

**TUGAS AKHIR**  
**PERBEDAAN PENGGUNAAN ASPAL**  
**HBA 50 DENGAN AC 60 - 70 PADA LAPIS**  
**NONSTRUKTURAL SURFACE COURSE UNTUK**  
**JALAN RAYA KELAS I**



**Disusun Oleh :**

**WARDANI**

---

**No. Mhs. : 92 310 291**

**NIRM : 920051013114120291**

**SUSILA UTAMA**

---

**No. Mhs. : 92 310 208**

**NIRM : 920051013114120208**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**1998/1999**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERBEDAAN PENGGUNAAN ASPAL  
HBA 50 DENGAN AC 60 - 70 PADA LAPIS  
NONSTRUKTURAL SURFACE COURSE UNTUK  
JALAN RAYA KELAS I**

Disusun oleh :

WARDANI

No. Mhs. : 92 310 291

NIRM. : 920051013114120291

SUSILA UTAMA

No. Mhs. : 92 310 208

NIRM. : 920051013114120208

Diperiksa oleh :

Dosen Pembimbing I :

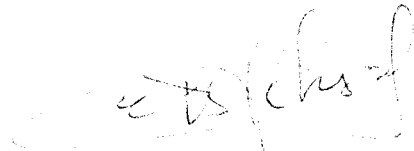


( Ir. H. Balya Umar, MSc )

Tanggal : 4/5/99



Dosen Pembimbing II :



( Ir. H. Bachnas, MSc )

Tanggal : 3 - 5 - 99

## KATA PENGANTAR

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan sesuai dengan yang diharapkan.

Tugas Akhir merupakan salah satu tugas wajib yang ditentukan dalam kurikulum jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dan merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan.

Tugas Akhir yang mengambil judul **Perbedaan Penggunaan Aspal HBA 50 dengan AC 60-70 pada Lapis Nonstruktural Surface Course untuk Jalan Raya Kelas I** disusun dengan harapan dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan suatu masukan dalam bidang ilmu transportasi.

Pada kesempatan ini kami ucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Atas jasa-jasa beliau tersebut dibawah ini kami ucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

2. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS., selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSc., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Syamsudin, sebagai petugas Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Bapak Sukamto, sebagai petugas Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir dari awal hingga akhir.

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

Disadari sepenuhnya bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga diharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran yang dapat lebih menyempurnakan. Akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa teknik sipil pada khususnya.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ وَالزَّكَاةُ وَالْحَقُّ وَالْوَظْفُ

Yogyakarta, Februari 1999

Penyusun

## DAFTAR ISI

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....           | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....       | ii   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....          | iii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....              | v    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....         | x    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....            | xiii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....           | xiv  |
| <b>INTISARI</b> .....                | xv   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1    |
| 1.2 Manfaat Penelitian .....         | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....          | 2    |
| 1.4 Batasan Penelitian .....         | 2    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> ..... | 3    |
| 2.1 Aspal .....                      | 3    |
| 2.1.1 Aspal semen 60-70 .....        | 4    |
| 2.1.2 HBA 50 .....                   | 4    |
| 2.2 Agregat .....                    | 5    |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3 Bahan Tambah .....   | 5         |
| 2.4 Filler .....   | 6         |
| 2.5 Kerosene .....   | 6         |
| 2.6 Beton Aspal .....  | 6         |
| <b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>                            | <b>8</b>  |
| 3.1 Perkerasan Lentur .....                                    | 8         |
| 3.2 Bahan Perkerasan .....                                     | 10        |
| 3.2.1 Aspal .....  | 10        |
| 3.2.2 Agregat .....  | 12        |
| 3.2.3 Filler .....   | 15        |
| 3.2.4 Bahan Tambah .....                                       | 17        |
| 3.3 Campuran Beton Aspal .....                                 | 18        |
| <b>BAB IV HIPOTESA .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>BAB V METODE PENELITIAN .....</b>                           | <b>20</b> |
| 5.1 Pengujian Agregat (kasar, halus dan filler) .....          | 20        |
| 5.1.1 Pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles ..... | 20        |
| 5.1.2 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar ..... | 22        |
| 5.1.3 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus ..... | 24        |
| 5.1.4 Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal .....         | 27        |
| 5.1.5 Pengujian Sand Equivalen .....                           | 29        |
| 5.2 Pengujian Bitumen ( Aspal ) .....                          | 30        |
| 5.2.1 Pengujian penetrasi aspal .....                          | 31        |
| 5.2.2 Pengujian titik nyala dan titik bakar .....              | 33        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2.3 Pengujian titik lembek .....                           | 35        |
| 5.2.4 Pengujian berat jenis aspal .....                      | 37        |
| 5.2.5 Pengujian kelarutan aspal dalam CCl <sub>4</sub> ..... | 38        |
| 5.2.6 Pengujian Ductility .....                              | 41        |
| 5.3 Perencanaan Campuran .....                               | 43        |
| 5.3.1 Gradasi agregat tengah .....                           | 43        |
| 5.3.2 Kadar Roadcell 50 (RC 50) optimum .....                | 44        |
| 5.3.3 Kadar aspal optimum .....                              | 44        |
| 5.4 Pembuatan Benda Uji .....                                | 45        |
| 5.4.1 Campuran beton aspal HBA 50 dengan Roadcel 50 .....    | 46        |
| 5.4.2 Campuran beton aspal AC 60-70 dengan Roadcel 50 .....  | 49        |
| 5.5 Pengujian Campuran Beton Aspal .....                     | 51        |
| 5.5.1 Peralatan pengujian .....                              | 51        |
| 5.5.2 Cara pengujian .....                                   | 52        |
| 5.6 Diagram Alur Penelitian .....                            | 54        |
| <b>BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>          | <b>56</b> |
| 6.1 Hasil Penelitian .....                                   | 56        |
| 6.1.1 Hasil pemeriksaan agregat .....                        | 56        |
| 6.1.2 Hasil pemeriksaan aspal .....                          | 57        |
| 6.1.3 Hasil pengujian benda uji .....                        | 58        |
| 6.2 Pembahasan .....   | 59        |
| 6.2.1 Tinjauan terhadap kepadatan ("Density") .....          | 59        |
| 6.2.2 Tinjauan terhadap VITM ("Void In The Mix") .....       | 61        |

|   |    |
|---|----|
| 6.2.3 Tinjauan terhadap VFWA ("Void Filled With Asphalt") ..... | 63 |
| 6.2.4 Tinjauan terhadap Stabilitas .....                        | 65 |
| 6.2.5 Tinjauan terhadap keelehan ("Flow") .....                 | 68 |
| 6.2.6 Tinjauan terhadap "Marshall Quotient" .....               | 69 |
| 6.2.7 Penentuan kadar aspal optimum .....                       | 71 |
| <b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                       | 74 |
| 7.1 Kesimpulan .....  | 74 |
| 7.2 Saran .....   | 76 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   |    |
| <b>LAMPIRAN</b>   |    |



|   |    |
|---|----|
| 6.2.3 Tinjauan terhadap VFWA ("Void Filled With Asphalt") ..... | 63 |
| 6.2.4 Tinjauan terhadap Stabilitas .....                        | 65 |
| 6.2.5 Tinjauan terhadap kelelehan ("Flow") .....                | 68 |
| 6.2.6 Tinjauan terhadap "Marshall Quotient" .....               | 69 |
| 6.2.7 Penentuan kadar aspal optimum .....                       | 71 |
| <b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                       | 74 |
| 7.1 Kesimpulan .....  | 74 |
| 7.2 Saran .....   | 76 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   |    |
| <b>LAMPIRAN</b>   |    |

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN PEMERIKSAAN AGREGAT

- Lampiran 1. Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)
- Lampiran 2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 4. Sand Equivalent

### LAMPIRAN PEMERIKSAAN HBA 50 + RC 50

- Lampiran 5. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal
- Lampiran 6. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 7. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 8. Pemeriksaan Daktilitas
- Lampiran 9. Pemeriksaan Titik Nyala dan Bakar
- Lampiran 10. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 19. Pemeriksaan Titik Nyala dan Bakar (tanpa RC 50)
- Lampiran 20. Pemeriksaan Penetrasi Aspal HBA 50 (tanpa RC 50)
- Lampiran 11. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL4 (tanpa RC 50)

### LAMPIRAN PEMERIKSAAN AC 60-70 + RC 50

- Lampiran 12. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
- Lampiran 13. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
- Lampiran 14. Pemeriksaan Titik Nyala dan Bakar
- Lampiran 15. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL4 (tanpa RC 50)
- Lampiran 16. Pemeriksaan Daktilitas
- Lampiran 17. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal
- Lampiran 18. Pemeriksaan Penetrasi Aspal AC (tanpa RC 50)

## LAMPIRAN ANALISA SARINGAN

- Lampiran 21. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5% dengan RC 50
- Lampiran 22. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5,5% dengan RC 50
- Lampiran 23. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 6% dengan RC 50
- Lampiran 24. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 6,5% dengan RC 50
- Lampiran 25. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 7% dengan RC 50

## LAMPIRAN ASPAL DESIGN

- Lampiran 26. Grafik Kadar Aspal Design HBA 50 + RC 50
- Lampiran 27. Grafik Kadar Aspal Design AC 60-70 + RC 50

## LAMPIRAN TEST MARSHALL

- Lampiran 28. Perhitungan Test Marshall aspal HBA 50
- Lampiran 29. Perhitungan Test Marshall aspal AC 60-70

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi Lataston .....  | 10 |
| Tabel 3.2 Hasil Pengujian Laboratorium HBA 50 oleh LITBANG PU.....  | 11 |
| Tabel 3.3 Daftar Rujukan Pemeriksaan Aspal Keras (AC 60-70).....  | 11 |
| Tabel 3.4 Karakteristik Roadcel 50 .....  | 17 |
| Tabel 5.1 Spesifikasi Gradsil Terbuka Beton Aspal .....   | 44 |
| Tabel 5.2 Kadar Aspal HBA 50 .....  | 45 |
| Tabel 5.3 Kadar Aspal AC 60-70 .....  | 45 |
| Tabel 5.4 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5% ...   | 46 |
| Tabel 5.5 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5% ...   | 50 |
| Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus .....   | 56 |
| Tabel 6.2 Berat Jenis Agregat Kasar dan Halus .....   | 57 |
| Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal HBA 50 .....  | 57 |
| Tabel 6.4 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70 .....  | 58 |
| Tabel 6.5 Nilai Density Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....                                       | 59 |
| Tabel 6.6 Nilai VITM Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....  | 61 |
| Tabel 6.7 Nilai VFWA Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....  | 63 |
| Tabel 6.8 Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....                                    | 66 |
| Tabel 6.9 Kenaikan Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>terhadap Campuran Beton Aspal AC 60-70 + RC 50 ..... | 67 |
| Tabel 6.10 Nilai Flow Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....   | 68 |
| Tabel 6.11 Nilai MQ Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>dan AC 60-70 + RC 50 .....   | 69 |
| Tabel 6.12 Kenaikan Nilai MQ Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50<br>terhadap Campuran Beton Aspal AC 60-70 + RC 50 .....        | 71 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3.1 Grafik Gradasi Butiran .....   | 13 |
| Gambar 3.2 Grafik Kadar Roadcel terhadap Temperatur.....                                  | 17 |
| Gambar 5.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus .....                          | 47 |
| Gambar 5.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus.....                           | 50 |
| Gambar 5.3 Diagram Alur Penelitian Global .....   | 54 |
| Gambar 5.4 Detail Alur Penelitian Laboratorium.....                                       | 55 |
| Gambar 6.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Density .....                               | 60 |
| Gambar 6.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM .....                                  | 62 |
| Gambar 6.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA .....                                  | 64 |
| Gambar 6.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas .....                            | 66 |
| Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow .....                                  | 68 |
| Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient .....                     | 70 |
| Gambar 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal HBA 50<br>dengan Roadcel 50 .....     | 72 |
| Gambar 6.8 Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal AC 60 – 70<br>dengan Roadcel 50 ..... | 72 |

## INTISARI

Campuran beton aspal yang dipergunakan untuk perkerasan lentur, terutama untuk lapisan "Surface Course" pada perkerasan permukaan jalan biasanya akan terjadi gejala kerusakan yang umumnya dikeluhkan pada lokasi-lokasi tertentu, seperti "Rutting" (deformasi alur), "Bleeding", penggelombangan dan akhirnya kerusakan terbuka karena semakin banyaknya air yang meresap kedalam tanah dasar (subgrade) sehingga terjadi pelunakan yang mengancam kestabilan konstruksi perkerasan.

Gejala-gejala kerusakan tersebut diatas segera perlu dilakukan perbaikan seperti halnya mendeteksi sifat-sifat penting aspal sebagai bahan baku yang dapat dikaitkan dengan perilaku aspal dalam aplikasinya, maka terbuka luas kesempatan untuk memperbaiki, menambah dan mengurangi sifat-sifat aspal tertentu untuk penggunaan yang sifatnya tertentu pula. Pada penelitian ini yang mengarah pada perbaikan stabilitas yang tinggi untuk menjamin keamanan, kekuatan serta keawetan struktur lapis perkerasan jalan (terutama pada lapisan nonstruktural). Perbaikan ini salah satunya pembuatan beton aspal dengan menggunakan aspal dengan daya lengket tinggi "High Bonding Asphalt" (HBA) 50 dan bahan tambah "Roadcel" 50 serta pemilihan gradasi agregat tertentu, yaitu gradasi terbuka yang didominasi saringan nomer 4 (dalam hal jumlah pemakaian agregat lolos saringan  $\frac{1}{2}$  dan tertahan saringan 4).

Dari hasil penelitian ini ternyata pengaruh bahan tambah "Roadcel" 50 sangat besar sekali dalam hal menaikkan titik lembek aspal dan memperkuat kedudukan ikatan antara aspal dan agregat. Untuk penggunaan HBA 50 pada campuran beton aspal pada kadar aspal 5% sampai 7% untuk nilai-nilai tes "Marshall" yaitu nilai "Densiti" (kepadatan), VITM, VFWA, Stabilitas, "Flow" dan "Marshall Quotient" ternyata hasilnya rata-rata lebih tinggi dibanding dengan campuran beton aspal dengan menggunakan AC 60-70.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam memenuhi tuntutan pelayanan lalu-lintas pada jalan-jalan dengan lalu-lintasnya yang padat dan disertai beban cukup tinggi terutama jalan raya yang menghubungkan propinsi satu dengan propinsi lainnya maka diperlukan usaha penganekaragaman bahan perkerasan sebagai lapis tipis/lapis permukaan dengan kemampuan daya dukung yang tinggi terhadap beban lalu-lintas. Pemilihan jenis bahan perkerasan ini harus betul-betul didasari oleh suatu harapan bahwa bahan tersebut dapat dipergunakan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan campuran aspal beton biasa terhadap beban di atasnya.

Kerusakan pada permukaan jalan tidak selalu diakibatkan oleh kualitas aspal yang dipakai dalam campuran beton aspal, banyak faktor-faktor extern yang berpengaruh seperti misalnya beban lebih, kondisi tanah dasar, drainasi kurang baik dan lain sebagainya. Namun apabila semua faktor extern dapat dikendalikan tapi masih terjadi kerusakan maka sangat disayangkan hal itu terjadi dan umumnya gejala kerusakan pada permukaan jalan diakibatkan oleh mutu aspal yang kurang sesuai penggunaannya. Setelah meninjau beberapa permasalahan di atas kami tiba pada usulan untuk Tugas Akhir dengan topik masalah aspal High

Bonding Asphalt (HBA) 50 dibandingkan dengan aspal Asphalt Cement (AC) 60–70 untuk lapisan nonstruktural (“Surface Course”) pada jalan raya.

## **1.2 Manfaat Penelitian**

Dengan menggunakan dua sampel aspal yang berbeda dalam penelitian laboratorium ini, yaitu jenis aspal baru HBA 50 aspal modifikasi polimer yang dibuat di pabrik dan AC 60–70 aspal yang umum dipergunakan di Indonesia kemungkinan dapat diperoleh manfaat untuk memperbaiki atau mengembangkan kegunaan dari kedua jenis aspal tersebut dalam pemakaian sebagai bahan lapis perkerasan jalan, terutama digunakan untuk perbaikan kerusakan-kerusakan yang umumnya terjadi pada permukaan jalan raya seperti “Bleeding” dan “Rutting”.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang jelas perbedaan kualitas atau keunggulan antara jenis aspal HBA 50 dan AC 60–70 untuk dipergunakan sebagai bahan lapis perkerasan jalan.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian laboratorium ini antara lain adalah pengujian beberapa sifat-sifat penting aspal HBA 50 dan AC 60-70 dengan maupun tanpa bahan tambah “Roadcel” 50 (RC 50).

Penelitian ini meliputi : Stabilitas, “Flow”, “Void In The Mix” (VITM), “Void Filled With Asphalt” (VFWA), “Density”, “Marshall Quotient” dengan uji “Test Marshall” untuk campuran beton aspal yang menggunakan gradasi terbuka untuk lapisan nonstruktural “Surface Course”.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua dan pada suhu ruang (  $25^{\circ} - 30^{\circ} \text{C}$  ) dan tekanan atmosfer ( 1 atm ) berbentuk padat sampai agak padat. (Silvia Sukirman, 1992).

Aspal sebagai bahan perkerasan jalan, berfungsi antara lain sebagai berikut :

1. Sebagai lapis penahan air.
2. Sebagai bahan tahan cuaca.
3. Sebagai bahan perekat dalam mengikat batu-batuan.
4. Sebagai pelicin antar permukaan batu pada waktu dipadatkan, sehingga masing-masing butir batuan menduduki posisinya masing-masing.
5. Sebagai bahan pengisi dan penutup rongga antar agregat maupun antar pori-pori pada agregat itu sendiri. (Soehartono, 1996).

Beberapa persyaratan aspal sebagai salah satu unsur pembentuk konstruksi perkerasan adalah :

1. Kepadatan/kekentalan.
2. Aspal harus mampu menyelimuti setiap butir-butir agregat.
3. Ketahanan terhadap pengaruh air.
4. Tingkat keawetan.

### **2.1.1. Aspal Semen 60/70 ( AC 60-70)**

Jenis aspal ini sebagai bahan pengikat hampir semua jenis perkerasan yang membutuhkan mutu tinggi, misalnya untuk jalan jalur cepat, landasan pesawat terbang dan lain-lain. Aspal ini dihasilkan dari proses destilasi minyak bumi. Cara penggunaannya dipanaskan pada suhu tertentu, sebab bila dingin aspal akan mengeras. Jenis aspal ini ditandai dengan :

- a. AC – 2,5 sampai AC – 40, yaitu menunjukkan makin besar angkanya makin tinggi tingkat kekentalannya.
- b. AC – 40/50 sampai AC – 300/500, yaitu menunjukkan angka penetrasi makin besar angkanya makin kurang kekentalannya. (Balya Umar, 1995)

### **2.1.2. HBA 50**

HBA (“High Bonding Asphalt”) adalah generasi terbaru dari jenis aspal yang merupakan aspal modifikasi karet (“Polimer Super”) dan bahan tambah (“additive”) dihasilkan atau diproduksi oleh PT. Olah Bumi Mandiri (OBM) Jakarta, yang merupakan salah satu perusahaan produsen nasional yang didasarkan pada penelitian dan pengembangan sumber daya nasional dan salah satu bidang litbang yang menonjol adalah teknologi aspal baru. HBA 50 adalah aspal dengan penetrasi 50 termasuk hasil dari OBM yang sampai saat ini masih dikembangkan terus kegunaannya untuk keperluan khusus dengan aspal khusus. Maksudnya adalah jenis aspal HBA dipergunakan untuk teknologi “Fricseal” dan “Drainseal” yang merupakan teknologi pelapisan dengan gradasi tertentu dan metode penghamparan secara “Hot Mix”. (PT. OBM, 1996)

## **2.2 Agregat**

Agregat merupakan bahan utama lapis perkerasan dan berperan dalam mendukung serta menyebarkan beban roda kendaraan ke lapis tanah dasar. Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuan untuk memikul beban lalu-lintas kendaraan. (Silvia Sukirman, 1996).

Sifat agregat yang menentukan kualitas sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan ( "Strenght and Durability" ).
2. Kemampuan untuk dilapisi aspal dengan baik.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang aman dan nyaman.

## **2.3 Bahan Tambah**

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton aspal yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas dan memperbaiki sifat-sifat aspal untuk perkerasan jalan. (Bina Marga, 1987).

Salah satu jenis bahan tambah yang dapat dipakai didalam campuran beton aspal adalah "Roadcel" 50 yang diproduksi oleh PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta. "Roadcel" 50 terbuat dari serat selulosa "Oleophilic Pulp" sebagai bahan stabilisasi pada aplikasi jalan. Jumlah bahan tambah yang dipakai disesuaikan dengan kebutuhan dan tergantung dengan jenis lapis perkerasan yang dipakai. (PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta, 1996).

## 2.4 Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang dipakai sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Dianjurkan menggunakan filler kapur ("lime stone") yang bebas kadar air dan penggunaan filler ini dengan kadar tidak kurang dari 1% harus di tambahkan kedalam campuran.

## 2.5 Kerosene

Kerosene ini dipakai untuk mengencerkan aspal sebanyak 20%, diaduk dan dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu yaitu  $120^{\circ}\text{C} - 140^{\circ}\text{C}$  sebelum disemprotkan sebagai "tackcoat".

## 2.6 Beton Aspal

Beton aspal campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Karakteristik yang harus dimiliki suatu campuran aspal beton adalah :

1. Stabilitas ("Stability")

Pengertian stabilitas adalah ketahanan lapis keras untuk relatif kecil berubah bentuk yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

2. Durabilitas ("Durability")

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Sifat aspal dapat berubah karena oksidasi dan perubahan dari campuran yang disebabkan gaya air.

3. Fleksibilitas ("Flexibility")

Fleksibilitas didefinisikan sebagai kemampuan campuran untuk menyesuaikan terhadap Bergeraknya lapis pondasi dalam jangka panjang, disamping mempunyai kemampuan untuk melenturkan berulang tanpa terjadi pecah – pecah.

4. Kekesatan ("Skid Resistance")

Kekesatan adalah kemampuan lapisan permukaan ("Surface Course") pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan

5. Ketahanan Kelelahan ("Fatigal Resistance")

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur ("Rutting") dan retak

6. Kemudahan Pengerjaan ("Workability")

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

7. Kekedapan Terhadap Air ("Permeability")

Campuran aspal beton memerlukan sifat kedap terhadap air agar tidak mudah terjadi oksidasi sehingga lapis perkerasan tidak cepat rusak.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur ("Flexible Pavement"), adalah suatu perkerasan yang terdiri dari beberapa lapis bahan perkerasan, yang memungkinkan pada jenis perkerasan ini terjadi lentur akibat beban yang bekerja. Sifat elastis yang cukup tinggi pada perkerasan ini memungkinkan terjadinya lendutan balik, yaitu besarnya lendutan yang terjadi pada permukaan jalan akan kembali keposisi semula setelah beban di atasnya hilang. Sebagai bahan ikat pada material yang digunakan pada perkerasan lentur ini adalah aspal.

Pada dasarnya lapis lentur terbagi menjadi empat lapisan yaitu, lapis permukaan ("Surface Course"), lapis pondasi atas ("Base Course"), lapis pondasi bawah ("Sub Base Course") dan lapis tanah dasar ("Sub Grade"). Dari keempat lapisan tersebut akan dibahas lebih lanjut mengenai lapis permukaan sebagai lapisan yang bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Lapis aus ("Wearing Course"), adalah lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus. Sedangkan lapis kedap air adalah lapisan penahan air hujan yang jatuh di atasnya agar tidak meresap ke lapisan dibawahnya. Jenis konstruksi lapisan nonstruktural antara lain :

1. Burtu (Laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
2. Burda (Laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
3. Latasir (Lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
4. Buras (Laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
5. Latasbum (Lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
6. Lataston (Lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama "Hot Roll Sheet" (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, penggunaan mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal pepadatan antara 2,5 – 3 cm.

Jenis lapisan permukaan tersebut di atas walaupun bersifat nonstruktural, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

### 3.2 Bahan Perkerasan

Bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah aspal dan agregat, keduanya dapat dicampur secara dingin maupun panas dengan batasan-batasan tertentu sesuai dengan spesifikasinya, guna mendapatkan campuran aspal beton yang baik.

Spesifikasi yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah Lataston, yaitu lapis tipis aspal beton atau disebut juga "Hot Roll Sheet" (HRS). Gradasi yang kami pakai adalah gradasi terbuka, diperoleh dengan cara menghilangkan salah satu nomor saringan pada gradasi laston dan dipakai untuk lapis tipis perkerasan jalan.

**Tabel 3.1. Spesifikasi Lataston**

| Characteristic | Unit  | TRAFFIC   |
|----------------|-------|-----------|
|                |       | Heavy     |
| Stability      | Kg    | 460 - 850 |
| Flow           | Mm    | 2 - 4     |
| VITM           | %     | 4 - 6     |
| Compaction     | Blows | 2 x 75    |

Sumber : Bina Marga, 1990.

#### 3.2.1 Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah "High Bonding Asphalt" 50 (HBA 50) dan aspal keras (AC 60 -70). HBA 50 adalah aspal modifikasi karet ("Polimer Super") dan "additive" yang diproduksi oleh PT. Olah Bumi Mandiri Jakarta. Untuk "Asphalt Cement" digunakan contoh dari aspal PT. Perwita karya.

Aspal HBA 50 dan AC 60:70 dapat diuji dengan metode AASTHO, "Standart Specifications for Transportation Material and Methods of Sampling and Testing", 13<sup>th</sup> edition, Juli 1982, maupun dengan SNI-1991.



**Tabel 3.2 Hasil Pengujian Laboratorium HBA 50 oleh LITBANG PU**

| No  | Jenis Pengujian                                 | Metode Pengujian | Hasil Pengujian          |
|-----|---|------------------|--------------------------|
| 1.  | Penetrasi 25°C 100 gr 5 detik                   | SNI 06-2456-1991 | 57 (0,1 mm)              |
| 2.  | Titik lembek                                    | SNI 06-2434-1991 | 55°C                     |
| 3.  | Daktilitas                                      | SNI 06-2432-1991 | ➤ 140 cm                 |
| 4.  | Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> | SNI 06-2438-1991 | 99%                      |
| 5.  | Titik nyaia (COC)                               | SNI 06-2433-1991 | 373°C                    |
| 6.  | Berat jenis                                     | SNI 06-2488-1991 | 1.038 gr/cm <sup>3</sup> |
| 7.  | Penurunan berat (Thin Film Oven Test)           | SNI 06-2441-1991 | 0,05%                    |
| 8.  | Penetrasi setelah penurunan berat               | SNI 06-2456-1991 | 77 (0,1 mm)              |
| 9.  | Daktilitas setelah penurunan berat              | SNI 06-2432-1991 | ➤ 140 cm                 |
| 10. | Titik lembek setelah penurunan berat            | SNI 06-2434-1991 | 56°C                     |
| 11. | Suhu pencampuran                                | AASTHO 72-90     | 173°C                    |
|     | Suhu pemadatan                                  | AASTHO 72-90     | 154°C                    |

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan–Unit Swadana DPU, Bandung September 1996.

**Tabel 3.3 Daftar Rujukan Pemeriksaan Aspal Keras (AC 60 – 70)**

| No | Jenis Pengujian                                   | Metode Pengujian | Nilai Rujukan |     | Satuan  |
|----|---|------------------|---------------|-----|---------|
|    |   |                  | Min           | Max |         |
| 1. | Penetrasi 25°C 100 gr 5 detik                     | PA.0301-76       | 60            | 70  | 0,1 mm  |
| 2. | Titik lembek/lunak                                | PA.0302-76       | 48            | 58  | °C      |
| 3. | Titik nyala                                       | PA.0303-76       | 200           | -   | °C      |
| 4. | Penurunan berat (Thick Film Oven Test)            | PA.0304-76       | -             | 0,4 | % berat |
| 5. | Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> /CS <sub>2</sub> | PA.0305-76       | 99            | -   | % berat |
| 6. | Daktilitas  | PA.0306-76       | 100           | -   | Cm      |
| 7. | Penetrasi setelah kehilangan berat                | PA.0307-76       | -             | 75  | %semula |
| 8. | Berat jenis                                       | PA.0308-76       | 1             | -   | gr/cc   |

Sumber : Metoda Pemeriksaan Berdasarkan Ketentuan Bina Marga.

### 3.2.2 Agregat

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

1. Ukuran dan gradasi.

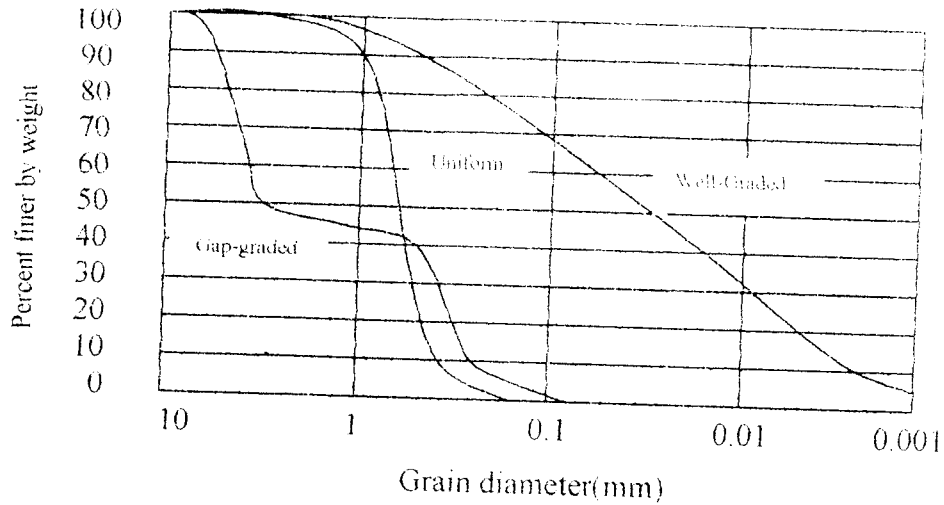
Gradasi adalah distribusi ukuran butir agregat yang dapat diketahui dengan tes analisa saringan yang terdiri dari 1 set saringan dimana saringan paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak dibawah. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat dibedakan dengan menjadi tiga macam :

- a. Gradasi menerus (“Continuous Graded”) adalah gradasi dengan ukuran butir dari yang kasar sampai yang halus mempunyai komposisi yang seimbang. Gradasi menerus ini menghasilkan susunan yang rapat (volume rongga antar butir kecil) sehingga disebut dengan gradasi rapat (“Dense Graded”) atau agregat bergradasi baik (“Well Graded”). Agregat bergradasi menerus akan menghasilkan perkerasan dengan stabilitas tinggi.
- b. Gradasi seragam (“Uniform Graded”) adalah gradasi dengan ukuran butiran yang hampir sama yang akan membentuk susunan dengan volume rongga yang besar, sehingga disebut juga agregat bergradasi terbuka (“Open Graded”). Konstruksi perkerasan yang dibentuk mempunyai stabilitas yang lebih rendah dibanding dengan gradasi rapat.

- c. Gradasi timpang/celah (“Gap Graded”) adalah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu syarat di atas atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).

**Gambar 3.1 Grafik Gradasi Butiran**



Sumber : Highway Materials ( Kerbs and Walker, 1971).

## 2. Kekuatan terhadap keausan.

Agregat yang digunakan dalam perkerasan jalan harus mempunyai kekerasan tertentu agar tidak mudah pecah menjadi ukuran yang lebih kecil pada saat pencampuran dan pemadatan maupun akibat beban lalu-lintas selama umur pelayanan jalan. Agregat sebelum digunakan pada perkerasan jalan dilakukan uji keausan yaitu dengan uji Los Angeles berdasarkan AASTHO T 96-77. Nilai abrasi yang diijinkan untuk bahan perkerasan jalan maksimum 40 %.

## 3. Kelekatan terhadap aspal.

Kelekatan agregat terhadap aspal dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat yaitu :

- Sifat mekanis, tergantung dari :

1. Pori-pori dan absorpsi
2. Bentuk dan tekstur permukaan
3. Ukuran butiran.

b. Sifat kimiawi agregat

Permukaan agregat yang kasar akan memberikan ikatan dengan aspal yang lebih baik dari pada agregat yang mempunyai permukaan yang licin. Kelekatan agregat terhadap aspal juga dipengaruhi oleh sifat agregat dengan air. Agregat berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan aspal dengan agregat baik. Apabila agregat banyak pori mengakibatkan terlalu banyak aspal yang terserap kedalam agregat.

4. Bentuk butiran ("Particle Shape")

Bentuk butiran agregat bersudut seperti kubus ("Equidimensional") mempunyai gesekan dalam ("Internal Friction") yang tinggi dan bersifat saling mengunci sehingga menghasilkan kestabilan konstruksi perkerasan yang tinggi pula. Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu ("Crusher Stone") yang mempunyai bidang kontak yang cukup luas.

5. Porositas

Nilai porositas yang tinggi menyebabkan jumlah aspal yang diserap agregat menjadi banyak, tetapi agregat harus mempunyai nilai porositas tertentu agar terjadi ikatan yang kuat antara agregat dengan aspal.

#### 6. Tekstur permukaan

Permukaan yang kasar menimbulkan tahanan terhadap “Stripping” yang lebih baik bila dibanding dengan permukaan yang halus. Batuan yang baik untuk melawan terjadinya “Stripping” adalah jenis batuan Lime Stone, Dolomite dan batuan beku biasa.

#### 7. Kebersihan dan sifat kimia

Agregat tidak boleh mengandung bahan yang mudah lepas seperti lempung, lanau, kalsium karbonat yang melebihi batasan tertentu karena akan mengurangi daya lekat dengan aspal. Pemeriksaan untuk agregat halus yaitu dengan uji Sand Equivalent.

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beton aspal terbagi atas empat faktor yaitu :

- a. Agregat kasar, yaitu material yang tertahan saringan nomer 8.
- b. Agregat halus, yaitu agregat yang lolos saringan nomer 8 dan tertahan di saringan nomer 30.
- c. Mineral pengisi, yaitu batuan yang lolos saringan nomer 30 dan tertahan di saringan nomer 200.
- d. Filler, yaitu fraksi dari agregat halus yang lolos saringan nomer 200.

#### 3.2.3 Filler

Filler adalah material berbutir halus yang lolos saringan nomer 200 dipakai sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Filler ini dapat diperoleh dari debu abu batu/agregat yang disaring secara terus-menerus.

Hasil penggunaan filler terhadap campuran beton aspal adalah :

1. Filler diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lainnya dari beton aspal.
2. Filler akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran.
3. Filler yang ditambahkan dalam aspal akan mengubah sifat-sifat aspal (duktilitas, penetrasi, dan viskositas) secara drastis, walaupun kadarnya relatif rendah dibanding pada campuran beton aspal yang tidak menggunakan filler.
4. Pada kadar filler yang umum digunakan pada campuran beton aspal, duktilitas campuran aspal filler akan mencapai nol. Sedangkan pada suhu dan kadar filler yang sama, nilai penetrasi campuran aspal filler akan turun sampai kurang dari 1/3 dari penetrasi semula.
5. Viskositas aspal filler pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, tergantung pada jenis filler dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah.
6. Hasil tes menunjukkan bahwa ada hubungan yang baik antara viskositas aspal dan usaha pemadatan campuran. Disarankan suhu perlu dinaikkan bila memadatkan campuran dengan filler aspal berkonsistensi tinggi.
7. Sensitivitas campuran terhadap air pada tipe dan kadar filler yang berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil tes menunjukkan bahwa sensitivitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar filler yang sensitif terhadap air ( Suprpto, 1991).

### 3.2.4 Bahan Tambah

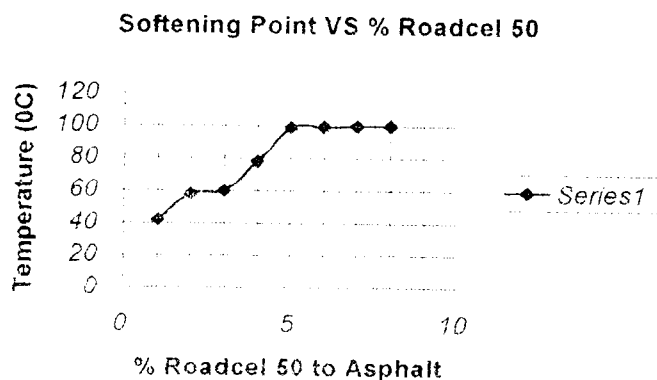
Bahan tambah "Roadcel" 50 digunakan sebanyak 0,3% dari berat campuran. Keuntungan yang didapat dari bahan tambah ini adalah menambah stabilitas struktur perkerasan aspal beton, memperbaiki sifat-sifat aspal dan tahan terhadap suhu yang tinggi. Dibawah ini dapat dilihat tabel karakteristik dan grafik "Roadcel" 50 terhadap temperatur.

**Tabel 3.4. Karakteristik Roadcel 50**

| Properties               | Typical          |
|--------------------------|------------------|
| Warna                    | Abu-abu (kelabu) |
| Struktur                 | Berserat panjang |
| Panjang serat maksimum   | 5000 micrometer  |
| Panjang serat rata-rata  | 1400 micrometer  |
| Diameter serat rata-rata | 40 micrometer    |
| Kandungan selulosa       | 90 %             |
| Sisa pembakaran          | 5 %              |
| pH (1% Sol)              | 7 ± 1            |
| Kepadatan Bulk           | 30 gr/lt         |

Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta.

**Gambar 3.2 Grafik Kadar Roadcel 50 terhadap Temperatur**



Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta.

### 3.3 Campuran Beton Aspal

Pengujian campuran beton aspal dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat uji "Test Marshall" yang mengikuti prosedur AASTHO. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran dan terdapat arloji kelelahan untuk mengukur kelelahan plastis (Flow). Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka dibelakang koma.
2. Berat volume, dinyatakan dalam  $\text{ton/m}^3$ .
3. Stabilitas, dinyatakan dalam bilangan bulat. *dinyatakan sebagai bilangan bulat*
4. Kelelahan plastis (Flow), dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch.
5. VITM, persen rongga dalam campuran, dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka belakang koma.
6. VFWA, persen rongga terhadap agregat, dinyatakan dalam bilangan bulat.
7. Hasil bagi Marshall ( Marshall Quotient), merupakan hasil bagi Stabilitas dan Flow. Dinyatakan dalam kN/mm.
8. Penyerapan aspal, persen terhadap berat campuran sehingga diperoleh gambaran berapa kadar aspal efektif.
9. Tebal lapisan aspal (film aspal), dinyatakan dalam mm.
10. Kadar aspal efektif, dinyatakan dalam bilangan desimal satu satu angka dibelakang koma.



## **BAB IV**

### **HIPOTESA**

Pada campuran beton aspal dengan menggunakan jenis aspal baru “High Bonding Asphalt” 50 ditambah “Roadcel” 50 dalam struktur lapis perkerasan jalan terutama untuk lapis permukaan mempunyai beberapa keunggulan dari aspal biasa. Keunggulannya antara lain stabilitas lebih tinggi dan harga flow lebih rendah, karena sifat aspal HBA 50 mempunyai daya lengket yang sangat tinggi terhadap pengikatan agregat.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian pengujian yang meliputi :

1. Pengujian agregat (kasar dan halus ).
2. Pengujian bitumen (aspal).
3. Pengujian campuran beton aspal.

#### **5.1 Pegujian Agregat (kasar, halus dan filler)**

Pada pengujian ini agregat (kasar, halus dan filler) berasal dari Clereng Kulon Progo hasil dari mesin pemecah batu ("Stone Cruiser") PT. Perwita Karya.

Adapun pengujian agregat ini meliputi :

1. Pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.
4. Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal.
5. Pengujian Sand Equivalent.

##### **5.1.1 Pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles**

###### **a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan ini

dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan nomor 12 terhadap berat semula (dalam persen).

**b. Peralatan.**

1. Mesin Los Angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (20"). Silinder bertumpu pada kedua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

2. Saringan no. 12 dan saringan-saringan lainnya.
3. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (17/8") dan untuk berat masing-masing antara 390-445 gram.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

**c. Benda uji**

1. Berat dan gradasi benda uji :
  - i. Lewat saringan  $\frac{3}{4}$ " dan tertahan saringan  $\frac{1}{2}$ " sebanyak 2500 gram.
  - ii. Lewat saringan  $\frac{1}{2}$ " dan tertahan saringan  $\frac{3}{8}$ " sebanyak 2500 gram.
2. Benda uji dibersihkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.

#### d. Pengujian

1. Benda uji dan bola baja dimasukkan kedalam mesin Lon Angeles.
2. Putar mesin Los Angeles dengan kecepatan 30-33 rpm, 500 putaran untuk gradasi benda uji.
3. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin, kemudian disaring dengan saringan no.12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven yang bersuhu  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap dan ditimbang.

#### 5.1.2 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

##### a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis ("bulk"), Berat jenis kering permukaan ("SSD"), berat jenis semu ("Apparent") dan penyerapan dari agregat kasar.

1. Berat jenis ("Bulk Specific Gravity") ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh ("SSD") ialah perbandingan antara kering permukaan jenuh dan berat air suling, yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu ("Apparent Specific Gravity") ialah perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

4. Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat kering agregat kering.

**b. Peralatan**

1. Kerajang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no.6 atau no.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
2. Tempat air dengan betuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa, sehingga permukaan air selalu tetap.
3. Timbangan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
5. Alat pemisah contoh.
6. Saringan no.4.

**c. Benda uji**

Benda uji adalah agregat yang tertahan # 4 dari alat pemisah contoh, sebanyak kira-kira 5 kg.

**d. Pengujian**

1. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
3. Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu ditimbang dengan ketelitian 0,3 gram (Bk).
4. Benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama  $\pm 24$  jam.

5. Setelah itu benda uji dilap dengan kain, penyerapan sampai selaput air pada permukaan hilang (“SSD”), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu per satu.
6. Ditimbang berat uji kering permukaan jenuh ( $B_j$ ).
7. Benda uji diletakkan dalam keranjang, kemudian batunya digoncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan ditentukan beratnya dalam air ( $B_a$ ). Diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$ .

### 5.1.3 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

#### a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (“Bulk Specific Gravity”), berat kering permukaan jenuh (“Saturated Surface Dry = SSD”) dan berat jenis semu (“Apparent Specific Gravity”), serta penyerapan dari agregat halus.

1. Berat jenis Bulk adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat kering permukaan jenuh (“SSD”), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu adalah perbandingan berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

4. Penyerapan adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

**b. Peralatan**

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Picnometer 500 ml.
3. "Conne" (tabung kerucut dengan penumbuknya) dengan ukuran diameter atas  $(40 \pm 3)$  mm dan diameter bawah  $(90 \pm 3)$  mm dan tingginya  $(75 \pm 3)$  mm, dengan tebal logam 0,8 mm, dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat  $(340 \pm 15)$  gram diameter permukaan penumbuk  $(25 \pm 3)$  mm.
4. Saringan no. 4.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
6. Loyang seng dan loyang plastik.
7. Kuas.
8. Termometer.
9. Kompor listrik dan perlengkapannya.
10. Air suling.

**c. Benda uji**

Benda uji adalah agregat halus yang lewat saringan No. 4 yang diperoleh dari alat pemisah sebanyak kurang lebih 1000 gram.

**d. Pengujian**

1. Benda uji sebanyak 1000 gram ditimbang.

2. Benda uji dikeringkan didalam oven sampai kering tetap, kemudian direndam didalam air selama 20-24 jam (sampai basah jenuh).
3. Air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang.
4. Benda uji dimasukkan kedalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dan dibolak-balik hingga kering permukaan.
5. Untuk mengetahui kering permukaan semu dengan jalan ditest memakai "Conne" dengan ditumbuk sebanyak 25 kali (8, 8, dan 9 kali), caranya: "Conne" diisi sepertiga bagian dulu lalu ditumbuk sebanyak 8 kali. Sesudah itu "Conne" diisi sampai duapertiga dan ditumbuk sebanyak 8 kali dan yang terakhir diisi kembali sampai penuh dan ditumbuk sebanyak 9 kali. Kemudian "Conne" diangkat dengan hati-hati, kalau benda uji masih berbentuk kerucut seperti "Conne" berarti benda uji belum mencapai kering permukaan jenuh.
6. Pekerjaan 4 dan 5 diulangi sampai ketemu kering permukaan jenuh.
7. Kalau sudah mencapai keadaan "SSD" benda uji ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan kedalam picnometer yang sudah diketahui beratnya, kemudian diisi lagi dengan air suling sebanyak 90% dari kapasitas picnometer.
8. Picnometer yang sudah berisi benda uji dan air suling diletakkan diatas kompor yang sudah dinyalakan, kemudian direbus untuk menghilangkan gelembung udara yang berada didalam benda uji.



9. Setelah mendidih didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian ditambah air suling sebanyak yang diperlukan (sampai batas maksimum) lalu ditimbang.
10. Benda uji dituangkan kedalam loyang seng dan airnya dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang jatuh sampai hilang kemudian dimasukkan kedalam oven sampai kering lalu didiamkan sampai mencapai suhu ruang dan ditimbang.

#### **5.1.4 Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal**

##### **a. Maksud**

Pengujian ini dimaksud untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

##### **b. Peralatan**

1. Timbangan dengan kapasitas 2000 gram, dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Pisau pengaduk.
3. Wajan untuk memanaskan, dengan kapasitas 500 ml.
4. Beker glass, dengan kapasitas 500 ml s/d 1000 ml.
5. Oven yang dilengkapi pengatur waktu.
6. Saringan 6,3 mm (1/4") dan 9,5 mm (3/8").
7. Termometer 200 °C s/d 300 °C.
8. Aquadest.

**c. Benda uji**

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 3/8" dan tertahan pada saringan 1/4" sebanyak kira-kira 1000 gram.
2. Agregat dicuci dengan air aquadest, kemudian dikeringkan pada suhu 135°C hingga kering tetap. Setelah kering tetap kemudian disimpan ditempat yang tertutup rapat dan siap diperiksa.
3. Untuk pelapisan agregat basah perlu diketahui berat jenis, kering permukaan ("SSD") dan penyerapan dari agregat kasar.

**d. Pengujian**

Untuk pelapisan agregat kering dengan aspal dingin caranya adalah sebagai berikut :

- i. Diambil benda uji agregat sebanyak 100 gram, kedalam wajan aspal dimasukkan sebanyak 5,5 gram yang sudah dipanaskan pada suhu yang diperlukan. Aspal diaduk dengan agregat hingga merata dengan spatula selama kurang lebih 2 menit.
- ii. Adukan beserta wajannya dimasukkan kedalam oven dalam suhu 60 °C selama 2 jam, selama proses ini lubang angin dalam oven harus dibuka. Setelah 2 jam adukan beserta wajannya dikeluarkan dari oven dan diaduk kembali hingga dingin (suhu ruang).
- iii. Adukan tadi dipindahkan kedalam beker glass yang sudah disiapkan, kemudian diisi dengan aquadest sebanyak 400 ml, kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 16 s/d 18 jam.

- iv. Selaput aspal yang mengambang dipermukaan air diambil dengan tidak mengganggu agregat yang berada ditabung. Agregat tadi diterangi dengan lampu yang pakai kap, tempat lampu diatur sehingga tidak menyilaukan akibat pantulan cahaya dari permukaan air. Dengan melihat dari atas menembus air, dapat diperkirakan prosentase luas permukaan yang masih terselimuti oleh aspal.

### **5.1.5 Pengujian Sand Equivalent**

#### **a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan banyaknya kadar debu atau lumpur pada agregat halus (lolos saringan nomer 4).

#### **b. Peralatan**

1. Alat pemeriksaan "Sand Equivalent" yang terdiri dari silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat dan sifon.
2. Kaleng dngan diameter 57 mm dan isi 85 ml.
3. Corong dengan mulut luas.
4. Jam dengan pembacaan sampai detik.
5. Pengguncang mekanis.
6. Larutan  $\text{CaCl}_2$ , Glyserin dan formal dehyde.

#### **c. Benda uji**

1. Pasir disaring dengan saringan no. 4, masukkan contoh kedalam kaleng sehingga penuh dan rata.

2. Selama pengisian ketuk-ketuklah alas dari kaleng pada meja atau permukaan yang keras supaya terjadi konsolidasi. Benda uji biasanya disiapkan dalam keadaan kering udara atau dalam keadaan aslinya.

**d. Pengujian**

1. Larutan  $\text{CaCl}_2$  sebanyak 454 gram dicampur dengan 0,5 galon aquadest yang telah dididihkan kemudian didinginkan.
2. Disaring dengan saringan "WATTMAN" no.12, dan ditambahkan glyserin dan formaldehide pada larutan yang disaring.
3. Diencerkan 85 ml larutan (baru) menjadi satu galon dengan menambahkan aquadest.
4. Dimasukkan pasir 70 cc dan didiamkan selama  $10 \pm 1$  menit, lalu dikocok secara mendatar sebanyak 90 kali, kemudian ditambahkan larutan sampai skala 15.
5. Didiamkan selama 20 - 15 menit.
6. Dimasukkan beban dan baca skala beban.

**5.2. Pengujian Bitumen (Aspal)**

Pada pengujian ini digunakan dua jenis aspal yaitu aspal High Bonding Asphalt 50 (HBA 50) dan aspal semen (AC 60-70).

Adapun pengujian aspal meliputi :

1. Pengujian penetrasi aspal.
2. Pengujian titik nyala dan titik bakar aspal.
3. Pengujian titik lembek aspal.
4. Pengujian berat jenis aspal.

5. Pengujian kelarutan aspal dalam  $\text{CCl}_4$ .
6. Pengujian Ductility.

### 5.2.1 Pengujian penetrasi aspal

#### a. Maksud

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu pula.

#### b. Peralatan

1. Alat penetrasi yang dapat mengerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0.1 mm.
2. Pemegang jarum sebesar  $(47,5 \pm 0,05)$  gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi.
3. Pembuat jarum dari  $(50 \pm 0,05)$  gram dan  $(100 \pm 0,05)$  gram masing-masing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dari beban 100 dan 200 gram.
4. Jarum penetrasi dibuat dari stainless steel mutu 440 C, atau HRC 54 sampai 60, ujung jarum berbentuk kerucut terpancung.
5. Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar rata dengan diameter dalam 35 mm dan diameter 55 mm dengan tinggi  $\pm 70$  mm.
6. Bak perendam ("Water Bath") terdiri dari bejana dengan isi 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian  $0,1$  °C, bejana dilengkapi dengan plat dasar berlubang-lubang terletak 50 mm diatas dasar bejana

dan tidak kurang dari 100 mm dibawah permukaan air dalam bejana tersebut.

7. Gelas piala ("Beker Glass") yang ukurannya 400 ml.
8. Stopwatch, dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik dan kesalahan tertinggi 0,1 detik per 60 detik.
9. Termometer, dengan skala suhu 100 °C.

**c. Benda uji**

1. Contoh aspal dipanaskan perlahan-lahan serta diaduk hingga cukup cair untuk dituangkan. Pemanasan aspal tidak melebihi dari 90 °C diatas titik lembek. Waktu pemanasan kurang dari 30 menit, dan diaduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk kedalam contoh aspal.
2. Setelah contoh aspal cair merata, dituangkan kedalam cawan sampel dan didiamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. Dibuat dua benda, benda uji ditutup agar bebas dari debu dan didiamkan pada suhu ruang antara 1 sampai 1,5 jam.

**d. Pengujian**

1. Benda uji diletakkan kedalam "Beker Glass" yang berisi air, kemudian dimasukkan kedalam bak perendam yang suhunya diatur 25 °C, selama 1 sampai 1,5 jam.
2. Jarum diperiksa agar dapat dipasang dengan baik dan dibersihkan dengan pelarut bensin kemudian dikeringkan sampai bersih, dipasang pada pemegang tiga jarum.

3. Pemberat jarum (50 gram atau 100 gram) diletakkan diatas, sesuai dengan beban yang dikehendaki.
4. Beker Glass dipindahkan dari bak perendam kebawah alat penetrasi.
5. Jarum penetrasi ditunkan hingga jarum menyentuh benda uji dengan bantuan senter, jarum arloji penetrometer ditaruh pada angka nol.
6. Pemegang jarum penetrasi dilepaskan serentak dengan dihidupkan stop watch selama  $5 \pm 0,1$  detik.
7. Kepala arloji penetrasi ditekan hingga menyentuh pemegang jarum, kemudian dibaca angka yang berhimpit pada jarum tersebut.
8. Jarum penetrasi dilepaskan dari pemegangnya dengan cara mengendorkan mur atau skupnya, kemudian bagian arloji diangkat keatas dan dikunci.
9. Jarum yang sudah kedalam sampel diambil dengan cara diputar perlahan-lahan supaya permukaan benda uji tidak rusak.
10. Pekerjaan 1 sampai 9 diulang sampai 5 kali dengan ketentuan selisih angka penetrasi antara satu titik dengan titik lain tidak boleh lebih dari 4 satuan.

### **5.2.2 Pengujian titik nyala dan titik bakar**

#### **a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua hasil minyak bumi, kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari  $79^{\circ}\text{C}$ .

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 permukaan aspal.

**b. Peralatan**

1. Termometer 400 °C.
2. Cawan Cleveland Open Cup.
3. Alat pemanas dan perlengkapannya.
4. Pelat pemanas dan perlengkapannya.
  - i. terdiri dari logam untuk meletakkan cawan.
  - ii. bagian atas dilapisi asbes setebal ¼"
5. Nyala penguji yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 mm sampai dengan 4,8 mm dengan panjang 7,5 cm.
6. Stop watch.

**c. Benda uji**

1. Contoh aspal dipanaskan antara 148,9 °C s/d 176 °C sampai cair.
2. Cawan Cleveland Open Cup diisi dengan contoh aspal sampai garis, dan gelembung udara yang ada pada permukaan cairan dipecahkan.

**d. Pengujian**

1. Cawan diletakkan diatas pelat pemanas dan diatur sumber pemanasnya sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.
2. Nyala penguji diletakkan pada poros pada jarak 7.5 cm dari titik tengah cawan.
3. Termometer diletakkan tegak lurus didalam benda uji dengan jarak 6.4 mm diatas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan



- titik tengah cawan dengan titik poros nyala penguji. Kemudian di atur sehingga poros termometer terletak pada jarak  $\frac{1}{4}$  diameter cawan dari tepi.
4. Penahan angin ditempatkan dan diatur nyala ujinya.
  5. Sumber pemanas dinyalakan dan diatur pemanasannya sehingga kenaikan suhu menjadi  $15^{\circ}\text{C}$  permenit sampai benda uji terlihat titik nyalanya.
  6. Nyala penguji dinyalakan dan diputar pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  dan kemudian setiap kenaikan suhu  $2^{\circ}\text{C}$  diputar lagi.
  7. Dibaca dan dicatat suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji, suhu ini disebut titik nyala.
  8. Pekerjaan 7 dilanjutkan sampai terlihat nyala yang agak lama, sekurang-kurangnya 5 menit diatas permukaan benda uji, kemudian dibaca dan dicatat suhu yang terbaca pada termometer, suhu ini disebut titik bakar.

### **5.2.3 Pengujian titik lembek**

#### **a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar  $30^{\circ}\text{C}$  sampai  $200^{\circ}\text{C}$ .

Titik lembek adalah suhu pada saat bola-bola baja, dengan berat tertentu, mendesak turun kesuatu lapisan aspal yang tertekan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin yang terletak pada ketinggian tertentu.

#### **b. Peralatan**

1. Termometer.

2. Cincin kuningan.
3. Bola baja diameter 9,53 mm, berat 3,45 gram sampai 3,5 gram.
4. Beker Glass yang tahan panas dengan diameter 8,5 cm dan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm.
5. Alat pengarah bola baja.
6. Dudukan benda uji.
7. Penjepit.
8. Kompor pemanas dan perlengkapannya.
9. Air es

**e. Benda uji**

1. Contoh aspal dipanaskan perlahan-lahan dan diaduk terus menerus hingga merata, pengadukan dan pemanasan dilakukan dengan perlahan-lahan agar gelembung udara tidak masuk. Suhu pemanasan tidak melebihi  $111\text{ }^{\circ}\text{C}$  diatas titik leleh aspal. Sesudah merata cair dituangkan kedalam cincin yang telah diolesi lapisan glyserin, kemudian didiamkan selama 1 sampai 2 jam.
2. Setelah dingin, sampel yang ada pada cincin diratakan memakai spatula yang telah dipanaskan, kemudian didiamkan lagi sampai keadaan dingin.

**d. Pengujian**

1. Beker Glass diisi dengan air suling, dengan suhu ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) sebanyak antara 101,6 ml s/d 108 ml, untuk mencapai suhu tersebut ditambahkan es.

2. Benda uji dipasang dan diatur dudukannya dan diletakkan pengarah bola baja di atasnya, kemudian dimasukkan seluruh peralatan kedalam beker glass.
3. Termometer dipasang pada tempatnya, jarak permukaan pelat dasar dengan benda uji diatur hingga mencapai 25,4 mm
4. Beker Glass dipanaskan sehingga kenaikan suhunya menjadi 5 °C per menit.
5. Pada saat bola baja menyentuh pelat dasar dicatat suhunya dan suhu tersebut merupakan titik lembek aspal.

#### **5.2.4 Pengujian berat jenis aspal**

##### **a. Maksud**

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

##### **b. Peralatan**

1. Termometer.
2. Picnometer.
3. Air suling ("Aquadest").
4. Gelas piala ("Beker Glass").
5. Neraca dan perlengkapannya.

##### **c. Benda uji**

1. Contoh aspal diambil secukupnya kira kira sebesar kelereng.

2. Contoh tersebut dimasukkan dalam picnometer yang telah kering, kira-kira setengah bagian.

**d. Pengujian**

1. Picnometer yang telah kering oven ditimbang lengkap dengan penutupnya.
2. Kemudian picnometer tersebut diisi air sampai penuh, ditutup perlahan-lahan supaya tidak terdapat gelembung udara, lalu ditimbang.
3. Air yang ada pada picnometer dikeluarkan, kemudian dikeringkan dengan lap atau oven.
4. Benda uji yang sudah dikeringkan dimasukkan sebanyak 2 atau 3 gram dengan bantuan gliserin, kemudian ditutup dan ditimbang.
5. Setelah itu picnometer diisi sampai penuh dan ditutup perlahan-lahan, lalu ditimbang dan dicatat beratnya.

**5.2.5 Pengujian kelarutan aspal dalam  $CCL_4$**

**a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam Carbon Tetrachlorida.

**b. Peralatan**

1. Alat dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm, yang telah dicuci dengan asam.
2. Goach Crucible adalah cawan porselin berdiameter 4,4 cm mengecil kebawah berdiameter dasar sekurang-kurangnya 3,6 cm, dengan tinggi bagian dalam 2,5 cm.

3. Labu Elenmeyer berkapasitas 125 ml.
4. Tabung penyaring.
5. Labu penyaring.
6. Tabung karet untuk menahan Goach Cruible.
7. Oven, dengan pengatur suhu sampai 125°C.
8. Pembakar gas.
9. Neraca analistik dengan kapasitas (200±0,001)gram.
10. Pompa hampa udara.
11. Desikator.
12. Carbon Tetraklorida pro analisa.
13. Ammonium Carbonat pro analisa.
14. Batang pembersih.
15. Cawan porselin.

**c. Benda uji**

1. Mengambil contoh aspal yang telah dikeringkan dibawah suhu penguapan air sekurang-kurangnya 2 gram.
2. Menumbuk sekurang-kurangnya 4 gram sampai halus, jika contoh aspal tersebut keras dan mengambil 2 gram sebagai benda uji.

**d. Pengujian**

1. Labu Elenmeyer ditimbang.
2. Menuangkan benda uji dan menuangkan 300 cm<sup>3</sup> Carbon Tetraklorida pro Analisa sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga aspal larut.
3. Mempersiapkan Goach Cruible.

Memasukkan tabung penyaring kedalam mulut labu penyaring dan masukkan Goach Cruible kedalam tabung penyaring, kemudian dihubungkan kedalam tabung penyaring, kemudian hubungkan labu penyaring dengan pompa hampa udara.

Goach Cruible diisi dengan suspensi asbes dalam air, dengan menggunakan pompa hampa udara dihisap hingga terbentuk lapisan lapisan halus asbes pada dasar Goach Cruible. Kemudian Goach Cruible diangkat dan dibakar dengan pembakar gas dan setelah dingin ditimbang dalam desikator. Percobaan ini diulangi hingga beberapa kali sampai mendapat asbes kering sebanyak  $(5 \pm 0,1)$  gram.

4. Kemudian disimpan dalam almari kira-kira 2 jam.
5. Kemudian larutan dituangkan kedalam Goach Cruible yang telah disiapkan dan dihisap dengan pompa hampa udara. Kran pengisap diatur sehingga asbes dan endapan tidak ikut terisap.
6. Dinding labu elenmeyer dibersihkan dengan menggunakan batang pembersih dan Carbon Tetraklorida sedikit kemudian dipindahkan dalam Goach Cruible.
7. Goach Gruible dicuci dengan menggunakan larutan  $\text{CCL}_4$  hingga fitrat menjadi jernih, kemudian isap dengan pompa hampa udara hingga kering.
8. Goach Cruible dikeringkan dalam oven pada suhu  $(100^\circ\text{C}-125^\circ\text{C})$  selama 20 menit.
9. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

10. Jika terdapat sisa-sisa endapan pada dinding labu elenmeyer, labu dikeringkan dan ditimbang.
11. Hasil perbandingan timbangan labu elenmeyer ditambahkan sebagai zat yang tidak larut dalam  $\text{CCL}_4$ . Dalam hal ini terdapat keragu-raguan mengenai terbawanya mineral dalam filtrat, filtrat dikeringkan dan dibakar dalam cawan porselin. Jika terdapat mineral Karbonat, tambahkan pada labu tersebut beberapa tetes larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  pekat dan dikeringkan pada suhu  $100^\circ\text{C}$ , kemudian dibakar untuk kedua kalinya hingga warna berubah merah tua dan didinginkan dalam desikator. Timbang dan tambahkan berat labu ini pada berat endapan Goach Cruible.

### 5.2.6 Pengujian Ductility

#### a. Maksud

Maksud pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

#### b. Peralatan

1. Termometer .
2. Cetakan Daktilitas kuningan .
3. Bak perendam air isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian  $0,1^\circ\text{C}$ , dan benda uji dapat direndam sekurang-kurangnya 10 cm, dibawah permukaan air. Bak tersebut

dilengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.

4. Mesin uji dengan ketentuan sebagai berikut :
  - i. Dapat menarik benda uji dengan kecepatan tetap.
  - ii. Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.

**c. Benda uji**

1. Melapisi semua bagian dalam cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glyseri dan dextrin atau glyserin dan kaolin atau amalgam. Kemudian memasang cetakan dektilitas diatas pelat dasar.
2. Memanaskan contoh aspal kira-kira 100 gram hingga cair dan dapat dituang. Untuk menghindari pemanasan setempat, dlakukan dengan hati-hati. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C sampai 100°C di atas titik lembek. Kemudian contoh disaring dengan saringan No. 50 dan setelah diaduk dituang kedalam cetakan.
3. Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan.
4. Cetakan didinginkan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu dipindahkan seluruhnya kedalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pengujian ( sesuai dengan spesifikasi ) selama 30 menit. kemudian contoh yang berlebihan diratakan dengan pisau atau spatula yang panas hingga cetakan terisi penuh dan rata.



#### **d. Pengujian**

1. Benda uji didiamkan pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  dalam bak perendam selama  $\pm 95$  menit, kemudian benda uji dilepaskan dari pelat dasar dan sekatanya.
2. Benda uji dipasang pada alat mesin uji dan benda uji ditarik hingga putus. Perbedaan kecepatan kurang lebih 5% masih diijinkan. Dibaca jarak antara pemegang cetakan, pada saat benda uji putus (dalam cm). Selama percobaan berlangsung benda uji harus selalu terendam sekurang-kurangnya 2,5 cm dari air dan suhu harus dipertahankan konstan ( $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

### **5.3 Perencanaan Campuran**

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, sehingga diperoleh campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari agregat yang tersedia. Spesifikasi yang dipilih juga dipakai untuk dasar pelaksanaan di lapangan.

#### **5.3.1 Gradasi agregat tengah**

Gradasi agregat tengah adalah gradasi yang dipilih untuk mendapatkan jumlah persen yang lolos saringan yang terletak diantara tepi atas dan tepi bawah pada nomer saringan tertentu berdasarkan grafik analisa saringan. Grafik ini dapat dilihat pada gambar grafik analisa saringan agregat kasar dan halus halaman 46.

Mengingat lapis tipis (terutama untuk lapis nonstruktural pada lapisan "Surface Course") sangat cenderung mendapatkan beban langsung dari atasnya, maka persyaratan gradasi disarankan menggunakan gradasi terbuka ("Open Graded").

**Tabel 5.1 Spesifikasi Gradasi Terbuka Beton Aspal**

| No. Saringan (mm) | Spesifikasi (%) |
|-------------------|-----------------|
| ¾" ( 19,10 )      | 100             |
| ½" ( 12,70 )      | 95 – 100        |
| # 4 ( 4,760 )     | 23 – 45         |
| # 8 ( 2,380 )     | 15 – 30         |
| # 30 ( 0,590 )    | 8 – 20          |
| # 50 ( 0,279 )    | 4 – 15          |
| # 100 ( 0,149 )   | 4 – 10          |
| # 200 ( 0,074 )   | 2 – 7           |

Sumber : PT. Olah Bumi Mandiri (OBM), Jakarta ,1996.

### 5.3.2 Kadar roadcel 50 (RC 50) optimum

Pada penelitian ini kadar "Roadcel" 50 optimum yang digunakan adalah 0,3 % dari berat campuran total (PT. Olah Bumi Mandiri Jakarta). Berat total untuk campuran beton aspal digunakan sebesar 1200 gram (Bina Marga).

### 5.3.3 Kadar aspal optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang menghasilkan sifat campuran beton aspal terbaik, yaitu diperoleh dengan cara pembuatan sampel campuran beton aspal dengan beberapa variasi kadar aspal yang berbeda-beda sedangkan penggunaan agregat dan bahan tambah tetap, kemudian dilakukan pemeriksaan "Test Marshall" di laboratorium. Berdasarkan nilai yang didapat kemudian dibuat grafik dan dibandingkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan kemudian diperoleh range letak kadar aspal optimum, yang didapat dari nilai tengah dari range tersebut.

Pada penelitian ini kadar aspal HBA 50 dan AC 60-70 dibuat dalam jumlah yang sama, hal ini dapat dilihat pada tabel 5.2 dan tabel 5.3.

**Tabel 5.2 Kadar Aspal HBA 50**

| Jumlah camp.<br>Beton Aspal<br>HBA 50 | Jumlah kadar aspal dalam campuran beton aspal |      |     |      |     |
|---------------------------------------|---|------|-----|------|-----|
|                                       | 5%  | 5,5% | 6%  | 6,5% | 7%  |
| 1                                     | H11   | H21  | H31 | H41  | H51 |
| 2                                     | H12   | H22  | H32 | H34  | H35 |
| 3                                     | H13   | H23  | H33 | H43  | H53 |

**Tabel 5.3 Kadar Aspal AC 60-70**

| Jumlah camp.<br>Beton Aspal<br>A 60-70 | Jumlah kadar aspal dalam campuran beton aspal |      |     |      |     |
|--|---|------|-----|------|-----|
|  | 5%  | 5,5% | 6%  | 6,5% | 7%  |
| 1                                      | A11   | A21  | A31 | A41  | A51 |
| 2                                      | A12   | A22  | A32 | A44  | A52 |
| 3                                      | A13   | A23  | A33 | A43  | A53 |

#### 5.4 Pembuatan Benda Uji

Benda uji ini adalah hasil dari pemadatan campuran beton aspal, yang terdiri dari campuran merata antara aspal, agregat dan bahan tambah yang sudah ditumbuk dalam keadaan panas dan dikeluarkan dari silinder cetakan/mold dengan alat "Ejektor" dengan tebal  $\pm 63.5$  mm dan diameter  $\pm 101.6$  mm. Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik UII Yogyakarta dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada di Laboratorium dan diawasi oleh pegawai laboratorium. Jumlah benda uji yang kami buat untuk penggunaan campuran aspal beton HBA 50 dan AC 60 – 70 sebanyak 30 sampel benda uji.



### 5.4.1 Campuran beton aspal HBA 50 dengan Roadcel 50

#### a. Sampel I ( Kadar Aspal 5 % )

Berat Total : 1200 gram

Kadar aspal : 5% x berat total

Berat aspal : 5% x 1200 gr = 60 gr

Kadar Roadcel 50 : 0,3 %

Berat Roadcel 50 : 0,3 % x 1200 = 3,6 gram

Berat agregat : 1200 – 60 – 3,6 = 1136,40 gram

Untuk mendapatkan berat agregat masing-masing nomor saringan dihitung dengan menggunakan perhitungan analisa saringan agregat kasar dan halus seperti pada tabel dibawah ini.

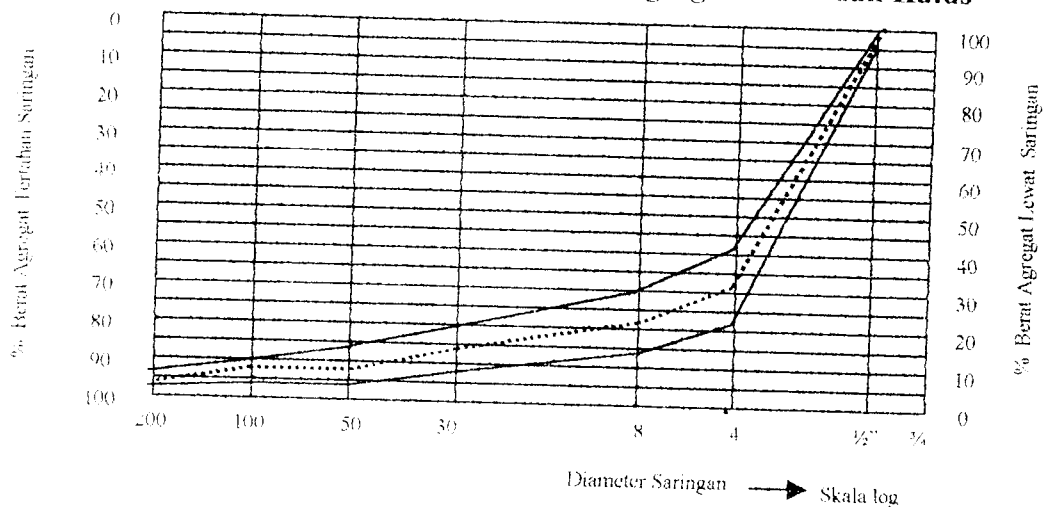
**Tabel 5.4 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5 %**

| No. Saringan |       | Berat Tertahan |          | Jumlah Persen (%) |       | Spesifikasi |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | Lolos | Min         | Max |
| 19,10        | ¾     | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12,70        | ½     | 28,41          | 28,41    | 2,5               | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,760        | # 4   | 721,614        | 750,124  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2,380        | # 8   | 130,686        | 880,71   | 77,5              | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,590        | # 30  | 95,594         | 977,304  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 51,138         | 1028,442 | 90,5              | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,41          | 1056,852 | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,41          | 1085,262 | 95,5              | 4,5   | 2           | 7   |
|              | Pan   | 51,138         | 1136,40  | 100               | 0     | 0           | 0   |

Berdasarkan tabel tersebut diatas maka dapat dilakukan langkah-langkah sebagai persiapan untuk pembuatan benda uji, yaitu :

1. Melakukan penimbangan berdasarkan nomor-nomor saringan.
2. Jumlah agregat yang telah ditimbang di pisah, kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi tanda agar tidak tercampur dengan agregat lainnya.
3. Untuk setiap kadar aspal yang berbeda terdapat 10 kantong plastik.

**Gambar 5.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus**



Keterangan :  
 ————— Gradasi Agregat Spesifikasi Bina Marga.  
 ..... Gradasi Agregat Tengah yang digunakan.

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dihitung untuk kadar aspal 5,5%; 6%; 6,5% dan 7%, seperti tercantum pada lampiran no. 21 sampai 25.

Setelah dilakukan penimbangan berat agregat pada setiap nomor saringan tersebut, maka dapat dilakukan pembuatan benda uji dengan cara sebagai berikut :

1. Agregat pada setiap nomor saringan di campur jadi satu ditempatkan pada wajan yang telah dibersihkan.

2. Campuran agregat seberat 1140 gram tersebut dipanaskan dengan kompor pemanas dan diaduk-aduk hingga rata sampai mencapai suhu  $\pm 170^{\circ}\text{C}$ .
3. Bersamaan dengan itu aspal juga dipanaskan dengan suhu  $\pm 160^{\circ}\text{C}$  pada tempat lainnya. Setelah aspal mencair, api dikecilkan sedikit kemudian roadcell 50 seberat 3,6 gram dicampurkan dengan aspal kemudian diaduk-aduk hingga rata selama  $\pm 15$  detik.
4. Setelah mencapai suhu yang dikehendaki, adonan agregat dituangkan ke dalam adonan aspal campur roadcell dan langsung diaduk-aduk hingga mencapai campuran yang homogen.
5. Cetakan benda uji beserta pelat alas dan leher sambung dibersihkan, diolesi paselin atau oli dan dipanaskan (di oven) dengan suhu  $140^{\circ}\text{C}$ . Pekerjaan ini dilakukan lebih awal saat akan melakukan pemanasan agregat atau aspal guna penyediaan alat untuk pembuatan sampel, agar kondisi alat dan bahan tetap dalam kondisi panas.
6. Campuran panas dengan suhu  $\pm 160^{\circ}\text{C}$  yang telah homogen dituangkan ke dalam cetakan yang pada bagian bawahnya telah diberi alas dari kertas minyak. Campuran tersebut dituangkan dalam tiga lapis (sepertiga dari volume cetakan), masing-masing lapisan ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 10 kali pada bagian tengah dan 15 kali pada bagian tepi untuk menghindari adanya rongga-rongga yang besar pada benda uji. Kemudian benda uji dibiarkan hingga mencapai suhu pemadatan  $\pm 140^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu pada bagian permukaan sampel dibuat berbentuk cembung dan diberi

- lapisan kertas di atasnya. (Ukuran kertas dibuat dengan menyesuaikan diameter alat cetakan yang dipakai).
7. Pemasangan/pemadatan dilakukan 2 kali untuk mold bagian atas dan bawah. Pemadatan dilakukan dengan alat pemadatan sebanyak 75 kali (digunakan untuk lalu lintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Palu pemadat diusahakan selalu tegak lurus terhadap cetakan selama pemadatan dilakukan. Setelah itu pelat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji. Cetakan tersebut dibalik kemudian pelat alas dan leher sambung dipasang kembali ke cetakan benda uji yang dibalik. Pemadatan dilakukan pada permukaan benda uji yang dibalik sebanyak 75 kali
  8. Sesudah pemadatan selesai dilakukan, benda uji dibiarkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan ejektor "Hydrolik Pump".

#### 5.4.2 Campuran beton aspal AC 60 - 70 dengan Roadcel 50

##### a. Sampel I ( Kadar Aspal 5% )

Berat total : 1200 gram

Kadar aspal : 5%

Berat aspal :  $5\% \times 1200 = 60$  gram

Kadar Roadcel 50 : 0,3%

Berat Roadcel 50 :  $0,3\% \times 1200 = 3,6$  gram

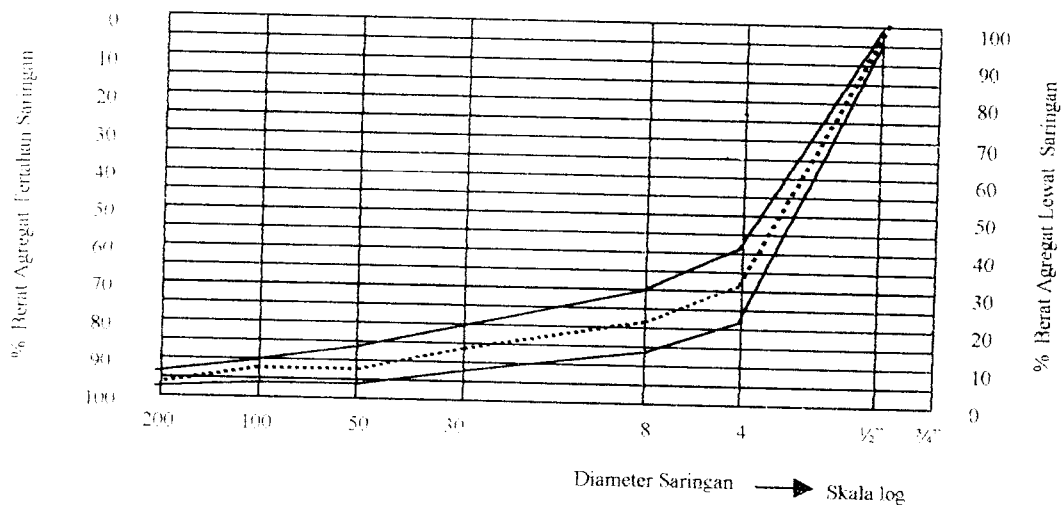
Berat agregat :  $1200 - 60 - 3,6 = 1136,4$  gram

Untuk mendapatkan berat agregat masing-masing nomor saringan dihitung dengan menggunakan perhitungan analisa saringan agregat kasar dan halus seperti pada tabel dibawah ini.

**Tabel 5.5 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 5 %**

| No. Saringan |       | Berat Tertahan |          | Jumlah Persen(%) |       | Spesifikasi |     |
|--------------|-------|----------------|----------|------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan         | Lolos | Min         | Max |
| 19,10        | ¾     | 0              | 0        | 0                | 100   | -           | 100 |
| 12,70        | ½     | 28,41          | 28,41    | 2,5              | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,760        | # 4   | 721,614        | 750,024  | 66               | 34    | 23          | 45  |
| 2,380        | # 8   | 130,686        | 880,71   | 77,5             | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,590        | # 30  | 96,594         | 977,304  | 86               | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 51,138         | 1028,442 | 90,5             | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,41          | 1056,852 | 93               | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,41          | 1085,262 | 95,5             | 4,5   | 2           | 7   |
|              | Pan   | 51,138         | 1136,40  | 100              | 0     | 0           | 0   |

**Gambar 5.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus**



Keterangan : — Gradasi Agregat Spesifikasi Bina Marga.  
 ..... Gradasi Agregat Tengah yang digunakan.

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dihitung untuk kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% seperti tercantum pada lampiran nomer 21 sampai 25. Cara pembuatan benda uji sama dengan pembuatan benda uji dengan aspal HBA 50.



## 5.5 Pengujian Campuran Beton Aspal

### 5.5.1 Peralatan pengujian

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

1. Cetakkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm (4"), tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat dan leher sambung.
2. Penumbuk berbentuk silinder dengan permukaan yang rata, mempunyai berat 10 lbs (4,536 kg) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.
3. Landasan pemadat terbuat dari balok kayu dengan ukuran 20x20x45 cm yang dilapisi dengan pelat baja ukuran 30x30x2,5 cm serta diikat pada lantai beton dengan 4 batang baja siku.
4. Injector, yaitu alat yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari cetakkan.
5. Bak perendam ("Water Bath") yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
6. Mesin tekan "Marshall" lengkap dengan :
  - a. kepala penekan berbentuk lengkung ("Breaking Head").
  - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001").
  - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01")
7. Perlengkapan lainnya :
  - a. panci untuk memanaskan agregat dan aspal serta campuran beton aspal.
  - b. pengukur suhu dari logam berkapasitas 250°C dan 100°C .

- c. timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram, dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- d. kompor.
- e. spatula.
- f. sendok pengaduk.
- g. sarung tangan, dll.

### 5.5.2 Cara Pengujian

Pada pelaksanaan pengujian benda uji alat yang digunakan adalah alat tekan "Marshall". Sebelum pengujian dilaksanakan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel.
2. Setiap benda uji diberi tanda pengenal untuk masing-masing kadar aspal yang berbeda-beda.
3. Masing-masing benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
4. Setiap benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk mengetahui beratnya (berat dalam keadaan kering/sebelum direndam).
5. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh.
6. Kemudian benda uji ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat isi benda uji.

7. Benda uji dilap dengan kain penyerap air, sehingga menjadi kering permukaan jenuh, kemudian ditimbang (berat basah jenuh air).
8. Selanjutnya benda uji direndam pada bak perendam ("Water Bath") dengan suhu konstan  $60^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit.

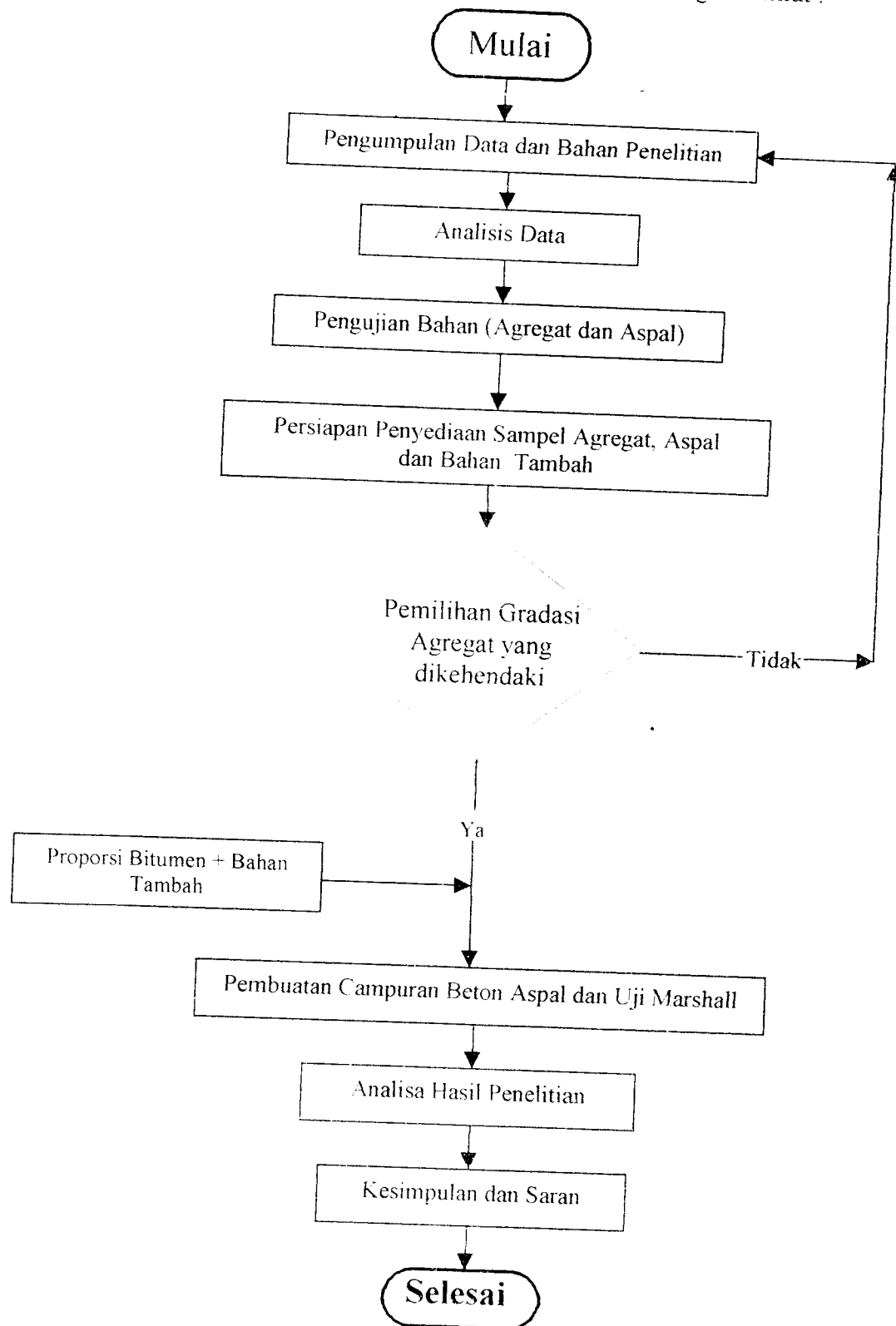
Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dikeluarkan dari bak perendam untuk dilakukan pengujian. Sebelum pengujian dilakukan bagian dalam dari kepala penekan harus dibersihkan dan diolesi dengan paselin untuk memudahkan melepas benda uji.

Kepala penekan yang berisi benda uji diletakkan diatas alat tekan "Marshall" dan arloji kelelahan ("Flow Meter") dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun. Sebelum pembebanan terhadap benda uji dilakukan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji tekan dan arloji kelelahan pada angka nol, setelah itu diberikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum yaitu saat jarum arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Catat besar beban maksimum tersebut dan pada saat yang sama dilakukan pembacaan terhadap angka "flow". Pengetesan benda uji diulangi sebanyak jumlah benda uji yang dibuat.

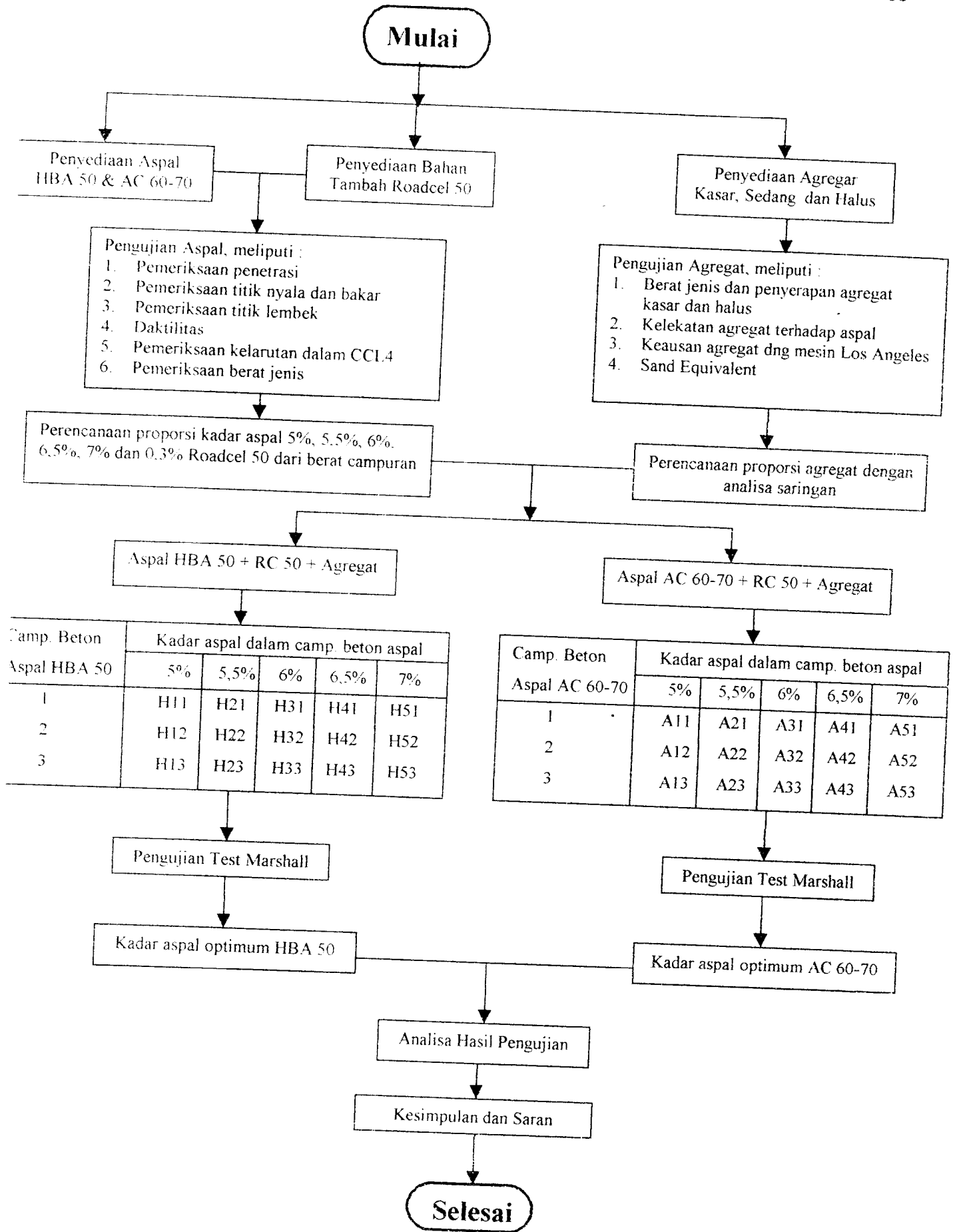
Hasil-hasil pengujian ini akan dibahas pada bab VI dan hasil uji laboratorium dapat dilihat pada halaman lampiran belakang.

### 5.6 Diagram Alur Penelitian

Adapun diagram alur penelitian laboratorium ini adalah sebagai berikut :



Gambar 5.3 Diagram Alur Penelitian Global



Gambar 5.4 Detail Diagram Alur Penelitian Laboratorium

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Hasil Penelitian

Hasil pemeriksaan yang telah kami lakukan terdapat tiga pokok hasil pemeriksaan yaitu : pemeriksaan agregat, pemeriksaan aspal (aspal HBA 50 dan AC 60-70) dengan bahan tambah "Roadcel" 50, dan pemeriksaan campuran beton aspal dengan gradasi "Open Graded" (gradasi terbuka) Lebih jelasnya hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat dibawah ini.

##### 6.1.1 Hasil pemeriksaan agregat

Hasil pemeriksaan agregat dilakukan dengan mengikuti syarat-syarat yang telah ditentukan untuk mengikuti kelayakan suatu bahan agregat, terutama jenis agregat yang akan dipakai untuk bahan perkerasan jalan raya. Hasil pemeriksaan agregat jenis ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus**

| No | Pengujian  | Syarat    | Hasil     |
|----|--|-----------|-----------|
| 1  | Keausan agregat dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran. | Maks. 40% | 34 %      |
| 2  | Kelekatan agregat terhadap aspal.                          | > 95%     | 97 %      |
| 3  | Peresapan agregat kasar terhadap air.                      | Maks. 3%  | 0,8060 %  |
| 4  | Peresapan agregat halus terhadap air.                      | Maks. 3%  | 1,9021 %  |
| 5  | Sand Equivalent.   | > 50%     | 63,4505 % |

Sumber : Syarat : SNI No. 1737/1989-F.  
Hasil : Lab. Jalan Raya FTSP UII, 1998.

Adapun hasil pemeriksaan berat jenis agregat untuk masing-masing agregat dapat dilihat pada tabel 6.2. berikut ini.

**Tabel 6.2 Berat Jenis Agregat Kasar dan Halus**

| No | Berat Jenis                               | Kasar  | Halus  | Rata-rata |
|----|---|--------|--------|-----------|
| 1  | Berat jenis (bulk).                       | 2,5644 | 2,8182 | 2,6913    |
| 2  | Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD). | 2,6132 | 2,8409 | 2,7270    |
| 3  | Berat jenis semu.                         | 2,6959 | 2,8837 | 2,7899    |

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII, 1998.

### 6.1.2 Hasil pemeriksaan aspal

Aspal yang digunakan untuk pemeriksaan ada dua jenis aspal yaitu aspal jenis "High Bonding Asphalt" (HBA 50) dan "Asphalt Cement" (AC 60-70). Kedua aspal tersebut di tambah "Roadcel" 50 dengan kadar yang sama. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 6.3.

**Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal High Bonding Asphalt (HBA 50)**

| No | Jenis Pemeriksaan                  | Hasil Penelitian LITBANG PU |               | Hasil Penelitian Laboratorium |               | Satuan |
|----|------------------------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|--------|
|    |                                    | HBA 50                      | HBA 50+0,3%RC | HBA 50                        | HBA 50+0,3%RC |        |
| 1. | Penetrasi.                         | 57                          | 25            | 58,5                          | 29            | 0,1 mm |
| 2. | Titik Lembek.                      | 55                          | 95            | —                             | 96            | °C     |
| 3. | Daktalitas.                        | >140                        | —             | —                             | 28,65         | cm     |
| 4. | Titik nyala.                       | 373                         | —             | 325                           | 326           | °C     |
| 5. | Titik Bakar.                       | —                           | —             | 353                           | 332           | °C     |
| 6. | Berat Jenis.                       | 1,038                       | —             | 1,0178                        | —             | -      |
| 7. | Kelarutan dalam CCl <sub>4</sub> . | 99                          | —             | 99,286                        | —             | %      |

Sumber : Hasil Penelitian LITBANG PU.  
Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII, 1998.

**Tabel 6.4 Hasil Pemeriksaan Asphalt Cement (AC 60 – 70)**

| No | Jenis Pengujian                                   | Nilai Rujukan |     | Hasil Penelitianan Laboratorium |             | Satuan  |
|----|---|---------------|-----|---------------------------------|-------------|---------|
|    |   | Min           | Max | AC                              | AC + 0,3%RC |         |
| 1. | Penetrasi 25°C 100 gr 5 detik                     | 60            | 70  | 64                              | 36          | 0,1 mm  |
| 2. | Titik lembek/lunak                                | 48            | 58  | —                               | 90          | °C      |
| 3. | Titik nyala                                       | 200           | —   | —                               | 320         | °C      |
| 4. | Titik bakar                                       | 250           | —   | —                               | 338         | °C      |
| 5. | Penurunan berat (Thick Film Oven Test)            | —             | 0,4 | —                               | —           | % berat |
| 6. | Kelarutan dalam CCL <sub>4</sub> /CS <sub>2</sub> | 99            | —   | 99,07                           | —           | % berat |
| 7. | Daktilitas  | 100           | —   | —                               | 25,7        | cm      |
| 8. | Berat jenis                                       | 1             | —   | 1,051                           | —           | gr/cc   |

Sumber: Nilai Rujukan dari Bina Marga.  
Hasil Penelitian Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, 1998.

### 6.1.3 Hasil pengujian benda uji

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap data-data penelitian untuk penggunaan aspal “High Bonding Asphalt” (HBA) 50 dan “Asphalt Cement” (AC) 60 – 70 dan bahan tambah “Roadcel” 50 untuk campuran beton, yang diuji dengan tes “Marshall”, diperoleh hasil seperti pada lampiran

Pada kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal dengan aspal HBA 50 dan AC 60 – 70 dengan bahan tambah “Roadcel” 50 dapat dilihat pada lampiran nomer 26 sampai 27.



## 6.2 Pembahasan

Pada pembahasan ini akan diuraikan hasil tes uji “Marshall” untuk campuran beton aspal dengan menggunakan aspal HBA 50 dan AC 60-70 dengan bahan tambah “Roadcel” 50. Dari hasil nilai-nilai yang didapat pada daftar tabel uji tes “Marshall” kemudian dibuat grafik dan dibandingkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

### 6.2.1 Tinjauan terhadap Kepadatan (“Density”)

Nilai kepadatan campuran (“Density”) menunjukkan derajat kepadatan campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang mempunyai “Density” yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibanding dengan campuran yang mempunyai “Density” rendah. Nilai “Density” dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran. Nilai “Density” campuran beton aspal pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.5 dan gambar grafik 6.1 berikut ini.

**Tabel 6.5 Nilai Density Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

| Camp. Beton \ Kadar Aspal | Kadar Aspal |        |        |        |        |
|---------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                           | 5%          | 5,5%   | 6%     | 6,5%   | 7%     |
| HBA 50+RC 50 (kg/cc)      | 2.2286      | 2.2407 | 2.2512 | 2.2773 | 2.2612 |
| AC 60-70+RC 50 (kg/cc)    | 2.2072      | 2.2185 | 2.2288 | 2.2419 | 2.2375 |

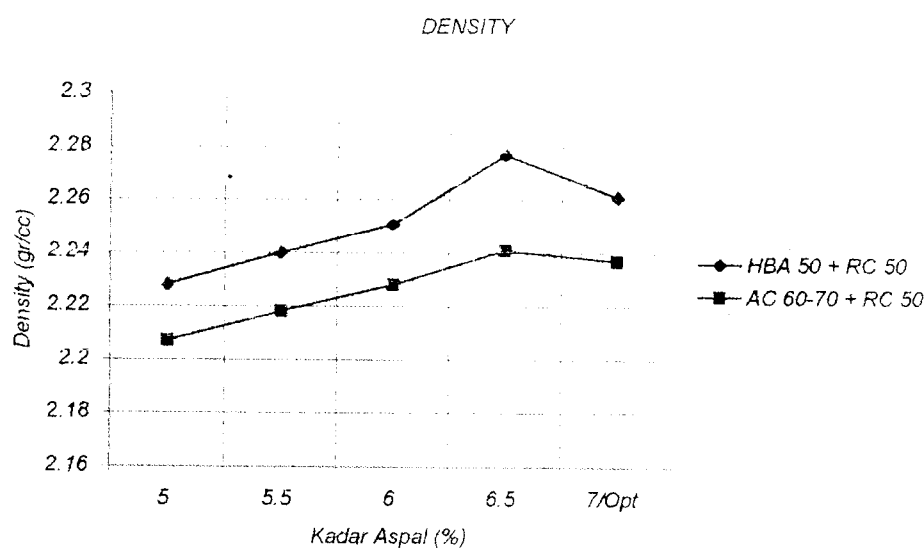
Contoh hitungan nilai “Density” atau disebut juga berat isi sample untuk kadar aspal 5% campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 :

$$\text{Berat Isi Sample} = \frac{\text{Berat kering benda uji}}{\text{Volume benda uji}}$$

Untuk nilai berat kering benda uji dan volume (isi benda uji) dapat dilihat lampiran nomer 28 dan 29 pada tabel perhitungan test "Marshall".

$$\text{Nilai Density} = \frac{1170 \text{ gr}}{525 \text{ cc}} = 2.2286 \text{ gr/cc.}$$

Pada kadar aspal yang sama dari 5% sampai 7%, baik untuk campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 maupun untuk campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50 diperoleh nilai "Density" dengan rumus yang sama seperti contoh diatas.



**Gambar 6.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Density**

Berdasarkan grafik 6.1 tersebut terlihat bahwa nilai "Density" meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai "Density" kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Nilai "Density" campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + Roadcel 50 lebih tinggi dari campuran beton aspal AC 60-70 + Roadcel 50, hal ini disebabkan aspal HBA 50 mempunyai daya ikat yang lebih tinggi dibanding dengan aspal AC 60 – 70, terutama dalam hal pengikatan butir-butir antar agregat dalam campuran beton aspal sehingga nilai kerapatan dan kepadatan campuran

beton aspal HBA 50 + RC 50 lebih tinggi. Dari nilai "Density" pada gambar grafik terlihat, pada kadar aspal 5% sampai 6% untuk campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 mempunyai kenaikan rata-rata 0,99%, kenaikan tertinggi pada kadar aspal 6.5% sebesar 1,60%, dan untuk kadar aspal optimum (7%) terjadi kenaikan sebesar 1,1%.

### 6.2.2 Tinjauan terhadap VITM ( "Void In The Mix" )

Volume rongga dalam campuran ( VITM ) dinyatakan dalam prosentase rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran.

Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada tabel 6.6 dan gambar grafik 6.2 di bawah ini.

**Tabel 6.6 Nilai VITM Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

| <b>Kadar Aspal</b>        | <b>5%</b> | <b>5,5%</b> | <b>6%</b> | <b>6,5%</b> | <b>7%</b> |
|---------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| <b>Camp. Beton</b>        |           |             |           |             |           |
| <b>HBA 50 + RC 50 (%)</b> | 8,4387    | 7.2681      | 6,1567    | 5,4811      | 4,3819    |
| <b>AC 60-70+RC 50 (%)</b> | 9,0421    | 8,1881      | 6,7033    | 5,6122      | 4,5122    |

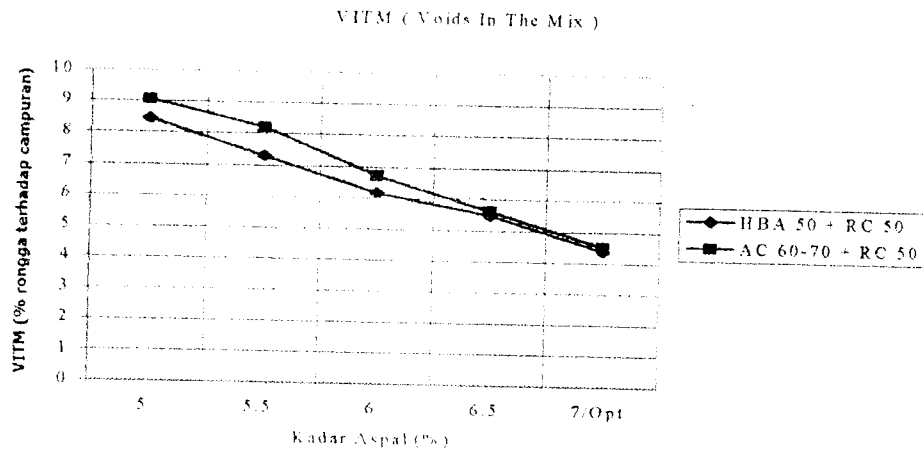
Contoh hitungan nilai VITM untuk kadar aspal 5% campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 :

$$\text{Nilai VITM} = 100 - \left( 100 \times \left( \frac{\text{Berat isi benda uji}}{\text{BJ. Mak. Teoritis}} \right) \right)$$

Untuk nilai berat isi benda uji dan berat jenis maksimum teoritis dapat dilihat pada lampiran nomer 28 dan 29. Dan dengan rumus ini juga dapat dicari nilai

VITM untuk semua kadar aspal pada campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 maupun AC 60-70 + RC 50.

$$\text{Nilai VITM (kadar aspal 5\%)} = 100 - \left( 100 \times \left( \frac{2,4339 \text{ gr/cc}}{2,2286 \text{ gr/cc}} \right) \right) = 8,4387\%.$$



**Gambar 6.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM**

Berdasarkan grafik 6.2 terlihat nilai VITM akan berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran ini menyebabkan rongga dalam campuran terisi aspal.

Prosentase rongga yang disyaratkan pada penelitian ini adalah 4% - 6%. Lapis keras yang mempunyai nilai VITM kurang dari 4% akan mudah terjadi "Bledding", hal ini akibat adanya beban lalu-lintas yang menambah pemadatan lapisan dan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar. Sebaliknya nilai VITM lebih besar dari 6% menunjukkan banyak terjadi rongga dalam campuran beton aspal sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap air.

Pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 pada kondisi kadar aspal yang sama mempunyai nilai VITM yang lebih rendah dari pada campuran beton aspal yang menggunakan AC 60 - 70 + RC 50.

Hal ini disebabkan aspal HBA 50 mempunyai daya ikat dan titik leleh yang lebih tinggi. Dan penggunaan bahan tambah "Roadcel" 50 akan mempertinggi titik lembek aspal dan memperkokoh ikatan aspal dengan agregat sehingga aspal tidak akan meleleh atau terlepas dari ikatannya.

Nilai VITM dalam campuran beton aspal menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 mempunyai nilai lebih rendah dari pada yang menggunakan AC 60-70 + RC 50. Pada grafik terlihat untuk kadar aspal 5% HBA 50 + RC 50 terjadi penurunan 7,15%, dan pada kadar aspal optimum (7%) terjadi penurunan sebesar 2,97%.

### 6.2.3 VFWA ( Void Filled With Asphalt )

Nilai VFWA menunjukkan prosentase rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu perkerasan yang dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga udara yang tersisa semakin kecil. Saat perkerasan menerima beban lalu-lintas yang berulang, menyebabkan terjadinya pemadatan kembali. Jika pemadatan akibat beban tersebut didukung oleh suhu perkerasan yang relatif tinggi, maka kekentalan aspal menjadi turun. Hal tersebut menyebabkan nilai VFWA menjadi besar. Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada tabel 6.7 dan gambar grafik 6.3 sebagai berikut.

**Tabel 6.7 Nilai VFWA Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

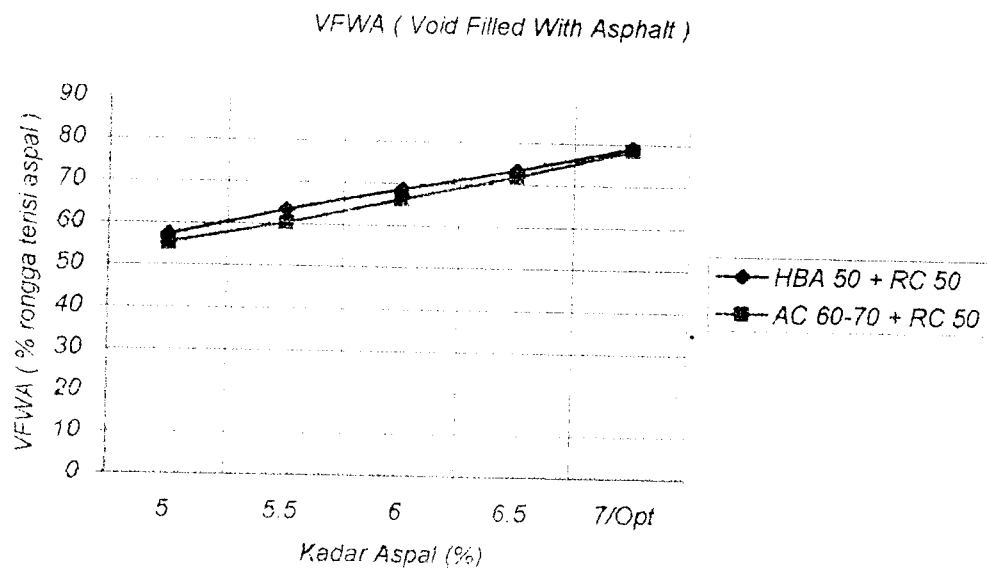
| <b>Kadar Aspal</b><br><b>Camp. Beton</b> | 5%     | 5,5%   | 6%     | 6,5%   | 7%     |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>HBA 50 + RC 50 (%)</b>                | 57,225 | 63,329 | 68,616 | 73,351 | 79,045 |
| <b>AC 60-70+RC 50 (%)</b>                | 55,307 | 60,175 | 66,158 | 71,832 | 78,500 |

Contoh hitungan nilai VFWA untuk kadar aspal 5% campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 :

$$\text{Nilai VFWA} = 100 \times \left( \frac{\% \text{ rongga terhadap agregat} = l}{(100 - \% \text{ aspal thd. camp.}) \times \text{berat isi} : \text{BJ. agregat} = j} \right)$$

Untuk hasil nilai parameter l dan j pada rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 28 dan 29. Dan dengan rumus yang sama dapat dicari nilai VFWA pada campuran beton aspal AC 60-70 + RC untuk semua kadar aspal.

$$\text{Nilai VFWA} = 100 \times \left( \frac{19,1313}{80,8687} \right) = 57,2255\%$$



**Gambar 6.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA**

Berdasarkan grafik tersebut diatas terlihat bahwa nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya jumlah kadar aspal dalam campuran beton aspal menyebabkan rongga antar agregat terisi oleh aspal, sehingga nilai VFWA akan naik.

Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. VFWA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan

Film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas dan mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian yang banyak menyebabkan nilai VFWA besar dan VFM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya "Bleeding" cukup besar.

Pada grafik terlihat bahwa pada kadar aspal yang sama, nilai VFWA pada campuran beton aspal yang menggunakan HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibanding dengan campuran yang menggunakan AC 60 - 70 + RC 50. Kenaikan terbesar pada kadar aspal 5 % dan 6% yaitu 5,24 % dan 3,71 %, untuk kadar aspal optimum nilai VFWA untuk aspal HBA 50 + RC 50 kenaikan sebesar 0,69 %. Hasil nilai VFWA ini rata-rata cukup besar, sehingga film aspal dapat dibuat tebal dan perkerasan lentur akan menjadi fleksibel.

#### **6.2.4 Tinjauan Terhadap Stabilitas**

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun "Bleending".

Kebutuhan akan stabilitas ini setingkat dengan jumlah lalu-lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu-lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang.

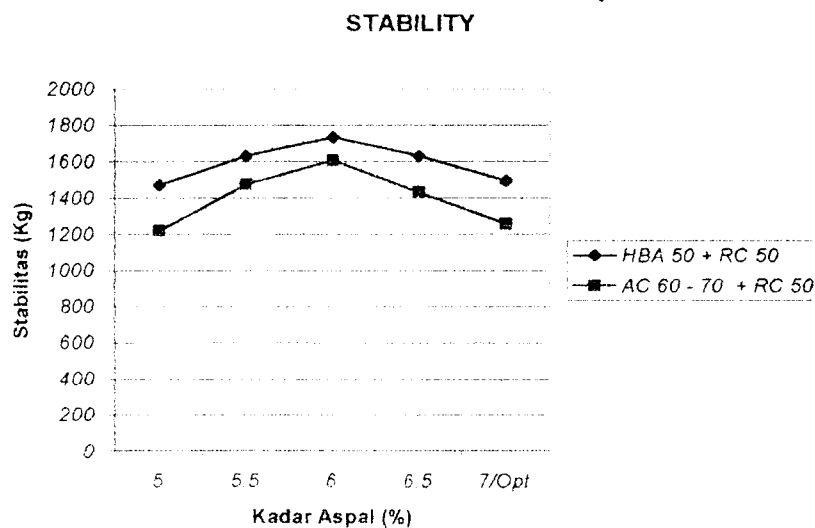
Stabilitas pada pengujian “Marshall” adalah kemampuan suatu campuran beton aspal untuk menerima beban hingga terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg).

Nilai stabilitas yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada tabel 6.8 dan gambar grafik 6.4 sebagai berikut.

**Tabel 6.8 Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

| Camp. Beton \ Kadar Aspal | Kadar Aspal |         |         |         |         |
|---------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|
|                           | 5%          | 5,5%    | 6%      | 6,5%    | 7%      |
| HBA 50 + RC 50 (kg)       | 1470,48     | 1631,73 | 1735,21 | 1629,93 | 1493,88 |
| AC 60-70+RC 50 (kg)       | 1219,21     | 1474,81 | 1607,01 | 1430,74 | 1225,09 |

Nilai-nilai stabilitas ini diperoleh langsung dari hasil uji tes “Marshall” yang langsung dibuatkan tabel seperti diatas.



**Gambar 6.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas**

Berdasarkan grafik 6.4 diatas terlihat bahwa nilai stabilitas meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali menurun



seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan semakin bertambah banyak kadar aspal mengakibatkan ikatan antar agregat menjadi licin akibat banyaknya aspal dan gesekan antar agregat lebih kecil.

Dari grafik 6.4 terlihat bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibanding dengan campuran beton aspal yang menggunakan aspal AC 60-70 + RC 50. Adapun kenaikan stabilitas campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 6.9 Kenaikan Nilai Stabilitas Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50 terhadap Campuran Beton Aspal AC 60-70 + RC 50**

| Camp. Beton Aspal HBA 50 + RC 50 | 5%    | 5,5%  | 6%   | 6,5%  | 7%    |
|----------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| (%) kenaikan                     | 20,61 | 10,64 | 7,98 | 13,92 | 21,94 |

Dari grafik dan tabel terlihat bahwa nilai stabilitas tertinggi pada kadar aspal 6%, hal ini disebabkan karena komposisi yang idial antara campuran beton aspal dengan agregat yang digunakan. Dan perbedaan tingkat kenaikan terendah campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 terhadap campuran beton aspal yang menggunakan AC 60-70 + RC 50 terletak pada kadar aspal 6%. Dengan menggunakan aspal HBA 50 yang mempunyai daya ikat lebih tinggi dibanding dengan aspal AC 60-70 maka penguncian ("interlocking") antar agregat lebih baik dan penggunaan bahan tambah "Roadcel" 50 akan membuat aspal berpenetrasi rendah, sehingga perkerasan cukup kaku dan harga stabilitas campuran beton aspal lebih tinggi.

### 6.2.5 Tinjauan terhadap flow

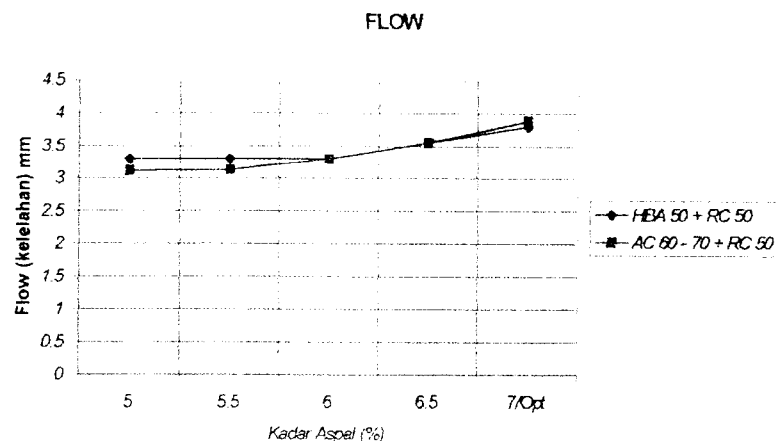
Kelelahan (“Flow”) menunjukkan besarnya penurunan campuran benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja di atasnya. Untuk nilai “Flow” sangat rendah dan tingginya nilai stabilitas akan menunjukkan perkerasan bersifat getas dan kaku. Sebaliknya nilai “Flow” yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah terjadi perubahan bentuk akibat beban lalu-lintas.

Nilai “Flow” yang dihasilkan dari penelitian ini diberikan pada tabel 6.10 dan gambar grafik 6.5 sebagai berikut.

**Tabel 6.10 Nilai Flow Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

| Kadar Aspal<br>Camp. Beton | Kadar Aspal |       |       |       |       |
|----------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
|                            | 5%          | 5,5%  | 6%    | 6,5%  | 7%    |
| HBA 50 + RC 50 (mm)        | 3,302       | 3,302 | 3,302 | 3,556 | 3,810 |
| AC 60-70+ RC 50 (mm)       | 3,120       | 3,130 | 3,302 | 3,556 | 3,890 |

Untuk nilai “Flow” diperoleh dengan cara pembacaan langsung arloji “Flow” pada saat uji “Marshall” dilakukan dan dibuatkan tabel seperti diatas.



**Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan “Flow”**

Berdasarkan grafik 6.5 diatas terlihat bahwa nilai "Flow" cenderung naik dengan bertambahnya kadar aspal. Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel dan grafik "Flow", bahwa nilai campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 tidak adanya kenaikan yang mencolok terhadap campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50. Pada kadar aspal 5% dan 5,5% untuk campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 terdapat kenaikan rata-rata sebesar 5,66%, untuk kadar aspal 6% dan 6,5% harga "Flow" sama, dan kadar aspal optimum (7%) nilai "Flow" campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 mengalami penurunan 2,09%.

#### 6.2.6 Tinjauan terhadap Marshall Quotient

"Marshall Quotient" (MQ) merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelahan ("Flow"), yang digunakan sebagai pendekatan terhadap nilai tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi disertai dengan kelelahan rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku dan bersifat getas. Sebaliknya, stabilitas yang rendah dengan kelelahan tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu plastis dan hal ini akan mengakibatkan perkerasan mengalami "Deformasi" akibat beban lalu-lintas yang berat dengan suhu yang cukup tinggi.

Nilai "Marshall Quotient" yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada tabel 6.11 dan gambar grafik 6.6 sebagai berikut.

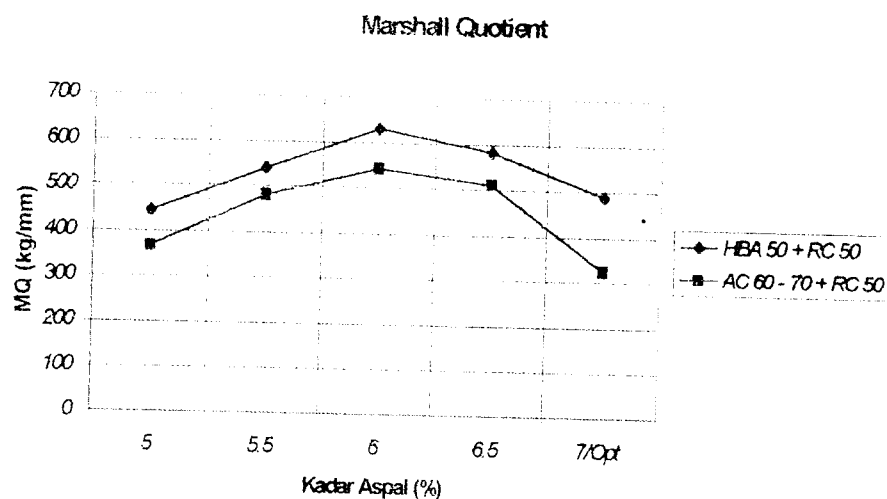
**Tabel 6.11 Nilai MQ Campuran Beton Aspal HBA 50+RC 50 dan AC 60-70+RC 50**

| Kadar Aspal<br>Camp. Beton | Kadar Aspal |         |         |         |         |
|----------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|
|                            | 5%          | 5,5%    | 6%      | 6,5%    | 7%      |
| HBA 50+RC 50 (kg/mm)       | 445.331     | 541.722 | 630.781 | 583.370 | 490.118 |
| AC 60-70+RC 50 (kg/mm)     | 367.233     | 483.544 | 544.152 | 512.076 | 326.763 |

Untuk nilai "Marshall Quotient" diperoleh dari hasil bagi stabilitas dengan kelelahan "Flow". Contoh perhitungan MQ pada kadar aspal 5% untuk campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 :

$$\begin{aligned} \text{Nilai MQ} &= \frac{\text{Stabilitas (kg)}}{\text{Flow (mm)}} \\ &= \frac{1470.48 \text{ kg}}{3.302 \text{ mm}} = 445.331 \text{ kg/mm.} \end{aligned}$$

Dan dengan persamaan tersebut diatas dapat dicari nilai MQ untuk semua kadar aspal pada campuran beton aspal HBA 50 + RC dan campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50.



**Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan "Marshall Quotient"**

Berdasarkan grafik 6.6 di atas terlihat bahwa nilai "Marshall Quotient" (MQ) meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai "Marshall Quotient" menurun kembali seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Dari tabel dan grafik tersebut terlihat bahwa nilai "Marshall Quotient" untuk campuran beton aspal yang menggunakan HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibanding dengan campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50 mulai dari kadar

aspal 5% sampai dengan 7%. Nilai MQ terbesar pada kadar aspal 6%, hal ini disebabkan karena nilai stabilitas yang cukup tinggi sedangkan nilai "Flow" untuk semua campuran beton aspal cukup rendah. Prosentase kenaikan campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 dari kadar aspal 5% sampai 7% dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 6.12 Kenaikan Nilai MQ Campuran Beton Aspal HBA 50 + RC 50 terhadap Campuran Beton Aspal AC 60-70 + RC 50**

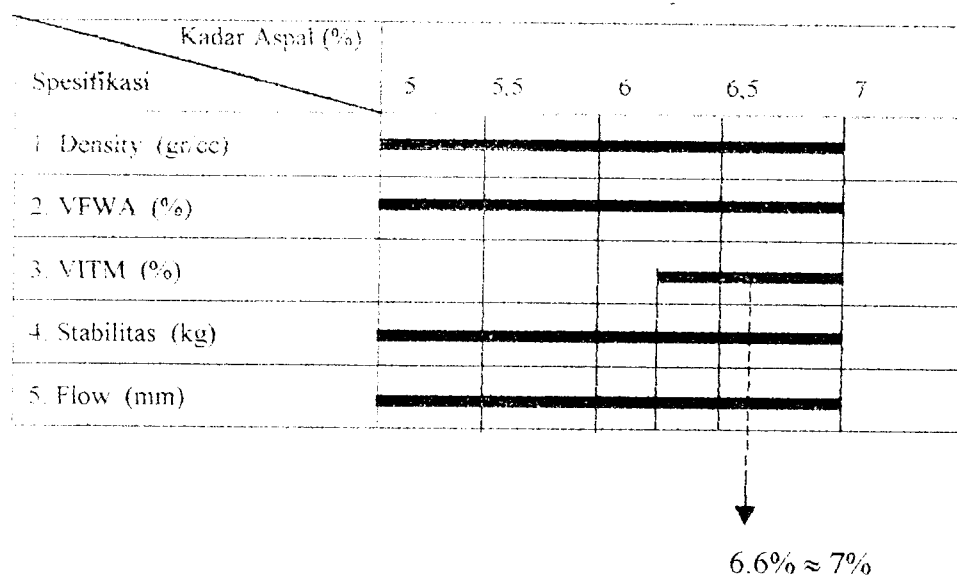
| Camp. Beton Aspal HBA 50 + RC 50 | 5%    | 5,5%  | 6%    | 6,5%  | 7%    |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (%)<br>kenaikan                  | 21.26 | 12.03 | 15.92 | 13.92 | 49.89 |

### 6.2.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

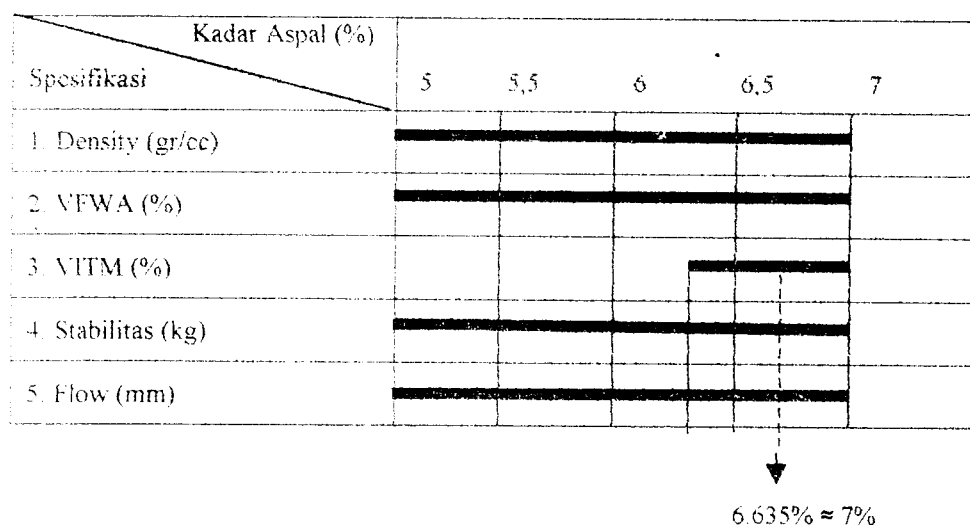
Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran aspal beton, agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan "Density", VITM, VFWA, "Flow" dan Stabilitas. Penentuan kadar aspal optimum pada campuran, menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal diperoleh dengan cara sebagai berikut :

Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai "density", VITM (4%-6%), "Flow" (2mm-4mm), VFWA (75%-82%) dan Stabilitas (850 – 450 kg), diplotkan pada tabel "Spec" kadar aspal (dapat dilihat pada lampiran nomer 26 dan 27). Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada tabel "Spec" kadar aspal, dicari batas terdalam dari kiri maupun dari kanan tabel tersebut. Nilai tengah diantara dari kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum.

Kadar aspal optimum yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada gambar 6.7 dan 6.8 sebagai berikut :



**Gambar 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal HBA 50+ RC 50**



**Gambar 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal AC 60/70+RC 50**

Berdasarkan gambar 6.7 dan 6.8 terlihat bahwa kadar aspal optimum untuk kedua campuran beton aspal dicapai pada 7%. Tidak terdapat perbedaan kadar aspal optimum pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC

50 maupun pada campuran beton aspal AC 60–70 + RC 50. Kadar aspal optimum yang telah dicapai pada penelitian ini adalah kadar aspal terhadap campuran total, sehingga kadar aspal optimum ini sekaligus merupakan kadar aspal design. Campuran beton aspal dengan HBA 50 + RC 50 memiliki rentang kadar aspal pada 6.2% hingga 7%, sedangkan campuran dengan AC 60–70 + RC 50 memiliki rentang kadar aspal pada 6.27% hingga 7%. Kadar aspal optimum yang telah didapatkan ini menjadi acuan design campuran untuk pekerjaan pelaksanaan di lapangan.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Dari penelitian di laboratorium yang telah dilakukan pada jenis perkerasan beton aspal dengan menggunakan aspal HBA 50 dan AC 60-70 dengan bahan tambah "Roadcel" 50 beserta dengan analisa yang telah diuraikan didalam pembahasan dimuka, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahan tambah "Roadcel" 50 dapat menurunkan penetrasi aspal, hal ini disebabkan oleh sifat fisik "Roadcel" 50 yang berserat sehingga perkerasan beton aspal akan lebih kaku dan stabilitas lebih tinggi dari pada aspal berpenetrasi tinggi.
2. Pengujian penetrasi aspal tidak bisa dilakukan dengan sempurna karena permukaan contoh benda uji tidak rata serta jarum uji kemungkinan terhalang oleh serat selulosa.
3. Bahan tambah "Roadcel" 50 juga dapat menaikkan titik lembek aspal. Untuk aspal HBA 50 terjadi kenaikan dari 55<sup>o</sup>C sampai 96<sup>o</sup>C dan AC 60-70 dari 48<sup>o</sup>C sampai dengan 90<sup>o</sup>C, kenaikan titik lembek ini sangat efektif untuk mencegah terjadinya "Bleeding", karena bahan tambah "Roadcel" 50 memperkuat ikatan antara aspal dengan agregat.



4. Nilai "Density" campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dari campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50, hal ini disebabkan aspal HBA 50 mempunyai daya ikat yang lebih tinggi dibanding dengan aspal AC 60 – 70, terutama dalam hal pengikatan butir-butir antar agregat dalam campuran beton aspal sehingga nilai kerapatan dan kepadatan campuran beton aspal HBA 50 lebih tinggi.
5. Pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 pada kondisi kadar aspal yang sama mempunyai nilai VITM yang lebih rendah dari pada campuran beton aspal yang menggunakan AC 60 – 70 + RC 50. Hal ini disebabkan aspal HBA 50 mempunyai daya lengket yang tinggi terhadap agregat, sehingga kerapatan campuran beton aspal cukup tinggi. Ditambah pula berat "Roadcel" 50 sebanyak 3,6 gram dalam campuran total yang akan mengurangi rongga dalam campuran total.
6. Nilai VFWA pada campuran beton aspal yang menggunakan HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibanding dengan campuran yang menggunakan AC 60 – 70 + RC 50. Pada kadar aspal optimum nilai VFWA untuk aspal HBA 50 + RC 50 sebesar 79,045%, sedangkan AC 60-70 + RC 50 sebesar 78,506%. Hal ini disebabkan karena kadar aspal yang tinggi yaitu 7% dari berat total campuran dan kelekatan aspal HBA 50 cukup tinggi, sehingga film aspal yang menyelimuti agregat akan tebal dan mengakibatkan rongga yang terisi aspal berkurang.
7. Nilai stabilitas yang dihasilkan pada campuran beton aspal yang menggunakan aspal HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibanding dengan campuran beton aspal

yang menggunakan aspal AC 60-70 + RC 50. Hal ini disebabkan oleh daya lekat aspal HBA 50 terhadap agregat lebih baik dan penetrasi yang lebih rendah, sehingga campuran beton aspal menjadi lebih kuat dalam menerima beban di atasnya.

8. Pada kadar aspal optimum (7%), nilai "Flow" untuk campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 lebih rendah dari campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50. Hal ini disebabkan oleh campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 lebih rapat dengan ikatan antar agregat yang lebih baik sehingga campuran beton aspal lebih kaku.
9. Nilai "Marshall Quotient" untuk campuran beton aspal dengan HBA 50 + RC 50 lebih tinggi dibandingkan campuran beton aspal AC 60-70 + RC 50 mulai dari kadar aspal 5% sampai 7%, hal ini disebabkan stabilitas campuran beton aspal HBA 50 + RC 50 lebih besar nilainya dan harga "Flow" hampir sama.
10. Dengan menggunakan gradasi "Open Graded" pada campuran beton aspal pada penelitian laboratorium ini yang digunakan untuk lapisan nonstruktural "Surface Course" pada perkerasan jalan ternyata nilai-nilai yang disyaratkan dalam tes "Marshall" semuanya terpenuhi, sehingga lapisan ini dapat dipakai sebagai lapisan Lataston atau lapisan untuk pemeliharaan jalan.

## 7.2 Saran

Dari hasil analisa penelitian di laboratorium untuk penggunaan aspal "High Bonding Asphalt" (HBA) 50 dan AC 60-70 dengan bahan tambah "Roadcel" 50 pada pembuatan beton aspal untuk lapisan perkerasan jalan, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Hendaknya diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi penelitian dilaboratorium, antara lain penimbangan untuk benda uji seteliti mungkin, pemeriksaan bahan agregat dan bitumen yang tepat, pengaturan suhu dalam pemeriksaan dan suhu ruang yang tepat, penumbukan/pemadatan sebaik mungkin (alat tumbuk harus jatuh bebas), dan sebagainya.
2. Karena beberapa keunggulan "High Bonding Asphalt" (HBA) 50 dan bahan tambah "Roadcel" 50 dari aspal biasa (AC), maka diusahakan penelitian untuk lapisan perkerasan "Fricseal" (lapis tipis) dengan gradasi khusus pada konstruksi macadam.
3. Juga perlu dilakukan pemeriksaan lapisan perkerasan "Drainseal" sebagai lapis penutup porous dengan menggunakan aspal HBA 50 dan bahan tambah "Roadcel" 50 dengan gradasi khusus (gradasi terbuka).
4. Diusahakan penggunaan filler kapur pada lapis "Fricseal" dan "Drainseal" sebagai pengganti filler agregat abu batu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Silvia Sukirman**, 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung.
- Dafimin BRE**, 1982. Pengaspalan ("Surface Course").
- Frieseal Teknologi Hot Mix Lapis Tipis**, PT. Jasa Marga, Jakarta
- Roadcel 50 cellulose Fibre**, 1998, PT. Olah Bumi Mandiri, Jakarta.
- Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UIR**,  
Panduan Praktikum Jalan Raya IV, Yogyakarta.
- Agus, Joko**, Tugas Akhir Evaluasi Penggunaan Roadcel 50 pada Campuran Beton Aspal dengan Menggunakan HBA 50 dengan Uji Marshall.
- H. Balya Umar, Msc**, 1994, Bahan Mata Kuliah Jalan Raya IV.
- H. Bachnas, Msc**, 1996, Bahan Mata Kuliah Bahan Lapis Keras.
- Soehartono**, Usaha Meningkatkan Keandalan Aspal sebagai Bahan Perkerasan Jalan, Jakarta.

# LAMPIRAN

Pemeriksaan Agregat



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

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

Contoh dari : Kulon Progo  
 Jenis Contoh : Batu Pecah  
 Di Test Tanggal : 20 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
 1. Wardani  
 2. Susila

| JENIS GRADASI   |                 | BENDA UJI |
|---|-----------------|-----------|
| SARINGAN  |                 |           |
| LOLOS   | TERTAHAN        | I         |
| 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 (1/2")  | 2500      |
| 12,5 mm (1/2")  | 9,5 mm (3/8")   | 2500      |
| 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) |           |
| <b>JUMLAH BENDA UJI (A)</b>                                   |                 | 5000      |
| <b>JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)</b>                        |                 | 3300      |
| <b>KEAUSAN = <math>\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%</math></b> |                 | 34 %      |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

( Ir. Subarkah, MT.)



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Kulon Progo  
Jenis Contoh : Agregat Halus  
Di Test Tanggal : 19 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| KETERANGAN  | BENDA UJI      |
|---|----------------|
| BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)   | 500 Gram       |
| BERAT VICNOMETER + AIR (B)                        | 666 Gram       |
| BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)           | 990 Gram       |
| BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)                     | 496 Gram       |
| BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$         | 2,8182 Gram/mm |
| BERAT JENIS SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$    | 2,8409 Gram/mm |
| BERAT JENIS SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$     | 2,8837 Gram/mm |
| PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$ | 0,806          |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Kulon Progo  
 Jenis Contoh : Agregat Kasar  
 Di Test Tanggal : 20 Nopember 1998  
 Umuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila

| KETERANGAN   | BENDA UJI      |
|--|----------------|
| BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) (BJ) | 1500 Gram      |
| BERAT BENDA UJI DIDALAM AIR (BA)                     | 926 Gram       |
| BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)                        | 1472 Gram      |
| BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$          | 2,5644 Gram/mm |
| BERAT JENIS SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$             | 2,6132 Gram/mm |
| BERAT JENIS SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$            | 2,6959 Gram/mm |
| PENYERAPAN = $\frac{(BJ - BK)}{BK} \times 100\%$     | 1,9021         |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)





**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**IURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**SAND EQUIVALENT DATA**  
**AASHTO T 176 - 73**

Contoh dari : Kalon Progo  
 Jenis Contoh : Agregat Halus  
 Di Test Tanggal : 18 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila

| TRIAL NUMBER  |       | 1       | 2       |
|---|-------|---------|---------|
| Soaking<br>(10.1 Min)   | Start | 14.55   | 14.55   |
|   | Stop  | 14.58   | 14.58   |
| Sedimentation Time<br>(20 Min - 15 Sec)                             | Start | 15.00   | 15.00   |
|   | Stop  | 15.20   | 15.20   |
| Clay Reading  |       | 4.9     | 4.4     |
| Sand Reading  |       | 3.1     | 2.8     |
| SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$ |       | 63.2165 | 63.6360 |
| Rata - rata   |       | 63.4505 |         |

Diperiksa oleh,

( Bp. Sukanto )

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT )

# LAMPIRAN

**ASPAL HBA 50 + RC 50**



**LAMPIRAN 5**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN  
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Agregat tertahan # 4+ HBA 50  
Di Test Tanggal : 19,20 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| <b>PEMANASAN SAMPEL</b>          | <b>PEMBACAAN SUHU</b> | <b>PEMBACAAN WAKTU</b> |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| MULAI PEMANASAN                  | 120°C                 | 13.35 WIB              |
| SELESAI PEMANASAN                | 180°C                 | 14.10 WIB              |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b> |                       |                        |
| MULAI                            | 180°C                 | 14.10 WIB              |
| SELESAI                          | 28°C                  | 15.45 WIB              |
| <b>DIPERIKSA</b>                 |                       |                        |
| MULAI                            | 28°C                  | 13.30 WIB              |
| SELESAI                          | 25°C                  | 13.45 WIB              |

**HASIL PENGAMATAN**

| <b>BENDA UJI</b> | <b>PROSENTASE YANG DISELIMUTI ASPAL</b> |
|------------------|---|
| I                | 99%                                     |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : PT.Olah Bumi Mandiri  
 Jenis Contoh : Aspal HBA 50 - 0,3% RC  
 Di Test Tanggal : 23 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 Wardani/Susila

| PEMANASAN SAMPEL                     | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI PEMANASAN                      | 85°C           | 09.15 WIB       |
| SELESAI PEMANASAN                    | 145°C          | 09.25 WIB       |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>     |                |                 |
| MULAI                                | 145°C          | 09.30 WIB       |
| SELESAI                              | 28°C           | 10.15 WIB       |
| <b>DIRENDAM AIR PADA SUHU (25°C)</b> |                |                 |
| MULAI                                | 28°C           | 10.30 WIB       |
| SELESAI                              | 25°C           | 11.25 WIB       |
| <b>DIPERIKSA</b>                     |                |                 |
| MULAI                                | 25°C           | 11.30 WIB       |
| SELESAI                              | 25°C           | 12.30 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| No.         | CAWANI I | CAWANI II |
|-------------|----------|-----------|
| 1.          | 30       | 27        |
| 2.          | 30       | 30        |
| 3.          | 32       | 27        |
| 4.          | 28       | 30        |
| 5.          | 29       | 29        |
| Rata-rata 1 | 29       | 28,6      |
| Rata-rata 2 | 29       |           |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

Contoh dari : PT. Olah Bumi Mandiri  
 Jenis Contoh : Aspal HBA 50 - 0,3 RC  
 Di Test Tanggal : 23 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila

**PEMERIKAAAN TITIK LEMBEK ASPAL**

| PEMANASAN SAMPEL                 | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI                            | 120°C          | 9.10 WIB        |
| SELESAI                          | 140°C          | 9.25 WIB        |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b> |                |                 |
| MULAI                            | 140°C          | 9.25 WIB        |
| SELESAI                          | 28°C           | 14.00 WIB       |
| <b>DIPERIKSA</b>                 |                |                 |
| MULAI                            | 5°C            | 14.30 WIB       |
| SELESAI                          | 96°C           | 14.55 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| No. | SUHU YANG DIAMATI | WAKTU (DETIK) |    | TITIK LEMBEK |       |
|-----|-------------------|---------------|----|--------------|-------|
|     |                   | I             | II | I            | II    |
| 1.  | 5                 | 0             |    | 95 °C        | 96 °C |
| 2   | 10                | 0             |    |              |       |
| 3   | 15                | 120           |    |              |       |
| 4   | 20                | 60            |    |              |       |
| 5   | 25                | 60            |    |              |       |
| 6   | 30                | 90            |    |              |       |
| 7   | 35                | 75            |    |              |       |
| 8   | 40                | 60            |    |              |       |
| 9   | 45                | 75            |    |              |       |
| 10  | 50                | 115           |    |              |       |
| 11  | 55                | 90            |    |              |       |
| 12  | 60                | 75            |    |              |       |
| 13  | 65                | 60            |    |              |       |
| 14  | 70                | 60            |    |              |       |
| 15  | 75                | 60            |    |              |       |
| 16  | 80                | 75            |    |              |       |
| 17  | 85                | 70            |    |              |       |
| 18  | 90                | 71            |    |              |       |
| 19  | 95                | 60            |    |              |       |
| 20  | 100               | 75            |    |              |       |

Diperiksa oleh,

(Bp. Syamsudin /Sukanto)

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

(ft. Subarkah, MT.)



**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN**  
**DAKTILITAS ( DUCTILITY ) / RESIDUE**

Contoh dari : PT.Olah Bumi Mandiri  
 Jenis Contoh : Aspal HBA 50 + 0,3% RC  
 Di Test Tanggal : 23 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila

|                        |  |          |  |
|------------------------|--|----------|--|
| Persiapan benda uji    | Contoh dipanaskan  | 15 menit | Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$      |
| Mendinginkan benda uji | Didiamkan pada suhu ruang                                | 60 menit | 22 – 23 $^{\circ}\text{C}$                         |
| Perendaman benda uji   | Direndam dalam Water Bath pada suhu $25^{\circ}\text{C}$ | 60 menit | Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$ |
| Pemeriksaan            | Daktilitas pada $25^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit      | 20 menit | Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$       |

| <b>DAKTILITAS pada <math>25^{\circ}\text{C}</math><br/>5 cm per menit</b> | <b>Pembacaan pengukur pada alat</b> |
|---|-------------------------------------|
| <b>Pengamatan I</b>   | 24,3 cm                             |
| <b>Pengamatan II</b>  | 33 cm                               |
| <b>Rata – rata ( I + II )</b>   | 28,65 cm                            |

Diperiksa oleh,

( Sukamto/Syamsudin )

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT. )



**LAMPIRAN 10**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**II. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL**

Contoh dari : PT.Olah Bumi Mandiri  
Jenis Contoh : Aspal HBA 50 + 0,3 %RC  
Di Test Tanggal : 24 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| No. | Urutan Pemeriksaan                         | Berat (Gram) |
|-----|--|--------------|
| 1.  | Berat vicnometer kosong                    | 29,12        |
| 2.  | Berat vicnometer + Aquadest                | 79,02        |
| 3.  | Berat air (2 - 1)                          | 49,9         |
| 4.  | Berat vicnometer + aspal                   | 30,26        |
| 5.  | Berat aspal (4 - 1)                        | 1,14         |
| 6.  | Berat vicnometer + aspal + Aquadest        | 79,04        |
| 7.  | Berat airnya saja (6 - 4)                  | 48,78        |
| 8.  | Volume aspal (3 - 7)                       | 1,12         |
| 9.  | Berat jenis aspal = berat / volume (5 / 8) | 1,0178       |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Bp. Syamsudin/Sukamto)

( Ir. Subarkah, MT.)



**LAMPIRAN 11**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN**  
**KELARUTAN DALAM CCL 4**  
**( SOLUBILITY )**

Contoh dari : PT. Olah Bumi Mandiri  
Jenis Contoh : Aspal HBA 50  
Di Test Tanggal : 20 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| Pembukaan contoh   | <u>DIPANASKAN</u> |     | Pembacaan waktu | Pembacaan suhu |
|--------------------|-------------------|-----|-----------------|----------------|
|                    | Mulai             | Jam |                 |                |
|                    | Selesai           | Jam | 13.10 WIB       | 28°C           |
|                    |                   |     | 13.25 WIB       | 140°C          |
| <u>PEMERIKSAAN</u> |                   |     |                 |                |
| 6. Penimbangan     | Mulai             | Jam | 14.45 WIB       | 24°C           |
| 7. Pelarutan       | Mulai             | Jam | 14.54 WIB       | 26°C           |
| 8. Penyaringan     | Mulai             | Jam | 15.10 WIB       | 26°C           |
|                    | Selesai           | Jam | 15.15 WIB       | 26°C           |
| 9. Di Oven         | Mulai             | Jam | 15.25 WIB       | 26°C           |
| 10. Penimbangan    | Selesai           | Jam | 16.15 WIB       | 26°C           |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 9. Berat botol Erlenmeyer kosong       | = | 74,002 gr |
| 10. Berat Erlenmeyer + aspal           | = | 76,10 gr  |
| 11. Berat aspal ( 2 - 1 )              | = | 2,09 gr   |
| 12. Berat kertas saring bersih         | = | 0,63 gr   |
| 13. Berat kertas saring + endapan      | = | 0,645 gr  |
| 14. Berat endapannya saja ( 5 - 4 )    | = | 0,045 gr  |
| 15. Persentase ( $6/3 \times 100\%$ )  | = | 0,71545 % |
| 16. Bitumen yang larut ( $100\% - 7$ ) | = | 99,286 %  |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Bp. Syamsudin/Sukamto )

( Ir. Subarkah, MT. )





**LAMPIRAN 12**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Aspal AC 60-70 + 0,3%RC  
Di Test Tanggal : 19 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| PEMANASAN SAMPEL                     | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI PEMANASAN                      | 28°C           | 09.20 WIB       |
| SELESAI PEMANASAN                    | 145°C          | 09.40 WIB       |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>     |                |                 |
| MULAI                                | 145°C          | 09.40 WIB       |
| SELESAI                              | 28°C           | 10.10 WIB       |
| <b>DIRENDAM AIR PADA SUHU (25°C)</b> |                |                 |
| MULAI                                | 28°C           | 10.30 WIB       |
| SELESAI                              | 25°C           | 11.25 WIB       |
| <b>DIPERIKSA</b>                     |                |                 |
| MULAI                                | 24°C           | 14.65 WIB       |
| SELESAI                              | 24°C           | 15.25 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| No.         | CAWANI | CAWAN II |
|-------------|--------|----------|
| 1.          | 28     | 40       |
| 2.          | 34     | 39       |
| 3.          | 28     | 32       |
| 4.          | 32     | 41       |
| 5.          | 40     | 38       |
| Rata-rata 1 | 32.4   | 38       |
| Rata-rata 2 |        | 36       |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
 Jenis Contoh : Aspal AC 60-70 + 0,3%RC  
 Di Test Tanggal : 21 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila


**PEMERIKAAAN TITIK LEMBЕК ASPAL**

| PEMANASAN SAMPEL                 | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|----------------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI                            | 28°C           | 12.35 WIB       |
| SELESAI                          | 115°C          | 13.00 WIB       |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b> |                |                 |
| MULAI                            | 115°C          | 13.00 WIB       |
| SELESAI                          | 28°C           | 14.15 WIB       |
| <b>DIPERIKSA</b>                 |                |                 |
| MULAI                            | 28°C           | 15.30 WIB       |
| SELESAI                          | 93°C           | 16.05 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| No. | SUHU YANG DIAMATI | WAKTU (DETIK) | TITIK LEMBЕК |      |
|-----|-------------------|---------------|--------------|------|
|     |                   | I             | I            | II   |
| 1.  | 5                 | 0             | 87°C         | 93°C |
| 2.  | 10                | 130           |              |      |
| 3.  | 15                | 74            |              |      |
| 4.  | 20                | 121           |              |      |
| 5.  | 25                | 125           |              |      |
| 6.  | 30                | 105           |              |      |
| 7.  | 35                | 110           |              |      |
| 8.  | 40                | 62            |              |      |
| 9.  | 45                | 110           |              |      |
| 10. | 50                | 85            |              |      |
| 11. | 55                | 75            |              |      |
| 12. | 60                | 67            |              |      |
| 13. | 65                | 96            |              |      |
| 14. | 70                | 124           |              |      |
| 15. | 75                | 75            |              |      |
| 16. | 80                | 144           |              |      |
| 17. | 85                | 60            |              |      |
| 18. | 90                | 75            |              |      |
| 19. | 95                | 140           |              |      |
| 20. | 100               | Rata-rata     | 90°C         |      |

Diperiksa oleh,

  
 ( Bp. Sukanto/Syaamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

( Ir. Subarkah, MT. )



**LAMPIRAN 1**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**II. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN  
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Aspal AC 60-70 + 0,3% RC  
Di Test Tanggal : 21 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila


| PEMANASAN SAMPEL          | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI PEMANASAN           | 40°C           | 10.30 WIB       |
| SELESAI PEMANASAN         | 140°C          | 10.55 WIB       |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG |                |                 |
| MULAI                     | 140°C          | 10.55 WIB       |
| SELESAI                   | 28°C           | 13.05 WIB       |
| DIPERIKSA                 |                |                 |
| MULAI                     | 28°C           | 13.15 WIB       |
| SELESAI                   | 338°C          | 14.20 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| CAWAN | TITIK NYALA | TITIK BAKAR |
|-------|-------------|-------------|
| I     | 320         | 338         |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

  
( Sukamto/Syamsudin)

( Ir. Subarkah, MT. )



**LAMPIRAN 1**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN**  
**KELARUTAN DALAM CCL 4**  
**( SOLUBILITY )**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Aspal AC 60-70  
Di Test Tanggal : 20 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani.  
2. Susifa

| Pembukaan contoh   | DIPANASKAN |     | Pembacaan waktu | Pembacaan suhu |
|--------------------|------------|-----|-----------------|----------------|
|                    | Mulai      | Jam |                 |                |
|                    | Selesai    | Jam | 13.10 WIB       | 28°C           |
|                    |            |     | 13.25 WIB       | 160°C          |
| <b>PEMERIKSAAN</b> |            |     |                 |                |
| 1. Penimbangan     | Mulai      | Jam | 14.40 WIB       |                |
| 2. Pelarutan       | Mulai      | Jam | 15.00 WIB       | 24°C           |
| 3. Penyaringan     | Mulai      | Jam | 15.15 WIB       | 26°C           |
|                    | Selesai    | Jam | 15.20 WIB       | 26°C           |
| 4. Di Oven         | Mulai      | Jam | 15.35 WIB       | 26°C           |
| 5. Penimbangan     | Selesai    | Jam | 16.55 WIB       | 26°C           |

|                                       |   |          |
|---------------------------------------|---|----------|
| 1. Berat botol Erlenmeyer kosong      | = | 73,56 gr |
| 2. Berat Erlenmeyer + aspal           | = | 75,56 gr |
| 3. Berat aspal ( 2 - 1 )              | = | 2,00 gr  |
| 4. Berat kertas saring bersih         | = | 0,63 gr  |
| 5. Berat kertas saring + endapan      | = | 0,65 gr  |
| 6. Berat endapannya saja ( 5 - 4 )    | = | 0,02 gr  |
| 7. Persentase ( $6/3 \times 100\%$ )  | = | 1,0 %    |
| 8. Bitumen yang larut ( $100\% - 7$ ) | = | 99,07 %  |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Bp. Syamsudin/Sukamto )

( Ir. Subarkah, MT. )



**LAMPIRAN 16**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN  
DAKTILITAS ( DUCTILITY ) / RESIDUE**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Aspal AC 60-70 + 0,3% RC  
Di Test Tanggal : 21 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

|                        |   |          |  |
|------------------------|---|----------|--|
| Persiapan benda uji    | Contoh dipanaskan   | 15 menit | Pembacaan suhu oven $\pm 135^{\circ}\text{C}$      |
| Mendinginkan benda uji | Didiamkan pada suhu ruang                                 | 60 menit | 22 - 23 $^{\circ}\text{C}$                         |
| Perendaman benda uji   | Direndam dalam Water Bath pada suhu 25 $^{\circ}\text{C}$ | 60 menit | Pembacaan suhu Water Bath $\pm 25^{\circ}\text{C}$ |
| Pemeriksaan            | Daktilitas pada 25 $^{\circ}\text{C}$ 5 cm per menit      | 20 menit | Pembacaan suhu alat $\pm 25^{\circ}\text{C}$       |

| <b>DAKTILITAS pada 25<math>^{\circ}\text{C}</math><br/>5 cm per menit</b> | <b>Pembacaan pengukur pada alat</b> |
|---|-------------------------------------|
| <b>Pengamatan I</b>   | 26 cm                               |
| <b>Pengamatan II</b>  | 25.4 cm                             |
| <b>Rata - rata ( I + II )</b>   | 25,7 cm                             |

Diperiksa oleh,

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Sukamto/Syamsudin )

( Ir. Subarkah, MT. )



**LAMPIRAN 1**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**II. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Jenis Contoh : Aspal AC  
Di Test Tanggal : 18 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| <b>PEMANASAN SAMPEL</b>              | <b>PEMBACAAN SUHU</b> | <b>PEMBACAAN WAKTU</b> |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| MULAI PEMANASAN                      | 28°C                  | 08.50 WIB              |
| SELESAI PEMANASAN                    | 145°C                 | 09.20 WIB              |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>     |                       |                        |
| MULAI                                | 145°C                 | 09.20 WIB              |
| SELESAI                              | 28°C                  | 10.25 WIB              |
| <b>DIRENDAM AIR PADA SUHU (25°C)</b> |                       |                        |
| MULAI                                | 28°C                  | 10.30 WIB              |
| SELESAI                              | 25°C                  | 11.25 WIB              |
| <b>DIPERIKSA</b>                     |                       |                        |
| MULAI                                | 24°C                  | 12.45 WIB              |
| SELESAI                              | 24°C                  | 13.10 WIB              |

**HASIL PENGAMATAN**

| <b>No.</b> | <b>CAWANI</b> |
|------------|---------------|
| 1.         | 62            |
| 2.         | 64            |
| 3.         | 63            |
| 4.         | 65            |
| 5.         | 66            |
| Rata-rata  | 64            |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

(Ir. Subarkah, M.T.)



**LAMPIRAN 1**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

**PEMERIKSAAN  
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPAL**

Contoh dari : PT. Olah Bumi Mandiri  
Jenis Contoh : Aspal HBA 50  
Di Test Tanggal : 19 Nopember 1998  
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
1. Wardani  
2. Susila

| PEMANASAN SAMPEL          | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI PEMANASAN           | 110°C          | 10.30 WIB       |
| SELESAI PEMANASAN         | 140°C          | 10.45 WIB       |
| DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG |                |                 |
| MULAI                     | 140°C          | 10.45 WIB       |
| SELESAI                   | 28°C           | 12.05 WIB       |
| DIPERIKSA                 |                |                 |
| MULAI                     | 28°C           | 12.15 WIB       |
| SELESAI                   | 353°C          | 13.30 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| CAWAN | TITIK NYALA | TITIK BAKAR |
|-------|-------------|-------------|
| I     | 325°C       | 353°C       |

Diperiksa oleh,

( Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT. )

**PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL**

Contoh dari : PT. Olah Bumi Mandiri  
 Jenis Contoh : Aspal HBA 50  
 Di Test Tanggal : 18 Nopember 1998  
 Untuk Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan :  
 1. Wardani  
 2. Susila

| PEMANASAN SAMPEL                     | PEMBACAAN SUHU | PEMBACAAN WAKTU |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|
| MULAI PEMANASAN                      | 28°C           | 09.05 WIB       |
| SELESAI PEMANASAN                    | 145°C          | 09.20 WIB       |
| <b>DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG</b>     |                |                 |
| MULAI                                | 145°C          | 09.20 WIB       |
| SELESAI                              | 28°C           | 10.25 WIB       |
| <b>DIRENDAM AIR PADA SUHU (25°C)</b> |                |                 |
| MULAI                                | 28°C           | 10.30 WIB       |
| SELESAI                              | 25°C           | 11.25 WIB       |
| <b>DIPERIKSA</b>                     |                |                 |
| MULAI                                | 24°C           | 12.45 WIB       |
| SELESAI                              | 24°C           | 13.00 WIB       |

**HASIL PENGAMATAN**

| No.       | CAWANI |
|-----------|--------|
| 1.        | 57     |
| 2.        | 57.5   |
| 3.        | 59     |
| 4.        | 59.5   |
| 5.        | 59.5   |
| Rata-rata | 58.5   |

Diperiksa oleh,



(Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
 Kepala Lab. Jalan Raya FTSP. UII

( Ir. Subarkah, MT.)



# LAMPIRAN

Analisa Saringan



**LAMPIRAN 21**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Pekerjaan : Gradasi Terbuka  
Jenis Agregat : Batu Pecah  
Keterangan : Nomer sampel 1  
Tanggal : 10 Nopember 1998

Dikerjakan oleh :  
1. Wardani  
2. Susila

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS UNTUK KADAR  
ASPAL 5% DENGAN ROADCELL 50

| NO. SARINGAN |       | BERAT TERTAHAN |          | JUMLAH PERSEN (%) |       | SPESIFIKASI |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | Lolos | Min         | Max |
| 19,1         | 3/4   | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12,7         | 1/2   | 28,41          | 28,41    | 2,5               | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,76         | # 4   | 721,614        | 750,024  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2,38         | # 8   | 130,686        | 880,71   | 77,5              | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,59         | # 30  | 96,594         | 977,304  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 51,138         | 1028,442 | 90,5              | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,41          | 1056,852 | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,41          | 1085,262 | 95,5              | 4,5   | 2           | 7   |
|              | PAN   | 51,138         | 1136,4   | 100               | 0     | 0           | 0   |

Diperiksa oleh.

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

( Bp. Sukanto/Syamsudin)

( Ir. SUBARCAH, MT. )



LABORATORIUM JALAN RAYA  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Pekerjaan : Gradasi Terbuka  
Jenis Agregat : Batu Pecah  
Keterangan : Nomor sampel 2  
Tanggal : 10 Nopember 1998


Dikerjakan oleh :  
1. Wardani  
2. Susila

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS UNTUK KADAR  
ASPAL 5,5% DENGAN ROADCELL 50

| NO. SARINGAN |       | BERAT TERTAHAN |          | JUMLAH PERSEN (%) |       | SPESIFIKASI |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | Lolos | Min         | Max |
| 19,1         | 3/4   | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12,7         | 1/2   | 28,26          | 28,26    | 2,5               | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,76         | # 4   | 717,804        | 746,064  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2,38         | # 8   | 129,996        | 876,06   | 77,5              | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,59         | # 30  | 96,084         | 972,144  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 50,868         | 1023,012 | 90,5              | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,26          | 1051,272 | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,26          | 1079,532 | 95,5              | 4,5   | 2           | 7   |
|              | DAN   | 50,868         | 1130,4   | 100               | 0     | 0           | 0   |

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

Diperiksa oleh,

  
( Bp. Sukamto Syamsudin )

( Ir. SUBARKAH, MT. )



LABORATORIUM JALAN RAYA  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Pekerjaan : Gradasi Terbuka  
Jenis Agregat : Batu Pecah  
Keterangan : Nomer sampel 3  
Tanggal : 10 Nopember 1998

Dikerjakan oleh :  
1. Wardani  
2. Susila

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS UNTUK KADAR  
ASPAK 6% DENGAN ROADCELL 50

| NO. SARINGAN |       | BERAT TERTAHAN |          | JUMLAH PERSEN (%) |       | SPESIFIKASI |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | lolos | Min         | Max |
| 19,1         | 3/4   | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12,7         | 1/2   | 28,11          | 28,11    | 2,5               | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,76         | # 4   | 713,994        | 742,104  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2,38         | # 8   | 129,306        | 871,41   | 77,5              | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,59         | # 30  | 95,578         | 966,984  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 50,598         | 1017,692 | 90,5              | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,11          | 1045,692 | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,11          | 1073,802 | 95,5              | 4,5   | 2           | 7   |
|              | PAN   | 50,598         | 1124,4   | 100               | 0     | 0           | 0   |

Diperiksa oleh :

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

( Bp. Sukanto/Syamsudin )

( Ir. SUBARCAH, MT. )



LABORATORIUM JALAN RAYA  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Pekerjaan : Gradasi terbuka  
Jenis Agregat : Batu Pecah  
Keterangan : Nomer sampel 4  
Tanggal : 10 Nopember 1998

Dikerjakan oleh :  
1. Wardani  
2. Susila

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS UNTUK KADAR  
ASPAL 6,5% DENGAN ROADCELL 50

| NO. SARINGAN |       | BERAT TERTAHAN |          | JUMLAH PERSEN (%) |       | SPESIFIKASI |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | Lolos | Min         | Max |
| 19,1         | 3/4   | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12,7         | 1/2   | 28,11          | 28,11    | 2,5               | 97,5  | 95          | 100 |
| 4,76         | # 4   | 715,994        | 742,104  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2,38         | # 8   | 129,506        | 871,41   | 77,5              | 22,5  | 15          | 30  |
| 0,59         | # 30  | 95,578         | 966,984  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0,279        | # 50  | 50,598         | 1017,692 | 90,5              | 9,5   | 4           | 15  |
| 0,149        | # 100 | 28,11          | 1045,692 | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0,074        | # 200 | 28,11          | 1073,802 | 95,5              | 4,5   | 2           | 7   |
|              | PAN   | 50,598         | 1124,4   | 100               | 0     | 0           | 0   |

Diperiksa oleh :

( Bp. Sukamto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

( Ir. SUBARCAH, MT. )



**LAMPIRAN 25**

**LABORATORIUM JALAN RAYA**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta**

Contoh dari : PT. Perwita Karya  
Pekerjaan : Gradasi Terbuka  
Jenis Agregat : Batu Pecah  
Keterangan : Nomer sampel 5  
Tanggal : 10 Nopember 1998

Dikerjakan oleh :  
1. Wardani  
2. Susifa

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS UNTUK KADAR  
ASPAL 7% TANPA ROADCELL 50

| NO. SARINGAN |       | BERAT TERTAHAN |          | JUMLAH PERSEN (%) |       | SPESIFIKASI |     |
|--------------|-------|----------------|----------|-------------------|-------|-------------|-----|
| Mm           | Inch  | Tertahan       | Jumlah   | Tertahan          | LoLOS | Min         | Max |
| 19.1         | 3/4   | 0              | 0        | 0                 | 100   | -           | 100 |
| 12.7         | 1/2   | 27.96          | 27.96    | 2.5               | 97.5  | 95          | 100 |
| 4.76         | # 4   | 710.184        | 738.144  | 66                | 34    | 23          | 45  |
| 2.38         | # 8   | 128.616        | 866.76   | 77.5              | 22.5  | 15          | 30  |
| 0.59         | # 30  | 95.064         | 961.824  | 86                | 14    | 8           | 20  |
| 0.279        | # 50  | 50.328         | 1012.152 | 90.5              | 9.5   | 4           | 15  |
| 0.149        | # 100 | 27.96          | 1040.12  | 93                | 7     | 4           | 10  |
| 0.074        | # 200 | 27.96          | 1068.072 | 95.5              | 4.5   | 2           | 7   |
|              | PAN   | 50.328         | 1118.4   | 100               | 0     | 0           | 0   |

Diperiksa oleh,

(Bp. Sukanto/Syamsudin)

Yogyakarta, Nopember 1998  
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

( Ir. SUBARCAH, MT. )

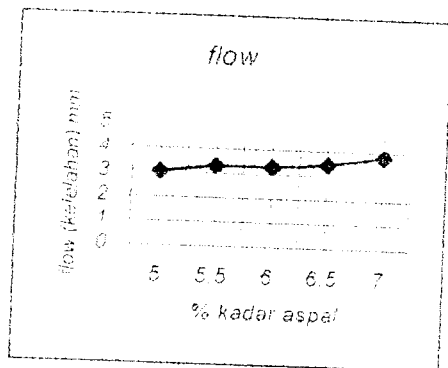
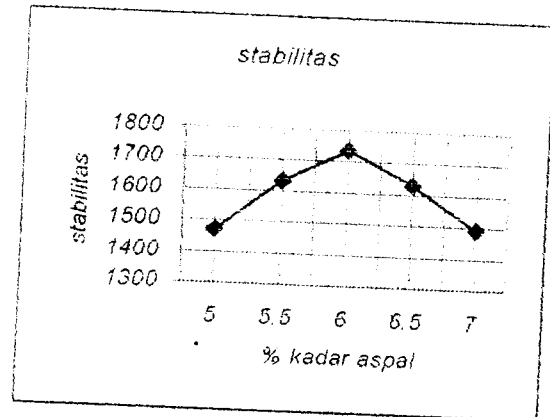
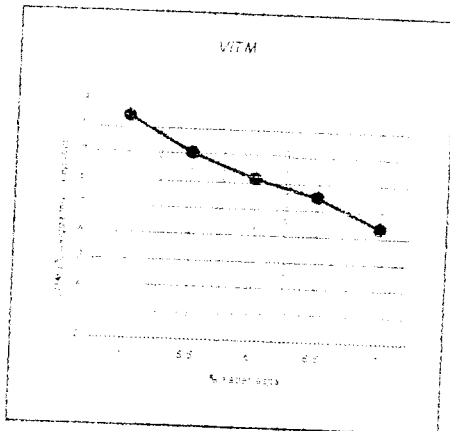
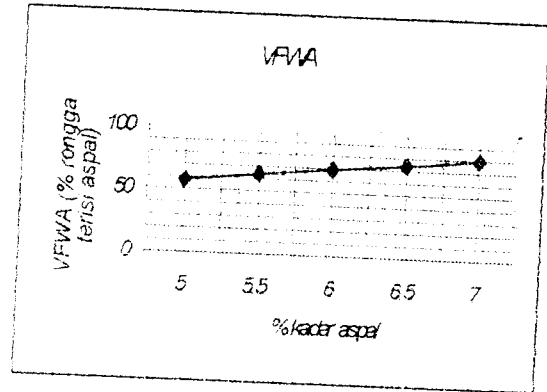
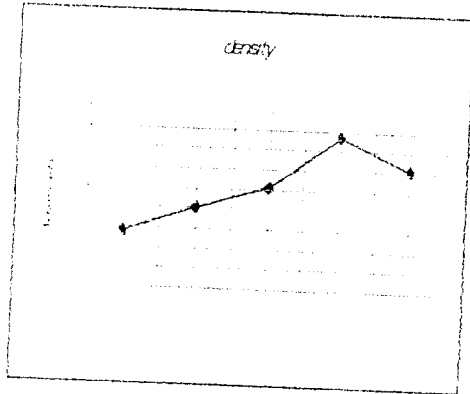
# LAMPIRAN

Aspal Design .



LABORATORIUM JALAN RAYA UII  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

GRAFIK KADAR ASPAL DESIGN HBA-50 + 0,3% RC 50



| Spec. \ % kadar aspal | 5                                    | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 |
|-----------------------|--------------------------------------|-----|---|-----|---|
| 1. density            | [Bar chart showing density values]   |     |   |     |   |
| 2. VFAA               | [Bar chart showing VFAA values]      |     |   |     |   |
| 3. VITM               | [Bar chart showing VITM values]      |     |   |     |   |
| 4. Stabilitas         | [Bar chart showing stability values] |     |   |     |   |
| 5. Flow               | [Bar chart showing flow values]      |     |   |     |   |

Kadar Aspal Design = 7%

6.20%  
 6.6% ≈ 7%  
 7%

Diperiksa:

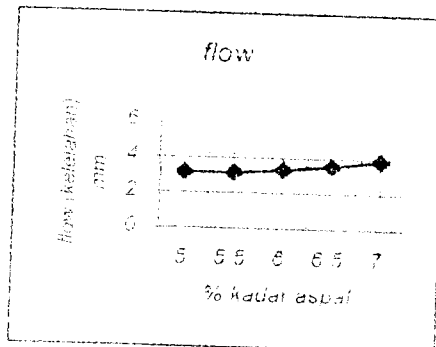
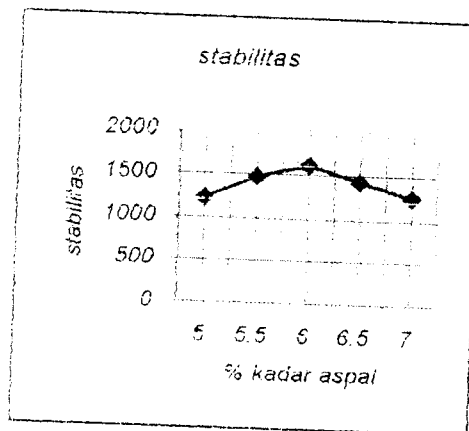
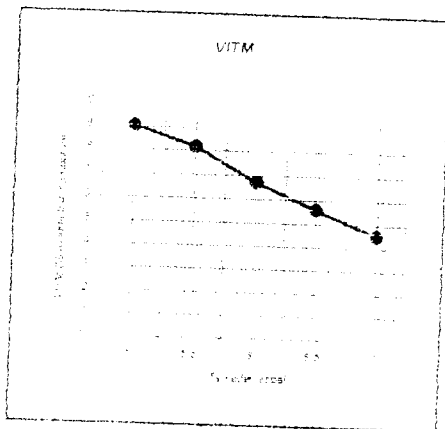
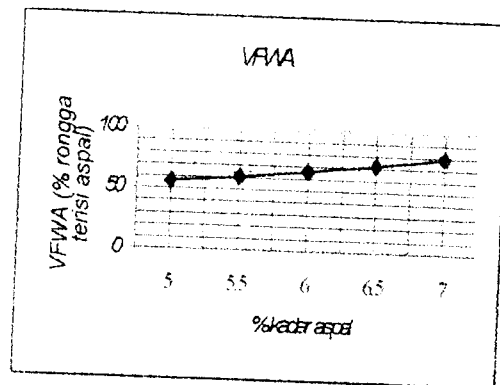
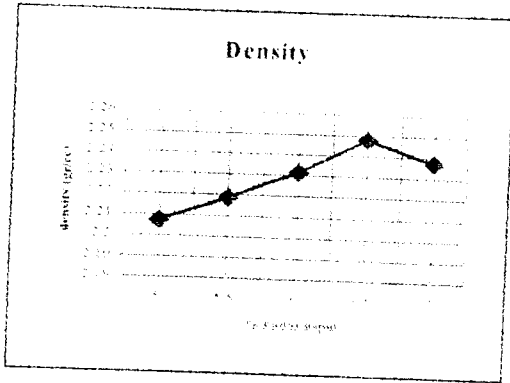
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII





LABORATORIUM JALAN RAYA UII  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Yogyakarta

GRAFIK KADAR ASPAL DESIGN AC 60-70 + 0,3% RC 50



| Spec. \ % kadar aspal | 5                                    | 5.5 | 6 | 6.5 | 7 |
|-----------------------|--------------------------------------|-----|---|-----|---|
| 1 Density             | [Bar chart showing increasing trend] |     |   |     |   |
| 2 VFAA                | [Bar chart showing increasing trend] |     |   |     |   |
| 3 VIM                 | [Bar chart showing decreasing trend] |     |   |     |   |
| 4 Stabilitas          | [Bar chart showing peak at 6.27%]    |     |   |     |   |
| 5 Flow                | [Bar chart showing increasing trend] |     |   |     |   |

6.27%      6.635% ≈ 7%

Kadar Aspal Design = 7%

Diperiksa:

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

# LAMPIRAN

Test Marshall



# LABORATORIUM JALAN RAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 JL. KALIJURANG KM 13.4 TELEPHONE 895042, 895707 YOGYAKARTA

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir  
 Asal Agregat : PT. Pervita Karya  
 Jenis Campuran : Lataston

Tanggal : 26-28 Nopember 1998  
 Dikerjakan oleh : Wardani / Susila  
 Diperiksa oleh : Bp. Sukamto

## PERHITUNGAN TEST MARSHALL (CAMPURAN BETON ASPAL HBA 50 + RC 50)

| Sample | t [mm] | a     | b   | c    | d    | e     | f     | g       | h       | i        | j       | k       | l       | m       | n       | o   | p        | q         | r     | s         |
|--------|--------|-------|-----|------|------|-------|-------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|----------|-----------|-------|-----------|
| HBA 11 | 69.4   | 5.28  | 5   | 1158 | 1177 | 649   | 528   | 2.19318 | 2.43397 | 10.77413 | 79.5845 | 9.64137 | 20.4155 | 52.7743 | 9.89282 | 410 | 1405.357 | 1240.828  | 3.048 | 407.0958  |
| HBA 12 | 71.98  | 5.28  | 5   | 1187 | 1204 | 663   | 541   | 2.19409 | 2.43397 | 10.77857 | 79.6173 | 9.60413 | 20.3827 | 52.881  | 9.85571 | 429 | 1470.483 | 1470.4831 | 3.302 | 445.33104 |
| HBA 13 | 69.3   | 5.28  | 5   | 1170 | 1185 | 660   | 525   | 2.2286  | 2.43397 | 10.9481  | 80.8687 | 8.18331 | 19.1313 | 57.2261 | 8.43766 | 502 | 1720.705 | 1720.7052 | 3.14  | 547.99529 |
| HBA 21 | 67.81  | 5.839 | 5.5 | 1173 | 1187 | 663.5 | 523.5 | 2.24069 | 2.41631 | 12.10826 | 80.8804 | 7.01134 | 19.1196 | 63.329  | 7.2682  | 526 | 1802.97  | 1567.118  | 3.13  | 500.67668 |
| HBA 22 | 66.03  | 5.839 | 5.5 | 1145 | 1157 | 647   | 510   | 2.2451  | 2.41631 | 12.13209 | 81.0396 | 6.82831 | 18.9604 | 63.9865 | 7.08568 | 525 | 1799.542 | 1631.735  | 3.302 | 494.16566 |
| HBA 23 | 66.86  | 5.839 | 5.5 | 1159 | 1170 | 618.5 | 551.5 | 2.1015  | 2.41631 | 11.35611 | 75.8578 | 12.7861 | 24.1422 | 47.0384 | 13.0285 | 480 | 1645.296 | 1513.572  | 2.794 | 541.72226 |
| HBA 31 | 67.13  | 6.404 | 6   | 1172 | 1185 | 663.5 | 521.5 | 2.24736 | 2.3989  | 13.24836 | 80.6922 | 6.05944 | 19.3078 | 68.6166 | 6.31692 | 574 | 1967.5   | 1735.212  | 3.18  | 545.66415 |
| HBA 32 | 66.66  | 6.404 | 6   | 1165 | 1172 | 663.5 | 508.5 | 2.29105 | 2.3989  | 13.50591 | 82.2608 | 4.23329 | 17.7392 | 76.1359 | 4.49572 | 660 | 2262.282 | 2082.841  | 3.302 | 630.78165 |
| HBA 33 | 66.8   | 6.404 | 6   | 1165 | 1181 | 663.5 | 517.5 | 2.2512  | 2.3989  | 13.27098 | 80.8302 | 5.89882 | 19.1698 | 69.2286 | 6.15699 | 638 | 2186.872 | 1942.216  | 3.302 | 588.19382 |
| HBA 41 | 65.48  | 6.974 | 6.5 | 1166 | 1176 | 664   | 512   | 2.27734 | 2.38175 | 14.54385 | 81.3337 | 4.12245 | 18.6663 | 77.915  | 4.38359 | 540 | 1850.958 | 1764.426  | 3.462 | 509.65511 |
| HBA 42 | 66.07  | 6.974 | 6.5 | 1174 | 1187 | 665.5 | 521.5 | 2.2512  | 2.38175 | 14.37688 | 80.3999 | 5.22322 | 19.6001 | 73.3511 | 5.48133 | 525 | 1799.542 | 1629.936  | 2.794 | 583.37008 |
| HBA 43 | 66.32  | 6.974 | 6.5 | 1143 | 1156 | 646   | 510   | 2.2412  | 2.38175 | 14.31303 | 80.042  | 5.64497 | 19.958  | 71.7157 | 5.90112 | 470 | 1611.019 | 1503.356  | 3.556 | 422.76603 |
| HBA 51 | 65.17  | 7.551 | 7   | 1157 | 1164 | 659   | 505   | 2.29109 | 2.36483 | 15.75715 | 81.387  | 2.85585 | 18.613  | 84.6567 | 3.11823 | 555 | 1902.373 | 1765.878  | 3.81  | 463.48504 |
| HBA 52 | 66.53  | 7.551 | 7   | 1160 | 1168 | 655   | 513   | 2.26121 | 2.36483 | 15.55164 | 80.3256 | 4.12276 | 19.6744 | 79.0451 | 4.38177 | 465 | 1593.88  | 1493.8803 | 3.048 | 490.11821 |
| HBA 53 | 65.16  | 7.551 | 7   | 1147 | 1157 | 655   | 502   | 2.2848  | 2.36483 | 15.7139  | 81.1658 | 3.1203  | 18.8342 | 83.4328 | 3.38418 | 510 | 1748.127 | 1748.127  | 3.81  | 441.5031  |

t = Tebal Benda Uji

a = % Aspal terhadap batuan

b = % Aspal terhadap Campuran

c = Berat kering (sebelum diendam)

d = Berat basah jenuh (SSD)

e = Berat didalam air

f = Volume (isi) d - e

g = Berat isi c / f

h = B.J Maksimum {100 : (% Agr/Bj Agr + % Asp/Bj Asp)}

i = (b x g) : Bj Aspal

j = (100 - b) x g : Bj Agregat

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

l = % rongga terhadap agregat (100 - j)

m = % rongga tersi aspal (VEWA) 100 x (i/j)

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

o = Pembawaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

s = QM = Quotion Marshal

Suhu pencampuran = ± 160 °C

Suhu pematangan = ± 140 °C

Suhu waterbath = 60 °C

B.J Aspal = 1.0178

B.J Agregat = 2.6913

Tanda tangan :



# LABORA/UMI JALAN KAYA

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 JL. KALIJARANG KM 14.4 TELEPHONE 895042, 895707 YOGYAKARTA

Pekerjaan/Proyek : Tugas Akhir  
 Asal Agregat : PT. Perwita Karya  
 Jenis Campuran : Lataston

Tanggal : 26-28 November 1998  
 Dikerjakan oleh : Wardani / Susila  
 Diperiksa oleh : Bp. Sukanto

## PERHITUNGAN TEST MARSHALL (CAMPURAN BEITON ASPAL AC 60 - 70 + RC 50)

| Sample | t     | a     | b   | c    | d    | e   | f   | g      | h        | i        | j        | k       | l        | m       | n       | o   | p          | q          | r     | s         |
|--------|-------|-------|-----|------|------|-----|-----|--------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|-----|------------|------------|-------|-----------|
| AC 11  | 69.17 | 5.28  | 5   | 1180 | 1198 | 665 | 533 | 2.2139 | 2.433966 | 10.87583 | 80.33573 | 8.78844 | 19.66427 | 55.3076 | 9.04213 | 400 | 1371.0798  | 1175.14792 | 2.28  | 515.41575 |
| AC 11  | 69.90 | 5.28  | 5   | 1172 | 1191 | 660 | 531 | 2.2072 | 2.433966 | 10.84278 | 80.09162 | 9.0656  | 19.90838 | 54.4634 | 9.31853 | 390 | 1336.80281 | 1145.76922 | 3.12  | 367.23373 |
| AC 13  | 68.60 | 5.28  | 5   | 1179 | 1198 | 666 | 532 | 2.2162 | 2.433966 | 10.88704 | 80.41853 | 8.69443 | 19.58147 | 55.5987 | 8.94838 | 415 | 1422.4953  | 1219.21597 | 2.25  | 541.87376 |
| AC 21  | 68.50 | 5.839 | 5.5 | 1178 | 1198 | 667 | 531 | 2.2185 | 2.416307 | 11.98812 | 80.07795 | 7.93393 | 19.92205 | 60.1751 | 8.18815 | 517 | 1772.12065 | 1518.87869 | 3.13  | 485.26476 |
| AC 22  | 67.63 | 5.839 | 5.5 | 1178 | 1193 | 667 | 526 | 2.2395 | 2.416307 | 12.10207 | 80.83915 | 7.05878 | 19.16085 | 63.1604 | 7.31541 | 502 | 1720.70516 | 1474.81064 | 3.05  | 483.54447 |
| AC 23  | 66.80 | 5.839 | 5.5 | 1175 | 1188 | 668 | 520 | 2.2596 | 2.416307 | 12.21054 | 81.56366 | 6.22581 | 18.43634 | 66.2308 | 6.48474 | 525 | 1799.54224 | 1542.38165 | 2.794 | 552.03352 |
| AC 31  | 68.87 | 6.404 | 6   | 1175 | 1188 | 663 | 525 | 2.2381 | 2.398901 | 13.19372 | 80.35942 | 6.44686 | 19.64058 | 67.1758 | 6.70333 | 589 | 2018.91501 | 1730.40531 | 3.18  | 543.15261 |
| AC 32  | 67.53 | 6.404 | 6   | 1159 | 1175 | 655 | 520 | 2.2288 | 2.398901 | 13.1392  | 80.02733 | 6.83348 | 19.97267 | 65.7859 | 7.08888 | 576 | 1974.35492 | 1692.21301 | 3.302 | 512.48123 |
| AC 33  | 67.68 | 6.404 | 6   | 1167 | 1180 | 657 | 523 | 2.2314 | 2.398901 | 13.154   | 80.1175  | 6.7285  | 19.8825  | 66.1587 | 6.98419 | 547 | 1874.95163 | 1607.01478 | 3.302 | 486.67922 |
| AC 41  | 68.20 | 6.974 | 6.5 | 1169 | 1175 | 655 | 520 | 2.2481 | 2.381745 | 14.35695 | 80.28846 | 5.35459 | 19.71154 | 72.8352 | 5.6122  | 479 | 1641.86807 | 1407.23964 | 3.462 | 406.4817  |
| AC 42  | 68.20 | 6.974 | 6.5 | 1177 | 1182 | 657 | 525 | 2.2419 | 2.381745 | 14.31753 | 80.06803 | 5.61444 | 19.93197 | 71.832  | 5.87135 | 487 | 1669.28966 | 1430.74259 | 2.794 | 512.07681 |
| AC 43  | 68.50 | 6.974 | 6.5 | 1159 | 1176 | 659 | 517 | 2.2418 | 2.381745 | 14.31673 | 80.06355 | 5.61972 | 19.93645 | 71.8118 | 5.87661 | 468 | 1604.16337 | 1374.92307 | 3.556 | 386.64878 |
| AC 51  | 66.40 | 7.551 | 7   | 1168 | 1180 | 658 | 522 | 2.2375 | 2.364833 | 15.38891 | 79.48509 | 5.126   | 20.51491 | 75.0133 | 5.38241 | 436 | 1494.47699 | 1280.91123 | 3.92  | 326.76307 |
| AC 52  | 66.73 | 7.551 | 7   | 1177 | 1175 | 659 | 516 | 2.2810 | 2.364833 | 15.68781 | 81.02892 | 3.28327 | 18.97108 | 82.6933 | 3.54465 | 428 | 1467.05539 | 1257.40828 | 3.89  | 323.2412  |
| AC 53  | 66.80 | 7.551 | 7   | 1181 | 1179 | 656 | 523 | 2.2581 | 2.364833 | 15.53044 | 80.2161  | 4.25345 | 19.7839  | 78.5004 | 4.51223 | 417 | 1429.3507  | 1225.09171 | 3.95  | 310.1498  |

t = Tebal Benda Uji

- a = % Aspal terhadap batuan
- b = % Aspal terhadap Campuran
- c = Berat kering (sebelum direndam)
- d = Berat basah jenuh (SSD)
- e = Berat didalam air
- f = Volume (V<sub>s</sub>)
- g = Berat isi (γ<sub>s</sub>)
- h = B<sub>j</sub> Maksimum (100 - (% Agr/B<sub>j</sub> Agr + % Asp/B<sub>j</sub> Asp))

i = (b x g) / B<sub>j</sub> Aspal

j = (100 - b) x g / B<sub>j</sub> Agregat

k = Jumlah kandungan rongga (100 - i)

l = % rongga terhadap agregat (100 - i)

m = % rongga tensi aspal (V<sub>FWA</sub>) 100 x (j/h)

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

o = Pembacaan arloji stabilitas

p = o x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

r = Flow (kelelahan plastis)

s = QM = Quotion Marshall

Suhu pancampuran = ± 160 °C

Suhu pematangan = ± 140 °C

Suhu waterbath = 50 °C

B<sub>j</sub> Aspal = 1.051

B<sub>j</sub> Agregat = 2.6973

Tanda tangan :