

BAB V

CARA PENELITIAN

Tempat yang digunakan didalam penelitian ini adalah di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Pelaksanaan penelitian di Laboratorium ini dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan yang akan digunakan, perencanaan campuran sampai dengan tahap pelaksanaan pengujian dengan alat Marshall.

Sebelum pelaksanaan pengujian benda uji dengan cara Test Marshall, terlebih dahulu dilakukan pengujian/pemeriksaan terhadap sifat bahan. Hal ini dilakukan agar diperoleh bahan yang memenuhi persyaratan, selain itu beberapa jenis pengujian/pemeriksaan juga diperlukan dalam perhitungan serta pembahasan hasil penelitian.

A. Bahan

1. Asal Bahan

Pada tahap penyediaan bahan didalam penelitian ini, kebutuhan semua bahan penelitian diperoleh dari “Base Camp” milik PT. Perwita Karya Yogyakarta, yang berada di Piyungan, kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan adalah agregat, abu batu (diperoleh dari ayakan lolos saring No.200). Sedangkan bahan aspal yang digunakan adalah jenis AC 60 - 70 produksi Pertamina dengan variasi kadar aspal dimulai dari 4% - 8% yang memiliki interval 1% (4%, 5%, 6%, 7%, 8%).

2. Persyaratan dan Pengujian Bahan

Sebelum digunakan didalam penelitian, bahan-bahan tersebut terlebih dahulu diuji di laboratorium agar didapat bahan yang memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi dari buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No.13/PT/B/1983 yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.

Pengujian bahan yang dilakukan dan persyaratan yang ditentukan adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Aspal

1. Pemeriksaan Penetrasi

Pemeriksaan penetrasi bertujuan untuk menentukan tingkat kekerasan aspal yang digunakan. Hal ini dilakukan dengan memasukkan jarum dengan ukuran, beban, serta selama interval waktu tertentu, kedalam bitumen pada suhu tertentu pula. Prosedur cara pemeriksaan bahan mengikuti PA 0301-76 (MPBJ). Untuk aspal keras AC 60-70, angka penetrasi yang diijinkan adalah 60 - 79 (0,1 mm).

2. Titik Lembek

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik lembek dari aspal yang digunakan, yaitu suhu dimana saat bola baja dengan berat dan ukuran tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horisontal didalam larutan air atau gliserin, sehingga aspal tersebut menyentuh bagian plat dasar yang terletak 1 inch dibawah cincin akibat kecepatan pemanasan tersebut. Pemeriksaan ini dilakukan mengikuti prosedur PA 0302-76 (MPBJ) atau AASHTO 753-81. Nilai titik lembek yang diijinkan untuk aspal AC 60-70 adalah 48^oC sampai dengan 58^oC.

3. Titik Nyala

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dari aspal yang digunakan, yaitu suhu pada saat terlihat nyala singkat pada permukaan aspal yang terletak didalam cleveland open cup yang dipanaskan pada kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA 0303-76 atau AASHTO T48-81. Untuk aspal AC 60-70 titik nyala minimum adalah 200 °C.

4. Berat Jenis Aspal.

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu (25°C). Pemeriksaan berat jenis ini mengikuti prosedur PA 0307-76 atau AASHTO T228-79. Syarat yang diijinkan dari berat jenis ini adalah minimal 1 g/cc.

5. Kelarutan dalam CCl₄ .

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui tingkat kemurnian dari aspal yang digunakan. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur PA 0305-76 atau AASHTO T44-81. Bitumen akan larut dalam CCl₄ (karbon tetra klorida) sehingga semakin tinggi tingkat kelarutan dari aspal maka semakin murni kondisi aspal tersebut. Aspal AC 60-70 disyaratkan mempunyai kelarutan minimal 99 % berat.

b. Pengujian agregat

Pada penelitian ini digunakan satu macam agregat yang berasal dari Basecamp PT Perwita Karya. Sebelum digunakan sebagai campuran, terlebih dahulu benda uji diperiksa sifat-sifatnya. Ini dilakukan untuk memperoleh agregat yang memenuhi syarat spesifikasi, juga data diperlukan dalam pembahasan hasil penelitian. Agregat dibedakan lagi atas agregat kasar yaitu yang tertahan pada saringan no.8 dan agregat

halus yang lolos saringan no.8. Persyaratan pemeriksaan ini sesuai dengan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya yang dikeluarkan oleh Direktorat jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Persyaratan agregat ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Abrasi

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (abrasi) ini dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles sesuai dengan prosedur PB 0206-76. Nilai abrasi yang tinggi menunjukkan bahwa agregat tidak tahan terhadap penghancuran, oleh karena itu untuk bahan beton aspal Bina Marga memberi syarat nilai abrasi maksimum sebesar 40%.

2. Kelekatan Agregat terhadap Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kelekatan agregat terhadap aspal, yang dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PB. 0205-76, yang menentukan kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95 %.

3. Penyerapan terhadap air

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air, yaitu prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat agregat kering. Prosedur pemeriksaan penyerapan agregat ini mengikuti PB. 0202-76, dengan ketentuan penyerapan terhadap air maksimum 3 %.

4. Berat Jenis

Berat Jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat terhadap berat volume air. berat jenis ini penting dalam perhitungan campuran benda uji beton

aspal. Pemeriksaan mengikuti AASHTO T-85-81 atau ASTM C-127-77, yang dapat menentukan tiga macam berat jenis yaitu :

- a). berat jenis curah (bulk), yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b). berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat dalam keadaan SSD dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c). Berat jenis semu, yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

B. Peralatan

Yang dimaksud peralatan disini adalah peralatan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji, sedangkan peralatan untuk pengujian sifat-sifat bahan tidak akan diuraikan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm (4"), tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat 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 pematat terbuat dari balok kayu (jati atau sejenisnya) dengan ukuran 20 x 20 x 45 cm yang dilapisi dengan plat baja ukuran 30 x 30 x 2,5 cm serta diikatkan pada lantai beton dengan 4 batang baja siku.
4. Injektor, adalah alat yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari cetakan.

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, aspal dan campuran beton aspal
 - b. pengukur suhu dari logam (Metal Thermometer) berkapasitas 250 °C dan 100 °C
 - c. timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 g dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 g.
 - d. kompor
 - e. spatula
 - f. sendok pengaduk
 - g. sarung tangan dari karet dan lain-lain.

C. Jalannya Penelitian

1. Persiapan dan pembuatan benda uji

Proses penyiapan benda uji dimulai dari pemilihan gradasi agregat yang bersumber dari petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, 1983. Berdasarkan spesifikasi yang dipilih tersebut kemudian ditentukan gradasi ideal agregat, yaitu nilai tengah dari spesifikasi yang dibutuhkan. Berdasarkan gradasi ideal tersebut kemudian dihitung berat tertahan agregat yang dibutuhkan pada setiap

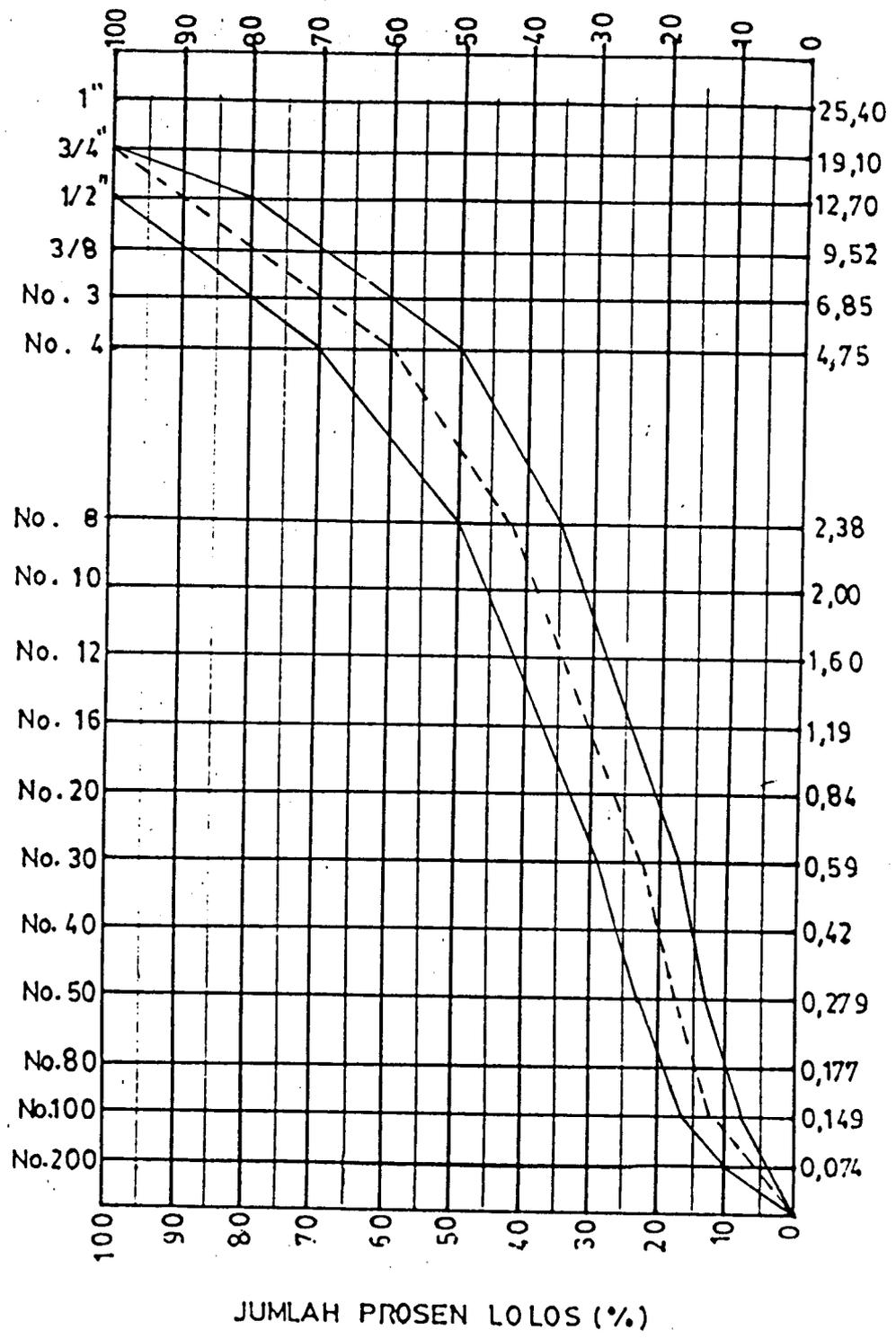
saringan untuk satu sampel benda uji dengan berat agregat 1200 g. Pada tabel 5.1 dibawah ini contoh banyaknya persen agregat yang tertahan dan yang lolos untuk campuran satu benda uji dengan berat 1200 g sesuai dengan spesifikasi Bina Marga dan campuran ideal pada kadar aspal 4 %.

Tabel 5.1 Spesifikasi gradasi campuran

Ukuran Saringan		Spesifikasi Bina Marga (% lolos)		Gradasi Ideal (campuran benda uji)	
mm	inch	min	maks	% lolos	% tertahan
19,1	3/4	-	100	100	0
12,7	1/2	80	100	90	10
9,52	3/8	70	90	80	20
4,76	no.4	50	70	60	40
2,38	no.8	35	50	42	58
0,59	no.30	18	29	23	77
0,279	no.50	13	23	18	82
0,149	no.100	8	16	12	88
0,074	no.200	4	10	7	93
PAN		-	-	0	100

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya, 1987. ✓

Berikut ini gambar 5.1 penentuan batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan halus berdasarkan petunjuk buku Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk jalan raya tahun 1987, serta pembagian butiran sesuai dengan campuran ideal untuk pembuatan benda uji.



Gambar 5.1. Batas distribusi ukuran partikel agregat kasar dan halus serta pembagian butiran sesuai dengan campuran ideal.

Untuk mendapatkan berat agregat yang dibutuhkan setiap saringan, berikut ini contoh cara perhitungannya.

a. Kadar aspal 4%

Aspal yang dibutuhkan untuk satu benda uji seberat 1200 g = $1200 \times 4\% = 48$ g.

Berat agregat yang dibutuhkan = $1200 - 48 = 1152$ g

Jumlah berat agregat tertahan untuk nomor saringan :

$1/2'' = (10 \times 1152) / 100 = 115,20$ g

$3/8'' = (20 \times 1152) / 100 = 230,40$ g dst.

Berikut ini tabel 5.2 perhitungan kebutuhan agregat setiap saringan.

Tabel 5.2. Kebutuhan agregat untuk satu benda uji dengan kadar aspal 4% hasil perhitungan di Laboratorium.

Ukuran Saringan		Gradasi Ideal	Berat Tertahan (gram)	
mm	inch	% tertahan	tertahan	jumlah
19,1	3/4	-		
12,7	1/2	10	115,20	115.20
9,52	3/8	20	115,20	230.40
4,76	no. 4	40	230,40	460.80
2,38	no. 8	57,5	201,60	662.40
0,59	no. 30	76,5	218,88	881.28
0,279	no. 50	82	63,36	944.64
0,149	no. 100	88	69,12	1013.76
0,074	no. 200	93	57,00	1071.36
PAN		100	80,64	1152.00

Setelah diketahui jumlah berat untuk setiap saringan maka dapat dilakukan pembuatan benda uji dengan cara sebagai berikut :

1. Agregat seberat 1152 g dipanaskan dengan kompor pemanas sampai mencapai ± 170 °C. bersamaan dengan itu aspal juga dipanaskan sampai suhu ± 160 °C.
2. Setelah mencapai suhu yang dikehendaki aspal dituangkan ke dalam panci penggoreng agregat sebanyak yang dibutuhkan sesuai persentasenya.
3. Campuran aspal dan agregat tersebut kemudian diaduk terus menerus sambil dipanasi dengan suhu tetap ± 160 °C sampai campuran tersebut homogen.
4. Cetakan benda uji beserta plat alas dan leher sambung dibersihkan, diolesi paselin dan dipanaskan di oven.
5. Campuran panas dengan suhu ± 160 °C yang telah homogen dituangkan ke dalam cetakan yang pada bagian bawahnya diberi alas dari kertas. Campuran tersebut dituangkan dalam tiga lapis, 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. Setelah itu pada bagian permukaan dibuat berbentuk cembung dan diberi lapisan kertas di atasnya.
6. Setelah itu dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk dengan ketinggian jatuh setinggi 45 cm sebanyak 75 kali. Selanjutnya cetakan dibalik dan dilakukan lagi penumbukan sebanyak 75 kali.
7. Setelah selesai pemadatan, cetakan yang berisi benda uji tersebut didinginkan dengan cara didiamkan pada suhu ruang atau dengan bantuan kipas angin. Setelah dingin benda uji tersebut kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan bantuan injektor.

- Langkah 1 sampai dengan 7 ini dilakukan juga untuk pembuatan benda uji dengan kadar aspal 5%, 6%, 7%, 8% dengan variasi agregat yang berada di dalam batas ring spesifikasi, diluar batas ring bagian atas serta diluar batas ring bagian bawah.

D. Pengujian Benda Uji

Pada pelaksanaan pengujian benda uji ini alat yang digunakan adalah alat Tekan Marshall. Maksud dari pengujian ini yaitu untuk mendapatkan nilai ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran beton aspal.

Sebelum pengujian dilaksanakan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

- benda uji dibersihkan dari berbagai kotoran yang menempel
- setiap benda uji diberi tanda pengenal
- masing-masing benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm
- Tiap benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk mengetahui beratnya
- benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh
- setelah jenuh, benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi benda uji
- setelah ditimbang dalam air, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan di lap sehingga menjadi kering permukaan jenuh (SSD) dan setelah itu ditimbang lagi
- selanjutnya benda uji direndam dalam bak perendam (Water bath) dengan suhu konstan 60 °C selama 30 menit.

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

Kepala penekan yang berisi benda uji diletakkan diatas mesin penguji 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 berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum, yaitu pada saat jarum arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Catat besar beban maksimum tersebut dan pada saat yang sama juga dicatat nilai kelelehannya yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.

E. Anggapan dasar

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sampai seberapa besar kemungkinan penggunaan gradasi bantuan yang berada diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan masih dapat digunakan sebagai bahan campuran beton aspal. Perilaku campuran beton aspal tersebut ditunjukkan oleh nilai-nilai dari VFB, VIM, stabilitas dan kelelahan.

Karena pada penelitian ini tujuan utamanya mengetahui sampai sejauh mana penggunaan gradasi yang berada diluar spesifikasi yang telah ditentukan, maka semua bahan dan jumlah kadar aspal yang digunakan relatif sama. Begitu juga dengan peralatan yang digunakan selama penelitian dianggap dalam kondisi normal.

F. Cara Analisis

Dari hasil pengujian dengan alat Test Marshall di laboratorium akan didapat data sebagai berikut :

- a. tebal benda uji (mm)
- b. berat benda uji sebelum direndam dalam air (g)
- c. berat benda uji didalam air (g)
- d. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (g)
- e. pembacaan arloji stabilitas (tanpa satuan)
- f. pembacaan arloji kelelahan (0,01 inch)

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai-nilai dari VFB, VIM, stabilitas dan kelelahan yang dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. Bj maximum teoritis (h)

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

Bj agregat pada rumus diatas merupakan berat agregat campuran yang dihitung dengan rumus :

$$Bj \text{ agregat} = \frac{(AxG1) \times (BxG2)}{100}$$

keterangan :

A = % berat agregat kasar terhadap berat agregat total

B = % berat agregat halus terhadap berat agregat total

G1 = Bj agregat kasar

G2 = Bj agregat halus

2. Density (g)

Density benda uji dihitung dengan rumus :

$$g = \frac{c}{f}$$

dengan :

$$f = \text{isi benda uji (mL)} = d - e$$

$$c = \text{berat benda uji sebelum direndam (g)}$$

$$d = \text{berat benda uji jenuh air (g)}$$

$$e = \text{berat benda uji dalam air (g)}$$

$$g = \text{density (g/mL)}$$

3. VFB (Void Filled with Bitumen)

Yang dimaksud dengan VFB adalah persentase rongga yang terisi aspal.

Terlebih dahulu dihitung nilai-nilai dari :

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

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

$$l = (100 - j)$$

dengan : b = persentase aspal terhadap campuran (%)

g = berat isi (density benda uji (g/mL))

l = persen rongga terhadap agregat (%)

i dan j = rumus substitusi

Dengan data dari rumus diatas maka dapat dihitung harga VFB :

$$\text{VFB} = \frac{i}{l} \times 100$$

4. VIM (Void In the Mix)

VIM adalah persentase rongga di dalam campuran, yang dihitung dengan rumus :

$$\text{VIM} = 100 - j - i$$

5. Stabilitas (o)

Nilai stabilitas benda uji dapat diketahui dari hasil pembacaan jarum arloji stabilitas pada alat tekan Marshall. Pada pembacaan nilai stabilitas ini belum diketahui nilai satuannya, untuk merubahnya ke dalam satuan kg dipergunakan suatu rumusan tertentu, yaitu :

$$p = "o" \times 3,5069642507 + 23,0518752899$$

setelah nilai p didapat lalu dikalikan dengan angka koreksi ketebalan benda uji yang juga dapat dilihat pada lampiran.

6. Kelelehan atau "Flow"

Nilai kelelehan didapat dari pembacaan pada jarum arloji kelelehan dalam satuan 0,01 inch. Angka ini kemudian dikalikan 25,4 untuk mendapatkan angka kelelehan dalam satuan mm.

7. Marshall Quotient

Nilai Marshall Quotient diperoleh dari hasil bagi antara nilai stabilitas dengan kelelehan (flow). Nilai Marshall Quotient ini menunjukkan tingkat kekakuan atau fleksibilitas dari suatu campuran beton aspal.

G. Kesulitan-kesulitan dan cara penyelesaiannya

Pada pelaksanaan penelitian di laboratorium ini tidak dapat dihindari kemungkinan terjadinya hambatan didalam pelaksanaannya. Pada penelitian ini kesulitan yang dialami oleh peneliti pada saat melakukan percobaan adalah pada saat melakukan penimbangan agregat yang berukuran 1/2" (12,7 mm) tepat sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dikarenakan setiap pecahan batu dari satu ukuran yang sama mempunyai berat yang berlainan. Untuk mengatasi hal tersebut maka penentuan berat timbangan diambil yang mendekati berat yang dibutuhkan.

Kesulitan lain adalah didalam pengaturan suhu pemanasan campuran. Didalam penelitian di laboratorium ini untuk memanasi aspal dan agregat masih menggunakan kompor, sehingga untuk mencari suhu tetap seperti yang diharapkan sangat sulit. Untuk mengatasi hal itu maka kompor pemanas sering dimatikan sementara bila suhu aspal atau campuran sudah melampaui suhu yang ditentukan dan dihidupkan kembali setelah mencapai suhu dibawah yang telah ditentukan.