhu pemadatan dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang relatif tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan nilai *flow* yang rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga yang terisi aspal yang rendah dan bersifat kaku sehingga berpotensi mengalami retak. Dengan demikian, seiring dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai *flow* akan semakin meningkat karena semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga campuran akan memiliki fleksibilitas yang semakin tinggi pula.

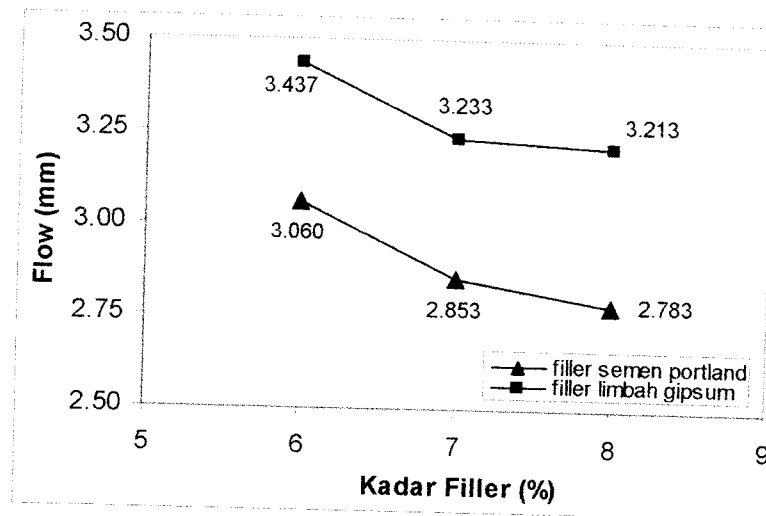
Nilai *flow* campuran pada kadar aspal optimum yang menggunakan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum dapat dilihat pada tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hasil Pengujian *Flow* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Flow</i> (mm)	
	Semen Portland	Limbah Gipsum
6	3,060	3,437
7	2,853	3,233
8	2,783	3,213

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *flow* pada KAO dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *Flow*

Dari gambar 5.8 dapat dilihat bahwa penambahan kadar *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum menyebabkan nilai *flow* optimum semakin menurun. Hal ini disebabkan karena peningkatan kadar *filler* diikuti dengan meningkatnya kadar aspal yang optimum. Karena volume agregat yang harus diselimuti aspal yang tetap, maka aspal semakin mudah mengikat seluruh agregat yang mengakibatkan campuran menjadi semakin kompak dan rapat sehingga meningkatkan daya saling mengunci antar agregat (*internal friction*) namun lebih bersifat getas sehingga mengurangi fleksibilitas campuran yang ditandai dengan semakin menurunnya nilai *flow*.

Secara keseluruhan nilai *flow* optimum pada campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum yang bersifat hidroksik, yaitu mempunyai tingkat penyerapan air

yang tinggi. Pada saat pencampuran, aspal mencair dan sifat *filler* limbah gipsum yang hidroksik terlalu banyak menyerap aspal sehingga mengurangi kadar aspal efektif dalam campuran yang berakibat mengurangi daya *interlocking* karena mempunyai lebih banyak rongga sehingga pada saat pembebanan mengalami deformasi yang lebih besar.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai *flow* campuran beton aspal yang diteliti semua memenuhi persyaratan, yaitu antara 2mm-4mm.

5.4.3 VITM (Void In Total Mix)

Rongga didalam campuran (*VITM*) adalah perbandingan volume persen rongga terhadap total campuran padat, dan dinyatakan dalam satuan persen (%). Persentase rongga yang diisyaratkan Bina Marga untuk campuran beton aspal adalah 3%-5%. Beton aspal yang mempunyai nilai *VITM* yang kurang dari 3% akan memperbesar terjadinya *bleeding*. Akibat tingginya temperatur, aspal dalam campuran akan mencair sehingga pada saat perkerasan menerima beban aspal akan mengalir diantara rongga agregat. Batas minimum tersebut dimaksudkan untuk mencegah terjadinya deformasi plastis. Nilai *VITM* lebih besar dari 5% menunjukkan bahwa terdapat banyak rongga dalam campuran sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air karena aspal menjadi mudah teroksidasi yang mengakibatkan melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak lagi menjadi perekat yang baik dan agregat akan lebih mudah terlepas dari ikatan aspal. Batas maksimum ini dimaksudkan untuk mendapatkan keawetan campuran.

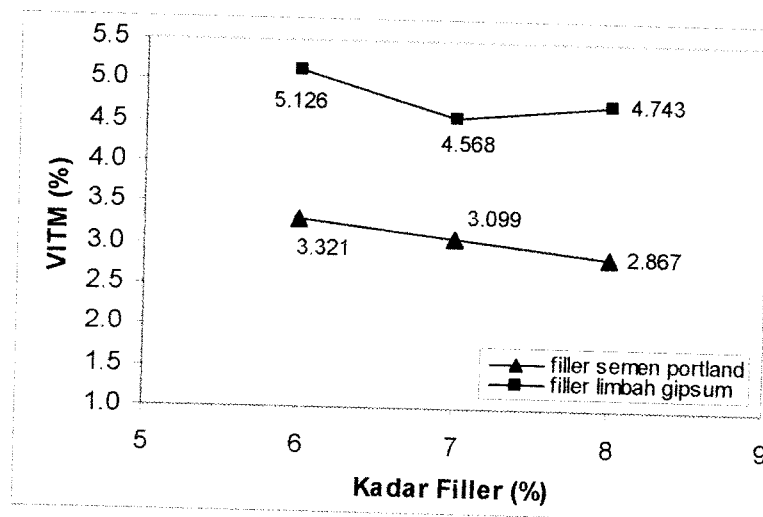
Nilai *VITM* pada kadar aspal optimum campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil Pengujian *VITM* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Void In Total Mix</i> (%)	
	Semen Portland	Limbah Gipsum
6	3,321	5,126
7	3,099	4,568
8	2,867	4,743

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *VITM* campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *VITM*

Dari gambar 5.9 dapat dilihat bahwa seiring dengan peningkatan kadar *filler* semen portland maupun *filler* limbah gipsum, nilai *VITM* optimum semakin mengecil. Hal ini disebabkan karena peningkatan kadar *filler* diikuti dengan peningkatan kadar aspal yang optimum untuk setiap kadar *filler*, sehingga semakin meningkatkan kemampuan aspal dan butiran *filler* untuk masuk ke

dalam sebagian besar rongga dalam campuran. Kadar *filler* yang semakin besar akan lebih mudah mengisi rongga-rongga dalam campuran karena mempunyai bahan pengikat yang semakin banyak sehingga menyebabkan volume rongga dalam campuran menjadi berkurang dan campuran menjadi semakin padat.

Untuk campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum, nilai *VITM* optimum khusus pada kadar *filler* 8% merupakan hasil yang tidak wajar dari keadaan yang seharusnya. Hal ini bisa dibuktikan karena peningkatan kadar *filler* dengan penyetaraan volume diikuti dengan peningkatan kadar aspal yang berimbang, sehingga menyebabkan campuran menjadi semakin padat dengan kemampuan mengisi rongga yang semakin baik. Penyimpangan ini diyakini terjadi karena kesalahan dalam pembuatan sampel sehingga mendapatkan hasil yang tidak seharusnya.

Secara keseluruhan campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum mempunyai nilai *VITM* optimum lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum yang mempunyai tingkat kehalusan butiran yang lebih rendah daripada *filler* semen portland sehingga campuran dengan *filler* limbah gipsum tidak bisa menempati sebagian besar rongga dalam campuran dengan optimal dan berakibat menghasilkan rongga yang lebih banyak.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai *VITM* campuran beton aspal untuk campuran dengan *filler* semen portland semua memenuhi persyaratan, yaitu antara 3%-5%. Untuk campuran dengan *filler* limbah gipsum pada kadar *filler* 6%

pada penelitian ini didapatkan hasil yang tidak memenuhi persyaratan, yaitu lebih besar dari 5%.

5.4.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

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

Nilai *VFWA* yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai *VFWA* yang terlalu tinggi akan mempermudah terjadinya kegemukan (*bleeding*) atau naiknya aspal kepermukaan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan viskositas aspal turun, maka sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga sudah penuh maka aspal akan naik ke permukaan. Nilai *VFWA* yang terlalu kecil menyebabkan kekedapan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal ini akan memudahkan masuknya air dan udara yang akan melarutkan bagian aspal yang teroksidasi tersebut, sehingga keawetan campuran menjadi berkurang.

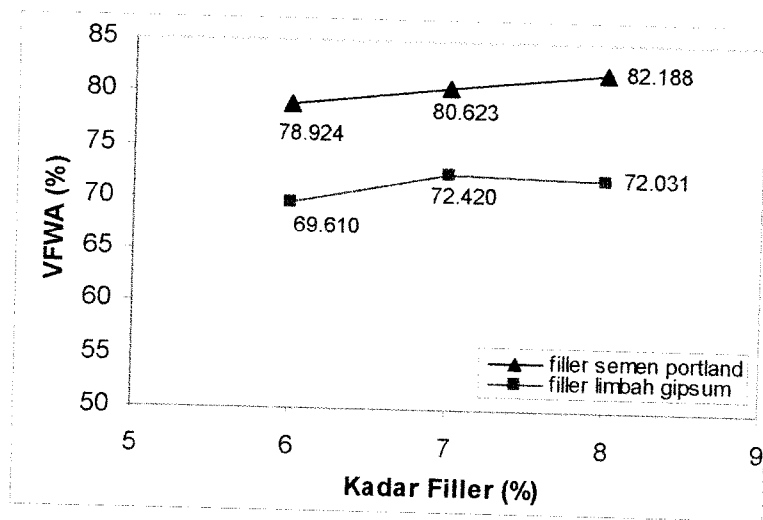
Nilai *VFWA* campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada tabel 5.19 di bawah ini.

Tabel 5.19 Hasil Pengujian *VFWA* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Void Filled With Asphalt</i> (%)	
	Semen Portland	Limbah Gypsum
6	78,924	69,610
7	80,623	72,420
8	82,188	72,031

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UH

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *VFWA* dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *VFWA*

Dari gambar 5.10 diketahui bahwa campuran dengan *filler* semen portland maupun dengan *filler* limbah gypsum memiliki nilai *VFWA* optimum yang semakin bertambah seiring dengan meningkatnya kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena peningkatan kadar *filler* diikuti dengan bertambahnya kadar aspal yang optimum, sehingga kemampuan aspal dan butiran *filler* untuk masuk ke dalam rongga-rongga kecil dalam campuran menjadi semakin baik dan mengurangi volume rongga dalam campuran karena semakin banyak rongga yang terisi aspal.

Khusus untuk campuran dengan *filler* limbah gipsum pada kadar *filler* 8% mendapatkan nilai *VFWA* optimum yang menurun, kenyataan ini menunjukkan hasil yang tidak seharusnya. Secara logika, dengan peningkatan kadar *filler* akan semakin meningkatkan kemampuan aspal dan butiran *filler* untuk meresap kedalam rongga campuran sehingga rongga yang terisi aspal menjadi semakin banyak. Hal ini diyakini peneliti karena kesalahan dalam pembuatan sampel. Peneliti meyakini bahwa pada kadar *filler* limbah gipsum 8% seharusnya akan mendapatkan nilai *VFWA* yang semakin meningkat.

Secara keseluruhan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum mempunyai nilai *VFWA* optimum yang lebih kecil dibandingkan campuran dengan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum mempunyai tingkat kehalusan yang lebih rendah dibanding *filler* semen portland, sehingga butiran *filler* limbah gipsum mengganggu peresapan aspal kedalam rongga-rongga kecil dalam campuran yang mengakibatkan aspal tidak dapat menempati sebagian besar rongga dalam campuran. Selain itu dipengaruhi juga oleh sifat fisik *filler* limbah gipsum yang hidroksik, yaitu memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi. Sifat hidroksik ini menyebabkan *filler* terlalu banyak menyerap aspal, sehingga mengurangi kadar aspal efektif dalam campuran yang berakibat rongga yang terisi aspal menjadi berkurang.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), tidak ada batasan nilai *VFWA* untuk campuran beton aspal.

5.4.5 *VMA (Void In Mineral Aggregate)*

Rongga di dalam agregat (*VMA*) menunjukkan banyaknya volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran termasuk rongga yang terisi aspal efektif dan dinyatakan dalam persen (%) volume. Nilai *VMA* dapat juga dinyatakan sebagai rongga yang tersedia untuk ditempati volume aspal dan volume udara yang diperlukan dalam campuran agregat dan aspal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain tekstur permukaan, bentuk butiran, gradasi agregat, pemadatan dan serapan air oleh agregat. Persentase minimum rongga dalam agregat yang diisyaratkan berdasarkan ukuran maksimum nominal agregat untuk campuran beton aspal adalah 15%.

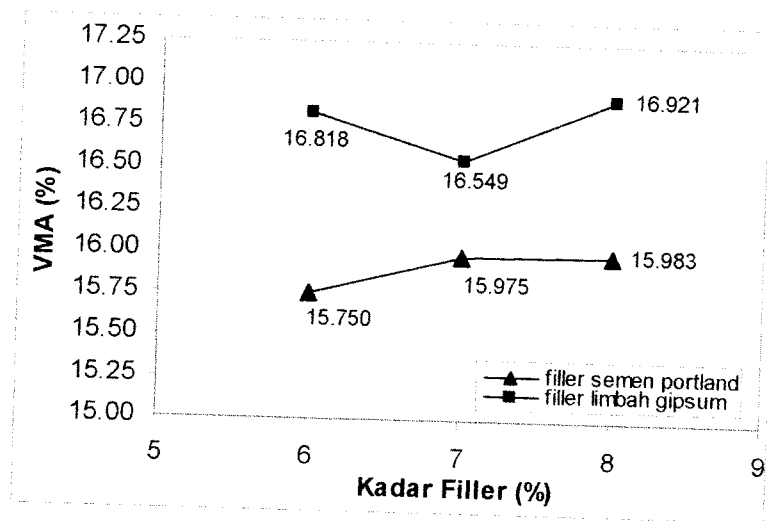
Nilai *VMA* pada kadar aspal optimum campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum dapat dilihat pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 Hasil Pengujian *VMA* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Void In Mineral Aggregate</i> (%)	
	Semen Portland	Limbah Gipsum
6	15,750	16,818
7	15,975	16,549
8	15,983	16,921

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *VMA* campuran pada Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada gambar 5.11 berikut.



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *VMA*

Dari gambar 5.11 dapat dilihat bahwa nilai *VMA* optimum campuran dengan *filler* semen portland semakin meningkat seiring peningkatan kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar *filler* diikuti dengan semakin banyaknya kadar aspal dalam campuran sehingga semakin banyak rongga yang terisi aspal efektif.

Sedangkan untuk campuran beton aspal dengan *filler* limbah gipsum, nilai *VMA* optimum pada kadar *filler* 6%-7% mengalami penurunan. Dengan mengecilnya nilai *VMA* maka menunjukkan bahwa aspal yang meresap kedalam batuan agregat menjadi lebih sedikit. Hal ini menyebabkan aspal lebih banyak berada pada rongga antar batuan dalam campuran bersama-sama *filler* dengan tebal film aspal yang tetap, sehingga persentase rongga dalam campuran menjadi semakin kecil.

Secara keseluruhan nilai *VMA* optimum campuran beton aspal dengan *filler* limbah gipsum lebih besar daripada nilai *VMA* campuran beton aspal dengan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum

yang mempunyai tingkat kehalusan butiran yang sedikit lebih rendah daripada *filler* semen portland sehingga campuran beton aspal dengan *filler* limbah gipsum menghasilkan rongga yang lebih banyak karena butiran *filler* mengganggu masuknya aspal ke dalam campuran.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai *VMA* optimum campuran beton aspal untuk campuran dengan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum semua memenuhi persyaratan, yaitu lebih besar 15%.

5.4.6 Kerapatan (*Density*)

Nilai kerapatan (*density*) menunjukkan besarnya derajat kerapatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai *density* yang lebih rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh gradasi agregat, faktor pemadatan, temperatur pemadatan dan kadar aspal dalam campuran.

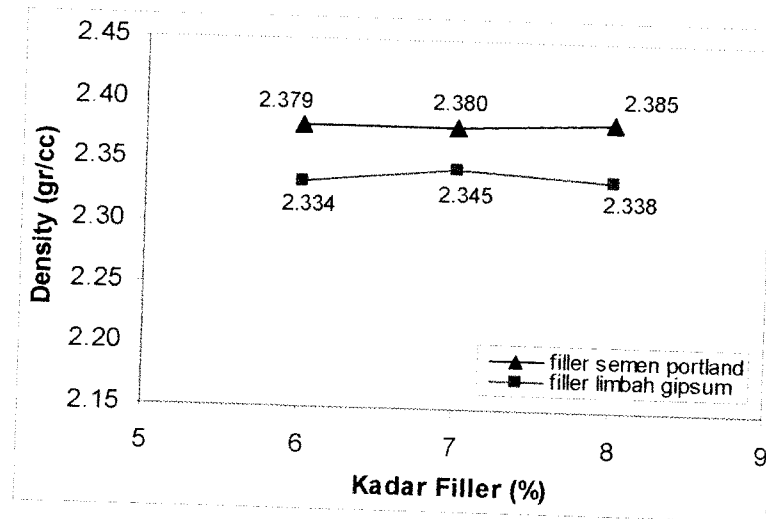
Nilai *density* pada kadar aspal optimum campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland dan *filler* limbah gipsum dapat dilihat pada tabel 5.21.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian *Density* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Density</i> (gr/cc)	
	Semen Portland	Limbah Gipsum
6	2,379	2,334
7	2,380	2,345
8	2,385	2,338

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *density* campuran pada Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *Density*

Dari gambar 5.12 diketahui bahwa, campuran dengan *filler* semen portland maupun *filler* limbah gipsum memiliki nilai *density* optimum yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *filler*. Dengan demikian, seiring dengan meningkatnya kadar *filler* maka rongga-rongga yang terisi *filler* akan bertambah ketika campuran tersebut dipadatkan sehingga campuran menjadi semakin rapat.

Khusus untuk campuran dengan *filler* limbah gipsum pada kadar *filler* 8%, nilai *density* optimum mengalami mengalami penurunan. Nilai tersebut bertolak belakang dengan hasil yang diharapkan, karena seharusnya nilai *density* campuran semakin meningkat pada kadar *filler* yang lebih tinggi. Secara logika, peningkatan kadar *filler* dengan kadar aspal yang optimum akan menyebabkan campuran menjadi semakin rapat karena semakin banyak rongga-rongga yang terisi *filler*. Peneliti meyakini kejanggalan ini terjadi karena kesalahan dalam pembuatan

sampel pada kadar *filler* limbah gipsum 8% sehingga mengakibatkan nilai *density* pada kadar *filler* tersebut mengalami penurunan..

Secara keseluruhan nilai *density* optimum campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena limbah gipsum mempunyai berat jenis yang lebih kecil dibandingkan berat jenis semen portland. Dengan penyetaraan volume *filler* maka campuran dengan *filler* limbah gipsum menghasilkan jumlah aspal yang lebih sedikit dibandingkan campuran dengan *filler* semen portland, sehingga campuran dengan *filler* semen portland mampu memberikan kepadatan yang lebih baik karena mempunyai bahan pengikat yang lebih banyak. Faktor lain yang mempengaruhi adalah sifat fisik *filler* limbah gipsum yang cenderung bersifat hidroksik, yaitu mempunyai tingkat penyerapan yang lebih tinggi dibanding semen portland. Pada saat pencampuran aspal lebih banyak terserap oleh *filler* limbah gipsum sehingga mengurangi kadar aspal efektif dalam campuran sehingga menghasilkan kepadatan yang lebih rendah dibandingkan campuran dengan *filler* semen portland.

Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), tidak ada batasan nilai *density* untuk campuran beton aspal. Nilai *density* digunakan untuk persyaratan teknis lapangan, yaitu tidak boleh kurang dari 96% kepadatan laboratorium.

5.4.7 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan (*flow*) dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan

atau fleksibilitas. Stabilitas yang tinggi dan disertai dengan kelelahan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

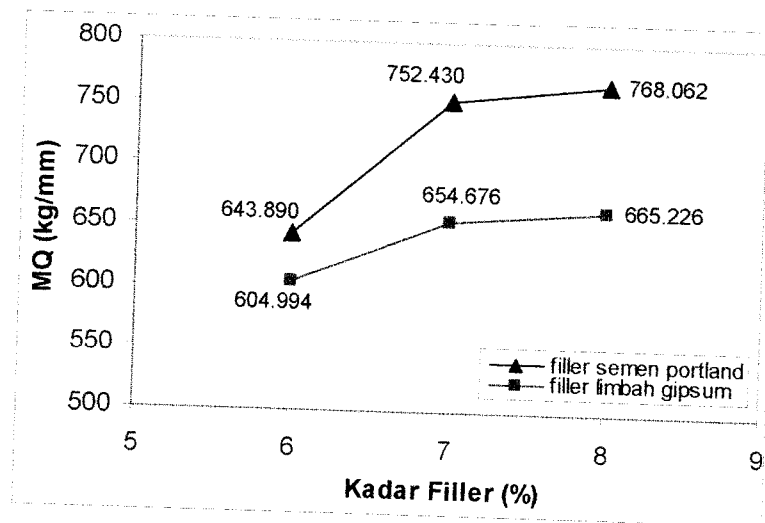
Dari hasil penelitian, nilai *Marshall Quotient* campuran pada kadar aspal optimum dapat di lihat pada tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Hasil Pengujian *Marshall Quotient* Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	
	Semen Portland	Limbah Gypsum
6	643,890	604,994
7	752,430	654,676
8	768,062	665,226

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *Marshall Quotient* campuran pada KAO dapat dilihat pada gambar 5.13 di bawah ini.



Gambar 5.13 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *Marshall Quotient*

Dari gambar 5.13 diketahui bahwa nilai *MQ* pada kedua jenis *filler* bertambah seiring dengan meningkatnya kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena meningkatnya nilai stabilitas campuran diikuti dengan semakin berkurangnya kelelahan (*flow*) campuran yang mengindikasikan bahwa campuran menjadi semakin kaku.

Secara umum, hasil penelitian nilai *MQ* campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih rendah daripada *MQ* campuran dengan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan campuran dengan *filler* limbah gipsum mempunyai nilai stabilitas dan *flow* yang lebih rendah.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai *MQ* untuk campuran beton aspal adalah 200 kg/mm-350 kg/mm. Untuk penelitian ini nilai *MQ* campuran tidak ada yang memenuhi persyaratan.

5.4.8 Pengujian Rendaman (*Immertion Test*)

Pengujian rendaman (*Immertion Test*) dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran akibat pengaruh suhu, air dan udara. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan pengujian *Marshall Standart*, hanya saja lama perendaman dalam *waterbath* pada suhu 60 °C dilakukan selama 24 jam. *Immertion Test* digunakan untuk menentukan turunnya nilai kekuatan (*strenght*) dan kekakuan (*stiffness*) campuran.

Indeks Tahanan Kerusakan (*Index of Retained Strenght*) akibat pengaruh suhu, air dan udara dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah

direndam selama 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas yang direndam selama 30 menit (S1).

Dalam penelitian ini, hasil uji stabilitas *Marshall Standart (S1)* dengan *filler* semen portland pada kadar 6% adalah 2128,698 kg, dan hasil uji stabilitas *Immertion (S2)* campuran adalah 2087,665 kg. Hasil perhitungan *Index of Retained Strength* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Index of Retained Strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{2087,665}{2128,698} \times 100\% \\ &= 98,072\% \geq 75\% \end{aligned}$$

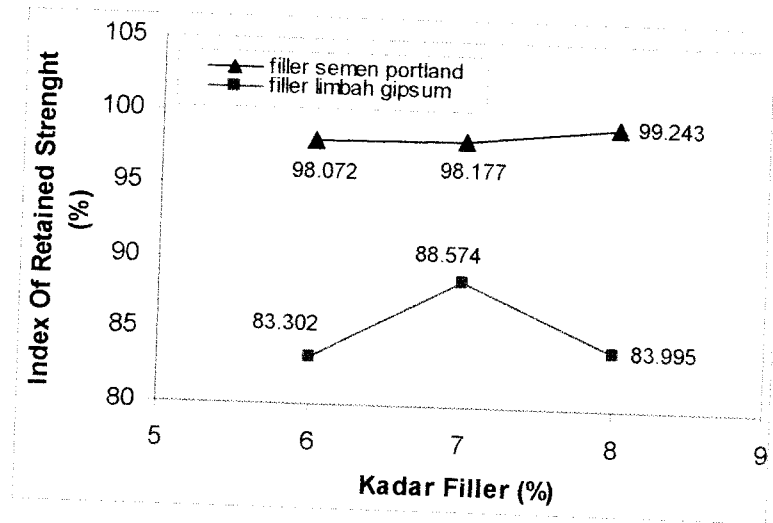
Dari hasil penelitian, nilai *Index of Retained Strength* campuran pada Kadar Aspal Optimum dapat di lihat pada tabel 5.23.

Tabel 5.23 Hasil Pengujian *Index Of Retained Strength* Campuran

Kadar Filler (%)	<i>Index of Retained Strength (%)</i>	
	Semen Portland	Limbah Gypsum
6	98,072	83,302
7	98,177	88,574
8	99,243	83,995

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Jalan Raya UII

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai *Index of Retained Strength* campuran pada KAO dapat dilihat pada gambar 5.14 di bawah ini.



Gambar 5.14 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan *Index Of Retained Strenght*

Dari gambar 5.14 dapat diketahui bahwa campuran yang menggunakan *filler* semen portland mempunyai tahanan kerusakan terhadap air, suhu dan udara yang lebih baik dibandingkan campuran dengan *filler* limbah gipsum. Hal ini terjadi karena campuran dengan *filler* semen portland memiliki nilai *VITM* yang lebih kecil daripada nilai *VITM* campuran dengan *filler* limbah gipsum, sedangkan nilai *VFWA* campuran limbah gipsum lebih kecil daripada nilai *VFWA* campuran dengan *filler* semen portland. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa campuran dengan *filler* limbah gipsum memiliki rongga yang lebih banyak dengan kemampuan aspal mengisi rongga-rongga yang lebih jelek daripada campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Faktor lain yang mempengaruhi karena *filler* limbah gipsum mempunyai tingkat kehalusan butiran yang lebih rendah sehingga mengganggu peresapan aspal kedalam rongga. Selain itu disebabkan juga karena sifat fisik *filler* limbah gipsum yang bersifat hidroksik, yaitu memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi sehingga *filler* terlalu banyak

menyerap aspal dan mengurangi kadar aspal efektif dalam campuran yang mengakibatkan aspal yang menyelimuti agregat menjadi terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis semakin mudah terlepas yang mengakibatkan lapisan tidak lagi kedap air dan oksidasi mudah terjadi dan menjadi semakin parah dengan banyaknya *filler* limbah gipsum yang menyerap air pada saat perendaman selama 24 jam sehingga lapis perkerasan menjadi rusak.

Sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai Indeks Perendaman (IP) untuk campuran beton aspal adalah $\geq 75\%$. Untuk penelitian ini semua nilai Indeks Perendaman campuran untuk kedua jenis *filler* memenuhi persyaratan.

5.4.9 Pengujian Kohesi

Nilai kohesi menunjukkan kemampuan campuran untuk mempertahankan agregat tetap pada tempatnya dan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas campuran.

Pada prinsipnya, pengujian kohesi dilakukan dengan cara menekuk/mematahkan sampel sampai terjadi kerusakan sampel yang mengindikasikan bahwa sampel tidak mampu lagi mempertahankan ikatan agregat didalam campuran.

Dari hasil pengujian kohesi, berat shot (L) untuk campuran dengan *filler* semen portland pada kadar *filler* 6% adalah 2991,8 gram, tinggi sampel (H) adalah 2,3791 inchi dan diameter sampel (W) adalah 4 inchi. Hasil perhitungan Metode *Hveem* adalah sebagai berikut.

$$C = \frac{L}{W(0,2H + 0,044H^2)}$$

$$C = \frac{2991,8}{4(0,2 \times 2,3791 + 0,044 \times 2,3791^2)}$$

$$C = 1031,847 \text{ gram/inchi}$$

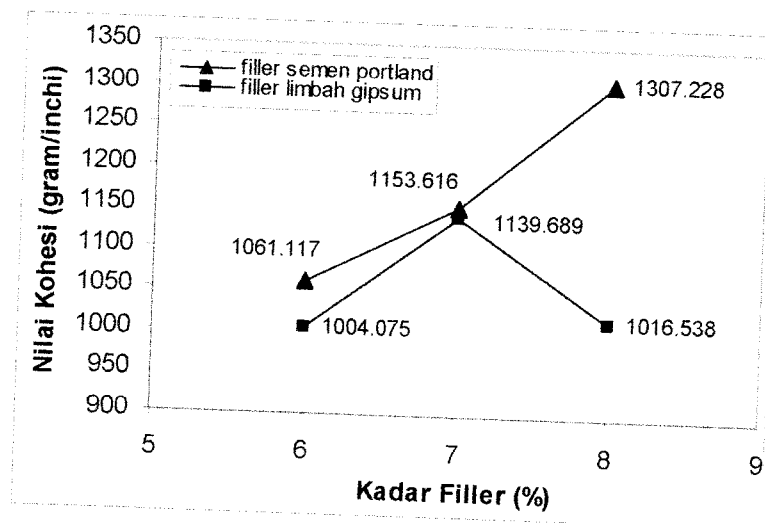
Dari hasil penelitian, rata-rata nilai kohesi campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada tabel 5.24.

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Kohesi Campuran

Kadar <i>Filler</i> (%)	Nilai Kohesi (gram/inchi)	
	Semen Portland	Limbah Gypsum
6	1061,117	1004,075
7	1153,616	1139,689
8	1307,228	1016,538

Sumber : Hasil Pemeriksaan Lab Teknik Transportasi JTS MSTT UGM

Hubungan antara kadar *filler* dengan nilai kohesi campuran dapat dilihat pada gambar 5.15 di bawah ini.



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* dan Kohesi

Dari gambar 5.15 dapat diketahui bahwa campuran yang menggunakan *filler* semen portland maupun *filler* limbah gipsum mempunyai nilai kohesi

optimum yang semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena peningkatan kadar *filler* mengakibatkan campuran menjadi semakin rapat dan sifat saling mengunci bertambah sehingga meningkatnya nilai kohesi campuran.

Khusus untuk campuran dengan *filler* limbah gipsum 8% mempunyai nilai kohesi yang menurun. Hasil tersebut bertolak belakang dengan hasil yang diharapkan, seharusnya nilai kohesi meningkat pada kadar *filler* 8%. Hal ini dapat dibuktikan karena dengan volume agregat yang harus diselimuti aspal yang tetap, maka secara logika *filler* akan dapat mengisi rongga dengan semakin baik sehingga akan meningkatkan kerapatan dan daya *interlocking* campuran.

Secara keseluruhan hasil penelitian kohesi menunjukkan bahwa, campuran yang menggunakan *filler* limbah gipsum mempunyai nilai kohesi optimum yang lebih rendah dibandingkan nilai kohesi campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena sifat fisik *filler* limbah gipsum yang mempunyai sifat fisik yang hidroksik, yaitu mempunyai tingkat penyerapan terhadap air yang tinggi dan tingkat kehalusan yang lebih rendah. Sifat hidroksik mengakibatkan aspal menjadi banyak terserap oleh *filler* limbah gipsum dan mengurangi kadar aspal efektif dalam campuran sehingga mengurangi kerapatan dan daya *interlocking* campuran dan mengakibatkan nilai kohesi campuran limbah gipsum menjadi lebih rendah dibandingkan campuran dengan *filler* semen portland. Sedangkan tingkat kehalusan *filler* gipsum yang lebih rendah mengakibatkan campuran dengan *filler* limbah gipsum mempunyai lebih banyak rongga karena partikel-partikel *filler* menghambat masuknya aspal

kedalam rongga-rongga kecil sehingga campuran menjadi tidak padat dan tidak dapat mempertahankan ikatan antar agregat dengan baik.

Sesuai dengan rekomendasi dari *The Asphalt Institute* (1983) dengan kriteria desain metode *Hveem*, nilai kohesi campuran yang diisyaratkan adalah > 50 gram/inchi. Pada penelitian ini, nilai kohesi untuk semua campuran memenuhi persyaratan karena lebih besar dari 50 gram/inchi.

Berdasarkan hasil penelitian *Immertion* dan nilai kohesi, peneliti meyakini bahwa telah terjadi penyimpangan yang konsisten pada kadar *filler* limbah gipsum 8% dengan melihat hasil penelitian karakteristik *Marshall*. Hal ini bisa dibuktikan dengan melihat hasil penelitian karakteristik *Marshall* pada kadar *filler* limbah gipsum 8% mendapatkan hasil penelitian yang bertolak belakang dengan logika yang seharusnya. Penyimpangan ini diperkuat dengan melihat hasil pengujian *Immertion* dan nilai kohesi yang juga mendapatkan hasil yang bertolak belakang. Peneliti meyakini bahwa telah terjadi kesalahan dalam pembuatan sampel khusus pada kadar *filler* limbah gipsum 8%.

5.5 Rekapitulasi Hasil Penelitian Pada Kadar Aspal Optimum

Dari penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat dilihat rekapitulasi hasil percobaan pada tabel 5.25 berikut.

Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Penelitian Pada Kadar Aspal Optimum

Jenis Percobaan	Semen Portland			Limbah Gypsum		
	6%	7%	8%	6%	7%	8%
Stabilitas (kg)	2128,698	2128,923	2137,523	2070,476	2110,851	2105,351
Flow (mm)	3,060	2,853	2,783	3,437	3,233	3,213
VITM (%)	3,321	3,099	2,867	5,126	4,568	4,743
VIWA (%)	78,924	80,623	82,188	69,610	72,420	72,031
VMA (%)	15,750	15,975	15,983	16,818	16,549	16,921
Density (gr/cc)	2,379	2,380	2,385	2,334	2,345	2,338
MQ (kg/mm)	643,890	754,430	768,062	604,994	654,676	665,226
IP (%)	98,072	98,117	99,243	83,302	88,574	83,995
Kohesi (gr/inchi)	1061,117	1153,616	1307,228	1004,075	1139,689	1016,538

Sumber : Hasil Pemeriksaan Lab RJR UII dan Lab Teknik Transportasi JTS MSTT UGM

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan terhadap campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum dan semen portland, maka dapat diambil kesimpulan mengenai karakteristik *Marshall*, *Immertion Test* dan nilai kohesi campuran beton aspal sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas pada campuran beton aspal dengan menggunakan *filler* semen portland lebih baik daripada campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum.
2. Nilai *flow* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih baik daripada nilai *flow* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland.
3. Nilai *VITM* untuk campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum dan *filler* semen portland turun seiring dengan peningkatan kadar *filler*.
4. Nilai *VFWA* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih rendah dibandingkan dengan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland.

5. Nilai *VMA* campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum lebih besar daripada campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland.
6. Campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland memiliki nilai *density* campuran yang lebih tinggi dibandingkan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum.
7. Hasil pengujian *Immertion* menunjukkan bahwa campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland lebih tahan terhadap pengaruh air, suhu dan udara dibandingkan campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum.
8. Nilai kohesi campuran beton aspal yang menggunakan *filler* semen portland lebih baik dibandingkan nilai kohesi campuran beton aspal yang menggunakan *filler* limbah gipsum.

6.2 Saran

Berdasarkan yang telah dilakukan, maka penyusun memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada perhitungan mencari kadar aspal optimum, didapatkan grafik *flow* yang cenderung semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor penyebabnya.
2. Pada daerah yang memiliki banyak *home industri* yang menggunakan material gipsum dan memiliki keterbatasan bahan *filler* standar, dapat menggunakan limbah gipsum sebagai alternatif pengganti.

3. Perlu diperhatikan ketelitian, kecermatan dan perhitungan yang matang baik pada saat pembuatan sampel dan pengujian sehingga diperoleh data yang akurat.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh limbah gipsum terhadap karakteristik yang lain, seperti *skid resistance*, *durability*, *fleksibility*, permeabilitas, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga 1987, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya (SKBI-2.4.26.1987)**, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kerb, R.D, Walker, R,D, 1971, *Highway Material*, Mc Graw Hill Book Company, USA.
- The Asphalt Institute 1983, *Asphalt Technoloy And Construction Practices*, Maryland, USA.
- Silvia Sukirman, 1992, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.
- Laboratorium Jalan Raya, 2003, **Panduan Praktikum Jalan Raya**, Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UI, Yogyakarta.
- Bagus Prayitno, 2000, **Pengaruh Gypsum Sintesis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan Portland Cement Sebagai Bahan Filler Terhadap Sifat Marshall dan Permeabilitas Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (DGEM)**, Tesis S-2 MSTT, UGM, Yogyakarta.
- Wahyuni, 2000, **Pengaruh Pemanfaatan Portland Cement dan Kapur Tohor Sebagai Filler Terhadap Stabilitas dan Durabilitas pada Campuran Emulsi Bergradasi Rapat**, Tesis S-2 MSTT, UGM, Yogyakarta.
- Zaenal Arifin JW dan Nur Susanto, 1996, **Penggunaan Filler dari Batu Kapur dan Batu Cadas untuk Campuran Beton Aspal**, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Yogyakarta.
- Joseph Craus, Ilan Ishai dan Arie Sides, *Durability Of Bituminous Paving Mixtures As Related To Filler Type And Properties* (Pengaruh Jenis dan Sifat-Sifat Filler Terhadap Durabilitas Campuran Perkerasan Aspal), *Asphalt Paving Technology*, 1981, Volume 50, San Diego, California.
- Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson, *The Effect Of Various Fillers On The Mechanical Behavior Of Asphalt And Asphaltic Concrete* (Pengaruh Jenis Bahan Pengisi Terhadap Perilaku Mekanis Aspal dan Beton Aspal), *Asphalt Paving Technology*, 1980, Volume 49, Louisville, Kentucky.



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Andi Christanto	98 511 104	Teknik Sipil
2.	Ibnu Wibowo	98 511 289	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Penggunaan Limbah Gypsum Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Dan Nilai Kohesi Beton Aspal

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

Bertaku mulai Tgl : 27-Jan-05 - Sampai Akhir Mei 05

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

Dosen Pembimbing I : Subarkah, Ir.MT

Dosen Pembimbing II :



Jogyakarta, 27-Jan-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)

Berlaku mulai Tgl : 27-Jan-05 – Sampai Akhir Mei 05

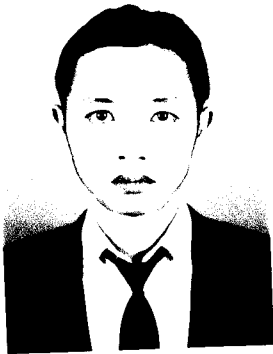
NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Andi Christanto	98 511 104	Teknik Sipil
2.	Ibnu Wibowo	98 511 289	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Penggunaan Limbah Gypsum Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall
Dan Nilai Kohesi Beton Aspal

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II :



Jogjakarta , 27-Jan-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____



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

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSESI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PEROIDE KE : II (Des 03 - Mei 04)

NO	N A M A	NO.MHS	BID.STUDI
1.	Andi Christanto	98 511 104	Teknik Sipil
2.	Ibnu Wibowo	98 511 289	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Penggunaan Limbah Gypsum Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Dan Nilai Kohesi Beton Aspal

DOSEN PEMBIMBING I : ~~Miftahul Fauziah ST, MT~~

DOSEN PEMBIMBING II : Subarkah, Ir, MT

Tidak plot lagi

↳ jadi pembimbing I



Jogjakarta, 10 Desember 2003
 a.n.Dekan

(Ir.H.Munadhir, MS)



FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Andi Christianto	98 511 104	Teknik Sipil
2	Ibnu Wibowo	98 511 289	Teknik Sipil

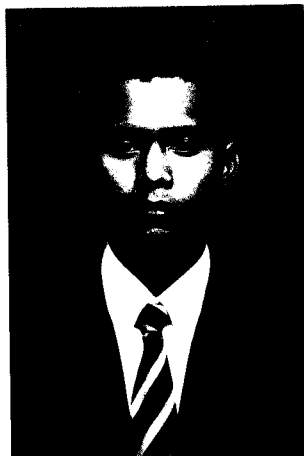
JUDUL TUGAS AKHIR :

..... Penggunaan Lembang Gypsum Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Dan Nilai
 Kohesi Beton Aspal

PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2003- 2004

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

DOSEN PEMBIMBING I : Miftahul Fauziah, ST, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : Subarkah, Jr, MT.....



Yogyakarta, 10-Dec-03
 a.n. Dekan,

 (Mr. H. Munadhir, MT)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

*Mendaftar lagi seperti proses awal,
 fond kembalikan kpd dosen pembimbingnya.*

3/1/04



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Agregat Halus

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 21 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	
Berat Vicnometer + Air (<i>B</i>)	663 gram	
Berat Vicnometer + Air + Benda uji (<i>BT</i>)	985 gram	
Berat sampel kering oven (<i>BK</i>)	489 gram	
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,75	
Berat jenis SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,81	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,93	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2,25 %	

Syarat : Berat Jenis $\geq 2,5$

Penyerapan $\leq 3 \%$

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Agregat Kasar

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Keterangan	Benda Uji	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) $\rightarrow (BJ)$	1608 gram	
Berat benda uji dalam air $\rightarrow (BA)$	1000 gram	
Berat sampel kering oven $\rightarrow (BK)$	1570 gram	
Berat jenis = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,582	
Berat jenis SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,645	
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,754	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	2,42 %	

Syarat : Berat Jenis $\geq 2,5$

Penyerapan $\leq 3 \%$

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Pertamina

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : AC 60-70

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat Vicnometer kosong	15,32 gram
2.	Berat Vicnometer + Aquadest	26,43 gram
3.	Berat air (2 - 1)	11,11 gram
4.	Berat Vicnometer + Aspal	17,35 gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	2,03 gram
6.	Berat Vicnometer + Aspal + Aquadest	26,50 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	9,15 gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	1,96
9.	Berat jenis aspal : berat/volume (5/8)	1,04

Syarat Berat Jenis Aspal $\geq 1,03$

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

BERAT JENIS LIMBAH GIPSUM

Contoh dari : Mandiri Utama Gypsum

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Limbah Gypsum

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat Vicnometer kosong	15,22 gram
2.	Berat Vicnometer + Aquadest	29,56 gram
3.	Berat air (2 - 1)	14,34 gram
4.	Berat Vicnometer + Limbah Gypsum	18,05 gram
5.	Berat limbah gipsum (4 - 1)	2,83 gram
6.	Berat Vicnometer + Limbah Gypsum + Aquadest	31,4 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	13,35 gram
8.	Volume limbah gipsum (3 - 7)	0,99
9.	Berat jenis limbah gipsum : berat/volume (5/8)	2,858

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

BERAT JENIS SEMEN PORTLAND

Contoh dari : Tiga Roda Indocement

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Portland Pozzolan Cement (PPC)

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat Vicnometer kosong	16,22 gram
2.	Berat Vicnometer + Aquadest	28,05 gram
3.	Berat air (2 - 1)	11,83 gram
4.	Berat Vicnometer + Semen Portland	19,05 gram
5.	Berat semen Portland (4 - 1)	2,83 gram
6.	Berat Vicnometer + Semen Portland + Aquadest	29,95 gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	10,9 gram
8.	Volume Semen Portland (3 - 7)	0,93
9.	Berat jenis semen portland = berat/volume (5/8)	3,04

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

DAKTILITAS (*DUCTILITY*) / RESIDUE

Contoh dari : Pertamina

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : AC 60-70

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Persiapan Benda Uji	Contoh Dipanaskan	15 menit	Pembacaan Suhu Oven $\pm 35^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam <i>Water Bath</i> pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu <i>Water Bath</i> $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25°C , 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu Alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada 25°C, 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	165 cm
Pengamatan II	165 cm
Rata-rata	165 cm

Syarat ≥ 100 cm

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Yogyakarta, Juni 2004

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96-97

Contoh dari : Clereng Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Agregat Kasar

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 20 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Jenis Gradasi		Benda Uji	
Saringan		I	II
Lolos	Tertahan		
72,2 mm (3,0")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1,0")		
25,4 mm (1,0")	19 mm (¾")		
19 mm (¾")	12,5 mm (½")	2500	
12,5 mm (½")	9,5 mm (⅜")	2500	
9,5 mm (⅜")	6,3 mm (¼")		
6,3 mm (¼")	4,75 mm (#4)		
4,75 mm (#4)	2,36 mm (#8)		
Jumlah benda uji (A)		5000	
Jumlah Tertahan di sieve (B)		3100	
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		38 %	

Syarat Keausan ≤ 40 %

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

KELARUTAN DALAM CCL₄ (SOLUBILITY)

Contoh dari : Pertamina

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : AC 60-70

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukamto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Pembukaan Contoh	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	10.55 WIB	
2. Pelarutan	Selesai	Jam	11.10 WIB	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	11.15 WIB	
	Selesai	Jam	11.25 WIB	
4. Di oven	Mulai	Jam	11.30 WIB	
5. Penimbangan	Selesai	Jam	11.42 WIB	

1.	Berat botol Erlenmeyer kosong	74,29 gram
2.	Berat Erlenmeyer	75,14 gram
3.	Berat aspal (2 - 1)	0,85 gram
4.	Berat kertas saringan bersih	0,62 gram
5.	Berat kertas saringan + endapan	0,625 gram
6.	Berat endapan (5 - 4)	0,005 gram
7.	Persentase endapan ($6/3 \times 100\%$)	0,588 %
8.	Bitumen yang larut ($100\% - 7$)	99,42 %

Syarat Bitumen yang larut $\geq 99\%$

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Pertamina Dikerjakan oleh : Andi Christanto
 Jenis contoh : AC 60-70 Ibnu Wibowo
 Diuji tanggal : 18 Mei 2004 Diperiksa oleh : Sukamto
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	27 °C	10.00 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	10.15 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	10.15 WIB
Selesai	27 °C	11.15 WIB
Diperiksa		
Mulai	5 °C	13.45 WIB
Selesai	52 °C	13.55 WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	Suhu yang diamati (°C)	Waktu (detik)		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1.	5	0	0		
2.	10	1'42"	1'42"		
3.	15	3'37"	3'37"		
4.	20	5'26"	5'26"		
5.	25	6'40"	6'40"		
6.	30	7'34"	7'34"		
7.	35	8'20"	8'20"		
8.	40	9'08"	9'08"		
9.	45	9'53"	9'53"		
10.	50	10'38"	10'38"	(10'45")	(10'45")
11.	55			51 °C	52 °C

Syarat : 48 - 58 °C

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

PEMERIKSAAN

TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Pertamina

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : AC 60-70

Ibnu Wibowo

Diuji tanggal : 18 Mei 2004

Diperiksa oleh : Sukanto

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	27 °C	10.00 WIB
Selesai Pemanasan	150 °C	10.15 WIB
Didiamkan pada suhu ruang		
Mulai	150 °C	10.15 WIB
Selesai	27 °C	11.15 WIB
Diperiksa		
Mulai	27 °C	14.05 WIB
Selesai	345 °C	14.35 WIB

HASIL PENGAMATAN

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	315 °C	345 °C
II		
Rata-rata		

Syarat $\geq 200^{\circ}\text{C}$

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

SAND EQUIVALENT DATA

AASHTO T 176-73

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo Dikerjakan oleh : Andi Christanto
 Jenis contoh : Batu Pecah Ibnu Wibowo
 Diuji tanggal : 18 Mei 2004 Diperiksa oleh : Sukanto
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking (10.1 Min)	Start	10.30	10.30	
	Stop	10.40	10.40	
Sedimentation Time (20 Min – 15 Sec)	Start	10.45	10.43	
	Stop	11.05	11.03	
Clay Reading		5,4	5,1	
Sand Reading		3,35	3,5	
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		62,037	68,627	
Average Sand Equivalent		65,332	65,332	
Remark :				

Syarat ≥ 50

Yogyakarta, Juni 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 6% dan Kadar Aspal 4,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	114,60	114,60	10	90	80 – 100
3/8"	114,60	229,20	20	80	70 – 90
# 4	229,20	458,40	40	60	50 – 70
# 8	200,55	658,95	57,5	42,5	35 – 50
# 30	217,74	876,69	76,5	23,5	18 – 29
# 50	63,03	939,72	82	18	13 – 23
# 100	68,76	1008,48	88	12	8 – 16
# 200	68,76	1077,24	94	6	4 – 10
P a n	68,76	1146,00	100	-	0

1146,00

Kadar Aspal = 4,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 54 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 6% dan Kadar Aspal 5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	114,00	114,00	10	90	80 – 100
3/8"	114,00	228,00	20	80	70 – 90
# 4	228,00	456,00	40	60	50 – 70
# 8	199,50	655,50	57,5	42,5	35 – 50
# 30	216,60	872,10	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,70	934,80	82	18	13 – 23
# 100	68,40	1003,20	88	12	8 – 16
# 200	68,40	1071,60	94	6	4 – 10
P a n	68,40	1140,00	100	-	0

1146,00

Kadar Aspal = 5,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 60 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 6% dan Kadar Aspal 5,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	113,40	113,40	10	90	80 – 100
3/8"	113,40	226,80	20	80	70 – 90
# 4	226,80	453,60	40	60	50 – 70
# 8	198,45	652,05	57,5	42,5	35 – 50
# 30	215,46	867,51	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,37	929,88	82	18	13 – 23
# 100	68,04	997,92	88	12	8 – 16
# 200	68,04	1065,96	94	6	4 – 10
P a n	68,04	1134,00	100	-	0

1134,00

Kadar Aspal = 5,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 66 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 6% dan Kadar Aspal 6%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1128,00

Kadar Aspal = 6,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 72 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Handwritten signatures of Andi Christanto and Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 6% dan Kadar Aspal 6,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	112,20	112,20	10	90	80 – 100
3/8"	112,20	224,40	20	80	70 – 90
# 4	224,40	448,80	40	60	50 – 70
# 8	196,35	645,15	57,5	42,5	35 – 50
# 30	213,18	858,33	76,5	23,5	18 – 29
# 50	61,71	920,04	82	18	13 – 23
# 100	67,32	987,36	88	12	8 – 16
# 200	67,32	1054,68	94	6	4 – 10
P a n	67,32	1122,00	100	-	0

1122,00

Kadar Aspal = 6,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 78 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Peneliti :

Kepala Lab. Jalan Raya

1. Andi Christanto

Ir. Iskandar S, MT

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 7% dan Kadar Aspal 4,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1146,00

Kadar Aspal = 4,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 54 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

[Signature line]

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

[Signature of Andi Christanto]

2. Ibnu Wibowo

[Signature of Ibnu Wibowo]



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 7% dan Kadar Aspal 5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1140,00

Kadar Aspal = 5,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 60 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Handwritten signatures of Andi Christanto and Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 7% dan Kadar Aspal 5,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	113,40	113,40	10	90	80 – 100
3/8"	113,40	226,80	20	80	70 – 90
# 4	226,80	453,60	40	60	50 – 70
# 8	198,45	652,05	57,5	42,5	35 – 50
# 30	215,46	867,51	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,37	929,88	82	18	13 – 23
# 100	68,04	997,92	88	12	8 – 16
# 200	56,70	1054,62	93	7	4 – 10
P a n	79,38	1134,00	100	-	0

1134,00

Kadar Aspal = 5,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 66 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 7% dan Kadar Aspal 6%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes 3/4", 1/2", 3/8", # 4, # 8, # 30, # 50, # 100, # 200, and Pan.

1128,00

Kadar Aspal = 6,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 72 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Handwritten signatures of Andi Christanto and Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 7% dan Kadar Aspal 6,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	112,20	112,20	10	90	80 – 100
3/8"	112,20	224,40	20	80	70 – 90
# 4	224,40	448,80	40	60	50 – 70
# 8	196,35	645,15	57,5	42,5	35 – 50
# 30	213,18	858,33	76,5	23,5	18 – 29
# 50	61,71	920,04	82	18	13 – 23
# 100	67,32	987,36	88	12	8 – 16
# 200	56,10	1043,46	93	7	4 – 10
P a n	78,54	1122,00	100	-	0

1122,00

Kadar Aspal = 6,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 78 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 8% dan Kadar Aspal 4,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	114,60	114,60	10	90	80 – 100
3/8"	114,60	229,20	20	80	70 – 90
# 4	229,20	458,40	40	60	50 – 70
# 8	200,55	658,95	57,5	42,5	35 – 50
# 30	217,74	876,69	76,5	23,5	18 – 29
# 50	63,03	939,72	82	18	13 – 23
# 100	68,76	1008,48	88	12	8 – 16
# 200	45,84	1054,32	92	8	4 – 10
P a n	91,68	1146,00	100	-	0

1146,00

Kadar Aspal = 4,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 54 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 8% dan Kadar Aspal 5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	114,00	114,00	10	90	80 – 100
3/8"	114,00	228,00	20	80	70 – 90
# 4	228,00	456,00	40	60	50 – 70
# 8	199,50	655,50	57,5	42,5	35 – 50
# 30	216,60	872,10	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,70	934,80	82	18	13 – 23
# 100	68,40	1003,20	88	12	8 – 16
# 200	45,60	1048,80	92	8	4 – 10
P a n	91,20	1140,00	100	-	0

1140,00

Kadar Aspal = 5,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 60 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 8% dan Kadar Aspal 5,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes 3/4", 1/2", 3/8", # 4, # 8, # 30, # 50, # 100, # 200, and Pan.

1134,00

Kadar Aspal = 5,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 66 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

[Signature]

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

[Signature]

2. Ibnu Wibowo

[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 8% dan Kadar Aspal 6%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1128,00

Kadar Aspal = 6,0 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 72 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

[Signature]

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

[Signature]

2. Ibnu Wibowo

[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler 8% dan Kadar Aspal 6,5%

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	112,20	112,20	10	90	80 – 100
3/8"	112,20	224,40	20	80	70 – 90
# 4	224,40	448,80	40	60	50 – 70
# 8	196,35	645,15	57,5	42,5	35 – 50
# 30	213,18	858,33	76,5	23,5	18 – 29
# 50	61,71	920,04	82	18	13 – 23
# 100	67,32	987,36	88	12	8 – 16
# 200	44,88	1032,24	92	8	4 – 10
P a n	89,76	1122,00	100	-	0

1122,00

Kadar Aspal = 6,5 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 78 gram

Yogyakarta, April 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Semen Portland 6% dan Kadar Aspal 5,4325% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	113,48	113,48	10	90	80 – 100
3/8"	113,48	226,96	20	80	70 – 90
# 4	226,96	453,92	40	60	50 – 70
# 8	198,59	652,52	57,5	42,5	35 – 50
# 30	215,61	868,13	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,41	930,54	82	18	13 – 23
# 100	68,09	998,63	88	12	8 – 16
# 200	68,09	1066,72	92	8	4 – 10
P a n	68,09	1134,81	100	-	0

1134,81

Kadar Aspal = 5,4325%

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 65 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Semen Portland 7% dan Kadar Aspal 5,6255% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Sieve	Berat (gram)		Persentase (%)		Spesifikasi (%)
	Tertahan	Jumlah Tertahan	Tertahan	Lolos	
3/4"	-	-	-	100	100
1/2"	113,25	113,25	10	90	80 – 100
3/8"	113,25	226,50	20	80	70 – 90
# 4	226,50	453,00	40	60	50 – 70
# 8	198,19	651,18	57,5	42,5	35 – 50
# 30	215,17	866,36	76,5	23,5	18 – 29
# 50	62,29	928,65	82	18	13 – 23
# 100	67,95	996,59	88	12	8 – 16
# 200	56,62	1053,22	92	8	4 – 10
P a n	79,27	1132,49	100	-	0

1132,49

Kadar Aspal = 5,6255%

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 68 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

1. Andi Christanto

Ir. Iskandar S, MT

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Semen Portland 8% dan Kadar Aspal 5,719% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukamto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1131,37

Kadar Aspal = 5,719 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 69 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

[Signature]

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

[Signature]

2. Ibnu Wibowo

[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Limbah Gypsum 6% dan Kadar Aspal 5,2095% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1137,49

Kadar Aspal = 5,719 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 63 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

[Signature]

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

[Signature]

2. Ibnu Wibowo

[Signature]



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Limbah Gypsum 7% dan Kadar Aspal 5,313% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes 3/4", 1/2", 3/8", # 4, # 8, # 30, # 50, # 100, # 200, and Pan.

1136,24

Kadar Aspal = 5,313 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 64 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Peneliti :

1. Andi Christanto

Handwritten signature line

Ir. Iskandar S, MT

2. Ibnu Wibowo



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta Kode Pos 55584

ANALISIS SARINGAN

Kadar Filler Limbah Gypsum 8% dan Kadar Aspal 5,4167% (Optimum)

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo

Dikerjakan oleh : Andi Christanto

Jenis contoh : Batu Pecah

Ibnu Wibowo

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa oleh : Sukanto

Table with 6 columns: Sieve, Berat (gram) (Tertahan, Jumlah Tertahan), Persentase (%) (Tertahan, Lolos), and Spesifikasi (%). Rows include sieve sizes from 3/4 inch to Pan.

1135,00

Kadar Aspal = 5,313 %

Berat Campuran = 1200 gram

Berat Aspal = 65 gram

Yogyakarta, September 2004

Mengetahui :

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

Peneliti :

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Handwritten signatures of Andi Christanto and Ibnu Wibowo

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukanto

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
 Kadar Filler Semen Portland 6%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	65,97	4,712	4,5	1183	1186	660	526	2,25	2,49	9,73	80,42	9,85	19,58	49,70	9,85	421	1430,14	1298,92	4,20	309,267	0,908
B																					
C	64,60	4,712	4,5	1186	1191	562	629	1,88	2,49	8,16	67,39	24,45	32,61	25,01	24,45	524	1780,03	1679,70	3,45	486,869	0,944
	65,28		4,50					2,07						37,35	17,15				3,83	398,07	
A	62,50	5,263	5,0	1177	1182	679	503	2,34	2,48	11,25	83,22	5,53	16,78	67,02	5,53	855	2904,44	2977,05	3,90	763,345	1,025
B	61,27	5,263	5,0	1170	1174	675	499	2,34	2,48	11,27	83,36	5,37	16,64	67,73	5,37	760	2581,72	2735,82	1,86	1470,869	1,060
C																					
	61,88		5,00					2,34											2,88	1117,11	
A	60,20	5,820	5,5	1165	1167	677	490	2,38	2,46	12,57	84,10	3,34	15,90	79,03	3,34	816	2771,95	3030,09	2,50	1212,036	1,093
B	60,43	5,820	5,5	1178	1182	681	501	2,35	2,46	12,43	83,20	4,37	16,80	73,99	4,37	798	2710,81	2943,51	2,80	1051,254	1,086
C																					
	60,32		5,50					2,36						76,51	3,85				2,65	1131,65	
A	59,03	6,383	6,0	1151	1153	676	477	2,41	2,44	13,92	84,93	1,15	15,07	92,36	1,15	912	3098,06	3499,55	2,15	1627,699	1,130
B	61,27	6,383	6,0	1183	1185	686	499	2,37	2,44	13,68	83,43	2,89	16,57	82,55	2,89	542	1841,17	1951,07	3,03	643,917	1,060
C	60,30	6,383	6,0	1172	1174	685	489	2,40	2,44	13,83	84,37	1,80	15,63	88,47	1,80	641	2177,48	2373,45	2,00	1186,725	1,090
	60,20		6,00					2,39						87,79	1,95				2,39	915,32	
A	60,77	6,952	6,5	1176	1177	690	487	2,41	2,42	15,09	84,52	0,39	15,48	97,50	0,39	520	1766,44	1899,09	3,50	542,597	1,075
B	59,60	6,952	6,5	1174	1176	690	486	2,42	2,42	15,10	84,57	0,33	15,43	97,88	0,33	465	1579,61	1756,32	4,13	425,260	1,112
C	60,23	6,952	6,5	1174	1175	687	488	2,41	2,42	15,03	84,21	0,76	15,79	95,19	0,76	486	1650,94	1803,14	2,77	650,952	1,092
	60,20		6,50					2,41						96,86	0,49				3,47	538,11	

t = Tebal benda uji, (mm)
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)
 d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)
 e = Berat didalam air, (gram)
 f = Volume benda uji (d-c), (cc)
 g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)
 h = Bj Maks. Teoritis { 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 - i), (%)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (l/i), (%)
 n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - (100 x (g/h)), (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring, (kg)
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
 MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pematangan : 140 C
 Suhu waterbath : 60 C
 Berat Jenis Aspal : 1,04
 Berat Jenis Agregat : 2,6708

Yogyakarta, 25 September 2004
 Peneliti
 1. Andi Christanto
 2. Ibnu Wibowo

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

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Kadar Filler Semen Portland 7%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	66,40	4,712	4,5	1195	1201	508	693	1,72	2,50	7,46	61,57	30,98	38,43	19,41	30,98	320	1087,04	975,62	3,60	271,005	0,8975
B	66,07	4,712	4,5	1172	1177	661	516	2,27	2,50	9,83	81,15	9,02	18,85	52,15	9,02	496	1684,91	1526,11	2,90	526,244	0,9058
C	60,03	4,712	4,5	1145	1149	647	502	2,28	2,50	9,87	81,47	8,66	18,53	53,26	8,66	580	1970,26	2164,21	3,65	592,934	1,0984
	64,17		4,50					2,09						41,60	16,22			1555,31	3,38	463,39	
A	64,20	5,263	5,0	1156	1182	663	519	2,23	2,48	10,71	79,14	10,15	20,86	51,34	10,15	933	3169,4	3025,34	1,80	1680,743	0,9545
B	61,57	5,263	5,0	1171	1175	673	502	2,33	2,48	11,21	82,88	5,90	17,12	65,52	5,90	542	1841,17	1933,81	3,25	595,018	1,0503
C	62,43	5,263	5,0	1185	1190	684	506	2,34	2,48	11,26	83,22	5,51	16,78	67,13	5,51	438	1487,89	1527,69	4,70	325,040	1,0268
	62,73		5,00					2,30						61,33	7,19			2162,28	3,25	866,93	
A	61,93	5,820	5,5	1175	1178	678	500	2,35	2,46	12,43	83,06	4,51	16,94	73,36	4,51	557	1892,13	1966,40	3,55	553,914	1,0393
B	60,40	5,820	5,5	1173	1174	684	490	2,39	2,46	12,66	84,61	2,73	15,39	82,26	2,73	666	2262,4	2458,95	2,43	1011,913	1,0869
C	62,30	5,820	5,5	1183	1187	681	506	2,34	2,46	12,36	82,63	5,00	17,37	71,19	5,00	520	1766,44	1819,43	2,55	713,503	1,0300
	61,54		5,50					2,36						75,60	4,08			2081,59	2,84	759,78	
A	59,50	6,383	6,0	1168	1170	687	484	2,42	2,44	13,94	84,93	1,13	15,07	92,48	1,13	459	1559,22	1738,53	6,10	285,006	1,1150
B	60,07	6,383	6,0	1181	1183	692	491	2,41	2,44	13,88	84,56	1,56	15,44	89,90	1,56	647	2197,86	2411,46	2,27	1062,319	1,0972
C	60,70	6,383	6,0	1179	1183	690	493	2,39	2,44	13,80	84,08	2,13	15,92	86,65	2,13	464	1576,21	1698,36	3,18	534,077	1,0775
	60,09		6,00					2,40						89,68	1,61			1949,45	3,85	627,13	
A	61,47	6,952	6,5	1189	1191	695	496	2,40	2,43	14,98	83,83	1,19	16,17	92,65	1,19	539	1830,98	1928,83	5,04	382,704	1,0534
B	60,97	6,952	6,5	1190	1190	696	494	2,41	2,43	15,06	84,24	0,70	15,76	95,53	0,70	559	1898,92	2030,07	4,08	497,566	1,0691
C	60,30	6,952	6,5	1191	1190	698	493	2,42	2,43	15,11	84,57	0,32	15,43	97,94	0,32	388	1318,04	1436,66	7,05	203,781	1,0900
	60,91		6,50					2,41						95,38	0,74			1798,52	5,39	361,35	

t = Tebal benda uji, (mm)
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)
 d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)
 e = Berat didalam air, (gram)
 f = Volume benda uji (d-e), (cc)
 g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)
 h = Bj Maks. Teoritis {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/d), (%)
 n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
 MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pemadatan : 140 C
 Suhu waterbath : 60 C
 Berat Jenis Aspal : 1,04
 Berat Jenis Agregat : 2,6737

Yogyakarta, 25 September 2004

Peneliti
 1. Andi Christanto
 2. Ibnu Wibowo

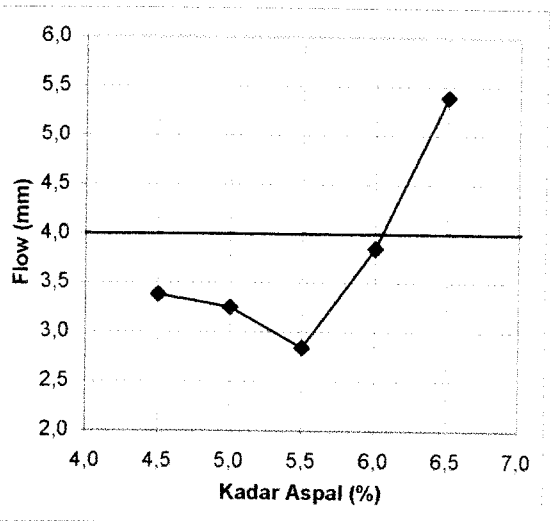
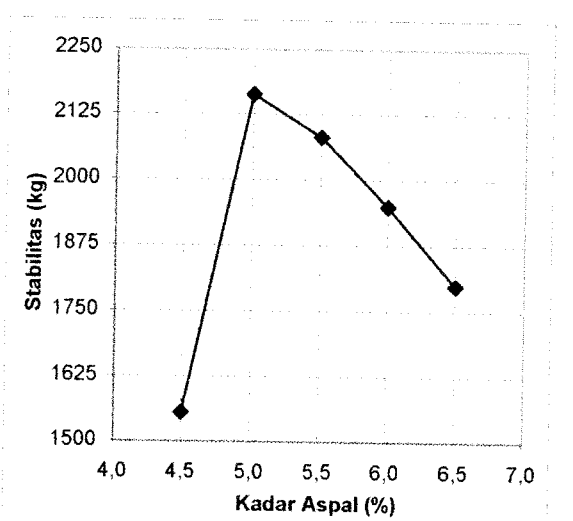
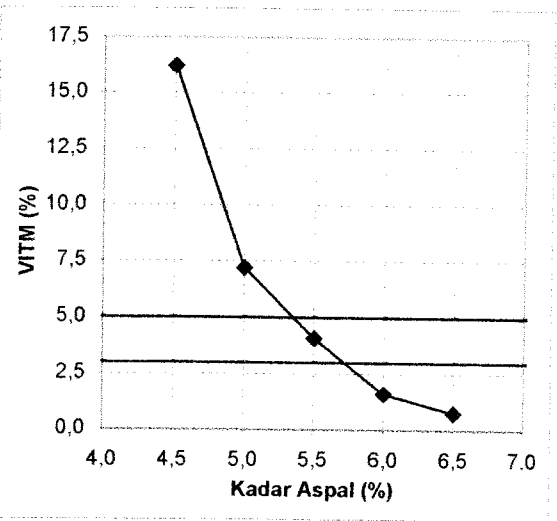
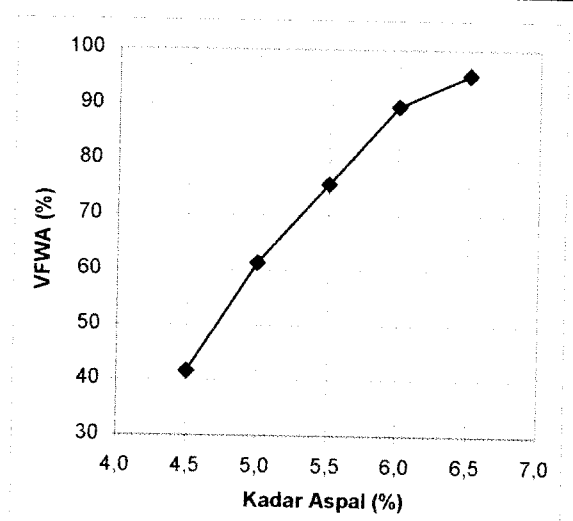
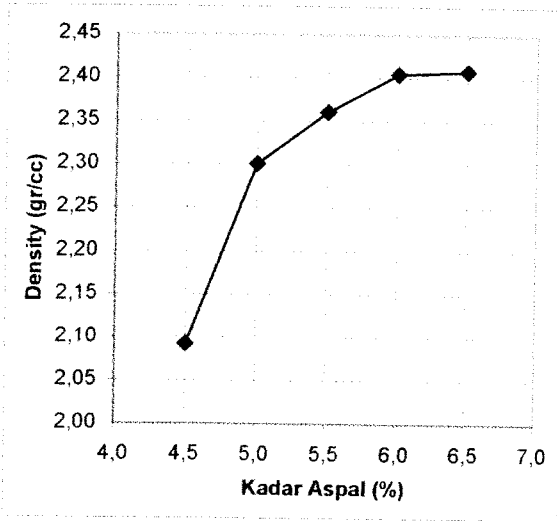
Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274)895042 Yogyakarta Kode Pos 55584



Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

KAO Semen 7% = 1/2*(5,532+5,719) = 5,6255%

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Kadar Filler Semen Portland 8%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	61,73	4,712	4,5	1167	1170	665	505	2,31	2,50	10,00	82,45	7,55	17,55	56,98	7,55	914	3104,86	3245,55	1,50	2163,698	1,0453
B	65,03	4,712	4,5	1184	1187	676	511	2,32	2,50	10,03	82,67	7,30	17,33	57,85	7,30	692	2350,72	2190,66	4,10	534,308	0,9319
C	62,40	4,712	4,5	1171	1174	623	551	2,13	2,50	9,20	75,83	14,98	24,17	38,04	14,98	723	2456,03	2523,57	4,90	515,015	1,0275
	63,05		4,50					2,25						50,96	9,94				2653,26	1071,01	
A	60,50	5,263	5,0	1181	1183	689	494	2,39	2,48	11,49	84,85	3,65	15,15	75,88	3,65	732	2486,6	2694,86	1,85	1456,680	1,0838
B	60,53	5,263	5,0	1176	1179	625	554	2,12	2,48	10,21	75,34	14,45	24,66	41,39	14,45	668	2269,2	2457,11	4,20	585,027	1,0828
C	61,07	5,263	5,0	1176	1183	677	506	2,32	2,48	11,17	82,49	6,34	17,51	63,81	6,34	844	2867,07	3056,12	2,30	1328,746	1,0659
	60,70		5,00					2,28						60,36	8,15				2736,03	1123,48	
A	58,63	5,820	5,5	1155	1156	676	480	2,41	2,46	12,73	84,96	2,32	15,04	84,58	2,32	833	2829,7	3232,46	0,89	3631,979	1,1423
B	61,00	5,820	5,5	1182	1185	688	497	2,38	2,46	12,58	83,97	3,46	16,03	78,45	3,46	584	1983,85	2119,00	2,70	784,814	1,0681
C	60,53	5,820	5,5	1182	1186	640	546	2,16	2,46	11,45	76,43	12,12	23,57	48,58	12,12	534	1814	1964,22	6,70	293,167	1,0828
	60,06		5,50					2,32						70,54	5,96				2438,56	3,43	1569,99
A	60,20	6,383	6,0	1177	1180	680	500	2,35	2,45	13,58	82,67	3,75	17,33	78,37	3,75	475	1613,58	1763,84	5,45	323,640	1,0931
B	59,77	6,383	6,0	1177	1178	692	486	2,42	2,45	13,97	85,05	0,98	14,95	93,47	0,98	582	1977,05	2187,73	3,63	602,681	1,1066
C	60,13	6,383	6,0	1179	1180	687	493	2,39	2,45	13,80	83,99	2,22	16,01	86,16	2,22	519	1763,04	1931,08	4,00	482,771	1,0953
	60,03		6,00					2,39						86,00	2,31				1960,89	4,36	469,70
A	58,67	6,952	6,5	1170	1173	684	489	2,39	2,43	14,95	83,58	1,47	16,42	91,07	1,47	553	1878,54	2143,42	2,30	931,970	1,1410
B	59,37	6,952	6,5	1173	1175	688	487	2,41	2,43	15,05	84,14	0,81	15,86	94,91	0,81	469	1593,19	1782,88	6,86	259,895	1,1191
C	60,13	6,952	6,5	1179	1180	694	486	2,43	2,43	15,16	84,74	0,09	15,26	99,38	0,09	485	1647,55	1804,58	4,25	424,606	1,0953
	59,39		6,50					2,41						95,12	0,79				1910,29	4,47	538,81

t = Tebal benda uji, (mm)
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat Kering (sebelum direndam), (gram)
 d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)
 e = Berat didalam air, (gram)
 f = Volume benda uji (d-e), (cc)
 g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)
 h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)}

i = (b x g) : Bj Asp, (%)
 j = (100 - h) x g : Bj Agregat, (%)
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j), (%)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j), (%)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFW/A) 100 x (l/d), (%)
 n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
 MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pemadatan : 140 C
 Suhu waterbath : 60 C
 Berat Jenis Aspal : 1,04
 Berat Jenis Agregat : 2,6766

Yogyakarta, 25 September 2004

Peneliti

1. Andi Christanto
 2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

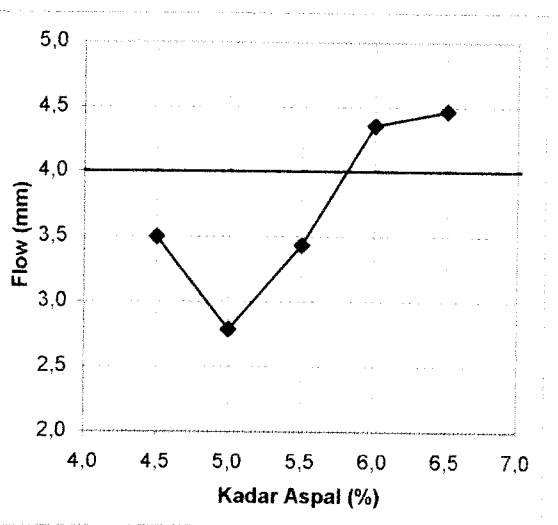
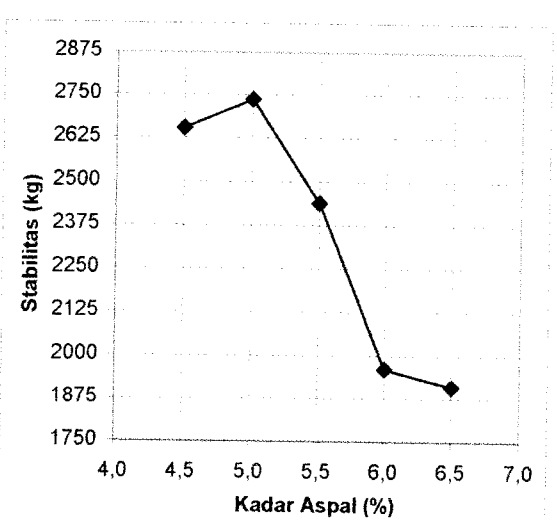
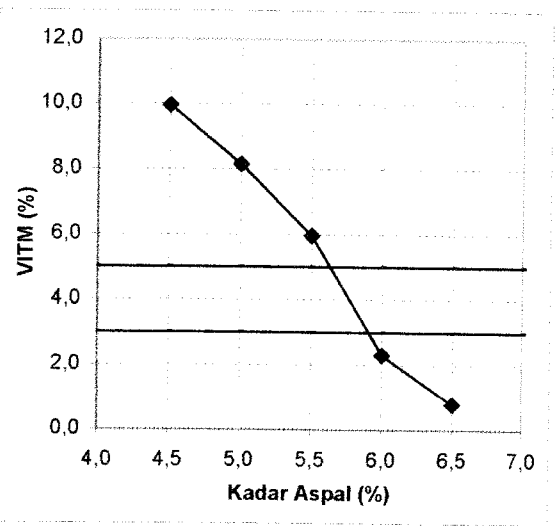
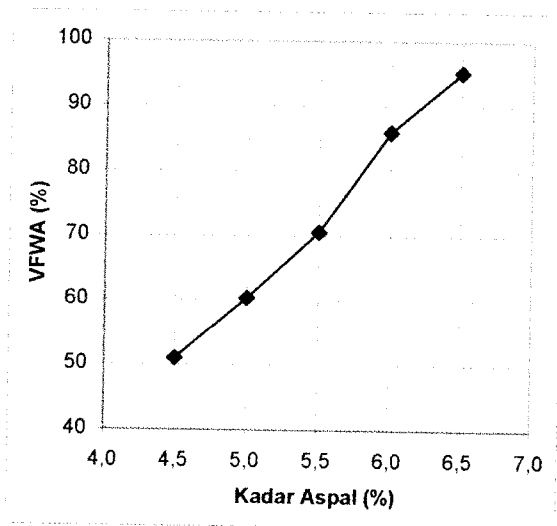
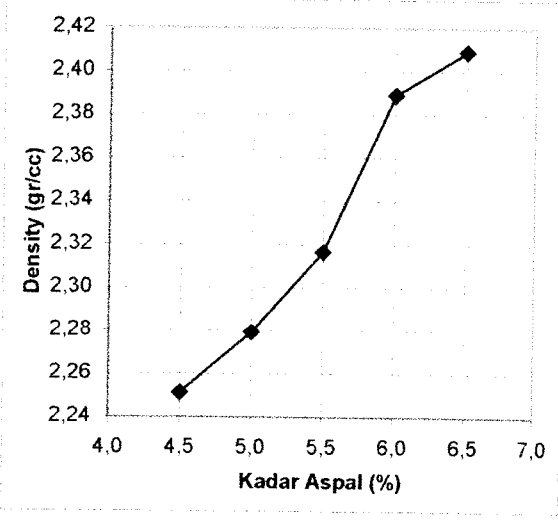
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274)895042 Yogyakarta Kode Pos 55584



Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

KAO Semen 8% = 1/2*(5,632+5,806) = 5,719%

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Kadar Filler Gypsum 6%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	66,60	4,712	4,5	1159	1159	645	514	2,25	2,49	9,76	80,96	9,29	19,04	51,24	9,29	1270	4314,19	3869,83	2,40	1612,429	0,897
B	65,70	4,712	4,5	1148	1147	625	522	2,20	2,49	9,52	78,96	11,52	21,04	45,23	11,52	769	2612,29	2390,25	8,25	289,727	0,915
C	66,15		4,50					2,23						48,23	10,40			3130,04	5,33	951,08	
A	67,27	5,263	5,0	1178	1181	672	509	2,31	2,47	11,13	82,66	6,21	17,34	64,16	6,21	1093	3712,92	3828,02	2,87	1333,805	1,031
B	64,37	5,263	5,0	1187	1191	684	507	2,34	2,47	11,26	83,62	5,13	16,38	68,71	5,13	716	2432,25	2310,64	3,57	647,238	0,950
C	61,47	5,263	5,0	1063	1065	615	450	2,36	2,47	11,36	84,37	4,27	15,63	72,66	4,27	689	2340,53	2464,58	5,80	424,928	1,053
A	64,37		5,00					2,34						68,51	5,20			2867,75	4,08	801,99	
A	60,60	5,820	5,5	1172	1173	683	490	2,39	2,45	12,65	84,98	2,37	15,02	84,20	2,37	707	2401,68	2598,62	3,55	732,005	1,082
B	60,87	5,820	5,5	1171	1172	683	489	2,39	2,45	12,66	85,08	2,26	14,92	84,87	2,26	855	2904,44	3113,55	2,77	1124,027	1,072
C	60,37	5,820	5,5	1170	1172	683	489	2,39	2,45	12,65	85,01	2,34	14,99	84,39	2,34	797	2707,41	2945,66	2,68	1099,127	1,088
A	60,61		5,50					2,39						84,48	2,32			2885,94	3,00	985,05	
A	60,13	6,383	6,0	1171	1172	680	492	2,38	2,43	13,73	84,11	2,16	15,89	86,42	2,16	925	3142,23	3440,74	2,83	1215,808	1,095
B	60,37	6,383	6,0	1175	1173	684	489	2,40	2,43	13,86	84,92	1,22	15,08	91,91	1,22	869	2951,99	3211,77	3,27	982,192	1,088
C	60,00	6,383	6,0	1181	1181	693	488	2,42	2,43	13,96	85,53	0,51	14,47	96,46	0,51	926	3145,62	3457,04	2,20	1571,381	1,099
A	60,17		6,00					2,40						91,60	1,30			3369,85	2,77	1256,46	
A	58,83	6,952	6,5	1154	1156	678	478	2,41	2,42	15,09	84,86	0,05	15,14	99,69	0,05	611	2075,57	2357,84	4,65	507,063	1,136
B	59,40	6,952	6,5	1170	1170	685	485	2,41	2,42	15,08	84,80	0,12	15,20	99,19	0,12	713	2422,06	2707,86	2,65	1021,836	1,118
C	60,00	6,952	6,5	1162	1165	679	486	2,39	2,42	14,94	84,05	1,01	15,95	93,67	1,01	568	1929,5	2120,52	3,29	644,534	1,099
A	59,41		6,50					2,41						97,52	0,39			2395,41	3,53	724,48	

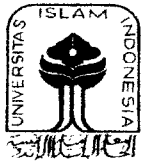
t = Tebal benda uji, (mm)
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)
 d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)
 e = Berat didalam air, (gram)
 f = Volume benda uji (d-e), (cc)
 g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)
 h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% 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 (VFW/A) 100 x (b/d), (%)
 n = Rongga dalam campuran (VITM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
 MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pematangan : 140 C
 Suhu waterbath : 60 C
 Berat Jenis Aspal : 1,04
 Berat Jenis Agregat : 2,65988

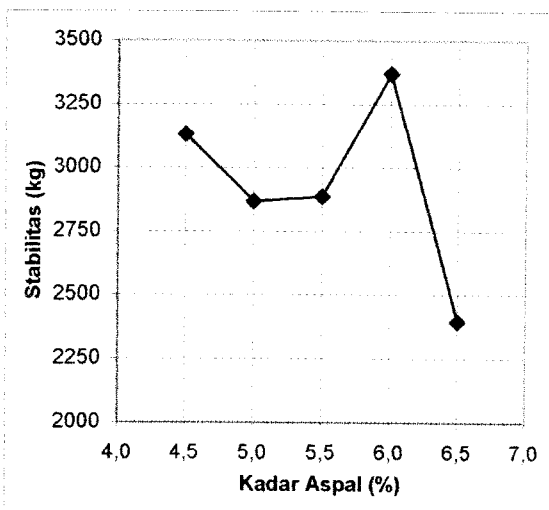
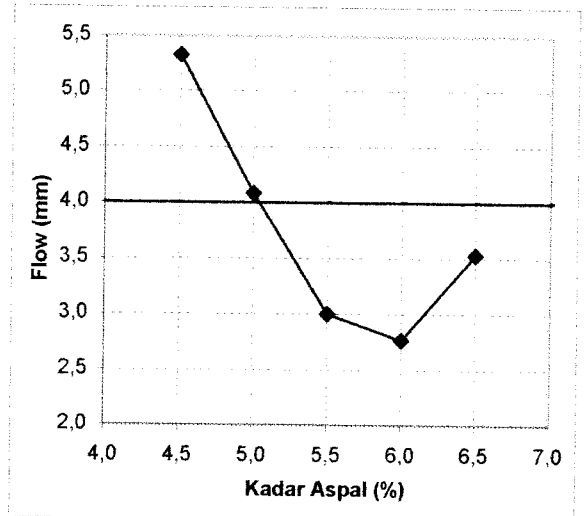
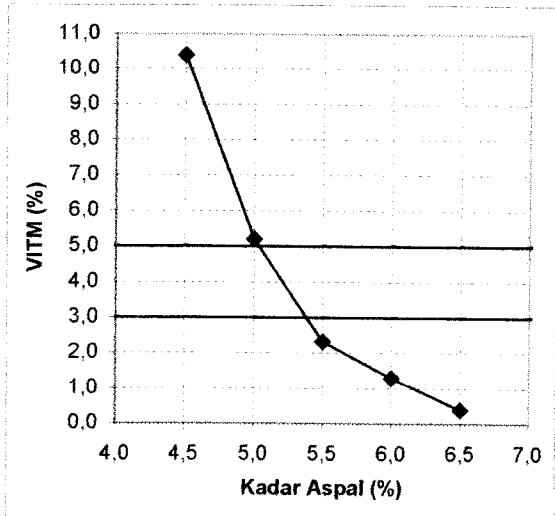
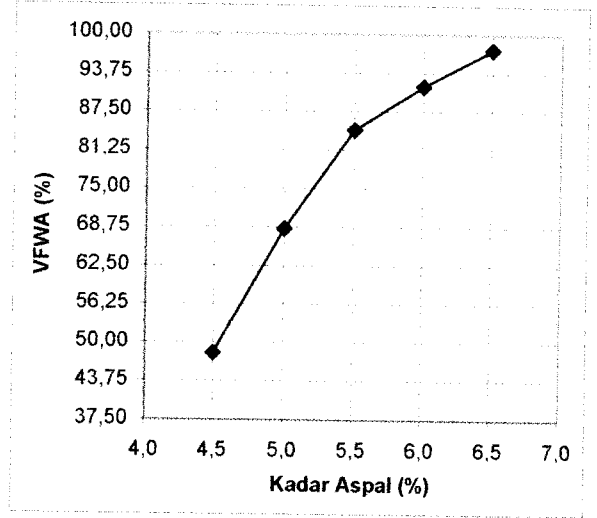
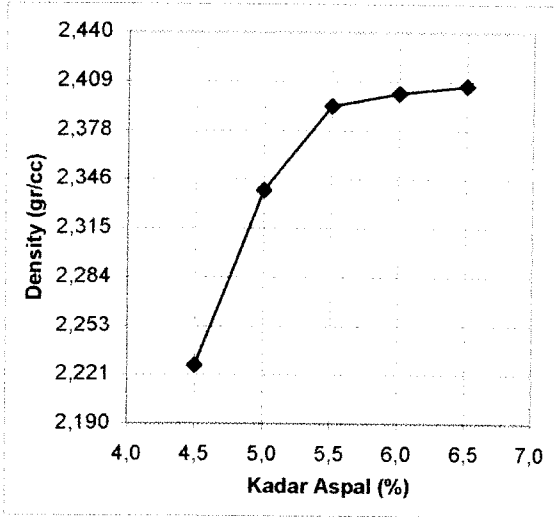
Yogyakarta, 25 September 2004
 Peneliti
 1. Andi Christanto
 2. Ibnu Wibowo

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274)895042 Yogyakarta Kode Pos 55584



Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

KAO Gypsum 6% = $1/2 * (5,037 + 5,382) = 5,2095\%$

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Kadar Filler Gypsum 7%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	68,30	4,712	4,5	1157	1165	648	517	2,24	2,49	9,68	80,32	10,00	19,68	49,20	10,00	533	1810,6	1557,12	7,96	195,618	0,860
B	63,87	4,712	4,5	1178	1183	666	517	2,28	2,49	9,86	81,77	8,37	18,23	54,10	8,37	1203	4086,59	3963,99	1,92	2064,580	0,970
C	69,70	4,712	4,5	1183	1188	667	521	2,27	2,49	9,82	81,49	8,68	18,51	53,08	8,68	915	3108,26	2629,58	2,45	1073,299	0,846
	67,29		4,50					2,26						52,12	9,02				2716,90	4,11	1111,17
A	66,93	5,263	5,0	1171	1179	678	501	2,34	2,47	11,24	83,45	5,32	16,55	67,88	5,32	974	3308,68	2931,49	2,84	1032,214	0,886
B	65,23	5,263	5,0	1178	1182	677	505	2,33	2,47	11,21	83,28	5,51	16,72	67,07	5,51	1203	4086,59	3788,27	4,18	906,285	0,927
C	68,60	5,263	5,0	1185	1180	654	526	2,25	2,47	10,83	80,43	8,74	19,57	55,34	8,74	839	2850,08	2442,52	3,82	639,403	0,857
	66,92		5,00					2,31						63,43	6,52				3054,09	3,61	859,30
A	60,50	5,820	5,5	1164	1166	680	486	2,40	2,45	12,67	85,06	2,28	14,94	84,76	2,28	874	2968,98	3218,37	2,67	1205,383	1,084
B	60,33	5,820	5,5	1173	1175	687	488	2,40	2,45	12,71	85,36	1,92	14,64	86,85	1,92	780	2649,66	2885,48	2,45	1177,747	1,089
C	60,63	5,820	5,5	1176	1179	683	496	2,37	2,45	12,54	84,20	3,26	15,80	79,37	3,26	864	2935,01	3169,81	1,87	1695,085	1,080
	60,49		5,50					2,39						83,66	2,49				3091,22	2,33	1359,40
A	60,40	6,383	6,0	1167	1170	685	485	2,41	2,43	13,88	85,00	1,12	15,00	92,55	1,12	819	2782,14	3024,19	2,15	1406,600	1,087
B	60,47	6,383	6,0	1174	1177	687	490	2,40	2,43	13,82	84,64	1,54	15,36	89,97	1,54	900	3057,3	3317,17	2,95	1124,465	1,085
C	60,10	6,383	6,0	1168	1171	684	487	2,40	2,43	13,84	84,72	1,44	15,28	90,57	1,44	649	2204,65	2416,30	2,80	862,964	1,096
	60,32		6,00					2,40						91,03	1,37				2919,22	2,63	1131,34
A	60,63	6,952	6,5	1159	1162	682	480	2,41	2,42	15,09	84,84	0,07	15,16	99,56	0,07	873	2965,58	3202,83	3,00	1067,609	1,080
B	60,17	6,952	6,5	1162	1166	683	483	2,41	2,42	15,04	84,53	0,43	15,47	97,22	0,43	513	1742,66	1906,47	4,20	453,922	1,094
C	59,63	6,952	6,5	1166	1171	685	486	2,40	2,42	14,99	84,30	0,70	15,70	95,52	0,70	381	1294,26	1437,92	5,33	269,779	1,111
	60,14		6,50					2,41						97,44	0,40				2182,41	4,18	597,10

Yogyakarta, 25 September 2004
 Peneliti
 1. Andi Christanto
 2. Ibnu Wibowo

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
 MQ = *Quotient Marshall*, (kg/mm)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pematangan : 140 C
 Suhu *waterbath* : 60 C
 Berat Jenis Aspal : 1,04
 Berat Jenis Agregat : 2,66096

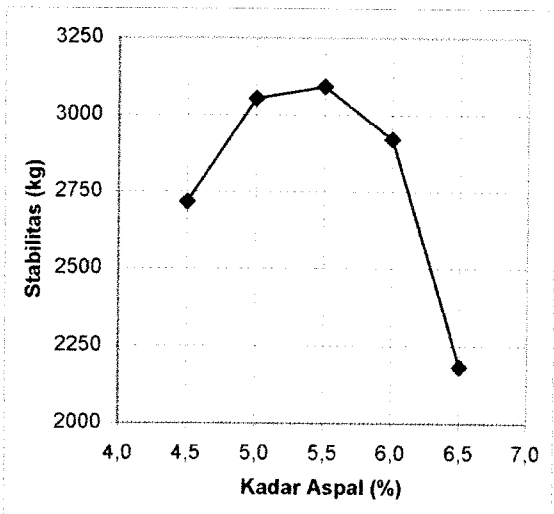
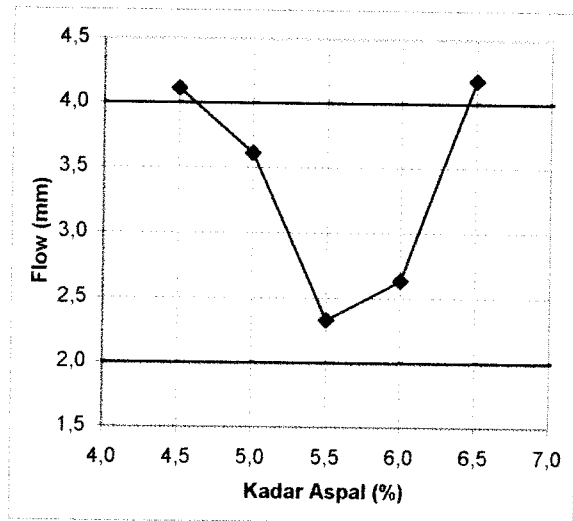
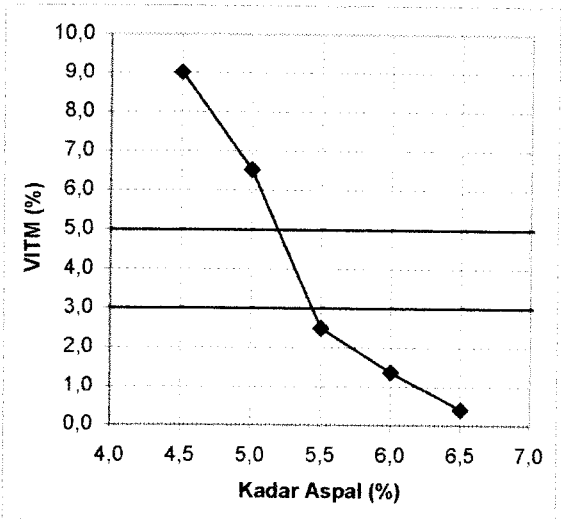
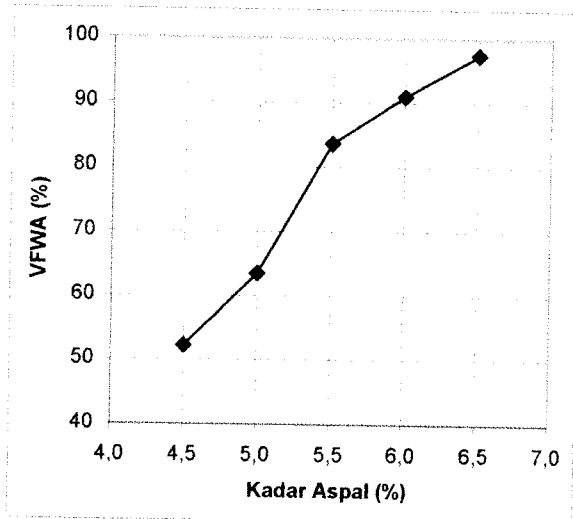
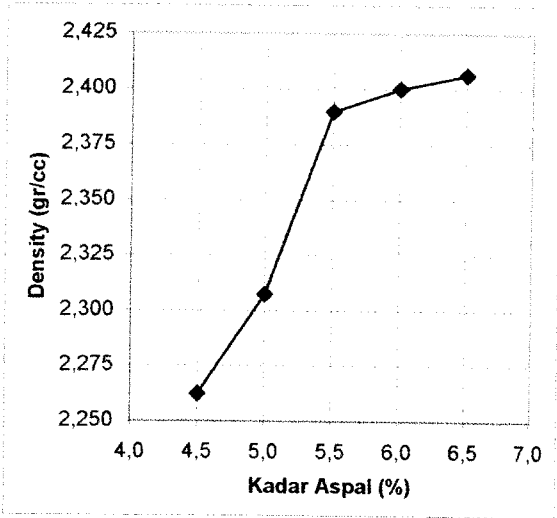
t = Tebal benda uji, (mm)
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)
 d = Berat basah, jenuh (SSD), (gram)
 e = Berat didalam air, (gram)
 f = Volume benda uji (d-e), (cc)
 g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)
 h = Bj Maks. Teoritis { 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/d), (%)
 n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - { 100 x (g/h) }, (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi *proving ring*, (kg)

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



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274)895042 Yogyakarta Kode Pos 55584



Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4.5	5	5.5	6	6.5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)					
Stabilitas (kg)					
Flow (mm)					

KAO Gypsum 7% = $1/2 * (5,189 + 5,437) = 5,313\%$

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 25 April 2004 s/d 25 September 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Kadar Filler Gypsum 8%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	69,47	4,712	4,5	1178	1184	645	539	2,19	2,49	9,46	78,41	12,14	21,59	43,79	12,14	948	3220,36	2734,08	4,25	643,313	0,849
B	68,00	4,712	4,5	1177	1181	652	529	2,22	2,49	9,63	79,82	10,55	20,18	47,71	10,55	1051	3570,25	3081,12	1,30	2370,095	0,863
C	68,30	4,712	4,5	1143	1150	602	548	2,09	2,49	9,02	74,83	16,15	25,17	35,85	16,15	762	2588,51	2226,12	3,45	645,253	0,860
	68,59		4,50					2,17	2,49					42,45	12,95			2680,44	3,00	1219,55	
A	62,23	5,263	5,0	1177	1184	680	504	2,34	2,47	11,23	83,34	5,43	16,66	67,39	5,43	985	3346,05	3453,12	0,50	6906,237	1,032
B	62,40	5,263	5,0	1177	1187	683	504	2,34	2,47	11,23	83,34	5,43	16,66	67,39	5,43	966	3281,5	3373,38	1,67	2019,990	1,028
C	61,03	5,263	5,0	1178	1181	685	496	2,38	2,47	11,42	84,76	3,83	15,24	74,91	3,83	920	3125,24	3334,63	0,83	4017,628	1,067
	61,89		5,00					2,35	2,47					69,90	4,90			3387,04	1,00	4314,62	
A	63,70	5,820	5,5	1173	1174	680	494	2,37	2,45	12,56	84,29	3,15	15,71	79,94	3,15	841	2856,88	2811,17	2,87	979,501	0,984
B	59,77	5,820	5,5	1173	1175	678	497	2,36	2,45	12,48	83,78	3,73	16,22	76,97	3,73	817	2775,35	3072,31	3,18	966,136	1,107
C	61,33	5,820	5,5	1169	1170	680	490	2,39	2,45	12,62	84,69	2,69	15,31	82,41	2,69	788	2676,84	2832,09	2,56	1106,286	1,058
	61,60		5,50					2,37	2,45					79,78	3,19			2905,19	2,87	1017,31	
A	59,97	6,383	6,0	1163	1167	681	486	2,39	2,43	13,81	84,50	1,69	15,50	89,07	1,69	517	1756,25	1931,87	3,15	613,293	1,100
B	58,80	6,383	6,0	1159	1162	680	482	2,40	2,43	13,87	84,91	1,22	15,09	91,92	1,22	568	1929,5	2193,84	4,65	471,793	1,137
C	60,67	6,383	6,0	1172	1175	682	493	2,38	2,43	13,72	83,94	2,34	16,06	85,42	2,34	899	3053,9	3292,11	2,88	1143,093	1,078
	59,81		6,00					2,39	2,43					88,81	1,75			2472,61	3,56	742,73	
A	60,23	6,952	6,5	1158	1163	679	484	2,39	2,42	14,95	84,04	1,01	15,96	93,66	1,01	562	1909,11	2084,75	5,38	387,500	1,092
B	59,50	6,952	6,5	1147	1151	676	475	2,41	2,42	15,09	84,81	0,09	15,19	99,38	0,09	451	1532,05	1708,23	5,53	308,903	1,115
C	60,20	6,952	6,5	1163	1168	678	490	2,37	2,42	14,83	83,36	1,80	16,64	89,17	1,80	852	2894,24	3163,41	3,89	813,216	1,093
	59,98		6,50					2,39	2,42					94,07	0,97			2318,80	4,93	503,21	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {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 (VFW/A) 100 x (l/d), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pemadatan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,66204

Yogyakarta, 25 September 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

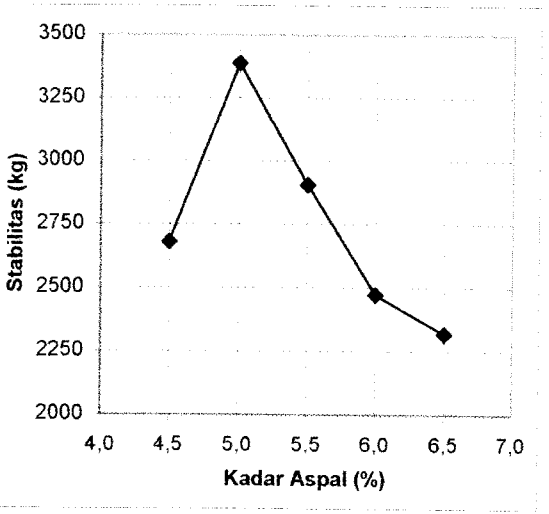
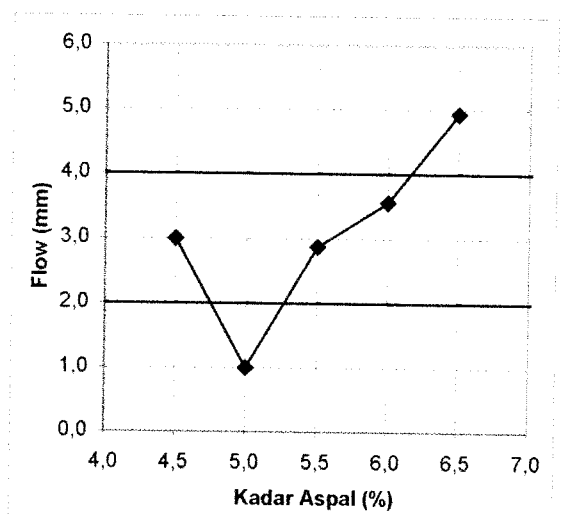
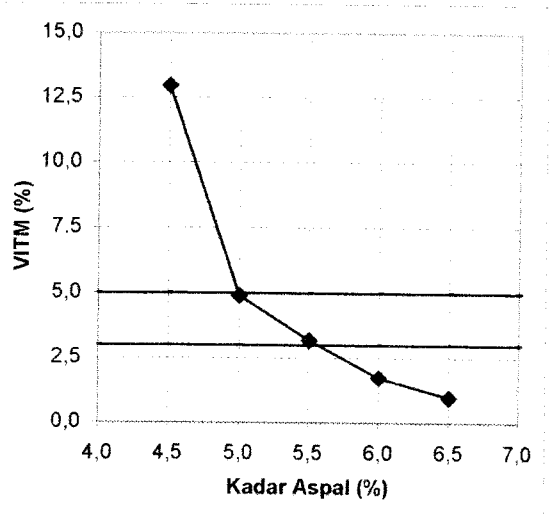
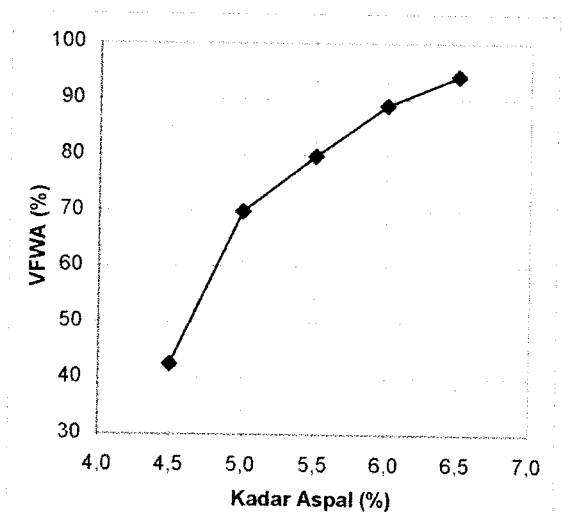
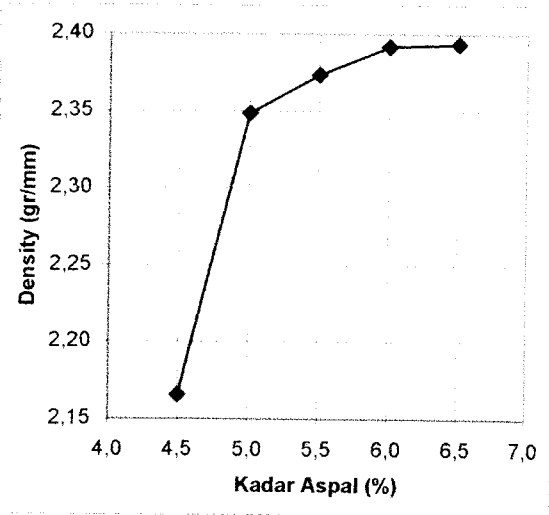
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274)895042 Yogyakarta Kode Pos 55584



Spesifikasi	Kadar Aspal				
	4.5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)					
VFWA (%)					
VITM (%)		—————			
Stabilitas (kg)	—————				
Flow (mm)	—	—————			

KAO Gypsum 8% = $1/2 * (5,2674 + 5,566) = 5,4167\%$



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 12 Oktober 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 6%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,10	5,745	5,4325	1193	1197	697	500	2,386	2,4611	12,46	84,4833	3,05	15,52	80,323	3,053	635	2157,095	2303,993	2,84	811,265	1,0681
B	6,13	5,745	5,4325	1194	1198	696	502	2,378	2,4611	12,42	84,2173	3,36	15,78	78,720	3,359	562	1909,114	2021,370	3,18	635,651	1,0588
C	6,07	5,745	5,4325	1194	1198	697	503	2,374	2,4611	12,40	84,0498	3,55	15,95	77,739	3,551	563	1912,511	2060,731	3,16	652,130	1,0775
	6,10		5,4325					2,379					15,750	78,927	3,321			2128,698	3,060	643,890	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)(VMA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (i/d), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kekalah plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6708

Yogyakarta, 20 Oktober 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
 Jenis Campuran : Beton Aspal
 Di kerjakan Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 12 Oktober 2004
 Dihitung Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo
 Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 7%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,26	5,961	5,6255	1207	1209	700	509	2,371	2,4566	12,83	83,7012	3,47	16,30	78,697	3,472	604	2051,79	2097,953	2,610	803,813	1,0225
B	6,11	5,961	5,6255	1186	1188	691	497	2,386	2,4566	12,91	84,2307	2,86	15,77	81,855	2,861	612	2078,96	2214,097	2,750	805,126	1,0650
C	6,16	5,961	5,6255	1180	1184	689	495	2,384	2,4566	12,89	84,1432	2,96	15,86	81,318	2,962	582	1977,05	2074,720	3,200	648,350	1,0494
	6,18		5,6255					2,380					15,975	80,623	3,099				2,853	752,430	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {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)/(C/MA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (V/FWA) 100 x (l/l), (%)

n = Rongga dalam campuran (V/TM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6737

Yogyakarta, 20 Oktober 2004

Peneliti

1. Andi Christianto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 15 Oktober 2004
Dihitung Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 8%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,24	6,066	5,7190	1172	1175	679	496	2,363	2,4556	12,99	83,2313	3,78	16,77	77,488	3,775	617	2095,95	2153,588	2,75	783,123	1,0275
B	6,22	6,066	5,7190	1201	1205	705	500	2,402	2,4556	13,21	84,6084	2,18	15,39	85,818	2,183	599	2034,80	2100,934	2,80	750,334	1,0325
C	6,13	6,066	5,7190	1181	1184	690	494	2,391	2,4556	13,15	84,2100	2,64	15,79	83,258	2,644	600	2038,20	2158,046	2,80	770,731	1,0588
	6,20		5,7190					2,385					15,983	82,188	2,867				2,783	768,062	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)(V/MA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (V/FWA) 100 x (l/o), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6766

Yogyakarta, 20 Oktober 2004

Peneliti

1. Andi Christianto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Supala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 12 Oktober 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukamto

**HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Limbah Gypsum 6%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,21	5,496	5,2095	1168	1171	673	498	2,345	2,4603	11,75	83,5827	4,67	16,42	71,561	4,669	626	2126,522	2200,950	3,24	679,306	1,035
B	6,63	5,496	5,2095	1140	1143	650	493	2,312	2,4603	11,58	82,4064	6,01	17,59	65,836	6,011	594	2017,818	1816,036	3,57	508,694	0,900
C	6,09	5,496	5,2095	1170	1176	677	499	2,345	2,4603	11,74	83,5580	4,70	16,44	71,432	4,697	603	2048,391	2194,441	3,50	626,983	1,071
	6,31		5,2095					2,334					16,818	69,610	5,126			2070,476	3,437	604,994	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)(VMA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (i/d), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,65988

Yogyakarta, 20 Oktober 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 12 Oktober 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukamto

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Kadar Aspal Optimum Filler Limbah Gypsum 7%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,35	5,611	5,3130	1,163	1,166	669	497	2,340	2,4575	11,95	83,2675	4,78	16,73	71,444	4,778	632	2146,90	2146,904	3,200	670,908	1,0000
B	6,52	5,611	5,3130	1,166	1,168	673	495	2,356	2,4575	12,03	83,8196	4,15	16,18	74,372	4,147	648	2201,26	2041,665	3,000	680,555	0,9275
C	6,33	5,611	5,3130	1,163	1,165	668	497	2,340	2,4575	11,95	83,2675	4,78	16,73	71,444	4,778	628	2133,32	2143,983	3,500	612,566	1,0050
	6,40		5,3130					2,345					16,549	72,420	4,568				2110,851	3,233	654,676

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis (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)(VMA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (d/d), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - (100 x (g/h)), (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal

Berat Jenis Agregat : 2,66096

Yogyakarta, 20 Oktober 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

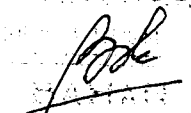
COHESIOMETER

NO.	KODE SAMPEL	SEMEN PORTLAND		LIMBAH GIPSUM	
		TEBAL (inchi)	BERAT (gram)	TEBAL (inchi)	BERAT (gram)
A	KAO 6%	2,3791	3209.9	2,4500	3205.7
B	KAO 6%	2,3910	3256	2,4750	3385
C	KAO 6%	2,3858	3450.9	2,4370	3172
A	KAO 7%	2,3964	3541	2,4449	3595
B	KAO 7%	2,3634	3625.3	2,4279	3719.9
C	KAO 7%	2,3842	3533.9	2,4606	3620
A	KAO 8%	2,3882	3867	2,4303	3145
B	KAO 8%	2,4516	4500	2,4315	3299.5
C	KAO 8%	2,4448	3982	2,4567	3356.6

Berat Keranjang = 218,1 gram
Diameter Sampel = 4 inchi

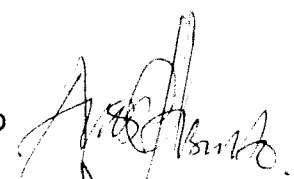
Yogyakarta, 21 Desember 2004

Mengetahui
Lab. Teknik Transportasi
JTS MSTT UGM


Iman Basuki

Peneliti

1. Andi Christanto



2. Ibnu Wibowo



**HASIL PERHITUNGAN KOHESI
FILLER SEMEN PORTLAND**

Kadar <i>Filler</i>	Sampel	W (inchi)	H (inchi)	L (gram)	C (gram/inchi)
6 %	A	4	2,3791	2991,8	1031,847
	B	4	2,391	3037,9	1040,743
	C	4	2,3858	3232,8	1110,760
					1061,117
7 %	A	4	2,3964	3322,9	1134,932
	B	4	2,3634	3407,2	1185,610
	C	4	2,3842	3315,8	1140,306
					1153,616
8 %	A	4	2,3882	3648,9	1252,035
	B	4	2,4516	4281,9	1418,270
	C	4	2,4448	3763,9	1251,380
					1307,228

HASIL PERHITUNGAN KOHESI
FILLER LIMBAH GIPSUM

Kadar Filler	Sampel	W (inchi)	H (inchi)	L (gram)	C (gram/inchi)
6 %	A	4	2,45	2987,6	990,439
	B	4	2,4752	3166,9	1035,461
	C	4	2,437	2953,9	986,324
					1004,075
7 %	A	4	2,4449	3376,9	1122,652
	B	4	2,4279	3501,8	1175,185
	C	4	2,4606	3401,9	1121,229
					1139,689
8 %	A	4	2,4303	2926,9	980,944
	B	4	2,4315	3081,4	1032,037
	C	4	2,4567	3138,5	1036,634
					1016,538



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quary, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 1 November 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukamto

**HASIL PEMERIKSAAN IMMERSION TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 6%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,02	5,744	5,4322	1188	1190	687	503	2,362	2,4612	12,34	83,6277	4,04	16,37	75,350	4,036	571	1939,687	2118,138	3,260	649,736	1,092
B	6,14	5,744	5,4322	1198	1199	699	500	2,396	2,4612	12,51	84,8377	2,65	15,16	82,540	2,647	574	1949,878	2059,071	3,330	618,340	1,056
C	6,06	5,744	5,4322	1176	1178	678	500	2,352	2,4612	12,29	83,2797	4,44	16,72	73,474	4,435	568	1929,496	2085,785	3,520	592,553	1,081
	6,07		5,4322					2,370					16,085	77,121	3,706			2087,665	3,370	605,446	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {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)(VMA), (%)

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

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6708

Yogyakarta, 10 November 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 1 November 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

**HASIL PEMERIKSAAN IMMERSION TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 7%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,13	5,860	5,5355	1169	1171	680	491	2,381	2,4598	12,67	84,1180	3,21	15,88	79,791	3,210	580	1970,26	2086,505	2,940	709,696	1,059
B	6,12	5,860	5,5355	1181	1185	682	503	2,348	2,4598	12,50	82,9541	4,55	17,05	73,314	4,549	582	1977,05	2099,631	2,900	724,011	1,062
C	6,14	5,860	5,5355	1183	1188	689	499	2,371	2,4598	12,62	83,7607	3,62	16,24	77,703	3,621	581	1973,66	2084,182	3,210	649,278	1,056
	6,13		5,5355					2,367					16,389	76,936	3,793			2090,106	3,017	694,328	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (e/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)(VMA), (%)

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

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6737

Yogyakarta, 10 November 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 1 November 2004
Dihitung Oleh : Andi Christianto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

HASIL PEMERIKSAAN IMMERSION TEST

Kadar Aspal Optimum Filler Semen Portland 8%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,11	6,066	5,7190	1195	1198	698	500	2,390	2,456	13,14	84,186	2,67	15,81	83,107	2,672	586	1990,64	2120,034	2,750	770,921	1,065
B	6,16	6,066	5,7190	1177	1181	685	496	2,372	2,456	13,04	83,551	3,41	16,45	79,296	3,406	611	2075,57	2177,270	2,800	777,596	1,049
C	6,19	6,066	5,7190	1191	1198	691	507	2,349	2,456	12,92	82,746	4,34	17,25	74,867	4,337	585	1987,25	2066,735	2,560	807,318	1,04
	6,15		5,7190					2,370					16,506	79,090	3,471				2,703	785,279	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)(C/MA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (V/FWA) 100 x (l/l), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,6766

Yogyakarta, 10 November 2004

Peneliti

1. Andi Christianto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 1 November 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

**HASIL PEMERIKSAAN IMMERSION TEST
Kadar Aspal Optimum Filler Limbah Gypsum 6%**

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,14	5,496	5,2095	1162	1170	671	499	2,329	2,4603	11,66	82,9867	5,35	17,01	68,561	5,349	450	1528,65	1614,254	3,670	439,851	1,056
B	6,19	5,496	5,2095	1165	1172	670	502	2,321	2,4603	11,62	82,7037	5,67	17,30	67,210	5,672	510	1732,47	1801,769	3,530	510,416	1,04
C	6,33	5,496	5,2095	1157	1166	658	508	2,278	2,4603	11,41	81,1657	7,43	18,83	60,573	7,426	515	1749,455	1758,202	3,570	492,494	1,005
	6,22		5,2095					2,309					17,715	65,448	6,149			1724,742	3,590	480,920	

t = Tebal benda uji, (mm)

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)

e = Berat didalam air, (gram)

f = Volume benda uji (d-e), (cc)

g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp)}

i = (h x g) : Bj Asp, (%)

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

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

l = Rongga terhadap agregat (100 - j)/(VMA), (%)

m = Rongga yang terisi aspal (VFA/A) 100 x (i/f), (%)

n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - {100 x (g/h)}, (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kekelahan plastis), (mm)

MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)

Suhu pencampuran : + 160 C

Suhu pematangan : 140 C

Suhu waterbath : 60 C

Berat Jenis Aspal : 1,04

Berat Jenis Agregat : 2,65988

Yogyakarta, 10 November 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT

HASIL PEMERIKSAAN IMMERTION TEST

Kadar Aspal Optimum Filler Limbah Gypsum 8%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi	
A	6,14	5,727	5,4167	1163	1171	673	498	2,335	2,45	12,16	82,00	4,86										



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

Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta, Telepon (0274) 895042, Fax (0274) 895330

Asal material : Quarry, Clereng, Kulon Progo
Jenis Campuran : Beton Aspal
Di kerjakan Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo

Tanggal : 1 November 2004
Dihitung Oleh : Andi Christanto & Ibnu Wibowo
Diperiksa Oleh : Sukanto

HASIL PEMERIKSAAN IMMERTION TEST

Kadar Aspal Optimum Filler Limbah Gypsum 7%

Sample	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ	Koreksi
A	6,34	5,611	5,3130	1172	1185	673	512	2,289	2,457	11,69	81,453	6,85	18,55	63,052	6,852	520	1766,44	1771,739	3,460	512,063	1,003
B	6,29	5,611	5,3130	1174	1186	675	511	2,297	2,457	11,74	81,752	6,51	18,25	64,319	6,511	530	1800,41	1827,416	3,240	564,017	1,015
C	6,20	5,611	5,3130	1171	1181	680	501	2,337	2,457	11,94	83,171	4,89	16,83	70,952	4,889	570	1936,29	2009,869	3,300	609,051	1,038
	6,28		5,3130					2,308					17,875	66,108	6,084			1869,675	3,333	561,711	

t = Tebal benda uji, (mm)
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam), (gram)
d = Berat basah jenuh (SSD), (gram)
e = Berat didalam air, (gram)
f = Volume benda uji (d-c), (cc)
g = Berat isi (density) (c/f), (gram/cc)

h = Bj Maks. Teoritis {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)(VMA), (%)
m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (i/l), (%)
n = Rongga dalam campuran (VTM) 100 - (100 x (g/h)), (%)
o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring, (kg)
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
r = Flow (kelelahan plastis), (mm)
MQ = Quotient Marshall, (kg/mm)
Suhu pencampuran : + 160 C
Suhu pematangan : 140 C
Suhu waterbath : 60 C
Berat Jenis Aspal : 1,04
Berat Jenis Agregat : 2,66096

Yogyakarta, 10 November 2004

Peneliti

1. Andi Christanto

2. Ibnu Wibowo

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT