TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

PENGGUNAAN LATEX TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT

Disusun Oleh :

Nama : Tri Wahyu Nuryata
No. Mhs. : 87 310 026

Nama : Doeva Rimbardi
No. Mhs. : 87 310 189

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1 9 9 7

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM

PENGGUNAAN LATEX TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

Nama : Tri Wahyu Nuryata
No. Mhs. : 87 310 026

Nama : Doeva Rimbardi
No. Mhs. : 87 310 189

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

1 9 9 7

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN LATEX TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT

Disusun Oleh :

Nama : Tri Wahyu Nuryata
No. Mhs. : 87 310 026

Nama : Doeva Rimbardi
No. Mhs. : 87 310 189

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Bachnas, Msc.
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 31-3-97.

Ir. Subarkah, MT.
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 31-3-97

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucap rasa syukur "Alhamdulillah" kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Penelitian pada Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia untuk Penelitian Penggunaan Latex Terhadap Peningkatan Kualitas Campuran Split Mastic Asphalt hingga tersusunnya Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan syarat terakhir yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, dalam rangka meraih derajat kesarjanaannya selama kurun waktu 3 bulan penyelesaian.

Mengingat keterbatasan waktu, tenaga, pikiran dan biaya selama proses penyelesaian, maka penulis sedapat mungkin berusaha untuk mengatasinya.

Menimbang serta menilik keterbatasan tersebut, penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari yang diharapkan. Untuk itu penulis mohon saran serta kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan perbaikkan dalam penulisan selanjutnya.

Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada rekan-rekan sesama mahasiswa yang telah meluangkan waktu, pikiran serta tenaganya untuk dapat membantu dan memberikan dukungan didalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, serta ucapan banyak terima kasih kepada Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing dan memberikan pengajaran selama penulis menjadi mahasiswa.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir.H.Bachnas, MSc., selaku Dosen Pembimbing Pertama pada Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir.Subarkah, MT., selaku Dosen Pembimbing Kedua pada Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Susastrawan, MS., selaku Dekan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sukamto HM, Bapak Samsudin, Staff Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak, Ibu serta adik-adik yang tercinta yang telah memberikan dorongan dan doa hingga tersusunnya Tugas Akhir ini dengan baik.

Penulis berharap semoga segala amal kebajikan yang telah diberikan tersebut mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang budiman serta khususnya mahasiswa Teknik Sipil bidang Transportasi didalam memberikan sumbangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi kepada bangsa dan negara.

Wassalmu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 1997

Penulis

Tri Wahyu Nuryata

Doeva Rimbardi

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

INTISARI xi

BAB I. PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Manfaat Penelitian 2

1.3. Tujuan Penelitian 3

1.4. Batasan Masalah 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. Aspal 4

2.2. Agregat 4

2.3. Filler 6

2.4. Bahan Tambah 7

2.5. Serat Selulosa 7

2.6. Split Mastic Asphalt 10

BAB III. LANDASAN TEORI 12

3.1. Perkerasan Jalan 12

3.2. Karateristik Perkerasan 14

3.2.1. Stabilitas 15

3.2.2. Keawetan 16

3.2.3. Fleksibilitas 17

3.2.4. Tahanan Geser 17

3.2.5. Ketahanan Kelelahan 18

3.2.6. Kemudahan Dalam Pelaksanaan .. 18

3.3. Syarat-Syarat Kekuatan Struktural ... 19

3.5. Split Mastic Asphalt 20

BAB IV. HIPOTESA 28

BAB V. CARA PENELITIAN 29

5.1. Bahan 29

5.1.1. Asal Bahan 29

5.1.2. Persyaratan dan Pengujian Bahan . 29

5.2. Perencanaan Campuran Aspal 32

5.3. Pemeriksaan Aspal 33

5.3.1. Duktilitas 33
5.3.2. Penetrasi 34
5.3.3. Titik Lembek 36
5.3.4. Titik Nyala dan Titik Bakar 37
5.3.5. Berat Jenis 39
5.3.6. Kelarutan Dalam CCL_4 40
5.4. Pemeriksaan Agregat 43
5.4.1. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles 43
5.4.2. Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar 44
5.4.3. Berat Jenis dan Peny.Agregat 45
5.4.4. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal. 46
5.4.5. Gradasi Agregat Tengah 48
5.5. Campuran Aspal Dengan Metode Marshall .. 48
5.5.1. Kadar Aspal 53
5.5.2. Kadar Serat Selulosa 54
5.5.3. Latex 54
5.5.4. Filler 54

BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 58
6.1. Pemeriksaan Aspal dan Agregat 58
6.1.1. Pemeriksaan Aspal 58
6.1.2. Pemeriksaan Agregat 59

6.2. Data dan Hasil Pengujian Marshall 63

6.3. Ringkasan Hasil Penelitian 70

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN 76

7.1. Kesimpulan 76

7.2. Saran 77

PENUTUP 78

DAFTAR PUSTAKA 79

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

3.1. Gradasi SMA 0/11 22

3.2. Persyaratan AC 60/70 23

3.3. Gradasi Material Filler 24

3.4. Hasil Pengujian Serat Selulosa CF 31500 26

3.5. Persyaratan Sifat Fisik Latex 27

5.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Aspal AC 60/70 30

5.2. Persyaratan Agregat Kasar 31

5.3. Persyaratan Agregat Halus 31

5.4. Persyaratan Latex 31

5.5. Gradasi Keausan Agregat 43

5.6. Gradasi Agregat Tengah Untuk SMA 48

6.1. Hasil Pemeriksaan dan Syarat Aspal AC 60/70 59

6.2. Hasil Pemeriksaan dan Syarat Agregat 59

6.3. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 6,3% 60

Tabel

Halaman

6.4. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 6,7% 61
6.5. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 7,1% 62
6.6. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 7,5% 62
6.7. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 7,3% 63
6.8. Rekapitulasi Test Marshall Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum 65
6.9. Hasil Aspal Optimum 68
6.10. Analisa Saringan Agregat Kadar Aspal 7,3% 69
6.11. Rekapitulasi Test Marshall Untuk Mencari Kadar Latex Pada Kondisi Optimum 70

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar

3.1. Grafik Analisa Gradasi Tengah SMA 22

3.2. Grafik Gradasi Material Filler 24

5.1. Flow Chart Test Marshall 55

5.2. Penentuan Kadar Aspal Optimum Metoda Marshall. 56

5.3. Diagram Tahap Pelaksanaan Penelitian 57

6.1. Hubungan Kadar Aspal Dengan Parameter Marshall 74

6.2. Hubungan Antara Kadar Latex Dengan Parameter Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 75

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

No.1 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

No.2 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)

No.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

No.4 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

No.5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

No.6 Pemeriksaan Sand Equivalent Data

No.7 Pemeriksaan Duktilitas/Residu

No.8 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

No.9 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

No.10 Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Batuan

No.11 Pemeriksaan Penetrasi Aspal

No.12 Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCL_4

No.13 Perhitungan Test Marshall

INTISARI

Dinegara kita yang umumnya pembangunan atau peningkatan jalan banyak menggunakan aspal minyak dengan penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat, masih dijumpai kelemahan-kelemahan berupa kerusakan-kerusakan dini pada permukaan jalan setelah beberapa waktu dilalui oleh lalu-lintas sehingga jalan tersebut tidak mencapai umur rencana.

Teknologi SMA sebagai lapis permukaan dinilai oleh para ahli memiliki banyak kelebihan seperti tahan terhadap oksidasi, tahan terhadap deformasi pada suhu tinggi, cukup fleksibel, aman dan mampu melayani lalu-lintas berat.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan latex sebagai bahan tambah pada SMA gradasi 0/11. Perilaku campuran SMA tersebut diukur dari nilai density, VITM, VFWA, stabilitas, dan Marshall Quotient.

Dari hasil uji di laboratorium bahwa penambahan latex sebesar 4% terhadap SMA gradasi 0/11, dicapai stabilitas sebesar 2254,30 kg, VITM sebesar 3,840%, VFWA sebesar 78,004%, flow sebesar 3,26%, MQ sebesar 710,622 kg/mm, dan density sebesar 2,2067 gr/cc.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi transportasi, khususnya konstruksi jalan raya telah mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini ditandai dengan semakin lancarnya arus moda transportasi darat.

Kehandalan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat diharapkan untuk menghadapi tantangan dalam peningkatan kuantitas dan kualitas jalan yang akan dibangun.

Untuk itu telah lahir suatu teknologi konstruksi lapis perkerasan permukaan jalan raya yang dikembangkan di Jerman pada tahun 1960-an, yaitu SMA (Split Mastic Asphalt). Teknologi konstruksi lapis perkerasan permukaan ini telah diakui para pakar dan praktisi jalan pada negara-negara yang sudah maju. Pemerintah Indonesia pun telah mengembangkan pula suatu jenis SMA (Split Mastic Asphalt) yaitu SMA 0/11 yang terdiri atas campuran agregat, aspal, filler, dan serat selulosa yang dicampur di AMP (Asphalt Mixing Plant) dalam keadaan panas dan yang diharapkan mampu memberikan umur teknis yang relatif lebih panjang dan nilai kekesatan permukaan yang optimal.

Di Indonesia teknologi ini mulai digunakan sekitar tahun 1980-an, dan diharapkan mampu :

1. meningkatkan keawetan lapis permukaan jalan,
2. meningkatkan kekesatan lapis permukaan jalan,
3. meningkatkan fleksibilitas lapis permukaan jalan,
4. meningkatkan ketahanan terhadap rutting, dan
5. meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi.

1.2. Manfaat Penelitian

Salah satu masalah yang timbul dalam konstruksi aspal adalah penuaan "aging", suatu proses yang menyebabkan aspal berkurang/kehilangan sifat lekatan "adhesive" dan duktilitasnya. Proses "aging" dapat diperlambat dengan teknologi Split Mastic Asphalt.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan akan didapatkan kadar latex dalam campuran Split Mastic Asphalt yang memberikan hasil yang baik. Dengan demikian nantinya dapat diusahakan pembuatan Split Mastic Asphalt yang mempunyai kualitas tinggi.

1.3. Tujuan Penelitian

Memberikan gambaran tentang pengaruh dari penambahan kadar latex terhadap peningkatan kualitas campuran Split Mastic Asphalt yang sesuai dengan syarat-syarat gradasi tengah lapis atas yang ditentukan oleh Bina Marga.

1.4. Batasan Masalah

Maksud dari pembatasan masalah adalah menyederhanakan permasalahan agar persoalan-persoalan yang dihadapi dapat diselesaikan secara efektif dan efisien sehingga memungkinkan pelaksanaan pengambilan keputusan yang lebih sederhana.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penggunaan latex sebagai bahan "additive" dibatasi pada masalah sebagai berikut :

1. hubungan kadar latex dengan stabilitas pada kadar aspal optimum,
2. hubungan kadar latex dengan VITM pada kadar aspal optimum,
3. hubungan kadar latex dengan VFWA pada kadar aspal optimum,
4. hubungan kadar latex dengan flow pada kadar aspal optimum,
5. hubungan kadar latex dengan Marshall Quotient pada kadar aspal optimum, dan
6. hubungan kadar latex dengan density pada kadar aspal optimum.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan akan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis) (Silvia Sukirman, hal.57, 1992). Dan merupakan campuran dari unsur "hidrogen" (H) dan unsur "carbon" (C) yang sangat kompleks (Suprapto Tm, hal.3, 1991). Yang dalam kondisi "unsaturated", perubahan sifatnya sangat perlu diperhatikan yaitu reaktivitasnya terhadap O_2. Hal ini mengingat aspal untuk perkerasan akan selalu berhubungan dengan udara.

2.2. Agregat

Sebagai bahan utama lapis perkerasan, agregat berperan dalam mendukung dan menyebarkan beban roda kendaraan kelapis tanah dasar (Silvia Sukirman, hal.9, 1992).

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Semua lapisan perkerasan lentur jalan memerlukan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran partikel agregat yang digunakan, akan menjadi semakin banyak variasi ukurannya dari yang besar sampai kecil yang dibutuhkan. Penggunaan partikel agregat dengan ukuran besar akan lebih menguntungkan karena :

1. usaha untuk pemecahan partikel lebih sedikit, dan
2. luas permukaan yang harus diselimuti aspal lebih sedikit sehingga kebutuhan akan aspal berkurang.

Disamping keuntungan tersebut diatas pemakaian agregat dengan ukuran besar memberikan sifat-sifat yang kurang baik yaitu : (Silvia Sukirman, hal.48, 1992)

1. kemudahan pelaksanaan pekerjaan berkurang,
2. kemungkinan terjadi gelombang melintang, dan
3. segregasi bertambah besar.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. tekstur permukaan,
2. porositas,
3. kelekatan terhadap aspal, dan
4. kebersihan.

2.3. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal. Didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa : debu batu, kapur, debu dolomit atau semen. Dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%) (Mudjiono.F.A, CES, Spesifikasi Aspal Beton, hal.4, 1994).

Menurut Crauss J. and Ishai vol. 46, pada awalnya pengaruh filler kedalam aspal adalah dengan membentuk "mastic" yaitu campuran aspal dan filler, sedangkan "mastic" biasanya menambah/mempengaruhi viskositas (kekentalan/kekakuan) aspal murni. Mekanisme pengaruh dari filler dalam mendukung adhesi antara aspal dan agregat adalah secara mekanik dan kimia.

Dan menurut Witczak M.W tahun 1975, penggunaan filler dalam campuran aspal akan mempengaruhi karateristik aspal dan dapat menyebabkan berbagai dampak, antara lain :

1. Dampak penggunaan filler terhadap karateristik campuran aspal. Hal ini masih digolongkan lagi menjadi :

a. dampak penggunaan filler terhadap viskositas campuran yang menyebabkan semakin besar permukaan filler akan menaikkan viskositas campuran, dan
b. dampak suhu serta pemanasan, dimana pengaruh dari setiap jenis filler memberikan pengaruh yang saling berbeda pada berbagai temperatur.

2. Dampak penggunaan filler terhadap karateristik campuran aspal, akan mempengaruhi dalam campuran, penggelaran dan pemadatan. Disamping itu jenis filler akan berpengaruh terhadap sifat elastik campuran dan sensitivitasnya terhadap air.

2.4. Bahan Tambah

Latex berasal dari karet alam yang diproses dengan cara pusingan "sentrifuge". Banyaknya kandungan karet murni 60% dan bahan pengisi aktif 40% (Stone, 1963). Bahan tambah yang digunakan adalah latex karena bersifat elastis dan mempunyai daya lekat yang kuat hal ini disebabkan molekul isoprene (C5HB) yang merupakan rantai panjang yang tidak terputus serta kuatnya ikatan antar molekul (Litbang Dep. PU, hal.8, 1995).

2.5. Serat Selulosa

Menurut Crauss J. and Ishai tahun 1982 vol. 52, salah satu alasan utama kerusakan dan kemerosotan kekuatan perkerasan lentur jalan raya, adalah rendahnya kekuatan dan

keawetan di dalam lapis aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Kemampuan keawetan dari campuran terhadap pengaruh merusak yang terus menerus dan kombinasinya dari air dan temperatur. Kemampuan keawetan yang tinggi biasanya ditunjukkan oleh proses mekanik dalam campuran sehingga daya tahan di dalam lapis keras selama umur rencana, pelayanan konstruksinya menjadi lama. Pada masa lalu banyak dijumpai penipisan "depletion" agregat yang berkualitas tinggi dibanyak tempat di dunia ini. Dengan kondisi seperti ini, maka perkerasan dihadapkan pada cepatnya kerusakan akibat kepekaannya terhadap kombinasi pengaruh air dan temperatur.

Karena penggunaan material setempat tidak dapat dihindarkan sehingga harus dibuat modifikasi untuk menjamin keawetan adhesi. Modifikasi seperti yang dimaksud diatas biasanya dibuat dalam 2 kelompok yaitu (Crauss J.and Ishai):

1. modifikasi sifat adhesi aspal dengan tegangan aktif bahan tambah "tensio active additives", dan
2. modifikasi sifat adhesi permukaan agregat dengan cara mekanis menggunakan larutan air semen atau larutan kapur bakar.

Dari kedua modifikasi tersebut, modifikasi pertama yang banyak digunakan dalam teknologi perkerasan.

Serat selulosa juga dikenal sebagai teknologi yang toleran terhadap deviasi pelaksanaan, memberikan "skid resistance" yang baik, serta menaikkan titik leleh

aspal, sehingga pada gilirannya memberikan umur teknis yang lebih panjang (Khairuddin M. Ali, hal.1, 1993).

Serat selulosa didapat dari tumbuhan yang bisa menghasilkan protein dan asam amino. Untuk mengambil protein dan asam amino pada tumbuhan digunakan cara ekstrasi. Dari hasil ekstrasi yang berupa larutan protein dan asam amino kemudian didestilasi (disuling) untuk diambil protein dan asam amino yang murni. Kemudian diendapkan, diekstruksi dalam keadaan basa kedalam larutan penggumpal "coagulating" untuk dijadikan serat selulosa.

Mekanisme stabilisasi serat selulosa secara mikro terjadi melalui dua proses sebagai berikut ini.

1. Absorbsi aspal oleh serat selulosa.

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

2. Jembatan "hidrogen" antara selulosa dengan aspal.

   Secara umum aspal tersusun atas tiga komponen yaitu : "asphalteness", "resine" dan "saturated hidrocarbon". Fungsi spesifiknya masing-masing : "asphalteness" adalah pembentuk body, "resine" membangkitkan sifat "adhesive" dan lentur sedangkan fraksi minyak bertanggung jawab atas sifat viskositas dan flow. Selulosa bersifat semipolar (lebih kuat dari resin), sehingga mampu menyerap (ikatan hidrogen)

fraksi-fraksi resin tersebut sehingga mampu memperlambat proses oksidasi dan polymerisasi.

2.6. Split Mastic Asphalt

Split Mastic Asphalt adalah aspal yang terdiri atas campuran agregat, aspal, filler, dan serat selulosa yang dicampur di AMP dalam keadaan panas. Dengan ciri-ciri sebagai berikut :

(Saranaraya Rekacipta, Custom Fibers CF-31500, hal.2, 1992)

1. prosentasi fraksi kasar/CA yang tinggi (70% s/d 80%) dan memiliki kualitas baik gradasi terbuka "open graded",
2. kadar aspal dan kekentalan dari aspal tinggi (6,5% s/d 7,4%), sehingga tebal filler aspal cukup tebal,
3. memerlukan agregat filler yang cukup banyak, dan
4. memerlukan bahan tambah untuk stabilisasi "bitument".

Dan memilki tiga tipe menurut ukurannya, yaitu :

1. SMA 0/11 : dengan ukuran maksimum agregat 11 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2,5 - 5 cm. Umumnya dipakai untuk lapisan "wearing course" pada jalan baru.
2. SMA 0/8 : dengan ukuran maksimum agregat 8 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 2 - 4 cm. Umum dipakai untuk pelapisan ulang "overlay" pada jalan lama.

3. SMA 0/5 : dengan ukuran maksimum agregat 5 mm dan untuk pengaspalan dengan ketebalan 1,5 - 3 cm. Umumnya digunakan sebagai lapis permukaan tipis untuk tujuan pemeliharaan dan perbaikan jalan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Perkerasan Jalan

Sejarah perkerasan dimulai kira-kira tahun 3000 SM, waktu itu Mesir telah membuat jalan dari blok-blok batu yang diatur kemudian bangsa Romawi sekitar abad IV SM telah membuat jalan dari blok-blok batu yang besar dan diikat dengan kapur.

Thomas Telford (1757 - 1834) menemukan konstruksi perkerasan jalan yang prinsipnya seperti perubahan lengkung yaitu batu belah yang ditata dengan prinsip saling mendesak. Pada waktu bersamaan John London Mc. Adam (1756 - 1836) memperkenalkan konstruksi perkerasan dengan sistem tumpang tindih dengan menggunakan batu - batu pecah. Perkerasan tersebut kemudian dinamakan Sistem Macadam. Sampai saat ini konstruksi tersebut masih dipakai bahkan menggabungkan keduanya.

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar "subgrade" yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban lalu lintas, yang selanjutnya beban diteruskan ke tanah dasar sehingga tanah dasar tidak menerima tekanan yang lebih besar dari daya dukungnya.

Konstruksi perkerasan jalan berdasar bahan pengikatnya dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur "flexible pavement" adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku "rigid pavement" adalah perkerasan yang menggunakan semen "portland cement" sebagai bahan pengikat.
3. Konstruksi perkerasan komposit "composite pavement" adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya.

Sampai saat ini perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama untuk digunakan, sebab dirasa lebih menguntungkan dibanding dengan perkerasan jenis lainnya.

Pada prinsipnya lapis perkerasan lentur tersusun atas tiga bagian yaitu :

1. Lapis pondasi bawah "subbase course" merupakan lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi atas dan tanah dasar serta berfungsi :
   a. menyebarkan beban roda,
   b. lapisan untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik kelapis pondasi atas,
   c. lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi, dan

d. efisiensi penggunaan material karena mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih mahal.

2. Lapis pondasi atas "base course" merupakan lapis yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan serta berfungsi :
   a. sebagai pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya geser/lintang, dan
   b. sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.
3. Lapis permukaan "surface course" merupakan lapisan paling atas dan berfungsi :
   a. memikul langsung beban lalu lintas dan meneruskannya kelapisan dibawahnya,
   b. menahan gaya geser dari beban roda,
   c. sebagai lapis aus "wearing course" akibat gaya gesek serta cuaca, dan
   d. sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis di bawahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap campuran aspal, agregat, dan bahan tambah untuk lapis permukaan "surface course".

3.2. Karateristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik dan buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik akan

dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya (sesuai umur rencana), keawetan serta kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Adapun karakteristik perkerasan meliputi :

3.2.1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan mempunyai pengertian ketahanan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

Jumlah lalu lintas dan beban kendaraan menentukan tingkat stabilitas yang dibutuhkan. Beberapa variabel yang mempunyai hubungan tehadap stabilitas lapis perkerasan antara lain adalah gesekan, kohesi, dan inersia.

Gaya gesek "friction" tergantung pada permukaan, gradasi, dan bentuk agregat serta kerapatan campuran dan kualitas aspal.

Kohesi merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan. Kohesi batuan akan tercermin dari sifat kekerasannya, sedangkan kohesi campuran tergantung dari gradasi agregat, daya adhesi aspal, dan sifat bantu bahan tambah.

Inersia merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan perpindahan tempat "resistance to displacement" yang terjadi akibat beban lalu lintas baik karena besarnya beban maupun jangka waktu pembebanan.

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

3.2.2. Keawetan (durabilitas)

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan permukaan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan temperatur maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Lapisan perkerasan dapat berubah karena oksidasi dan pelapukan yang disebabkan pengaruh air dan cuaca.

Pada umumnya durabilitas yang baik dapat diperoleh dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang baik serta campuran yang tidak permeable pada campuran perkerasan.

Dipandang dari sudut jumlah aspal yang digunakan maka dapat dikatakan bahwa makin banyak kadar aspal akan bertambah tebal lapisan aspal yang menyelimuti tiap butir batuan sehingga perkerasan lebih tahan lama karena mengurangi pori-pori yang ada dalam campuran dimana air dan udara sukar masuk kedalam perkerasan.

Gaya pengausan yang terjadi dapat diredam dengan menggunakan batuan dengan sifat kekerasan yang tinggi, akan tetapi aspal berlebihan dapat menimbulkan "bleeding" pada perkerasan bila terkena perubahan temperatur yang tinggi.

3.2.3. Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak, perubahan volume atau perubahan yang permanen.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan memberi kadar aspal yang tinggi dan digunakan aspal lunak serta dipakai gradasi agregat yang terbuka "open graded".

3.2.4. Tahanan Geser/Kekesatan (skid resistance)

Kekesatan "skid resistance" adalah kemampuan lapis permukaan "surface course" pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan baik diwaktu basah maupun diwaktu kering.

Beberapa faktor yang menyebabkan lapis permukaan mempunyai ketahanan gesek yang tinggi hampir sama dengan faktor pada penentuan stabilitas.

Kadar aspal yang optimum pada agregat yang mempunyai permukaan kasar akan memberikan tahanan gesek/kekesatan yang tinggi. Faktor lain juga perlu diperhatikan adalah rongga

udara yang cukup dalam lapisan perkerasan karena apabila terjadi kenaikan temperatur yang tinggi tidak terdesak keluar dan terjadi "bleeding".

3.2.5. Ketahanan Kelelahan (fatigue resistance)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang mengakibatkan terjadi alur "ruting" dan retak.

Faktor yang menyebabkan terjadinya kelelahan antara lain karena adanya rongga udara yang tinggi dan kadar aspal yang rendah dalam campuran perkerasan yang akan menyebabkan terjadinya retak. Sedangkan rongga udara antar butiran dan kadar aspal yang tinggi dapat menyebabkan lapis perkerasan menjadi terlalu fleksibel dan lunak sehingga terjadi alur "ruting".

3.2.6. Kemudahan Dalam Pelaksanaan (workability)

Yang dimaksud dengan kemudahan dalam pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan sesuai yang diharapkan (spesifikasi).

Faktor lain yang mempengaruhi adalah temperatur campuran terutama bahan pengikat yang bersifat termoplastik, serta kandungan filler yang tinggi menyebabkan pelaksanaan sukar karena viskositas naik.

3.3. Syarat-syarat Kekuatan Struktural

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

1. ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke "base course",
2. kedap terhadap air, sehingga air tidak dapat meresap ke lapisan di bawahnya,
3. permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat mengalir,
4. memiliki stabilitas yang cukup dan dapat memikul beban lalu lintas tanpa terjadi suatu deformasi, bergelombang atau desakan samping,
5. tidak terjadi retakan akibat beban lalu lintas, dan
6. campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi dan tidak mudah akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca.

Untuk dapat memenuhi syarat tersebut dipisah atas, perencanaan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. perencanaan masing-masing tebal perkerasan,
2. berdasarkan daya dukung "base course", beban lalu lintas, keadaan lingkungan dan jenis lapisan yang dipilih,
3. analisis campuran bahan,

4. berdasarkan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih, dan
5. pengawasan pelaksanaan pekerjaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pemadatan.

3.4. Split Mastic Asphalt

1. Pengertian Umum

   "Split Mastic Asphalt" adalah aspal yang terdiri atas campuran agregat, aspal, filler, dan serat selulosa. Dari tiga jenis Split Mastic Asphalt yang ada, yaitu SMA 0/5, SMA 0/8, dan SMA 0/11 yang dikembangkan di Indonesia adalah SMA 0/11. Disini yang akan dibahas adalah SMA dengan grading 0/11.

2. Spesifikasi Teknik (Bina Marga)

   Karateristik dari SMA adalah :

   a. agregat kasar dengan ukuran > 2 mm dengan jumlah fraksi antara 70-80 %,
   b. "mastic asphalt", campuran agregat halus, filler, aspal akan membentuk lapisan film yang tebal, dan
   c. menggunakan serat selulosa yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat aspal.

3. Sifat-sifat SMA

SMA memiliki sifat-sifat sebagai berikut ini.

1. Mampu melayani lalu lintas berat : stability marshall : > 750 kg
   flow marshall : 2-4
2. Tahan terhadap oksidasi: Lapisan film aspal tebal:>10 μ
3. Tahan terhadap deformasi permanen pada temperatur tinggi nilai stabilitas dinamis : > 1500 lintasan/mm
4. Kelenturan : koefisien marshall (stabilitas/flow) : 190 - 300 kg/mm
5. Tahan terhadap cuaca panas (temperatur tinggi) : titik lembek (aspal + serat selulosa) : 60 %
6. Kedap air : rongga udara : 3 - 5 %
   indeks perendam : > 75 % (60°C,48jam)
7. Aman untuk lalu lintas (kesat) : nilai kekesatan :> 0,6
8. Tingkat keseragaman campuran yang tinggi :
   kadar aspal agregat kasar : tinggi
   viskositas aspal : tinggi

4. Bahan Pendukung

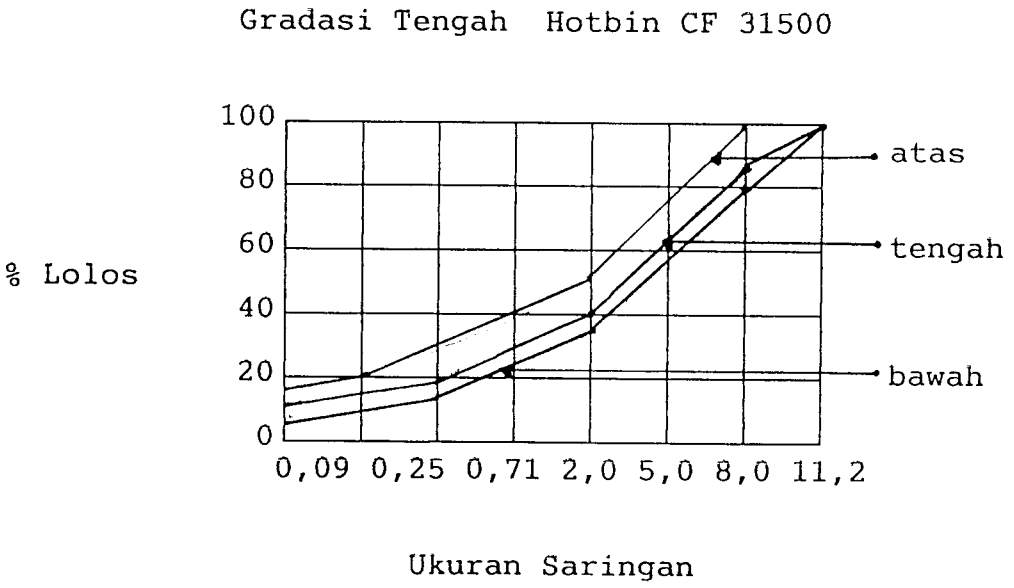
a. Agregat dengan persyaratan mutu sebagai berikut ini.
   1. Kehilangan berat akibat abrasi mesin Los Angeles (PB.0206-76) maksimum 40%
   2. Kelekatan agregat terhadap aspal (PB.0206-76) minimal 95%
   3. Non plastis

Tabel Gradasi SMA 0/11 adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Gradasi SMA 0/11

Ukuran Saringan	% Lolos Saringan		
	Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler
12,7 mm	100	-	-
11,2 mm	60 - 70	90 - 100	-
8,0 mm	0 - 20	80 - 100	-
5,0 mm	-	48 - 65	-
2,0 mm	-	15 - 40	100
0,71 mm	-	-	95 - 100
0,25 mm	-	-	90 - 100
0,09 mm	0 - 20	-	65 - 100

Sumber: Data Primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan Propinsi Jawa Tengah, Dir. Jend. Bina Marga. DPU



Gambar 3.1. Grafik Analisa Gradasi Tengah SMA

b. Aspal, aspal yang biasa digunakan :

1. Aspal keras

Aspal yang dipakai adalah aspal keras "asphalt cement" penetrasi 60/70 yang memenuhi ketentuan SNI No. 1737.1989-F.

2. Aspal cair

Aspal cair digunakan sebagai lapis perekat "Tack Coat". Aspal cair yang banyak digunakan sebagai lapis perekat adalah RC 250 dengan jumlah pemakaian 0,15 - 0,32 l/m².

Tabel 3.2. Persyaratan AC Pen.60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			min	maks	
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	PA.0301-76	60	79	0,1mm
2.	Titik lembek (ring & ball)	PA.0302-76	48	58	°C
3.	Titik nyala	PA.0303-76	200	-	°C
4.	Kehilangan berat (163°C,5jam)	PA.0304-76	-	0,8	%berat
5.	Kelarutan (CC14)	PA.0305-76	99	-	%berat
6.	Duktilitas (25°C,5cm/menit)	PA.0306-76	100	-	cm
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat	PA.0301-76	54	-	%awal
8.	Duktilitas setelah kehilangan berat	PA.0306-76	50	-	cm
9.	Berat jenis (25°C)	PA.0307-76	1	-	gram/ cc

Sumber: Dir.Jend. Bina Marga. DPU. SNI No. 1737.1989-F

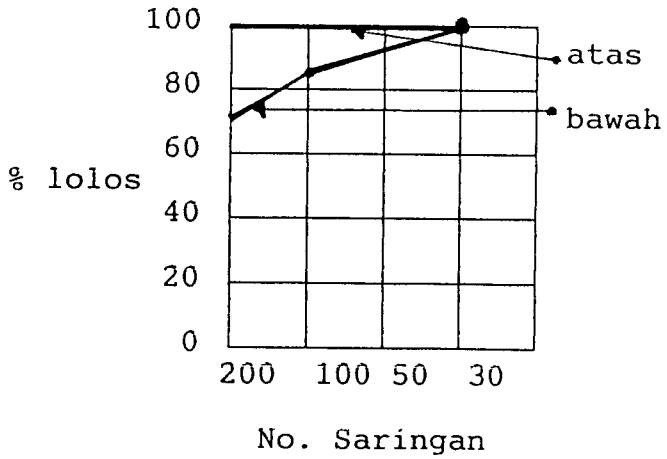
c. Filler. Dalam hal gradasi campuran aspal beton kurang material lolos saringan No.200(0,074mm) maka perlu diadakan material tambahan yang disebut filler. Filler dapat digunakan : debu batu, kapur, debu dolomit atau semen. Dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah abu batu hasil saringan Gradasi SMA 0/11. Filler harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%).

Dengan Tabel gradasi dari mineral filler berikut :

Tabel 3.3. Gradasi Material Filler

Ukuran Saringan	Filler % Lolos Saringan
No.30 (0,59 mm)	100
No.50 (0,279 mm)	95 - 100
No.100(0,149 mm)	90 - 100
No.200(0,074 mm)	65 - 100

Sumber: SNI. No.1737.1989/Fjo.SKBI-2.426.1987



Gambar 3.2. Grafik Gradasi Material Filler

d. Serat selulosa "cellulosa fibre". Serat selulosa dalam campuran SMA dengan kadar serat 0,2 - 0,3 % terhadap total campuran. Persyaratan umum dari Bina Marga yang harus dipenuhi untuk serat selulosa agar dapat digunakan pada aspal beton campuran panas, adalah :

   1. mudah terdistribusi secara merata dalam campuran kering aspal beton campuran panas pada temperatur 160°C - 170°C,
   2. dapat dipisahkan atau diekstraksi kembali dari aspal beton campuran panas,
   3. tahan terhadap temperatur aspal beton campuran panas sampai dengan temperatur 250°C minimal selama waktu campuran, dan
   4. dengan kadar 0,3% terhadap berat aspal beton campuran panas dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap temperatur atau titik lembek.

Serat selulosa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis CF-31500. Hasil pengujian lengkap serat selulosa CF-31500 (custom fibers-31500) dapat dilihat pada Tabel 3.4. berikut ini.

Tabel 3.4. Hasil Pengujian Serat Selulosa CF-31500

No.	Macam Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Persyaratan
1.	Warna	-	abu-abu	-
2.	PH	-	7,5	7,5 ± 1
3.	Kadar air	%	4,0	< 6,0
4.	Kadar organik	%	86,0	> 75,0
5.	Berat isi gembur	gr/lt	30,0	> 25,0
6.	Panjang serat	mikron	< 5000	max. 5000
7.	Kelelahan akan asam alkali	-	baik	baik
8.	Kelelehan suhu hingga 250°C	-	baik	baik
9.	Distribusi dalam campuran kering, suhu 170°C	-	merata	merata
10.	Hasil ekstraksi	%	100,00	100,00
11.	Titik lembek aspal Pen. 60/70 + serat selulosa (97% + 3% SS)	°C	57,8	≥ 55,0

Sumber: Data Primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan Propinsi Jawa Tengah, Dir. Jend. Bina Marga. DPU

e. Bahan tambah "additive". sebagai bahan tambah didalam campuran SMA adalah latex. Latex adalah getah karet murni yang berwarna putih, yang mempunyai sifat elastis serta mempunyai daya lekat yang kuat. Latex dengan kadar kering mencapai 100% berasal dari karet alam yang diproses secara pusingan "sentrifuge". Pada percobaan ini latex yang digunakan adalah karet alam hasil produksi dalam negeri yang diambil dari perkebunan karet Cikupai Purwakarta. Mutu latex yang digunakan disesuaikan dengan spesifikasi persyaratan sifat fisik latex seperti tercantum pada Tabel 3.5. berikut ini.

Tabel 3.5. Persyaratan Sifat Fisik Latex

No	Pemeriksaan	Syarat	satuan
1.	Kadar karet kering	min. 60	%
2.	PH	max. 2	%
3.	Kadar endapan % berat latex	max. 0	%
4.	Kadar tembaga	max. 0,0008	%
5.	Kadar mangan	max. 0,0008	%
6.	Warna visual	putih	%
7.	Bau	tidak berbau busuk	-
8.	Berat jenis	0,94	gr/cc

Sumber : Penelitian Litbang Dep. PU

BAB IV

HIPOTESA

Split Mastic Asphalt merupakan salah satu campuran agregat, aspal, filler, dan serat selulosa yang sering digunakan salah satu komponen lapis lentur. Karateristiknya sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, jenis aspal, agregat, filler, suhu, dan waktu saat pemadatannya.

Latex merupakan partikel yang mempunyai kemungkinan untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada SMA.

Dengan pemakaian latex sebagai bahan "additive" diharapkan akan mampu meningkatkan kualitas campuran dan dapat memberikan kekuatan yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan latex. Hal tersebut dapat dilihat pada perubahan nilai stabilitas, flow, VITM, VFWA, dan density.

BAB V

CARA PENELITIAN

5.1. Bahan

5.1.1. Asal Bahan

Bahan agregat, filler, dan aspal yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta. Sedangkan latex diperoleh dari Purwakarta. Dan aspal yang digunakan adalah jenis AC 60/70 produksi Pertamina Cilacap.

5.1.2. Persyaratan dan Pengujian Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas tinggi. Adapun pengujian yang dilakukan adalah :

a. Pemeriksaan agregat

Untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan dilakukan pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles
2. Pemeriksaan berat jenis "spesific gravity"
3. Pemeriksaan penyerapan air
4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal
5. Pemeriksaan "sand equivalent"

b. Pengujian bahan ikatan aspal

1. Pemeriksaan penetrasi
2. Pemeriksaan titik lembek
3. Pemeriksaan titik nyala
4. Pemeriksaan berat jenis
5. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL_4
6. Pemeriksaan titik bakar
7. Pemeriksaan duktilitas

Persyaratan bahan menggunakan spesifikasi Bina Marga No.13/PT/1983. Adapun persyaratan bahan dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4.

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal dengan tingkat penetrasi 60/70. Dengan spesifikasi dan hasil pemeriksaan seperti terlihat pada Tabel 5.1. dibawah ini.

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Aspal AC 60/70

No	Jenis Uji	Hasil Uji	Syarat *)		Satuan
			min	maks	
1.	Berat jenis	1,092	1,0	-	gram/ml
2.	Titik lembek	50	48,0	58,0	°C
3.	Duktilitas	200	100,0	-	cm
4.	Titik nyala	340	200,0	-	°C
5.	Kelekatan	100	95,0	-	%
6.	Penetrasi	64	60,0	79,0	0,1 mm

Sumber : *)Dir. Jend. Bina Marga. Dept. PU. 1993

Tabel 5.2. Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin Los Angeles	maks 40 %
2.	Kelekatan terhadap aspal	> 95 %
3.	Penyerapan air	maks 3 %
4.	Berat jenis semu	min 2,5

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya No.13/PT/1983

Tabel 5.3. Persyaratan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Penyerapan air	maks 3 %
2.	Berat jenis semu	min 2,5
3.	Kandungan lumpur	≤ 50

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya No.13/PT/1983

Tabel 5.4. Persyaratan Latex

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Jumlah zat padat	61,5 %
2.	Diameter latex	lolos saringan No.4
3.	Kadar latex kering	60 %
4.	Jenis latex	latex pekat
5.	Berat jenis	0,94
6.	Warna visual	putih

Sumber : Hasil Penelitian Litbang Dep. PU

5.2. Perencanaan Campuran Aspal

Benda uji berupa aspal yang berbentuk silinder dicetak dalam suatu cetakan sebanyak variasi kadar aspal dan variasi latex. Dalam perencanaan campuran dilakukan sebagai berikut ini.

a. Variasi kadar aspal 6,3%, 6,7%, 7,1%, dan 7,5% terhadap berat total campuran, masing-masing variasi aspal dibuat 3 sampel. Jadi jumlah sampel yang diperlukan sebanyak 12 sampel.

b. Variasi kadar latex 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari berat aspal optimum.

c. Tiga buah sampel tanpa menggunakan latex (0%) dari berat aspal optimum.

d. Pada kadar aspal optimum dibuat variasi kadar latex, masing-masing variasi dibuat 3 sampel. Jadi jumlah sampel untuk variasi kadar latex adalah 18 sampel. Total sampel yang diperlukan adalah sebanyak 30 sampel.

e. Dari hasil pengujian sampel di atas kemudian dibandingkan dengan spesifikasi dan karateristik yang ada.

5.3. Pemeriksaan Aspal

5.3.1. Duktilitas

1. Maksud

   Maksud pemeriksaan ini adalah untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu

2. Peralatan

   a. Cetakan duktilitas

   b. Termometer

   c. Bak perendam isi 10 liter

   d. Mesin uji

   e. Metil alkohol dan sodim klorida teknik

3. Pelaksanaan

   1. Semua bagian dalam dan atas cetakan dilapisi dengan campuran gliserin dan dextrin, kemudian memasang cetakan duktilitas di atas plat dasar
   2. Aspal seberat 100 gr dipanaskan pada suhu 80°C - 100°C diatas titik lembek setelah itu dituang dalam cetakan
   3. Cetakan didinginkan pada suhu ruang 30 - 40 menit lalu dipindahkan ke bak perendam dan ratakan dengan pisau selama 30 menit
   4. Benda uji didiamkan pada suhu 25°C dalam bak perendam 85-95 menit, kemudian lepaskan benda uji dari sisi sekatannya

5. Benda uji dipasang pada alat uji dan benda uji ditarik secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus. Membaca jarak antara pemegang cetakan pada saat benda uji putus (cm). Selama percobaan benda uji harus terendam lebih kurang 2,5 cm dan suhu tetap

5.3.2. Penetrasi

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal dengan memasukkan jarum ukuran tertentu

2. Peralatan

a. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan (0,1 mm)
b. Pemegang jarum (47,5 ± 0,05) gram
c. Pemberat dari (60 ± 0,05) gram dan suhu (100 ± 0,05) gr
d. Jarum penetrasi
e. Cawan
f. Bak perendam "water bath"
g. Tempat air untuk benda uji
h. Pengukur waktu "stop watch"
i. Termometer

3. Pelaksanaan

1. Aspal dipanaskan sampai 150°C dituangkan kedalam cawan dan didiamkan hingga dingin 1,5 - 2 jam
2. Benda uji diletakkan dalam tempat air yang kecil kemudian dimasukkan dalam bak pertama pada suhu yang telah ditentukan selama 1,5 - 2 jam
3. Jarum penetrasi dibersihkan dengan toluene, setelah kering dipasang pada pemegang jarum
4. Pemberat 50 gram diletakkan di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar (100 ± 0,1) gram
5. Benda uji dipindahkan dari bak perendam ke bawah alat penetrasi
6. Jarum perlahan-lahan diturunkan sehingga menyentuh benda uji kemudian angka nol di arloji penetrometer diatur, hingga jarum penunjuk berimpit
7. Arloji penetrometer diputar dan dibaca angka yang berimpit dengan jarum penunjuk dengan pembulatan angka 0,1 mm terdekat
8. Jarum dilepaskan dari pemegang jarum dan alat penetrasi disiapkan untuk pekerjaan berikutnya
9. Pekerjaan No.1 sampai No.7 dilakukan tidak kurang dari tiga kali untuk benda uji yang sama

5.3.3. Titik Lembek

1. Maksud

   Untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C

2. Peralatan

   a. Termometer

   b. Cincin kuningan

   c. Bola baja diameter 9,53 mm berat 3,45 sampai 3,55 gram

   d. Bejana gelas, tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 8,5 cm dengan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm

   e. Alat pengarah bola

   f. Dudukan benda uji

   g. Penjepit

3. Pelaksanaan

   1. Benda uji dipanaskan perlahan-lahan sehingga cair merata kemudian dituangkan ke dalam dua buah cincin. Suhu pemanasan aspal tidak lebih dari 111°C di atas titik lembeknya, dengan waktu tidak lebih dari 2 jam

   2. Dua buah cincin dipanaskan pada suhu ruang, dan diletakkan di atas pelat kuningan yang diberi lapisan campuran talk dan sabun

   3. Benda uji dituangkan ke dalam dua buah cincin kemudian didiamkan pada suhu sekurang-kurangnya 30 menit

   4. Setelah dingin, permukaan benda uji diratakan dalam cincin dengan pisau yang dipanaskan

5. Benda uji dipasang di atas kedudukan dan diletakkan bola di atasnya kemudian dimasukkan ke dalam bejana. Bejana di isi dengan air suling baru dengan suhu (5 ± 1)°C sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 mm sampai 108 mm. Termometer diletakkan diantara benda uji
6. Bola-bola baja yang bersuhu 5°C diletakkan diatas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu 5°C menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola
7. Bejana dipanaskan dengan kenaikan suhu 5°C permenit
8. Suhu dibaca pada saat benda uji menyentuh dasar

5.3.4. Titik Nyala dan Titik Bakar

1. Maksud

   Untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua hasil minyak bumi yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C

2. Peralatan

   a. Termometer

   b. Cleveland open cup

   c. Pelat pemanas

   d. Sumber pemanas

   e. Penahan dingin

   f. Nyala penguji

3. Pelaksanaan

1. Aspal dipanaskan antara 148,9°C dan 176°C sampai cair
2. Cawan Cleveland di isi aspal sampai garis dan gelembung udara dihilangkan
3. Cawan diletakkan di atas alat pemanas dan sumber pemanas diatur sehingga terletak dibawah titik tengah cawan
4. Cawan penguji diletakkan dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan
5. Termometer diletakkan tegak lurus benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas cawan
6. Penahan angin ditempatkan didepan nyala penguji
7. Sumber pemanas dengan kenaikan suhu (15 ± 1)°C permenit sampai benda uji mencapai 56°C dibawah titik nyala perkiraan
8. Kecepatan pemanas 5°C sampai 6°C permenit pada suhu 56°C dan 28°C dibawah titik nyala perkiraan
9. Nyala penguji dinyalakan dengan diameter 3,2 sampai 4,8 mm
10. Nyala penguji diputar melalui permukaan cawan dalam waktu satu detik. Pekerjaan ini diulangi setiap kenaikkan 2°C
11. Pekerjaan No.8 dan No.10 dilanjutkan sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji, suhu pada saat nyala dicatat sebagai titik nyala

12. Pekerjaan No.11 dilanjutkan sampai telihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji. Suhu pada saat itu dinyatakan sebagai titik bakar

5.3.5. Berat Jenis

1. Maksud

   Untuk menentukan berat jenis aspal dengan piknometer

2. Peralatan

   a. Termometer

   b. Bak perendam

   c. Piknometer

   d. Air suling

   e. Bejana gelas

3. Pelaksanaan

   1. Aspal seberat 50 gr, dipanaskan sampai cair selama 30 menit pada suhu 56°C di atas titik lembek perkiraan
   2. Kemudian aspal dituang kedalam piknometer yang kering sehingga berisi 3/4 bagian
   3. Bejana di isi dengan air suling bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm kemudian direndam dan bejana dijepit dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm pada suhu 25°C
   4. Piknometer dibersihkan serta dikeringkan dan ditimbang dengan ketelitian 1 mg (A)

5. Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer dengan air suling
6. Piknometer diletakkan dalam bejana dan ditutup rapat lalu dimasukkan dalam bak perendam selama 30 menit. Piknometer diangkat dan dikeringkan kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 mg (B)
7. Benda uji tersebut dituang kedalam piknometer kering sehingga terisi 3/4 bagian
8. Setelah piknometer dingin, waktu tidak kurang dari 40 menit dan ditimbang dengan ketelitian 1 mg (C)
9. Piknometer yang berisi benda uji diisi air suling, lalu ditutup tanpa ditekan
10. Bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diletakkan di dalamnya, penutup ditekan rapat lalu dimasukkan dalam bak perendam selama 30 menit, lalu ditimbang (D)

Berat jenis aspal dihitung dengan rumus :

$$BJ = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$$

A = berat piknometer
B = berat piknometer berisi air
C = berat piknometer berisi aspal
D = berat piknometer

5.3.6. Kelarutan Dalam CCL_4

1. Maksud

Untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam karbon tetraklorida /karbon bisulfida

2. Peralatan

   a. Gooch crucible

   b. Alas dari asbes

   c. Labu erlenmeyer

   d. Labu kering

   e. Labu penyaring

   f. Tabung penyaring

   g. Tabung karet

   h. Oven

   i. Neraca analitik

   j. Pembakar gas

   k. Pompa hampa udara

   l. Desikator

   m. Karbon tetraklorida / karbon bisulfida

   n. Ammonium karbonat

   o. Batang pembersih (polismen)

   p. Cawan porselin

3. Pelaksanaan

   1. Aspal disiapkan seberat 2 gram atau lebih dibawah suhu penguapan air

   2. Aspal apabila keras ditumbuk sekurang-kurangnya 4 gram sampai halus, dan 2 gram sebagai benda uji

   3. Labu erlenmeyer ditimbang

   4. Benda uji karbon tetraklorida dituang sedikit demi sedikit dan diaduk

5. Persiapan Gooch crucible

   Tabung penyaring dimasukkan dalam labu penyaring dan Gooch crucible dalam tabung penyaring, lalu labu penyaring di hubungkan dengan pompa hampa udara. Gooch crucible di isi suspensi asbes dalam air lalu di isap. Gooch crucible dibakar lalu ditimbang setelah dingin
6. Gooch crucible disimpan dalam almari selama 24 jam
7. Larutan (a) dituang dalam Gooch crucible dan diisap dengan pompa hampa udara
8. Labu erlenmeyer dibersihkan dengan batang pembersih dan karbon tetraklorida sedikit lalu endapan ini dipindahkan ke Gooch crucible
9. Gooch crucible dibersihkan dengan karbon tetraklorida hingga filtrat jernih, lalu di isap dengan pompa hampa udara
10. Gooch crucible dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai 125°C selama 24 menit
11. Gooch crucible didinginkan dalam desikator lalu ditimbang
12. Endapan pada dinding labu erlenmeyer dikeringkan, lalu labu ditimbang
13. Hasil perbedaan timbangan labu erlenmeyer ditambahkan sebagai zat yang tidak larut dalam CCL_4

5.4. Pemeriksaan Agregat

5.4.1. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

1. Maksud

   Untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mesin Los Angeles yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat tahan aus yang lewat saringan No.12 terhadap berat semula

2. Peralatan

   a. Mesin Los Angeles

   b. Saringan No.12

   c. Timbangan (ketelitian 5 gram)

   d. Bola baja

   e. Oven dengan pengatur suhu sampai (110 ± 5)°C

3. Pelaksanaan

   1. Benda uji disaring lalu ditimbang seperti terlihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Gradasi Keausan Agregat

Jenis gradasi		Benda uji
Lolos	Tertahan	I
19,00 mm(3/4") 12,5 mm(0,5")	12,5 mm (0,5") 09,5 mm (3/4")	2500 2500

   2. Benda uji dicuci sampai bersih dan dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai beratnya tetap

3. Benda uji dan bola baja 12 buah dengan berat masing-masing 390 - 445 gram dimasukkan ke dalam silinder
4. Mesin Los Angeles diputar dengan kecepatan 30 - 33 rpm selama 30 menit
5. Benda uji dikeluarkan dan disaring dengan saringan No.12, butiran yang tertahan dicuci bersih selanjutnya di oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai beratnya tetap
6. Benda uji yang tertahan saringan No.12 ditimbang

5.4.2. Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

1. Maksud

   Untuk menentukan pembagian butir agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan

2. Peralatan

   a. Timbangan dan neraca (ketelitian 0,2 %)
   b. Satu set saringan (1/2", 7/16", 5/16", 4#, 10#, 25#, 60#, 170# dan pan)
   c. Oven dengan pengatur suhu sampai (110 ± 5)°C
   d. Alat pemisah contoh
   e. Mesin penggunjang saringan
   f. Talam
   g. Kuas, sikat, sendok dan lain-lain

3. Pelaksanaan

   1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 24 jam

2. Agregat halus diletakkan di atas saringan yang disusun berurutan dari atas ke bawah dari No.4, No.10, No.25, No.60, No.170 sampai pan lalu digoncang dengan mesin pengguncang
3. Agregat kasar diletakkan di atas saringan yang disusun berurutan dari atas ke bawah dari 1/2", 7/16", 5/16", 4#, 10#, 25#, 60#, 170# sampai pan lalu digoncang dengan mesin pengguncang
4. Agregat yang tertahan pada masing-masing saringan ditaruh pada talam kemudian ditimbang sesuai dengan kebutuhan

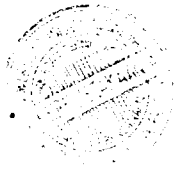
5.4.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Kasar

1. Maksud

   Untuk menentukan berat jenis (bulk). Berat jenis kering permukaan kering jenuh (SSD), berat jenis semu dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus

2. Peralatan

   a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm dengan kapasitas 5 kg
   b. Tempat air dengan bentuk dan kapasitas sesuai pemeriksaan
   c. Timbangan kapasitas 5 kg (ketelitian 0,1% dari berat contoh) dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang
   d. Oven dengan pengatur suhu sampai (110 ± 5)°C



e. Alat pemisah contoh

f. Saringan No.4

3. Pelaksanaan

1. Agregat ditimbang yang tertahan saringan No.4 sebanyak 5 kg
2. Benda uji di cuci untuk menghilangkan debu
3. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat tetap
4. Benda uji didinginkan pada suhu kamar 1-3 jam kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,3 gram
5. Benda uji direndam pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam
6. Benda uji dikeluarkan dari air lalu dilap dengan kain sampai kering permukaan
7. Benda uji ditimbang kering permukaan jenuh
8. Benda uji diletakkan dalam keranjang, lalu goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan ditimbang berat dalam air

5.4.4. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

1. Maksud

Untuk menetukan kelekatan agregat terhadap aspal yaitu prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan

2. Peralatan

   a. Wadah untuk mengaduk, kapasitas 500 ml

   b. Timbangan dengan kapasitas 200 gr, ketelitian 0,1 gr

   c. Spatula

   d. Tabung gelas kapasitas 600 ml

   e. Oven

   f. Saringan 1/4" dan 3/8"

   g. Termometer

   h. Air suling

3. Pelaksanaan

   1. Benda uji yang lewat saringan 3/8" dan tertahan saringan 1/4" ditimbang sebanyak 100 gram

   2. Benda uji dicuci dan dikeringkan pada suhu 135°C - 149°C hingga berat tetap

   3. Untuk pelapisan agregat basah perlu ditentukan berat jenis kering permukaan jenuh atau SSD dan penyerapan dari agregat kasar

   4. Benda uji sebanyak 100 gram dimasukkan dalam wajan dan dicampur aspal panas, kemudian benda uji dipanaskan selama 1 jam 135°C - 149°C

   5. Benda uji yang sudah terselaput aspal dimasukkan kedalam tabung gelas 600 ml, lalu tambahkan air suling sebanyak 400 ml dan biarkan pada suhu ruang selama 16-18 jam

6. Luas permukaan benda uji diperiksa yang masih terselimuti aspal

5.4.5. Gradasi Agregat Tengah

Gradasi tengah merupakan nilai tengah dari spesifikasi teknis SMA yang mengacu pada Heavy Loaded Road Improvement Project (Bina Marga). Seperti pada Tabel 5.6. dibawah ini.

Tabel 5.6. Gradasi Agregat Tengah Untuk SMA

Ukuran Saringan (mm)	Lolos Saringan (%)	Tengah (%)
12,7	100	100
11,2	90 - 100	95
8,0	50 - 75	62,5
5,0	30 - 50	40
2,0	20 - 30	25
0,71	13 - 25	19
0,25	10 - 20	15
0,09	8 - 13	10,5

Sumber: Data Primer Proyek Peningkatan Jalan dan Penggantian Jembatan Propinsi Jawa Tengah Dit. Jend. Bina Marga. DPU

5.5. Campuran Aspal Dengan Metoda Marshall

1. Maksud

Untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelehan plastis (flow) dari campuran aspal. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelehan plastis yang dinyatakan dalam kg atau pound. Kelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat beban sampai

batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01"

2. Peralatan

   a. Tiga buah cetakan benda uji berdiameter 10 cm, lengkap

   b. Alat untuk menegeluarkan benda uji (dongkrak)

   c. Penumbuk dengan berat 4,536 kg

   d. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu

   e. Mesin tekan lengkap dengan :

      1. kepala penekan berbentuk lengkung,

      2. cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001"), dan

      3. arloji kelelehan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01").

   f. Oven dengan pengatur suhu sampai (200 ± 3)°C

   g. Bak perendam "water bath"

   h. Perlengkapan lainnya seperti panci, wajan, kompor, dan lain-lain

3. Pelaksanaan

   Langkah awal dalam pembuatan contoh adalah menentukan gradasi terhadap agregat (CA dan FA). Agregat dimasukkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)°C selam 12 jam agar kering. Dengan analisa saringan material tadi dipisahkan atas beberapa fraksi. Prosentase masing-masing fraksi ditentukan sedemikaian sehingga penggabungan fraksi-fraksi tersebut berada dalam batas spesifikasi yang digunakan.

   Langkah-langkah selanjutnya dapat dibagi beberapa tahap,

sebagai berikut ini.

1. Menentukan prosentase masing-masing fraksi, untuk mempermudah campuran dan lebih tepatnya proporsi campuran dilakukan penimbangan.
2. Untuk menentukan berat agregat disesuaikan dengan kapasitas mold (cetakan), kurang lebih 1200 gram. Sedangkan untuk menentukan berat aspal adalah sebagai berikut :

   contoh :

   kadar aspal = 6,3 %

   berat total agregat + aspal = 1200 gr

   berat aspal = 6,3 % x 1200 gr = 75,6 gr
3. Fraksi agregat yang telah ditimbang dimasukkan kedalam wadah dan dipanaskan sampai 140°C, lalu ambil aspal yang dipanaskan hingga suhu 160°C dan dicurahkan kedalam wajan yang ada agregatnya tadi
4. Apabila agregat dan aspal sudah dicampur dalam wajan selanjutnya campuran tersebut dipanaskan sambil diaduk-aduk hingga rata sampai suhu 160 °C
5. Mold yang telah dibersihkan dan di oven hingga suhu 140°C. Mold kemudian dipasang pada dudukan lalu dibagian dasar mold diberi kertas berlapis plastik. Setelah campuran aspal dipanaskan hingga suhu 160 °C sambil diaduk sampai rata kemudian dituang kedalam mold. Dengan spatula campuran aspal ditusuk-tusuk agar didapat

pemadatan yang sempurna. Kemudian campuran aspal ditutup kertas dan ditumbuk sebanyak 2 x 75 untuk tiap cetakan

6. Cetakan yang sudah jadi didiamkan hingga cukup dingin. Benda uji dikeluarkan dari mold dengan bantuan dongkrak

4. Pengujian contoh

Benda uji yang telah dibuat kemudian di uji dengan alat Marshall, adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diberi tanda pengenal
2. Setelah didiamkan selam 24 jam, diukur tinggi/tebalnya kurang lebih tiga kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm
3. Ditimbang dalam keadaan kering kemudian direndam dalam air selama 24 jam agar jenuh
4. Setelah jenuh ditimbang dalam air dalam keadaan air guna mendapatkan volume/isi benda uji
5. Benda uji dikeluarkan dalam bak perendam, dikeringkan sehingga kering permukaan, lalu ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh
6. Benda uji direndam dalam "water bath" pada suhu 60°C selama 30 menit
7. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya diolesi dengan vaseline agar benda uji mudah dikeluarkan

8. Benda uji dikeluarkan dari water bath, segera diletakkan pada alat uji Marshall yang dilengkapi dengan arloji kelelehan (flow meter) dan arloji pembebanan/stabilitas
9. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan terhenti dan mulai kembali ke-nol. Pada saat itu dibaca arloji kelelehannya
10. Setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat uji Marshall
11. Benda uji berikutnya siap diuji seperti langkah No.1-10

(Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No.01/MN/BM/1976)

Dari hasil penelitian yang dilakukan akan diperoleh data-data misalnya titik lembek aspal, nilai penetrasi aspal, berat benda uji sebelum direndam air, berat benda uji, pembacaan arloji stabilitas, pembacaan arloji flow, dan sebagainya. Dari data-data tersebut dapat dihitung nilai-nilai :

1. Stabilitas
2. Flow
3. VITM
4. VFWA
5. Marshall Quotient (QM)

Setelah didapat Stabilitas yang maksimum dan kadar aspal yang optimum kemudian dibuat campuran aspal dan latex. Untuk menentukan kadar latex yang akan dicampurkan dengan cara mencari persentase latex terhadap berat aspal optimum.

Misal :

1. kadar aspal optimum : 7,3 %
2. berat total : 1200 gr
3. berat aspal + agregat : 100 %
4. berat aspal optimum : $\frac{7,3}{100}$ x 1200

   : 87,6 gr

5. kadar latex : 1 %
6. berat aspal optimum : 87,6 gr
7. berat latek 1 % : 1 % x 87,6 = 0,876 gr

Kemudian dilakukan pembuatan briket dan pengujian briket.

5.5.1. Kadar Aspal

Berdasarkan spesifikasi SMA dari Bina Marga, untuk klasifikasi volume lalu-lintas berat maka aspal yang dipakai adalah aspal semen penetrasi 60/70 yang memenuhi ketentuan SNI No.1737.1989-F.

Dengan variasi kadar aspal untuk gradasi tengah adalah 6,3%, 6,7%, 7,1% dan 7,5%.

5.5.2. Kadar Serat Selulosa

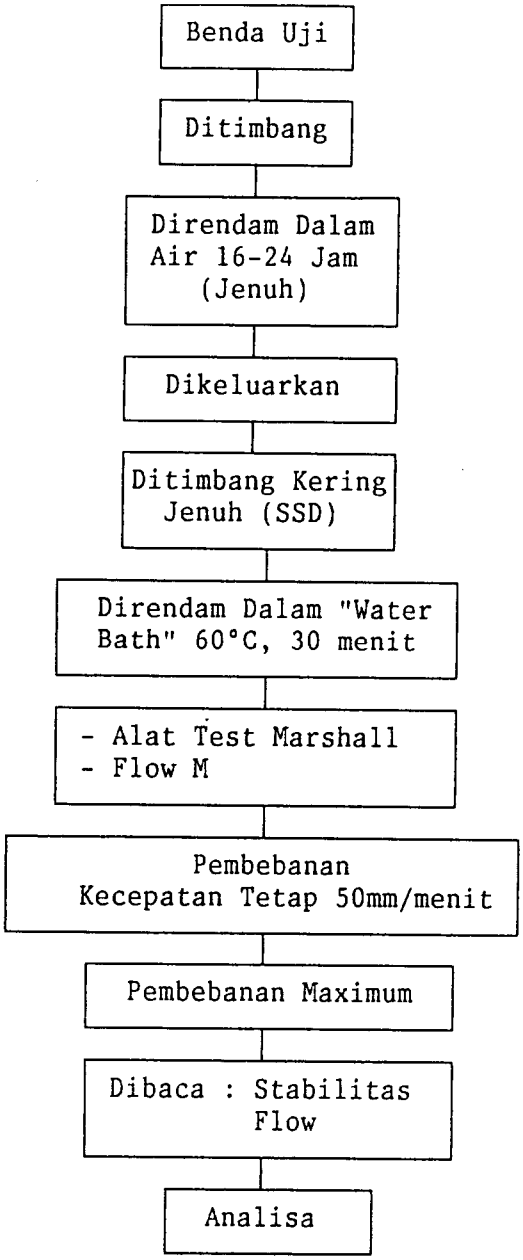
Berdasarkan spesifikasi SMA dari Bina Marga, kadar selulosa optimum untuk Split Mastic Asphalt adalah 0,2% - 0,3%. Untuk pencampuran di laboratorium dipakai kadar serat selulosa 0,3% terhadap berat total campuran.

5.5.3. Latex

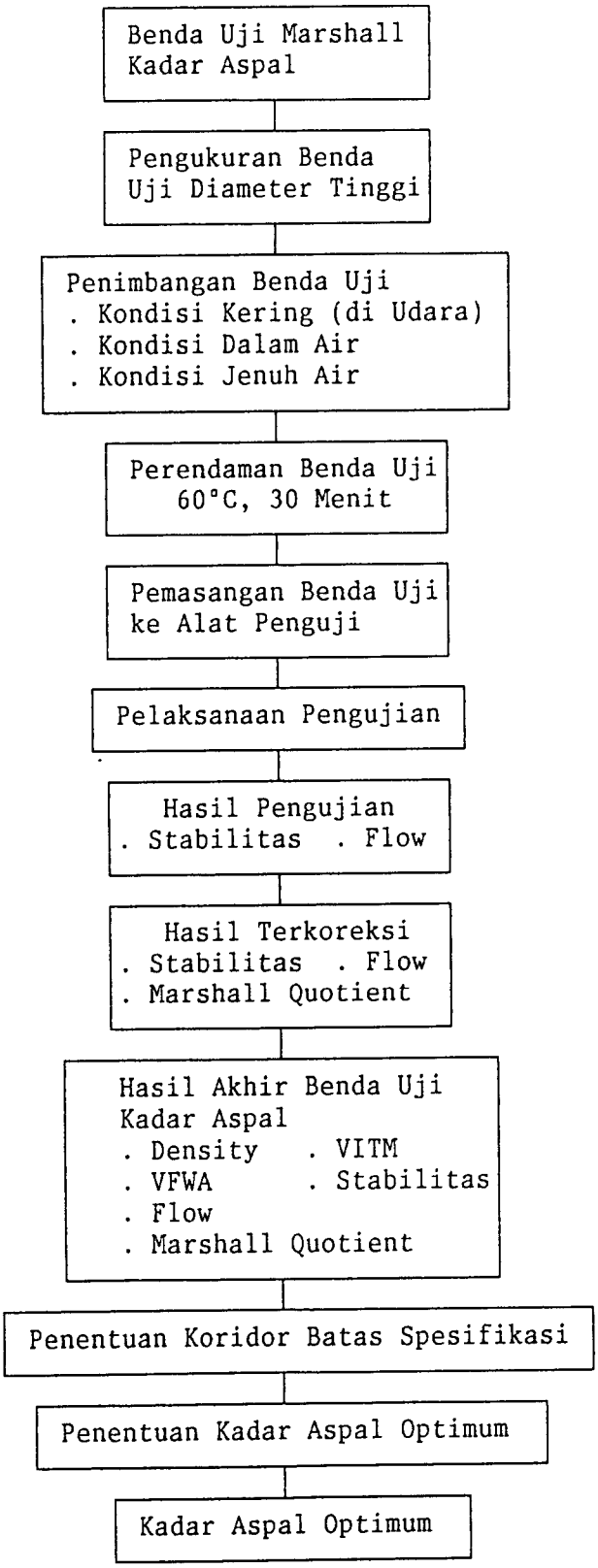
Campuran aspal minyak dan latex dengan persentase yang tertentu terhadap kadar aspal disebut aspal karet. Pencampuran dilakukan dimana aspal minyak dipanaskan dulu pada suhu 160°C kemudian dimasukkan latex dan diaduk hingga merata. Untuk pencampuran di laboratorium dipakai kadar latex 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat aspal optimum.

5.5.4. Filler

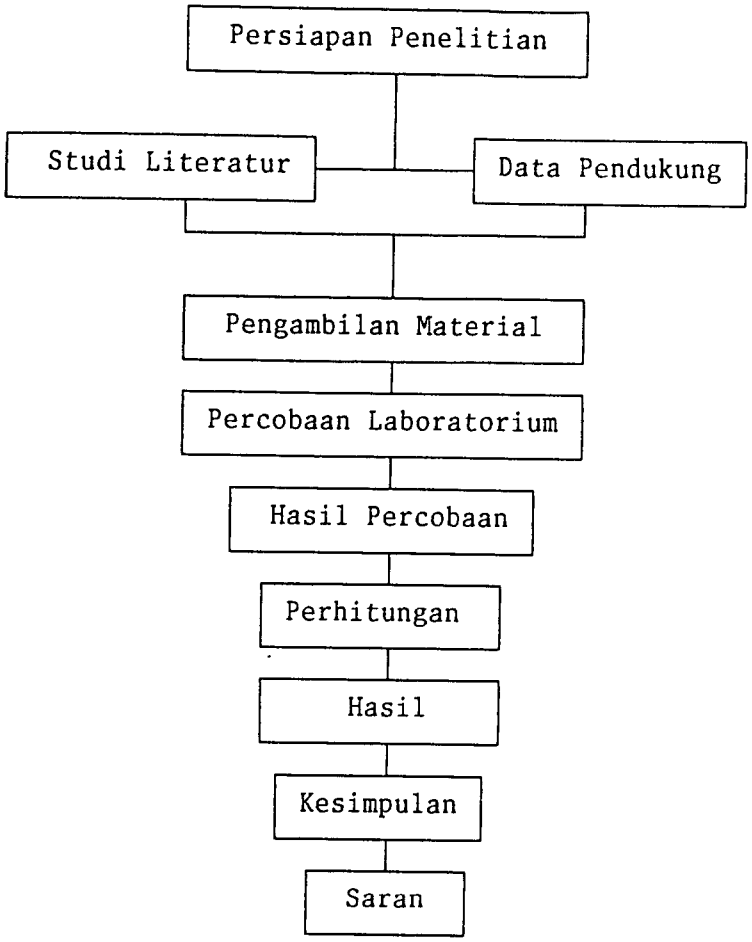
Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu batu yang lolos saringan No. 170 (0,09 mm). Bahan ini harus bebas dari gumpalan dan harus sesuai dengan spesifikasi dari SNI No.1737.1989/Fjo.SKBI-2.426.1987 dan kadar air kurang dari 1%.



Gambar 5.1. Flow Chart Test Marshall



Gambar 5.2. Penentuan Kadar Aspal Optimum Methode Marshall



Gambar 5.3. Diagram Tahap Pelaksanaan Penelitian

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Pemeriksaan Aspal dan Agregat

Sebelum pembuatan sampel, maka perlu dilakukan pemeriksaan bahan-bahan penyusun campuran beraspal, yaitu pemeriksaan aspal dan agregat seperti diuraikan di Bab V. Karena keterbatasan waktu, biaya dan peralatan, maka pemeriksaan aspal meliputi : duktilitas, penetrasi, titik lembek, titik nyala, titik bakar, kelarutan dalam CCL_4, dan berat jenis aspal. Sedangkan pemeriksaan agregat meliputi : pemeriksaan keausan, analisa saringan, berat jenis, absorbsi, dan kelekatan terhadap aspal.

6.1.1. Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis AC 60/70. Hasil pemeriksaan dan syarat dapat dilihat pada Tabel 6.1. berikut ini.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan dan Syarat Aspal AC 60/70

Hasil Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)	
		min	maks
1. Penetrasi (0,1 mm)	63,8	60	79
2. Titik lembek (°C)	49,5	48	58
3. Titik nyala (°C)	355	200	-
4. Berat jenis (gr/cc)	1,092	1	-
5. Kelarutan dalam CCL_4	99,513	99	-

*) Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya No.13/PT/B/1983

6.1.2. Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar (CA) dan agregat halus (FA). Hasil pemeriksaan dan syarat dapat dilihat pada Tabel 6.2. dibawah ini.

Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan dan Syarat Agregat

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat *)
1. Keausan dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran	37,92 %	maks 40%
2. Kelekatan terhadap aspal	100 %	> 95 %
3. Nilai Sand Equivalent	18,13 %	≤ 50 %
4. Agregat kasar		
- Berat Jenis SSD (gr/cc)	2,5585	-
- Berat Jenis Semu (gr/cc)	2,6695	min 2,5
- Peresapan terhadap air	2,6625%	maks 3 %
5. Agregat halus		
- Berat Jenis SSD (gr/cc)	2,577	-
- Berat Jenis Semu (gr/cc)	2,627	min 2,5
- Peresapan terhadap air	1,214 %	maks 3 %

*) Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston untuk Jalan Raya No. 13/PT/B/1983

Setelah melalui beberapa tahap pemeriksaan kualitas agregat, kemudian agregat dianalisa dengan analisa saringan. Hitungan analisa agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Tabel 6.3. di bawah ini.

Tabel 6.3. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,3 %

No Saringan inch	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
1/2"	0	0	0	100	100	-
7/16"	56,04	56,04	5	95	90	100
5/16"	364,26	420,3	37,5	62,5	50	75
No.4	252,18	672,48	60	40	30	50
No.10	168,12	840,6	75	25	20	30
No.25	67,25	907,85	81	19	13	25
No.60	44,83	952,68	85	15	10	20
No.170	50,44	1003,12	89,5	10,5	8	13
PAN	117,68	1120,8				

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Contoh menghitung analisa saringan agregat

1. kadar aspal 6,3 %
2. berat aspal $= \frac{6,3}{100} \times 1200 \text{ gr} = 75,6 \text{ gr}$
3. berat serat selulosa = 0,3% x 1200 gr = 3,6 gr
4. berat total agregat = 1200 - (75,6 + 3,6) = 1120,8 gr

Misalkan No. saringan 7/16"

1. jumlah prosen lolos $= \frac{100 + 90}{2} = 95 \%$

2. jumlah prosen tertahan = 100 - 95 = 5 %

3. jumlah berat tertahan = $\frac{1120,8}{100}$ x 5 % = 56,04 gr

Misalkan No. saringan 5/16"

1. jumlah prosen lolos = $\frac{50 + 75}{2}$ = 62,5 %

2. jumlah prosen tertahan = 100 - 62,5 = 37,5 %

3. jumlah berat tertahan = $\frac{1120,8}{100}$ x 37,5 % = 420,3 gr

4. berat tertahan = 420,3 - 56,04 = 364,26 gr

Tabel 6.4. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,7%

No Saringan inch	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
1/2"	0	0	0	100	100	-
7/16"	55,8	55,8	5	95	90	100
5/16"	362,7	418,5	37,5	62,5	50	75
No.4	251,1	669,6	60	40	30	50
No.10	167,4	837	75	25	20	30
No.25	66,96	903,96	81	19	13	25
No.60	44,64	948,6	85	15	10	20
No.170	50,22	998,82	89,5	10,5	8	13
PAN	117,18	1116	-	-	-	-

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Tabel 6.5. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,1%

No Saringan inch	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
1/2"	0	0	0	100	100	-
7/16"	55,56	55,56	5	95	90	100
5/16"	361,14	416,7	37,5	62,5	50	75
No.4	250,02	666,72	60	40	30	50
No.10	166,68	833,4	75	25	20	30
No.25	66,67	900,072	81	19	13	25
No.60	44,45	944,52	85	15	10	20
No.170	50	944,52	89,5	10,5	8	13
PAN	116,68	1111,2	-	-	-	-

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Tabel 6.6. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5 %

No Saringan inch	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
1/2"	0	0	0	100	100	-
7/16"	55,32	55,32	5	95	90	100
5/16"	395,58	414,9	37,5	62,5	50	75
No.4	248,94	663,84	60	40	30	50
No.10	165,96	829,8	75	25	20	30
No.25	66,38	896,18	81	19	13	25
No.60	44,28	940,44	85	15	10	20
No.170	49,79	990,23	89,5	10,5	8	13
PAN	116,17	1106,4	-	-	-	-

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Tabel 6.7. Analisa Saringan Hasil Agregat Kadar Aspal 7,3 %

No Saringan inch	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
1/2"	0	0	0	100	100	-
7/16"	55,44	55,44	5	95	90	100
5/16"	360,36	415,8	37,5	62,5	50	75
No.4	249,48	665,28	60	40	30	50
No.10	166,32	831,6	75	25	20	30
No.25	66,528	898,128	81	19	13	25
No.60	44,352	942,48	85	15	10	20
No.170	49,896	992,376	89,5	10,5	8	13
PAN	166,424	1108,8	-	-	-	-

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Gradasi yang dipakai dalam analisa saringan ini adalah gradasi CA dan FA, sehingga kebutuhan agregat untuk masing-masing saringan menyesuaikan dengan hitungan pada Tabel di atas. Dari hasil penelitian analisa saringan, bahwa gradasi gabungan memenuhi syarat.

6.2. Data dan Hasil Pengujian Marshall

Dalam langkah awal penelitian ini yaitu membuat sampel Marshall dengan variasi kadar aspal 6,3%, 6,7%, 7,1%, dan 7,5%, masing-masing variasi campuran aspal sesuai dengan Tabel di atas. Dari masing-masing variasi dibuat sampel triplo, kemudian dengan pengujian ditentukan kadar aspal optimum. Cara menghitung dan hasil penelitian terdapat pada lampiran No.13.

Urutan penghitungan hasil uji Marshall untuk lebih jelasnya terdapat dalam contoh sebagai berikut :

1. sampel I dengan kadar aspal 6,3 %
2. tebal benda uji = 64,04 mm
3. a = % aspal terhadap batuan $= \frac{6,3}{100-6,3} \times 100\% = 6,723\ \%$
4. b = % aspal terhadap campuran = 6,3 %
5. c = berat kering = 1164 gr
6. d = berat SSD = 1178 gr
7. e = berat dalam air = 668 gr
8. f = isi = d - e = 1178 - 668 = 510 gr
9. g = berat isi sampel = c/f $= \frac{1164}{510} = 2,282$ gr
10. h = BJ maksimum

$$= \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}} = 2,420$$

11. $i = \frac{b \times g}{\text{BJ aspal}} = 13,165$
12. $j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ agregat}} = 84,884$
13. jumlah kandungan rongga (100 - i - j) = 1,951 %
14. l = (100 - j) rongga terhadap agregat = 15,116 %

15. m = rongga terisi aspal (VFWA) = 87,093 %

16. n = 100 - [(100 x g/h)] = 5,7

17. o = pembacaan arloji stabilitas = 775

18. p = o x kalibrasi proving ring = 2566 gr

19. q = p x koreksi tebal sampel = 2458,2 kg

20. r = flow (kelelehan plastis) x 0,01 x 25,4 = 3,048 mm

21. BJ aspal = 1,092

22. BJ agregat = 2,514

23. Marshall Quotient = stabilitas / flow

Untuk sampel-sampel yang lain perhitungan stabilitas, flow, VITM, dan VFWA seperti contoh di atas.

Tabel 6.8. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Untuk Mencari Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian					
	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Density (gr/cc)
6,3	2131,28	7,0003	64,0261	2,624	812,225	2,1606
6,7	2089,63	6,0035	68,9944	2,732	764,871	2,1730
7,1	2473,38	5,0390	74,0956	2,817	878,019	2,1860
7.5	1856,81	3,9281	79,3664	2,971	624,978	2,2000

Selanjutnya untuk urutan penghitungan hasil uji Marshall dengan kadar latex 1% lebih jelasnya terdapat dalam contoh sebagai berikut :

1. sampel I dengan kadar aspal 7,3 %
2. tebal benda uji = 59,10 mm

3. a = % aspal terhadap batuan $= \frac{7,294}{100-7,294} \times 100\% = 7,863\ \%$

4. b = % aspal terhadap campuran = 7,294 %
5. c = berat kering = 1169 gr
6. d = berat SSD = 1180 gr
7. e = berat dalam air = 647 gr
8. f = isi = d - e = 1180 - 647 = 533 gr

9. g = berat isi sampel = c/f $= \frac{1169}{533} = 2,193$ gr

10. h = BJ maksimum

$$= \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ mod}} + \frac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}} + \frac{\%\ \text{latex}}{\text{BJ latex}}}$$

BJ mod = % CA x BJ agr kasar + % FA x BJ agr halus

= 0,6 x 2,492 + 0,4 x 2,546 = 2,514

$$= \frac{100}{\frac{92,33}{2,514} + \frac{7,29}{1,092} + \frac{0,08}{0,94}} = 2,303$$

11. i = $\frac{b \times g}{\text{BJ aspal}} = 14,642$

12. $j = \dfrac{\dfrac{(100 - b) \times g}{100}}{\%\ \text{agregat/BJ Mod} + \%\ \text{latex/BJ latex}} = 80,697$

13. k = jumlah kandungan rongga (100 - i - j) = 4,661 %
14. l = (100 - j) rongga terhadap agregat = 19,303 %
15. m = rongga terisi aspal (VFWA) = 75,851 %
16. n = 100 - [(100 x g/h)] = 4,766
17. o = pembacaan arloji stabilitas = 557
18. p = o x kalibrasi proving ring = 1977 gr
19. q = p x koreksi tebal sampel = 2022,47 kg
20. r = flow (kelelehan plastis) x 0,01 x 25,4 = 2,97 mm
21. BJ aspal = 1,092
22. BJ agregat = 2,514
23. BJ latex = 0,94
24. Marshall Quotient = stabilitas / flow

Rekapitulasi hasil uji Marshall dengan kadar latex dapat dilihat pada Tabel 6.11. halaman 70.

Dari Grafik Kadar Aspal Design (halaman 74) didapat :

1. VITM = 7,5 %
2. Stabilitas = 7,1 %
3. Density = 7,5 %

$$\text{Kadar aspal optimum (cara AI)} = \frac{7,5 + 7,1 + 7,5}{3} = 7,3\ \%$$

Tabel 6.9. Hasil Uji Marshall Tanpa Latex Pada Kadar Aspal Optimum 7,3%

Jenis Penelitian	Hasil	Spec SMA *)
Density (gr/cc)	2,1915	-
Stabilitas (kg)	1953,4	> 750
Flow (mm)	2,91	2 - 4
VITM (%)	4,999	3 - 5
VFWA (%)	75,736	75 - 85
MQ (kg/mm)	670,48	190 - 300

*) Sumber : Dir. Jend. Bina Marga. DPU

Kadar aspal optimum dipakai untuk menentukan kebutuhan latex. Variasi campuran latex untuk aspal yaitu : 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari kadar aspal. Kebutuhan aspal dan latex sebagai berikut :

berat aspal = 7,3% x 1200 = 87,6 gr

berat latex 0% = 0% x 87,6 = 0,00 gr

1% = 1% x 87,6 = 0,876 gr

2% = 2% x 87,6 = 1,752 gr

3% = 3% x 87,6 = 2,628 gr

4% = 4% x 87,6 = 3,504 gr

5% = 5% x 87,6 = 4,380 gr

Kebutuhan agregat setiap sampel aspal dapat dilihat pada Tabel 6.10. berikut ini .

Tabel 6.10. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,3%

No Saringan (inch)	Berat Tertahan		Jumlah Prosen		Spesifikasi*)	
	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Jumlah	Min	Max
1/2	0	0	0	100	100	0
7/16	55,440	55,440	5	95	90	100
5/16	360,440	415,800	37,5	62,5	50	75
4 #	249,480	665,280	60,0	40,0	30	50
10 #	166,320	831,600	75,0	25,0	20	30
25 #	66,528	898,128	81,0	19,0	13	25
60 #	44,352	942,480	85,0	15,0	10	20
170 #	49,896	992,376	89,5	10,5	8	13
PAN	116,424	1108,800	100,0	0	-	-

*)Sumber : Dir. Jend. Bina Marga Dept. PU. 1993

Setelah kebutuhan bahan aspal dihitung, kemudian dibuat sampel sebanyak tiga buah untuk masing-masing variasi latex. Prosedur pembuatan dan pengujian sampel aspal dapat dilihat pada sub Bab V.

Tabel 6.11. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Untuk Mencari Kadar Latex Pada Kadar Aspal Optimum (7,3%)

Kadar Latex (%)	Hasil Pengujian					
	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Density (gr/cc)
0	1953,4510	4,999	75,736	2,91	671,287	2,1915
1	2006,5090	4,712	76,073	2,98	673,326	2,1944
2	2123,0920	4,332	77,591	3,08	689,315	2,2031
3	2176,0216	3,999	77,997	3,14	693,000	2,2061
4	2254,3040	3,840	78,004	3,26	691,503	2,2067
5	1986,4920	3,693	78,335	3,21	618,845	2,2092

6.3. Ringkasan Hasil Penelitian Laboratorium

Dari hasil penelitian laboratorium dapat diambil ringkasan serta dapat dianalisis hubungan antara latex dengan karateristik hasil uji marshall sebagai berikut ini.

1. Pengaruh latex terhadap stabilitas

   Stabilitas menunjukkan kemampuan lapis perkerasan dalam menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan "bleeding". Dari Tabel 6.11. dapat dilihat bahwa penambahan latex dapat meningkatkan nilai stabilitas. Peningkatan nilai stabilitas dapat dicapai pada kadar latex 4%, tetapi setelah 4% mengalami penurunan stabilitas. Kenaikkan stabilitas disebabkan aspal masih relatif cukup banyak untuk menyelimuti permukaan butiran, sedangkan pada penambahan kadar latex setelah 4% aspal bebas makin sedikit sehingga stabilitas campuran

menurun. Nilai stabilitas maksimum terjadi pada kadar latex 4% sebesar 2254,304 kg sedangkan stabilitas minimum terjadi pada kadar latex 0% sebesar 1953,45 kg. Pada campuran beraspal tersebut memenuhi persyaratan dan spesifikasi.

2. Pengaruh latex terhadap flow

   Aspal yang dicampur latex akan distabilisasi oleh serat selulosa, sehingga didapatkan nilai flow yang masih memenuhi spesifikasi (2,0 - 4,0 mm). Nilai flow maksimum terjadi pada kadar latex 4% sebesar 3,263 mm sedang nilai minimum terjadi pada kadar latex 0% sebesar 2,91 mm.

3. Pengaruh latex terhadap VITM

   Dengan penambahan kadar latex pada campuran beraspal, jumlah kandungan rongga pada campuran akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh partikel-partikel latex yang dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran beraspal.

   Nilai VITM maksimum terjadi pada kadar latex 0% sebesar 4,999 % sedang nilai VITM minimum terjadi pada kadar latex 5% sebesar 3,693% maka campuran tersebut memenuhi persyaratan dan spesifikasi.

4. Pengaruh latex terhadap VFWA

   Dari hasil pengujian Marshall, penambahan latex dapat menaikkan nilai VFWA.

   Dengan bertambahnya kadar latex, maka tebal aspal yang menyelimuti agregat akan semakin kecil akibat terdesak oleh

latex dan mengisi rongga yang ada. Dengan demikian adanya latex dapat mendorong lapis aspal lebih banyak mengisi rongga.

Nilai VFWA maksimum terjadi pada kadar latex 5%, sedangkan nilai VFWA minimum pada kadar latex 0% maka campuran tersebut memenuhi persyaratan dan spesifikasi.

5. Pengaruh latex terhadap Marshall Quotient

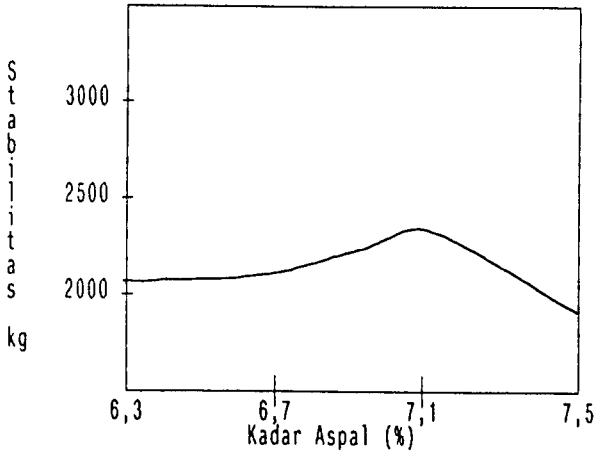
Nilai Marshall Quotient bisa dipakai sebagai pendekatan untuk mengatur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai itu bergantung pada nilai stabilitas dan nilai flow (kelelehan). Nilai Marshall Quotient menurut Petunjuk Pelaksanaan Parameter Aspal Campuran SMA Untuk Jalan Raya sebesar 190 - 300 kg/mm. Apabila benda uji mempunyai nilai Marshall Quotient lebih rendah dari spesifikasi yang ada, menyebabkan nilai plastisitas perkerasan tinggi sehingga mudah mengalami deformasi. Sebaliknya bila nilai Marshall Quotient lebih besar dari nilai spesifikasi menyebabkan lapis perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami "cracking". Dari Tabel 6.11. diperlihatkan bahwa nilai Marshall Quotient mengalami peningkatan. Dari hasil penelitian yang diperoleh, bahwa nilai Marshall Quotient semakin tinggi dengan bertambahnya kadar latex sampai dengan 3%. Dengan demikian penambahan latex dapat menambah kekakuan campuran SMA.

6. Pengaruh latex terhadap kepadatan (density)

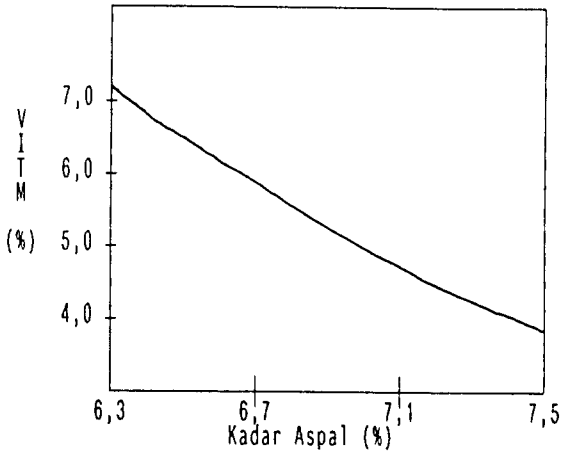
Density menunjukkan kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang mempunyai kepadatan yang tinggi akan memiliki kekuatan menahan beban lebih tinggi dari pada campuran dengan kepadatan rendah.

Dari Gambar 6.2. terlihat nilai density terus bergerak naik seiring bertambahnya kadar latex, hal ini disebabkan butiran agregat halus dan latex mengisi rongga yang ada didalam campuran sehingga menyebabkan campuran semakin padat. Nilai density maksimum terjadi pada kadar latex 5% sebesar 2,2092 gr/cc dan nilai minimum terjadi pada kadar latex 0% sebesar 2,1915 gr/cc.

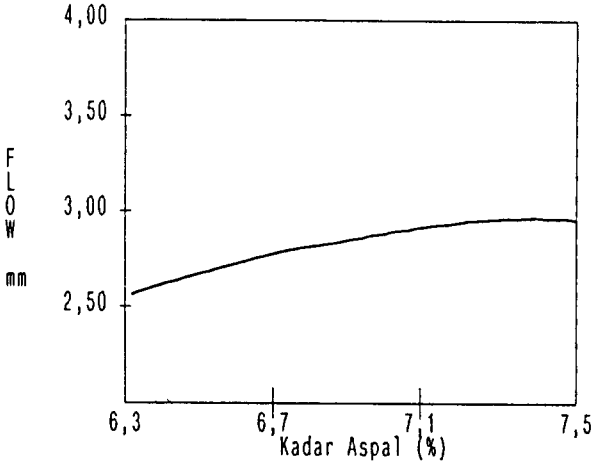
Hubungan antara kadar aspal dengan Stabilitas



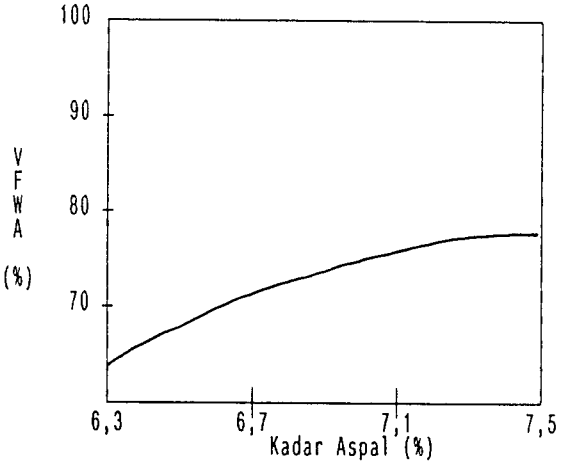
Hubungan antara kadar aspal dengan VITM



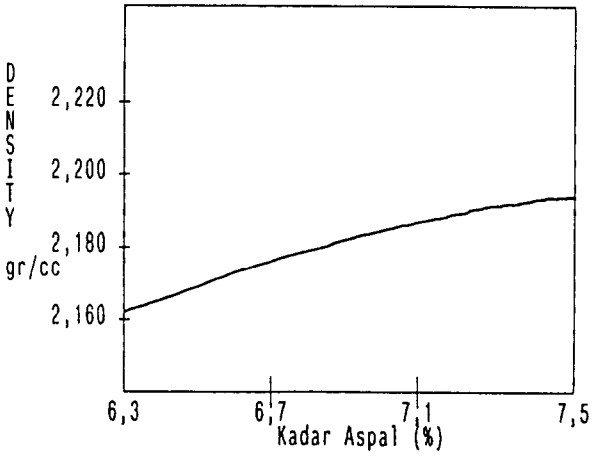
Hubungan antara kadar aspal dengan Flow



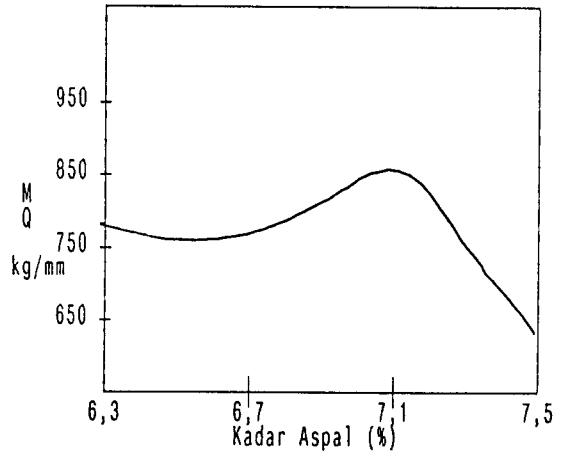
Hubungan antara kadar aspal dengan VFWA



Hubungan antara kadar aspal dengan Density

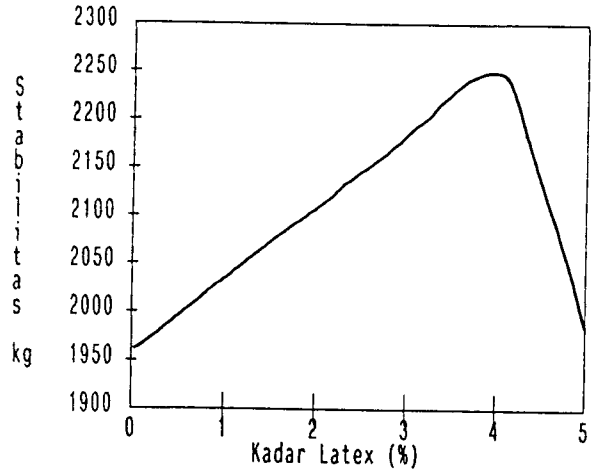


Hubungan antara kadar aspal dengan MQ

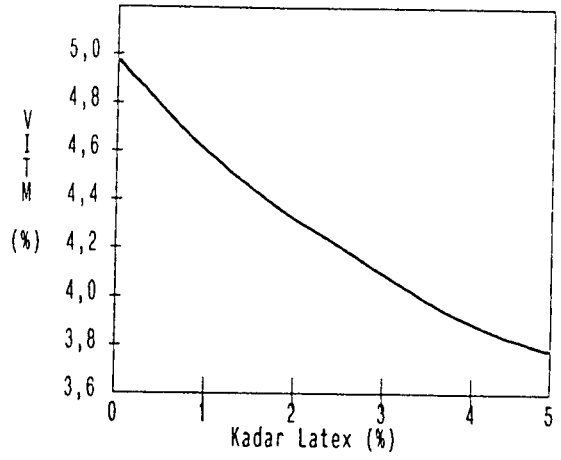


Gambar 6.1. Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Parameter Marshall

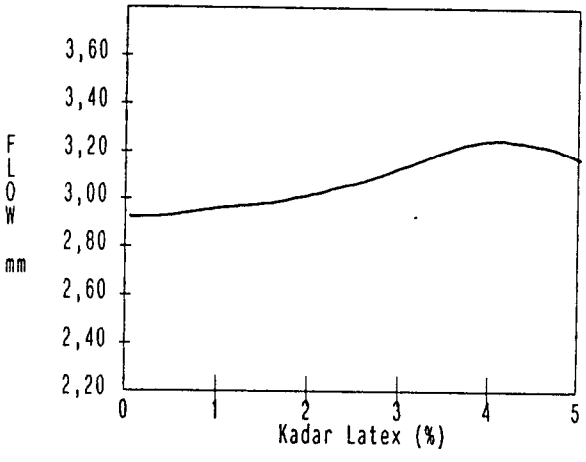
Hubungan antara kadar latex dengan Stabilitas



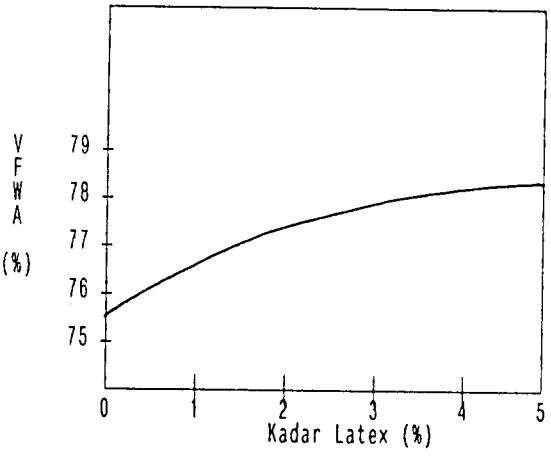
Hubungan antara kadar latex dengan VITM



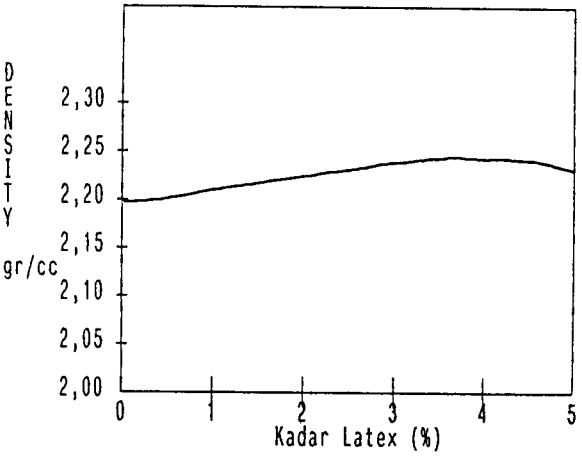
Hubungan antara kadar latex dengan Flow



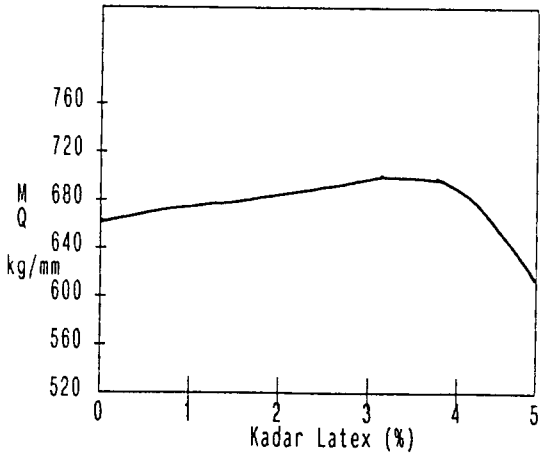
Hubungan antara kadar latex dengan VFWA



Hubungan antara kadar latex dengan Density



Hubungan antara kadar latex dengan MQ



Gambar 6.2. Hubungan Antara Kadar Latex dengan Parameter Marshall Pada Kadar Aspal Optimum

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan nilai-nilai hasil uji laboratorium pada campuran Split Mastic Asphalt dengan latex, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan latex sebanyak 3% - 4% terhadap aspal optimum, dapat menaikkan nilai stabilitas dan Marshall Quotient dari campuran beraspal.
2. Penambahan latex dapat memperkecil rongga yang terisi aspal (VFWA) dan meningkatkan kelelehan (flow) yang relatip kecil.
3. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa SMA dengan bahan "additive" latex menunjukkan campuran lapis permukaan yang kaku, hal ini disebabkan naiknya nilai Marshall Quotient.

7.2. Saran

1. Penguasaan teori dan referensi yang luas sangat diperlukan dalam memecahkan masalah yang timbul dalam melakukan penelitian di laboratorium.

2. Dalam penelitian sebaiknya menggunakan jumlah sampel yang banyak agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
3. Penambahan latex terhadap campuran SMA disarankan untuk diketahui "skid resistance", apakah dengan campuran latex ini dapat memenuhi syarat.

KATA PENUTUP

Atas kebesaran Rahmat dan Karunia-Nya, penulis ucapkan rasa syukur "Alhamdulillah" kehadirat Allah SWT yang telah memberi bimbingan dan petunjuk sehingga penelitian dan uji laboratorium untuk Tugas Akhir ini dapat disusun dengan baik dan sistematis sesuai dengan rencana waktu yang telah ditetapkan.

Namun demikian, perlu dikemukakan bahwa dengan terbatasnya kemampuan penulis dalam ilmu Teknik Sipil dan pengalaman dalam terjun di lapangan, membuat Tugas Akhir ini dirasa masih kurang sempurna. Untuk itu penulis memohon kepada berbagai pihak yang berkepentingan untuk dapat menyumbangkan pikiran serta kritik membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini telah sesuai dan memenuhi kriteria yang dipersyaratkan dalam kurikulum yang berlaku pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sehingga dapat bermanfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa Teknik Sipil bidang studi Transportasi serta bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi perkerasan jalan raya dan pelabuhan udara yang ada di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Asphalt Institute,** "Principle of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements", Manual Series No.22, Januari 1983.
2. **Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,** "Pelaksanaan Lapis Aspal Beton", 13/PT/B/1983.
3. **Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,** "Peggunaan Aspal Karet Untuk Bahan Perkerasan Jalan", Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Mei 1990.
4. **E.J.Yoder and Matthew W.Witczak,** "Principles of Pavement Design", 1975.
5. **Lismanto dan Muhammad As'ad,** "Mekanisme Stabilisasi Aspal oleh Serat Selulosa didalam Campuran Split Mastic Asphalt", Jakarta, 1993.
6. **Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII,** "Panduan Praktikum Jalan Raya IV", Yogyakarta.
7. **Moh. Ali Khairuddin,** "Tinjauan Umum Hasil Aplikasi Split Mastic Asphalt", Jakarta, 1993.
8. **Robert N. Hunter,** "Bituminous Mixtures In Road Construction", Februari 1994.
9. **Silvia Sukirman,** "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Bandung, 1992.

10 **Suprapto,** "Bahan dan Struktur Jalan Raya", Biro Penerbit KMTS UGM, 1995.

LAMPIRAN 1

LABORATORIUM JALAN RAYA

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

Contoh dari : PT PERWITA KARYA

Pekerjaan : TUGAS AKHIR

Jenis Agregat :

Diterima Tgl :

Selesai Tgl :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
12,7	1/2	0	0	0	100		
11,2	7/16	56,04	56,04	5	95		
8,0	5/16	364,26	420,3	37,5	62,5		
5,0	4 #	252,18	672,48	60	40		
2,0	10 #	168,12	840,60	75	25		
0,71	25 #	67,25	907,85	81	19		
0,25	60 #	44,83	952,68	85	15		
0,09	170 #	50,44	1003,12	89,5	10,5		
PAN		117,68	1120,8				

Keterangan :

Tanggal :

Diperiksa oleh : KA. LAB. JALAN RAYA UII

Yogyakarta, 18 March 1997

(IR. SUBARKAH, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT PERWITA KARYA

Pekerjaan : TUGAS AKHIR

Jenis Agregat :

Diterima Tgl :

Selesai Tgl :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
12,7	1/2	0	0	0	100		
11,2	7/16	55,8	55,8	5	95		
8,0	5/16	362,7	418,5	37,5	62,5		
5,0	4 #	251,1	669,6	60	40		
2,0	10 #	167,4	837	75	25		
0,71	25 #	66,96	903,96	81	19		
0,25	60 #	44,64	948,60	85	15		
0,09	170 #	50,22	998,82	89,5	10,5		
PAN		117,18	1116				

Keterangan :

Tanggal :

Diperiksa olch : KA. LAB. JALAN RAYA
UII

Yogyakarta, 18 Maret 1997

(IR. SUGARKAH. MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA

Pekerjaan : TUGAS AKHIR

Jenis Agregat :

Diterima Tgl :

Selesai Tgl :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
12,7	1/2	0	0	0	100		
11,2	7/16	55,56	55,56	5	95		
8,0	5/16	361,14	416,7	37,5	62,5		
5,0	4 #	250,02	666,72	60	40		
2,0	10 #	166,68	833,4	75	25		
0,71	25 #	66,67	900,072	81	19		
0,25	60 #	44,45	944,52	85	15		
0,09	170 #	50	994,52	89,5	10,5		
PAN		116,68	1111,2				

Keterangan :

Tanggal :

Diperiksa oleh : KA. LAB. JALAN RAYA UII

Yogyakarta, 18 Maret 1997

(IR. SUBARKAH, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA

Pekerjaan : PENELITIAN TA

Jenis Agregat :

Diterima Tgl :

Selesai Tgl :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
12,7	1/2	0	0	0	100		
11,2	7/16	55, 32	55,32	5	95		
8,0	5/16	359, 58	414,9	37,5	62,5		
5,0	4 "	248, 94	663, 84	60	40		
2,0	10 "	165, 96	829, 8	75	25		
0,71	25 "	66, 38	896, 18	81	19		
0,25	60 "	44,28	940, 44	85	15		
0,09	170 "	49,79	990, 23	89,5	10,5		
PAN		116, 17	1106, 4				

Keterangan :

Tanggal :

Diperiksa oleh :

Yogyakarta, 18 Maret 1997

LAB. JALAN RAYA

(IR. SUBARKAH, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Contoh dari : PT PERWITA KARYA

Pekerjaan : PENELITIAN TA

Jenis Agregat :

Diterima Tgl :

Selesai Tgl : 8 AGUSTUS 1996

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
12,7	1/2	0	0	0	100		
11,2	7/16	55,44	55,44	5	95		
8,0	5/16	360,36	415,8	37,5	62,5		
5,0	4 #	249,48	665,28	60	40		
2,0	10 #	166,32	831,6	75	25		
0,71	25 #	66,528	898,128	81	19		
0,25	60 #	44,352	942,48	85	15		
0,09	170 #	49,896	992,376	89,5	10,5		
PAN		116,424	1108,8				
ASPAL	7,3 %	x 1200 gr	= 87,6 gr				
Kebutuhan serbuk latek :							
	1 %	x 87,6	= 0,876 gr				
	2 %	x 87,6	= 1,752 gr				
	3 %	x 87,6	= 2,628 gr				
	4 %	x 87,6	= 3,504 gr				
	5 %	x 87,6	= 4,380 gr				

Keterangan :

Tanggal :

Diperiksa oleh : KA. LAB UII

Yogyakarta, 18 Maret 1997

LAB JALAN RAYA FTSP

(IR. SUBARKAH, MT)

LAMPIRAN 2

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T96 - 77

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Dikerjakan Oleh :

Jenis Contoh :

DI TEST TANGGAL : 7 AGUSTUS 1996 DIPERIKSA : IR. SUBARKAH MT

Untuk Proyek : PENELITIAN TUGAS AKHIR

JENIS GRADASI			
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")		
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")		
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (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 (3/4")	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)		500	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3104	
KEAUSAN = $\frac{(A-B)}{A} X\ 100\ \%$		37,92	

Yogyakarta, 18 MARET 1997

Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

IR. SUBARKAH MT

LAMPIRAN 3

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA — Diperiksa Oleh : IR. SUBARKAH, MT.

Jenis Contoh : A C.

Diperiksa tgl : 7 AGUSTUS 1996

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAMKEADAAN BASAH JENUH (SSD) ⟶ (BJ)	1022,5	1021
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR ⟶ (BA)	623	622
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	995,5	995
BERAT JENIS (BLUK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2, 491	2, 493
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2, 559	2, 558
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2, 672	2, 667
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} x100\%$	2, 712	2, 613

Yogyakarta, 18 MARET 1997

FTSP LAB. JALAN RAYA

IR. SUBARKAH MT

LAMPIRAN 4

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 : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : IR. SUBARKAH MT

Jenis Contoh :

Diperiksa tgl : 7 AGUSTUS 1996

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAMKEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	671	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	977	
BERAT SAMPE KERING OVEN (BK)	494	
BERAT JENIS $= \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,546	
BERAT SSD$= \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,577	
BJ SEMU $= \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,627	
PENYERAPAN $= \frac{(500 - BK)}{(BK)} X100\ \%$	1,214	

Yogyakarta, 18 MARET 1997

LAB. JALAN RAYA

IR. SUBARKAH. MT

LAMPIRAN 5

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
Jenis Contoh : AC. 60/70
Diperiksa Tgl : 7 AGUSTUS 1996

Diperiksa Oleh :
IR. SUBARKAH, MT

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat	
1.	Berat vicnometer kosong	27,68	gram
2.	Berat vicnometer + Aquadest	78,45	gram
3.	Berat air (2 - 1)	50,77	gram
4.	Berat vicnometer + Asphal	29,33	gram
5.	Berat Asphal (4 - 1)	1,65	gram
6.	Berat vicnometer + Asphal + Aquadest	78,59	gram
7.	Berat airnya saja (6 - 4)	49,26	gram
8.	Volume Asphal (3 - 7)	1,51	gram
9.	Berat Jenis Aphal : berat/vol (5/8)	1,092	

Yogyakarta, 18 MARET 1997
Kepala Lab. Jalan Raya UII.

LAB. JALAN RAYA FTSP UII YOGYAKARTA

IR. SUBARKAH, MT

LAMPIRAN 6

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. Sample : _____
Lokasi : _____
Ditest Tgl. : 7 AGUSTUS 1996
Selesai Tgl. : _____

Dikerjakan Oleh : - TRI WAHYU N
- DOEVA R
Diperiksa Oleh : _____
IR. SUBARKAH, MT

TRIAL NUMBER		1	2	3
Soaking	Start	11.30	11.35	
(10.1 Min)	Stop	11.40	11.45	
Sedimentation Time	Start	11.40	11.45	
(20 Min - 15 Sec)	Stop	12.00	12.05	
Clay Reading		5,1	4,3	
Sand Reading		4,2	3,5	
SE = Sand Reading / Clay Reading x 100		82,35	81,39	
Avarage Sand Equivalent				

Remark : _____

Kandungan Lumpur ⇒ 100 - SE

1. 100 - 82,35 = 17,65
2. 100 - 81,39 = 18,61

Yogyakarta, 18 MARET 1997

LAB. J'LAN RAYA FTSP

IR. SUBARKAH, MT

LAMPIRAN 7

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pengirim contoh : PT. PERWITA KARYA
Jenis Contoh Aspal : AC. 60/70
Untuk Pekerjaan Jalan :
Contoh Diterima tgl :
Selesai Dikerjakan tgl : 8 AGUSTUS 1996

Dikerjakan Oleh : TRI WAHYU NURYATA
DOEVA RIMBARDI
Diperiksa Oleh : IR SUBARKAH MT

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

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	Pembacaan suhu Water Bath ± 25°C
Periksaan	Daktilitas pd 25°C 5 cm per menit	20 menit	Pembacaan suhu alat ± 25°C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	± 200 cm
Pengamatan II	.....
Rata-rata (I + II)	.....

Yogyakarta, FTSP LAB. JALAN RAYA

IR SUBARKAH MT

LAMPIRAN 8

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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : IR. SUBARKAH MT

Jenis Contoh : AC. 60/70

Diperiksa tgl : 8 AGUSTUS 1996

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

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	340° C	370° C
II		
RATA-RATA		

Yogyakarta, 18 MARET 1997

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

IR. SUBARKAH, MT

LAMPIRAN 9

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : AC 60/70 IR. SUBARKAH, MT

Diperiksa tgl : 8 AGUSTUS 1996

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	5° C	13.30 WIB
SELESAI PEMANASAN		WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI		
SELESAI		
DIPERIKSA		
MULAI		
SELESAI		

HASIL PENGAMATAN :

NO	SUHU YG DIAMATI	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5	0		50°C	49 °C
2.	10				
3.	15	59			
4.	20	52			
5.	25	52,5			
6.	30	50			
7.	35	40			
8.	40	59,5			
9.	45	82,5			
10.	50	76,5			
11.	55				

Yogyakarta, 18 MARET 1997

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FTSP LAB. JALAN RAYA YOGYAKARTA

IR. SUBARKAH, MT

LAMPIRAN 10

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN ASPHAL TERHADAP BATUAN

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : IR. SUBARKAH, MT

Jenis Contoh : AC. 60/70

Diperiksa tgl : 8 AGUSTUS 1996

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28 °C	WIB
SELESAI PEMANASAN	150 ° C	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
M U L A I	150 ° C	
S E L E S A I		
DIPERIKSA		
M U L A I		
S E L E S A I		

HASIL PENGAMATAN

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

Yogyakarta, 18 MARET 1997

FTSP LAB. JALAN RAYA

IR. SUBARKAH. MT

LAMPIRAN 11

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA Diperiksa Oleh : IR. SUBARKAH, MT

Jenis Contoh : AC 60/70

Diperiksa tgl : 8 AGUSTUS 1996

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	28	WIB
SELESAI PEMANASAN	110	WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110	
SELESAI	28	
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25°C)		
MULAI	28	
SELESAI	25	
DIPERIKSA		
MULAI	25	
SELESAI	25	

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	66	64	
2.	64	63	
3.	65	64	
4.	63	65	
5.	62	62	

Yogyakarta, 8 Maret 1997

(Ka. Lab. UII)

IR. SUBARKAH, MT

LAMPIRAN 12

LABORATORIUM JALAN RAYA

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

Contoh dari : PT. PERWITA KARYA
Jenis contoh : AC. 60-70
Pekerjaan : PENELITIAN TA
Diterima tanggal :
Selesai tanggal : 8 AGUSTUS 1996

PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL 4
(SOLUBILITY)

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

1.	Berat botol Erlenmeyer kosong	= 74	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	= 0,66	gr
6.	Berat endapannya saja. (5 - 4)	= 0,04	gr
7.	Persentase endapan ($\frac{6}{3} \times 100\%$)	= 0,02	gr
8.	Bitumen yang larut (100 % - 7)	= 99,98	gr

Yogyakarta, 18 Maret 1997

IR SUBARKAH MT

LAMPIRAN 13

Di kerjakan Oleh : 1. Doeva.R 2. Tri wahyu nuryata

HASIL PEMERIKSAAN MARSHALL TEST

Sample	t (mm)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	63.93	7.874865	7.3	1186	1201	659	542	2.188192	2.307	14.628	80.526	4.8458	19.474	75.1163	5.15	655	2321	2242	2.9	773.103
(0%) 2	63.28	7.874865	7.3	1171	1186	653	533	2.196998	2.307	14.687	80.85	4.4629	19.15	76.6949	4.768	575	2040	2052	3.25	631.385
3	65.31	7.874865	7.3	1200	1215	667	548	2.189781	2.307	14.639	80.585	4.7767	19.415	75.3972	5.081	476	1693	1566	2.58	606.977
1	59.1	7.863229	7.29	1169	1180	647	533	2.193246	2.303	14.642	80.697	4.6615	19.303	75.8511	4.766	557	1977	2022	2.97	680.808
(1%) 2	62.1	7.863229	7.29	1159	1177	649	528	2.195076	2.303	14.654	80.764	4.582	19.236	76.1801	4.686	575	2040	2046	2.71	754.982
3	62.2	7.863229	7.29	1170	1180	647	533	2.195122	2.303	14.654	80.766	4.58	19.234	76.1885	4.684	542	1924	1950	3.26	598.16
1	66.3	7.862999	7.289	1181	1194	658	536	2.203358	2.303	14.707	81.05	4.2427	18.95	77.6108	4.327	565	2005	1920	3.14	611.465
(2%) 2	67	7.862999	7.289	1173	1189	657	532	2.204887	2.303	14.717	81.106	4.1763	18.894	77.8959	4.26	580	2408	2338	3.39	689.676
3	65	7.862999	7.289	1180	1195	659	536	2.201493	2.303	14.695	80.981	4.3238	19.019	77.2653	4.408	606	2149	2110	2.7	781.481
1	66.5	7.857605	7.284	1175	1190	657	533	2.204503	2.298	14.705	81.074	4.2208	18.926	77.6979	4.069	515	1830	1830	3.42	535.088
(3%) 2	66.4	7.857605	7.284	1179	1190	656	534	2.207865	2.298	14.727	81.198	4.0747	18.802	78.3282	3.922	645	2286	2253	2.93	768.942
3	66.1	7.857605	7.284	1189	1201	662	539	2.205937	2.298	14.714	81.127	4.1585	18.873	77.9658	4.006	715	2531	2417	3.06	789.869
1	65.6	7.851133	7.278	1181	1192	657	535	2.207477	2.295	14.712	81.167	4.1204	18.833	78.1213	3.814	615	2180	2081	3.58	581.285
(4%) 2	65.6	7.851133	7.278	1171	1189	658	531	2.205273	2.295	14.698	81.086	4.2161	18.914	77.709	3.91	570	2023	2002	3.45	580.29
3	66.75	7.851133	7.278	1190	1204	665	539	2.207792	2.295	14.715	81.179	4.1067	18.821	78.1807	3.8	760	2689	2678	2.76	970.29
1	62.5	7.843	7.273	1170	1181	652	529	2.21172	2.294	14.731	81.306	3.9638	18.694	78.7969	3.587	720	2549	2612	3.33	784.384
5% , 2	63.9	7.843	7.273	1170	1183	653	530	2.207547	2.294	14.703	81.152	4.145	18.848	78.0081	3.769	567	2012	1047	3.31	316.314
3	64.51	7.843	7.273	1186	1198	661	537	2.208566	2.294	14.71	81.19	4.1008	18.81	78.1995	3.724	415	1479	1399	2.99	467.893

t = Tebal Benda Uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap Campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat basah jenuh (SSD)
e = Berat didalam air
f = Volume (isi) d-e
g = Berat isi c/f
h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/**Bj Mod** + % Asp/Bj. Asp)
hl = B.J Maksimum
{100 : (% Agr/**Bj Mod** + % Asp/Bj. Asp+ %lts/BJ lts) }
BJ mod =(% CAxBj Agr kasar) + (% FAxBj Agr halus)

i = (b x g) : Bj Asp
jl = {(100 - b) x g} :100 (% agr/ **BJ Mod**+% Lt/BJ Lt)
k = Jumlah kandungan rongga (100-i-j)
l = Rongga terhadap agregat (100 - j)
m = Rongga yang terisi aspal (VFWA) 100 x (i/l)
n = % Rongga terhadap campuran 100 - {100 x (g/h)}
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
r = Flow (kelelehan plastis)
QM = Quotion Marshall

B.J Aspal = 1,092
B.J Agregat = 2,514
B.J Latex = 0.94
Suhu pemadatan = 140 C
Suhu pencampuran = + 160 C
Suhu waterbath = 60 C

Diperiksa Oleh :

Tanda tangan 18 MARET 1997

(IR. SUBARKAH, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : TA

Pengirim sample :

Jenis campuran : SMA

Tanggal :

Dikerjakan oleh : TRI WAHYU NURYATA

DOEVA. R

Diperiksa oleh : IR. SUBARKAH MT

:

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
I	64,04	6,724	6,3	1163	1165	627	538	2,161	2,323	12,467	80.543	6,99	19,457	64,076	6,985	775	2566	2458.2	3,048
II	64,04	6,724	6,3	1162	1168	630	538	2,160	2,323	12,461	80,506	7 033	19,494	63,924	7,028	709	2510	2364,4	2,54
III	66,23	6,724	6,3	1171	1177	635	542	2,161	2,323	12,467	80,543	6,99	19,457	64,076	6,985	490	1742	1571,2	2,28
								2,1606						64,026	7,003			2132,28	2,624
I	63,51	7,181	6,7	1170	1175	636	539	2,170	2,3125	13,341	80,533	6,153	19,467	68,394	6,773	765	2703	2700,3	3,048
II	65,80	7,181	6,7	1175	1182	642	540	2,176	2,3125	13,351	80,756	5,893	19,244	69,372	5,903	438	1560	1424,2	3,048
III	63,98	7,181	6,7	1170	1173	635	538	2,175	2,3125	13,345	80,718	5,937	19,282	69,211	5,946	629	2229	2144,3	3,302
								2,1736						68,994	6,003			2089,6	3,132
I	62,70	7,643	7,1	1177	1180	642	538	2,187	2,302	14,219	80,816	4,965	19,184	74,427	4,995	719	2545	2595,9	3,302
II	63,63	7,643	7,1	1176	1180	642	538	2,185	2,302	14,706	80,779	4,515	19,221	73,912	5,092	615	2180	2158,2	3,302
III	62,50	7,643	7,1	1182	1185	645	541	2,186	2,302	14,213	80,779	5,008	19,221	73,946	5,039	735	2601	2666,0	3,048
														74,095	5,039			2473,3	3,2173

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD. (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = Vol (isi) = d - e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)

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

i = $\frac{b \times g}{B.J.\ aspal}$

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

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat.

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

N = Persen rongga thd campuran $100 - \left(100 \times \frac{G}{H}\right)$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)

- Suhu pencampuran : ± 160 °C
- Suhu pemadatan : ± 140°C
- Suhu waterbath : 60°C
- B.J. Aspal : 1,092
- B.J. Aggregat : 2, 514

Tanda tangan

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : TA

Pengirim sample :

Jenis campuran : SMA

Tanggal :

Dikerjakan oleh : TRI WAHYU N

DOEVA R

Diperiksa oleh : IR SUBARKAH MT.

:

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
I	63,75	8,108	7,5	1184	1186	648	538	2,200	2,290	15,109	80,946	3,945	19,054	79,302	3,942	525	1865	1827,7	3,556
II	64,57	8,108	7,5	1182	1185	647	538	2,199	2,290	15,103	80,909	3,988	19,091	79,114	3,986	519	1844	1740,7	3,556
III	63,33	8,108	7,5	1181	1185	649	536	2,202	2,290	15,123	81,020	3,857	18,98	79,682	3,855	562	1991	2001,98	3,302
								2,200						79,366	3,928			1856,81	3,4713

t = tebal benda uji

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat kering/sebelum direndam

d = berat dalam keadaan SSD. (gr)

e = berat didalam air (gr)

f = Vol (isi) = d - e

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

h = B.J. maksimum (teoritis)

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

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

j = $\frac{(100 - b)\,g}{\text{BJ. aggregat}}$

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

l = (100-j) rongga terhadap agregat.

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

N = Pembacaan dongkrak Hidrolik . $100 - \left(100 \times \frac{G}{H}\right)$

o = pembacaan arloji (stabilitas)

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS)

r = FLOW (kelelahan plastis)

- Suhu pencampuran : ± 160 °C
- Suhu pemadatan : ± 140°C
- Suhu waterbath : 60°C
- B.J. Aspal : 1,092
- B.J. Aggregat : 2,514
- Tanda tangan