PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 04 OCT 2001
NO. JUDUL :
NO. INV. : 550 TA TS
NO. INDUK. :
5120003179001

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

Nama : Bustanul Arifin
No. Mhs : 94 310 022
Nirm : 940051013114120022

Nama : Didi Wijanarko
No. Mhs : 94 310 213
Nirm : 940051013114120207

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2001

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Pada
Universitas Islam Indonesia di Yogyakarta

Nama	**: Bustanul Arifin**
No. Mhs	**: 94 310 022**
Nirm	**: 940051013114120022**
Nama	**: Didi Wijanarko**
No. Mhs	**: 94 310 213**
Nirm	**: 940051013114120207**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Bachnas, MSc
Dosen Pembimbing I
Tanggal : 25 Juni 2001

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing II
Tanggal : 25 Juni 2001

Karya Ini Kupersembahkan Untuk:

Kedua Orang Tua kami,yang telah memberikan kami segalanya yang tak dapat terukur nilainya dengan apapun ..... Seiring dengan Do'a mereka yang tulus dan tiada henti hingga saya dapat menyelesaikan studi ini.

Kampus Universitas Islam Indonesia tercinta.

Teman-teman angkata '94, "perjuangan belum berakhir"

Motto

…….. Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat, dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

Q.S AL – Mujaadilah : 11

Setiap orang bebas untuk melakukan segala sesuatu, tetapi mereka tidak bisa memilih konsekuensi yang harus diterima akibat perbuatan mereka.

Kesabaran dan kesungguhan merupakan modal awal keberhasilan.

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta salam dan salawat kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelasaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan dalam rangka memperoleh jenjang Strata-1 (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada Tugas Akhir ini penyusun mengambil judul " **PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS** ".

Selama pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini, tentunya penyusun tidak lepas dari segala hambatan dan rintangan akan tetapi atas bantuan, petunjuk, bimbingan serta masukan-masukan yang berharga dari berbagai pihak akhirnya hal ini dapat teratasi. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun untuk menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc, selaku dosen pembimbing I dan penguji Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing II dan penguji Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

5. Ibu. Miftahul Fauziah, ST, MT, selaku Dosen Penguji.
6. Bapak Sukamto dan Bapak Syamsudin, selaku karyawan Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Keluarga Bapak Marjuned (Bapak, Ibu, Ika, Retno) atas kesediaanya menerima kos saya dan adik.
8. Jurek, Pete (atas printernya), Keluarga besar kost GS, Kawan-kawan SBPK Supri, Huda, Faisal, Ryan, Runi, Farid (Ayo Raker.... Kapan meneh).
9. Rekan-rekan angkatan '94 yang telah memberi kenangan dan dukungan dan dorongan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikanya Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Akhirnya besar harapan penyusun agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun sendiri dan pembaca pada umumnya. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan bagi kemajuan ilmu pengetahuan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dimasa yang akan datang.

Billahitaufik Walhidayah

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2001

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

HALAMAN MOTTO iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

INTISARI xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 2

1.3 Manfaat Penelitian 2

1.4 Batasan Masalah 2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Aspal 4

2.2 Agregat 5

2.3 Hot Roller Sheet (HRS) 5

2.4 Bahan Pengisi (*Filler*) 6

2.5 Abu Sekam Padi 6

2.6 Penelitian Mengenai *filler* yang Sudah Dilakukan 8

2.6.1 Abu Sekam Padi 8
2.6.2 Fly Ash 9
2.6.3 Portland Cement 11
2.6.4 Batu Kapur 13
BAB III LANDASAN TEORI 16
3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan 16
3.2 Karakteristik Perkerasan 17
3.2.1 Stabilitas 18
3.2.2 Keawetan /Daya Tahan (*Durability*) 18
3.2.3 Tahanan Geser/Kekesatan (*Skid Resistance*) 19
3.2.4 Ketahanan Kelelahan (*Fatique Resistance*) 19
3.2.5 Kelenturan (*Flexibility*) 20
3.2.6 Kemudahan dalam Pelaksanaan (*Workability*) 20
3.3 Syarat-syarat Kekuatan Struktural 21
3.4 HRS (*Hot Rolled Sheet*) 21
3.5 Spesifikasi Campuran 21
3.6 Bahan Penyusun 22
3.6.1 Aspal Keras/ *Aspalt Cement* (AC) 22
3.6.2 Agregat 25
3.6.2.1 Ukuran Butiran dan Gradasi 25
3.6.2.2 Kekerasan atau Kekakuan Batuan 26
3.6.2.3 Bentuk Batuan 26
3.6.2.4 Tekstur Permukaan 27
3.6.2.5 Porositas 27

3.6.2.6 Kelekatan Terhadap Aspal 27
3.6.2.7 Kebersihan 28
3.6.3 *Filler* (Bahan Pengisi) 28
3.7 Pemeriksaan Campuran Aspal dengan Metoda Marshall 28
3.7.1 Stabilitas 28
3.7.2 Flow 29
3.7.3 VITM (*Void in The Total Mix*) 29
3.7.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*) 30
3.7.5 VMA (*Void in Mineral Agregate*) 30
3.7.6 Marshall Quotient (MQ) 30
3.8 Uji Perendaman Marshall (*immersion Test*) 31
BAB IV METODE PENELITIAN 32
4.1 Pengumpulan Data 32
4.1.1 Bahan 32
4.1.1.1 Agregat 32
4.1.1.2 Aspal 33
4.1.2 Pemeriksaan Bahan 33
4.1.3 Pemeriksaan Aspal (*Bitumen*) 36
4.2 Rencana Campuran 37
4.3 Pengujian Campuran 39
4.3.1 Uji Marshall 39
4.3.2 Uji Perendaman Marshall (*Immersion Test*) 40
4.4 Hasil Penelitian 40
4.5 Pembahasan 44

4.6 Kesimpulan dan Saran 44

BAB V HASIL PENELITIAN 49

5.1 Hasil Pemeriksaan/pengujian Bahan 49

5.2 Mencari Kadar Aspal Optimum 50

5.3 Grafik Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum 55

5.4 Mencari Kadar *Filler* Abu Batu dan *Filler* Abu Sekam Padi Optimum 58

5.5 Grafik Hasil Penelitian Kadar *Filler* Optimum 65

5.6 Penelitian Campuran Aspal Optimum + *filler* Optimum 69

5.6.1 Penetrasi 69

5.6.2 Daktilitas 69

5.6.3 Titik Nyala dan Titik Bakar 70

5.6.4 Titik Lembek 71

5.7 Mencari Nilai Stabilitas dari *Filler* abu batu dan *Filler* abu Sekam . Padi Optimum untuk Perhitungan Uji Rendaman 72

BAB VI PEMBAHASAN 74

6.1 Evaluasi Terhadap Penelitian Aspal + *filler* 74

6.1.1 Evaluasi Terhadap Penetrasi Aspal 74

6.1.2 Evaluasi Terhadap Daktilitas Aspal 75

6.1.3 Evaluasi Terhadap Titik Nyala dan Titik Bakar 76

6.1.4 Evaluasi Terhadap Titik Lembek Aspal 76

6.2 Evaluasi Terhadap Test Marshall 77

6.2.1 Evaluasi Terhadap Stabilitas 77

6.2.2 Evaluasi Terhadap *Flow* 79

6.2.3 Evaluasi Terhadap *Density* 82

6.2.4 Evaluasi Terhadap VITM 85

6.2.5 Evaluasi Terhadap VFWA 88

6.2.6 Evaluasi Terhadap *Marshall Quotient* 90

6.2.7 Evaluasi Terhadap VMA 92

6.3 Evaluasi Terhadap Pengujian Rendaman (*immersion*) 94

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 97

7.1 Kesimpulan 97

7.2 Saran 99

DAFTAR PUSTAKA 101

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Komposisi Abu Sekam Padi 7
2. Tabel 3.1 Spesifikasi Campuran HRS B menurut CQCMU 1988 22
3. Tabel 3.2 Persyaratan AC 60/70, Spesifikasi Bina Marga 25
4. Tabel 3.3 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS 25
5. Tabel 4.1 Persyaratan Agregat Kasar 32
6. Tabel 4.2 Persyaratan Agregat Halus 32
7. Tabel 4.3 Persyaratan Aspal AC 60-70 Spesifikasi Bina Marga 33
8. Tabel 5.1 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar 49
9. Tabel 5.2 Persyaratan dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus 49
10. Tabel 5.3 Persyaratan dan Hasil Penelitian Aspal 49
11. Tabel 5.4 Hasil Uji *Marshall* untuk mencari Aspal Optimum 54
12. Tabel 5.5 Penentuan Aspal Optimum 55
13. Tabel 5.6 Hasil Uji *Marshall* mencari Kadar *Filler* Abu Batu Optimum ... 67
14. Tabel 5.7 Penentuan Kadar *Filler* Abu Batu Optimum 68
15. Tabel 5.8 Hasil Uji *Marshall* Mencari Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Optimum 68
16. Tabel 5.9 Penentuan Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Optimum 69
17. Tabel 5.10 Penetrasi Aspal + *filler* 69
18. Tabel 5.11 Daktilitas Aspal + *filler* 70
19. Tabel 5.12 Titik Nyala dan Titik Bakar 70

20. Tabel 5.13 Titik Lembek Aspal + *filler* 71
21. Tabel 5.14 Hasil Percobaan Aspal + *filler* 71
22. Tabel 5.15 Spesifikasi Uji *Marshall* Campuran HRS-B 73
23. Tabel 6.1 Penetrasi Aspal 75
24. Tabel 6.2 Daktilitas Aspal 75
25. Tabel 6.3 Titik Nyala dan Titik Bakar 76
26. Tabel 6.4 Titik Lembek 77
27. Tabel 6.5 Nilai Stabilitas hasil Uji *Marshall* 78
28. Tabel 6.6 Nilai *Flow* hasil Uji *Marshall* 80
29. Tabel 6.7 Nilai *Density* hasil Uji *Marshall* 82
30. Tabel 6.8 Nilai VITM hasil Uji *Marshall* 86
31. Tabel 6.9 Nilai VFWA hasil Uji *Marshall* 88
32. Tabel 6.10 Nilai *Marshall Quotient* hasil Uji *Marshall* 91
33. Tabel 6.11 Nilai *Void in Mineral Agregatte* hasil Uji *Marshall* 93
34. Tabel 6.12 Nilai Stabilitas *Immersion* 94

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 4.1 Gradasi yang Dipakai pada Penelitian dan Spesifikasi HRS B CQCMU 1988 38
2. Gambar 4.2 Digram Alir Penelitian Secara Keseluruhan 45
3. Gambar 4.3 Diagram Alir untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum 46
4. Gambar 4.4 Diagram Alir untuk Mendapatkan Kadar *filler* Optimum 47
5. Gambar 4.5 Diagram Alir Immersion Test 48
6. Gambar 5.1 Grafik Stabilitas hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum 55
7. Gambar 5.2 Grafik *Flow* hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum 56
8. Gambar 5.3 Grafik *Density* hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum 56
4. Gambar 5.4 Grafik VITM hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum56
5. Gambar 5.5 Grafik VFWA hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum57
6. Gambar 5.6 Grafik *Marshall Quotient* hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum 57
7. Gambar 5.7 Grafik VMA hasil Uji Marshall untuk mencari aspal optimum 57
8. Gambar 5.8 Grafik stabilitas hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan Abu Sekam Padi 65
9. Gambar 5.9 Grafik *Flow* hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan Abu Sekam Padi 65
10. Gambar 5.10 Grafik *Density* hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan

Abu Sekam Padi 66

11. Gambar 5.11 Grafik VITM hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan Abu Sekam Padi 66

12. Gambar 5.12 Grafik VFWA hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan Abu Sekam Padi 66

13. Gambar 5.13 Grafik *Marshall Quotient* hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan Abu Sekam Padi 67

14. Gambar 5.14 Grafik VMA hasil Uji Marshall dengan *filler* Abu Batu dan ..... Abu Sekam Padi 67

15. Gambar 5.15 Grafik Stabilitas hasil Uji *Marshall Immersions* 0 hari dan 1 hari 73

16. Gambar 6.1 Grafik Stabilitas 78

17. Gambar 6.2 Grafik *Flow* 80

18. Gambar 6.3 Grafik *Density* 83

19. Gambar 6.4 Grafik VITM 86

20. Gambar 6.5 Grafik VFWA 89

21. Gambar 6.6 Grafik *Marshall Quotient* 91

22. Gambar 6.7 Grafik *Void in Mineral Aggregatte* 93

23. Gambar 6.8 Grafik Stabilitas *Immersions* 94

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan Test Marshall Aspal Optimum ..... Lam 1
2. Perhitungan Test Marshall Dengan *Filler* Abu Batu ..... Lam 2
3. Perhitungan Test Marshall Dengan *Filler* Abu Sekam Padi ..... Lam 3
4. Perhitungan Test Marshall Immersion (Rendaman) ..... Lam 4
5. Analisa Saringan Untuk Campuran Mencari Aspal Optimum ..... Lam 5
6. Analisa Saringan Untuk Campuran Mencari *Filler* Optimum ..... Lam 10
7. Analisa Saringan Untuk Campuran Uji Immersion ..... Lam 14
8. Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) ..... Lam 16
9. Sand Equivalent Data ..... Lam 17
10. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal ..... Lam 18
11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar ..... Lam 19
12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus ..... Lam 20
13. Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu batu ..... Lam 21
14. Pemeriksaan Berat Jenis *Filler* Abu Sekam Padi ..... Lam 22
15. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal ..... Lam 23
16. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL_4 ..... Lam 24
17. Pemeriksaan Daktilitas (Ductility)/Residu ..... Lam 25
18. Pemeriksaan Penetrasi Aspal ..... Lam 28
19. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal ..... Lam 31
20. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal ..... Lam 34

INTISARI

Kebutuhan terhadap penggunaan filler yang semakin bertambah menyebabkan perlunya dicari bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai pengganti filler yang umum dipakai. Abu sekam padi merupakan abu yang dihasilkan dari proses pembakaran sekam padi, yang mempunyai nilai lebih ekonomis dibanding dengan filler yang umum dipakai.

Dalam penelitian ini digunakan filler atau bahan pengisi abu sekam padi sebagai pengganti abu batu dengan maksud untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi terhadap karakteristik campuran HRS B. penelitian tahap pertama adalah pencarian kadar aspal optimum. Tahap kedua adalah pencarian kadar filler optimum dengan menggunakan kadar aspal optimum dan perbandingan kadar filler abu sekam padi dan abu batu divariasikan menjadi 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat campuran. Tahap ketiga adalah uji rendaman atau ImmersionTest dengan menggunakan kadar aspal optimum dan kadar filler optimum. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara pemeriksaan Marshall Test dan hasilnya dibandingkan dengan CQCMU.

Penelitian ini menghasilkan kadar aspal optimum 7,2%, kadar filler abu batu optimum 4,6% dan kadar filler abu sekam padi optimum 4% dari berat campuran.Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan kadar filler sampai 8% viskositas aspal pada campuran dengan filler abu sekam padi lebih tinggi dari campuran dengan filler Abu batu, karena pada persen berat yang sama abu sekam padi mempunyai volume yang lebih besar.

Dengan penggunaan abu sekam padi sebagai filler pengganti abu batu, dihasilkan campuran HRS B dengan karakteristik Marshall sebagai berikut: nilai stabilitas yang lebih rendah, nilai flow/kelelehan yang lebih rendah, nilai Marshall Quotient lebih rendah, density lebih tinggi pada kadar filler 2% tetapi dengan bertambahnya kadar filler nilai density pada campuran dengan filler abu batu menjadi lebih tinggi, nilai VITM lebih rendah pada kadar filler 2% dan 4% tetapi dengan bertambahnya kadar filler nilai VITM pada campuran dengan filler abu batu menjadi lebih rendah, nilai VFWA lebih tinggi pada kadar filler 2% dan 4% tetapi dengan bertambahnya kadar filler nilai VFWA pada campuran dengan filler abu batu menjadi lebih tinggi, nilai VMA lebih rendah pada kadar filler 2% dan 4% tetapi dengan bertambahnya kadar filler nilai VMA pada campuran dengan filler abu batu menjadi lebih rendah,

Penggunaan abu sekam padi sebagai filler pengganti abu batu menghasilkan campuran lapis keras yang tahan terhadap cuaca panas dan dapat dipergunakan pada jalan dengan lalu-lintas sedang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat dibutuhkan guna memperlancar hubungan antar daerah. Kelancaran hubungan antar daerah sangat menunjang pembangunan di Indonesia untuk mencapai kesejahteraan masyarakat secara merata. Ketertinggalan beberapa daerah dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya, salah satu penyebabnya adalah kurangnya jalan penghubung dengan daerah tersebut atau karena jalan-jalan yang ada mengalami kerusakan, sehingga menghambat arus pergerakan orang, barang dan jasa yang pada akhirnya menghambat kemajuan daerah itu sendiri.

Hot Rolled Sheet (HRS) merupakan campuran antara aspal dan agregat dengan gradasi timpang, serta bahan pengisi (*filler*).

Pada pelaksanaan pekerjaan sebuah proyek jalan, ketersediaan material yang berada tidak jauh atau bahkan berada disekitar lokasi proyek merupakan nilai tambah bagi proyek tersebut karena dapat menghemat waktu dan biaya pengambilan material.

Berawal dari masalah ini, maka penyusun mencoba melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi atau *filler* dalam campuran HRS B.

Penelitian dengan bahan pengganti *filler* di dasari dari penelitian yang dilakukan sebelumnya yang dilakukan oleh Yusuf Tri W dengan menggunakan Campuran Emulsi Bergradasi Rapat diketahui bahwa abu sekam padi dapat menggantikan peran abu batu.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi atau *filler* terhadap karakteristik campuran HRS B.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan *filler* alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi selain yang umum digunakan.
2. Meningkatkan nilai tambah dan nilai guna abu sekam padi.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII Yogyakarta.
2. Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang yang disesuaikan dengan ketentuan Bina Marga.
3. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan adalah batu pecah (hasil stone crusher) dari Clereng.
4. *Filler* yang digunakan sebagai pembanding adalah abu batu yang berasal dari Clereng.
5. *Filler* yang diteliti berupa abu sekam padi yang berasal dari Godean.
6. Penelitian ini hanya berdasarkan pada tes Marshall dan test *immersion*.

7. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60 – 70 produksi pertamina dengan variasi kadar aspal 5%, 6%, 7%, 8%, 9%.
8. Penelitian ini tidak membahas reaksi-reaksi kimia yang mungkin terjadi akibat penggunaan abu sekam padi pada campuran aspal.
9. *Filler* yang digunakan untuk pembanding adalah abu sekam padi lolos saringan no.200, dengan variasi kadar *filler* 2%, 4%, 6%, 8%.

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 temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak / cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan / penyiraman pada perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat thermoplastis).

Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari Buton.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering juga disebut sebagai aspal semen. Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya digunakan aspal semen dengan penetrasi 60 / 70 dan 80 / 100. (Silvia sukirman, 1992).

2.2 Agregat

Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu menagndung 90 – 95 % agregat berdasarkan prosentase berat atau 75%-85% agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Silvia sukirman, 1992).

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

2.3 Hot Rolled Sheet (HRS)

HRS (Lapis Tipis Aspal Beton) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara aspal keras, agregat bergradasi timpang dan *filler* dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas (Hot Mix), (Lataston no 12/PT/B/1983).

Lapis keras HRS dengan gradasi timpang mempunyai rongga yang cukup besar sehingga mampu menyerap aspal dalam jumlah banyak (7-8%) tanpa terjadi *bleeding*, keadaan ini menyebabkan lapis keras HRS mempunyai kelenturan dan durabilitas yang tinggi. Disamping itu HRS mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kekedapan terhadap air dan udara yang tinggi.Lapis keras HRS dibedakan menjadi dua macam yaitu HRS kelas A dan HRS kelas B, yang penggunaannya tergantung kebutuhan.

HRS kelas A digunakan pada jalan-jalan yang dipakai untuk lalu-lintas ringan dan sedang. Sifat yang penting ialah daya tahan, fleksibilitas dan ketahanan kelekatan yang tinggi. HRS Kelas B digunakan diatas jalan-jalan yang dipakai untuk lalu-lintas sangat padat, kelandaian curam, persimpangan dan daerah lainnya dimana pelapisan permukaanya didasarkan pada beban yang sedang dan berat.

2.4 Bahan Pengisi (*Filler*)

Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0,0074 mm) bisa berupa debu batu, batu kapur, debu dolomit dan lain-lain. *Filler* merupakan bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butir pengisi pada pembuatan campuran aspal (*Bahan dan Struktur Jalan Raya, Suprapto, TM*).

Penambahan filler pada aspal akan meningkatkan *viskositas* (kekentalan) aspal, dengan meningkatnya nilai *viskositas* maka campuran aspal akan semakin kuat terhadap pengaruh gaya *stripping* (pengelupasan). Pada sisi lain, semakin besar nilai viskositas akan mengurangi kemampuan aspal untuk membasahi dan menyelimuti agregat.(Ishai and craus,1977). Sehingga perlu dibatasi penggunaan kadar filler dalam campuran sesuai dengan spesifikasi Bina Marga untuk menghindari viskositas yang terlalu tinggi.

2.5 Abu Sekam Padi (*Rice husk ash*)

Abu sekam padi merupakan abu yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Proses pembakaran sekam sampai menjadi abu, membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika yang cukup banyak. Perlakuan panas terhadap silika dalam sekam berakibat pada perubahan struktur yang berpengaruh terhadap aktivitas pozzolan abu dan kehalusan butir.

Kehilangan berat jenis sekam padi terjadi pada saat mula-mula pembakaran yang suhunya mencapai 100 ° C, hal ini diakibatkan oleh penguapan kandungan airnya. Pada suhu yang lebih tinggi lagi sekitar 350° C, zat-zat yang mudah menguap mulai terbakar dan semakin memperbesar kehilangan beratnya. Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 400° C sampai 500° C dan pada tahap ini terbentuk oksida karbon. Jika pembakaran melebihi suhu 800° C, akan dihasilkan bentuk dasar kristal silika. Meskipun demikian, abu sekam padi tidak akan meleleh sampai pada suhu 1700° C (Swamy, 1986).

Adapun komposisi kimia yang dimiliki dari abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1. Komposisi abu sekam padi

Komposisi Kimia	Jumlah (% berat)
SiO_2	92,15
Al2O3	0,41
Fe2O3	0,21
CaO	0,41
MgO	0,45
Na2O	0,08
K2O	2,31

Sumber : Swamy, 1986

2.6 Penelitian Mengenai *Filler* yang Sudah Dilakukan.

2.6.1 Abu Sekam Padi

Pada Tugas Akhir dengan judul *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran Emulsi Bergradasi Rapat* yang disusun oleh Yusup Tri W menggunakan Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR) dengan metoda pencampuran coolmix menggunakan bahan penyusun agregat, aspal emulsi, dan air. Campuran ini menggunakan aspal dengan variasi 8%, 9%, 10% dan variasi kadar *filler*nya 2,5%, 4%, 5,5%, 7%. Dari penelitian ini didapat nilai density, total void, absorbtion, stabilitas, dan stabilitas sisa sebagai berikut :

a. Density

Dengan bertambahnya kadar *filler* maka nilai density akan semakin naik tetapi pada kadar filler 7% mengalami penurunan. Hal ini disebabkan semakin banyaknya butiran halus yang harus diselimuti oleh bitumen bebas semakin berkurang, sehingga menyebabkan bitumen bebas yang seharusnya menempati sebagian rongga menjadi berkurang.

b. VITM

Semakin bertambah kadar filler maka nilai VITM semakin kecil, tetapi pada kadar filler 7% nilai VITM mengalami kenaikan.Dan jika ditambahkan maka nilai VITM akan berkurang. Hal ini disebabkan rongga diisi oleh aspal.

c. Penyerapan air (*absorbtion*)

Dengan penambahan kadar filler 2,5% - 4% penyerapan air berkurang, jika kadar filler ditambah lagi maka penyerapan air akan semakin naik. Hal ini dipengaruhi oleh nilai VITM.

d. Stabilitas

- Terhadap stabilitas kering

  Dengan penambahan *filler* sampai batas tertentu akan meningkatkan stabilitas, penambahan kadar aspal yang berlebihan akan menyebabkan stabilitas menurun. Karena aspal akan menjadi bidang licin bagi ikatan antar agregat.

- Terhadap stabilitas rendaman

  Dari hasil penelitian didapat bahwa dengan bertambahnya *filler* maka rongga udara akan berkurang dan air yang terserap menjadi berkurang sehingga penggusuran aspal semakin sedikit. Tetapi jika kadar *filler* terlalu banyak akan menyebabkan rongga bertambah dan air yang terserap semakin banyak sehingga penggusuran aspal semakin banyak.

e. Stabilitas sisa

Yaitu perbandingan antara nilai stabilitas rendaman terhadap nilai stabilitas kering. Nilai Stabilitas sisa makin tinggi maka gangguan air terhadap stabilitas makin kecil. Jadi ada hubungan yang erat antara nilai stabilitas sisa dengan nilai VITM, *density*, tingkat penyelimutan dan porositas batuan. Untuk campuran dengan kadar aspal yang sedikit maka stabilitas yang dihasilkan tinggi karena sifat saling kunci antar batuannya, tetapi stabilitas rendaman rendah karena aspal tergusur oleh air yang mengakibatkan nilai stabilitas sisa rendah.

2.6.2 Fly Ash

Pada Tugas Akhir dengan judul *Pendekatan Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran HRS* yang disusun oleh I Gede Deddy K. A menggunakan campuran HRS dan aspal AC 60-70 dengan variasi 6%,

6,5%, 7%, 7,5%, 8%. dan variasi kadar *filler fly ash* 4,5%, 6%, 7,5%, 9%, 10,5% dari berat agregat.

Pengujian campuran hasil penelitian menggunakan tes marshall yang menghasilkan nilai-nilai Density, VITM, VFWA, Stabilitas, *Flow*/kelelehan dan *Marshall Quotient* sebagai berikut:

a. Density

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak kadar *filler* maka semakin meningkat pula nilai *density* (kerapatan) pada campuran. kecuali untuk kadar aspal 6%, dan 6,5% nilai kerapatan menurun setelah kadar filler sampai 9%. Penurunan ini disebabkan terbentuknya rongga baru sebagai akibat dari berubahnya kondisi saling kunci antar agregat oleh kelompok mineral *filler* dalam campuran yang memiliki partikel dengan diameter lebih besar dari selaput bitumen.

b. VITM

Persyaratan VITM adalah 3%-6%. pada penelitian ini semakin banyak kadar *filler*nya nilai VITM akan menurun, kecuali pada kadar aspal 6% dan 6,5% setelah kadar *filler* 9% nilai VITM meningkat, hal ini dikarenakan persentase jumlah rongganya melebihi 6% akan mengurangi keawetan campuran karena rongga yang terjadi cukup besar maka lapis perkerasan akan menjadi kurang kedap air dan udara.

c. VFWA

Semakin banyak *filler* akan meningkatkan nilai VFWA kecuali pada kadar aspal 6% dan 6,5% meningkat sampai kadar *filler* 9%, setelah itu mengalami penurunan.

d. Stabilitas

Persyaratan stabilitas adalah 500 sampai 1250 Kg. pada penelitian ini nilai stabilitas naik sampai kadar *filler* 7,5% setelah itu mengalami penurunan.

e. *Flow* kelelehan

Dengan bertambahnya *filler* sampai 7,5 % akan menurunkan nilai FLOW, hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya kadar *filler*, apabila campuran dipadatkan dengan baik maka bahan pengisi tersebut akan mengisi rongga-rongga yang ada sehingga campuran tersebut menjadi rapat. Apabila campuran yeng semakin rapat tersebut menerima beban maka deformasi akibat beban yang terjadi semakin kecil dan nilai *FLOW* semakin kecil.

Kemudian pada penambahan selanjutnya nilai *flow* meningkat. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kohesi yang dihasilkan oleh aspal dan berubahnya kondisi saling kunci antar agregat.

f. Marshall Quotient

Nilai MQ akan naik sampai kadar *filler* sampai 7,5% setelah itu akan menurun. Kenaikan nilai MQ disebabkan oleh campuran yang semakin padat dan nilai VITM yang cenderung akan memberikan stabilitas yang tinggi dan *flow* yang rendah. Kedua hal tersebut sekaligus akan menaikkan nilai dari MQ. Sedangkan pada filler 9% nilai MQ menurun. Penurunan nilai MQ disebabkan karena berkurangnya bitumen serta berubahnya kondisi saling kunci antar agregat.

2.6.3 Portland Cement

Pada Tugas Akhir yang berjudul *Penelitian Laboratorium Campuran Beton Aspal Bahan Ikat AC 80 100 dan Asbuton B-20 dengan PC Sebagai Bahan Tambah Filler dengan Menggunakan Uji Marshall* yang disusun oleh Murdagama dan P. Agung Nugroho, diteliti 3 campuran beton aspal yaitu beton aspal dengan campuran normal, beton aspal dengan tambahan asbuton B-20, dan beton aspal dengan tambahan asbuton B-20 dan PC sebagai *filler*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Density

Didapat nilai tertinggi pada campuran pertama, disusul campuran ketiga dan yang terendah ialah campuran kedua. Dengan demikian dapat diketahui bahwa PC dapat meningkatkan nilai density, hal itu terlihat jika campuran kedua dibandingkan dengan campuran yang ketiga.

2. VITM

Peningkatan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM. VITM terendah didapat pada campuran pertama disusul campuran ketiga kemudian campuran kedua. Dengan demikian PC dapat mengurangi prosentase rongga dalam campuran beton aspal ketiga.

3. VFWA

Penambahan kadar aspal akan menaikkan nilai VFWA. VFWA tertinggi didapat pada campuran pertama disusul campuran ketiga kemudian campuran kedua. Dengan hasil tersebut dapat diketahui bahwa PC akan meningkatkan nilai VFWA karena PC mengisi rongga campuran dalam campuran.

4. Stabilitas

Pada kadar aspal 5,55%-5,95% campuran pertama dan kedua masih mengalami peningkatan nilai stabilitas. Namun penambahan berikutnya akan menimbulkan penurunan stabilitas. Dengan penambahan kadar aspal pada campuran ketiga diketahui bahwa dengan penambahan PC dapat menaikkan nilai stabilitas walaupun sangat sedikit. Nilai stabilitas akan terus naik sampai pada kadar aspal 6,35%.

5. Marshall Quotient

Dengan penambahan kadar aspal 5,55%-6,35% pada campuran pertama maka nilai MQ akan terus menurun. Pada campuran kedua dengan penambahan kadar aspal dari 5,55%-5,95% akan menaikkan nilai MQ, kemudian jika kadar aspal ditambah akan menunjukkan penurunan nilai MQ.

6. FLOW

Pada campuran pertama dengan kadar aspal 5,55%-5,95% menunjukkan penurunan nilai *flow*, kemudian penambahan kadar aspal sampai 6,35% akan menaikkan nilai *flow*. Pada campuran kedua dengan penambahn kadar aspal 5,55%-5,95% akan menurunkan nilai *flow*, kemudian penambahan kadar aspal dari 5,95%-6,35% akan menaikkan nilai *flow*. Pada campuran ketiga dengan penambahan kadar aspal 5,55%-6,35% akan menurunkan nilai *flow*.

2.6.4 Batu Kapur

Pada Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Penggunaan Kapur dalam Campuran HRS B Terhadap Campuran Berbagai Kadar Aspal* yang disusun oleh Ign. Rudy Haryono, menggunakan campuran HRS B dan aspal AC 60-70 dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, 8,5% dan variasi kadar *filler* batu kapur 3%, 4,5%, 6%, 7,5%, 9%, dari berat agregat.

Kesimpulan dari penelitian ini :

1. Pengaruh penggunaan kapur sebagai *filler* terhadap karakteristik campuran sangat bervariasi. Dengan peningkatan kadar *filler* maka :

   a. Density

   Dengan penambahan *filler* nilai density akan semakin meningkat karena *filler* mampu mengisi rongga-rongga yang terbentuk akibat pemadatan.

b. VITM

Dengan penambahan *filler* akan menurunkan nilai VITM karena campuran semakin rapat dengan rongga yang semakin mengecil.

c. VFWA

Dengan penambahan *filler* meningkat pula nilai VFWA karena semakin banyaknya *filler* yang telah terselimuti aspal mengisi rongga-rongga yang ada.

d. Stabilitas

Nilai stabilitas meningkat terutama pada kadar aspal 6%-7,5% untuk kadar *filler* yang semakin bertambah. Pada penambahan kadar filler untuk kadar aspal 8%dan 8,5% terjadi kecenderungan untuk mengalami penurunan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan karena timbulnya bleeding akibat kadar aspal yang ada sudah terlalu banyak sedangkan campuran sudah semakin rapat.

e. FLOW

Nilai *flow* cenderung naik untuk kadar aspal 7%-8,5%. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya aspal bebas pada campuran sehingga menambah ketebalan selaput bitumen dan mengurangi gaya gesek antar batuan.

f. Marshall Quotient

Nilai MQ cenderung mengalami kenaikan untuk kadar aspal 6%-7,5%. Penurunan nilai MQ pada kadar aspal 8%dan 8,5% disebabkan oleh berkurangnya stabilitas campuran sedangkan *flow* yang terjadi semakin besar sehingga campuran bersifat terlalu plastis dan akan mudah tergeser ketika menerima beban.

2. Berdasarkan spesifikasi dari Bina Marga 1988 untuk campuran HRS B yang memenuhi syarat :

- untuk kadar aspal 6% pada kadar *filler* 7,5% dan 9%

- untuk kadar aspal 6,5% pada kadar *filler* 6%, 7,5% dan 9%
- untuk kadar aspal 7% pada kadar *filler* 4,5% - 9%
- untuk kadar aspal 7,5% pada kadar *filler* 4,5% dan 6%
- untuk kadar aspal 8% pada kadar *filler* 3%, 4,5% dan 6%

3. Berdasarkan hasil pengujian dilakukan dilaboratorium dan dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga 1988, maka kadar *filler* terbaik untuk campuran HRS B tersebut adalah 4,5% dengan pertimbangan untuk campuran dengan durabilitas tinggi dijaga agar jumlah butir ukuran bahan pengisi adalah minimum namun tidak sampai terlalu rendah sehingga stabilitas tak akan berkurang. Dalam CQCMU kadar *filler* untuk campuran tipikal Indonesia, yang ditentukan lewat pengalaman, kira-kira sebesar 4%-5% dari berat total agregat.
4. Kapur dapat dipakai sebagai bahan alternatif untuk mineral *filler* selain abu batu.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Pekerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban, baik ke arah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*Subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan. Pada umumnya lapis perkerasan terdiri dari beberapa lapis, dengan kualitas bahan makin keatas makin baik.

Perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu sebagai berikut :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini disebut *flexible*, karena di dalam batas-batas tertentu akibat menerima beban yang terus menerus atau berulang-ulang, permukaan ini dapat menyesuaikan diri terhadap pemadatan lapisan-lapisan di bawahnya dengan sifatnya yang elastis dan dapat kembali kepada bentuk aslinya apabila muatan dihilangkan. Apabila muatan yang bekerja pada perkerasan tersebut melebihi kapasitas dukung perkerasan atau lapisan-lapisan pendukung tersebut maka perkerasan akan kehilangan kekuatannya dan terjadi deformasi permanen atau *cracking*.

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Disebut perkerasan kaku, karena perkerasan ini memiliki tegangan desak yang tinggi, sehingga mampu menyebarkan beban pada areal yang relatif lebar sehingga tegangan yang timbul pada *subbase* atau *subgrade* relatif kecil.
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan komposit dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Pada umumnya hal ini dilakukan jika keadaan tanah dasar (*subgrade*) kurang begitu baik, antara lain disebabkan oleh kadar air tanah dan faktor kembang susut tanah yang terlalu tinggi, sehingga slab beton diperlakukan sebagai rakit (*rafting*) dan tidak diperlukan perawatan tanah dasar secara konservatif. Perkerasan *composite* juga diterapkan pada jembatan atau *fly over* jika perkerasan yang direncanakan merupakan perkerasan yang fleksibel.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik adalah yang dapat memberikan pelayanan terhadap lalu lintas yang direncanakan, baik berupa kekuatannya (sesuai umur rencana), keawetan dan kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan tidak lepas dari mutu dan komposisi penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Adapun unsur-unsur yang harus dimiliki lapis perkerasan adalah :

3.2.1 Stabilitas

Stabilitas perkerasan memiliki pengertian ketahanan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk permanen.

Kebutuhan pada stabilitas disesuaikan dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang menggunakan jalan tersebut. Volume lalu lintas yang tinggi dan beban yang berat menuntut stabilitas perkerasan yang lebih besar. Stabilitas di dapat dari hasil gesekan antar partikel agregat, penguncian antar partikel agregat (*interlocking*) dan daya ikat antar lapisan aspal.

3.2.2 Keawetan/Daya Tahan (*Durability*)

Durabilitas merupakan kemampuan lapisan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu maupun keausan akibat gesekan kendaraan. Lapisan perkerasan dapat berubah karena pelapukan yang disebabkan pengaruh air dan cuaca. Faktor yang dapat mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang tinggi, gradasi rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan itu (The asphalt Institute, 1983).

Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

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

   Selimut aspal yang tebal akan memghasilkan durabilias yang tinggi, tetapi hal tersebut memungkinkan terjadinya kelelehan pada aspal akibat naiknya temperatur perkerasan sehingga dapat mengakibatkan penurunan agregat dan naiknya aspal ke permukaan yang selanjutnya menyebabkan *bleeding*.

2. Rongga campuran yang relatif kecil menyebabkan lapis perkerasan menjadi kedap air sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam campuran. Udara menyebabkan terjadinya oksidasi dan menjadikan aspal rapuh.
3. Rongga antar butir yang relatif besar memungkinkan selimut aspal dibuat tebal. Jika rongga antar butir agregat kecil dan kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar.

3.2.3 Tahanan Geser / Kekesatan (*Skid resistance*)

Kekesatan (*skid resistance*) adalah kemampuan lapisan permukaan (*surface course*) pada lapisan perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan baik saat basah maupun disaat kering.

Tahanan gelincir yang tinggi dapat dicapai bila terpenuhi keadaan sebagai berikut ini:

1. Adanya rongga udara yang cukup dalam campuran, sehingga bila terjadi panas/suhu udara naik aspal tidak naik ke permukaan perkerasan.
2. Penggunaan kadar aspal optimum, sehingga tidak terjadi kelebihan aspal yang dapat mengakibatkan terjadinya *bleeding* pada lapis perkerasan.
3. Penggunaan agregat kasar, yaitu agregat yang mempunyai sisi pecah sehingga dengan permukaan kasar pada butirannya akan menambah kekesatan pada perkerasan.

3.2.4 Ketahanan Kelelahan (*Fatique Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari aspal campuran dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang mengakibatkan terjadi alur atau *rutting* dan retak.

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan ialah :

1. Rongga campuran yang relatif besar dan kadar aspal yang rendah akan cepat mengakibatkan kelelahan.
2. Rongga antar butir yang relatif besar dan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

3.2.5 Kelenturan (*Flexibility*)

Fleksibilitas lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak, perubahan volume atau perubahan yang permanen. Pemakaian gradasi terbuka sangat cocok untuk meningkatkan kelenturan tetapi dengan pemakaian tersebut akan didapatkan stabilitas yang tidak sebaik dengan menggunakan gradasi rapat.

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 yang diharapkan. Hal ini sangat penting mengingat pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pengerjaan adalah:

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi rapat / baik akan lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat thermoplastis.

3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sulit.

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 dibawahnya.
3. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya 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
6. Campuran aspal harus memiliki keawetan yang cukup tinggi.

3.4 HRS (*Hot Rolled Sheet*)

Yaitu merupakan lapisan penutup yang mempunyai fungsi untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu.

3.5 Spesifikasi Campuran

Pada penelitian ini campuran aspal yang digunakan adalah campuran HRS-B dengan gradasi timpang. Spesifikasi campuran mengacu pada CQCMU 1988.

Tabel 3 .1. Spesifikasi Campuran HRS B menurut CQCMU 1988

No.	Jenis Pemeriksaan	Lalu lintas sedang
1.	Stabilitas (Kg)	550 – 1250
2.	*Flow* / Kelelahan (mm)	2 – 4
3.	VITM (%)	3 – 6
4.	VFWA (%)	70 – 80
5.	*Marshall Quotient* (kg/mm)	180 – 500
Jumlah tumbukan		2 x 50

Sumber : CQCMU 1988

3.6 Bahan Penyusun

Bahan penyusun perkerasan lentur yaitu terdiri dari agregat dan aspal yang keduanya dicampur dalam keadaan tertentu dengan batasan-batasan dan spesifikasinya. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan penyusunnya.

3.6.1 Aspal Keras/*Asphalt Cement* (AC)

Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut bitumen. Aspal yang digunakan adalah aspal hasil residu dari destilasi minyak bumi yang sering disebut juga *asphalt cement*.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan aspal mengeras seiring dengan berjalannya waktu ialah :

1. *Reological*, yaitu hubungan antara tegangan dan regangan dipengaruhi oleh waktu.
2. *Thermoplastic*, maksudnya adalah viskositas aspal berubah-ubah sejalan dengan berubahnya temperatur, pada suhu yang tinggi viskositasnya rendah, aspal akan dapat menyelimuti batuan dengan baik dan rata. Tetapi jika pemanasan berlebihan akan mengakibatkan molekul-molekul yang ringan akan menguap, sehingga akan merusak sifat aspal yaitu aspal akan cepat mengeras/getas. Sebaliknya dengan

pemanasan yang kurang, viskositas aspal tinggi (kental), sehingga aspal tidak dapat menyelimuti batuan secara menyeluruh sehingga daya ikatnya dengan batuan menjadi kurang dan penyerapan oleh batuan juga kurang, hal ini memudahkan *stripping process*, yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat akibat pengaruh dari air (*Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman 1992*).

3. *Durability*, yaitu daya tahan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya tehadap perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca maupaun karena *processing*. Hal ini semua dapat dilihat dari daya tahannya menjadi keras sesuai dengan berjalannya waktu (*resitance to hardening with time*). Faktor yang menyebabkan aspal menjadi keras sesuai dengan berjalannya waktu adalah :

   a. Oksidasi (*Oxidation*), adalah reaksi antara aspal dengan udara, proses ini bergantung pada temperaturnya, misalnya pada *air blowing process*, yaitu saat aspal dihembus udara pada temperatur tinggi dapat menyebabkan sifat aspal kurang peka terhadap oksidasi yang akan membentuk suatu lapis film yang keras. Lapis film ini sangat tipis sehingga jika terjadi retak- retak maka oksidasi akan terjadi lagi, demikian seterusnya. Akibatnya proses oksidasi inilah yang mengakibatkan terus berkurangnya kadar aspal dalam konstruksi lapis keras.

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

      Proses *volatilization* ini dipercepat dengan cara :

      1) pemanasan aspal dengan suhu yang terlalu tinggi

2) pengadukan aspal pada keadaan panas

3) pemanasan pada suhu tinggi pada rentang waktu lama

c. *Polymerization*, adalah penggabungan molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar.

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

e. *Separation*, adalah peristiwa pemisahan *resins* atau *oil* atau *asphaltense* dari aspalnya. Peristiwa ini dapat terjadi pada waktu berlangsungnya proses pencampuran agregat dan aspal, yaitu saat penyerapan selektif aspal oleh agregat. Jadi jika yang diserap adalah *resin* atau *oil*-nya, aspal yang tertinggal akan mengeras. Sebaliknya jika yang diserap *asphaltense*-nya, aspal akan bertambah lunak.

f. *Synersis*, adalah istilah yang menunjukkan adanya kenampakan noda-noda pada permukaan aspal. Noda ini disebabkan oleh terjadinya suatu pembentuk baru dalam aspal dan struktur baru tersebut terbentuk dipermukaan aspal. Struktur yang baru ini umumnya merupakan bagian yang memiliki berat molekul yang besar dan menyebabkan aspal dibagian permukaan menjadi keras. *Synersis* terjadi dengan ditandai noda-noda pada permukaan aspal dengan warna yang tidak homogen.

Pada penelitian ini menggunakan aspal AC 60/70. Persyaratan AC 60/70 ditunjukkan dengan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persyaratan AC 60/70, spesifikasi Bina Marga

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min.	Max.	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.0301-76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.0302-76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.0303-76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCl_4	PA.0305-76	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	PA.0306-76	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	PA.0307-76	1	-	gr/Cc

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lataston No. 12/PT/B/1983, Bina Marga.

3.6.2 Agregat

Sifat-sifat dari agregat harus diketahui terlebih dahulu sebelum agregat tersebut digunakan untuk bahan dasar konstruksi. Karena sifat material ini yang mempengaruhi kekuatan suatu konstruksi. Sifat-sifat agregat pada umumnya adalah sebagai berikut :

3.6.2.1 Ukuran Butiran dan Gradasi

Untuk beton aspal *Hot Rolled Sheet* (HRS) gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang (*Gap Graded*). Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada *Central Quality Control and Monitoring Unit* (CQCMU) dan Bina Marga, 1988 , seperti pada Tabel 3.3. dibawah ini

Tabel 3.3. Spesifikasi Gradasi Agregat HRS

Ukuran Saringan	% berat lolos saringan
¾	97-100
½	70-100
3/8	58-80
#4	50-60
#8	46-60
#30	16-60
#50	10-48
#100	3-26
#200	2-8

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

3.6.2.2 Kekerasan atau Kekakuan Batuan

Batuan yang digunakan untuk suatu konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi disertai pula kekuatan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (*disintegrasi*) yang terjadi selama masa layan jalan tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi yaitu :

a. Agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras.
b. Gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi timpang.
c. Partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel besar.
d. Energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar pula. Pengujian kekuatan atau kekerasan batuan digunakan *Los Angeles Abration Test* yaitu metoda pengujian ketahanan batuan terhadap benturan (*Impact*) dan keausan (*Abration*). Persyaratan nilai keausan batuan untuk *surface course* maksimum 40% (*Petunjuk Pelaksanaan Lataston No. 12 PT/B 1983*), sedang pengujian terhadap cuaca / penghancuran (*Disintegrasi*) digunakan *Soundnes Test*, Agregat dengan *soundnes* lebih kecil dari 12 % menunjukkan agregat yang cukup tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk lapis tipis perkerasan.

3.6.2.3 Bentuk Batuan

Bentuk butiran merupakan faktor yang sangat penting untuk memperoleh gaya gesek antara batuan dan perkerasan. Disamping itu bentuk butiran berpengaruh terhadap stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang kasar (*rough*) akan menghasilkan sudut dalam yang besar daripada bentuk butiran yang

permukaannya halus (*smooth*) dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang kuat. Agregat yang berbentuk kubus / anguler memiliki sifat saling mengunci antar butirnya, sehingga memberikan sudut gesek dalam antar partikel batuan yang tinggi.

3.6.2.4 Tekstur Permukaan

Tekstur permukaan dari batuan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

a. Batuan kasar (*rough*), memberikan *internal friction, skid resistance* dan kelekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Pada umumnya batu pecah mempunyai tekstur permukaan yang kasar.
b. Batuan halus (*smooth*), mudah dilapisi aspal tetapi *internal friction* dan kelekatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
c. Batuan mengkilat (*Polished*), memberikan *internal friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

3.6.2.5 Porositas

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan semakin kecil kekuatannya dan kekerasannya serta memerlukan aspal yang lebih banyak. Banyaknya pori menyebabkan batuan mudah mengandung air dan air ini sulit untuk dikeringkan sehingga mengganggu lekatan antara aspal dan batuan.

3.6.2.6 Kelekatan Terhadap Aspal

Faktor – faktor yang berpengaruh adalah *surface texture, surface coating, porositas dan reaktivitas kimiawi.* Lekatan aspal pada batuan akan merupakan ikatan

yang kuat jika aspal mengandung asam tertentu dan batuannya merupakan basa / *Lime Stone.*

3.6.2.7 Kebersihan

Kebersihan permukaan batuan dari bahan-bahan yang dapat mengganggu lekatan aspal amatlah penting. Agregat harus bersih dari substansi asing seperti lumpur, sisa-sisa tumbuhan, partikel lempung dan sebagainya, karena substansi asing tersebut dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

3.6.3 Filler (Bahan Pengisi)

Filler adalah bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan mempunyai peranan yang penting. Partikel pengisi yang efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan dalam perubahan temperatur (Bahan dan Struktur Jalan Raya, Suprapto,TM). *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah abu sekam padi yang telah lolos saringan no. 200 dan berwarna putih keabu-abuan bukan arang sekam padi (berwarna hitam).

3.7 Pemeriksaan campuran aspal dengan metoda Marshall

Pemeriksaan campuran ini bertujuan untuk menentukan nilai-nilai sebagai berikut :

3.7.1 Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan campuran beton aspal dalam menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai pada batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas

optimum. Hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat dapat menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum.

Nilai stabilitas diperoleh dari rumus :

$$S = p \times q$$

Keterangan : S : Angka stabilitas sesungguhnya

p : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q : Angka koreksi benda uji

3.7.2 Flow

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji) campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas yang rendah diatas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi dibawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan.

3.7.3 VITM (*Void In the Total Mix*)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak (Silvia Sukirman, 1993).

VITM = 100 x (100 – g/h)

Sedangkan : $h = \dfrac{100}{(\%Agr / Bjagr) + (\%aspal / Bj\ aspal)}$

Keterangan :

h : berat jenis maksimum teoritis campuran

3.7.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Apabila rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.

Nilai VFWA dihitung dengan rumus :

$$VFWA = 100 \times (i/j)$$

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

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

$$j = \frac{(100-b)\,x\,g}{Bj\ agregat}$$

Keterangan :

a : % aspal terhadap batuan

b : % aspal terhadap campuran

i & j : rumus subtitusi

i : % rongga terisi aspal

3.7.5 VMA (*Void in Mineral Agregate*)

Rongga antar butiran (*Void in Mineral Agregate*) yaitu rongga yang terdapat diantara agregat satu dengan lainnya, meliputi aspal dan rongga udara yang ada pada campuran tapi aspal yang terabsorbsi oleh agregat tidak termasuk dalam VMA.

3.7.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshal Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada perencanaan perkerasan pada metoda ini

digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan *flow*.

3.8 Uji Perendaman Marshall (*Immersion Test*)

Uji perendaman Marshall dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji Marshall standart hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60° C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan. Uji ini mengacu kepada AASHTO T.165-82 atau ASTM D.1075-76.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal akibat dari gangguan air setelah direndam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan campuran biasa (S1) adalah :

index of retained strength : $\frac{S\,2 \times 100\ \%}{S1}$

Apabila indeks tahan kekuatan lebih dari atau sama dengan 75 % campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Cara mendapatkan data melalui pengujian dengan menggunakan tes *Marshall* sehingga diperoleh nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, *Density*, VFWA, VITM, dan *Marshall Quotient*. Sebelum melakukan pengujian harus terlebih dulu dilakukan uji bahan dan perancangan campuran yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

4.1.1 Bahan

4.1.1.1 Agregat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini harus memenuhi spesifikasi bahan termasuk batas-batas gradasi agregat yang menggunakan pedoman dari DPU pada buku petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (laston) No 13/PT/B/1983 untuk jalan raya, seperti pada tabel 4.1, 4.2, 4.3.

Tabel 4.1 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	≤ 40 %
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 95 %
3	Penyerapan air	≤ 3 %
4	Berat jenis semu	≥ 2,5 %

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

Tabel 4.2 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %
2	Penyerapan air	≤ 3 %
3	Berat jeni semu	≥ 2 %

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987

Agregat kasar, agregat halus dan *filler* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah hasil produksi *stone crusher* PT. Gebyar Selo Arta Mas, Clereng Kulon Progo, Yogyakarta. *Filler* Abu Sekam Padi yang diteliti diambil dari Godean.

4.1.1.2 Aspal

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

Adapun Persyaratan untuk aspal AC 60-70 dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Persyaratan aspal AC 60-70 Spesifikasi Bina Marga

No	Jenis Pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi	PA.0301-76	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek	PA.0302-76	48	58	°C
3	Titik nyala	PA.0303-76	200	-	°C
4	Kelarutan CCl_4	PA.0305-76	99	-	% berat
5	Daktilitas	PA.0306-76	100	-	Cm
6	Berat jenis	PA.0307-76	1	-	-

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

4.1.2 Pemeriksaan Bahan

Salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan adalah agregat. Daya dukung, mutu, dan keawetan suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh mutu agregat. Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan serangkaian pemeriksaan-pemeriksaan :

1. **Pemeriksaan Keausan Agregat**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan yang diperiksa dengan menggunakan mesin Los Angeles berdasarkan PB 0206-76.

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

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

2. Pemeriksaan Penyerapan Agregat Terhadap Air

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

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

3. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk)* dan berat jenis semu *(apparent)*. Pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5 %

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram,picnometer dengan kapasitas 500 ml, cone / kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas (40 ± 3) mm diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75±3) mm dengan tebal (logam) minimum 0,8 mm. Dan ukuran penumbuk yang mempunyai

bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm, saringa no 4, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)°C, pengatur suhu dengan ketelitian 1°C, talam, bejana tempat air, pompa hampa udara, air suling, desikator.

4. Pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besarnya minimal 95%.

Peralatan yang digunakan adalah: Batu-batu putih (silikat) dengan ukuran tertahan saringan 19 mm dan lewat saringan 32 mm, air sulung dengan PH 6-7 kira-kira 2000 cm^3 , botol bermulut besar dengan isi 1000 cm^3 , oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (150± 5)°C.

5. Pemeriksaan *Sand Equivalent.*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus/pasir. *Sand Equivalent test* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan no. 4 sesuai prosedur PB-020-76, dan nilai yang disyaratkan adalah minimumnya 50 %. Adanya lempung dapat mempengaruhi mutu campuran sehingga ikatan antar agregat dan aspal berkurang dan juga menambah luas permukaan agregat yang harus diselimuti aspal.

Peralatan yang digunakan: alat pemeriksaan *sand equivalent* terdiri dari (silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, akki pemberat dan sifon), kaleng dengan diameter 57 mm dan isi 85 ml, corong dengan mulut yang luas, jam dengan pembacaan sampai sekon, pengguncang mekanis, larutan $CaCl_2$, glycerine dan formal dehyde.

4.1.3. Pemeriksaan Aspal *(Bitumen)*

Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70. Pemeriksaan aspal meliputi:

1. **Pemeriksaan penetrasi**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal (solid atau semi solid), dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, dibebani dengan berat dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu.

Peralatan yang digunakan adalah: alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm., pemegang jarum, pemberat, jarum penetrasi, cawan, bak perendam *(waterbath)*, pengukur waktu, termometer.

2. **Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar**

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

Peralatan yang digunakan adalah: termometer 400°C, cawan Cleveland, pelat pemanas, sumber pemanas, penahan angin, nyala penguji yang dapat diatur.

3. **Pemeriksaan titik lembek**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur aspalpada saat mengalami kelembekan atau mencapai viskositas yang rendah.

Peralatan yang digunakan adalah: termometer, cincin kuningan, bola baja diameter 9,53 mm berat 3,45 sampai 3,55 gr, bejana gelas, alat pengarah bola, dudukan benda uji, penjepit, pemanas.

4. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan picnometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

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

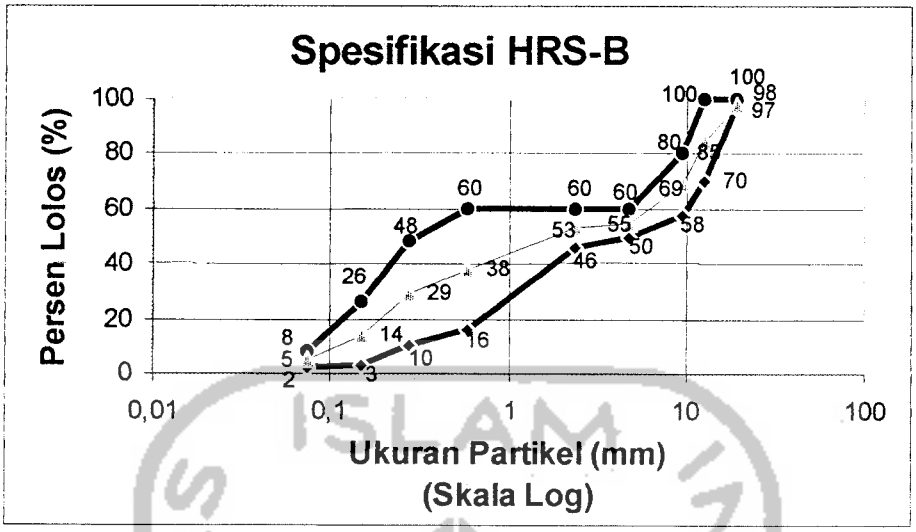
5. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL_4 *(Solubility Test)*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *Carbon Tetra Clorid* , jika semua bitumen yang diuji larut dalam larutan CCL_4 maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti standar Bina Marga PA-0305-76.

Peralatan yang digunakan adalah: alat dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam, *gooch crucible*, labu erlenmeyer, labu penyaring, tabung penyaring, tabung karet untuk menahan *gooch cruible*, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 125°C, neraca analistik, pembakar gas, pompa hampa udara, desikator, CCL_4, *ammonium carbonat*, batang pembersih, cawan porselin.

4.2. Rencana Campuran

Gradasi agregat yang dipakai pada campuran penelitian ini adalah gradasi tengah berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh CQCMU 1988.



Gambar 4.1 Gradasi yang dipakai pada penelitian dan Spesifikasi HRS B CQCMU 1988

Tahap pertama yang dilakukan ialah mencari kadar aspal optimum, campuran ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dari total berat benda uji, dengan berat benda uji masing-masing ± 1200 gr, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* abu batu. Berat aspal yang diperlukan untuk masing-masing benda uji :

1. Benda uji dengan kadar aspal 5% adalah 5% x 1200 gr = 60 gr.
2. Benda uji dengan kadar aspal 6% adalah 6% x 1200 gr = 72 gr.
3. Benda uji dengan kadar aspal 7% adalah 7% x 1200 gr = 84 gr.
4. Benda uji dengan kadar aspal 8% adalah 8% x 1200 gr = 96 gr.
5. Benda uji dengan kadar aspal 9% adalah 9% x 1200 gr = 108 gr.

Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi gradasi agregat dari CQCMU, 1988. Kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi kadar aspal, sehingga jumlah benda uji tahap pertama ialah 15 benda uji.

Tahap kedua yaitu pembuatan benda uji dengan menggunakan kadar aspal optimum yang diperoleh dari tahap pertama, agregat kasar, agregat halus, dan kadar filler abu batu dan abu sekam padi dengan variasi *filler* masing-masing 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat agregat. Dibuat benda uji sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi kadar *filler*. Variasi *filler* ini disesuaikan dengan batas spesifikasi agregat dari CQCMU, 1988. Sehingga jumlah total benda uji abu batu dan abu sekam padi pada tahap kedua ialah 24 buah.

Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji untuk *immersion test*, dibuat benda uji sebanyak masing-masing 3 buah dengan kadar *filler* abu batu/abu sekam optimum yang telah didapatkan dari tahap kedua. Variasi perendaman yang dilakukan ialah 30 menit dan 24 jam. Sehingga jumlah sample *immersion test* ialah 12 buah.

Dalam penelitian ini juga ditambah dengan pembuatan sampel dari aspal optimum ditambah *filler* abu batu dan abu sekam padi dengan kadar *filler*, kemudian di uji sesuai pemeriksaan aspal.

4.3. Pengujian campuran

4.3.1. Uji Marshall

Pengujian campuran ini menggunakan uji marshall yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh:

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

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

Pada pengujian Marshall ini meliputi yaitu pengujian Marshall untuk mencari aspal optimum, pengujian Marshall untuk mencari kadar filler optimun abu sekam padi dan filler abu batu.

4.3.2. Uji perendaman Marshall *(Immersion Test)*

Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian marshall standar, hanya waktu perendaman di dalam *Waterbath* yang berbeda. Uji perendaman dilakukan selama 24 jam dalam suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah presentasi nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran tanpa rendaman (S1) adalah :

$$indeks\ of\ retained\ strength = \frac{S2}{S1}\ x\ 100\ \%$$

4.4. Hasil Penelitian

Setelah pengujian marshall, dilanjutkan dengan analisa data yang diperoleh. Analisa yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai marshall untuk mengetahui karakteristik campuran kedua benda uji yaitu benda uji yang menggunakan filler abu batu dan benda uji yang menggunakan *filler* abu sekam padi. Data yang akan diperoleh dari dari percobaan laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering (gram).
2. Berat dalam air (gram)
3. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

4. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).
5. Pembacaan arloji *flow* atau kelelehan.

Untuk mendapatkan nilai-nilai kepadatan (*density)*, persen rongga dalam campuran (VITM), persen rongga terisi aspal (VFWA), diperlukan data-data sebagai berikut:

a. Berat jenis aspal
b. Berat jenis agregat
c. Berat jenis maksimum teoritis campuran

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

Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut:

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

keterangan :

A = Persentase agregat kasar. ; F1 = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus ; F2 = Berat jenis agregat halus

C = Persentase filler ; F3 = Berat jenis filler

Dari hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari parameter nilai-nilai dari:

1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian Marshall. Hasil tersebut kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg, dan harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas yang sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

2. Kelelehan *(Flow)*

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow saat pengujian Marshall. Nilai flow pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonfersi dalam milimeter.

3. Kepadatan *(Density)*

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* (BD) dihitung dengan rumus:

$$BD = g = \frac{c}{f}, \qquad f = d - e$$

keterangan :

BD = g = Nilai kepadatan

c = Berat benda uji (gr) sebelum direndam

f = Volume benda uji (ml)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal ampai batas tertentu, dimana rongga telah

penuh. Artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.

Nilai VFWA dihitung dengan rumus:

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{J}$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{Bj agregat}}$$

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

$$I = 100 - j$$

Keterangan :

I = Persen rongga terisi aspal

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

i dan j = Rumus subtitusi

5. VITM (*Void In theTotal Mix*)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak. Nilai VITM dihitung dengan rumus :

$$h = \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{Bj agregat}} + \frac{\%\text{aspal}}{\text{Bj aspal}}}$$

$$k = (100 - i - j)$$

$$VITM = 100 - (100 \times \frac{g}{h})$$

Keterangan :

h = Berat jenis maksimum teoritis campuran

k = jumlah kandungan rongga

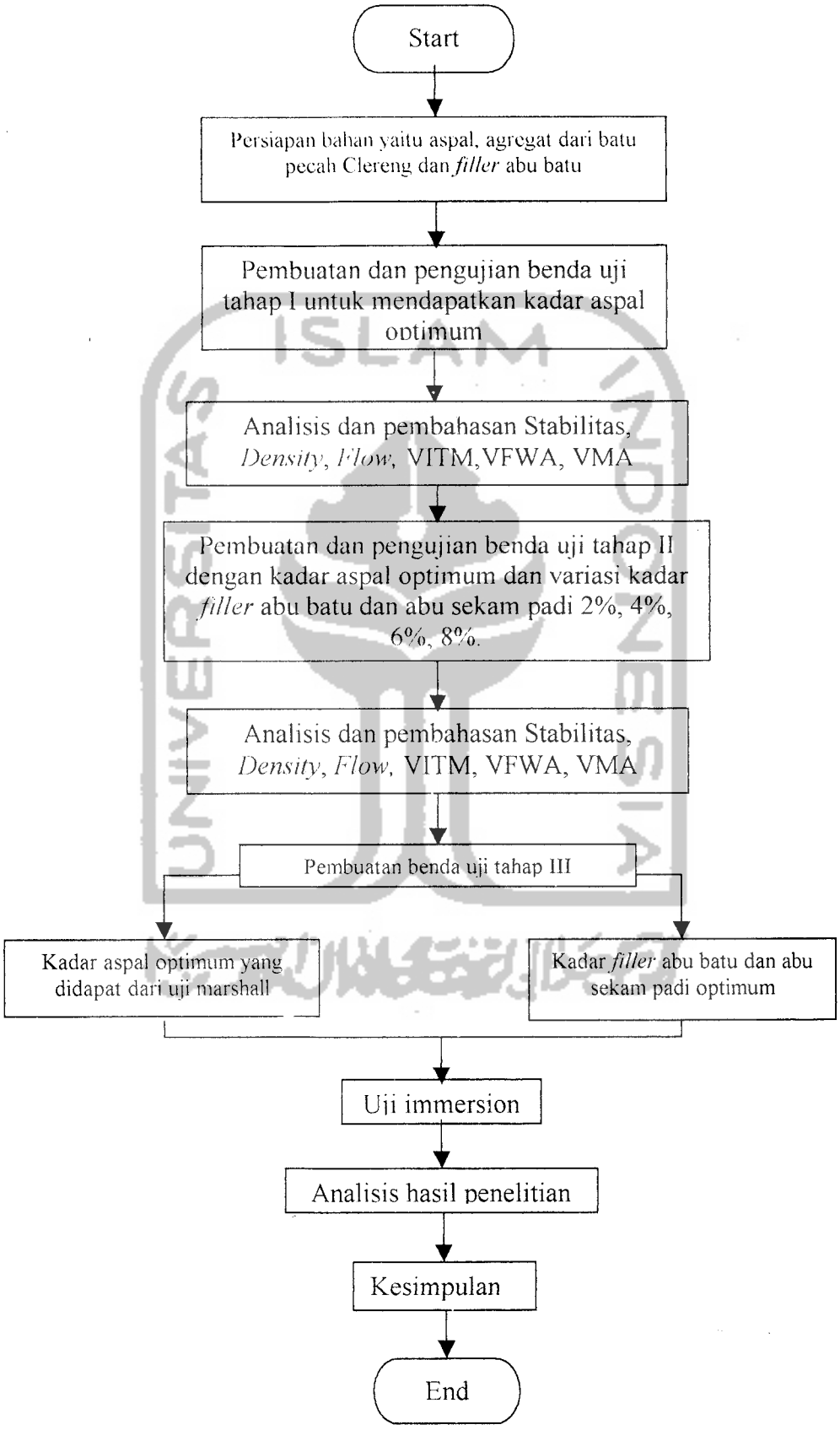
g = density

4.5.Pembahasan

Pembahasan dibuat berdasarkan tujuan penelitian dan analisa

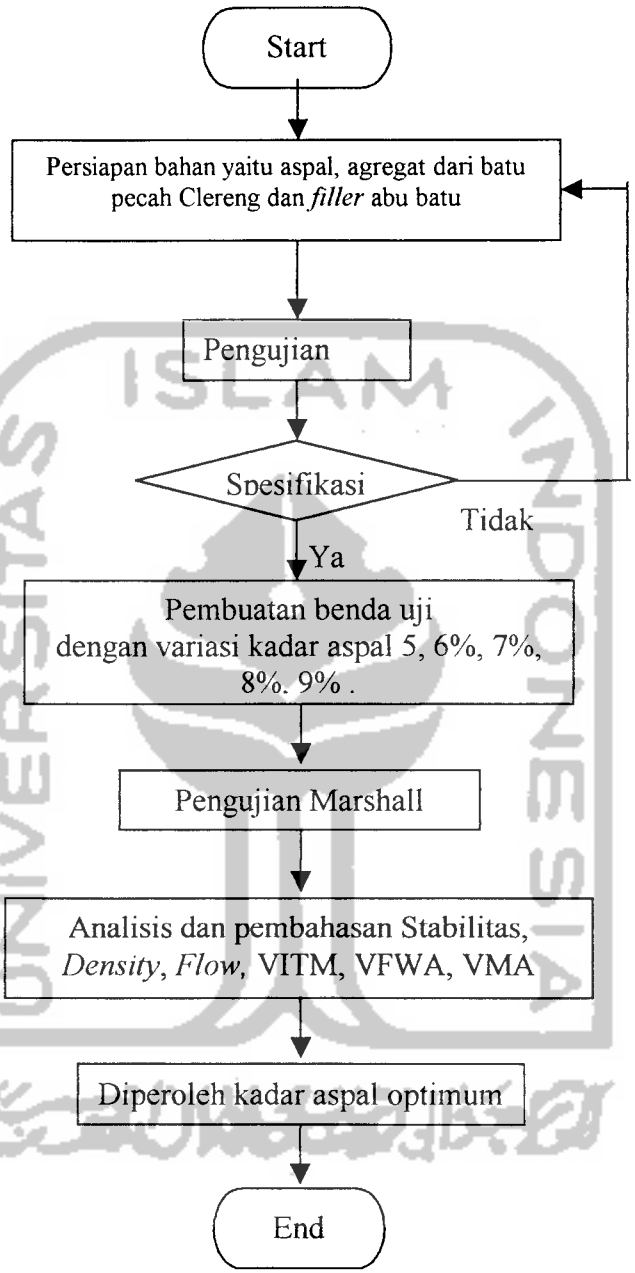
4.6.Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan akan ditarik dari tujuan penelitian, analisa dan pembahasan, sedangkan saran akan ditarik dari kesimpulan.

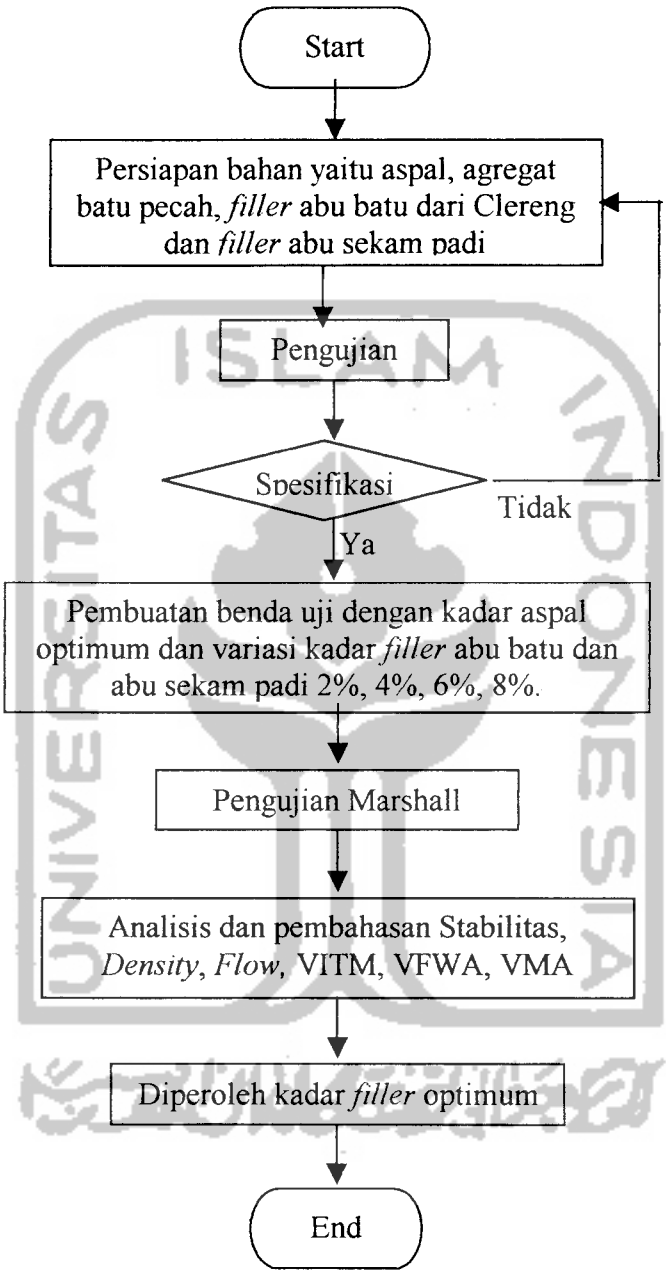


Gambar 4.2 Diagram Alur Penelitian Secara Keseluruhan

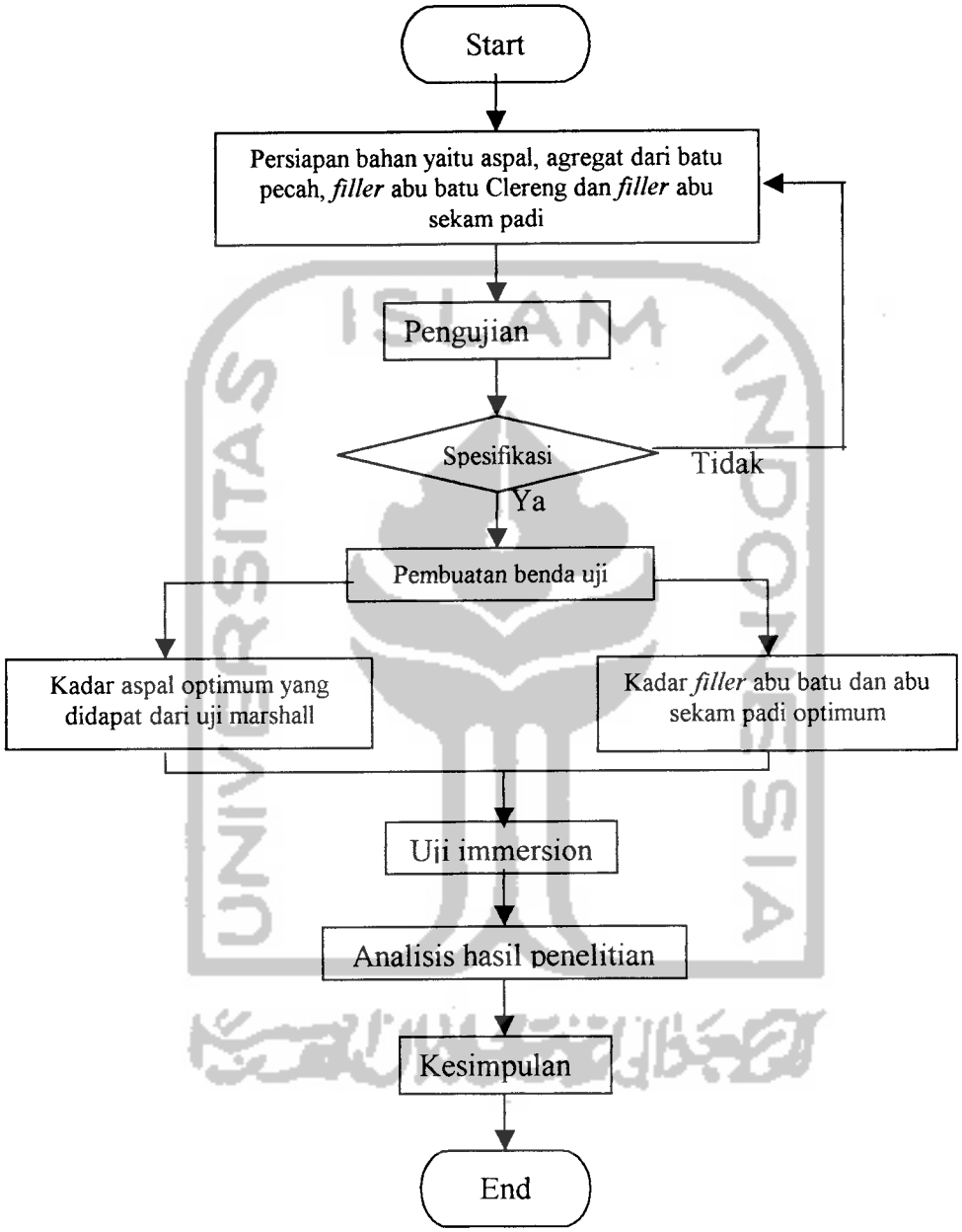
PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA



Gambar 4.3 Diagram alur untuk mendapatkan kadar aspal optimum



Gambar 4.4 Diagram alur untuk mendapatkan kadar *filler* optimum



Gambar 4.5 Diagram alur *Immersion Test*

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Pemeriksaan/Pengujian Bahan

Hasil pemeriksaan / pengujian bahan - bahan penelitian meliputi pemeriksaan / pengujian agregat dan aspal, tercantum pada table 5.1, tabel 5.2 dan tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	≤ 40 %	19,32 %
2	Kelekatan terhadap aspal	≥ 95 %	98 %
3	Peresapan agregat terhadap air	≤ 3 %	0,536 %
4	Berat jenis semu	≥ 2,5	2.681

Sumber: Petunjuk pelaksanaan Lataston No.12/PT/1983 dan hasil penelitian laboratorium

Tabel 5.2 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %	88,372 %
2	Peresapan terhadap air	≤ 3 %	2,042 %
3	Berat jenis semu	≥ 2 %	2,816 %
4	Gradasi *filler*	65-100% lolos #200	100% lolos #200
5	Bj *filler* abu batu	-	2,606
6	Bj *filler* abu sekam padi	-	2,04

Sumber: Petunjuk pelaksanaan Lataston No.12/PT/1983 dan hasil penelitian laboratorium.

Tabel 5.3. Persyaratan dan hasil penelitian

No	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Cara Pemeriksaan	Syarat		Hasil	Satuan
			Min.	Max.		
1.	Penetrasi	PA.0301-76	60	79	63,15	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.0302-76	48	58	54,5	°C
3.	Titik Nyala	PA.0303-76	200	-	338	°C
4.	Kelarutan CCl_4	PA.0305-76	99	-	99,5	% Berat
5.	Daktilitas	PA.0306-76	100	-	118	cm
6.	Berat Jenis	PA.0307-76	1	-	1,15	-

Sumber: Petunjuk pelaksanaan Lataston No.12/PT/1983 dan hasil penelitian laboratorium.

Hasil pemeriksaan pengujian bahan-bahan penelitian diatas menunjukan bahwa semua bahan-bahan tersebut memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga untuk dipakai sebagai bahan lapis perkerasan jalan raya.

5.2. Mencari kadar aspal optimum

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

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering.

   Hasil pengujian tebal benda uji menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom t.

2. Berat benda uji kering/sebelum direndam

   Hasil pengujian berat benda uji kering menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada table perhitungan Marshall kolom c.

3. Berat dalam air (gram).

   Hasil pengujian berat benda uji dalam air menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada table perhitungan Marshall kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

   Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall kolom d.

5. Pembacaan alroji stabilitas (lbs)

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

6. Pembacaan alroji *flow*/kelelehan (mm)

Hasil pembacaan alroji *flow*/kelelehan dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall kolom r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* diperlukan data-data:

1. Berat jenis aspal

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,15 gr/cc.

2. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut:

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(A/F_1)+(B/F_2)+(C/F_3)}$$

Keterangan:

A = Persentase agregat kasar, F_1 = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus, F_2 = Berat jenis agregat halus

C = Persentase Filler, F_3 = Berat jenis Filler

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(47/2{,}643)+(48/2{,}663)+(5/2{,}606)}$$

$$= 2{,}651 \text{ gr/cc}$$

3. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BJ. maximum teoritis} = \frac{100}{\frac{\%\text{ Agregat}}{\text{BJ. agregat}} + \frac{\%\text{ Aspal}}{\text{BJ. aspal}}}$$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 5 % adalah:

$$\text{BJ. maximum teoritis} = \frac{100}{\frac{95}{2,651} + \frac{5}{1,15}}$$

$$= 2,489 \text{ gr/cc}$$

Data hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai:

1. Stabilitas

   Nilai Stabilitas diperoleh dari pembacaan alroji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan test Marshall.

   Contoh perhitungan nilai stabilitas dengan kadar aspal 5 % adalah sebagai berikut:

   - Tebal rata-rata benda uji = 66,15, dari tabel diperoleh koreksi tebal aspal benda uji dengan cara interpolasi = 0,90375.
   - Kalibrasi proving ring = 3,4277
   - O = pembacaan arloji stabilitas = 281
   - p = o x kalibrasi proving ring

     p = 281 x 3,4277 = 963,184
   - q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

     = 963,184 x 0,90375 = 870,477

2. Flow

   Nilai flow langsung terbaca pada alroji flow dan tercantum di kolom r pada tabel perhitungan Marshaal, contoh perhitungan nilai flow adalah sebagai berikut:

   - Pembacaan alroji rata-rata = 12

- Nilai flow sesungguhnya = 12 x 0,01 x 25,4 = 3,048

3. Density

Nilai density terdapat di kolom g pada tabel perhitungan marshall. Contoh perhitungan nilai density pada kadar aspal 5 % sebagai berikut.

Berat kering/sebelum direndam (e) = 1171,333

Volume (isi) (f) = berat dalam keadaan SSD – berat didalam air

= 1181,333 – 651,333

= 530 cc

$$\text{Nilai density (g)} = \frac{e}{f}$$

$$= \frac{1171,333}{530} = 2,211 \text{ gr/cc}$$

4. VITM (*Void In the Total Mix)*

Nilai VITM tercantum pada kolom n pada tabel pengujian marshall. Dan contoh perhitungan dengan kadar aspal 5 % sebagai berikut.

$$\text{VITM} = 100 \text{ x } (100 - \frac{g}{h})$$

$$= 100 \text{ x } (100 - \frac{2,211}{2,489}) = 11,157$$

g = density h = BJ. maksimum teoritis

5. VFWA *(Void Filled With Asphalt)*

Nilai VFWA terdapat dikolom m pada tabel perhitngan test marshall. Contoh perhitungan nilai VFWA dengan kadar aspal 5 % sebagai berikut.

$$i = \frac{b \text{ x } g}{\text{BJ. Aspal}} = \frac{5 \text{ x } 2,211}{1,15} = 9,613$$

$$j = \frac{(100 - b) \text{x } g}{\text{BJ.gregat}} = \frac{(100 - 5) \text{ x } 2,211}{2,651} = 79,230$$

l = (100 – j) = (100 – 79,230) = 20,770

VFWA = 100 x (l – k)

100 x (9,613 – 20,770) = 46,625 %

6. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai flow, nilai MQ tercantum di kolom s pada tabel perhitungan marshall. Contoh perhitungan dengan kadar aspal 5 % adalah sebagai berikut:

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{flow}} = \frac{q}{r} = \frac{888,601}{3,302} = 269,905$$

7. VMA (*Void in Mineral Aggreggate*)

Nilai VMA terdapat pada kolom l pada tabel perhitngan test marshall. Contoh perhitungan nilai VMA dengan kadar aspal 5 % sebagai berikut:

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ.gregat}} = \frac{(100 - 5) \times 2,211}{2,651} = 79,230$$

l = (100 – j) = (100 – 79,230) = 20,770

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut.

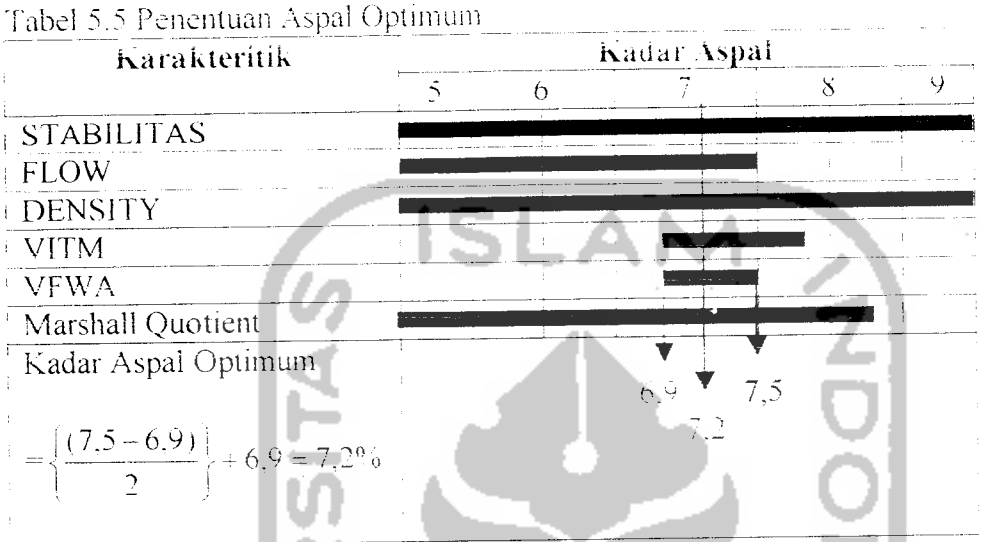
Tabel 5.4 Hasil uji Marshall untuk mencari kadar aspal optimum

No	Karakteristik	Kadar aspal				
		5 %	6 %	7 %	8 %	9 %
1.	Stabilitas	888,601	1124,743	1248,716	1043,900	752,879
2.	Flow	3,302	3,471	3,556	4,741	6,435
3.	Density	2,211	2,226	2,296	2,339	2,340
4.	VITM	11,157	9,473	5,464	2,556	1,349
5.	VFWA	46,625	55,358	72,315	86,461	93,164
6.	M Q	269,905	324,528	353,765	220,184	119,665
7.	VMA	20,770	21,085	19,442	18,828	19,664

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Kadar aspal optimum yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

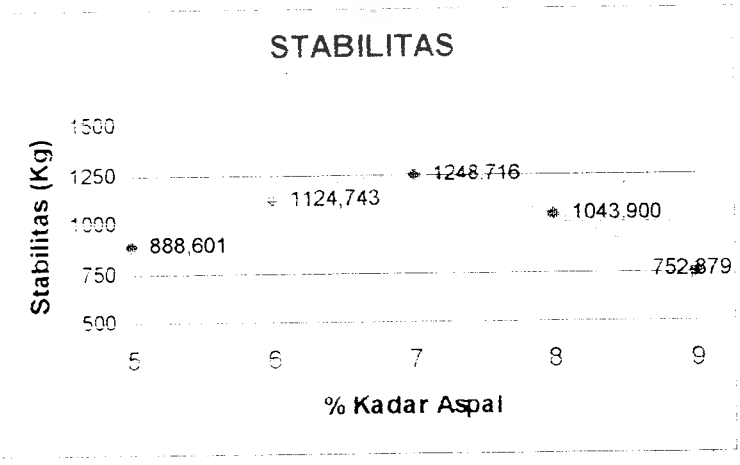
Tabel 5.5 Penentuan Aspal Optimum



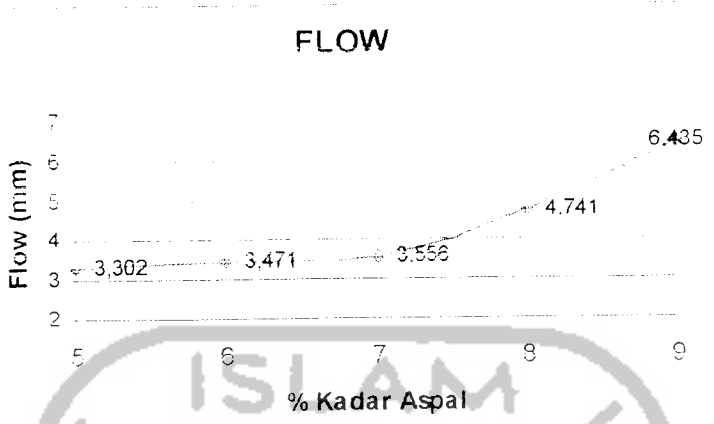
Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.3 Grafik Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum

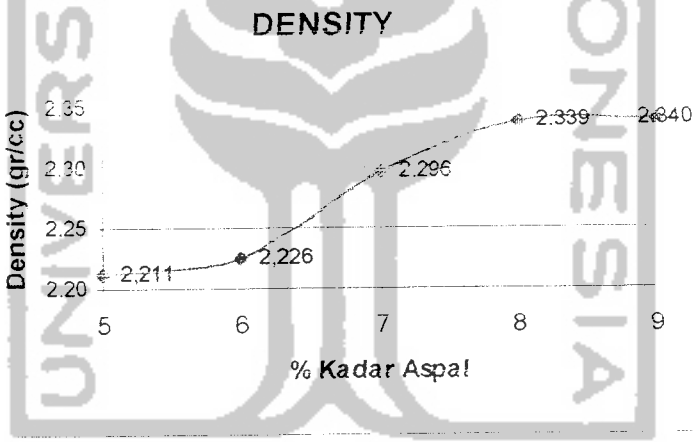
Berdasarkan data-data yang diperoleh kemudian dibuat kurva stabilitas vs kadar aspal, flow vs kadar aspal, density vs kadar aspal, % rongga campuran vs kadar aspal, % rongga terisi aspal vs kadar aspal, Marshall Quotient vs kadar aspal, sebagai berikut:



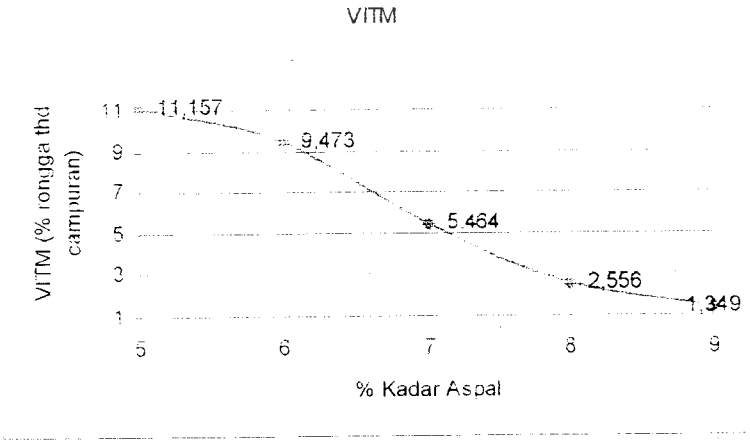
Gambar 5.1 Grafik Stabilitas hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



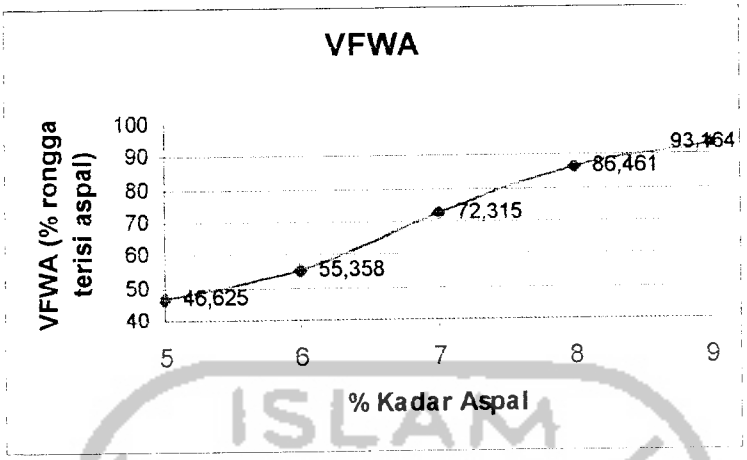
Gambar 5.2 Grafik Flow hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



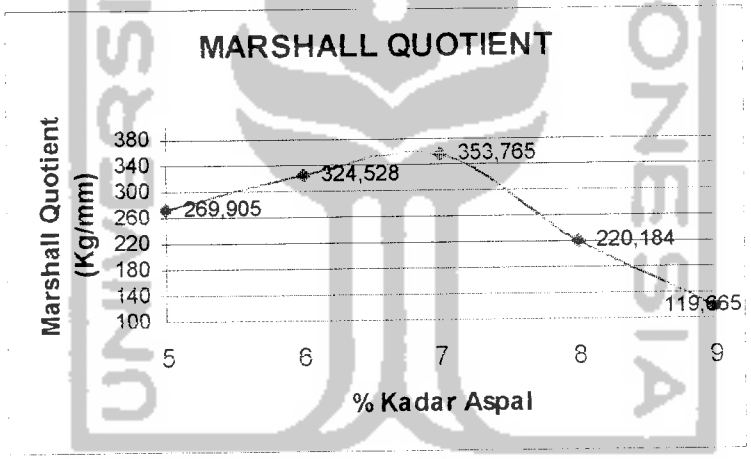
Gambar 5.3 Grafik Density hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



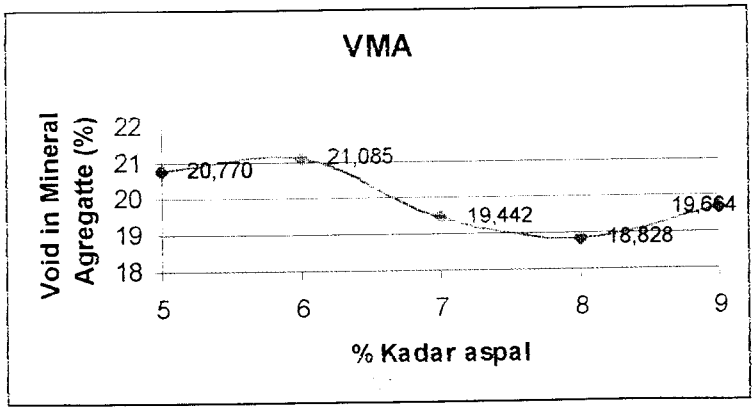
Gambar 5.4 Grafik VITM hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



Gambar 5.5 Grafik VFWA hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



Gambar 5.6 Grafik Marshall Quotient hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum



Gambar 5.7 Grafik VMA hasil uji Marshall untuk mencari aspal optimum

5.4. Mencari kadar *Filler* abu batu dan *Filler* abu sekam padi Optimum

Setelah pengujian Marshall dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai Marshall guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar *filler* abu batu dan abu sekam padi optimum. Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam kering.

   Hasil pengujian tebal benda uji menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom t.

2. Berat benda uji kering sebelum direndam

   Hasil pengujian berat benda uji kering menggunakan *Filler* batu Clereng dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom c.

3. Berat dalam air (gram)

   Hasil pengujian berat benda uji dalam air menggunakan dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh menggunakan dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom d.

5. Pembacaan alroji stabilitas (lbs)

   Hasil pembacaan alroji stabilitas dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom o.

6. Pembacaan alroji flow/kelelehan (mm)

Hasil pembacaan alroji flow/kelelehan dapat dilihat pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi kolom-r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, VITM, VFWA, VMA dan *Marshall Quotient* diperlukan data-data:

1. Berat jenis aspal

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,15 gr/cc.

2. Berat jenis agregat

Berat jenis agragat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut untuk kadar *filler* abu batu dan abu sekam padi pada kadar *filler* 2% dipakai rumus sebagai berikut:

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(A/F_1)+(B/F_2)+(C/F_3)}$$

Keterangan:

A = Persentase agregat kasar, F_1 = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus, F_2 = Berat jenis agregat halus

C = Persentase Filler, F_3 = Berat jenis Filler

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(47/2{,}643)+(51/2{,}663)+(2/2{,}606)}$$

$$= 2{,}652 \text{ gr/cc}$$

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(47/2{,}643)+(51/2{,}663)+(2/2{,}04)}$$

$$= 2{,}638 \text{ gr/cc}$$

6. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BJ. maximum teoritis} = \frac{100}{\frac{\%\text{ Agregat}}{\text{BJ. agregat}} + \frac{\%\text{ Aspal}}{\text{BJ. aspal}}}$$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar *Filler* abu batu dan abu sekam padi 2 % adalah:

$$\text{BJ. maximum teoritis abu batu} = \frac{100}{\frac{92,8}{2,652} + \frac{7,2}{1,15}}$$

$$= 2,424 \text{ gr/cc}$$

$$\text{BJ. maximum teoritis abu sekam padi} = \frac{100}{\frac{92,8}{2,638} + \frac{7,2}{1,15}}$$

$$= 2,413 \text{ gr/cc}$$

Data hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai:

1. Stabilitas

Nilai Stabilitas diperoleh dari pembacaan alroji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan test Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi.

Contoh perhitungan nilai stabilitas dengan kadar *filler* abu batu dan abu sekam padi 2% adalah sebagai berikut:

- Tebal rata-rata benda uji dengan *filler* abu batu = 64,083, dari tabel diperoleh koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi = 0,9616 dan untuk benda uji

Dengan *filler* abu sekam padi = 65,090 dari tabel diperoleh koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi = 0,939.

- Kalibrasi proving ring = 3,4277
- O = pembacaan arloji stabilitas = 354
- p = o x kalibrasi proving ring

  p = 354 x 3,4277 = 1213,406
- q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

  = 1213,406 x 0,9616 = 1166,811
- Untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi = 65,090 dari tabel diperoleh koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi = 0,939.
- Kalibrasi proving ring = 3,4277
- O = pembacaan arloji stabilitas = 350
- p = o x kalibrasi proving ring

  p = 350 x 3,4277 = 1199,695
- q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

  = 1199,695 x 0,939 = 1126,514

2. Flow

Nilai flow langsung terbaca pada alroji flow dan tercantum di kolom r pada tabel perhitungan Marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi, contoh perhitungan nilai flow untuk kedua jenis *filler* pada kadar 2% adalah sebagai berikut:

- Pembacaan alroji rata-rata untuk benda uji dengan *filler* abu batu = 14
- Nilai flow sesungguhnya = 14 x 0,01 x 25,4 = 3,556
- Pembacaan alroji rata-rata untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi = 12

- Nilai flow sesungguhnya = 12 x 0,01 x 25,4 = 3,048

3. Density

Nilai density terdapat di kolom g pada tabel perhitungan marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi. Contoh perhitungan nilai density pada kedua jenis *filler* pada kadar 2 % sebagai berikut:

- untuk benda uji dengan *filler* abu batu

Berat kering sebelum direndam (e) = 1172

Volume (isi) (f) = berat dalam keadaan SSD – berat didalam air

= 1183,33 – 669,67

= 513,67 cc

Nilai density (g) = $\frac{e}{f}$

= $\frac{1172}{513,67}$ = 2.282 gr/cc

- untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi

Berat kering/sebelum direndam (e) = 1174,333

Volume (isi) (f) = berat dalam keadaan SSD – berat didalam air

= 1184,333 – 672,500

= 511,833 cc

Nilai density (g) = $\frac{e}{f}$

= $\frac{1174,333}{511,833}$ = 2.294 gr/cc

4. VITM (*Void In the Total Mix)*

Nilai VITM tercantum pada kolom n pada tabel pengujian marshall HRS dengan

filler abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi. Dan contoh perhitungan pada benda uji dengan kedua macam *filler* pada kadar 2 % sebagai berikut.

- untuk benda uji dengan *filler* abu batu:

$$VITM = 100 \times (100 - \frac{g}{h})$$

$$= 100 \times (100 - \frac{2,282}{2,424}) = 5,863$$

g = density h = BJ. maksimum teoritis

- untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi:

$$VITM = 100 \times (100 - \frac{g}{h})$$

$$= 100 \times (100 - \frac{2,294}{2,413}) = 4,924$$

g = density h = BJ. maksimum teoritis

5. VFWA *(Void Filled With Asphalt)*

Nilai VFWA terdapat dikolom m pada tabel perhitngan test marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi. Contoh perhitungan nilai VFWA pada benda uji dengan kedua macam *filler* kadar 2 % sebagai berikut.

- untuk benda uji dengan *filler* abu batu:

$$i = \frac{b \times g}{BJ.\ Aspal} = \frac{7,2 \times 2,282}{1,15} = 14,287$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ.gregat} = \frac{(100 - 7,2) \times 2,282}{2,652} = 79,850$$

$$l = (100 - j) = (100 - 79,850) = 20,150$$

$$VFWA = 100 \times (i/l)$$

$$= 100 \times (14,287/20,150) = 71,162\ \%$$

- untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi:

$$i = \frac{b \times g}{\text{BJ. Aspal}} = \frac{7,2 \times 2,294}{1,15} = 14,365$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ.gregat}} = \frac{(100 - 7,2) \times 2,294}{2,638} = 80,711$$

$$l = (100 - j) \quad (100 - 80,711) = 19,289$$

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

$$= 100 \times (14,365/19,289) = 74,493\ \%$$

6. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai flow, nilai MQ tercantum di kolom s pada tabel perhitungan marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi. Contoh perhitungan pada benda uji dengan kedua macam *filler* kadar 2 % adalah sebagai berikut.

- untuk benda uji dengan *filler* abu batu :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{flow}} = \frac{q}{r} = \frac{1135,530}{3,471} = 329,499$$

- untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{flow}} = \frac{q}{r} = \frac{952,233}{3,133} = 305,285$$

7. VMA (*Void in Mineral Agreggate*)

Nilai VMA terdapat pada kolom l pada tabel perhitngan test marshall HRS dengan *filler* abu batu dan HRS dengan *filler* abu sekam padi. Contoh perhitungan nilai VMA pada benda uji dengan kedua macam *filler* kadar 2 % sebagai berikut.

- untuk benda uji dengan *filler* abu batu :

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ.gregat}} = \frac{(100 - 7,2) \times 2,282}{2,652} = 79,850$$

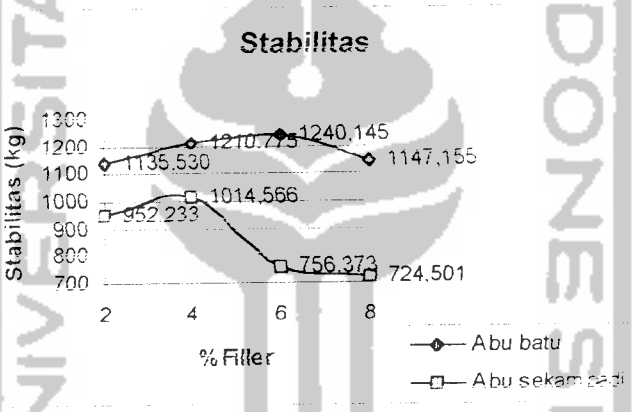
$I = (100 - j) = (100 - 79,850) = 20,150$

- untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi

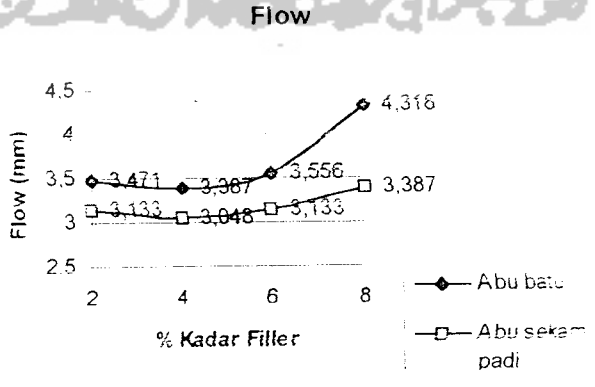
$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ.gregat} = \frac{(100 - 7,2) \times 2,294}{2,638} = 80,711$$

$I = (100 - j) = (100 - 80,711) = 19,289$

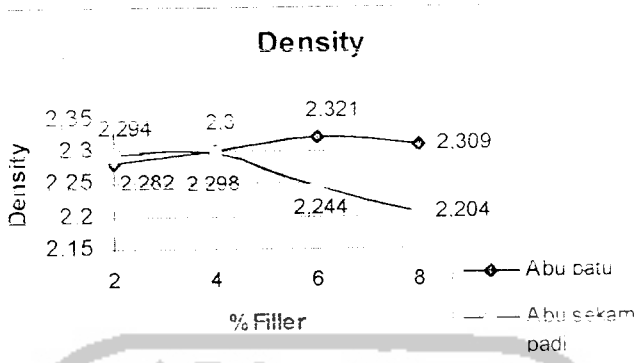
5.5 Grafik Hasil Penelitian Pencarian Kadar *filler* Optimum



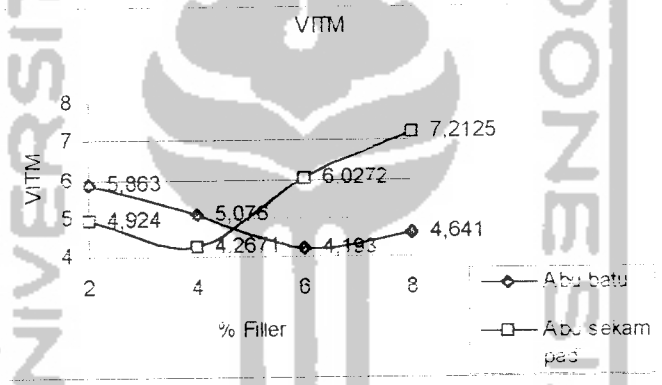
Gambar 5.8 Grafik Stabilitas hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan abu sekam padi



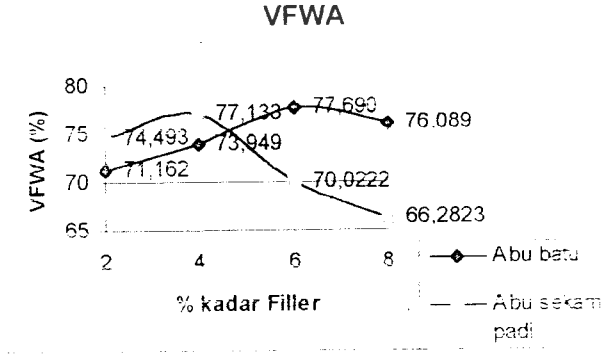
Gambar 5.9 Grafik Flow hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan Abu sekam padi



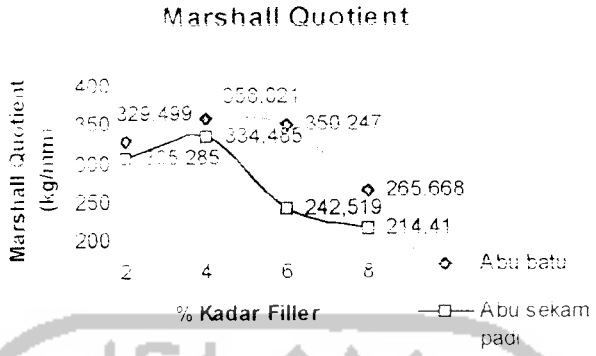
Gambar 5.10 Grafik Density hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan Abu sekam padi



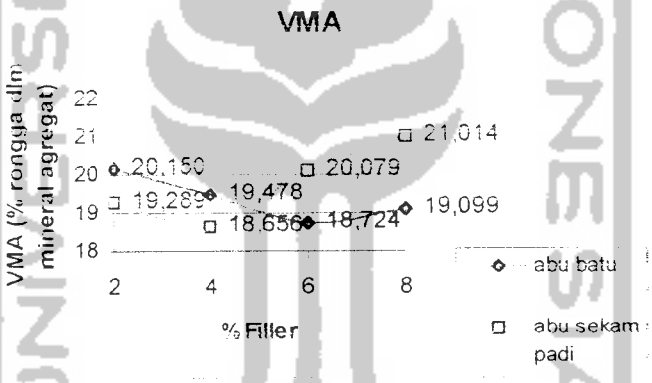
Gambar 5.11 Grafik VITM hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan Abu sekam padi



Gambar 5.12 Grafik VFWA hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan abu sekam padi



Gambar 5.13 Grafik Marshall Quotient hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan abu sekam padi



Gambar 5.14 Grafik VMA hasil uji Marshall dg *Filler* abu batu dan abu sekam padi

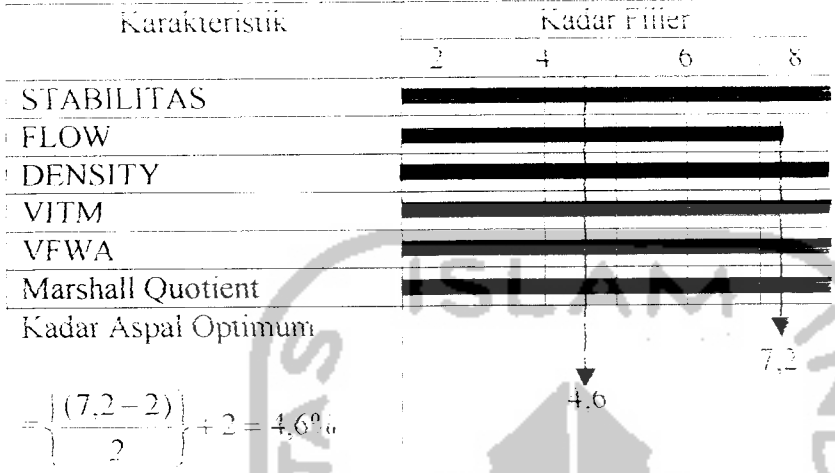
Tabel 5.6 Hasil uji Marshall mencari kadar *filler* abu batu optimum

No	Karakteristik	kadar *filler*			
		2 %	4 %	6 %	8 %
1.	Stabilitas	1135,530	1210,775	1240,145	1147,155
2.	Flow	3,471	3,387	3,556	4,318
3.	Density	2,282	2,300	2,321	2,309
4.	VITM	5,863	5,076	4,193	4,641
5.	VFWA	71,162	73,949	77,690	76,089
6.	M Q	329,499	358,021	350,247	265,668
7.	VMA	20,150	19,478	18,724	19,099

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Kadar *filler* optimum yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.7 Penentuan Kadar *Filler* Abu Batu Optimum



Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

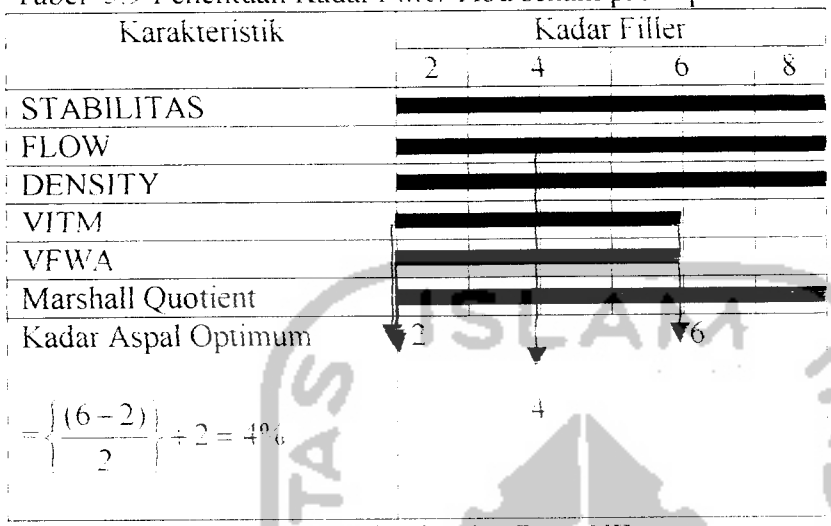
Tabel 5.8 Hasil uji Marshall mencari kadar *filler* abu sekam padi optimum

No	Karakteristik	kadar *filler*			
		2 %	4 %	6 %	8 %
1.	Stabilitas	952,233	1014,566	756,373	724,501
2.	Flow	3,133	3,048	3,133	3,387
3.	Density	2,294	2,298	2,244	2,204
4.	VITM	4,924	4,267	6,027	7,213
5.	VFWA	74,493	77,133	70,022	66,282
6	M Q	305,285	334,485	242,519	214,413
7.	VMA	19,289	18,656	20,079	21,014

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Kadar *filler* abu sekam padi optimum yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.9 Penentuan Kadar *Filler* Abu sekam padi optimum



Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.6 Penelitian Campuran Aspal optimum + *filler* optimum

5.6.1 Penetrasi

Penelitian dilakukan dengan mencampurkan perbandingan kadar aspal optimum yaitu 7,2% dan kadar *filler* abu batu optimum yaitu 4,6% serta kadar *filler* abu sekam padi optimum 4%. setelah tercampur lalu dimasukkan kedalam cawan, dan didiamkan pada suhu ruang selama 1 jam, setelah itu direndam dalam air pada suhu 25 °C selama 1 jam. Setelah itu dilakukan uji penetrasi dengan beban jarum + pemberat 100 gr. Hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Penetrasi aspal + *filler*

Pemeriksaan	Jenis bahan	
Penetrasi	Aspal (7,2%)+abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%)+abu sekam padi (4%)
Aspal (mm)	40,200	25,600

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.6.2 Daktilitas

Penelitian dilakukan dengan mencampurkan perbandingan kadar aspal optimum yaitu 7,2% dan kadar *filler* abu batu optimum yaitu 4,6% serta kadar *filler* abu sekam

padi optimum 4%. setelah tercampur lalu dimasukkan ke dalam cetakan, dan didiamkan pada suhu ruang selama 1 jam, setelah itu direndam dalam air pada suhu 25 °C selama 1 jam. Setelah itu dilakukan uji daktilitas dengan memasang benda uji dalam cetakan pada mesin uji yang menarikbenda uji dengan kecepayan 5 cm menit sampai benda uji putus.

Hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 5.11 berikut ini:

Tabel 5.11 Daktilitas aspal + *filler*

Pemeriksaan	Jenis bahan	
Daktilita Aspal	Aspal (7,2%)+abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%)+abu sekam padi (4%)
(cm)	59,750	3,550

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.6.3 Titik Nyala dan Titik Bakar

Penelitian dilakukan dengan mencampurkan perbandingan kadar aspal optimum yaitu 7,2% dan kadar *filler* abu batu optimum yaitu 4,6% serta kadar *filler* abu sekam padi optimum 4%. setelah tercampur lalu dimasukkan ke dalam cawan penguji dan didiamkan pada suhu ruang selama 1jam. Pengujian dilakukan dengan meletakkan cawan diatas pemanasan dan pembacaan suhu titik nyala pada saat terlihat nyala singkat diatas permukaan aspal, dan pembacaan titik bakar pada saat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut ini:

Tabel 5.12 Titik nyala dan titik bakar aspal + *filler*

Pemeriksaan	Jenis bahan	
Titik nyala dan	Aspal (7,2%)+abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%)+abu sekam padi (4%)
titik bakar (°C)	Titik nyala = 320	Titik nyala = 325
	Titik bakar = 340	Titk bakar = 345

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.6.4 Titik Lembek

Penelitian dilakukan dengan mencampurkan perbandingan kadar aspal optimum yaitu 7,2% dan kadar *filler* abu batu optimum yaitu 4,6% serta kadar *filler* abu sekam padi optimum 4%. setelah tercampur lalu dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk cincin dan didiamkan pada suhu ruang selama 1jam. Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Pasang dan aturlah benda uji dan pengarah bola diatasnya, kemudian masukkan seluruh pearalatan tersebut kedalam bejana gelas yang berisi air dengan suhu 5 °C.
- Panaskan bejana sehingga terjadi kenaikan suhu, dan pembacaan suhu termometer pada saat bola baja jatuh sampai menempel pada permukaan pelat dasar yang berjarak 25,4 mm dari dasarbenda uji.

Hasil percobaan ini dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut ini:

Tabel 5.13 Titik lembek aspal + *filler*

Pemeriksaan	Jenis bahan	
Titik lembek (°C)	Aspal (7,2%)+abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%)+abu sekam padi (4%)
	56,250	--

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5.14. Hasil percobaan Aspal + *filler*

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Hasil		Satuan
		Aspal + abu batu 4,6%	Aspal + abu sekam padi 4%	
1.	Penetrasi	40,2	25,6	0,1 mm
2.	Titik Lembek	56,25	-	° C
3.	Titik Nyala	320	325	° C
4.	Daktilitas	59,75	3,55	Cm

sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

5.7 Mencari nilai Stabilitas dari *Filler* abu batu dan *Filler* abu sekam padi Optimum untuk perhitungan uji rendaman

Nilai Stabilitas diperoleh dari pembacaan alroji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan test Marshall imersion abu batu dan abu sekam padi.

1. Untuk benda uji dengan *filler* abu batu dengan rendaman selama 0 hari (30 menit)

- Tebal rata-rata benda uji dengan *filler* abu batu = 62,200, dari tabel diperoleh koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi = 1,0325.
- Kalibrasi proving ring = 3,4277
- O = pembacaan arloji stabilitas = 359
- p = o x kalibrasi proving ring

  p = 359 x 3,4277 = 1230,544
- q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

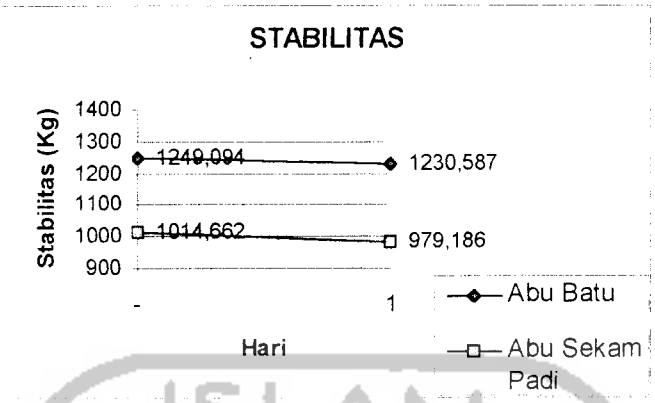
  = 1230,544 x 1,0325 = 1270,537

2. Untuk benda uji dengan *filler* abu sekam padi dengan rendaman 30 menit.

- tebal rata-rata benda uji dengan *filler* abu sekam padi = 65,267 dari tabel diperoleh koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi = 0,9258.
- Kalibrasi proving ring = 3,4277
- O = pembacaan arloji stabilitas = 314
- p = o x kalibrasi proving ring

  p = 314 x 3,4277 = 1076,298
- q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji

  = 1076,298 x 0,9258 = 966,437



Gambar 5.15 Grafik Stabilitas hasil uji Marshall Immersions 0 hari dan 1 hari

Tabel 5.5 Spesifikasi uji Marshall campuran HRS-B

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu-lintas Sedang
1.	STABILITAS (Kg)	550-1250 (Kg)
2.	FLOW / Kelelehan (mm)	2 – 4 mm
3.	VITM (%)	3 – 6 %
4.	VFWA (%)	70 – 80 %
5.	Marshall Quotient (KN/mm)	1,8 – 5 KN/mm
6.	VMA (%)	minimal 14 %
	Jumlah tumbukan	2 x 50

Sumber : CQCMU 1988 dan AASHO

Dengan melihat pada Grafik diatas, maka terlihat bahwa campuran HRS-B yang telah diuji untuk mencari kadar aspal optimum dilaboratorium mempunyai kecenderungan pola gambar grafik yang relatif sama dengan grafik teori dan memenuhi standar Marshall.

BAB VI

PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat dari hasil penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, maka dapat diketahui nilai-nilai dari karakter campuran HRS-B antara lain : Stabilitas, Density, Flow, VITM, VFWA dan Marshall Quotient.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tiga kali periode, yaitu pertama pembuatan sampel untuk mencari kadar aspal optimum, kedua setelah didapat kadar aspal optimum dilanjutkan dengan pembuatan sampel menggunakan kadar aspal optimum dengan fariasi kadar dan jenis *filler* (abu batu dan abu sekam padi) pada campuran, ketiga setelah didapat kadar aspal optimum dan kadar *filler* optimum, maka dibuat lagi sampel menggunakan aspal optimum dan *filler* optimum kedua jenis *filler* untuk diuji *imersion* dengan fariasi rendaman 0 hari (30 menit) dan 1 hari (24 jam).

6.1 Evaluasi Terhadap Penelitian Aspal + *Filler*

6.1.1 Evaluasi Terhadap Penetrasi Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal betujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pemeriksaan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gr, sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gr (berat jarum + beban) selama 5 detik dengan temperatur 25° C.

Nilai Penetrasi hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.1 dibawah ini :

Tabel 6.1 Penetrasi Aspal

Pemeriksaan	Jenis bahan		
Penetrasi Aspal (mm)	Aspal	Aspal (7,2%)+ Abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%) + Abu sekam padi (4%)
	63,15	40,20	25,60

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII

Nilai penetrasi pada campuran aspal + *filler* abu batu memiliki tingkat penetrasi yang lebih dangkal dari nilai penetrasi aspal tanpa campuran *filler*, tapi penetrasi pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi memiliki nilai yang lebih rendah lagi dari campuran aspal + *filler* abu batu, hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal + *filler* abu sekam padi memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi dari kedua macam campuran aspal lainnya. Hal ini disebabkan oleh viskositas atau kekentalan aspal yang lebih tinggi dibanding aspal tanpa campuran *filler* dan aspal + *filler* abu batu.

6.1.2 Evaluasi Terhadap Daktilitas Aspal

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Aspal dengan daktilitas yang lebih besar akan mengikat butir-butir agregat lebih baik tapi lebih peka terhadap parubahan suhu.

Nilai Daktilitas hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.2 dibawah ini :

Tabel 6.2 Daktilitas Aspal

Pemeriksaan	Jenis bahan		
Daktilitas Aspal (cm)	Aspal	Aspal (7,2%) + Abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%) + Abu sekam padi (4%)
	188	59,75	3,55

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII

Nilai daktilitas pada campuran aspal + *filler* abu batu memiliki tingkat daktilitas yang lebih pendek dari nilai daktilitas aspal tanpa campuran *filler*, tapi

daktilitas pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi memiliki nilai yang lebih rendah lagi dari campuran aspal + *filler* abu batu, hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal + *filler* abu sekam padi memiliki tingkat kohesi yang paling rendah dari kedua macam campuran aspal lainnya. Kondisi tersebut disebabkan oleh viskositas aspal yang tinggi karena memiliki volum *filler* yang lebih banyak.

6.1.3 Evaluasi Terhadap Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui titik nyala dan titik bakar aspal. Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Nilai Titik nyala dan titik bakar hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.3 dibawah ini :

Tabel 6.3 Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan	Jenis bahan		
Titik Nyala dan Titik Bakar (°C)	Aspal	Aspal (7,2%) + Abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%)+ Abu sekam padi (4%)
Titik Nyala	338	320	325
Titik Bakar	348	340	345

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII

Suhu titik nyala dan titik bakar pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi memiliki suhu yang lebih rendah dari aspal tanpa campuran *filler*, tapi suhu pada campuran aspal + *filler* abu batu memiliki nilai yang lebih rendah lagi dari campuran aspal + *filler* abu sekam padi.

6.1.4 Evaluasi Terhadap Titik Lembek

Titik lembek ialah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal didalam larutan air yang dipanaskan secara teratur menjadi

lembek karena beban bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat ± 3,5 gr yang diletakkan diatasnya sehingga lapisan aspal tersebut jatuh melalui jarak 25,4 mm (1 *inch*).

Nilai Titik lembek hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.4 dibawah ini:

Tabel 6.4 Titik Lembek

Pemeriksaan	Jenis bahan		
Titik Lembek (°C)	Aspal	Aspal (7,2%) + Abu batu (4,6%)	Aspal (7,2%) + Abu sekam padi (4%)
	54,5	56,25	--

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII

Titik leleh pada aspal tanpa campuran *filler* memiliki suhu yang paling rendah dibanding dengan kedua macam campuran aspal. Tetapi pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi tidak memiliki titik leleh, karena dalam percobaan pada pemanasan sampai 105 ° C tidak terjadi kelelehan. Pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi tersebut mengalami pemecahan pada sisi dalam cincin dan bola baja jatuh tanpa disertai aspal yang leleh.

Pada campuran aspal + *filler* abu sekam padi 4% mempunyai viskositas atau kekentalan aspal yang tinggi sehingga campuran tersebut tahan terhadap pemanasan sampai 105 ° C tanpa terjadi kelelehan.

6.2 Evaluasi Terhadap Test Marshall

6.2.1 Evaluasi Terhadap Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu-lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang atau alur. Stabilitas dalam pengujian *Marshall* adalah kemampuan suatu campuran untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Nilai Stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan

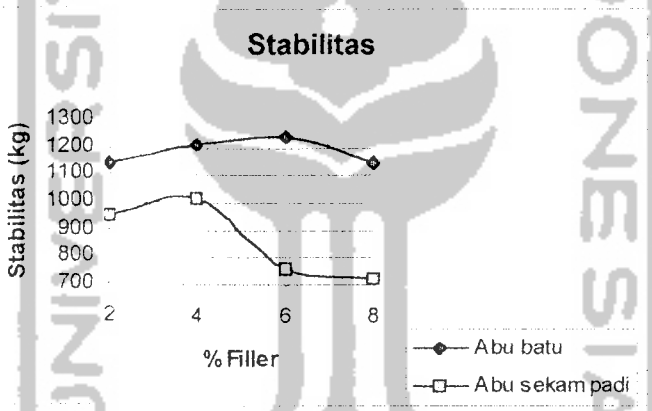
tersebut mampu menahan beban lalu-lintas yang besar. Stabilitas pada campuran HRS terjadi dari hasil gesekan antar agregat (*internalfriction)*, penguncian antar butiran agragat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapis aspal. Ketiga aspek tersebut dipengaruhi oleh tekstur permukaan agregat, bentuk butiran agregat dan jenis aspal.

Nilai Stabilitas hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.5 dibawah ini :

Tabel 6.5 Nilai Stabilitas hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
Stabilitas (kg)	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
	1135,530	1210,775	1240,145	1147,155	952,233	1014,566	756,373	724,501

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.1 Grafik Stabilitas

Berdasarkan table 6.5 dan gambar 6.1 di atas menunjukkan bahwa nilai stabilitas kedua jenis benda uji mempunyai pola yang sama yaitu terjadi peningkatan nilai stabilitas seiring dengan peningkatan penggunaan kadar filler sampai 4 % dan kemudian kenaikan kadar *filler* dari 4 % sampai 8 % akan menurunkan nilai stabilitasnya.

Menurunnya stabilitas disebabkan oleh penggunaan kadar aspal yang sama yaitu 7,2 % dari berat campuran, hal ini mengakibatkan aspal sebagai bahan pengikat tidak bisa berfungsi dengan baik karena dengan bertambahnya kadar *filler* berarti semakin banyak aspal yang diperlukan untuk menyelimuti masing-masing

butiran sehingga aspal bebas yang berfungsi untuk memberikan ikatan pada campuran akan berkurang dan mengakibatkan nilai stabilitas turun.

Pada persentase kadar *filler* 2 %, nilai stabilitas campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih kecil dari campuran dengan *filler* abu batu padahal nilai *density* pada campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih besar seperti terlihat pada gambar 5.10, hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki ketahanan terhadap deformasi yang lebih kecil dari campuran dengan *filler* abu batu walaupun memiliki kepadatan yang lebih tinggi, perilaku tersebut terjadi karena campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih bersifat kaku seperti terlihat pada gambar 5.9, sehingga kemampuan untuk menahan deformasi akibat beban lebih kecil. Tetapi setelah penambahan kadar *filler* 4 %, nilai stabilitas naik seiring dengan perubahan nilai *density*-nya. Perbedaaan nilai stabilitas ini disebabkan oleh berat jenis abu sekam padi lebih kecil dari pada berat jenis abu batu, sehingga dengan berat yang sama abu sekam padi memiliki volume yang lebih banyak. Hal ini mengakibatkan jumlah aspal bebas pada campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih sedikit, sehingga ikatan aspal terhadap agregatnya juga lebih lemah, dan menyebabkan nilai stabilitasnya lebih rendah dari campuran dengan *filler* abu batu.

6.2.2 Evaluasi Terhadap *Flow*

Flow (kelelehan) menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beraspal yang terjadi akibat adanya beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah viskositas dan kadar aspal pada campuran. Campuran yang memiliki nilai *flow* yang rendah dan stabilitas tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku, sebaliknya nilai flow yang tinggi dan nilai

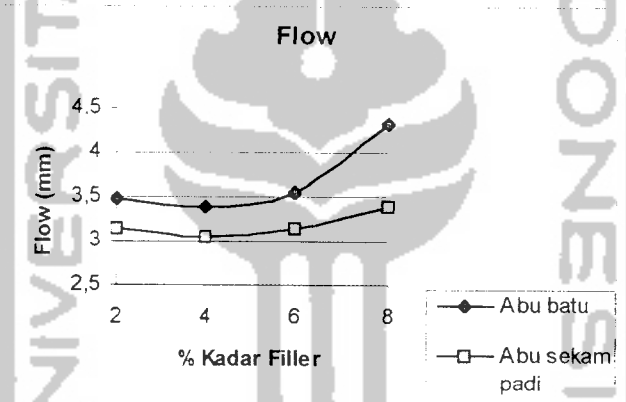
stabilitas rendah menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat terkena beban lalu-lintas.

Nilai *flow* pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.6 dan gambar 6.2 sebagai berikut:

Tabel 6.6 Nilai *Flow* hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
Flow (mm)	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
	3,471	3,387	3,556	4,318	3,133	3,048	3,133	3,387

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.2 Grafik *Flow*

Dari tabel 6.6 dan gambar 6.2 terlihat bahwa nilai *Flow* kedua jenis benda uji mempunyai pola yang sama yaitu terjadi penurunan nilai *Flow* seiring dengan peningkatan penggunaan kadar *filler* sampai 4 % dan kemudian kenaikan kadar *filler* dari 4% sampai 8% akan menaikkan nilai *flow*-nya.

Menurunnya *flow* disebabkan karena dengan penambahan *filler* sampai pada batas tertentu, apabila campuran dipadatkan dengan baik maka butiran *filler* akan mengisi rongga sehingga campuran akan menjadi lebih padat, apabila campuran yang semakin padat tersebut menerima beban, maka deformasi yang terjadi semakin kecil.

Meningkatnya nilai *flow* disebabkan oleh terbentuknya rongga baru pada campuran sebagai akibat dari berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat yang

disebabkan oleh semakin meningkatnya viskositas aspal seperti terlihat pada gambar 5.11. Dengan bertambahnya rongga dalam campuran menyebabkan kohesi aspal akan berkurang karena aspal teroksidasi oleh udara, yang menyebabkan aspal menjadi getas. Hal ini menyebabkan nilai *flow*-nya meningkat karena campuran dengan kondisi aspal yang getas apabila terkena beban akan mudah mengalami deformasi.

Berdasarkan gambar 5.9, 5.10, 5.11, 5.12 dan 5.14 terlihat bahwa campuran dengan *filler* abu batu pada kadar *filler* 6 % terdapat ketidak selarasan antara nilai *flow* dengan nilai *density*, VITM dan VMA. Pada kadar *filler* 6 % terlihat bahwa dengan nilai VITM yang minimal dan nilai *density* yang tinggi serta memiliki jarak yang kecil antar agregat tetapi mempunyai nilai *flow* yang tinggi. Hal ini terjadi karena pada kadar *filler* 6 % memiliki nilai VFWA yang tinggi. Dengan nilai VFWA yang tinggi berarti rongga yang terdapat pada campuran lebih banyak terisi oleh aspal, hal ini menyebabkan campuran lebih bersifat elastis dan apabila terkena beban lalu-lintas akan mudah mengalami deformasi.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai *flow* antara kedua macam campuran tersebut terlihat bahwa campuran dengan *filler* abu batu mempunyai nilai *flow* yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu sekam padi. Hal ini disebabkan oleh volume *filler* abu sekam padi yang lebih banyak dan karena penggunaan kadar aspal yang sama. Dengan keadaan tersebut pada campuran dengan *filler* abu sekam padi akan menyebabkan nilai viskositas (kekentalan) aspalnya lebih besar sehingga dengan bertambahnya kadar *filler* maka nilai viskositas aspal menjadi semakin tinggi sehingga campuran bersifat semakin kaku dan mudah mengalami retak (*cracking*), apabila menerima beban lalu-lintas karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi.

6.2.3 Evaluasi Terhadap *Density*

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

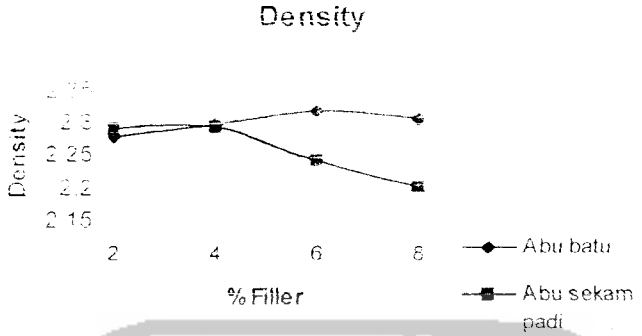
Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah serta campuran dengan rongga antar agregat yang rendah. Nilai *density* juga meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada suhu pemadatan yang tepat. Peningkatan persentase pemakaian aspal yang cukup juga akan meningkatkan *density* campuran, hal ini disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

Nilai *density* yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.7 dan gambar 6.3 sebagai berikut:

Tabel 6.7 Nilai *Density* hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
Density (gr/cc)	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
	2,282	2,300	2,321	2,309	2,294	2,298	2,244	2,204

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.3 Grafik *Density*

Dari tabel 6.7 dan gambar 6.3 terlihat bahwa nilai *density* pada campuran dengan *filler* abu batu mengalami peningkatan sampai persentase kadar *filler* mencapai 6 % dan setelah itu dengan bertambahnya kadar *filler* sampai 8 % akan menurunkan nilai *density*nya. Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi nilai *density* mengalami kenaikan sampai kadar *filler* mencapai 4 %, selanjutnya dengan bertambahnya kadar *filler* dari 4 % sampai 8 % akan menurunkan nilai *density*.

Kenaikan nilai *density* pada kedua jenis campuran tersebut terjadi karena dengan bertambahnya kadar *filler* berarti butiran pengisi menjadi semakin banyak untuk dapat mengisi rongga bila campuran dipadatkan.

Penurunan nilai *density* terjadi karena dengan semakin banyaknya butiran pengisi yang harus diselimuti oleh aspal dan persentase aspal pada kedua campuran tersebut yang konstan, maka bitumen bebas yang seharusnya mengisi rongga menjadi semakin berkurang, dan dengan penambahan kadar *filler* setelah batas tertentu akan menyebabkan terbentuknya rongga baru pada campuran sebagai akibat dari berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat yang disebabkan oleh semakin meningkatnya viskositas aspal , hal ini mengakibatkan proses pemadatan tidak berlangsung sempurna.

Penurunan nilai *density* pada kedua jenis campuran dimulai pada kadar *filler* yang berbeda. Campuran dengan *filler* abu batu penurunan nilai density dimulai pada kadar *filler* mencapai 6 % tetapi pada campuran dengan *filler* abu sekam padi penurunan nilai *density*-nya mulai pada kadar *filler* mencapai 4 %. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya rongga baru pada campuran dengan *filler* abu sekam padi sebagai akibat dari berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat yang disebabkan oleh semakin meningkatnya viskositas aspal, dan perbedaan berat jenis kedua macam *filler* tersebut, sehingga dengan berat yang sama kedua macam *filler* tersebut memiliki volume yang berbeda, hal ini menyebabkan butiran pengisi pada campuran dengan *filler* abu sekam padi berjumlah lebih banyak. Nilai *density* merupakan perbandingan antara massa dan volume, maka dengan terbentuknya rongga baru berarti volume campuran akan bertambah pada massa yang tetap. Hal ini menyebabkan nilai *density* pada kedua campuran berbeda.

Pada persentase kadar *filler* 2 %, nilai *density* campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih besar dari campuran dengan *filler* abu batu, hal ini disebabkan rongga campuran lebih banyak terisi *filler* dibanding campuran dengan *filler* abu batu dikarenakan volume abu sekam lebih banyak dari abu batu. Hal ini bisa dilihat dari nilai VITM dan nilai VMA yang lebih kecil serta nilai VFWA yang lebih besar seperti yang terlihat pada gambar 5.11, 5.12, 5.14, dengan keadaan tersebut berarti bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki rongga udara dan jarak antar agregat yang lebih kecil, tetapi dengan nilai VFWA yang lebih besar berarti banyaknya *filler* yang mengisi rongga merupakan *filler* yang telah terselimuti oleh aspal.

Pada persentase kadar *filler* 4 %, nilai *density* campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih kecil dari campuran dengan *filler* abu batu, hal ini disebabkan dengan volume *filler* yang lebih banyak dan penggunaan kadar aspal yang sama maka jumlah aspal bebas yang berfungsi untuk mengisi rongga berjumlah lebih kecil dari campuran dengan *filler* abu batu. Adapun nilai VITM dan nilai VMA yang lebih kecil serta nilai VFWA yang lebih besar pada campuran dengan *filler* abu sekam padi hal ini berarti rongga campuran lebih banyak terisi *filler* yang telah terselimuti oleh aspal dan mempunyai jarak antar agregat yang lebih kecil, yang mengakibatkan film aspal menjadi lebih tipis dari campuran dengan *filler* abu batu, sehingga nilai *flow* campuran dengan *filler* abu sekam padi juga mengalami penurunan seperti terlihat pada gambar 5.9.

6.2.4 Evaluasi Terhadap VITM (*Void In the Total Mix*)

Rongga di dalam campuran (VITM) adalah perbandingan volume persen rongga terhadap volume total campuran padat, dinyatakan dalam persen (%). Faktor yang mempengaruhi nilai VITM yaitu gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VITM berpengaruh tehadap kepadatan, kekakuan dan kekedapan campuran terhadap air dan udara.

Nilai VITM yang terlalu tinggi akan mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapis keras, karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara kedalam lapis keras. Udara akan mengoksidasi aspal sehingga kohesi aspal menjadi berkurang, dengan berkurangnya kohesi aspal maka sifat adhesi antar aspal dan agregat juga akan berkurang. Jika hal ini terjadi dapat mengakibatkan pelepasan butiran (*raveling*).

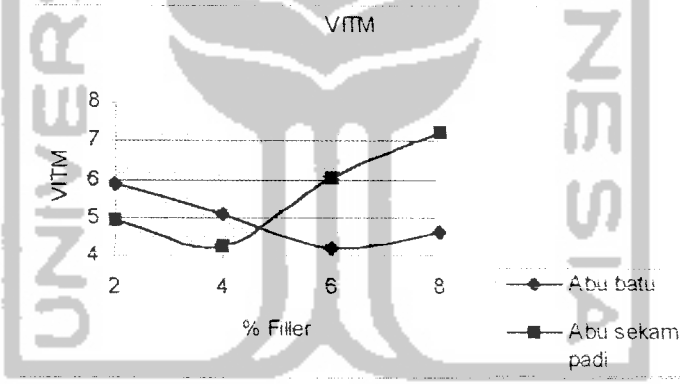
Nilai VITM yang terlalu rendah akan mengakibatkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding* dengan VITM yang rendah kekakuan lapis keras kan semakin tinggi yang mengakibatkan lapis keras mudah mengalami retak (*cracking*).

Nilai VITM hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.8 dan gambar 6.4 sebagai berikut:

Tabel 6.8 Nilai VITM hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
VITM (%)	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
	5.863	5.076	4.193	4.641	4.924	4.267	6.027	7.213

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.4 Grafik VITM

Berdasarkan tabel 6.8 dan gambar 6.4 di atas terlihat bahwa pada campuran dengan *filler* abu batu mengalami penurunan nilai VITM seiring dengan penambahan kadar *filler* dari 2 % sampai 6 %, setelah itu nilai VITM mengalami kenaikan sampai penambahan kadar *filler* 8 %. Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi nilai VITM menurun dari penambahan *filler* 2 % sampai 4% setelah itu mengalami kenaikan seiring dengan penambahan *filler* sampai 8 %.

Penurunan nilai VITM terjadi karena rongga yang ada terisi oleh butiran *filler* dan aspal. Peningkatan nilai VITM disebabkan oleh dengan penambahan

kadar *filler* setelah batas tertentu akan menyebabkan terbentuknya rongga baru pada campuran sebagai akibat dari berubahnya kondisi saling mengunci antar agregat yang disebabkan oleh semakin meningkatnya viskositas aspal.

Jika dibandingkan secara keseluruhan kenaikkan nilai VITM kedua macam campuran diawali pada kadar *filler* yang berbeda. Pada campuran dengan *filler* abu sekam padi kenaikkan nilai VITM dimulai pada penambahan kadar *filler* 4 %, hal ini disebabkan oleh volume abu sekam padi yang lebih besar sehingga viskositas aspal menjadi lebih tinggi walaupun pada kadar *filler* yang sama dengan campuran dengan *filler* abu batu.

Penyimpangan nilai VITM antara kedua macam campuran terjadi pada penambahan kadar *filler* setelah 4%. Jika merujuk pada gambar 5.11, 5.12 dan 5.14, terlihat bahwa pada kadar *filler* 6 % campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki nilai VITM dan memiliki jarak antar agregat yang besar tetapi memiliki nilai VFWA yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki selaput aspal yang lebih tipis karena volume *filler*-nya lebih banyak dan penggunaan kadar aspal yang sama. Pada kondisi ini viskositas aspal semakin meningkat dan menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dalam campuran.

Dengan semakin bertambah banyaknya rongga udara dalam campuran akan mengakibatkan menurunya *density* atau kerapatan campuran seperti terlihat pada gambar 5.10.

6.2.5 Evaluasi Terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Rongga terisi aspal (VFWA) adalah persen volume rongga di dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi aspal, nilai VFWA dinyatakan dalam persen. Faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat dan kadar aspal.

Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan campuran terhadap air dan udara sehingga akan berpengaruh terhadap keawetan dari lapis keras. Nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi.

Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan terjadinya *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan lapis keras, hal ini terjadi karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan viskositas aspal turun, maka sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga sudah penuh maka aspal akan naik kepermukaan.

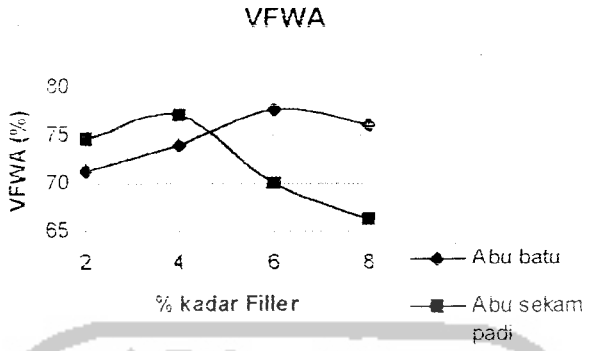
Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran menjadi berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi aspal, hal tersebut akan memudahkan masuknya udara dan air kedalam campuran yang akan melarutkan sebagian aspal yang teroksidasi sehingga keawetan campuran berkurang.

Nilai VFWA dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.5 sebagai berikut:

Tabel 6.9 Nilai VFWA hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
VFWA	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
(%)	71,162	73,949	77,690	76,089	74,493	77,133	70,022	66,282

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.5 Grafik VFWA

Berdasarkan tabel 6.9 dan gambar 6.5 di atas terlihat bahwa pada campuran dengan *filler* abu sekam padi nilai VFWA mengalami kenaikan dari kadar *filler* 2% sampai 4%, setelah itu dengan bertambahnya kadar filler akan menurunkan nilai VFWA. Pada campuran dengan *filler* abu batu nilai VFWA mengalami kenaikan dari kadar *filler* 2% sampai 6%, penambahan *filler* selanjutnya akan menurunkan nilai VFWA.

Kenaikan nilai VFWA disebabkan karena butiran *filler* yang terselimuti oleh aspal mengisi rongga lebih banyak, dengan banyaknya butiran pengisi ini menyebabkan persentase rongga yang terisi aspal semakin meningkat sampai pada kadar *filler* tertentu.

Penurunan nilai VFWA terjadi karena penggunaan kadar aspal yang sama dan dengan peningkatan pengunaan kadar *filler* maka akan semakin banyak jumlah permukaan agregat yang harus diselimuti aspal sehingga aspal bebas yang seharusnya mengisi rongga semakin berkurang dan aspal tidak bisa mengisi rongga sepenuhnya.

Jika dibandingkan secara keseluruhan penurunan nilai VFWA kedua macam campuran diawali pada kadar *filler* yang berbeda. Pada campuran dengan

filler abu sekam padi penurunan nilai VFWA dimulai pada penambahan kadar *filler* 4 %, hal ini disebabkan oleh volume abu sekam padi yang lebih besar sehingga jumlah aspal bebas yang mengisi rongga lebih sedikit walaupun pada kadar *filler* yang sama dibanding campuran dengan *filler* abu batu.

Penyimpangan nilai VFWA antara kedua macam campuran terjadi pada penambahan kadar *filler* setelah 4%. Jika merujuk pada gambar 5.11, 5.12 dan 5.14, terlihat bahwa pada kadar *filler* 6 % campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki nilai VFWA yang kecil, tetapi memiliki rongga udara dan jarak antar agregat yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki selaput aspal yang lebih tipis karena dengan volume *filler* yang lebih besar dan penggunaan kadar aspal yang konstan maka jumlah agregat yang harus terselimuti aspal menjadi semakin banyak.

6.2.6 Evaluasi Terhadap *Marshall Quotient*

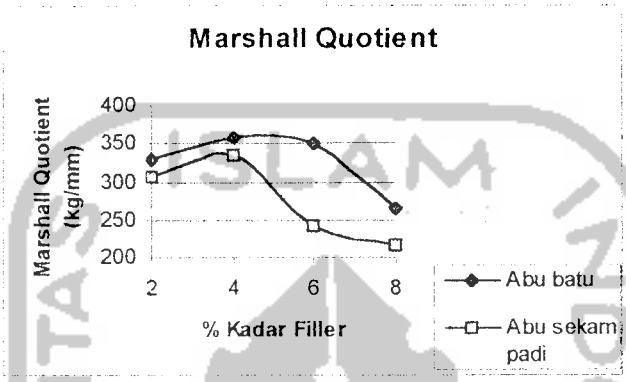
Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dan kelelehan (*flow*) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Stabilitas yang tinggi yang disertai dengan kelelehan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas, sebaliknya jika nilai stabilitas rendah dan kelelehan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan mengakibatkan perkerasan akan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu-lintas.

Nilai *Marshall Quotient* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.10 dan gambar 6.6 sebagai berikut:

Tabel 6.10 Nilai *Marshall Quotient* hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
MQ (kg/mm)	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
	329,499	358,021	350,247	265,668	305,285	334,485	242,519	214,413

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.6 Grafik *Marshall Quotient*

Berdasarkan tabel 6.10 dan gambar 6.6 di atas menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* kedua jenis benda uji mempunyai pola yang sama yaitu Terjadi peningkatan nilai *Marshall Quotient* seiring dengan peningkatan penggunaan kadar filler sampai 4 % dan kemudian kenaikan kadar *filler* dari 4% sampai 8% akan menurunkan nilai *Marshall Quotient*nya.

Peningkatan nilai *Marshall Quotient* disebabkan dengan bertambahnya kadar *filler* sampai 4 % untuk campuran dengan *filler* abu sekam padi dan 6 % untuk campuran dengan *filler* abu batu akan menyebabkan nilai *density* meningkat dan nilai VITM menurun, sehingga stabilitas campuran akan meningkat seperti terlihat pada gambar 5.8, 5.10 dan 5.11,dan menyebabkan nilai *Marshall Quotient* meningkat juga.

Penurunan nilai *Marshall Quotient* disebabkan oleh penambahan jumlah kadar *filler* sehingga jumlah aspal yang dibutuhkan untuk menyelimuti tiap butir *filler* menjadi semakin banyak, hal ini menyebabkan aspal bebas yang digunakan untuk

mengikat agregat akan berkurang dan nilai stabilitas akan menurun dan menyebabkan nilai *Marshall Quotient* juga menurun.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai *Marshall Quotient* pada campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih rendah, hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi bersifat lebih lentur walaupun memiliki nilai *flow* yang lebih rendah. hal ini disebabkan karena campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki nilai stabilitas yang jauh lebih rendah dari campuran dengan *filler* abu batu..

6.2.7 Evaluasi Terhadap VMA (*Void in Mineral Aggregatte*)

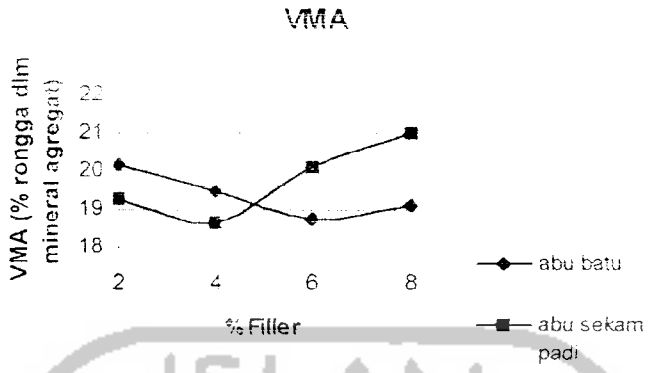
VMA adalah rongga yang terdapat pada campuran yang telah dipadatkan, meliputi rongga udara dan aspal efektif yang menyelimuti agregat. . Nilai VMA menunjukkan besarnya jarak antar agregat dalam campuran, semakin besar nilai VMA semakin besar pula jarak antar agregat. Nilai VMA dinyatakan dalam persen.

Nilai *Void in Mineral Aggregatte* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.11 dan gambar 6.7 sebagai berikut:

Tabel 6.11 Nilai ***Void in Mineral Aggregatte*** hasil uji *Marshall*

Hasil Uji Marshall	Variasi jenis dan kadar filler							
	Abu Batu				Abu Sekam Padi			
VMA	2%	4%	6%	8%	2%	4%	6%	8%
(%)	20,150	19,478	18,724	19,099	19,289	18,656	20,079	21,014

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.7 Grafik *Void in Mineral Aggregate*

Berdasarkan tabel 6.11dan gambar 6.7 di atas terlihat bahwa pada kedua jenis campuran memiliki nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA) yang memenuhi syarat dari AASHO yaitu minimal 14 %.

Pada kadar *filler* 2 % sampai 4 % nilai VMA campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih rendah dari campuran dengan *filler* abu batu. Merujuk dari gambar 5.11 dan 5.12 terlihat bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki VITM yang lebih kecil dan nilai VFWA yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa rongga yang terdapat dalam campuran dengan *filler* abu sekam padi telah terisi oleh *filler* yang terselimuti oleh aspal, karena jumlah *filler*-nya banyak maka memerlukan aspal yang banyak untuk menyelimutinya sehingga meninggikan nilai VFWA.

Pada kadar *filler* 6 % sampai 8 % nilai VMA campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih tinggi dari campuran dengan *filler* abu batu. Merujuk dari gambar 5.11, 5.12 dan 5.14 terlihat bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki VITM dan jarak antar agregat yang lebih besar dan nilai VFWA yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki selaput aspal yang lebih tipis karena volume *filler*-nya lebih banyak dan

penggunaan kadar aspalnya yang sama. Pada kondisi ini viskositas aspal semakin meningkat dan menyebabkan timbulnya kondisi saling mengunci antar agregat dan menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dalam campuran, sehingga memperbesar jarak antar agregat.

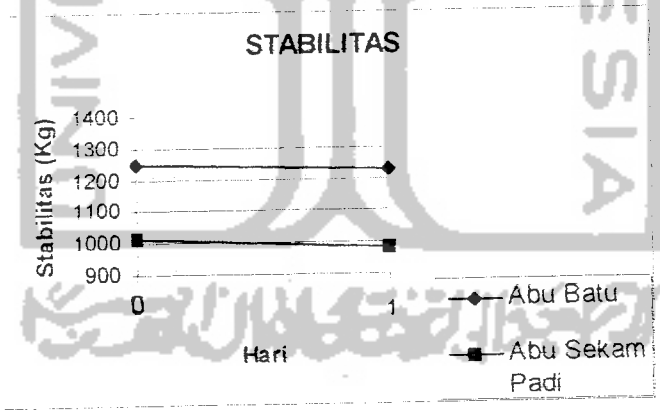
6.3 Evaluasi Terhadap Pengujian Rendaman (*Immersion*)

Pada penelitian ini diperoleh nilai stabilitas dengan *curing time* 0 hari dan 1 hari sebagai berikut:

Tabel 6.12 Nilai Stabilitas *immersion*

Hasil Uji Marshall	Variasi curing time dan jenis filler			
	Abu batu		Abu sekam padi	
Stabilitas (kg)	0 hari	1 hari	0 hari	1 hari
	1249,094	1230,587	1014,662	979,186

Sumber: Hasil Penilitian di Lab Jalan Raya UII



Gambar 6.7 Grafik Stabilitas *Immersion*

Berdasarkan tabel 6.12 dan gambar 6.7 diatas menunjukkan bahwa nilai stabilitas kedua jenis benda uji mengalami penurunan setelah direndam dalam *waterbath* selama 24 jam.

Indeks tahanan kerusakan (*index of retained strength*) akibat dari air.suhu dan cuaca dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama

24 jam (S2) dan nilai stabilitas campuran biasa yang direndam selama 30 menit (S1).

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran kedua jenis benda uji adalah sebagai berikut:

- Indeks tahanan campuran dari campuran lapis keras dengan *filler* abu batu :

$$\textit{Index of retained strength} = \frac{S2}{S1} \times 100\,\%$$

$$= \frac{1230,587}{1249,094} \times 100\,\%$$

$$= 98,52\,\% > 75\,\%$$

- Indeks tahanan campuran dari campuran lapis keras dengan *filler* abu sekam padi:

$$\textit{Index of retained strength} = \frac{S2}{S1} \times 100\,\%$$

$$= \frac{979,186}{1014,662} \times 100\,\%$$

$$= 96,50\,\% > 75\,\%$$

Berdasarkan indeks tahanan kekuatan dari kedua campuran tersebut, menunjukkan bahwa campuran dengan *filler* abu batu memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air,suhu dan cuaca, dibandingkan campuran dengan *filler* abu sekam padi.

Namun demikian kedua campuran tersebut memiliki indeks ketahanan kekuatan yang tinggi dan lebih besar dari 75 %, maka campuran tersebut memiliki

ketahanan kekuatan yang memenuhi syarat dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan hasil penelitian serta perhitungan dari karakteristik campuran HRS-B dengan *filler* abu batu dan *filler* abu sekam padi, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat jenis yang dimiliki *filler* abu sekam padi lebih rendah daripada berat jenis *filler* abu batu, hal ini menunjukkan bahwa pada massa yang sama *filler* abu sekam padi memiliki volume yang lebih besar dari *filler* abu batu.
2. Dengan adanya selisih berat jenis antar kedua jenis *filler* tersebut, pada campuran dengan *filler* abu sekam padi memiliki viskositas aspal yang tinggi sehingga mempengaruhi nilai karakteristik Marshall dan nilai dari penelitian aspal (aspal + *filler*) yaitu penetrasi, daktilitas, titik lembek serta titik nyala dan titik bakar aspal.
3. Nilai Stabilitas pada campuran dengan *filler* abu sekam padi lebih kecil dari pada nilai Stabilitas campuran dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran lapis keras HRS-B dengan *filler* abu sekam padi mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRS-B dengan *filler* abu batu. Namun demikian nilai Stabilitas kedua macam campuran memenuhi spesifikasi CQCMU 1988 yaitu berkisar antara 550 – 1250 kg, untuk campuran HRS-B.

4. Kepadatan (*density*) untuk campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi pada kadar *filler* 2 % memiliki nilai yang lebih besar dari campuran dengan *filler* abu batu. Tetapi mulai penambahan kadar *filler* dari 4 % sampai 8 %, nilai *density* campuran HRS-B dengan *filler* abu batu lebih besar dibanding campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS-B dengan *filler* abu batu memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dari campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi.
5. Nilai *Flow* pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi lebih rendah dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi lebih kaku dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu. Tetapi nilai *flow* kedua macam campuran memenuhi spesifikasi CQCMU 1988 yaitu berkisar antara 2 mm – 4 mm, kecuali nilai *flow* pada campuran HRS-B dengan *filler* abu batu mulai kadar *filler* 7,2%.
6. Nilai VITM pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi pada kadar *filler* 2 % dan 4 % lebih rendah dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu, tapi setelah kadar *filler* mencapai 6 % sampai 8 % nilai VITM pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi lebih tinggi dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu. Tetapi nilai VITM kedua macam campuran memenuhi spesifikasi CQCMU 1988 yaitu berkisar antara 3 % – 6 %, kecuali nilai VITM pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi setelah kadar *filler* melebihi 6 %.
7. Nilai VFWA pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi pada kadar *filler* 2 % dan 4 % lebih tinggi dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu,

tapi setelah kadar *filler* mencapai 6 % sampai 8 % nilai VFWA pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi lebih rendah dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu. Tetapi nilai VFWA kedua macam campuran memenuhi spesifikasi CQCMU 1988 yaitu berkisar antara 70 % – 80 %, kecuali nilai VFWA pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi setelah kadar *filler* melebihi 6 %.

8. Nilai *Marshall Quotient* pada campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi lebih rendah dari campuran HRS-B dengan *filler* abu batu.
9. Berdasarkan hasil uji rendaman (*Immersion Test*) tampak bahwa campuran HRS-B dengan *filler* abu batu memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air,suhu dan cuaca, dibandingkan campuran HRS-B dengan *filler* abu sekam padi.
10. Berdasarkan hasil penelitian *Marshall* dan hasil penelitian aspal + *filler* yang telah dilakukan, abu sekam padi dapat dipergunakan sebagai bahan pengganti *filler* dalam campuran lapis keras untuk lalu-lintas sedang dan pada daerah dengan cuaca panas atau untuk daerah beriklim tropis.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan yang sama pada campuran yang lain, misalnya jenis campuran AC, SMA dan lain sebagainya agar diperoleh suatu campuran yang lebih sempurna.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi campuran yang lebih banyak agar memperoleh hasil yang lebih baik untuk mengetahui pengaruh dari *filler* abu sekam padi.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai abu sekam padi sebagai *filler* dibandingkan dengan *filler* abu batu maupun *filler* jenis lain dengan menggunakan perbandingan volume antar kedua jenis *filler* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. -----, 1983, **PETUNJUK PELAKSANAAN LATASTON,** No.12/PT/B/1983, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
2. -----, 1987, **PETUNJUK PELAKSANAAN LASTON,** No.13/PT/B/1987, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
3. -----, 1994, **PANDUAN PRAKTIKUM JALAN RAYA**,Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. C.P. Corne & Associates LTD, 1986, **CENTRAL QUALITY CONTROL AND MONITORING UNIT,** Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, jakarta.
5. Ishai Ilan and Craus Joseph, 1977, **EFFECT OF THE FILLER ON AGGREGATE-BITUMINOUS MIXTURES,** Proceedings Association of Aspalt Paving Technologists, Aspalt Paving Technology.
6. I Gede Deddy K.A, 1994, **PENDEKATAN PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS**, UGM, Yogyakarta.
7. Ign. Rudy Haryono, 1998, **PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR DALAM CAMPURAN HRS B TERHADAP CAMPURAN BERBAGAI KADAR ASPAL**, UGM, Yogyakarta.
8. Kerb and Walker, 1971, **HIGHWAY MATERIAL,**Mc Grow-hill Book Company, Virginia Polytechnic and State University, USA.

9. Murdagama dan Nugroho P. Agung,1999, **CAMPURAN BETON ASPAL ANTARA ASBUTON B-20 DAN AC 80/100 DAN BAHAN TAMBAH PC SEBAGAI FILLER MENGGUNAKAN UJI MARSHALL,** UII, Yogyakarta.
10. Oglesby Clarkson H. dan Hicks Gary R, 1996, **TEKNIK JALAN RAYA**, Jilid 2, Edisi ke IV, Erlangga, Jakarta.
11. Sukirman Silvia, 1992, **PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**, Nova, Bandung.
12. Swamy, R.N, 1986, **CONCRETE TECHNOLOGY AND DESIGN CEMEN REPLACEMENT MATERIAL,** Volume 3, Reader in Civil and Strukture Engineering University of Sheffield, USA.
13. Suprapto TM, 1994, **BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA,** Yogyakarta.
14. The Aspalt Institute,1983, **ASPALT TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION PRACTICES,** Educational Series No.1 (ES-1), Second Edition, USA.
15. The Aspalt Institute, 1974, **MIX DESIGN METHODS FOR ASPALT CONCRETE,** Manual Series No.2 (MS-2), Fourth Edition, USA.
16. Yusup Tri W, 1995, **PENGARUH PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN EMULSI BERGRADASI RAPAT (CEBR),** UGM, Yogyakarta.

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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

Kartu I

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	DIDI WIJANARKO	94 310 213		TST
2	MUSTAMIL ARIEF	94 310 022		TST

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

.....

Dosen Pembimbing I : IR. H. BACHNAS, MSc

Dosen Pembimbing II : IR. SUDARKAH, MT

Yogyakarta, 25 Mei 2000

Dekan,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

IR. H. ASRORUDDIN BM ARIS, MS

1



2



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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR Kartu II.

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
		91-213		
		91-022		

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

.....

Dosen Pembimbing I : Ir. [illegible]
Dosen Pembimbing II : [illegible]

1 2

Yogyakarta,
D e k a n,

3 x 4

3 x 4

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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR Kartu III.

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
		94-213		
		94-022		

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

.....

Dosen Pembimbing I : Bachtiar S
Dosen Pembimbing II : Sutarkah

1 2

Yogyakarta,
Dekan,

3 x 4

3 x 4

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pengirim sample :
Jenis campuran : HRS untuk mencari aspal optimum
Tanggal :

Dikerjakan Oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko
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	s
1	66,150	5,26	5	1170	1178	663	515	2,272	2,489	9,878	81,413	8,710	18,587	53,142	8,710	281	963,184	870,477	3,048	285,590
2	65,600	5,26	5	1168	1179	644	535	2,183	2,489	9,492	78,235	12,273	21,765	43,612	12,273	283	970,039	890,011	3,302	269,537
3	65,617	5,26	5	1176	1187	647	540	2,178	2,489	9,469	78,042	12,490	21,958	43,121	12,490	288	987,178	905,316	3,556	254,588
rata2	***65,789***	***5,26***	***5***	***1171,333***	***1181,333***	***651,333***	***530,000***	***2,211***	***2,489***	***9,613***	***79,230***	***11,157***	***20,770***	***46,625***	***11,157***	***284,000***	***973,467***	***888,601***	***3,302***	***269,905***
1	64,283	6,38	6	1170	1181	647	534	2,191	2,458	11,431	77,690	10,879	22,310	51,238	10,879	345	1182,557	1126,149	3,556	316,690
2	64,300	6,38	6	1177	1183	650	533	2,208	2,458	11,521	78,301	10,178	21,699	53,096	10,178	350	1199,695	1141,894	3,302	345,819
3	63,160	6,38	6	1141	1150	649	501	2,277	2,458	11,882	80,754	7,363	19,246	61,740	7,363	320	1096,864	1106,187	3,556	311,076
rata2	***63,914***	***6,38***	***6***	***1162,667***	***1171,333***	***648,667***	***522,667***	***2,226***	***2,458***	***11,612***	***78,915***	***9,473***	***21,085***	***55,358***	***9,473***	***338,333***	***1159,705***	***1124,743***	***3,4713***	***324,528***
1	62,430	7,53	7	1166,5	1174	674	500	2,333	2,429	14,201	81,844	3,955	18,156	78,217	3,955	410	1405,357	1442,950	3,81	378,727
2	64,670	7,53	7	1164	1175	656	519	2,243	2,429	13,652	78,679	7,669	21,321	64,029	7,669	345	1182,557	1113,649	3,810	292,296
3	63,950	7,53	7	1189	1198	684	514	2,313	2,429	14,081	81,151	4,769	18,849	74,700	4,769	360	1233,972	1189,549	3,048	390,272
rata2	***63,683***	***7,53***	***7***	***1173,167***	***1182,333***	***671,333***	***511,000***	***2,296***	***2,429***	***13,978***	***80,558***	***5,464***	***19,442***	***72,315***	***5,464***	***371,667***	***1273,962***	***1248,716***	***3,556***	***353,765***
1	63,070	8,70	8	1179	1185	678	507	2,325	2,400	16,177	80,702	3,121	19,298	83,827	3,121	320	1096,864	1108,655	4,826	229,726
2	62,033	8,70	8	1168	1174	677	497	2,350	2,400	16,349	81,558	2,094	18,442	88,647	2,094	285	976,895	1012,722	4,826	209,847
3	61,700	8,70	8	1152	1158	666	492	2,341	2,400	16,288	81,258	2,454	18,742	86,908	2,454	282	966,611	1010,322	4,572	220,980
rata2	***62,268***	***8,70***	***8***	***1166,333***	***1172,333***	***673,667***	***498,667***	***2,339***	***2,400***	***16,271***	***81,172***	***2,556***	***18,828***	***86,461***	***2,556***	***295,667***	***1013,457***	***1043,900***	***4,741***	***220,184***
1	62,250	9,89	9	1159	1162	669	493	2,351	2,372	18,398	80,699	0,903	19,301	95,324	0,903	201	688,968	710,498	5,334	133,202
2	67,383	9,89	9	1160	1166	670	496	2,339	2,372	18,303	80,280	1,417	19,720	92,815	1,417	262	898,057	787,776	6,096	129,228
3	63,350	9,89	9	1175	1180	676	504	2,331	2,372	18,245	80,027	1,727	19,973	91,352	1,727	221	757,522	760,362	7,874	96,566
rata2	***64,328***	***9,89***	***9***	***1164,667***	***1169,333***	***671,667***	***497,667***	***2,340***	***2,372***	***18,316***	***80,336***	***1,349***	***19,664***	***93,164***	***1,349***	***228,000***	***781,516***	***752,879***	***6,435***	***119,665***

t = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat kering/sebelum direndam (gr)
d = berat dalam keadaan ssd (gr)
e = berat di dalam air (gr)
f = Vol. (isi) = d - e
g = berat isi sampel = c / f, (gr/cc)

h = Bj maksimum (teoritis) {100 : ((% Aggr/B.J.Aggr)+(% Asp/B.J.Asp))}
i = (b x g)/B.J aspal)
j = ((100-b)x g)/B.J aggr
k = (100v - i - j) jumlah kandungan rongga, (%)
l = (100 - j) rongga terhadap agregat
m = (100 x i/l), rongga yang terisi aspal (VFWA), (%)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x G/H)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS), (kg)
r = FLOW (kelelahan plastis), (mm)
s = Marshall Quotient (q/r), (Kg/mm)
- Suhu pencampuran : ± 160° C
- Suhu pemadatan : ± 140° C
- Suhu Waterbath : ± 60° C

- B.J. Aspal : 1.15
- B.J. Agregat : 2,651
- Tanda tangan

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT.)

Lampiran 1

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pengirim sample :
Jenis campuran : HRS dengan Filler Abu Batu
Tanggal :

Dikerjakan Oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko
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	s
F2,1	63,980	7,76	7,2	1172	1185	673	512	2,289	2,424	14,332	80,100	5,569	19,900	72,017	5,569	354	1213,406	1166,811	3,556	328,125
F2,2	64,820	7,76	7,2	1165	1180	660	520	2,240	2,424	14,027	78,397	7,577	21,603	64,928	7,577	258	884,347	829,163	3,556	233,173
F2,3	63,450	7,76	7,2	1179	1185	676	509	2,316	2,424	14,502	81,053	4,445	18,947	76,541	4,445	411	1408,785	1410,616	3,302	427,201
rata2	***64,083***	***7,76***	***7,2***	***1172,00***	***1183,33***	***669,67***	***513,67***	***2,282***	***2,424***	***14,287***	***79,850***	***5,863***	***20,150***	***71,162***	***5,863***	***341,000***	***1168,846***	***1135,530***	***3,471***	***329,499***
F4,1	62,650	7,76	7,2	1162	1171	664	507	2,292	2,423	14,349	80,230	5,421	19,770	72,581	5,421	343	1175,701	1200,744	3,556	337,667
F4,2	63,350	7,76	7,2	1173	1181	672	509	2,305	2,423	14,428	80,671	4,901	19,329	74,647	4,901	340	1165,418	1169,847	3,302	354,284
F4,3	62,600	7,76	7,2	1166	1175	669	506	2,304	2,423	14,427	80,665	4,908	19,335	74,618	4,908	360	1233,972	1261,736	3,302	382,113
rata2	***62,867***	***7,76***	***7,2***	***1167,00***	***1175,67***	***668,33***	***507,33***	***2,300***	***2,423***	***14,402***	***80,522***	***5,076***	***19,478***	***73,949***	***5,076***	***347,667***	***1191,697***	***1210,775***	***3,387***	***358,021***
F6,1	63,400	7,76	7,2	1171	1181	672	509	2,301	2,422	14,404	80,564	5,032	19,436	74,108	5,032	361	1237,400	1240,493	3,302	375,679
F6,2	62,300	7,76	7,2	1173	1178,5	677	502	2,339	2,422	14,644	81,909	3,447	18,091	80,945	3,447	365	1251,111	1288,644	3,556	362,386
F6,3	63,783	7,76	7,2	1186	1192,5	682	511	2,323	2,422	14,545	81,356	4,098	18,644	78,017	4,098	350	1199,695	1191,297	3,810	312,676
rata2	***63,161***	***7,76***	***7,2***	***1176,67***	***1184,00***	***677,00***	***507,00***	***2,321***	***2,422***	***14,531***	***81,276***	***4,193***	***18,724***	***77,690***	***4,193***	***358,667***	***1229,402***	***1240,145***	***3,556***	***350,247***
F8,1	63,133	7,76	7,2	1181	1185	679	506	2,334	2,422	14,613	81,765	3,623	18,235	80,134	3,623	327	1120,858	1131,170	4,318	261,966
F8,2	62,917	7,76	7,2	1177	1183	679	504	2,335	2,422	14,621	81,811	3,568	18,189	80,385	3,568	395	1353,942	1373,709	4,318	318,135
F8,3	65,867	7,76	7,2	1170	1183	665	518	2,259	2,422	14,141	79,127	6,732	20,873	67,748	6,732	300	1028,310	936,585	4,318	216,902
rata2	***63,972***	***7,76***	***7,2***	***1176,00***	***1183,67***	***674,33***	***509,33***	***2,309***	***2,422***	***14,458***	***80,901***	***4,641***	***19,099***	***76,089***	***4,641***	***340,667***	***1167,703***	***1147,155***	***4,318***	***265,668***

t = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat kering/sebelum direndam (gr)
d = berat dalam keadaan ssd (gr)
e = berat di dalam air (gr)
f = Vol. (isi) = d - e
g = berat isi sampel = c / f, (gr/cc)

h = Bj maksimum (teoritis) {100 : ((% Aggr/B.J.Aggr)+(% Asp/B.J.Asp))}
i = (b x g)/B.J aspal)
j = ((100-b)x g)/B.J aggr
k = (100v - i - j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100 - j) rongga terhadap agregat
m = (100 x i/l), rongga yang terisi aspal (VFWA), (%)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x G/H)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS), (K
r = FLOW (kelelahan plastis), (mm)
s = Marshall Quotient (q/r), (Kg/mm)
- Suhu pencampuran : ± 160° C
- Suhu pemadatan : ± 140° C
- Suhu Waterbath : ± 60° C

- B.J. Aspal : 1,15
- B.J. Agregat Filler 2% : 2,652
- B.J. Agregat Filler 4% : 2,651
- B.J. Agregat Filler 6% : 2,65
- B.J. Agregat Filler 8% : 2,649

- Tanda tangan

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT.)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pengirim sample :
Jenis campuran : HRS dengan Filler Abu Sekam Padi
Tanggal : 13 Oktober 2000

Dikerjakan Oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko
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	s
F2,1	64,770	7,76	7,2	1174	1184	670,5	514	2,286	2,413	14,314	80,427	5,259	19,573	73,13	5,259	350	1199,695	1126,514	3,048	369,591
F2,2	65,000	7,76	7,2	1165	1180	671,5	509	2,291	2,413	14,344	80,595	5,061	19,405	73,919	5,061	265	908,341	847,209	3,302	256,575
F2,3	65,500	7,76	7,2	1184	1189	675,5	514	2,306	2,413	14,436	81,112	4,452	18,888	76,429	4,452	280	959,756	882,976	3,048	289,690
rata2	***65,090***	***7,76***	***7,2***	***1174,333***	***1184,333***	***672,500***	***511,833***	***2,294***	***2,413***	***14,365***	***80,711***	***4,924***	***19,289***	***74,493***	***4,924***	***298,333***	***1022,597***	***952,233***	***3,133***	***305,285***
F4,1	65,970	7,76	7,2	1170	1183	673,5	510	2,296	2,401	14,377	81,275	4,348	18,725	76,781	4,348	355	1216,834	1105,250	2,794	395,580
F4,2	65,970	7,76	7,2	1175	1184	672,0	512	2,295	2,401	14,368	81,224	4,408	18,776	76,523	4,408	265	908,341	825,046	3,048	270,684
F4,3	65,700	7,76	7,2	1176	1183	672,5	511	2,304	2,401	14,423	81,532	4,046	18,468	78,095	4,046	355	1216,834	1113,403	3,302	337,190
rata2	***65,880***	***7,76***	***7,2***	***1173,667***	***1183,333***	***672,667***	***510,667***	***2,298***	***2,401***	***14,389***	***81,344***	***4,267***	***18,656***	***77,133***	***4,267***	***325,000***	***1114,003***	***1014,566***	***3,048***	***334,485***
F6,1	66,330	7,76	7,2	1175	1186	664,0	522	2,251	2,388	14,093	80,157	5,750	19,843	71,022	5,750	276	946,045	850,778	3,302	257,655
F6,2	68,780	7,76	7,2	1177	1184	662,0	522	2,255	2,388	14,117	80,293	5,590	19,707	71,635	5,590	250	856,925	733,014	2,794	262,353
F6,3	69,250	7,76	7,2	1176	1186	658,0	528	2,227	2,388	13,945	79,313	6,742	20,687	67,409	6,742	235	805,510	685,327	3,302	207,549
rata2	***68,120***	***7,76***	***7,2***	***1176,000***	***1185,333***	***661,333***	***524,000***	***2,244***	***2,388***	***14,052***	***79,921***	***6,027***	***20,079***	***70,022***	***6,027***	***253,667***	***869,493***	***756,373***	***3,133***	***242,519***
F8,1	70,270	7,76	7,2	1177	1184	640,0	544	2,164	2,376	13,546	77,522	8,932	22,478	60,264	8,932	237	812,365	683,118	3,048	224,120
F8,2	70,570	7,76	7,2	1179	1184	642,5	542	2,177	2,376	13,632	78,012	8,356	21,988	61,997	8,356	257	880,919	738,210	3,556	207,596
F8,3	69,950	7,76	7,2	1176	1183	665,5	518	2,272	2,376	14,228	81,423	4,350	18,577	76,586	4,350	260	891,202	752,174	3,556	211,523
rata2	***70,263***	***7,76***	***7,2***	***1177,333***	***1183,667***	***649,333***	***534,333***	***2,204***	***2,376***	***13,802***	***78,986***	***7,212***	***21,014***	***66,282***	***7,212***	***251,333***	***861,495***	***724,501***	***3,387***	***214,413***

t = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan
b = % aspal terhadap campuran
c = berat kering/sebelum direndam (gr)
d = berat dalam keadaan ssd (gr)
e = berat di dalam air (gr)
f = Vol. (isi) = d - e
g = berat isi sampel = c / f, (gr/cc)

h = Bj maksimum (teoritis)
{100 : ((% Aggr/B.J.Aggr)+(% Asp/B.J.Asp))}
l = (b x g)/B.J aspal)
j = ((100-b)x g)/B.J aggr
k = (100v - l - j) jumlah kandungan rongga (%)
l = (100 - j) rongga terhadap agregat
m = (100 x l/l), rongga yang terisi aspal (VFWA), (%)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x G/H)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS), Kg)
r = FLOW (kelelahan plastis)
s = Marshall Quotient (q/r), (Kg/mm)
- Suhu pencampuran : ± 160° C
- Suhu pemadatan : ± 140° C
- Suhu Waterbath : ± 60° C

- B.J. Aspal : 1.15
- B.J. Agregat dg Filler 2% : 2.638
- B.J. Agregat dg Filler 4% : 2.622
- B.J. Agregat dg Filler 6% : 2.606
- B.J. Agregat dg Filler 8% : 2.59
- Tanda tangan

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT.)

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

Pekerjaan / Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pengirim sample :
Jenis campuran : Immersion abu batu dan abu sekam padi
Tanggal :

Dikerjakan Oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko
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	s
AB-01	62,200	7,76	7,2	1150	1162	660	502	2,291	2,423	14,343	80,192	5,465	19,808	72,409	5,465	359	1230,544	1270,537	3,302	384,778
AB-02	63,117	7,76	7,2	1171	1180	675	505	2,319	2,423	14,518	81,172	4,311	18,828	77,105	4,311	350	1199,695	1211,212	3,556	340,611
AB-03	62,817	7,76	7,2	1177	1182	680	502	2,345	2,423	14,679	82,075	3,246	17,925	81,893	3,246	363	1244,255	1265,532	3,302	383,262
rata2	***62,711***	***7,76***	***7,2***	***1166,000***	***1174,667***	***671,667***	***503,000***	***2,318***	***2,423***	***14,513***	***81,146***	***4,340***	***18,854***	***77,136***	***4,340***	***357,333***	***1224,831***	***1249,094***	***3,387***	***369,550***
AB-11	62,817	7,76	7,2	1173	1184	683	501	2,341	2,423	14,659	81,959	3,382	18,041	81,254	3,382	360	1233,972	1255,073	5,080	247,062
AB-12	63,150	7,76	7,2	1175	1187	678	509	2,308	2,423	14,453	80,809	4,738	19,191	75,310	4,738	345	1182,557	1192,963	3,048	391,392
AB-13	62,033	7,76	7,2	1164	1173	673	500	2,328	2,423	14,575	81,493	3,932	18,507	78,756	3,932	350	1199,695	1243,724	3,810	326,437
rata2	***62,667***	***7,76***	***7,2***	***1170,667***	***1181,333***	***678,000***	***503,333***	***2,326***	***2,423***	***14,562***	***81,420***	***4,017***	***18,580***	***78,440***	***4,017***	***351,667***	***1205,408***	***1230,587***	***3,979***	***321,630***
AS-01	65,267	7,76	7,2	1175	1187	673	514	2,286	2,401	14,312	80,908	4,780	19,092	74,964	4,780	314	1076,298	996,437	3,810	261,532
AS-02	66,433	7,76	7,2	1176	1185	672	513	2,292	2,401	14,352	81,134	4,513	18,866	76,077	4,513	343	1175,701	1054,251	2,794	377,327
AS-03	65,150	7,76	7,2	1170	1177	674	503	2,326	2,401	14,563	82,325	3,112	17,675	82,395	3,112	312	1069,442	993,298	2,540	391,062
rata2	***65,617***	***7,76***	***7,2***	***1173,667***	***1183,000***	***673,000***	***510,000***	***2,301***	***2,401***	***14,409***	***81,456***	***4,135***	***18,544***	***77,812***	***4,135***	***323,000***	***1107,147***	***1014,662***	***3,048***	***343,307***
AS-11	65,283	7,76	7,2	1172	1183	673,5	510	2,300	2,401	14,402	81,414	4,184	18,586	77,487	4,184	376	1288,815	1192,670	3,810	313,037
AS-12	66,067	7,76	7,2	1176	1187	671	516	2,279	2,401	14,269	80,663	5,068	19,337	73,790	5,068	296	1014,599	919,024	3,048	301,517
AS-13	65,933	7,76	7,2	1175	1184	673	511	2,299	2,401	14,396	81,383	4,221	18,617	77,328	4,221	265	908,341	825,863	3,302	250,110
rata2	***65,761***	***7,76***	***7,2***	***1174,333***	***1184,667***	***672,500***	***512,167***	***2,293***	***2,401***	***14,356***	***81,153***	***4,491***	***18,847***	***76,202***	***4,491***	***312,333***	***1070,585***	***979,186***	***3,387***	***288,221***

t = tebal benda uji (mm)
a = % aspal terhadap batuan
b = % as aspal terhadap campuran
c = berat kering/sebelum direndam (gr)
d = berat dalam keadaan ssd (gr)
e = berat di dalam air (gr)
f = Vol. (isi) = d - e
g = berat isi sampel = c / f, (gr/cc)

h = Bj maksimum (teoritis)
{100 : ((% Aggr/B.J.Aggr)+(% Asp/B.J.Asp))}
i = (b x g)/B.J aspal)
j = ((100 b)x g)/B.J aggr
k = (100v - i - j) jumlah kandungan rongga. (%)
l = (100 - j) rongga terhadap agregat
m = (100 x i/l), rongga yang terisi aspal (VFWA), (%)
n = rongga yang terisi campuran 100 - (100 x G/H)

o = pembacaan arloji (stabilitas)
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal sample (STABILITAS), (Kg)
r = FLOW (kelelahan plastis)
s = Marshall Quotient (q/r), (Kg/mm)
- Suhu pencampuran : ± 160° C
- Suhu pemadatan : ± 140° C
- Suhu Waterbath : ± 60° C

- B.J. Aspal : 1,15
- B.J. Agregat Fil abu batu 4,6% : 2,651
- B.J. Agregat Fil abu SP 4% : 2,622

- Tanda tangan

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT.)

Lampiran 4

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,8	22,8	2	98	97	100
	½	148,2	171	15	85	70	100
	3/8	182,4	353,4	31	69	58	80
	#4	159,6	513	45	55	50	60
	#8	22,8	535,8	47	53	46	60
	#30	171	706,8	62	38	16	60
	#50	102,6	809,4	71	29	10	48
	#100	171	980,4	86	14	3	26
	#200	102,6	1083	95	5	2	8
	PAN	57	1140	100	0		

Keterangan : Aspal 5 % (60 gr)
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,56	22,56	2	98	97	100
	½	146,64	169,2	15	85	70	100
	3/8	180,48	349,68	31	69	58	80
	#4	157,92	507,6	45	55	50	60
	#8	22,56	530,16	47	53	46	60
	#30	169,2	699,36	62	38	16	60
	#50	101,52	800,88	71	29	10	48
	#100	169,2	970,08	86	14	3	26
	#200	101,52	1071,6	95	5	2	8
	PAN	56,4	1128	100	0		

Keterangan : Aspal 6 % (72 gr)
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,32	22,32	2	98	97	100
	½	145,08	167,4	15	85	70	100
	3/8	178,56	345,96	31	69	58	80
	#4	156,24	502,2	45	55	50	60
	#8	22,32	524,52	47	53	46	60
	#30	167,4	691,92	62	38	16	60
	#50	100,44	792,36	71	29	10	48
	#100	167,4	959,76	86	14	3	26
	#200	100,44	1060,2	95	5	2	8
	PAN	55,8	1116	100	0		

Keterangan : Aspal 7 % (84 gr)
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,08	22,08	2	98	97	100
	½	143,52	165,6	15	85	70	100
	3/8	176,64	342,24	31	69	58	80
	#4	154,56	496,8	45	55	50	60
	#8	22,08	518,88	47	53	46	60
	#30	165,6	684,48	62	38	16	60
	#50	99,36	783,84	71	29	10	48
	#100	165,6	949,44	86	14	3	26
	#200	99,36	1048,8	95	5	2	8
	PAN	55,2	1104	100	0		

Keterangan : Aspal 8 % (96 gr)
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	21,84	21,84	2	98	97	100
	½	141,96	163,8	15	85	70	100
	3/8	174,72	338,52	31	69	58	80
	#4	152,88	491,4	45	55	50	60
	#8	21,84	513,24	47	53	46	60
	#30	163,8	677,04	62	38	16	60
	#50	98,28	775,32	71	29	10	48
	#100	163,8	939,12	86	14	3	26
	#200	98,28	1037,4	95	5	2	8
	PAN	54,6	1092	100	0		

Keterangan : Aspal 9 % (108 gr)
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	133,63	1091,33	98	2	2	8
	PAN	22,27	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler 2%
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	111,36	1069,06	96	4	2	8
	PAN	44,54	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler 4 %
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	89,08	1046,78	94	6	2	8
	PAN	66,82	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler 6 %
Tanggal
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	66,81	1024,51	92	8	2	8
	PAN	89,09	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler 8 %
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan Imersion Abu Batu
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	Lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	104,67	1062,37	95,4	4,6	2	8
	PAN	51,23	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler Abu Batu 4,6 %
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo
Pekerjaan : Analisa saringan Imersion Abu Sekam Padi
Janis Agregat :
Diterima Tgl. :
Selesai Tgl. :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN (gr)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI (%)	
mm	inch	tertahan	Jumlah	tertahan	lolos	Min.	Max.
	¾	22,27	22,27	2	98	97	100
	½	144,77	167,04	15	85	70	100
	3/8	178,18	345,22	31	69	58	80
	#4	155,9	501,12	45	55	50	60
	#8	22,27	523,39	47	53	46	60
	#30	167,04	690,43	62	38	16	60
	#50	100,23	790,66	71	29	10	48
	#100	167,04	957,7	86	14	3	26
	#200	111,36	1069,06	96	4	2	8
	PAN	44,54	1113,6	100	0		

Keterangan : Aspal 7,2 % (86,4 gr), dengan kadar filler Abu Sekam Padi 4%
Tanggal :
Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T 96 - 77

contoh dari : Clereng — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : Batu Clereng — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : 12 Agustus 2000

JENIS GRADASI SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3'')	63,5 mm (2,5'')		
63,5 mm (2,5'')	50,8 mm (2'')		
50,8 mm (2'')	37,5 mm (1,5'')		
37,5 mm (1,5'')	25,4 mm (1'')		
25,4 mm (1'')	19,0 mm (3/4'')		
19,0 mm (3/4'')	12,5 mm (0,5'')	2500 gr	
12,5 mm (0,5'')	9,5 mm (3/8'')	2500 gr	
9,5 mm (3/8'')	6,3 mm (1/4'')		
6.3 mm (1/4'')	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		4034 gr	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$		19, 32 %	

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176-73

contoh dari : BATU CLERENG — Dikerjakan oleh : Bustanul Arifin
Lokasi : Lab. UII — Didi Wijanarko
Ditest tgl : September 2000 — Diperiksa oleh :
Selasai tgl : September 2000

TRIAL NUMBER		Benda Uji 1
Seaking (10.1 Min)	Start	13.25 WIB
	Stop	13.35 WIB
Sedimentation time (20 Min-15 Sec)	Start	13.35 WIB
	Stop	13.55 WIB
Clay Reading		4,3
Sand Reading		3,8
$SE = \frac{Sand\ Reading}{Clay\ Reading} x100\%$	88,372 %	
Average Sand Equivalen		
Remark Kadar Lumpur = 100 % - 88,372 = 11,628 %		

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHALT

contoh dari : PT.PERWTA KARYA
Jenis Contoh : AC 60/70
Diperiksa Tgl. : 16 Agustus 2000

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25° C	9.45 WIB
SELAESAI PEMANASAN	140° C	9.52 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG (25° C)		
MULAI	140° C	9.52 WIB
SELESAI	25° C	10.52 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25° C	11.00 WIB
SELESAI	25° C	11.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

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

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

contoh dari : Clereng — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : Agregat Kasar — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : September 2000

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) ⟶ (BJ)	1500 gr	
BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR (BA)	935,5 gr	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	1492 gr	
BERAT JENIS (BLUK) = $\frac{BK}{BJ - BA}$	2,643	
BERAT JENIS SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,657	
BJ SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,681	
PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$	0,536 %	

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

contoh dari : Clereng — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : Agregat Kasar — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : September 2000

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	645 gr	
BERAT VICNOMETER + AIR (B) + BENDA UJI (BT)	961 gr	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	490 gr	
BERAT JENIS $= \frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,663	
BERAT JENIS SSD $= \frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.717	
BJ. SEMU $= \frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.816	
PENYERAPAN $= \frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\ \%$	2,042 %	

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 895042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS FILLER
ABU BATU

Contoh dari : Abu Batu — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : Clereng, Kulonprogo — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : Agustus 2000

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	20,62 gr
2.	Berat vicnometer + Aquadest	70,53 gr
3.	Berat air (2 – 1)	49,91 gr
4.	Berat vicnometer + abu batu	27,187 gr
5.	Berat Abu batu (4 – 1)	6,567 gr
6.	Berat vicnometer + abu batu + aquadest	74,577 gr
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	47,39 gr
8.	Volume abu batu (3 – 7)	2,52 gr
9.	Berat jenis abu batu : berat/vol (5/8)	2,606

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman ,MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS FILLER
ABU SEKAM PADI

Contoh dari : Abu sekam padi
Jenis Contoh : Godean
Diperiksa Tgl. : Agustus 2000

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	20,62 gr
2.	Berat vicnometer + Aquadest	70,53 gr
3.	Berat air (2 – 1)	49,91 gr
4.	Berat vicnometer + abu sekam padi	25,7 gr
5.	Berat Abu sekam padi (4 – 1)	5,08 gr
6.	Berat vicnometer + abu sekam padi + aquadest	73,12 gr
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	47,42 gr
8.	Volume abu sekam padi (3 – 7)	2,49 gr
9.	Berat jenis abu sekam padi : berat/vol (5/8)	2,04

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman ,MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 895042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina
Jenis Contoh : AC 60 – 70
Diperiksa Tgl. : 16 Agustus 2000

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

No.	Urutan Pemeriksaan	Berat
1.	Berat vicnometer kosong	17,45 gr
2.	Berat vicnometer + Aquadest	40,15 gr
3.	Berat air (2 – 1)	22,7 gr
4.	Berat vicnometer + asphal	19,83 gr
5.	Berat Asphal (4 – 1)	2,38 gr
6.	Berat vicnometer + asphal – aquadest	40,47 gr
7.	Berat airnya saja (6 – 4)	20,64 gr
8.	Volume asphal (3 – 7)	2,06 gr
9.	Berat jenis asphal : berat vol (5/8)	1,15

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN KELARUTAN DALAM CCL_4

(SOLUBILITY)

Jenis Aspal : AC 60 / 70
Lokasi : Lab. UII
Ditest tgl : September 2000
Selasai tgl : September 2000

Dikerjakan oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko
Diperiksa oleh :

Pembukaan contoh suhu	DIPANASKAN		Pembacaan Waktu	Pembacaan
	Mulai Selesai	Jam Jam		
PEMERIKSAAN				
1. Penimbangan	Mulai	Jam	10.15 WIB	
2. Pelarutan	Mulai	Jam	10.13 WIB	
3. Penyaringan	Mulai	Jam	10.30 WIB	
	Selesai	Jam	10.33 WIB	
4. Di Oven	Mulai	Jam	10.33 WIB	
5. Penimbangan	Selasai	Jam	11.00 WIB	60° C

1. Berat botol Elemeyer kosong	= 74,3	gr
2. Berat Elemeyar + aspal	= 76,3	gr
3. Berat aspal (2-1)	= 2	gr
4. Berat kertas saring bersih	= 0,65	gr
5. Berat kertas saring + endapan	= 0,66	gr
6. Berat endapanya saja (5-4)	= 0,01	gr
7. Prosentase endapan ($\frac{6}{3}$ x 100 %)	= 0,5	%
8. Bitumen yang larut (100 % - 7)	= 99,5	%

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Aspal Pertamina
Jenis Contoh : AC 60 – 70
Diperiksa Tgl. : 16 Agustus 2000

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Tahapan Pemeriksaan	Proses pemeriksaan	Pembacaan Waktu		Pembacaan suhu
Persiapan *benda uji*	Contoh *dipanaskan*	Mulai Selesai	09.00 WIB 09.15 WIB	Pembacaan suhu *oven* ± 135° C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	Mulai Selsai	09.15 WIB 10.15 WIB	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25° C	Mulai Selesai	10.15 WIB 11.15 WIB	Pembacaan suhu Water Bath ± 25° C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25° C 5 cm per menit	Mulai Selesai	11.15 WIB 11.35 WIB	Pembacaan suhu alat ± 25° C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I Pengamatan II	≥118 cm
Rata – rata	≥118 cm

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Aspal Pertamina
Jenis Contoh : AC 60 – 70 + filler abu batu 4,6 %
Diperiksa Tgl. : 22 Februari 2001

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Tahapan Pemeriksaan	Proses pemeriksaan	Pembacaan Waktu		Pembacaan suhu
Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	Mulai Selesai	10.30 WIB 10.45 WIB	Pembacaan suhu oven = 135° C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	Mulai Selsai	10.45 WIB 11.45 WIB	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25° C	Mulai Selesai	11.45 WIB 12.45 WIB	Pembacaan suhu Water Bath = 25° C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25° C 5 cm per menit	Mulai Selesai	12.45 WIB 13.05 WIB	Pembacaan suhu alat = 25° C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	56 cm
Pengamatan II	63,5 cm
Rata – rata	59,75 cm

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

Contoh dari : Aspal Pertamina
Jenis Contoh : AC 60 – 70 –
filler abu sekam padi 4 %
Diperiksa Tgl. : 23 Februari 2001

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDU

Tahapan Pemeriksaan	Proses pemeriksaan	Pembacaan Waktu		Pembacaan suhu
Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	Mulai Selesai	09.00 WIB 09.15 WIB	Pembacaan suhu oven ± 135° C
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	Mulai Selsai	09.15 WIB 10.15 WIB	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25° C	Mulai Selesai	10.15 WIB 11.15 WIB	Pembacaan suhu Water Bath ± 25° C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25° C 5 cm per menit	Mulai Selesai	11.15 WIB 11.20 WIB	Pembacaan suhu alat ± 25° C

DAKTILITAS pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	3,5 cm
Pengamatan II	3,6 cm
Rata – rata	3,55 cm

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin

Jenis Contoh : AC 60 – 70 — Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 16 Agustus 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	9.15 WIB
SELESAI	23° C	10.15 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25° C)		
MULAI	27° C	10.15 WIB
SELESAI	25° C	11.15 WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	65 mm	59 mm	
2.	66 mm	64 mm	
3.	65 mm	65 mm	
4.	60 mm	62 mm	
5.	64 mm	63 mm	
Rata2	64 mm	62,3 mm	
	63,15 mm		

I II

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin

Jenis Contoh : AC 60 – 70 + filler abu batu 4,6 % — Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 22 Februari 2001

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	10.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	10.45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	10.45 WIB
SELESAI	23° C	11.45 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25° C)		
MULAI	25° C	11.45 WIB
SELESAI	25° C	12.45 WIB

HASIL PENGAMATAN

Dengan Pembebanan 100 gr (pemberat 50 gr + jarum 50 gr)

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	39 mm		
2.	40 mm		
3.	39 mm		
4.	40 mm		
5.	43 mm		
Rata2	40,2 mm		I II

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin

Jenis Contoh : AC 60 – 70+ filler abu sekam padi 4% — Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 16 Agustus 2000

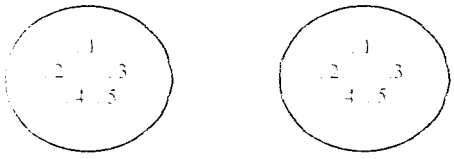
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	140° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140° C	9.15 WIB
SELESAI	23° C	10.15 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU (25° C)		
MULAI	27° C	10.20 WIB
SELESAI	25° C	11.20 WIB

HASIL PENGAMATAN

Dengan Pembebanan 100 gr (50 gr pemberat + 50 gr jarum)

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	25 mm	27 mm	
2.	27 mm	25 mm	
3.	23 mm	25 mm	
4.	25 mm	26 mm	
5.	26 mm	27 mm	
Rata2	25,2 mm	26 mm	I II

Dengan Pembebanan 200 gr (150 gr pemberat + 50 gr jarum)

No.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	35 mm	42 mm	
2.	36 mm	39 mm	
3.	35 mm	39 mm	
4.	40 mm	41 mm	
5.	40 mm	38 mm	
Rata2	37,2 mm	39,8 mm	I II

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : AC 60 – 70 — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : 19 Agustus 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	9.15 WIB
SELESAI	23° C	10.15 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	23° C	10.15 WIB
SELESAI	348° C	11.46 WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	338° C	348° C
II		
RATA-RATA	338° C	348° C

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Aspal Pertamina Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : AC 60 – 70+ filler abu batu 4,6 % Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : 22 Februari 2001

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	10.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	10.45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	10.45 WIB
SELESAI	23° C	11.45 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	23° C	11.45 WIB
SELESAI	340° C	12.50 WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	320° C	340° C
II		
RATA-RATA	320° C	340° C

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Jenis Contoh : AC 60 – 70+ filler abu sekam padi 4 % — Didi Wijanarko
Diperiksa Tgl. : 23 Februari 2001

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	140° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140° C	9.15 WIB
SELESAI	23° C	10.15 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	23° C	10.15 WIB
SELESAI	345° C	11.10 WIB

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	325° C	345° C
II		
RATA-RATA	325° C	345° C

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 895330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh : Bustanul Arifin

Jenis Contoh : AC 60 – 70 — Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 19 Agustus 2000

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	9.15 WIB
SELESAI	27° C	10.15 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25° C	12.30 WIB
SELESAI	55° C	12.35 WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	SUHU YANG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK) I	WAKTU (DETIK) II	TITIK LEMBEK I	TITIK LEMBEK II
1.	5	0	0		
2.	10	185	185		
3.	15	170	170		
4.	20	87	87		
5.	25	65	65		
6.	30	75	75		
7.	35	60	60		
8.	40	60	60		
9.	45	40	40		
10.	50	37	37		
11.	55	42	42	54° C	55°C

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina — Diperiksa oleh: Bustanul Arifin

Jenis Contoh : AC 60 – 70 + filler abu batu 4,6% — Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 22 Februari 2001

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	10.30 WIB
SELESAI PEMANASAN	150° C	10.45 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150° C	10.45 WIB
SELESAI	27° C	11.45 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25° C	11.45 WIB
SELESAI	56° C	12.05 WIB

HASIL PENGAMATAN

No.	SUHU YANG DIAMATI (°C)	WAKTU (DETIK)		TITIK LEMBEK	
		I	II	I	II
1.	5	0	0	56,5° C	56°C
2.	10	175	175		
3.	15	120	120		
4.	20	87	87		
5.	25	82	82		
6.	30	75	75		
7.	35	60	60		
8.	40	60	60		
9.	45	66	66		
10.	50	74	74		
11.	55	66	66		
12.	56	7,5	5,5		

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)

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

PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPHAL

Contoh dari : Aspal Pertamina
Jenis Contoh : AC 60 – 70 + %
filler abu sekam padi 4 %

Diperiksa oleh : Bustanul Arifin
Didi Wijanarko

Diperiksa Tgl. : 23 Februari 2001

PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	23° C	9.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	140° C	9.15 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	140° C	10.15 WIB
SELESAI	23° C	11.15 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25° C	12.45 WIB
SELESAI	- ° C	WIB

HASIL PENGAMATAN

No	Suhu yg Diamati	Waktu (Detik) I	Waktu (Detik) II	Titik Lembek I	Titik Lembek II	No	Suhu yg Diamati	Waktu (Detik) I	Waktu (Detik) II	Titik Lembek I	Titik Lembek II
1	5	0	0			12	60	90	90		
2	10	200	200			13	65	120	120		
3	15	180	180			14	70	120	120		
4	20	175	175			15	75	120	120		
5	25	190	190			16	80	120	120		
6	30	180	180			17	85	120	120		
7	35	180	180			18	90	100	100		
8	40	120	120			19	95	160	160		
9	45	150	150			20	100	120	120		
10	50	90	90			21	105	120	120		
11	55	180	180			22	Dihentikan				

Yogyakarta, Maret 2001
Kepala Lab. Jalan Raya UII
a.n.

(Ir. Iskandar Saifurohman, MT)