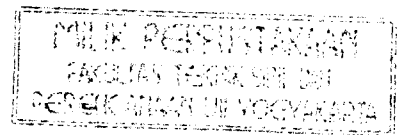


TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

ANALISIS PERUBAHAN PERILAKU CAMPURAN SPLIT
MASTIC ASPHALT + ROADCEL 50 DENGAN PASIR BESI
SEBAGAI FILLER KAITANNYA DENGAN DURABILITAS



Disusun oleh :

Chandra Dirgantara

No. Mhs : 90 310 033

M. Firmanto

No. Mhs : 90 310 044

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

1999

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

ANALISIS PERUBAHAN PERILAKU CAMPURAN SPLIT
MASTIC ASPHALT + ROADCEL 50 DENGAN PASIR BESI
SEBAGAI FILLER KAITANNYA DENGAN DURABILITAS

Disusun oleh :

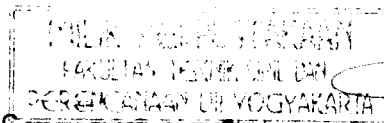
Chandra Dirgantara

No. Mhs : 90 310 033

M. Firmanto

No. Mhs : 90 310 044

Telah diperiksa dan disetujui oleh :



Ir. H. Balya Umar, MSc

Dosen Pembimbing I

Tanggal :

09/11/09

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal :

09-11-1999

KATA PENGATAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan piji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya. Sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**"ANALISIS PERUBAHAN PERILAKU CAMPURAN
SPLIT MASTIC ASPHALT + ROADCELL 50 DENGAN PASIR BESI
SEBAGAI FILLER KAITANNYA DENGAN DURABILITAS"**

Penyusunan tugas akhir ini merupakan kewajiban bagi mahasiswa tingkat akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Widodo MSc. Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Tadjuddin BMA. MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Balya Umar MSc, selaku dosen pembimbing I pada tugas akhir ini.

4. Bapak Ir. Subarkah MT, selaku dosen pembimbing II pada tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. H. Bachnas MSc, selaku dosen penguji pada tugas akhir ini.
6. Saudara Syamsudin dan saudara Sukanto, selaku staf Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Semua pihak yang bayak membantu hinga selesainya laporan tugas akhir ini.

Semoga amal baik yang telah diberikan diterima oleh Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang berlimpah.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu a'laikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Oktober 1999

Penyusun

D A F T A R I S I

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Lampiran.....	xi
Intisari.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Umum.....	1
1.2. Latar Belakang.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Aspal.....	5
2.2. Agregat	6
2.3. Filler.....	8
2.4. Split Mastic Asphalt	11
2.5. Bahan Tambah (Additive)	13
2.6. Durabilitas.....	13
BAB III LANDASAN TEORI.....	16
3.1. Konstruksi Perkerasan	16
3.2. Karakteristik Perkerasan	18
3.2.1. Stabilitas.....	18
3.2.2. Keawetan (Durability).....	19
3.2.3. Kelenturan (Fleksibility)	20
3.2.4. Kekesatan Permukaan	20

3.2.5. Tahanan Terhadap Kelelahan (Fatigue)	21
3.2.6. Kemudahan Dalam Pelaksanaan	21
3.3. Syarat-syarat Kekuatan/Struktural.....	21
3.4. Bahan Penyusun Campuran Split Mastic Asphalt.....	22
3.4.1. Aspal Keras/Aspal Semen (AC).....	22
3.4.2. Agregat	28
3.4.3. Filler	31
3.4.4. Bahan Tambah (Additive).....	32
BAB IV HIPOTESA	34
BAB V METODE PENELITIAN	35
5.1. Bahan	35
5.2. Persyaratan Dan Pengujian Bahan.....	36
5.2.1. Pemeriksaan Aspal	36
5.2.2. Pemeriksaan Agregat.....	37
5.2.3. Pemeriksaan Filler.....	39
5.3. Perencanaan Campuran	39
5.3.1. Gradasi Agregat Campuran.....	39
5.3.2. Kadar Aspal.....	39
5.4. Pelaksanaan Pengujian	40
5.4.1. Persiapan Benda Uji	40
5.4.2. Pembuatan Benda Uji.....	40
5.4.3. Peralatan Pengujian.....	42
5.4.4. Persiapan Pengujian	43
5.4.5. Cara Pengujian Benda Uji.....	43
5.5. Anggapan Dasar.....	44
5.6. Cara Analisis.....	45
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
6.1. Hasil Penelitian Laboratorium.....	49
6.1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan.....	49
6.1.2. Hasil Pemeriksaan Benda Uji.....	50

6.2. Pembahasan	52
6.2.1. Tinjauan Terhadap VITM (Void In The Mix)	52
6.2.2. Tinjauan Terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt)	53
6.2.3. Tinjauan Terhadap Stabilitas.....	54
6.2.4. Tinjauan Terhadap Kelelehan (Flow).....	58
6.2.5. Tinjauan Terhadap Marshall Quotient	61
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	65
7.1. Kesimpulan	65
7.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
PENUTUP	
LAMPIRAN	

D A F T A R T A B E L

Tabel 3.1.	Hasil Pemeriksaan Bahan Aspal AC 60/70.....	23
Tabel 3.2.	Spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal	30
Tabel 3.3.	Spesifikasi gradasi mineral filler.....	32
Tabel 3.4.	Karakteristik dari serat selulosa jenis Roadcel 50	33
Tabel 5.1.	Spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal	39
Tabel 5.2.	Angka koreksi tebal benda uji.....	48
Tabel 6.1.	Hasil pemeriksaan aspal AC 60/70	49
Tabel 6.2.	Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	49
Tabel 6.3.	Hasil pemeriksaan agregat halus pasir besi.....	50
Tabel 6.4.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 0 hari.....	50
Tabel 6.5.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 1 hari.....	50
Tabel 6.6.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 4 hari.....	51
Tabel 6.7.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 0 hari	51
Tabel 6.8.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 1 hari	51
Tabel 6.9.	Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 4 hari	52
Tabel 6.10.	Perbandingan nilai VITM antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland).....	53

Tabel 6.11. Perbandingan nilai VFWA antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland).....	54
Tabel 6.12. Perbandingan nilai stabilitas antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland).....	56
Tabel 6.13. Perbandingan nilai flow antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland).....	59
Tabel 6.14. Perbandingan nilai QM antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland) dengan variasi perendaman	63

D A F T A R G A M B A R

Gambar 3.1. Grafik spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal	30
Gambar 6.1. Hubungan waktu perendaman dengan stabilitas pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi.....	56
Gambar 6.2. Hubungan waktu perendaman dengan stabilitas pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland	57
Gambar 6.3. Hubungan waktu perendaman dengan flow pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi	59
Gambar 6.4. Hubungan waktu perendaman dengan flow pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland	60
Gambar 6.5. Hubungan waktu perendaman dengan QM pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi	62
Gambar 6.6. Hubungan waktu perendaman dengan QM pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland	62

D A F T A R L A M P I R A N

- Lampiran 1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Contoh agregat kasar Kali Krasak
- Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Contoh agregat halus Kali Krasak
- Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Contoh agregat halus pasir besi, Cilacap
- Lampiran 4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
Contoh agregat Kali Krasak
- Lampiran 5 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) AASHTO T 96 - 77
Contoh agregat Kali Krasak
- Lampiran 6 Sand Equivalent Data AASHTO T 176 - 73
Contoh agregat halus Kali Krasak
- Lampiran 7 Sand Equivalent Data AASHTO T 176 - 73
Contoh agregat halus pasir besi, Cilacap
- Lampiran 8 Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 9 Pemeriksaan Titik Nyala Dan Titik Bakar
- Lampiran 10 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 11 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 12 Pemeriksaan Daktalitas (Ductility) / Residue
- Lampiran 13 Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL₄
- Lampiran 14 Analisa saringan untuk kadar aspal 5,5 %
- Lampiran 15 Analisa saringan untuk kadar aspal 6,0 %
- Lampiran 16 Analisa saringan untuk kadar aspal 6,5 %
- Lampiran 17 Analisa saringan untuk kadar aspal 7,0 %
- Lampiran 18 Analisa saringan untuk kadar aspal 7,5 %
- Lampiran 19 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 0 hari

- Lampiran 20 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 0 hari
- Lampiran 21 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 1 hari
- Lampiran 22 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 1 hari
- Lampiran 23 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 4 hari
- Lampiran 24 Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 4 hari

INTISARI

Split mastic asphalt merupakan salah satu jenis campuran perkerasan terdiri atas campuran agregat, aspal dan bahan tambah serat selulosa. Karakteristik campuran tersebut sangat dipengaruhi oleh bahan penyusun, proporsi bahan penyusun, proses pencampuran dan pematatannya.

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir besi sebagai bahan pengisi kaitannya terhadap durabilitas campuran, yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian perendaman.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa agregat yang berasal dari hasil stone crusher PT. Perwita Karya, aspal AC 60/70 yang juga berasal dari PT Perwita Karya, bahan additif Roadcell 50 yang diperoleh dari PT. Bumi Olah Mandiri di Jakarta serta pasir besi yang diperoleh dari PT aneka Tambang di Cilacap pada penelitian ini digunakan semen portland sebagai pembanding. Pada penelitian ini digunakan variasi kadar aspal 5,5%; 6,0%; 6,5%; 7,0% dan 7,5%. Kemudian variasi dari lama perendaman pada water bath dengan suhu 60°C adalah 0 hari (30 menit), 1 hari dan 4 hari. Kadar serat roadcel dan kadar filler yang digunakan masing-masing 0,3% dan 3%.

Seluruh kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang jauh dari penggunaan kedua jenis bahan pengisi, nilai stabilitas campuran dengan filler pasir besi semakin lama perendaman terjadi kenaikan begitu pula dengan nilai QM-nya. Sedangkan untuk nilai flow kenaikannya tidak terlalu tinggi dibanding dengan campuran dengan filler semen portland.

Dari hasil penelitian bahwa pasir besi dapat dipakai sebagai bahan pengisi campuran perkerasan split mastic asphalt + roadcell 50 dan memiliki durabilitas yang baik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Perkembangan transportasi telah mengalami perkembangan yang sangat pesat baik menyangkut sarana maupun prasarana seiring dengan laju perkembangan ekonomi dan industri.

Untuk mengimbangi pesatnya laju kegiatan ekonomi dan industri maka diperlukan perkembangan prasarana jalan yang mampu melayani perkembangan tersebut, yaitu dengan kondisi jalan yang memenuhi syarat, baik secara teknik maupun ekonomis dan dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pelayanan lalu lintas.

Teknologi yang terus dikembangkan pada saat ini adalah teknologi Split Mastic Asphalt (SMA) yakni campuran aspal beton dengan bahan tambah serat selulosa. Teknologi ini berasal dari Jerman pada tahun 1960 yang sampai saat ini telah berkembang menjadi teknologi konstruksi jalan yang kehandalannya telah diakui diseluruh dunia.

Di Indonesia teknologi ini telah dikenal sejak tahun 1980 dan telah dikembangkan penerapannya oleh Bina Marga yang salah satunya adalah SMA grading 0/11. Yang diharapkan dari jenis ini di negara Indonesia yang beriklim

tropis antara lain adalah :

1. Meningkatkan keawetan lapis permukaan jalan
2. Meningkatkan kekesatan lapis permukaan jalan
3. Meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi
4. Meningkatkan ketahanan terhadap rutting.

Salah satu bahan yang digunakan dalam pembangunan jalan adalah agregat. Agregat ini terdiri dari agregat halus dan agregat kasar, dimana pembagian agregat ini berdasarkan ukuran atau dimensi dari butirannya. Agregat halus dibedakan lagi menjadi dua bagian. Salah satu bagian agregat halus yang ditinjau pada penelitian ini adalah bahan pengisi (filler), yang secara umum fungsinya sebagai pengisi rongga antar agregat.

1.2. Latar Belakang

Salah satu alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan didalam lapis aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Kemampuan dan keawetan aspal dapat didefinisikan sebagai perlawanan campuran terhadap pengaruh merusak yang diakibatkan oleh air dan perubahan temperatur secara terus menerus. Kemampuan dan keawetan yang tinggi biasanya ditunjukkan oleh proses mekanik dalam campuran sehingga daya tahan di dalam lapis keras selama umur rencana, pelayanan konstruksi menjadi lama (J. Craus, I. Ishai and Arie S, 1981)

Kemampuan daya tahan lapis perkerasan dipengaruhi oleh :

1. Tebal aspal yang menyelimuti agregat
2. Rongga antar campuran yang kecil sehingga campuran kedap air dan kedap

udara untuk menghindari terjadinya oksidasi.

Campuran split mastik asphalt adalah campuran bergradasi terbuka (open graded), untuk itu diperlukan bahan pengisi filler guna memperkecil rongga antar agregat.

Jenis filler yang biasa digunakan sebagai campuran beton aspal adalah abu batu (fly ash) yaitu filler yang berasal dari hasil samping produksi pemecah batu (stone crusher). Dalam penggunaannya filler akan mengisi rongga yang kosong diantara agregat dari campuran beton aspal.

Kebutuhan bahan jalan yang meningkat mengakibatkan kebutuhan terhadap filler juga bertambah. Akibat kebutuhan yang terus bertambah, maka dicari bahan alternatif yang dapat dipergunakan sebagai filler. Oleh karena itu penelitian ini dititik beratkan mengenai analisis pengaruh penggunaan filler dan perilakunya terhadap campuran split mastic asphalt. Yang pada penelitian ini menggunakan jenis filler pasir besi.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh filler dan perilakunya pada campuran split mastic asphalt + Roadcell 50 serta mengetahui dengan penggunaan filler dapat merubah sifat durabilitas campuran berdasarkan hasil test Marshall Immersion.

1.4. Batasan Masalah

1. Agregat yang digunakan adalah hasil alat pemecah batu milik PT. Perwita Karya Yogyakarta.
2. Aspal yang dipakai adalah jenis AC 60/70 dengan variasi kadar aspal yang

digunakan adalah : 5,5%; 6%; 6,5%; 7%; 7,5%.

3. Filler yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah jenis : pasir besi dan semen portland sebagai pembanding dengan kadar filler : 3 %
4. Bahan tambah yang digunakan adalah Roadcel 50 sejenis serat selulosa dengan kadar yang telah ditentukan sebesar 0,3%
5. Penelitian ini hanya berdasarkan pada hasil dari test Marshall Immersion, dengan variasi perendaman adalah 0 hari, 1 hari, 4 hari.
6. Penelitian ini dilakukan tanpa membahas unsur mineral yang dikandung dari filler yang digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai bahan mineral padat atau semi padat yang berwarna coklat tua hingga hitam yang terjadi karena proses alam atau hasil dari proses penyulingan minyak mentah dari dalam bumi. Aspal merupakan senyawa hidrokarbon yang terbentuk dari asphaltenes, resin dan oils yang konsistensinya akan berubah bentuk dengan berubahnya temperatur (Kerb and Walker, 1971).

Aspal sebagai bahan thermoplastik yang konsistensinya (viskositas) dapat berubah sesuai dengan perubahan temperatur. Pada temperatur tinggi viskositas aspal rendah (cair), aspal mempunyai daya ikat tinggi dan mampu mengisi rongga antar batuan secara merata. Tetapi pada pemanasan yang terlalu tinggi akan merusak sifat aspal sehingga aspal menjadi cepat mengeras (getas). Sebaliknya dengan pemanasan yang rendah, viskositas aspal tinggi (kental), aspal tidak mampu mengisi rongga antar batuan secara merata dan daya ikatnya kurang, sehingga kekuatan lapis keras dalam mendukung beban lalu lintas menjadi rendah. (Silvia Sukirman, 1992).

2.2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya yang diperoleh dari alam atau dari hasil pengolahan. Agregat merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90%-95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75%-85% agregat berdasarkan prosentase 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).

Berdasarkan proses pengolahannya, 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 sebagai mana bentuknya di alam atau dengan sedikit pengolahan. Agregat alam dibentuk melalui proses erosi dan degradasi. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah krikil dan pasir. Krikil adalah agregat dengan ukuran partikel $> \frac{1}{4}$ inch (6,35 mm). Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel $< \frac{1}{4}$ inch tetapi lebih besar dari 0,075 mm (saringan no. 200).

2. Agregat proses pengolahan

Agregat jenis ini diperoleh melalui proses pemecahan. Agregat alam yang berukuran besar dipecahkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan. Proses pemecahan dilakukan dengan mesin pemecah batu (stone crusher). Ciri-diri agregat hasil pemecahan oleh

alat pemecah batu adalah 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 ini sangat dipengaruhi oleh bahan asalnya. Jika asal batuan memiliki tingkat kekerasan yang tinggi maka hasil pemecahan batuan tersebut juga mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi.

3. Agregat buatan.

Agregat buatan adalah agregat yang diperoleh dari hasil olahan atau hasil samping pabrik semen, pabrik baja atau mesin pemecah batu (stone crusher).

Agregat ini merupakan mineral filler, yaitu partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm.

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
 - f. tekstur kekerasan

2. kemampuan dilapisi aspal, dipengaruhi oleh :
 - a. porositas
 - b. kemungkinan basah
 - c. jenis agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :
 - a. tahan geser (skid resistance)
 - b. campuran yang memberikan kemudahan pada pelaksanaan.

2.3. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran beton aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa : debu kapur, debu dolomit atau semen portland. Filler harus dalam keadaan kering, (kadar air maksimum 1%) (LASTON, 1983).

Pada awalnya pengaruh filler kedalam aspal adalah dengan membentuk mastik yaitu campuran aspal dengan filler, sedangkan mastik biasanya menambah/mempengaruhi viskositas (kekentalan/kekakuan) aspal murni. Pengaruh dari filler adalah dalam adhesi, dalam hal ini adalah menambah kekentalan aspal murni. Mekanisme pengaruh dari filler dalam mendukung adhesi antara aspal dengan agregat adalah secara mekanik dan kimia (Crauss J. and Ishai, 1977).

Pemakaian filler dalam campuran aspal akan mempengaruhi karakteristik aspal dan dapat menyebabkan berbagai dampak, antara lain adalah :

1. Dampak penggunaan filler terhadap karakteristik campuran aspal. Hal ini masih digolongkan lagi menjadi (E.J. Yoder and Matthew W. Witczak, 1975) :
 - a. Dampak pengaruh filler terhadap viskositas campuran yang menyebabkan semakin besar permukaan filler akan menaikkan viskositas campuran :
 1. Efek penggunaan berbagai jenis filler terhadap viskositas campuran.
 2. Luas permukaan filler yang semakin besar menaikkan viskositas campuran dibanding dengan yang berluas permukaan kecil.
 3. Adanya daya afinitas menyebabkan jumlah aspal yang diserap oleh filler cukup bervariasi. Pada keadaan dimana viskositas naik, jumlah aspal yang diserap semakin besar.
 - b. Efek penggunaan filler terhadap duktilitas dan penetrasi campuran :
 1. Kadar filler yang semakin tinggi akan menurunkan duktilitas, hal ini juga terjadi pada berbagai suhu.
 2. Jenis filler yang akan menaikkan viskositas aspal, akan menurunkan penetrasi aspal.
 - c. Efek suhu dan pemanasan :

Jenis dan kadar filler akan memberikan pengaruh yang berbeda pada berbagai campuran.
2. Dampak penggunaan filler terhadap karakteristik campuran beton aspal :

Kadar filler dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penggelaran dan pepadatan. Disamping itu kadar dan jenis filler akan berpengaruh terhadap sifat elastik campuran dan sensitifitas terhadap air (Soeprapto TM, 1991).

Hasil penggunaan filler pada campuran aspal adalah :

1. Filler diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lain beton aspal.
2. Filler berfungsi ganda dalam campuran beton aspal :
 - a. Sebagai bagian dari agregat, filler akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran.
 - b. Bila dicampur dengan aspal, filler akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama-sama.
3. Sifat aspal (duktilitas, 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. Pada kadar filler yang umum digunakan pada campuran beton aspal, duktilitas campuran aspal filler akan mencapai nol. Sedangkan pada suhu dan kadar yang sama, nilai penetrasi campuran aspal filler akan turun sampai $< 1/3$ dari penetrasi semula.
5. Viskositas aspal filler pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, tergantung pada jenis filler dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah.
6. Hasil uji menunjukkan ada hubungan yang baik antara stabilitas campuran dan kekentalan aspal pada pemadatan campuran dengan kadar void yang sama.

7. Hasil uji juga menunjukkan adanya hubungan antara viskositas aspal dan usaha pemadatan campuran. Disarankan suhu dinaikkan bila memadatkan campuran dengan filler aspal berkonsistensi tinggi.
8. Sensitifitas campuran terhadap air pada tipe dan kadar filler yang berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil uji menunjukkan sensitifitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar filler yang peka terhadap air.

2.4. Split Mastic Asphalt

Split mastic asphalt adalah jenis aspal beton campuran panas yang terdiri atas campuran agregat, aspal dan bahan additive yang dicampur di AMP dalam keadaan panas. Dengan ciri-ciri sebagai berikut ini.

1. Prosentase fraksi kasar/CA yang tinggi (70% - 80%) memiliki kualitas yang baik dengan gradasi terbuka (open graded).
2. Kadar dan kekentalan dari aspal tinggi (6,2% - 7,1%) sehingga tebal aspal cukup tinggi.
3. Memerlukan agregat filler.
4. Memerlukan bahan tambah untuk stabilisasi bitumen/aspal.

Di negara asalnya yakni Jerman Barat, split mastic asphalt dengan serat selulosa sebagai bahan additive telah dibakukan dalam petunjuk pelaksanaan dalam spesifikasi Ztv-bit STB 84. (Khairuddin, M. Ali, 1990) terdapat 3 jenis split mastic asphalt yang digolongkan berdasarkan ukuran agregat yakni :

1. SMA 0/11, dengan ukuran 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 0 - 8 mm, umumnya digunakan untuk pelapisan ulang (overlay) pada jalan lama. Pengaspalan dengan ketebalan 2 - 4 cm.
3. SMA 0/5, dengan ukuran 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, 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. Kelenturan (fleksibilitas)

Marshall quotient : 190 - 300 kg/mm

5. Ketahanan terhadap cuaca dan perubahan temperatur (durability)

Titik lembek (aspal + 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 (Additive)

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan dalam campuran aspal yang fungsinya untuk menstabilkan campuran aspal (memperbaiki sifat aspal minyak), dan tidak termasuk bahan substitusi (Khairuddin, M. Ali, 1990)

Dalam konstruksi split mastic asphalt digunakan bahan tambah serat selulosa dengan alasan teknis, ekonomis dan mengacu pada kelestarian lingkungan. Serat selulosa juga dikenal sebagai teknologi yang toleran terhadap deviasi pelaksanaan, memberikan skid resistan yang baik, serta menaikkan titik leleh aspal sehingga pada gilirannya menaikkan umur teknis yang lebih panjang.

2.6. Durabilitas

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap pengaruh cuaca dan keausan akibat beban lalu lintas. Pada umumnya durabilitas yang baik untuk campuran perkerasan dilaksanakan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang rapat air serta kekerasan dari batuan penyusunnya.

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengujian kemampuan daya tahan (durability) campuran perkerasan lentur dapat dilakukan pada jangka waktu yang pendek atau pada jangka waktu yang lama dengan uji perendaman pada air panas. Standar pengujian dilaboratorium adalah selama 1 hari perendaman pada bak air dengan suhu 60°C atau selama lebih dari 4 hari dengan suhu 50°C.

Umumnya perubahan perilaku kemampuan daya tahan campuran belum tentu terlihat perubahannya pada perendaman selama 1 hari dibanding perendaman yang dilakukan dengan waktu yang lama. Selain itu campuran yang berbeda dapat serupa tingkat kekuatannya pada perendaman yang berbeda. Sedangkan kualitas campuran dapat menurun secara drastis pada hari pertama atau kedua tetapi tingkat kekuatan agregat penyusunnya dapat bertahan untuk waktu yang lama (Josep Craush, Ilan Ishai, Arie Sides, 1981).

Faktor yang mempengaruhi durabilitas campuran lapis aspal beton adalah (Silvia Sukirman, 1992) :

1. Film aspal atau selimut aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadi bleeding menjadi tinggi.
2. Rongga antar campuran (VITM) kecil, sehingga menjadikan lapis kedap terhadap air dan udara, untuk menghindari terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas.
3. Rongga antar butiran agregat (VFWA) besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal.

Penurunan kemampuan daya tahan setelah perendaman yang lama, sebagian besar tergantung dari jenis filler, oleh karena itu pengaruh jenis filler pada kemampuan daya tahan biasanya terdeteksi setelah waktu perendaman yang lama. Setelah perendaman yang lama, kekuatan yang diperoleh agregat mulai menurun dan sifat kimia dari filler mulai berperan jelas. Jadi, bisa dilihat bahwa campuran dengan filler non aktif biasanya kemunduran secara cepat terlihat setelah 4 hari

atau 7 hari perendaman, sedangkan campuran yang menggunakan filler aktif biasanya dapat memelihara ketahanan kekuatan untuk waktu perendaman yang lama pada kadar aspal optimum dan kadar aspal yang tinggi (Joseph Craush, Ilan Ishai, Arie Sides, 1981).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan

Perkerasan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar setelah dipadatkan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, selanjutnya beban tersebut diteruskan/disebarkan ke lapisan tanah dasar (subgrade), agar tanah mendapat tekanan tidak melampaui daya dukung tanahnya. Pada umumnya perkerasan terdiri dari beberapa lapis, dengan kualitas bahan yang makin keatas semakin baik. Perkerasan dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu :

1. Perkerasan lentur (flexible pavement), perkerasan yang menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Perkerasan kaku (rigid pavement), perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat.
3. Perkerasan komposite (composite pavement), merupakan kombinasi dari dua jenis perkerasan lentur dan kaku.

Dalam uraian selanjutnya akan dibahas mengenai lapis keras lentur. Pada prinsipnya lapis keras lentur tersusun dari 3 lapisan yaitu lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah.

Fungsi terpenting dari lapis keras jalan secara struktural adalah untuk mendukung beban lalu lintas, kemudian menyalurkan pada tanah dasar secara merata. Adapun fungsi dari tiap lapisan adalah :

1. Lapis permukaan

- a. Mendukung langsung beban lalu lintas dan meneruskan ke lapisan di bawahnya.
- b. Menahan gaya geser dari beban roda.
- c. Sebagai lapis aus akibat gaya gesek dan cuaca
- d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapisan di bawahnya

2. Lapis pondasi

- a. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan gaya geser.
- b. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi di bawahnya.

3. Lapis pondasi bawah

- a. Menyebarkan beban roda.
- b. Sebagai lapis peresapan.
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke lapis pondasi (akibat tekanan roda dari atas)

Perencanaan perkerasan jalan, seperti rencana penggunaan bahan teknik lainnya, pada umumnya merupakan soal dalam pemilihan dan perbandingan material untuk mendapatkan sifat-sifat yang diharapkan pada hasil akhir.

Tujuan umum dari rencana perkerasan dengan bahan ikat aspal adalah menetapkan suatu penggabungan gradasi agregat dan aspal bitumen yang akan

menghasilkan campuran dengan beberapa sifat :

- a. Bitumen yang cukup untuk menjamin keawetan perkerasan.
- b. Flesibilitas yang memadai sehingga memenuhi kebutuhan lalu lintas.
- c. Rongga yang memadai dalam total campuran padat sehingga masih memungkinkan adanya sedikit tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas tanpa terjadi bleeding dan hilangnya stabilitas, namun cukup rendah untuk menahan masuknya udara dan kelembaban yang berbahaya.
- d. Cukup mudah dikerjakan untuk dapat melaksanakan penghamparan campuran secara efisien tanpa menimbulkan segregasi.

3.2. Karakteristik Perkerasan.

Perkerasan jalan raya harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga didapatkan hasil yang kuat, awet dan nyaman untuk melayani lalu lintas. Karakteristik dari lapis perkerasan juga tidak bisa lepas dari pemahaman yang baik akan sifat dari bahan penyusunnya. Khususnya perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran lapisan perkerasan, sehingga akan didapatkan lapis perkerasan yang kuat awet, aman dan nyaman untuk melayani lalu lintas. Adapun unsur-unsur yang dimiliki oleh lapis perkerasan adalah stabilitas, daya tahan, fleksibilitas dan tahan terhadap gesek.

3.2.1. Stabilitas

Pengertian tentang stabilitas adalah ketahanan lapis keras untuk tidak berubah bentuk melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Stabilitas tidak selalu identik dengan daya dukung lapis perkerasan.

Beberapa variabel mempunyai hubungan terhadap stabilitas lapis perkerasan

antara lain adalah gesekan, kohesi dan inersia. Gaya gesek antara agregat itu sendiri tergantung pada tekstur permukaan, gradasi dari agregat, bentuk batuan, kerapatan campuran dan kualitas dari aspal. Hal ini kemudian dikombinasikan dengan gesekan dan kemampuan saling mengikat dari agregat dalam campuran. Kohesi merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi partikel batuan akan tercermin pada sifat kekerasannya sedangkan kohesi campuran bergantung pada gradasi agregat, daya adhesi aspal dan sifat bantu bahan tambah. Inersia merupakan lapis keras untuk menahan perpindahan tempat (resistance to displacement) yang mungkin terjadi akibat dari beban lalu lintas baik karena besarnya beban maupun karena jangka waktu pembebanan.

Memaksimalkan stabilitas dapat berarti menurunkan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengerjaan, dengan gradasi rapat dan saling mengunci perkerasan akan menjadi kaku, tidak cukup fleksibel.

3.2.2. Keawetan (Durability)

Keawetan adalah ketahanan lapis keras terhadap cuaca dan gaya-gaya keausan akibat beban lalu lintas. Sifat aspal dapat berubah karena oksidasi dan perubahan dari campuran yang disebabkan oleh air. Pada umumnya durabilitas yang tinggi untuk campuran perkerasan dilaksanakan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang memenuhi spesifikasi, serta suatu campuran yang tidak permeabel.

Dipandang dari sudut jumlah aspal yang digunakan maka dapat dikatakan bahwa : makin banyak kadar aspal maka makin bertambah tebal lapisan aspal yang melindungi tiap-tiap butir batuan. Makin tebal perlindungannya maka makin

lebih tahan lama perkerasannya. Kemudian penambahan aspal akan mengurangi pori-pori yang ada dalam campuran sehingga air dan udara akan sukar masuk kedalam perkerasan. Dalam meredam gaya pengausan yang mungkin terjadi, penggunaan batuan dengan sifat perkerasan yang tinggi memegang peranan yang cukup berarti. Pengausan/pecah-pecah dapat menimbulkan kerusakan berupa terlepas/bergesernya batuan sehingga dapat menimbulkan deformasi cekungan yang dapat menampung dan menyerap air.

3.2.3. Kelenturan (Flexibility)

Fleksibilitas didefinisikan sebagai kemampuan lapis keras untuk menyesuaikan diri terhadap Bergeraknya lapis pondasi ataupun tanah dasar (sub grade) pada arah vertikal.

Nilai fleksibilitas dipengaruhi oleh kadar aspal dan gradasi batuan. Secara umum kelenturan perkerasan aspal dapat dicapai dengan kadar aspal yang tinggi dan dengan agregat bergradasi terbuka.

3.2.4. Kekesatan Permukaan

Kekesatan (skid resistance) adalah kemampuan lapis permukaan (surface course) pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan. Faktor-faktor yang menyebabkan lapis permukaan mempunyai tahanan gesek yang tinggi, hampir sama pada faktor-faktor pada stabilitas. Pemberian aspal yang optimum pada agregat yang mempunyai permukaan kasar merupakan sumbangan yang terbesar bagi terbentuknya tahanan gesek yang tinggi. Faktor yang tidak boleh diabaikan adalah rongga udara yang cukup dalam lapis perkerasan., yang apabila terjadi panas atau suhu yang cukup tinggi aspal

tidak terdesak keluar (bleeding) sehingga lapis permukaan tidak menjadi licin.

3.2.5. Tahanan Terhadap Kelelahan (Fatigue)

Tahanan kelelahan adalah ketahanan dari beton aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan. Kelelahan pada lapis perkerasan yang berupa alur (rutting) dan retak. Faktor yang mempengaruhi terhadap kelelahan adalah :

- a. rongga antar campuran yang relatif besar dan kadar aspal yang rendah akan cepat mengakibatkan kelelahan.
- b. rongga antar butir yang relatif besar dan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

3.2.6. Kemudahan Dalam Pelaksanaan

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dicampur, dihamparkan dan dipadatkan, sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang disyaratkan. Sifat kemudahan ini penting karena pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Apabila pemilihan bahan dan pencampuran sesuai dengan rencana maka pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar.

3.3. Syarat-syarat Kekuatan/Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan mendukung dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke base course.

- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak dapat meresap ke lapisan dibawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat mengalir.
- d. Memiliki stabilitas yang cukup dan dapat memikul beban lalu lintas tanpa terjadi suatu deformasi, bergelombang atau desakan samping.
- e. Tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas.
- f. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan dan tidak mudah usang akibat beban lalu lintas dan pengaruh perubahan cuaca.

3.4. Bahan Penyusun Campuran Split Mastic Asphalt

Bahan utama perkerasan lentur split mastic asphalt adalah agregat dan aspal. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat agregat sedangkan bahan tambah 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 optimum

3.4.1. Aspal Keras/Aspal Semen (AC)

Aspal semen adalah aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan dan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi.

Aspal semen bersifat mengikat pada campuran aspal beton dan memberikan lapis kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam.

Aspal semen pada temperatur ruang (25°C s/d 30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis bergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasinya pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viscositasnya. (Silvia Sukirman, 1992)

Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal semen AC 60/70, AC menunjukkan aspal semen dan angka yang dibelakangnya menunjukkan besarnya penetrasi yaitu masuknya jarum penetrasi dalam uji penetrasi dengan beban 100 gram pada suhu 25°C selama 5 detik. Persyaratan aspal semen AC 60/70 diberikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Hasil Pemeriksaan Bahan 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 (Ring & Ball)	PA.0302-76	48	58	$^{\circ}\text{C}$
3	Titik Nyala	PA.0303-76	200	-	$^{\circ}\text{C}$
4	Kehilangan Berat (163°C ; 5 jam)	PA.0304-76	-	0,8	% berat
5	Kelarutan CCL_4	PA.0305-76	99	-	% berat
6	Daktalitas (25°C ; 5 cm/menit)	PA.0306-76	100	-	cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301-76	54	-	% awal
8	Daktalitas setelah kehilangan berat	PA.0306-76	50	-	cm
9	Berat Jenis (25°C)	PA.0307-76	1	-	gr/cc

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

Persyaratan umum aspal semen adalah sebagai berikut :

- a. Berasal dari hasil minyak bumi

- b. Harus memiliki sifat yang sejenis
- c. Kadar parafin dalam aspal tidak melebihi 2%
- d. Tidak mengandung air dan tidak berbusa jika dipanasi sampai suhu 175°C

Pada suhu ruang, aspal selalu dalam keadaan solid, maka dalam pelaksanaan pencampuran perlu dipanaskan terlebih dahulu, sebagai contoh pada pembuatan beton aspal campuran panas (hot mix). Dengan penambahan panas ini maka tingkat kekerasan (konsistensi) aspal akan berubah. Bahan yang konsistensinya berubah dengan perubahan suhu disebut bahan thermoplastic, dan aspal termasuk dalam kelompok bahan ini.

Pemilihan aspal sebagai bahan pengikat campuran panas (hot mix) harus memenuhi syarat-syarat sebagai 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 adhesi diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat tahan terhadap kerusakan yaitu :

- a. Retak (cracking), ditahan oleh kuat tarik

- b. Pengulitan (freetting/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 (skind 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 (oksidation)

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 dibawahnya, 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 yang 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 jika kadar aspal kurang yang menyebabkan ikatan aspal 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
- c. Pemanasan pada suhu tinggi pada rentang waktu lama.

3. Polimerization

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

4. Thisotrophy

Thisotrophy adalah perubahan viskositas aspal, jika aspal tidak mendapat 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 akan mengeras. Sebaliknya apabila yang diserap dalam pori agregat adalah asphaltenesnya maka aspal yang ada dipermukaan akan bertambah lunak.

6. Synerisis

Synerisis adalah penampakan noda-noda pada permukaan aspal. Warna noda tidak homogen. Noda ini disebabkan oleh terjadinya pembentukan truktur baru

dalam aspal. Struktur baru tersebut ditampakkan 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).

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

1. Fase pertama, aspal hanya sekedar menyelimuti permukaan butiran 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 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 aspal sebagian kepermukaan jalan pada saat jalan tersebut terkena roda kendaraan atau terkena sinar matahari.
4. Fase keempat, kadar aspal melebihi kebutuhan sehingga batuan seolah-olah terapung dalam massa aspal. Keadaan ini menjadikan kedudukan butiran menjadi tidak stabil dan mudah tergeser sehingga pada saat ada gaya vertikal dan gaya horisontal, 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 dalam campuran dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

1. Teori luas permukaan butiran dan kekasaran permukaan butir (surface area).
2. Metode Marshall, yaitu dengan menggunakan uji Marshall.

Dalam penelitian ini yang digunakan adalah metode Marshall, yaitu penelitian dengan menggunakan alat Marshall di laboratorium.

3.4.2. Agregat

Permeabilitas suatu campuran, 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 menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

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

Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

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 lapis perkerasan dengan permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.

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.

3. Gradasi senjang/timpang (gap graded)

Gradasi senjang merupakan campuran agregat dengan fraksi hilang dibagian tengah susunan saringan agregat.

4. Gradasi terbuka (open graded)

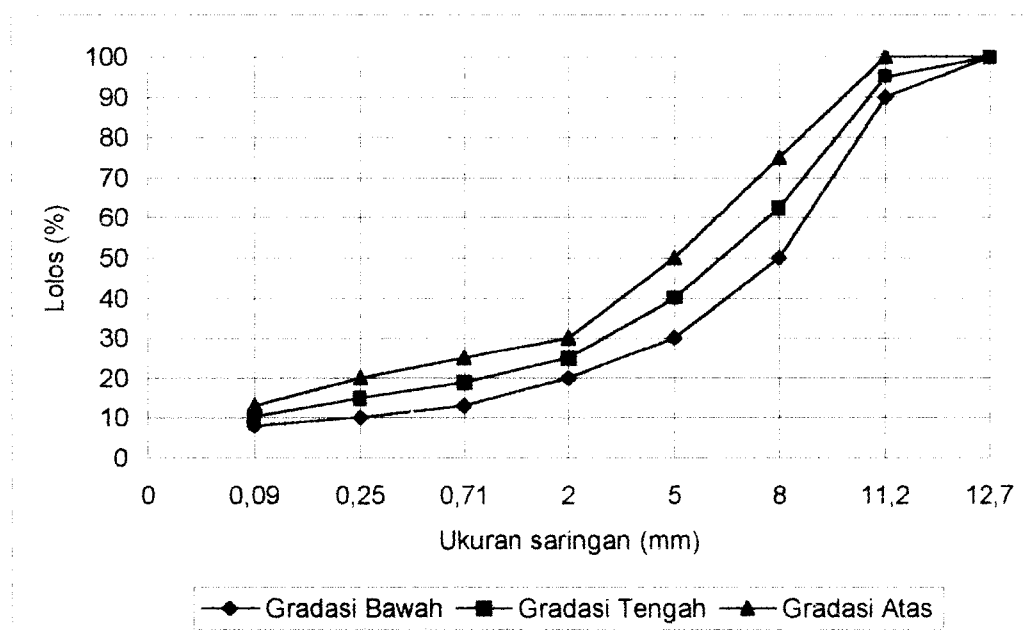
Gradasi terbuka merupakan campuran agregat dengan fraksi hilang di beberapa tempat pada susunan saringan agregat.

Gradasi agregat yang digunakan pada campuran split mastik asphalt (SMA) berbeda dengan gradasi yang digunakan pada campuran lapis beton aspal maupun pada campuran hot rolled sheet (HRS). Gradasi yang digunakan pada campuran split mastik asphalt (SMA) adalah gradasi terbuka (open graded), dengan prosentase agregat kasar $\geq 75\%$, gradasi split mastik asphalt yang digunakan diberikan pada tabel 3.2. :

Tabel 3.2. Spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal

Ukuran Saringan		% Lolos	% Lolos Ideal
Mm	Inch		
12,7	1/2	100	100
11,2	7/16	90 – 100	95
8,00	5/16	50 – 75	62,5
5,00	no. 4	30 – 50	40
2,00	No. 10	20 – 30	25
0,71	No. 25	13 – 25	19
0,25	No. 60	10 – 20	15
0,09	No. 170	8 – 13	10,5

Sumber : Dep. Pekerjaan Umum, Puslitbang Jalan.



Gambar 3.1. Grafik spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal

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

Persyaratan mutu agregat adalah sebagai berikut ini :

1. Kehilangan abrasi akibat 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 yaitu :

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.

3.4.3. Filler

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

Filler perlu ditambahkan pada campuran split mastic asphalt yang kurang pada komposisi material yang lolos saringan no. 200 (0,074 mm). Bahan pengisi yang dapat dipergunakan 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 pasir besi, yang lolos saringan no. 200.

Jika filler yang digunakan dalam campuran tidak dihitung sebagai bagian dari agregat, maka prosentase kadar filler harus ditentukan terlebih dahulu. Prosentase kadar filler tersebut kemudian dikalikan dengan berat total campuran untuk mendapatkan berat filler dalam campuran. Berat filler dalam campuran harus terdiri dari susunan gradasi mineral filler.

Tabel 3.3. Gradasi mineral filler

Ukuran saringan		% lolos	% lolos ideal
Mm	inch		
0,59	no. 30	100	100
0,279	no. 50	95 – 100	97,5
0,149	no. 100	90 – 100	95
0,074	no. 200	70 – 100	85

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

3.4.4. Bahan Tambah (Additive)

Bahan tambah pada campuran split mastic asphalt adalah serat selulosa yang pada hal ini digunakan jenis Roadcel 50 dengan kadar berkisar antara 0,3 - 1.5 % terhadap berat campuran. Persyaratan menurut Bina Marga yang harus dipenuhi untuk serat selulosa agar dapat dipakai sebagai bahan tambah pada SMA campuran panas adalah :

- a. Mudah terdistribusi secara merata dalam campuran panas pada temperatur 160°C - 170°C
- b. Dapat dipisahkan atau diekstraksi kembali dari campuran aspal panas.
- c. Tahan terhadap temperatur campuran aspal panas sampai dengan suhu 250°C minimal selama waktu pencampuran.
- d. Dengan kadar 0,3% terhadap berat SMA campuran panas dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap temperatur atau titik lembek.

Karakteristik dari serat selulosa jenis Roadcel 50 berdasarkan hasil pengujian adalah sebagai berikut ini.

Warna	Abu-abu
Kandungan selulosa	90%
Struktur	serat fiber
Panjang serat	5000 micro meter
Rata-rata panjang serat	1400 micro meter
Rata-rata diameter serat	40 micro meter
Berat jenis	30 gr/l
Ph	7 ± 1
Sisa pada pembakaran (850°C/4 jam)	5 %

Sumber : modul roadcel 50, PT. Olah Bumi Mandiri

BAB IV

HIPOTESA

Sebagai campuran split mastic aspal dengan gradasi terbuka maka kadar aspal untuk campuran harus cukup tinggi dengan tujuan agar selimut aspal pada agregat dapat dibuat cukup tebal sehingga tahan terhadap oksidasi, kemudian dengan penambahan bahan filler dengan kadar dan jenis tertentu dapat mempengaruhi sifat perilaku/sifat marshall dan daya tahan (durability) campuran split mastic asphalt.

Dengan adanya penambahan filler maka kadar aspal akan bertambah, campuran akan menjadi rapat dan tahan terhadap oksidasi, kaitannya dengan daya tahan (durability) yaitu campuran yang rapat akan tahan terhadap pengaruh suhu/cuaca dan keausan akibat beban lalu lintas.

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1. Bahan

Bahan-bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah :

1. Aspal

Jenis aspal yang dipakai adalah AC penetrasi 60/70 produksi Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

2. Agregat

Agregat berasal dari hasil alat pemecah batu (stone crusher) milik PT. Perwita Karya Yogyakarta.

3. Filler

Filler yang dipakai pada penelitian ini adalah jenis pasir besi (iron sand) berasal dari Teluk Penyu, Cilacap yang merupakan hasil tambang dari PT. Aneka Tambang, Unit Penambangan Pasir Besi, Cilacap.

4. Bahan tambah

Roadcel 50 merupakan serat selulosa hasil fabrikasi. Distributor di Indonesia adalah PT. Olah Bumi Mandiri di Jakarta.

5.2. Persyaratan Dan Pengujian Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang memenuhi syarat. Adapun pengujian yang dilakukan sebelumnya adalah :

5.2.1. Pemeriksaan Aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa dilaboratorium. Aspal yang telah memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan ikat perkerasan. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan penetrasi, pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60/70 adalah antara 60 sampai 79.
- b. Pemeriksaan titik lembek, 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. 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 inch (2,54 cm) dari pelat dasar. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0302-76 dengan nilai yang disyaratkan 48°C sampai 58°C.
- c. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-

kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal (titik bakar). Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0303-76, dengan besar nilai yang disyaratkan minimum 200°C.

- d. Kelarutan dalam CCL₄, 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.
- e. Berat jenis, adalah perbandingan berat dan volume aspal. Dalam penelitian ini untuk mendapat volume aspal dipergunakan air suling. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 dengan nilai yang disyaratkan sebesar minimal 1 gr/cm³. Berat jenis aspal diperlukan dalam perhitungan analisa campuran.
- f. Daktalitas aspal, tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan trik tertentu. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-76. Besarnya daktalitas aspal yang disyaratkan adalah minimal 100 cm.

5.2.2. Pemeriksaan Agregat.

Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

- a. Tingkat keausan, ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan percobaan abrasi yang menggunakan mesin Los Anggles 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. Daya lekat terhadap aspal, 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%.
- c. Peresapan agregat terhadap air, dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan air terhadap 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. Berat jenis (specific gravity), adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan volume agregat digunakan air suling. 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.
- e. Sand equivalent test, 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 dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang. Juga adanya lempung mengakibatkan luas permukaan yang harus diselimuti aspal

bertambah.

5.2.3. Pemeriksaan Filler

Filler merupakan bagian dari agregat yang mempunyai fraksi sangat halus dan lolos saringan no. 200. Khusus dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah pasir besi, semen dan debu batu. Perlu diperhatikan bahwa filler tersebut harus bebas dari kotoran dan dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%).

5.3. Perencanaan Campuran

5.3.1 Gradasi Agregat Campuran

Mengacu pada peraturan dan persyaratan Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, maka gradasi campuran ideal untuk campuran split mastic asphalt adalah seperti tabel 5.1. dibawah ini :

Tabel 5.1. Spesifikasi gradasi campuran split mastic aspal

Ukuran saringan		% lolos	% lolos ideal
mm	inch		
12,7	1/2	100	100
11,2	7/16	90 – 100	95
8,00	5/16	50 – 75	62,5
5,00	no. 4	30 – 50	40
2,00	No. 10	20 – 30	25
0,71	No. 25	13 – 25	19
0,25	No. 60	10 – 20	15
0,09	No. 170	8 – 13	10,5

Sumber : Dep. Pekerjaan Umum, Puslitbang Jalan.

5.3.2. Kadar Aspal

Berdasarkan Peraturan Dan Persyaratan Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, maka aspal yang dipakai adalah jenis aspal AC 60/70 yang memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F, dengan variasi kadar

aspal antara 6,5% s/d 7,5% terhadap 100% berat kering agregat. Dalam penelitian ini dipakai variasi kadar aspal : 5,5%; 6%; 6,5%; 7%; 7,5%.

5.4. Pelaksanaan Pengujian

5.4.1. Persiapan Benda Uji

Berat total campuran agregat dan aspal untuk satu jenis benda uji adalah 1200 gram, yang terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus dan filler. Benda uji dibuat masing-masing 3 buah (triplo), dengan variasi kadar aspal sebanyak 3 buah yaitu 5,5%; 6%; 6,5%; 7%; 7,5%, dan dipakai dua jenis filler dengan kadar filler yang dipakai yaitu 3% sehingga jumlah sampel yang dibuat sebanyak $5 \times 3 \times 2 = 30$ sampel. Kemudian pada test Marshall immersion dipakai variasi lama perendaman sebanyak 3 variasi yaitu 0 hari, 1 hari dan 4 hari. Jadi total jumlah sampel yang perlukan sebanyak $30 \times 3 = 90$ buah sampel.

5.4.2. Pembuatan Benda Uji

Untuk pembuatan benda uji, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Proses pembersihan agregat dari kotoran yang menempel dengan cara memanaskannya pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai diperoleh berat tetap, kemudian agregat tersebut disaring dalam kondisi kering untuk dipisahkan kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Proses penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada satu takaran campuran. Dimana berat total agregat untuk satu benda uji sebesar 1200 gram termasuk berat aspal, agregat dan filler.
3. Proses pencampuran dilakukan sebagai berikut :
 - a. Panci pencampur dipanaskan beserta agregat rencana sampai pada suhu

160°C sambil diaduk.

- b. Kemudian pada suhu 150°C ditambahkan aspal kedalam campuran agregat dengan takaran sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
 - c. Campuran diaduk selama ± 50 detik
4. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut :
- a. Perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dibersihkan dengan seksama dan dipanaskan pada suhu 93,3°C sampai dengan 148,9°C.
 - b. Cetakan benda uji ditimbang dan diukur tinggi dan diameter cetakan.
 - c. Letakkan selebar kertas saring/kertas penghisap menurut ukuran cetakan kedalam dasar cetakan.
 - d. Masukkan seluruh campuran kedalam cetakan pada suhu 140°C. Kemudian tusuk-tusuk campuran dengan keras menggunakan spatula yang telah dipanaskan. sebanyak 15 kali keliling pinggiran dan 10 kali dibagian tengah.
 - e. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (direncanakan untuk lalu lintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm dan palu pemadat selalu tegak lurus cetakan selama pemadatan dilakukan.
 - f. Plat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji, cetakan yang berisi benda uji dibalikkan. Untuk kemudian pelat alas dan leher sambung dipasang kembali kecetakan 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 diatas permukaan diangin-anginkan hingga mencapai suhu ruang.

5.4.3. Peralatan Pengujian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan antara lain :

1. Cetakan benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 10,15 cm, tinggi 8,75 cm lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
2. Alat penumbuk manual :
 - a. Penumbuk yang memiliki permukaan rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,70 cm.
 - b. Landasan pemadat yang terdiri dari balok kayu dilapis dengan pelat baja dan dipasang pada lantai baja di keempat bagian sudutnya.
 - c. Pemegang cetakan benda uji
3. Ejektor untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan
4. Alat test Marshall :
 - a. Kepala penekan "breaking head" yang berbentuk lengkung.
 - b. Cincin penguji "proving ring" dengan kapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg yang dilengkapi dengan arloji dial tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
 - c. Arloji penunjuk kelelahan "flow" dengan ketelitian 0,25 mm.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, mampu memanasi sampai dengan suhu 200°C ($\pm 3^\circ\text{C}$).
6. Bak perendam "water bath" dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20°C sampai dengan 60°C.
7. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1

gram.

8. Pengatur suhu dari logam "metal thermometer" berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5 atau 1% dari kapasitas.
9. Perlengkapan lain yang terdiri dari :
 - a. Panci untuk memanaskan agregat
 - b. Sendok pengaduk
 - c. Spatula
 - d. Kompor atau pemanas hot plate
 - e. Kantung plastik dan sarung tangan

5.4.4. Persiapan Pengujian

Dalam persiapan benda uji maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel untuk selanjutnya dilakukan penimbangan.
- b. Masing-masing benda diberi tanda pengenal.
- c. Setiap benda uji diukur tingginya, dilakukan 3 kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
- d. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang.
- e. Benda uji ditimbang dengan kondisi didalam air.
- f. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD).

5.4.5. Cara Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan sebagai berikut :

- a. Benda uji direndam dalam bak perendam (water bath) sesuai dengan variasi waktu perendaman yaitu selama 0 hari, 1 hari dan 4 hari dengan dengan suhu

perendaman sebesar 60°C

- b. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin supaya benda uji mudah dilepas.
- c. Setelah benda uji dikeluarkan dari water bath segera diletakkan pada alat uji Marshall yang dilengkapi dengan arloji kelelahan "flow meter" dan arloji pembebanan "stabilitas".
- d. Pembebanan dimulai dengan posisi jarum diatur hingga menunjukkan angka nol, sementara selubung tangkai arloji dipegang dengan kuat terhadap segmen kepala penekan.
- e. Kecepatan pembebanan dimulai dengan kecepatan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat itu dibaca pembebanan maksimum yang terjadi pada flow meter.

5.5. Anggapan Dasar

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh perubahan perilaku campuran Split Mastic Aspal dengan bahan tambah Roadcel 50 dengan menggunakan pasir besi sebagai filler kaitannya dengan durabilitas. Berdasarkan nilai-nilai density, VITM, VFWA, stabilitas, flow dan Marshall quotient hasil Marshall immersion test.

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

5.6. Cara Analisis

Dari hasil penelitian yang dikerjakan dilaboratorium didapatkan data-data antara lain :

- a. Berat benda uji sebelum direndam (gram)
- b. Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan "saturated surface dry" (gram)
- c. Berat benda uji dalam air (gram)
- d. Tebal benda uji (mm)
- e. Pembacaan arloji stabilitas (mm)
- f. Pembacaan arloji flow (mm)

Dari data-data diatas dapat dihitung nilai-nilai dari density, VITM, VFWA, flow, stabilitas dan Marshall quotient. Cara penghitungannya adalah sebagai berikut :

1. Berat jenis maksimum teoritis (h)

$$\text{Dipakai rumus, } h = \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ agregat}}{\text{bj. agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right)} \dots\dots\dots (5.1)$$

Bj agregat merupakan gabungan antara bj agregat kasar dengan bj. agregat halus, yang dicari dengan rumus :

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{\frac{\% \text{ aggr kasar}}{\text{bj. aggr kasar}} + \frac{\% \text{ aggr halus}}{\text{bj. aggr halus}}} \dots\dots\dots (5.2)$$

2. Berat isi benda uji

$$\text{Dipakai rumus, } g = \frac{c}{f}; f = d - e \dots\dots\dots (5.3)$$



Keterangan :

c = berat benda uji sebelum direndam (gram)

d = berat benda uji jenuh air (gram)

e = berat benda uji didalam air (gram)

f = isi (volume) benda uji (ml)

g = berat isi benda uji (gram/ml)

3. VFWA; % rongga terisi aspal (m)

$$\text{Dipakai rumus, } m = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots (5.4)$$

Keterangan :

i = rumus substitusi

l = % rongga terhadap agregat

4. VITM; % rongga dalam campuran (n)

$$\text{Dipakai rumus, } n = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots (5.5)$$

Keterangan :

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis

5. Kelelehan (flow)

Nilai flow dari arloji "flow" yang menyatakan besarnya deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm

6. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Nilai ini masih harus dikoreksi dengan kalibrasi alat dan angka koreksi ketebalan. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$q = 10,24 \times s \times 0,4536 \times t \dots\dots\dots (5.6)$$

Keterangan :

q = nilai stabilitas

s = pembacaan arloji stabilitas

t = angka koreksi tebal benda uji

10,24 = kalibrasi alat

0,4536 = perubahan satuan, lb menjadi kg

7. Marshall quotient (QM)

Nilai Marshall quotient didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

$$QM = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots (5.7)$$

Tabel 5.2. Angka koreksi tebal benda uji

Isi benda uji (cm ³)	Tebal (mm)	Angka koreksi
200 – 213	25,4	5,56
214 – 225	27,0	5,00
226 – 237	28,6	4,55
238 – 250	30,2	4,17
251 – 264	31,8	3,85
265 – 276	33,3	3,57
277 – 289	34,9	3,33
290 – 301	36,5	3,03
302 – 316	38,1	2,78
317 – 328	39,7	2,50
329 – 340	41,3	2,27
341 – 353	42,9	2,08
354 – 367	44,4	1,92
368 – 379	46,0	1,79
380 – 392	47,6	1,67
393 – 405	49,2	1,56
406 – 420	50,8	1,47
421 – 431	52,4	1,39
432 – 443	54,0	1,32
444 – 456	55,6	1,25
457 – 470	57,2	1,19
471 – 482	58,7	1,14
483 – 495	60,3	1,09
496 – 508	61,9	1,04
509 – 522	63,5	1,00
523 – 535	64,0	0,96
536 – 546	65,1	0,93
547 – 559	66,7	0,89
560 – 573	68,3	0,86
574 – 585	71,4	0,83
586 – 598	73,0	0,81
599 – 610	74,6	0,78
611 – 625	76,2	0,76

Sumber : AASHTO, Standart Specifications For Transportation Material And Methods Of Sampling And Testing, Part II, 1982

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian Laboratorium

Dari serangkaian pengujian bahan dan campuran split mastic asphalt dengan menggunakan metode Marshall diperoleh hasil seperti pada tabel 6.1. Sampai dengan tabel 6.9.

6.1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan terhadap bahan-bahan campuran split mastik aspal hasilnya ditampilkan pada tabel 6.1. sampai dengan tabel 6.3.

Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan aspal AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Hasil	Satuan
		Min.	Max.		
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	70	62,7	0,1 mm
2.	Titik lembek	48	58	53	°C
3.	Titik nyala	200	-	340	°C
4.	Kelarutan dalam CCL ₄	99	-	99,0826	% berat
5.	Daktalitas	100	-	≥ 165	cm
6.	Berat jenis	1	-	1,0327	gr/cc

Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan agregat kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Satuan
1.	Keausan dengan mesin Los Angeles	maks 40	35,0600	%
2.	Kelekatan terhadap aspal	> 95	98	%
3.	Penyerapan air	maks 3	2,0416	%
4.	Berat jenis	min 2,5	2,5426	gr/cc

Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan agregat halus pasir besi

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Satuan
1.	Nilai sand equivalent	min 50	80,2469	%
2.	Penyerapan air	maks 3	0,6036	%
3.	Berat jenis	min 2,5	4,2119	gr/cc

6.1.2. Hasil Pemeriksaan Benda Uji

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai-nilai : Density, VITM, VFWA, Stability, Flow serta Marshall Quotient, seperti yang terdapat pada tabel 6.4. sampai dengan tabel 6.9.

Tabel 6.4. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 0 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PB 0	5,5	2,3379	74,4477	4,2942	1659,3040	4,413	396,6649
6,0 PB 0	6	2,3519	81,9875	3,0278	1706,4806	3,725	504,8189
6,5 PB 0	6,5	2,3589	88,2638	2,0390	1800,1251	3,810	498,8229
7,0 PB 0	7,7	2,3451	89,2375	1,9197	1532,5932	3,895	397,7570
7,5 PB 0	7,5	2,3421	93,1777	1,3520	1431,0535	3,985	369,7674

Tabel 6.5. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 1 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PB 1	5,5	2,3015	68,2215	5,7857	1073,0758	3,048	382,4394
6,0 PB 1	6	2,3175	75,4818	4,4462	1437,2805	4,149	347,2071
6,5 PB 1	6,5	2,3366	83,2416	2,9637	1468,5981	4,233	345,5859
7,0 PB 1	7	2,3319	86,6042	2,4704	1245,0778	4,403	283,1929
7,5 PB 1	7,5	2,3166	87,4763	2,4247	1173,2559	4,487	269,5722

Tabel 6.6. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler pasir besi pada variasi immersion 4 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PB 4	5,5	2,3054	68,6396	5,6234	1287,1013	3,471	385,5769
6,0 PB 4	6	2,3171	75,1306	4,4613	1452,808	3,471	438,7942
6,5 PB 4	6,5	2,3223	80,4821	3,5576	1488,1931	4,403	338,2842
7,0 PB 4	7	2,3132	83,0503	3,2539	1374,8732	3,641	415,6311
7,5 PB 4	7,5	2,3018	84,8287	3,0495	1330,6674	4,403	303,7336

Tabel 6.7. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 0 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PC 0	5,5	2,2696	63,1405	6,5418	1566,8359	4,064	386,6527
6,0 PC 0	6	2,2991	72,2200	4,6531	1573,2688	3,387	475,9555
6,5 PC 0	6,5	2,3198	80,5383	3,1129	1688,6909	3,302	519,0582
7,0 PC 0	7	2,3094	82,3300	2,8644	1216,8907	3,556	344,3568
7,5 PC 0	7,5	2,2990	84,1623	2,6260	1249,9109	3,810	330,4861

Tabel 6.8. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 1 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PC 1	5,5	2,2609	61,9100	7,4464	1814,3388	3,387	537,2912
6,0 PC 1	6	2,2903	70,6628	5,5663	2047,5938	3,641	581,4710
6,5 PC 1	6,5	2,3082	78,1469	4,1445	2076,2381	4,572	455,3230
7,0 PC 1	7	2,3036	81,1239	3,6540	1857,6421	4,657	403,3546
7,5 PC 1	7,5	2,2909	82,7069	3,5085	1859,8244	5,165	375,0108

Tabel 6.9. Hasil uji Marshall pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan filler semen portland pada variasi immersion 4 hari

Kode	Kadar aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	QM (kg/mm)
5,5 PC 4	5,5	2,2922	66,5206	61650	1449,8486	4,064	357,1517
6,0 PC 4	6	2,3000	72,1301	5,1650	1521,6815	4,826	327,7868
6,5 PC 4	6,5	2,3171	79,4926	3,7749	1540,6143	4,826	318,6737
7,0 PC 4	7	2,3024	80,8241	3,7042	1493,7118	4,911	312,2889
7,5 PC 4	7,5	2,2920	82,9711	3,4608	1361,1171	5,842	238,0246

6.2. Pembahasan

6.2.1. Tinjauan Terhadap VITM (Void In The Mix)

VITM menunjukkan banyaknya rongga udara yang ada dalam campuran yang dinyatakan dalam persen. Nilai VITM berpengaruh terhadap kepadatan campuran, nilai VITM berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran, hal ini karena aspal mampu mengisi lebih banyak rongga-rongga yang terjadi.

Campuran dengan nilai VITM kecil menunjukkan bahwa campuran dengan tingkat kekakuan yang tinggi, yang berarti kandungan rongga dalam campuran

sangat sedikit jika campuran menerima beban lalu lintas mudah terjadi retak-retak karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi. Sebaliknya bila campuran memiliki nilai VITM yang besar, rongga yang terdapat dalam campuran lebih banyak sehingga campuran merupakan campuran yang berporus, kurang kedap terhadap udara dan air, akibatnya mudah teroksidasi sehingga daya tahan "durabilitas" campuran menurun. Adapun nilai prosentase rongga dalam campuran yang disyaratkan Bina Marga adalah 3% - 5%.

Tabel 6.10. Perbandingan nilai VITM antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland)

Kadar Aspal	VITM (%)					
	Pasir Besi			Semen Portland		
	0 hari	1 hari	4 hari	0 hari	1 hari	4 hari
5,5%	4,2942	5,7857	5,6234	6,5418	7,4464	6,1650
6,0%	3,0278	4,4462	4,4613	4,6531	5,5663	5,1650
6,5%	2,0390	2,9637	3,5576	3,1129	4,1445	3,7749
7,0%	1,9197	2,4704	3,2539	2,8644	3,6540	3,7042
7,5%	1,3520	2,4247	3,0495	2,6260	3,5085	3,4608

Pada tabel 6.10. terlihat bahwa nilai VITM dari bahan pengisi pasir besi lebih kecil dibanding dengan bahan pengisi semen portland, hal ini dikarenakan pasir besi mampu mengisi rongga-rongga campuran dengan baik dibanding dengan semen portland. Pada waktu pemadatan partikel filler pasir besi ini mampu merapat dan mengisi rongga yang ada seiring dengan bertambahnya kadar aspal sehingga campuran menjadi lebih rapat dan rongga yang terjadi lebih kecil. Lain halnya campuran dengan bahan pengisi semen portland yang nilai VITM lebih besar dari bahan pengisi pasir besi. Ini membuktikan bahwa campuran dengan bahan pengisi semen portland ternyata memiliki rongga campuran yang

lebih banyak, karena rongga campuran yang terjadi lebih banyak maka campuran kurang padat tidak kaku.

6.2.2. Tinjauan Terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt)

Nilai VFWA menunjukkan banyaknya rongga dalam campuran yang dapat terisi aspal, VFWA menentukan kekuatan ikatan, kedapdan dan keawetan suatu perkerasan. Nilai VFWA yang disyaratkan Bina Marga adalah antara 75% - 85%. Nilai VFWA dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan, jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga yang tersisa semakin kecil sehingga 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 VFWA menjadi besar dan akan menyebabkan terjadinya bleeding.

Sebaliknya bila VFWA rendah akan mengurangi daya ikat sehingga stabilitas rendah, dengan stabilitas yang rendah maka keawetan "durabilitas" campuran berkurang.

Tabel 6.11. Perbandingan nilai VFWA antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland)

Kadar Aspal	VFWA (%)					
	Pasir Besi			Semen Portland		
	0 hari	1 hari	4 hari	0 hari	1 hari	4 hari
5,5%	74,4477	68,2215	68,6396	63,1405	61,9100	66,5206
6,0%	81,9875	75,4818	75,1306	72,2200	70,6628	72,1301
6,5%	88,2638	83,2416	80,4821	80,5383	78,1469	79,4926
7,0%	89,2375	86,6042	83,0503	82,3300	81,1239	80,8241
7,5%	93,1777	87,4763	84,8287	84,1623	82,7069	82,9711

Dari tabel 6.11. hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, bertambahnya kadar aspal dalam campuran menyebabkan rongga antar agregat terisi aspal. Pada tabel 6.11. juga menunjukkan bahwa nilai VFWA campuran dengan pasir besi lebih tinggi dibanding campuran dengan semen portland. Berarti rongga yang terisi oleh aspal pada campuran dengan pengisi pasir besi lebih banyak dibanding campuran dengan pengisi semen portland.

6.2.3. Tinjauan Terhadap Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Perkerasan yang mempunyai nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Semakin tinggi nilai stabilitas maka umur rencana akan semakin panjang demikian sebaliknya rendahnya nilai stabilitas akan mengakibatkan turunnya daya dukung terhadap beban lalu lintas.

Nilai stabilitas yang disyaratkan adalah minimum 750 kg. Lapis keras dengan nilai stabilitas lebih kecil dari 750 kg akan mudah terjadi rutting karena perkerasan bersifat lembek, tidak mampu menahan beban yang berat.

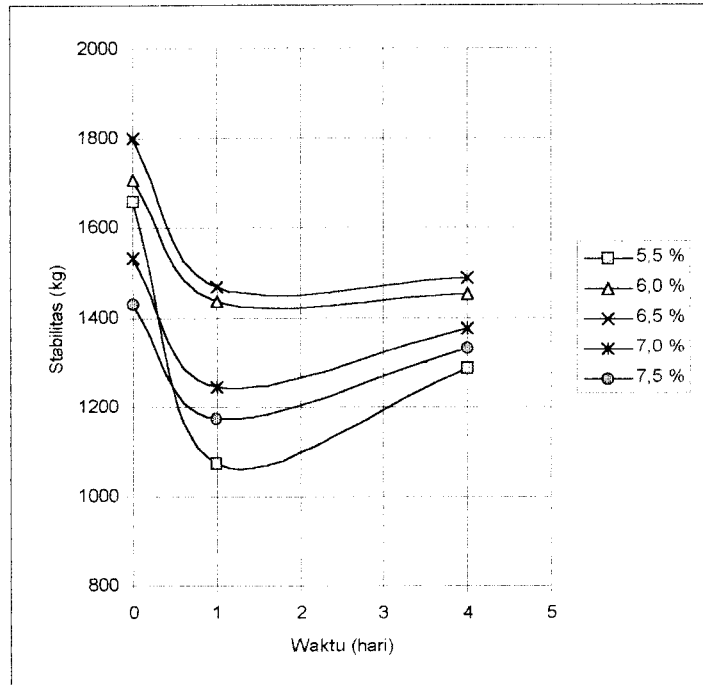
Namun nilai stabilitas yang sangat tinggi bukan berarti campuran tersebut sangat baik tetapi dengan nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku dan cepat mengalami retak selain itu rongga antar agregat yang kurang mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan sedikit. Hal ini menghasilkan selimut aspal yang tipis akibatnya ikatan aspal mudah lepas, kemampuan saling mengunci antar agregat berkurang sehingga durabilitas

menjadi rendah.

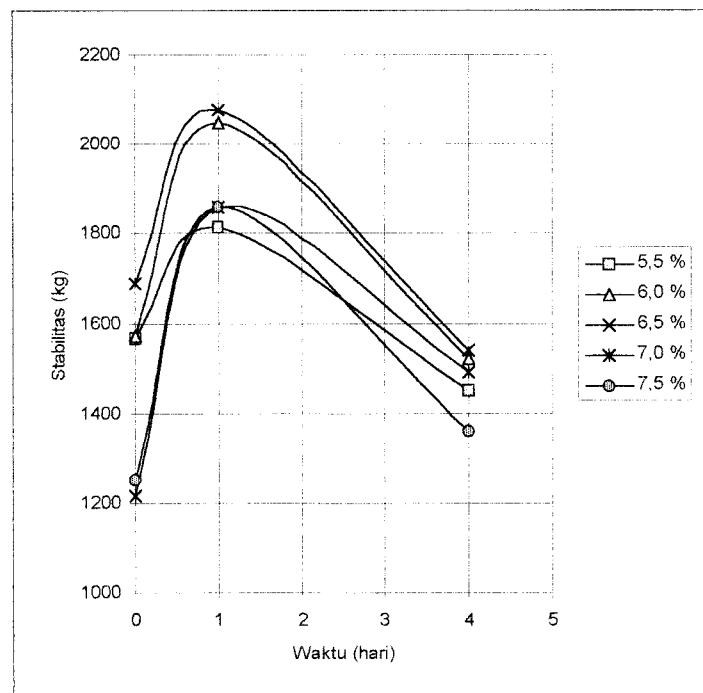
Campuran split mastik aspal yang merupakan campuran bergradasi terbuka (open grade) membutuhkan bahan filler cukup sebagai bahan pengisi rongga sehingga campuran menjadi rapat dan menaikkan nilai stabilitas. Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium menunjukkan bahwa campuran SMA+ RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi dan semen portland masing-masing memiliki nilai stabilitas diatas batas minimum yaitu 750 kg.

Tabel 6.12. Perbandingan nilai stabilitas antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland)

Kadar Aspal	STABILITAS (kg)					
	Pasir Besi			Semen Portland		
	0 hari	1 hari	4 hari	0 hari	1 hari	4 hari
5,5%	1659,3040	1073,0758	1287,1013	1566,8359	1814,3388	1449,8486
6,0%	1706,4806	1437,2805	1452,808	1573,2688	2047,5938	1521,6815
6,5%	1800,1251	1468,5981	1488,1931	1688,6909	2076,2381	1540,6143
7,0%	1532,5932	1245,0778	1374,8732	1216,8907	1857,6421	1493,7118
7,5%	1431,0535	1173,2559	1330,6674	1249,9109	1859,8244	1361,1171



Gambar 6.1. Hubungan waktu perendaman dengan stabilitas pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi



Gambar 6.2. Hubungan waktu perendaman dengan stabilitas pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland

Pada jenis bahan pengisi yang berbeda, juga mempengaruhi nilai stabilitasnya, dari hasil penelitian ini pada gambar 6.1. dan gambar 6.2. terlihat perbedaan bahwa campuran dengan menggunakan bahan pengisi pasir besi dibanding dengan menggunakan bahan pengisi semen portland terlihat bahwa gambar dari masing-masing jenis saling berlawanan menurut perubahan waktu.

Pada gambar 6.2. yaitu campuran SMA + RC 50 dengan jenis bahan pengisi semen portland pada perendaman mulai dari 0 hari (30 menit) sampai 1 hari terlihat kenaikan yang kemudian mulai menurun sesuai dengan penambahan waktu yang dalam hal ini hanya dilakukan percobaan sampai 4 hari. Nilai stabilitas tertinggi dicapai pada perendaman selama 1 hari sebesar 2076,2381 kg, dengan kadar aspal 6,5%.

Lain halnya campuran SMA + RC 50 dengan jenis bahan pengisi pasir besi, pada gambar 6.1. terlihat kejanggalan yaitu pada perendaman mulai dari 0 hari (30 menit) sampai 1 hari terjadi penurunan angka stabilitasnya kemudian sampai pada perendaman selama 4 hari terjadi kenaikan yang tidak banyak. Sedangkan nilai stabilitas tertinggi dicapai pada kadar aspal 6,5% dengan nilai stabilitas sebesar 1800,1251 kg pada perendaman 0 hari.

Adanya perbedaan ini membuktikan bahwa jenis bahan pengisi yang peka terhadap air atau disebut filler aktif terhadap air dalam hal ini adalah semen portland membantu meningkatkan nilai stabilitas, berbeda dengan pasir besi sebagai filler non aktif atau bahan pengisi yang tidak peka terhadap air. Selain itu dengan ditamhkannya bahan additive roadcell 50. yang sifatnya menaikkan durabilitas campuran sehingga umur rencana perkerasan menjadi lebih panjang.

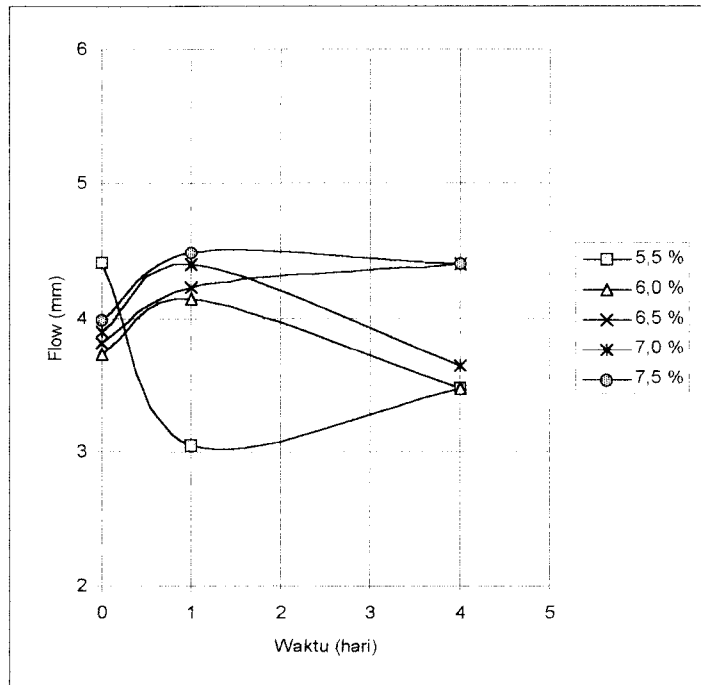
Dari kedua jenis tersebut dapat disimpulkan bahwa semen portland sebagai bahan pengisi ternyata masih lebih baik. Sedangkan pasir besi kurang baik digunakan sebagai bahan pengisi karena dari gambar grafik diatas terlihat penurunan nilai stabilitas, walau pada akhirnya terjadi kenaikan nilai stabilitasnya, tetapi masih sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan yaitu lebih besar dari 750 kg.

6.2.4. Tinjauan Terhadap Kelelahan (Flow)

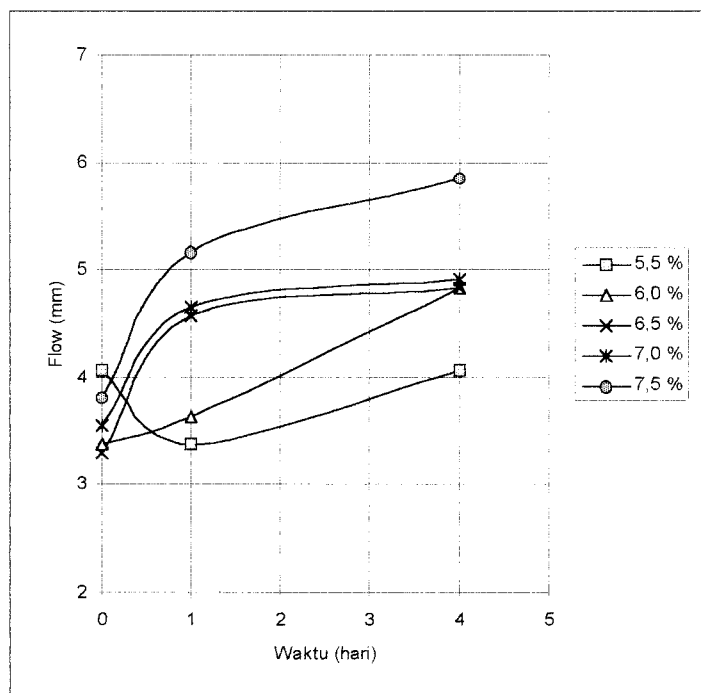
Nilai flow menunjukkan besarnya deformasi campuran benda uji akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai flow yang rendah dan nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran memiliki sifat getas dan kaku dan mudah retak jika menerima beban melampaui daya dukungnya. Sebaliknya nilai flow yang tinggi menunjukkan campuran cenderung plastis (fleksibilitas tinggi) sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban lalu lintas. Persyaratan yang diberikan oleh Bina Marga untuk nilai flow adalah antara 2 mm sampai dengan 4 mm.

Tabel 6.13. Perbandingan nilai flow antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dengan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland)

Kadar Aspal	FLOW (mm)					
	Pasir Besi			Semen Portland		
	0 hari	1 hari	4 hari	0 hari	1 hari	4 hari
5,5%	4,413	3,048	3,471	4,064	3,387	4,064
6,0%	3,725	4,149	3,471	3,387	3,641	4,826
6,5%	3,810	4,233	4,403	3,302	4,572	4,826
7,0%	3,895	4,403	3,641	3,556	4,657	4,911
7,5%	3,985	4,487	4,403	3,810	5,165	5,842



Gambar 6.3. Hubungan waktu perendaman dengan flow pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi



Gambar 6.4. Hubungan waktu perendaman dengan flow pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland

Pada gambar 6.3. dan gambar 6.4. hasil penelitian dilaboratorium terlihat bahwa nilai flow bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Semakin bertambahnya kadar aspal rongga yang terisi aspal menjadi bertambah, campuran menjadi lebih rapat, aspal yang menyelimuti agregat menjadi lebih tebal, campuran menjadi lebih fleksibel, ikatan antara agregat akan berkurang sehingga deformasi akan menjadi besar. Kemudian bila campuran mengalami pemadatan berulang akibat dari beban lalu lintas serta pengaruh temperatur yang tinggi mengakibatkan terjadinya bleeding sehingga durabilitas campuran berkurang.

Kemudian dari gambar 6.3. dan gambar 6.4. nilai kelelehan (flow) bertambah atau meningkat seiring dengan waktu lamanya perendaman. Pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan bahan pengisi pasir besi. Nilai kelelehan tertinggi sebesar 4,487 mm. Sedangkan untuk campuran dengan bahan pengisi semen portland nilai kelelehan tertinggi sebesar 5,842 mm. Jika diperhatikan campuran dengan bahan pengisi semen portland nilai flow meningkat lebih tinggi dibanding dengan campuran dengan bahan pengisi pasir besi. Ini menjelaskan bahwa semen portland sebagai filler aktif berpengaruh terhadap air terutama dengan perendaman dengan suhu 60°C, yang berbeda dengan pasir besi sebagai filler non aktif yang kenaikan nilai flow tidak terlalu besar.

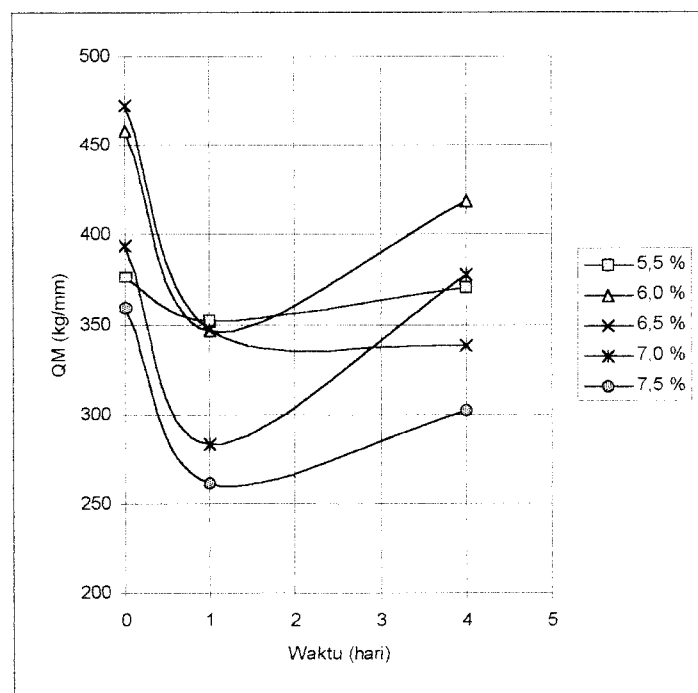
Dari kedua campuran tersebut dapat disimpulkan bahwa campuran dengan bahan pengisi pasir besi untuk nilai flow lebih baik dibanding dengan campuran dengan bahan pengisi semen portland.

6.2.5. Tinjauan Terhadap Marshall Quotient

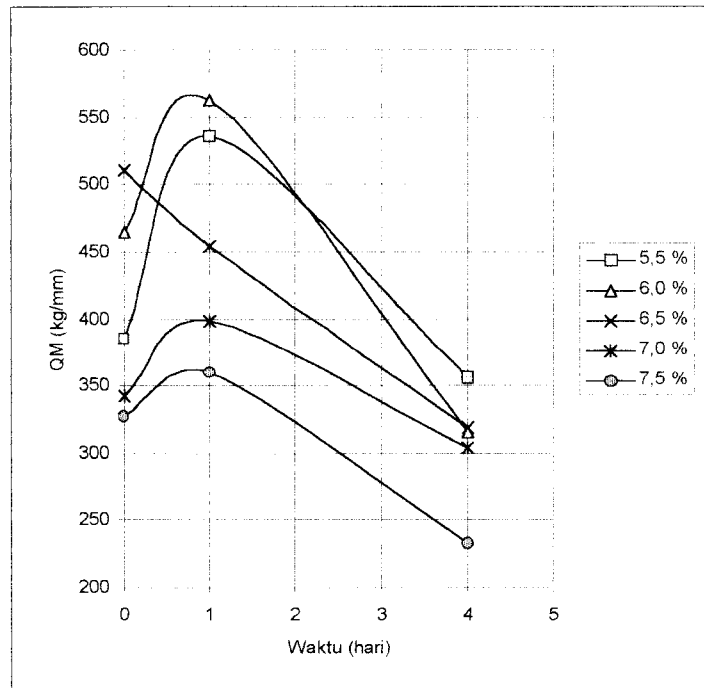
Marshall quotient merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dengan nilai

kelelahan (flow), yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan kelelahan (flow) yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku, sehingga mudah getas. Sebaliknya, stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi berakibat perkerasan akan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

Nilai Marshall quotient berdasarkan spesifikasi teknis 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. Nilai tersebut memang lebih besar dari 750 kg sebagai mana nilai stabilitas yang disyaratkan. Sedangkan nilai kelelahan (flow) yang disyaratkan adalah antara 2 – 4 mm. Namun nilai flow yang dicapai antara 3 – 5 mm seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan waktu perendaman pada air dengan suhu 60°C.



Gambar 6.5. Hubungan waktu perendaman dengan QM pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi



Gambar 6.6. Hubungan waktu perendaman dengan QM pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi semen portland

Dari hasil penelitian dilaboratorium untuk nilai Marshall quotient pada campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan bahan pengisi pasir besi dan campuran SMA + RC 50 dengan menggunakan bahan pengisi semen portland yang ditampilkan pada gambar 6.5. dan gambar 6.6. terlihat perbedaan yang jelas. Pada campuran dengan bahan pengisi pasir besi nilai QM sangat tinggi pada percobaan perendaman 0 hari kemudian pada perendaman 1 hari nilai QM turun dan pada perendaman 4 hari nilai QM terlihat adanya kenaikan. Sesuai dengan nilai stabilitas yang terjadi pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan pengisi pasir besi dan nilai flow yang kecil, menunjukkan campuran yang semakin lama semakin kaku. Berbeda dengan campuran SMA + RC 50 yang menggunakan semen portland sebagai bahan pengisi yaitu pada perendaman 1 hari nilai QM meningkat kemudian pada perendaman 4 hari nilai kembali turun, terlihat pada

tabel 6.14.

Tabel 6.14. Perbandingan nilai QM antara campuran SMA + RC 50 (filler pasir besi) dan campuran SMA + RC 50 (filler semen portland) dengan variasi perendaman

Kadar Aspal	Marshall Quotient (kg/mm)					
	Pasir Besi			Semen Portland		
	0 hari	1 hari	4 hari	0 hari	1 hari	4 hari
5,5%	396,6649	382,4394	385,5769	386,6527	537,2912	357,1517
6,0%	504,8189	347,2071	438,7942	475,9555	581,4710	327,7868
6,5%	498,8229	345,5859	338,2842	519,0582	455,3230	318,6737
7,0%	397,7570	283,1929	415,6311	344,3568	403,3546	312,2889
7,5%	369,7674	269,5722	303,7336	330,4861	375,0108	238,0246

Perbedaan ini menjelaskan bahwa pengaruh dari filler aktif dan filler non aktif juga mempengaruhi dari nilai Marshall quotientnya. Filler aktif dalam hal ini adalah semen portland juga bersifat menaikkan nilai stabilitas kemudian dengan adanya bahan additif roadcell 50 yang membantu menaikkan nilai stabilitas. Sedangkan pada pasir besi sebagai filler non aktif stabilitas tertinggi dicapai pada 0 hari.

Selain itu nilai QM meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal sampai pada kadar optimum nilai QM kembali menurun. Semakin bertambah kadar aspal nilai stabilitas bertambah nilai flow juga bertambah, akibatnya nilai QM juga meningkat. Ketika kadar aspal telah melebihi kadar aspal optimum, stabilitas kembali turun tetapi nilai flow tetap bertambah, nilai QM menjadi turun kembali karena campuran bersifat plastis akibat kelebihan aspal.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dimuka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pengaruh lama perendaman pada penggunaan pasir besi sebagai filler dalam campuran Split Mastic Asphalt + Roadcell 50 ternyata mempunyai kekuatan yang lebih rendah dari pada menggunakan filler semen portland, hal ini ditandai dengan nilai stabilitas campuran dengan filler semen portland yang lebih tinggi dibandingkan campuran dengan filler pasir besi.
2. Pengaruh lama perendaman ditinjau dari nilai kelelehannya, secara keseluruhan campuran dengan menggunakan filler semen portland nilai kelelehannya lebih tinggi dibanding dengan campuran yang menggunakan filler pasir besi. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan lama waktu perendaman pada air dengan suhu 60°C nilai kelelehannya semakin meningkat.
3. Sedangkan untuk nilai Marshall Quotient pengaruhnya terhadap lama perendaman pada campuran SMA + RC 50 dengan bahan tambah pasir besi justru semakin lama perendaman terjadi peningkatan nilai QM, sebaliknya pada campuran dengan bahan tambah semen portland nilai QM menurun. Hal

ini berarti semakin lama perendaman campuran dengan filler pasir besi semakin kaku.

4. Untuk nilai VITM dan VFWA pada kedua campuran tersebut menunjukkan bahwa campuran dengan bahan pengisi pasir besi memiliki rongga dalam campuran yang sedikit dan rongga yang terisi aspal lebih besar kebalikan dari campuran dengan bahan pengisi semen portland yang memiliki rongga dalam campuran lebih besar dan rongga yang terisi aspal sedikit.
5. Secara keseluruhan pasir besi dapat dipergunakan sebagai bahan pengisi campuran Split Mastic Aspal + Roadcell 50 selain itu campuran dengan bahan pengisi pasir besi memiliki durabilitas yang baik.

7.2. Saran

1. Dari hasil penelitian pada campuran SMA + RC50 untuk pasir besi sebagai filler pada grafik stabilitas dan grafik flow terjadi perubahan yang berlawanan. Sehingga perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai perubahan hal tersebut pada campuran dengan jenis lain. → bodo!
2. Pengaruh penggunaan pasir besi sebagai bahan pengisi sehingga campuran perkerasan menjadi kedap air, untuk itu perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruhnya terhadap keasaman air.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1982, **Standard Specifications For Transportation Material And Methods Of Sampling And Testing**, Part II, AASHTO.
2. _____, 1983, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON)**, No. 13/PT/B/1983, Badan Penerbit Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia.
3. _____, 1983, The Asphalt Institute, **Asphalt Technology and Construction**, Practices Instructor's Guide.
4. _____, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, **Manual Pemeriksaan Bahan Jalan**, No. 01/MN/BM/1976, Badan Penerbit Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia.
5. Bituminous Mixtures, In Road Construction, 1994, Edited by Robert N Hunter.
6. E.J. Yoder and Matthew W. Witzak, 1957, **Principles of Pavement Design**, John Wiley & Sond, Inc.
7. Josep Craush, Ilan Ishai, Arie Sides, 1981, **Durability of Bituminous Paving Mixtures of Related to Filler Type and Properties**, Proceeding of The Association of Asphalt Paving Technologist.

8. Josep Craush. and Ishai, 1977, **Effect of Filler and Aggregate Bitumen Adhesion Properties in Bituminous Mixtures**, Proceeding of The Association of Asphalt Paving Technologist.
9. Kerbs R. D. and Walker R.D., 1971, **Highway Material**, Mc Graw Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
10. Moh. Ali Khairuddin, 1993, **Tinjauan Umum Hasil Split Mastic Asphalt**, Jakarta.
11. Silvia Sukirman, 1992, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Bandung.
12. Soeprapto TM, 1994, **Bahan dan Struktur Jalan Raya**, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

PENUTUP

Ilmu dan teknologi selalu berkembang pesat dan selalu menuntut kita untuk dapat mengikuti perkembangan tersebut. Namun perkembangan kemampuan individu untuk mengikuti sangatlah terbatas sehingga kita seakan-akan selalu tertinggal.

Menyadari kesempatan dan keterbatasan ilmu yang ada, disadari pula tanpa bantuan, bimbingan dan pengarahan dari tim pembimbing tugas akhir ini, serta bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini akan memberikan hasil yang jauh dari hasil yang telah diperoleh saat ini.

Karena itu, dengan selesainya tugas akhir ini, selain ucapan puji syukur kehadirat Ilahi Rabbi, ucapan terima kasih penyusun sampai kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya kepada penyusun.

Harapan penyusun semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk kita semua. Amin.

LAMPIRAN



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Agregat Kasar Kali Krasak 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 25 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) → (BJ)	2645	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR → (BA)	1628	
BERAT SAMPLE KERING OVEN (BK)	2596	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,543	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,595	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,682	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,042	

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Agregat Halus Kali Krasak 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 25 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)		
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	664 Gr	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	987 Gr	
BERAT SAMPLE KERING OVEN (BK)	488 Gr	
$BERAT\ JENIS = \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,75	
$BERAT\ SSD = \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,82	
$BJ\ SEMU = \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,96	
$PENYERAPAN = \frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	2,48 %	

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT. Aneka Tambang, Cilacap Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Pasir Besi 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 31 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 Gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	665 Gr	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	1047 Gr	
BERAT SAMPLE KERING OVEN (BK)	497 Gr	
$BERAT\ JENIS = \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	4,2119	
$BERAT\ SSD = \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	4,2373	
$BJ\ SEMU = \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	4,3217	
$PENYERAPAN = \frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	0,6036 %	

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 30 s/d 31 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28°	11.43 WIB
SELESAI PEMANASAN	140°	11.55 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	70°	11.59
SELESAI	28°	13.05
DIPERIKSA		
MULAI	25°	09.55
SELESAI	26°	10.00

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	98 %
II	
RATA-RATA	

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Agregat Kali Krasak 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 26 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")	2500	
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")		
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUMLAH TERTAHAN DISIEVE 12 (B)		3247	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		35,06 %	

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Agregat Halus Kali Krasak 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 30 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking	Start	11.20		
(10 Min)	Stop	11.30		
Sedimentation Time	Start	11.40		
(20 Min - 15 Sec)	Stop	12.00		
Clay Reading		4,6		
Sand Reading		3,5		
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		68,4783 %		
Avarage Sand Equivalent				
Remark :				

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

Contoh dari : PT. Aneka Tambang, Cilacap Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : Pasir Besi 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 30 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking	Start	11.30		
(10 Min)	Stop	11.35		
Sedimentation Time	Start			
(20 Min - 15 Sec)	Stop			
Clay Reading		4,05		
Sand Reading		3,25		
$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		80,247 %		
Avarage Sand Equivalent				
Remark :				

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 31 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		12.20 WIB
SELESAI PEMANASAN		12.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		12.30
SELESAI		13.30
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI		13.20
SELESAI		14.20
DIPERIKSA		
MULAI		14.25
SELESAI		14.55

HASIL PENGAMATAN

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

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 29 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27°	12.20 WIB
SELESAI PEMANASAN		12.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		12.30
SELESAI		13.30
DIPERIKSA		
MULAI		13.35
SELESAI		14.00

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	340°C	355°C
II		
RATA-RATA		

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 29 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		12.20 WIB
SELESAI PEMANASAN		12.30 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		13.20
SELESAI		14.20
DIPERIKSA		
MULAI		15.10
SELESAI		15.23

HASIL PENGAMATAN

NO.	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5				
2.	10	62	62		
3.	15	60	60		
4.	20	58	58		
5.	25	58	58		
6.	30	59	59		
7.	35	57	57		
8.	40	59	59		
9.	45	61	61		
10.	50	59	59		
11.	55	30	35	53°C	54°C

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
BERATJENIS ASPAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 24 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

No.	Urutan Pekerjaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	29,60 gram
2.	Berat vicnometer + aquadest	79,14 gram
3.	Berat air (2 - 1)	49,54 gram
4.	Berat vicnometer + aspal	31,81 gram
5.	Berat aspal (4 - 1)	2,21 gram
6.	Berat vicnometer +Aspal + Aquadest	79,21 gram
7.	Berat air saja (6 - 4)	47,40 gram
8.	Volume aspal (3 - 7)	2,14 gram
9.	Berat jenis aspal : berat/vol (5/8)	1,0327

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
DAKTALITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 31 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
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 $\pm 25^{\circ}\text{C}$
Periksaan	Ddaktalitas pada 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$

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

Yogyakarta, _____
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL₄

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan oleh :
Jenis contoh : ASPAL AC 60/70 1. Chandra Dirgantara (90 310 033)
Diterima tanggal : 24 Maret 1999 2. M. Firmanto (90 310 044)
Diperiksa oleh : Syamsudin

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>	Pembacaan waktu	Pembacaan suhu
	Mulai jam	14.10	
	Selesai jam		
<u>PEMERIKSAAN</u>			
1. Penimbangan	Mulai jam	14.10	27°
2. Pelarutan	Mulai jam	14.15	
3. Penyaringan	Mulai jam	14.16	
	Selesai jam	14.25	
4. Di oven	Mulai jam	14.25	
5. Penimbangan	Selesai jam	14.50	

1. Berat botol erlenmeyer kosong	=	74,00	gr
2. Berat erlenmeyer + aspal	=	76,18	gr
3. Berat aspal (2 - 1)	=	2,18	gr
4. Berat kertas saring bersih	=	0,58	gr
5. berat kertas saring + endapan	=	0,6	gr
6. Berat endapan saja (5 - 4)	=	0,02	gr
7. Persentase endapan $\left(\frac{6}{3} \times 100\%\right)$	=	0,9174	%
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	=	99,0826	%

Yogyakarta,
Kepala Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT)



TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT

Asal bahan : Kali Krasak (hasil stone crusher PT. Perwita Karya)
Jenis pekerjaan : Analisa saringan untuk kadar aspal 5,5 %
Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler
Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantra (90 310 033)
: M. Firmanto (90 310 044)

Ukuran Saringan		Prosentase (%)		Berat (gram)		Spesifikasi (%)	
		Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah	Min	Maks
1/2"	12,7 mm	100	0	0	0	100	100
7/16"	11,2 mm	95	5	54,9	54,9	90	100
5/16"	8,00 mm	62,5	37,5	411,75	356,85	50	75
no. 4	5,00 mm	40	60	658,8	247,05	30	50
no. 10	2,00 mm	25	75	823,5	164,7	20	30
no. 25	0,71 mm	19	81	889,38	65,88	13	25
no. 60	0,25 mm	15	85	933,3	43,92	10	20
no. 170	0,09 mm	10,5	89,5	982,71	49,41	8	13
pan		0	100	1098	115,29	-	-

Berat aspal 5,5% x 1200 gram = 66 gram

Berat filler 3,0% x 1200 gram = 36 gram

Berat agregat total = 1098 gram

Berat benda uji = 1200 gram



TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT

Asal bahan : Kali Krasak (hasil stone crusher PT. Perwita Karya)
Jenis pekerjaan : Analisa saringan untuk kadar aspal 6,0 %
Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler
Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantra (90 310 033)
: M. Firmanto (90 310 044)

Ukuran Saringan		Prosentase (%)		Berat (gram)		Spesifikasi (%)	
		Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah	Min	Maks
1/2"	12,7 mm	100	0	0	0	100	100
7/16"	11,2 mm	95	5	54,6	54,6	90	100
5/16"	8,00 mm	62,5	37,5	409,5	354,9	50	75
no. 4	5,00 mm	40	60	655,2	245,7	30	50
no. 10	2,00 mm	25	75	819	163,8	20	30
no. 25	0,71 mm	19	81	884,52	65,52	13	25
no. 60	0,25 mm	15	85	928,2	43,68	10	20
no. 170	0,09 mm	10,5	89,5	977,34	49,14	8	13
pan		0	100	1092	114,66	-	-

Berat aspal 6,0% x 1200 gram = 72 gram

Berat filler 3,0% x 1200 gram = 36 gram

Berat agregat total = 1092 gram

berat benda uji = 1200 gram



TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT

Asal bahan : Kali Krasak (hasil stone crusher PT. Perwita Karya)
Jenis pekerjaan : Analisa saringan untuk kadar aspal 6,5 %
Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler
Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantra (90 310 033)
: M. Firmanto (90 310 044)

Ukuran Saringan		Prosentase (%)		Berat (gram)		Spesifikasi (%)	
		Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah	Min	Maks
1/2"	12,7 mm	100	0	0	0	100	100
7/16"	11,2 mm	95	5	54,3	54,3	90	100
5/16"	8,00 mm	62,5	37,5	407,25	352,95	50	75
no. 4	5,00 mm	40	60	651,6	244,35	30	50
no. 10	2,00 mm	25	75	814,5	162,9	20	30
no. 25	0,71 mm	19	81	879,66	65,16	13	25
no. 60	0,25 mm	15	85	923,1	43,44	10	20
no. 170	0,09 mm	10,5	89,5	971,97	48,87	8	13
pan		0	100	1086	114,03	-	-

Berat aspal 6,5% x 1200 gram = 78 gram

Berat filler 3,0% x 1200 gram = 36 gram

Berat agregat total = 1086 gram

Berat benda uji = 1200 gram



TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT

Asal bahan : Kali Krasak (hasil stone crusher PT. Perwita Karya)
Jenis pekerjaan : Analisa saringan untuk kadar aspal 7,5 %
Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler
Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantra (90 310 033)
: M. Firmanto (90 310 044)

Ukuran Saringan		Prosentase (%)		Berat (gram)		Spesifikasi (%)	
		Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah	Min	Maks
1/2"	12,7 mm	100	0	0	0	100	100
7/16"	11,2 mm	95	5	53,7	53,7	90	100
5/16"	8,00 mm	62,5	37,5	402,75	349,05	50	75
no. 4	5,00 mm	40	60	644,4	241,65	30	50
no. 10	2,00 mm	25	75	805,5	161,1	20	30
no. 25	0,71 mm	19	81	869,94	64,44	13	25
no. 60	0,25 mm	15	85	912,9	42,96	10	20
no. 170	0,09 mm	10,5	89,5	961,23	48,33	8	13
pan		0	100	1074	112,77	-	-

Berat aspal 7,5% x 1200 gram = 90 gram

Berat filler 3,0% x 1200 gram = 36 gram

Berat agregat total = 1074 gram

Berat benda uji = 1200 gram



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besi (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 0 hari
 : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 10 April 1999
 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PB 5,5	67,33	5,8201	5,50	1191,5	1203	689,5	513,5	2,3204	2,4428	12,3581	82,6310	5,0109	17,3690	71,1503	5,0106	510	1748,127	1538,3518	3,302	465,8849
2 PB 5,5	63,33	5,8201	5,50	1181	1186	685	501	2,3573	2,4428	12,5546	83,9450	3,5004	16,0550	78,1974	3,5001	525	1799,543	1799,5430	6,128	293,6591
3 PB 5,5	64,67	5,8201	5,50	1182	1190	684	506	2,3360	2,4428	12,4412	83,1865	4,3723	16,8135	75,9953	4,3720	509	1744,699	1640,0171	3,810	430,4507
Rerata								2,3379						74,4477	4,2942			1659,3040	4,413	396,6649
1 PB 6,0	66,00	6,3830	6,00	1185	1192	693	499	2,3747	2,4253	13,7970	84,1172	2,0858	15,8828	86,8676	2,0863	545	1868,097	1699,9683	2,286	743,6432
2 PB 6,0	65,33	6,3830	6,00	1179,5	1188	685	503	2,3449	2,4253	13,6239	83,0616	3,3145	16,9384	80,4320	3,3151	520	1782,404	1639,8117	4,572	358,6640
3 PB 6,0	67,00	6,3830	6,00	1182	1192	686	506	2,3360	2,4253	13,5722	82,7464	3,6814	17,2536	78,6630	3,6820	590	2022,343	1779,6618	4,318	412,1496
Rerata								2,3519						81,9875	3,0278			1706,4806	3,725	504,8189
1 PB 6,5	63,87	6,9519	6,50	1181,5	1183	690	493	2,3966	2,4080	15,0846	84,4414	0,4740	15,5586	96,9535	0,4734	492	1686,428	1635,8352	4,572	357,7942
2 PB 6,5	64,27	6,9519	6,50	1184	1190	684	506	2,3399	2,4080	14,7278	82,4436	2,8286	17,5564	83,8885	2,8281	573	1964,072	1865,8684	4,064	459,1212
3 PB 6,5	63,97	6,9519	6,50	1186,5	1194	687	507	2,3402	2,4080	14,7296	82,4542	2,8162	17,5458	83,9494	2,8156	577	1977,783	1898,6717	2,794	679,5532
Rerata								2,3589						88,2638	2,0390			1800,1251	3,810	498,8229

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = $d - e$
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj-aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj-aspal}} \right) \right\}$$
 i = $\frac{b \times g}{\text{bj-aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \times g}{\text{bj-aggr}}$
 k = $(100 - i)$ jumlah kandungan rongga
 l = $(100 - j)$ rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelebihan plastis (FI,OW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pematangan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj-aspal : 1,0327
 - bj-agregat : 2,6337
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kalurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besi (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 0 hari
 : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 10 April 1999
 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PB 7,0	64,47	7,5269	7,00	1190	1193	687	506	2,3518	2,3910	15,9413	82,4198	1,6389	17,5802	90,6776	1,6395	474	1624,730	1543,4935	3,556	434,0533
2 PB 7,0	67,13	7,5269	7,00	1230	1234	709	525	2,3429	2,3910	15,8810	82,1079	2,0111	17,8921	88,7598	2,0117	557	1909,229	1680,1215	3,810	440,9768
3 PB 7,0	64,47	7,5269	7,00	1182	1188	683	503	2,3406	2,3910	15,8654	82,0273	2,1073	17,9727	88,2750	2,1079	422	1446,489	1374,1646	4,318	318,2410
Rerata								2,3451						89,2375	1,9197			1532,5932	3,895	397,7570
1 PB 7,5	63,90	8,1081	7,50	1185	1190	690	500	2,3700	2,3742	17,2122	82,6111	0,1767	17,3889	98,9838	0,1769	501	1717,278	1665,7597	3,302	504,4699
2 PB 7,5	63,87	8,1081	7,50	1181	1185	686	499	2,3667	2,3742	17,1882	82,4960	0,3158	17,5040	98,1958	0,3159	446	1528,754	1482,8914	4,588	323,2109
3 PB 7,5	66,47	8,1081	7,50	1186	1195	677	518	2,2896	2,3742	16,6283	79,8086	3,5631	20,1914	82,3534	3,5633	371	1271,677	1144,5093	4,064	281,6214
Rerata								2,3421						93,1777	1,3520			1431,0535	3,985	369,7674

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$100 \div \left\{ \frac{\% \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}} \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{bj \text{ aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ agregat}}$$
 k = (100-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-i) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pematangan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj aspal : 1,0327
 - bj agregat : 2,6337
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kalurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Semen Portland (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 Lama immersion 0 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 14 April 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PC 5,5	70,73	5,8201	5,50	1191	1204	673	531	2,2429	2,4285	11,9453	79,8711	8,1836	20,1289	59,3440	7,6426	504	1727,561	1451,1512	4,064	357,0746
2 PC 5,5	70,03	5,8201	5,50	1185	1196	675	521	2,2745	2,4285	12,1136	80,9964	6,8900	19,0036	63,7437	6,3414	562	1926,367	1618,1483	4,318	374,7449
3 PC 5,5	67,80	5,8201	5,50	1187	1199	681	518	2,2915	2,4285	12,2042	81,6018	6,1940	18,3982	66,3337	5,6413	547	1874,952	1631,2082	3,810	428,1386
Rerata								2,2696							63,1405	6,5418		1566,8359	4,064	386,6527
1 PC 6,0	68,37	6,3830	6,00	1189	1200	674	526	2,2605	2,4113	13,1335	80,0720	6,7945	19,9280	65,9048	6,2539	426	1460,200	1255,7720	3,810	329,5990
2 PC 6,0	64,83	6,3830	6,00	1187	1194	684	510	2,3275	2,4113	13,5228	82,4453	4,0319	17,5547	77,0324	3,4753	605	2073,759	1949,3335	3,048	639,5451
3 PC 6,0	66,20	6,3830	6,00	1187	1195	681	514	2,3093	2,4113	13,4171	81,8006	4,7823	18,1994	73,7228	4,2301	491	1683,001	1514,7009	3,302	458,7223
Rerata								2,2991							72,2200	4,6531		1573,2688	3,387	475,9555
1 PC 6,5	68,70	6,9519	6,50	1187	1200	675	525	2,2610	2,3943	14,2311	79,6637	6,1052	20,3363	69,9788	5,5674	258	884,347	760,5384	3,048	249,5205
2 PC 6,5	64,17	6,9519	6,50	1187	1192	686	506	2,3458	2,3943	14,7649	82,6515	2,5836	17,3485	85,1076	2,0256	634	2173,162	2086,2355	4,064	513,3453
3 PC 6,5	63,57	6,9519	6,50	1188	1191	686	505	2,3525	2,3943	14,8071	82,8876	2,3053	17,1124	86,5285	1,7458	654	2241,716	2219,2988	2,794	794,3088
Rerata								2,3198						80,5383	3,1129			1688,6909	3,302	519,0582

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - c
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$h = \left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj. aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{bj. aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{bj. agregat}}$$

 k = (100-i) jumlah kandungan rongga
 l = (100 - j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right)$$
 rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj. aspal : 1,0327
 - bj. agregat : 2,6537
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kahurang Km. 14.4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Semen Portland (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 0 hari
 : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 14 April 1999
 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PC 7,0	66.90	7.5269	7.00	1180	1188	670	518	2.2780	2.3775	15.4411	79.8334	4.7255	20.1666	76.5677	4.1851	430	1473.911	1311.7808	3.302	397.2686
2 PC 7,0	66.13	7.5269	7.00	1187	1193	679	514	2.3093	2.3775	15.6532	80.9304	3.4164	19.0696	82.0846	2.8686	379	1299.098	1169.1882	3.556	328.7931
3 PC 7,0	65.97	7.5269	7.00	1184.5	1185	679	506	2.3409	2.3775	15.8674	82.0378	2.0948	17.9622	88.3377	1.5394	375	1285.388	1169.7031	3.810	307.0087
Rerata								2.3094						82.3300	2.8644			1216.8907	3.556	344.3568
1 PC 7,5	64.03	8.1081	7.50	1185	1189	670	519	2.2852	2.3610	16.5818	79.5855	3.8327	20.4145	81.2256	3.2952	407	1395.074	1339.2710	3.556	376.6229
2 PC 7,5	63.67	8.1081	7.50	1170	1182	671	511	2.2896	2.3610	16.6283	79.8086	3.5631	20.1914	82.3534	3.0241	390	1336.803	1323.4350	3.810	347.3583
3 PC 7,5	65.00	8.1081	7.50	1190	1191	679	512	2.3242	2.3610	16.8795	81.0146	2.1059	18.9854	88.9078	1.5587	341	1168.846	1087.0268	4.064	267.4771
Rerata								2.2990						84.1623	2.6260			1249.9109	3.810	330.4861

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \text{ aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}} \right) \right\}$$
 i = $\frac{b \times g}{bj \text{ aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \times g}{bj \text{ agregat}}$
 k = (100-i) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelelahan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pematangan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj. aspal : 1.0327
 - bj. agregat : 2.6537
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kahurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besi (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 1 hari
 : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 30 April 1999
 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PB 5.5	69.53	5.8201	5.50	1189	1197	672	525	2.2648	2.4428	12.0620	80.6510	7.2870	19.3490	62.3391	7.2867	335	1148.280	976.0380	3.302	295.5899
2 PB 5.5	71.23	5.8201	5.50	1190	1199	682	517	2.3017	2.4428	12.2585	81.9650	5.7765	18.0350	67.9706	5.7762	386	1323.092	1098.1664	3.810	288.2327
3 PB 5.5	69.17	5.8201	5.50	1190	1199	690	509	2.3379	2.4428	12.4513	83.2542	4.2945	16.7458	74.3548	4.2943	393	1347.086	1145.0231	2.032	563.4956
Rerata								2.3015						68.2215	5.7857			1073.0758	3.048	382.4394
1 PB 6.0	67.33	6.3830	6.00	1186	1189	685	504	2.3532	2.4253	13.6721	83.3556	2.9723	16.6444	82.1423	2.9728	478	1638.441	1441.8281	4.572	315.3605
2 PB 6.0	66.37	6.3830	6.00	1191	1197	683	514	2.3171	2.4253	13.4624	82.0769	4.4607	17.9231	75.1120	4.4613	534	1830.392	1647.3528	4.064	405.3526
3 PB 6.0	67.63	6.3830	6.00	1189	1196	675	521	2.2821	2.4253	13.2590	80.8371	5.9039	19.1629	69.1910	5.9044	410	1405.357	1222.6606	3.810	320.9083
Rerata								2.3175						75.4818	4.4462			1437.2805	4.149	347.2071
1 PB 6.5	64.50	6.9519	6.50	1188	1189	682	507	2.3432	2.4080	14.7485	82.5599	2.6916	17.4401	84.5666	2.6910	527	1806.398	1716.0781	4.318	397.4243
2 PB 6.5	65.60	6.9519	6.50	1188	1190	682	508	2.3386	2.4080	14.7196	82.3978	2.8826	17.6022	83.6236	2.8821	483	1655.379	1523.1327	4.572	333.1436
3 PB 6.5	65.73	6.9519	6.50	1185	1193	684	509	2.3281	2.4080	14.6535	82.0279	3.3186	17.9721	81.5347	3.3181	374	1281.960	1166.5836	3.810	306.1899
Rerata								2.3366						83.2416	2.9637			1468.5981	4.233	345.5859

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj. aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right) \right\}$$
 i = $\frac{b \times g}{\text{bj. aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \times g}{\text{bj. agregat}}$
 k = (100-i) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelelahan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pematangan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj aspal : 1.0327
 - bj agregat : 2.6337
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besti (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 1 hari
 : M. Firmanto (90 310 044)

Tanggal : 30 April 1999
 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	I	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PB 7.0	65.90	7.5269	7.00	1185	1188	678	510	2.3235	2.3910	15.7495	81.4280	2.8225	18.5720	84.8024	2.8231	429	1470.483	1338.1395	4.318	309.8980
2 PB 7.0	66.50	7.5269	7.00	1185	1187	684	503	2.3559	2.3910	15.9691	82.5635	1.4674	17.4365	91.5843	1.4680	335	1148.280	1033.4520	3.810	271.2472
3 PB 7.0	66.67	7.5269	7.00	1186	1188	676	512	2.3164	2.3910	15.7014	81.1792	3.1194	18.8208	83.4258	3.1200	447	1532.182	1363.6420	5.080	268.4335
Rerata								2.3319						86.6042	2.4704			1245.0778	4.403	283.1929
1 PB 7.5	64.87	8.1081	7.50	1187	1188	678	510	2.3275	2.3742	16.9035	81.1296	1.9669	18.8704	89.5768	1.9670	399	1367.652	1285.5929	4.064	316.3368
2 PB 7.5	64.60	8.1081	7.50	1178	1187	674	513	2.2963	2.3742	16.6769	80.0421	3.2810	19.9579	83.5604	3.2811	344	1179.129	1108.3813	3.810	290.9137
3 PB 7.5	62.83	8.1081	7.50	1184	1185	676	509	2.3261	2.3742	16.8933	81.0808	2.0259	18.9192	89.2918	2.0259	322	1103.719	1125.7934	5.588	201.4662
Rerata								2.3166						87.4763	2.4247			1173.2559	4.487	269.5722

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = vol (isi) = d - e

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$h = \left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj. aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{bj. aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{bj. agregat}}$$

k = (100-i) jumlah kandungan rongga

l = (100-j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) \text{ rongga yang terisi aspal (VFVA)}$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelelahan plastis (FLOW)

$$s = \text{Marshall Quotient} = \frac{q}{r}$$

- suhu pencampuran : ± 160°C

- suhu pematangan : ± 140°C

- suhu water bath : 60°C

- bj. aspal : 1.0327

- bj. agregat : 2.6537

- tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Semen Portland (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 1 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 22 April 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PC 5,5	68,23	5,8201	5,50	1196	1208	678	530	2,2566	2,4428	12,0183	80,3590	7,6227	19,6410	61,1899	7,6224	658	2255,427	2120,1014	4,064	521,6785
2 PC 5,5	66,27	5,8201	5,50	1190	1212	680	532	2,2368	2,4428	11,9128	79,6539	8,4333	20,3461	58,5508	8,4329	596	2042,909	1920,3345	3,048	630,0310
3 PC 5,5	66,37	5,8201	5,50	1195	1209	687	522	2,2893	2,4428	12,1925	81,5235	6,2840	18,4765	65,9892	6,2838	493	1689,856	1402,5805	3,048	460,1642
Rerata								2,2609						61,9100	7,4464					537,2912
1 PC 6,0	64,30	6,3830	6,00	1195	1204	680	524	2,2805	2,4253	13,2497	80,7804	5,9699	19,2196	68,9385	5,9704	580	1988,066	1709,7368	4,064	420,7030
2 PC 6,0	66,30	6,3830	6,00	1193	1200	686	514	2,3210	2,4253	13,4850	82,2150	4,3000	17,7850	75,8223	4,3005	675	2313,698	2082,3282	2,794	745,2857
3 PC 6,0	66,70	6,3830	6,00	1196	1205	678	527	2,2694	2,4253	13,1852	80,3872	6,4276	19,6128	67,2275	6,4281	762	2611,907	2350,7163	4,064	578,4243
Rerata								2,2903						70,6628	5,5663					581,4710
1 PC 6,5	64,80	6,9519	6,50	1190	1194	688	506	2,3518	2,4080	14,8027	82,8629	2,3344	17,1371	86,3781	2,3339	785	2690,745	2556,2078	5,588	457,4459
2 PC 6,5	64,70	6,9519	6,50	1194	1200	679	521	2,2917	2,4080	14,4244	80,7454	4,8302	19,2546	74,9140	4,8297	609	2087,469	1878,7221	3,810	493,1029
3 PC 6,5	67,53	6,9519	6,50	1193	1201	678	523	2,2811	2,4080	14,3577	80,3719	5,2704	19,6281	73,1487	5,2699	588	2015,488	1793,7843	4,318	415,4202
Rerata								2,3082						78,1469	4,1445					455,3230

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$i = \left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj. aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right) \right\}$$

$$j = \frac{b \times g}{\text{bj. aspal}}$$

$$k = \frac{(100 - i) \times g}{\text{bj. agregat}}$$

l = (100 - j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{l}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelelahan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj. aspal : 1,0327
 - bj. agregat : 2,6537
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kalihurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Semen Portland (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 1 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 22 April 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PC 7.0	64.50	7.5269	7.00	1193	1201	678	523	2.2811	2.3910	15.4621	79.9421	4.5958	20.0579	77.0873	4.5964	529	1813.253	1722.5904	3.810	452.1235
2 PC 7.0	64.90	7.5269	7.00	1193	1200	684	516	2.3120	2.3910	15.6715	81.0250	3.3035	18.9750	82.5903	3.3041	558	1912.657	1797.8976	5.080	353.9169
3 PC 7.0	64.63	7.5269	7.00	1196	1200	684	516	2.3178	2.3910	15.7109	81.2282	3.0609	18.7718	83.6942	3.0615	637	2183.445	2052.4383	5.080	404.0233
Rerata								2.3036						81.1239	3.6540			1857.6421	4.657	403.3546
1 PC 7.5	64.43	8.1081	7.50	1191	1191	677	514	2.3171	2.3742	16.8280	80.7671	2.4049	19.2329	87.4959	2.4050	478	1638.441	1556.5190	6.350	245.1211
2 PC 7.5	62.63	8.1081	7.50	1191	1193	672	521	2.2860	2.3742	16.6021	79.6831	3.7148	20.3169	81.7157	3.7149	610	2090.897	2132.7149	4.572	466.4731
3 PC 7.5	63.30	8.1081	7.50	1187	1198	675	523	2.2696	2.3742	16.4830	79.1114	4.4056	20.8886	78.9091	4.4057	546	1871.524	1890.2392	4.572	413.4381
Rerata								2.2909						82.7069	3.5085			1859.8244	5.165	375.0108

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$i = \left\{ 100 \div \left(\frac{\% \text{ aggr}}{bj \cdot \text{aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \cdot \text{aspal}} \right) \right\}$$

$$j = \frac{b \times g}{bj \cdot \text{aspal}}$$

$$k = \frac{(100 - j) \times g}{(100 - j) \times \text{aspal} + bj \cdot \text{aspal}}$$

l = (100 - j) jumlah kandungan rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj aspal : 1.0327
 - bj agregat : 2.6537
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besi (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 4 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 8 Mei 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1 PB 5,5	67,60	5,8201	5,50	1185	1195	678	517	2,2921	2,4428	12,2074	81,6232	6,1694	18,3768	66,4283	6,1692	470	1611,019	1401,5865	4,064	344,8786	
2 PB 5,5	67,20	5,8201	5,50	1197	1203	683	520	2,3019	2,4428	12,2596	81,9722	5,7682	18,0278	68,0039	5,7680	420	1439,634	1266,8779	2,540	498,7708	
3 PB 5,5	67,58	5,8201	5,50	1189	1202	690	512	2,3223	2,4428	12,3682	82,6986	4,9332	17,3014	71,4867	4,9329	400	1371,080	1192,8396	3,810	313,0813	
Rerata								2,3054						68,6396	5,6234				1287,1013	3,471	385,5769
1 PB 6,0	65,27	6,3830	6,00	1185	1194	683	511	2,3190	2,4253	13,4734	82,1442	4,3824	17,8558	75,4567	4,3830	475	1628,158	1416,4975	4,064	348,5476	
2 PB 6,0	65,80	6,3830	6,00	1186	1196	682	514	2,3074	2,4253	13,4060	81,7333	4,8607	18,2667	73,3904	4,8613	481	1648,724	1450,8771	3,810	380,8076	
3 PB 6,0	65,53	6,3830	6,00	1188	1196	685	511	2,3249	2,4253	13,5077	82,3532	4,1391	17,6468	76,5448	4,1397	500	1713,850	1491,0495	2,540	587,0274	
Rerata								2,3171						75,1306	4,4613			1452,8080	3,471	438,7942	
1 PB 6,5	65,13	6,9519	6,50	1190	1192	678	514	2,3152	2,4080	14,5723	81,5734	3,8543	18,4266	79,0830	3,8538	460	1576,742	1466,3701	4,572	320,7284	
2 PB 6,5	65,05	6,9519	6,50	1186	1192	679	513	2,3119	2,4080	14,5515	81,4571	3,9914	18,5429	78,4748	3,9909	440	1508,188	1402,6148	4,064	345,1316	
3 PB 6,5	64,30	6,9519	6,50	1184	1187	681	506	2,3399	2,4080	14,7278	82,4436	2,8286	17,5564	83,8885	2,8281	490	1679,573	1595,5944	4,572	348,9927	
Rerata								2,3223						80,4821	3,5576			1488,1931	4,403	338,2842	

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$
 h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj. aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj. aspal}} \right) \right\}$$

 i = $\frac{b \times g}{\text{bj. aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \times g}{\text{bj. agregat}}$
 k = (100 - i) jumlah kandungan rongga
 l = (100 - j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFVA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
 r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj aspal : 1.0327
 - bj agregat : 2.6537
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kalurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Pasir Besi (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 4 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 8 Mei 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PB 7.0	63.48	7.5269	7.00	1193	1195	685	510	2.3392	2.3910	15.8559	81.9782	2.1659	18.0218	87.9818	2.1665	500	1713.850	1713.8500	2.540	674.7441
2 PB 7.0	64.15	7.5269	7.00	1182	1198	679	519	2.2775	2.3910	15.4377	79.8159	4.7464	20.1841	76.4845	4.7470	442	1515.043	1454.4413	4.318	336.8322
3 PB 7.0	65.03	7.5269	7.00	1187	1200	689	511	2.3229	2.3910	15.7454	81.4070	2.8476	18.5930	84.6846	2.8482	300	1028.310	956.3283	4.064	235.3170
Rerata								2.3132						83.0503	3.2539			1374.8732	3.641	415.6311
1 PB 7.5	64.41	8.1081	7.50	1195	1198	687	511	2.3386	2.3742	16.9841	81.5166	1.4993	18.4834	91.8884	1.4995	361	1237.400	1175.5300	4.318	272.2395
2 PB 7.5	64.05	8.1081	7.50	1186	1204	682	522	2.2720	2.3742	16.5004	79.1951	4.3045	20.8049	79.3102	4.3046	433	1484.194	1424.8262	4.064	350.5970
3 PB 7.5	63.44	8.1081	7.50	1191	1199	680	519	2.2948	2.3742	16.6660	79.9898	3.3442	20.0102	83.2875	3.3443	406	1391.646	1391.6460	4.826	288.3643
Rerata								2.3018						84.8287	3.0495			1330.6674	4.403	303.7336

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = vol (isi) = d - e

g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right) \right\}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{bj aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{bj agregat}}$$

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

l = (100 - j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) \text{ rongga yang terisi aspal (VFVA)}$$

$$n = \text{rongga yang terisi campuran } 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelelahan plastis (FLOW)

$$s = \text{Marshall Quotient} = \frac{q}{r}$$

- suhu pencampuran : ± 160°C

- suhu pematangan : ± 140°C

- suhu water bath : 60°C

- bj aspal : 1.0327

- bj agregat : 2.6337

- tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC 50 + Filler Semen Portland (3%)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 4 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 15 Mei 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1 PC 5.5	67,23	5,8201	5,50	1194	1203	677	526	2,2700	2,4428	12,0897	80,8362	7,0741	19,1638	63,0861	7,0738	506	1734,416	1578,3186	4,318	365,5208
2 PC 5.5	68,25	5,8201	5,50	1189	1203	686	517	2,2998	2,4428	12,2484	81,8974	5,8542	18,1026	67,6610	5,8539	475	1628,158	1465,3422	3,810	384,6043
3 PC 5.5	66,37	5,8201	5,50	1188	1199	684	515	2,3068	2,4428	12,2857	82,1467	5,5676	17,8533	68,8147	5,5674	443	1518,471	1305,8851	4,064	321,3300
Rerata								2,2922						66,5206	6,1650		1449,8486		4,064	357,1517
1 PC 6.0	66,10	6,3830	6,00	1187	1198	682	516	2,3004	2,4253	13,3654	81,4853	5,1493	18,5147	72,1880	5,1499	483	1655,579	1572,8001	3,810	412,8084
2 PC 6.0	66,40	6,3830	6,00	1189	1200	684	516	2,3043	2,4253	13,3880	81,6235	4,9885	18,3765	72,8539	4,9891	416	1425,923	1340,3676	4,318	310,4140
3 PC 6.0	68,33	6,3830	6,00	1189	1202	684	518	2,2954	2,4253	13,3363	81,3082	5,5555	18,6918	71,3484	5,3560	502	1720,705	1651,8768	6,350	260,1381
Rerata								2,3000						72,1301	5,1650			1521,6815	4,826	327,7868
1 PC 6.5	65,13	6,9519	6,50	1183	1190	679	511	2,3151	2,4080	14,5717	81,5698	3,8585	18,4302	79,0643	3,8580	441	1511,616	1330,2221	4,318	308,0644
2 PC 6.5	65,70	6,9519	6,50	1186	1198	683	515	2,3029	2,4080	14,4949	81,1400	4,3651	18,8600	76,8552	4,3646	495	1696,712	1459,1723	5,080	287,2386
3 PC 6.5	64,60	6,9519	6,50	1183	1191	684	507	2,3333	2,4080	14,6862	82,2111	3,1027	17,7889	82,5582	3,1022	594	2036,054	1832,4486	5,080	360,7182
Rerata								2,3171						79,4926	3,7749			1540,6143	4,826	318,6737

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$i = \left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj-aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj-aspal}} \right) \right\}$$

$$j = \frac{b \times g}{\text{bj-aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{bj-aggr}}$$

k = (100-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100-j) rongga terhadap agregat

$$m = \left(100 \times \frac{i}{j} \right) \text{ rongga yang terisi aspal (VFWA)}$$

 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$
 - suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj. aspal : 1.0327
 - bj. agregat : 2.6337
 - tanda tangan



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PERHITUNGAN TEST MARSHALL

Jenis campuran : SMA + RC. 50 + Filler Semen Portland (3 %)
 Dikerjakan oleh : Chandra Dirgantara (90 310 033)
 : Lama immersion 4 hari : M. Firmanto (90 310 044)
 Tanggal : 15 Mei 1999 Diperiksa oleh : Syamsudin

Sampel	t	a	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
1 PC 7.0	64.20	7.5269	7.00	1186	1199	684	515	2.3029	2.3910	15.6099	80.7061	3.6840	19.2939	80.9059	3.6847	455	1559.604	1450.4317	5.588	259.5619	
2 PC 7.0	64.63	7.5269	7.00	1186	1199	683	516	2.2984	2.3910	15.5794	80.5484	3.8722	19.4516	80.0932	3.8729	441	1511.616	1390.6867	5.080	273.7572	
3 PC 7.0	63.97	7.5269	7.00	1183	1197	684	513	2.3060	2.3910	15.6309	80.8147	3.5544	19.1853	81.4733	3.5550	509	1744.699	1640.0171	4.064	403.5475	
Rerata								2.3024						80.8241	3.7042				1493.7118	4.911	312.2889
1 PC 7.5	64.17	8.1081	7.50	1185	1197	682	515	2.3010	2.3742	16.7110	80.2059	3.0831	19.7941	84.4241	3.0831	427	1463.628	1405.0829	6.096	230.4926	
2 PC 7.5	63.50	8.1081	7.50	1188	1206	680	526	2.2586	2.3742	16.4031	78.7280	4.8689	21.2720	77.1112	4.8690	458	1569.887	1569.8870	5.080	309.0329	
3 PC 7.5	64.87	8.1081	7.50	1193	1199	684	515	2.3165	2.3742	16.8236	80.7462	2.4302	19.2538	87.3781	2.4303	344	1179.129	1108.3813	6.350	174.5482	
Rerata								2.2920						82.9711	3.4608				1361.1171	5.842	238.0246

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat didalam air (gr)
 f = vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = $\frac{c}{f}$

h = bj maksimum (teoritis)

$$\left\{ 100 + \left(\frac{\% \text{ aggr}}{\text{bj aggr}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{bj aspal}} \right) \right\}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{bj aspal}}$
 j = $\frac{(100 - b) \times g}{\text{bj agregat}}$

k = (100-j) jumlah kandungan rongga
 l = (100 - j) rongga terhadap agregat
 m = $\left(100 \times \frac{i}{j} \right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)
 n = rongga yang terisi campuran $100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right)$
 o = pembacaan arloji (stabilitas)
 p = o x kalibrasi proving ring
 q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = kelebihan plastis (FLOW)
 s = Marshall Quotient = $\frac{q}{r}$

- suhu pencampuran : ± 160°C
 - suhu pemadatan : ± 140°C
 - suhu water bath : 60°C
 - bj aspal : 1.0327
 - bj agregat : 2.6537
 - tanda tangan



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


KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	M. FIRMAN TO	90 310 044		TRANSPORTASI
2.	CHANDRA DIRGANTARA	90 310 044		TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS PERUBAHAN PERILAKU CAMPURAN SPILT MASTIC ASPALT ROADCEL 50 DENGAN PASIR BESI SEBAGAI FILLER KAITANNYA DENGAN DORA BILITAS.....

Dosen Pembimbing I IR. H. BALYA UMAR, MSc
Dosen Pembimbing II IR. SUBARRAH, MT



Yogyakarta, 24 Desember 1998
Dan. D. P. Kan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

IR. H. TADJUDDIN BMA, MS

- Proposal mengenai 1 bulan setelah proposal di terima
 - TA 2 bulan setelah proposal di terima

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
1)	12/6 99		<ul style="list-style-type: none"> * Diletak data (gabus) agar terlihat * beendementan * PB mengumpul - kondisi itu lozim * pdl perendaman * Di dalam beteli campit 	A
2)	17/7 99		<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki tulisan, Segkambela - Runtukanan dipertajam 	A
	11/7 99	17/8 99	<ul style="list-style-type: none"> Ace sd PAE II (cuma) berapituan berapituan band bertanam Perbaikan - kerupuk Ace untuk acungutan ke D.P.I. 	A

1)
2)

1) 14/8 1999
 2) 11/7 1999

Kesimpulan & tindakan yang diperlukan
 juga ke D.P.I. dan ke Korpri. 3/8 99.

Hamp Secepatnya
 di buat