

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM
PERBANDINGAN PENGGUNAAN AGREGAT HALUS
KALI KRASAK DAN AGREGAT HALUS KALI PROGO
HASIL STONE CRUSHER PADA CAMPURAN
SPLIT MASTIC ASPHALT DITAMBAH SERAT SELULOSA
(SMA+S)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
sebagai persyaratan memperoleh derajat
Sarjana Teknik Sipil



Disusun Oleh :

INDRA LESMANA

No. Mhs. : 89 310 160

SUHARJONO

No. Mhs. : 89 310 166

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1997

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENELITIAN LABORATORIUM
PERBANDINGAN PENGGUNAAN AGREGAT HALUS
KALI KRASAK DAN AGREGAT HALUS KALI PROGO
HASIL STONE CRUSHER PADA CAMPURAN
SPLIT MASTIC ASPHALT DITAMBAH SERAT SELULOSA
(SMA+S)**

Disusun Oleh :

INDRA LESMANA

No. Mhs. : 89 310 160

SUHARJONO

No. Mhs. : 89 310 166



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, MSc

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 28-02-97

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 28-02-97

Indonesia. Bapak dan Ibu tercinta. Kakak, adik-adik dan kekasihku tersayang. Juga kepada rekan-rekan yang telah bersama-sama saling berdiskusi selama penelitian ini berlangsung. Semoga amal kita semua diterima oleh Allah Subhanahuwata'ala. Amin.

Penelitian ini masih perlu dikembangkan lebih lanjut di kemudian hari. Semoga Tugas Akhir ini dapat memperluas wawasan keilmuan Penyusun maupun bagi rekan-rekan.

**Billahittau'fiq wal hidayah,
Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh,**

Yogyakarta, Desember 1996

Penyusun

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
وَجَدَّكَ بِرَحْمَةِ رَبِّكَ الْعَلِيمِ

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Lampiran.....	xi
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Manfaat Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Aspal.....	6
2.2 Agregat.....	9
2.3 <i>Filler</i>	10
2.4 <i>Split Mastic Asphalt</i>	12
2.5 Bahan Tambah.....	12
BAB III LANDASAN TEORI.....	18
3.1 Konstruksi Perkerasan.....	18
3.2 Karakteristik Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i> dengan Bahan Tambah Serat Selulosa (SMA+S).....	20
3.2.1 Stabilitas.....	20
3.2.2 Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan).....	21
3.2.3 Fleksibilitas (Kelenturan).....	22

	3.2.4 Tahanan geser/Kekesatan (<i>Skid Resistance</i>).....	23
	3.2.5 Kemudahan Pelaksanaan (<i>Workability</i>).....	24
	3.3 Bahan Penyusun Perkerasan <i>Split Mastic Asphalt</i> dengan Bahan Tambah Serat Selulosa (SMA+S).....	24
	3.3.1 Aspal Keras/Aspal Semen (AC).....	25
	3.3.2 Agregat.....	30
	3.3.3 <i>Filler</i>	34
	3.3.4 Bahan Tambah (<i>Additive</i>).....	35
BAB IV	HIPOTESIS.....	38
BAB V	CARA PENELITIAN	
	5.1 Bahan.....	39
	5.1.1 Asal Bahan.....	39
	5.1.2 Persyaratan dan Pemeriksaan Bahan...40	40
	5.2 Perencanaan Campuran.....	43
	5.2.1 Gradasi Agregat Campuran <i>Split Mastic Asphalt</i>	44
	5.2.2 Kadar Serat Selulosa Optimum.....	44
	5.2.3 Kadar Aspal Optimum.....	45
	5.3 Pelaksanaan Pengujian.....	46
	5.3.1 Pembuatan Benda Uji.....	46
	5.3.2 Peralatan Pengujian.....	48
	5.3.3 Persiapan Pengujian.....	49
	5.3.4 Cara Pengujian.....	49
	5.3.5 Anggapan Dasar.....	50
	5.3.6 Diagram Alir Penelitian.....	51
BAB VI	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	6.1 Hasil Penelitian Laboratorium.....	54
	6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan.....	54
	6.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji.....	55

6.2 Pembahasan.....	57
6.2.1 Tinjauan terhadap Kepadatan (<i>Density</i>).....	57
6.2.2 Tinjauan terhadap VITM.....	59
6.2.3 Tinjauan terhadap VFWA.....	61
6.2.4 Tinjauan terhadap <i>Flow</i>	64
6.2.5 Tinjauan terhadap Stabilitas.....	66
6.2.6 Tinjauan terhadap MQ.....	68
6.2.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	70
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan.....	73
7.2 Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70.....	30
Tabel 3.2	Gradasi <i>Split Mastic Asphalt</i> dengan Bahan Tambah Serat Selulosa Menurut Bina Marga (<i>Heavy Loaded Road Improvement Project</i>).....	32
Tabel 3.3	Gradasi Material <i>Filler</i>	35
Tabel 3.4	Sifat-sifat Serat Selulosa CF-31500.....	36
Tabel 5.1	Gradasi <i>Split Mastic Asphalt</i> dengan Bahan Tambah Serat Selulosa Menurut Bina Marga (<i>Heavy Loaded Road Improvement Project</i>).....	44
Tabel 5.2	Spesifikasi Bina Marga untuk Uji Marshall SMA+S.....	46
Tabel 6.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	54
Tabel 6.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	54
Tabel 6.3	Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70.....	55
Tabel 6.4	Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak.....	55
Tabel 6.5	Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Progo Hasil <i>Stone Cruher</i>	56
Tabel 6.6	Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil <i>Stone Crusher</i> pada Kadar Aspal Optimum 6,65%.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik Gradasi <i>Split Mastic Asphalt</i>	34
Gambar 5.1	Diagram Alir Penelitian Laboratorium.....	52
Gambar 6.1	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>Density</i>	57
Gambar 6.2	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VITM.....	59
Gambar 6.3	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA.....	62
Gambar 6.4	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>Flow</i>	65
Gambar 6.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas.....	67
Gambar 6.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>Marshall Quotient</i>	69
Gambar 6.7	Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Krasak.....	71
Gambar 6.8	Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Progo Hasil <i>Stone Crusher</i>	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pemeriksaan Keausan Agregat (Uji Abrasi)
AASHTO T-96-77 (Contoh Agregat K. Krasak)
- Lampiran 2 Pemeriksaan Keausan Agregat (Uji Abrasi)
AASHTO T-96-77 (Contoh Agregat K. Progo
Hasil *Stone Crusher*)
- Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan
Agregat Halus AASHTO T-84-74; ASTM C-128-68
(Contoh Agregat Kali Krasak)
- Lampiran 4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan
Agregat Halus AASHTO T-84-74; ASTM C-128-68
(Contoh Agregat Kali Progo Hasil *Stone
Crusher*)
- Lampiran 5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan
Agregat Kasar AASHTO T-85-81; ASTM C-127-77
(Contoh Agregat Kali Progo Hasil *Stone
Crusher*)
- Lampiran 6 Sand Equivalent Data AASHTO T-176-73
(Contoh Agregat Kali Krasak)
- Lampiran 7 Sand Equivalent Data AASHTO T-176-73
(Contoh Agregat Kali Progo Hasil *Stone
Crusher*)
- Lampiran 8 Pemeriksaan Kelekatan Agregat
terhadap Aspal AASHTO T-182
- Lampiran 9 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
AASHTO T-228-68; ASTM D-70-72
- Lampiran 10 Pemeriksaan Penetrasi Aspal
AASHTO T-49-68; ASTM D-5-71
- Lampiran 11 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
dengan Cleveland Open Cup AASHTO T-48-74;
ASTM D-92-52

- Lampiran 12 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
AASHTO 53-74; ASTM D-36-70
- Lampiran 13 Pemeriksaan Daktilitas (Ductility)/Residu
AASHTO T-51-74; ASTM D-113-69
- Lampiran 14 Pemeriksaan Kelarutan dalam CCl₄ (Solubility)
AASHTO T-44-70; ASTM D-165-42
- Lampiran 15 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Krasak untuk Kadar Aspal 6,2%
- Lampiran 16 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Krasak untuk Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 17 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Krasak untuk Kadar Aspal 6,8%
- Lampiran 18 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Krasak untuk Kadar Aspal 7,1%
- Lampiran 19 Hasil Pemeriksaan Uji Marshall untuk
Campuran Agregat Halus Kali Krasak
- Lampiran 20 Hasil Pemeriksaan Uji Marshall (*backup*)
Campuran Agregat Halus Kali Krasak
- Lampiran 21 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum
(Kadar Aspal Disain) Campuran Agregat
Halus Kali Krasak
- Lampiran 22 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Progo Hasil *Stone Crusher* untuk
Kadar Aspal 6,2%
- Lampiran 23 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Progo Hasil *Stone Crusher* untuk
Kadar Aspal 6,5%
- Lampiran 24 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Progo Hasil *Stone Crusher* untuk
Kadar Aspal 6,8%
- Lampiran 25 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus
Kali Progo Hasil *Stone Crusher* untuk
Kadar Aspal 7,1%
- Lampiran 26 Hasil Pemeriksaan Uji Marshall untuk
Campuran Agregat Halus Kali Progo
Hasil *Stone Crusher*

- Lampiran 27 Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum (Kadar Aspal Disain) Campuran Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher*
- Lampiran 28 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Kali Krasak untuk Kadar Aspal Optimum 6,65%
- Lampiran 29 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher* untuk Kadar Aspal Optimum 6,65%
- Lampiran 30 Hasil Pemeriksaan Uji Marshall untuk Campuran Agregat Halus Kali Krasak dan Campuran Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher* pada Kadar Aspal Optimum 6,65%
- Lampiran 31 Surat Bimbingan Tugas Akhir
- Lampiran 32 Kartu Peserta Tugas Akhir



INTISARI

Bagian lapis keras yang mendapat perhatian khusus adalah lapis permukaan, karena lapisan ini akan memberikan keamanan dan kenyamanan selama penggunaan jalan. *Split Mastic Asphalt* (SMA) adalah salah satu jenis lapis keras yang sedang dikembangkan di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membandingkan penggunaan agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*, pada campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa. Perbandingan dilakukan terhadap nilai kerapatan (*density*), VITM, VFWA, kelelehan (*flow*), stabilitas dan *Marshall Quotient*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa agregat kasar, agregat halus dan *filler* (abu batu) hasil *stone crusher* PT. Perwita Karya, Yogyakarta. Aspal AC 60-70 dan serat selulosa CF-31500 (eks PT. Saranaraya Reka Cipta, Jakarta) juga dari PT. Perwita Karya, Yogyakarta. Agregat halus dari Kali Krasak diambil di daerah hulu sungai (Dusun Kranggan - Magelang). Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%. Kadar aspal optimum yang dicapai untuk kedua jenis campuran adalah 6,65%. Kadar serat selulosa yang digunakan adalah 0,3%.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Penelitian laboratorium dilaksanakan dari tanggal 9 Oktober 1996 sampai dengan tanggal 22 Oktober 1996.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *density*, VITM, *flow*, campuran SMA+S dengan agregat halus Kali Krasak lebih rendah dari campuran SMA+S dengan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Sebaliknya, nilai stabilitas, VFWA dan *Marshall Quotient* campuran SMA+S dengan agregat halus Kali Krasak lebih tinggi dari campuran SMA+S agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

Agregat halus Kali Krasak dapat menjadi alternatif agregat halus yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa (SMA+S).

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENELITIAN LABORATORIUM
PERBANDINGAN PENGGUNAAN AGREGAT HALUS
KALI KRASAK DAN AGREGAT HALUS KALI PROGO
HASIL STONE CRUSHER PADA CAMPURAN
SPLIT MASTIC ASPHALT DITAMBAH SERAT SELULOSA
(SMA+S)

Disusun Oleh :

INDRA LESMANA

No. Mhs. : 89 310 160

SUHARJONO

No. Mhs. : 89 310 166



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, MSc

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Balya Umar".

Tanggal : 28-02-97

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Subarkah".

Tanggal : 28-02-97

*Dan sesungguhnya telah Kami mudahkan Al-Qur'an untuk pelajaran,
maka adakah orang yang mengambil pelajaran ?*

(Q.S. Al-Qamar (54) : 17, 22, 32 dan 40)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Q.S. Alam Nasyrah (94) : 5 dan 6)



Kepada
Para Pendidikku,
Bapak dan Ibu tercinta,
Mbak Uciq, dek Yani, dek Janti,
dan
Nani-ku tersayang.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh,

Alhamdulillah, pada akhirnya Penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Penelitian Laboratorium Perbandingan Penggunaan Agregat Halus Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil Stone Crusher pada Campuran Split Mastic Asphalt Ditambah Serat Selulosa (SMA+S)**.

Tugas Akhir merupakan syarat bagi para mahasiswa tingkat akhir untuk menempuh ujian Sarjana (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusun mengucapkan terima kasih atas dukungan yang telah diterima, sehingga menimbulkan dorongan dan kekuatan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih khususnya antara lain kepada Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir ini. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir ini. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Ibu Ir. Miftahul Fauziah, Bapak Syamsudin dan Bapak Muh. Sukanto selaku staf Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan pembangunan jalan raya sekarang ini dihadapkan pada tantangan peningkatan kualitas, baik terhadap jalan yang akan dibangun maupun pada pemeliharannya.

Salah satu teknologi yang terus dikembangkan pada saat ini - untuk mengatasi permasalahan di atas - adalah teknologi *Split Mastic Asphalt* (SMA). *Split Mastic Asphalt* adalah campuran beton aspal panas dengan bahan tambah serat selulosa untuk menghasilkan mutu campuran beton aspal yang lebih tahan terhadap oksidasi, retak, lendutan dan gelombang akibat beban dan keausan oleh roda kendaraan.

Split Mastic Asphalt (SMA), seperti konstruksi beton aspal lainnya, dipengaruhi pula oleh kualitas bahan penyusunnya. Bahan penyusun tersebut berupa agregat dan aspal. Kualitas agregat yang baik dari segi bentuk (*shape*) adalah berbentuk angular. Agregat berbentuk angular adalah agregat berbidang dan bersudut banyak. Agregat berbentuk angular hanya dapat diperoleh dari mesin pemecah batu (*stone crusher*). Kenyataannya kadang-kadang *stone crusher* tidak dapat memenuhi jumlah agregat yang dibutuhkan sesuai permintaan. Hal tersebut disebabkan oleh volume pekerjaan

sangat tinggi atau gangguan pada *stone crusher*. Mengatasi hal tersebut, untuk mencukupi kebutuhan agregat pada suatu proyek, dapat digunakan agregat alam. Agregat alam yang akan digunakan harus diperiksa di laboratorium. Hasil pemeriksaan agregat tersebut dibandingkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Selanjutnya disimpulkan kelayakan penggunaannya pada suatu proyek.

Penelitian ini menitikberatkan pada perbandingan penggunaan agregat halus dari hulu Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa. Pengujian dilakukan dengan Metode Marshall, untuk mendapatkan nilai kerapatan (*density*), persentase rongga dalam campuran (VITM), persentase rongga terisi aspal (VFWA), kelelehan (*flow*), stabilitas dan *Marshall Quotient*. Nilai-nilai yang dicapai oleh masing-masing campuran tersebut dibandingkan dengan mengacu pada spesifikasi campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) dari Bina Marga.

1.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah didapatkan alternatif agregat halus (agregat alam) yang dapat digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) ditambah dengan serat selulosa (SMA+S).

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah agregat halus Kali Krasak dapat mencapai spesifikasi jika

digunakan sebagai agregat halus untuk campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah dengan serat selulosa (SMA+S).

1.4. Pembatasan Masalah

Pembatasan permasalahan pada penelitian laboratorium ini terdiri atas:

1. Agregat kasar yang digunakan adalah hasil produksi *stone crusher* PT. Perwita Karya, Yogyakarta.
2. Agregat halus Kali Krasak diambil di bagian hulu sungai (Dusun Kranggan - Magelang). Agregat halus Kali Progo adalah hasil *stone crusher* PT. Perwita Karya Yogyakarta.
3. *Filler* yang digunakan adalah abu batu, hasil *stone crusher* PT. Perwita Karya, Yogyakarta.
4. Gradasi yang digunakan adalah gradasi tengah, dengan proporsi material adalah sebagai berikut ini. Agregat 8/13 mm = 37,5%, agregat 5/8 mm = 22,5%, agregat 2/5 mm = 15,0%, agregat 0/2 mm = 17,0% dan *filler* (abu batu) = 8,0%. Jumlah *filler* yang didapat dari agregat 0/2 mm dan abu batu adalah 10,5%.
5. Variasi kadar aspal AC60-70 yang digunakan adalah 6,2%, 6,5% 6,8% dan 7,1%.
6. Kadar serat selulosa CF-31500 adalah 0.3%.
7. Spesifikasi teknis SMA+S digunakan dari Bina Marga (*Heavy Loaded Improvement Project*)
8. Perhitungan berat pada analisa saringan agregat menggunakan persentase terhadap berat total campuran (1200 gram).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat.

Hidrokarbon adalah bahan dasar utama aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering disebut bitumen. Aspal yang umum digunakan terutama berasal dari hasil proses destilasi minyak bumi. (Silvia Sukirman, 1992).[12]

Beton secara umum adalah agregat/batuan yang dicampur dengan suatu bahan pengikat, oleh karena proses kimia campuran tersebut mengeras dan membentuk kesatuan massa padat.

Beton secara khusus adalah agregat yang dicampur dengan bahan pengikat semen (PC).

Beton aspal adalah campuran aspal semen dengan batuan atau mineral yang diolah pencampurannya pada keadaan panas.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan residu dari proses destilasi minyak bumi, yang sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran beton aspal, memberikan lapisan kedap air serta tahan terhadap pengaruh asam, basa

dan garam.

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat dan bahan pengisi.

1. Bahan Pengikat

Aspal memberikan ikatan yang kuat terhadap agregat dan terhadap aspal itu sendiri.

2. Bahan Pengisi

Aspal berfungsi mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori pada agregat tersebut.

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan bersifat sebagai berikut ini.

1. Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat campuran aspal, jadi bergantung pada sifat agregat, campuran dengan aspal dan faktor pelaksanaan.

2. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat, sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap Temperatur

Aspal adalah material thermoplastis. Aspal jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu dapat menjadi

lunak/cair. Aspal cair ini dapat membungkus partikel agregat pada pembuatan beton aspal atau dapat masuk ke pori-pori agregat pada penyemprotan/penyiraman lapis perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

4. Kekerasan Aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat. Agregat dapat dilapisi aspal dengan penyiraman/penyemprotan aspal panas ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses pelaburan. Terjadi proses oksidasi selama proses pelaksanaan, menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi pula oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi. (Silvia Sukirman, 1992).[12]

2.2 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya yang diperoleh dari alam maupun dari hasil pengolahan.

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

mutu perkerasan jalan ditentukan juga oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Silvia Sukirman, 1992).[12]

Berdasarkan proses pengolahan, agregat yang digunakan pada perkerasan lentur dibedakan menjadi agregat alam, agregat proses pengolahan dan agregat buatan.

1. Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang digunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit pengolahan. Agregat alam dibentuk melalui proses erosi dan degradasi. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah kerikil dan pasir. Kerikil adalah agregat dengan ukuran partikel $> 1/4$ inci (6,35 mm). Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel $< 1/4$ inci tetapi lebih besar dari 0,075 mm (saringan No. 200).

2. Agregat Proses Pengolahan

Agregat jenis ini diperoleh melalui proses pemecahan. Agregat alam berukuran besar dipecahkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan. Proses pemecahan dilakukan dengan mesin pemecah batu (*stone crusher*). Agregat yang diperoleh dari proses pengolahan *stone crusher* memiliki ciri-ciri sebagai berikut ini.

- a. Bentuk partikel bersudut.
- b. Permukaan partikel kasar, sehingga mempunyai gesekan yang baik.
- c. Gradasi dapat sesuai dengan yang direncanakan.

Agregat hasil proses pengolahan ini sangat dipengaruhi oleh bahan asalnya. Jika bahan asalnya mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi maka hasil pemecahan batuan tersebut juga mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi.

3. Agregat Buatan (Sintesis)

Agregat buatan adalah agregat yang diperoleh dari hasil olahan atau hasil sampingan pabrik semen, pabrik baja atau mesin pemecah batu (*stone crusher*). Agregat ini merupakan mineral *filler*, yaitu partikel dengan ukuran < 0.075 mm. (Silvia Sukirman, 1992). [12]

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dikelompokkan sebagai berikut ini.

1. Kekuatan dan keawetan (*Strength and Durability*) lapisan perkerasan, dipengaruhi oleh:
 - a. gradasi,
 - b. ukuran maksimum partikel agregat,
 - c. kadar lempung,
 - d. kekerasan dan ketahanan,
 - e. bentuk butiran, dan
 - f. tekstur perkerasan.
2. Kemampuan dilapisi aspal, dipengaruhi oleh:
 - a. porositas,
 - b. kemungkinan basah, dan
 - c. jenis agregat.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh:

- a. tahanan geser (*skid resistance*), dan
- b. campuran yang memberikan kemudahan pada pelaksanaan.

2.3 Filler

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan No. 200 (0,075 mm) bisa berupa abu batu, abu kapur, debu dolomit, atau semen. *Filler* harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%). *Filler* adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran beton aspal.

Manfaat penggunaan *filler* terhadap campuran aspal beton adalah sebagai berikut ini.

1. *Filler* diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lain beton aspal.
2. *Filler* dapat berfungsi ganda pada campuran beton aspal. Fungsi tersebut adalah sebagai berikut ini.
 - a. Sebagai bagian dari agregat, *filler* akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat, sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran.
 - b. Bila bercampur dengan aspal, *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi, sehingga mengikat butiran agregat secara bersama-sama.
3. Sifat aspal (daktilitas, penetrasi, viskositas) diubah secara drastis oleh *filler*, walaupun kadarnya relatif rendah dibanding pada campuran beton aspal. Penambahan *filler* pada aspal akan meningkatkan konsistensi aspal.
4. Daktilitas campuran aspal *filler* akan mencapai nol,

- pada kadar *filler* yang umum digunakan pada campuran beton aspal. Sedangkan pada suhu dan kadar *filler* yang sama, nilai penetrasi campuran aspal *filler* akan turun sampai $< 1/3$ dari penetrasi semula. (Witczak M.W, 1975).[6]
5. Viskositas aspal *filler* pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, bergantung pada jenis *filler* dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah. (Witczak M.W, 1975).[6]
 6. Hasil uji menunjukkan ada hubungan antara stabilitas campuran dan kekentalan aspal pada pemadatan campuran dengan kadar pori yang sama. (Witczak M.W, 1975).[6]
 7. Hasil uji menunjukkan bahwa ada hubungan antara viskositas aspal dan usaha pemadatan campuran. Disarankan suhu perlu dinaikkan pada pemadatan campuran dengan *filler* aspal berkonsistensi tinggi. (Witczak M.W, 1975). [6]
 8. Sensitifitas campuran terhadap air pada jenis dan kadar *filler* yang berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil uji menunjukkan bahwa sensitifitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar *filler* yang peka terhadap air. (Witczak M.W, 1975).[6]

2.4 *Spilt Mastic Asphalt*

Split Mastic Asphalt adalah jenis beton aspal campuran panas gradasi terbuka, yang terdiri atas campuran:

1. *Split* (agregat kasar) dengan ukuran > 2 mm dengan jumlah fraksi tinggi yakni $\geq 75\%$ dari berat agregat campuran.

2. *Mastic Asphalt* adalah berupa campuran antara agregat halus, bahan isian (*filler*) dan aspal dengan kadar relatif tinggi.

Di negara asalnya, Jerman Barat, *Split Mastic Asphalt* telah dibakukan dalam petunjuk pelaksanaan dengan spesifikasi Ztv-bit STB 84. (Khairudin, M. Ali, 1993).[11] Tiga jenis *Split Mastic Asphalt* yang digolongkan berdasarkan gradasi (*grading*) adalah sebagai berikut ini.

1. SMA 0/11, dengan ukuran agregat 0 - 11 mm. Umumnya digunakan untuk lapisan *wearing course* pada jalan baru. Pengaspalan dengan ketebalan 2,5 - 5 cm.
2. SMA 0/8, dengan ukuran agregat 0 - 8 mm. Umumnya digunakan untuk pelapisan ulang (*overlay*) pada jalan lama. Pengaspalan dengan ketebalan 2 - 4 cm.
3. SMA 0/5, dengan ukuran agregat 0 - 5 mm. Umumnya digunakan sebagai lapis tipis permukaan untuk pemeliharaan dan perbaikan jalan. Pengaspalan dengan ketebalan 1,5 - 3 cm.

Sifat-sifat *Split Mastic Asphalt* (SMA) yaitu:

1. Mampu melayani lalu lintas berat

Stability Marshall : > 750 kg

Flow Marshall : 2 - 4 mm

2. Tahan terhadap oksidasi

Tebal lapisan *film* aspal : 10 μ

3. Tahan terhadap deformasi permanen pada suhu tinggi

Nilai stabilitas dinamis : > 1500 lintasan
(60°C; 6,4 kg/cm²)

4. Fleksibel (lentur)

Marshall Quotient (stability/flow) : 190 - 300 kg/mm

5. Tahan cuaca/temperatur tinggi

Titik lembek (aspal + serat selulosa): > 60°C

6. Kedap air

Rongga udara : 3- 5 %

Indeks perendaman : > 75 % (60°C, 48 jam)

7. Aman untuk lalu lintas (kesat)

Nilai kekesatan : > 0,60

8. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi

Kadar agregat kasar : tinggi

Viskositas aspal : tinggi

2.5 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran aspal yang fungsinya menstabilisasikan campuran aspal (memperbaiki sifat-sifat aspal minyak) dan tidak dikategorikan sebagai bahan substitusi agregat. Bahan tambah serat selulosa yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* adalah *Custom Fiber 31500* (CF-31500).

Serat selulosa CF-31500 yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* ini merupakan hasil fabrikasi. Bahan tambah ini diimpor dari Amerika Serikat. Distributor di Indonesia adalah PT. Saranaraya Reka Cipta, di Jakarta.

Serat selulosa didapat dari tumbuhan yang bisa menghasilkan protein dan asam amino. Untuk mengambil protein dan asam amino pada tumbuhan digunakan cara

ekstraksi. Hasil ekstraksi yang berupa larutan protein dan asam amino disuling (destilasi) untuk diambil protein dan asam amino yang murni. Hasil destilasi tersebut kemudian diendapkan, diekstraksi pada keadaan basa ke dalam larutan penggumpal (*coagulating*) untuk dijadikan serat selulosa, pada keadaan ini proses pengerasan terjadi.

Sifat fisis yang diinginkan pada serat selulosa merupakan hal kompleks. Hal tersebut bergantung pada penekanan penggunaan serat selulosa sebagai berikut ini.

1. Penekanan penggunaan pada sifat fisis kekuatan serat kering.
2. Penekanan penggunaan pada sifat kekuatan serat basah.
3. Penekanan penggunaan pada elastisitas bahan dan kadar penyerapannya.

Serat selulosa CF-31500 ini diutamakan untuk memperbaiki sifat-sifat aspal minyak, sehingga akan diperoleh konstruksi perkerasan jalan yang kuat, kaku, awet, nyaman dan aman bagi lalu lintas. Hal ini tidak terlepas dari sifat-sifat serat selulosa CF-31500 yang harus dipenuhi sebagai bahan stabilisasi aspal.

Kadar serat selulosa ditentukan berdasarkan persyaratan optimum. Persyaratan optimum ini ditentukan dengan memvariasikan kadar serat selulosa terhadap kadar aspal. Kadar serat selulosa dalam spesifikasi *Split Mastic Asphalt* (SMA) Jerman bervariasi antara 0,3 - 1,5 %. Kadar serat selulosa dalam spesifikasi Bina Marga ditentukan

tetap 0,3 % dari berat total campuran.

Fungsi serat selulosa dalam menstabilisasi aspal terlihat pada perubahan sifat campuran aspal dan serat selulosa terhadap aspal murni. Perubahan sifat tersebut yaitu kenaikan titik leleh, penurunan penetrasi semu dan penurunan kelelahan. Mekanisme stabilisasi itu secara mikro terjadi melalui dua proses sebagai berikut ini.

1. Absorpsi aspal oleh serat selulosa.

Proses ini akan menyebabkan sifat-sifat kinetis (mobilitas) dari partikel-partikel aspal sehingga meningkatkan integritas dari bulk aspal tanpa mengurangi sifat kelenturan dan adhesinya.

2. Jembatan hidrogen antara selulosa dengan aspal.

Penjelasan hal di atas adalah sebagai berikut ini.

Secara umum aspal tersusun dari tiga komponen yaitu *asphaltenes*, *resine* dan *saturated hydrocarbon*. Fungsi spesifik masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. *asphaltenes* adalah pembentuk body,
2. *resin* membangkitkan sifat adhesif dan lentur (*ductile*),
3. fraksi-fraksi minyak berperan pada sifat viskositas dan *flow*.

Analisis komponen lanjutan menunjukkan bahwa fraksi *resin* terdiri dari *resin* tak jenuh dan asam hidrokarbon tak jenuh. Masing-masing lazim disebut sebagai *first acidaffins* (A_1), *second acidaffins* (A_2) dan basa nitrogen (N) dalam jumlah relatif kecil. Fraksi minyak tersusun dari beberapa campuran senyawa hidrokarbon jenuh.

Salah satu masalah yang muncul pada konstruksi aspal adalah penuaan (*aging*). Penuaan (*aging*) adalah suatu proses yang menyebabkan aspal berkurang/kehilangan sifat adhesif dan daktilitas. Problem ini akan menyebabkan terjadinya kerusakan dini dan menimbulkan kerugian yang cukup berarti.

Problem tersebut dapat dideteksi dengan menggunakan persamaan parameter komposisi malten (Persamaan Rostler) sebagai berikut ini.

$$f = \frac{(N + A_1)}{(P + A_2)} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan : N = basa nitrogen

A₁ = *first acidaffins*

P = unsur Parafinik

A₂ = *second acidaffins*

f = komposisi malten; 0,4 < f < 1,2

f ideal adalah 0,7 - 0,8.

Secara matematis proses penuaan (*aging*) ditandai dengan naiknya parameter komposisi malten (f). Membesarnya parameter malten terjadi bila penyebut persamaan tersebut mengecil.

Dibanding unsur Parafinik (P) maka komponen *second acidaffins* (A₂) mempunyai kestabilan yang lebih rendah. Kesimpulan itu didasarkan pada kenyataan berikut ini.

1. Komponen *acidaffins* bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap), sehingga lebih mudah teroksidasi dan terpolimerisasi. Sedangkan komponen parafinik adalah

hidrokarbon jenuh, sehingga tahan terhadap reaksi oksidasi.

2. Komponen *acidaffins* mempunyai berat molekul yang lebih rendah, sehingga mempunyai kecenderungan untuk menguap lebih besar.

Proses penuaan (*aging*) dimulai oleh mutasi resin menjadi molekul kecil yang mudah menguap, sehingga menyebabkan penurunan fraksi malten. Mengingat bahwa fungsi senyawa tersebut adalah sebagai stabilisator koloid aspal, maka proses ini akan mengganggu kestabilan aspal dan menyebabkan aspal menjadi rapuh.

Selulosa dapat menunda proses penuaan (*aging*) melalui mekanisme sebagai berikut. Ditinjau dari segi campuran, aspal digolongkan sebagai koloid dari fasa kontinu minyak yang non polar dan fasa diskrit *asphaltenes* yang polar. Koloid tersebut menjadi stabil oleh adanya pengaruh berbagai macam resin (A_1), (A_2) dan (N), yang bersifat semi polar dan mengelilingi fraksi *asphaltenes*.

Selulosa bersifat semipolar (lebih kuat dari resin) yang mampu menyerap (ikatan hidrogen) fraksi-fraksi resin tersebut. Hal tersebut mampu memperlambat proses oksidasi dan polimerisasi. Pilihan (preferensi) pengikatan di antara ketiga fraksi resin dapat ditelusuri melalui probabilitas kinetis berikut ini.

Basa N mempunyai gugus aktif hidroksil sehingga bersifat tidak suka terhadap selulosa yang mempunyai gugus aktif yang sama. *Second acidaffins* (A_2) lebih suka terha-

dap selulosa dibandingkan dengan *first acidaffins* (A_1), sebab memiliki berat molekul lebih kecil (mobilitas lebih besar) dan letak gugus berada di ujung molekul.

Pilihan pengikatan/penstabilan oleh selulosa terjadi terhadap komponen *second acidaffins* (A_2). Pengikatan ini akan mampu mempertahankan komponen *second acidaffins* (A_2) lebih lama dalam sistem, sehingga akan mampu menunda proses penuaan (*aging*).



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*), agar tanah tidak mendapat tekanan yang melebihi daya dukungnya.

Perkerasan terdiri atas beberapa lapis dengan kualitas bahan makin ke atas makin baik. Perkerasan dapat dikelompokkan menjadi tiga macam sebagai berikut ini.

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat agregat.
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan *portland cement* sebagai bahan ikat agregat.
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Perkerasan
Tugas akhir ini hanya membahas perkerasan lentur. Lapis perkerasan lentur pada prinsipnya tersusun atas tiga bagian. Bagian-bagian tersebut yaitu lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi atas (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sebelum lapis permukaan biasanya terdapat lapis pengikat (*binder course*).



Fungsi struktural lapis perkerasan jalan adalah mendukung beban lalu lintas dan menyalurkan ke tanah dasar secara merata, sebagai berikut ini.

1. Lapis permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan adalah sebagai berikut:

- a. sebagai lapis struktural, yaitu menahan beban lalu lintas secara langsung dan mendistribusikan beban tersebut ke lapisan di bawahnya, dan
- b. sebagai lapis non struktural, yang berfungsi:
 - 1) lapis kedap air, mencegah masuknya air hujan ke lapis perkerasan yang ada di bagian bawah.
 - 2) membentuk permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dengan keamanan dan kenyamanan cukup.
 - 3) membentuk permukaan dengan kekesatan (*skid resistance*) yang aman.

2. Lapis pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah yang berfungsi sebagai berikut:

- a. lapis pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan gaya gesek akibat beban kendaraan, dan
- b. lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar, yang

berfungsi sebagai berikut:

- a. menyebarkan beban roda kendaraan,
 - b. sebagai lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi,
 - c. mencegah tanah dasar masuk ke lapisan pondasi (akibat tekanan roda dari atas),
 - d. sebagai lapisan pertama untuk perkerasan, karena tanah dasar pada umumnya lemah, dan
 - e. sebagai lapisan yang dapat mencegah partikel-partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
4. Tanah dasar (*sub grade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan galian dan atau timbunan yang dipadatkan. Tanah dasar yang telah dipadatkan merupakan lapisan dasar untuk peletakan bagian-bagian perkerasan di atasnya.

3.2 Karakteristik Campuran *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Serat Selulosa (SMA+S)

Karakteristik lapis perkerasan berkait erat dengan sifat bahan penyusunnya. Karakteristik campuran yang harus dimiliki campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa adalah sebagai berikut ini.

3.2.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk (deformasi) seperti gelombang, alur maupun *bleeding*.

Kebutuhan akan stabilitas disesuaikan dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan menggunakan jalan tersebut. Volume lalu lintas tinggi dan beban yang berat menuntut stabilitas perkerasan yang lebih besar. Stabilitas dicapai dari hasil gesekan antar partikel agregat, penguncian antar partikel agregat dan daya ikat antar lapisan aspal.

Beberapa variabel yang berhubungan dengan stabilitas lapis perkerasan antara lain gesekan, kohesi dan inersia.

Gaya gesek bergantung pada tekstur permukaan, gradasi agregat, bentuk batuan, kerapatan campuran dan kadar aspal. Hal ini kemudian dikombinasikan antara gesekan dan kemampuan saling mengunci dari agregat dalam campuran.

Kohesi merupakan sifat daya lekat masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi agregat dapat diamati pada sifat kekerasannya, sedangkan kohesi campuran sangat dipengaruhi oleh gradasi agregat, kerapatan campuran, disamping daya adhesi antara aspal dan agregat itu sendiri.

Inersia merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat (*resistance to displacement*) yang mungkin terjadi sebagai akibat beban lalu lintas, karena besar beban maupun jangka waktu pembebanan.

3.2.2 Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan agar lapis perkerasan mampu menahan keausan akibat pengaruh

cuaca, keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan, air dan perubahan suhu. Sifat aspal dapat berubah akibat oksidasi dan perubahan campuran yang disebabkan oleh air.

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

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis beton aspal adalah sebagai berikut ini.

1. Ketebalan selimut aspal (*bitument film thickness*).

Selimut aspal yang tebal akan menghasilkan beton aspal yang memiliki durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya kelelahan (*bleeding*) tinggi.

2. Rongga antar campuran yang relatif kecil menyebabkan lapis perkerasan kedap air dan udara tidak dapat masuk ke dalam campuran. Udara menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.

3. Rongga antar butir yang relatif besar memungkinkan selimut aspal dibuat tebal. Jika rongga antar campuran dan rongga antar butir agregat kecil dan kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi senjang/timpang (*gap graded*).

3.2.3 Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas lapis perkerasan adalah kemampuan lapis

perkerasan mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang, tanpa mengakibatkan retak dan perubahan volume.

Fleksibilitas, dengan kata lain, adalah kemampuan campuran untuk bersesuaian terhadap gerakan lapis pondasi dalam jangka panjang, disamping mempunyai kemampuan untuk meleku/melentur secara berulang tanpa terjadi patahan.

Nilai fleksibilitas dapat dimaksimalkan dengan menggunakan kadar aspal yang tinggi dan menggunakan gradasi agregat terbuka (*open graded*).

3.2.4 Tahanan Gesek/Kekesatan (*Skid Resistance*)

Tahanan gesek adalah kekesatan yang diberikan oleh lapis perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan roda kendaraan.

Tahanan gesek yang tinggi dapat dicapai dengan:

1. penggunaan kadar aspal optimum sehingga tidak terjadi kelebihan aspal yang dapat mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada lapis perkerasan,
2. penggunaan agregat dengan bentuk permukaan kasar (*micro texture*),
3. adanya rongga udara yang cukup dalam campuran sehingga bila terjadi panas/suhu udara naik aspal tidak terdesak keluar ke permukaan, dan
4. ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*).

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis beton aspal

selama menerima beban berulang tanpa terjadi kelelahan. Kelelahan pada lapis perkerasan berupa alur (*ruting*) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah rongga antar campuran yang relatif besar dan kadar aspal yang rendah akan cepat mengakibatkan kelelahan.

3.2.5 Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dicampur, dihamparkan dan dipadatkan, sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang disyaratkan.

3.3 Bahan Penyusun Perkerasan *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Serat Selulosa (SMA+S)

Bahan utama perkerasan lentur *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa adalah agregat dan aspal. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan serat selulosa berfungsi menstabilisasi aspal (memperbaiki sifat-sifat aspal minyak). Serat selulosa tidak dikategorikan sebagai bahan pengganti agregat. Perbandingan pemakaian agregat dan aspal bergantung pada kebutuhan dan jenis perkerasan.

Kualitas agregat dan aspal sangat menentukan kualitas lapis perkerasan. Persyaratan untuk mendapatkan lapis permukaan *Split Mastic Asphalt* berkualitas tinggi adalah sebagai berikut:

1. gradasi agregat ideal (batas tengah spesifikasi),
2. kadar aspal optimum,

3. kadar serat selolusa optimum, dan
4. pelaksanaan aplikasi *Split Mastic Asphalt* di AMP (*Asphalt Mixing Plant*) dan di lapangan dilakukan dengan benar.

3.3.1 Aspal Keras/Aspal Semen (AC)

Aspal semen pada temperatur ruang (25° - 30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri atas beberapa jenis yang bergantung pada proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya.

Pemilihan aspal sebagai bahan pengikat pada campuran panas (*hot mix*) harus dipenuhi syarat-syarat berikut ini.

1. Kekakuan/kekerasan (*stiffness*)

Aspal yang digunakan harus mempunyai kekerasan yang cukup setelah berfungsi sebagai bahan jalan.

2. Sifat mudah dikerjakan (*workability*)

Sifat mudah dikerjakan terutama pada pelaksanaan penggelaran dan pemadatan, untuk memperoleh lapis perkerasan yang padat. Sifat mudah dikerjakan dapat dicapai dengan pemanasan (*heating*), penambahan pengencer dan penambahan bahan pengencer.

3. Kuat tarik (*tensile strength*) dan adhesi

Sifat kuat tarik dan adhesi diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat tahan terhadap kerusakan, yaitu:

- a. retak (*cracking*), ditahan oleh kuat tarik.

- b. pengulitan (*fretting/stripping*), ditahan oleh adhesi.
- c. goyah (*ravelling*), ditahan oleh kuat tarik dan adhesi.

4. Tahan terhadap cuaca

Ketahanan terhadap cuaca diperlukan agar perkerasan tetap memiliki tahanan gesek (*skid resistance*).

Sesuai dengan fungsi aspal pada lapis permukaan jalan, aspal harus dapat mengeras. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan aspal mengeras seiring dengan berjalannya waktu adalah sebagai berikut ini.

1. Oksidasi (*Oxidation*)

Oksigen (O_2) diserap aspal pada suhu rendah yang akan membentuk lapisan tipis yang keras. Jika lapisan tipis ini pecah, maka akan terjadi oksidasi lagi pada lapis yang ada di bawahnya, begitu seterusnya. Ditinjau dari sifat kimia, peristiwa oksidasi ini akan membentuk komponen baru yang bersifat larut dalam air. Jika bagian ini terkena air dalam waktu lama, maka bagian yang larut ini akan terbawa air. Akibatnya kadar aspal akan berkurang. Lapis perkerasan tidak dapat bertahan sesuai umur rencana jika sering tergenang air. Hal ini dapat terjadi karena kadar aspal berkurang, yang menyebabkan ikatan menjadi lemah dan sifat rapat air menurun.

2. *Volatilization*

Volatilization adalah penguapan (evaporasi) bagian-bagian aspal yang memiliki berat molekul kecil. Jika

aspal terlalu banyak kehilangan bagian yang memiliki berat molekul kecil, maka aspal akan mengeras seiring berjalannya waktu. Proses *volatilization* ini dipercepat dengan cara:

- a. pemanasan aspal pada suhu tinggi,
- b. pengadukan aspal pada keadaan panas, dan
- c. pemanasan pada suhu tinggi pada rentang waktu lama.

3. *Polymerization*

Polymerization adalah penggabungan molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar. Bagian labil yang cenderung membentuk molekul yang lebih besar adalah *resins*, yang berubah menjadi *asphaltenese*. Akibat perubahan ini aspal menjadi keras dan mudah mengalami retak-retak.

4. *Thixotrophy*

Thixotrophy adalah perubahan viskositas aspal, jika aspal tidak mendapatkan tegangan, peristiwa ini berlangsung pada komposisi kimia yang sama. Hal ini dapat dihilangkan dengan cara memberikan beban pada aspal.

5. *Separation*

Separation adalah pemisahan *resins* atau *oils* atau *asphaltenese* dari aspalnya. Peristiwa ini dapat terjadi pada waktu berlangsungnya proses pencampuran agregat dan aspal, yaitu saat penyerapan selektif aspal oleh agregat. Jadi jika yang diserap adalah *resins* atau *oilnya*, aspal yang tertinggal pada permukaan akan mengeras. Sebaliknya apabila yang diserap dalam pori agregat ada-

lah *asphaltene*-nya maka aspal yang ada di permukaan akan bertambah lunak.

6. *Synerisis*

Synerisis adalah penampakan noda-noda pada permukaan aspal. Warna noda tidak homogen. Noda ini disebabkan oleh terjadinya pembentukan struktur baru dalam aspal. Struktur baru tersebut ditampakan pada permukaan aspal yang umumnya merupakan bagian dengan berat molekul besar. Bagian ini menyebabkan aspal yang berada pada bagian permukaan menjadi keras. Aspal yang telah mengeras oleh sebab apapun, kualitasnya sudah menurun. Daya tahan (*durability*), daya ikat (*adhesi*) dan kadar aspal telah menurun. Aspal yang mengeras juga bersifat getas (*brittle*). Bertambahnya kadar aspal dalam campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) akan memperbaiki kemampuan campuran tersebut. Hal ini sangat dikehendaki di Indonesia.

Kadar aspal yang tinggi pada campuran gradasi terbuka (*open graded*) pada *Split Mastic Asphalt* menurut Bina Marga memiliki sifat-sifat sebagai berikut ini.

1. Bertahan lebih lama (aspal tidak cepat menjadi getas dan kurang mengalami oksidasi).
2. Lebih fleksibel (lendutan yang lebih besar pada perkerasan dapat ditoleransi).
3. Lebih tahan terhadap kemungkinan retak-retak akibat kelelahan.
4. Lebih kedap air.

5. Lebih mudah mengerjakan dan memadatkannya.

Kadar aspal dalam campuran dapat dibagi dalam beberapa fase sebagai berikut ini.

1. Fase pertama, aspal hanya sekedar menyelimuti permukaan butir saja, sehingga daya lekatnya kurang kuat. Bila ada gaya geser maka konstruksi akan mudah terlepas dan menjadi retak-retak.
2. Fase kedua, selain menyelimuti butir-butir batuan aspal juga masih mempunyai cadangan dan berguna apabila konstruksi terkena gaya geser maka masih ada aspal yang dapat menahannya sehingga susunan butiran tidak akan mudah terlepas satu sama lain.
3. Fase ketiga, aspal mengisi penuh seluruh rongga-rongga. Keadaan ini tidak menguntungkan karena jalan akan menjadi licin. Hal ini disebabkan oleh naiknya sebagian aspal ke permukaan jalan pada saat jalan tersebut terkena roda kendaraan atau akibat sinar matahari.
4. Fase keempat, kadar aspal melebihi kebutuhan sehingga batuanannya seolah-olah terapung dalam massa aspal. Keadaan ini menyebabkan kedudukan butiran menjadi tidak stabil dan mudah tergeser sehingga pada saat ada gaya vertikal maupun gaya horizontal, konstruksi ini akan mudah bergelombang.

Pemakaian aspal yang banyak juga akan mempertinggi *durability*, tetapi kadar aspal yang berlebihan akan berakibat aspal menjadi pelicin pada suhu tinggi. Untuk itulah perlu dicari kadar aspal optimum untuk lapisan

keras beton aspal.

Jumlah aspal yang dibutuhkan di dalam campuran dapat dicari antara lain dengan cara sebagai berikut ini.

1. Teori luas permukaan butir dan kekasaran permukaan butir (*surface area*).

2. Metode Marshall

Penelitian ini menggunakan metode Marshall.

Penelitian ini menggunakan aspal semen AC 60-70, yaitu *Asphalt Cement* dengan penetrasi antara 60-70. Persyaratan aspal AC 60-70 diberikan pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Pemeriksaan Aspal AC 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat*)		Satuan
			Min.	Maks.	
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA. 0301 - 76	60	79	0,1 mm
2	Titik Lembek (<i>Ring & Ball</i>)	PA. 0302 - 76	48	58	°C
3	Titik Nyala	PA. 0303 - 76	200	-	°C
4	Kehilangan Berat (163°C, 5jam)	PA. 0304 - 76	-	0,8	% berat
5	Kelarutan (CCl ₄)	PA. 0305 - 76	99	-	% berat
6	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit)	PA. 0306 - 76	100	-	cm
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	PA. 0301 - 76	54	-	$\frac{c}{\% \text{ awal}}$
8	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	PA. 0306 - 76	50	-	cm
9	Berat Jenis (25°C)	PA. 0307 - 76	1	-	gram/cc

*)Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

3.3.2 Agregat

Permeabilitas suatu campuran, yang sangat menentukan daya tahan lapis perkerasan, tidak saja bergantung pada kandungan volume rongga udara tetapi ditentukan pula oleh

gradasi agregatnya. Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga udara antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan paling kasar diletakkan di atas dan saringan paling halus diletakkan paling bawah. Di bawah saringan terkecil diletakkan pan.

Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut ini.

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga rongga antar agregat tidak dapat terisi. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil. (Silvia Sukirman, 1992). [12]

2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapis perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainasi jelek dan berat volume besar. (Silvia Sukirman, 1992). [12]

3. Gradasi senjang/timpang (*gap graded*)

Gradasi celah merupakan campuran agregat dengan fraksi hilang di bagian tengah susunan saringan agregat.

4. Gradasi terbuka (*open graded*)

Gradasi terbuka merupakan campuran agregat dengan fraksi hilang di beberapa tempat pada susunan saringan agregat.

Gradasi agregat yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) berbeda dengan gradasi agregat pada AC dan HRS. Gradasi *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa adalah gradasi terbuka (*open graded*), dengan prosentase agregat kasar (ukuran ≥ 2 mm) $\geq 75\%$. Gradasi *Split Mastic Asphalt* yang digunakan diberikan pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Gradasi *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Serat Selulosa Menurut Bina Marga (*Heavy Loaded Road Improvement Project*)

No.	Ukuran Saringan	Lolos Saringan (%)	Ideal (%)
1	1/2" (12,70 mm)	100	100
2	7/16" (11,20 mm)	90 - 100	95
3	5/16" (8,00 mm)	50 - 75	62,5
4	No. 4 (5,00 mm)	30 - 50	40
5	No. 10 (2,00 mm)	20 - 30	25
6	No. 25 (0,71 mm)	13 - 25	19
7	No. 60 (0,25 mm)	10 - 20	15
8	No.170 (0,09 mm)	8 - 13	10,5

Pemilihan agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan dan sifat kimiawi.

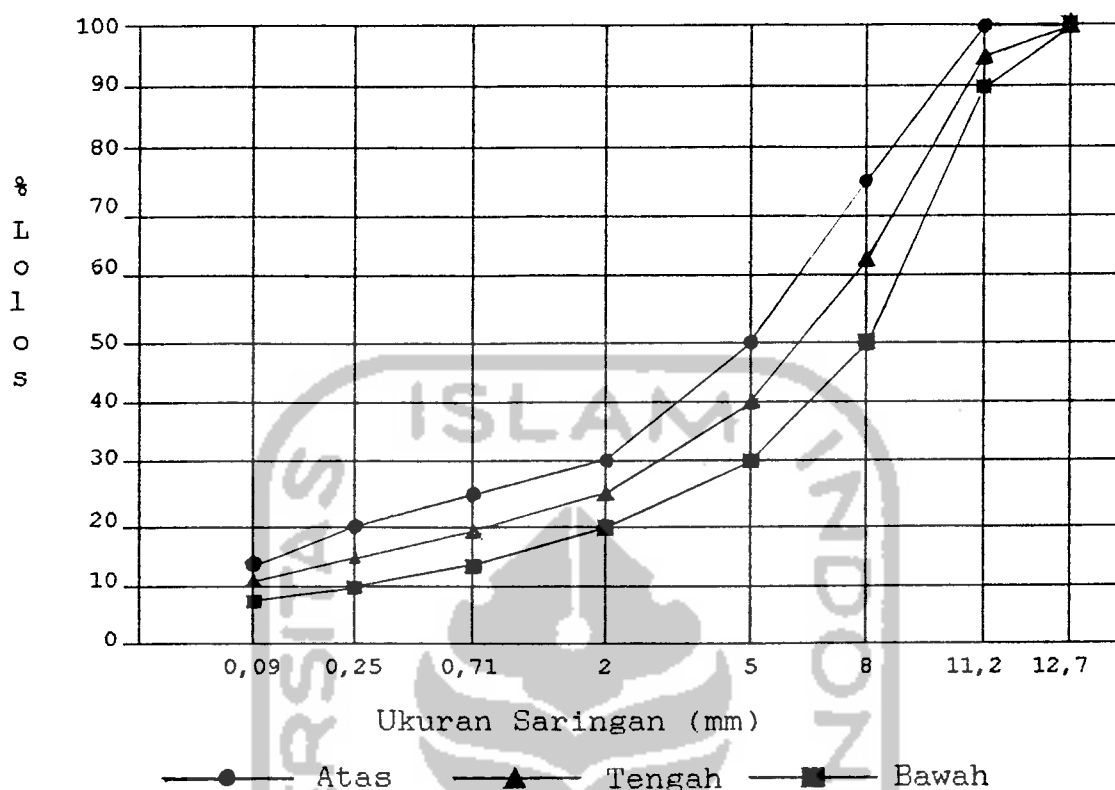
Persyaratan mutu agregat adalah sebagai berikut ini.

1. Kehilangan berat akibat abrasi mesin Los Angeles (PB. 0206-76) maksimal 40%.
2. Kelekatan agregat terhadap aspal (PB.0205-76) minimal 95%.

Agregat yang digunakan pada campuran beton aspal dibagi menjadi tiga fraksi sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar, agregat yang tertahan saringan No.4.
2. Agregat halus, agregat yang lolos saringan No.4 dan tertahan saringan No.200.
3. *Filler*, agregat yang lolos saringan No. 200. (Silvia Sukirman, 1992). [12]

Grafik gradasi *Split Mastic Asphalt* diberikan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Grafik Gradasi *Split Mastic Asphalt*

3.3.3 Filler

Filler sebagai bagian dari agregat penyusun lapis perkerasan jalan mempunyai peranan penting. Partikel pengisi efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan terhadap perubahan suhu.

Filler perlu ditambahkan pada campuran beton aspal yang kurang pada komposisi material lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Bahan pengisi yang dapat digunakan antara lain abu batu, kapur, debu dolomit atau semen. *Filler* harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1 %).

Filler yang digunakan pada penelitian ini adalah abu batu. Abu batu merupakan hasil samping produksi pemecah

batu (*stone crusher*). *Filler* pada penelitian ini dihitung sebagai bagian dari agregat dalam campuran. Jumlah *filler* yang didapat dari agregat 0/2 mm dan abu batu adalah 10,5% dari berat total campuran.

Jika *filler* yang digunakan dalam campuran tidak dihitung sebagai bagian dari agregat, maka persentase kadar *filler* harus ditentukan terlebih dahulu. Persentase kadar *filler* tersebut kemudian dikalikan dengan berat total campuran untuk mendapatkan berat *filler* dalam campuran. Berat *filler* dalam campuran harus terdiri dari susunan gradasi material *filler* sebagaimana diberikan pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Gradasi Material *Filler*

Ukuran Saringan	<i>Filler</i> % Lolos Saringan
No. 30 (0,600 mm)	100
No. 50 (0,300 mm)	95 - 100
No. 100 (0,150 mm)	90 - 100
No. 200 (0,075 mm)	65 - 100

Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

3.3.4 Bahan Tambah (*Additive*)

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga, kadar bahan stabilisasi (serat selulosa) ditentukan tetap yaitu 0,3 % dari berat total campuran.

Persyaratan Bina Marga (*Heavy Loaded Road Improvement Project*) yang harus dipenuhi untuk serat selulosa agar

dapat digunakan sebagai bahan tambah pada beton aspal campuran panas adalah sebagai berikut ini.

1. Mudah terdistribusi secara merata dalam campuran kering beton aspal campuran panas pada temperatur 160°C - 170°C .
2. Dapat dipisahkan atau diekstraksi kembali dari beton aspal campuran panas.
3. Tahan terhadap temperatur beton aspal campuran panas sampai 250°C minimum selama waktu pencampuran.
4. Kadar serat selulosa 0,3 % terhadap berat beton aspal campuran panas dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap titik lembek aspal.

Sifat-sifat serat selulosa CF-31500 yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran *Split Mastic Asphalt* diuraikan pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Sifat-sifat Serat Selulosa CF-31500

No. (1)	Karakteristik (2)	Satuan (3)	Syarat*) (4)
1	Warna	-	abu-abu
2	pH	-	$7,5 \pm 1$
3	Kadar air	%	$< 6,0$
4	Kadar organik (serat selulosa)	%	$> 75,0$
5	Berat isi gembur	gr/lt	$> 25,0$
6	Panjang serat	mikron	maks 5000
7	Ketahanan terhadap asam dan alkali	-	baik
8	Ketahanan terhadap pemanasan sampai 250°C	-	baik
9	Distribusi dalam campuran kering, 170°C	-	merata

Tabel 3.4 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
10	Hasil ekstraksi serat selulosa dari aspal beton campuran panas	%	100,0
11	Titik lembek campuran aspal minyak pen 60/70 dengan serat selulosa	°C	≥ 55,0

*)Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Maret 1992.



BAB IV

HIPOTESIS

Split Mastic Asphalt sebagai lapis permukaan jalan menggunakan gradasi terbuka dan kadar aspal yang cukup tinggi dalam campuran, dengan tujuan agar *film* aspal relatif tebal sehingga tahan terhadap oksidasi.

Tujuan penggunaan *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa adalah untuk memaksimalkan interaksi dan kontak di antara fraksi kasar dalam suatu campuran panas. Fraksi agregat kasar memiliki stabilitas yang tinggi dan tahan terhadap gaya geser campuran. Sedangkan campuran aspal dan fraksi halus (agregat halus, abu batu, serat selulosa) menjadi mastik untuk menyatukan batuan secara kuat.

Penelitian ini dihipotesiskan bahwa terjadi perbedaan optimasi kadar aspal untuk menghasilkan pekerasan lentur, jika digunakan agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

BAB V

CARA PENELITIAN

Sistematika penelitian laboratorium berupa diagram alir (*flow chart*) dapat dilihat pada Bagian 5.3.6 akhir Bab V ini.

5.1 Bahan

Tinjauan penggunaan bahan pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut ini.

5.1.1 Asal Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat

- a. Agregat kasar dan agregat halus (termasuk *filler* abu batu) berasal dari Nanggulan-Kali Progo, yang merupakan hasil pemecah batu (*stone crusher*) PT. Perwita Karya Yogyakarta.
- b. Agregat halus alam berasal dari hulu Kali Krasak, Dusun Kranggan-Magelang.

2. Aspal

Aspal yang digunakan adalah jenis AC 60-70 produksi Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.



3. Serat selulosa

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500 (*Custom Fiber*) yang diimpor dari Amerika Serikat. Distributor di Indonesia adalah PT. Saranaraya Reka Cipta.

5.1.2 Persyaratan dan Pemeriksaan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan agregat yang terdiri atas:

a. Pemeriksaan keausan agregat

Ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan percobaan abrasi dengan menggunakan mesin Los Angeles berdasarkan PB 0206-76. Nilai Abrasi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat tumbukan dan gesekan antar partikel dengan bola-bola baja pada saat terjadinya putaran. Nilai Abrasi $> 40\%$ menunjukkan agregat tidak mempunyai keausan yang cukup untuk digunakan sebagai bahan lapis perkerasan.

b. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat. Air suling digunakan untuk mendapatkan volume agregat. Pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5 gr/cc. Besarnya berat jenis agregat penting

untuk diketahui karena perencanaan campuran agregat dengan aspal berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

c. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan agregat yang diijinkan mempunyai nilai maksimum 3 %. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal terhadap agregat.

d. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan prosedur PB-0205-76. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besarnya minimal 95%.

e. Pemeriksaan *sand equivalent*

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus. *Sand equivalent test* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan No. 4 sesuai prosedur PB-0203-76. Nilai yang disyaratkan minimum 50%. Adanya lempung dalam campuran dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang. Adanya lempung juga

mengakibatkan luas permukaan yang harus diselimuti aspal bertambah.

2. Pemeriksaan aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium. Aspal yang telah memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan. Pemeriksaan bahan ikat agregat terri atas:

a. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kerasan aspal. Prosedur pemeriksaan adalah PA-0301-76. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60-70 adalah antara 60-79 (0,01 mm).

b. Pemeriksaan titik lembek (*softening point test*)

Titik lembek adalah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horisontal didalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek dan jatuh pada ketinggian 1 inci (25,4 mm) dari pelat dasar. Pemeriksaan mengikuti PA-0302-76 dengan nilai yang disyaratkan 48°C sampai dengan 58°C. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mencari temperatur pada saat aspal mulai menjadi lunak. Pemeriksaan ini menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat 3,5 gram.

c. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal (titik bakar). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76 dengan besarnya nilai yang disyaratkan minimum 200°C.

d. Pemeriksaan berat jenis aspal

Perbandingan antara berat dan volume aspal. Dalam penelitian ini mendapatkan volume aspal dipergunakan air suling. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 dengan nilai yang disyaratkan sebesar minimal 1 gr/cm³. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

e. Pemeriksaan kelarutan dalam CCl₄ (*solubity test*)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam *carbon tetra chloroid*. Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl₄ maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0305-76.

5.2 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut ini.

5.2.1 Gradasi *Split Mastic Asphalt*

Gradasi agregat yang digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) adalah gradasi terbuka (*open graded*), dengan prosentase agregat kasar (ukuran ≥ 2 mm) $\geq 75\%$. Gradasi *Split Mastic Asphalt* yang digunakan diberikan pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Gradasi *Split Mastic Asphalt* dengan Bahan Tambah Serat Selulosa Menurut Bina Marga (*Heavy Loaded Road Improvement Project*)

No.	Ukuran Saringan	Lojos Saringan (%)	Ideal (%)
1	1/2" (12,70 mm)	100	100
2	7/16" (11,20 mm)	90 - 100	95
3	5/16" (8,00 mm)	50 - 75	62,5
4	No. 4 (5,00 mm)	30 - 50	40
5	No. 10 (2,00 mm)	20 - 30	25
6	No. 25 (0,71 mm)	13 - 25	19
7	No. 60 (0,25 mm)	10 - 20	15
8	No.170 (0,09 mm)	8 - 13	10,5

Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

5.2.2 Kadar Serat Selulosa Optimum

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga, kadar bahan stabilisasi (serat selulosa) ditentukan tetap yaitu 0,3 % dari berat total campuran.

5.2.3 Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, untuk klasifikasi volume lalu lintas berat, aspal yang digunakan adalah aspal keras (*Asphalt Cement*) pen 60-70. Persyaratan tersebut memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F, dengan variasi kadar aspal adalah 6,2%, 6,5%, 6,8%, dan 7,1%.

Parameter Marshall yang digunakan pada penelitian ini untuk campuran *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA+S) dalam menentukan kadar aspal optimum terdiri atas:

1. *unit weight/density*,
2. *stability*,
3. kelelehan (*flow*),
4. rongga udara dalam campuran (*air void*), dan
5. rongga yang terisi aspal (VFWA).

Nilai parameter hasil pengujian kemudian dibuat grafik untuk disesuaikan dengan spesifikasi. Kadar aspal optimum dapat ditentukan dari grafik tersebut. Spesifikasi Uji Marshall dari Bina Marga untuk SMA+S diberikan pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Spesifikasi Bina Marga untuk Uji Marshall SMA+S

No.	Parameter Marshall	Satuan	Spesifikasi
1	<i>Stability</i>	kg	min 750
2	<i>Marshall Quotient</i>	kN/mm	1.9 - 3.0
3	<i>Air Void (VITM)</i>	%	3.0 - 5.0
4	<i>Effective Bitument Content</i>	%	min 6.0
5	<i>Fibre Cellulose Content</i>	%	0.3
6	<i>Flow</i>	mm	2.0 - 4.0
7	<i>Absorbed Bitument</i>	%	max 1.5
8	<i>Bitument</i>	mikron	min 10 mikron
9	<i>Void Filled Bitument (VFWA)</i>	%	min 75

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Maret 1992.

5.3 Pelaksanaan Pengujian

Tahap pelaksanaan pengujian meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut.

5.3.1 Pembuatan Benda Uji

Berat total campuran agregat dan aspal untuk satu jenis benda uji adalah 1200 gram, yang terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus (termasuk *filler*) dan bahan tambah. Benda uji dibuat masing-masing 3 buah. Empat macam kadar aspal dan 2 macam penggunaan agregat halus. Pengujian pada kadar aspal optimum dengan benda uji 6 buah. Maka dibuat benda uji sebanyak $(3 \times 4 \times 2) + (2 \times 3) = 30$ buah benda uji. Tahap pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Agregat-agregat tersebut kemudian disaring secara kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapatkan gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Proses pencampuran (*mixing*) dilakukan sebagai berikut:
 - a. panci pencampur dipanaskan beserta gradasi agregat rencana sampai suhu 160°C ,
 - b. agregat kering diaduk dengan 0,3% serat selulosa, agar distribusi serat dapat merata pada suhu 160°C ,
 - c. aspal AC 60-70 panas ditambahkan (agar mencapai tingkat kekentalan rencana) ke campuran agregat, sesuai takaran pada *mix design*, dan
 - d. campuran diaduk (*wet mixing*) selama 45 - 50 detik.
4. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut ini.
 - a. Perlengkapan cetakan benda uji dan bagian muka penumbuk dibersihkan secara cermat dan dipanaskan pada suhu $93,3^{\circ}\text{C}$ - $148,9^{\circ}\text{C}$.
 - b. Diletakkan selebar kertas lapis sesuai ukuran cetakan ke dasar cetakan.
 - c. Seluruh campuran dimasukkan ke cetakan pada suhu 140°C . Campuran ditusuk-tusuk dengan keras menggunakan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
 - d. Diletakkan selebar kertas lapis sesuai ukuran ceta-

- kan di atas campuran benda uji.
- e. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (digunakan untuk lalulintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Palu pemadat selalu tegak lurus terhadap cetakan selama pemadatan dilakukan.
 - f. Plat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji. Cetakan tersebut dibalik kemudian plat alas dan leher sambung dipasang kembali ke cetakan benda uji yang telah dibalik.
 - g. Penumbukan dilakukan pada permukaan benda uji yang telah dibalik sebanyak 75 kali.
 - h. Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan dan diletakkan di atas permukaan yang rata selama 24 jam.

5.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Sembilan cetakan benda uji lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
2. Mesin penumbuk manual maupun elektrik.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji (*ejector*).
4. Alat Marshall lengkap, terdiri atas:
 - a. kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung,
 - b. cincin penguji (*proving ring*), dan
 - c. arloji pengukur alir (*flow*).
5. Oven.

6. Bak perendam (*water bath*).
7. Timbangan dengan ketelitian 5 gram
8. Pengukur suhu (*thermometer*).
9. Perlengkapan lain-lain terdiri dari:
 - a. panci/kuali,
 - b. sendok pengaduk dan spatula,
 - c. kompor atau pemanas (*hot plate*),
 - d. kantong plastik, gas elpiji, dan
 - e. sarung tangan asbes dan karet.

5.3.3 Persiapan Pengujian

Tahap persiapan pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, sebelum dilakukan penimbangan.
2. Setiap benda uji diberi tanda pengenal.
3. Tinggi dan diameter benda uji diukur dengan ketelitian 0,1 mm terhadap alat ukur.
4. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang.
5. Benda uji ditimbang pada kondisi di dalam air. Tidak boleh ada benda uji lain di bawah benda uji yang sedang ditimbang.
6. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering permukaan je-nuh.

5.3.4 Cara Pengujian

Cara pengujian benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*)

- selama 30 menit dengan suhu perendaman 60°C.
2. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan *vaseline* atau oli agar benda uji mudah dilepaskan.
 3. Benda uji diletakkan pada alat Marshall segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath*.
 4. Pembebanan dimulai dengan posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.
 5. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pembebanan maksimum yang terjadi pada *flow meter* dibaca pada saat itu.

5.3.5 Anggapan Dasar

Penelitian ini dilaksanakan untuk membandingkan penggunaan agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* terhadap spesifikasi yang disyaratkan untuk campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa.

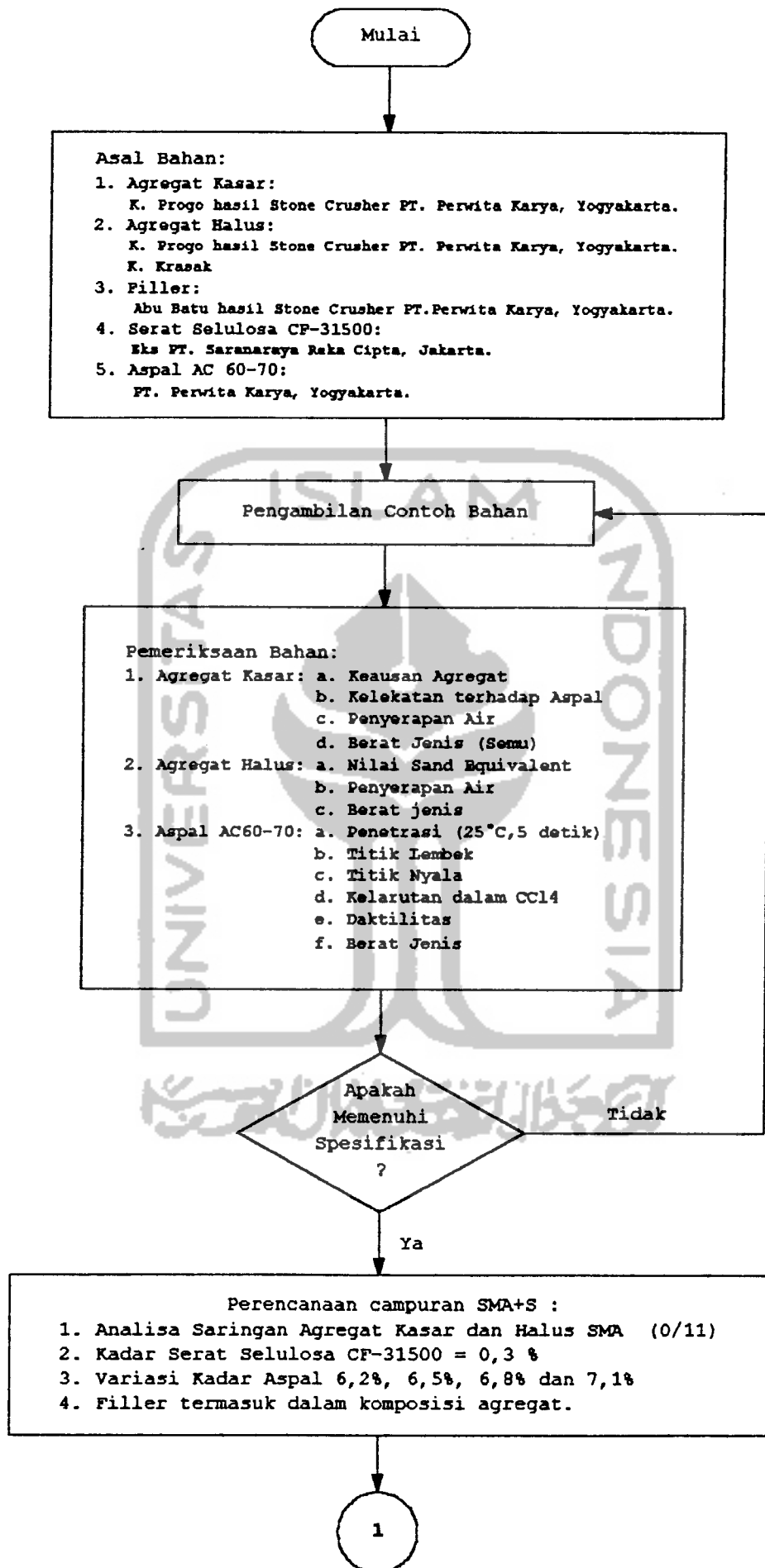
Berdasarkan hasil perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kelayakan agregat halus Kali Krasak jika digunakan sebagai alternatif agregat halus untuk campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah dengan serat selulosa (SMA+S). Perbandingan tersebut didasarkan pada nilai-nilai *density*, VITM (*Void in the Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dianggap dalam keadaan standar. Bahan-bahan untuk penelitian ini, seperti agregat dan aspal dianggap memiliki kualitas yang homogen, seperti pada hasil pengujian bahan.

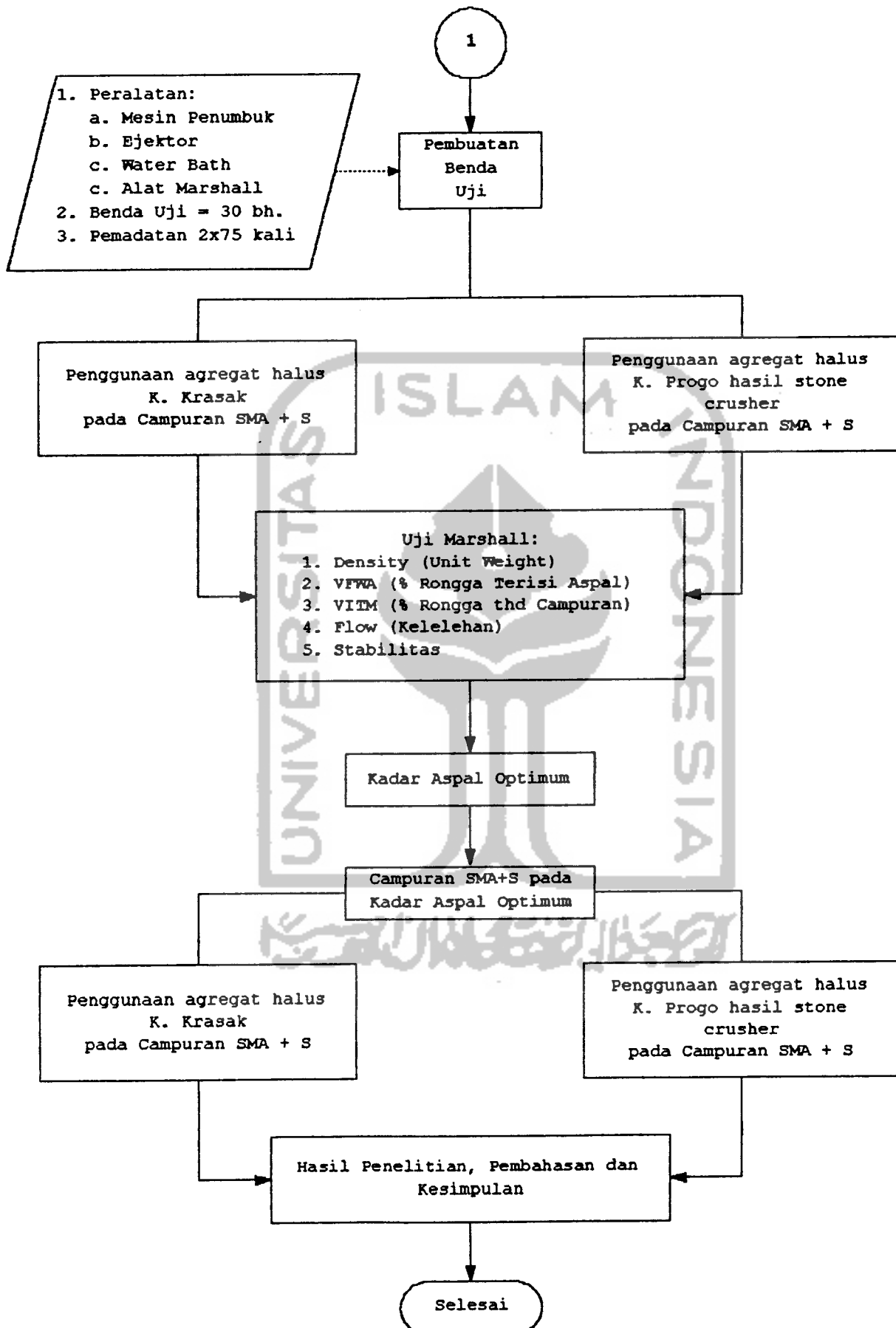
5.3.6 Diagram Alir Penelitian Laboratorium

Sistematika penelitian laboratorium yang dilakukan sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut ini.





Gambar 5.1 Diagram Alir Penelitian Laboratorium



Gambar 5.1 (lanjutan)

BAB VI
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian Laboratorium

6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan terhadap bahan-bahan campuran *Split Mastic Asphalt* diberikan pada Tabel 6.1 s.d. 6.3 berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat ^{*)}	Kali Progo	Kali Krasak
1	Keausan Agregat (Los Angeles)	$\leq 40 \%$	31 %	53 %
2	Kelekatan terhadap Aspal	$\geq 50 \%$	100 %	100 %
3	Penyerapan Air	$\leq 3 \%$	1,915 %	-
4	Berat Jenis Semu	$\geq 2,5$	2,674	-

*) Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1, 2 dan 5.

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat ^{*)}	Kali Progo	Kali Krasak
1	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50 \%$	92,08 %	84,405 %
2	Penyerapan Air	$\leq 3 \%$	1,626 %	2,881 %
3	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,928	2,893

*) Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3, 4, 6 dan 7.

Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat*)		Satuan	Hasil
		Min.	Maks.		
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1 mm	66,2
2	Titik Lembek	48	58	°C	50,5
3	Titik Nyala	200	-	°C	330,3
4	Kelarutan dalam CCl ₄	99	-	% berat	99,01
5	Daktalitas	100	-	cm	108,3
6	Berat Jenis	1	-	-	1,015

*) Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9, 10, 11, 12, 13 dan 14.

6.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji

Berdasarkan pengujian Marshall diperoleh nilai *density*, VITM, *flow*, VFWA dan stabilitas. Hasil pengujian tersebut diberikan pada Tabel 6.4 dan 6.5 berikut ini.

Tabel 6.4 Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak

Kadar Aspal (1)	Kode (2)	Density (gr/cc) (3)	VITM (%) (4)	Flow (mm) (5)	VFWA (%) (6)	stabilitas (kg) (7)	Marshall Quotient (8)
6,2	6,2K1	2,3737	3,6112	2,032	80,0607	1553,94	764,73425
	6,2K2	2,3600	4,1690	2,286	77,5676	1883,74	824,03325
	6,2K3	2,3546	4,3890	2,032	76,6189	2233,42	1099,12500
	rerata	2,3628	4,0564	2,117	78,0824	1890,37	895,96417
6,5	6,5K1	2,3635	3,6279	2,540	80,6592	1835,08	722,47165
	6,5K2	2,3242	5,1914	3,048	74,1406	1468,43	481,76936
	6,5K3	2,3584	3,7965	3,556	79,9124	1559,33	438,50787
	6,5K	2,3465	4,2843	2,286	77,8140	1610,83	704,64961
	rerata	2,3482	4,2250	2,858	78,1316	1618,42	586,84962

Tabel 6.4 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
6,8	6,8K1	2,3248	4,7370	2,794	76,6790	1059,84	379,32713
	6,8K2	2,3294	4,5472	2,794	77,4370	1100,17	393,75984
	6,8K3	2,3832	2,3427	2,540	87,2049	1826,94	719,26654
	rerata	2,3458	3,8756	2,709	80,4403	1328,98	497,45117
7,1	7,1K1	2,3625	2,7536	2,540	85,7175	1704,42	671,03031
	7,1K2	2,3519	3,1914	2,794	83,7528	1712,96	613,08518
	7,1K3	2,3512	3,2202	2,286	83,6264	1666,74	729,10761
	rerata	2,3552	3,0551	2,540	84,3989	1694,71	671,07437

Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 19,20, dan 21.

Tabel 6.5 Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher*

Kadar Aspal	Kode	Density (gr/cc)	VITM (%)	Flow (mm)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Marshall Quotient
6,2	6,2P1	2,3467	5,2124	2,286	73,3340	1845,12	807,13736
	6,2P2	2,3439	5,3237	4,318	72,8954	1854,67	429,51969
	6,2P3	2,3506	5,0547	3,556	73,9625	1822,14	512,41282
	rerata	2,3471	5,1969	3,387	73,3973	1840,64	583,02329
6,5	6,5P1	2,3790	3,4638	3,048	81,4759	2076,92	681,40453
	6,5P2	2,3603	4,2230	2,286	78,1627	1858,40	812,95013
	6,5P3	2,3287	5,5046	2,032	73,0402	1206,07	593,53986
	rerata	2,3560	4,3971	2,455	77,5596	1713,80	695,96484
6,8	6,8P1	2,3608	3,7654	3,048	80,7707	1636,30	536,84416
	6,8P2	2,3333	4,8844	3,302	76,1930	0956,37	289,63356
	6,8P3	2,3519	4,1280	2,794	79,2401	1193,87	427,29850
	rerata	2,3487	4,2593	3,048	78,7346	1262,18	417,92541
7,1	7,1P1	2,4108	1,2788	3,048	92,9513	1679,55	551,03478
	7,1P2	2,3618	3,2837	3,302	83,4198	1200,13	363,45609
	7,1P3	2,3564	3,5045	4,572	82,4667	1231,06	269,25984
	rerata	2,3763	2,6890	3,641	86,2793	1370,25	394,58357

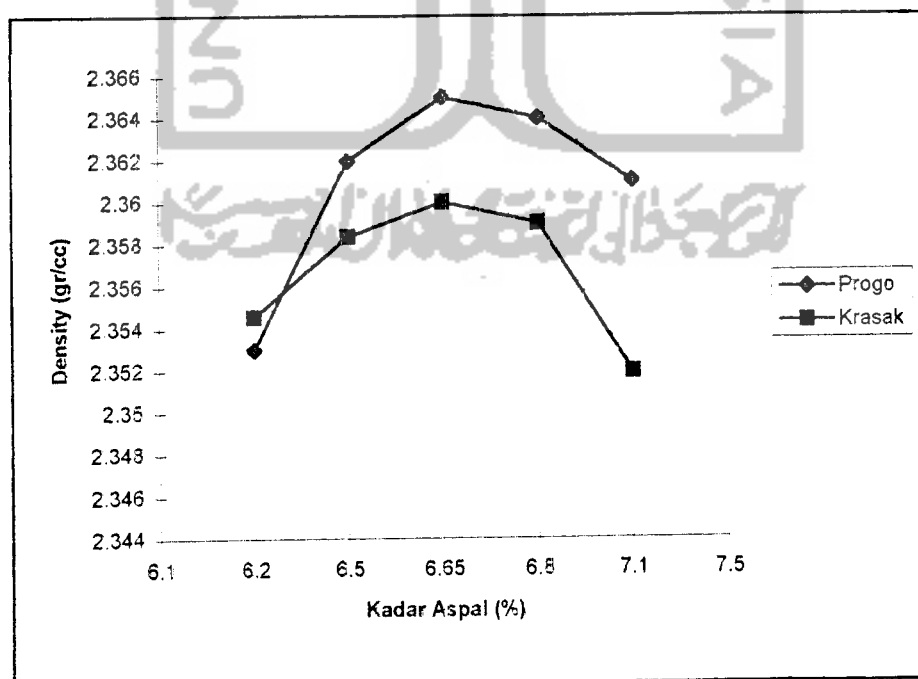
Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 26 dan 27.

6.2 Pembahasan

6.2.1 Tinjauan terhadap Kepadatan (*Density*)

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran ber-*density* rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran tersebut. Campuran akan memiliki kepadatan yang tinggi apabila bentuk agregat tidak beraturan, porositas agregat rendah, kadar aspal cukup untuk menyelimuti permukaan agregat, pemadatan pada suhu tinggi (viskositas aspal rendah), dan cara pengerjaan yang benar.

Nilai *density* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Density*

Berdasarkan Gambar 6.1 tersebut terlihat bahwa nilai *density* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai *density* kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Nilai *density* campuran SMA+S yang menggunakan agregat halus Kali Krasak (selanjutnya disebut campuran agregat halus Kali Krasak) lebih rendah daripada campuran SMA+S yang menggunakan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* (selanjutnya disebut campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*). Nilai *density* maksimum campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 2,3619 dan 2,3665, keduanya dicapai pada kadar aspal optimum 6,65%.

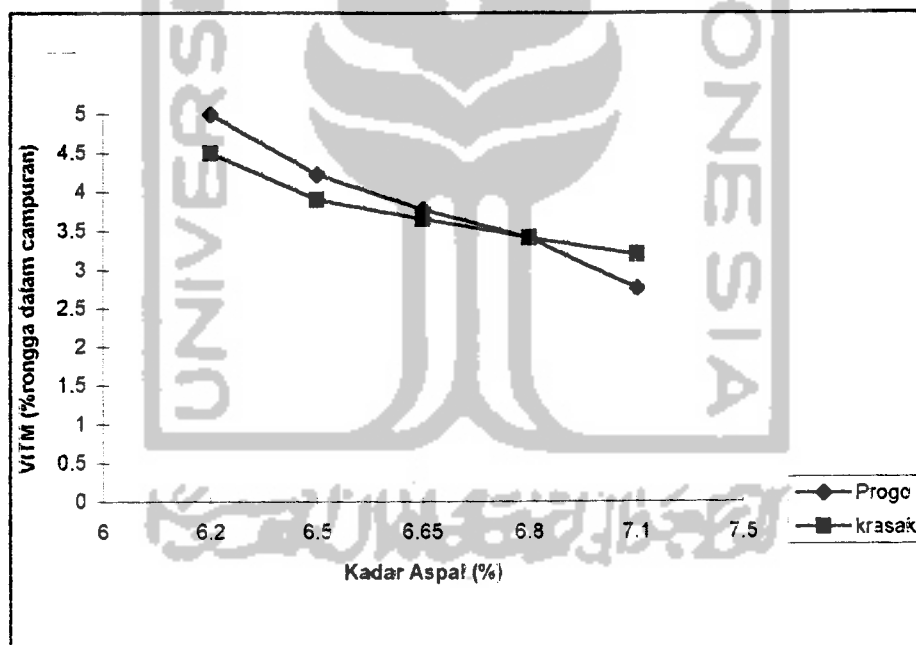
Mengacu pada Tabel 6.2 tentang penyerapan air, nilai penyerapan air pada agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada agregat halus hasil Kali Progo hasil *stone crusher*, masing-masing adalah 2,881% dan 1,626%. Angka ini menunjukkan bahwa porositas agregat halus Kali Krasak lebih besar daripada agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Porositas juga menunjukkan volume rongga yang terdapat dalam campuran. Berdasarkan Gambar 6.1 terlihat bahwa kenaikan *density* agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih besar daripada penurunan akibat rongga udara (*void*). Kenaikan *density* lebih dominan disebabkan oleh berat jenis agregat. Hal itu dapat ditinjau pada hasil pemeriksaan agregat halus yang diberikan pada

Tabel 6.2, terlihat bahwa berat jenis agregat halus Kali Krasak lebih rendah daripada berat jenis agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*, masing-masing 2,893 dan 2,928.

6.2.2 Tinjauan terhadap VITM (*Void In The Mix*)

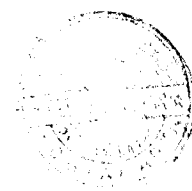
Volume rongga dalam campuran (VITM) dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran.

Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.2 sebagai berikut ini.



Gambar 6.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VITM

Berdasarkan Gambar 6.2 di atas terlihat bahwa nilai VITM berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran, menyebabkan rongga dalam campuran terisi oleh aspal.



Persentase rongga yang disyaratkan adalah 3 - 5%. Lapis keras yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3% mudah terjadi *bleeding*. Akibat tingginya temperatur perkerasan, aspal akan mencair dan pada saat perkerasan menerima beban, aspal mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya nilai VITM lebih besar dari 5% menunjukkan banyak terjadi rongga dalam campuran. Campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air. Aspal mudah teroksidasi sehingga ikatan agregat terhadap aspal menjadi lemah. Aspal tidak lagi menjadi bahan pengikat, sehingga agregat tidak saling mengunci (saling lepas).

Agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki tekstur permukaan halus. Agregat halus Kali Krasak memiliki tekstur permukaan kasar dan tajam. Keadaan ini menyebabkan kemampuan saling mengunci antar agregat (*interlocking*) pada campuran agregat halus kali krasak lebih baik daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. *Interlocking* mempengaruhi keadaan rongga udara yang terbentuk di antara partikel agregat. Rongga udara yang terbentuk pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih besar daripada campuran agregat halus Kali Krasak. Hal tersebut menyebabkan nilai VITM pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Krasak.

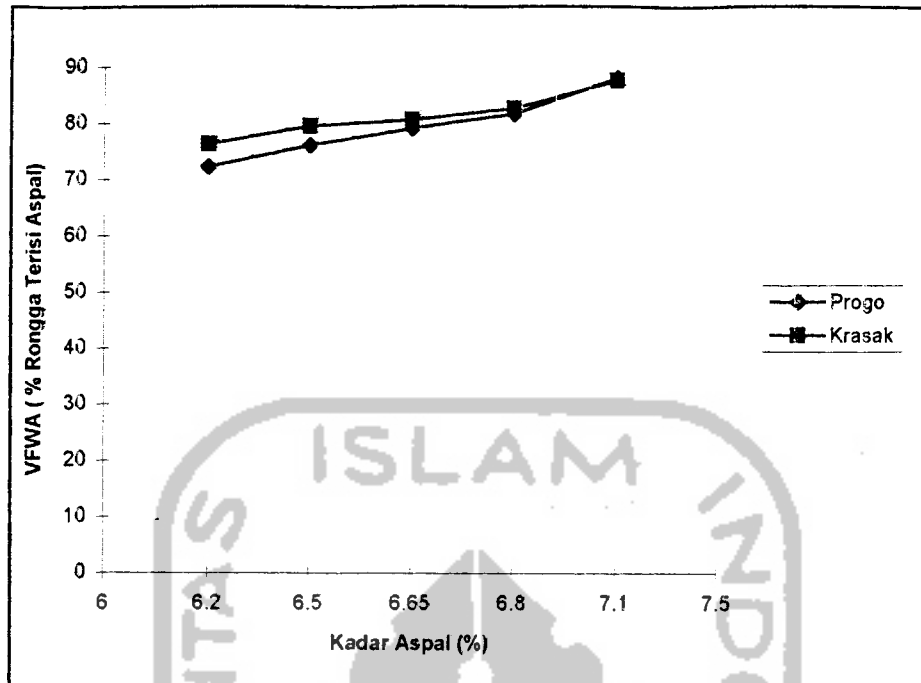
Nilai VITM campuran agregat halus Kali Krasak dapat memenuhi persyaratan (3 - 5%) pada variasi kadar aspal

yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%. Tetapi nilai VITM campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* yang memenuhi syarat hanya pada variasi kadar aspal 6,2%, 6,5% dan 6,95%.

6.2.3 Tinjauan terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA menunjukkan persentase rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu perkerasan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga udara yang tersisa semakin kecil. Saat perkerasan menerima beban lalu lintas yang berulang, menyebabkan terjadinya pemadatan kembali. Jika pemadatan akibat beban tersebut didukung oleh suhu perkerasan yang relatif tinggi, maka kekentalan aspal menjadi turun. Hal tersebut menyebabkan nilai VFWA menjadi besar.

Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian ini dibagikan pada Gambar 6.3 sebagai berikut ini.



Gambar 6.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA

Berdasarkan Gambar 6.3 di atas terlihat bahwa nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran, menyebabkan rongga antar agregat terisi oleh aspal.

Nilai rata-rata VFWA campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 83,4616% dan 80,5557% (syarat VFWA > 75%). Keduanya dicapai pada kadar aspal optimum 6,65%. Gambar 6.3 tersebut menunjukkan juga bahwa nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak dapat memenuhi persyaratan (> 75%) pada variasi kadar aspal yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%.

nilai VFWA campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* yang memenuhi syarat hanya pada variasi kadar aspal 6,35%, 6,8% dan 7,1%.

Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. Telah diuraikan di bagian 6.2.2 Tinjauan terhadap VITM, bahwa apabila nilai VITM besar berarti banyak rongga yang terdapat dalam campuran tersebut. Gambar 6.2 menunjukkan bahwa nilai VITM besar terjadi pada kadar aspal yang rendah. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal, nilai VITM semakin kecil. Hal tersebut terjadi pada campuran agregat halus Kali Krasak, kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VITM rata-rata 4,0564%, 3,5093% dan 3,0551%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VITM rata-rata 5,1969%, 3,7519% dan 2,6890%.

Berkaitan dengan hal di atas, kadar aspal yang rendah mengakibatkan rongga yang diisi aspal (VFWA) juga rendah. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal, rongga yang diisi aspal (VFWA) bertambah. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.3 di atas. Hal tersebut terjadi pada campuran agregat halus Kali Krasak, kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VFWA rata-rata 78,0824%, 83,4616% dan 84,3989%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VFWA rata-rata 73,3973%, 80,5557% dan

86,2793%.

Kadar aspal yang rendah menunjukkan berat aspal dalam total campuran juga rendah. Permukaan agregat hanya dilapisi oleh lapisan tipis aspal, sehingga rongga antar agregat yang diisi aspal juga rendah. Sebaliknya, pada kadar aspal yang tinggi, berat aspal dalam campuran juga lebih tinggi. Permukaan agregat dilapisi aspal yang lebih tebal. Lapisan aspal yang lebih tebal pada permukaan agregat memungkinkan aspal untuk mengisi rongga antar agregat.

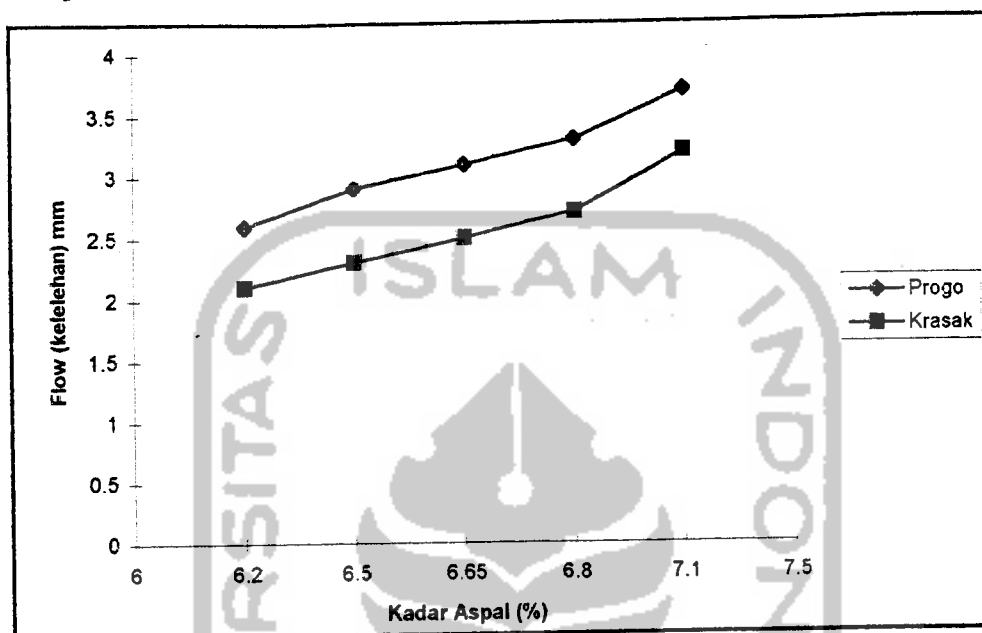
Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat yang diberikan pada Tabel 6.2 di awal Bab VI ini, menunjukkan bahwa persentase penyerapan-air pada agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 2,881% dan 1,626%. Perbedaan nilai penyerapan tersebut menyebabkan rongga yang diisi aspal (VFWA) pada campuran agregat halus Kali Krasak lebih besar dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

6.2.4 Tinjauan terhadap *Flow*

Kelelehan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi campuran benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai *flow* sangat rendah dan tingginya nilai stabilitas *Marshall* menunjukkan perkerasan bersifat getas dan kaku. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan

mudah terjadi perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai *flow* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.4 sebagai berikut ini.



Gambar 6.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Flow*

Berdasarkan Gambar 6.4 di atas terlihat bahwa nilai *flow* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai *flow* campuran agregat halus Kali Krasak lebih rendah daripada campuran agregat halus Kali Progo. Gambar 6.4 menunjukkan campuran agregat Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *flow* 2,1%, 2,5% dan 3,2%. Campuran agregat Kali Progo pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *flow* 2,6%, 3,1% dan 3,7%.

Pembebanan pada campuran benda uji menimbulkan tekanan pada susunan agregat. Tekanan pada susunan agregat menyebabkan gerakan di antara agregat dan menimbulkan

deformasi. Gerakan agregat lebih mudah terjadi dengan adanya lapisan aspal pada permukaannya. Semakin tebal lapisan aspal pada permukaan agregat, deformasi yang terjadi semakin besar.

Telah disebutkan pada bagian 6.2.3 bahwa nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai VFWA yang besar pada campuran agregat halus Kali Krasak tidak menjamin nilai *flow* campuran tersebut menjadi besar. Nilai *flow* dipengaruhi pula oleh nilai penyerapan air. Nilai penyerapan air pada agregat menunjukkan nilai penyerapan aspal. Nilai penyerapan agregat halus Kali Krasak terhadap aspal lebih besar dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Hal tersebut menyebabkan aspal dapat masuk lebih jauh ke dalam pori agregat. Aspal yang lebih banyak terserap ke dalam pori agregat menyebabkan aspal yang menyelimuti permukaan agregat menjadi tipis. Tipisnya aspal yang menyelimuti permukaan agregat menyebabkan nilai *flow* pada campuran agregat halus Kali Krasak lebih kecil dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

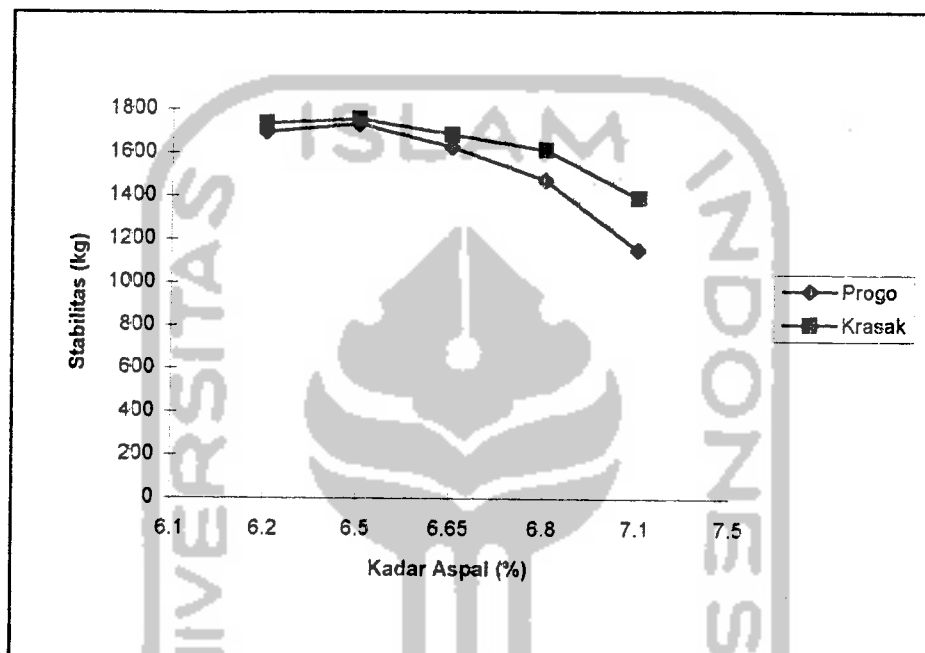
6.2.5 Tinjauan terhadap Stabilitas

Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Deformasi yang terjadi berbentuk gelombang, alur, maupun *bleeding*.

Stabilitas, pada pengujian Marshall, adalah kemampuan

suatu campuran (*Split Mastic Asphalt*) untuk menerima beban hingga terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg).

Nilai stabilitas yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.5 sebagai berikut ini.



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Berdasarkan Gambar 6.5 di atas terlihat bahwa nilai stabilitas meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai stabilitas rata-rata 1890,37 kg, 1771,99 kg, dan 1694,71 kg. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing

mempunyai nilai stabilitas rata-rata 1840,64 kg, 1737,34 kg dan 1370,25 kg. Nilai stabilitas campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai stabilitas yang dicapai oleh masing-masing jenis campuran agregat halus tersebut melebihi nilai minimum stabilitas spesifikasi yaitu 750 kg. Nilai tersebut dicapai pada semua variasi kadar aspal yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%.

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai stabilitas terdiri atas ketahanan terhadap gesekan antar agregat, bentuk agregat, bentuk permukaan agregat, kepadatan (*density*) campuran, dan kemampuan saling mengunci (*interlocking*) antar agregat.

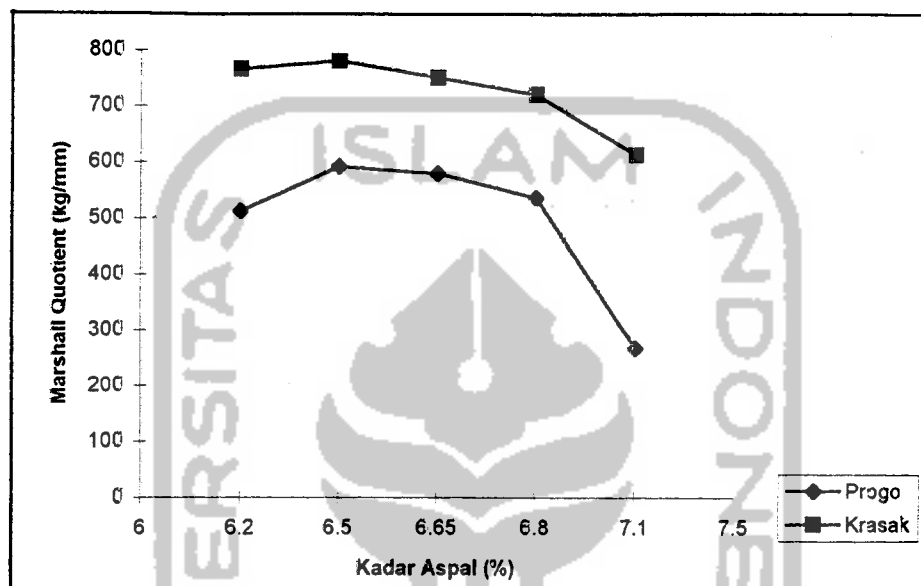
Agregat halus Kali Krasak memiliki bentuk tidak beraturan dan memiliki tekstur permukaan kasar dan tajam. Lebih kasar dan tajam dibandingkan dengan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Tekstur permukaan agregat tersebut akan meningkatkan kemampuan *interlocking* antar agregat, yang akan meningkatkan stabilitas campuran.

6.2.6 Tinjauan terhadap MQ (*Marshall Quotient*)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan (*flow*), yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan kelelehan (*flow*) rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku, sehingga mudah getas. Sebaliknya, stabilitas yang rendah

dengan kelelehan (*flow*) yang tinggi (campuran terlalu plastis) berakibat perkerasan akan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotient* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.6 berikut ini.



Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Marshall Quotient*

Berdasarkan Gambar 6.6 terlihat bahwa nilai *Marshall Quotient* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai *Marshall Quotient* kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *Marshall Quotient* rata-rata 764,734 kg/mm, 750,000 kg/mm, dan 613,085 kg/mm. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *Marshall Quotient*

rata-rata 512,413 kg/mm, 580,000 kg/mm, dan 269,260 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Hal tersebut menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki nilai kekakuan yang tinggi. Nilai *Marshall Quotient* berdasarkan spesifikasi teknis SMA dari *Heavy Loaded Road Improvement Project* (Bina Marga) adalah 190 - 300 kg/mm.

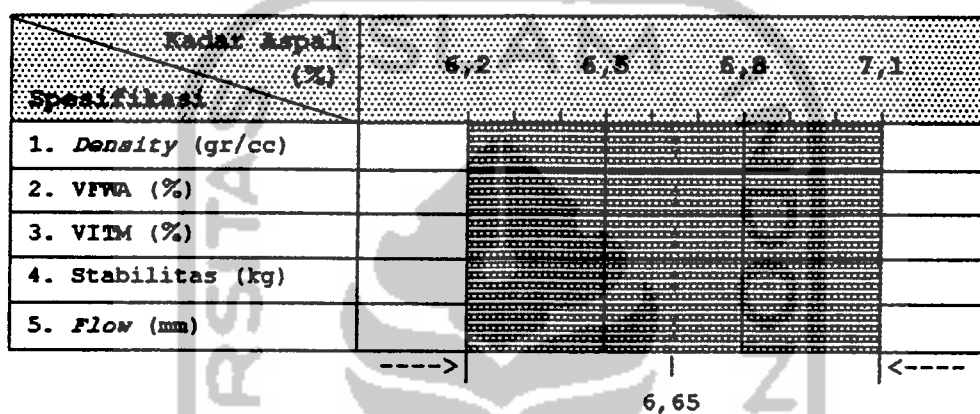
Tingginya nilai *Marshall Quotient* yang dicapai pada penelitian ini (>300 kg/mm) dipengaruhi oleh nilai stabilitas yang dicapai, yaitu antara 956 - 2076 kg. Nilai tersebut memang lebih besar dari 750 kg, sebagaimana nilai stabilitas yang disyaratkan. Nilai kelelahan (*flow*) yang disyaratkan berada di antara 2 - 4 mm.

6.2.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

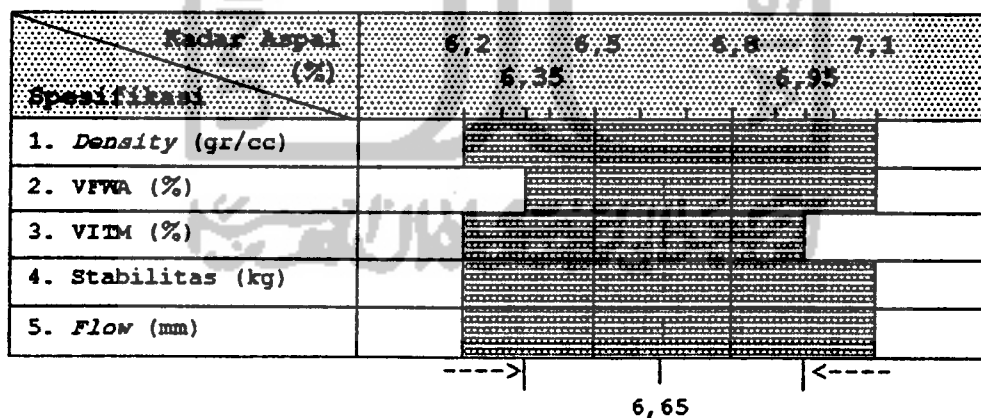
Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan *density*, VITM, *flow*, VFWA dan stabilitas. Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara sebagai berikut ini. Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai *density*, VITM (3%-5%), *flow* (2mm-4mm), VFWA (>75%) dan stabilitas (>750 kg) diplotkan pada tabel *spec-kadar aspal*. Nilai-nilai tersebut diambil dari grafik pada Gambar 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, dan 6.6.

Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada tabel *spec* kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun dari kiri tabel tersebut. Nilai tengah di antara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum.

Kadar aspal optimum yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.7 dan 6.8 sebagai berikut ini.



Gambar 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Krasak



Gambar 6.8 Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher*

Berdasarkan Gambar 6.7 dan 6.8 terlihat bahwa kadar aspal optimum untuk kedua campuran dicapai pada 6,65%. Tidak terdapat perbedaan kadar aspal optimum pada campuran

agregat halus Kali Krasak maupun pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Kadar aspal optimum yang telah dicapai pada penelitian ini adalah kadar aspal terhadap campuran total, sehingga kadar aspal optimum ini sekaligus merupakan kadar aspal disain. Campuran agregat halus Kali Krasak memiliki rentang kadar aspal pada 6,2% hingga 7.1%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki rentang kadar aspal yang lebih sempit yaitu 6,35% hingga 6,95%.

Kadar aspal optimum yang telah didapatkan ini menjadi acuan disain campuran yang dapat memenuhi semua nilai parameter Marshall. Hasil pengujian dengan kadar aspal optimum diberikan pada Tabel 6.6 sebagai berikut ini.

Tabel 6.6 Hasil Test Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher* pada Kadar Aspal Optimum 6,65%

Kadar Aspal	Kode	Density (gr/cc)	VITM (%)	Flow (mm)	VFWA (%)	Stabilitas (kg)	Marshall Quotient
6,65	6,65K1	2,3438	4,2475	2,794	78,2046	1867,57	668,42019
	6,65K2	2,3651	3,3786	3,048	87,9878	1688,47	553,96129
	6,65K3	2,3768	2,9017	3,810	84,1924	1759,95	461,92835
	rerata	2,3619	3,5093	3,217	83,4616	1771,99	561,43661
6,65	6,65P1	2,3805	3,1839	3,556	83,0466	1711,88	481,40636
	6,65P2	2,3531	4,2991	3,302	78,1945	1698,91	514,50951
	6,65P3	2,3660	3,7727	4,064	80,4260	1801,23	443,21555
	rerata	2,3665	3,7519	3,641	80,5557	1737,34	479,71047

Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 26, 27 dan 30.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai *density* lebih rendah daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*, untuk kadar aspal di atas 6,3 %, pada kadar aspal yang sama. Hal itu dapat terjadi karena berat jenis agregat halus Kali Krasak lebih rendah daripada berat jenis agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing 2,893 dan 2,928.
2. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai VITM lebih rendah daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* untuk kadar aspal di bawah 6,8%. Titik balik keadaan tersebut berada pada kadar aspal 6,8%. Hal tersebut disebabkan oleh *interlocking* di antara partikel agregat. Agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki tekstur permukaan halus. Agregat halus Kali Krasak memiliki tekstur permukaan kasar dan tajam. Kemampuan saling mengunci antar agregat (*interlocking*) pada campuran agregat halus Kali Krasak lebih baik daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

3. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai VFWA lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* untuk kadar aspal di bawah 7,1%. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan persentase penyerapan air pada agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*, masing-masing adalah 2,881% dan 1,626%.
4. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai *flow* lebih rendah daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Hal tersebut disebabkan oleh keterkaitan antara VFWA dan persentase penyerapan-air pada agregat. Nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai VFWA yang besar pada campuran agregat halus Kali Krasak tidak menjamin nilai *flow* campuran tersebut menjadi besar. Nilai *flow* yang rendah pada agregat halus Kali Krasak lebih disebabkan oleh nilai penyerapan air agregat tersebut. Nilai penyerapan air pada agregat halus Kali Krasak yang lebih besar daripada agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* menunjukkan bahwa nilai penyerapan agregat halus Kali Krasak terhadap aspal lebih besar daripada agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.
5. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai stabilitas lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Agregat halus Kali Krasak memiliki bentuk tidak beraturan dan memiliki teks-

tur permukaan kasar dan tajam. Lebih kasar dan tajam dibandingkan dengan agregat halus dari Kali Progo hasil *stone crusher*. Bentuk agregat tersebut akan meningkatkan kemampuan *interlocking* antar agregat yang juga akan meningkatkan stabilitas campuran.

6. Campuran agregat halus Kali Krasak mencapai nilai *Marshall Quotient* lebih tinggi dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Tingginya nilai *Marshall Quotient* yang dicapai pada penelitian ini (> 300 kg/mm) dipengaruhi oleh nilai stabilitas yaitu antara 956 - 2076 kg dan nilai *flow* antara 2 - 4 mm.
7. Grafik parameter yang didapat dari hasil percobaan *Marshall* menunjukkan tidak terjadi perbedaan optimasi kadar aspal. Kadar aspal optimum untuk campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* adalah 6,65%. Terdapat konsistensi hasil analisa *density*, VITM, *flow*, VFWA dan stabilitas untuk kedua campuran tersebut.
8. Agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* dapat digunakan pada campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa (SMA+S).
9. Agregat halus Kali Krasak dapat menjadi alternatif penggunaan agregat halus pada campuran *Split Mastic Asphalt* ditambah serat selulosa (SMA+S).

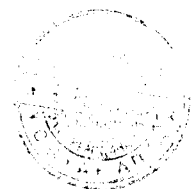
7.2 Saran

Penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut, antara lain dengan menggunakan agregat halus yang berasal dari dua tempat berbeda. Persentase berat agregat masing-masing diambil 50%. Misalkan 50% agregat halus Kali Krasak dan 50% agregat halus Kali Progo, terhadap berat total campuran.



DAFTAR PUSTAKA

1. Arnold J. Hoiberg, **Bituminous Materials Asphalts, Tars, and Pitches**, Volume II: Asphalts Part One, Interscience Publishers, 1965.
2. Asphalt Institute. **Asphalt Technology and Construction Practices**, Educational Series No.1 (ES-1) 2 nd edition, January 1983.
3. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, **Manual Supervisi Lapangan untuk Staf Pengendali Mutu pada Kontrak Pemeliharaan dan Peningkatan Jalan**, Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU), 1988.
4. D.U. Sudarsono. **Konstruksi Jalan Raya**, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.
5. D.U. Sudarsono. **Rencana Campuran (Mix Design)**, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1985.
6. E.J. Yoder and Matthew W. Witzak, **Principles of Pavement Design**, John Wiley & Sons, Inc., 1959.
7. Hugh A. Wallace and J. Rogers Martin, **Asphalt Pavement Engineering**, 1967.
8. H. Wardani. S. **Bahan Kuliah Jalan Raya IV**, Yogyakarta, 1984.
9. Kerbs R. D. and Walker R. D., **Higway Material**, Mc Graw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 1971.
10. Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, **Panduan Praktikum Jalan Raya IV**, Yogyakarta, 1984.
11. Moh. Ali Khairuddin, **Tinjauan Umum Hasil Aplikasi Split Mastic Asphalt**, Jakarta, 1993.
12. Silvia Sukirman. **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Bandung, 1992.





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Kali Krasak

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir
(Galian Tipe C) Kali Krasak

Ditests Tgl : 10 Oktober 1996

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Gradasi Pemeriksaan : B

Dikerjakan Oleh:

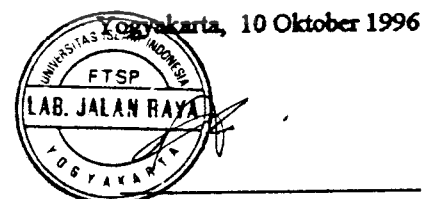
1. Indra Lesmana (89 310 160)

2. Suharjono (89 310 166)

Diperiksa Oleh:

Sukanto

SARINGAN		BENDA UJI	
JENIS GRADASI			
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3,0")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2,0")		
50,8 mm (2,0")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1,0")		
25,4 mm (1,0")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500	2500
12,5 mm (0,5")	9,50 mm (3/8")	2500	2500
9,50 mm (3/8")	6,30 mm (1/4")		
6,30 mm (No. 4)	4,75 mm (No. 8)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
Jumlah benda uji (A)		5000	5000
Jumlah tertahan di sieve 12 (B)		2750	2500
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		55 %	50 %



Catatan:

Agregat kasar dari Kali Krasak tertahan saringan 7/16" (11,20 mm), 5/16" (8,00 mm), dan lolos saringan No. 170 (0,09 mm) tidak digunakan pada campuran. Posisi tersebut digunakan agregat kasar dari Kali Progo hasil *stone crusher*.

Tetapi agregat halus (yang tertahan saringan No. 4, No. 10, No. 25, No. 60 dan No. 170) dari Kali Krasak tetap digunakan pada campuran. (Sesuai dengan pembahasan pada Tugas Akhir ini).

Lampiran 1



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Kali Progo

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Ditests Tgl : 9 Oktober 1996

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Gradasi Pemeriksaan : B

Dikerjakan Oleh:

1. Indra Lesmana (89 310 160)

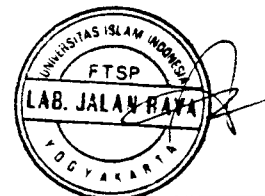
2. Suharjono (89 310 166)

Diperiksa Oleh:

Sukanto

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3,0")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2,0")		
50,8 mm (2,0")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1,0")		
25,4 mm (1,0")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500	2500
12,5 mm (0,5")	9,50 mm (3/8")	2500	2500
9,50 mm (3/8")	6,30 mm (1/4")		
6,30 mm (No. 4)	4,75 mm (No. 8)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
Jumlah benda uji (A)		5000	5000
Jumlah tertahan di sieve 12 (B)		3400	3517
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		32 %	30 %

Yogyakarta, 10 Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS AASHTO T - 84 - 74 ; ASTM C - 128 - 68

Contoh dari : Kali Krasak (lolos saringan No. 4)

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir
(Galian Tipe C) Kali Krasak

Ditests Tgl : 14 - 15 Oktober 1996

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Dikerjakan Oleh:

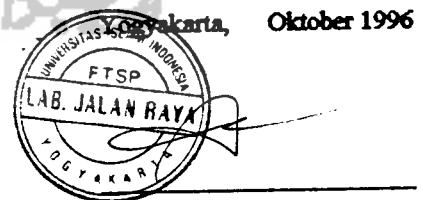
1. Indra Lesmana (89 310 160)

2. Suharjono (89 310 166)

Diperiksa Oleh:

Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	-
Berat pinometer + air (B)	666 gram	-
Berat piknometer + air + benda uji (BT)	998 gram	-
Berat benda uji kering oven (BK)	486 gram	-
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,893	-
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,976	-
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	3,156	-
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100 \%$	2,881	-





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS AASHTO T - 84 - 74 ; ASTM C - 128 - 68

Contoh dari : Kali Progo (lolos saringan No. 4)

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Ditests Tgl : 14 - 15 Oktober 1996

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Dikerjakan Oleh:

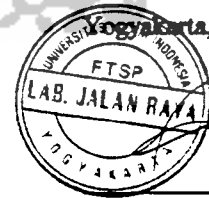
1. Indra Lesmana (89 310 160)

2. Suharjono (89 310 166)

Diperiksa Oleh:

Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	B
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500 gram	-
Berat pinometer + air (B)	666 gram	-
Berat piknometer + air + benda uji (BT)	998 gram	-
Berat benda uji kering oven (BK)	492 gram	-
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,928	-
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,976	-
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	3,075	-
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100 \%$	1,626	-



Yogyakarta, Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR AASHTO T - 85 - 81 ; ASTM C - 127 - 77

Contoh dari : Kali Progo

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Ditest Tgl : 14 - 15 Oktober 1996

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Dikerjakan Oleh:

1. Indra Lesmana (89 310 160)

2. Suharjono (89 310 166)

Diperiksa Oleh:

Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) => (BJ)	1011 gram	-
Berat benda uji di dalam air => (BA)	621 gram	-
Berat benda uji kering oven => (BK)	992 gram	-
Berat jenis (bulk) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,544	-
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,592	-
Berat jenis semu = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,674	-
Penyerapan = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	1,915	-



Yogyakarta, Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

SAND EQUIVALENT DATA

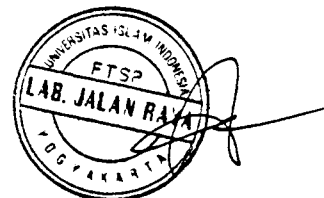
AASHTO T 176 - 73

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir
Jenis Contoh : Hasil Penambangan Pasir
(Galian Tipe C) Kali Krasak
Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa
Diperiksa Tgl : 15 Oktober 1996
Selesai Tgl : 15 Oktober 1996

Dikerjakan Oleh:
1. Indra Lesmana (89 310 160)
2. Suharjono (89 310 166)
Diperiksa Oleh:
Sukanto

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking (10,1 Min)	Start	14.25	14.35	
	Stop	14.35	14.45	
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	14.35	14.45	
	Stop	14.55	15.05	
Clay Reading		4,95	5,0	
Sand Reading		4,0	4,4	
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		80,81 %	88,00 %	
Average Sand Equivalent		84,405 %		
Remark:				
Kadar lumpur = $100 \% - SE \longrightarrow 100 \% - 84,405 \% = 15,595 \%$				

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

SAND EQUIVALENT DATA

AASHTO T 176 - 73

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:

Jenis Contoh : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya,

1. Indra Lesmana (89 310 160)

Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

2. Suharjono (89 310 166)

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Diperiksa Oleh:

Diperiksa Tgl : 15 Oktober 1996

Sukanto

Selesai Tgl : 15 Oktober 1996

TRIAL NUMBER		1	2	3
Soaking (10,1 Min)	Start	13.34	13.44	
	Stop	13.44	13.54	
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	13.44	13.54	
	Stop	14.04	14.14	
Clay Reading		4,2	4,6	
Sand Reading		3,9	4,2	
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$		92,86 %	91,30 %	
Average Sand Equivalent		92,08 %		
Remark:				
Kadar lumpur = $100 \% - SE \implies 100 \% - 92,08 \% = 7,92 \%$				

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL AASHTO - T 182

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir
Jenis Contoh : Agregat Kali Progo dari PT. Perwita Karya,
Agregat Kali Krasak dari Ds. Kranggan-Magelang
Aspal AC 60-70
Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa
Diperiksa Tgl : 15 Oktober 1996
Diperiksa Oleh : Syamsudin

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		WIB
SELESAI PEMANASAN		WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		WIB
SELESAI		WIB
DIPERIKSA		
MULAI		WIB
SELESAI		WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI ASPAL
1	Agregat Kali Krasak	100%
2	Agregat Kali Progo hasil <i>stone crusher</i>	100%
RATA-RATA		100%



Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL AASHTO T - 228 - 68 ; ASTM D - 70 - 72

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir
Jenis Contoh : AC 60 - 70 dari PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta
Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa
Diterima Tgl : 14 Oktober 1996
Diperiksa Tgl : 14 Oktober 1996

Dikerjakan Oleh:
1. Indra Lesmana (89 310 160)
2. Suharjono (89 310 166)
Diperiksa Oleh:
Syamsudin

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat piknometer kosong	29,00 gram
2	Berat piknometer + aquadest	78,50 gram
3	Berat air (2 - 1)	49,50 gram
4	Berat piknometer + aspal	31,00 gram
5	Berat aspal (4 - 1)	2,00 gram
6	Berat piknometer + aspal + aquadest	78,53 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	47,53 gram
8	Voume aspal (3 - 7)	1,97 cc
9	Berat jenis aspal = berat / volume (5 / 8)	1,015 gram/cc

Yogyakarta, Oktober 1996



Catatan: cm^3 = centimeter cubic (cc)



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL AASHTO T - 49 - 68 ; ASTM D - 5 - 71

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : AC 60 - 70 dari PT. Perwita Karya,

Syamsudin

Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Diperiksa Tgl : 14 Oktober 1996

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25 °C	11.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	110 °C	11.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU 25 °C		
MULAI	110 °C	11.30 WIB
SELESAI	28 °C	12.30 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU 25 °C		
MULAI	28 °C	12.30 WIB
SELESAI	26 °C	13.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	26 °C	13.30 WIB
SELESAI	26 °C	13.45 WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	62	70	
2	64	67,5	
3	65	69	
4	65,5	67	
5	64	68	



Yogyakarta, Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL DENGAN CLEVELAND OPEN CUP

AASHTO T - 48 - 74 ; ASTM D - 92 - 52

Contoh dari : PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diperiksa Oleh:
Syamsudin

Jenis Contoh : AC 60 - 70

Diperiksa Tgl : 14 Oktober 1996

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28 °C	11.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	110 °C	11.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110 °C	11.30 WIB
SELESAI	28 °C	12.30 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	28 °C	12.40 WIB
SELESAI	345 °C	13.00 WIB

Hasil Pengamatan

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	330 °C	345 °C
II	-	-
RATA-RATA	330 °C	345 °C

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

AASHTO - 53 - 74 ; ASTM D - 36 - 70

Contoh dari : PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diperiksa Oleh:
Syamsudin

Jenis Contoh : AC 60 - 70

Diperiksa Tgl : 14 Oktober 1996

PEMANASAN SAMPLE	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28 °C	11.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	110 °C	11.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110 °C	12.30 WIB
SELESAI	28 °C	13.45 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	5 °C	13.45 WIB
SELESAI	51 °C	13.54 WIB

Hasil Pengamatan

No.	SUHU YANG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1	5	14.39			
2	10	14.40			
3	15	14.41			
4	20	14.42			
5	25	14.43,5			
6	30	14.45			
7	35	14.46			
8	40	14.47,5			
9	45	14.49			
10	50	14.51		50 °C	51 °C
11	55				

Yogyakarta, Oktober 1996



Lampiran 12



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE AASHTO T - 51 - 74 ; ASTM D - 113 - 69

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir

Jenis Contoh : AC 60 - 70 dari PT. Perwita Karya,
Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Diterima Tgl : 14 Oktober 1996

Diperiksa Tgl : 14 Oktober 1996

Dikerjakan Oleh:

1. Indra Lesmana (89 310 160)

2. Suharjono (89 310 166)

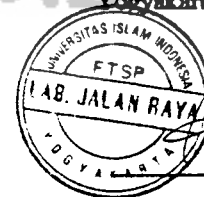
Diperiksa Oleh:

Syamsudin

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

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	108,3 cm
Pengamatan II	108,3 cm
Rata-rata (I + II)	108,3 cm

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCl₄ (SOLUBILITY)

AASHTO T - 44 - 70 ; ASTM D - 165 - 42

Pengirim Contoh : Mahasiswa Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh:

Jenis Contoh : AC 60 - 70 dari PT. Perwita Karya,

1. Indra Lesmana (89 310 160)

Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

2. Suharjono (89 310 166)

Untuk Proyek : Tugas Akhir Mahasiswa

Diperiksa Oleh:

Diterima Tgl : 15 Oktober 1996

Syamsudin

Diperiksa Tgl : 15 Oktober 1996

Pembukaan contoh	DIPANASKAN	Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai Jam		
	Selesai Jam		
PEMERIKSAAN			
1. Penimbangan	Mulai Jam		
2. Pelarutan	Mulai Jam		
3. Penyaringan	Mulai Jam		
	Selesai Jam		
4. Di Oven	Mulai Jam		
5. Penimbangan	Selesai Jam		

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 74,13 gram
2. Berat Erlenmeyer + aspal	= 76,15 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	= 2,02 gram
4. Berat kertas saring bersih	= 0,66 gram
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,68 gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	= 0,02 gram
7. Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100\%$)	= 0,99 %
8. Bitume yang larut (100 % - 7)	= 99,01 %

Yogyakarta, Oktober 1996



Lampiran 14



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Krasak (saringan No.4 - No.170) dan Kali Progo (saringan 1/2", 7/16", 5/16" dan Pan)

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,2 %

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir (Galian Tipe C) Kali Krasak

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

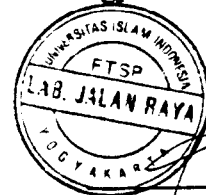
Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	56,10	56,10	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	364,65	420,75	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	252,45	673,20	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	168,30	841,50	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,32	908,82	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,88	953,70	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,49	1004,19	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,81	1,122	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,2\% \times 1200 \text{ gram} = 74,4 \text{ gram}$
Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$
Berat agregat total : 1122,0 gram
Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Krasak (saringan No.4 - No.170) dan Kali Progo (saringan 1/2", 7/16", 5/16" dan Pan)

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,5 %

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir (Galian Tipe C) Kali Krasak

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,92	55,92	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	363,48	419,40	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	251,64	671,04	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,76	838,80	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,10	905,90	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,74	950,64	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,33	1000,97	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,43	1118,40	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,5 \% \times 1200 \text{ gram} = 78,0 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3 \% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : $1118,4 \text{ gram}$

Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Krasak (saringan No.4 - No.170) dan Kali Progo (saringan 1/2", 7/16", 5/16" dan Pan)

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,8 %

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir (Galian Tipe C) Kali Krasak

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

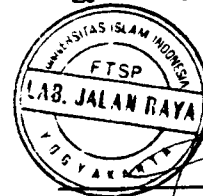
Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,74	55,74	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	362,31	418,05	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	250,83	668,88	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,22	836,10	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	66,89	902,99	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,59	947,58	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,17	997,75	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,05	1114,80	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,8 \% \times 1200 \text{ gram} = 81,6 \text{ gram}$
Berat serat selulosa : $0,3 \% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$
Berat agregat total : 1114,8 gram
Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Krasak (saringan No.4 - No.170) dan Kali Progo (saringan 1/2", 7/16", 5/16" dan Pan)

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 7,1%

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir (Galian Tipe C) Kali Krasak

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lelos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,56	55,56	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	361,14	416,70	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	250,02	666,72	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	166,68	833,40	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	66,67	900,07	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,45	944,52	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,01	994,53	4,50	10,5	8	13
PAN	-	116,67	1111,20	10,5	-	-	-

Berat aspal : $7,1\% \times 1200 \text{ gram} = 85,2 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : 1111,2 gram

Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIJURANG KM 14,4 TELEPHONE 895042, 895707 YOGYAKARTA

Asal material : Bagian Hulu Kali Krasak (Ds. Kranggan - Magelang)
 Jenis Campuran : Split Mastic Asphalt + Serat Selulosa (SMA+S)
 Dikerjakan Oleh : 1. Indra Lesmana 2. Suharjono.

Tanggal : 15 s/d 17 Oktober 1996
 Dihitung Oleh : Indra L dan Suharjono.
 Diperiksa Oleh : Ir. Subarkah, MT

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p (kg)	q	r	QM
6,2 K1	64,13	6,61	6,2	1175	1181	686	495	2.3737	2.46267	14.4997	81.8891	3.61119	18.1109	80.0607	3.6112	450	1602	1553.94	2.032	764.73425
6,2 K2	64,15	6,61	6,2	1180	1187	687	500	2.36	2.46267	14.4158	81.4152	4.16901	18.5848	77.5676	4.169	547	1942	1883.74	2.286	824.03325
6,2 K3	63,91	6,61	6,2	1182	1189	687	502	2.3546	2.46267	14.3827	81.2283	4.38903	18.7717	76.6189	4.389	645	2286	2233.42	2.032	1099.125
6,5 K1	64,05	6,952	6,5	1186	1191	689	502	2.3625	2.45149	15.1296	81.2425	3.62785	18.7575	80.6592	3.6279	531	1886	1835.08	2.54	722.47165
6,5 K2	66,16	6,952	6,5	1190	1200	688	512	2.3242	2.45149	14.8842	79.9244	5.19144	20.0756	74.1406	5.1914	455	1619	1468.43	3.048	481.76936
6,5 K3	64,50	6,952	6,5	1191	1196	691	505	2.3584	2.45149	15.1032	81.1004	3.79648	18.8996	79.9124	3.7965	457	1626	1559.33	3.556	438.50787
6,8 K1	64,46	7,296	6,8	1181	1190	682	508	2.3248	2.4404	15.575	79.688	4.73697	20.312	76.679	4.737	308	1104	1059.84	2.794	379.32713
6,8 K2	65,95	7,296	6,8	1195	1202	689	513	2.3294	2.4404	15.6061	79.8468	4.54718	20.1532	77.437	4.5472	337	1205	1100.17	2.794	393.75984
6,8 K3	63,61	7,296	6,8	1194	1196	695	501	2.3832	2.4404	15.9665	81.6908	2.34268	18.3092	87.2049	2.3427	521	1851	1826.94	2.54	719.26654
7,1 K1	64,56	7,643	7,1	1160	1179	688	491	2.3625	2.42942	16.526	80.7203	2.75362	19.2797	85.7175	2.7536	501	1781	1704.42	2.54	671.03031
7,1 K2	62,85	7,643	7,1	1183	1185	682	503	2.3519	2.42942	16.4516	80.3569	3.19145	19.6431	83.7528	3.1914	477	1696	1712.96	2.794	613.08518
7,1 K3	64,84	7,643	7,1	1185	1194	690	504	2.3512	2.42942	16.4468	80.3331	3.22019	19.6669	83.6264	3.2202	489	1738	1666.74	2.286	729.10849

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

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)

l = % rongga terhadap agregat (100 - i)

m = % rongga terisi aspal (VFWA) 100 x (V)

n = % rongga terhadap campuran 100 - (100 x (g/h))

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quotion Marshal

Suhu pencampuran = ± 160 °C

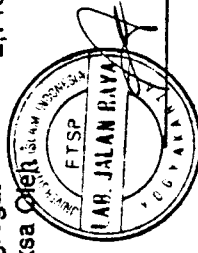
Suhu pematatan = ± 140 °C

Suhu waterbath = 60 °C

B.J Aspal = 1,015

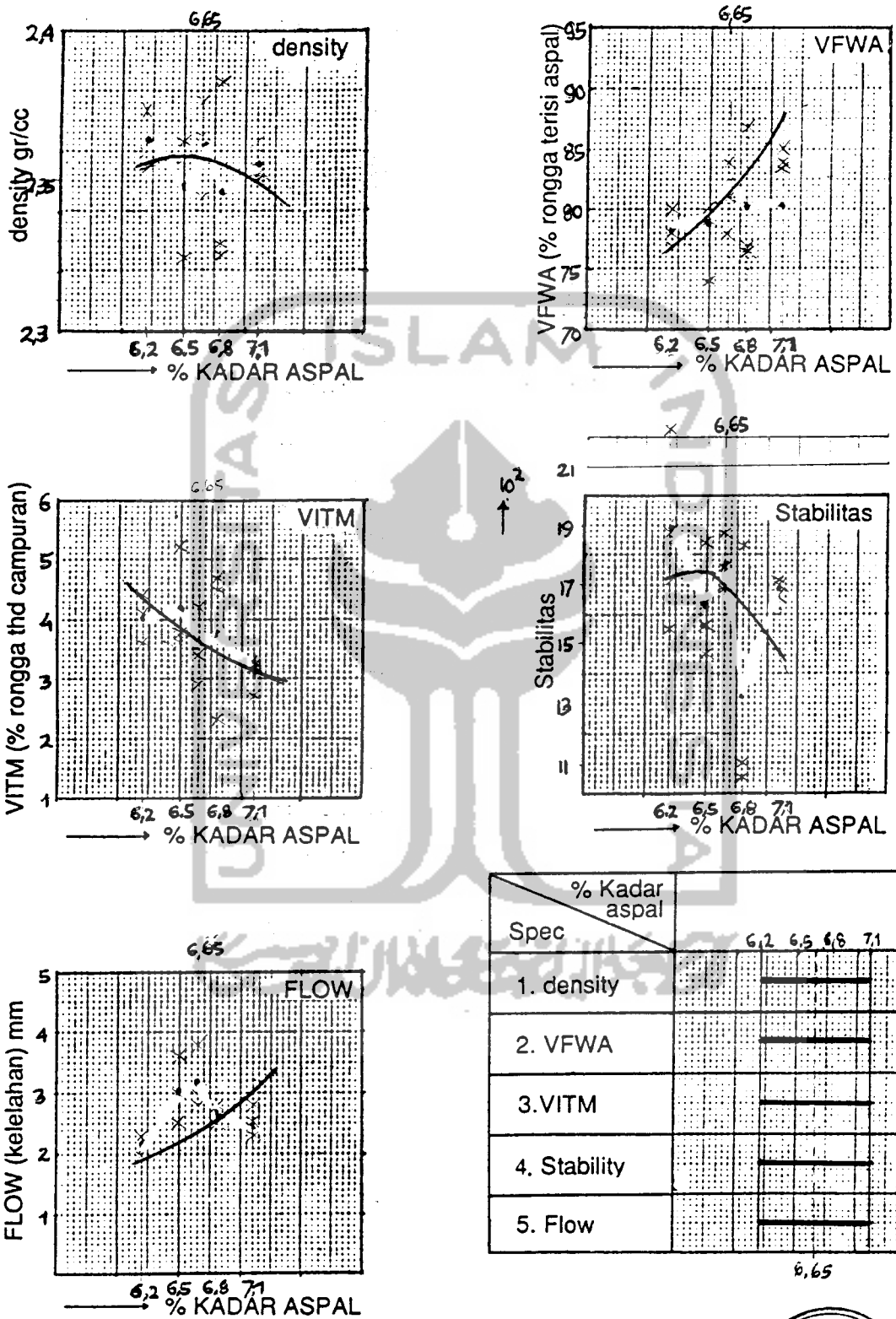
B.J Agregat = 2,719

Diperiksa Oleh : Ir. Subarkah, MT



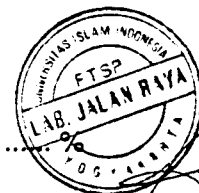
KPAGAK

GRAFIK III :KADAR ASPAL DESIGN



Kadar Aspla Design = ..6.65.. % (a)

$$\text{Kadar Aspal terhadap Campuran} = \frac{(a)}{100 + a} \times 100 \% = \dots$$



Diperiksa: _____



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Progo

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,2 %

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya, Jl. Yogya - Wonosari, Priyungan - Yogyakarta

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lewat	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	56,10	56,10	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	364,65	420,75	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	252,45	673,20	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	168,30	841,50	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,32	908,82	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,88	953,70	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,49	1004,19	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,81	1122,00	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,2 \% \times 1200 \text{ gram} = 74,4 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3 \% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : $1122,0 \text{ gram}$

Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Progo

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,5%

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya, Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,92	55,92	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	363,48	419,40	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	251,64	671,04	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,76	838,80	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,10	905,90	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,74	950,64	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,33	1000,97	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,43	1118,40	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,5\% \times 1200 \text{ gram} = 78,0 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : 1118,4 gram

Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Progo

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 6,8%

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya, Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,74	55,74	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	362,31	418,05	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	250,83	668,88	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,22	836,10	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	66,89	902,99	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,59	947,58	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,17	997,75	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,05	1114,80	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,8\% \times 1200 \text{ gram} = 81,6 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : $1114,8 \text{ gram}$

Berat Benda Uji = $1200,0 \text{ gram}$

Yogyakarta, Oktober 1996





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

Contoh dari : Kali Progo

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal 7,1 %

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya, Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diterima Tgl : 9 Oktober 1996

Selesai Tgl : 9 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lelos	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,56	55,56	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	361,14	416,70	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	250,02	666,72	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	166,68	833,40	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	66,67	900,07	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,45	944,52	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,01	994,53	4,50	10,5	8	13
PAN	-	116,67	1111,20	10,5	-	-	-

Berat aspal : $7,1\% \times 1200 \text{ gram} = 85,2 \text{ gram}$
Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$
Berat agregat total : 1111,2 gram
Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta,

Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14,4 TELEPHONE 895042, 895707 YOGYAKARTA

Asal material : Agregat Halus Kali Progo Hasil Stone Crusher PT Perwita Karya, Yogyakarta
 Jenis Campuran : Split Mastic Asphalt + Serat Selulosa (SMA+S)
 Dikerjakan Oleh : 1. Indra Lesmana 2. Suharjono.

Tanggal : 15 s/d 17 Oktober 1996
 Dihitung Oleh : Indra L dan Suharjono.
 Diperiksa Oleh : Ir. Subarkah, MT

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
6,2 P1	64,48	6,61	6,2	1171	1180	681	499	2,3467	2,47574	14,3345	80,4532	5,21236	19,5468	73,334	5,2124	542	1924	1845,12	2,286	807,13736
6,2 P2	64,18	6,61	6,2	1179	1187	684	503	2,3439	2,47574	14,3176	80,3586	5,22372	19,6414	72,8954	5,3237	539	1914	1854,67	4,318	429,51969
6,2 P1	64,65	6,61	6,2	1180	1187	685	502	2,3506	2,47574	14,3383	80,387	5,05466	19,413	73,9625	5,0547	538	1910	1822,14	3,556	512,41282
6,5 P2	63,21	6,952	6,5	1180	1183	687	496	2,379	2,46439	15,2352	81,301	3,46383	18,699	81,4759	3,4638	586	2079	2076,92	3,048	681,40453
6,5 P3	63,05	6,952	6,5	1166	1169	675	494	2,3603	2,46439	15,1154	80,6617	4,22297	19,3383	78,1627	4,223	521	1851	1858,4	2,286	812,95013
6,5 P3	65,98	6,952	6,5	1183	1190	682	508	2,3287	2,46439	14,9131	79,5823	5,50457	20,4177	73,0402	5,5046	370	1321	1206,07	2,032	593,53986
6,8 P1	64,68	7,296	6,8	1204	1207	697	510	2,3608	2,45315	15,8161	80,4185	3,76538	19,5815	80,7707	3,7654	483	1717	1636,3	3,048	536,84416
6,8 P2	66,46	7,296	6,8	1183	1191	684	507	2,3333	2,45315	15,6322	79,4834	4,88439	20,5166	76,193	4,8844	297	1065	956,37	3,302	289,63356
6,8 P3	66,40	7,296	6,8	1183	1192	689	503	2,3519	2,45315	15,7565	80,1155	4,128	19,8845	79,2401	4,128	372	1328	1193,87	2,794	427,2985
7,1 P1	62,78	7,643	7,1	1162	1165	683	482	2,4108	2,44202	16,8636	81,8575	1,27881	18,1425	92,9513	1,2788	466	1658	1679,55	3,048	551,03478
7,1 P2	66,36	7,643	7,1	1188	1194	691	503	2,3618	2,44202	16,5212	80,1951	3,28369	19,8049	83,4198	3,2837	373	1332	1200,13	3,302	363,45609
7,1 P3	65,53	7,643	7,1	1190	1196	691	505	2,3564	2,44202	16,4834	80,012	3,50454	19,988	82,4667	3,5045	372	1328	1231,06	4,572	269,25984

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

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 terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)

n = % rongga terhadap campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quotion Marshal

Suhu pencampuran = + 160 °C

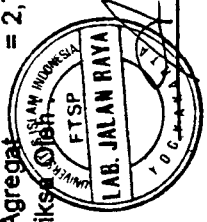
Suhu pematatan = ± 140 °C

Suhu waterbath = 60 °C

B.J Aspal = 1,015

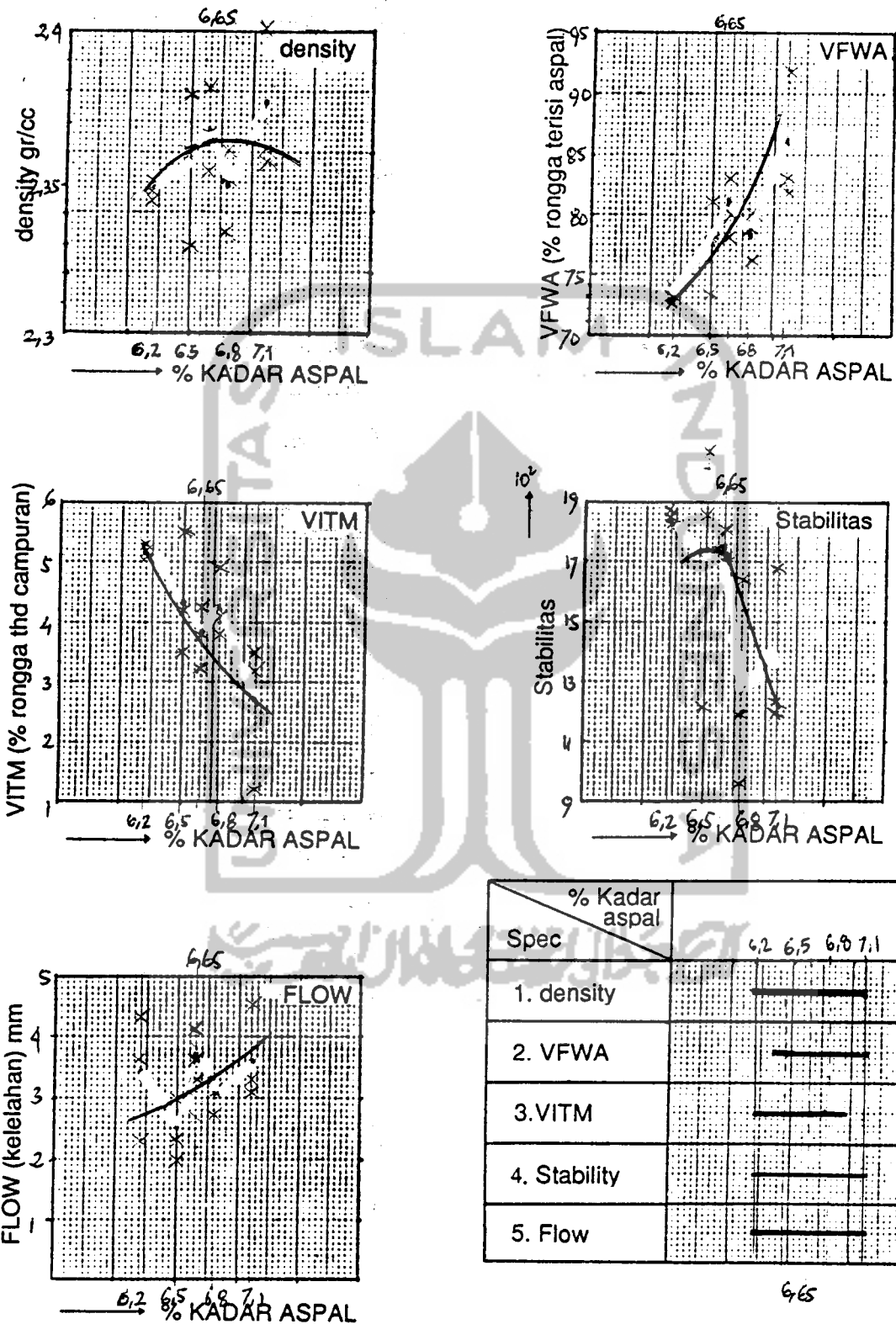
B.J Agregat = 2,736

Diperiksa Oleh



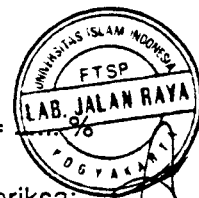
PP060

GRAFIK III : KADAR ASPAL DESIGN



Kadar Aspla Design = ...6.65... % (a)

$$\text{Kadar Aspal terhadap Campuran} = \frac{(a)}{100+a} \times 100 \% =$$



Diperiksa:



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Krasak (saringan No.4 - No.170) dan Kali Progo (saringan 1/2", 7/16", 5/16" dan Pan)

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal Optimum 6,65 %

Jenis Agregat : Hasil Penambangan Pasir (Galian Tipe C) Kali Krasak

Diterima Tgl : 21 Oktober 1996

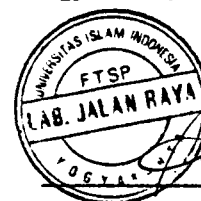
Selesai Tgl : 21 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lelas	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,83	55,83	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	362,89	418,72	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	251,24	669,96	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,49	837,45	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,00	904,45	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,66	949,11	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,25	999,36	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,24	1116,60	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,65\% \times 1200 \text{ gram} = 79,8 \text{ gram}$
Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$
Berat agregat total : 1116,6 gram
Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996





LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : Kali Progo

Pekerjaan : Analisa Saringan untuk Kadar Aspal Optimum 6,65%

Jenis Agregat : Hasil Stone Crusher PT. Perwita Karya, Jl. Yogya - Wonosari, Piyungan - Yogyakarta

Diterima Tgl : 19 Oktober 1996

Selesai Tgl : 19 Oktober 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inci	tertahan	jumlah	tertahan	lela	minimum	maksimum
12,70	1/2	0	0	0	100	100	100
11,20	7/16	55,83	55,83	5,00	95,0	90	100
8,00	5/16	362,89	418,72	32,5	62,5	50	75
5,00	No. 4	251,24	669,96	22,5	40,0	30	50
2,00	No. 10	167,49	837,45	15,0	25,0	20	30
0,71	No. 25	67,00	904,45	6,00	19,0	13	25
0,25	No. 60	44,66	949,11	4,00	15,0	10	20
0,09	No.170	50,25	999,36	4,50	10,5	8	13
PAN	-	117,24	1116,60	10,5	-	-	-

Berat aspal : $6,65\% \times 1200 \text{ gram} = 79,8 \text{ gram}$

Berat serat selulosa : $0,3\% \times 1200 \text{ gram} = 3,6 \text{ gram}$

Berat agregat total : 1116,6 gram

Berat Benda Uji = 1200,0 gram

Yogyakarta, Oktober 1996



LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JL. KALIURANG KM 14,4 TELEPHONE 895042, 895707 YOGYAKARTA

Asal material : Hulu Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil stone Crusher PT. Perwita Karya, Yogyakarta Tanggal
 Jenis Campuran : Split Mastic Asphalt + Serat Selulosa (SMA+S)
 Di kerjakan Oleh : 1. Indra Lesmana 2. Suharjono.

: 21 s/d 22 Oktober 1996
 Ditungg Oleh : Indra L dan Suharjono.
 Diperiksa Oleh : Ir. Subarkah, MT

HASIL PEMERIKSAAN MARSHAL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
6,65 K1	66.53	7.066	6.6	1193	1198	689	509	2.3438	2.44778	15.2405	80.5119	4.24751	19.4881	78.2046	4.2475	589	2089	1867.57	2.794	668.42019
6,65 K2	64.98	7.066	6.6	1192	1194	690	504	2.3651	2.44778	15.3788	81.2425	3.37864	18.7575	81.9878	3.3786	507	1802	1688.47	3.048	553.96129
6,65 K3	66.45	7.066	6.6	1186	1190	691	499	2.3768	2.44778	15.4548	81.6435	2.90171	18.3565	84.1924	2.9017	549	1949	1759.95	3.81	461.92835
6,65 P1	66.8	7.124	6.65	1195	1192	690	502	2.3805	2.45876	15.5962	81.2199	3.18387	18.7801	83.0466	3.1839	540	1917	1711.88	3.556	481.40636
6,65 P2	65.08	7.124	6.65	1193	1195	688	507	2.3531	2.45876	15.4166	80.2843	4.2991	19.7157	78.1945	4.2991	514	1826	1698.91	3.302	514.50951
6,65 P3	67.78	7.124	6.65	1183	1189	689	500	2.366	2.45876	15.5014	80.7259	3.77271	19.2741	80.426	3.7727	583	2068	1801.23	4.064	443.21555

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum direndam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

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 terisi aspal (VFWA) 100 x (l/i)

n = % rongga terhadap campuran 100 - {100 x (g/h)}

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

QM = Quotien Marshal

Suhu pencampuran = + 160 °C

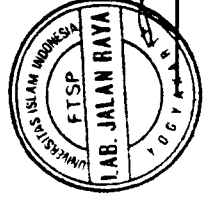
Suhu pemadatan = + 140 °C

Suhu waterbath = 60 °C

B.J Aspal = 1,015

B.J Agregat = 2,736

Diperiksa Oleh :





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km 14,4, Telp. 895042, 895707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomor : 219/C.08.03/ITS/III/96
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR.
Yogyakarta, 29 Agts 1996

Kepada Yth. :
Bapak **IR. H. BALLYA UMAR, MSc.**
di
YOGYAKARTA.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : **INDRA LESMANA**
No. Mhs. : **89 310 160**
N.I.R.M. : **89 005101311420 152**
Bidang Studi : **TRANSPORTASI**
Tahun Akademi : **1996-1997**
2. Nama : **SUHARJONO**
No. Mhs. : **89 310 166**
N.I.R.M. : **89 005101311420 165**
Bidang Studi : **TRANSPORTASI**
Tahun Akademi : **1996-1997**

Dapat diberikan petunjuk - petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok, dengan dosen Pembimbing dbb. :

Dosen Pembimbing I : **IR. H. BALLYA UMAR, MSc**
Dosen Pembimbing II : **IR. SUBARKAH, MT**

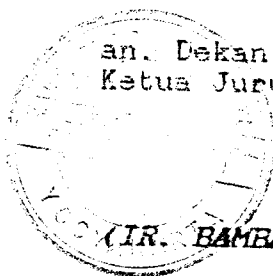
Dengan mengambil topik:

"PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH PENGGUNAAN PASIR KALI KRASAK TERHADAP PERILAKU SPLIT MASTIS ASPHALT DITAMBAH SERAT SELULOSA

(SMA+2)

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



an. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

(**IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE.**)

Tembusan Kepada Yth. :
- Mahasiswa vbe.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km 14,4, Telp. 895042, 895707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomor : 213/C.08.03/JTS/VIII/96
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR.

Yogyakarta, 29 Agts 1996

Kepada Yth. :
Bapak **IR. SUBARKAH, MT**
di -
YOGYAKARTA.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama : **INDRA LESMANA**
No. Mhs. : **89 310 160**
N.I.R.M. : **89 005101311420 152**
Bidang Studi : **TRANSPORTASI**
Tahun Akademi : **1996-1997**
2. Nama : **SUHARJONO**
No. Mhs. : **89 310 166**
N.I.R.M. : **89 005101311420 165**
Bidang Studi : **TRANSPORTASI**
Tahun Akademi : **1996-1997**

Dapat diberikan petunjuk - petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok, dengan dosen Pembimbing sbb. :

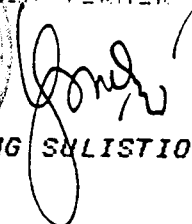
Dosen Pembimbing I : **IR. H. BALLY UMAR, MSc**
Dosen Pembimbing II : **IR. SUBARKAH, MT**

Dengan mengambil topik:

"PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH PENGGUNAAN PASIR KALI KRASAK TERHADAP PERILAKU SPLIT MASTIC ASPHALT DITAMBAH SERAT SELULOSA (SMA+C)"

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

an. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

(**IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE.**)

Tembusan Kepada Yth. :
- Mahasiswa ybs.
- Arsip.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

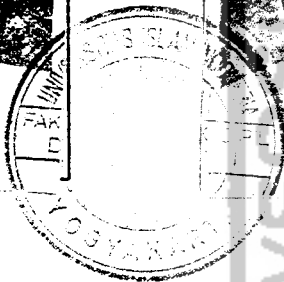
No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	INDRA LESMANA	80010160		TRANSPORTASI
2.	SUHARJONO	80010166		TRANSPORTASI

Dosen Pembimbing I : : IR. H. BALYA UMAR, MSc
Dosen Pembimbing II : : IR. SUBARKAH, MT
1 2

Yogyakarta.

Dekan, 09 AGUSTUS 1996

AN.
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL.



IR. BAMBANG SMLISTIONO, MSc

