

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	15 Februari 2007
NO. JUDUL :	002219
NO. INV. :	57200 214001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PENGARUH PENGGUNAAN SEMEN
PORTLAND DAN LIMBAH PADAT (*SPENT CATALYST*) DARI
RESIDUE CATALITIC CRACKING (RCC) UNIT 15
PERTAMINA UP VI BALONGAN SEBAGAI *FILLER* PADA
KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS B**



Disusun Oleh :

DIMAS ARIESTA MINTARSO

00 511 097

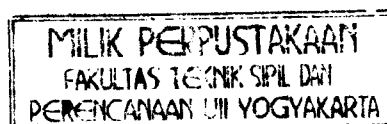
RIZKI PUTRA PAMUNGKAS

01 511 329

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

JOGJAKARTA

2006



MOTTO

“.....Allah pasti akan mengangkat orang yang beriman dan berilmu pengetahuan diantara kamu beberapa tingkat lebih tinggi.....”

(QS. AL Mujaadilah 58 : 11)

”....Menuntut ilmu adalah wajib hukumnya bagi muslim laki-laki maupun muslim perempuan...”

(HR. Bukhori Muslim)

”...Akan lebih baik adalah orang yang dalam kehidupannya dapat bermanfaat bagi orang lain dan sedikit mudhorotnya....”

”.....Manusia yang beruntung adalah manusia yang dalam hidupnya hari ini lebih baik dari hari kemarin.....”

”.....Gunakanlah waktu luangmu sebaik-baiknya sebelum datang waktu sempitmu.....”

Jenius adalah satu persennya, kerja keras merupakan kunci sukses dan keberhasilan (Einstein)

Hasil Kerja Keras ini Kupersembahkan Kepada :

Allah SWT atas rahmat dan nikmat-Nya

Junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membebaskan umat manusia dari kejahiliyah-an.....

Kedua orang tua, Ayahku S. Suhardi dan Ibuku Maemunatun yang telah memberikan kasih sayang dan do'a

Mba Wiwit, Mba Cicie, Mba Oni, Mas Opik, Mas Budi, Dika, Naura, Mbah Kakung & Mbah Putri dan seluruh keluarga besar di Cilacap, Purwokerto, Jakarta yang telah memberikan motivasi dan semangat I Love You Forever My Family.....

Buat keluarga yang di gandasuli dan Rizky Febriani makasih banget atas perhatian, masukan, nasehat dan Kasih sayangnya.....

Temen-temen Civil 2001, temen-temen Kost, temen-temen dikampus dan temen-temen di purwokerto makasih banget ya atas semua kebaikannya.....

Dan semua pihak yang belum tertulis, saya berterima kasih telah membantu sehingga laporan TA ini dapat terselesaikan juga....

Rizki Putra Pamungkas

01 511 329

Hasil Kerja Keras ini Kupersembahkan Kepada :

Allah SWT atas rahmat dan nikmat-Nya

Junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membebaskan umat manusia dari kejahiliyahan.....

Kedua orang tua, Ayahku B. Widji Mintarso, SH dan Ibuiku Sumirah yang telah memberikan kasih sayang, semangat dan do'a

Mba Ani, Mas Dedi, Mba Ena, Mas Wawan, ponakanaku Ebil dan Jendra, Kel. Besar Mbah Wariyun dan Mbah Hadi di Purwokerto, Oom dan Tanteiku semua, sepupuku yang baik – baik, terima kasih untuk semangat dan dukungan yang tulus

Buat adekku Amalia Indriyani, smoga aja ga ada yang salah mmilih, adek datang pada saat yang tepat...

My Bro Apink, Ipunk, Abe, Nanda dan semuanya di TB4, temen2 kosku di Palagan, Mas Tata, Ms Yoni, Mas Yantz, Ms Y2n dan semua saja yang sering rembugan di rumah keduaku, makasih ya bro!! Ayo tetap semangat...

Andi, Andri, Hendra, dan semua yang pada nongkrong di Kalibener, kalo ga ada kalian semua ga rame dub..!

Dan semua pihak yng telah banyak membantu yang tidak bisa ditulis satu persatu, pokoknya matur engkyu banget nggih....TULUS...

Dimas Ariesta Mintarso

00 511 097

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya hingga penyusun dapat melaksanakan serta menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta. Dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini sebelumnya penyusun telah melakukan penelitian dan analisis, serta proses penyempurnaan laporan.

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk meningkatkan dan mengembangkan kemampuan serta pemahaman mahasiswa dalam aplikasi teori ilmu teknik sipil dalam aplikasi di lapangan, khususnya dalam hal perancangan, perencanaan dan pelaksanaan pada suatu proyek transportasi. Dengan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat memahami secara lebih baik tentang aplikasi ilmu teknik sipil sebagai salah satu bekal untuk memasuki dunia kerja.

Selama melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir, penyusun mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada.

1. Dr.Ir H. Rusardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing.
4. Ir. H. Bachnas, M.Sc, selaku Dosen Penguji.
5. Berlian Kushari, ST ,M.Eng, selaku Dosen Penguji.
6. Sukamto .H.M dan Pranoto, selaku petugas Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Kedua Orang Tua kami yang telah banyak mengorbankan waktu materi serta bimbingan dan dukungannya.
8. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang diberikan dapat diterima dan mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini belum dapat dikatakan sempurna karena masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
INTISARI.....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III. LANDASAN TEORI.....	13
3.1 Perkerasan Jalan	13
3.2 Karakteristik Perkerasan	14

3.3 Bahan Perkerasan	16
3.4 Pengertian <i>Hot Rolled Sheet</i> (HRS)	16
3.5 Bahan Penyusun <i>Hot Rolled sheet B</i> (HRS B).....	17
3.5.1 Agregat	18
3.5.2 <i>Filler</i>	23
3.5.3 Aspal.....	25
3.6 Limbah Padat Industri PERTAMINA (<i>Spent Catalyst</i>).....	27
3.7 Percobaan <i>Marshall</i>	28
3.7.1 Karakteristik Percobaan <i>Marshall</i> (<i>Marshall Test</i>).....	31
3.7.1.1 Stabilitas (<i>Stability</i>).....	31
3.7.1.2 Kelelahan plastis (<i>Flow Indeks</i>).....	31
3.7.1.3 <i>Density</i>	31
3.7.1.4 Rongga Pada Campuran (<i>Void In The Mix</i>).....	32
3.7.1.5 Rongga Terisi Aspal (<i>Void Filled with Asphalt</i>).....	33
3.7.1.6 Rongga Udara di antara Partikel Agregat dalam Campuran (<i>Void In Mineral Agregat</i>)	33
3.7.1.7 <i>Marshall Quotient</i>	34
3.7.2 <i>Marshall Rendaman</i> (<i>Immersion Test</i>).....	35
3.8 Modulus Kekakuan	35
3.8.1 Kekakuan Bitumen (<i>Bitumen Stiffness</i>).....	35
3.8.2 Kekakuan Campuran (<i>Mix Stiffness</i>).....	38
3.8.2.1 Metode Shell.....	39
3.8.2.1 Metode Heukellom dan Klomp	42

BAB IV. METODE PENELITIAN	43
4.1 Lokasi, Bahan, dan Alat Penelitian	43
4.1.1 Lokasi Penelitian	43
4.1.2 Bahan Penelitian.....	43
4.1.3 Alat Penelitian	44
4.2 Proses Penelitian	46
4.2.1 Spesifikasi dan Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus	49
4.2.1.1 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles	49
4.2.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	49
4.2.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	49
4.2.1.4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	50
4.2.1.5 Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	50
4.2.1.6 Pemeriksaan Analisa Saringan	50
4.2.1.7 Pemeriksaan Peresapan Agregat Terhadap Air	50
4.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bitumen (Aspal).....	51
4.2.2.1 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar	51
4.2.2.2 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	51
4.2.2.3 Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	52
4.2.2.4 Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL4	52
4.2.2.5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal.....	52
4.2.2.6 Pemeriksaan Daktilitas	52
4.2.3 Prosedur Pelaksanaan	55

4.2.3.1 Perencanaan Campuran dan Perencanaan Jumlah Benda Uji.....	55
4.2.3.2 Pembuatan Benda Uji	56
4.2.3.3 Prosedur Pengujian	57
4.3 Analisis.....	58
BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	63
5.1 Hasil Penelitian Laboratorium	63
5.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan	63
5.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji	65
5.1.3 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran Aspal – <i>Spent Catalyst</i> , Aspal – Clereng, Aspal – Semen Portland	78
5.2 Pembahasan.....	80
5.2.1 Stabilitas	80
5.2.2 <i>Flow</i>	84
5.2.3 <i>Void In Total mix (VITM)</i>	86
5.2.4 <i>Void Filled With Asphalt (VFWA)</i>	88
5.2.5 <i>Void In Mineral Agregat (VMA)</i>	91
5.2.6 <i>Density</i>	94
5.2.7 <i>Marshall Quotient</i>	96
5.2.8 <i>Immertion Test</i>	98
5.2.9 Tinjauan Campuran Aspal – <i>Spent Catalyst</i> , Aspal – Clereng dan Aspal – Semen Portland	101

5.3 Modulus Kekakuan	103
5.3.1 Kekakuan Bitumen (<i>Bitumen Stiffness</i>).....	103
5.3.1.1 Kekakuan Bitumen dengan Menggunakan	
Nomogram Van Der poel	103
5.3.1.2 Kekakuan bitumen dengan Menggunakan	
Persamaan ullidz.....	104
5.3.2 Kekakuan Campuran (<i>Mix Stiffness</i>).....	105
5.3.2.1 Kekakuan dengan Metode Shell.....	105
5.3.2.2 Kekakuan dengan Metode	
Heukellom dan Klomp.....	109
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	117
6.1 Kesimpulan.....	117
6.2 Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Nomogram Van Der Poel.....	37
Gambar 3.2	Nomogram Penentuan Kekakuan Campuran Bonnaure.F	41
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian Laboratorium	47
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian Laboratorium	48
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal	66
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Flow</i> dan Kadar Aspal.....	66
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dan Kadar Aspal.....	67
Gambar 5.4	Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dan Kadar Aspal	68
Gambar 5.5	Grafik Hubungan Antara Nilai MQ dan Kadar Aspal	68
Gambar 5.6	Grafik Hubungan Antara Nilai <i>Density</i> dan Kadar Aspal.....	69
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dan Kadar Aspal.....	70
Gambar 5.8	Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	81
Gambar 5.9	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	85
Gambar 5.10	Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	87
Gambar 5.11	Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	90

Gambar 5.12	Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	93
Gambar 5.13	Grafik Hubungan <i>Density</i> dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	95
Gambar 5.14	Grafik Hubungan <i>Marshall Quotient</i> dengan Kadar Aspal Campuran HRS B.....	97
Gambar 5.15	Grafik Hubungan Nilai Penetrasi Campuran Aspal – <i>Spent Catalyst</i> , Aspal – Clereng dan Aspal – Semen Portland.....	102
Gambar 5.16	Grafik Hubungan Kekakuan Campuran Menggunakan Metode Shell dengan Kadar Aspal Campuran HRS B	109
Gambar 5.17	Grafik Hubungan Kekakuan Campuran Menggunakan Metode Heukellom dan Klomp dengan Kadar Aspal Campuran HRS B	115

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS B	20
Tabel 3.2 Persyaratan Aspal Keras	26
Tabel 3.3 Pemeriksaan Senyawa atau Unsur Kimia dan Logam Berat <i>Spent Catalyst</i> RCC Pertamina	28
Tabel 3.4 Pemeriksaan Senyawa atau Unsur Kimia Semen Portland Nusantara	28
Tabel 3.5 Persyaratan Kualitas <i>Marshall</i> Campuran	34
Tabel 4.1 Spesifikasi Pemeriksaan Agregat Kasar	53
Tabel 4.2 Spesifikasi Pemeriksaan agregat Halus	53
Tabel 4.3 Spesifikasi aspal AC 60/70	54
Tabel 4.4 Persyaratan HRS B	54
Tabel 4.5 Jumlah Benda Uji untuk Variasi Kadar Aspal	55
Tabel 4.6 Jumlah Benda Uji untuk <i>Immersion Test</i> untuk Kadar Aspal Optimum	56
Tabel 4.7 Koreksi Tebal Benda Uji	60
Tabel 5.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	63
Tabel 5.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	64
Tabel 5.3 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60/70	64
Tabel 5.4 Persyaratan Lapis Aspal Beton untuk Lalu Lintas Berat	65
Tabel 5.5 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS B <i>Filler</i> Clereng	71

Tabel 5.6 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Ccampuran HRS B	
<i>Filler</i> Semen Portland.....	72
Tabel 5.7 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Campuran HRS B	
<i>Filler Spent Catalyst</i>	73
Tabel 5.8 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS B Menggunakan	
<i>Filler</i> Clereng.....	74
Tabel 5.9 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS B Menggunakan	
<i>Filler</i> Semen Portland.....	75
Tabel 5.10 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS B Menggunaka	
<i>Filler Spent Catalyst</i>	76
Tabel 5.11 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dan <i>Immersion</i> untuk campuran	
HRS B <i>Filler</i> Clereng	77
Tabel 5.12 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dan <i>Immersion</i> untuk campuran	
HRS B <i>Filler</i> Semen Portland.....	77
Tabel 5.13 Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dan <i>Immersion</i> untuk campuran	
HRS B <i>Filler Spent Catalyst</i>	78
Tabel 5.14 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran	
aspal – <i>spent catalyst</i>	79
Tabel 5.15 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran	
Aspal - Clereng	79
Tabel 5.16 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran	
Aaspal – Semen Portland	79
Tabel 5.17 Nilai Stabilitas (kg) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	80

Tabel 5.18	Nilai <i>Flow</i> (mm) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	84
Tabel 5.19	Nilai VITM (%) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	87
Tabel 5.20	Nilai VFWA (%) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	89
Tabel 5.21	Nilai VMA (%) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	92
Tabel 5.22	Nilai <i>Density</i> (gr/cc) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	95
Tabel 5.23	Nilai <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) Campuran HRS B Hasil <i>Marshall Test</i>	97
Tabel 5.24	Nilai Stabilitas (kg) Campuran HRS B Kadar Aspal Optimum	98
Tabel 5.25	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>Filler Spent Catalyst</i> dengan Metode Shell	107
Tabel 5.26	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>Filler Semen Portland</i> dengan Metode Shell	108
Tabel 5.27	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>filler Clereng</i> dengan Metode Shell	108
Tabel 5.28	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>Filler Spent Catalyst</i> dengan Metode Heukellom dan Klomp	114
Tabel 5.29	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>Filler Semen Portland</i> dengan Metode Heukellom dan Klomp.	114
Tabel 5.30	Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan <i>Filler Clereng</i> dengan Metode Heukellom dan Klomp	115

DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	Lamp.1.1
Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	Lamp.1.2
Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)	Lamp.1.3
Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	Lamp.1.4
Pemeriksaan Sand Equivalent Data	Lamp.1.5
Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	Lamp.2.1
Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	Lamp.2.2
Pemeriksaan Titik Lembek aspal	Lamp.2.3
Pemeriksaan Daktilitas (<i>Ductility</i>) / Residu	Lamp.2.4
Pemeriksaan Penetrasi aspal	Lamp.2.5
Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL4 (<i>Solubility</i>)	Lamp.2.6
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – <i>Spent Catalyst</i> Kadar Aspal 6 %	Lamp.2.7
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – <i>Spent Catalyst</i> Kadar Aspal 6,5 %	Lamp.2.8
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – <i>Spent Catalyst</i> Kadar Aspal 7 %	Lamp.2.9
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – <i>Spent Catalyst</i> Kadar Aspal 7,5 % ..	Lamp.2.10
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – <i>Spent Catalyst</i> Kadar Aspal 8 %	Lamp.2.11
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Clereng Kadar Aspal 6 %	Lamp.2.12
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Clereng Kadar Aspal 6,5 %	Lamp.2.13
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Clereng Kadar Aspal 7 %	Lamp.2.14

Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Clereng Kadar Aspal 7,5 %	Lamp.2.15
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Clereng Kadar Aspal 8 %	Lamp.2.16
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Semen Portland Kadar Aspal 6 % ..	Lamp.2.17
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Semen Portland Kadar Aspal 6,5 %	Lamp.2.18
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Semen Portland Kadar Aspal 7 % ..	Lamp.2.19
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Semen Portland Kadar Aspal 7,5 %	Lamp.2.20
Pemeriksaan Penetrasi Aspal – Semen Portland Kadar Aspal 8 % ..	Lamp.2.21
Pemeriksaan Berat Jenis <i>Spent Catalyst</i>	Lamp.3.1
Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland	Lamp.4.1
Pemeriksaan Berat Jenis Clereng	Lamp.5.1
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	Lamp.6.1
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	Lamp.6.2
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	Lamp.6.3
Pemeriksaan <i>Marshall Test Filler</i> Clereng	Lamp.7.1
Pemeriksaan <i>Marshall Test Filler</i> Semen Portland	Lamp.7.2
Pemeriksaan <i>Marshall Test Filler Spent Catalyst</i>	Lamp.7.3
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus HRS B (KAO)	Lamp.8.1
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus HRS B (KAO)	Lamp.8.2
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus HRS B (KAO)	Lamp.8.3
Pemeriksaan <i>Marshall Test dan Immersion Test Filler</i> Clereng	Lamp.9.1
Pemeriksaan <i>Marshall Test dan Immersion Test Filler</i> Semen Portland	Lamp.9.2

Pemeriksaan *Marshall Test* dan

Immersion Test Filler Spent Catalyst Lamp.9.3



INTISARI

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi penggunaan limbah padat industri Pertamina (spent catalyst) sebagai filler pada campuran HRS B, dengan parameter stabilitas, flow, density, VITM, VFWA, dan Marshall Quotient. Hasilnya dibandingkan dengan campuran HRS B yang menggunakan filler semen Portland dan yang menggunakan filler abu batu dari Clereng Kulon Progo.

Bahan yang digunakan berupa agregat kasar dan halus dari Clereng Kulon Progo, filler berupa limbah padat industri Pertamina (spent catalyst) dari hasil Residue Catalitic Cracking (RCC) Unit 15 Pertamina UP VI Balongan Indramayu dan sebagai pembanding digunakan filler semen Portland Merek Nusantara dan filler abu batu Clereng Kulon Progo. Aspal berupa AC 60-70 produksi Pertamina dengan variasi kadar aspal 6%-8% dengan interval 0,5%. Benda uji dibuat berdasarkan gradasi CQCMU, Bina Marga 1998 untuk lalu lintas berat, pengujian dengan Metode Marshall. Kadar Aspal Optimum yang dicapai adalah 7,175% untuk campuran HRS B yang menggunakan filler Clereng, 6,475% untuk campuran HRS B yang menggunakan filler semen Portland dan 6,7% untuk campuran HRS B yang menggunakan filler spent catalyst. Benda uji pada Kadar Aspal Optimum selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode Marshall dan Immersion.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan filler spent catalyst sebagai filler dalam campuran HRS B yang dibandingkan dengan filler Clereng dan filler semen Portland memiliki nilai stabilitas yang masih masuk dalam batas minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga 1987, dan untuk parameter lainnya pun masih masuk spesifikasi Bina Marga 1987.

Limbah padat industri Pertamina (spent catalyst) dapat menjadi alternatif bahan pengisi (filler) pada campuran HRS B karena dapat memenuhi spesifikasi karakteristik yang disyaratkan oleh Bina Marga.

Kata-kata kunci (Keys Word) : Filler, Spent Catalyst, Marshall Test, Immersion Test, HRS B.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan memegang peranan penting dalam melancarkan transportasi manusia dan barang. Pembangunan dan peningkatan jalan seyogyanya mendapat perhatian yang serius agar dapat melayani arus transportasi yang memenuhi syarat, baik secara teknis maupun ekonomis serta dapat memberikan keselamatan dan kenyamanan bagi lalulintas. Seiring dengan perkembangan transportasi tersebut, dibutuhkan material-material konstruksi yang lazim digunakan dengan tujuan antara lain mengurangi biaya konstruksi tanpa mengurangi syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu konstruksi. Dalam hal ini Direktorat Jendral Bina Marga *CQCMU (Central Quality Control and Monitoring Unit)* mempunyai rencana pengembangan campuran bahan perkerasan dengan tujuan menetapkan penggabungan gradasi agregat senjang yang ekonomis dan campuran agregat aspal dengan :

- a) bitumen yang cukup untuk menjamin keawetan,
- b) stabilitas yang memadai sehingga memenuhi kebutuhan lalulintas tanpa terjadi distorsi atau terjadi pemindahan, cukup mudah dikerjakan dan untuk

kadar yang kecil (4,5 sampai 7,5 % dari total campuran) namun memegang peranan penting terutama untuk meningkatkan luas permukaan agregat total yang terselimuti aspal dan meningkatkan fleksibilitas dan durabilitas campuran.

Dewasa ini industri Pertamina melakukan kegiatan produksi minyak bumi atau minyak mentah (*crude oil*) menjadi produk jadi yang siap digunakan masyarakat serta dapat diekspor berupa produk yang bisa dimanfaatkan, selain dapat menghasilkan devisa negara juga sebagai modal untuk pembangunan bangsa dan negara, kegiatan tersebut juga menghasilkan limbah dari kegiatan pemrosesan. Limbah tersebut berupa *spent catalyst* yang limbah ini masih mengandung beberapa senyawa lainnya seperti senyawa yang mengandung *Sulfur*, *Nitrogen*, *Oksigen*, dan logam-logam termasuk logam berat. *Spent catalyst* itu sebelum menjadi limbah bermanfaat sebagai bahan pemurnian minyak mentah (*Crude Oil*) menjadi minyak olahan seperti bensin, solar, minyak tanah, dan bahan olahan lainnya.

Sebagai sumber minyak bumi memiliki banyak manfaat efisien dan ekonomis. Tetapi apabila limbah *spent catalyst* termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang terbuang ke lingkungan tanpa adanya proses terlebih dahulu maka akan menjadi pencemar yang berbahaya. Pemanfaatan yang baik akan mengurangi limbah bahan berbahaya dan beracun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas juga akan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam. Namun pemanfaatan suatu limbah B3 harus didahului oleh suatu penelitian yang mencakup berbagai aspek seperti aspek kesehatan manusia dan lingkungan.

Istilah solidifikasi ini dikenal pada pengolahan padat, yaitu suatu metode untuk mengubah limbah yang berbentuk padatan halus menjadi padat dengan menambahkan bahan pengikat (*binder*). Tujuannya adalah untuk mengubah limbah yang bersifat berbahaya menjadi tidak berbahaya karena permeabilitasnya berkurang dan kekuatan fisiknya meningkat, sehingga mudah diangkut dan disimpan atau ditimbun. Metode ini dilatar belakangi dari suatu kenyataan bahwa bahan yang berbahaya dan beracun tingkat bahayanya paling tinggi bila berbentuk gas dan paling rendah bila berbentuk padat (Conor, RJ,1990).

Dalam rangka untuk ikut serta dalam menyelesaikan permasalahan diatas, maka diperlukan solusi yang saling menguntungkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah memanfaatkan limbah padat *spent catalyst* sebagai alternatif *filler* pada campuran *Hot Rolled Sheet B* (HRS B) dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *spent catalyst* dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *filler* semen Portland pada campuran HRS B dengan *filler* abu batu sebagai standar acuan sesuai dengan persyaratan Bina Marga. Penelitian ini juga dilakukan untuk menentukan kekakuan bitumen dan kekakuan campuran.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan bermanfaat untuk mendapatkan alternatif pengganti semen Portland dan abu batu sebagai *filler* dengan bahan lain yang lebih murah dan sekaligus memanfaatkan limbah industri dalam hal ini limbah padat Pertamina, *spent catalyst*.

1.4 Batasan Masalah

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

- 1) Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang untuk campuran HRS B berdasarkan CQCMU (*Central Quality Control and Monitoring Unit*) Bina Marga 1998.
- 2) Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%.
- 3) *Filler* yang digunakan adalah limbah padat industri Pertamina (*spent catalyst*) berasal dari Unit 15 Pertamina UP Balongan yang lolos saringan no.200 dan semen Portland merek Nusantara tipe I dan sebagai pembanding abu batu dari Clereng Kulon Progo dengan kadar 5 %.
- 4) Penelitian hanya berdasarkan pada *Marshall Test* dan *Immersion Test*.
- 5) Pengujian dilakukan terhadap sifat fisik tanpa membahas unsur kimia bahan yang terkandung dalam bahan-bahan.

- 6) Perilaku yang dipelajari yaitu Stabilitas, *Flow*, *Density*, VFWA, VITM, VMA, dan *Marshall Quotient* dari ketiga jenis benda uji dan menentukan modulus kekakuan bitumen menurut Van Der Poel dan Ullidz serta modulus kekakuan campuran dengan metode Shell dan metode Heukellom dan Klomp.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

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 *dolomite* atau semen Portland. *Filler* harus dalam keadaan kering dengan kadar air maksimum 1 % (Petunjuk pelaksanaan laston untuk jalan raya (SKBI – 2.4.26.1987). *Filler* menurut Tomiharjo (1995) mempengaruhi karakteristik lapisan aspal beton antara lain :

- a) meningkatkan kepadatan dalam campuran laston,
- b) sebagai bagian dari agregat *filler* akan mengisi rongga dan akan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga meningkatkan kekuatan kualitas campuran laston,
- c) jika dicampur aspal *filler* akan menjadi bahan ikat yang mempunyai nilai konsistensi tinggi sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran laston,
- d) sifat-sifat aspal (daktilitas, penetrasi dan viskositas) diubah secara drastis oleh *filler* walaupun kadarnya relatif rendah dibandingkan jika dalam campuran laston.

Beberapa penelitian tentang penggunaan *filler* pada lapis perkerasan lentur telah dilakukan dengan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan *filler* akan mempengaruhi karakteristik campuran aspal beton.

Agus Taufik Mulyono (1996) dengan topik “ Pengaruh Variasi Jenis dan Kadar *filler* Terhadap Stabilitas dan Tingkat Durabilitas HRS (*Hot Rolled Sheet*) kelas B “, Pada penelitian ini dipakai *filler* dari semen, kapur, lanau sungai Krasak Sleman dengan menggunakan metode *Marshall Test*. Dan pada tinjauan kadar *filler* yang sama untuk tiap jenis *filler*, ternyata campuran HRS B dengan *filler* semen memberikan karakteristik stabilitas, durabilitas, dan fleksibilitas yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *filler* kapur dan *filler* lanau sungai.

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 kadar variasi aspal dari 6% sampai 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HRS B dengan menggunakan *filler* keramik lantai dan *filler* semen Portland memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk parameter Stabilitas, *Flow*, VITM, dan VFWA.

Ervin L. Dukatz dan David A. Anderson dari *The Pennsylvania State University, University Park, PA* (1980), dengan penelitiannya yang berjudul "*The Effect of Various Fillers on the Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete*", menyebutkan bahwa perbedaan jenis *filler* akan menyebabkan perbedaan sifat pengerasan jika dicampurkan terhadap beton aspal, namun efek yang terjadi tersebut bukan hanya disebabkan oleh pengaruh gradasi namun juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan sifat kimia dari *filler* tersebut. Selain itu *filler* dengan butiran lebih tebal dari film aspal akan menyebabkan pengikatan antar agregat, sementara *filler* dengan butiran lebih tipis dari film aspal akan menyebabkan pengikatan didalam campuran.

Heru Sapto Adji dan Rahmat Ari Mulyo. W (2001) yang mengambil topik "Perbandingan pengaruh Semen Portland dan Limbah Industri Marmer sebagai *filler* terhadap perilaku *Split Mastic Asphalt (SMA)*", 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 20 menit (standar *Marshall*), satu hari dan empat hari. Kadar serat selulosa dan kadar *filler* yang digunakan masing-masing 0,3% dan 3%, sedangkan parameter yang dibahas adalah nilai-nilai kepadatan (*density*), persentase rongga dalam campuran (VITM), persentase rongga terisi aspal (VFWA), Stabilitas, Kelelehan (*flow*), *Marshall Quotient (MQ)* yang diketahui dengan melakukan *Marshall Test* terhadap benda uji campuran SMA memberi pengaruh pada peningkatan nilai kepadatan, VFWA, Stabilitas dan *Marshall Quotient (MQ)*.

Ilan Ishai, Joseph Craus, and Arieh Sides dari *Technion – Israel Institute of Technology, Haifa* (1980), dengan penelitiannya yang berjudul “*A Model for Relating Filler Properties to Optimal Behavior of Bituminous Mixtures*“, penelitian ini dilakukan untuk melakukan pendekatan empiris dengan konsep mendefinisikan *filler* dalam istilah parameter fisika – kimia baku, merelasikan perilaku mastic terhadap perilaku aktual dari campuran Paving Bitumen. Dalam penelitian ini memperlihatkan Kriteria kuantitatif baik untuk mengklasifikasikan *filler* dalam kaitannya dengan pengaruhnya terhadap perilaku dari campuran. Jenis *filler* yang digunakan adalah batu kaca, batu pasir, *dolomite*, batu kapur, basal, dan batu kapur terhidrasi. *Filler* yang digunakan memiliki ciri geometris dan aktifitas permukaan yang akan mempengaruhi perilaku awal dan daya tahan (durabilitas) dari campuran bitumen. Ketidak teraturan geometris dari *filler* akan dapat dievaluasi secara kualitatif dengan pengamatan mikroskopis atau dievaluasi secara kualitatif dengan analisis dimensi partikel. Aktifitas permukaan dari *filler* Adalah properti kompleks yang biasanya akan terkait dengan karakteristik adsorpsi, adsorpsi selektif, dan aktifitas kimia. Properti ini dipengaruhi oleh komposisi mineralogy dari partikel dan tekstur permukaan.

Nur Susanto Zaenal Arifin dan Djoko Widodo (1996) dengan topik “Penggunaan *filler* dari Batu Kapur dan Cadas untuk campuran Beton Aspal“. Benda uji yang merupakan beton aspal dibuat masing-masing menggunakan *filler* 2%, 4%, 6%, dan 8%. Sifat-sifat campuran beton aspal dievaluasi dengan *Marshall Test* dan hasilnya dibandingkan dengan persyaratan Bina Marga. Dari

hasil penelitian secara umum dapat diambil kesimpulan bahwa *filler* yang menggunakan batu kapur memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Priyo Pratomo (1998) dengan penelitiannya terhadap HRS dengan beberapa jenis *filler* yaitu *fly ash*, kapur, semen, abu batu, dan lanau pada campuran HRS dengan menggunakan metode *Marshall Test*. Menunjukkan bahwa *fly ash* merupakan bahan *filler* terbaik serta semen dan abu batu merupakan bahan alternatif terbaik yang boleh dipakai sebagai *filler*.

S. Huschek and CH. Angst, dari *Swiss Federal Institute of Technology, Zurich*, (1980), dengan penelitiannya yang berjudul "*Mechanical Properties of filler – Bitumen Mixes At High and Low Service Tempertures*", dalam penelitian ini dijelaskan bahwa property mekanis dari pavement jalan bitumen akan bergantung pada properti dari campuran bitumen dengan *fillernya*. Pada suhu tinggi karakteristik deformasi, dari pavement bitumen akan menjadi hal yang sangat penting. Viskositas tertinggi (yang dapat tercapai) merupakan hal yang sangat diharapkan karena akan mempengaruhi resistensi terhadap deformasi *pavement*. Untuk suhu tertentu, viskositas akan dapat ditingkatkan dengan cara mempergunakan bitumen berviskositas tinggi, menambah lebih banyak *filler*, dan memberikan jenis *filler* yang lebih kuat. Keretakan *pavement* yang diakibatkan oleh panas (*Thermo – Cracking*) selalu akan terjadi pada tekanan yang diinduksikan secara termal. Tetapi faktor yang berbeda akan terlihat pada saat keretakan yang diinduksikan secara dinamis, pada kondisi ini diperlihatkan bahwa tekanan retakan dan pemanjangan pada retakan *pavement* akan terkait tidak hanya dengan jenis bitumennya saja, tetapi juga dengan kuantitas dan tipe dari bitumen

yang tercampur dengan *filler*. Pavement bitumen harus dapat menahan ekspansi (pemuaian) yang diinduksikan secara mekanis tanpa menyebabkan kerusakan, bahkan untuk temperatur rendah sekalipun.

Soehartono dan Lisminto (1995) menyatakan dalam penelitiannya bahwa penambahan butiran halus (*filler*) pada gradasi HRS B dapat meningkatkan luas permukaan agregat total sehingga menyebabkan selimut aspal campuran HRS lebih tipis dari pada campuran AC (*Asphalt Concrete*) meskipun kadar aspalnya lebih tinggi.

Stabilitas campuran agregat aspal yang bergradasi senjang sangat tergantung pada kekakuan mortar (Campuran agregat halus, *filler*, dan bitumen) dan bukan pada ikatan antar butiran agregat (BS. 595, 1985).

Dari beberapa penelitian diatas, dapat diambil satu kesimpulan bahwa upaya untuk mengganti bahan penyusun *filler* menunjukkan hasil yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Begitu pula dengan pengujian terhadap *sludge* sebagai pengganti semen paving blok yang mempunyai kecenderungan untuk meningkatkan kuat desak. Dilihat dari penelitian yang telah disebutkan di atas dan dengan melihat bentuk struktur *spent catalyst* yang berbutir halus dan kandungan mineral yang ada di dalamnya maka upaya untuk memanfaatkan *spent catalyst* sebagai *filler* pada campuran perkerasan HRS B bisa dilakukan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah salah satu konstruksi yang terdiri dari beberapa lapis dan terletak diatas tanah dasar, baik berupa tanah asli maupun timbunan yang telah dipadatkan dan berfungsi memikul atau menahan beban lalulintas.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas (Silvia Sukirman, 1992) :

1. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah beton lalulintas sebagian dipikul oleh pelat beton.
2. Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas diatas perkerasan lentur.
3. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasanya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalulintas ke tanah dasar.

Jenis perkerasan yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*), lapis perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan sebagai berikut (*The Asphalt Institute, 1983*):

1. Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan. Tanah dasar pada seluruh lebar jalan dapat berada pada daerah galian, daerah timbunan atau permukaan tanah.
2. Lapis pondasi bawah (*sub base course*), adalah bagian perkerasan yang terletak diatas atau langsung berhubungan dengan tanah dasar.
3. Lapis pondasi atas (*base course*), adalah bagian perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan.
4. Lapis Permukaan (*surface course*), adalah bagian perkerasan yang paling atas. Sebagian lapisan teratas lapisan ini akan berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Untuk itu fungsi ini dapat meliputi segalanya atau sebagian dari fungsi struktural dan fungsi non-struktural.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan adalah sifat-sifat khusus dari suatu perkerasan yang menentukan tinggi rendah mutu suatu perkerasan jalan ditinjau dari keawetan, kekuatan dan kenyamanan dalam melayani lalulintas yang direncanakan. Parameter-parameter dari karakteristik perkerasan jalan antara lain seperti disebutkan berikut ini (*Silvia Sukirman, 1992*).

1. Stabilitas (*Stabililty*)

Stabilitas adalah kemampuan atau ketahanan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan, seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.

2. Keawetan atau Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap iklim dan keausan akibat beban lalu lintas dan juga karena adanya sifat aspal yang dapat berubah karena oksidasi maupun perubahan sifat campuran oleh air.

3. Kelenturan atau Fleksibilitas (*Flexibility*)

Fleksibilitas pada lapisan campuran adalah kemampuan lapis untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

4. Tahanan Geser (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kemampuan dari perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya roda kendaraan selip atau tergelincir, terutama pada waktu permukaan jalan basah.

5. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis perkerasan dalam menerima beban terulang tanpa terjadinya kelelahan berupa alur (*rutting*) dan retak (*cracking*). Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah VITM yang tinggi dengan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat, juga VMA yang tinggi dengan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

6. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan meliputi kemudahan saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan dilokasi pekerjaan, dimana tingkat kesulitan dan hasilnya sangat dipengaruhi oleh penurunan suhu campuran itu sendiri.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan pelaksanaan antara lain :

- a) gradasi agregat, agregat yang bergradasi rapat lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lainnya,
- b) temperatur campuran ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *thermoplastic*,
- c) kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menjadikan pelaksanaan lebih sulit.

3.3 Bahan Perkerasan

Prinsip bahan perkerasan lentur adalah agregat, aspal dan *filler*, maka bahan-bahan tersebut harus memenuhi kriteria atau syarat-syarat yang ditetapkan Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

3.4 Pengertian *Hot Rolled Sheet* (HRS)

Untuk itu lebih spesifik dalam penelitian ini digunakan HRS (*Hot Rolled Sheet*), yang merupakan salah satu jenis perkerasan lentur.

Hot Rolled Sheet (HRS) merupakan lapis penutup yang terdiri atas campuran antara agregat bergradasi timpang (*gap graded*), *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

HRS umumnya dilaksanakan pada jalan yang mulai retak-retak atau mengalami degradasi permukaan.

HRS dibedakan menjadi, yaitu HRS A dan HRS B yang penggunaannya tergantung kepada kebutuhan atau tuntutan lalulintas yang akan lewat. HRS A sama dengan LASTON secara struktural mempunyai kuat dukung yang rendah sehingga sering digunakan sebagai lapis aus permukaan yang dipakai untuk lalulintas sedang dan ringan. Sifat dari HRS A yang paling penting adalah daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan terhadap kelelahan.

Sedangkan HRS B sama dengan bahan LASTON tetapi penggunaannya diperuntukkan untuk daya dukung yang besar, lalulintas padat, kelandaian curam, persimpangan dan daerah lain dimana pelapisan permukaan akan didasarkan pada muatan-muatan roda yang berat dan mempunyai stabilitas tinggi serta mempunyai sifat daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan terhadap kelelahan.

3.5 Bahan Penyusun *Hot Rolled Sheet* B (HRS B)

Bahan utama dari *Hot Rolled Sheet* (HRS B) terdiri agregat dengan bahan ikat aspal dan *filler*. Bahan tersebut harus memenuhi spesifikasi dan persyaratan yang diijinkan agar mendapatkan perkerasan HRS yang berkualitas baik.

3.5.1 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau kombinasi mineral lainnya, baik berupa hasil alam ataupun olahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama perkerasan. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 75 %, 85 % agregat berdasarkan persentase volume dalam suatu campuran (*The Asphalt Institute*, 1983).

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

1. Ukuran dan Gradasi

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

- a) Agregat kasar yang dipergunakan biasanya berupa batu pecah atau kerikil dengan persyaratan sebagai berikut :
 1. keausan agregat bila diperiksa dengan mesin *Los Angeles* pada putaran 500 (PB – 020206 – 76) maksimum 40 % dan
 2. kelekatan terhadap aspal (PB – 0205 – 76), lebih besar 95 %.
- b) Agregat halus yang dipergunakan bisa berupa pasir, *screening* (hasil pemecah batu) atau dari campuran kedua bahan tersebut dengan persyaratan sand equivalent (AASHTO T 176), minimum 50 % dan non plastis.

The Asphalt Institute, 1987 mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi yaitu :

- a) agregat kasar, batuan yang tertahan saringan no. 4 (4,6 mm),
- b) agregat halus, batuan yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 30 (0,59 mm),
- c) mineral pengisi, batuan yang lolos saringan no. 30 dan tertahan saringan no. 200 (0,074 mm),
- d) *filler* atau mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan no. 200.

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

- a) agregat kasar yaitu batuan yang ukurannya lebih besar dari 2 mm atau tertahan saringan no.10,
- b) 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,
- c) mineral *filler* yaitu agregat yang lolos saringan no.200.

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sesuai dengan persyaratan yang ada, maka untuk HRS B saringan yang digunakan adalah $\frac{3}{4}$ "", $\frac{1}{2}$ "", $\frac{3}{8}$ "", #4, #8, #30, #50, #100, #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.

Spesifikasi gradasi agregat HRS B dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS B

Ukuran Saringan	% Berat Lolos Saringan
$\frac{3}{4}$	97-100
$\frac{1}{2}$	70-100
$\frac{3}{8}$	58-80
#4	50-60
#8	46-60
#30	16-60
#50	10-48
#100	3-26
#200	2-8

Sumber. *Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU)*, 1988

Konstruksi *Hot Rolled Sheet* (HRS B) menggunakan *gap graded*. Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada *Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU)* Bina Marga 1998, seperti pada table 3.1. Dalam penelitian ini diambil kadar *filler* dengan 5 % berat lolos saringan.

2. Kekerasan atau Kekuatan Batuan

Batuan yang digunakan untuk suatu lapisan konstruksi harus cukup keras, tetapi disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (degradasi) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (disintegrasi) yang terjadi selama masa pelayanan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi yaitu :

- a) agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,
- b) gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar dari pada gradasi menerus,
- c) partikel kecil akan mengalami degradasi yang lebih kecil dari pada partikel besar,
- d) energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar.

3. Bentuk Butiran

Bentuk butiran merupakan faktor yang penting untuk memperoleh gaya gesek antara batuan dan perkerasan, disamping itu butiran juga berpengaruh pada stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang baik untuk perkerasan adalah yang berbentuk kasar (*rough*), karena akan menghasilkan sudut gesek dalam besar dan lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan antara partikel yang saling mengunci (*interlocking*).

4. Tekstur Permukaan

Batuan kasar (*rough*) memberikan *internal friction*, *skid resistance*, serta kelekatan yang baik pada campuran perkerasan, misalnya batu pecah.

5. Porositas

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan, dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan semakin kecil kekuatan dan kekerasannya, serta memerlukan aspal lebih banyak dengan banyak pori, batuan mudah mengandung air yang dapat mengganggu kelekatan aspal dan batuan.

6. Kebersihan

Kebersihan permukaan batuan sangat penting dalam proses melekatnya antara aspal dengan batuan.

7. Berat Jenis

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.

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

1. *Apparent specific gravity* adalah perbandingan antara volume partikel yang tidak dapat diresapi air.

$$ApparentSG = \frac{W_s}{(V_s + VVi)\gamma_w} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana : W_s = Berat Kering Agregat

V_s = Volume pori yang tidak diresapi

γ_w = Berat jenis

2. *Bulk spesific gravity* adalah berat jenis dimana volume yang diperhitungkan adalah jumlah seluruh volume pori yang ada.

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

Dimana : V_p = Volume pori yang diresapi

V = Total volume agregat

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

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

Dimana : V_c = Volume pori yang tidak diresapi aspal

3.5.2 Filler

Filler adalah batuan halus berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Didefinisikan sebagai fraksi yang lolos saringan no.200 (0,074 mm), biasa berupa debu batu, semen, debu kapur atau bahan lain dan harus dalam keadaan kering (Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987).

Ilan Ishai, Josep Craus, dan Arie Sides, (1980), mengemukakan bahwa *filler* memiliki ciri geometris dan aktifitas permukaan yang akan mempengaruhi perilaku awal dan daya tahan (durabilitas) dari campuran.

S. Huschek dan CH. Angst, (1980), mengemukakan bahwa properti mekanis suatu perkerasan jalan tergantung pada campuran bitumen dan pengisinya (*filler*) dan penambahan *filler* juga akan meningkatkan viskositas dari suatu perkerasan jalan.

Erwin L. Dukatz dan David A. Anderson (1980), mengemukakan bahwa perbedaan filler akan menyebabkan perbedaan sifat pengerasan jika dicampurkan terhadap beton aspal, namun efek yang terjadi bukan hanya disebabkan oleh pengaruh gradasi namun juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia *filler* tersebut. *Filler* dengan butiran lebih tebal dari film aspal akan menyebabkan pengikatan antar agregat, sementara *filler* dengan butiran lebih tipis dari film aspal akan menyebabkan pengikat dalam campuran.

Efek penggunaan *filler* dalam campuran lapis perkerasan akan sangat mempengaruhi karakteristik lapis perkerasan tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal *filler*:
 - a. Efek penggunaan *Filler* terhadap viskositas campuran, dimana efek penggunaan berbagai jenis *filler* terhadap viskositas campuran tidak sama sedangkan luas permukaan *filler* yang semakin besar akan menaikkan viskositas campuran dibanding dengan yang berluas permukaan kecil. Adanya daya affinitas menyebabkan jumlah aspal yang diserap oleh berbagai *filler* cukup bervariasi, pada keadaan dimana viskositas naik, jumlah aspal yang diserap semakin besar.
 - b. Efek penggunaan *filler* terhadap daktilitas dan penetrasi campuran menyatakan bahwa kadar *filler* yang semakin tinggi akan menurunkan daktilitas dimana hal ini juga terjadi pada berbagai suhu. Jenis *filler* yang akan menaikkan viskositas aspal juga akan menurunkan penetrasi aspal.

- c. Efek suhu dan pemanasan menyatakan bahwa jenis dan kadar *filler* memberikan pengaruh yang saling berbeda pada berbagai temperatur.
2. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran lapis perkerasan. Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penghamparan dan pemadatan. Selain itu kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastis campuran dan sensitifitas terhadap air. Pemberian *filler* pada campuran lapis perkerasan sebagai agregat mengakibatkan lapis perkerasan mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel *filler* menempati rongga diantara partikel yang lebih besar sehingga ruang diantara partikel-partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan *filler* ini dimaksudkan menambah stabilitas serta kerapatan dari campuran. Bila dicampur dalam aspal *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsentrasi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama-sama.

3.5.3 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suhu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair, sehingga dapat menyelimuti partikel agregat pada waktu penyemprotan atau penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya. Fungsi dari aspal sendiri adalah sebagai bahan pengikat antara aspal

dan agregat, serta sebagai bahan pengisi rongga dan pori pada agregat (Silvia Sukirman, 1992). Salah satu aspal yang sering digunakan dilapangan khususnya indonesisa adalah aspal keras yang dihasilkan dari destilasi minyak bumi dengan jenis AC 60/70 dan AC 80/100. Dengan pertimbangan karena penetrasi aspal relatif rendah maka aspal tersebut dapat dipakai pada perkerasan dengan tingkat lalu-lintas tinggi dan tahan terhadap cuaca panas. Aspal ini digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang (Silvia Sukirman, 1992).

Aspal keras 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, 1997).

Tabel 3.2 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				satuan
		Penetrasi 60 %		Penetrasi 80 %		
		Min	Max	Min	Max	
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek (Ring&Ball)	PA.0302-76	48	58	46	54	° c
3. Titik nyala dan baker (Clevelend open cup)	PA.0303-76	200	-	225	-	° c
4. Kehilangan berat (163 ° c, 5 jam)	PA.0304-76	-	0,4	-	0,6	% Berat
5. Kelarutan (CCL4 atau Cs2)	PA.0305-76	99	-	99	-	% Berat
6. Daktilitas (25 ° c, 5 jam)	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 ;DPU, Dirjen bina Marga, LASTON, SKBI-2.4.26.1987.

3.6 Limbah Padat Industri PERTAMINA (*Spent Catalyst*)

Spent catalyst adalah limbah padat industri pertamina yang berbentuk butiran halus. Industri pertamina melakukan kegiatan produksi minyak bumi atau minyak mentah (*crude oil*) menjadi produk jadi yang siap digunakan masyarakat serta dapat diekspor berupa produk yang bisa dimanfaatkan. Pada proses *cracking* (perekahan) terdapat limbah *spent catalyst* yang dihasilkan oleh unit-unit yang terdapat pada kilang minyak, sehingga apabila limbah *spent catalyst* tersebut tidak dikelola dengan baik maka akan berdampak pada lingkungan hidup. Maka untuk mengurangi sifat bahaya dari limbah tersebut dilakukan proses solidifikasi yaitu suatu metode untuk mengubah limbah yang berbentuk padatan halus menjadi padat dengan menambahkan bahan pengikat (*binder*). Tujuannya adalah untuk mengubah limbah yang bersifat berbahaya menjadi tidak berbahaya karena permeabilitasnya berkurang dan kekuatan fisiknya meningkat, sehingga mudah diangkut dan disimpan atau ditimbun. Metode ini dilatar belakangi dari suatu kenyataan bahwa bahan yang berbahaya dan beracun tingkat bahayanya paling tinggi bila berbentuk gas dan paling rendah bila berbentuk padat (*Connor, RJ, 1990*).

Berdasarkan pemeriksaan senyawa atau unsur kimia dan logam berat *spent catalyst* RCC Unit 15 Pertamina UP VI Balongan, mempunyai kandungan seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.3 Pemeriksaan Senyawa atau Unsur Kimia dan Logam Berat *Spent**Catalyst* RCC Pertamina

No	Parameter	Satuan	Limit deteksi	Spent Catalyst RRC	Metode Pengujian
1	SiO ₂	%	N/A	64.06	F-AAS
2	Al ₂ O ₃	%	N/A	30.76	F-AAS
3	Fe ₂ O ₃	%	0.03	69.38	F-AAS
4	CaO	%	0.01	0.52	F-AAS
5	Cr	mm/kg	0.05	60.8	F-AAS
6	Cu	mm/kg	0.02	31.4	F-AAS
7	Pb	mm/kg	0.1	35.25	F-AAS
8	Zn	mm/kg	0.005	123.8	F-AAS
9	Ni	mm/kg	0.04	12.750	F-AAS

(Sumber : Pertamina – Lembaga Penelitian, UNPAD dan Data Primer 2005)

* (F-AAS) : Flame - Adsorban Atomic Spectrofotometer

* (N/A) : Not Allowable

Tabel 3.4 Pemeriksaan Senyawa atau Unsur Kimia Semen Portland

Nusantara

Jenis Pengujian	SNI 15-7064-2004	Result
Komposisi Kimia :		
Magnesium Oksida (MgO),%		1,98
Sulfur Trioksida (SO ₃),%	4,0 max	2,30
Loss on Ignition ,%		6,49
Insoluble residue ,%		0,21
Tricalcium Silicate (C ₃ S),%		60,37
Tricalcium Aluminate (C ₃ A),%		8,31

(Sumber : Pabrik Semen Portland Nusantara, Cilacap).

3.7 Percobaan *Marshall*

Metode *Marshall* adalah untuk mengukur *resistensi* (perlawanan) dari suatu silinder *specimen* beton aspal yang telah dipadatkan, dengan cara

membebani pada permukaan sisi spesimen dengan menggunakan alat *Marshall*. Pemeriksaan ini mengikuti AASTHO T245-74.

Karakteristik percobaan *Marshall* meliputi stabilitas, *flow*, *density*, VITM, VFWA, VMA dan *Marshall Quotient*. Adapun untuk mendapatkan nilai-nilai dari kriteria *Marshall Test* diatas diperlukan data dan rumus penyelesaian seperti seperti yang disebutkan dibawah ini :

- a. Berat Aspal.

$$B_j \text{ Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(3.4)$$

- b. Berat Jenis Agregat.

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{(X * F1) + (Y * F2) + (Z * F3)}{100} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana : X = Persentase Agregat Kasar.

Y = Persentase Agregat halus.

Z = Persentase *filler*.

F1 = Berat jenis agregat kasar.

F2 = Berat jenis agregat halus.

F3 = Berat jenis *filler*.

- c. Berat Jenis maksimum teoritis.

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{agregat}}{B_j \text{Agregat}} + \frac{\% \text{Aspal}}{B_j \text{Aspal}}} (\text{gram / cc}) \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

$$B_j \text{ Agregat Eff} = \frac{100}{\left[\frac{\% \text{ Agregat Kasar}}{B_j \text{ Agregat Kasar Eff}} + \frac{\% \text{ Agregat Halus}}{B_j \text{ Agregat Halus Eff}} \right]}$$

d. Volume aspal terhadap benda uji.

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ Agregat}}, \% \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana : g = Berat volume benda uji (gr/cc)

b = Kadar aspal terhadap total campuran (%)

e. Volume agregat terhadap benda uji.

$$J_{\text{eff}} = \frac{(100 - b) \times g}{B_j \text{ Agregat. eff}}, \% \dots \dots \dots (3.8)$$

$$\text{Atau } J_{\text{cur}} = \frac{(100 - b)}{B_j \text{ Agregat. cur}}, \% \dots \dots \dots (3.8)$$

f. Kadar rongga dalam campuran.

$$K = (100 - I - J_{\text{eff}}), \% \dots \dots \dots (3.9)$$

g. Serapan aspal oleh agregat.

$$A_a = 100 \frac{B_j \text{ Agregat. eff} - B_j \text{ Agregat Cur}}{B_j \text{ Agregat. eff} \times B_j \text{ Agregat. Cur}} \times B_j \text{ Aspal}, \% \dots \dots \dots (3.10)$$

h. Kadar aspal efektif.

$$A_c = b - \frac{A_a}{100} (100 - b), \% \dots \dots \dots (3.11)$$

i. Tingkat kepadatan.

$$TK = \frac{g}{h} \times 100\% \dots \dots \dots (3.12)$$

3.7.1. Karakteristik Percobaan *Marshall (Marshall Test)*

3.7.1.1 Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban yang terjadi di atasnya tanpa terjadi perubahan bentuk. Stabilitas merupakan parameter yang sering digunakan untuk menahan ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal, dan menunjukkan ketahanan terhadap terjadinya *rutting* (alur) pada konstruksi perkerasan jalan, stabilitas dinyatakan dalam kg.

Nilai stabilitas diperoleh dari persamaan :

$$S = p \cdot q \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan : S = Angka stabilitas sesungguhnya.

p = Pembacaan arloji stabilitas * kalibrasi alat.

q = Angka koreksi benda uji.

3.7.1.2 Kelelahan Plastis (*Flow Index*)

Flow merupakan besarnya penurunan (deformasi) yang terjadi akibat adanya pembebanan yang bekerja secara vertikal di atasnya yang memberikan indikator terhadap lentur pada lapis perkerasan, *flow* dinyatakan dalam mm.

3.7.1.3 *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 :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$f = d - f \dots\dots\dots(3.15)$$

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

c = Berat jenis kering sebelum direndam (gr)

d = Berat benda uji jenuh dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

3.7.1.4 Rongga pada Campuran (*Void In Total Mix*)

VITM adalah persentase volume aspal yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran. Nilai VITM erat kaitannya terhadap kekedapan campuran yang berpengaruh keawetan lapis perkerasan, VITM dinyatakan dalam persen (%).

Nilai VITM diperoleh dari persamaan :

$$VITM = 100 - \left[100 * \frac{g}{h} \right] \dots\dots\dots(3.16)$$

$$h = \frac{100}{\left[\frac{\% Agregat}{Bj Agregat} + \frac{\% Aspal}{Bj Aspal} \right]} \dots\dots\dots(3.17)$$

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

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

3.7.1.5 Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah persentase volume aspal yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran nilai VFWA menunjukkan keawetan dan kemudahan pelaksanaan suatu konstruksi perkerasan. Lapis perkerasan dengan nilai VFWA dinyatakan dalam persen (%).

Nilai VFWA diperoleh dari persamaan :

$$VFWA = 100 * \left[\frac{i}{l} \right] \dots\dots\dots(3.18)$$

$$i = \frac{b * g}{B_{jAspal}} \dots\dots\dots(3.19)$$

$$j = \frac{(100 - b * g)}{B_{jAgregat}} \dots\dots\dots(3.20)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(3.21)$$

Keterangan : b = Persentase aspal terhadap campuran

g = Berat isi sample (gr/cc)

3.7.1.6 Rongga Udara di antara Partikel Agregat dalam Campuran (*Void In Mineral Aggregates*)

VMA adalah rongga udara yang ada di antara partikel agregat dalam campuran yang sudah dipadatkan. VMA yang besar akan mengakibatkan film aspal menjadi tebal sehingga mempunyai durabilitas yang tinggi. VMA juga

dipengaruhi oleh gradasi campuran yang dipergunakan (*The Asphalt Institute, ES*, 1983).

Nilai kadar rongga dalam agregat (VMA) diperoleh dengan persamaan :

$$VMA = (100 - j),\% \dots \dots \dots (3.22)$$

3.7.1.7 Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*, dinyatakan dalam kg/mm yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran.

Nilai *Marshall Quotient* diperoleh dari persamaan :

$$MQ = \frac{S}{R} \dots \dots \dots (3.23)$$

Keterangan : S = Nilai Stabilitas (kg)

R = Nilai *Flow* (mm)

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

Untuk selanjutnya nilai-nilai yang diperoleh dibandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan teknis seperti pada tabel 3.5 dibawah ini :

Tabel 3.5 Persyaratan Kualitas *Marshall* Campuran

No	Karakteristik	Persyaratan
1	<i>Density</i>	-
2	VMA(%)	16
3	VFWA (%)	≥ 65
4	VITM (%)	3 - 5
5	Stabilitas (kg)	≥ 800
6	<i>Flow</i> (mm)	≥ 2
7	MQ (kg/mm)	200-500

Sumber : Bina Marga (Indonesia Rules Engineering, 1998)

3.7.2 Marshall Rendaman (*Immersion Test*)

Immersion Test atau uji rendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini prinsipnya sama dengan uji *Marshall*, hanya waktu perendaman yang berbeda yaitu 24 jam. Uji perendaman ini merupakan indikasi tingkat durabilitas (keawetan) dari suatu perkerasan lentur. Nilai indeks perendaman minimum adalah 75 % menurut Bina Marga.

$$\text{Indeks of retained strength} = \frac{S_2}{S_1} * 100\% \dots \dots \dots (3.24)$$

3.8 Modulus Kekakuan

3.8.1 Kekakuan Bitumen (*Bitumen Stiffness*)

Kekakuan bitumen adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada bitumen yang besarnya tergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan. Nilai kekakuan bitumen dapat ditentukan dengan menggunakan nomogram Van der Poel seperti pada gambar 3.1 adapun cara menggunakannya dengan memerlukan data-data sebagai berikut :

1. temperatur rencana perkerasan (T) dalam °C,
2. titik lembek atau *softening* (Spr) dari *test ring bell* dalam °C,
3. waktu pembebanan (t) dalam detik yang tergantung pada kecepatan kendaraan,
4. *penetration index* (PI).

Waktu pembebanan untuk tebal lapis perkerasan antara 100-350 mm dapat diperkirakan dari hubungan empiris yang sederhana sebagai berikut :

$$t = \frac{s}{v} \dots\dots\dots(3.25)$$

Keterangan : s = Panjang tapak roda

v = Kecepatan kendaraan

Penetration index dihitung dari S_{Pr} (Temperatur titik lembek) dan penetrasi bitumen setelah dihamparkan, dengan persamaan sebagai berikut :

$$PI_r = \frac{1951,4 - 500 \log pr - 200 S_{Pr}}{50 \log Pr - S_{Pr} - 120,14} \dots\dots\dots(3.26)$$

Keterangan : PI_r = *Recovered Penetration Index* dari aspal

Nilai *Penetration Index* (PI) dan S_{Pr} (Temperatur titik lembek) yang digunakan dalam persamaan tersebut dalam kondisi sudah dihamparkan. Untuk itu perlu dilakukan asumsi sebagai berikut :

$$Pr = 0,65 \times PI \dots\dots\dots(3.27)$$

$$S_{Pr} = 98,4 - 26,35 \log Pr \dots\dots\dots(3.28)$$

S_{Pr} = Temperatur titik lembek dari bitumen dalam kondisi dihamparkan (°C).

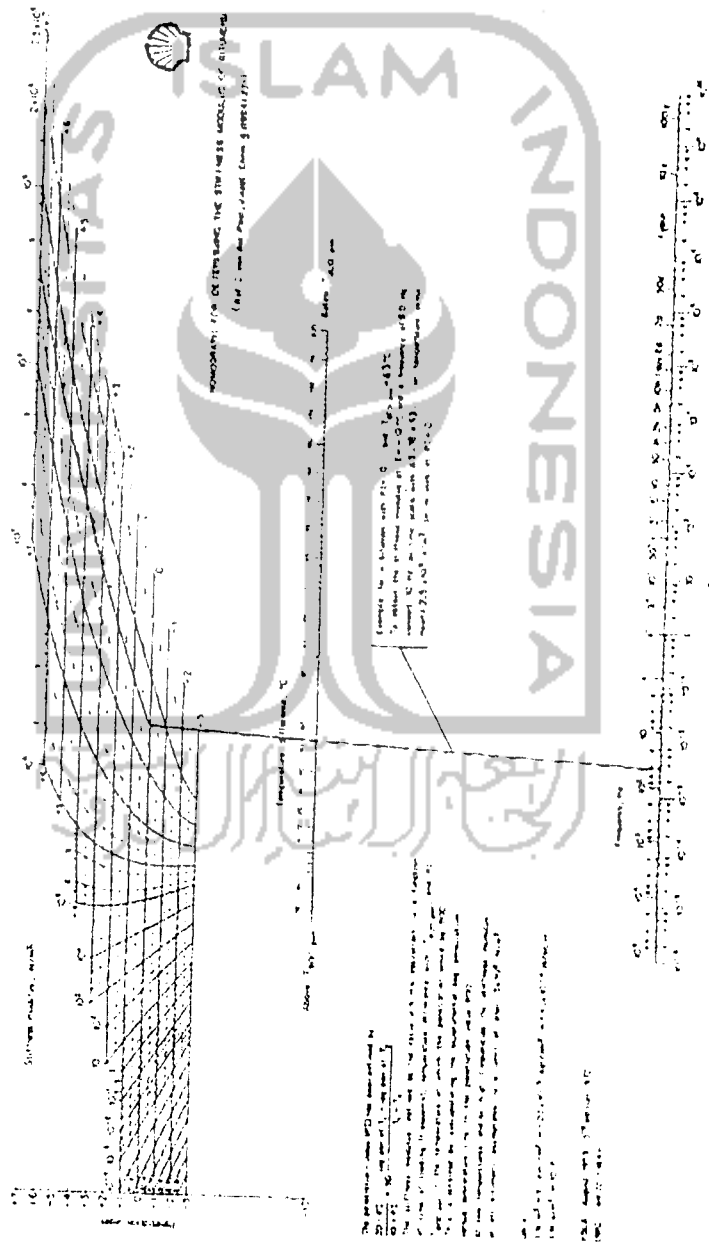


Fig. A1.

Gambar 3.1 Nomegram Van Der Poel, Sumber : Van Der poel, (1954).

Karena hitungan perencanaan didasarkan pada karakteristik bitumen terhadap penetrasi awalnya, maka substitusi dari persamaan (3.27) dan (3.28) kedalam persamaan (3.26) memberikan persamaan untuk *Penetration Index* dalam kondisi dihiparkkan sebagai berikut :

$$PIr = \frac{27 \log Pi - 21,65}{76,35 \log Pi - 232,82} \dots\dots\dots(3.29)$$

Untuk menghitung kekakuan bitumen dapat pula digunakan persamaan yang diturunkan oleh Ullidz sebagai berikut :

$$Sb = 1,157 * t^{-0,368} * 2,718^{-PIr} * (SPr - T)^5 \dots\dots\dots(3.30)$$

Keterangan : Sb = *Stifness bitument* (Mpa)

t = Waktu pembebanan (detik)

PIr = *Penetration Index*

SPr = Temperatur titik lembek (°C)

T = Temperatur perkerasan (°C)

Persamaan tersebut diatas dapat dipergunakan jika memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$0,01 < t < 0,1 \dots\dots\dots(3.31)$$

$$-1 < PIr < 1 \dots\dots\dots(3.32)$$

$$20 \text{ }^\circ\text{C} < SPr < 60 \text{ }^\circ\text{C} \dots\dots\dots(3.33)$$

3.8.2 Kekakuan Campuran (*Mix Stiffness*)

Kekakuan campuran aspal adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada campuran aspal beton yang besarnya tergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan. Metode yang digunakan untuk menentukan kekakuan campuran ini antara lain adalah metode Shell dan metode Heukellom dan Klomp.

3.8.2.1 Metode Shell

Untuk mencari modulus kekakuan campuran menurut metode Shell menggunakan nomogram pada gambar 3.2 pada metode ini diperlukan data sebagai berikut :

1. modulus kekakuan bitumen (N/m^2) dimana modulus kekakuan ini didapatkan dari perhitungan atau dengan nomogram seperti telah disebutkan dimuka,
2. volume bahan pengikat (%), dan
3. volume mineral agregat (%).

Persentase volume bahan pengikat dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_b = \frac{(100 - V_v) * (M_b / G_b)}{(M_b / G_b) + (M_a / G_a)} \dots\dots\dots(3.36)$$

Kadar pori dalam campuran padat dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_v = \frac{(\tau_{max} - \tau_m) * 100}{\tau_{max}} \dots\dots\dots(3.35)$$

$$T_{\max} = \frac{100 * z_w}{\left(\frac{M_b}{G_b}\right) + \left(\frac{M_a}{G_a}\right)} \dots\dots\dots(3.36)$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai *Void In Total Mix* dengan persamaan :

$$V_{ITM} = V_b + V_v \dots\dots\dots(3.37)$$

$$V_v + V_b + V_g = 100\% \dots\dots\dots(3.38)$$

Keterangan :

Ma = Perbandingan berat agregat dengan total berat campuran (%)

Mb = Perbandingan berat bahan ikat bitumen dengan total berat campuran (%)

Ga = Berat jenis campuran agregat

Gb = Berat jenis bahan ikat campuran

Tm = Berat volume campuran padat (T/m³)

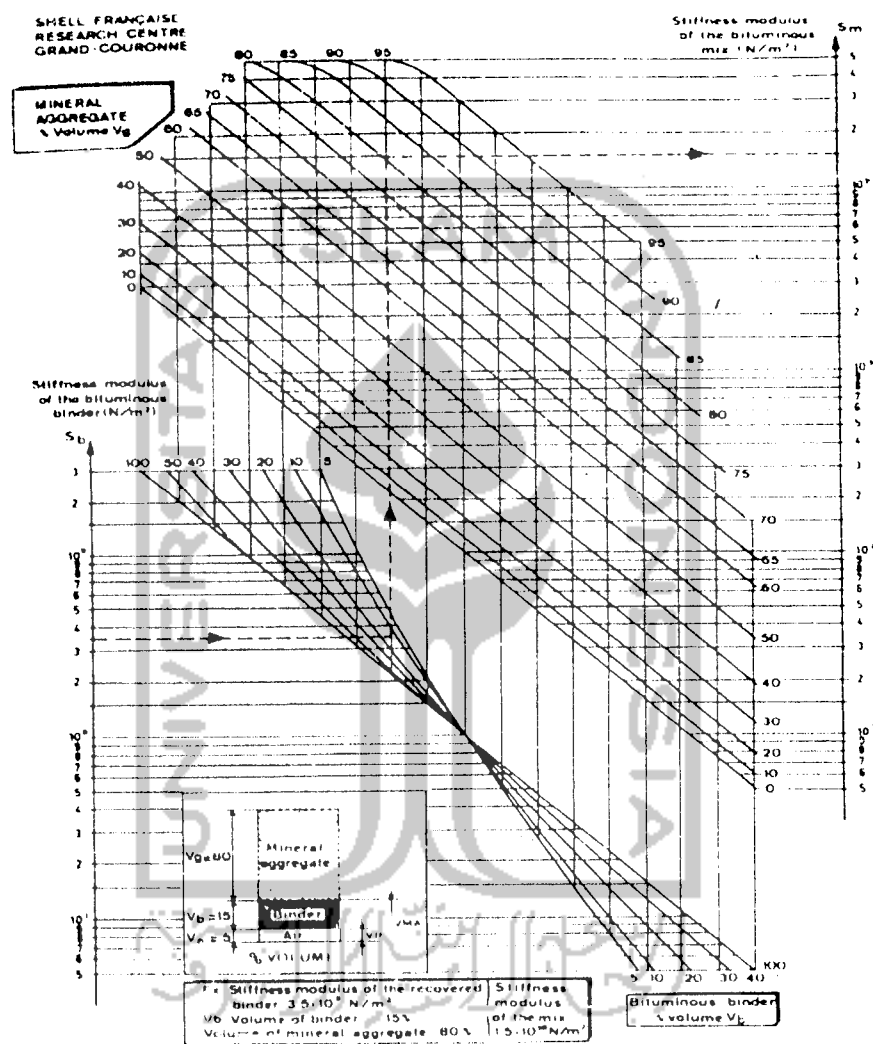
Tw = Berat volume air (T/m³)

Vg = Persentase volume agregat

Vb = Persentase volume bitumen

Vv = Persentase volume pori

PREDICTING STIFFNESS



Nomograph for Predicting the Stiffness Modulus of Bituminous Mixes.

Gambar 3.2 Nomogram Penentuan Kekakuan Campuran, Sumber :

Bonnaure. F, (1977).

3.8.2.2. Metode Heukellom dan Klomp

Persamaan untuk menentukan nilai kekakuan campuran menurut Heukellom dan Klomp adalah sebagai berikut :

$$S_{mix} = S_{bit} \left[1 + \frac{2,5}{n} * \frac{C_v}{(1 - C_v)} \right]^n \dots\dots\dots(3.39)$$

$$n = 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{S_{bit}} \right) \dots\dots\dots(3.40)$$

Van der Poel menyimpulkan bahwa modulus kekakuan campuran tergantung kepada kekakuan bitumen dan konsentrasi volume agregat (C_v)

$$C_v = \frac{V_g}{V_g + V_b} \dots\dots\dots(3.41)$$

Persamaan diatas hanya berlaku untuk kepadatan dengan volume rongga lebih dari 3 % digunakan persamaan :

$$C_v' = \frac{C_v}{1 + 0,01(V_v - 3)} \dots\dots\dots(3.42)$$

Keterangan : C_v' = Modifikasi volume rongga agregat

Persamaan tersebut dapat digunakan jika konsentrasi volume bitumen (C_b) memenuhi syarat sebagai berikut :

$$C_b > \frac{2}{3} (1 - C_v') \dots\dots\dots(3.43)$$

$$C_b = \frac{V_b}{V_g + V_b} \dots\dots\dots(3.44)$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi, Bahan, dan Alat Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dilaboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

4.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. aspal AC 60/70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo, dan
3. agregat halus berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo, dan *filler* berupa limbah padat industri Pertamina (*spent catalys*) dari Pertamina Unit 15 UP VI Balongan, semen Portland merek Nusantara tipe I, dan abu batu dari Clereng Kulon Progo.

4.1.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

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 sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven, dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penerapan agregat halus terhadap air yaitu timbangan kapasitas 1 kg, *picnometer*, *cone*, dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku dan desikator.
- d. Alat kelekatan agregat terhadap aspal, yaitu timbangan kapasitas 2000 gr, spatula, wajan, *beker glass*, saringan, *thermometer*, dan aquades.
- e. Alat pemeriksaan *sand equivalent*, yaitu silinder ukur dari plastic, tutup karet, tabung *irrigator*, kaki pemberat, kaleng ϕ 57 mm dan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, penggunaan mekanis, larutan CaCl_2 , *glysein*, dan *forldehyde*.

- f. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen, yaitu pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, *water bath* dan *beker glass*.
- g. Alat pemeriksaan titik lembek, yaitu *thermometer*, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, konipor pemanas, dan *beker glass* tahan panas.
- h. Alat pemeriksaan titik nyala dan bakar, yaitu *thermometer*, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang diatur, *stopwatch* dan penahan angin.
- i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal, yaitu *thermometer*, neraca, bak perendam *picnometer*, air suling, dan *bejana glass*.
- j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄, yaitu *labu elemeyer*, cawan porselin, tabung penyaring, oven pembakar gas, pompa hampa udara, *desikator*, karbon tetraklorida, *ammonium karbonat*.

2. Alat Uji Campuran

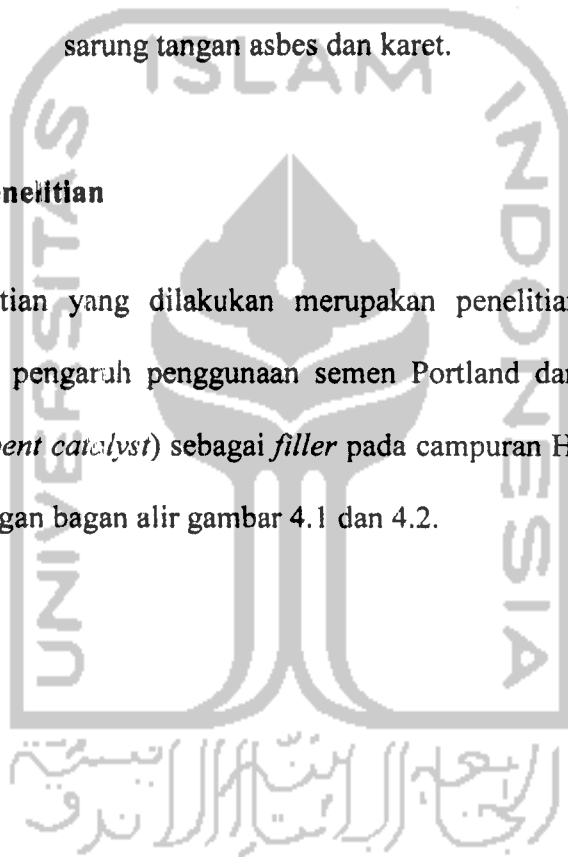
- a. Cetakan benda uji lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
- b. Mesin penumbuk manual.
- c. Alat untuk mengeluarkan benda uji (*ejector*).
- d. Alat pengujian *Marshall* berupa kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung, cincin penguji (*proving ring*), arloji pengukur *flow*, dan *oven*.
- e. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20°C - 100°C.

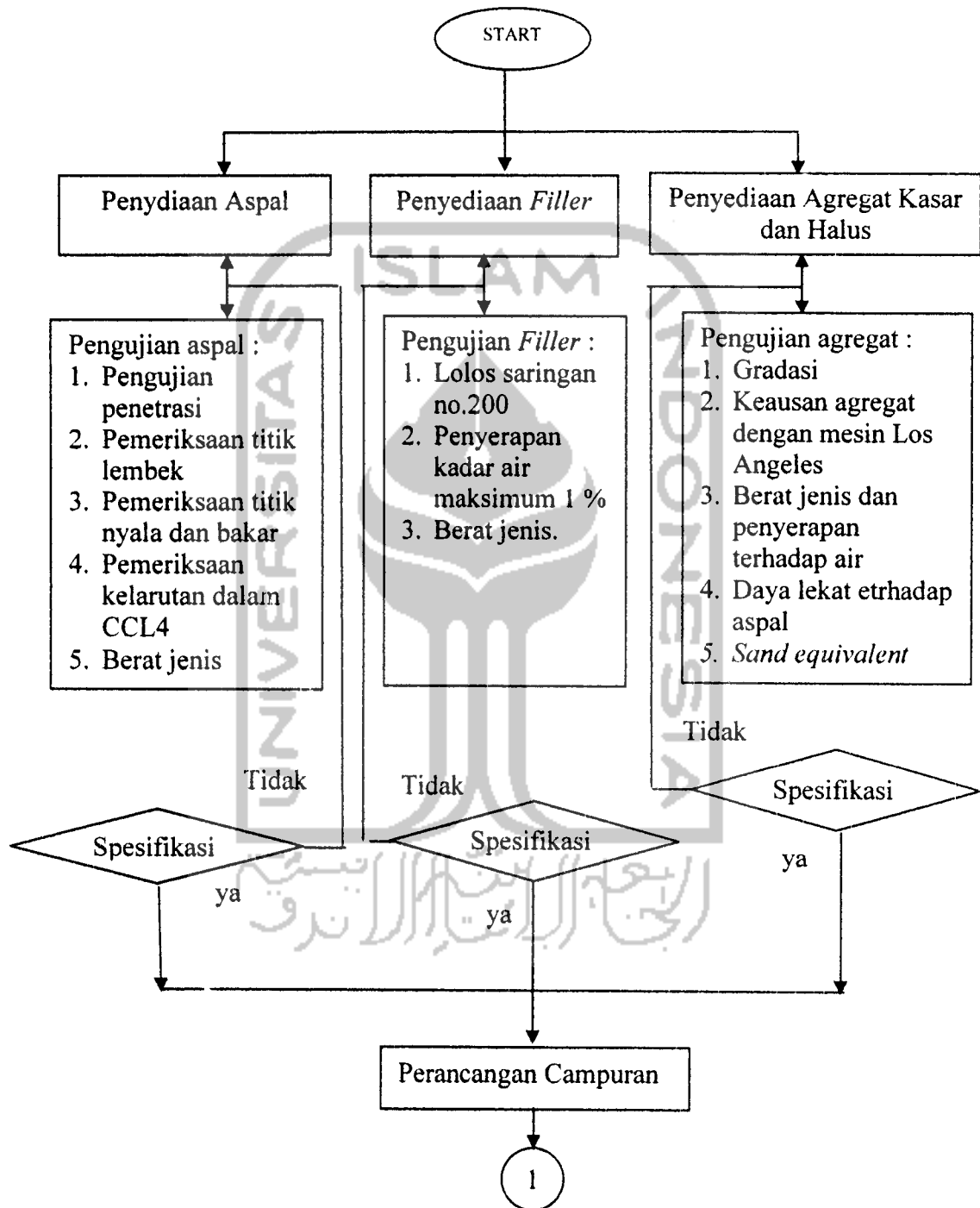


- f. Timbangan.
- g. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*).
- h. Perlengkapan lain berupa panci, kuasi, sendok pengaduk dan spatula, kompor atau pemanas, kantong plastik, gas elpiji dan sarung tangan asbes dan karet.

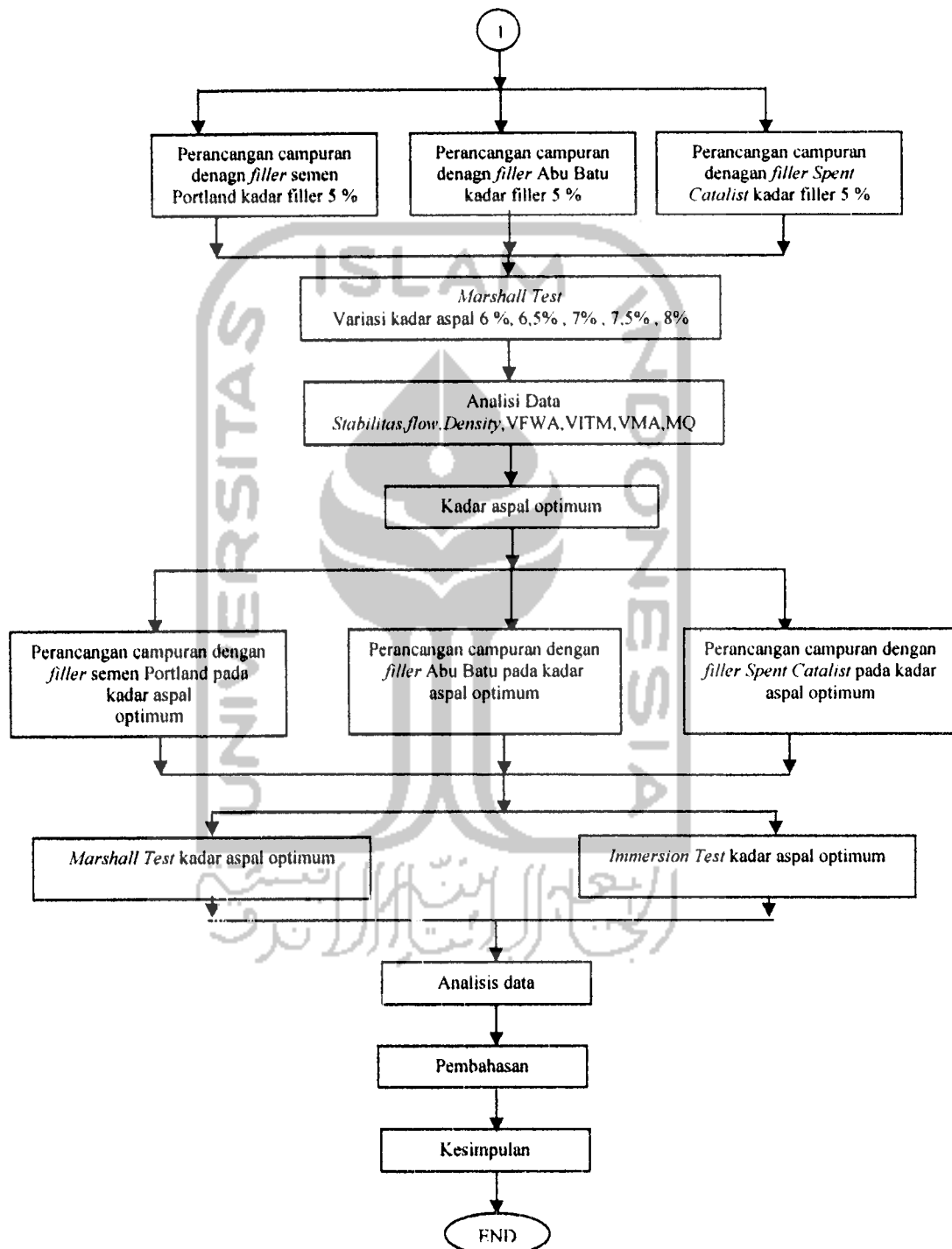
4.2 Proses Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang perbandingan pengaruh penggunaan semen Portland dan limbah padat industri Pertamina (*spent catalyst*) sebagai *filler* pada campuran HRS B. Proses penelitian ini sesuai dengan bagan alir gambar 4.1 dan 4.2.





Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian Laboratorium



Gambar 4.2. Bagan Alir penelitian laboratorium

4.2.1 Spesifikasi dan Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

4.2.1.1 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles*

Pemeriksaan ini untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles* berdasarkan PB – 206 – 76. Nilai abrasi yang tinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan antar partikel dengan bola-bola uji. Nilai abrasi ≥ 40 % menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan yang cukup untuk digunakan sebagai lapis perkerasan.

4.2.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis permukaan (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat kasar. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur PB – 0202 – 76 dengan persyaratan $> 2,5$. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

4.2.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis permukaan (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat halus. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur PB – 0202 – 76 dengan persyaratan $> 2,5$. Besarnya

berat jenis agregat penting dalam perencanaan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

4.2.1.4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besar minimum 95 %. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur PB – 0205 – 76.

4.2.1.5 Pemeriksaan *Sand Equivalent*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus sesuai dengan prosedur AASHTO – T176 – 73. Nilai yang disyaratkan minimal sebesar 50%.

4.2.1.6 Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

4.2.1.7 Pemeriksaan Peresapan Agregat Terhadap Air

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat sesuai dengan Posedur PB – 0202 – 76. Besarnya peresapan air yang

dijinkan minimal sebesar 3 %. Air yang diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal terhadap agregat.

4.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bitumen (Aspal)

4.2.2.1 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui titik bakar aspal. Pengujian ini menggunakan aspal AC 60/70. Titik nyala didefinisikan sebagai sesuatu suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik permukaan aspal. Titik bakar adalah suatu suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal. Prosedur ini menggunakan PA – 0303 – 76 dengan syarat titik nyala minimum 200°C.

4.2.2.2 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C. Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan yang berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti PA 0302 – 76 dan untuk jenis aspal AC 60/70 titik lembek yang disyaratkan adalah 48°C - 58°C.

4.2.2.3 Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek dengan memasukkan jarum tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA – 0301 – 76 dan besar angka penetrasi AC 60/70 adalah 60-79.

4.2.2.4 Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL4

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam *Carbon Tetrachlorida* (CCL4). Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCL4, maka bitumen murni. Disyaratkan bitumen yang digunakan mempunyai kemurnian 90 %. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA – 0305 – 75.

4.2.2.5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan *vicnometer*. Berat jenis Bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi atau volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur Pemeriksaan ini mengikuti PA – 0307 – 76. Berat jenis yang disyaratkan minimal 1.

4.2.2.6 Pemeriksaan Daktilitas

Pemeriksaan daktilitas bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan

yang berisi aspal minimal 100 cm sesuai prosedur PA – 0306 – 76. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

Spesifikasi didalam LASTON No. 23/PT/B/1987 Bina Marga, untuk agregat dan aspal dicantumkan pada table berikut ini :

Tabel 4.1 Spesifikasi, Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap Aspal	$\geq 95 \%$
3	Penyerapan Air	$\leq 3 \%$
4	Berat Jenis	$\geq 2,5 \%$

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON No. 13/PT/B/1987 Bina Marga.

Tabel 4.2 Spesifikasi, Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50 \%$
2	Penyerapan Air	$\leq 3 \%$
3	Berat Jenis	2,5 %

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON No. 13/PT/B/1987 Bina Marga.

Tabel 4.3 Spesifikasi Aspal AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Min	Maks	Satuan
1	Penetrasi (25°C, 5 dt, 100 gr)	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek	18	58	°C
3	Titik Nyala	200	-	°C
4	Kehilangan Berat (16,3°C, 5 Jam)	-	0,8	% Berat
5	Kelarutan (CCL4)	99	-	% Berat
6	Daktalitas (25 %, 5 cm/menit)	100	-	cm
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	54	-	% Awal
8	Berat Jenis (25°C)	1	-	-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON No. 13/PT/B/1987 Bina Marga.

Tabel 4.4 Persyaratan HRS B

No	Spesifikasi	Nilai
1	Jumlah Tumbukan	75 X 2
2	Rongga Udara	3 – 6 %
3	Tebal Film Aspal	8 mm
4	<i>Marshall Quotient</i>	1,8 – 5,0 KN/mm
5	Stabilitas	550 – 1250 kg
6	<i>Flow</i>	2 – 4 mm

Sumber : Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU) 1988.

4.2.3 Prosedur Pelaksanaan

4.2.3.1 Perencanaan Campuran dan Perencanaan Jumlah Benda Uji

Campuran benda uji dengan berat total 1200 gr menggunakan variasi kadar aspal dengan kenaikan persentase 0,5 % yaitu 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 %, dan 8 % dari berat benda uji dan dibuat masing-masing 3 buah. Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi agregat dari CQCMU, 1988 seperti pada table 3.1. *Filler* yang digunakan berasal dari limbah padat *spent catalyst* dari Pertamina dan berupa semen Portland sebagai pembanding dengan kadar *filler* 5 % dari berat agregat. Dari beberapa variasi kadar aspal diatas kemudian dilakukan pengujian *Marshall* dan dari hasil pengujian tersebut ditentukan kadar aspal optimumnya. Jumlah benda uji adalah $5 \times 3 \times 3 = 45$ Benda Uji. Ditambah benda uji dengan kadar aspal optimum sebanyak 9 benda uji untuk *Marshall Test* dan benda uji untuk *Immersion Test* 9 buah dengan lama perendaman 24 jam, sehingga total semua benda uji sebanyak 63 buah.

Pada penelitian ini dibuat 63 Benda Uji, dengan perincian sebagai berikut:

Tabel 4.5 Jumlah Benda Uji untuk Variasi Kadar Aspal

Kadar Aspal (%)	<i>Filler</i>		
	<i>Filler</i> Clereng	<i>Filler</i> Semen Portland	<i>Filier Spent Catalyst</i>
6	3	3	3
6,5	3	3	3
7	3	3	3
7,5	3	3	3
8	3	3	3

Tabel 4.6 Jumlah Benda Uji untuk *Immersion Test* untuk Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum (%)	Lama Perendaman					
	30 Menit			24 Jam		
	<i>Filler</i> Clereng	<i>Filler</i> Semen Portland	<i>Filler</i> Spent Catalyst	<i>Filler</i> Clereng	<i>Filler</i> Semen Portland	<i>Filler</i> Spent Catalyst
Jumlah	3	3	3	3	3	3

Contoh perhitungan pembuatan benda uji kadar aspal 6 % adalah sebagai berikut :

- Berat total campuran agregat + aspal + *filler* = 1200 gr
- Berat Aspal = 6 % X 1200 gr = 72 gr
- Berat agregat + Berat *filler* = 1200 - 72 gr = 1128 gr
- Berat *filler* = 5 % X 1128 = 56,4 gr
- Berat Agregat = 1128 - 56,4 = 1071,6 gr

4.2.3.2 Pembuatan Benda Uji

Tahapan Pembuatan benda uji :

- Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu 105 ± 5 °C. Agregat tersebut kemudian disaring secara kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki
- Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
- Agregat yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan kedalam panci, kemudian dipanaskan kedalam oven. Setelah suhunya dianggap cukup,

agregat dipanaskan diatas kompor atau pemanas sampai pada suhu ± 165 °C, sedangkan aspal dipanaskan hingga mencapai suhu ± 155 °C.

4. Setelah agregat dan aspal mencapai suhu yang dikehendaki, dilakukan pencampuran kedua bahan dengan persentase kadar aspal kadar aspal yang telah direncanakan.
5. Campuran tersebut kemudian diaduk hingga rata sampai semua agregat terselimuti aspal. Benda uji kemudian dimasukkan kedalam silinder cetakan yang sebelumnya telah diolesi vaselin, kemudian bagian atas dan bagian bawah dari silinder benda uji diberi kertas saring dan diberi tanda.
6. Setelah campuran benda uji dimasukkan kedalam silinder cetakan, campuran ditusuk-tusuk sebanyak 25 X 15 X ditepi silinder dan 10 X dibagian tengah.
7. Pemadatan dilakukan dengan *compactor* sebanyak 75 X untuk masing-masing atas bawah.
8. Benda uji didinginkan, selanjutnya dikeluarkan dari silinder cetakan dengan *ejector* dan diberi tanda pada setiap permukaan.

4.2.3.3 Prosedur Pengujian

Prosedur Pengujian Benda Uji dilakukan seperti dibawah ini :

1. Benda uji direndam dalam *water bath* selama ± 30 menit untuk pengujian *Marshall* dan ± 24 jam untuk pengujian *Immersion* dengan suhu perendaman 60 °C.

2. Kepala penekan alat pengujian *Marshall* dibersihkan dari permukaanya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat pengujian *Marshall* segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath*.
3. Pembebanan dimulai dengan posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka No. 1.
4. Kecepatan pembebanan dimulai dengan kecepatan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat pembebanan maksimum terjadi, *flow* meter dibaca.

4.3 Analisis

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data yang diperoleh dari percobaan laboratorium adalah sebagai berikut

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 (kg), dan
6. pembacaan arloji kelelahan atau *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, *Density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In The Mix* (VITM), *Void In The Mineral Aggregates* (VMA), dan *Marshall Quotient* (MQ). Diperlukan data-data sebagai berikut.

a. Berat Aspal.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.4

b. Berat Jenis Agregat.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.5

c. Berat Jenis maksimum teoritis.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.6

d. Volume aspal terhadap benda uji.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.7

e. Volume agregat terhadap benda uji.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.8

f. Kadar rongga dalam campuran.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.9

g. Serapan aspal oleh agregat.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.10

h. Kadar aspal efektif.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.11

i. Tingkat kepadatan.

Nilainya dapat dihitung dengan persamaan 3.12

Setelah didapatkan data-data tersebut barulah dilaksanakan analisa dalam mendapatkan nilai-nilai karakteristik *Marshall* sebagai berikut ini.

1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi Proving Ring dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan factor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai Stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan 3.13 :

Tabel 4.7 Koreksi Tebal Benda Uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
60	1.095	70	0.845
61	1.065	71	0.835
62	1.035	72	0.825
63	1.015	73	0.810
64	0.960	74	0.791
65	0.935	75	0.772
66	0.900	76	0.762
67	0.885	77	0.752
68	0.865	78	0.742
69	0.855	79	0.733
70	0.845	80	0.724

2. Flow

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

3. Density

Nilai ini menunjukkan kepada campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan 3.14.

4. *Void Filled With Aspal (VFWA)*

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan 3.18.

5. *Void In Total Mix (VITM)*

VITM adalah persentase rongga didalam campuran. Nilai VITM dihitung dengan persamaan 3.16.

6. *Void In Mineral Agregat (VMA)*

VMA adalah rongga udara yang ada diantara partikel agregat dalam campuran yang sudah dipadatkan. Untuk mendapatkan nilai VMA digunakan dengan persamaan 3.22.

7. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan 3.23.

Untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat air, suhu dan campuran dilakukan dengan pengujian *Immersion Test* dengan memperhitungkan indeks tahanan campuran aspal. *Immersion Test* dapat dihitung nilainya dengan persamaan 3.24.

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *filler spent catalyst* terhadap campuran aspal-*filler*, dilakukan pengujian penetrasi aspal-*filler*. Berat aspal yang digunakan dalam campuran aspal - *spent catalyst* adalah 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8% dari berat campuran *Marshall*, sedangkan berat *spent catalyst* yang digunakan

adalah 5 % dari berat agregat yang digunakan pada campuran *Marshall* dengan kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%.

Kemudian analisis dilanjutkan dengan menghitung kekakuan Bitumen, dengan menggunakan nomogram Van Der Poel (gambar 3.1) dan persamaan yang diturunkan oleh Ullidz (Persamaan 3.30) serta menghitung kekakuan campuran dengan metode Shell (Persamaan 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, dan 3.38) dan metode Heukellom dan Klomp (persamaan 3.39, 3.40, 3.41, 3.42, 3.43 dan 3.44).

Dengan uraian analisis diatas maka akan didapatkan suatu perbandingan antara penggunaan *spent catalyst* dengan semen Portland sebagai bahan *filler* dengan abu batu sebagai standar pembanding. Pembahasan akan dilakukan pada karakteristik *Marshall Test* (Stabilitas, *Density*, *Flow*, VFWA, VITM, VMA dan *Marshall Quotient*) dan *Immersion Test* sesuai dengan spesifikasi persyaratan Bina Marga. Selain itu pembahasan juga akan dilakukan pada kekakuan bitumen dengan menggunakan nomogram Van Der Poel dan persamaan Ullidz, serta menghitung kekakuan campuran dengan metode Shell dan Heukellom – Klomp.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian Laboratorium

5.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran HRS B yang dilakukan di laboratorium meliputi pengujian agregat dan aspal adalah seperti pada tabel 5.1, tabel 5.2 dan tabel 5.3.

Tabel 5.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	22,74	≤ 40	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)	96,5	≥ 95	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	1,1392	≤ 3	Memenuhi
4.	Berat jenis	2,6421	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII (Lampiran.1.1-1.4)

Tabel 5.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	77,34	≥ 50	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	2,6694	≤ 3	Memenuhi
3.	Berat jenis	2,6324	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII
(Lampiran.1.4-1.5)

Tabel 5.3 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60-70

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	60-70	61	Memenuhi
2	Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>) (°C)	48-58	54.5	Memenuhi
3	Titik Nyala (<i>Cleveland open cup</i>) (°C)	≥ 200	325	Memenuhi
4	Kelerutan Dalam CCL4 (%)	≥ 99	99.57	Memenuhi
5	Daktilias (25 °C, 5cm/menit) (cm)	≥ 100	165	Memenuhi
6	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1.07	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII
(Lampiran.2.1-2.6)

5.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji

HRS B mempunyai sifat yang sama dengan bahan laston yang dipakai untuk lalu lintas berat sehingga persyaratan yang digunakan untuk HRS B sama dengan persyaratan laston untuk lalulintas berat seperti pada tabel 5.4.

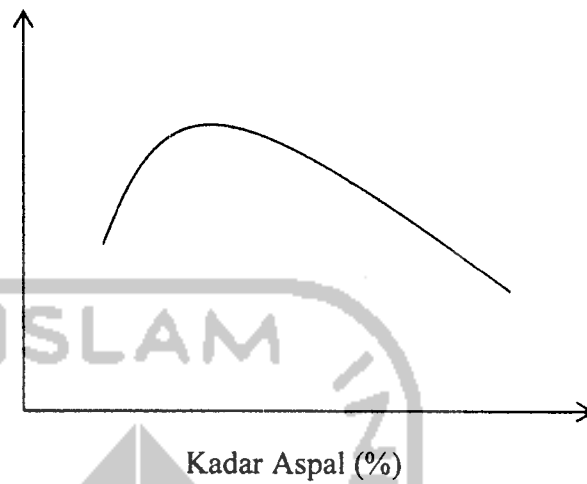
Tabel 5.4 Persyaratan Lapis Aspal Beton untuk Lalu Lintas Berat

No	Sifat campuran	Satuan	Persyaratan
1	<i>Stabilitas</i>	Kg	≥ 550
2	<i>Flow</i>	mm	2,0 – 4,0
3	<i>Density</i>	gr/cc	-
4	<i>Void Filled With Asphal (VFWA)</i>	%	-
5	<i>Void in Total Mix (VITM)</i>	%	3,0 – 5,0
6	<i>Void in Mineral Agregat (VMA)</i>	%	≥ 15 %
7	<i>Mrshall Quotient (MQ)</i>	Kg/mm	200-350

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987

1. Stabilitas (*Stability*)

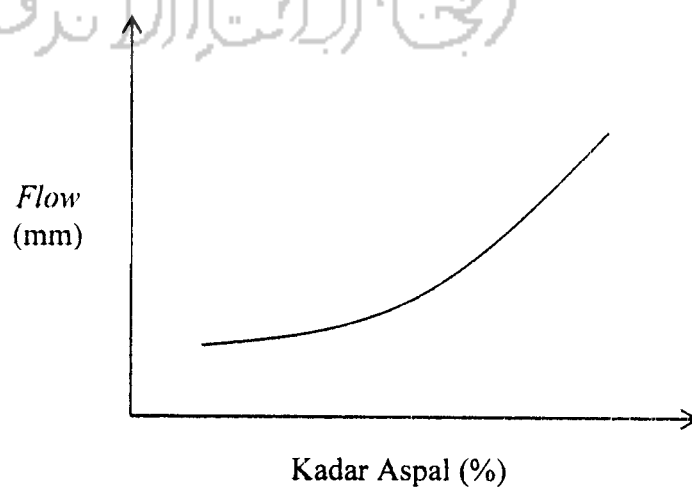
Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban yang terjadi di atasnya tanpa terjadi perubahan bentuk. Stabilitas merupakan parameter yang sering digunakan untuk menahan ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal, dan menunjukkan ketahanan terhadap terjadinya *rutting* (alur) pada konstruksi perkerasan jalan, stabilitas dinyatakan dalam Kg.



Gambar 5.1. Grafik hubungan Antara Nilai Stabilitas dan Kadar Aspal

2. Kelelahan Plastis (*Flow Indeks*)

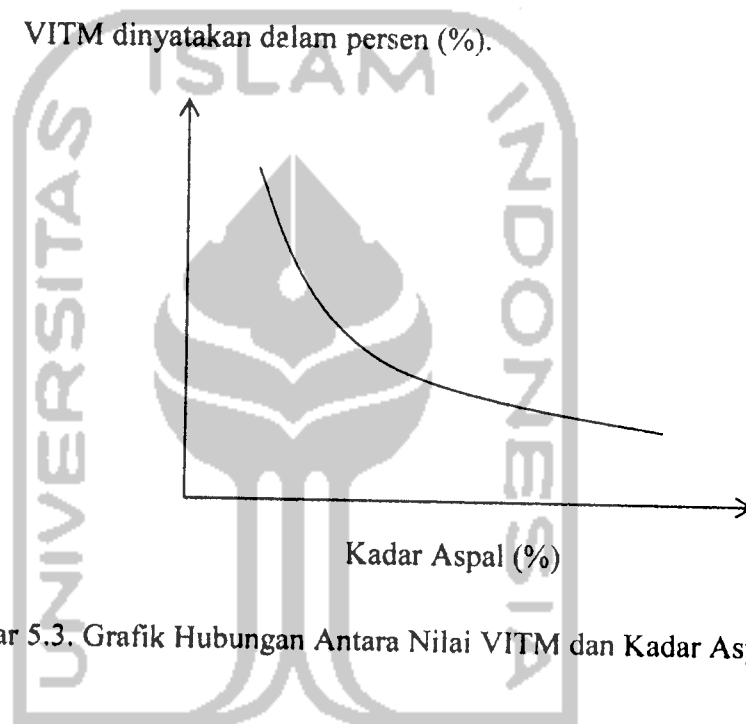
Flow merupakan besarnya penurunan (deformasi) yang terjadi akibat adanya pembebanan yang bekerja secara vertikal di atasnya yang memberikan indikator terhadap lentur pada lapis perkerasan, *flow* dinyatakan dalam mm. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal.



Gambar 5.2. Grafik Hubungan Antara Nilai *Flow* dan Kadar Aspal

3. Rongga pada Campuran (*Voids In Total Mix*)

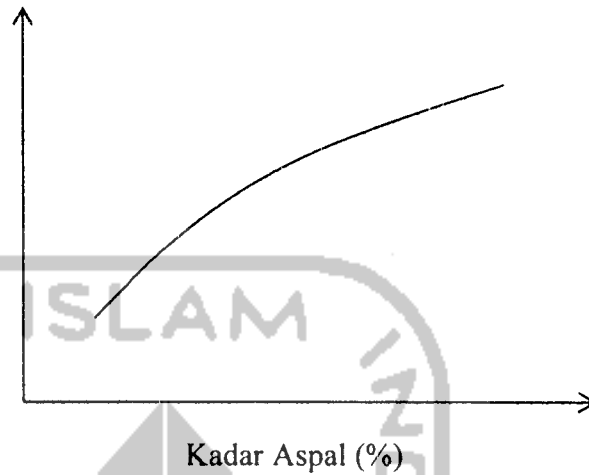
VITM adalah persentase volume rongga terhadap volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM erat kaitannya terhadap kekedapan campuran yang berpengaruh keawetan lapis perkerasan, VITM dinyatakan dalam persen (%).



Gambar 5.3. Grafik Hubungan Antara Nilai VITM dan Kadar Aspal

4. Rongga Terisi Aspal (*Voids Filled With Asphalt*)

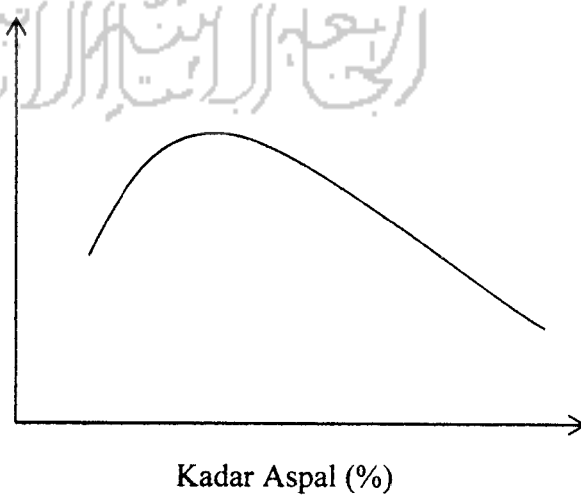
VFWA adalah persentase volume aspal yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran. Nilai VFWA menunjukkan keawetan dan kemudahan pelaksanaan suatu konstruksi perkerasan. Lapis perkerasan dengan nilai VFWA tinggi akan memiliki kekedapan dan keawetan campuran yang tinggi, VFWA dinyatakan dalam persen (%).



Gambar 5.4. Grafik Hubungan Antara Nilai VFWA dan Kadar Aspal.

5. *Marshall Quotient* (MQ)

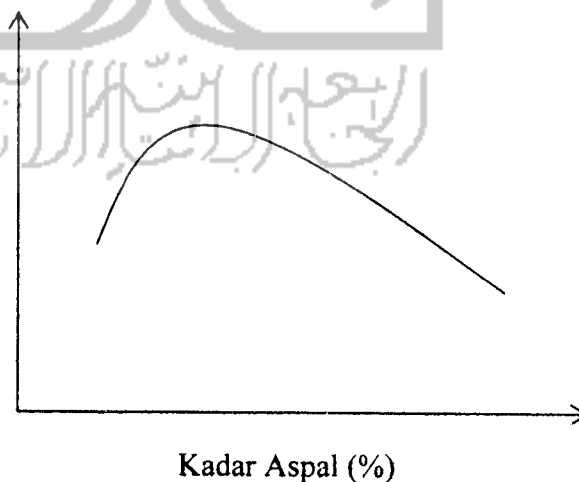
Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*, dinyatakan dalam Kg/mm yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran.



Gambar 5.5. Grafik Hubungan Antara Nilai MQ dan Kadar Aspal.

6. Kepadatan (*Density*)

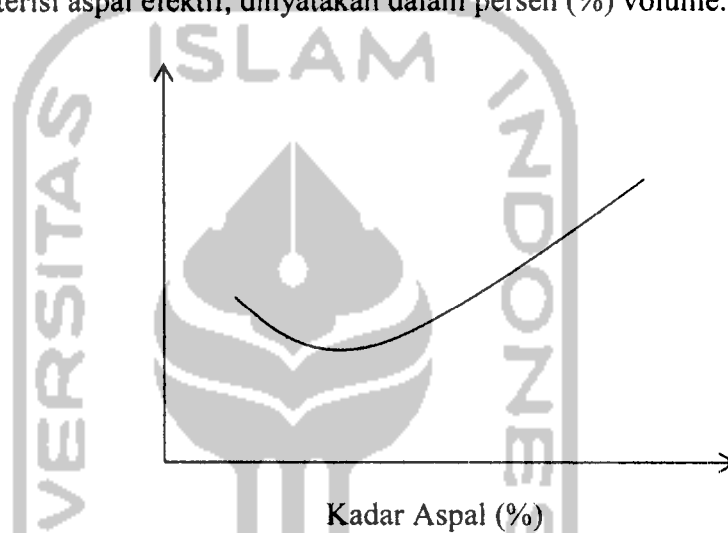
Density atau kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap volume. Dalam pengujian *Marshall* hasil pengukuran yang dilakukan digambarkan sebagai fungsi dari kadar aspal, kemudian setelah dilakukan pencocokan kurva maka diperkirakan nilai maksimumnya. Nilai *density* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya gradasi agregat, berat jenis agregat, faktor pemadatan, baik jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, dan penggunaan kadar aspal dalam campuran. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran sampai nilai tertentu mampu meningkatkan nilai *density*-nya untuk kemudian menurun. Nilai *density* yang tinggi menunjukkan campuran yang kompak dan rongga yang ada sedikit.



Gambar 5.6. Grafik Hubungan Antara Nilai *Density* dan Kadar Aspal.

7. Rongga Dalam Agregat (*Void in Mineral Agregat*)

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen (%) volume.



Gambar 5.7. Grafik Hubungan Antara Nilai VMA dan Kadar Aspal

Data hasil pengujian *Marshall* untuk campuran HRS B yang menggunakan *spent catalyst*, semen Portland, dan Clereng Kulon Progo sebagai *filler* dapat dilihat pada tabel 5.5, 5.6 dan 5.7

**Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran HRS B
Menggunakan *Filler* Clereng Kulon Progo**

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
6.0	1	678,49	1,89	5,40	18,16	70,26	2,275	358,992
	2	664,60	1,90	6,59	19,19	65,67	2,247	349,791
	3	685,22	2,00	5,77	18,47	68,79	2,266	342,611
	Rerata	676,11	1,93	5,92	18,61	68,24	2,263	350,465
6.5	1	685,11	2,01	5,18	18,94	72,64	2,265	341,350
	2	691,40	2,30	5,26	19,01	72,32	2,263	300,607
	3	720,51	2,23	5,26	19,01	72,32	2,263	323,098
	Rerata	699,34	2,18	5,24	18,99	72,42	2,264	321,685
7.0	1	750,80	2,55	4,35	19,20	77,34	2,270	294,431
	2	704,27	2,30	4,54	19,36	76,57	2,266	306,205
	3	729,52	2,50	4,54	19,36	76,57	2,266	291,807
	Rerata	728,20	2,45	4,47	19,31	76,82	2,267	297,481
7.5	1	670,29	3,10	3,80	19,70	80,71	2,268	216,224
	2	644,24	2,90	3,99	19,86	79,92	2,264	222,153
	3	609,59	2,90	3,99	19,86	79,92	2,264	210,205
	Rerata	641,38	2,97	3,93	19,81	80,18	2,266	216,194
8.0	1	624,03	3,20	3,22	20,17	84,04	2,267	195,010
	2	564,36	3,16	3,30	20,24	83,68	2,266	178,595
	3	580,74	3,14	3,26	20,21	83,85	2,266	184,949
	Rerata	589,71	3,17	3,26	20,21	83,86	2,266	186,185

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH, Th 2006.

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran HRS B
Menggunakan *Filler* Semen Portland**

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
6.0	1	629,38	1,79	3,99	17,00	76,51	2,316	351,610
	2	638,59	1,89	4,22	17,18	75,42	2,310	337,880
	3	618,62	1,63	3,84	16,85	77,19	2,320	379,520
	Rerata	628,86	1,77	4,02	17,01	76,37	2,315	356,337
6.5	1	725,66	2,68	3,39	17,45	80,59	2,315	270,770
	2	687,76	2,45	2,76	16,92	83,67	2,330	280,717
	3	761,83	2,63	3,45	17,50	80,30	2,314	289,669
	Rerata	725,08	2,59	3,20	17,29	81,52	2,320	280,385
7.0	1	659,80	2,40	2,95	18,06	83,67	2,310	274,915
	2	625,61	2,76	2,56	17,74	85,55	2,319	226,669
	3	633,21	2,74	2,81	17,94	84,35	2,314	231,098
	Rerata	639,54	2,63	2,77	17,92	84,52	2,314	244,227
7.5	1	554,73	2,68	2,36	18,55	87,27	2,309	206,989
	2	489,15	2,86	2,26	18,46	87,77	2,312	171,033
	3	563,35	2,60	2,23	18,44	87,90	2,312	216,675
	Rerata	535,75	2,71	2,28	18,48	87,64	2,311	198,232
8.0	1	547,41	3,38	2,21	19,39	88,60	2,298	161,954
	2	489,62	2,98	2,18	19,36	88,76	2,298	164,302
	3	496,52	3,00	2,21	19,39	88,60	2,298	165,507
	Rerata	511,18	3,12	2,20	19,38	88,66	2,298	163,921

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran HRS B
Menggunakan *Filler Spent Catalyst***

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
6.0	1	708,43	1,96	4,87	17,60	72,35	2,271	361,445
	2	678,29	1,89	4,53	17,31	73,82	2,279	358,885
	3	692,97	1,84	4,49	17,28	73,99	2,280	376,613
	Rerata	693,23	1,90	4,63	17,40	73,39	2,277	365,648
6.5	1	757,95	2,14	3,74	17,61	78,77	2,283	347,500
	2	731,25	2,10	3,55	17,45	79,64	2,287	348,215
	3	713,35	2,16	3,53	17,43	79,75	2,288	330,254
	Rerata	734,18	2,13	3,61	17,49	79,39	2,286	344,217
7.0	1	697,45	2,38	3,08	18,02	82,92	2,284	293,045
	2	706,56	2,39	3,08	18,02	82,92	2,284	295,570
	3	750,27	2,41	3,89	17,86	83,83	2,288	311,317
	Rerata	718,04	2,39	3,01	17,96	83,22	2,285	299,977
7.5	1	643,54	2,98	2,64	18,62	85,81	2,279	215,954
	2	655,01	2,87	2,49	18,49	86,54	2,283	228,226
	3	667,31	2,79	2,43	18,44	86,83	2,284	239,179
	Rerata	655,29	2,88	2,52	18,52	86,40	2,282	227,786
8.0	1	620,42	3,36	2,29	19,29	88,12	2,273	184,650
	2	620,42	3,35	2,22	19,23	88,44	2,275	185,201
	3	611,40	3,17	2,03	19,07	89,35	2,279	192,871
	Rerata	617,41	3,29	2,18	19,19	88,64	2,275	187,574

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Dari data tersebut diatas kemudian digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst*, *filler* semen Portland dan *filler* Clereng sebagai pembanding. Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA, VMA, 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 (≥ 550), *Flow* (2,0 – 4,0), VITM (3,0 – 5,0), VFWA dan *Density*. Nilai-nilai tersebut diambil dari nilai rata-rata masing-masing kadar aspal pada tabel 5.5, tabel 5.6 dan tabel 5.7. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada gambar spesifikasi kadar aspal dicari batas terdalam dari kanan maupun kiri gambar tersebut. Nilai tengah diantara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum.

**Tabel 5.8 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran HRS B
Menggunakan *Filler* Clereng**

Data Marshall Test	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		6	6,5	7	7,5	8
Stabilitas (Kg)	≥ 550	[Bar chart showing stability values across asphalt percentages]				
Kelelehan (mm)	2 – 4	[Bar chart showing flow values across asphalt percentages]				
<i>Ma:shall Quotient</i> (Kg/mm)	200 – 350	[Bar chart showing Marshall Quotient values across asphalt percentages]				
VITM (%)	3 – 5	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages]				
VMA (%)	≥ 15	[Bar chart showing VMA values across asphalt percentages]				
Kadar Aspal Optimum		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">↓ 6,6</div> <div style="text-align: center;">↓ 7,175</div> <div style="text-align: center;">↓ 7,75</div> </div>				

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

**Tabel 5.9 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran HRS B Menggunakan
Filler Semen Portland**

Data Marshall Test	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		6	6,5	7	7,5	8
Stabilitas (Kg)	≥ 550	[Bar chart showing stability values across asphalt percentages]				
Kelelehan (mm)	2 – 4	[Bar chart showing flow values across asphalt percentages]				
Marshall Quotient (Kg/mm)	200 – 350	[Bar chart showing Marshall Quotient values across asphalt percentages]				
VITM (%)	3 – 5	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages]				
VMA (%)	≥ 15	[Bar chart showing VMA values across asphalt percentages]				
Kadar Aspal Optimum		6,15	6,475	6,8		

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.10 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran HRS B
Menggunakan *Filler Spent Catalyst*

Data Marshall Test	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		6	6,5	7	7,5	8
Stabilitas (Kg)	≥ 550	[Bar chart showing stability values across asphalt percentages]				
Kelelehan (mm)	2 – 4	[Bar chart showing flow values across asphalt percentages]				
<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	200 – 350	[Bar chart showing Marshall Quotient values across asphalt percentages]				
VITM (%)	3 – 5	[Bar chart showing VITM values across asphalt percentages]				
VMA (%)	≥ 15	[Bar chart showing VMA values across asphalt percentages]				
Kadar Aspal Optimum						

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Berdasarkan gambar 5.8, gambar 5.9 dan gambar 5.10 diatas, kadar aspal optimum untuk campuran HRS B menggunakan *filler* Clereng adalah 7,175 %, *filler* semen Portland adalah 6,4 % dan *filler spent catalyst* adalah 6,7 %.

Pengujian yang dilakukan untuk masing-masing kadar aspal optimum adalah pengujian *Marshall* dan pengujian *Immersion* untuk perendaman 24 jam. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 5.11, 5.12 dan tabel 5.13.

Tabel 5.11 Hasil Pengujian *Marshall* dan *Immersion* untuk Campuran

HRS B Filler Clereng

Jenis filler	Waktu	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
Clereng	30'	1	1851,21	2,65	0,58	16,37	96,43	2,35	649,5487
		2	1967,80	2,85	2,05	17,61	88,33	2,32	742,5651
		3	1613,11	3,15	1,88	17,46	89,24	2,32	512,0977
		Rerata	1810,71	2,88	1,51	17,15	91,33	2,33	634,737
Clereng	24	1	1624,48	2,70	1,06	16,77	93,71	2,34	601,658
		2	1483,22	3,00	1,44	17,09	91,57	2,33	494,408
		3	1362,32	3,15	1,47	17,12	91,41	2,33	432,482
		Rerata	1490,01	2,95	1,32	16,99	92,23	2,34	509,516

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian *Marshall* dan *Immersion* untuk Campuran

HRS B Filler Semen Portland

Jenis filler	Waktu	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
Semen Portland	30'	1	2673,48	2,85	2,05	16,25	87,41	2,35	938,062
		2	2062,78	2,90	2,80	16,90	83,45	2,33	711,304
		3	1996,50	4,10	1,71	15,97	89,28	2,36	486,950
		Rerata	2244,25	3,28	2,18	16,37	86,71	2,34	712,105
Semen Portland	24	1	2802,65	2,45	0,57	14,99	96,19	2,38	1143,939
		2	2724,40	2,60	1,66	15,93	89,55	2,36	1047,846
		3	2393,40	4,85	1,88	16,12	88,31	2,35	493,484
		Rerata	2640,15	3,30	1,37	15,68	91,35	2,36	895,090

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian *Marshall* dan *Immersion* untuk CampuranHRS B Filler *Spent Catalyst*

Jenis filler	Waktu	Kode	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (kg/mm)
<i>Spent Catalyst</i>	30'	1	2573,40	2,40	1,50	16,09	90,69	2,33	1072,251
		2	2599,58	2,00	1,83	16,37	88,80	2,32	1299,791
		3	1674,34	2,60	2,31	16,78	86,25	2,31	643,977
		Rerata	2282,44	2,33	1,88	16,41	88,58	2,32	1005,340
<i>Spent Catalyst</i>	24	1	2321,11	2,37	1,75	16,30	89,26	2,32	979,371
		2	2528,32	3,66	1,47	16,06	90,85	2,33	830,531
		3	1999,21	2,45	1,08	15,73	93,16	2,34	579,482
		Rerata	2282,88	2,83	1,43	16,03	91,09	2,33	796,461

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

5.1.3 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran Aspal – *Spent Catalyst*, Aspal –

Clereng, Aspal – Semen Portland

Untuk mengetahui pengaruh *spent catalyst*, Clereng dan semen Portland terhadap aspal maka dilakukan pemeriksaan penetrasi terhadap campuran aspal - *spent catalyst*, aspal - Clereng dan aspal - semen Portland. Berat aspal yang digunakan dalam campuran aspal – *spent Catalyst*, aspal Clereng dan aspal semen Portland adalah 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 % dan 8 % dari berat campuran *Marshall* (1200 gr), sedangkan berat *spent catalyst*, Clereng dan semen Portland yang digunakan adalah 5 % dari berat agregat yang digunakan pada campuran *Marshall* dengan kadar aspal 6 %, 6,5 %, 7 %, 7,5 % dan 8 %.

Hasil pemeriksaan penetrasi campuran aspal – *spent catalyst*, aspal – Clereng dan aspal – semen Portland tersebut dapat dilihat pada tabel 5.14, 5.15, 5.16.

Tabel 5.14 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran Aspal – Spent**Catalyst**

No	Kadar Aspal Terhadap Campuan Marshall	Berat Aspal (gram)	Berat Spent Catalyst (gram)	Nilai Penetrasi (0,1 mm)
1	6,0 %	72	56,4	20,6
2	6,5 %	78	56,1	23,5
3	7,0 %	84	55,8	26
4	7,5 %	90	55,5	31,6
5	8,0 %	96	55,2	33,9

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.15 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran Aspal – Clereng

No	Kadar Aspal Terhadap Campuan Marshall	Berat Aspal (gram)	Berat Clereng (gram)	Nilai Penetrasi (0,1 mm)
1	6,0 %	72	56,4	27,2
2	6,5 %	78	56,1	30,4
3	7,0 %	84	55,8	33,2
4	7,5 %	90	55,5	33,4
5	8,0 %	96	55,2	34,4

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.16 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Campuran Aspal – Semen**Portland**

No	Kadar Aspal Terhadap Campuan Marshall	Berat Aspal (gram)	Berat semen Portland (gram)	Nilai Penetrasi (0,1 mm)
1	6,0 %	72	56,4	33,8
2	6,5 %	78	56,1	34,2
3	7,0 %	84	55,8	34,4
4	7,5 %	90	55,5	35,2
5	8,0 %	96	55,2	37,4

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Stabilitas

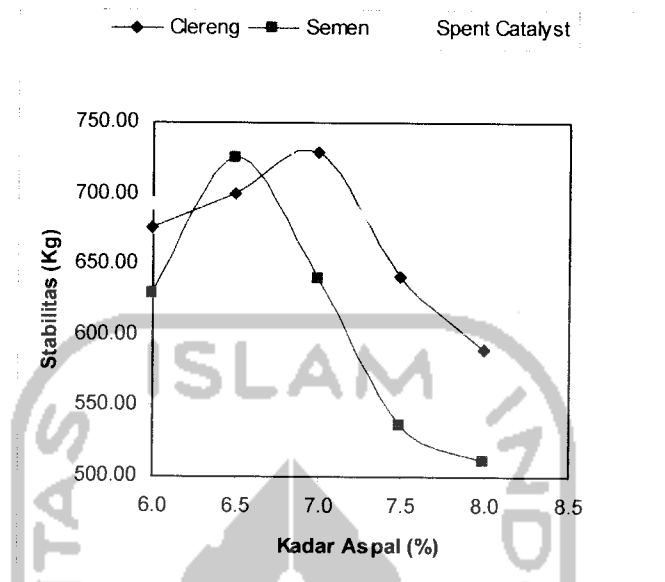
Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang atau alur. Nilai Stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada 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 5.17 dan gambar 5.8 berikut ini.

Tabel 5.17 Nilai Stabilitas (kg) Campuran HRS B Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	676,11	699,34	728,20	641,38	589,71
Semen Portland	628,86	725,08	639,54	535,75	511,18
<i>Spent Catalyst</i>	693,23	734,18	718,04	655,29	617,41

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Berdasarkan gambar 5.8 terlihat bahwa nilai stabilitas semakin bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas optimum dan kembali menurun seiring 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.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa stabilitas campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih besar jika dibandingkan dengan stabilitas campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland dan *filler* Clereng, sedangkan stabilitas campuran HRS B dengan *filler* Clereng lebih tinggi dibandingkan dengan stabilitas campuran HRS B dengan *filler* semen Portland. Berat jenis dari *filler spent catalyst* lebih kecil dari pada *filler* Clereng dan *filler* semen Portland, maka pada berat yang sama *spent catalyst* memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan viskositas bitumen semakin besar yang mengakibatkan nilai stabilitas menjadi tinggi. Demikian pula halnya dengan berat jenis *filler* Clereng yang lebih kecil dari *filler* semen Portland, pada berat yang sama *filler* Clereng memiliki volume yang lebih besar dan hal ini menyebabkan viskositas bitumen semakin besar. Dalam penelitian ini viskositas campuran dengan proporsi *filler* yang lebih besar lebih dominan dalam menentukan nilai stabilitas.

Nilai stabilitas dengan menggunakan *filler spent catalyst* mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % dengan nilai stabilitas sebesar 734,18 kg. Kemudian nilai stabilitas campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng mencapai batas optimum pada kadar aspal 7 % dengan nilai stabilitas sebesar 728,20 kg. Sedangkan untuk nilai stabilitas dengan menggunakan *filler* semen Portland mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % dengan nilai stabilitas sebesar 725,08 kg. Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk nilai stabilitas

ketiga macam campuran HRS B dengan *filler* semen Portland, Clereng, dan *spent catalyst* memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu ≥ 550 kg. Campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* memiliki nilai stabilitas yang paling tinggi dengan nilai VMA yaitu 17,49. Nilai VFWA yaitu 79,39. Nilai VITM yaitu 3,61. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng nilai stabilitasnya lebih kecil dari campuran yang menggunakan *filler spent catalyst* dengan nilai VMA yaitu 19,31, nilai VFWA kecil yaitu 76,82, nilai VITM besar yaitu 4,47. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki nilai stabilitas yang paling kecil diantara ketiga macam campuran HRS B yang menggunakan *filler* lainnya dengan nilai VMA besar yaitu 17,62, nilai VFWA kecil yaitu 79,68, nilai VITM yaitu 3,58. Dari hasil diatas nilai stabilitas campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih besar dari Campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng walaupun *voids* (rongga) yang dihasilkan dari campuran *spent catalyst* lebih besar, akan tetapi viskositas campuran HRS B dari proporsi *filler spent catalyst* yang lebih besar, lebih dominan dalam menentukan nilai stabilitas. Hal ini sesuai dengan penelitian Subarkah (2001) yang menyatakan dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semakin keras bitumen kendatipun mengakibatkan *voids* dalam campuran yang lebih besar, namun masih menghasilkan nilai stabilitas yang besar. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki *voids* yang besar sehingga kelekatan agregat menjadi kurang rapat atau kompak jika dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* Clereng dan *filler* semen Portland memiliki berat jenis yang paling besar sehingga viskositas campuran dengan proporsi *filler* semen Portland



menjadi kecil sehingga mengakibatkan nilai stabilitas lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* Clereng.

5.2.2 Flow

Flow adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai pada batas keruntuhan dan dinyatakan dalam suatu satuan panjang (mm).

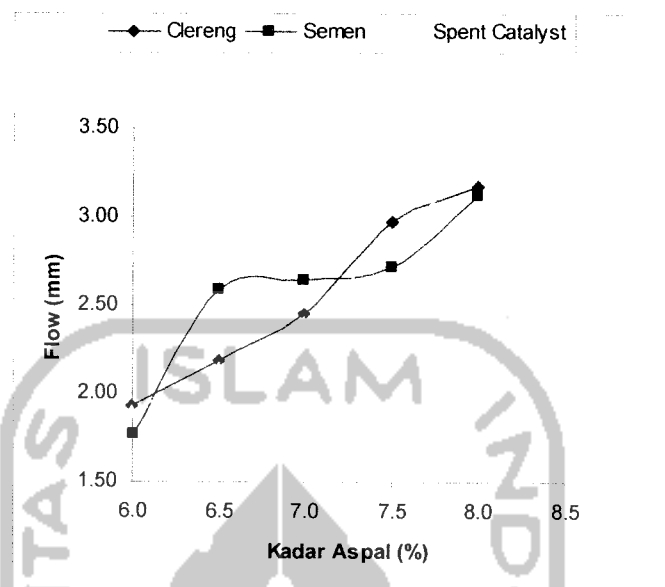
Flow menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki *flow* yang rendah dan *stabilitas* yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai *flow* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.18 dan gambar 5.9 sebagai berikut ini.

Tabel 5.18 Nilai *flow* (mm) Campuran HRS B Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	1,93	2,18	2,45	2,97	3,17
Semen Portland	1,77	2,59	2,63	2,71	3,12
<i>Spent Catalyst</i>	1,90	2,13	2,39	2,88	3,29

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Berdasarkan gambar 5.9, terlihat bahwa dari hasil penelitian menunjukkan benda uji mempunyai nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga antara 2,0 mm – 4,0 mm. Nilai *flow* untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* pada kadar aspal 6 % - 7 % lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen Portland dan campuran yang menggunakan *filler* Clereng. Hal ini lebih disebabkan oleh proporsi butiran halus yang lebih banyak sebagai akibat dari berat jenis *filler spent catalyst* lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis *filler* Clereng dan semen Portland. Hal ini sesuai dengan Brein (1978) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa *filler* dapat menghasilkan jumlah titik kontak yang lebih banyak di antara batuan. Dengan demikian maka *flow* yang lebih rendah di akibatkan oleh bidang kontak yang lebih luas diantara butiran agregat. Demikian pula dengan nilai *flow* campuran HRS B

dengan *filler* Clereng yang lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran HRS B dengan *filler* semen Portland juga disebabkan oleh hal yang sama.

5.2.3 *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 kekedapan campuran yaitu kekedapan terhadap 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.

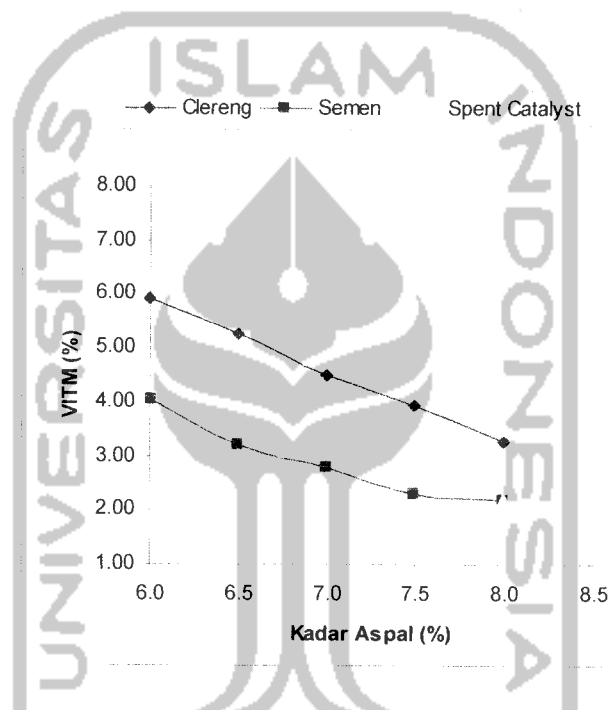
Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah 3 % - 5 %. Lapis perkerasan yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3 % akan mudah terjadi *bleeding*. Hal ini disebabkan oleh tingginya temperatur perkerasan sehingga aspal akan mencair dan pada saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir diantara rongga agregat, jika dalam campuran tidak memiliki rongga yang cukup, aspal akan naik kepermukaan perkerasan yang menyebabkan terjadinya *bleeding*. Sebaliknya nilai VITM yang lebih besar dari 5 % menunjukkan bahwa banyak terjadinya 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 5.19 dan gambar 5.10 berikut ini.

Tabel 5.19 Nilai VITM (%) Campuran HRS B Hasil Marshall Test

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	5,92	5,24	4,47	3,93	3,26
Semen Portland	4,02	3,20	2,77	2,28	2,20
<i>Spent Catalyst</i>	4,63	3,61	3,01	2,52	2,18

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan VITM dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Berdasarkan gambar 5.10 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 nilai VITM, campuran HRS B dengan menggunakan *filler* Clereng yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6,5 % - 8 %, untuk *filler* semen Portland pada kadar aspal 6 % - 7 %, dan untuk *filler spent catalyst* pada kadar 6 % - 7 %.

Campuran HRS B dengan *filler* Clereng mempunyai nilai VITM paling tinggi diantara campuran HRS B dengan *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst*. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan kadar aspal mulai dari 6,5 % - 8 % hasilnya menunjukkan menurun, sedangkan hasil VITM dengan campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* semen Portland dengan adanya penambahan kadar aspal mulai dari 6 % - 8 % hasilnya juga menurun tetapi lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* Clereng karena *filler spent catalyst* dan *filler* semen Portland memiliki bentuk atau tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan yang menggunakan *filler* Clereng, walaupun sama-sama lolos saringan no. 200. Dilihat dari keseluruhan nilai VITM, nilai VITM campuran dengan *filler* semen Portland paling kecil dibandingkan dengan campuran *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng, hal ini dikarenakan *filler* semen Portland mempunyai tingkat kehalusan yang tinggi diantara *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng, sehingga *filler* semen Portland dapat mengisi rongga – rongga dalam campuran HRS B dengan baik jika dibandingkan menggunakan *filler spent catalyst* dan Clereng.

5.2.4 Void Foiled With Asphalt (VFWA)

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Besarnya VFWA berpengaruh pada kedekatan 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 aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFWA yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan 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.

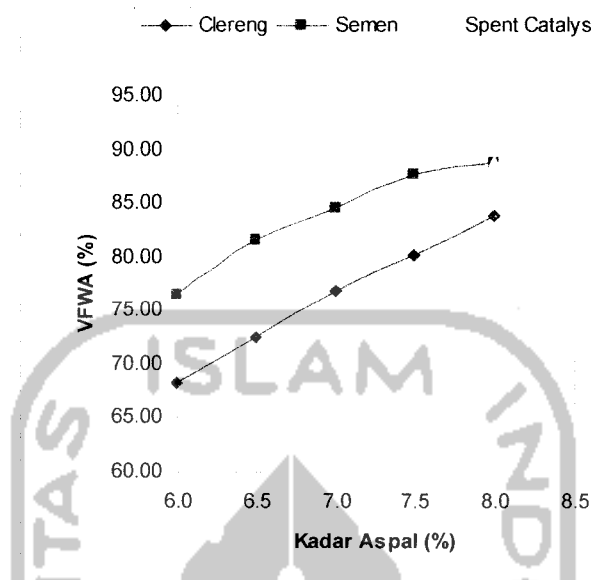
Nilai VFWA yang terlalu kecil menyebabkan kedekatan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal tersebut di atas akan memudahkan masuknya udara dan air yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi sehingga keawetan campuran tersebut berkurang.

Nilai VFWA hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.20 dan gambar 5.11 berikut ini.

Tabel 6.20 Nilai VFWA (%) Campuran HRS B Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	68,24	72,42	76,82	80,18	83,86
Semen Portland	76,37	81,52	84,52	87,64	88,66
<i>Spent Catalyst</i>	73,39	79,39	83,22	86,40	88,64

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.11 Grafik Hubungan VFWA dengan Kadar Aspal Campuran
HRS B

Dari gambar 5.11 dapat dilihat bahwa campuran HRS B dengan *filler* Clereng, semen Portland dan *spent catalyst* seiring dengan bertambahnya kadar aspal nilai VFWA akan semakin naik. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk ke dalam rongga – rongga campuran sehingga campuran akan menjadi rapat dan VFWA menjadi besar.

Dalam penelitian kali ini penggunaan *filler* semen Portland pada campuran HRS B mempunyai nilai VFWA lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng. Hal ini berkaitan dengan nilai VITM, dimana campuran HRS B dengan *filler* semen Portland lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng, karena *filler* semen Portland memiliki butiran yang lebih halus. Dan untuk campuran

HRS B dengan menggunakan *filler spent catalyst*, mempunyai nilai VFWA yang lebih besar jika dibandingkan dengan *filler* Clereng. Hal ini dikarenakan nilai VITM campuran dengan *filler spent catalyst* lebih kecil karena tingkat kehalusannya lebih halus dari campuran HRS B dengan *filler* Clereng. Jadi, dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, nilai VITM akan semakin turun sedangkan nilai VFWA akan semakin naik.

Pada kadar aspal yang sama nilai VFWA untuk campuran HRS B dengan *filler* semen Portland paling tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng, hal ini juga dikarenakan semen Portland mempunyai tingkat kehalusan paling tinggi yang memungkinkan aspal dalam melakukan penetrasi ke dalam campuran batuan tidak mengalami gangguan berarti, sehingga aspal dapat menempati bagian terbesar rongga – rongga dalam campuran tanpa terhalangi. Nilai VFWA untuk campuran HRS B dengan *filler spent catalyst* lebih tinggi dari campuran HRS B dengan *filler* Clereng juga dikarenakan *spent catalyst* memiliki tingkat kehalusan yang lebih baik jika dibandingkan dengan *filler* Clereng.

5.2.5 Voids in Mineral Agregat (VMA)

VMA adalah volume rongga udara yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen volume. Nilai VMA dapat juga dinyatakan sebagai rongga yang tersedia untuk ditempati volume aspal dan volume udara yang diperlukan dalam campuran agregat dan aspal.

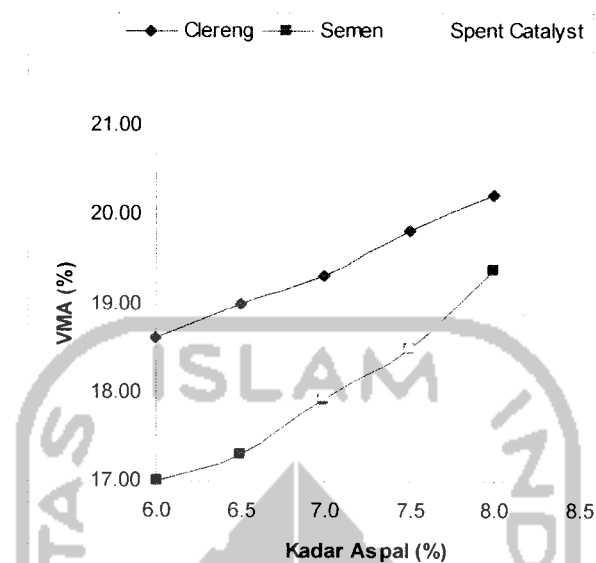
VMA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis dalam hal ini tergantung pada voids yang tetap. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi dan lapis perkerasan menjadi rusak. VMA yang besar mengakibatkan film aspal menjadi tebal pada voids yang tetap, sehingga mempunyai durabilitas yang tinggi. VMA juga dipengaruhi oleh campuran gradasi yang dipergunakan.

Nilai VMA hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.21 dan gambar 5.12 berikut ini.

Tabel 5.21 Nilai VMA (%) Campuran HRS B Hasil Marshall Test

Jenis filler	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	18,61	18,99	19,31	19,81	20,21
Semen Portland	17,01	17,29	17,92	18,48	19,38
Spent Catalyst	17,40	17,49	17,96	18,52	19,19

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.12 Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal Campuran
HRS B

Berdasarkan gambar 5.12 terlihat bahwa nilai VMA semakin bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini dimungkinkan karena dengan perbedaan berat jenis dari ketiga benda uji tersebut. Dengan bertambahnya kadar aspal dan berkurangnya kandungan *filler* serta agregat maka, nilai VMA campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng, *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst* cenderung menjadi naik. Dilihat dari kepekaan *voids* dari ketiga jenis campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng, *filler* semen Portland, dan *filler spent catalyst* memiliki kepekaan yang relatif sama terhadap penambahan kadar aspal. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa campuran HRS B dengan *filler* Clereng mempunyai nilai VMA yang besar tetapi juga mempunyai *voids* yang besar sehingga tebal film aspal tetap. Sedangkan campuran HRS B dengan *filler* Semen Portland dan *filler spent catalyst*

mempunyai kepekaan *voids* yang relatif sama terhadap penambahan kadar aspal, tetapi dilihat dari kepekaan nilai VMA campuran HRS B dengan *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst* lebih peka terhadap penambahan kadar aspal. Hal ini mengakibatkan tebal film yang tetap. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst* mempunyai nilai VMA lebih peka terhadap penambahan kadar aspal karena *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst* mempunyai struktur butiran yang lebih halus dibandingkan dengan *filler* Clereng.

5.2.6 Density

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Nilai ini mencerminkan tingkat kepadatan dari suatu campuran, makin tinggi nilai *density* berarti campuran tersebut makin padat. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban lebih berat dibandingkan dengan campuran dengan nilai *density* yang rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan, baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukan.

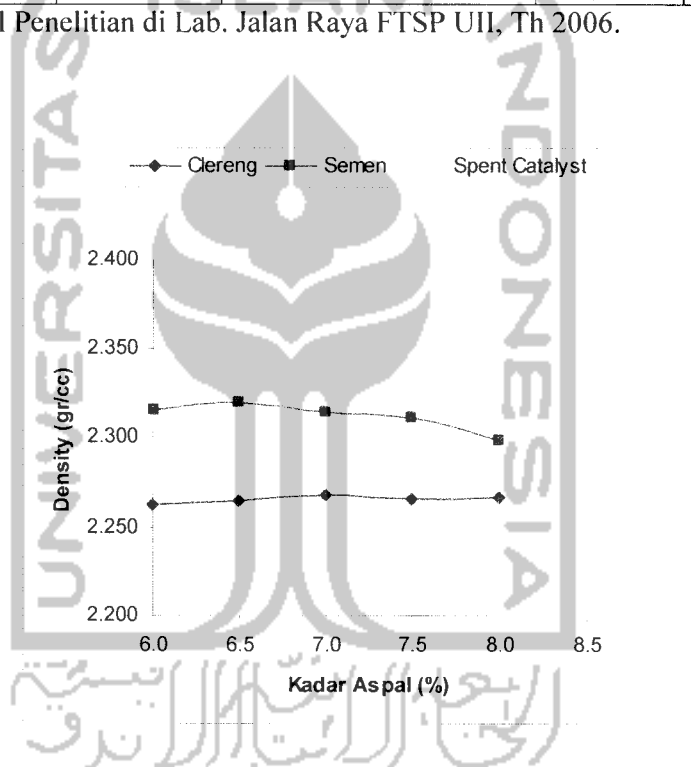
Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah serta campuran dengan rongga antar agregat yang rendah. Nilai *density* juga akan meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada suhu pemadatan yang tepat. Peningkatan persentase pemakaian aspal yang cukup juga akan meningkatkan nilai *density* campuran.

Nilai *density* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.19 dan gambar 5.16 berikut ini.

Tabel 5.22 Nilai *Density* (gr/cc) Campuran HRS B Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	2,263	2,264	2,267	2,266	2,266
Semen Portland	2,315	2,320	2,314	2,311	2,298
<i>Spent Catalyst</i>	2,277	2,286	2,285	2,282	,275

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.13 Grafik Hubungan *Density* dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Seperti terlihat pada gambar 5.13, nilai *density* semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya kadar aspal akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran lebih padat yang berarti nilai *density* semakin bertambah pula.

Density campuran HRS B yang menggunakan semen Portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng. Hal ini dikarenakan oleh berat jenis semen Portland yang lebih besar dibandingkan dengan *spent catalyst* dan clereng menyebabkan volume yang lebih kecil pada berat yang sama. Nilai *density* merupakan perbandingan antara massa dan volume, sehingga campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler* Clereng memiliki volume yang lebih besar akan memiliki nilai *density* yang lebih kecil.

5.2.7 Marshall Quotient

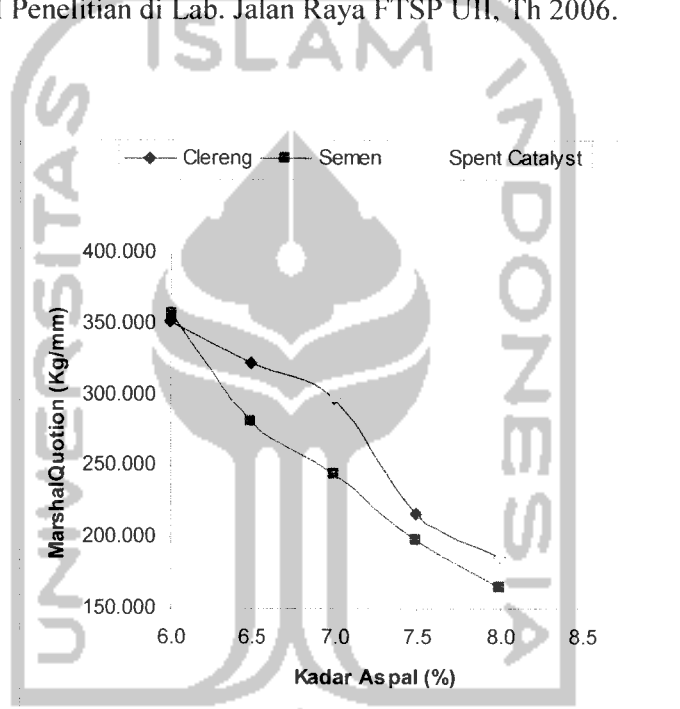
Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkatan kekakuan suatu campuran. Stabilitas yang tinggi yang disertai dengan kelelahan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku dan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotient* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5.23 dan gambar 5.14 berikut ini.

Tabel 5.23 Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm) Campuran HRS B Hasil*Marshall Test*

Jenis <i>filler</i>	Kadar Aspal				
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
Clereng	350,465	321,685	297,481	216,194	186,185
Semen Portland	356,337	280,385	244,227	198,232	163,921
<i>Spent Catalyst</i>	365,648	344,217	299,977	227,786	187,574

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH, Th 2006.



Gambar 5.14 Grafik Hubungan *Marshall Quotient* dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari gambar 5.14 terlihat bahwa nilai *Marshall Quotient* untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih besar jika dibandingkan dengan campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland dan yang menggunakan *filler* Clereng. Hal ini dikarenakan campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng. Hal ini dikarenakan campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dan nilai *flow* yang lebih rendah, dan perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*

masih masuk dalam spesifikasi Bina Marga yaitu 200 – 350 kg/mm. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dari ketiga jenis *filler* tersebut bersifat stabil.

5.2.8 Immersion Test

Immersion Test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Waktu perendaman benda uji pada *Immersion Test* adalah selama 24 jam pada suhu konstan 60°C. Kadar aspal optimum untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst*, *filler* semen Portland dan *filler* Clereng.

Hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas dengan waktu perendaman 30 menit dan waktu perendaman 24 jam seperti pada tabel 6.21

Tabel 5.24 Nilai Stabilitas (kg) Campuran HRS B Kadar Aspal Optimum

Jenis <i>Filler</i>	Waktu Perendaman	
	30 Menit	24 Jam
Clereng	1810,71	1490,01
Semen Portland	2244,25	2640,15
<i>Spent Catalyst</i>	2282,44	2176,51

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Dari hasil *Immersion Test* menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai stabilitas untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland pada perendaman 24 jam. Hal ini dikarenakan sifat semen Portland yang dapat bereaksi dengan air sehingga menambah ikatan dalam campuran yang berdampak pada peningkatan nilai stabilitas campuran tersebut. Hal tersebut terjadi karena pada saat pencampuran antar aspal, agregat dan *filler*, aspal tidak dapat menyelimuti

dengan baik sehingga terjadi ruang dimana permukaan *filler* tidak terselimuti aspal yang menyebabkan semen Portland sebagai *filler* dapat bereaksi dengan air yang berdampak pada peningkatan nilai *stabilitas*. Sedangkan pada campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng dan *filler spent catalyst* menunjukkan kecenderungan menurunnya nilai *stabilitas* setelah mengalami perendaman selama 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 (S2) dan nilai *stabilitas* campuran dengan waktu perendaman 30 menit (S1).

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

1. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland.

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S2}{S1} * 100\% \\ &= \frac{2640.15}{2244.25} * 100\% \\ &= 117.64 \% \end{aligned}$$

2. Campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst*.

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S2}{S1} * 100\% \\ &= \frac{2176.51}{2282.44} * 100\% \\ &= 95.36 \% \end{aligned}$$

3. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng.

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100\% \\ &= \frac{1490.01}{1810.71} * 100\% \\ &= 82.29 \% \end{aligned}$$

Nilai stabilitas campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland terlihat mengalami peningkatan sebesar 17.64 % pada periode perendaman selama 24 jam. Hal ini disebabkan oleh pengaruh semen Portland yang bereaksi dengan air selama periode perendaman.

Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ilan Ishai dan Joseph Craus dengan judul penelitian *Effect of The Filler on Aggregate Bitumen Adhesion Properties in Bituminous Mixtures*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan campuran yang menggunakan *filler hydrate lime* mengalami peningkatan kekuatan selama periode perendaman untuk seluruh kadar *filler hydrated lime* pada temperature tinggi yaitu pada suhu 60°C sampai dengan lebih dari 120 % dari nilai *resilent* modulus awal untuk kondisi optimum setelah periode perendaman selama 30 hari. Alasan untuk perilaku ini adalah proses kimia-fisis pada permukaan *mastic-agregat hydrated lime* oleh keberadaan air, dipercepat dan diintensifkan selama periode perendaman bertempertur tinggi.

Kesimpulan dari hasil penelitian untuk campuran yang menggunakan *filler hydrated lime* yang dilakukan tersebut adalah stripping potensial meningkat seiring dengan peningkatan penyerapan air, temperatur perendaman, waktu perendaman dan kejenuhan vakum. Penggunaan *filler hydrated lime* pada

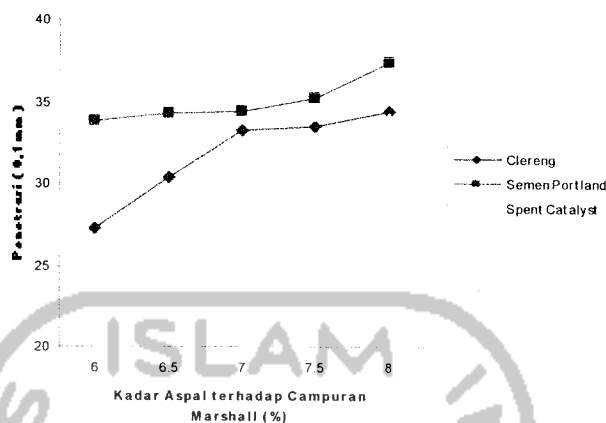
campuran pasir-aspal meningkatkan adhesi potensial secara mendasar pada campuran pasir-aspal dengan ditambahkan air. Penurunan kekuatan yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang berbeda, berada pada batas-batas yang dapat diterima bahkan selama 30 hari perendaman

Berdasarkan indeks tahanan dari ketiga campuran tersebut menunjukkan bahwa campuran HRS B 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 spent catalyst* dan *filler* Clereng. Namun ketiga campuran tersebut memiliki indeks tahanan campuran yang memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu lebih besar dari 75 %.

5.2.9 Tinjauan Campuran Aspal – *Spent Catalyst*, Aspal – Clereng dan Aspal – Semen Portland

Pemeriksaan penetrasi aspal – *spent catalyst* bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan campuran aspal – *spent catalyst* yang akan dibandingkan dengan campuran aspal – Clereng dan aspal semen Portland. Pemeriksaan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gr, sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum dan beban) selama 5 detik dengan temperatur 25°C.

Hasil penelitian pada campuran aspal - *spent catalyst*, aspal – Clereng dan aspal - semen Portland diperoleh nilai penetrasi seperti pada tabel 5.14, 5.15, 5.16 dan gambar 5.15.



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Nilai Penetrasi Campuran Aspal - *Spent Catalyst*, Aspal – Clereng dan Aspal – Semen Portland

Pada gambar 5.15 terlihat nilai penetrasi campuran aspal - *spent catalyst*, aspal – Clereng dan aspal - semen Portland semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran aspal - *spent catalyst*, aspal – Clereng dan aspal – semen Portland akan menurunkan kekentalan campuran tersebut, sebaliknya dengan semakin bertambahnya kadar *spent catalyst*, Clereng dan semen Portland dalam campuran tersebut akan meningkatkan viskositas campuran sehingga campuran tersebut akan lebih mampu untuk menerima beban lalu lintas yang lebih berat dan lebih tahan terhadap pengaruh temperatur yang tinggi. Dari Gambar 5.15 dapat dilihat bahwa campuran aspal – *spent catalyst* mempunyai nilai penetrasi yang kecil dibandingkan dengan aspal – Clereng dan aspal – semen Portland. Hal ini dikarenakan oleh perbedaan berat jenis, *spent catalyst* yang mempunyai berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan Clereng dan semen Portland maka pada

berat yang sama *spent catalyst* memiliki volume yang besar. Ini menyebabkan viskositas bitumen semakin besar.

5.3 Modulus Kekakuan

5.3.1 Kekakuan Bitumen (*Bitument Stiffness*)

Kekakuan bitumen adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada bitumen yang besarnya tergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan.

Pada perhitungan nilai kekakuan bitumen, temperatur perkerasan (T) yang digunakan adalah temperatur perkerasan rata-rata di Indonesia yaitu 38°C panjang jejak roda kendaraan (s) diasumsikan 25 cm dan kecepatan kendaraan (v) diasumsikan 50 km/jam. Metode yang digunakan dalam perhitungan ini adalah dengan menggunakan nomogram Van Der Poel dan persamaan yang diturunkan oleh Ullidz.

5.3.1.1 Kekakuan Bitumen dengan Menggunakan Nomogram Van Der Poel

Waktu pembebanan (t)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{s}{v} \\
 &= \frac{0.25 * 3600}{50000} \\
 &= 0.018 \text{ detik} \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Titik lembek aspal (Trb)} &= 54,5^{\circ}\text{C} \\
 \text{Penetrasi aspal pada suhu } 25^{\circ}\text{C (PI)} &= 61 \text{ (0.1 mm)} \\
 \text{Suhu antara (Trb - T)} = 54.5 - 38 &= 16.5^{\circ}\text{C} \dots\dots\dots(2)
 \end{aligned}$$

Penentuan *Index* (PIr)

$$\begin{aligned}
 PIr &= \frac{27 \log PI - 21.65}{76.35 \log PI - 232.82} \\
 PIr &= \frac{27 \log 61 - 21.65}{76.35 \log 61 - 232.82} \\
 &= -0.2751 \dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

Dari data pada persamaan (1), (2) dan (3) dengan menggunakan nomogram Van Der Poel (gambar 3.1) maka didapat nilai kekakuan bitumen sebesar $1,3 * 10^6 \text{ N/m}^2$.

5.3.1.2 Kekakuan Bitumen dengan Menggunakan Persamaan Ullidz

$$\begin{aligned}
 Pr &= 0.65 PI \\
 &= 0.65 * 61 \\
 &= 39.65 \text{ (0.1 mm)} \\
 SPr &= 98,4 - 26,35 \log Pr \\
 &= 98,4 - 26,35 \log 39,65 \\
 &= 56,2863 \text{ (0,1 mm)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= 1,157 * 10^{-7} * t^{-0,368} * 2,718^{-(-0,275)} * (SP_r - T)^5 \\
 &= 1,157 * 10^{-7} * 0,018^{-0,368} * 2,718^{-(-0,275)} * (56,2863 - 38)^5 \\
 &= 1,365973109 \text{ Mpa} \\
 &= 1,36 * 10^6 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Dilihat dari kedua hasil tersebut diatas dalam mencari nilai kekakuan bitumen, baik dengan menggunakan nomogram Van Der Poel maupun dengan menggunakan persamaan Ullidz didapatkan hasil yang tidak terlalu jauh.

5.3.2 Kekakuan Campuran (Mix Stiffness)

Kekakuan campuran adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada campuran aspal beton yang besarnya tergantung pada temperatur dan lamanya pembebanan. Metode yang digunakan dalam menentukan kekakuan campuran ini adalah dengan metode Shell dan metode Heukellom dan Klomp.

6.3.2.1 Kekakuan dengan Metode Shell

Sebagai contoh perhitungan digunakan sampel benda uji untuk campuran HRS B dengan menggunakan *filler spent catalyst* dengan kadar aspal 6 % Data yang diperlukan adalah seperti dibawah ini.

1. Kekakuan bitumen (S_{bit}) = $1,36 * 10^6 \text{ N/m}^2$
2. Perbandingan berat agregat dengan total berat campuran (M_a) = 94 %
3. Perbandingan berat bitumen dengan total berat campuran (M_b) = 6 %
4. Berat jenis campuran agregat (G_a) = 2,5907

5. Berat jenis bahan ikat aspal (G_b) = 1,07
6. Berat Volume campuran (τ_m) = 2,277 T/m³
7. Volume air (τ_w) = 1,0 T/m³

$$\begin{aligned}\tau_{\max} &= \frac{100 * \tau_w}{\left(\frac{M_b}{G_b}\right) + \left(\frac{M_a}{G_a}\right)} \\ &= \frac{100 * 1,0}{\left(\frac{6,0}{1,07}\right) + \left(\frac{94}{2,5907}\right)} \\ &= 2,3871 \text{ T/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_v &= \frac{(\tau_{\max} - \tau_m) * 100}{\tau_{\max}} \\ &= \frac{(2,3871 - 2,277) * 100}{2,3871} \\ &= 4,6123 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_b &= \frac{(100 - V_v) * \left(\frac{M_b}{G_b}\right)}{\left(\frac{M_b}{G_b}\right) + \left(\frac{M_a}{G_a}\right)} \\ &= \frac{(100 - 4,6123) * \left(\frac{6,0}{1,07}\right)}{\left(\frac{6,0}{1,07}\right) + \left(\frac{94}{2,5907}\right)} \\ &= 12,7682 \%\end{aligned}$$

$$V_v + V_b + V_g = 100 \%$$

$$\begin{aligned}V_g &= 100 \% - 4,6123 \% - 12,7682 \% \\ &= 82,6178 \%\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, dicari nilai kekakuan campuran dengan nomogram seperti pada gambar 3.2, maka didapat nilai kekakuan campuran (S_{mix}) sebesar $3,50 * 10^8$ N/m².

Hasil perhitungan kekakuan untuk campuran HRS B baik yang menggunakan *filler spent catalyst*, *filler* semen Portland maupun *filler* Clereng dengan menggunakan metode Shell dapat dilihat pada tabel 5.25, 5.26 dan 5.27.

Tabel 5.25 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan *Filler Spent Catalyst* dengan Metode Shell

Kadar Aspal	Vv (%)	Vb (%)	Vg (%)	S mix (N/m ²)
6,0 %	4.6139	12.7682	82.6178	$3.50 * 10^8$
6,5 %	3.6099	13.8869	82.5032	$3.30 * 10^8$
7 %	2.8979	14.9682	82.1338	$2.90 * 10^8$
7,5 %	2.5267	15.9953	81.4779	$2.50 * 10^8$
8 %	2.2017	17.0093	80.7889	$2.20 * 10^8$
6,7 % (<i>Marshall</i>)	1.9217	14.5271	83.5512	$3.50 * 10^8$
6,7 % (<i>Immersion</i>)	1.4989	14.5897	83.9113	$3.60 * 10^8$

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

**Tabel 5.26 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan
Filler Semen Portland dengan Metode Shell**

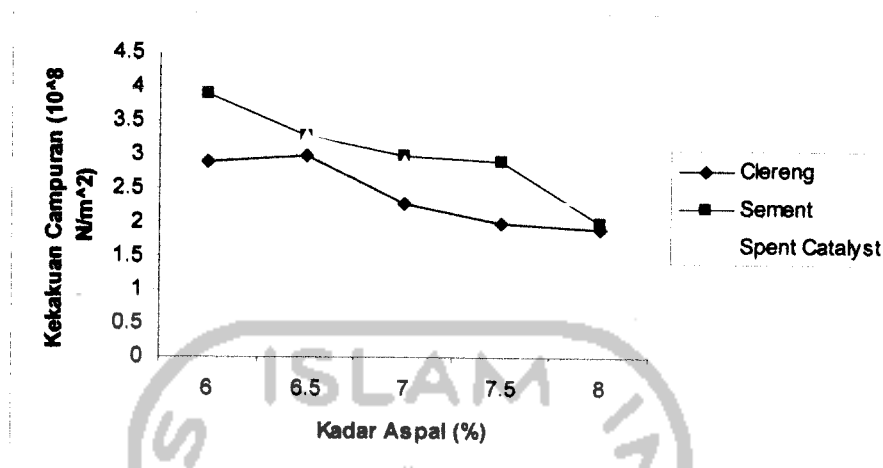
Kadar Aspal	Vv (%)	Vb (%)	Vg (%)	S mix (N/m ²)
6,0 %	4.0311	12.9813	82.9876	3.90* 10 ⁸
6,5 %	3.1821	14.0935	82.9876	3.30* 10 ⁸
7 %	2.7924	15.1383	82.0692	3.00* 10 ⁸
7,5 %	2.2792	16.1986	81.5222	2.90* 10 ⁸
8 %	2.1933	17.1813	80.6254	2.00* 10 ⁸
6,475 %(Marshall)	2.3798	14.1603	83.4599	3.90* 10 ⁸
6,475%(Immersion)	1.5455	14.2813	84.1732	3.90* 10 ⁸

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

**Tabel 5.27 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan
Filler Clereng dengan Metode Shell**

Kadar Aspal	Vv (%)	Vb (%)	Vg (%)	S mix (N/m ²)
6,0 %	5.9074	13.7533	81.4029	2.90* 10 ⁸
6,5 %	5.2411	13.7533	81.0057	3.00* 10 ⁸
7 %	4.4899	14.8308	80.6792	2.30* 10 ⁸
7,5 %	3.9067	15.8832	80.2101	2.00* 10 ⁸
8 %	3.2814	16.9421	79.7765	1.90* 10 ⁸
7,175 %(Marshall)	1.6106	15.6241	82.7653	3.00* 10 ⁸
7,175%(Immersion)	1.1884	15.6911	83.1205	3.00* 10 ⁸

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.16 Grafik Hubungan Kekakuan Campuran Menggunakan Metode Shell dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari gambar 5.16 terlihat nilai kekakuan untuk campuran HRS B yang menggunakan filler semen Portland lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* dan *filler Clereng*. Terlihat pula campuran HRS B dari ketiga benda uji tersebut memiliki pola yang sama, yaitu memiliki nilai kekakuan yang menurun setelah kadar aspal 6 %, hal ini dikarenakan dengan penambahan kadar aspal pada campuran akan meningkatkan nilai kekakuan campuran tersebut sampai pada batas optimum dan kemudian seiring dengan bertambahnya kadar aspal akan menurunkan nilai kekakuan campuran.

5.3.2.2 Kekakuan dengan Metode Heukellom dan Klomp

Sebagai contoh perhitungan, digunakan sampel benda uji untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* dengan kadar aspal 6 %, *filler*

semen Portland dengan kadar aspal 6,5 % dan yang menggunakan *filler* Clereng dengan kadar aspal 7.5 %.

1. Campuran HRS B menggunakan *filler spent catalyst* kadar aspal 6 %

Data yang diperlukan :

- Prosentase Volume pori (V_v) = 4.6139 %
- Prosentase Volume bitumen (V_b) = 12.7682 %
- Prosentase Volume Agregat (V_g) = 82.6178 %

$$C_v = \frac{V_g}{V_g + V_b}$$

$$= \frac{82.6178}{82.6178 + 12.7682}$$

$$= 0,8661$$

Karena $V_v > 3$ %, maka dicari harga C_v'

$$C_v' = \frac{C_v}{1 + 0,01(V_v - 3)}$$

$$= \frac{0,8661}{1 + 0,01(4,6139 - 3)}$$

$$= 0,8523$$

$$C_b = \frac{V_b}{V_g + V_b}$$

$$= \frac{12,7682}{82,6178 + 12,7682}$$

$$= 0,1338$$

Syarat $C_b > 2/3 (1 - C_v)$

$$0,1338 > 2/3 (1 - 0,8523)$$

$$0,1338 > 0,0984$$

$$n = 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{Sbit} \right)$$

$$= 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{1,36 \times 10^6} \right)$$

$$= 3,7089$$

$$S_{mix} = S_{bit} \left[1 + \frac{2,5}{n} * \frac{C_v}{(1 - C_v)} \right]^n$$

$$= 1,36 * 10^6 \left[1 + \frac{2,5}{3,7089} * \frac{0,8523}{(1 - 0,8523)} \right]^{3,7089}$$

$$= 4,9 * 10^8 \text{ N/m}^2$$

2. Campuran HRS B menggunakan *filler* semen Portland kadar aspal 7 %

Data yang diperlukan :

- a. Prosentase Volume pori (V_v) = 2.7924 %
- b. Prosentase Volume bitumen (V_b) = 15.1383 %
- c. Prosentase Volume Agregat (V_g) = 82.0692 %

$$C_v = \frac{V_g}{V_g + V_b}$$

$$= \frac{82,0692}{82,0692 + 15,1383}$$

$$= 0,8443$$

$$n = S_{bit} \left(4 * \frac{10^{10}}{S_{bit}} \right)$$

$$= 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{8,38 \times 10^6} \right)$$

$$= 3,0534$$

$$\begin{aligned}
 S_{mix} &= S_{bit} \left[1 + \frac{2,5}{n} * \frac{C_v}{(1 - C_v)} \right]^n \\
 &= 1,36 * 10^6 \left[1 + \frac{2,5}{3,7089} * \frac{0,8443}{(1 - 0,8443)} \right]^{3,7089} \\
 &= 4,08 * 10^8 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

3. Campuran HRS B menggunakan *filler* Clereng kadar aspal 7.5 %

Data yang diperlukan :

- Prosentase Volume pori (V_v) = 3.9067 %
- Prosentase Volume bitumen (V_b) = 15.8832 %
- Prosentase Volume Agregat (V_g) = 80.2101 %

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{V_g}{V_g + V_b} \\
 &= \frac{80,2101}{80,2101 + 15,8832} \\
 &= 0,8347
 \end{aligned}$$

Karena $V_v > 3$ %, maka dicari harga C_v'

$$\begin{aligned}
 C_v' &= \frac{C_v}{1 + 0,01(V_v - 3)} \\
 &= \frac{0,8347}{1 + 0,01(3,9067 - 3)} \\
 &= 0,8272
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{V_b}{V_g + V_b} \\
 &= \frac{15,8832}{80,2101 + 15,8832}
 \end{aligned}$$

$$= 0,1653$$

$$\text{Syarat } C_b > 2/3 (1 - C_v)$$

$$0,1653 > 2/3 (1 - 0,8272)$$

$$0,1653 > 0,1152$$

$$n = 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{S_{bit}} \right)$$

$$= 0,83 \log \left(4 * \frac{10^{10}}{1,36 * 10^6} \right)$$

$$= 3,7089$$

$$S_{mix} = S_{bit} \left[1 + \frac{2,5}{n} * \frac{C_v}{(1 - C_v)} \right]^n$$

$$= 1,36 * 10^6 \left[1 + \frac{2,5}{3,7089} * \frac{0,8272}{(1 - 0,8272)} \right]^{3,7089}$$

$$= 2,85 * 10^8 \text{ N/m}^2$$

Hasil Perhitungan kekakuan untuk campuran HRS B baik yang menggunakan *filler spent catalyst*, *filler* semen Portland dan *filler* Clereng dengan menggunakan metode Heukellom dan Klomp dapat dilihat pada tabel 5.28, 5.29 dan tabel 5.30.

Tabel 5.28 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan

Filler Spent Catalyst dengan Metode Heukellom dan Klomp

Kadar Aspal	Vv (%)	Vb (%)	Vg (%)	Cv	Cv'	Cb	S mix (N/m ²)
6,0 %	4.6139	12.7682	82.6178	0.8661	0.8524	0.1338	4.91* 10 ⁸
6,5 %	3.6099	13.8869	82.5032	0.8559	0.8507	0.1441	4.72* 10 ⁸
7 %	2.8979	14.9682	82.1338	0.8458	-	-	4.22* 10 ⁸
7,5 %	2.5267	15.9953	81.4779	0.8359	-	-	3.41* 10 ⁸
8 %	2.2017	17.0093	80.7889	0.8261	-	-	2.79* 10 ⁸
6,7 % (Marshall)	1.9217	14.5271	83.5512	0.8519	-	-	4.85* 10 ⁸
6,7% (Immersion)	1.4989	14.5897	83.9113	0.8519	-	-	4.85* 10 ⁸

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.29 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan

Filler Semen Portland dengan Metode Heukellom dan Klomp

Kadar Aspal	Vv (%)	Vb (%)	Vg (%)	Cv	Cv'	Cb	S mix (N/m ²)
6,0 %	4.0311	12.9813	82.9876	0.8647	0.8559	0.1353	4.79* 10 ⁸
6,5 %	3.1821	14.0935	82.7244	0.8544	0.8529	0.1456	4.57* 10 ⁸
7 %	2.7924	15.1383	82.0692	0.8443	-	-	4.08* 10 ⁸
7,5 %	2.2792	16.1986	81.5222	0.8342	-	-	3.29* 10 ⁸
8 %	2.1933	17.1813	80.6254	0.1132	-	-	2.70* 10 ⁸
6,475 % (Marshall)	2.3798	14.1603	83.4599	0.8549	-	-	5.21* 10 ⁸
6,475% (Immersion)	1.5455	14.2813	84.1732	0.8549	-	-	5.21* 10 ⁸

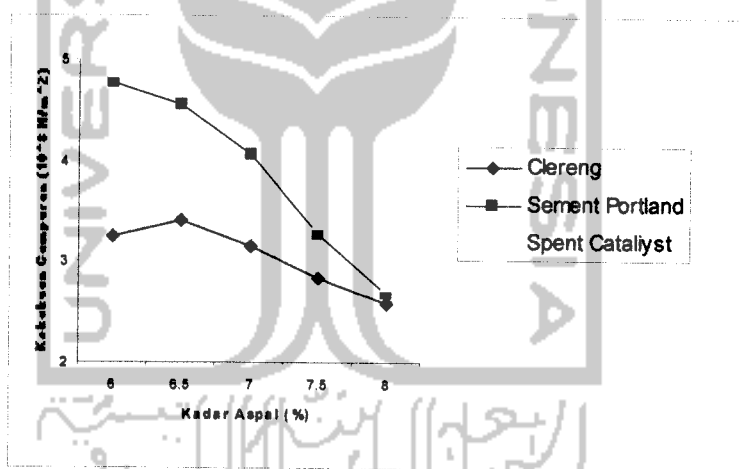
Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.

Tabel 5.30 Perhitungan Kekakuan Campuran HRS B Menggunakan

Filler Clereng dengan Metode Heukellom dan Klomp

Kadar Aspal	V _v (%)	V _b (%)	V _g (%)	C _v	C _v '	C _b	S mix (N/m ²)
6,0 %	6.7389	12.5776	80.6834	0.8651	0.8339	0.1349	3.27* 10 ⁸
6,5 %	5.2411	13.7533	81.0057	0.8549	0.8361	0.1451	3.42* 10 ⁸
7 %	4.4899	14.8308	80.6792	0.8447	0.8323	0.1553	3.16* 10 ⁸
7,5 %	3.9067	15.8832	80.2101	0.8347	0.8272	0.1653	2.85* 10 ⁸
8 %	3.2814	16.9421	79.7765	0.8248	0.8225	0.1752	2.60* 10 ⁸
7,175 % (Marshall)	1.6106	15.6241	82.7653	0.8412	-	-	3.81* 10 ⁸
7,175% (Immersion)	1.1884	15.6911	83.1205	0.8412	-	-	3.81* 10 ⁸

Sumber: Hasil Penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII, Th 2006.



Gambar 5.17 Grafik Hubungan Kekakuan Campuran Menggunakan

Metode Heukellom dan Klomp dengan Kadar Aspal Campuran HRS B

Dari gambar 5.17 terlihat nilai kekakuan untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang menggunakan *filler semen Portland* dan *filler Clereng*.

Dari gambar 5.17 terlihat pula bahwa campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland dan *filler spent catalyst* memiliki pola yang sama, yaitu memiliki nilai kekakuan yang menurun setelah kadar aspal 6 %, hal ini dikarenakan dengan penambahan kadar aspal pada campuran akan meningkatkan nilai kekakuan campuran tersebut sampai pada batas optimum dan kemudian seiring dengan bertambahnya kadar aspal akan menurunkan nilai kekakuan campuran. Sedangkan campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng memiliki nilai kekakuan yang meningkat dari kadar aspal 6,0 % sampai kadar aspal 6,5 % dan menurun setelah kadar aspal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar aspal 6,5 % merupakan kadar aspal optimum. Kemudian setelah kadar aspal tersebut seiring dengan bertambahnya kadar aspal akan menurunkan nilai kekakuan campuran.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng, *filler* semen Portland maupun *filler spent catalyst* maka didapat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen Portland dan yang menggunakan *filler* Clereng. Semua benda uji campuran HRS B memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu ≥ 550 kg.
2. Nilai *flow* campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen Portland dan yang menggunakan *filler* Clereng, dan semua benda uji memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2 mm – 4 mm.
3. Nilai VITM untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen Portland, tetapi *filler* Clereng memiliki nilai VITM yang paling tinggi jika dibandingkan yang menggunakan *filler spent catalyst* maupun *filler* semen Portland. Nilai VITM yang memenuhi

spesifikasi Bina Marga yaitu 3 %-5 % hanya pada kadar aspal 6,5 % sampai 8,0 % untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler* Clereng, pada kadar aspal 6,0 % sampai 7,0 % untuk campuran yang menggunakan *filler spent catalyst*, pada kadar aspal 6,0 % sampai 6,5 % untuk campuran yang menggunakan *filler* semen Portland.

4. Nilai VFWA untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler spent catalyst* maupun yang menggunakan *filler* Clereng.
5. Nilai VMA campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang menggunakan *filler* semen Portland, tetapi campuran yang menggunakan *filler* Clereng memiliki nilai VMA yang paling tinggi jika dibandingkan dengan yang menggunakan *filler spent catalyst* maupun *filler* semen Portland.
6. Campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki nilai *density* atau kepadatan campuran yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler spent catalyst* maupun yang menggunakan *filler* Clereng.
7. Nilai *Marshall Quotient* untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen Portland maupun yang menggunakan *filler* Clereng. Dari kesemua benda uji yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu sebesar 200 kg - 350 kg. Hanya kadar aspal 6,5 % sampai 7,5

% untuk campuran yang menggunakan *filler spent catalyst*, pada kadar aspal 6,0 % sampai 7,5 % yang menggunakan *filler* Clereng maupun *filler* semen Portland.

8. Dari hasil *Immersion Test* diketahui bahwa campuran HRS B yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki indeks tahanan campuran yang lebih baik jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler spent catalyst* maupun yang menggunakan *filler* Clereng. Nilai indeks tahanan campuran untuk ketiga macam campuran HRS B tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu ≥ 75 %.
9. *Spent catalyst* pada campuran aspal – *filler* menambah viscositas atau kekentalan dari aspal tersebut sehingga mampu untuk menahan beban lalu lintas yang lebih berat dan tahan terhadap pengaruh temperatur yang tinggi.
10. Nilai kekakuan campuran untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst*, *filler* Clereng maupun *filler* semen Portland memiliki kekakuan dengan pola yang sama. Kekakuan maksimum terjadi pada kadar aspal yang sama dengan besar nilai kekakuan yang hampir sama, baik dengan metode Shell maupun metode Heukellom dan Klomp.
11. Hasil penelitian yang dilakukan untuk campuran HRS B yang menggunakan *filler spent catalyst* secara umum memenuhi spesifikasi Bina Marga, dengan demikian hipotesa dapat diterima.

6.2 Saran

Dari hasil analisis, pembahasan dan kesimpulan diatas disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Pelaksanaan pencampuran benda uji dilaboratorium antara agregat, *filler* dan aspal harus dilakukan secara benar yaitu pencampuran antara aspal dan *filler* terlebih dahulu kemudian pencampuran dengan agregat sehingga aspal dapat secara optimal menyelimuti permukaan *filler* dan agregat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar Aspal Optimum *spent catalyst* sebagai *filler* pada campuran HRS B.
3. Perlu dilakukan pengembangan penelitian penggunaan *filler spent catalyst* untuk jenis campuran perkerasan lain seperti AC, ATB, SMA, dan lain sebagainya.
4. Perlu dilakukan pengembangan penelitian terhadap campuran HRS B dengan menggunakan *filler* yang berbeda seperti Limbah Industri lainnya.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meninjau aspek kimiawi dari penggunaan *filler spent catalyst*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Taufik Mulyono, 1996, Pengaruh Variasi Jenis dan Kadar *Filler* Terhadap Stabilitas, Fleksibilitas, dan Tingkat Durabilitas HRS (*Hot Rolled Sheet*) Kelas B, Media Teknik No. 3 Tahun XVIII Edisi November, Yogyakarta.
- Anonim, 1983, *Asphalt Technology and Constuction Practices, Educational Series No. 1, The Asphalt Institute, USA.*
- Anonim, 1996, Panduan Praktikum Jalan Raya IV, Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- B. Indrianto Gunawan dan Eko Yulianto, 2000, Sudi 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.
- Brein D, 1978, *Asphalt Mix Design, Development In Highway Pavement Engineering, Edited by Peter S. Peil, London, pp. 93 -125.*
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bins Marga, CQCMU, Agustus 1988, Manual Supervisi Lapangan Untuk Staff Pengendalian, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya (LASTON), SKBI – 2. 4. 6, 1987, Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Ervin L. Dukatz and David A. Anderson, 1980, *The Effect of Various Fillers on The Mechanical Behaviour of Asphalt and Asphaltic Concrete, Proceedings Association of Asphalt Paving Technologist, Volume 49, USA.*
- Heru Saptoaji dan Rachmat Ari Mulyo. W, 2001, Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Industri Marmer Sebagai *Filler* Terhadap Perilaku *Slpit Mastic Asphalt*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Illan Ishai, Joseph Craus and Arieh Sides, 1980, *A Model For Relating Filler Properties To Optimal Behaviour of Bituminous Mixtures*, *Proceedings Association of Asphalt Paving Technologist, Volume 49*, USA.
- Krebs, R. D. and Walker, 1971, *Higway Material*, *Mc Graw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University*, USA.
- Nur susanto dan Zaenal Arifin Joko Widodo, 1996, Penelitian Laboratorium Penggunaan *filler* dari Batu Kapur dan Batu Cadas untuk Campuran Beton Aspal, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nurkhalis, 2002 Tugas Akhir Perbandingan Pengaruh Penggunaan Semen Portland dan Limbah Padat Industri Tekstil (*sludge*) sebagai *filler* pada Campuran HRS B, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Priyo Pratomo, 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.
- S. Huschek and CH. Angst, 1980, *Mechanical Properties Of Filler Bitumen Mixes At High and Low Service Temperatures*, *Proceedings Association of Asphalt Paving Technologist, Volume 49*, USA.
- Sukirman, S. 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung,
- Subarkah, 2001, *Effect of Bitumen Hardness on Characteristics of Gap Graded Pavement Mixtures*, *Jurnal TEKNIASIA*, Vol. VI, No.3, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Subarkah, 2005, Karakteristik Campuran HRS B dengan Menggunakan *Filler* dari Limbah Padat Industri Tekstil (*sludge*) seminar Dwi Mingguan Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, Jogjakarta.
- Van Der Poel C, 1954, *A general System Describing the Visco-Elastic Properties of Bitumen and Its Relation to Routine Test Data*, *J. Appl. Chem.*



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis Contoh : Fine Aggregate (Batu Pecah)
 Diuji tanggal : 6 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

KETERANGAN	BENDA UJI	
	1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	
Berat Vicnometer + Air (B)	655 gram	
Berat Vicnometer + Air + Benda Uji (BT)	970 gram	
Berat Sampel Kering Oven (BK)	487 gram	
Berat Jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.6324	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.7027	
BJ Semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.8314	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2.67%	

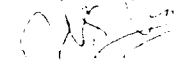
Yogyakarta, 6 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya


 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:


 1. Dimas Ariesta Mintarso


 2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis Contoh : Course Aggregate (Batu Pecah)
 Diuji tanggal : 6 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukamto

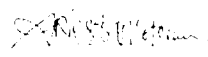
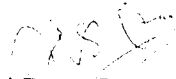
KETERANGAN	BENDA UJI	
	1	2
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (BJ)	1598 gram	
Berat benda uji didalam air (BA)	1000 gram	
Berat sampe kering oven (BK)	1580 gram	
Berat Jenis = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.6421	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.6722	
BJ Semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.7241	
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1.14%	

Yogyakarta, 6 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya


 Bertan Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

- 
 1. Dimas Ariesta Mintarso

 2. Rizki Putra Pamungkas



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

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

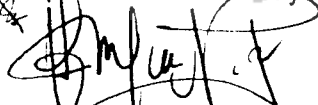
Contoh dari : Batu Pecah Clereng
 Jenis Contoh : Course Aggregate
 Diuji tanggal : 6 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		1	2
LOLOS	TERTAHAN		
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")		
50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")		
37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500 gram	
12.5 mm (0.5")	9.5 mm (3/8")	2500 gram	
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")		
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (no. 4)		
4.75 mm (no. 4)	2.36 mm (no. 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gram	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3863 gram	
KEAUSAN $= \frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		22.74%	

Yogyakarta, 6 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya


 Berhan Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : Clereng Kulon Progo
 Jenis Contoh : Tertahan saringan # 4
 Diuji tanggal : 8 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	25	10.25
SELESAI PEMANASAN	100	10.40
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	10.45
SELESAI	25	11.40
DIPERIKSA		
MULAI	25	10.50
SELESAI	25	11.00

HASIL PENGAMATAN

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

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Belliao Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 8 Feb 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

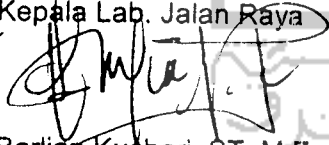
SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73


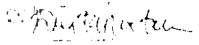
Contoh dari : Clereng
 Jenis Contoh : Fine Aggregate
 Diuji tanggal : 8 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukamto

TRIAL NUMBER		1	2
Seaking (10.1 min)	Start	11.03	11.05
	Stop	11.13	11.15
Sedimentation Time (20 min 15 sec)	Start	11.17	11.24
	Stop	11.37	11.44
Clay Reading		4.40	4.65
Sand Reading		3.40	3.60
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		77.27	77.42
Avarage Sand Equivalent		77.35	
Remark: Kadar Lumpur = 100% - 67,94% = 32,06%			

Yogyakarta, 8 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

 1. Rizki Putra Pamungkas

 2. Dimas Ariesta Mintarso



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 10 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukamto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat vicnometer kosong	12,30 gram
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	24,55 gram
3	Berat air (2 - 1)	12,25 gram
4	Berat vicnometer + Aspal	14,60 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	2,30 gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	24,70 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	10,10 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	2,15 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1.07

Yogyakarta, 10 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 16 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

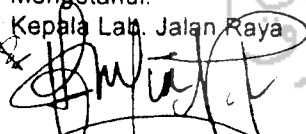
Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukamto

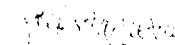

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU ($^{\circ}\text{C}$)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	27	9.00
SELESAI PEMANASAN	120	9.15
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	120	9.15
SELESAI	27	11.10
DIPERIKSA		
MULAI	27	11.10
SELESAI	330	11.35

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA ($^{\circ}\text{C}$)	TITIK BAKAR ($^{\circ}\text{C}$)
i	325	330
ii		
RATA - RATA		

Yogyakarta, 16 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

 1. Dimas Ariesta Mintarso

 2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 10 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

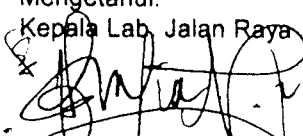
Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

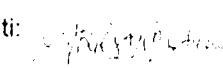
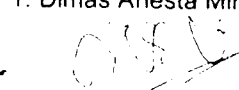
PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	27	14.05
SELESAI PEMANASAN	100	14.19
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	100	14.19
SELESAI	27	14.25
DIPERIKSA		
MULAI	27	14.25
SELESAI	100	14.39

HASIL PENGAMATAN

NO	SUHU YG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		1	2	I	II
1	5	0"	0"		
2	10	200"	200"		
3	15	139"	139"		
4	20	72"	72"		
5	25	65"	65"		
6	30	59"	59"		
7	35	49"	49"		
8	40	45"	45"		
9	45	53"	53"		
10	50	58"	58"		
11	55	48"	48"		
12		15"	5"	54°C	55°C

Yogyakarta, 10 Feb 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

 1. Dimas Ariesta Mintarso

 2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari
 Jenis Contoh
 Diuji tanggal
 Untuk Proyek

: Lab. Jalan Raya
 : Aspal 60/70
 : 11 Februari 2006
 : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 10.20 - 11.40	Pembacaan suhu Ruang $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25°C	60 menit	Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25°C per menit 5 cm	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	Tidak Putus (≥ 165 cm)
Pengamatan II	Tidak Putus (≥ 165 cm)
Rata-rata (I + II)	Tidak Putus (≥ 165 cm)

Yogyakarta, 11 Feb 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 11 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

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

HASIL PENGAMATAN

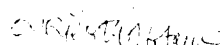
NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	65	61	
2	64	60	
3	64	62	
4	63	64	
5	61	61	

Yogyakarta, 11 Feb 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya


 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti: 

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4 (SOLUBILITY)

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 13 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan waktu	Pembacaan suhu (°C)
	Mulai Selesai	Jam Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	11.00	27
2. Pelarutan	Mulai	Jam	11.05	27
3. Penyaringan	Mulai	Jam	13.10	27
	Selesai	Jam	13.20	27
4. Dioven	Mulai	Jam	13.25	27
5. Penimbangan	Mulai	Jam	13.40	27

1. Berat botol erlenmeyer kosong	=	60.10 gram
2. Berat botol erlenmeyer + aspal	=	62.31 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	=	2.31 gram
4. Berat kertas saring bersih	=	0.57 gram
5. Berat kertas saring bersih + endapan	=	0.580 gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	=	0.01 gram
7. Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100\%\right)$	=	0.43 %
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	=	99.57 %

Yogyakarta, 13 Feb 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl.. Kaliurang KM.14,4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Spent Catalyst

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 72 gr - Spent 56.4 gr
 Diuji tanggal : 20 Juni 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9.20
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9.20
SELESAI	25	11.20
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11.20
SELESAI	25	12.30
DIPERIKSA		
MULAI	25	12.30
SELESAI	25	12.35

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN	
			I	II
1	23	18		
2	20	18		
3	23	16		
4	24	22		
5	20	22		
Rerata	20,6			

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 20 Juni 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Spent Catalyst

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 78 gr - Spent 56.1 gr
 Diuji tanggal : 20 Juni 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9.25
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9,25
SELESAI	25	11,25
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,25
SELESAI	25	12,35
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,35
SELESAI	25	12,45

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	20	24	
2	20	24	
3	21	25	
4	21	26	
5	23	23	
23,5			

Yogyakarta, 20 Juni 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Spent Catalyst

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 84 gr - Spent 55,8 gr
 Diuji tanggal : 20 Juni 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9.30
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9.30
SELESAI	25	11.30
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11.30
SELESAI	25	12.45
DIPERIKSA		
MULAI	25	12.45
SELESAI	25	12.50

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	24	30	
2	30	24	
3	26	25	
4	25	26	
5	25	25	

Yogyakarta, 20 Juni 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Spent Catalyst

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 90 gr - Spent 55.5 gr
 Diuji tanggal : 20 Juni 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	
SELESAI PEMANASAN		9.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	
SELESAI		9.35
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	
SELESAI		11.35
DIPERIKSA		
MULAI	25	
SELESAI		12.50
MULAI	25	
SELESAI		12.55

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN	
			I	II
1	35	33		
2	29	28		
3	29	34		
4	27	35		
5	30	36		
31.8				

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 20 Juni 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Spent Catalyst

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 96 gr - Spent 55.2 gr
 Diuji tanggal : 20 Juni 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	
SELESAI PEMANASAN		9.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG	140	9.40
MULAI		
SELESAI	140	9.40
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)	25	11.40
MULAI		
SELESAI	25	11.40
DIPERIKSA	25	12.55
MULAI		
SELESAI	25	12.55
	25	13.00

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	30	30	
2	34	33	
3	35	36	
4	36	34	
5	35	35	
	33,9		

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 20 Juni 2006

Peneliti:

 1. Dimas Ariesta Mintarso

 2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Clereng

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 72 gr - Spent 56.4 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9,25
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9,25
SELESAI	25	11,25
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,25
SELESAI	25	12,35
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,35
SELESAI	25	12,45

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	24		
2	27		
3	31		
4	30		
5	24		
	27.2		

Yogyakarta, 19 Agts 2006

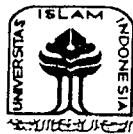
Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M. Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Clereng

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 78 gr - Spent 56.1 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9,25
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9,25
SELESAI	25	11,25
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,25
SELESAI	25	12,35
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,35
SELESAI	25	12,45

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	24		
2	27		
3	28		
4	37		
5	38		
	30.4		

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari ,ST ,M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Clereeng

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 84 gr - Spent 55,8 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9.30
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9.30
SELESAI	25	11.30
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11.30
SELESAI	25	12.45
DIPERIKSA		
MULAI	25	12.45
SELESAI	25	12.50

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	26		
2	36		
3	38		
4	31		
5	35		
	33.2		

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Clereng

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 90 gr - Spent 55.5 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9.35
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9.35
SELESAI	25	11.35
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11.35
SELESAI	25	12.50
DIPERIKSA		
MULAI	25	12.50
SELESAI	25	12.55

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	31		
2	39		
3	36		
4	23		
5	38		
	33.4		

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Clereeng

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 96 gr - Spent 55.2 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	9,25
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	9,25
SELESAI	25	11,25
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,25
SELESAI	25	12,35
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,35
SELESAI	25	12,45

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	32		
2	35		
3	34		
4	35		
5	36		
	34.4		

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlián Kushari ,ST ,M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Semen Portland

Contoh dari
 Jenis Contoh
 Diuji tanggal
 Untuk Proyek

: Lab. Jalan Raya
 : Aspal 60/70 72 gr - Spent 56.4 gr
 : 19 Agsts 2006
 : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.30
SELESAI PEMANASAN	140	10.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	10.00
SELESAI	25	11.00
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,00
SELESAI	25	12,00
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,00
SELESAI	25	12,30

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	34		
2	37		
3	31		
4	35		
5	32		
	33.8		

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agsts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Semen Portland

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 78 gr - Spent 56.1 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9,30
SELESAI PEMANASAN	140	10,05
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	10,05
SELESAI	25	11,05
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11,05
SELESAI	25	12,05
DIPERIKSA		
MULAI	25	12,05
SELESAI	25	12,35

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	29		
2	35		
3	38		
4	33		
5	36		
	34.2		

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Semen Portland

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 84 gr - Spent 55,8 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	10.10
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	10.10
SELESAI	25	11.10
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25	11.10
SELESAI	25	12.10
DIPERIKSA		
MULAI	25	12.10
SELESAI	25	12.40

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	29		
2	34		
3	38		
4	35		
5	36		
	34.4		

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Semen Portland

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 90 gr - Spent 55.5 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp. Sukamto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	
SELESAI PEMANASAN		9.00
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG	140	10.15
MULAI		
SELESAI	140	10.15
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)	25	11.15
MULAI		
SELESAI	25	11.15
DIPERIKSA	25	12.15
MULAI		
SELESAI	25	12.15
	25	12.45

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	31		
2	35		
3	37		
4	38		
5	35		
	35.2		

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

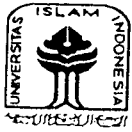
Berlian Kushari
 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agts 2006

Peneliti: *Dimas Ariesta Mintarso*

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL - Semen Portland

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70 96 gr - Spent 55.2 gr
 Diuji tanggal : 19 Agsts 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

PEMANASAN ASPAL	PEMBACAAN SUHU (°C)	PEMBACAAN WAKTU (WIB)
MULAI PEMANASAN	30	9.00
SELESAI PEMANASAN	140	10.20
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140	
SELESAI	25	10.20
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		11.20
MULAI	25	
SELESAI	25	11.20
DIPERIKSA	25	12.20
MULAI	25	
SELESAI	25	12.20
	25	12.50

HASIL PENGAMATAN

NO	CAWAN I (mm)	CAWAN II (mm)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	25		
2	39		
3	45		
4	37		
5	41		
	37.4		

Mengetahui:

(Kepala Lab. Jalan Raya)

Berkhan Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 19 Agsts 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS SPENT CATALYST

Contoh dari
 Jenis Contoh
 Diuji tanggal
 Untuk Proyek

: Lab. Jalan Raya
 : Aspal 60/70
 : 13 Februari 2006
 : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat vicnometer kosong	
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	12,30 gram
3	Berat air (2 - 1)	24,55 gram
4	Berat vicnometer + Aspal	12,25 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	15,32 gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	3,02 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	26,20 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	10,88 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1,37 gram 2.20

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 13 Feb 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS SEMENT PORTLAND

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 13 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

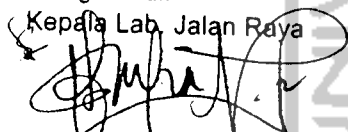
Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat viconometer kosong	
2	Berat viconometer kosong + Aquadest	12,30 gram
3	Berat air (2 - 1)	24,55 gram
4	Berat viconometer + Aspal	12,25 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	15,86 gram
6	Berat viconometer + Aspal + Aquadest	3,56 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	26,82 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	10,96 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1,26 gram
		2.83

Yogyakarta, 13 Feb 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya


 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



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

**PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS CLERENG**

Contoh dari
 Jenis Contoh
 Diuji tanggal
 Untuk Proyek

: Lab. Jalan Raya
 : Aspal 60/70
 : 13 Februari 2006
 : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Sukanto

No	URAIAN PEMERIKSAAN	Berat
1	Berat vicnometer kosong	
2	Berat vicnometer kosong + Aquadest	11,66 gram
3	Berat air (2 - 1)	24,00 gram
4	Berat vicnometer + Aspal	12,34 gram
5	Berat Aspal (4 - 1)	15,35 gram
6	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	3,69 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	26,30 gram
8	Volume Aspal (3 - 7)	10,95 gram
9	Berat Jenis Aspal : berat/vol (5 / 8)	1,39 gram 2.65

Yogyakarta, 13 Feb 2006

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Peneliti:

1. Dimas Ariesta Mintarso

2. Rizki Putra Pamungkas



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14.4 TEL.P. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 13 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.92	16.92	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	152.28	169.20	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	180.48	349.68	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	157.92	507.60	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.58	530.16	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	169.20	699.36	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	118.44	817.80	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	148.64	964.44	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	107.16	1071.60	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	56.40	1128	100	0	-

Kadar Aspal 6
 Berat Campuran 1200
 Berat Aspal 72
 Sisa 1128

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.83	16.83	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	151.47	168.30	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	179.52	347.82	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	157.08	504.90	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.44	527.34	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	168.30	695.64	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	117.81	813.45	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	145.86	959.31	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	106.59	1065.90	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	56.10	1122	100	0	-

Kadar Aspal 6.5
 Berat Campuran 1200
 Berat Aspal 78
 Sisa 1122

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

 Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 13 Februari 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14,4 TEL.P. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 13 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukamto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.74	16.74	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	150.86	167.40	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	178.58	345.96	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	156.24	502.20	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.32	524.52	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	167.40	691.92	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	117.18	809.10	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	145.08	954.18	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	106.02	1060.20	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	55.80	1116	100	0	-

Kadar Aspal 7
 Berat Campuran 1200
 Berat Aspal 84
 Sisa 1116

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.65	16.65	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	149.85	166.50	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	177.80	344.10	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	155.40	499.50	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.20	521.70	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	166.50	688.20	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	116.55	804.75	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	144.30	949.05	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	105.45	1054.50	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	55.5	1110	100	0	-

Kadar Aspal 7.5
 Berat Campuran 1200
 Berat Aspal 90
 Sisa 1110

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

 Bernan Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 13 Februari 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra



LABORATORIUM JALAN RAYA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14,4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : Lab. Jalan Raya
 Jenis Contoh : Aspal 60/70
 Diuji tanggal : 13 Februari 2006
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:
 Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh:
 Bp.Sukanto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.56	16.56	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	149.04	165.60	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	176.64	342.24	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	154.56	496.80	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.08	518.88	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	165.60	684.48	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	115.92	800.40	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	143.52	943.92	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	104.88	1048.80	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	55.20	1104	100	0	-

Kadar Aspal 1104
 Berat Campuran 8
 Berat Aspal 1200
 Sisa 96
 1104

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kusthari, S.T.M.Eng.

Yogyakarta, 13 Februari 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra

Asal material : Agregat Ciereng Filler Ciereng
 Jenis Campuran : HRS B
 Di kerjakan Oleh : Rizki dan Dimas

Tanggal : 15 Februari 2006 s/d 28 Februari 2006
 Dihitung Oleh : Rizki dan Dimas
 Diperiksa Oleh : Sukamto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY										VMA				VITM				Flow	QM
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r		
1	6.10	6.383	6.0	1,174.00	1182	660	522	2,249	2.41	12.61	80.90	6.49	19.10	66.03	6.49	187	635.22	678.49	1.89	358.992	
2	6.59	6.383	6.0	1,175.00	1181	655	526	2,254	2.41	12.53	80.35	7.12	19.65	63.76	7.12	215	730.33	664.60	1.90	349.791	
3	6.37	6.383	6.0	1,174.00	1181	658	523	2,245	2.41	12.59	80.75	6.67	19.25	65.38	6.67	205	696.36	685.22	2.00	342.611	
1	6.08	6.952	6.5	1,178.00	1183	663	520	2,265	2.39	13.76	81.06	5.18	18.94	72.64	5.18	188	638.62	686.11	2.01	341.350	
2	6.09	6.952	6.5	1,177.00	1180	660	520	2,263	2.39	13.75	80.99	5.26	19.01	72.32	5.26	190	645.41	691.40	2.30	300.607	
3	6.09	6.952	6.5	1,177.00	1182	662	520	2,263	2.39	13.75	80.99	5.26	19.01	72.32	5.26	198	672.59	720.51	2.23	373.098	
1	6.15	7.527	7.0	1,176.00	1178	660	518	2,270	2.37	14.85	80.80	4.35	19.20	77.34	4.35	210	713.35	750.80	2.70	321.685	
2	6.36	7.527	7.0	1,176.00	1178	659	519	2,266	2.37	14.82	80.64	4.54	19.36	76.57	4.54	209	709.95	704.27	2.60	278.074	
3	6.22	7.527	7.0	1,176.00	1178	659	519	2,266	2.37	14.82	80.64	4.54	19.36	76.57	4.54	208	706.56	729.52	2.70	270.874	
1	6.01	8.108	7.5	1,166.00	1169	655	514	2,268	2.36	15.90	80.30	3.80	19.70	80.71	3.80	180	611.44	670.29	3.10	216.224	
2	6.05	8.108	7.5	1,166.00	1169	654	515	2,264	2.36	15.87	80.14	3.99	19.86	79.92	3.99	175	594.46	644.24	2.90	222.153	
3	6.14	8.108	7.5	1,166.00	1169	654	515	2,264	2.36	15.87	80.14	3.99	19.86	79.92	3.99	170	577.47	609.59	2.90	210.205	
1	6.06	8.696	8.0	1,170.00	1170	654	516	2,267	2.34	16.95	79.83	3.22	20.17	80.18	3.93	170	577.47	624.03	3.20	195.010	
2	6.11	8.696	8.0	1,169.00	1170	654	516	2,266	2.34	16.94	79.76	3.30	20.24	83.68	3.30	156	529.92	564.36	3.16	178.595	
3	6.12	8.696	8.0	1,174.00	1173	655	518	2,266	2.34	16.95	79.79	3.26	20.21	83.85	3.26	161	546.90	580.74	3.14	184.949	
								2,266				3.26	20.21	83.86	3.26		589.71		3.17	186.185	

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat basah jenab (SSD) (gr)

e = Berat didalam air (gr)

f = Volume (isi) d-c

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 (VFWA) 100 x (i/j) (%)

n = Rongga yang terisi campuran (100 - (100 x (g/b)) (%)

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring (kg)

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

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)

QM = Quotient Marshal (kg/mm)

Su... pencampuran = ± 160°C

Suhu pematangan = ± 140°C

Suhu waterbath = 60°C

B.J Aspal = 1.07

B.J Agregat = 2.6132

Kalibrasi proving ring = 3.3969

Yogyakarta, 28 Februari 2006

Peneliti:

1. Rizki Putra Pamungkas

2. Dimas Arkesia

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalan Raya
 Berting/Kusnari - ST., M.Eng.

Asal material : Agregat Ciereng, Filler Semen Portland
 Jenis Campuran : HRS B
 Di kerjakan Oleh : Rizki dan Dimas

Tanggal : 15 Februari 2006 s/d 28 Februari 2006
 Dibitung Oleh : Rizki dan Dimas
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY										VMA	VFWA	VITM	stabilitas			flow		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j				k	l	m		n	o
1	6.13	6.394	6.0	1.174.00	1.183	673	510	2.302	2.41	12.93	82.51	4.56	17.49	73.93	4.56	1.75	594.46	629.38	1.79	351.610
2	6.00	6.383	6.0	1.176.00	1.183	671	512	2.297	2.41	12.88	82.34	4.78	17.66	72.92	4.78	1.71	580.87	638.59	1.89	337.880
3	6.09	6.383	6.0	1.176.00	1.184	674	510	2.306	2.41	12.93	82.66	4.41	17.34	74.57	4.41	1.70	577.47	618.62	1.63	379.520
1	6.10	6.952	6.5	1.183.00	1.192	679	513	2.306	2.40	14.01	82.23	3.76	17.77	78.82	3.76	2.00	679.38	725.66	2.19	331.353
2	6.09	6.952	6.5	1.179.00	1.190	680	510	2.312	2.40	14.04	82.43	3.53	17.57	79.93	3.53	1.89	642.01	687.76	2.63	261.505
3	6.18	6.952	6.5	1.173.00	1.183	676	507	2.314	2.40	14.05	82.50	3.45	17.50	80.30	3.45	2.15	730.33	761.83	2.56	298.172
1	6.14	7.527	7.0	1.169.00	1.174	668	506	2.310	2.38	15.11	81.94	2.95	18.06	83.67	2.95	1.84	625.03	725.08	2.46	297.010
2	6.01	7.527	7.0	1.169.00	1.173	669	504	2.319	2.38	15.17	82.26	2.56	17.74	85.55	2.56	1.58	570.68	625.61	2.76	226.669
3	6.07	7.527	7.0	1.173.00	1.180	673	507	2.314	2.38	15.14	82.06	2.81	17.94	84.35	2.81	1.73	587.66	633.21	2.74	231.098
1	6.08	8.108	7.5	1.173.00	1.180	672	508	2.314	2.36	16.18	81.45	2.36	18.46	87.27	2.36	1.52	516.33	554.73	2.38	233.080
2	6.63	8.108	7.5	1.165.00	1.171	667	504	2.312	2.36	16.20	81.54	2.26	18.44	87.77	2.26	1.60	543.50	489.15	2.65	184.586
3	5.98	8.108	7.5	1.163.00	1.171	668	503	2.312	2.36	16.21	81.56	2.23	18.44	87.90	2.23	1.50	509.54	563.35	2.86	196.977
1	6.01	8.696	8.0	1.158.00	1.170	666	504	2.311	2.35	17.18	80.61	2.28	18.48	87.64	2.28	1.47	499.34	547.41	3.38	204.881
2	5.97	8.696	8.0	1.163.00	1.168	662	506	2.298	2.35	17.18	80.64	2.21	19.39	88.60	2.21	1.30	441.60	489.62	2.98	164.302
3	5.92	8.696	8.0	1.158.00	1.171	667	504	2.298	2.35	17.18	80.61	2.21	19.39	88.60	2.21	1.30	441.60	496.52	3.00	165.507
								2.298				2.20	19.38	88.66	2.20		511.18		3.12	163.921

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

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

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)
 QM = Quosikat Marshal (kg/mm)
 Suhu pemampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,07
 B.J Agregat = 2,6222
 Kalibrasi proving ring = 3,3969

Yogyakarta, 28 Februari 2006
 Peneliti:
 1. Rizki Putra Pamungkas
 2. Dimas Ariesta

Asal material : Agregat Clereng Filler Spent Catalist
 Jenis Campuran : HRS B
 Di kerjakan Oleh : Rizki dan Dimas

Tanggal : 15 Februari 2006 s/d 28 Februari 2006
 Dihitung Oleh : Rizki dan Dimas.
 Diperiksa Oleh : Sukamto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST
 KAO (%)

Sample	t (mm)	DENSITY											VMA			VFWA			VITEM			stabilitas			Flow
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM					
1	6.32	6.383	6.0	1,165.00	1173	660	513	2.271	2.39	12.73	82.40	4.87	17.60	72.35	4.87	207	703.16	708.43	1.96	361.445					
2	6.40	6.383	6.0	1,160.00	1171	662	509	2.279	2.39	12.78	82.69	4.53	17.31	73.82	4.53	208	706.56	678.29	1.89	358.885					
3	6.27	6.383	6.0	1,165.00	1174	663	511	2.280	2.39	12.78	82.72	4.49	17.28	73.99	4.49	200	679.38	692.97	1.84	376.613					
1	6.15	6.952	6.5	1,178.00	1186	670	516	2.283	2.37	13.87	82.39	3.74	17.61	78.77	3.74	212	720.14	757.95	2.14	365.648					
2	6.23	6.952	6.5	1,178.00	1186	671	515	2.287	2.37	13.90	82.55	3.55	17.45	79.64	3.55	209	709.95	731.25	2.10	348.215					
3	6.35	6.952	6.5	1,176.00	1186	672	514	2.288	2.37	13.90	82.57	3.53	17.43	79.75	3.53	210	713.35	713.35	2.16	310.254					
1	6.06	7.527	7.0	1,167.00	1171	660	511	2.284	2.36	14.94	81.98	3.08	17.49	79.39	3.61	190	645.41	734.18	2.13	344.217					
2	6.14	7.527	7.0	1,167.00	1172	661	511	2.284	2.36	14.94	81.98	3.08	18.02	82.92	3.08	190	645.41	697.45	2.38	293.045					
3	6.12	7.527	7.0	1,167.00	1172	662	510	2.288	2.36	14.97	82.14	2.89	17.86	83.83	2.89	208	706.56	706.41	2.39	295.570					
1	6.15	8.108	7.5	1,167.00	1171	659	512	2.285	2.34	15.98	81.38	2.64	17.96	83.22	3.01	180	611.44	718.04	2.39	311.317					
2	6.09	8.108	7.5	1,162.00	1169	660	509	2.283	2.34	16.00	81.51	2.49	18.49	86.54	2.64	180	611.44	643.54	2.98	299.977					
3	6.12	8.108	7.5	1,165.00	1170	660	510	2.284	2.34	16.01	81.56	2.43	18.44	86.83	2.49	180	611.44	655.01	2.87	215.954					
1	6.08	8.696	8.0	1,166.00	1170	657	513	2.282	2.33	16.99	80.71	2.52	18.52	86.40	2.43	185	628.43	667.31	2.79	228.226					
2	6.08	8.696	8.0	1,160.00	1162	652	510	2.275	2.33	17.01	80.77	3.60	19.29	88.12	2.52	170	577.47	655.29	2.88	227.786					
3	6.13	8.696	8.0	1,160.00	1162	653	509	2.279	2.33	17.04	80.93	2.22	19.23	88.44	2.29	170	577.47	620.42	3.36	184.650					
								2.275				2.03	19.07	89.35	2.03	170	577.47	611.40	3.35	185.201					
												2.62	19.19	88.64	2.18			617.41	3.17	192.871					
																			3.29	187.574					

r = Flow (kelebihan plastis) (mm)
 QM = Qsifient Marshal (kg/mm)
 Suhu peacampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1.07
 B.J Agregat = 2.5907
 Kalibrasi proving ring = 3.3969

t = Tebal Benda Uji
 a = % Aspal terhadap batuan
 b = % Aspal terhadap Campuran
 c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)
 d = Berat basah jenuh (SSD) (gr)
 e = Berat didalam air (gr)
 f = Volume (isi) d-c
 g = Berat isi c/f
 h = B.J Maksimum (100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj. Asp))
 i = (b x e) : Bj Asp
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat
 k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (l/i) (%)
 n = Rongga yang terisi campuran 100 - (100 x (p/h)) (%)
 o = Pembacaan arloji stabilitas
 p = o x kalibrasi proving ring (kg)
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

Mengetahui:
 Kepala Lab. Jalap Raya
 Bertu Kashari ST, M.Eng.

Yogyakarta, 28 Februari 2006
 Peneliti:
 1. Rizki Parfa Pamungkas
 2. Dimas Ariesta



LABORATORIUM JALAN RAYA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14,4 TEL.P. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : Filler Clereng

Jenis Contoh : Aspal 60/70

Diuji tanggal : 5 Mei 2006

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:

Dimas dan Rizki

Diperiksa Oleh:

Bp.Sukanto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.7085	16.7085	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	150.3765	167.085	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	178.224	345.309	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	155.946	501.255	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.278	523.533	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	167.09	690.618	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	116.9595	807.5775	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	144.807	952.3845	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	105.8205	1058.205	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	55.70	1113.9	100	0	-

Kadar Aspal 7.175
 Berat Campuran 1200
 Berat Aspal 86.1
 Sisa 1113.9

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berhan Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 5 Mei 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra



LABORATORIUM JALAN RAYA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. KALIURANG KM 14,4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : *Filler Sement Portland*

Jenis Contoh : *Aspal 60/70*

Diuji tanggal : 5 Mei 2006

Untuk Proyek : *Tugas Akhir*

Dikerjakan Oleh:

Dimas dan Rizki

Diperiksa Oleh:

Bp. Sukanto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	16.8345	16.8345	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	151.5105	168.345	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	179.568	347.913	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	157.122	505.035	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.448	527.481	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	168.35	695.826	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	117.8415	813.6675	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	145.889	959.5665	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	106.6185	1066.185	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	56.12	1122.3	100	0	-
		1122.3				

Kadar Aspal

Berat Campuran

Berat Aspal

Sisa

6.475

1200

77.7

1122.3

Mengetahui:

Kepala Lab. Jalan Raya

Berlian Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 5 Mei 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. KALIURANG KM 14,4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 8955330

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS HRS B

Contoh dari : *Filler Spent Catalyst*

Jenis Contoh : *Aspal 60/70*

Diuji tanggal : 5 Mei 2006

Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:

Dimas dan Rizki

Diperiksa Oleh:

Bp. Sukanto

No	Sieve	Berat		Prosentase		Spesifikasi
		Tertahan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Tertahan	Lolos	
1	1"	0	0	0	100	100
2	3/4"	18.794	16.794	1.50	98.50	97 - 100
3	1/2"	151.146	167.94	15.00	85.00	70 - 100
4	3/8"	179.138	347.076	31.00	69.00	58 - 80
5	# 4	156.744	503.82	45.00	55.00	50 - 60
6	# 8	22.392	526.212	47.00	53.00	46 - 60
7	# 30	167.94	694.152	62.00	38.00	16 - 60
8	# 50	117.558	811.71	72.50	27.50	10 - 45
9	# 100	145.548	957.258	85.50	14.50	3 - 26
10	#200	106.362	1063.62	95.00	5.00	2 - 8
11	Pan	55.98	1119.6	100	0	-
		1119.6				

Kadar Aspal

Berat Campuran

Berat Aspal

Sisa

6.7

1200

80.4

1119.6

Mengetahui:

Kepala Lab Jalan Raya

[Signature]
Berliyan Kushari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 5 Mei 2006

Peneliti:

1. Dimas Ariesta

2. Rizki Putra

Asal material : / Filler Ciereng
 Jenis Campuran : 1 HRS B
 Di kerjakan Oleh : Dimas dan Rizki

Tanggal : 7 Mei 2006 s/d 25 Mei 2006
 Dihitung Oleh : Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL-IMMERSION TEST Filler-Ciereng

Sample	t	DENSITY										VMA	VFWA		VITM		stabilitas			Flow	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		k	l	m	n	o	p	q		r
30'	1	5.767	7.729	7.175	1.123.00	1125	648	477	2.35	2.37	15.79	83.63	0.58	16.37	96.43	0.58	70	1576.40	1851.21	2.85	649.5487
	2	5.500	7.729	7.175	1.118.00	1120	638	482	2.32	2.37	15.55	82.39	2.05	17.61	88.33	2.05	68	1531.36	1967.80	2.65	742.5651
	3	5.600	7.729	7.175	1.120.00	1122	640	482	2.32	2.37	15.58	82.54	1.88	17.46	89.24	1.88	58	1306.16	1613.11	3.15	512.0977
24'	1	5.633	7.729	7.175	1.113.00	1115	640	475	2.34	2.37	15.71	83.23	1.51	17.15	91.33	1.51	59	1328.68	1624.48	2.70	601.658
	2	5.700	7.729	7.175	1.111.00	1114	638	476	2.33	2.37	15.65	82.91	1.44	17.09	91.57	1.44	55	1238.60	1483.22	3.00	494.408
	3	5.667	7.729	7.175	1.113.00	1115	638	477	2.33	2.37	15.65	82.88	1.47	17.12	91.41	1.47	50	1126.00	1362.32	3.15	432.482
									2.34				1.32	16.99	92.23	1.32		1490.01	2.95	509.516	

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

i = (b x g) : Bj Asp
 j = (100 - b) x g : Bj Agregat
 k = Jumlah kandungan rongga (100-f)
 l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
 m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/f) (%)
 n = Rongga yang terisi campuran (100 - l) (%)
 o = Pembacaan arkoji stabilitas
 p = 0.1 kalibrasi proying ring (kg)
 q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas) (kg)

r = Flow (kelikahan plastik) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1.07
 B.J Agregat = 2.6132
 Kalibrasi proying ring = 22.52

Mengandatangani:
 Kepala Lab. Jilba Ray
 Berlian Kusatri ST, M.Eng

Yogyakarta, 25 Mei 2006
 Peneliti:
 1. Dimas Ariesta
 2. Rizki Patra P

Asal material : I. Filler Sement Portland
 Jenis Campuran : LHRS B
 Di kerjakan Oleh : Dimas dan Rizki

Tanggal : 7 Mei 2006 s/d 25 Mei 2006
 Dihitung Oleh : Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL-IMMERSION TEST Filler-Sement Portland

Sample	DENSITY										stabilitas			flow							
	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM	
301	1	5.900	6.923	6.475	1.174.00	1176	676	500	2.35	2.40	14.21	83.75	2.05	16.25	87.41	2.05	105	2364.60	2673.48	2.85	938.062
	2	5.767	6.923	6.475	1.172.00	1173	670	503	2.33	2.40	14.10	83.10	2.80	16.90	83.45	2.80	78	1756.56	2062.78	2.90	711.304
	3	6.100	6.923	6.475	1.178.00	1180	680	500	2.36	2.40	14.26	84.03	1.71	15.97	89.28	1.71	83	1869.16	1996.50	4.10	486.950
24	1	5.833	6.923	6.475	1.175.00	1176	683	493	2.34	2.40	14.42	85.01	0.57	16.37	86.71	2.18		2244.25	2444.25	3.28	712.105
	2	5.900	6.923	6.475	1.188.00	1190	686	504	2.36	2.40	14.26	84.07	1.66	14.99	96.19	0.57	108	2432.16	2802.65	2.45	1143.939
	3	5.900	6.923	6.475	1.183.00	1188	685	503	2.35	2.40	14.23	83.88	1.88	16.12	88.31	1.88	94	2409.64	2724.40	2.60	1047.846
									2.36				1.37	15.68	91.35	1.37		2640.15	2640.15	3.30	895.090

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

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

r = Flow (kelelahan plastis) (mm)
 QM = Quotient Marshall (kg/mm)
 Suhu pencampuran = ± 160°C
 Suhu pemadatan = ± 140°C
 Suhu waterbath = 60°C
 B.J Aspal = 1,067
 B.J Agregat = 2,6222
 Kalibrasi proving ring = 22.52

Membuat: 
 Kepala Lab. Jalan Raya
 Berlian Kusnari, ST, M.Eng.

Yogyakarta, 25 Mei 2006
 Peneliti:
 1. Dimas Ariesta
 2. Rizki Petra P

Asal material : / Filter Spent Catalyst
 Jenis Campuran : I HRS B
 Di kerjakan Oleh : Dimas dan Rizki

Tanggal : 7 Mei 2006 s/d 25 Mei 2006
 Dibitung Oleh : Dimas dan Rizki
 Diperiksa Oleh : Sukanto HM.

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL-IMMERSION TEST Filter-Spent Catalyst

Sample	t	a	b	c	d	e	f	DENSITY			i	k	j	h	g	VMA	VFWA	VITM	stabilitas			flow
								g	h	i									o	p	q	
30'	1	5.933	7.181	6.700	1.172.00	1178	503	2.33	2.37	14.59	83.91	1.50	16.09	90.69	1.50	102	2297.04	2373.40	2.40	1072.251		
	2	6.000	7.181	6.700	1.168.00	1176	503	2.32	2.37	14.54	83.63	1.83	16.37	88.80	1.83	105	2364.60	2599.58	2.00	1299.791		
	3	5.967	7.181	6.700	1.167.99	1175	505	2.31	2.37	14.47	83.22	2.31	16.78	86.25	2.31	67	1508.84	1674.34	2.60	643.977		
24	1	5.933	7.181	6.700	1169.00	1177	503	2.32	2.37	14.55	83.70	1.75	16.30	89.26	1.75	92	2071.84	2321.11	2.37	979.371		
	2	6.033	7.181	6.700	1170.00	1176	502	2.33	2.37	14.59	83.94	1.47	16.06	90.85	1.47	90	2026.80	2209.21	2.66	830.531		
	3	5.967	7.181	6.700	1170.00	1176	500	2.34	2.37	14.65	84.27	1.08	15.73	93.16	1.08	80	1801.60	1999.21	3.45	579.482		
							2.33				1.43	16.03	91.09	1.43					2176.51	2.83	796.461	

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

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

- r = Flow (kekelahan plastis) (mm)
- QM = Quotient Marshal (kg/mm)
- Suhu pencampuran = ± 160°C
- Suhu pemadatan = ± 140°C
- Suhu waterbath = 60°C
- B.J Aspal = 1.067
- B.J Agregat = 2.5907
- Kalibrasi proving ring = 22.52

Mengalahat:
 Kepala Lab. dan Riset
 Beribeg Kusnadi, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 25 Mei 2006
 Peneliti:
 1. Dimas Ariesta
 2. Rizki Putra P



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 05 - Mei 06)

Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	DIMAS ARIESTA MINTARSO	00 511 097	Teknik Sipil
2.	RIZKI PUTRA PAMUNGKAS	01 511 329	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Perbandingan Pengaruh Penggunaan Sement Portland Dan Limbah Padat (Spent Catalys) Dari Residue Catalitic Cracking (RCC) Unit 15 Pertamina UP VI Balongan Sebagai Filler Pada campuran HRS B			

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Subarkah,Ir,MT



Jogjakarta , 6-Jan-06
 a.n. Dekan



(Signature)
 Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: IV (Juni 06 - Nop 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Perpanjangan Sampai Akhir Nopember 2006	

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	DIMAS ARIESTA MINTARSO	00 511 097	Teknik Sipil
2.	RIZKI PUTRA PAMUNGKAS	01 511 329	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Perbandingan Pengerjaan Penggunaan Semen Portland Dan Limbah Padat (Spent Catalys) Dan Residu Aspal pada Cracking (RCC) Unit 15 Perumahan UP VI Balongan sebagai Filler Pada campuran HRS B			

Dosen Pembimbing I : *[Signature]* Ir, MT
 Dosen Pembimbing II : *[Signature]* Ir, MT






Jogjakarta, 7-Aug-06
 a.n. Dekan

[Signature]

Ir. H. Faisal AM, MS

Catatan
Seminar
Sidang
Pendaftaran

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

O	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	12/04 ⁰⁶	Perbaiki 'gradasi' → diambil 8 mana? Deskripsi pembaruan	
	16/04 ⁰⁶	Perbaiki Rumus Pada teori Disiapkan untuk seminar	
	01/05 ⁰⁶	Plotting data - rata ² → grafik masing ² berdasar analisis di Tabel → KAG. untuk masing ² filler	



CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO TANGGAL

KONSULTASI KE:

Mufarrihan, 8th NOV 2006
 Survei lapangan utk pembuatan
 Spit, Sump, Salib beton Shell
 Hand tools
 Duffi pembuatan mesin
 Perbaikan pipa beton
 -> pembuatan mesin
 pompa manual & selang pengisian
 -> dibatas 1
 Foto dan laporan lapangan di papir

28/06/08

Perbaikan / Reperawatan pembuatan
 Perbaikan pembuatan spit, - view
 Foto pengisian ok 1st delay
 foto

10/06/10

Dlamyathan ke Padang
 Konek mesin kapal listrik
 Shell dipabrik 1st digitid

24/06/06
 109
 D