

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 29 - 5 - 2003

NO. JUDUL : 001/00

NO. INV. : 5120000409001

NO. INDEK : \_\_\_\_\_

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN SEMEN PORTLAND DAN**  
**SLUDGE SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK**  
**CAMPURAN BETON ASPAL**

5120000409001

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



PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UIR YOGYAKARTA

Disusun oleh :

**APRI IBNUL KHOLIS**

No Mhs : 97 511 114

**AGUNG BUDHI WIBOWO**

No Mhs : 97 511 137

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2003**



**TUGAS AKHIR**  
**STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN**  
**SEMEN PORTLAND DAN *SLUDGE* SEBAGAI *FILLER***  
**TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN BETON ASPAL**

**APRIENUL KHOLIS**

No Mhs : 97 511 014

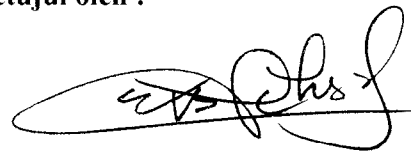
**AGUNG BUDI WIBOWO**

No Mhs : 97 511 137

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Bachnas, Msc

Dosen Pembimbing I



Tanggal : 19-4-2003

Ir. Miftahul Fauziah, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 21-04-2003

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Lampiran.....	x
Kata Pengantar .....	xiii
Intisari .....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Aspal.....	5
2.2 Agregat.....	6
2.3 Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	6
2.4 Penelitian yang Pernah dilakukan .....	7

### BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Stabilitas ( <i>Stability</i> ).....	11
3.2 Karakteristik Perkerasan .....	13
3.2.1 Stabilitas ( <i>Stability</i> ).....	13
3.2.2 Durabilitas ( <i>Durability</i> ).....	14
3.2.3 Kelenturan ( <i>Fiexibilitas</i> ).....	14
3.2.4 Kekesatan ( <i>Skid Resistance</i> ).....	15

3.2.5 Ketahanan Kelelahan ( <i>Fatigue Resistance</i> ) .....	15
3.2.6 Kemudahan Untuk di Kerjakan ( <i>Workability</i> ) .....	16
3.3 Pengertian Aspal Beton ( <i>Asphalt Concrete</i> ) .....	17
3.3.1 Pengertian Umum .....	17
3.4 Bahan Penyusun Aspal Beton ( <i>Asphalt Concrete</i> ) .....	17
3.4.1 Agregat .....	17
3.4.2 <i>Filler</i> .....	23
3.4.3 Aspal Keras .....	24
3.5 Limbah Padat Industri Tekstil ( <i>Sludge</i> ) .....	26
3.6 Perencanaan Campuran .....	28
3.7 Parameter <i>Marshall Test</i> .....	29
3.7.1 Stabilitas .....	29
3.7.2 <i>Flow</i> .....	30
3.7.3 <i>Density</i> .....	31
3.7.4 <i>Void Filled With Asphalt (VFVA)</i> .....	32
3.7.5 <i>Void in Total Mix (VITM)</i> .....	33
3.7.6 <i>Marshall Quotient (MQ)</i> .....	34
3.8 <i>Imersion Test</i> .....	35

#### BAB IV HIPOTESIS

#### BAB V METODE PENELITIAN

5.1 Metode Penelitian .....	37
5.2 Cara Memperoleh Data .....	39
5.2.1 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian .....	39
5.2.2 Pengujian Bahan .....	41
5.2.3 Pengujian Campuran .....	42
5.3 Analisis .....	43

#### BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian Laboratorium .....	46
---	----

6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan.....	46
6.1.2 Hasil Pengujian Bahan Uji.....	47
6.2 Pembahasan.....	57
6.2.1 Stabilitas.....	57
6.2.2 <i>Flow</i> .....	61
6.2.3 <i>Void in Total Mix ( VITM )</i> .....	65
6.2.4 <i>Void Filled With Asphalt ( VFWA )</i> .....	69
6.2.5 <i>Density</i> .....	73
6.2.6 <i>Marshall Quotient ( MQ )</i> .....	75
6.2.7 <i>Imerston Test</i> .....	78

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan .....	83
7.2 Saran .....	84

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan agregat kasar.....	18
Tabel 3.2	Persyaratan agregat halus.....	18
Tabel 3.3	Gradasi Agregat .....	20
Tabel 3.4	Gradasi bahan pengisi ( <i>filler</i> ).....	24
Tabel 3.5	Persyaratan Aspal Keras .....	25
Tabel 3.6	Hasil Pemeriksaan Parameter Fisika dan Kimia Limbah Padat Industri Tekstil ( Sludge ) asal PT. Jogjatex.....	28
Tabel 3.7	Persyaratan Beton Aspal .....	29
Tabel 6.1	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar .....	46
Tabel 6.2	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus .....	46
Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	47
Tabel 6.4	Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60-70.....	47
Tabel 6.5	Persyaratan Lapis Aspal Beton Untuk Lalu Lintas Berat ... ..	48
Tabel 6.6	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler</i> Semen Portland dengan Kadar <i>Filler</i> 6 %.....	49
Tabel 6.7	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler</i> Semen Portland dengan Kadar <i>Filler</i> 7 %.....	50
Tabel 6.8	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Sludge</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 6 %.....	51
Tabel 6.9	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Sludge</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 7 %.....	52
Tabel 6.10	Kadar Aspal Optimum .....	55
Tabel 6.11	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Dengan <i>Filler</i> Semen portland.....	55
Tabel 6.12	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran Aspal Beton Dengan <i>Filler Sludge</i> .....	56
Tabel 6.13	Hasil Pengujian <i>Imersion</i> untuk Campuran Aspal Beton Dengan <i>Filler</i> Semen Portland .....	56

Tabel 6.14	Hasil Pengujian <i>Imersion</i> untuk Campuran Aspal Beton Dengan <i>Filler Sludge</i> .....	57
Tabel 6.15	Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	58
Tabel 6.16	Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	60
Tabel 6.17	Nilai <i>Flow</i> ( mm ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	62
Tabel 6.18	<i>Flow</i> ( mm ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	64
Tabel 6.19	Nilai VITM ( % ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	66
Tabel 6.20	Nilai VITM ( % ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	68
Tabel 6.21	Nilai VFWA ( % ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	70
Tabel 6.22	Nilai VFWA ( % ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	71
Tabel 6.23	Nilai <i>Density</i> ( gr/cc ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	73
Tabel 6.24	Nilai <i>Density</i> ( gr/cc) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	75
Tabel 6.25	Nilai <i>Marshall Quotient</i> ( Kg/mm ) Campuran Aspal Beton Hasil <i>Marshall Test</i> .....	76
Tabel 6.26	Nilai <i>Marshall Quotient</i> ( Kg/mm) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum.....	78
Tabel 6.27	Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Kadar Aspal Optimum .....	79
Tabel 2.28	Rekapitulasi Hasil <i>Marshall Test</i> pada Kadar Aspal Optimum.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal .....	29
Gambar 3.2	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal .....	30
Gambar 3.3	Grafik Hubungan <i>Density</i> dengan Kadar Aspal .....	31
Gambar 3.4	Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal .....	32
Gambar 3.5	Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal .....	33
Gambar 3.6	Grafik Hubungan <i>Marshall Quotient</i> dengan Kadar Aspal .....	34
Gambar 6.1	Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Cement</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 6 % .....	53
Gambar 6.2	Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Cement</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 7 % .....	53
Gambar 6.3	Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Sludge</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 6 % .....	54
Gambar 6.4	Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan <i>Filler Sludge</i> dengan Kadar <i>Filler</i> 7 % .....	54
Gambar 6.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 % .....	58
Gambar 6.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 % .....	58
Gambar 6.7	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan Nilai Stabilitas pada Kadar Aspal Optimum .....	60
Gambar 6.8	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 % .....	62
Gambar 6.9	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 % .....	62
Gambar 6.10	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan <i>Flow</i> pada Kadar Aspal Optimum .....	64
Gambar 6.11	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 % .....	66



Gambar 6.12	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 % .....	67
Gambar 6.13	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan Nilai VITM pada Kadar Aspal Optimum.....	68
Gambar 6.14	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 %.....	70
Gambar 6.15	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 %.....	70
Gambar 6.16	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan Nilai VFWA pada Kadar Aspal Optimum.....	72
Gambar 6.17	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Density</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 % .....	74
Gambar 6.18	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Density</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 % .....	74
Gambar 6.19	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> Nilai <i>Density</i> pada Kadar Aspal Optimum.....	75
Gambar 6.20	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 6 %.....	76
Gambar 6.21	Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> Campuran Aspal Beton dengan Kadar <i>filler</i> 7 %.....	77
Gambar 6.22	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan Nilai <i>Marshall Quotient</i> pada Kadar Aspal Optimum .....	78
Gambar 6.23	Grafik Hubungan Antar Kadar <i>Filler</i> dengan indeks Perendaman pada Kadar Aspal Optimum.....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pemeriksaan Keausan Agregat (*Abrasi Test*)
- Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- Lampiran 5 *Sand Equivalent* Data
- Lampiran 6 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 7 Pemeriksaan Titi Nyala dan Titik Bakar Aspal
- Lampiran 8 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 9 Pemeriksaan Daktelitas (*Ductility*) / Residu
- Lampiran 10 Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 11 Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL4 (*Solubility*)
- Lampiran 12 Pemeriksaan Berat Jenis *Sludge*
- Lampiran 13 Pemeriksaan Berat Jenis Semen
- Lampiran 14 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,0 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 15 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,0 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 16 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,0 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)
- Lampiran 17 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,0 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 18 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,5 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 19 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,5 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 20 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,5 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)

- Lampiran 21 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,5 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 22 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,0 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 23 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,0 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 24 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,0 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)
- Lampiran 25 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,0 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 26 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,5 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 27 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,5 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 28 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,5 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)
- Lampiran 29 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 7,5 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 30 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 8,0 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 31 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 8,0 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 32 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 8,0 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)
- Lampiran 33 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 8,0 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 34 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler* Semen
- Lampiran 35 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler* Semen
- Lampiran 36 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler Sludge*
- Lampiran 37 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler Sludge*

- Lampiran 38 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,05 %; Kadar *Filler* 6 %; Semen)
- Lampiran 39 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,25 %; Kadar *Filler* 7 %; Semen)
- Lampiran 40 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,375 %; Kadar *Filler* 6 %; *Sludge*)
- Lampiran 41 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus  
( Kadar Aspal 6,375 %; Kadar *Filler* 7 %; *Sludge*)
- Lampiran 42 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler* Semen
- Lampiran 43 Perhitungan *Marshall Test* untuk *Filler Sludge*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir dengan judul “ Studi Komparasi Penggunaan Semen Portland dan Limbah Padat Industri Tekstil ( *Sludge* ) sebagai *Filler* Pada Campuran Aspal Beton ” yang diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil.

Dasar pemikiran dalam pengambilan topik penelitian ini adalah sebagai salah satu upaya menemukan material dibidang konstruksi khususnya konstruksi jalan raya yang lebih ekonomis dan mudah didapatkan seiring dengan semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan industri nasional yang menuntut pertumbuhan dibidang transportasi.

Dengan selesainya penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih yang sebenar-benarnya atas segala bantuan, bimbingan, saran dan pengarahan serta nasehat terutama kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. Munadhir, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Bachnas, Msc, selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan dalam proses penulisan.
4. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, MT, selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan dorongan semangat dalam proses penulisan.
5. Bapak Ir. H. Corry Ya`cub, MS, selaku dosen penguji Tugas Akhir.
6. Bapak dan Ibu serta seluruh keluarga tercinta yang dengan tulus ikhlas telah memberikan dukungan do`a, semangat dan tek lupa dukungan materi sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
7. Karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah membantu dari awal sampai akhir sehingga Tugas Akhir ini berjalan dengan baik.
8. Teman-teman 97 yang selama ini memberi dukungan do`a, masukan, semangat dan saran, terima kasih untuk selama ini teman!!.
9. Teman-teman Tugas Akhir yang selama pembuatan Tugas akhri ini yang selalu saling membantu dalam saran dan dorongan semangat.
10. Untuk yang memberi cinta dan dicintai yang telah memberikan dorongan do`a, semangat, masukan, dan bantuan yang sangat membantu selama penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyusun Tugas Akhir masih banyak kekurangannya dan jauh dari sempurna mengingat masih terbatasnya pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat

membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat disempurnakan dan penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan tambahan ilmu dan bermanfaat bagi kita semua.

Akhir kata semoga kita semua selalu dalam lindungan dan diberi bimbingan serta pertolongan dari Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Februari 2003

Penulis

Agung B.W & Apri I.K

## INTISARI

Pertumbuhan industri nasional yang terus meningkat menuntut peningkatan sarana dan prasarana di bidang transportasi. Seiring dengan hal tersebut, diperlukan material yang murah dan mudah didapatkan yang dapat disediakan dengan upaya mencari solusi material pengganti. Pemanfaatan limbah padat industri tekstil ( Sludge ) sebagai alternatif bahan pengisi ( filler) pada campuran Aspal Beton merupakan salah satu upaya mengatasi kekurangan filler pada daerah tertentu. Penelitian dilakukan untuk mengetahui penggunaan limbah padat industri (sludge) sebagai filler pada campuran Aspal Beton terhadap karakteristik stabilitas, flow, density, VITM, VFWA, Marshall Quotient, dan Imersion Test dengan metode marshall dan hasilnya dibandingkan dengan campuran Aspal Beton yang menggunakan filler semen Portland.

Tahap persiapan untuk mencari kadar aspal optimum adalah menetapkan variasi kadar filler 6 % dan 7 % ,selanjutnya menentukan kadar aspal 6 %, 6.5 %, 7 %, 7.5 %, dan 8 % untuk kedua jenis filler yaitu semen Portland dan sludge. Tahap pengujian Marshall dan Imersion pada kadar aspal optimum untuk kedua jenis filler pada kadar 6 % dan 7 %. Benda uji dibuat berdasarkan gradasi IV, Bina Marga 1987 untuk lalu lintas berat, yang kemudian didapatkan kadar aspal optimum.

Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas Aspal Beton dengan filler sludge lebih tinggi dari campuran Aspal Beton dengan filler semen portland. Campuran Beton Aspal dengan filler sludge maupun semen Portland menunjukkan bahwa pada kadar filler yang lebih besar memiliki nilai Flow, VFWA, dan Density lebih tinggi, sebaliknya nilai Stabilitas, VITM, Marshall Quotient, dan Indeks Perendaman lebih rendah. Semua benda uji memenuhi spesifikasi Bina Marga kecuali untuk nilai VITM campuran Aspal Beton pada filler sludge dan filler semen portland dengan kadar filler 7 %. Limbah padat industri tekstil ( sludge ) dapat menjadi alternatif bahan pengisi ( filler ) pada campuran Aspal Beton karena dapat memenuhi spesifikasi karakteristik yang disyaratkan oleh Bina Marga (1987).



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan Ekonomi dan Industri Nasional sangat terkait dengan sarana jalan. Hal ini dikarenakan jalan memegang peranan penting dalam melancarkan transportasi manusia serta barang dan jasa. Oleh karena itu, pembangunan dan peningkatan jalan harus dipacu perkembangannya agar dapat melayani arus transportasi yang memenuhi syarat, baik secara teknik maupun ekonomis serta dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pelayanan lalu lintas.

Teknologi yang terus berkembang memerlukan daya dukung material yang murah, mudah didapatkan dan mudah pengelolaannya. Penyediaan material konstruksi secara murah dan mudah didapatkan dapat disediakan dengan upaya mencari substitusi material susun yang berasal dari daerah setempat. Dengan mengaplikasikan material lokal yang mudah ditemukan dengan komposisi tertentu akan menekan harga tanpa mengurangi sifat aman bangunan fisiknya.

Beton aspal merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*, serta aspal. *Filler* merupakan bahan pengisi yang berfungsi sebagai pengisi antara agregat sehingga didapat kerapatan yang diharapkan, *filler* yang biasa digunakan adalah debu batu dan semen portland. *Filler* yang sekarang digunakan merupakan bahan yang berasal dari alam dan ketersediaan bahan tersebut yang terbatas sehingga diperlukan alternatif pengganti debu batu dan semen portland sebagai *filler*.

Pada sisi lain, dengan berkembangnya perekonomian mengakibatkan industri meningkat dengan pesat, salah satunya industri tekstil yang pada dekade ini telah menjadi industri primadona dan menyumbang 30% total ekspor Indonesia. Seperti halnya industri lain, industri tekstil menghasilkan limbah berupa limbah cair yang berasal dari sisa proses kimiawi. Limbah cair tekstil tersebut mengandung zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Untuk menekan kadar kandungan zat kimia berbahaya, sebagian industri tekstil memproses limbah cair pada Instalasi Pengolahan Limbah ( IPAL ) agar cukup aman untuk dibuang. Limbah cair tekstil ini di proses bersama kapur (  $\text{CaO}$  ) sebagai zat penetral dalam satu bak pada IPAL dan diakhir proses pengolahan dihasilkan limbah tekstil berbentuk padatan halus yang di sebut *sludge* yang mengandung zat kapur.

Kapasitas produksi industri tekstil umumnya besar sehingga menyebabkan limbah yang dihasilkanpun dalam jumlah besar. Walaupun sudah diolah sedemikian rupa pada IPAL, *sludge* masih mengandung zat kimia yang berbahaya pada tingkatan yang rendah namun masih dibawah ambang batas. Selama ini, limbah padat industri tekstil hanya diletakkan begitu saja di areal IPAL, dibiarkan kering dan menumpuk dan setelah banyak dibuang. Penumpukan *sludge* dalam jumlah banyak dapat menyebabkan pencemaran lingkungan seperti bau yang tidak enak sehingga menimbulkan reaksi negatif dari masyarakat sekitar. Hal ini menjadi masalah yang cukup pelik bagi kalangan industri dalam penanganan limbah industrinya.

Berangkat dari keprihatinan akan permasalahan kalangan industri tekstil dalam membuang dan menangani limbahnya dan upaya-upaya yang dilakukan untuk menemukan alternatif substitusi material konstruksi, maka diperlukan berbagai upaya pencarian solusi dengan mengambil kedua permasalahan tersebut dalam satu titik temu yang saling menguntungkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah memanfaatkan *sludge* sebagai alternatif bahan pengisi atau *filler* pada campuran *Asphalt Concrete* dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku *Asphalt Concrete* yaitu *Stability, Flow, Density, Void Filled With Asphalt (VFWA), Void in Total Mix (VITM), Marshall Quotient (MQ)* dan *Imersion test* yang menggunakan *sludge* sebagai *filler* dan dibandingkan dengan perilaku *Asphalt Concrete* yang menggunakan semen portland sebagai *filler*.

### **1.3. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini akan mendapatkan pengaruh penggunaan *sludge* sebagai *filler* pada campuran *Asphalt Concrete* yang dibandingkan dengan penggunaan semen portland sebagai *filler* pada campuran *Asphalt Concrete* sesuai dengan persyaratan Bina Marga sehingga diketahui apakah *sludge* dapat digunakan sebagai bahan alternatif *filler* pada campuran *Asphalt Concrete*.

#### 1.4. Batasan Penelitian

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan untuk memudahkan dalam menganalisis, maka dibuat batasan-batasan seperti dibawah ini.

1. Gradasi yang digunakan adalah gradasi IV untuk campuran *Asphalt Concrete* berdasarkan, Bina Marga 1987.
2. *Filler* yang digunakan adalah limbah padat industri tekstil ( *sludge* ) berasal dari PT. Jogjatex yang lolos saringan # 200 dan semen portland merk Nusantara tipe I sebagai pembanding dengan kadar 6 % dan 7 % dari perbandingan berat total agregat.
3. Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 dengan variasi kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 % dan 8 %.
4. Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test* dan *Imersion Test* dengan lama perendaman 30 menit dan 24 jam.
5. Penelitian terbatas hanya pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang terkandung dalam bahan-bahan penelitian.
6. Perilaku yang dipelajari yaitu *stabilitas*, *flow*, *density*, VFWA, VITM, *Marshall Quotient* dari kedua jenis benda uji.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Beton Aspal

*Asphalt concrete (AC)* merupakan suatu lapisan permukaan pada konstruksi jalan yang terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus serta bahan pengisi (*filler*), yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Bina marga, 1987). Aspal untuk lapis aspal beton harus terdiri salah satu aspal penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa, dan memenuhi syarat yang disyaratkan (Bina marga, 1987).

Menurut Binamarga ( 1983 ), beton aspal berfungsi sebagai berikut :

1. Sebagai pendukung beban lalu lintas.
2. Sebagai pelindung konstruksi di bawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
3. Sebagai lapis aus.
4. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

Menurut Binamarga ( 1983 ), beton aspal mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Tahan terhadap keausan akibat lalu lintas.
2. Kedap air.
3. Mempunyai nilai struktural.
4. Mempunyai stabilitas yang tinggi.
5. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

Menurut Binamarga ( 1983 ), dalam perencanaan campuran yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Jenis agregat.
2. Gradasi agregat.
3. Mutu agregat.
4. Jenis aspal keras.
5. Rencana tebal lapisan.
6. Jenis bahan pengisi (*filler*).

## 2.2 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar maupun berupa fragmen-fragmen (Djanasudirja, S, 1984)

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 lain.

## 2.3 Bahan pengisi (*filler*)

*Filler* sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan, mempunyai peranan yang penting. Pemberian *filler* pada campuran beton aspal akan menempati rongga-rongga antar butiran, sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar pori.

## 2.4 Penelitian yang pernah dilakukan

Beberapa penelitian tentang penggunaan *filler* pada lapis perkerasan lentur telah dilakukan dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan *filler* akan mempengaruhi karakteristik campuran aspal *filler* dan karakteristik campuran aspal beton. Penelitian – penelitian tersebut antara lain dibahas di bawah ini.

Aji Setiawan dan Budy Kusnadi ( 1995 ) dalam penelitiannya dengan topik “ Pengaruh Penggunaan Limbah Karbid Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal ” melakukan pengujian terhadap benda uji yang merupakan campuran beton aspal yang dibuat masing-masing menggunakan *filler* abu batu dan limbah karbid dengan kadar *filler* 7 % serta variasi dari kedua *filler* tersebut. Sifat-sifat campuran beton aspal itu dievaluasi dengan parameter-parameter *Marshall Test* dan hasilnya dibandingkan dengan persyaratan Bina Marga. Dari hasil penelitian diketahui bahwa campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar *filler* abu batu : limbah karbid = 6 : 1 mempunyai nilai-nilai *density*, VITM, VFWA, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient* yang hampir sama baiknya dibandingkan dengan campuran yang menggunakan komposisi dan formulasi kadar *filler* abu batu 7 %, dan secara keseluruhan hasil penelitian memenuhi spesifikasi Bina Marga.

B Indrianto Gunawan dan Eko Yulianto ( 2000 ) dalam penelitiannya yang mengambil topik “ Studi Komparasi antara Semen dan Keramik Lantai sebagai *Filler* dalam Campuran HRS B “. Penelitian menggunakan gradasi dari spesifikasi Bina Marga dengan jumlah tumbukan 2 x 75 untuk kriteria lalu lintas berat, aspal yang dipakai AC 60-70 dengan variasi kadar aspal dari 6 % - 8 %, agregat kasar yang dipakai dari Clereng, agregat halus dari Kulon Progo dan *filler* berupa keramik lantai berasal dari

bongkaran bangunan dari Klaten sedangkan semen portland menggunakan semen Nusantara dari Cilacap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran HRS B dengan menggunakan *filler* keramik lantai dan *filler* semen portland memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk parameter stabilitas, *flow*, VITM dan VFWA.

Murdagama dan Paryoko Agung P ( 2000 ) dengan topik " Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Beton Bahan Ikat Asbuton B-20 dan AC 80-100 dengan Bahan Tambah PC Sebagai *filler* Menggunakan Uji *Marshall* " yang melakukan penelitian dengan menggunakan cara campuran panas dengan bahan ikat Asbuton B-20 dan peremaja AC 80-100 dan *filler* PC pada campuran aspal beton. Penelitian dilakukan pada kadar aspal optimum sebesar 5,95 % dan karakteristik *Marshall* yang ditinjau adalah *density*, VITM, VFWA, stabilitas dan *flow* dengan variasi kadar aspal total 5,55 %, 5,95 %, 6,35 % dan tidak berubah untuk campuran normal tanpa Asbuton dan PC. Dengan analisis terhadap karakteristik *Marshall* yang ditinjau diperoleh bahwa Asbuton B-20 dapat digunakan sebagai bahan ikat pada campuran beton aspal sedangkan mineral PC yang digunakan sebagai *filler* asli ( abu batu ) secara keseluruhan dapat memperbaiki karakteristik campuran beton aspal tersebut.

Heru Saptoadji dan Rachmat Ari Mulyo, W ( 2001 ) yang mengambil topik " Perbandingan Pengaruh Semen Portland dan Limbah Industri Marmer sebagai *filler* Terhadap Perilaku *Split Mastic Asphalt* ". Pada penelitian ini digunakan variasi kadar aspal 5,5 %, 6 %, 6,5 %, 7 % dan 7,5 %, kemudian variasi lama perendaman pada *water bath* dengan suhu 60°C adalah 30 menit (standar *Marshall* ), 1 hari dan 4 hari. Kadar serat selulosa dan kadar *filler* yang digunakan masing-masing 0,3 % dan 3 %, sedangkan parameter yang dibahas nilai-nilai kepadatan ( *density* ), prosentase rongga



dalam campuran ( VITM ), prosentase rongga terisi aspal ( VFWA ), stabilitas, kelelehan ( *flow* ) dan *Quotient Marshall* ( QM ) yang diketabui dengan melakukan *Marshall Test* terhadap benda uji campuran SMA. Pada variasi kadar aspal menunjukkan penggunaan limbah marmer sebagai *filler* pada campuran SMA memberi pengaruh pada peningkatan nilai kepadatan, VFWA, stabilitas dan *Quotient Marshall* ( QM ).

Wahyu Hidayat dan Sabdo Luhur Utomo ( 2001 ) dengan topik “ Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tekstil ( *Sludge* ) pada Paving Block ”. Pengujian dilakukan dengan metode Afrika Selatan pada sampel paving block Holand berdimensi  $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$  dengan variasi komposisi *sludge* pengganti semen 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % dari berat semen. Dari hasil penelitian bahwa paving block dengan komposisi *sludge* sebesar 5 % umur 28 hari mempunyai kuat desak yang lebih besar yaitu  $294,83808 \text{ kg/cm}^2$  jika dibandingkan dengan paving block yang tidak mengandung *sludge* dengan kuat desak  $282,6687 \text{ kg/cm}^2$ .

Nurkhalis ( 2001 ) dengan topik “ Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Padat Industri Tekstil ( *Sludge* ) sebagai *Filler* pada Campuran HRS B ”. Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%. Dengan menggunakan metode Marshall Test dan Imersion Test, pada perbandingan berat yang sama penggunaan limbah padat Industri tektile sebagai filler pada campuran HRS B memberi pengaruh dan peningkatan nilai stabilitas, nilai VFWA, nilai kepadatan dan Quotient Marshall (QM).

Jika dilihat dari beberapa penelitian diatas, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa telah dilakukan beberapa upaya untuk mengganti bahan penyusun *filler* dan menunjukkan hasil yang memenuhi spesifikasi yang telah di tentukan. Begitupula dengan pengujian terhadap *sludge* sebagai pengganti semen terhadap campuran *Asphalt Concrete* yang mempunyai kecendrungan untuk meningkatkan stabilitas, nilai VFWA, nilai kepadatan, dan *Quotient Marshall*. Dilihat dari beberapa kenyataan yang ada diatas dan dilihat dari bentuk *sludge* yang cenderung memiliki butiran yang halus maka upaya untuk menggunakan *sludge* sebagai *filler* dengan pada campuran *Asphalt Concrete* dapat dilakukan.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Perkerasan Jalan

Tanah saja biasanya tidak cukup dan tahan menahan deformasi akibat beban roda berulang, untuk itu perlu adanya lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang mempunyai kualitas yang lebih baik dan dapat menyebarkan beban roda yang lebih luas di atas permukaan tanah sehingga tegangan yang terjadi karena beban lalu lintas menjadi lebih kecil dari tegangan ijin tanah. Bahan ini selanjutnya disebut bahan lapis perkerasan. Umumnya perkerasan jalan terdiri atas beberapa lapis dengan kualitas bahan semakin keatas semakin baik.

Perkerasan jalan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dalam perkembangannya menunjukkan adanya berbagai jenis perkerasan seperti perkerasan beton prestress, perkerasan cakar ayam, perkerasan paving block dan lain-lain (*Suprpto TM, 1999*).

Menurut *Asphalt Technology and Construction Practice (The Asphalt Institute MS-22, 1983)*, struktur perkerasan jalan terdiri dari :

1. lapis permukaan (*surface course*),
2. lapis pondasi atas (*base course*)

3. lapis pondasi bawah (*sub base course*), dan
4. tanah dasar (*subgrade*)

Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Fungsi dari masing-masing lapisan tersebut dibawah ini.

1. Lapis permukaan (*surface course*), berfungsi :
  - a. Memberikan suatu permukaan yang rata dan tidak licin.
  - b. Mendukung dan menyebarkan beban vertikal maupun horizontal atau gaya geser dari beban kendaraan.
  - c. Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan
  - d. Sebagai lapisan aus
2. Lapis pondasi atas (*base course*), berfungsi :
  - a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
  - b. Pemikul beban horizontal dan vertikal,
  - c. Lapisan peresapan bagi lapis pondasi bawah
3. Lapis pondasi bawah (*sub base course*), berfungsi :
  - a. Menyebarkan beban roda.
  - b. Sebagai lapis peresapan.
  - c. Sebagai lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi
  - d. Sebagai lapisan pertama pada pembuatan struktur perkerasan
4. Tanah dasar (*subgrade*)

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

### 3.2. Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan tinggi dan rendahnya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Karakteristik perkerasan dapat ditunjukkan dengan parameter berikut ini.

#### 3.2.1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah ketahanan atau kemampuan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan (*The Asphalt Institute, 1983*). Perkerasan yang tidak stabil ditandai dengan adanya gelombang atau alur.

Jumlah lalu lintas dan beban kendaraan menentukan tingkat stabilitas yang dibutuhkan. Beberapa variabel yang mempunyai hubungan dengan stabilitas antara lain :

1. Gaya gesek (*friction*), hal ini tergantung pada permukaan, gradasi dan bentuk agregat, kerapatan campuran serta kualitas aspal.
2. Kohesi, merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi batuan akan terlihat dari sifat kekerasannya dan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal dan sifat bantu bahan tambah.
3. Inersia, merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempai (*resistence to displacement*), yang terjadi akibat beban lalu lintas, baik besarnya beban maupun jangka waktu pembebanan.

### 3.2.2. Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas (*The Asphalt Institute, 1983*). Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan, sehingga lapis permukaan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, perubahan suhu dan keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas suatu lapis perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Tebal selimut aspal (*bitumen film thickness*). Selimut aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis permukaan yang berdurabilitas tinggi tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* juga sangat tinggi.
2. Rongga antar campuran yang relatif kecil mengakibatkan lapis perkerasan kedap air dan udara tidak dapat masuk dalam campuran. Udara menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh getas.
3. Rongga antar butir yang relatif besar memungkinkan selimut aspal dibuat tebal. Jika rongga antar butir agregat kecil dan kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* besar.

Penggunaan agregat yang memiliki sifat kekerasan tinggi dapat mengurangi gaya pengausan. Pengausan dapat menimbulkan kerusakan berupa terlepasnya agregat, sehingga menimbulkan formasi cekungan yang dapat menampung dan meresapkan air.

### 3.2.3. Kelenturan (*Fleksibilitas*)

Fleksibilitas suatu campuran perkerasan menunjukkan kemampuan untuk menahan lendutan dan tekukan misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap

perubahan kecil dari lapisan di bawahnya terutama tanah dasarnya (*subgrade*), tanpa mengalami keretakan (*The Asphalt Institute, 1983*). Untuk meningkatkan kelenturan, pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai, tetapi dengan pemakaian tersebut akan didapatkan nilai stabilitas yang tidak sebaik bila menggunakan gradasi rapat. Sifat aspal terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai daktilitas rendah, maka dalam perkerasan akan menghasilkan suatu perkerasan yang fleksibilitasnya rendah.

#### **3.2.4. Kekesatan (*Skid Resistance*)**

Kekesatan adalah kemampuan dari perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya roda kendaraan selip atau tergelincir, terutama pada waktu permukaan jalan basah (*The Asphalt Institute, 1983*). Permukaan jalan yang kasar mempunyai nilai kekesatan yang lebih baik dari permukaan jalan yang halus. Permukaan jalan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan karena bunyi yang timbul akibat sentuhan antara ban dengan permukaan jalan serta ban menjadi lebih mudah aus. Kekesatan diperoleh dengan tekstur permukaan yang kasar. Permukaan perkerasan jalan yang mengalami *bleeding*, kekesatannya menjadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup dan masih tersedianya rongga udara untuk pemuaian aspal akan membantu tercapainya nilai kekesatan yang optimum.

#### **3.2.5. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis perkerasan dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. *void in total mix* ( VITM ) yaitu prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Volume rongga dalam campuran yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan menyebabkan kelelahan yang lebih cepat, dan
2. *void in mineral agregat* ( VMA ) yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan menjadi lebih fleksibel.

### 3.2.6. Kemudahan Untuk di Kerjakan ( *Workability* )

Kemudahan untuk di kerjakan adalah kemudahan suatu campuran perkerasan untuk dicampur, dihampar dan dipadatkan. Sifat kemudahan ini penting artinya karena pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat mengingat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi rapat lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lain.
2. Temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastis*.
3. Kandungan bahan pengisi ( *filler* ) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan yang lebih sukar.



### **3.3. Asphalt Concrete ( AC )**

#### **3.3.1. Pengertian umum**

*Asphalt Concrete ( AC )* atau Aspal Beton merupakan lapis permukaan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta bahan pengisi/*filler*, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Bina marga, 1987). *Asphalt Concrete* merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan lentur. Kekuatan mekanik dari campuran ini di dapat dari gesekan ( *internal friction* ) dan sifat saling mengunci antar agregat dan adhesi antar butiran yang diperoleh dari bitumen pengikat ( Kerbs and Walker, 1971 ).

### **3.4. Bahan Penyusun Asphalt Concrete ( AC )**

Bahan utama dari *Asphalt Concrete ( AC )* terdiri dari agregat dengan bahan ikat aspal dan *filler*. Untuk menghasilkan perkerasan *Asphalt Concrete* yang berkualitas tinggi, maka kadar bahan tersebut harus berkualitas dan dapat memenuhi persyaratan yang diijinkan.

#### **3.4.1. 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 ( *Kerbs and Walker, 1971* ). Pemilihan agregat yang sesuai untuk dipergunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan.

### 3.4.1.1 Ukuran butiran dan gradasi

Agregat yang digunakan sebagai bahan campuran dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat kasar, yang dipergunakan biasanya berupa batu pecah atau kerikil dengan persyaratan seperti tersebut dalam tabel 3.1

**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, yang dipergunakan bisa berupa pasir, *screening* ( hasil pemecah batu ) atau dari campuran kedua bahan tersebut, yang harus memenuhi persyaratan seperti tersebut dalam tabel 3.2 dibawah ini.

**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.

*The Asphalt Institute* ( MS-2, 1987 ) mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi, yaitu :

1. agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan no. 8 ( 2,36 mm ),
2. agregat halus, yaitu batuan yang lolos saringan no. 8 ( 2,36 mm ),
3. mineral pengisi ( *filler* ), yaitu fraksi dari agregat halus yang lolos dari saringan no. 30 ( 0,6 mm ), dan
4. mineral debu, yaitu fraksi dari agregat halus yang lolos saringan no. 200 ( 0,074 mm ).

Sedangkan AASHTO ( 1982 ) mengelompokkan agregat menurut ukuran partikelnya menjadi 3 fraksi, yaitu :

1. agregat kasar, yaitu batuan yang ukurannya lebih besar dari 2 mm atau tertahan saringan no. 10,
2. agregat halus, yaitu batuan yang ukurannya lebih kecil dari 2 mm dan lebih besar dari 0,074 mm atau lolos saringan no. 10 dan tertahan saringan no. 200, dan
3. mineral *filler*, yaitu agregat halus yang lolos saringan no. 200.

Gradasi adalah pembagian ukuran butiran dalam campuran agregat. Menurut jenisnya, gradasi agregat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu seperti dibawah ini.

1. Gradasi menerus ( *well graded* ), yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi yang seimbang, sehingga sering juga disebut gradasi rapat.
2. Gradasi timpang ( *gap graded* ), yaitu gradasi yang dalam campurannya sengaja dihilangkan sebagian agar berukuran tertentu dan dalam komposisi campuran tidak berimbang antara agregat kasar dan agregat halus.
3. Gradasi seragam ( *uniform graded* ), yaitu campuran agregat yang ukurannya hampir sama atau seragam.

Gradasi yang digunakan pada penelitian ini mengikuti spesifikasi teknis campuran seperti terdapat dalam tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Gradasi Agregat

Ukuran Saringan (mm)	% Berat yang lolos										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
38.1	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
25.4	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
19.1	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	95-100	100
12.7	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
9.52	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
4.76	35-55	55-75	50-70	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
2.38	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-45	27-47	33-53
0.59	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
0.279	6-16	6-16	13-23	12-23	12-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
0.149	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
0.047	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.

### 3.4.1.2. Berat jenis ( specific gravity )

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena pada umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori. Agregat dengan berat jenis kecil mempunyai volume besar sehingga dengan berat yang sama membutuhkan jumlah aspal yang banyak. Disamping itu, agregat dengan kadar pori besar membutuhkan jumlah aspal yang banyak pula.

Ada 3 macam berat jenis yang ditentukan berdasarkan manual PB-0202-76 atau AASHTO T85-81 yaitu seperti dibawah ini.

1. *Apperent Spesific Gravity* adalah perbandingan antara volume partikel yang tidak dapat diresapi air.

$$\text{Apparent SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_i) \gamma_w} \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana  $W_s$  = berat kering agregat

$V_s$  = Volume padat agregat

$V_i$  = Volume pori yang tidak diresapi air

$\gamma_w$  = Berat jenis air

2. *Bulk Specific Gravity* adalah berat jenis dimana volume yang diperhitungkan adalah jumlah seluruh volume pori yang ada.

$$\text{Bulk SG} = \frac{W_s}{(V_p + V_s + V_i) \gamma_w} = \frac{W_s}{V \gamma_w} \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana  $V_p$  = Volume pori yang diresapi air

$V$  = Total volume agregat

3. *Effective Specific Gravity* adalah apabila pada kenyataan aspal yang dapat digunakan secara normal hanya akan meresapi sebagian pori yang dapat diresapi oleh air.

$$\text{Effective SG} = \frac{W_s}{(V_s + V_c) \gamma_w} \dots\dots\dots (3.3)$$

dimana  $V_c$  = Volume pori yang tidak diresapi aspal

### 3.4.1.3. Kekuatan dan kekerasan (*taughness*)

Batuan yang digunakan untuk konstruksi lapis keras harus cukup keras, tetapi juga disertai dengan kekuatan terhadap pemecahan (*degradation*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penghampanan, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (*disintegration*) selama masa pelayanan jalan tersebut (*The Asphalt Institute, 1983*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi adalah :

1. agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,

2. gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi timpang,
3. partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel yang bersudut, dan
4. energi pemadatan yang lebih besar akan mengakibatkan degradasi yang lebih banyak pada butiran agregat.

Untuk menguji kekuatan dan kekerasan batuan digunakan alat *Los Angeles Abrasion Test*, yaitu metode pengujian ketahanan batuan terhadap benturan (*impact*) dan keausan (*abrasion*). Persyaratan nilai keausan batuan untuk lapis permukaan maksimum 40 %, sedangkan untuk menguji ketahanan terhadap cuaca digunakan *Soundness Test*, agregat dengan nilai *Soundness Test* lebih kecil 12 % menunjukkan agregat yang cukup tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk lapis perkerasan.

#### **3.4.1.4. Bentuk butiran (*particle shape*)**

Bentuk partikel mempengaruhi kemudahan pelaksanaan pekerjaan perkerasan dan kekuatan dari campuran aspal (*The Asphalt Institute, 1983*). Bentuk tidak beraturan dan bersudut seperti hasil *stone crusher*, kerikil dan pasir alam cenderung untuk saling mengunci (*interlocking*) ketika dipadatkan dan mampu menahan *displacement*. *Interlocking* yang paling baik umumnya didapatkan dari agregat berbentuk kubus bersudut tajam dan sebaliknya *interlocking* jelek pada agregat berbentuk buiat.

#### **3.4.1.5. Tekstur permukaan (*surface texture*)**

Tekstur permukaan agregat berpengaruh terhadap *workability* dan kekuatan lapis keras (*The Asphalt Institute, 1983*). Permukaan yang kasar akan cenderung menambah kekuatan campuran perkerasan tetapi rongga yang terjadi juga lebih besar apabila dipadatkan sehingga untuk memudahkan pekerjaan perlu penambahan aspal.

#### **3.4.1.6. Porositas (*absorption*)**

Porositas agregat biasanya diindikasikan sebagai banyaknya air yang diserap oleh agregat ketika di rendam air. Agregat yang berporositas tinggi juga akan menyerap aspal sehingga daya ikatnya berkurang (*The Asphalt Institute, 1983*). Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan, dan jumlah pemakaian aspal dalam campuran. Semakin besar porositas batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya serta semakin banyak aspal yang akan diserap. Semakin tinggi porositas batuan, maka semakin tinggi pula kemampuan *absorpsi* batuan tersebut.

#### **3.4.1.7. Kebersihan (*cleanliness*)**

Bersihnya permukaan agregat dari bahan-bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting. Bahan-bahan tersebut dapat berupa lumpur, zat organik, partikel lempung dan lain sebagainya karena substansi itu dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan (*The Asphalt Institute, 1983*).

#### **3.4.2. Filler**

*Filler* adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada pembuatan campuran beton aspal. *Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu

mineral yang lolos saringan no. 200 ( 0,075 mm ) bisa berupa debu kapur, debu dolomit atau semen portland. *Filler* harus dalam keadaan kering dengan kadar air maksimum 1 % (Bina margo, 1987). apabila dilakukan pemeriksaan analisa saringan secara basah, harus memenuhi gradasi seperti dalam tabel 3.4 di bawah ini.

**Tabel 3.4 Gradasi bahan pengisi (*filler*)**

Ukuran saringan		Persen berat yang lolos
No. 30	(0.590 mm)	100
No. 50	(0.279 mm)	95-100
No. 100	(0.149 mm)	90-100
No. 200	(0.074 mm)	65-100

Sumber : Binamarga, 1987

*Filler* dapat berupa abu kapur, semen portland atau abu batu. Dalam penelitian ini digunakan limbah padat industri tekstil ( *sludge* ) sebagai *filler* yang akan dibandingkan dengan campuran *Asphalt Concrete* yang menggunakan semen portland sebagai *filler*

### 3.4.3. Aspal Keras

Aspal yang sering digunakan dalam pelaksanaan di lapangan khususnya di Indonesia 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. Aspal ini adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang ( *Silvia Sukirman, 1992* ).

Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan



kekuatan yang lebih besar dari pada kekuatan masing-masing agregat (*Krebs and Walker, 1971*).

Aspal keras yang digunakan dapat berupa aspal keras penetrasi 60 atau penetrasi 80 yang harus memenuhi persyaratan seperti yang tertera pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5 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 &amp; ball</i> )	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik nyala dan titik bakar ( <i>cleveland open cup</i> )	PA. 0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan berat ( 163°C, 5 jam )	PA. 0304-76	-	0.4	-	0.6	% berat
5. Kelarutan ( CCL <sub>4</sub> atau CS <sub>2</sub> )	PA. 0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktilitas ( 25°C, 5 cm-mnt )	PA. 0306-76	100	-	100	-	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat jenis ( 25°C )	PA. 0307-76	1	-	1	-	-

Sumber : *Bina marga, 1987.*

Sifat-sifat aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras jalan adalah sifat *thermoplastis* dan keawetan. Dengan sifat *thermoplastis* dari aspal akan sangat menguntungkan dari sudut pelaksanaan konstruksi, hal ini dikarenakan aspal merupakan bahan *thermoplastis* maka konsistensinya (*viskositas*) akan berubah dengan berubahnya temperatur. Sifat keawetan (*durability*) aspal didasarkan pada daya tahan terhadap perubahan-perubahan sifat apabila mengalami proses pelaksanaan konstruksi, pengaruh cuaca dan akibat beban lalu lintas. Sifat keawetan aspal yang paling utama adalah daya tahannya terhadap proses pengerasan.

Faktor-faktor yang sangat berpengaruh atas terjadinya pengerasan adalah :

1. oksidasi, adalah terjadinya reaksi antara oksigen dengan aspal. Proses ini tergantung pada sifat aspal dan temperatur. Pada temperatur biasa, efek oksidasi akan memberikan suatu lapisan yang keras pada permukaan aspal,
2. penguapan (*volatilization*), adalah menguapnya bagian-bagian yang mempunyai berat molekul ringan dari aspal karena pengaruh penambahan temperatur dan pengadukan pada suatu pelaksanaan konstruksi jalan.

### 3.5. Limbah Padat Industri Tekstil (*Sludge*)

Limbah padat industri tekstil (*sludge*) pada penelitian ini digunakan sebagai alternatif bahan pengisi atau *filler* pada campuran *Asphalt Concrete*. Diharapkan *sludge* tersebut sebagai *filler* pada campuran *Asphalt Concrete* mampu memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.

*Sludge* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sludge* yang diambil dari pabrik tekstil PT. Jogjatek yang beralamatkan di jalan Surosutan 11 Yogyakarta. Proses pengolahan tekstil pada pabrik tekstil PT Jogjatek adalah perajutan, pewarnaan, pencapan, penyempurnaan dan garmen. Pada proses pewarnaan dan penyempurnaan dihasilkan limbah yang kemudian diproses untuk dinetralisir. Hasil proses netralisir tersebut berbentuk lumpur yang kemudian dikeringkan yang menghasilkan limbah padat (*sludge*).

Instalasi Pengolahan Limbah pada PT. Jogjatek dalam seminggu menghasilkan *Sludge*  $\pm 5 \text{ m}^3$ . *Sludge* termasuk bahan berbahaya beracun (B3), secara visual limbah padat *Sludge* menyerupai lempung yang bila terkena sinar matahari akan mudah pecah yang akhirnya menjadi butiran. *Sludge* bila tercampur

dengan air akan bersifat plastis dan warna *Sludge* umumnya coklat kemerahan. Limbah padat ini tidak hanya dihasilkan oleh pabrik industri tekstil, namun juga dihasilkan pabrik kulit, batik dan susu.

Secara singkat proses pengolahan limbah padat industri tekstil (*sludge*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang diuraikan berikut ini.

1. *Drying and finishing process*
2. *Screening process*
3. *Equalisation process*
4. Pengkapuran
5. Bak *koagulasi* atau *flokulasi*

Balai Teknik Kesehatan Lingkungan ( BTKL ), Departemen Kesehatan Republik Indonesia yang berkedudukan di Yogyakarta, limbah padat industri tekstil (*sludge*) asal pabrik tekstil PT. Jogjatex mempunyai kandungan seperti pada tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Parameter Fisika dan Kimia  
Limbah Padat Industri Tekstil ( Sludge ) asal PT. Jogjatex**

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Ph	-	7,0
2	Besi ( Fe )	%	1,5
3	Mangan ( Mn )	%	0,01
4	Crom total ( Cr )	%	0,043
5	Aluminium ( Al )	%	0,050
6	Timbal ( Pb )	%	71,1
7	Nikel ( Ni )	%	0,018
8	Calcium ( Ca )	%	14,2
9	Magnesium ( Mg )	%	72,0
10	Tembaga ( Cu )	%	0,0118

Sumber : Departemen Kesehatan RI, 2000

### 3.6. Perencanaan Campuran

Dalam perencanaan campuran harus diperhatikan beberapa data perencanaan, yaitu :

1. Jenis agregat
2. Gradasi agregat
3. Mutu agregat
4. Jenis aspal keras
5. Rencana tebal lapisan
6. Jenis bahan pengisi (*filler*)

Dalam perencanaan komposisi *Asphalt Concrete* digunakan cara *Marshall* untuk dapat menentukan komposisi campuran secara teliti.

Penelitian ini mengacu kepada usulan yang digunakan oleh CQCMU edisi Agustus 1988, kadar aspal yang diusulkan adalah 6,3 %, 6,7 %, 7,1 %, dan 8,0 % serta dengan menggunakan 7,5 % sebagai kadar aspal alternatif dikarenakan rentang antara 7,1 % dengan 8,0 % dianggap terlalu jauh. Diharapkan dengan kondisi diatas akan memenuhi persyaratan beton aspal sesuai dengan spesifikasi Bina Marga seperti pada tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Persyaratan Beton Aspal**

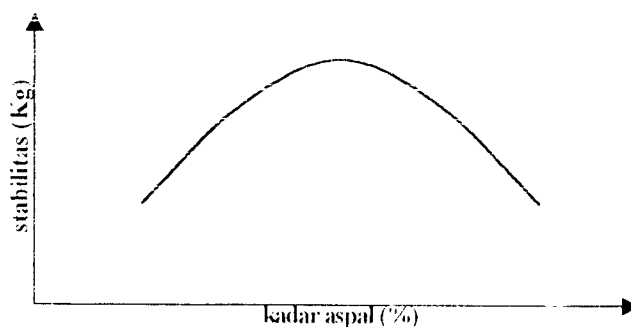
Parameter <i>Marshall</i>	BM 1983	BM 1987
Stabilitas ( kg )	> 750	> 450
Flow ( mm )	2 - 4	2 - 4,5
<i>Marshall Quotient</i> ( kg/mm )	-	200 - 350
VITM ( % )	3 - 5	3 - 5
VFWA ( % )	75 - 82	-
Density ( gr/cc )	-	-

Sumber : *Bina marga, 1987.*

### 3.7. Parameter *Marshall Test*

#### 3.7.1. Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis.



Gambar 3.1. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

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 dari persamaan :

$$S = p * q \dots\dots\dots(3.4)$$

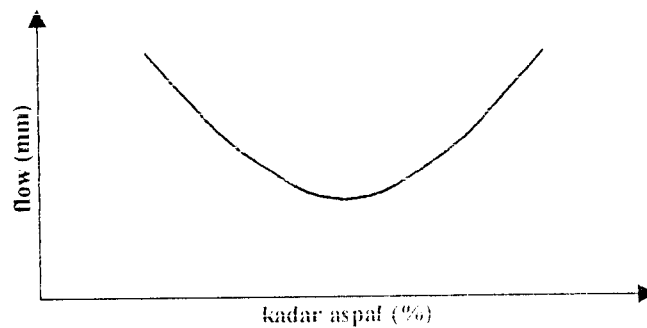
Keterangan : S Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas \* kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

### 3.7.2. Flow

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



Gambar 3.2. Grafik Hubungan *flow* dengan Kadar Aspal

### 3.7.3. Density

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

Nilai *density* diperoleh dari persamaan :

$$g = \frac{c}{f} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots (3.6)$$

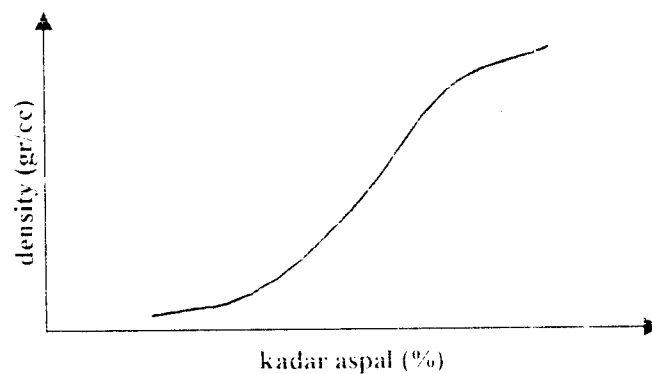
Keterangan : g = Nilai *density* (gr/cc)

e = Berat jenis kering sebelum direndam (gr)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

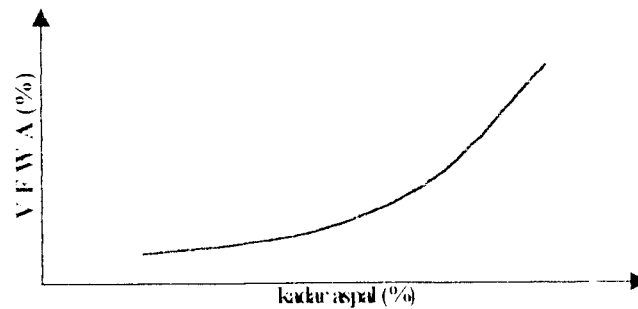
f = Volume benda uji (cc)



Gambar 3.3. Grafik Hubungan *Density* dengan Kadar Aspal

#### 3.7.4. *Void Filled With Asphalt ( VFWA )*

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka prosen kadar aspal yang mengisi rongga adalah prosen kadar aspal maksimum.



Gambar 3.4 Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal

Nilai VFWA diperoleh dari persamaan :

$$VFWA = 100 * \left( \frac{i}{l} \right) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$i = \frac{b * g}{B_j \text{ Aspal}} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$j = \frac{(100 - b) * g}{B_j \text{ Agregat}} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan : b = Prosentase aspal terhadap campuran

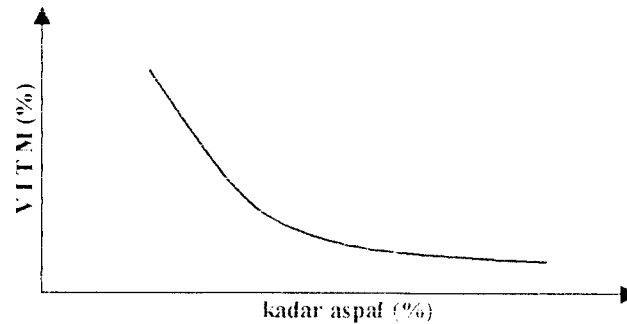
g = Berat isi sampel (gr/cc)

### 3.7.5. Void In Total Mix ( VITM )

VITM adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar



aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat berupa alur dan retak.



Gambar 3.5. Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal

Nilai VITM diperoleh dari persamaan :

$$VITM = 100 - \left( 100 * \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(3.11)$$

$$h = \frac{100}{\left( \frac{\% \text{ Agregat}}{B_{\text{Agregat}}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{B_{\text{Aspal}}} \right)} \dots\dots\dots (3.12)$$

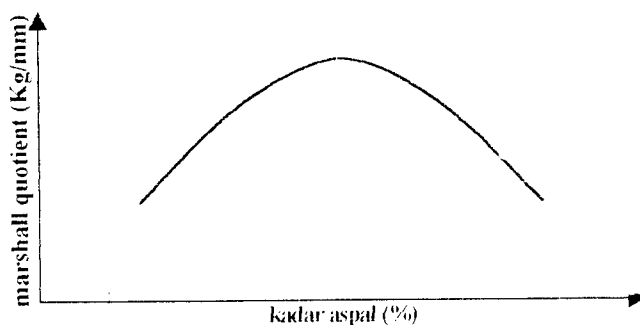
Keterangan : g = Berat isi sampel (gr/cc)

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

### 3.7.6. Marshall Quotient ( MQ )

*Marshall Quotient* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang

disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*.



Gambar 3.6. Grafik Hubungan *Marshall Quotient* dengan Kadar Aspal

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari persamaan :

$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots (3.13)$$

Keterangan : S = Nilai stabilitas (kg)

R = Nilai *flow* ( mm )

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

### 3.8. *Imersion Test*

*Imersion Test* atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar hanya waktu perendaman saja yang berbeda. Benda uji pada pengujian *Imersion* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60 °C sebelum pembebanan diberikan. Uji perendaman ini mengacu pada AASHTO T.165-82 atau ASTM. D. 1075-76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang di rendam selama 24 jam ( S2 ) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran biasa ( S1 ). Apabila indeks tahanan campuran lebih atau sama dengan 75 %, campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

$$\text{Index of retained strength} = \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \dots\dots\dots (3.14)$$

## BAB IV HIPOTESIS

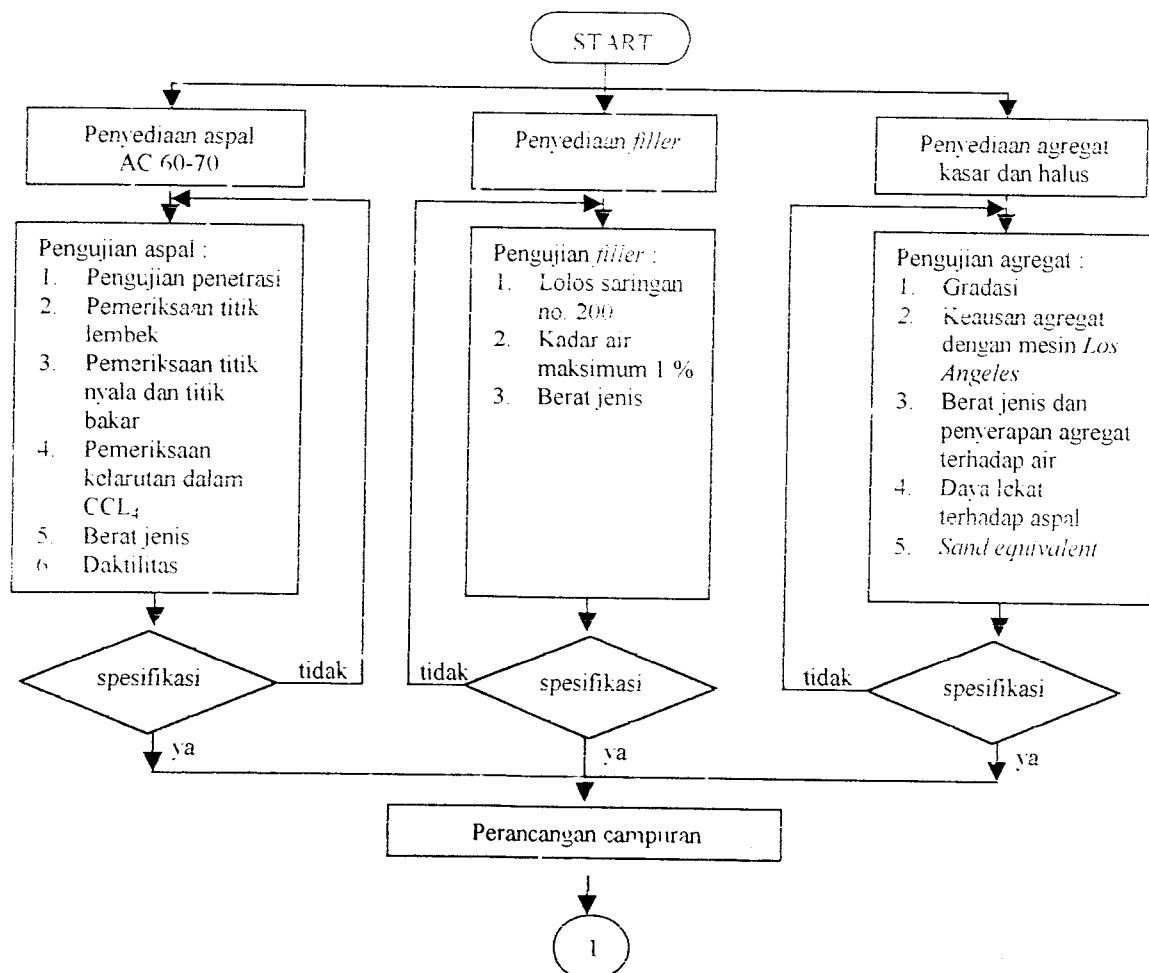
Penggunaan limbah padat industri tekstil (*sludge*) sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran *Asphalt Concrete* (AC) dapat memenuhi spesifikasi karakteristik yang disyaratkan oleh Bina Marga untuk perkerasan lentur jalan raya.

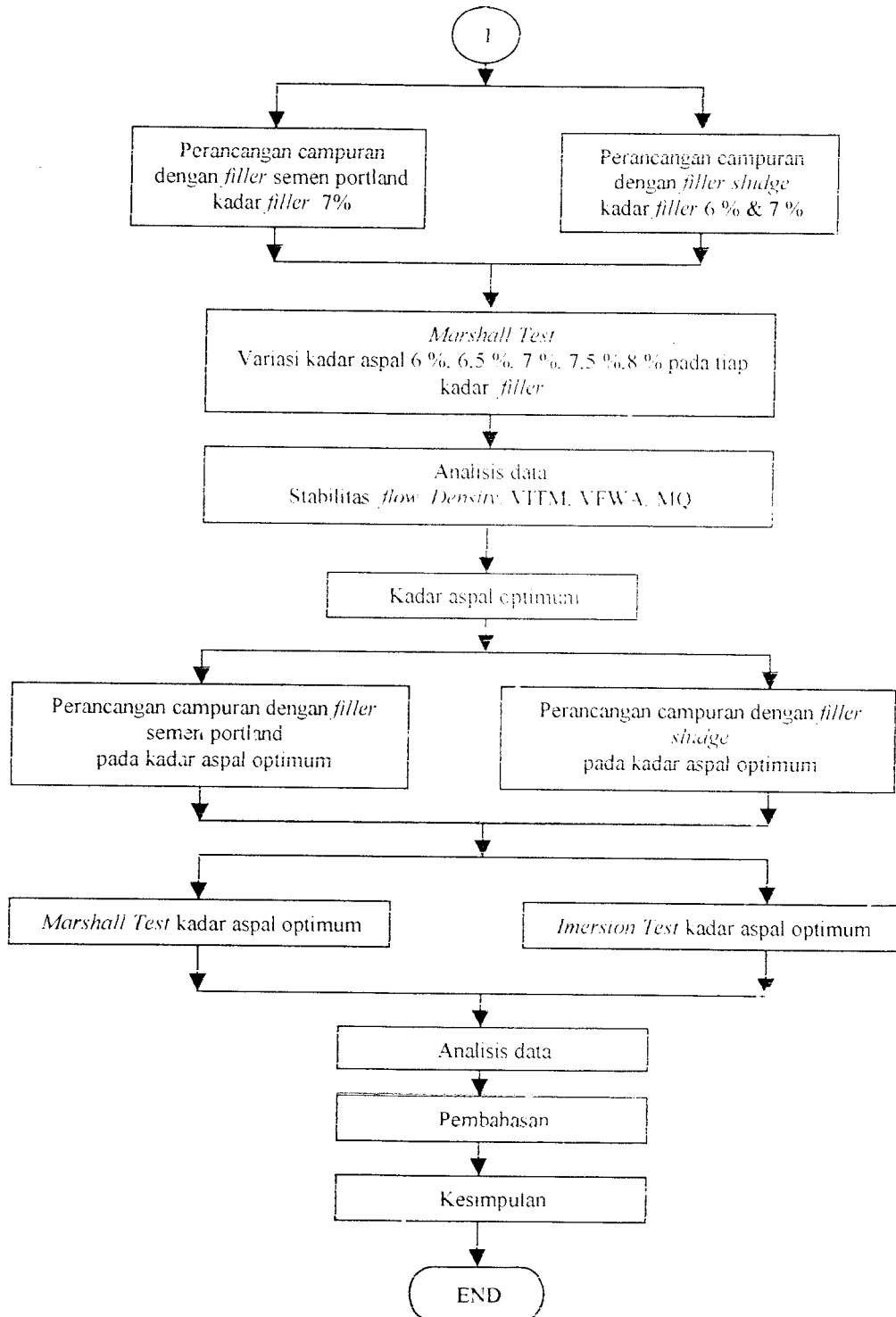
## BAB V

### METODE PENELITIAN

#### 5.1. Proses Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang penggunaan limbah padat industri tekstil (*sludge*) sebagai *filler* pada campuran *Asphalt Concrete* dengan menggunakan metode *Marshall Test* dan *Imersion Test* dan hasil-hasilnya dibandingkan dengan penggunaan *filler* semen portland. Metodologi penelitian tersebut sesuai dengan bagan alir pada gambar 5.1.





Gambar 5.1 Bagan alir penelitian laboratorium

## **5.2. Cara Memperoleh Data**

Cara memperoleh data melalui pengujian *Marshall* dan didapatkan data-data berupa nilai stabilitas dan *flow* sehingga dapat ditentukan nilai *density*, VFWA, VITM dan *Marshall Quotient*. Sebelum melakukan pengujian *Marshall* dan pengujian *Imersion*, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

### **5.2.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian**

#### **5.2.1.1. Lokasi penelitian**

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

#### **5.2.1.2. Bahan penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. aspal AC 60-70 produksi Pertamina.
2. agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo,
3. agregat halus berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo, dan
4. *filler* berupa limbah padat industri tekstil ( *sludge* ) dari PT Jogjatex Yogyakarta dan semen portland merk Nusantara tipe I sebagai pembanding.

#### **5.2.1.3. Alat penelitian**

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah seperti dibawah ini.

### 1. Alat uji bahan

- a. Alat pemeriksaan abrasi, yaitu mesin *Los Angeles*, timbangan, bola baja, saringan, talam dan oven.
- b. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air, yaitu keranjang kawat kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air, yaitu timbangan kapasitas 1 kg, piknometer, *cone* dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku dan *desikator*.
- d. Alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal, yaitu timbangan kapasitas 2000 gr, spatula, wajan, *beker glass*, saringan, termometer dan *aquades*.
- e. Alat pemeriksaan *Sand Equivalent*, yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat, kaleng Ø57 mm dan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan  $\text{CaCl}_2$ , glyserin dan formaldehid.
- f. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen, yaitu pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, *waterbath* dan *beker glass*.



- g. Alat pemeriksaan titik lembek, yaitu termometer, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan *beker glass* tahan panas.
  - h. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, yaitu termometer, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, stopwatch dan penahan angin.
  - i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal, yaitu termometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan *hejama glass*.
  - j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam  $CCl_4$ , yaitu labu eimeyer, cawan porselin, tabung penyang, oven pembakar gas, pompa hampa udara, *desikator*, karbon tetraklorida dan ammonium karbonat.
2. Alat perancangan campuran
- Alat perencanaan campuran yaitu formulir dan grafik *mix design*, timbangan, satu set saringan, mesin penggoyang saringan, kuas dan talam.
3. Alat uji campuran
- Alat uji campuran yaitu cetakan benda uji (*mold*), *ejector*, duduk *mold*, landasan pematat, mesin tekan, oven, *waterbath*, panci, sarung asbes dan karet serta termometer.

## 5.2.2. Pengujian Bahan

### 5.2.2.1. Pengujian agregat

Agregat yang digunakan harus melalui pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Pengujian di laboratorium meliputi gradasi,

keausan agregat dengan mesin Los Angeles, berat jenis dan penyerapan agregat terhadap air, daya lekat terhadap aspal dan *sand equivalen*.

### 5.3.2.2. Pengujian aspal

Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70 produksi Pertamina. Pengujian di laboratorium meliputi penetrasi aspal, titik nyala dan titik bakar, titik lembek aspal, berat jenis aspal, kelarutan dalam  $CCl_4$  dan daktilitas.

### 5.1.2.3. Perencanaan campuran

Campuran benda uji dengan berat total 1200 gram menggunakan variasi kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 % dan 8 % dari berat benda uji dan dibuat masing-masing 3 buah. Prosentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi agregat dari Bina Marga, 1987 seperti pada tabel 3.3. *Filler* yang digunakan berasal dari limbah padat industri tekstil (*sludge*) dan berupa semen portland dengan kadar *filler* 6 % & 7 %. Dari beberapa variasi kadar aspal diatas kemudian dicari kadar aspal optimum. Jumlah benda uji adalah  $(5 \times 3 \times 2) + (5 \times 3 \times 2) = 60$  benda uji ditambah benda uji dengan kadar aspal optimum sebanyak 12 benda uji dan 12 benda uji *Imersion Test* sehingga total benda uji keseluruhan adalah 84 benda uji.

### 5.2.3 Pengujian Campuran

Pengujian untuk keseluruhan benda uji baik yang menggunakan *filler sludge* dan menggunakan *filler* semen portland dengan menggunakan *Marshall Test*

### 5.3. Analisis

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah :

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

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* ( VFWA ), *Vid In The Mix* ( VITM ) dan *Marshall Quotient* ( MQ ), diperlukan data-data sebagai berikut :

1. Berat jenis aspal

$$BjAspal = \frac{Berat}{Volume} \dots\dots\dots(5.1)$$

2. Berat jenis agregat

$$BjAgregat = \frac{(X \times F 1) + (Y \times F 2) + (Z \times F 3)}{100} \dots\dots\dots (5.2)$$

Keterangan : X = Prosentase agregat kasar

Y = Prosentase agregat halus

Z = Prosentase *filler*

F1 = Berat jenis agregat kasar

F2 = Berat jenis agregat halus

F3 = Berat jenis *filler*

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* ( VFWA ), *Void In The Mix* ( VITM ) dan *Marshall Quotient* ( MQ ) dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

#### 1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan 3.4.

#### 2. *Flow*

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

#### 3. *Density*

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* di hitung dengan persamaan 3.5.

#### 4. *Void Filled With Asphalt* ( VFWA )

Nilai ini menunjukkan prosentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan 3.7.

#### 5. *Void In The Mix* ( VITM )

VITM adalah prosentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan 3.11.

6. *Marshall Quotient* (MQ )

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan 3.13.

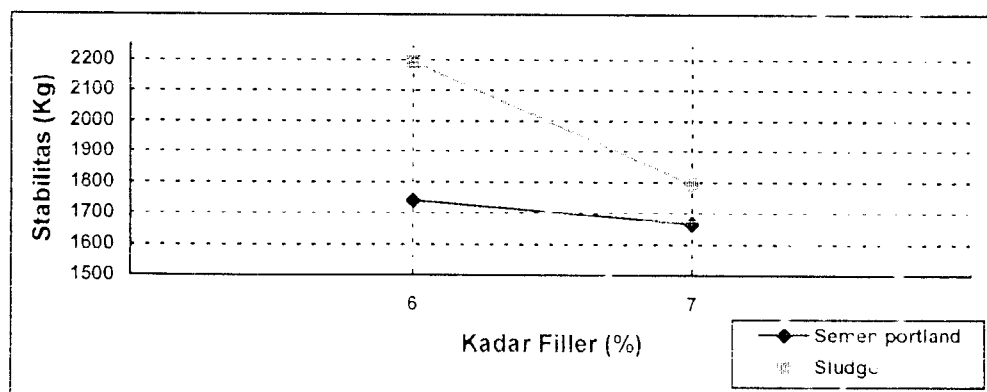


2076 Kg dan menurun setelah kadar aspal tersebut. Nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 7 % mencapai batas optimum pada kadar aspal 6 % yaitu sebesar 1929,9 Kg dan kemudian menurun setelah kadar aspal tersebut, begitupula nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler Sludge* dengan kadar *filler* 7 % mencapai batas optimum pada kadar aspal 6 % yaitu sebesar 1750 Kg dan kemudian menurun setelah kadar tersebut.

**Tabel 6.16 Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum**

Kadar <i>Filler</i>	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai Stabilitas	1740.37	1666.41	2192.73	1794.714

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 6.7 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai Stabilitas pada Kadar Aspal Optimum

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* pada kadar aspal optimum lebih tinggi dibandingkan dengan stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler*

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1. Hasil Penelitian Laboratorium

##### 6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran Aspal Beton yang dilakukan di laboratorium meliputi pengujian agregat dan aspal adalah seperti pada tabel 6.1; 6.2; 6.3 dan 6.4 dibawah ini.

Tabel 6.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	$\leq 40$ %	10,98 %	Memenuhi
2	Kelekatan terhadap aspal (%)	$\geq 95$ %	98 %	Memenuhi
3	Penyerapan terhadap air (%)	$\leq 3$ %	1,72 %	Memenuhi
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,74	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	<i>Sand Equivalent</i> (%)	$\geq 50$ %	66,492%	Memenuhi
2	Penyerapan terhadap air (%)	$\leq 3$ %	2,46 %	Memenuhi
3	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,958	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Bahan Pengisi ( Filler )**

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis Semen Portland	3.019
2	Berat Jenis <i>Sludge</i>	2.466

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.4 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60-70**

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik ) (0.1 mm)	60 – 79	67	Memenuhi
2	Titik lembek ( <i>Ring and ball</i> ) (°C)	48 – 53	51.5	Memenuhi
3	Titik nyala ( <i>Cleveland open cup</i> ) (°C)	≥ 200	338	Memenuhi
4	Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> (%)	≥ 99	99.5	Memenuhi
5	Daktiilitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	≥ 100	130	Memenuhi
6	Berat jenis	≥ 1.0	1,046	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

### 6.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji

Pada campuran Aspal Beton untuk Lalu Lintas Berat memiliki persyaratan seperti pada tabel 6.5 dibawah ini.



**Tabel 6.5 Persyaratan Lapis Aspal Beton Untuk Lalu Lintas Berat**

No	Sifat Campuran	Satuan	Persyaratan
1	Stabilitas	Kg	$\geq 550$
2	Kelelahan ( <i>Flow</i> )	mm	2,0 – 4,0
3	<i>Density</i>	gr/cc	-
4	<i>Void Filled With Asphalt</i> (VFWA)	%	-
5	<i>Void in Total Mix</i> (VITM)	%	3 – 5
6	<i>Marshall Quotient</i> (MQ)	kg/mm	200 – 350

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987

Data hasil pengujian *Marshall* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *sludge* sebagai *filler* dan semen portland sebagai *filler* dapat dilihat seperti pada tabel 6.6, tabel 6.7, tabel 6.8 dan tabel 6.9.

**Tabel 6.6 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler* Semen Portland dengan Kadar *Filler* 6 %**

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	C 1	1198,75	1,8	3,135	81,426	2,396	685,951
	C 2	1647,973	2,1	4,478	75,166	2,363	784,749
	C 3	1698,389	2,3	2,677	83,763	2,408	738,43
	Rerata	1527,0	2,07	3,43	80,119	2,389	736,376
6,5	C 1	1647,596	2,9	0,012	97,045	2,445	568,137
	C 2	1590,981	3	1,754	87,166	2,402	530,327
	C 3	15553,58	3	0,012	97,045	2,445	517,860
	Rerata	1597,4	2,967	0,593	93,752	2,430	538,775
7,0	C 1	1245,33	2,7	0,589	91,596	2,402	461,233
	C 2	1425,656	3	0,433	92,419	2,406	475,219
	C 3	1331,64	2,9	0,777	90,616	2,398	459,186
	Rerata	1334,2	2,867	0,593	91,544	2,402	465,212
7,5	C 1	1332,873	3,9	-0,251	94,110	2,395	341,762
	C 2	1090,178	3,5	0,1688	91,990	2,85	311,479
	C 3	1313,145	3,65	-0,2688	94,202	2,396	359,766
	Rerata	1245,4	3,683	-0,117	93,435	2,392	337,669
8,0	C 1	1386,098	3,7	-0,544	93,763	2,375	374,621
	C 2	1277,868	4,9	-0,544	93,763	2,375	260,789
	C 3	940,368	3	-0,747	94,749	2,380	313,456
	Rerata	1201,4	3,87	-0,612	94,092	2,377	316,288

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Catatan : Nilai VITM pada kadar aspal 7,5 % dan 8 % didapat nilai negatif, hal ini dimungkinkan karena kekeliruan pada penimbangan benda uji atau lepasnya partikel-partikel pada benda uji.

**Tabel 6.7 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler* Semen Portland dengan Kadar *Filler* 7 %**

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	C 1	1659.652	1.7	5.193	75.920	2.374	976.266
	C 2	1426.581	2.1	5.283	75.519	2.372	679.324
	C 3	1803.468	2.2	1.620	95.191	2.464	819.758
	Rerata	1629.9	2	4.032	82.211	2.404	825.116
6,5	C 1	1319.31	3.9	3.668	82.102	2.384	338.285
	C 2	1444.665	3.9	3.229	84.220	2.395	370.427
	C 3	1611.189	2.4	2.124	89.968	2.422	671.329
	Rerata	1458.4	3.4	3.007	85.430	2.401	350.229
7,0	C 1	1295.849	3.7	2.56	86.169	2.383	455.683
	C 2	1184.776	2.6	3.149	83.426	2.369	469.288
	C 3	1267.079	2.7	2.110	88.362	2.394	425.067
	Rerata	1249.2	3	2.607	85.986	2.382	307.176
7,5	C 1	1136.552	3.7	1.445	90.069	2.383	349.017
	C 2	1221.561	3.5	1.150	91.509	2.390	309.382
	C 3	1113.776	3.6	1.150	91.509	2.390	321.859
	Rerata	1157.3	3.6	1.249	91.030	2.388	228.429
8,0	C 1	868.032	3.8	0.196	94.442	2.385	236.381
	C 2	874.608	3.7	0.294	93.966	2.383	224.426
	C 3	976.253	4.35	0.694	92.053	2.373	229.745
	Rerata	906.3	3.95	0.395	93.487	2.381	

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.8 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Sludge* dengan Kadar *Filler* 6 %**

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	S 1	1642	3,7	2,972	82,127	2,381	443,783
	S 2	1593	3,3	3,549	79,272	2,366	482,624
	S 3	1986	3,9	3,926	77,496	2,357	509,337
	Rerata	1740	3,63	3,482	79,63	2,37	478,581
6,5	S 1	2104	3	3,085	82,625	2,361	701,200
	S 2	1996	3,2	3,944	78,663	2,340	623,805
	S 3	2127	2	3,363	81,310	2,354	1063,463
	Rerata	2076	2,73	3,464	80,87	2,35	796,156
7,0	S 1	2001	3	2,521	86,224	2,358	667
	S 2	1592	3,3	1,035	93,931	2,394	482,437
	S 3	1401	5,4	2,306	87,276	2,363	259,482
	Rerata	1665	3,9	1,954	89,14	2,37	469,639
7,5	S 1	1372	3,1	1,403	92,369	2,368	442,736
	S 2	1369	3,3	1,517	91,789	2,365	414,892
	S 3	1088	3,2	2,496	87,059	2,342	340,092
	Rerata	1277	3,2	1,805	90,41	2,36	399,240
8,0	S 1	1334	4	1,701	91,337	2,345	333,5
	S 2	1003	3,5	1,302	93,254	2,354	286,604
	S 3	1121	4,3	2,174	89,140	2,33	260,619
	Rerata	1153	3,9	1,726	91,24	2,34	293,574

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.9 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Sludge* dengan Kadar *Filler* 7 %**

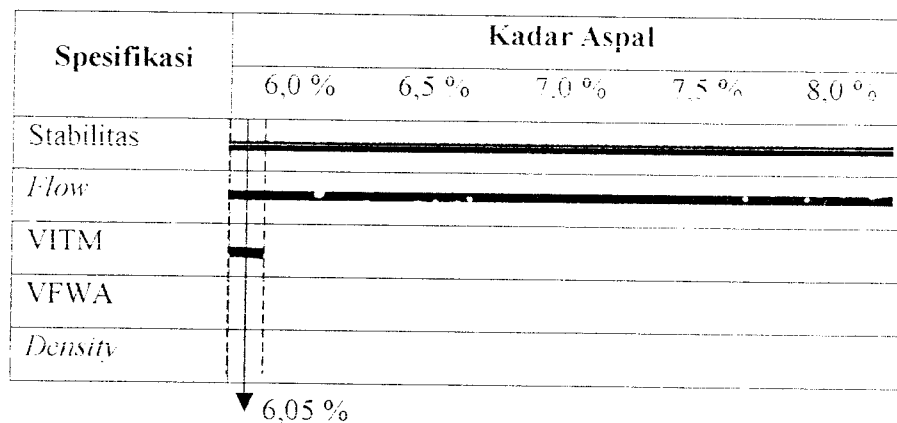
Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	S 1	1764	2,8	5,876	69,251	2,307	630,151
	S 2	1811	2,4	4,020	77,049	2,353	754,476
	S 3	1703	3,6	5,746	69,755	2,310	472,952
	Rerata	1759	2,93	5,214	72,02	2,320	619,194
6,5	S 1	1677	2,6	2,910	83,459	2,363	644,954
	S 2	1467	2,5	4,261	77,261	2,330	586,908
	S 3	1489	4,3	3,494	80,685	2,349	346,244
	Rerata	1544	3,13	3,555	80,47	2,35	520,035
7,0	S 1	1492	2,1	3,000	83,667	2,343	710,688
	S 2	1359	3,8	4,016	79,444	2,320	357,642
	S 3	1483	2,9	3,145	83,281	2,341	511,341
	Rerata	1445	2,93	3,407	82,13	2,33	526,557
7,5	S 1	1208	2,2	2,984	84,833	2,328	548,973
	S 2	1176	2,1	2,489	87,083	2,340	560,069
	S 3	1053	2,15	2,041	89,199	2,351	489,855
	Rerata	1146	2,15	2,505	87,04	2,340	532,966
8,0	S 1	951	3	2,195	89,034	2,331	317,109
	S 2	1147	3,2	1,945	90,183	2,337	358,501
	S 3	1003	3,3	2,112	89,414	2,333	303,995
	Rerata	1034	3,17	2,084	89,540	2,330	326,535

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

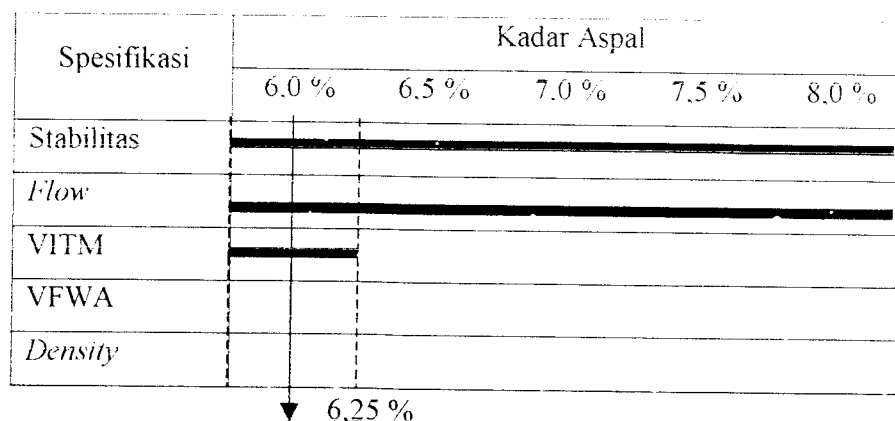
Dari data tersebut diatas kemudian digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* maupun *filler* semen portland sebagai pembanding. Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan *stabilitas*, *flow*, VITM, VFWA dan *density*.

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai stabilitas ( $\geq 550$ ), *flow* (2,0 – 4,0), VITM (3% – 5%), VFWA dan *density*. Nilai-nilai tersebut diambil dari nilai rata-rata masing-masing kadar aspal pada tabel 6.6, tabel 6.7, tabel 6.8 dan tabel 6.9. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada gambar spesifikasi kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun dari kiri gambar tersebut. Nilai tengah diantara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum seperti pada gambar 6.1; 6.2; 6.3 dan 6.4 dibawah ini.



Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Cement* dengan Kadar *Filler* 6 %



Gambar 6.2 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Cement* dengan Kadar *Filler* 7 %



**Tabel 6.10 Kadar Aspal Optimum**

<i>Jenis Filler</i>	<i>Kadar Filler</i>	<i>Kadar Aspal Optimum</i>
Semen Portland	6 %	6,05 %
	7 %	6,25 %
<i>Sludge</i>	6 %	6,375 %
	7 %	6,375 %

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Pengujian yang dilakukan untuk masing-masing kadar aspal optimum adalah pengujian *Marshall* dan pengujian *Imersion* untuk perendaman selama 24 jam. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 6.11; 6.12; 6.13 dan tabel 6.14 dibawah ini.

**Tabel 6.11 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler* Semen portland**

<i>Jenis Filler</i>	<i>Kadar Filler</i>	<i>Kode</i>	<i>Stabilitas (Kg)</i>	<i>Flow (mm)</i>	<i>VITM (%)</i>	<i>VFVA (%)</i>	<i>Density (gr/cc)</i>	<i>Marshall Quotient (Kg/mm)</i>
Semen Portland	6 %	CM 1	2289.13	3.75	2.22	86.19	2.42	610.44
		CM 2	1644.51	3.3	3.02	82.01	2.40	498.34
		CM 3	1287.46	2.75	2.69	83.70	2.41	468.17
		Rerata	1740.37	3.27	2.64	83.97	2.41	525.65
	7 %	CM 1	1789.01	3.85	0.95	94.45	2.42	465.12
		CM 2	1861.87	3.40	0.81	95.26	2.43	547.61
		CM 3	1348.35	3.10	1.30	92.50	2.41	434.95
		Rerata	1666.41	3.45	1.02	94.07	2.42	482.56

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



**Tabel 6.12 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Sludge***

Jenis Filler	Kadar Filler	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Sludge	6 %	SM 1	2211.7	3.0	5.167	72.088	2.327	737.231
		SM 2	2131.2	2.4	5.437	70.995	2.320	887.995
		SM 3	2235.3	3.2	5.544	70.570	2.317	698.534
		Rerata	2192.730	2.867	5.383	71.218	2.321	774.587
	7 %	SM 1	1785.2	3.3	1.439	91.721	2.382	540.963
		SM 2	1914.4	3.3	1.637	90.667	2.377	580.133
		SM 3	1684.5	5	2.571	85.972	2.354	336.905
		Rerata	1794.714	3.867	1.882	89.454	2.371	486

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.13 Hasil Pengujian *Imersion* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Semen Portland***

Jenis Filler	Kadar Filler	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (ram)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Semen Portland	6 %	CI 1	1612.86	3.8	2.89	82.68	2.40	424.44
		CI 2	1337.57	3.7	3.49	79.67	2.39	3.61.51
		CI 3	1757.73	3.5	2.87	82.76	2.40	502.21
		Rerata	1569.39	3.67	3.08	81.70	2.40	429.38
	7 %	CI 1	1900.90	5	1.3	92.57	2.41	380.18
		CI 2	1133.95	2.8	1.39	92.05	2.41	404.98
		CI 3	1343.59	3.4	0.76	95.53	2.43	395.17
		Rerata	1459.48	3.73	1.15	93.39	2.42	393.44

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

**Tabel 6.14 Hasil Pengujian *Imersion* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Sludge***

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
<i>Sludge</i>	6 %	SI 1	1919.5	3.9	5.756	69.736	2.312	492.190
		SI 2	1475.9	3.5	5.751	69.756	2.312	421.686
		SI 3	1774.7	2.2	5.595	70.367	2.316	806.672
		Rerata	1723.373	3.2	5.701	69.953	2.314	573.516
	7 %	SI 1	1062.8	3.25	2.189	83.657	2.343	327.021
		SI 2	1515.4	3	1.741	85.741	2.353	505.121
		SI 3	1453.3	2.8	3.398	78.418	2.314	519.034
		Rerata	1343.826	3.017	2.443	82.605	2.336	450.392

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

## 6.2 Pembahasan

### 6.2.1 Stabilitas

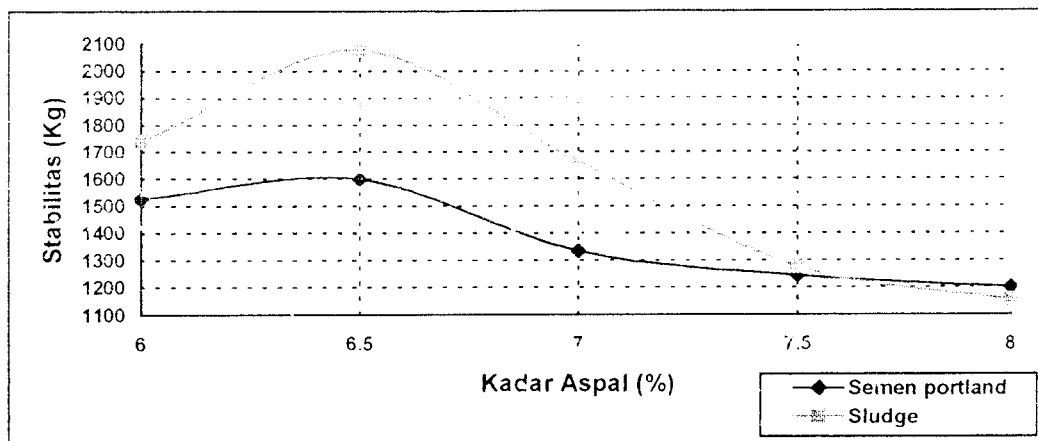
Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang atau alur. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada aspal beton dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar serta jenis aspal, bentuk agregat dan kohesi campuran. Jika nilai stabilitas dari campuran terlalu besar maka perkerasan tersebut akan semakin kaku dan cenderung menjadikan perkerasan tersebut bersifat getas.

Nilai stabilitas hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.15; 6.16 dan gambar 6.5; 6.6; 6.7 dibawah ini.

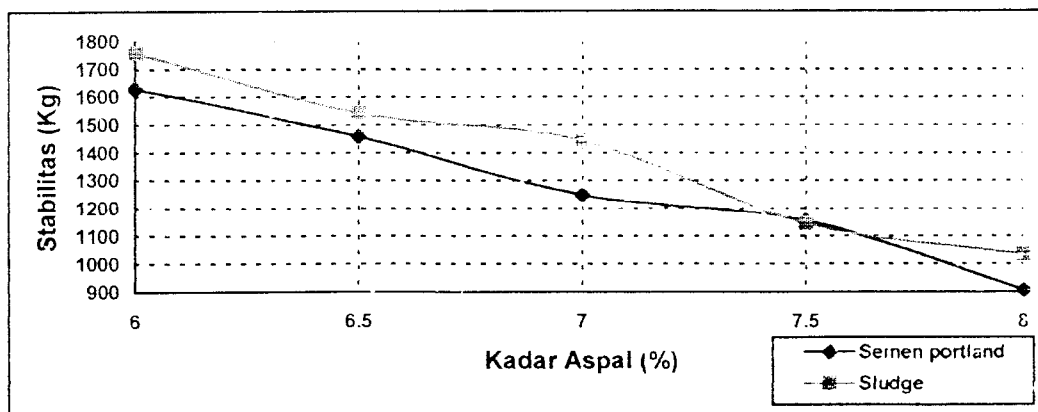
Tabel. 6.15 Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	1527	1597.4	1334.2	1245.4	1201.4
	7 %	1629.9	1458.4	1249.2	1157.3	906.3
<i>Sludge</i>	6 %	1740	2076	1665	1277	1153
	7 %	1759	1544	1445	1146	1034

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Berdasarkan gambar 6.5 pada kadar *filler* 6 % terlihat bahwa nilai stabilitas semakin bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas optimum dan kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Sedangkan berdasarkan gambar 6.6 pada kadar *filler* 7 % terlihat penurunan nilai stabilitas dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini dimungkinkan karena jika dilihat fungsi dari aspal sebagai bahan perekat, penggunaan aspal yang rendah tidak akan maksimum dalam menyelimuti permukaan agregat sehingga kekompakan ikatan antar agregat berkurang dan stabilitas dari campuran tersebut akan berkurang pula. Dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran akan memberikan lapisan film aspal yang semakin tebal sehingga dapat menyelimuti permukaan agregat dengan baik dan memperkuat ikatan antar agregat sampai pada batas optimum. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal melewati kadar aspal optimum akan memberikan lapisan film aspal yang lebih tebal, hal ini akan membuat jarak ikatan antar agregat penyusun menjadi lebih besar dan mengurangi gaya gesek antar agregat serta mengubah fungsi dari aspal tersebut sebagai bahan perekat menjadi pelicin dalam campuran. Kondisi tersebut mengurangi kestabilan dari campuran karena campuran cenderung bersifat plastis.

Nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % mulai meningkat pada kadar aspal 6 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % yaitu sebesar 1597.4 Kg dan menurun setelah kadar aspal tersebut, nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* dengan kadar *filler* 6 % mulai meningkat pada kadar aspal 6 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % yaitu sebesar

semen portland. Stabilitas yang tinggi terjadi pada campuran dengan *density* tinggi dan VITM rendah. Pada campuran dengan *filler sludge* memiliki *density* lebih rendah dan VITM lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen portland. Campuran dengan *filler sludge* secara logika seharusnya memiliki stabilitas lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang sebaliknya, hal ini kemungkinan disebabkan pengaruh kimiawi dari *filler sludge*.

Berdasarkan gambar 6.7 nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya volume agregat sehingga mengurangi kemampuan aspal untuk menyelimuti permukaan agregat sehingga nilai stabilitas menurun.

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk nilai stabilitas, kedua macam campuran Aspal Beton tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu  $\geq 550$  Kg.

### **6.2.2 Flow**

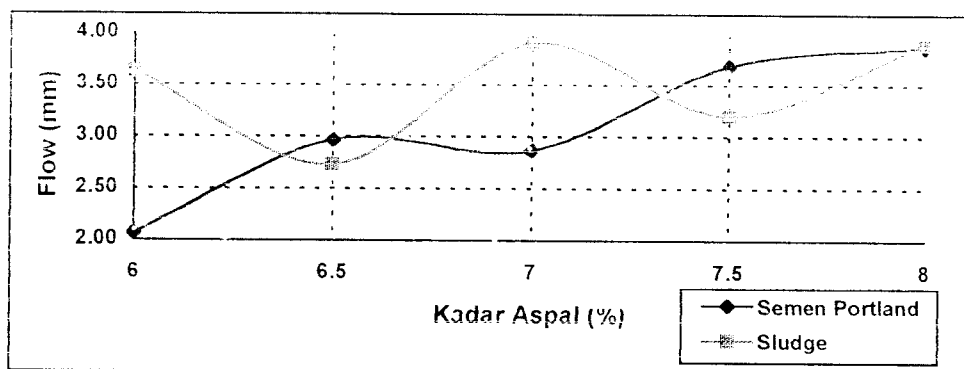
*Flow* adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai pada batas keruntuhan dan dinyatakan dalam satuan panjang (mm). *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki *flow* yang rendah dan stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku. Sebaliknya, nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai *flow* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.17; 6.18 dan gambar 6.8; 6.9; 6.10 dibawah ini.

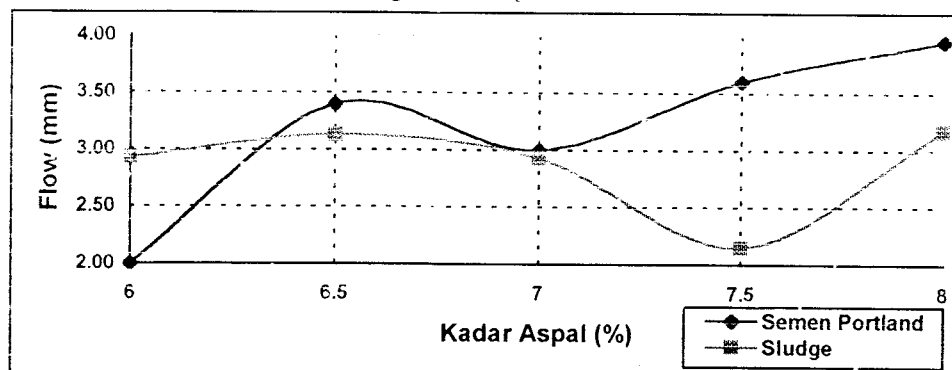
Tabel. 6.17 Nilai *Flow* ( mm ) Campuran Aspal Baton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	2.07	2.967	2.867	3.683	3.87
	7 %	2	3.4	3.0	3.6	3.95
<i>Sludge</i>	6 %	3.63	2.73	3.9	3.2	3.9
	7 %	2.93	3.13	2.93	2.15	3.17

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



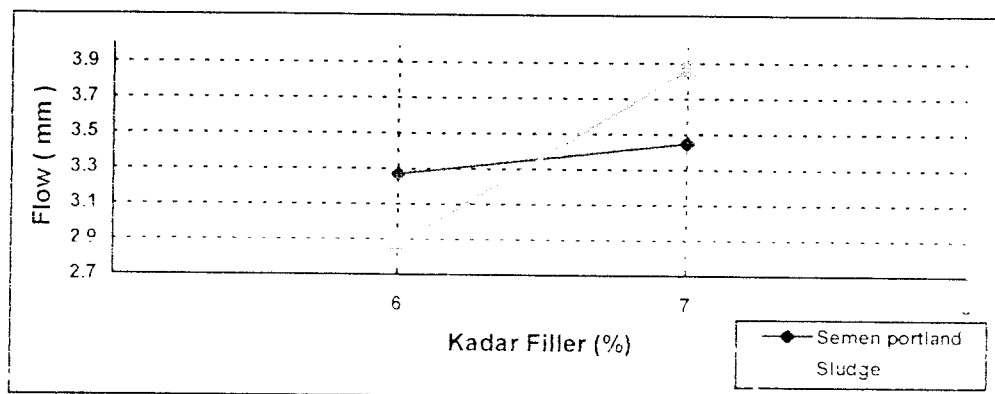
Gambar 6.9 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Berdasarkan gambar 6.8 , terlihat bahwa dari hasil penelitian menunjukkan semua benda uji mempunyai nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga antara 2,0 mm – 4,0 mm. Nilai *flow* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* mulai menurun pada kadar aspal 6,0 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % dan kemudian meningkat setelah kadar aspal tersebut. Hal ini disebabkan karena fungsi aspal sebagai bahan perekat pada kadar aspal 6,0% belum maksimum menyelimuti permukaan agregat sehingga kekompakan dalam campuran berkurang yang mengakibatkan kemungkinan terjadinya deformasi akan lebih besar. Aspal pada campuran yang mempunyai kadar aspal 6,5 % dapat berfungsi maksimal sebagai bahan perekat yang mampu menyelimuti seluruh permukaan agregat dengan baik dan memberikan kekompakan dalam campuran yang berakibat mengurangi terjadinya deformasi. Pada kadar aspal lebih besar dari 6,5 %, aspal tidak dapat berfungsi secara optimal dikarenakan kadar aspal yang terlalu banyak di dalam campuran sehingga merubah fungsi aspal tersebut dari bahan perekat menjadi pelicin yang berdampak pada campuran yang menjadi lebih plastis dan kemungkinan terjadinya deformasi yang lebih besar. Pada gambar 6.9 Nilai *flow* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* mulai menurun pada kadar aspal 6,5 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 7,5 % dan kemudian meningkat setelah kadar aspal tersebut.

**Tabel 6.18 Flow ( mm ) Campuran Aspal Beton  
Pada Kadar Aspal Optimum**

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai Flow	3.27	3.45	2.867	3.867

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.10 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan *Flow* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.10 terlihat bahwa nilai *flow* pada penggunaan *filler* semen portland lebih tinggi dibandingkan *filler Sludge* dengan kadar *filler* 6 %. sedangkan dengan kadar *filler* 7 % nilai *flow* yang menggunakan *filler Sludge* lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya kerapatan campuran dan bertambah besarnya deformasi yang terjadi sehingga nilai *flow* semakin tinggi.

Pada kadar *filler* 6 % campuran aspal beton yang menggunakan *filler sludge* lebih baik kemampuan aspalnya dalam menyelimuti permukaan agregat dan fungsinya sebagai bahan perekat, hal ini menyebabkan terjadinya deformasi lebih kecil sehingga nilai *flow* kecil. Sedangkan pada semen portland fungsi aspal



berubah menjadi pelicin hal ini menyebabkan terjadinya deformasi lebih besar sehingga nilai *flow* besar.

Pada kadar *filler* 7 % karena volume *sludge* lebih banyak dibandingkan semen portland berakibat kemampuan aspal dalam menyelimuti permukaan agregat berkurang sehingga menyebabkan deformasi yang lebih besar sehingga nilai *flow* besar.

### 6.2.3 *Void In Total Mix* ( VITM )

VITM adalah banyaknya rongga yang ada pada suatu campuran, yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, suhu pemadatan, energi pemadatan dan kadar aspal serta jenis aspal. Nilai VITM berpengaruh terhadap kedapatan campuran yaitu kedapatan terhadap udara dan air. Nilai VITM yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai rongga yang tinggi, hal ini dapat menyebabkan perkerasan tersebut menjadi *porous* sehingga akan mengurangi sifat keawetan dan kedapatan terhadap pengaruh udara dan air. Dalam campuran harus tersedia cukup rongga terisi udara yang fungsinya untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisitasnya.

Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah 3 % - 5 %. Lapis perkerasan yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3 % akan mudah terjadi *bleeding*. Hal ini disebabkan oleh tingginya temperatur perkerasan sehingga aspal akan mencair dan pada saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir di antara rongga agregat, jika dalam campuran tidak memiliki rongga yang cukup, aspal akan naik ke permukaan perkerasan yang menyebabkan terjadinya *bleeding*. Sebaliknya nilai VITM yang lebih besar dari 5 % menunjukkan bahwa banyak

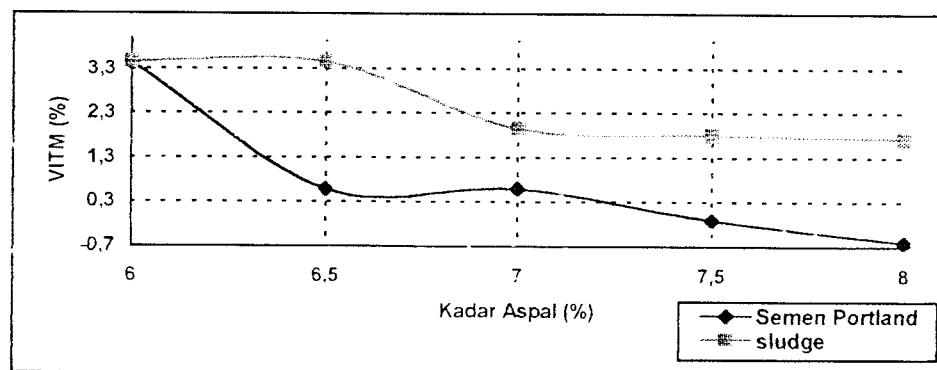
terjadi rongga dalam campuran sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air, hal ini menyebabkan aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak lagi menjadi bahan ikat yang baik dan agregat akan lepas dari ikatan (*raveling*).

Nilai VITM hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.19: 6.20 dan gambar 6.11; 6.12: 6.13 dibawah ini.

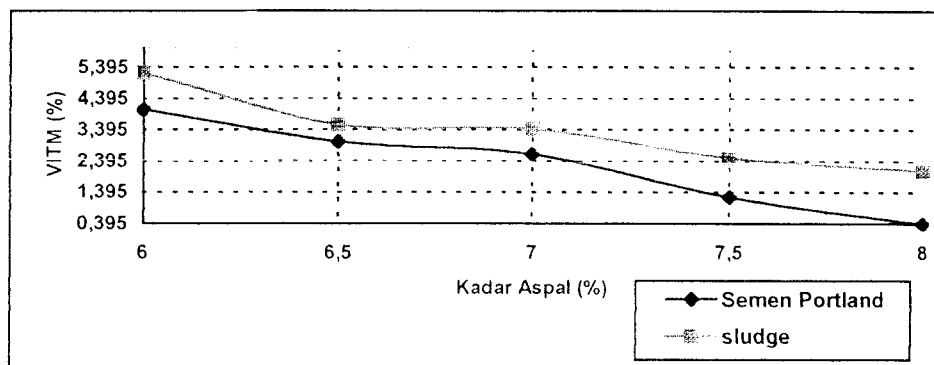
**Tabel. 6.19 Nilai VITM ( % ) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test***

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	3.43	0.593	0.5995	-0.117	-0.612
	7 %	4.032	3.007	2.607	1.249	0.395
<i>Sludge</i>	6 %	3.482	3.464	1.954	1.805	1.726
	7 %	5.214	3.555	3.407	2.505	2.084

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 6.11 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.12 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

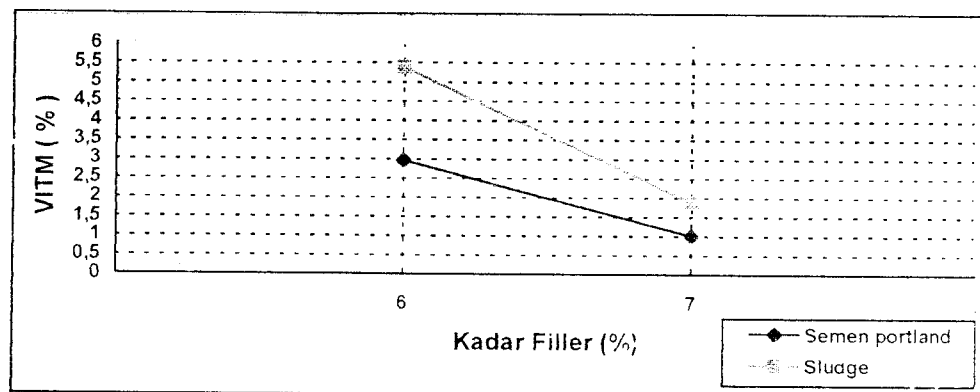
Berdasarkan gambar 6.11 dan 6.12 terlihat bahwa nilai VITM berkurang seiring bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal, lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh aspal sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 %, sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* *sludge* dengan kadar *filler* 6 % yang memenuhi nilai VITM adalah pada kadar aspal 6,0 % & 6,5 %. Nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 7 % yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 % dan 6,5 %, sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* *sludge* dengan kadar *filler* 7 % yang memenuhi nilai VITM adalah pada kadar aspal 6,5 % & 7 %.

**Tabel 6.20 Nilai VITM ( % ) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum**

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai VITM	2.97	1.02	5.383	1.882

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII



Gambar 6.13 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai VITM pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.13 nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh *filler* sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit.

Nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini menunjukkan bahwa prosentase pori dalam campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih kecil. Hal tersebut terjadi karena *sludge* memiliki berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan semen

portland sehingga pada berat yang sama *sludge* memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan lapisan aspal pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih banyak menyelimuti permukaan agregat pada kadar aspal yang sama jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland.

#### **6.2.4 Void Filled With Asphalt ( VFWA )**

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Besarnya nilai VFWA berpengaruh pada kedapapan campuran terhadap udara dan air yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan.

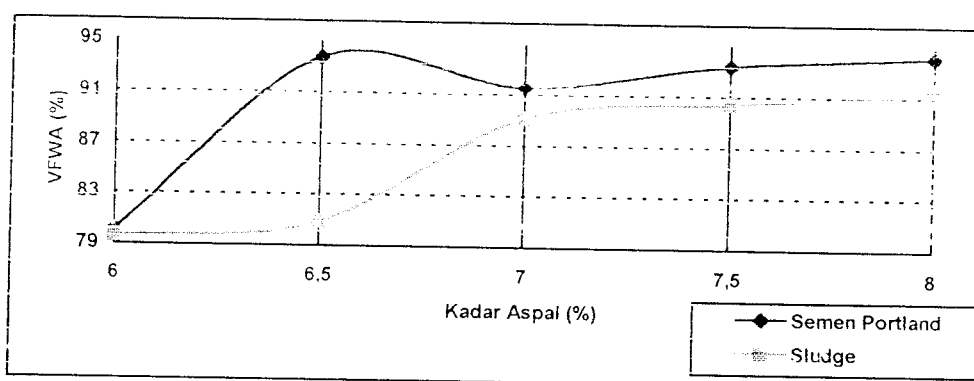
Untuk nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedapapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFWA yang terlalu tinggi akan memudahkan terjadinya *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan perkerasan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan *viskositas* aspal turun, sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga telah penuh maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil menyebabkan kedapapan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal tersebut diatas akan memudahkan masuknya udara dan air yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi sehingga keawetan campuran tersebut berkurang. Nilai VFWA hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.21; 6.22 dan gambar 6.14; 6.15 dan 6.16 dibawah ini.

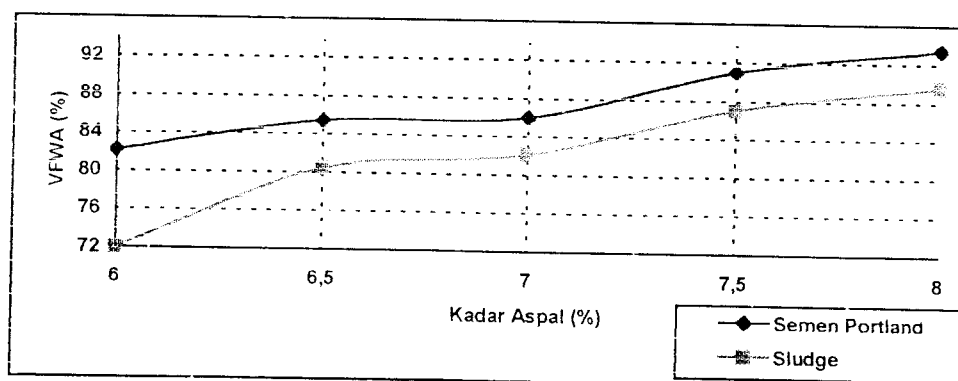
Tabel. 6.21 Nilai VFWA ( % ) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	80.119	93.752	91.544	93.435	94.092
	7 %	82.211	85.430	85.986	91.030	93.487
<i>Sludge</i>	6 %	79.63	80.87	89.14	90.41	91.24
	7 %	72.02	80.47	82.13	87.04	89.54

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.14 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar *filler* 7 %

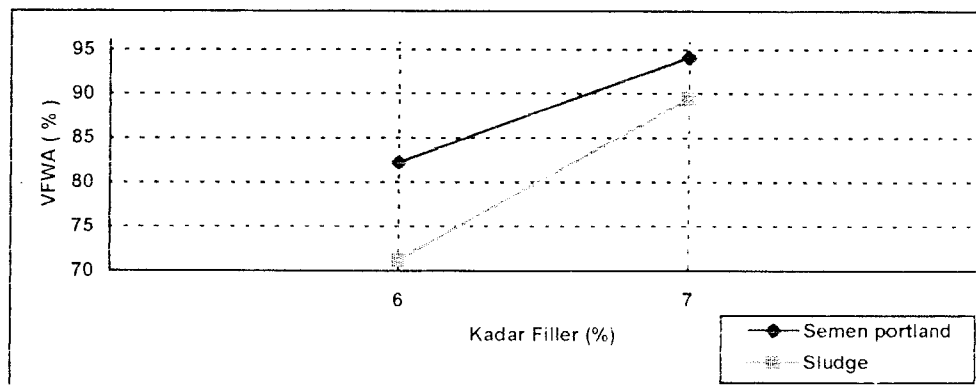
Pada gambar 6.14 tampak bahwa nilai VFWA campuran Aspal Beton dengan kadar *filler* 6 % yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler sludge*, begitupula dengan campuran Aspal Beton dengan kadar *filler* 7 %. Hal ini berkaitan erat dengan nilai VITM, dimana campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler sludge*. Dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, nilai VITM akan semakin menurun sedangkan nilai VFWA akan semakin naik.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai VFWA semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi aspal. Kadar aspal yang rendah mengakibatkan nilai VFWA yang rendah dan menunjukkan berat aspal dalam total campuran yang rendah pula, permukaan agregat hanya dilapisi oleh lapisan tipis aspal, sehingga rongga antar agregat yang diisi oleh aspal juga rendah. Sebaliknya, pada kadar aspal yang tinggi, berat aspal dalam campuran tinggi pula, sehingga permukaan agregat akan dilapisi oleh aspal yang tinggi. Lapisan aspal yang lebih tebal tersebut akan memungkinkan aspal untuk mengisi rongga antar agregat.

**Tabel 6.22 Nilai VFWA ( % ) Campuran Aspal Beton  
Pada Kadar Aspal Optimum**

	<i>Jenis Filler</i>			
	<b>Semen Portland</b>		<b>Sludge</b>	
<b>Kadar <i>Filler</i></b>	<b>6 %</b>	<b>7 %</b>	<b>5 %</b>	<b>7 %</b>
<b>Nilai VFWA</b>	82.24	94.07	71.218	89.454

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII

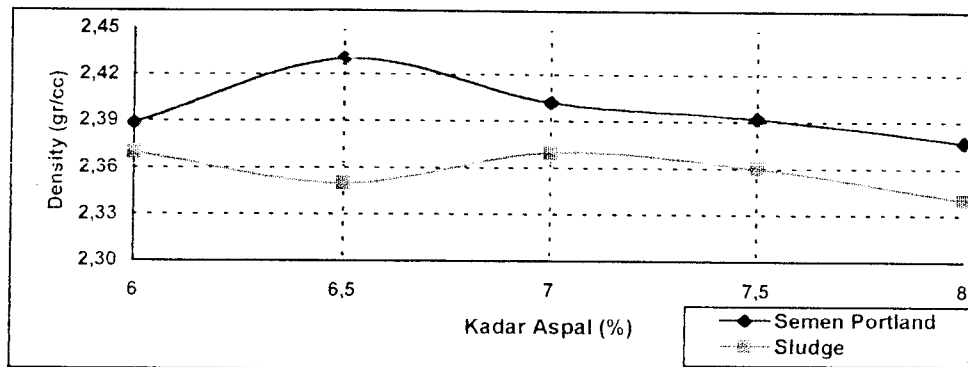


Gambar 6.16 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai VFWA pada Kadar Aspal Optimum

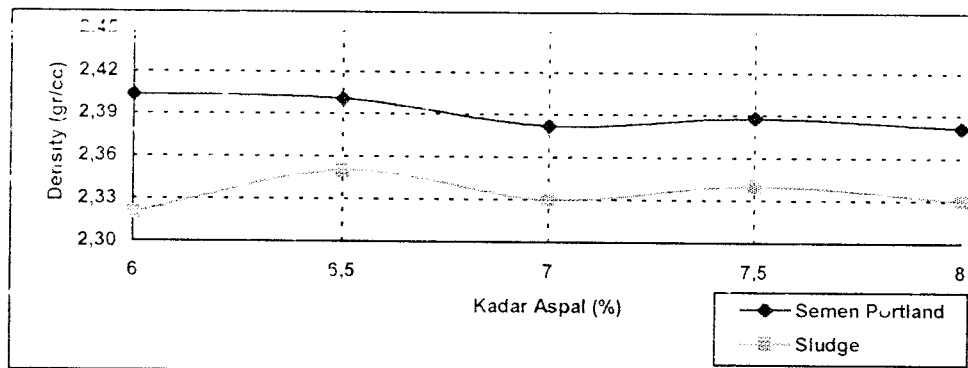
Berdasarkan gambar 6.16 nilai VFWA campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih rendah dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh *filler* sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit dan terisi penuh oleh aspal.

Nilai VFWA campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* *sludge*. Hal ini terjadi karena *sludge* memiliki berat jenis yang lebih kecil dari semen portland maka pada berat yang sama *sludge* memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan lapisan aspal pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* lebih tipis pada kadar aspal yang sama jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Pada kondisi ini, *viskositas* aspal semakin meningkat dan menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dan pada kadar aspal yang sama menyebabkan rongga yang terisi aspal lebih sedikit.





Gambar 6.17 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Density* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.18 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Density* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

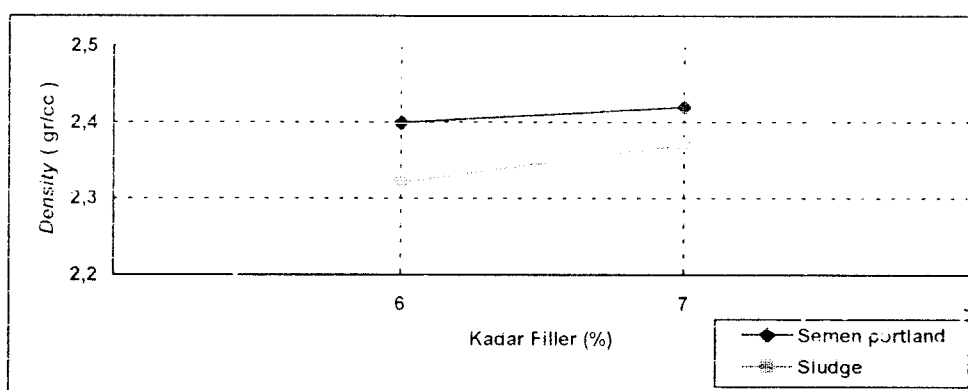
Seperti terlihat pada gambar 6.17 dan 6.18, nilai *density* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* *sludge*. Hal ini dikarenakan oleh perbedaan berat jenis dari kedua macam *filler* yang digunakan. Sehingga dengan berat yang sama, *sludge* yang memiliki berat jenis yang lebih kecil mempunyai volume yang lebih besar, hal ini menyebabkan bahan pengisi pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* lebih banyak. Nilai *density* merupakan perbandingan antara massa dan volume, sehingga campuran Aspal Beton yang

menggunakan *filler sludge* memiliki volume yang lebih besar akan mempunyai nilai *density* yang lebih kecil.

**Tabel 6.24 Nilai *Density* ( gr/cc) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum**

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai VFWA	2.40	2.42	2.321	2.371

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUIH



Gambar 6.19 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai *Density* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.19 nilai *Density* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih rendah dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya kerapatan suatu campuran sehingga nilai *density* tinggi.

#### 6.2.6 Marshall Quotient ( MQ )

*Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas yang tinggi yang disertai dengan kelelahan yang rendah akan

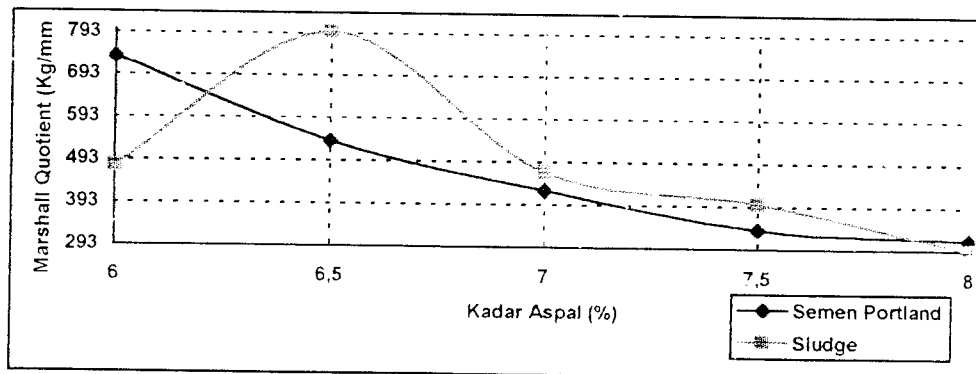
menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku dan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu plastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotient* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.25; 6.26 dan gambar 6.20; 6.21; 6.22 dibawah ini.

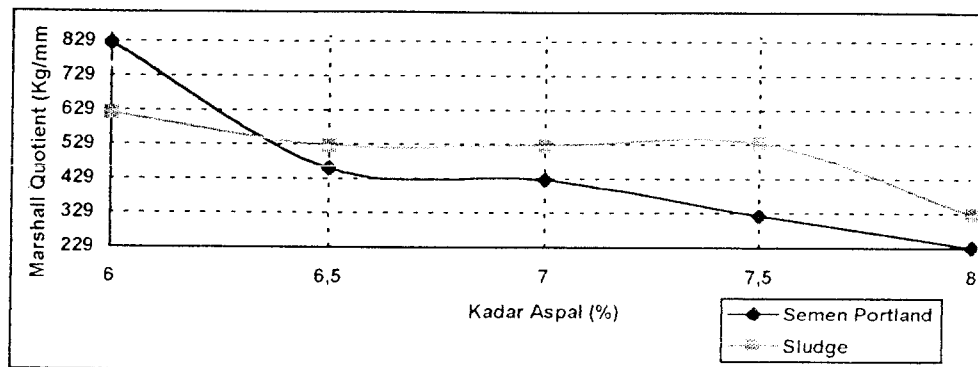
**Tabel. 6.25 Nilai *Marshall Quotient* ( Kg/mm ) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test***

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	736.376	538.775	426.212	337.669	316.288
	7 %	825.116	460.013	425.067	321.859	229.741
<i>Sludge</i>	6 %	478.581	796.156	469.639	399.240	293.574
	7 %	619.194	526.035	526.557	532.966	326.535

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII.



Gambar 6.20 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Marshall Quotient* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



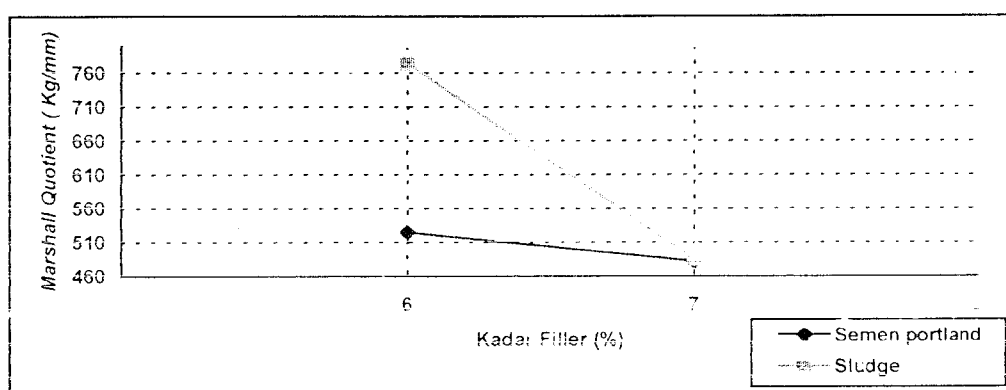
Gambar 6.21 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Marshall Quotient* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Dari gambar 6.20 dan 6.21, terlihat bahwa nilai *Marshall Quotient* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini dikarenakan campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dan nilai *flow* yang lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat lebih getas. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari kedua jenis campuran Aspal Beton tersebut yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 200 – 350 Kg/mm, yaitu Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % dan 7 % pada kadar aspal 7,5 %; 8 %, kemudian Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* dengan kadar *filler* 6 % dan 7 % pada kadar aspal 8 %.

**Tabel 6.26 Nilai *Marshall Quotient* ( Kg/mm) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum**

	<i>Jenis Filler</i>			
	<i>Semen Portland</i>		<i>Sludge</i>	
<i>Kadar Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
<i>Nilai Marshall Quotient</i>	525.65	482.41	774.587	486

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII



Gambar 6.22 Grafik: Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai *Marshall Quotient* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.22 nilai *Marshall Quotient* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat meningkatnya kerapatan campuran dan semakin besarnya deformasi yang terjadi sehingga didapatkan campuran lapis permukaan yang bersifat plastis.

### 6.2.7 *Imersion Test*

*Imersion Test* atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Waktu perendaman benda uji pada *Imersion Test* adalah selama 24 jam pada suhu

ini adalah kadar aspal optimum untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* maupun untuk campuran yang menggunakan *filler* semen portland.

Hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas dengan waktu perendaman 30 menit dan waktu perendaman 24 jam seperti pada tabel 6.27 dan gambar 6.23 dibawah ini.

**Tabel 6.27 Nilai Stabilitas ( Kg ) Campuran Aspal Beton Kadar Aspal Optimum**

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Waktu Perendaman		Index Perendaman ( % )
		30 menit	24 jam	
Semen Portland	6 %	1740.37	1569.39	90.175
	7 %	1666.41	1459.48	87.582
<i>Sludge</i>	6 %	2192.730	1723.373	78.595
	7 %	1794.714	1343.826	74.877

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Dari hasil *Imersion Test* menunjukkan bahwa terdapat Penurunan nilai stabilitas untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* dan semen portland pada perendaman 24 jam.

Indeks tahanan campuran (*index of retained strength*) akibat pengaruh air, suhu dan cuaca dapat dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas campuran setelah direndam selama 24 jam dan nilai stabilitas campuran dengan waktu perendaman 30 menit.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran kedua jenis benda uji adalah seperti dibawah ini.

1. Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland
  - a. Kadar *Filler* 6 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1569.39}{1740.37} * 100 \% \\
 &= 90.175 \%
 \end{aligned}$$

b. Kadar *Filler* 7 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1459.48}{1666.41} * 100 \% \\
 &= 87.582 \%
 \end{aligned}$$

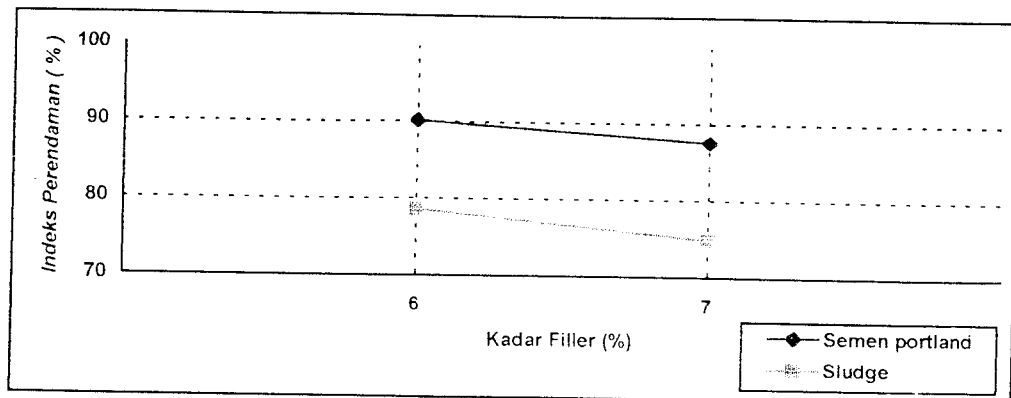
2. Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge*

a. Kadar *Filler* 6 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1723.373}{2192.730} * 100 \% \\
 &= 78.595 \%
 \end{aligned}$$

b. Kadar *Filler* 7 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1343.826}{1794.714} * 100 \% \\
 &= 74.877 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 6.23 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan indeks Perendaman pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.23 Indeks Perendaman campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat rongga dalam campuran lebih sedikit dan terisi penuh oleh aspal sehingga indeks perendaman menurun.

Berdasarkan indeks perendaman dari kedua campuran tersebut menunjukkan bahwa campuran aspal beton yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* *sludge*.

Dari hasil *Marshall* menunjukkan nilai VITM pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen Portland pada kadar *filler* yang sama, sedangkan untuk nilai VFWA yang menggunakan *filler* semen Portland lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* *sludge*. Meskipun demikian kedua campuran tersebut memiliki indeks



perendaman campuran yang memenuhi persyaratan Bina Marga yang lebih besar dari 75%.

Hasil Rekapitulasi *Marshall Test* pada kadar aspal optimum dapat dilihat seperti tabel 2.28 dibawah ini.

**Tabel 2.28 Rekapitulasi Hasil *Marshall Test* pada Kadar Aspal Optimum**

	<i>Jenis Filler</i>			
	<i>Semen Portland</i>		<i>Sludge</i>	
<i>Kadar Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
<i>Nilai Stabilitas ( Kg )</i>	1740.37	1666.41	2192.73	1794.714
<i>Flow ( mm )</i>	3.27	3.45	2.867	3.867
<i>VITM ( % )</i>	2.97	1.02	5.383	1.882
<i>VFWA ( % )</i>	82.24	94.07	71.218	89.454
<i>Density ( gr/cc )</i>	2.4	2.42	2.321	2.371
<i>Marshall Quotient ( Kg/mm)</i>	525.65	482.41	774.587	486
<i>Indeks Perendaman ( % )</i>	90.175	87.582	78.595	74.877

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* maupun yang menggunakan *filler* semen portland, maka didapat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Semua benda uji campuran Aspal Beton memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu  $> 550$  Kg.
2. Nilai *flow* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland dan semua benda uji memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2 mm – 4 mm.
3. Nilai  $\Delta$ ITM untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland.
4. Nilai VFWA untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *sludge* terhadap karakteristik yang lain, seperti : *Skid Resistance*, *Durability*, *Fleksibilitas*, dan lain-lain.
3. Perlu dilakukan pengembangan penelitian penggunaan *filler sludge* untuk jenis campuran perkerasan lain seperti ATB, SMA dan lain sebagainya.
4. Perlu dilakukan pengembangan penelitian terhadap campuran Aspal beton dengan menggunakan *filler* yang berbeda seperti batu andesit dan lain sebagainya
5. *Sludge* memiliki kandungan kapur yang cukup sehingga perlu dilakukan penelitian pemanfaatan *sludge* sebagai bahan stabilisasi tanah.
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meninjau pengaruh kimiawi *sludge* sebagai *filler* terhadap karakteristik campuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji Setiawan dan Budy Kusnadi, 1995, Pengaruh Penggunaan Limbah Karbit Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Anonim, 1996, Panduan Praktikum Jalan Raya IV, Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Anonim, 1983. *Asphalt Technology and Construction practices, Educational series No. 1, The Asphalt Institute, U.S.A.*
- B Indrianto Gunawan dan Eko Yulianto, 2000. Studi komparasi Antara Semen dan keramik Lantai sebagai *Filler* Dalam Campuran HRS B. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton ( LATASTON ). Badan Penerbit PU Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton ( LATASTON ) SKBI – 24.26.1987, Badan Penerbit PU Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, CQCMU, Agustus 1988, Manual Supervisi Lapangan Untuk Staff Pengendalian.
- Heru Saptoadji dan Rachmat Ari Mulyo, 2001, Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Industri Marmer Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku Split Mastic Asphalt, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kerbs, R.D. and Walker, 1971, *highway Material, Mc Graw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, U.S.A.*

- Murdagama dan Paryoko Agung N, 200, Penelitian Laboratorium Campuran Aspal Beton Bahan Ikat Asbuton B-20 dan AC 80-100 Dengan Bahan Tambah PC Sebagai *filler* Menggunakan Uji *Marshal*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nurkhalis, 2001 Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Padat Industri Tekstil ( *Sludge* ) Sebagai Filler Pada Campuran HRS B, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Priyo Paratomo, 1998, Campuran *Hot Rolled Sheet* Dengan Beberapa Jenis *Filler*, Prosiding Simposium I Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi. Bandung.
- Sabdo Luhur Utomo dan Wahyu Hidayat, 2001. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tekstil ( *Sludge* ) Pada Paving Block. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Silvia Sukirman, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova, Bandung.
- TM Suprpto, 1995, Bahan dan Struktur Jalan Raya. BP KMTS, UGM, Yogyakarta.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

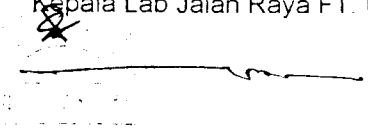
**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT ( ABRASI TEST )**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 16 -11- 2002

JENIS GRADASI		BENDA UJI
SARINGAN		
LOLOS	TERTAHAN	I
3"	2.5"	
2.5"	2"	
2"	1.5"	
1.5"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	0.5"	2500 gr
0.5"	3/8"	2500 gr
3/8"	1/4"	
1/4"	No 4	
No 4	No 8	
JUMLAH BENDA UJI ( A )		5000 gr
JUMLAH TERTAHAN DISIEVE 12 ( B )		4451 gr
KEAUSAN = $(( A - B ) / A ) \times 100\%$		10.98%

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukanto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

  
Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

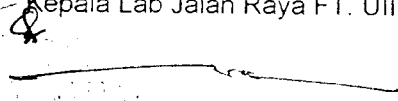
**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 12 -11- 2002

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) (BJ)	500 gr
Berat Vicnometer + Air ( B )	639 gr
Berat Vicnometer + Air + Benda uji ( BT )	962 gr
Berat sampe kering Oven ( BK )	$696 - 208 = 488$ gr
Berat jenis = $BK / (B + 500 - BT)$	2.757
Berat SSD = $500 / (B + 500 - BT)$	2.825
BJ SEMU = $BK / (B + BK - BT)$	2.958
Penyerapan = $((500 - BK) / BK) * 100\%$	2.46

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

  
Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 12 -11- 2002

KETERANGAN	BENDA UJI
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) (BJ)	$1324 - 320 = 1004 \text{ gr}$
Berat benda uji dalam air (BA)	$1265 - 638 = 627 \text{ gr}$
Berat sampe kering oven (BK)	$1307 - 320 = 987 \text{ gr}$
Berat jenis (Bulk) = $BK / (BJ - BA)$	2.62
Berat SSD = $BJ / (BJ - BA)$	2.66
BJ SEMU = $BK / (BK - BA)$	2.74
Penyerapan = $((BJ - BK) / BK) * 100\%$	1.72

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN  
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 14 -11- 2002

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25	10.45 WIB
Selesai Pemanasan	160	10.50 WIB
<b>Didiamkan Pada Suhu Ruang</b>		
Mulai	160	10.50
Selesai	25	11.50
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	25	11.50
Selesai	25	10.10

**HASIL PENGAMATAN**

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPHAL
I	98%
II	
Rata - rata	

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**SAND EQUIVALENT DATA**  
**AASHTO 176 - 73**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 14 -11- 2002

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking ( 10.1 Min )	Start	9.55	9.55
	Stop	10.05	10.05
Sendimentation Time ( 20 Min - 15 Sec )	Start	10.05	10.05
	Stop	10.25	10.25
Clay Reading ( A )		4.8	4.75
Sand Reading ( B )		3.2	3.15
SE = ( A / B ) * 100		66.667	66.316
Avarage Sand Equivalent		66.492	66.492

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

fr. Iskandar S, MT.



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPHAL**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 18 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer Kosong	14.92 gr
2	Berat Vicnometer + Aquadest	25.69 gr
3	Berat air ( 2 - 1 )	10.77 gr
4	Berat Vicnometer + Asphal	17.19 gr
5	Berat Asphal ( 4 - 1 )	2.27 gr
6	Berat Vicnometer + Asphal + Aquadest	25.79 gr
7	Berat airnya saja ( 6 - 4 )	8.6 gr
8	Volume Asphal ( 3 - 7 )	2.17 gr
9	Berat Jenis Asphal : berat/vol ( 5/8 )	1.046

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukanto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Lampiran 7

**PAMERIKSAAN  
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 21 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 <sup>o</sup> c	09.20 WIB
Selesai Pemanasan	170 <sup>o</sup> c	09.35 WIB
<b>Didiamkan Pada Suhu Ruang</b>		
Mulai	170 <sup>o</sup> c	
Selesai	25 <sup>o</sup> c	
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	90 <sup>o</sup> c	10.00
Selesai	344 <sup>o</sup> c	10.15

**Hasil Pengamatan**

Cawan	Titik Nyala	Titik Bakar
I	338	344

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukanto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 20 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

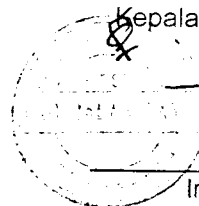
Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 <sup>o</sup> c	09.20 WIB
Selesai Pemanasan	170 <sup>o</sup> c	09.35 WIB
<b>Didiamkan Pada Suhu Ruang</b>		
Mulai	170 <sup>o</sup> c	9.35
Selesai	25 <sup>o</sup> c	13.00
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	0.5 <sup>o</sup> c	13.50
Selesai	25 <sup>o</sup> c	13.59

**Hasil Pengamatan**

No	Suhu Yang Diamati	Waktu ( Detik )		Titik Lembek	
		I	II	I	II
1	5				
2	10				
3	15				
4	20				
5	25				
6	30				
7	35	1:36:25			
8	40	2:46:58			
9	45	3:42			
10	50	4:33		51.5	52.0
11	55	4:50	5.00		

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII



Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTALITAS ( DUCTILITY ) / RESIDUE**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 20 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

Persiapan Benda Uji	Contoh Dipanaskan	15 menit	Pembacaan Suhu Oven 135 <sup>o</sup> c
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan Pada Suhu Ruang	60 menit	
Perendama Benda Uji	Direndam Dalam Water Bath Pada Suhu 250c	60 menit	Pembacaan Suhu Water Bath 25 <sup>o</sup> c
Pemeriksaan	Daktalitas Pada 250c 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan Suhu Alat 25 <sup>o</sup> c

Daktalitas Pada 25 <sup>o</sup> c 5 cm per menit	Pembacaan Pengukur Pada Alat
Pengamatan I	130
Pengamatan II	130
Rata - rata ( I + II )	130

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 19 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

Pemanasan Sampel	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
Mulai Pemanasan	25 <sup>o</sup> c	09.20 WIB
Selesai Pemanasan	170 <sup>o</sup> c	09.35 WIB
<b>Didiamkan Pada Suhu Ruang</b>		
Mulai	170 <sup>o</sup> c	9.35
Selesai	25 <sup>o</sup> c	11.40
<b>Didiamkan Air Dengan Suhu ( 25<sup>o</sup> )</b>		
Mulai	25 <sup>o</sup> c	11.40
Selesai	25 <sup>o</sup> c	12.40
<b>Diperiksa</b>		
Mulai	25 <sup>o</sup> c	12.40
Selesai		

**Hasil Pemeriksaan**

No	Cawan I	Cawan II	Sketsa Hasil Pemeriksaan
1	68	66	
2	66	66	
3	67	65	
4	67	63	
5	65	64	

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukanto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL4**  
**SOLUBILITY**

Contoh dari : Pertamina  
Ditest Tanggal : 20 -11- 2002  
Jenis Contoh : AC 60/70

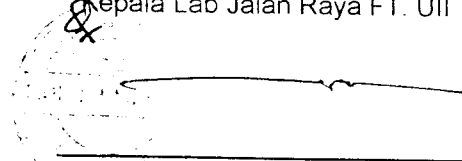
**Pemeriksaan**

1	Penimbangan	Mulai	Jam	10.35
2	Pelarutan	Mulai	Jam	10.45
3	Penyaringan	Mulai	Jam	10.56
		Selesai	Jam	10.59
4	Dioven	Mulai	Jam	11.00
5	Penimbangan	Mulai	Jam	11.05

No	Kegiatan	Berat ( gram )
1	Berat Botol Erlenmeyer Kosong	73.55
2	Berat Erlenmeyer + Asphal	75.55
3	Berat Asphal ( 2 -1 )	2
4	Berat Kertas Saring Bersih	0.55
5	Berat Kertas Saring + Endapan	0.56
6	Berat Endapan ( 5 -4 )	0.01
7	Persentase Endapan (6/3*100%)	0.5
8	Bitumen yang Larut ( 100% - 7 )	99.5

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

  
Ir. Iskandar S, MT.





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

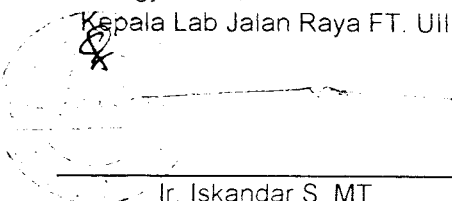
**PEMERIKSAAN BERAT JENIS SLUDGE**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 13 -11- 2002

No	Urutan Pemeriksaan	Berat	
		I	II
1	Berat Vicnometer Kosong	24.71 gr	25.13 gr
2	Berat Vicnometer + Aquadest	76.55 gr	73.45 gr
3	Berat air ( 2 - 1 )	51.84 gr	48.32 gr
4	Berat Vicnometer + Sludge	35.33 gr	35.22 gr
5	Berat Sludge ( 4 - 1 )	10.62 gr	10.09 gr
6	Berat Vicnometer + Sludge + Aquadest	81.69 gr	80.17 gr
7	Berat airnya saja ( 6 - 4 )	46.36 gr	44.95 gr
8	Volume Sludge ( 3 - 7 )	5.48 gr	3.37 gr
9	Berat Jenis Sludge : berat/vol ( 5/8 )	1.938	2.994
Rata - rata = ( 9(I)+9(II) ) / 2		2.466	

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

  
Ir. Iskandar S. MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS CEMENT**

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
Ditest Tanggal : 13 -11- 2002

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat Vicnometer Kosong	26.03 gr
2	Berat Vicnometer + Aquadest	75.94 gr
3	Berat air ( 2 - 1 )	49.91 gr
4	Berat Vicnometer + Cement	40.67 gr
5	Berat Cement ( 4 - 1 )	14.64 gr
6	Berat Vicnometer + Cement + Aquadest	85.73 gr
7	Berat airnya saja ( 6 - 4 )	45.06 gr
8	Volume Cement ( 3 - 7 )	4.85 gr
9	Berat Jenis Cement : berat/vol ( 5/8 )	3.019

Dikerjakan Oleh : Agung & Apri  
Diperiksa oleh : Sukamto

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
Kepala Lab Jalan Raya FT. UII



Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dikerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.80	112.80	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.80	225.60	20	80	70	90
4.75	# 4	225.60	451.20	40	60	50	70
2.36	# 8	197.40	648.60	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.15	# 100	67.68	992.64	88	12	8	15
0.075	# 200	67.68	1060.32	94	6	4	10
	pan	67.68	1128				
	total	1128.00					

Kadar aspal : 6%  
 Kadar filler : 6% SEMEN  
 Berat aspal : 72 gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.80	112.80	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.80	225.60	20	80	70	90
4.75	# 4	225.60	451.20	40	60	50	70
2.36	# 8	197.40	648.60	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.15	# 100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.075	# 200	56.40	1049.04	93	7	4	10
	pan	78.96	1128				
	total	1128.00					

Kadar aspal : 6%  
 Kadar filler : 7% SEMEN  
 Berat aspal : 72 gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Ciereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.80	112.80	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.80	225.60	20	80	70	90
4.75	# 4	225.60	451.20	40	60	50	70
2.36	# 8	197.40	648.60	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.15	# 100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.075	# 200	67.68	1060.32	94	6	4	10
	pan	67.68	1128				
	total	1128.00					

Kadar aspal : 6%  
 Kadar filler : 6%  
 Berat aspal : 72 gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. Uii

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.80	112.80	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.80	225.60	20	80	70	90
4.75	# 4	225.60	451.20	40	60	50	70
2.36	# 8	197.40	648.60	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	214.32	862.92	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	62.04	924.96	82	18	13	23
0.15	# 100	67.68	992.64	88	12	8	16
0.075	# 200	56.40	1049.04	93	7	4	10
	pan	73.96	1128				
	total	1128.00					

Kadar aspal : 6%

Kadar filler : 7%

Berat aspal : 72 gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.20	112.20	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.20	224.40	20	80	70	90
4.75	# 4	224.40	448.80	40	60	50	70
2.36	# 8	196.35	645.15	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	213.18	858.33	76.5	23.5	18	23
0.3	# 50	61.71	920.04	82	18	13	23
0.15	# 100	67.32	987.36	88	12	8	16
0.075	# 200	67.32	1054.68	94	6	4	10
	pan	67.32	1122				
	total	1122.00					

Kadar aspal : 6.5%  
 Kadar filler : 6% SEMEN  
 Berat aspal : 78 gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. Uli

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.20	112.20	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.20	224.40	20	80	70	90
4.75	# 4	224.40	448.80	40	60	50	70
2.36	# 8	196.35	645.15	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	213.18	858.33	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.71	920.04	82	18	13	23
0.15	# 100	67.32	987.36	88	12	8	16
0.075	# 200	56.10	1043.46	93	7	4	10
	pan	78.54	1122				
	total	1122.00					

Kadar aspal : **6.5%**  
 Kadar filler : **7%** SEMEN  
 Berat aspal : **78** gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.20	112.20	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.20	224.40	20	80	70	90
4.75	# 4	224.40	448.80	40	60	50	70
2.36	# 8	196.35	645.15	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	213.18	858.33	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.71	920.04	82	18	13	23
0.15	# 100	67.32	987.36	88	12	8	16
0.075	# 200	67.32	1054.68	94	6	4	10
	pan	67.32	1122				
	total	1122.00					

Kadar aspal : **6.5%**  
 Kadar filler : **6%**                      SLUDGE  
 Berat aspal : **78**                      grain

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>112.20</b>	112.20	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>112.20</b>	224.40	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>224.40</b>	448.80	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>196.35</b>	645.15	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>213.18</b>	858.33	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>61.71</b>	920.04	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>67.32</b>	987.36	88	12	8	16
0.075	# 200	<b>56.10</b>	1043.46	93	7	4	10
	pan	<b>78.54</b>	1122				
	total	1122.00					

Kadar aspal : **6.5%**  
 Kadar filler : **7%**                      SLUDGE  
 Berat aspal : **78**                      gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.60	111.60	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.60	223.20	20	80	70	90
4.75	# 4	223.20	446.40	40	60	50	70
2.36	# 8	195.30	641.70	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	212.04	853.74	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.38	915.12	82	18	13	23
0.15	# 100	66.96	982.08	88	12	8	16
0.075	# 200	66.96	1049.04	94	6	4	10
	pan	66.96	1116				
	total	1116.00					

Kadar aspal : 7%  
 Kadar filler : 6% SEMEN  
 Berat aspal : 64 gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.60	111.60	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.60	223.20	20	80	70	90
4.75	# 4	223.20	446.40	40	60	50	70
2.36	# 8	195.30	641.70	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	212.04	853.74	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.38	915.12	82	18	13	23
0.15	# 100	66.96	982.08	88	12	8	16
0.075	# 200	55.80	1037.88	93	7	4	10
	pan	78.12	1116				
	total	1116.00					

Kadar aspal : 7%  
 Kadar filler : 7% SEMEN  
 Berat aspal : 84 gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.




**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>111.60</b>	111.60	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>111.60</b>	223.20	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>223.20</b>	446.40	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>195.30</b>	641.70	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>212.04</b>	853.74	73.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>61.38</b>	915.12	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>66.96</b>	982.08	38	12	8	16
0.075	# 200	<b>66.96</b>	1049.04	94	6	4	10
	pan	<b>66.96</b>	1116				
	total	1116.00					

Kadar aspal : **7%**  
 Kadar filler : **6%**                      SLUDGE  
 Berat aspai : **84**                      gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII  


Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.60	111.60	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.60	223.20	20	80	70	90
4.75	# 4	223.20	446.40	40	60	50	70
2.36	# 8	195.30	641.70	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	212.04	853.74	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.38	915.12	82	18	13	23
0.15	# 100	66.95	982.08	88	12	8	16
0.075	# 200	55.80	1037.88	93	7	4	10
	pan	78.12	1116				
	total	1116.00					

Kadar aspal : 7%  
 Kadar filler : 7%  
 Berat aspal : 84 gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.00	111.00	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.00	222.00	20	80	70	90
4.75	# 4	222.00	444.00	40	60	50	70
2.36	# 8	194.25	638.25	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	210.90	849.15	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.05	910.20	82	18	13	23
0.15	# 100	66.60	976.80	88	12	8	16
0.075	# 200	66.60	1043.40	94	6	4	10
	pan	66.60	1110				
	total	1110.00					

Kadar aspal : **7.5%**

Kadar filler : **6%**

Berat aspal : **90** gram

SEMEN

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.00	111.00	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.00	222.00	20	80	70	90
4.75	# 4	222.00	444.00	40	60	50	70
2.36	# 8	194.25	638.25	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	210.90	849.15	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.05	310.20	82	18	12	23
0.15	# 100	66.60	976.80	88	12	8	16
0.075	# 200	55.50	1032.30	93	7	4	10
	pan	77.70	1110				
	total	1110.00					

Kadar aspal : **7.5%**  
 Kadar filler : **7%** SEMEN  
 Berat aspal : **90** gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	111.00	111.00	10	90	80	100
9.5	3/8"	111.00	222.00	20	80	70	90
4.75	# 4	222.00	444.00	40	60	50	70
2.36	# 8	194.25	638.25	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	210.90	849.15	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.05	910.20	82	18	13	23
0.15	# 100	66.60	976.80	88	12	8	16
0.075	# 200	66.60	1043.40	94	6	4	10
	pan	66.60	1110				
	total	1110.00					

Kadar aspal : 7.5%

Kadar filler : 6%

Berat aspal : 90 gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>111.00</b>	111.00	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>111.00</b>	222.00	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>222.00</b>	444.00	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>194.25</b>	638.25	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>210.90</b>	849.15	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>61.05</b>	910.20	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>66.60</b>	976.80	88	12	8	16
0.075	# 200	<b>55.50</b>	1032.30	93	7	4	10
	pan	<b>77.70</b>	1110				
	total	1110.00					

Kadar aspal : **7.5%**  
 Kadar filler : **7%**  
 Berat aspal : **90** gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>110.40</b>	110.40	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>110.40</b>	220.80	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>220.80</b>	441.60	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>193.20</b>	634.80	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>209.76</b>	844.56	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>60.72</b>	905.28	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>66.24</b>	971.52	88	12	8	16
0.075	# 200	<b>66.24</b>	1037.76	94	6	4	10
	pan	<b>66.24</b>	1104				
	total	1104.00					

Kadar aspal : **8%**  
 Kadar filler : **6%**  
 Berat aspal : **96** gram

SEMEN

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

*(Signature)*

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>110.40</b>	110.40	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>110.40</b>	220.80	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>220.80</b>	441.60	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>193.20</b>	634.80	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>209.76</b>	844.56	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>60.72</b>	905.28	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>66.24</b>	971.52	88	12	8	16
0.075	# 200	<b>55.20</b>	1026.72	93	7	4	10
	pan	<b>77.28</b>	1104				
	tota!	<b>1104.00</b>					

Kadar aspal : **8%**  
 Kadar filler : **7%**                      SEMEN  
 Berat aspal : **96**                      gram

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. Uli

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	110.40	110.40	10	90	80	100
9.5	3/8"	110.40	220.80	20	80	70	90
4.75	# 4	220.80	441.60	40	60	50	70
2.36	# 8	193.20	634.80	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	209.76	844.56	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	60.72	905.28	82	18	13	23
0.15	# 100	66.24	971.52	89	12	8	16
0.075	# 200	66.24	1037.76	94	6	4	10
	pan	66.24	1104				
	total	1104.00					

Kadar aspal : 8%  
 Kadar filler : 6%  
 Berat aspal : 96 gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. Uli

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Cuntuh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>110.40</b>	110.40	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>110.40</b>	220.80	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>220.80</b>	441.60	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>193.20</b>	634.80	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>209.76</b>	844.56	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>60.72</b>	905.28	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>66.24</b>	971.52	88	12	9	16
0.075	# 200	<b>55.20</b>	1026.72	93	7	4	10
	pan	<b>77.28</b>	1104				
	total	1104.00					

Kadar aspal : **8%**  
 Kadar filler : **7%**  
 Berat aspal : **96** gram

SLUDGE

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.

Asal material : Clereng Kulon Prego  
 Jenis Campuran : Aspal beton  
 Di kerjakan Oleh : Agung Budhi Wibowo 2. April 2019

Lampiran 34

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM											
6 C1	62.3	6.383	6	1167	1169	682	487	2.396	2.474	13.746	83.119	3.135	16.880972	81.42617	3.135	350	1198.75	1234.713	1.8	685.951											
6 C2	61.71	6.383	6	1165	1171	678	495	2.363	2.474	13.555	81.967	4.478	18.033	75.16643	4.478	460	1575.5	1647.973	2.1	784.749											
6 C3	59.12	6.383	6	1134	1138	667	471	2.408	2.474	13.811	83.512	2.077	16.488	83.76315	2.077	440	1698.389	1698.389	2.3	738.430											
7 C1	62.26	6.383	6	1173	1177	683	494	2.374	2.505	13.620	82.060	4.320	17.940	75.9209	5.193	470	1609.75	1527.0	2.067	736.377											
7 C2	61	6.383	6	1179	1183	686	497	2.372	2.505	13.607	81.982	4.411	18.018	75.51977	5.283	390	1335.75	1426.581	2.1	679.324											
7 C3	60.08	6.383	6	1163	1165	693	472	2.464	2.505	14.134	85.152	0.714	14.848	95.19184	1.620	480	1644	1803.468	2.2	819.758											
6 C1	60.96	6.9519	6.5	1171	1172	693	479	2.445	2.445	15.192	84.346	0.463	15.654	97.04507	0.012	450	1541.25	1647.596	2.9	568.137											
6 C2	59.77	6.9519	6.5	1165	1165	680	485	2.402	2.445	14.927	83.876	2.158	17.124	87.1665	1.754	420	1438.5	1590.981	3	530.327											
6 C3	60.58	6.9519	6.5	1171	1172	693	479	2.445	2.445	15.192	84.346	0.463	15.654	97.04507	0.012	420	1438.5	1553.58	3	517.860											
7 C1	60.81	6.9519	6.5	1173	1175	683	477	2.384	2.475	14.815	81.955	3.236	18.045	82.10289	3.668	360	1233	1319.31	3.9	338.285											
7 C2	59.65	6.9519	6.5	1152	1156	675	481	2.395	2.475	14.883	82.328	3.789	17.672	84.22	3.229	380	1301.5	1444.665	3.9	370.427											
7 C3	60.16	6.9519	6.5	1170	1172	689	483	2.422	2.475	15.053	83.269	1.678	16.731	89.96819	2.124	430	1472.75	1611.189	2.4	671.329											
6 C1	59.95	7.5269	7	1158	1158	676	482	2.402	2.417	16.078	82.447	1.445	17.553	91.59632	0.589	360	1233	1245.33	2.7	461.233											
6 C2	59.18	7.5269	7	1155	1156	676	480	2.406	2.417	16.103	82.576	1.321	17.424	92.41914	0.433	370	1267.25	1425.656	3	475.219											
6 C3	60.56	7.5269	7	1163	1165	680	485	2.398	2.417	16.047	82.291	1.663	17.769	90.61644	0.777	360	1233	1331.64	2.9	459.186											
<b>2.4022</b>																				<b>2.4167</b>	<b>16.07608</b>	<b>82.438</b>	<b>1.4859</b>	<b>17.562</b>	<b>91.544</b>	<b>0.5995</b>	<b>363.333</b>	<b>1244.4</b>	<b>1334.2</b>	<b>2.86667</b>	<b>465.2128</b>

t = Tebal Benda Uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum ditetap) (gram)  
 d = Berat basah penuh (SSD) (gram)  
 e = Berat didalam air (gram)  
 f = Volume (isi) d-e  
 g = Berat i.e. c/f  
 h = B.J Maksimum { 100 : (% Agr/B) / Agr + (% Asp/B) Asp }  
 i = (h x g) - Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-p)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - i - p)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFA) 100 x (i' / (100 - i - p))  
 n = Rongga yang terisi campuran. 100 - i - j100 x (g' / h) (% o)  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x k / (brasi piring ring)  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)  
 QM = Qumtion Marshal (Kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu penadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = ± 60°C  
 B.J Aspal = 1.046  
 B.J Agregat = 2.71 (5%) & 2.72 (7%)  
 Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII  
 Ir. Iskandar S. MT.

Aspal material : Ciereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : Aspal hot  
 Di kerjakan Oleh : I. Agung Budihi Wibowo 2. April 2013

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
7 C1	60.59	7.5269	7	1175	1177	684	493	2.383	2.445984	15.950	81.490	2.509998	18.510	86.16956	2.550998	350	1198.75	1295.849	3.7	350.229
7 C2	60.6	7.5269	7	1175	1177	681	496	2.369	2.445634	15.853	80.997	3.149355	19.093	85.42686	3.149355	320	1096	1184.776	2.6	455.683
7 C3	61.33	7.5269	7	1190	1193	690	497	2.394	2.445984	16.025	81.866	2.11032	18.134	88.36251	2.11032	350	1198.75	1267.079	2.7	469.288
6 C1	60.59	8.1081	7.5	1176	1179	688	491	2.395	2.389114	17.173	81.752	1.974656	18.248	94.11083	-0.25105	360	1164.5	1249.2	3.000	425.067
6 C2	61.23	8.1081	7.5	1183	1186	690	496	2.385	2.389114	17.101	81.410	1.488982	18.590	91.99059	0.168827	300	1233	1332.873	3.9	341.762
6 C3	61.1	8.1081	7.5	1181	1183	690	493	2.396	2.389114	17.176	81.767	1.057081	18.233	94.20353	-0.26886	360	1027.5	1090.178	3.5	311.479
7 C1	62.04	8.1081	7.5	1189	1192	693	499	2.383	2.417716	17.085	81.032	1.885613	18.968	90.06976	1.445604	320	1096	1136.552	3.7	307.176
7 C2	61.6	8.1081	7.5	1183	1186	691	495	2.390	2.417716	17.136	81.274	1.589875	18.726	91.50074	1.150555	340	1164.5	1221.561	3.5	349.017
7 C3	61.6	8.1081	7.5	1183	1186	691	495	2.390	2.417716	17.136	81.274	1.589875	18.726	91.50074	1.150555	310	1061.75	1113.776	3.6	309.382
6 C1	61.1	8.6957	8	1178	1181	685	496	2.375	2.362138	18.164	80.627	1.208258	19.373	93.76309	-0.54451	340	1301.5	1386.098	3.7	374.621
6 C2	61.02	8.6957	8	1178	1181	685	496	2.375	2.362138	18.164	80.627	1.208258	19.373	93.76309	-0.54451	350	1198.75	1277.868	4.9	260.789
6 C3	61.37	8.6957	8	1178	1182	687	495	2.380	2.362138	18.201	80.790	1.608679	19.210	94.24915	-0.74763	260	890.5	940.568	3	313.456
7 C1	61.37	8.6957	8	1176	1178	685	493	2.377	2.362	18.177	80.682	1.112	19.318	94.092	-0.612	330.0	1130.3	1201.4	3.867	316.289
7 C2	61.13	8.6957	8	1182	1185	689	496	2.383	2.390094	18.241	80.682	1.071564	19.318	94.11555	0.196577	240	822	868.032	3.8	238.429
7 C3	62.04	8.6957	8	1182	1185	687	498	2.373	2.390094	18.236	80.604	1.170332	19.396	95.96674	0.294106	240	822	874.608	3.7	236.381
								<b>2.381</b>	<b>2.390</b>	<b>18.208</b>	<b>80.522</b>	<b>1.270</b>	<b>19.478</b>	<b>93.487</b>	<b>0.395</b>	<b>251.7</b>	<b>862.0</b>	<b>906.3</b>	<b>3.950</b>	<b>229.745</b>

t = Tebal Benda Uji  
 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 (st) d-e  
 g = Berat st / f  
 h = B.J. Maksimum  $\times 100$  ; (% Agr/Bj Agr t % Asp/Bj Asp)  
 i =  $(b \times g) / Bj Asp$   
 j =  $(100 - b) \times g / Bj Agregat$   
 k = Jumlah kandungan rongga  $(100 - i - j)$   
 l = Rongga terhadap agregat  $(100 - j)$   
 m = Rongga yang terisi aspal  $(VFA) = 100 \times (i' / 100)$   
 n = Rongga yang terisi campuran  $(VOC) = 100 \times (j' / 100)$   
 o = Pembinaan arloji stabilitas  
 p =  $\alpha \times k$  dibagi proxima ring  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas k<sub>q</sub>)  
 r = Flow (kelebihan plasus) (mm)  
 QM = Quention Marshal (Kg/trm)  
 Suhu pemampatan =  $\pm 160^{\circ}C$   
 Suhu pemadatan =  $\pm 140^{\circ}C$   
 Suhu waterball =  $\pm 60^{\circ}C$   
 B.J. Aspal = 1.046  
 B.J. Agregat = 2.71 (6%) & 2.72 (7%)

Yogyakarta, 2 Januari 2013  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII  
 Ir. Iskandar S. MT.



Asal material : Ciereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : Aspal beton  
 Di kerjakan Oleh : I. Agung Budin Wibowo : Apri Ibraut Kholis

Lampiran 36

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM			
6-S1	62,25	6,383	6	1176	1177	683	494	2,381	2,453	13,655	83,373	2,972	10,627	82,127	2,972	465	1893,625	1,642	3,7	443,783			
6-S2	62,62	6,383	6	1169	1174	680	494	2,366	2,453	13,574	82,877	3,549	17,12	79,272	3,549	455	1558,375	1,593	3,3	482,624			
6-S3	61,75	6,383	6	1155	1161	671	490	2,357	2,453	13,521	82,553	3,926	17,417	77,496	3,926	555	1900,875	1,986	3,9	509,337			
7-S1	63,85	6,383	6	1172	1184	676	508	2,307	2,451	13,234	80,890	5,876	19,110	69,251	5,876	530	1815,25	1,764	2,8	630,151			
7-S2	62,83	6,383	6	1181	1186	684	502	2,353	2,451	13,495	82,485	4,020	17,515	77,049	4,020	520	1781	1,811	2,4	754,476			
7-S3	64,13	6,383	6	1169	1180	674	506	2,310	2,451	13,252	81,002	5,746	18,998	69,755	5,746	520	1781	1,703	3,6	472,954			
6-S1	61,86	6,952	6,5	1171	1175	679	496	2,361	2,436	14,671	82,244	3,085	17,156	83,635	3,085	590	2020,75	2,104	3	701,200			
6-S2	62,6	6,952	6,5	1177	1182	679	503	2,340	2,436	14,541	81,515	3,914	18,185	78,663	3,914	570	1952,25	1,996	3,2	623,805			
6-S3	62,1	6,952	6,5	1170	1176	679	497	2,354	2,436	14,629	82,008	3,363	17,993	81,310	3,363	600	2055	2,127	2	1063,463			
7-S1	62,7	6,952	6,5	1172	1179	683	496	2,363	2,434	14,683	82,406	2,910	17,591	83,459	2,910	480	1644	1,677	2,6	644,954			
7-S2	62,7	6,952	6,5	1172	1181	678	503	2,330	2,434	14,479	81,260	4,261	18,740	77,261	4,261	420	1438,5	1,467	2,5	586,908			
7-S3	62,1	6,952	6,5	1172	1177	678	499	2,349	2,434	14,595	81,911	3,494	18,389	80,685	3,494	420	1438,5	1,489	4,3	346,244			
6-S1	61,2	7,527	7	1153	1160	671	489	2,358	2,419	15,779	81,700	2,521	18,300	86,224	2,521	550	1883,75	2,001	3	666,848			
6-S2	60,6	7,527	7	1161	1163	678	485	2,394	2,419	16,620	82,945	1,035	17,655	93,931	1,035	430	1472,75	1,592	3,3	482,437			
6-S3	61,6	7,527	7	1165	1179	677	493	2,363	2,419	15,814	81,880	2,306	18,120	87,276	2,306	390	1353,75	1,401	5,4	259,482			
<b>2,37</b>																				<b>1,564</b>	<b>1,665</b>	<b>3,90</b>	<b>469,589</b>

t = Tebal Benda Uji  
 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 (isi) d-e  
 g = Berat isi e/f  
 h = B.J Maksimum  $\{100 : (\% \text{ Agr}/B_j \text{ Agr} + \% \text{ Asp}/B_j \text{ Asp})\}$   
 i =  $(b \times g) + B_j \text{ Asp}$   
 j =  $(100 - b) \times g + B_j \text{ Agregat}$   
 k = Jumlah kandungan rongga  $(100 - i - j)$   
 l = Rongga terhadap agregat  $(100 - j)$   
 m = Rongga yang terisi aspal  $(V/FWA) 100 \times (i/f)$  (%)  
 n = Rongga yang terisi campuran  $(100 - j) / (100 \times (g/h))$  (%)  
 o = Pembauran arkeji stabilitas  
 p =  $\alpha \times$  kalfibrasi proyong ring  
 q =  $p \times$  koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)  
 r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quirtion Marshal (kg/mm)  
 Suhu pencampuran =  $\pm 160^\circ\text{C}$   
 Suhu pemadatan =  $\pm 140^\circ\text{C}$   
 Suhu waterbath =  $\pm 60^\circ\text{C}$   
 B.J Aspal = 1,046  
 B.J Agregat = 2,684 (6%) & 2,681 (7%)  
 Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.

Asal material : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : Aspalat beton  
 Di kerjakan Oleh : Agung Budha Winowo 2 April 2014 Kholis

Lampiran 37

HASIL PEMERIKSAAN MARSHIAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
7 S1	62	7.527	7	1176	1181	679	502	2.343	2.417	15.077	81.262	3.060	18.738	83.667	3.060	420	1438.5	1.492	2.1	710.688
7 S2	63.6	7.527	7	1176	1181	674	507	2.330	2.417	15.523	80.461	4.016	19.530	79.444	4.016	400	1370	1.350	3.8	357.642
7 S3	63.7	7.527	7	1182	1187	682	505	2.341	2.417	15.664	81.192	3.145	18.808	83.281	3.145	440	1507	1.483	2.9	511.341
6 S1	62.4	8.108	7.5	1177	1178	681	497	2.368	2.402	16.980	81.617	1.403	18.383	92.360	1.403	390	1335.75	1.372	3.1	442.736
6 S2	62.5	8.108	7.5	1178	1179	681	498	2.365	2.402	16.961	81.522	1.517	18.478	91.780	1.517	390	1335.75	1.369	3.3	414.892
6 S3	62.5	8.108	7.5	1178	1179	676	503	2.342	2.402	16.792	80.717	2.496	19.288	87.050	2.496	310	1061.75	1.088	3.2	340.092
7 S1	63.2	8.108	7.5	1178	1181	675	506	2.328	2.402	16.693	80.323	2.984	19.677	84.833	2.984	350	1198.75	1.208	2.2	548.973
7 S2	63.1	8.108	7.5	1177	1179	676	503	2.340	2.400	16.778	80.733	2.489	19.267	87.083	2.489	340	1164.5	1.176	2.1	560.069
7 S3	62.5	8.108	7.5	1173	1174	675	499	2.351	2.400	16.855	81.104	2.041	18.896	89.190	2.041	300	1027.5	1.053	2.15	489.855
6 S1	62.5	8.696	8	1177	1178	676	502	2.345	2.385	17.932	80.367	1.701	19.533	91.337	1.701	380	1301.5	1.334	4	333.509
6 S2	61.7	8.696	8	1170	1171	674	497	2.354	2.385	18.005	80.693	1.302	19.307	93.254	1.302	380	959	1.003	3.5	286.604
6 S3	62.6	8.696	8	1176	1178	674	504	2.353	2.385	17.846	79.980	2.174	20.020	89.140	2.174	320	1096	1.121	4.3	260.619
7 S1	63.6	8.696	8	1177	1180	675	505	2.331	2.383	17.826	79.979	2.195	20.021	89.034	2.195	280	1119	1.153	3.93	291.577
7 S2	62.9	8.696	8	1173	1175	673	502	2.337	2.383	17.871	80.184	1.945	19.816	90.183	1.945	330	1130.25	1.147	3.2	317.109
7 S3	63.1	8.696	8	1178	1180	675	505	2.333	2.383	17.841	80.047	2.112	19.953	89.414	2.112	290	993.25	1.003	3.3	303.995
								<b>2.33</b>	<b>2.383</b>	<b>17.85</b>	<b>80.07</b>	<b>2.084</b>	<b>19.93</b>	<b>89.54</b>	<b>2.084</b>	<b>300</b>	<b>1.028</b>	<b>1.034</b>	<b>3.17</b>	<b>326.535</b>

t = Tebal benda uji  
 a = % Aspal terhadap batuan  
 b = % Aspal terhadap Campuran  
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr.m)  
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gram)  
 e = Berat didalam air (gram)  
 f = Volume (cc) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B.J Maksimum {100 : (% A<sub>gr</sub>/B) A<sub>gr</sub> + % Asp/B} Asp  
 i = (d x p) / B Asp  
 j = (100 - b) x g / Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)  
 l = Rongga terhadap aptegat (100 - p)  
 m = Rongga yang terisi aspal (V<sub>HWA</sub>) 100 x (d/f) (cc)  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - 100 x (g/h) (cc)  
 o = Pembucan arloji stabilitas  
 p = o x kelubasi prooving ring  
 q = p x koneksi tebal benda uji (stabilitas) (Kg)

r = Flow (kecillem plastis) (mm)  
 QM = Quntion Marshal (Kg/mm)  
 Suhu pemampuran = ± 160°C  
 Suhu pemadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = 160°C  
 B.J Aspal = 1.046  
 B.J Agregat = 2.684 (6%) & 2.681 (7%)  
 Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.74	112.74	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.74	225.48	20	80	70	90
4.75	# 4	225.48	450.96	40	60	50	70
2.36	# 8	197.30	648.26	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	214.21	862.46	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	62.01	924.47	22	18	13	23
0.15	# 100	67.64	992.11	88	12	8	16
0.075	# 200	67.64	1059.76	94	6	4	10
	pan	67.64	1127.4				
	total	1127.40					

Kadar aspal : **6.050%**  
 Kadar filler : **6%** SEMEN  
 Berat aspal : **72.6** gram  
 Keterangan : Kadar Aspal Optimum

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	<b>0</b>	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	<b>112.50</b>	112.50	10	90	80	100
9.5	3/8"	<b>112.50</b>	225.00	20	80	70	90
4.75	# 4	<b>225.00</b>	450.00	40	60	50	70
2.36	# 8	<b>196.88</b>	646.88	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	<b>213.75</b>	860.63	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	<b>61.88</b>	922.50	82	18	13	23
0.15	# 100	<b>67.50</b>	990.00	88	12	8	16
0.075	# 200	<b>56.25</b>	1046.25	93	7	4	10
	pan	<b>78.75</b>	1125				
	total	1125.00					

Kadar aspal : **6.250%**

Kadar filler : **7%** SEMEN

Berat aspal : **75** gram

Keterangan : Kadar Aspal Optimum

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.35	112.35	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.35	224.70	20	80	70	90
4.75	# 4	224.70	449.40	40	60	50	70
2.36	# 8	196.61	646.01	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	213.47	859.48	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.79	921.27	82	18	13	23
0.15	# 100	67.41	988.68	88	12	8	16
0.075	# 200	67.41	1056.09	94	6	4	10
	pan	67.41	1123.5				
	total	1123.50					

Kadar aspal : **6.375%**  
 Kadar filler : **6%** SLUDGE  
 Berat aspal : **76.5** gram  
 Keterangan : Kadar Aspal Optimum

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Yogyakarta

Contoh dari : Clereng Kulon Progo  
 Ditest Tanggal : 12 -11- 2002  
 Jenis Agregat : CA, FA dan FF  
 Dkerjakan oleh : Agung & Apri

**ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS**

NO. SARINGAN		BERAT TERTAHAN JUMLAH PERSEN (%)				SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
19	3/4"	0	0	0	100	100	100
12.5	1/2"	112.35	112.35	10	90	80	100
9.5	3/8"	112.35	224.70	20	80	70	90
4.75	# 4	224.70	449.40	40	60	50	70
2.36	# 8	196.61	646.01	57.5	42.5	35	50
0.6	# 30	213.47	859.48	76.5	23.5	18	29
0.3	# 50	61.79	921.27	82	18	13	23
0.15	# 100	67.41	988.68	88	12	8	16
0.075	# 200	56.18	1044.86	93	7	4	10
	pan	78.65	1123.5				
	total	1123.50					

Kadar aspal : **6.375%**  
 Kadar filler : **7%** SLUDGE  
 Berat aspal : **76.5** gram  
 Keterangan : Kadar Aspal Optimum

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

\_\_\_\_\_  
 Ir. Iskandar S, MT.

Asal material : Ciereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : Asphalt beton  
 Di kerjakan Oleh : I. Agung Budhi Wibowo 2. Apri Ibmul Kholis

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
6 CM1	60.67	6.383	6	1178	1185	693	492	2.39	2.47	13.73	83.05	3.22	16.95	81.03	3.22	620	2123.50	2289.13	3.75	610.44
6 CM2	61.03	6.383	6	1178	1181	690	491	2.40	2.47	13.76	83.22	3.02	16.78	82.01	3.02	450	1541.25	1648.51	3.30	498.34
6 CM3	60.80	6.383	6	1182	1183	692	491	2.41	2.47	13.81	83.50	2.69	16.70	83.70	2.69	350	1198.75	1287.46	2.75	468.17
								<b>2.40</b>	<b>2.47</b>	<b>13.77</b>	<b>83.26</b>	<b>2.97</b>	<b>16.74</b>	<b>82.24</b>	<b>2.97</b>	<b>473</b>	<b>1621.17</b>	<b>1740.37</b>	<b>3.27</b>	<b>525.65</b>
6 C11	61.17	6.383	6	1182	1184	692	492	2.40	2.47	13.78	83.33	2.89	16.67	82.68	2.89	443	1517.28	1612.86	3.80	424.44
6 C12	61.67	6.383	6	1177	1180	687	493	2.39	2.47	13.69	82.81	3.49	17.19	79.67	3.49	373	1277.53	1337.57	3.70	361.51
6 C13	60.47	6.383	6	1175	1178	689	489	2.40	2.47	13.78	83.35	2.87	16.65	82.76	2.87	473	1620.03	1757.73	3.50	502.21
								<b>2.40</b>	<b>2.47</b>	<b>13.75</b>	<b>83.16</b>	<b>3.08</b>	<b>16.84</b>	<b>81.70</b>	<b>3.08</b>	<b>430</b>	<b>1471.61</b>	<b>1569.39</b>	<b>3.67</b>	<b>429.38</b>
7 CM1	61.07	7.527	7	1175	1178	693	485	2.42	2.45	16.21	82.83	0.95	17.17	94.17	0.95	490	1678.25	1789.01	3.85	464.68
7 CM2	61.00	7.527	7	1184	1187	699	488	2.43	2.45	16.24	82.95	0.81	17.04	95.27	0.81	599	1743.33	1861.87	3.40	547.61
7 CM3	61.13	7.527	7	1178	1181	693	488	2.41	2.45	16.15	82.54	1.31	17.46	92.47	1.31	370	1267.25	1348.35	3.10	434.95
								<b>2.42</b>	<b>2.45</b>	<b>16.20</b>	<b>82.78</b>	<b>1.02</b>	<b>17.22</b>	<b>94.07</b>	<b>1.02</b>	<b>456</b>	<b>1562.94</b>	<b>1666.41</b>	<b>3.45</b>	<b>482.41</b>
7 C11	60.50	7.527	7	1183	1187	697	490	2.41	2.45	16.16	82.55	1.30	17.45	92.37	1.30	512	1753.60	1909.90	5.00	380.18
7 C12	61.00	7.527	7	1177	1181	693	488	2.41	2.45	16.14	82.47	1.39	17.53	92.17	1.39	310	1061.75	1133.95	2.80	404.98
7 C13	61.07	7.527	7	1187	1189	700	489	2.43	2.45	16.24	83.00	0.76	17.00	95.37	0.76	358	1260.40	1343.59	3.40	395.17
								<b>2.42</b>	<b>2.45</b>	<b>16.18</b>	<b>82.67</b>	<b>1.15</b>	<b>17.33</b>	<b>93.39</b>	<b>1.15</b>	<b>396.67</b>	<b>1358.58</b>	<b>1459.48</b>	<b>3.73</b>	<b>393.44</b>

t = Tebal Benda Uji  
 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 (isi) d-e  
 g = Berat isi c/f  
 h = B J Maksimum { 100 : (% Agr/Bj. Agr + % Asp/Bj. Asp)  
 i = (b x g) : Bj Asp  
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat  
 k = Jumlah kandungan rongga (100 - j)  
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)  
 m = Rongga yang terisi aspal (VFW/A) 100 x (i/f) ( % )  
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - {100 x (g/h) ( % ) }  
 o = Pembacaan arloji stabilitas  
 p = o x kalibrasi proving ring  
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (Kg)

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)  
 QM = Quinton Marshal (Kg/mm)  
 Suhu pencampuran = ± 160°C  
 Suhu pemadatan = ± 140°C  
 Suhu waterbath = ± 60°C  
 B.J Aspal = 1.046  
 B.J Agregat = 2.71 ( 8 % ) & 2.72 ( 7 % )

Yogyakarta, 2 Januari 2003  
 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.

Asal material : Clereng Kulon Progo  
 Jenis Campuran : Asphalt beton  
 Di kerjakan Oleh : 1. Agung Budhi Wibowo 2. Apri Ibnu Kholis

### HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
6.SM.1	62.50	6.452	6	1168	1172	670	502	2.327	2.453	13.345	81.486	5.167	18.514	72.088	5.167	630	2157.75	2211.7	3	737.231
6.SM.2	63.16	6.452	6	1167	1173	670	503	2.320	2.453	13.308	81.255	5.437	18.745	70.995	5.437	617	2113.225	2131.2	2.4	887.995
6.SM.3	62.50	6.452	6	1168	1174	670	504	2.317	2.453	13.293	81.163	5.544	18.837	76.570	5.544	643	2202.275	2235.3	3.2	698.534
6.SM.1	62.73	6.486	6	1170	1176	670	506	2.312	2.453	13.263	80.981	5.756	19.019	69.736	5.756	550	1883.75	1919.5	3.9	492.190
6.SM.2	62.43	6.486	6	1177	1183	671	509	2.312	2.453	13.264	80.985	5.751	19.015	69.756	5.751	420	1438.5	1475.9	3.5	421.686
6.SM.3	62.60	6.486	6	1172	1177	671	506	2.316	2.453	13.285	81.119	5.595	18.881	70.367	5.595	507	1736.475	1774.7	2.2	876.672
7.SM.1	62.63	7.568	7	1179	1181	686	495	2.382	2.417	15.940	82.622	3.439	17.378	91.721	1.439	510	1746.75	1785.2	3.3	540.963
7.SM.2	62.70	7.568	7	1179	1181	685	496	2.377	2.417	15.907	82.455	3.637	17.545	90.667	1.637	548	1876.9	1914.4	3.3	580.133
7.SM.3	63.03	7.568	7	1189	1195	690	505	2.354	2.417	15.756	81.673	2.571	18.327	85.972	2.571	486	1664.55	1684.5	5	376.995
7.SM.1	63.73	7.609	7	1183	1189	684	505	2.343	2.395	15.677	81.261	3.063	18.739	83.657	2.189	316	1082.3	1062.8	3.25	327.021
7.SM.2	63.46	7.609	7	1179	1185	684	501	2.353	2.395	15.747	81.632	2.619	18.368	85.741	1.741	442	1513.85	1515.4	3	515.121
7.SM.3	64.00	7.609	7	1173	1180	673	507	2.314	2.395	15.483	80.256	4.261	19.744	78.418	3.398	442	1513.85	1453.3	2.8	519.034
								<b>2.336</b>	<b>2.395</b>	<b>15.636</b>	<b>81.050</b>	<b>3.314</b>	<b>18.750</b>	<b>82.605</b>	<b>2.443</b>	<b>400</b>	<b>1370.000</b>	<b>1343.826</b>	<b>3.017</b>	<b>450.392</b>

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gram)

d = Berat basah jenuh (SSD) (gram)

e = Berat dididihkan (g.am)

f = Volume (isi) d-e

g = Berat isi c/f

h = B.J Maksim. =  $100 \times \left( \frac{c}{e} \times \text{Agr} \right) - \% \text{ Asp} \left( \frac{b}{a} \right) \times \text{Asp}$

i =  $(b \times g) \div \text{Bj Asp}$

j =  $(100 - b) \times g \div \text{Bj Agregat}$

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

l = Rongga terhadap agregat  $(100 - j)$

m = Rongga yang terisi aspal  $(VFWA) 100 \times (i/l) (\%)$

n = Rongga yang terisi campuran  $100 - \{100 \times (i/l) (\%)\}$

o = Pembacaan arloji stabilitas

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

q =  $p \times \text{koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)}$

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)

QM = Quention Marshal (kg/mm)

Suhu pencampuran =  $\pm 160^\circ\text{C}$

Suhu penadatan =  $\pm 140^\circ\text{C}$

Suhu waterbath =  $\pm 60^\circ\text{C}$

B.J Aspal = 1.946

B.J Agregat

2.634 (6%) & 2.681 (7%)

Yogyakarta, 2 Januari 2005

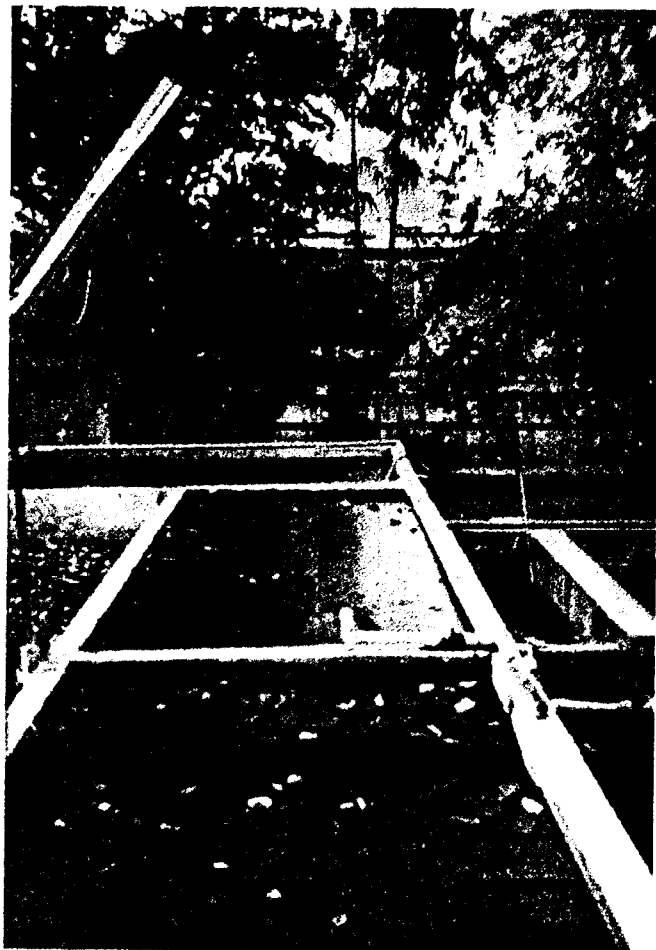
Kenala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S. MT.

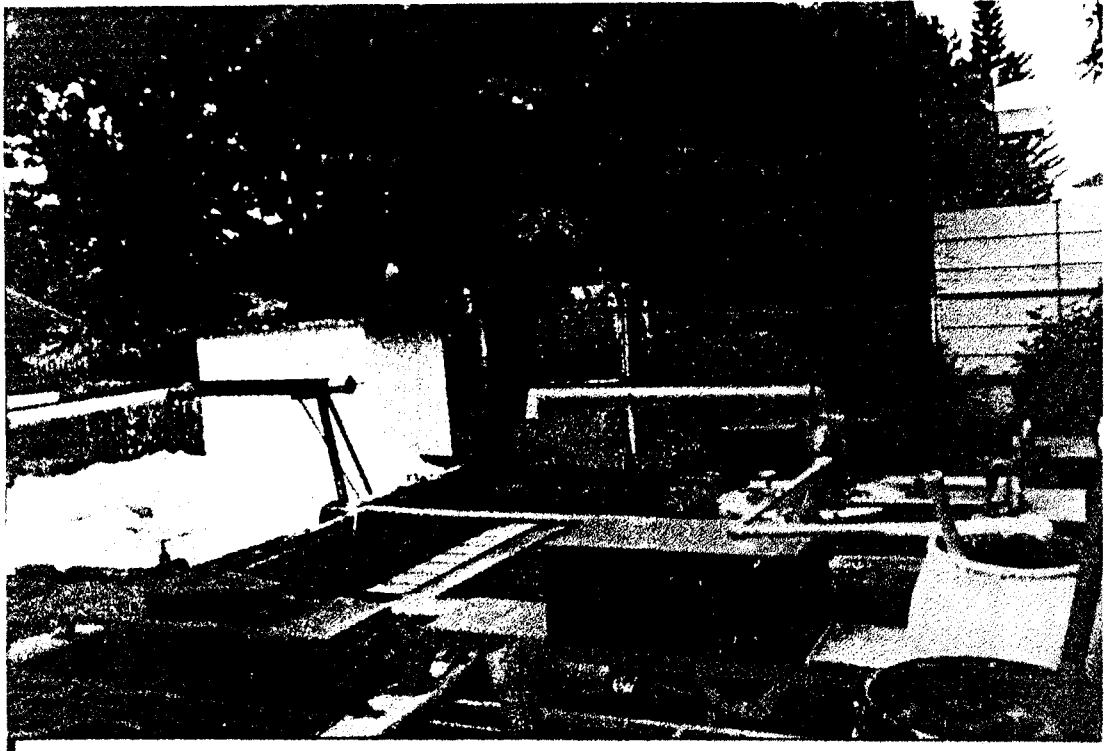




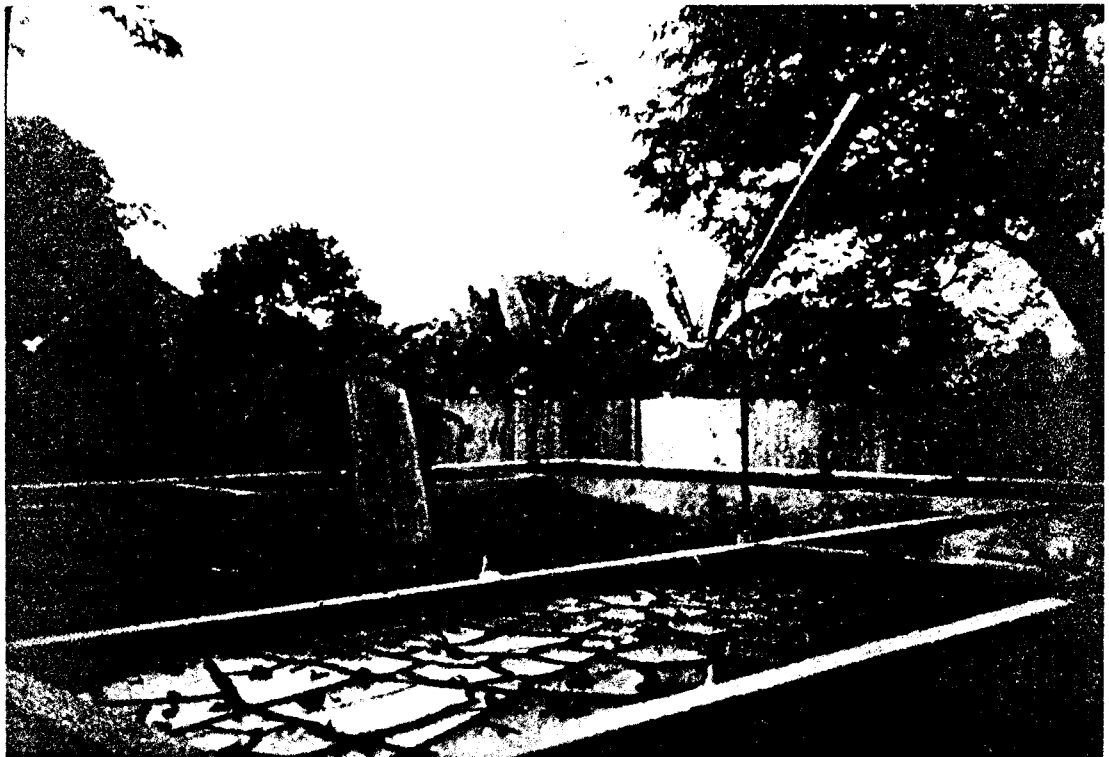
Instalasi Pengolahan Limbah Padat (*Sludge*)



Bak Pengeringan *Sludge*



Instalasi Pengolahan Limbah Padat (*Sludge*)



Bak Pengeringan *Sludge*

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1.	APRI IBNU KHOLIS	97511114	TRANSPORTASI
2.	AGUNG BUDHI WIBOWO	97511137	TRANSPORTASI

**JUDUL TUGAS AKHIR:**

*Perbandingan antara konsep porteng dan limbah padat industri tekstil (studi) dalam keolahannya sebagai filler pada membran A.C. (Asphalt Concrete).*

**PERIGDE IV : JUNI - NOPEMBER  
TAHUN : 2001/ 2002**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nop.
1.	Pendaftaran						
2.	Penerbitan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBING I  
DOSEN PEMBIMBING II

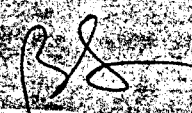
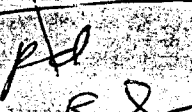
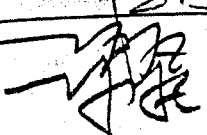
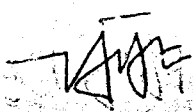
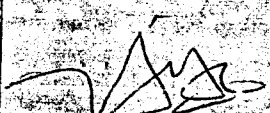
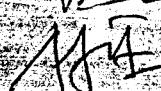
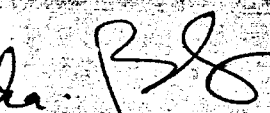
**IR. H. BACHNAS, MSc**  
**IR. MIPTAHUL FAUZIAH, MT.**

Yogyakarta, **24 AGUSTUS 2002**  
a.n. Dekan,

*[Signature]*  
**IR. H. MUNADHIR, MS.**



## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	17-09-02	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proposal, perbaikan yg diberi tanda.</li> <li>Tata tulis di perbaikan.</li> </ul>	
	17-10-02	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ace dikonsultasikan pd Pembimbing II.</li> </ul>	
	21 Oct 28 Okt 02	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ungkapan dan perbaikan dipersiapkan 9 seminar</li> </ul>	
	05-02-03	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perbaiki:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Gambar → pd KAO</li> <li>Pembahasan - berikan alasan</li> <li>Distribusi</li> </ul> </li> </ul>	
	15 Feb 03	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perbaiki Pblan 876 &amp; flow</li> <li>lengkap D, G, I, lamp, P, qm</li> </ul>	
	20/05/03	Ice JP I	
	24/2-03	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ungkapan bagian yg diau harus ada dalam daftar pustaka.</li> </ul>	
	21/11/03	Ace - Lb. S. Tang	