PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL TERIMA : 09-10-03 3.5.08
NO. JUDUL : 003069
NO. INV. : 020002069 001
NO. INDUK. : 129

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMAKAIAN CHEMCRETE PADA LAPIS KERAS LENTUR SMA + S

TA
625.85
IRA
P
200



PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

disusun oleh :

INDRA IRAWAN

No Mhs : 94 310 203

NIRM : 94300510131141200197

DODY AMUKTI PALAPA

No Mhs : 94 310 304

NIRM : 94300510131141200294

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DANPERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMAKAIAN CHEMCRETE PADA LAPIS KERAS LENTUR SMA + S

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Disusun Oleh :

INDRA IRAWAN
No. Mhs : 94 310 203
NIRM : 94300510131141200197

DODY AMUKTI PALAPA
No. Mhs : 94 310 304
NIRM : 94300510131141200294

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMAKAIAN CHEMCRETE PADA LAPIS KERAS LENTUR SMA + S

Disusun Oleh :

INDRA IRAWAN

No. Mhs : 94 310 203

NIRM : 94300510131141200197

DODY AMUKTI PALAPA

No. Mhs : 94 310 304

NIRM : 94300510131141200294

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Sukarno, S.U.
Dosen Pembimbing I

Tanggal: 12-9-2000

Ir. Subarkah, M.T.
Dosen Pembimbing II

Tanggal: 13-09-2000

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah–Nya, serta syalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar tanpa hambatan yang cukup berarti.

Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat dalam rangka menempuh jenjang Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terima kasih yang sebesar – besarnya kami ucapkan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, antara lain :

1. Bapak Ir. Sukarno, S.U., selaku dosen pembimbing I dan penguji tugas akhir.
2. Bapak Ir. Subarkah, M.T., selaku dosen pembimbing II dan penguji tugas akhir.
3. Bapak Ir. Iskandar Saifurrohman, M.T., selaku dosen tamu dan penguji tugas akhir.
4. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Tadjudin BMA, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Segenap staf jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

7. Mas Andi Mulyo Dwi Hartadi, S.T. atas bahan *additive* – nya dan juga bimbingannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
8. Mas Wahyu Widagdo atas bahan *spilt* –nya dan juga *support* yang diberikan untuk penyelesaian tugas akhir ini.
9. Mas Pormadi dan Mas Agus atas kerjasama dan dukungannya dalam pelaksanaan penyelesaian tugas akhir ini.
10. Rekan – rekan seprofesi dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan saran untuk penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa Tugas Akir kami ini masih banyak kekurangan karena terbatasnya kemampuan pengetahuan dan literatur yang kami gunakan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan bagi kesempurnaan dan kemajuan ilmu pengetahuan transportasi khususnya di lingkungan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Akhir kata, harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Billahittaufiq walhidayah

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 2000

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Lembar Pengesahan ii

Halaman Persembahan iii

Kata Pengantar iv

Daftar Isi vi

Daftar Tabel x

Daftar Gambar xi

Daftar lampiran xii

Intisari xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian 2

1.3.1. Tujuan Penelitian 2

1.3.2. Manfaat Penelitian 2

1.4. Keaslian Penelitian 3

1.5. Batasan Masalah 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan 5

2.2. *Split Mastic Asphalt* (SMA) 7

2.2.1. Pengertian Umum 7

2.2.2. Spesifikasi Teknik (Bina Marga) tahun 1992.....8

2.2.3. Sifat – sifat SMA.....8

2.3. Bahan Penyusun.....9

2.3.1. Aspal.....9

2.3.2. Agregat.....14

2.3.3. Filler.....17

2.3.4. Bahan Tambah *(Additive)*.....17

2.3.4.1. SMA + S.....18

2.3.5. Chemcrete.....19

2.4. Pemeriksaan Campuran Aspal Dengan Metode Marshall.....20

2.5. Hipotesis.....25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian.....26

3.2. Pengumpulan Data.....27

3.2.1. Lokasi Alat dan Bahan.....27

3.2.1.1. Agregat.....27

3.2.1.2. Aspal.....28

3.2.1.3. Serat Selulosa.....28

3.2.1.4. Chemcrete.....28

3.2.2. Pengujian bahan.....28

3.2.2.1. Pengujian Agregat.....28

3.2.2.2. Pengujian Aspal (*Bitumen*).....32

3.2.3. Perencanaan Campuran.....34

3.2.4. Pengujian Campuran.....38

3.2.4.1. Peralatan Pengujian.....38

3.2.4.2. Persiapan Pengujian.....39

3.2.4.3. Cara Pengujian.....40

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Penelitian.....42

4.1.1. Agregat.....42

4.1.2. Aspal.....43

4.2 Analisis.....44

BAB V PEMBAHASAN

5.1. Evaluasi Hasil Pengujian Marshall.....53

5.1.1. Evaluasi Terhadap Density.....53

5.1.2. Evaluasi Terhadap Stabilitas *(stability)* 55

5.1.3. Evaluasi Terhadap Flow (kelelehan) 57

5.1.4. Evaluasi Terhadap VITM *(Void In Total Mix)* 59

5.1.5. Evaluasi Terhadap VFWA *(Void Fill With Asphalt)*.....61

5.1.6. Evaluasi Terhadap Marshall Quotient.....63

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....65

6.2. Saran.....65

DAFTAR PUSTAKA.....67

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul	Halaman
2.1	Persyaratan aspal AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga	14
2.2	Gradasi agregat SMA + Serat selulosa menurut Bina Marga	16
2.3	Sifat – sifat serat selulosa CF – 31500	18
1.1	Persyaratan agregat kasar	31
1.2	Persyaratan agregat halus	31
4.1	Spesifikasi dan hasil pemeriksaan agregat kasar	42
4.2	Hasil pemeriksaan agregat halus	43
4.3	Hasil pemeriksaan aspal AC 60 – 70	43
4.4	Hasil pengujian Marshall untuk SMA + S dan SMA + S + Checmrete	49
4.5	Spesifikasi uji Marshall SMA + S	52
5.1	Nilai VMA untuk keempat variasi campuran	60

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Halaman
2.1	Gambar grafik nilai Density	20
2.2	Gambar grafik nilai Stabilitas	21
2.3	Gambar grafik nilai Flow	22
2.4	Gambar grafik nilai VITM	23
2.5	Gambar grafik nilai VFWA	24
2.6	Gambar grafik nilai Marshall Quotient	24
3.1	Gambar bagan alir Metode Penelitian	26
4.1	Gambar grafik Density hasil uji Marshall	50
4.2	Gambar grafik VITM hasil uji Marshall	50
4.3	Gambar grafik Flowhasil uji Marshall	50
4.4	Gambar grafik VFWA hasil uji Marshall	51
4.5	Gambar grafik Stabilitas hasil uji Marshall	51
4.6	Gambar grafik Marshall Quotient hasil uji Marshall	51
5.1	Gambar grafik Density	54
5.2	Gambar grafik Stabilitas	56
5.3	Gambar grafik Flow	58
5.4	Gambar grafik VITM	59
5.5	Gambar grafik VFWA	61
5.6	Gambar grafik Marshall Quotient	63

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Nama Lampiran
1	Pemeriksaan keausan agregat (abrasi Tes) AASHTO 96 – 77
2	Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (CA)
3	Pemeriksaan berat jenis agregat medium (MA)
4	Pemeriksaan berat jenis agregat halus (FA)
5	Pemeriksaan berat jenis aspal
6	Sand equivalent data AASHTO T 176 – 73
7	Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap asphalt
8	Pemeriksaan penetrasi asphalt
9	Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar asphalt
10	Pemeriksaan titik lembek asphalt
11	Pemeriksaan daktilitas (ductility)/ residue
12	Pemeriksaan kelarutan dalam CCL4 (solubility)
13	Analisa saringan agregat kasar dan halus (kadar aspal 6 %)
14	Analisa saringan agregat kasar dan halus (kadar aspal 6.5 %)
15	Analisa saringan agregat kasar dan halus (kadar aspal 7%)
16	Analisa saringan agregat kasar dan halus (kadar aspal 7.5 %)
17	Perhitungan uji Marshall untuk campuran SMA + S curing time 0 hari
18	Perhitungan uji Marshall untuk campuran SMA + S curing time 7 hari
19	Perhitungan uji Marshall untuk campuran SMA + S + Chemcrete curing time 0 hari
20	Perhitungan uji Marshall untuk campuran SMA + S + Chemcrete curing time 7 hari
21	Gambar grafik hasil uji Marshall untuk campuran SMA + S curing time 0 hari
22	Gambar grafik hasil uji Marshall untuk campuran SMA + S curing time 7 hari
23	Gambar grafik hasil uji Marshall untuk campuran SMA + S + Chemcrete curing time 0 hari
24	Gambar grafik hasil uji Marshall untuk campuran SMA + S + Chemcrete curing time 7 hari

INTISARI

Dalam pelaksanaan pembangunan jalan raya dewasa ini banyak dihadapkan pada tantangan peningkatan kualitas, baik terhadap jalan yang akan dibangun ataupun pemeliharaannya. Selain itu harus dipilih suatu cara yang paling efisien untuk memperoleh suatu hasil yang optimal. Dengan latar belakang tersebut penulis mencoba *additive* Chemcrete sebagai solusi pemecahannya, yang mana diterapkan pada campuran *Split Mastic Asphalt* + Selulosa (SMA + S).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari perilaku dan membandingkan campuran SMA + S yang memakai *additive* chemcrete dengan campuran SMA + S yang tidak memakai *additive* chemcrete dengan mengacu pada spesfikasi Bina Marga.

Bahan yang digunakan adalah berupa agregat kasar, agregat halus dan filler dari *stone crusher* P.T. Gebyar Selo Artha Mas, Yogyakarta. Aspal AC 60/70 dan serat selulosa yang digunakan dari P.T. Perwita Karya Yogyakarta, Sedangkan untuk *additive* Chemcrete berasal dari P.T. Petrochemindo Purnama, Jakarta. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 6%, 6.5%, 7%, 7.5% dari berat campuran, kadar serat selulosa adalah 0.3% dari berat campuran, serta kadar *additive* Chemcrete adalah 0.2 % dari berat aspal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *additive* chemcrete menaikkan nilai stabilitas pada kadar aspal rendah dan menurunkan stabilitas pada kadar aspal tinggi. Dengan demikian *additive* chemcrete membutuhkan kadar aspal lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang tidak memakai *additive* chemcrete. *Additive* chemcrete menurunkan nilai VITM, menaikkan nilai VFWA, dan memperbesar nilai flow serta menurunkan nilai Marshall Quotient bila dibandingkan dengan campuran yang tidak memakai *additive* chemcrete, tetapi perubahan yang ditimbulkan masih masuk dalam spesifikasi. *Additive* chemcrete dapat menjadi alternatif untuk digunakan pada lalu lintas sedang dengan durabilitas dan fleksibilitas yang baik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Split Mastic Asphalt adalah salah satu teknologi yang dapat menghadapi tantangan peningkatan kualitas, baik terhadap jalan yang akan dibangun ataupun pemeliharaannya. Selain itu juga mampu menghadapi masalah dana yang terbatas.

Akibat adanya beban lalu lintas yang berlebih mengakibatkan tidak tercapainya umur rencana. Sehingga mempengaruhi juga pada penampilan perkerasan menjadi kurang baik. (*Bituminous mixtures in road construction*, by Robert N Hunter, First Published 1994). Dengan penambahan *additive* chemcrete diharapkan dapat memecahkan masalah tersebut.

Berawal dari masalah itu, maka penyusun melakukan penelitian tentang pengaruh *additive* chemcrete terhadap lapis keras lentur *Split Mastic Asphalt* (SMA) + Selulosa CF 31500 dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

Additive Chemcrete yang penyusun pilih dalam penelitian ini karena pada literatur mengenai *additive* chemcrete dengan judul *The Cost Effective Solution for Stronger, Tougher, More Flexible Roads* bahwa penggunaan chemcrete dapat meningkatkan kohesi aspal dan memperbesar daya adhesi antara aspal dengan agregat serta meningkatkan angka stabilitas. Serta tugas akhir penelitian laboratorium, pengaruh pemakaian *additive* chemcrete pada lapis keras lentur HRA dan AC oleh Prasetyo dan Hartadi, bahwa penggunaan chemcrete dapat

meningkatkan kohesi aspal dan memperbesar daya adhesi antara aspal dengan agregat serta meningkatkan angka stabilitas.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat kita buat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perilaku campuran SMA + S yang menggunakan *additive* Chemcrete, dan yang tidak menggunakan *additive* chemcrete.
2. Bagaimana perbandingan antara campuran SMA + S yang menggunakan *additive* Chemcrete dan campuran SMA + S yang tidak menggunakan *additive* Chemcrete.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mempelajari perilaku campuran SMA+S yang menggunakan *additive* Chemcrete, dan yang tidak menggunakan *additive* chemcrete.
2. Untuk membandingkan campuran SMA+S yang menggunakan *additive* Chemcrete dan campuran SMA+S yang tidak menggunakan *additive* Chemcrete.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Menambah wacana dan pengetahuan tentang pengaruh pemakaian *additive* chemcrete pada lapis keras lentur SMA + S

2. Penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki sifat fisiknya dari aspal menjadi lebih baik. Sehingga memperpanjang umur perkerasan dan menjadikan perkerasan tersebut lebih ekonomis.

1.4 Keaslian Penelitian

1. Telah dilakukan penelitian oleh Departemen Pekerjaan Umum kantor wilayah Jawa Timur, Bidang pengujian pada bulan juni 1989, pada lapis keras lentur HRS.
2. Telah pula dilakukan penelitian oleh Prasetyo dan Hartadi tentang penggunaan *additive* chemcrete pada lapis keras lentur HRA dan AC.

Sedangkan yang diteliti adalah penggunaan *additive* chemcrete pada lapis keras lentur SMA. Sepengetahuan kami penelitian ini adalah benar keasliannya.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka dilakukan pembatasan dari permasalahan untuk mencapai efektifitas dari penelitian yang dilakukan, maka dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Agregat kasar, halus dan filler yang digunakan adalah dari hasil produksi *stone crusher* PT.GEBYAR SELO ARTHA MAS,Clereng Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Gradasi yang dipakai adalah gradasi ideal batas tengah yang mengacu spesifikasi gradasi agregat *split mastic asphalt* oleh Bina Marga.

3. Aspal yang digunakan produksi pertamina dari PT Perwita Karya Yogyakarta dengan penetrasi 60/70, variasi kadar aspal adalah 6%; 6,5%; 7%; 7,5%.
4. Kadar bahan stabilisasi optimum ditentukan berdasarkan perbaikan dari sifat – sifat aspal. Dalam spesifikasi Bina Marga, Kadar bahan stabilisasi serat selulosa CF-31500 ditentukan tetap 0,3% terhadap total campuran.
5. Spesifikasi teknis lapis permukaan SMA+ S, digunakan dari Bina Marga (Heavy loaded Road Improvement Project AB – 1 s/d AB - 9).
6. Peralatan yang digunakan, dari laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
7. Perilaku yang dipelajari adalah :
    1. Prosentase rongga di dalam campuran (VITM)
    2. Prosentase rongga terisi aspal (VFWA)
    3. Stabilitas
    4. Kelelehan (flow)
    5. Marshall Quotient (MQ)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar (*Subgrade*) yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban dan meneruskannya ke lapisan tanah dasar (Sukirman 1995), sehingga tanah tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Perkerasan dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu :

1. perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat agregat,
2. perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan portland cement sebagai bahan ikat agregat, dan
3. perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Dalam hal ini yang akan diteliti lebih lanjut hanya terbatas pada perkerasan lentur saja, khususnya *split mastic asphalt* (SMA).

Secara umum karakteristik yang harus dimiliki suatu campuran untuk lapis perkerasan lentur adalah:

1. Stabilitas (*stability*)

   Stabilitas lapis perkerasan adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk (deformasi) konsisten, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*.

2. Durabilitas (*durability*)

   Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan agar lapis perkerasan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan, air dan perubahan suhu.

3. Fleksibilitas (*flexibility*)

   Fleksibilitas lapis perkerasan adalah kemampuan lapis perkerasan mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa mangakibatkan retak dan perubahan volume.

4. Tahanan Geser (*skid resistance*)

   Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami selip, baik ketika basah maupun kering. Kekesatannya dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dan roda kendaraan.

5. Ketahanan Kelelahan (*fatique resistance*)

   Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis beton aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak.

6. Kemudahan dalam pelaksanaan (*workability*)

   Kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

7. Kekedapan terhadap air (*Permeability*)

   Perkerasan lentur ini memerlukan sifat kedap terhadap air agar tidak mudah terjadi oksidasi, sehingga lapis perkerasan tidak cepat rusak.

2.2 Split Mastic Asphalt (SMA)

2.2.1 Pengertian Umum

Menurut Khairudin (1993) dalam buku Tinjauan Umum Hasil Aplikasi *Split Mastic Asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa. Pengertian *split mastic asphalt* (SMA) adalah salah satu jenis aspal beton campuran panas gradasi senjang yang terdiri dari campuran sebagai berikut.

1. *Split*, adalah agregat kasar dengan ukuran > 2 mm dengan jumlah fraksi tinggi (75%).
2. *Mastic Asphalt*, adalah campuran agregat halus, filler dan aspal dengan kadar relatif tinggi.
3. Bahan Tambah, adalah serat selulosa CF 31500 yang berfungsi menstabilkan aspal (memperbaiki sifat – sifat aspal minyak).

   Berdasarkan *bituminous mixtures in road construction*, pada campuran SMA mempunyai tahanan geser yang kurang baik, sehingga dibutuhkan serat selulosa CF 31500.

Persyaratan untuk mendapatkan lapis permukaan *split mastic asphalt* berkualitas tinggi sebagai berikut.

1. Gradasi agregat ideal optimum (batas tengah spesifikasi),
2. Kadar aspal optimum,
3. Kadar serat selulosa optimum, dan
4. Pelaksanaan aplikasi *split mastic asphalt* di AMP (*asphalt mixing plant*) dan di lapangan dilakukan dengan benar.

Dari ketiga jenis *split mastic asphalt* yang ada yaitu, SMA 0/5, SMA 0/8, SMA 0/11, yang dikembangkan di Indonesia adalah SMA 0/11.

Spesifikasi Teknik (Bina Marga) buku III tahun 1992.

a. Agregat kasar dengan ukuran ≥ 2mm dengan jumlah fraksi ± 75 %.
b. *Mastic Asphalt* : campuran agregat halus, filler, aspal dan bahan tambah akan membentuk lapisan film yang tebal, dan
c. Menggunakan bahan tambah berupa serat selulosa yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat aspal.

2.2.2 Sifat-sifat SMA

a. Mampu melayani lalu lintas berat

   Stabilitas Marshall : > 750 kg.

   Flow : 2-4 mm.

b. Tahan terhadap oksidasi : lapisan film aspal tebal : > 10 μ.
c. Tahan terhadap deformasi permanen pada suhu tinggi.

   Nilai stabilitas dinamis : > 1500 lintasan/mm.

d. Kelenturan

Koefisien Marshall (stabilitas/flow): 190-300 kg/mm.

e. Tahan terhadap cuaca panas (temperatur tinggi)

f. Kedap air : rongga udara :3 – 5%

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

g. Aman untuk lalu lintas (kesat).

Nilai kekesatan : > 0,6%

h. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi :

kadar aspal, agregat kasar : tinggi

Viskositas : tinggi.

2.3 Bahan Penyusun

Pada prinsipnya bahan penyusun perkerasan lentur terdiri dari agregat dan aspal yang keduanya dicampur dalam keadaan panas sesuai dengan batasan–batasan dan spesifikasinya. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

2.3.1 Aspal

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

Aspal yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Aspal keras, yaitu aspal pada temperatur ruang berbentuk padat atau semi padat (*asphalt cement*) dengan penetrasi 60/70 yang memenuhi ketentuan SNI No: 1732,1989-F.
2. Aspal cair, yaitu aspal sebagai lapis perekat (*tack coat*). Aspal cair yang banyak digunakan sebagai lapis perekat adalah RC 250 dengan jumlah 0,15-0,351/mm.

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

1. Kekakuan / Kekerasan (*Stiffnes*)

   Aspal yang digunakan harus memenuhi 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*), dan penambahan bahan pengencer.

3. Kuat tarik *(Tensile Strength)* dan adhesi.

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

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

   b.Pengelupasan (*fretting stripping*), ditahan oleh adhesi, dan

   c. Goyah (*raveling*),ditahan oleh kuat tarik dan adhesi.

4. Tahan terhadap cuaca.

Ketahanan terhadap cuaca diperlukan agar perkerasan tetap memiliki tahanan gesek (*skid resistance*). Sesuai dengan fungsi aspal sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, faktor yang menyebabkan aspal mengeras seiring dengan berjalannya waktu adalah sebagai berikut.

1. Oksidasi (ox*idation*).

Oksigen (O2) diserap aspal pada suhu rendah yang akan membentuk lapis tipis yang keras. Jika lapis tipis ini pecah, maka akan terjadi oksidasi lagi pada lapis yang ada di bawahnya, begitu seterusnya. Ditinjau dari sifat kimia, peristiwa oksidasi ini akan membentuk komponen baru yang bersifat larut dalam air. Jika bagian ini terkena air dalam waktu lama, maka bagian yang larut ini akan terbawa air. Akibatnya kadar aspal akan berkurang. Lapis perkerasan tidak bisa bertahan sesuai umur rencana jika sering tergenang air. Hal ini dapat terjadi karena kadar aspal berkurang, yang menyebabkan ikatan menjadi lemah dan sifat rapat air menurun.

2. *Volatilization*

Volatilization adalah penguapan (*evaporasi*) bagian-bagian aspal yang memiliki berat molekul kecil. Jika aspal terlalu banyak kehilangan bagian yang memiliki berat molekul kecil, maka aspal akan mengeras seiring berjalannya waktu.

Proses Volatilization ini dipercepat dengan cara :

a. Pemanasan aspal pada suhu tinggi,

b. Pengadukan aspal pada suhu panas, dan

c. Pemanasan pada suhu tinggi pada rentang lama.

3. *Polymerization.*

Polymerization adalah penggabungan molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, bagian labil yang cenderung membentuk molekul yang lebih besar adalah resins, yang berubah menjadi asphaltenese. Akibat perubahan ini aspal menjadi keras dan mudah mengalami retak-retak.

4. *Thixotrophy.*

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

5. *Separation.*

Separation adalah pemisahan *resins*, *oil* 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 *resins* atau *oil*-nya, aspal yang tertinggal akan mengeras. Sebaliknya apabila yang diserap *asphaltenese*-nya, aspal akan bertambah lunak.

6. *Synerisis.*

Synerisis adalah penampakan noda-noda pada permukaan aspal. Noda ini disebabkan oleh terjadinya pembentukan struktur baru dalam aspal. Struktur baru tersebut ditampakkan pada permukaan aspal.

Struktur baru tersebut pada umumnya merupakan bagian dengan berat molekul besar. Bagian ini yang menyebabkan aspal yang berbeda pada bagian permukaan menjadi keras.

Aspal yang sudah mengeras oleh sebab apapun, kualitasnya sudah menurun. Daya tahan (*durability*), daya ikat (*adhesi*) dan kadar aspal telah menurun. Aspal yang mengeras juga bersifat getas (*brittle*). Bertambahnya kadar aspal dalam campuran *split mastic asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa (SMA + S) akan memperbaiki campuran tersebut, hal demikian sangat dikehendaki di Indonesia. Kadar aspal yang tinggi pada campuran gradasi senjang (*gap graded*) pada *split mastic asphalt* menurut Bina Marga memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

1. Bertahan lebih lama (aspal tidak cepat menjadi getas dan kurang mengalami oksidasi),
2. Lebih *flexible* (lendutan lebih besar pada perkerasan dapat di toleransi),
3. Lebih tahan terhadap kemungkinan retak-retak akibat kelelehan
4. Lebih kedap air,dan
5. Lebih mudah mengerjakan dan memadatkan.

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

1. Teori luas permukaan butiran dan kekerasan permukaan butiran (*surface area*).
2. Metode Marshall.

Pada penelitian ini digunakan AC 60/70, yaitu *asphalt cements* dengan penetrasi 60/70. Persyaratan AC 60/70 diberikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Persyaratan aspal AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi (250°C,5detik)	PA 0301-76	60	79	0.1 mm
2	Titik Lembek (Ring Ball)	PA 0302-76	48	58	°C
3	Titik Nyala	PA 0303-76	200	-	°C
4	Kelarutan CCl4	PA 0305-76	99	-	% berat
5	Daktilitas (250°C,5cm/menit)	PA 0306-76	100	-	Cm
6	Berat Jenis	PA 0307-76	1	-	-

2.3.2 Agregat

Permeabilitas suatu campuran sangat menentukan daya tahan lapis perkerasan, tidak saja tergantung pada kandungan volume rongga udara tetapi ditentukan pula oleh gradasi agregatnya. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga udara antar butiran yang akan menentukan stabilitas.

Sifat-sifat dari agregat harus diketahui terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan dasar konstruksi, karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat-sifat agregat pada umumnya ditinjau dari:

1. Ukuran butiran dan gradasi
2. Kebersihan
3. Kekerasan
4. Bentuk butiran

5. Permukaan butiran

6. Kemampuan menyerap, dan

7. Kemampuan mengikat aspal.

(Kerbs and Walker, 1971).

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan paling kasar diletakkan paling atas dan diakhiri dengan Pan.

Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Gradasi terbuka *(open graded)*

Gradasi terbuka adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.

Agregat dengan gradasi terbuka akan menghasilkan lapis perkerasan dengan permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.

2. Gradasi rapat/baik (*dense well graded*)

Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam proporsi yang berimbang.

Agregat dengan gradasi ini akan menghasilkan lapis perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainasi jelek dan berat volume besar.

3. Gradasi buruk/senjang/celah (*poorly gap graded*)

Gradasi buruk merupakan campuran yang tidak memenuhi dua agregat di atas.

Gradasi agregat yang pada umumnya digunakan untuk lapis perkerasan lentur adalah gradasi senjang (*gap graded*), merupakan agregat dengan satu fraksi hilang.

Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis gradasi di atas.

Adapun gradasi SMA+S adalah gradasi senjang *(gap graded)*, dengan prosentase agregat kasar (ukuran ≥ 2 mm) yang tinggi yaitu ± 75 %. menurut acuan dari Bina Marga. Gradasi agregat SMA yang digunakan diberikan pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Gradasi agregat SMA + serat selulosa menurut Bina Marga.

No	Ukuran Saringan (mm)	Lolos Saringan (%)	Ideal, batas tengah (%)
1	12.70	100	100
2	11.20	90-100	95
3	8.00	50-75	62.5
4	5.00	30-50	40
5	2.00	20-30	25
6	0.71	13-25	19
7	0.25	10-20	15
8	0.09	8-13	10.5

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

2.3.3 Filler

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan No 200 (0,074 mm) biasa berupa batu debu, batu kapur, debu dolomit atau semen. Filler merupakan bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran beton aspal. (Bahan dan struktur Jalan Raya, Suprapto, 1995).

2.3.4 Bahan Tambah (*Additive*)

Sebagai bahan tambah di dalam campuran SMA adalah serat selulosa (*Cellulose fibre*) dengan kadar berkisar antara 0,2 - 0,3 % terhadap total campuran. Persyaratan dari Bina Marga yang harus dipenuhi untuk serat selulosa agar dapat digunakan sebagai bahan tambah pada aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut.

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

   Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah CF-31500 (*custome fibres*-31500) dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat-sifat serat selulosa CF-31500

No	Karakteristik	Satuan	Syarat
1	Warna	-	Abu-abu
2	PH	-	7,5±1
3	Kadar Air	%	<6,0
4	Kadar organik (Serat Selulosa)	%	>75,0
5	Berat Isi Gembur	Gr/lt	>25,0
6	Panjang Serat	Micron	Maks 5000
7	Ketahanan Terhadap Asam dan Alkali	-	Baik
8	Ketahanan Terhadap Pemanasan sampai 250°C	-	Baik
9	Distribusi Dalam Campuran Kering, 170°C	-	Merata
10	Hasil Ekstraksi Serat selulosa dari Beton Aspal Campuran Panas	%	100,0
11	Titik Lembek Campuran Aspal Minyak PEN 60/70 Dengan Serat selulosa	°C	≥55,0

Sumber: PT. Perwita karya Yogyakarta

2.3.4.1 SMA + S

Berdasarkan tugas akhir penelitian laboratorium oleh Suryadi (1995) dengan judul pengaruh serat selulosa terhadap *split mastic asphalt* adalah sebagai berikut.

1. *Split mastic asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa memiliki stabilitas lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang tidak pakai serat selulosa.
2. *Split mastic asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa mempunyai *void in mix* lebih besar dibanding yang tidak memakai serat selulosa.
3. *Split mastic asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa mempunyai nilai Marshall Quotient lebih stabil atau sesuai dengan spesifikasi.
4. *Split mastic asphalt* dengan bahan tambah serat selulosa mempunyai unit weight / density lebih rendah dibanding yang tidak memakai serat selulosa.

2.3.5 Chemcrete

Berdasarkan hasil pengujian terhadap bahan chemcrete modifier pada lapis keras HRA dan AC yang dilakukan oleh Prasetyo dan Hartadi (1999), menunjukkan bahwa:

1. Penggunaan chemcrete pada lapis keras lentur HRA dan AC akan meningkatkan nilai stabilitas seiring proses curing. Hal ini disebabkan chemcrete mampu memperbaiki kualitas aspal yaitu meningkatkan kohesi aspal dan meningkatkan daya adhesi antara partikel aspal dengan agregat.
2. Nilai *flow* dengan penambahan chemcrete pada lapis keras HRA dan AC mengalami kenaikan seiring dengan lamanya proses curing, hal ini mengakibatkan campuran cenderung lebih lunak.

2.4 Pemeriksaan Campuran Aspal Dengan Metode Marshall

Pemeriksaan campuran aspal dengan metode Marshall bermaksud untuk menentukan nilai di bawah ini.

1. Kepadatan *(density)*.

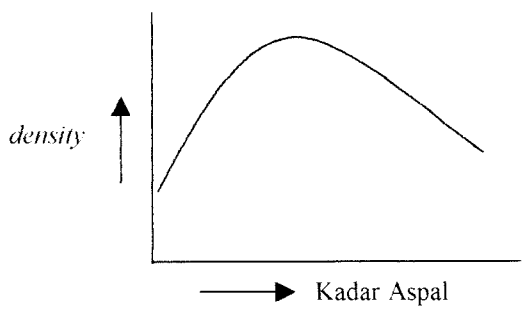
Nilai kepadatan campuran *(density)* menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran ber*density* rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran tersebut. Campuran akan memiliki kepadatan tinggi apabila bentuk agregat tidak beraturan, porositas agregat rendah, kadar aspal cukup untuk menyelimuti permukaaan agregat, pemadatan pada suhu tinggi (viskositas rendah) dan cara pengerjaan yang benar. Nilai *density* sesungguhnya diperoleh dengan rumus : $g = \frac{c}{f}$

Keterangan : g = density

c = Berat sampel kering sebelum direndam

f = Volume/isi

Kurva density diberikan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Grafik Nilai *Density*

2. Stabilitas *(stability)*

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelehan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum, hal ini karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus sebagai berikut. Kurva Stabilitas terlihat pada gambar 2.2.

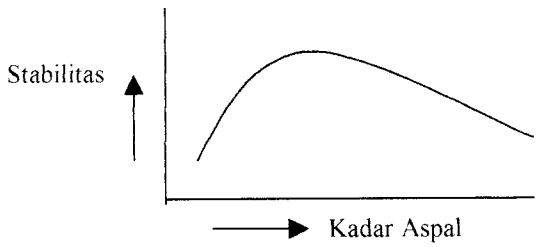
$$\mathbf{S = p \times q}$$

Keterangan:

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

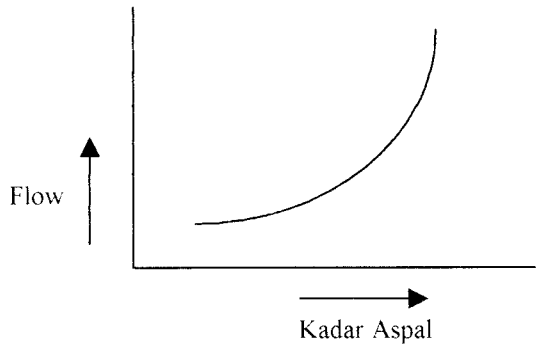


Gambar 2.2 Grafik Nilai Stabilitas.

3. *Flow*

Flow menyatakan besarnya penurunan (*deformasi* benda uji) campuran dengan angka kelelehan tinggi serta stabilitas rendah. Di atas batas maksimum akan cenderung bersifat plastis. Tapi bila campuran dengan angka kelelehan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas

dan mudah retak apabila ada pembebanan. Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow saat pengujian Marshall. Kurva *Flow* terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Grafik Nilai *Flow*

4. VITM (*void in the total mix*)

VITM adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelehan yang semakin cepat, berupa alur retak (Sukirman, 1995). Kurva VITM terlihat pada gambar 2.4.

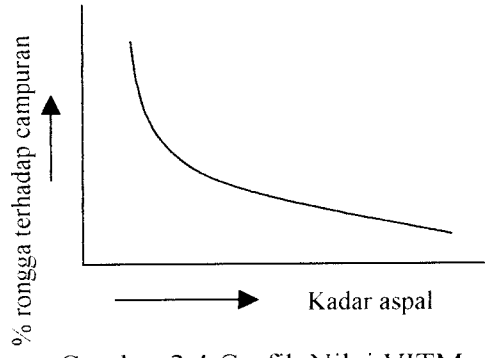
Nilainya dihitung dengan rumus :

VITM = 100 x (100 – g/h)

$$\mathbf{h = \frac{100}{[(\%agregat/Bj.agregat) + (\%aspal/Bj.aspal)]}}$$

Keterangan:

h = Berat jenis maksimum teoritis campuran.



Gambar 2.4 Grafik Nilai VITM

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, yang nilainya akan naik berdasarkan kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka prosentase kadar aspal yang mengisi rongga, adalah prosentase kadar aspal maksimum. Kurva VFWA terlihat pada gambar 2.5.

Nilai VFWA dihitung dengan rumus:

$$\mathbf{VFWA = 100 \times (i/l)}$$

$$\mathbf{i = b \times (g/Bj\ aspal)}$$

$$\mathbf{b = \{a/(100+a)\} x 100}$$

$$\mathbf{j = \frac{(100-b)xg}{Bj.agregat}}$$

$$\mathbf{l = 100 - j}$$

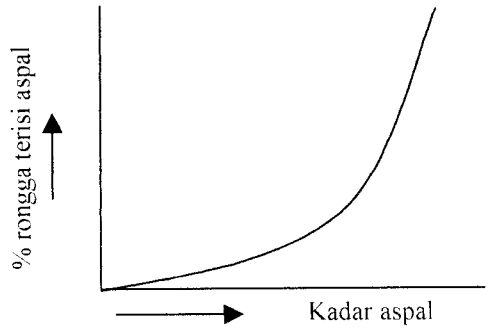
Keterangan:

a = Prosentase aspal terhadap batuan (%)

b = Prosentase aspal terhadap campuran (%)

i dan j = Rumus substitusi

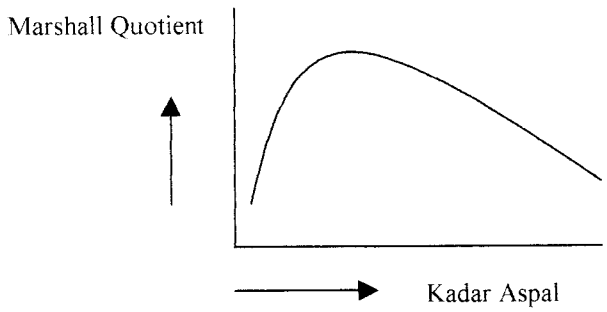
l = Prosentase rongga terisi aspal (%)



Gambar 2.5 Grafik Nilai VFWA

6. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai flow. Nilai Marshall Quotient (MQ) pada perencanaan perkerasan dengan metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik diakibatkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan Spesifikasi Stabilitas dan Flow. Kurva Marshall Quotient terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.6 Grafik Nilai Marshall Quotient

Tinjauan pemeriksaan campuran di atas adalah suatu metode pemeriksaan yang menggunakan agregat berupa batuan dan pasir biasa (yang umum digunakan).

2.4 Hipotesis

Chemcrete Modifier yang dicampurkan ke dalam campuran *Split Mastic Asphalt* + Selulosa merupakan bahan tambah yang difungsikan untuk menaikkan sifat fisik campuran dan dapat meningkatkan daya tahan perkerasan.

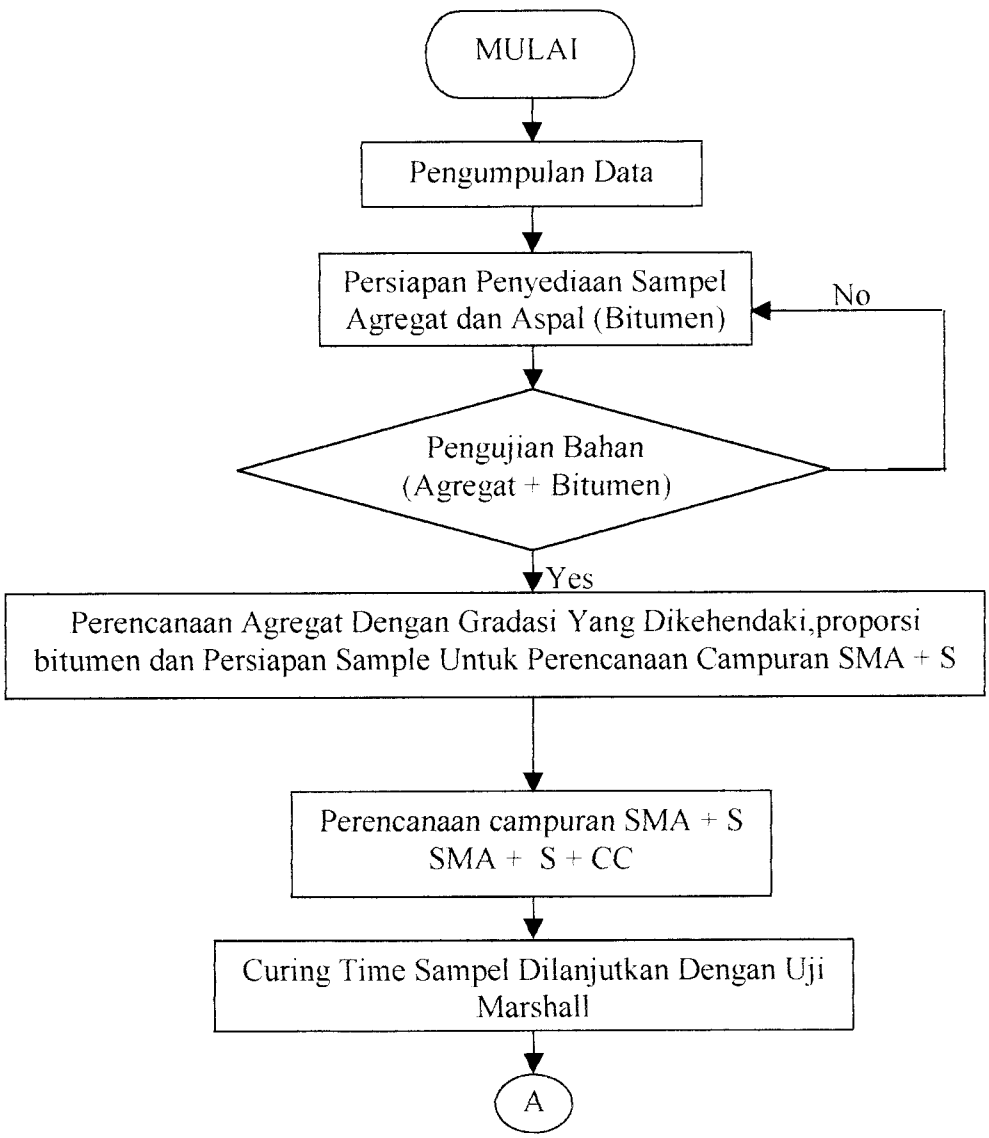
Dalam hal ini peneliti berpendapat bahwa *Chemcrete Modifier* yang dicampurkan dalam campuran SMA+S dapat meningkatkan kekuatan fisik serta meningkatkan nilai stabilitas campuran tersebut.

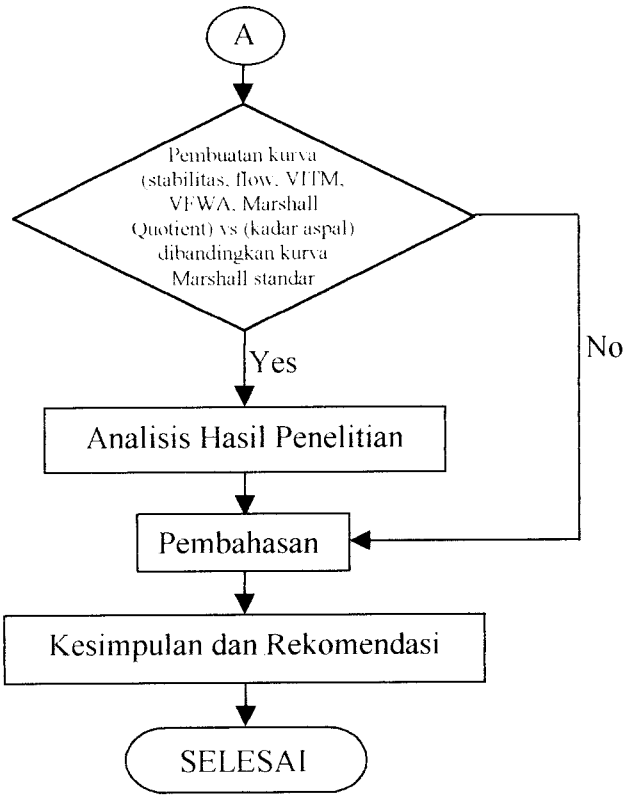
BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Metode Penelitian

Jalannya penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut ini.





3.2 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dapat dijelaskan sebagai berikut ini.

3.2.1 Lokasi alat dan bahan.

3.2.1.1 Agregat

Pada pengujian ini dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Sehingga alat – alat yang digunakan dalam penelitian agregat adalah milik laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.2.1.2 Aspal

Pada pengujian ini dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Sehingga alat – alat yang digunakan dalam penelitian aspal adalah milik laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

3.2.1.3 Serat Selulosa

Serat selulosa yang digunakan adalah jenis CF-31500, yang diperoleh dari laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.2.1.4 Chemcrete

Chemcrete yang digunakan berasal dari PT. Petrochemindo Purnama, Jakarta.

3.2.2 Pengujian Bahan

3.2.2.1 Pengujian agregat

Bahan agregat yang digunakan dalam penelitian ini sebelum diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas, maka dilakukan suatu pemeriksaan. Pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan keausan agregat.

Ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan percobaan abrasi dengan menggunakan mesin Los Angeles berdasarkan PB 0206-76. Nilai

abrasi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat tumbukan dan gesekan antara partikel dengan bola-bola baja pada saat terjadinya putaran.

Peralatan yang digunakan adalah mesin Los Angeles, saringan, timbangan dengan ketelitian 5 gram, bola – bola baja dengan diameter rata – rata 4,68 cm dengan berat masing - masing antara 390 gram sampai 445 gram, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C.

2. Pemeriksaan berat jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat. Untuk mendapat volume agregat digunakan air suling.

Pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5. Besarnya berat jenis agregat penting untuk diketahui karena perencanaan campuran agregat dengan aspal berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram, picnometer dengan kapasitas 500ml, conne / kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas (40 ± 3)mm dan diameter bawah (90 ± 3)mm dan tingginya (75 ± 3)mm dengan tebal logam0,8 mm dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata dengan berat (340 ± 15)gram diameter permukaan penumbuk (25 ± 3)mm, saringan no 4, oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C, loyang seng dan loyang plastik, kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya, termometer, pompa hampa udara *(vacum pump)*, air suling.

3. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air.

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

Peralatan yang digunakan adalah timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram, picnometer dengan kapasitas 500ml, saringan no 4, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C, loyang seng dan loyang plastik, kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya, termometer, pompa hampa udara *(vacum pump)*, air suling.

4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal.

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

Peralatan yang digunakan adalah batu – batu putih silikat ($Si\ O_3$ dengan ukuran tertahan saringan 19 mm dan lewat saringan 32 mm, air suling dengan pH 6-7 kira – kira 2000 cm^3, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C.

5. Pemeriksaan *Sand Equivalent.*

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus. *Sand equivalent test* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan No. 4 sesuai prosedur PB-020-76. Adanya lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat sehingga ikatan antar agregat

dengan aspal berkurang. Juga adanya lempung mengakibatkan luas permukaan yang harus diselimuti aspal bertambah.

Peralatan yang digunakan adalah alat pemeriksaan *sand equivalent* yang terdiri dari (plastik, tutupkaret,tabung irigator, kaki pemberat, dan sifon), kaleng dengan diameter 57 mm dan isi 85 ml, corong dengan mulut yang luas, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan $CaCl_2$, gliserin dan formal dehyde.

Adapun persyaratan-persyaratan tersebut terlihat pada tabel 3.1. dan 3.2.di bawah ini.

Tabel 3.1 Persyaratan Agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan agregat (Los Angeles)	≤40%
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 50%
3	Penyerapan air	≤ 3%
4	Berat jenis semu	≥ 2,5

Sumber : SNI. No. 1737.1989- Fjo. SKBI-2.426.1987, DPU

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %
2	Penyerapan Air	≤ 3%
3	Berat Jenis Semu	≥ 2,5

Sumber : SNI. No.1737.1989-F jo. SKBI-2 426. 1987. DPU

3.2.2.2 Pengujian aspal *(Bitumen)*

Pada pengujian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70. Pengujian di laboratorium meliputi :

1. Pemeriksaan penetrasi.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti standar Bina Marga PA-0301-76. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60/70 adalah 60-79.

Peralatan yang digunakan adalah: alat penetrasi, pemegang jarum, pembuat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, bak perendam *(water bath)*, gelas piala *(beker glass)*, *stop watch* dengan skala pembagian terkecil 0.1 detik dan kesalahan tertinggi 0.1 detik per 60 detik untuk mengatur waktu, termometer dengan skala suhu 100°C.

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

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mencari temperatur pada saat aspal menjadi lunak. Pemeriksaan ini menggunakan lapisan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja dengan diameter 9,53 mm, seberat 3,5 gr. Titik lembek adalah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal di dalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur, sehingga aspal menjadi lembek dan jatuh pada ketinggian 1 inch (2,543 cm) dari pelat dasar. Pemeriksaan mengikuti prosedur Bina Marga PA-0302-76 dengan nilai yang disyaratkan 48°C sampai 58°C.

Peralatan yang digunakan adalah: termometer, cincin kuningan, bola baja diameter 9,53mm berat 3,45 gram, *baker glass* tahan panas, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan perlengkapannya.

3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar.

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

Peralatan yang digunakan adalah: termometer 400°C, cawan cleveland open cup,pelat pemanas dan perlengkapannya, nyala penguji yang dapat diatur, *stop watch*, penahan angin.

4. Pemeriksaan berat jenis aspal.

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat dan volume aspal, dalam penelitian ini volume aspal dipergunakan air suling. Prosedur pemeriksaan yang dilakukan mengikuti prosedur Bina Marga PA-0307-76 dengan nilai yang telah disyaratkan minimal 1gr/cc. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisis campuran.

Peralatan yang digunakan adalah: termometer dan neraca dengan ketelitian 0.1 mg, bak perendam yang dilengkapi dengan pengatur suhu dengan ketelitian (25 ± 0,1)°C, picnometer, air suling sebanyak 1000 cm^3, bejana gelas.

5. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL_4 (*solubility test*).

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam *Carbon Tetra Chlorid*. Jika semua *bitumen* yang diuji larut dalam larutan CCL_4 maka *bitumen* tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti standar Bina Marga PA-3050-76.

Peralatan yang digunakan adalah: alat dari asbes dengan panjang serat kira – kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam, goach cruible, labu erlemeyer kapasitas 125 ml, tabung penyaring, labu penyaring, tabung karet untuk menahan goach cruible, oven, pembakar gas, neraca analitik dengan kapasitas, pompa hampa udara, desikator, carbon tetrachlorida p.a.(p.a. = pro analisa), ammonium karbonat p.a., batang pembersih.

Sedangkan untuk serat selulosa CF 31500 dan *Chemcrete* tidak dilakukan pengujian bahan.

3.2.3 Perencanaan campuran

Dalam perencanaan campuran seperti pada lampiran (analisa saringan agregat kasar dan halus) akan didapatkan kebutuhan aspal dan agregat untuk masing-masing kadar aspal dalam campuran berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. perencanaan campuran dilakukan untuk masing-masing prosentase kadar aspal dalam campuran dengan berat benda uji (aspal + agregat + serat selulosa) 1200 gr

2. menetapkan variasi kadar aspal yang akan digunakan untuk masing-masing benda uji serta menghitung berat aspal yang dibutuhkan untuk masing-masing benda uji tersebut
3. menghitung berat agregat yang dibutuhkan untuk masing-masing prosentase kadar aspal (berat agregat = 1200 - berat aspal - berat serat selulosa), sedangkan berat chemcrete dihitung berdasarkan prosentase terhadap aspal
4. mengambil batas atas dan batas bawah spesifikasi gradasi agregat yang merupakan prosentase lolosunruk masing-masing nomor saringan sesuai dengan gambar kurva campuran SMA + S yang dikeluarkan oleh Bina Marga kemudian ditabelkan pada lampiran 13.
5. mengambil prosentase lolos ideal dengan mengambil nilai tengah dari batas atas (maksimum) dan batas bawah (minimum) untuk masing-masing nomor saringan yagng menahan agregat sangat sedikit sekali atau sama sekali tidak tertahan dikarenakan SMA merupakan campuran bergradasi senjang (*gap greded*)
6. menghitung prosentase tertahan berdasarkan prosentase lolos untuk masing-masing nomor saringan(% tertahan = 100%-%lolos)
7. menghitung berat tertahan untuk masing-masingnomor saringan yaitu mengalikan prosentase tertahan dengan berat agregat yang akan melewati tiap-tiap nomor saringan.
8. menjumlahkan berat agregat yang tertahan secara komulatif berat tertahan agregat pada nomor saringan paling bawah sama dengan

jumlah agregat yang dibutuhkan untuk prosentase kadar aspal yng telah ditentukan tadi

9. dari tabel yang dibuat tadi akan diketahui kebutuhan aspal, agregat, chemcrete dan serat selulosa untuk membuat benda uji dengan prosentase kadar aspal tertentu
10. mengambil agregat yang akan disaring baik untuk ukuran CA,MA,maupun FA.
11. Agregat kasar (CA) digunakan pada saringan 12.7 mm, 11.2 mm, 8.0 mm, 5.0 mm. Agregat medium (MA) digunakan pada saringan 2.0 mm, 0.71 mm, 0.25 mm, 0.09 mm. Agregat halus (FA) digunakan pada pan.

Pada campuran ini dipakai variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%,7,5% dari berat total benda uji, dengan berat masing – masing benda uji 1200 gram. Berat aspal yang diperlukan untuk masing – masing benda uji:

1. benda uji dengan kadar aspal 6,0 % adalah 6,0% x 1200 gr yaitu 72 gr
2. benda uji dengan kadar aspal 6,5 % adalah 6,5% x 1200 gr yaitu 78 gr
3. benda uji dengan kadar aspal 7,0 % adalah 7,0% x 1200 gr yaitu 84 gr
4. benda uji dengan kadar aspal 7,5 % adalah 7,5% x 1200 gr yaitu 90 gr

Pada campuran ini dipakai variasi kadar serat selulosa CF 31500 sebesar 0,3 % dari berat total campuran. Berat benda uji dengan kadar serat selulosa CF 31500 sebesar 0,3 % adalah 0,3 % x 1200 gr yaitu 3,6 gr.

Pada campuran ini dipakai kadar chemcrete sebesar 2% dari berat aspal, berat chemcrete yang diperlukan untuk masing-masing benda uji :

1. benda uji dengan kadar chemcrete 2% adalah 2 % x 72 gr yaitu 1,44 gr
2. benda uji dengan kadar chemcrete 2% adalah 2 % x 78 gr yaitu 1,56 gr
3. benda uji dengan kadar chemcrete 2% adalah 2 % x 84 gr yaitu 1,68 gr
4. benda uji dengan kadar chemcrete 2% adalah 2 % x 90 gr yaitu 1,8 gr

Prosentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada gradasi agregat dari Bina Marga seperti pada tabel 2.2.

Pada penelitian ini untuk masing-masing benda uji dibuat tiga sampel baik yang menggunakan chemcrete maupun yang tidak menggunakan chemcrete. Proses pencampuran dilakukan dengan mengacu pada gradasi pada spesifikasi. Setelah proses pencampuran selesai, masing– masing campuran segera dituang ke dalam cetakan untuk dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 tumbukan. Perlakuan ini dipakai karena standar jalan dengan lalu lintas tinggi.

Tahap pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai memperoleh berat tetap pada suhu 105 ± 5°C. Agregat - agregat tersebut kemudian disaring secara kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Proses pencampuran
    1. Panci pencampuran dipanaskan beserta gradasi agregat rencana.
    2. Agregat kering diaduk dengan 0,3% serat selulosa, agar distribusi serat merata pada suhu 150°C.

3. Aspal AC 60-70 panas ditambahkan Chemcrete (agar memperoleh tingkat kekentalan rencana).
4. Campuran diaduk selama 40-45 detik.

4. Proses pemadatan dilakukan sebagai berikut:
   1. Perlengkapan cetakan benda uji dan bagian muka penumbuk dibersihkan secara cermat dan dipanaskan 93-148,9°C,
   2. Benda uji ditimbang,
   3. Diletakkan selembar kertas saring ke dalam cetakan,
   4. Seluruh campuran dimasukkan ke dalam cetakan pada suhu 140°C. campuran ditusuk-tusuk dengan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
   5. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali dengan tinggi jatuhan 45,7 cm. Palu selalu tegak lurus selama pemadatan.
   6. Plat alas dan leher sambungan dilepas kembali dari cetakan benda uji.
   7. Penumbukan dilakukan pada permukaan benda uji yang sudah dibalik sebanyak 75 kali, penimbangan dan pengukuran dilakukan kembali setelah pelat alas dan leher sambungan dilepaskan, dan
5. Benda uji dikeluarkan dengan hati-hati dari cetakan, dan diletakkan di tempat yang rata selama 24 jam.

3.2.4 Pengujian Campuran

3.2.4.1 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan antara lain sebagai berikut ini.

1. Cetakan benda uji lengkap dengan pelat atas dan leher sambungan.

2. Mesin penumbuk manual maupun otomatis.
3. Alat untuk mengeluarkan benda uji (*ejector*).
4. Alat Marshall lengkap, yaitu:
    1. Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
    2. Cincin penguji (*proofing ring*)
    3. Arloji pengukur alir (*flow*).
5. Oven.
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu.
7. Timbangan.
8. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*).
9. Perlengkapan lain, antara lain:
    1. Panci/kuali.
    2. Sendok pengaduk dan spatula.
    3. Pemanas.
    4. Kantong plastik, gas elpiji dan,
    5. Sarung tangan.

3.2.4.2 Persiapan Pengujian

Tahap persiapan pengujian adalah sebagai berikut.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, sebelum dilakukan penimbangan.
2. Setiap benda uji diberikan tanda pengenal.
3. Tinggi dan diameter diukur dengan ketelitian 0,1 mm terhadap alat ukur.
4. Benda uji diperam dalam air.

5. Benda uji ditimbang dalam kondisi basah.
6. Benda uji ditimbang dalam kondisi kering.

3.2.4.3 Cara Pengujian

Cara pengujian benda uji dilakukan sebagai berikut:

1. Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama ± 40 menit dengan suhu perendaman 60°C.
2. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat Marshall.
3. Pembebanan dimulai dengan posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol. Sementara selubung arloji disiapkan.
4. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukan oleh jarum ukur. Pembebanan maksimum yang terjadi pada flow meter dibaca pada saat itu.

Pengujian campuran ini menggunakan uji Marshall. Uji Marshall bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh hasil:

1. Stabilitas
2. FLOW
3. VITM (*Void in the Total Mix*)
4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)
5. Marshall Quotient

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang dimaksud meliputi penelitian agregat, aspal dan jenis campuran dengan tata cara mengikuti prosedur standar Bina Marga, yaitu Manual Pemeriksaan Bahan jalan No. 01/Mn/BM/1976.

4.1.1 Agregat

Spesifikasi dan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dicantumkan pada tabel 4.1 s.d 4.3.

Tabel 4.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	*Syarat*	*Hasil*
Keausan dengan mesin Los Angeles	Maksimum 40%	18,62%
Kelekatan terhadap aspal	≥ 95%	100%
Penyerapan air pada agregat kasar	≤ 3%	2,036%

Sumber : Petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983 dan hasil penelitian labolatorium.

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	*Jenis Pemeriksaan*	*Syarat*	*Hasil*
1	Nilai Sand Equivalent (%)	≥ 50%	91,667
2	Penyerapan Air (%)	≤ 3%	2,041
3	Berat Jenis Semu	≥ 2,5%	2,753

Sumber : Hasil pengujian pada Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

4.1.2 Aspal

Spesifikasi aspal berdasarkan petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983 dan hasil penelitian laboratorium dicantumkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Satuan	Hasil
		Min	Max		
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1 mm	61,9
2.	Titik Lembek	48	58	°C	55.5°C
3.	Titik Nyala	200	-	°C	330°C
4.	Kelarutan dalam CCL4	99	-	% Berat	99,5%
5.	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	100	-	Cm	>120Cm
6.	Berat Jenis	1		-	1,0204

Sumber : Petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983

4.2 Analisis

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

1. tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering (gram).

   Hasil pengujian tebal benda uji dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom t.

2. berat benda uji kering/sebelum direndam.

   Hasil pengujian berat benda uji kering dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom c.

3. berat dalam air (gram).

   Hasil pengujian berat benda uji di dalam air dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

   Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom d.

5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).

   Hasil pembacaan arloji stabilitas dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom o.

6. Pembacaan arloji flow/ kelelehan (mm).

   Hasil pembacaan arloji flow dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom r.

Untuk mendapatkan nilai – nilai rongga dalam campuran *(void in the mix VITM)*, rongga terisi aspal *(Void Filled with Asphalt VFWA)*, diperlukan data lainnya, yaitu :

1. berat jenis aspal,

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1.0204.

2. berat jenis agregat,

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan filler.

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(A/F1)+(B/F2)+(C/F3)}$$

KETERANGAN:

A = Prosentase agregat kasar, F1 = Berat jenis agregat kasar

B = prosentase agregat halus, F2 = Berat jenis agregat halus

C = Prosentase Filler F3 = Berat jenis filler

Bj. Agregat benda uji adalah sebagai berikut

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(75/2.675)+(15/2.585)+(10/2.606)}$$

$$= 2.6467$$

3. berat jenis maksimum teoritis campuran.

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut $= \frac{100}{[(\%\text{agregat/Bj.agregat})+(\%\text{aspal/Bj.aspal})]}$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 6 % adalah,

$$\text{Bj. maksimum teoritis} = \frac{100}{[(93.7/2.6467)+(6/1.0204)]}$$

$$= 2.422$$

Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data – data sebagai berikut:

1. Kepadatan *(density)*

Nilai *density* sesungguhnya diperoleh dengan rumus : $g = \frac{c}{f}$

c = Berat kering / sebelum direndam

= 1176,67 gr

f = Volume / isi benda uji (berat dalam keadaan SSD – berat di dalam air)

= c – e = 519 cc

g = Berat isi benda uji *(The relative density of specimen)*

$$= \frac{c}{f} = \frac{1176.67}{519} = 2.2672 \text{ gr/cc}$$

2. Stabilitas *(stability)*

Contoh perhitungan nilai stabilitas adalah sebagai berikut ini.

o = pembacaan arloji (stabilitas)

= 334.33

p = o x kalibrasi proving ring

= 334.33 x 3.4277 =1146

q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji dari tabel

= 1146 x 1.01 = 1135.54

3. *Flow*

Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow dan tercantum di kolom r pada tabel pengujian Marshall. Contoh perhitungan mencari nilai flow adalah sebagai berikut.

- Pembacaan arloji flow rata –rata = 15

- Pembacaan arloji flow sesungguhnya = 15 x 0.01 x 25.4 = 3.81

4. VITM (*void in the total mix*)

Nilai VITM tercantum di kolom n pada tabel pengujian Marshall. Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

VITM = 100 x (100 – g/h)

$$= 100 - (100 \text{ x } \frac{2.2672}{2.422}) = 6.3145$$

g = density h = B.j. maksimum teoritis.

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA terdapat di kolom m pada tabel pengujian Marshall Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

VFWA = 100 x (i/l)

$$i = \frac{bxg}{B.J.aspal}$$

$$= \frac{6x2.2672}{1.0204} = 13.33$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{B.J.agregat}$$

$$= \frac{(100-6)2.2672}{2.6467} = 80.5987$$

$$l = (100 - j)$$

$$= (100 - 80{,}5987) = 19.4013$$

m $= \left(100x\frac{i}{l}\right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

$= \left(100x\frac{13.33}{19.4013}\right) = 69.95$

6. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai *flow* terlihat di kolom s pada tabel pengujian Marshall Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

Marshall Quotient $\frac{stabilitas}{flow} = = \frac{q}{r} = \frac{1135.54}{3.81} = 298.0412$ kg/mm

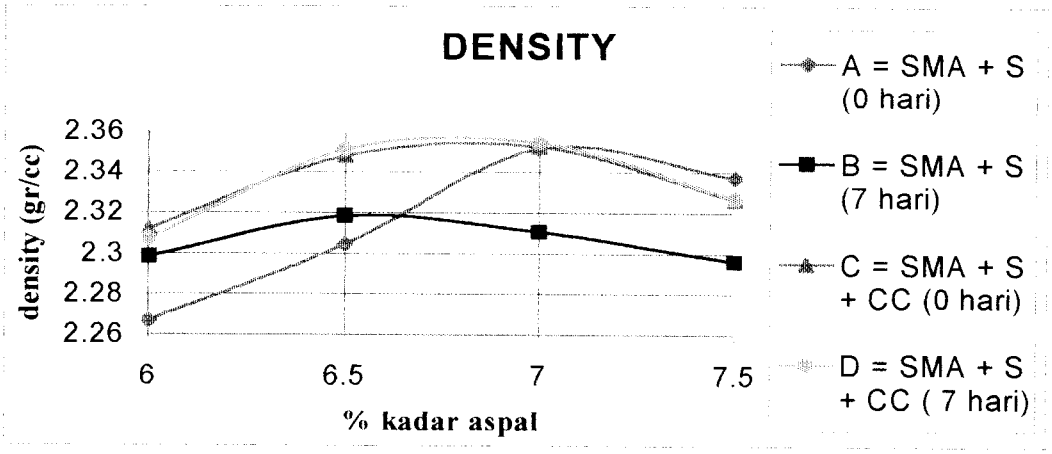
Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji Marshall untuk SMA + S dan SMA + S + Chemcrete

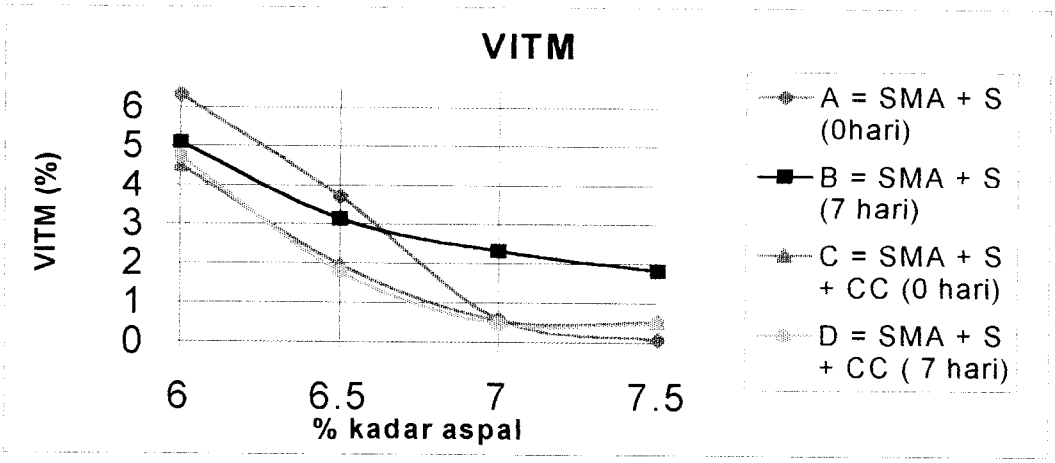
No	Karakteristik	Sample	Kadar Aspal			
			6%	6,5%	7%	7,5%
1	DENSITY (gr/cc)	A	2,267	2,304	2,352	2,337
		B	2,298	2,319	2,311	2,296
		C	2,312	2,348	2,353	2,327
		D	2,307	2,351	2,355	2,327
2	VITM (%)	A	6,315	3,714	0,599	0,068
		B	5,102	3,142	2,326	1,819
		C	4,515	1,958	0,563	0,524
		D	4,744	1,784	0,476	0,485
3	FLOW (mm)	A	3,81	3,852	3,916	4,001
		B	3,133	3,514	3,768	3,598
		C	3,874	3,895	3,979	3,916
		D	3,958	4,106	3,662	4,064
4	VFWA (%)	A	69,94604	79,53849	93,17836	93,85512
		B	73,78781	81,79261	84,54953	85,82131
		C	76,87056	88,27953	93,51291	91,58458
		D	75,22202	88,58666	93,92796	92,07743
5	STABILITAS (Kg)	A	1135,537	1153,95	1188,66	1011,687
		B	903,1768	962,2935	1062,61	765,0826
		C	1146,963	1157,504	1189,199	1012,701
		D	1163,016	1174,127	959,0962	826,9212
6	MARSHALL QUOTIENT (kN/mm)	A	2,98	2,99	3,03	2,52
		B	2,88	2,73	2,82	2,12
		C	2,96	2,97	2,98	2,58
		D	2,93	2,85	2,61	2,03

Sumber : Hasil akhir penelitian di laboratorium

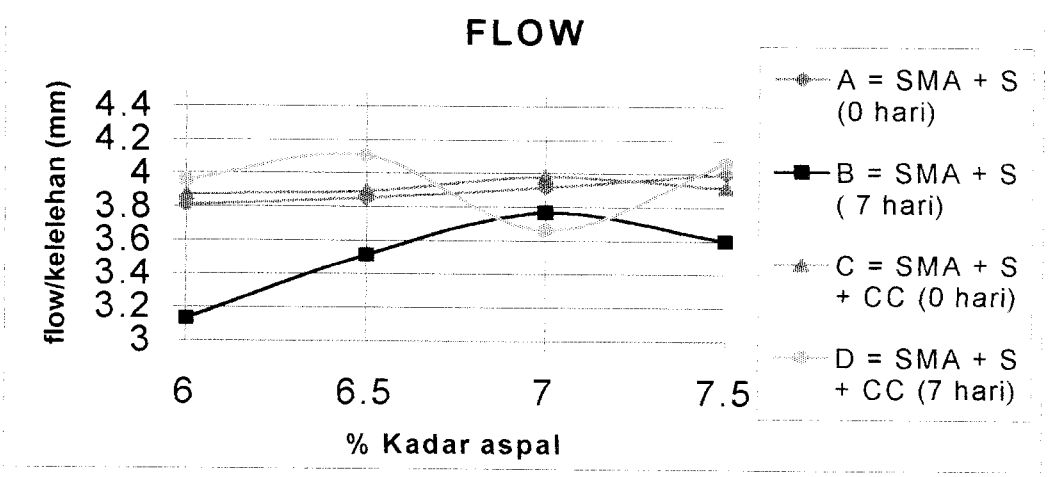
Berdasarkan data – data yang diperoleh kemudian dibuat kurva stabilitas vs kadar aspal, flow vs kadar aspal, % rongga terhadap campuran vs kadar aspal, % rongga terisi aspal vs kadar aspal, Marshall Quotient vs kadar aspal (seperti pada gambar grafik 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 di bawah ini).



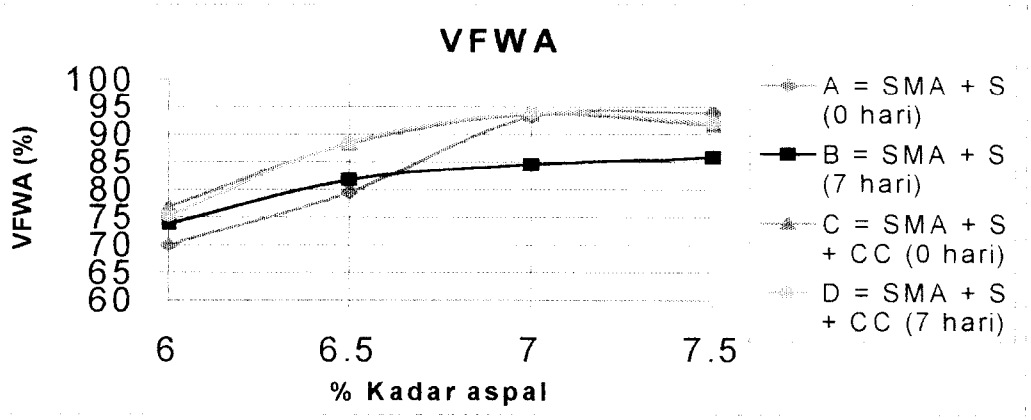
Gambar 4.1 Grafik Density hasil uji Marshall



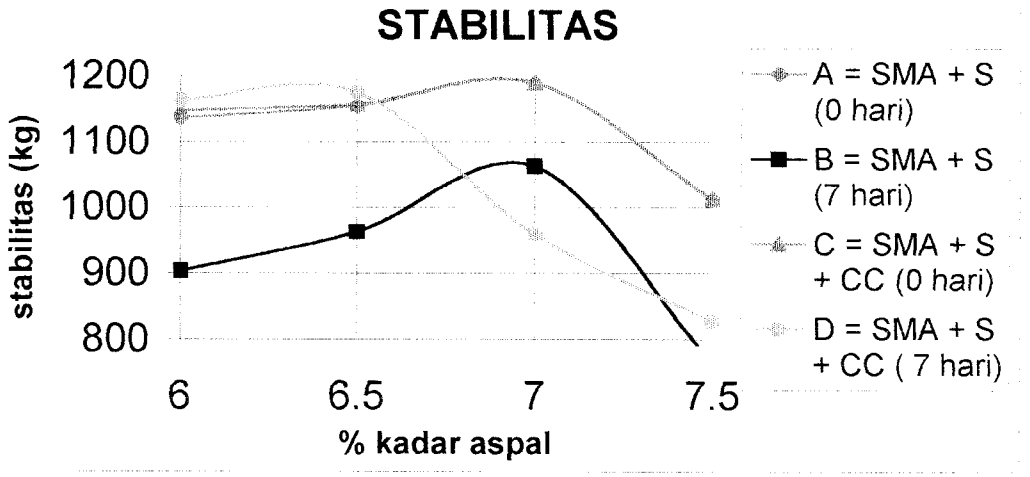
Gambar 4.2 Grafik VITM hasil uji Marshall



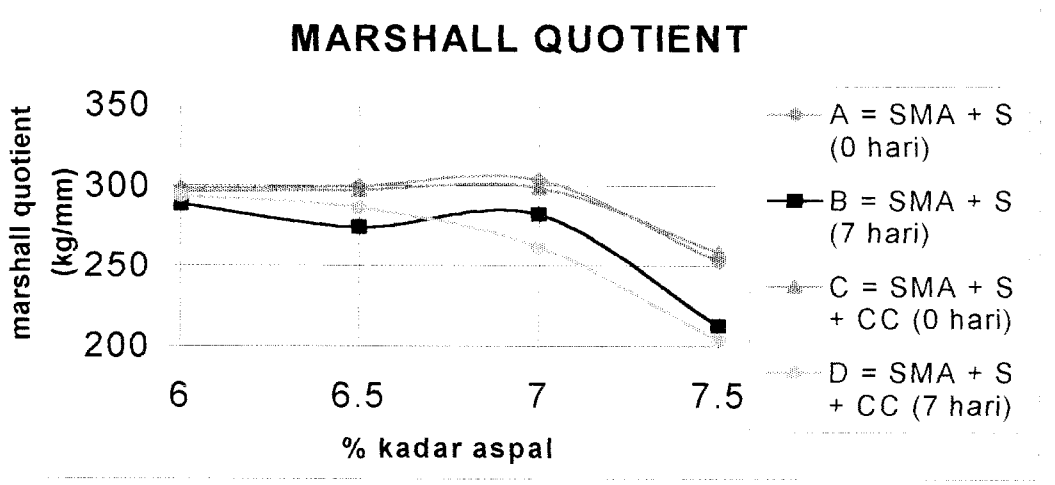
Gambar 4.3. Grafik FLOW hasil uji Marshall



Gambar 4.4 Grafik VFWA hasil uji Marshall



Gambar 4.5 Grafik Stabilitas hasil uji Marshall



Gambar 4.6 Grafik Marshall Quotient hasil uji Marshall

BAB V

PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat dari hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaaan Universitas Islam Indonesia, maka dapat diketahui nilai – nilai yang berpengaruh terhadap campuran SMA + S antara lain Stabilitas, *FLOW*, VITM, VFWA dan Marshall Quotient dari campuran yang direncanakan.

Pada penelitian ini dibuat empat jenis sampel yaitu Sampel A (SMA + S dengan curing time 0 hari, B (SMA + S dengan curing time 7 hari), C (SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari), D (SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari), Curing time dilakukan pada oven dengan suhu 60°C. Setelah itu barulah benda uji dites dengan alat Uji Marshall kemudian hasilnya dihitung dalam tabel hitungan Marshall, selanjutnya dianalisis tentang perbandingan antara campuran SMA + S tanpa menggunakan Chemcrete dengan SMA +S dengan ditambah Chemcrete.

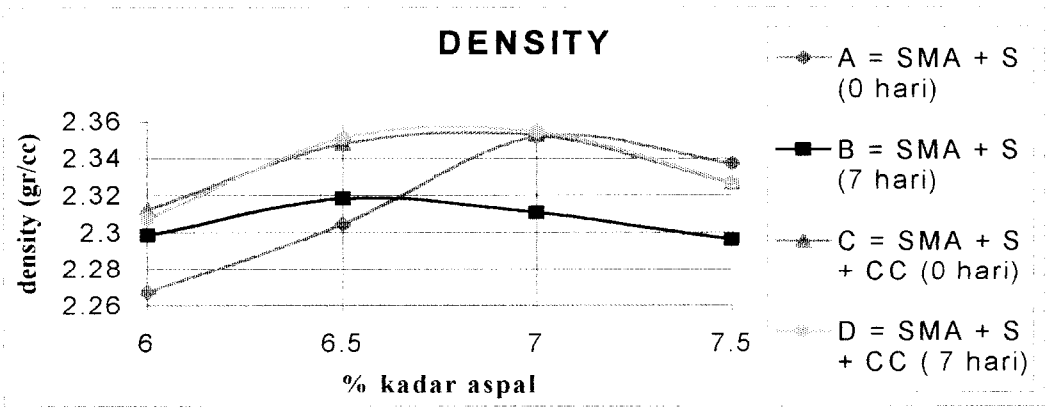
5.1 Evaluasi Hasil Pengujian Marshall

5.1.1 Evaluasi Terhadap Kepadatan *(Density)*

Nilai kepadatan campuran *(density)* menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang dipadatkan. Campuran dengan density tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran berdensity rendah. Nilai density dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan

campuran tersebut. Campuran akan memiliki kepadatan tinggi apabila bentuk agregat tidak beraturan, porositas agregat rendah, kadar aspal cukup untuk menyelimuti permukaaan agregat, pemadatan pada suhu tinggi (viskositas rendah) dan cara pengerjaan yang benar.

Nilai density yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik Density

Berdasarkan gambar 5.1 tersebut terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S curing 0 hari pada kadar aspal tinggi memiliki nilai density yang lebih besar dibanding campuran SMA + S curing 7 hari. Sedangkan pada kadar aspal rendah campuran SMA + S curing 0 hari memiliki nilai density yang lebih rendah dibanding campuran SMA + S curing 7 hari. Hal ini disebabkan oleh lamanya curing time pada kadar aspal tinggi, mengakibatkan nilai density turun.

Campuran SMA + S + Chemcrete curing 0 hari memiliki nilai density yang hampir relatif sama dengan campuran SMA + S + Chemcrete curing 7 hari.

Hal ini disebabkan oleh lamanya curing time tidak berpengaruh pada campuran dengan *additive* chemcrete.

Campuran SMA + S + Chemcrete curing 0 hari pada kadar aspal rendah lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S curing time 0 hari. Sedangkan pada kadar aspal tinggi campuran SMA + S + Chemcrete curing time 0 hari lebih kecil dibandingkan dengan campuran SMA + S curing time 0 hari. Hal ini disebabkan oleh *additive* chemcrete bekerja pada kadar aspal rendah, sedangkan pada kadar aspal tinggi chemcrete akan menyebabkan campuran menjadi lebih lembek.

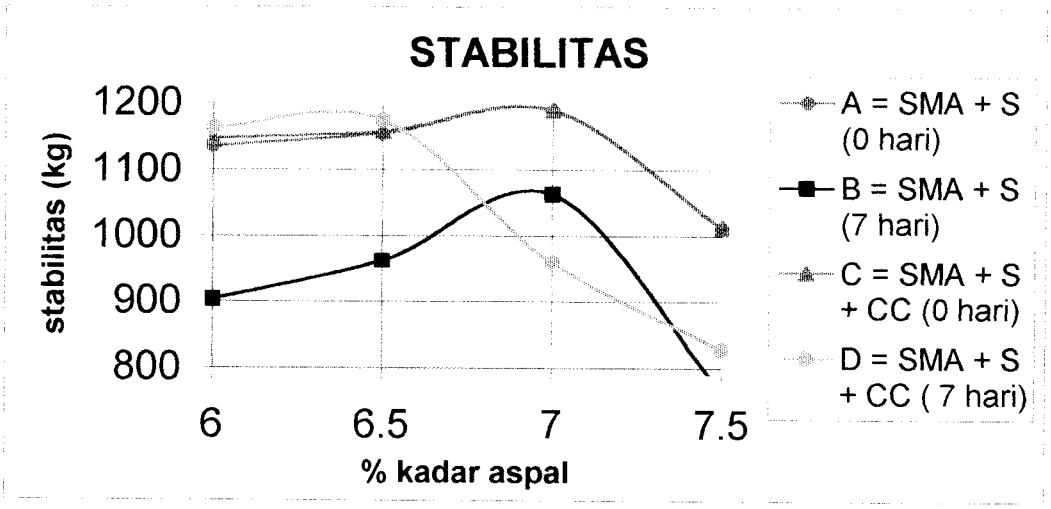
Campuran SMA + S + Chemcrete curing 7 hari lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S curing time 7 hari. Hal ini disebabkan oleh penambahan *additive* chemcrete menjadikan nilai density pada campuran itu naik.

5.1.2 Evaluasi Terhadap Stabilitas *(stability)*

Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Deformasi yang terjadi berbentuk gelombang atau alur.

Stabilitas pada pengujian Marshall adalah kemampuan suatu campuran *(Split Mastic Asphalt)* untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram *(kg)*.

Nilai stabilitas yang dihasilkan penelitian ini terlihat pada gambar 5.2. dibawah ini.



Gambar 5.2 Grafik STABILITAS

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 5.2 di atas terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S curing time 0 hari mempunyai nilai stabilitas lebih besar dibanding campuran SMA + S curing time 7 hari. Hal ini disebabkan oleh lamanya proses curing time menyebabkan nilai stabilitas makin turun.

Pada campuran SMA + S + Chemcrete pada curing time 0 hari mempunyai nilai stabilitas yang besar dibanding dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari pada kadar aspal tinggi. Sedangkan pada kadar aspal rendah nilai stabilitas campuran SMA + S + Chemcrete dengan waktu curing 7 hari lebih besar dibanding campuran SMA + S + Chemcrete pada waktu curing 0 hari, walaupun perbedaannya tidak terlalu jauh berbeda. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete menjadikan campuran menjadi lebih lembek pada kadar aspal tinggi.

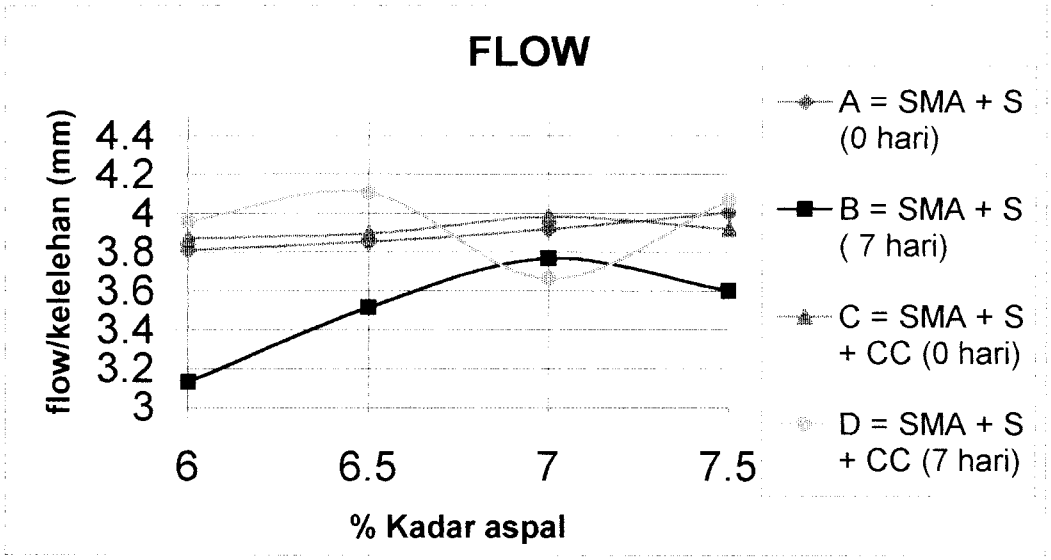
Untuk campuran SMA + S dengan curing time 0 hari dan campuran SMA + S + Chemcrete curing time 0 hari mempunyai nilai stabilitas yang relatif sama, hal ini disebabkan oleh *additive* chemcrete bekerja seiring bertambahnya curing time, sehingga pada curing time 0 hari tidak begitu banyak terjadi perubahan.

Untuk campuran SMA + S dengan curing time 7 hari pada kadar aspal tinggi mempunyai nilai stabilitas yang lebih besar dibanding dengan campuran SMA + S + Chemcrete curing time 7, sedangkan pada kadar aspal rendah campuran SMA + S dengan curing time 7 hari mempunyai nilai stabilitas yang jauh lebih kecil dibanding dengan campuran SMA + S + Chemcrete curing time 7. Hal itu disebabkan *additive* chemcrete tidak mau bekerja pada kadar aspal tinggi, atau melembekkan campuran pada kadar aspal tinggi.

5.1.3 Evaluasi Terhadap Flow (Kelelehan)

Kelelehan *(Flow)* menunjukkan besarnya deformasi campuran panas benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai flow yang sangat rendah dan nilai stabilitas Marshall yang tinggi menunjukkan perkerasan tersebut bersifat kaku. Sebaliknya nilai flow yang tinggi dan nilai stabilitas Marshall yang rendah menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai Flow yang dihasilkan pada penelitian ini terlihat pada gambar 5.3 berikut ini .



Gambar 5.3 Grafik FLOW

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 5.3 tersebut terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari mempunyai nilai flow lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh adanya curing time 7 hari pada campuran akan menurunkan nilai flow.

Campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari mempunyai nilai flow relatif lebih kecil dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcret menjadikan campuran lebih lembek sehingga akan menaikkan nilai flow.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari dan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari mempunyai nilai flow yang relatif sama. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete bekerja seiring waktu curing, sehingga pada curing time 0 hari masih belum terlihat perbedaannya.

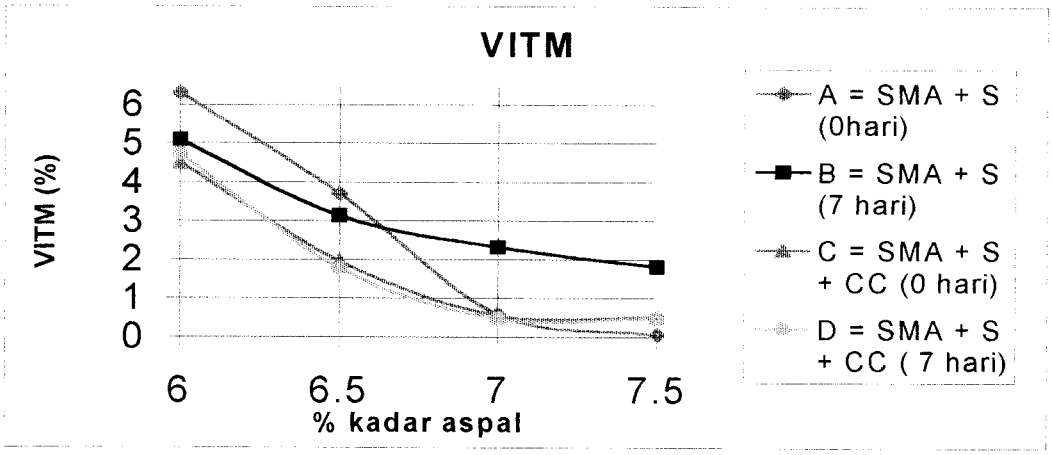
Campuran SMA + S dengan curing time 7 hari mempunyai nilai flow yang lebih kecil dibandingkan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7

hari. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete melembekkan campuran sehingga akan menaikkan nilai flow dan kenaikan akan terlihat dengan adanya penambahan curing time.

5.1.4 Evaluasi Terhadap VITM *(Void In Total Mix)*

Volume dalam campuran (VITM) dinyatakan dalam prosen rongga campuran total. Nilai VITM sangat berpengaruh terhadap kekedapan campuran SMA + S.

Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian ini terlihat pada gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.4 Grafik VITM

Sedangkan untuk nilai VMA keempat variasi campuran dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Nilai VMA untuk keempat variasi campuran

Kadar aspal / Jenis campuran	6%	6.5%	7%	7.5%
SMA + S curing time 0 hari	19.4013	18.571	17.3556	18.3083
SMA + S curing time 7 hari	18.3579	18.0871	18.7915	19.7395
SMA + S + CC curing time 0 hari	17.8534	17.0865	17.3257	18.6808
SMA + S + CC curing time 7 hari	18.05	16.9386	17.2539	18.649

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 5.4 tersebut terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari pada kadar aspal rendah nilai VITM lebih besar dibandingkan dengan SMA + S dengan curing time 7 hari, sedangkan pada kadar aspal tinggi campuran SMA + S dengan curing time 0 hari mempunyai nilai VITM lebih kecil dibandingkan dengan SMA + S dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh adanya curing time akan menyebabkan campuran menjadi lembek.

Campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari mempunyai nilai VITM relatif sama dibanding dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari, walaupun masih lebih rendah nilai VITM campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh proses curing time selama 7 hari menyebabkan masuknya aspal pada mineral agregat lebih besar (terlihat pada tabel 5.1), sehingga menyebabkan nilai VITM turun pada campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari.

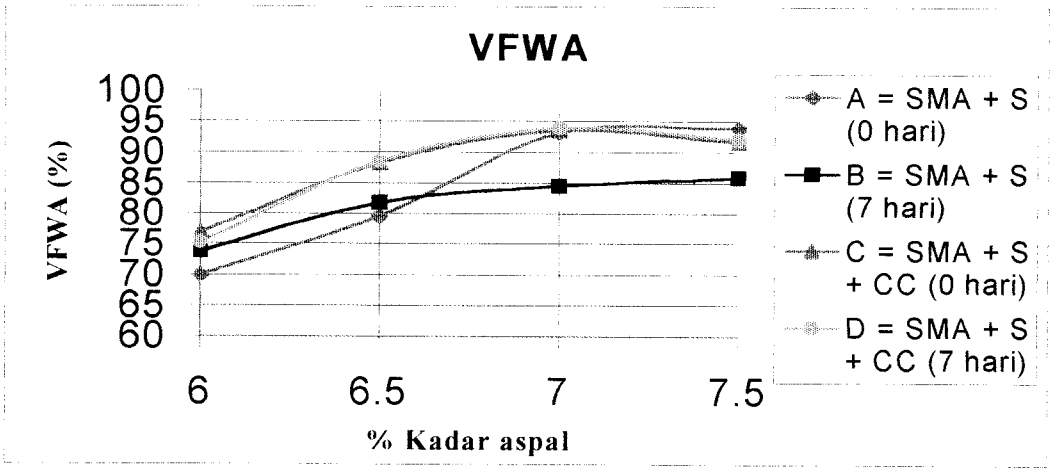
Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari memiliki nilai VITM lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing

time 0 hari. Hal itu disebabkan *additive* chemcrete memperlembek campuran sehingga aspal akan mudah masuk ke dalam pori campuran.

Campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari mempunyai nilai VITM lebih kecil dibandingkan dengan campuran SMA + S dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete memperlembek campuran sehingga aspal akan mudah masuk ke dalam pori campuran.

5.1.5 Evaluasi Terhadap VFWA *(Void Fill With Asphalt)*

VFWA adalah volume pori yang terisi oleh aspal, nilai VFWA akan menentukan keawetan suatu perkerasan yang dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian ini terlihat pada gambar 5.5 sebagai berikut.



Gambar 5.5 Grafik VFWA

Nilai VFWA meningkat seiring dengan naiknya kadar aspal dalam campuran. Karena bertambahnya kadar aspal menyebabkan rongga antar agregat semakin terisi oleh aspal.

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 5.5 tersebut terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari pada kadar aspal tinggi mempunyai nilai VFWA lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S dengan curing time 7 hari. Sedangkan pada kadar aspal rendah nilai VFWA lebih kecil dibandingkan dengan campuran SMA + S dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh adanya kadar aspal tinggi dan curing time 7 hari mengakibatkan aspal masuk ke dalam rongga mineral agregat sehingga rongga campuran sedikit terisi oleh aspal.

Campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari mempunyai nilai VFWA yang relatif sama dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete menjadikan lebih lembek sehingga aspal masuk kedalam rongga campuran.

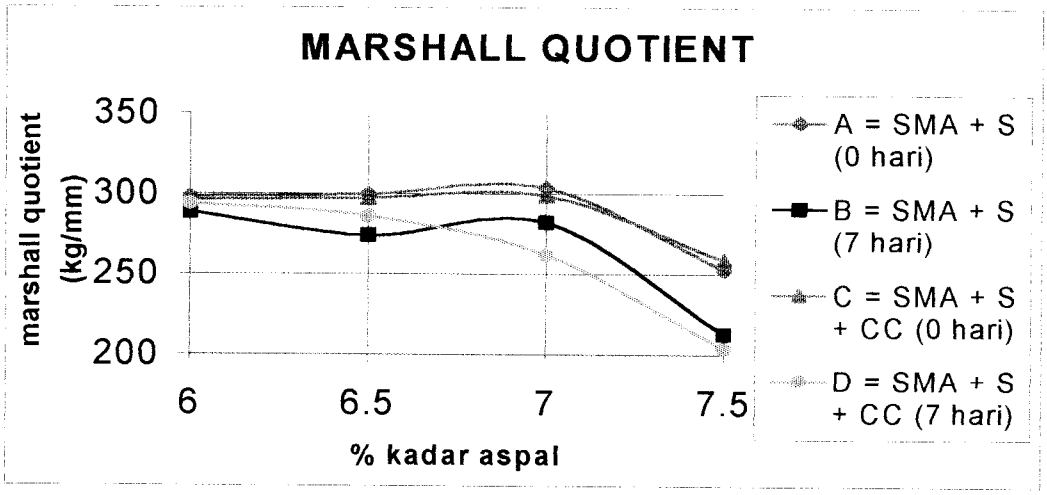
Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari pada kadar aspal rendah memiliki nilai VFWA lebih kecil bila dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari. Sedangkan pada kadar aspal tinggi, kedua variasi campuran memiliki nilai VFWA yang relatif sama. Hal itu disebabkan oleh *additive* chemcrete belum bekerja pada curing time 0 hari.

Campuran SMA + S dengan curing time 7 hari memiliki nilai VFWA lebih kecil bila dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh proses curing time 7 hari pada campuran yang menggunakan chemcrete mempermudah aspal masuk ke dalam campuran .

5.1.6 Evaluasi Terhadap Marshall Quotient

Marshall quotient merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan *(flow)* yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan flow rendah akan menghasilkan campuran yang kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelehan *(flow)* yang tinggi menjadikan campuran plastis yang berakibat perkerasan akan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

Nilai Marshall Quotient yang dihasilkan penelitian ini ditunjukkan dalam gambar 5.6. sebagai berikut.



Gambar 5.6 Grafik Marshall Quotient

Berdasarkan tabel 4.4. dan gambar 5.6 diatas terlihat sebagai berikut ini.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari mempunyai nilai Marshall Quotient lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S dengan curing time 7. Hal itu disebabkan oleh nilai flow pada campuran SMA + S dengan curing time 7 hari lebih besar seiring dengan adanya curing time aspal menjadi lebih lembek.

Sedangkan untuk campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari mempunyai nilai Marshall Quotient lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh nilai flow pada campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari lebih besar seiring dengan adanya curing time aspal menjadi lebih lembek.

Campuran SMA + S dengan curing time 0 hari mempunyai nilai Marshall Quotient yang relatif sama dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 0 hari. Hal itu disebabkan chemcrete belum mengalami reaksi.

Campuran SMA + S dengan curing time 7 hari pada kadar aspal tinggi mempunyai nilai Marshall Quotient lebih besar dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari, dan pada kadar aspal rendah campuran SMA + S dengan curing time 7 hari mempunyai nilai Marshall Quotient lebih kecil dibandingkan dengan campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh meningkatnya nilai stabilitas lebih rendah dibanding dengan meningkatnya nilai flow yang relatif lebih besar pada campuran yang menggunakan chemcrete.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan perhitungan dari karakteristik campuran SMA + S dengan *additive* chemcrete maka didapat kesimpulan sebagai berikut .

1. Penggunaan *additive* chemcrete pada campuran SMA + S hampir tidak menaikkan nilai stabilitas,dapat dilihat pada gambar 5.2
2. Penggunaan *additive* chemcrete pada campuran SMA + S memperkecil nilai Marshall Quotient, hal ini disebabkan karena prosentase kenaikan nilai stabilitas relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan prosentase nilai flow, dapat dilihat gambar 5.6.
3. *Additive* chemcrete tidak cocok dipakai pada lalu lintas tinggi, tetapi dapat menjadi alternatif untuk digunakan pada lalu lintas sedang dengan durabilitas dan fleksibilitas yang baik.
4. Berdasarkan pada hasil peneltian yang didapat maka tidak sesuai dengan hipotesis awal.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap *additive* chemcrete itu sendiri untuk mengetahui zat – zat yang terkandung di dalamnya sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap serat selulosa.
2. Teknik pencampuran pada penelitian ini tidak dapat diterapkan dalam pekerjaan di lapangan, perlu dicari metode perencanaan campuran yang sesuai dengan kondisi di lapangan.
3. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat maka perlu adanya penambahan sampel.
4. Perlu dilakukan studi kelayakan nilai ekonomis dari pemakaian *additive* chemcrete pada lapis keras lentur SMA + S + Chemcrete dan juga pengaruhnya terhadap lingkungan, dikarenakan Chemcrete memiliki bau yang sangat menyengat.

DAFTAR PUSTAKA

Andi M D P dan Adi H, 1999, **TUGAS AKHIR PENELITIAN LABORATORIUM PENGARUH PEMAKAIAN CHEMCRETE PADA LAPIS KERAS LENTUR HRA DAN AC**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

____, 1987, **THE COST EFFECTIVE SOLUTION FOR STRONGER, TOUGHER, MORE, FLEXIBLE ROAD**, Chemcrete International San Mateo, California.

Kerbs and Walker, 1971, **HIGHWAY MATERIAL**

M A Khairudin, 1993, **TINJAUAN UMUM HASIL APLIKASI SPLIT MASTIC ASPHALT DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT SELULOSA**, Jakarta.

R N Hunter,1994, **BITUMINOUS MIXTURES IN ROAD CONSTRUCTION.**

Silvia S, 1995, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung.

Suprapto TM, 1994, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA**, Biro penerbit, Yogyakarta.

LAMPIRAN

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

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

No. Sampel : BATU CLERENG
Lokasi : UII
Ditest Tanggal : 9 Juni 2000
Selesai Tanggal : 9 Juni 2000

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa Oleh : _____

JENIS GRADASI SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")		
63.5 mm (2.5")	50.6 mm (2")		
50.6 mm (2")	37.5 mm (1.5")		
37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")		
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500	
12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500	
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)	2.36 mm (No.8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		4069	
KEAUSAN = $\frac{(A-B)}{A}$ X 100%		18.62	

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR (CA)

Contoh dari : BATU CLERENG
Jenis Contoh : AGREGAT KASAR (CA)
Diperiksa Tgl : 17 Juni 2000

Diperiksa Oleh :
INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) ⟶ (BJ)	1002 gr	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR ⟶ (BA)	635 gr	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	982 gr	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.675	
BERAT JENIS SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.730	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.830	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK}$ x 100 %	2.036 %	

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT MEDIUM (MA)

Contoh dari : BATU CLERENG
Jenis Contoh : AGREGAT MEDIUM
Diperiksa Tgl : 7 Juni 2000

Diperiksa Oleh :
INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) ⟶ (BJ)	982 gr	
BERAT BENDA UJI DI DALAM AIR ⟶ (BA)	613 gr	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	954 gr	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.585	
BERAT JENIS SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.66	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.798	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK}$ x 100 %	2.935 %	

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : BATU CLERENG
Jenis Contoh : AGREGAT HALUS
Diperiksa Tgl : 7 Juni 2000

Diperiksa Oleh :
INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	645 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B) + BENDA UJI (BT)	957 gr	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	490 gr	
BERAT JENIS KERING= $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.606	
BERAT JENIS SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.659	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.753	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{BK}$ x 100 %	2.041 %	

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHALT

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
Jenis Contoh : AC 60 / 70
Diperiksa Tgl : 17 Juni 2000

Diperiksa Oleh :
INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	20.69 gram
2.	Berat vicnometer + Air	70.47 gram
3.	Berat Air (2-1)	49.78 gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	22.69 gram
5.	BeratAsphal (4 – 1)	2 gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Air	70.51 gram
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	47.82 gram
8.	Volume Asphal (3 – 7)	1.96 gram
9.	Berat Jenis Asphal : berat / vol (5 / 8)	1.0204

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT)

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

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 – 73

No. Sampel : BATU CLERENG
Lokasi : UII
Ditest Tanggal : 9 Juni 2000
Selesai Tanggal : 9 Juni 2000

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa Oleh :

TRIAL NUMBER		1
Seaking (10.1 Min)	START	13.50
	STOP	13.55
Sedimentation Time (20 Min – 15 Sec)	START	13.55
	STOP	14.15
Clay Reading		4.2
Sand Reading		3.85
$SE = \frac{Sand\ Reading}{Clay\ Reading} \times 100$		91.667
Avarage Sand Equivalent		
Remark : Kadar lumpur = 100 % - 91.667 % = 8.333 %		

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHALT

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA — Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : AC 60/70 — INDRA IRAWAN
Diperiksa Tgl : 10 Juni 2000 — DODY AMUKTI PALAPA

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	10.05
SELESAI PEMANASAN	135°C	10.16
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	135°C	10.16
SELESAI	25°C	10.15
DIPERIKSA		
MULAI	25°C	10.15
SELESAI	25°C	10.30

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPHAL
I	100 %
II	100 %
RATA - RATA	100 %

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

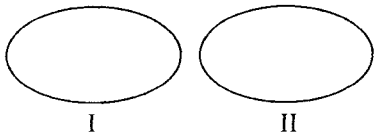
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHALT

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA — Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : AC 60/70 — INDRA IRAWAN
Diperiksa Tgl : 17 Juni 2000 — DODY AMUKTI PALAPA

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.00
SELESAI PEMANASAN	150°C	09.27
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	09.27
SELESAI	25°C	11.14
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	25°C	11.14 / 11.24
SELESAI	25°C	12.14 / 12.24
DIPERIKSA		
MULAI	25°C	12.15 / 12.25
SELESAI	25°C	12.20 / 12.30

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN I	CAWAN II	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	58	61.5	
2.	59	65	
3.	61	61	
4.	58.5	63	
5.	59	59	

I II

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.



(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHALT

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
Jenis Contoh : AC 60/70
Diperiksa Tgl : 17 Juni 2000

Diperiksa Oleh :
INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.00
SELESAI PEMANASAN	150°C	09.27
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	09.27
SELESAI	70°C	09.50
DIPERIKSA		
MULAI	70°C	09.50
SELESAI	340°C	10.35

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	328°C	340°C
II	332°C	352°C
RATA - RATA	330°C	346°C

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHALT

Jenis Asphal : AC 60 / 70
Lokasi : UII
Ditest Tanggal : 17 Juni 2000
Selesai Tanggal : 17 Juni 2000

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa Oleh :

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.00
SELESAI PEMANASAN	150°C	09.27
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	09.27
SELESAI	27°C	10.27
DIPERIKSA		
MULAI	5°C	
SELESAI	56°C	

No.	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		II	II	55°C	56°C
1.	5	0	0		
2.	10	74	74		
3.	15	165	165		
4.	20	230	230		
5.	25	285	285		
6.	30	350	350		
7.	35	395	395		
8.	40	432	432		
9.	45	487	487		
10.	50	530	530		
11.	55	570	570		

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Jenis Asphal : AC 60 / 70
Lokasi : UII
Ditest Tanggal : 17 Juni 2000
Selesai Tanggal : 17 Juni 2000

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa Oleh :

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ±135°C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25°C	60 menit 11.14 – 12.14	Pembacaan suhu Water Bath ±25°C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25°C 5cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ±25°C

DAKTILITAS pada suhu 25°C 5cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	> 120
Pengamatan II	> 120
Rata – rata (I + II)	> 120

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL4
(SOLUBILITY)

Jenis Asphal : AC 60 / 70
Lokasi : UII
Ditest Tanggal : 17 Juni 2000
Selesai Tanggal : 17 Juni 2000

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa Oleh :

Pembukaan contoh	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan Suhu
	Mulai	Jam		
	Selesai	Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	10.40	
2. Pelarutan	Mulai	Jam	10.42	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	11.05	
	Selesai	Jam	11.08	
4. Di Oven	Mulai	Jam	11.08	
5. Penimbangan	Selesai	Jam	11.09	60°C

1. Berat botol Erlenmeyer kosong	= 74 gr
2. Berat Erlenmeyer + aspal	= 76 gr
3. Berat aspal (2-1)	= 2 gr
4. Berat kertas saring bersih	= 0.62 gr
5. Berat kertas saring + endapan	= 0.63 gr
6. Berat endapannya saja (5-4)	= 0.01 gr
7. Prosentase endapan ($\frac{3}{6}$ x 100%)	= 0.5 %
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99,5 %

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII

FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Contoh dari : BATU CLERENG
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : A

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Jumlah	Min	Max
12.70		0	0	0	100	100	100
11.20		56.22	56.22	5	95	90	100
8.00		365.43	421.65	37.5	62.5	50	75
5.00		252.99	674.64	60	40	30	50
2.00		168.66	843.30	75	25	20	30
0.71		67.464	910.764	81	19	13	25
0.25		44.976	955.74	85	15	10	20
0.09		50.598	1006.338	89.5	10.5	8	13
Pan		118.062	1124.4	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6 % + kadar serat selulosa 0.3 %
Tanggal :
Diperiksa :

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Contoh dari : BATU CLERENG
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : B

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Jumlah	Min	Max
12.70		0	0	0	100	100	100
11.20		55.92	55.92	5	95	90	100
8.00		363.48	419.40	37.5	62.5	50	75
5.00		251.64	671.04	60	40	30	50
2.00		167.76	838.80	75	25	20	30
0.71		67.104	905.904	81	19	13	25
0.25		44.736	950.64	85	15	10	20
0.09		50.328	1000.968	89.5	10.5	8	13
Pan		117.432	1118.4	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 6,5 % + kadar serat selulosa 0.3 %
Tanggal :
Diperiksa :

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Contoh dari : BATU CLERENG
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : C

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Jumlah	Min	Max
12.70		0	0	0	100	100	100
11.20		55.62	55.62	5	95	90	100
8.00		361.53	417.15	37.5	62.5	50	75
5.00		250.29	667.44	60	40	30	50
2.00		166.86	834.30	75	25	20	30
0.71		66.744	901.044	81	19	13	25
0.25		44.496	945.54	85	15	10	20
0.09		50.058	995.598	89.5	10.5	8	13
Pan		116.802	1112.4	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 7 % + kadar serat selulosa 0.3 %
Tanggal :
Diperiksa :

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Contoh dari : BATU CLERENG
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis Agregat : D

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Jumlah	Min	Max
12.70		0	0	0	100	100	100
11.20		55.32	55.32	5	95	90	100
8.00		359.58	414.90	37.5	62.5	50	75
5.00		248.94	663.84	60	40	30	50
2.00		165.96	829.80	75	25	20	30
0.71		66.384	896.184	81	19	13	25
0.25		44.256	940.44	85	15	10	20
0.09		49.788	990.228	89.5	10.5	8	13
Pan		116.172	1106.4	100	0		

Keterangan : Kadar aspal 7.5 % + kadar serat selulosa 0.3 %
Tanggal :
Diperiksa :

Yogyakarta, 2 September 2000
Kepala Lab. Jalan raya UII
a.n.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Pekerjaan : PENELITIAN TUGAS AKHIR
Jenis Campuran : SMA + S
Tanggal :

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa oleh : Ir. SUBARKAH, MT.

SAMPEL	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
A1	6.35	6.4034	6	1184	1194	655	539	2.19666	2.422	12.92	78.0164	9.0671	21.9836	58.76	9.3161	345	1182.6	1182.557	3.937	300.37
A2	6.3	6.4034	6	1163	1171	676	495	2.34949	2.422	13.82	83.4445	2.74037	16.5555	83.45	3.0067	327	1120.9	1134.869	3.81	297.8658
A3	6.4	6.4034	6	1183	1193	670	523	2.26195	2.422	13.3	80.3353	6.36437	19.6647	67.64	6.6208	331	1134.6	1089.186	3.683	295.7334
RERATA	***6.35***	***6.4034***	***6***	***1176.67***	***1186***	***667***	***519***	***2.2672***	***2.422***	***13.33***	***80.5987***	***6.07015***	***19.4013***	***69.95***	***6.3145***	***334.33***	***1146***	***1135.54***	***3.81***	***298.0412***
A4	6.33	6.9742	6.5	1187	1193	689	504	2.35516	2.394	15	83.2007	1.7968	16.7993	89.3	1.6188	365	1251.1	1257.366	3.683	341.3972
A5	6.58	6.9742	6.5	1166	1181	671	510	2.28627	2.394	14.56	80.7672	4.66907	19.2328	75.72	4.4963	368	1261.4	1151.022	4.191	274.6413
A6	6.72	6.9742	6.5	1205	1207	677	530	2.27358	2.394	14.48	80.319	5.19819	19.681	73.59	5.0264	349	1196.3	1053.463	3.683	286.0339
RERATA	***6.54***	***6.9742***	***6.5***	***1186***	***1193.667***	***679***	***514.667***	***2.3044***	***2.394***	***14.68***	***81.429***	***3.89185***	***18.571***	***79.54***	***3.7138***	***360.67***	***1236.3***	***1153.95***	***3.852***	***299.5458***
A7	6.32	7.5512	7	1175	1177	683	494	2.37854	2.366	16.32	83.5775	0.10561	16.4225	99.36	-0.523	409	1401.9	1447.492	4.191	345.3811
A8	6.49	7.5512	7	1184	1192	683	509	2.32613	2.366	15.96	81.7358	2.30685	18.2642	87.37	1.6916	326	1117.4	1045.356	4.001	261.3063
A9	6.42	7.5512	7	1178	1184	683	501	2.3513	2.366	16.13	82.6201	1.24986	17.3799	92.81	0.628	328	1124.3	1073.131	3.556	301.7803
RERATA	***6.41***	***7.5512***	***7***	***1179***	***1184.333***	***683***	***501.333***	***2.3517***	***2.366***	***16.13***	***82.6444***	***1.22257***	***17.3556***	***93.18***	***0.5987***	***354.33***	***1214.5***	***1188.66***	***3.916***	***303.5521***
A10	6.12	8.1345	7.5	1140	1141	691	486	2.34568	2.339	17.24	81.9796	0.77956	18.0204	95.67	-0.284	303	1038.6	1109.996	4.064	273.129
A11	6.38	8.1345	7.5	1175	1179	678	503	2.33598	2.339	17.17	81.6407	1.18965	18.3593	93.52	0.1305	307	1052.3	1031.258	3.81	270.6713
A12	6.37	8.1345	7.5	1163	1169	688	499	2.33066	2.339	17.13	81.4547	1.4148	18.5453	92.37	0.3581	265	908.34	893.8071	4.128	216.5493
RERATA	***6.29***	***8.1345***	***7.5***	***1159.33***	***1163***	***685.67***	***496***	***2.3374***	***2.339***	***17.18***	***81.6917***	***1.12856***	***18.3083***	***93.86***	***0.0682***	***291.67***	***999.75***	***1011.69***	***4.001***	***252.8902***

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 = volume (isi) = d – e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)

$$\left\{100 : \left(\frac{\%agregat}{B.J.agregat}\right) + \left(\frac{\%aspal}{B.J.aspal}\right)\right\}$$

i = $\frac{bxg}{B.J.aspal}$

j = $\frac{(100-b)g}{B.J.agregat}$

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

l = (100 – j) rongga terhadap agregat

m = $\left(100x\frac{i}{l}\right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

n = rongga yang terisi campuran 100 – (100 x $\frac{g}{h}$)

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelehan plastis)

- suhu pencampuran : ± 160°C
- suhu pemadatan : ± 140°C
- suhu water bath : 60°C
- B.J. aspal : 1.0204
- B.J. agregat : 2.6467
- Tanda tangan :

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Pekerjaan : PENELITIAN TUGAS AKHIR
Jenis Campuran : SMA + S
Tanggal :

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa oleh : Ir. SUBARKAH, MT.

SAMPEL	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
B1	6.4	6.4034	6	1162	1175	676	499	2.32866	2.422	13.69	82.7044	3.60297	17.2956	79.17	3.8669	291	997.46	957.5623	3.302	289.9946
B2	6.76	6.4034	6	1181	1193	675	518	2.27992	2.422	13.41	80.9736	5.62038	19.0264	70.46	5.8788	337	1155.1	1008.577	2.921	345.2849
B3	6.66	6.4034	6	1177	1197.5	683	514.5	2.28766	2.422	13.45	81.2483	5.30018	18.7517	71.73	5.5595	243	832.93	743.391	3.175	234.1389
RERATA	***6.61***	***6.4034***	***6***	***1173.33***	***1188.5***	***678***	***510.5***	***2.2984***	***2.422***	***13.51***	***81.6421***	***4.84321***	***18.3579***	***73.79***	***5.1017***	***290.33***	***995.18***	***903.177***	***3.133***	***288.3093***
B4	6.81	6.9742	6.5	1172	1179.5	673	506.5	2.31392	2.394	14.74	81.7438	3.51637	18.2562	80.74	3.3415	311	1066	920.7702	3.429	268.5244
B5	6.43	6.9742	6.5	1192	1196.5	678	518.5	2.29894	2.394	14.64	81.2147	4.14099	18.7853	77.96	3.9673	302	1035.2	985.2704	3.302	298.386
B6	6.48	6.9742	6.5	1181	1185	681	504	2.34325	2.394	14.93	82.7802	2.29319	17.2198	86.68	2.1161	305	1045.4	980.8398	3.81	257.4383
RERATA	***6.57***	***6.9742***	***6.5***	***1181.67***	***1187***	***677.33***	***509.667***	***2.3185***	***2.394***	***14.77***	***81.9129***	***3.3181***	***18.0871***	***81.79***	***3.1416***	***306***	***1048.9***	***962.293***	***3.514***	***273.8716***
B7	6.23	7.5512	7	1169	1173	668	505	2.31485	2.366	15.88	81.3395	2.78052	18.6605	85.1	2.1683	391	1340.2	1380.438	4.318	319.6938
B8	6.33	7.5512	7	1153	1159	665.5	493.5	2.33637	2.366	16.03	82.0957	1.87666	17.9043	89.52	1.2587	278	952.9	957.6651	3.683	260.0231
B9	6.53	7.5512	7	1189	1185	664	521	2.28215	2.366	15.66	80.1904	4.15393	19.8096	79.03	3.5503	268	918.62	849.7268	3.302	257.337
RERATA	***6.36***	***7.5512***	***7***	***1170.33***	***1172.333***	***665.83***	***506.5***	***2.3106***	***2.366***	***15.85***	***81.2085***	***2.94044***	***18.7915***	***84.55***	***2.3258***	***312.33***	***1070.6***	***1062.61***	***3.768***	***282.0339***
B10	6.33	8.1345	7.5	1165	1179	662.5	516.5	2.25557	2.339	16.58	78.8302	4.59126	21.1698	78.31	3.5686	240	822.65	826.7612	3.556	232.4975
B11	6.42	8.1345	7.5	1159	1175	677.5	497.5	2.32965	2.339	17.12	81.4193	1.45765	18.5807	92.16	0.4014	215	736.96	703.424	3.429	205.1397
B12	6.36	8.1345	7.5	1162.5	1174.5	670	504.5	2.30426	2.339	16.94	80.5321	2.53148	19.4679	87	1.4867	225	771.23	765.0626	3.81	200.8038
RERATA	***6.37***	***8.1345***	***7.5***	***1162.17***	***1176.167***	***670***	***506.167***	***2.296***	***2.339***	***16.88***	***80.2605***	***2.86363***	***19.7395***	***85.82***	***1.8189***	***226.67***	***776.95***	***765.083***	***3.598***	***212.6214***

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 = volume (isi) = d – e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)

$$\left\{100 : \left(\frac{\%agregat}{B.J.agregat}\right) + \left(\frac{\%aspal}{B.J.aspal}\right)\right\}$$

$$i = \frac{bxg}{B.J.aspal}$$

$$j = \frac{(100-b)g}{B.J.agregat}$$

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

l = (100 – j) rongga terhadap agregat

m = $\left(100x\frac{i}{l}\right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

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

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelehan plastis)

- suhu pencampuran : ± 160°C
- suhu pemadatan : ± 140°C
- suhu water bath : 60°C
- B.J. aspal : 1.0204
- B.J. agregat : 2.6467
- Tanda tangan :

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Pekerjaan : PENELITIAN TUGAS AKHIR
Jenis Campuran : SMA + S + CHEMCRETE
Tanggal :

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa oleh : Ir. SUBARKAH, MT.

SAMPEL	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
C1	6.36	6.4034	6	1173	1181	684	497	2.36016	2.422	13.88	83.8233	2.29884	16.1767	85.79	2.5664	352	1206.6	1196.898	3.81	314.1465
C2	6.63	6.4034	6	1161	1182	667	515	2.25437	2.422	13.26	80.066	6.67821	19.934	66.5	6.9337	378	1295.7	1166.104	3.874	301.0465
C3	6.36	6.4034	6	1161	1175	675.5	499.5	2.32432	2.422	13.67	82.5505	3.78233	17.4495	78.32	4.0458	317	1086.6	1077.888	3.937	273.7842
RERATA	***6.45***	***6.4***	***6***	***1165***	***1179.333***	***675.5***	**503.833**	**2.31227**	***2.422***	**13.6**	**82.1466**	**4.25712**	**17.8534**	**76.87**	***4.5153***	***349***	***1196.3***	**1146.963**	***3.874***	**296.1051**
C4	6.3	6.9742	6.5	1170	1171	681	490	2.38776	2.394	15.21	84.3523	0.43763	15.6477	97.2	0.2572	324	1110.6	1124.457	3.937	285.6126
C5	6.08	6.9742	6.5	1074.5	1086	616.5	469.5	2.2886	2.394	14.58	80.8496	4.5719	19.1504	76.13	4.399	323	1107.1	1189.491	3.874	307.0843
C6	6.35	6.9742	6.5	1180	1187	688	499	2.36473	2.394	15.06	83.5388	1.39773	16.4612	91.51	1.219	338	1158.6	1158.563	3.874	299.0997
RERATA	***6.24***	***6.97***	**6.5**	***1141.5***	***1148***	***661.83***	**486.167**	**2.34796**	***2.394***	**14.96**	**82.9135**	**2.12983**	**17.0865**	**88.28**	***1.9584***	***328.33***	***1125.4***	***1157.5***	***3.895***	**297.2022**
C7	6.46	7.5512	7	1162	1171	669.5	501.5	2.31705	2.366	15.9	81.4167	2.68823	18.5833	85.53	2.0754	326	1117.4	1054.407	3.874	272.2104
C8	6.35	7.5512	7	1198.5	1200	691.5	508.5	2.35693	2.366	16.17	82.8181	1.01321	17.1819	94.1	0.3898	368	1261.4	1261.394	4.001	315.309
C9	6.2	7.5512	7	1172	1176	684.5	491.5	2.38454	2.366	16.36	83.7881	-0.1462	16.2119	100.9	-0.777	352	1206.6	1251.796	4.064	308.0207
RERATA	***6.34***	***7.55***	***7***	***1177.5***	***1182.333***	***681.83***	**500.5**	**2.35265**	***2.366***	**16.14**	**82.6743**	**1.18641**	**17.3257**	**93.51**	***0.5628***	***348.67***	***1195.1***	***1189.2***	***3.979***	**298.8438**
C10	6.6	8.1345	7.5	1197	1201	684	517	2.31528	2.339	17.02	80.9172	2.06539	19.0828	89.18	1.0157	308	1055.7	958.0764	3.81	251.4636
C11	6.18	8.1345	7.5	1162	1166	666.5	499.5	2.32633	2.339	17.1	81.3032	1.59816	18.6968	91.45	0.5434	294	1007.7	1051.203	3.874	271.3832
C12	6.21	8.1345	7.5	1153	1160	667	493	2.33874	2.339	17.19	81.7371	1.07297	18.2629	94.12	0.0126	290	994.03	1028.824	4.064	253.1555
RERATA	***6.33***	***8.13***	**7.5**	***1170.67***	***1175.667***	***672.5***	**503.167**	**2.3266**	***2.339***	**17.1**	**81.3192**	**1.5802**	**18.6808**	**91.58**	***0.5239***	***297.33***	***1019.2***	***1012.7***	***3.916***	**258.617**

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 = volume (isi) = d – e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)

$$\left\{100 : \left(\frac{\%agregat}{B.J.agregat}\right) + \left(\frac{\%aspal}{B.J.aspal}\right)\right\}$$

$$i = \frac{bxg}{B.J.aspal}$$

$$j = \frac{(100-b)g}{B.J.agregat}$$

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

l = (100 – j) rongga terhadap agregat

m = $\left(100.x\frac{i}{l}\right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

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

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

r = FLOW (kelelehan plastis)

- suhu pencampuran : ± 160°C
- suhu pemadatan : ± 140°C
- suhu water bath : 60°C
- B.J. aspal : 1.0204
- B.J. agregat : 2.6467
- Tanda tangan :

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

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

Pekerjaan : PENELITIAN TUGAS AKHIR
Jenis Campuran : SMA + S + CHEMCRETE
Tanggal :

Dikerjakan oleh : INDRA IRAWAN
DODY AMUKTI PALAPA
Diperiksa oleh : Ir. SUBARKAH, MT.

SAMPEL	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
D1	6.31	6.4034	6	1150	1165	670	495	2.32323	2.422	13.66	82.5117	3.82754	17.4883	78.11	4.0909	361	1237.4	1249.774	4.191	298.2042
D2	6.65	6.4034	6	1183	1197	684	513	2.30604	2.422	13.56	81.9012	4.53911	18.0988	74.92	4.8005	372	1275.1	1141.218	3.556	320.9276
D3	6.71	6.4034	6	1174	1193	681	512	2.29297	2.422	13.48	81.4369	5.08033	18.5631	72.63	5.3402	363	1244.3	1098.055	4.128	266.0339
RERATA	***6.56***	***6.4***	***6***	***1169***	***1185***	***678.33***	**506.667**	**2.30724**	***2.422***	**13.57**	**81.95**	**4.48337**	**18.05**	**75.22**	***4.7439***	***365.33***	***1252.3***	**1163.016**	***3.958***	**293.8269**
D4	6.46	6.9742	6.5	1188	1195	695	500	2.376	2.394	15.14	83.937	0.92778	16.063	94.22	0.7482	371	1271.7	1199.954	4.445	269.9559
D5	6.61	6.9742	6.5	1184	1195	687	508	2.33071	2.394	14.85	82.337	2.8163	17.663	84.06	2.6402	397	1360.8	1231.521	3.81	323.2339
D6	7.13	6.9742	6.5	1265	1278	739	539	2.34694	2.394	14.95	82.9103	2.13955	17.0897	87.48	1.9622	383	1312.8	1090.905	4.064	268.4313
RERATA	***6.73***	***6.97***	**6.5**	***1212.33***	***1222.667***	***707***	**515.667**	**2.351**	***2.394***	**14.98**	**83.0614**	**1.96257**	**16.9386**	**88.59**	***1.7835***	***383.67***	***1315.1***	***1174.13***	***4.106***	**285.9307**
D7	6.56	7.5512	7	1191	1194	695	499	2.38677	2.366	16.37	83.8667	-0.2401	16.1333	101.5	-0.871	391	1340.2	1229.662	3.81	322.7458
D8	6.63	7.5512	7	1188	1194	689	505	2.35248	2.366	16.14	82.6615	1.20039	17.3385	93.08	0.5782	278	952.9	857.6105	3.683	232.8565
D9	6.83	7.5512	7	1172	1180	676	504	2.3254	2.366	15.95	81.71	2.33763	18.29	87.22	1.7226	268	918.62	790.0163	3.493	226.2037
RERATA	***6.67***	***7.55***	**7**	***1183.67***	***1189.333***	***686.67***	**502.667**	**2.35477**	***2.366***	**16.15**	**82.7461**	**1.10005**	**17.2539**	**93.93**	***0.4765***	***312.33***	***1070.6***	***959.096***	***3.662***	**261.9169**
D10	6.33	8.1345	7.5	1162.5	1168	673	495	2.34848	2.339	17.26	82.0776	0.66087	17.9224	96.31	-0.404	240	822.65	826.7612	4.572	180.8314
D11	6.43	8.1345	7.5	1158	1163	670	493	2.34888	2.339	17.26	82.0916	0.64397	17.9084	96.4	-0.421	250	856.93	815.6212	3.937	207.1682
D12	6.51	8.1345	7.5	1184	1190	672	518	2.28571	2.339	16.8	79.8838	3.31602	20.1162	83.52	2.2797	263	901.49	838.3811	3.683	227.6354
RERATA	***6.42***	***8.13***	**7.5**	***1168.17***	***1173.667***	***671.67***	**502**	**2.32703**	***2.339***	**17.1**	**81.351**	**1.54521**	**18.649**	**92.08**	***0.4849***	***251***	***860.35***	***826.921***	***4.064***	**203.4747**

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 = volume (isi) = d – e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)
$\left\{100 : \left(\frac{\%agregat}{B.J.agregat}\right) + \left(\frac{\%aspal}{B.J.aspal}\right)\right\}$

i = $\frac{bxg}{B.J.aspal}$

j = $\frac{(100-b)g}{B.J.agregat}$

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

l = (100 – j) rongga terhadap agregat

m = $\left(100x\frac{i}{l}\right)$ rongga yang terisi aspal (VFWA)

n = rongga yang terisi campuran 100 – (100 x $\frac{g}{h}$)

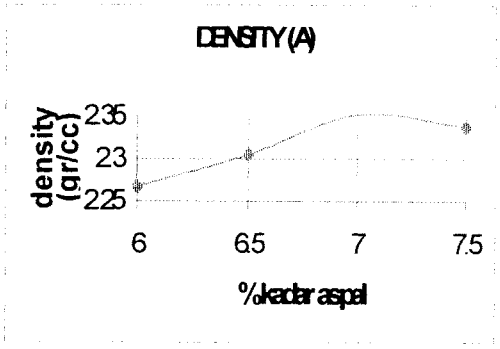
o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)

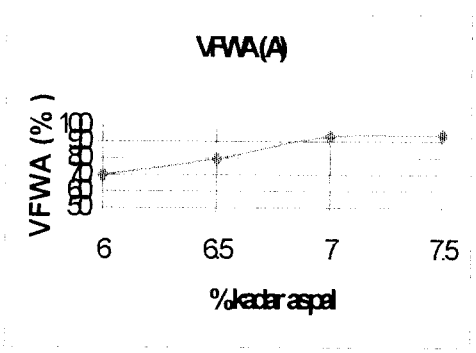
r = FLOW (kelelehan plastis)

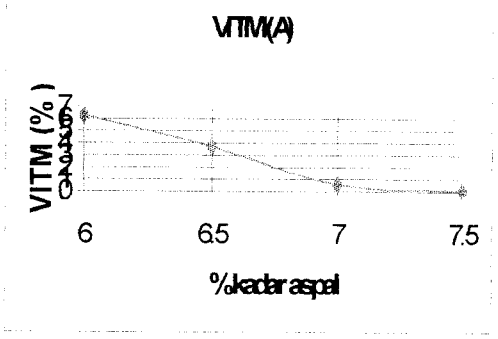
- suhu pencampuran : ± 160°C
- suhu pemadatan : ± 140°C
- suhu water bath : 60°C
- B.J. aspal : 1.0204
- B.J. agregat : 2.6467
- Tanda tangan :

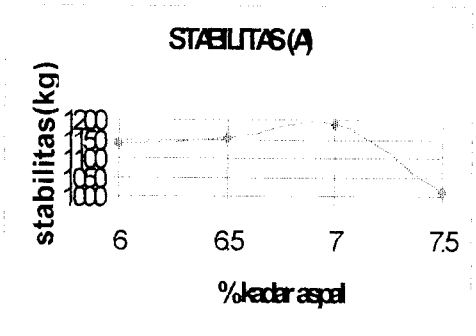
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA

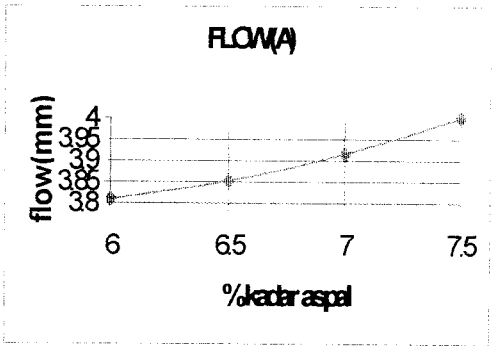
(Ir. Iskandar Saifurrohman, MT.)

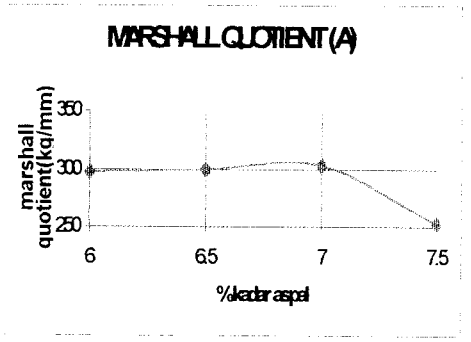






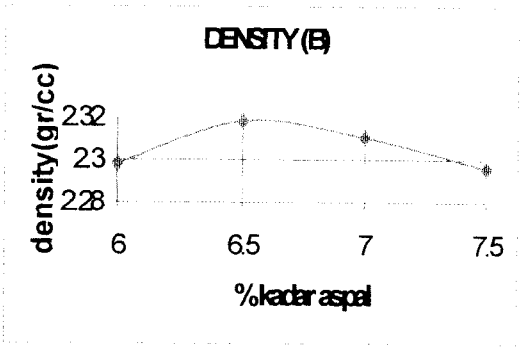


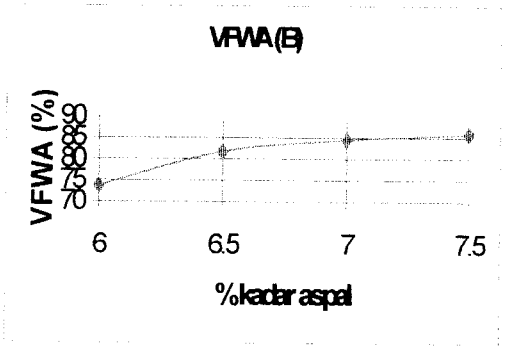


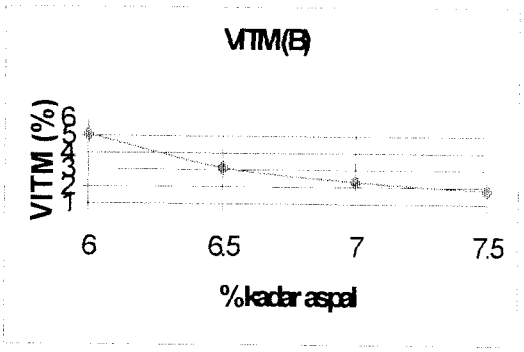


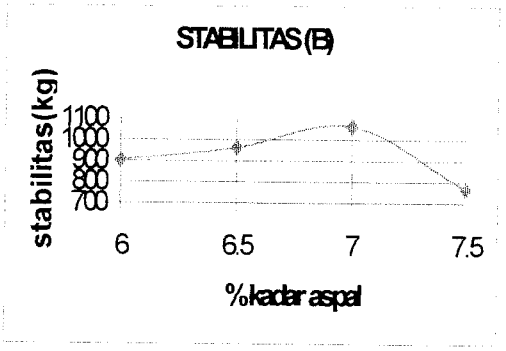
TABEL HASIL PENGUJIAN MARSHALL SAMPEL A (SMA + S CURING TIME 0 HARI)

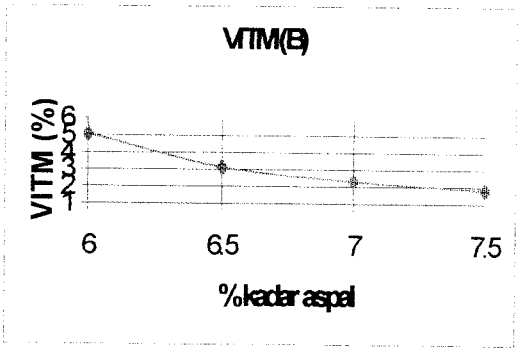
KURVA MARSHALL	*6%*	*6.5%*	*7%*	*7.5%*
DENSITY	2.267	2.304	2.352	2.337
VFWA	69.94604	79.53849	93.17836	93.85512
VITM	6.315	3.714	0.5999	0.068
STABILITAS	1135.537	1153.95	1188.66	1011.687
FLOW	3.81	3.856	3.916	4.001
MARSHALL QUOTIENT	298.0412	299.5458	303.5521	252.8902

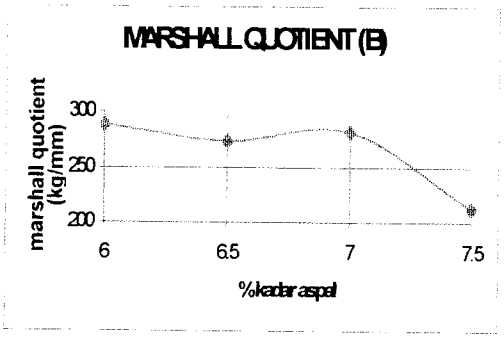






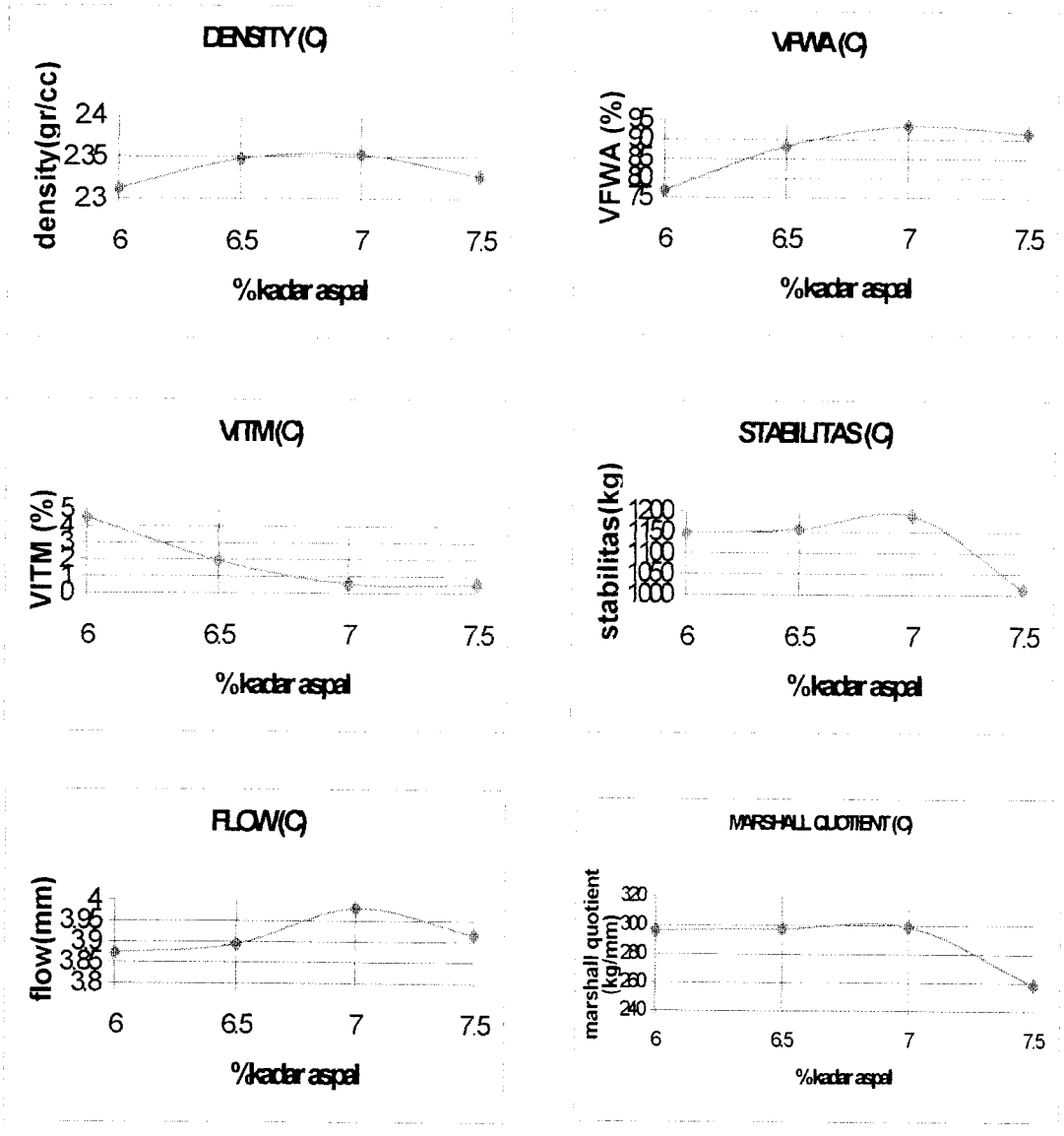






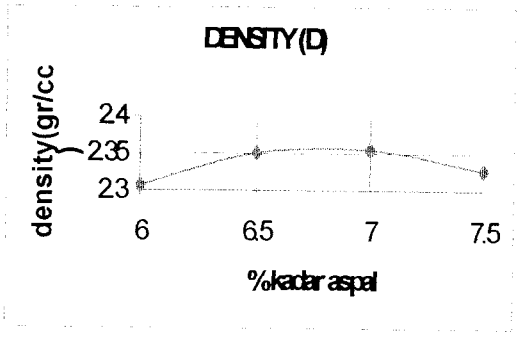
TABEL HASIL PENGUJIAN MARSHALL SAMPEL B (SMA + S CURING TIME 7 HARI)

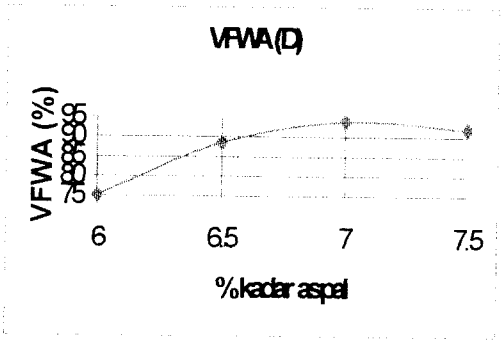
KURVA MARSHALL	*6%*	*6.5%*	*7%*	*7.5%*
DENSITY	2.298	2.319	2.311	2.296
VFWA	73.78781	81.79261	84.54953	85.82131
VITM	5.102	3.142	2.326	1.819
STABILITAS	903.1768	962.2935	1062.61	765.0826
FLOW	3.133	3.514	3.768	3.598
MARSHALL QUOTIENT	288.3093	273.8716	282.0339	212.6214

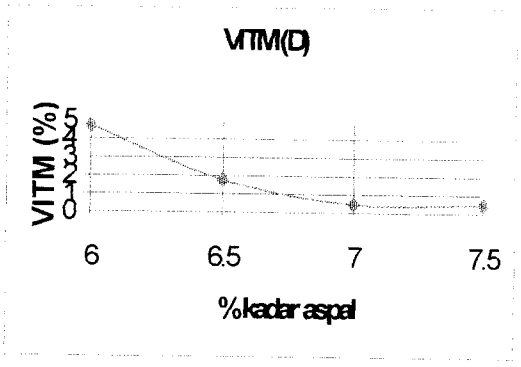


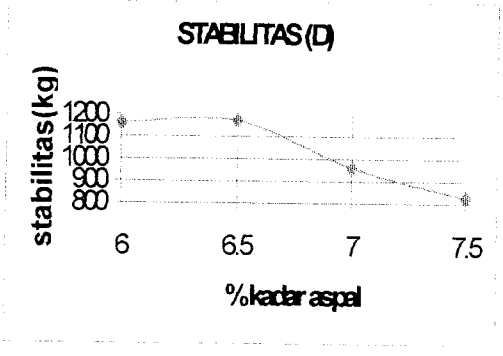
TABEL HASIL PENGUJIAN MARSHALL SAMPEL C (SMA + S + CC dengan CURING TIME 0 HARI)

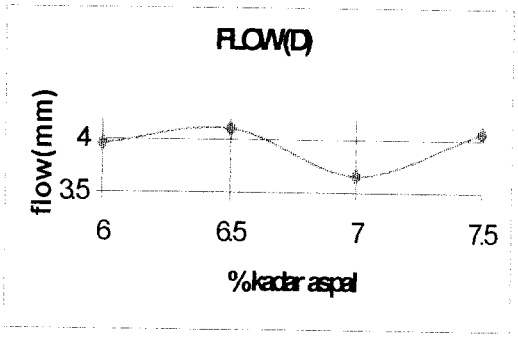
KURVA MARSHALL	*6%*	*6.5%*	*7%*	*7.5%*
DENSITY	2.312	2.348	2.353	2.327
VFWA	76.87056	88.27953	93.51291	91.58458
VITM	4.515	1.958	0.563	0.524
STABILITAS	1146.963	1157.504	1189.199	1012.701
FLOW	3.874	3.895	3.979	3.916
MARSHALL QUOTIENT	296.1051	297.2022	298.8438	258.617

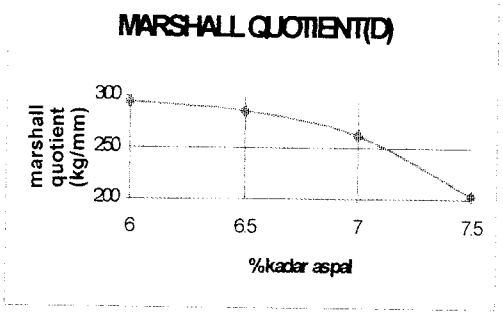












TABEL HASIL PENGUJIAN MARSHALL SAMPEL D (SMA + S + CC dengan CURING TIME 7 HARI)

KURVA MARSHALL	*6%*	*6.5%*	*7%*	*7.5%*
DENSITY	2.307	2.351	2.355	2.327
VFWA	75.22202	88.58666	93.92796	92.07743
VITM	4.744	1.784	0.476	0.485
STABILITAS	1163.016	1174.127	959.0962	826.9212
FLOW	3.958	4.106	3.662	4.064
MARSHALL QUOTIENT	293.8269	285.9307	261.9169	203.4747