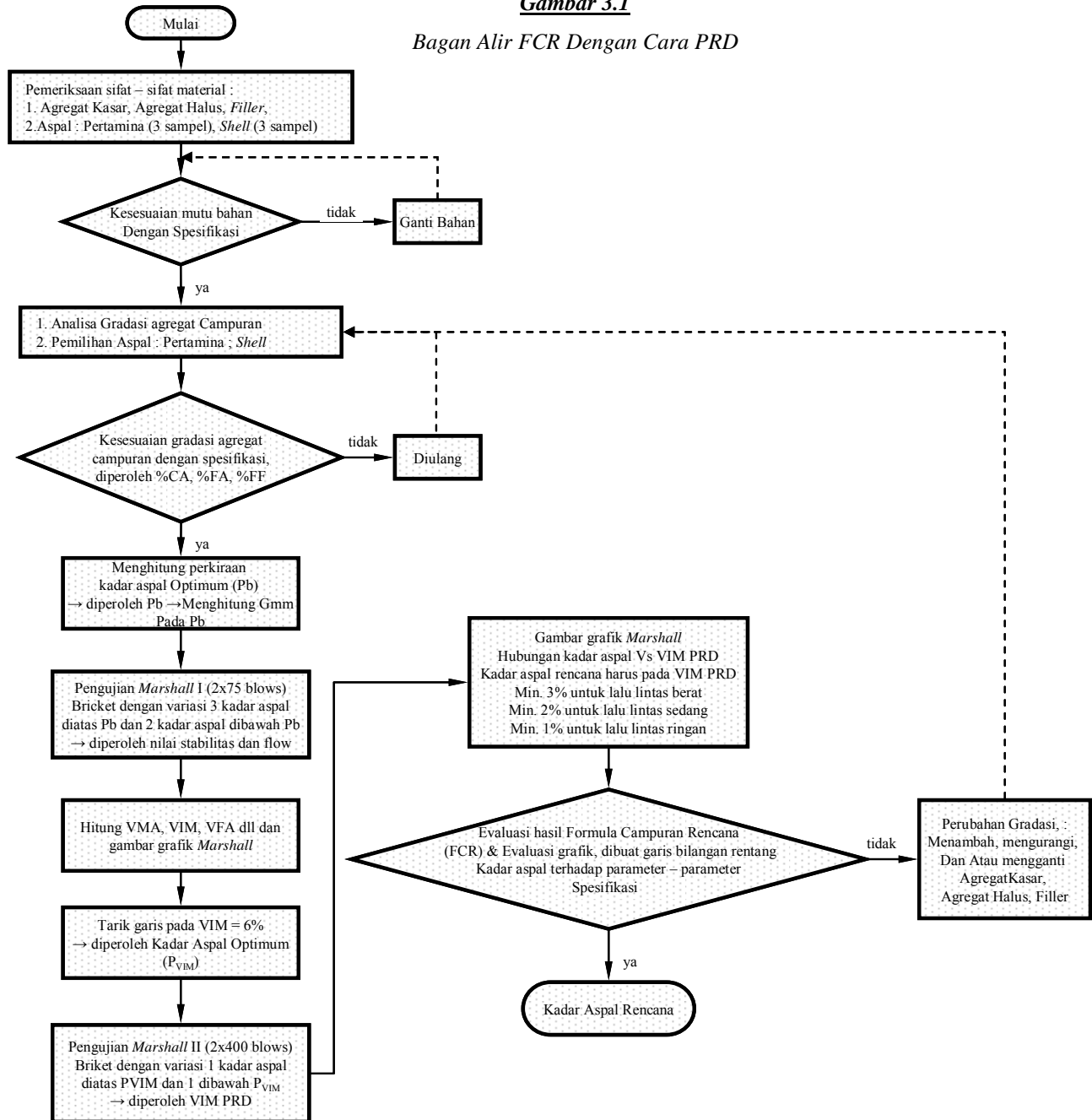


# BAB III METODOLOGI

## 3.1. Bagan Alir

Gambar 3.1

*Bagan Alir FCR Dengan Cara PRD*



*Komparasi Campuran Laston AC – WC dengan Bahan  
Pengikat Aspal Shell 60/70 dan Aspal Pertamina 60/70 dengan Cara PRD*

## **3.2. Variabel Penelitian**

### **3.2.1. Aspal *Shell* 60/70**

Aspal *shell* adalah produk dari *shell olie* produksi Singapura, sekarang ini banyak digunakan di Indonesia karena aspal *shell* mempunyai kelebihan titik lelehnya, yaitu 2 – 4 °C lebih tinggi dari aspal Pertamina. Variabel ini akan diuji menggunakan standar bahan aspal.

### **3.2.2. Aspal Pertamina 60/70**

Aspal Pertamina adalah produk dari Pertamina, produksi dalam negeri. Variabel ini akan diuji menggunakan standar pemeriksaan bahan aspal seperti pemeriksaan aspal *Shell* 60/70 di atas.

### **3.2.3. Agregat Kasar**

- Tertahan #8 (2,36 mm).
- Terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah yang memenuhi persyaratan / spesifikasi.

Variabel ini akan diuji menggunakan standar pemeriksaan bahan agregat kasar.

### **3.2.4. Agregat Halus**

- Lolos #8, tertahan #200 (0,075 mm).
- Terdiri atas pasir alam dan abu batu yang memenuhi spesifikasi.

Variabel ini akan diuji menggunakan standar pemeriksaan bahan agregat halus.

### **3.2.5. *Filler***

Fungsinya adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Apabila campuran agregat kasar dan halus masih belum masuk dalam spesifikasi yang telah ditentukan, maka pada campuran Laston perlu ditambah dengan *filler*. Sebagai *filler* dapat digunakan debu batu kapur, debu

*dolomite* atau semen *Portland*. *Filler* yang baik adalah yang tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maks. 1 %).

- Lolos #200 (0,075 mm).
- Terdiri atas semen *PC*, debu batu kapur, abu terbang.

### 3.2.6. Campuran Aspal Panas

Untuk campuran aspal panas dengan metode *PRD*, yang pertama dilakukan setelah memperoleh gradasi agregat yang diperkirakan cocok adalah menghitung perkiraan awal kadar aspal rancangan ( $P_b$ ) dengan menggunakan rumus,  $P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + Konstanta$ . Buatlah benda uji dengan kadar aspal yang dibulatkan mendekati 0,5 %, dengan tiga kadar aspal diatas  $P_b$  dan 2 kadar aspal dibawah  $P_b$ . (Contoh, bilamana rumus memberikan nilai 5,7 %, dibulatkan 5,5 %, buatlah benda uji dengan kadar aspal 5,5 %, dengan tiga kadar aspal di atas adalah 6,0 %; 6,5 % dan 7,0 % serta dua kadar aspal di bawah adalah 4,5 % dan 5,0 %). Ukurlah berat isi benda uji, stabilitas *Marshall*, kelelahan. Ukur atau hitunglah kepadatan benda uji pada rongga udara nol (*Gmm*) pada kadar aspal  $P_b$ .

Hitunglah rongga dalam agregat (*VMA*), rongga terisi aspal (*VFB*), dan rongga dalam campuran (*VIM*). Dari perhitungan dan analisa diatas maka akan didapat kadar aspal untuk *PRD*, yaitu pada  $VIM = 6,0 \%$  akan didapat kadar aspal  $P_{VIM}$ . Buatlah benda uji tambahan dan dipadatkan sampai membal (*refusal*) dengan 1 kadar aspal di atas dan di bawah  $P_{VIM}$ . Ukur berat isi benda uji dan atau hitung kepadatannya. Masukkan ke lembar *Marshall*, diperoleh *VIM PRD* dan gambar grafik *Marshall*; hubungan kadar aspal Vs *VIM PRD*. Kadar aspal rencana harus pada *VIM PRD* minimal 3 % untuk lalu lintas berat, 2 % untuk lalu lintas sedang dan 1 % untuk lalu lintas ringan.

Semua pengujian agregat kasar, agregat halus dan aspal serta campuran aspal akan dilaksanakan di Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

### 3.3. Jenis dan Sumber Data

#### 3.3.1. Aspal

***Tabel 3.1***  
*Sampel Aspal*

	Jenis produk aspal	
	Aspal <i>Shell</i> 60/70	Aspal Pertamina 60/70
1. Jumlah Sampel	3 buah	3 buah
2. Sumber	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PT. Adhi Karya, divisi kontruksi, AMP Mangkang</li> <li>▪ Satwiga, AMP Rowo Sari</li> <li>▪ Kadi International</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PT. Adhi Karya, divisi kontruksi, AMP Mangkang</li> <li>▪ Satwiga, AMP Rowo Sari</li> <li>▪ Lab. Transportasi UNDIP</li> </ul>

6 (buah) sampel diatas akan diuji dahulu, sehingga nantinya akan dipilih 1 (satu) sampel aspal yang masih baik dari masing – masing jenis produk aspal tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai bahan pengikat campuran Laston AC - WC. Hal ini dilakukan karena mengingat sampel – sampel aspal tersebut bekas dari proyek – proyek tahun yang lalu, sehingga kualitasnya pun mungkin tidak sebaik kalau produk aspal tersebut masih baru digunakan.

#### 3.3.2. Agregat Kasar

Sampel agregat kasar yang akan digunakan adalah dari *Base Camp* ex. PT. Adhi Karya (persero) Tbk. Divisi Kontruksi Mangkang, Semarang.

#### 3.3.3. Agregat Halus

Sampel agregat halus yang akan digunakan adalah dari *Base Camp* ex. PT. Adhi Karya (persero) Tbk. Divisi Kontruksi Mangkang, Semarang.

### 3.4. Metode Penelitian

#### 3.4.1. Pemeriksaan Bahan Agregat

##### 3.4.1.1. Analisa Pembagian Butiran

##### A. Pendahuluan

Dalam membuat suatu *JMF* untuk campuran aspal panas, sebelumnya harus dilakukan pemeriksaan terhadap bahan – bahan yang akan digunakan.

Salah satu bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan halus. Keduanya merupakan komponen penting dalam perencanaan campuran aspal.

## **B. Maksud dan Tujuan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dan halus, sehingga dapat ditentukan prosentase kombinasi gradasi agregat kasar dan halus untuk pembuatan campuran *hotmix AC*. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan analisa saringan. Pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran maksimal 3/4” dan 3/8”, serta agregat halus berupa pasir dan abu batu lolos saringan No.4.

## **C. Standar Pemeriksaan / Pengujian**

*AASHTO T – 27 – 74*

*ASTM D – 36 - 46*

## **D. Peralatan dan Bahan**

### 1. Peralatan

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat uji.
- b. Satu set saringan 1” (25,4 mm); 3/4” (19,1 mm); 1/2” (12,7 mm); 3/8” (9,5 mm); No. 4 (4,76 mm); No. 8 (2,38 mm); No. 16 (1,19 mm); No. 30 (0,59 mm); No. 50 (0,279 mm); No. 100 (0,149 mm); No. 200 (0,074 mm).
- c. Oven dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ .
- d. Talam – talam.
- e. Kuas, Sikat kuning, sendok dan alat – alat lainnya.

### 2. Bahan

- a. Agregat halus :
  - Pasir dengan berat 1000 gram.
  - Abu batu dengan berat 1000 gram.
- b. Agregat kasar :
  - Batu pecah maksimum ukuran 3/4” dengan berat 5000 gram.

- Batu pecah maksimum ukuran 3/8” dengan berat 1000 gram.
3. Benda uji
    - a. Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No.4. selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum diatas.
    - b. Benda uji disiapkan sesuai dengan PB-0208-76, kecuali apabila butiran yang melalui saringan No.200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan apabila syarat – syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

#### **E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ , sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas, saringan diguncangkan secara manual.
3. Kemudian saring benda uji tersebut dengan saringan 1/2” dan timbang benda uji yang lolos minimal 5 kg (agregat kasar).
4. Kemudian saring benda uji tersebut dalam saringan No.4 dan timbang benda uji yang lolos 1000 gr (agregat halus).
5. Saring benda uji tersebut lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas.
6. Benda uji yang tertahan di atas masing – masing saringan ditimbang dan dihitung prosentasenya terhadap berat sampel.

#### **3.4.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

##### **A. Pendahuluan**

Agregat kasar sebagai komponen penyusun aspal biasanya berbentuk batuan, dan biasanya berukuran agak besar dan berbentuk pecahan yang tidak rata. Sehingga akan mempunyai berat jenis dan tingkat penyerapan yang berbeda – beda. Dalam penyusunan *JMF* untuk campuran aspal panas,

agregat kasar merupakan komponen utama, sehingga dalam hal ini agregat kasar harus diketahui spesifikasinya secara tepat. Untuk mengetahui berat jenis dan tingkat penyerapan agregat kasar dapat dilakukan dengan percobaan di laboratorium.

## **B. Maksud dan Tujuan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*Bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dari agregat kasar.

- Berat jenis (*Bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- Berat jenis permukaan jenuh (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori – pori terhadap berat agregat kering.

## **C. Standar Pemeriksaan / Pengujian**

*AASHTO T – 85 – 74*

*ASTM D – 127 – 68*

## **D. Peralatan dan Bahan**

### 1. Peralatan

- a. Keranjang kawat ukuran 3,55 mm atau 2,36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas kira – kira.
- b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.

- c. Timbunan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % pori berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
  - d. Oven yang dilengkapi dengan pengaruh suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
2. Bahan.  
Agregat kasar 3/4” dan 3/8”.
  3. Benda uji  
Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No.4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kira – kira 5 kg (batu pecah maksimum ukuran 3/4” dan batu pecah ukuran maksimum 3/8”).

#### **E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Batu pecah maksimum 3/4” dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan – bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Lalu keringkan dalam oven pada suhu  $105^\circ \text{C}$  sampai berat tetap.
3. Batu pecah maksimum 3/4” didinginkan pada suhu kamar selama 1 – 3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,3 gram (BK).
4. Lalu direndam dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
5. Benda uji dikeluarkan dari air, lalu keringkan dengan kain penyerap air pada permukaan hilang (*SSD*), untuk butiran yang besar pengeringan satu – persatu, kemudian digoreng  $\pm 15$  menit.
6. Kemudian ditimbang benda uji kering permukaan jenuh (*Lj*).
7. Benda uji diletakkan didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan beratnya ditentukan didalam air (*Ba*). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^\circ \text{C}$ ).
8. Lalu percobaan diulangi untuk batu pecah maksimum 3/8”.



### 3.4.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

#### A. Pendahuluan

Agregat halus merupakan salah satu komponen penyusun rencana campuran aspal. Berat jenis dan penyerapan agregat halus akan mempengaruhi banyaknya agregat yang dipakai dan aspal yang diperlukan untuk mengikat agregat.

#### B. Maksud dan Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*Bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dari agregat halus.

- Berat jenis (*Bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- Berat jenis permukaan jenuh (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori – pori terhadap berat agregat halus kering.

#### C. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T – 84 – 74*

*ASTM D – 128 – 68*

#### D. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan.
  - a. Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
  - b. *Piknometer* dengan kapasitas 500 ml.

- c. Kerucut terpancung (*cone*), diameter bagian atas ( $40 \pm 3$ ) mm, diameter bagian bawah ( $90 \pm 3$ ) mm, dan tinggi ( $75 \pm 3$ ) mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
  - d. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata – rata berat ( $340 \pm 15$ ) gram, diameter permukaan penumbuk ( $25 \pm 3$ ) mm.
  - e. Saringan No.4.
  - f. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memasang sampai ( $110 \pm 5$ )° C.
  - g. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1° C.
  - h. Talam.
  - i. Bejana tempat air.
  - j. Air suling.
  - k. *Desikator*.
2. Bahan.
- a. Agregat halus.
  - b. Air suling.
  - c. Air.
3. Benda uji.

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No.4 diperoleh dari hasil penyaringan sebanyak 500 gram (pasir dan abu batu).

#### **E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu ( $110 \pm 5$ )° C, sampai berat tetap. Yang dimaksud berat tetap adalah keadaan benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut – turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1 %. Lalu didinginkan pada suhu ruang, kemudian direndam dalam air selama ( $24 \pm 4$ ) jam.
2. Air perendam dibuang dengan hati – hati, jangan sampai ada butiran yang hilang, agregat ditebarkan di atas talam, lalu keringkan di udara panas dengan cara membalik – balikan benda uji. Pengeringan dilakukan

sampai terjadi keadaan kering permukaan jenuh. Keadaan kering permukaan jenuh diperiksa dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, lalu dipadatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali, kerucut terpancung kemudian diangkat. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.

3. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, 500 gram benda uji dimasukkan ke dalam *piknometer*.
4. Air suling dimasukkan sampai tidak mencapai 90 % isi *piknometer*, lalu diputar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap. Dapat juga dilakukan dengan merebus *piknometer*.
5. *Piknometer* direndam dalam air dan suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25° C.
6. Lalu air ditambahkan sampai mencapai tanda batas.
7. *Piknometer* berisi air ditimbang demikian pula benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Benda uji dikeluarkan, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap, kemudian didinginkan benda uji dengan *desikator*.
9. Sesudah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk). Berat *piknometer* berisi air penuh ditentukan dan suhu air diukur guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C (B).
10. Kemudian percobaan di atas diulangi untuk abu batu.

#### **3.4.1.4. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles***

##### **A. Maksud**

- Menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan.
- Prosentase berat bahan aus lolos #12 terhadap berat agregat semula.

**B. Peralatan**

- Mesin *Los Angeles*.
- Bola – bola baja, diameter = 4,68 cm; berat = 390 – 445 gram.
- Saringan #12.
- Timbangan.

**C. Benda Uji**

- Sesuai gradasi dan berat agregat, kategori A s/d G berpengaruh terhadap :
  - Jumlah bola = 6 – 12 buah
  - Berat bola = 2500 – 5000 gram
- Bersihkan benda uji, keringkan oven 110 °C.

**D. Cara Melakukan**

- Benda uji dan bola baja, masukkan ke dalam mesin *Los Angeles*.
- Putar mesin, kecepatan 30 – 33 rpm, 500 x putaran.
- Keluarkan benda uji dari mesin saringan #12.
- Butiran tertahan #12 cuci bersih, keringkan oven 110 °C dan timbang.

**E. Perhitungan**

- Keausan =  $\frac{a-b}{a} \times 100\%$

**F. Hasil : 40 % max****3.4.1.5. Sand Equivalent****A. Maksud**

- Menentukan kadar debu / bahan lempung dalam agregat halus / pasir, dalam persen ( % ).

**B. Peralatan**

- Silinder ukur gelas *SE* + sifon.
- Cawan, diameter = 57 mm, isi 85 ml.
- *Stopwatch*.
- Cairan *Calcium Chlorida (CaCl<sub>2</sub>)*.

### C. Benda Uji

- Contoh disaring lolos #4.
- Masukkan ke dalam cawan 85 ml, diketuk – ketuk sampai isi padat dan ratakan.

### D. Cara Melakukan

- Isikan larutan  $CaCl_2$  ke dalam silinder sampai 4”.
- Letakkan sifon dengan ketinggian 36” ± 1”.
- Masukkan benda uji ke dalam silinder, diketuk – ketuk agar udaranya keluar, biarkan 20 menit.
- Tutup tabung dan guncangkan secara horizontal 90 kali selama 30 detik.
- Letakkan tabung, buka tutup, masukkan *irigator*, tekan sampai dasar tabung, aduk pelan – pelan.
- Isikan larutan  $CaCl_2$  sampai 15”, biarkan selama 20 menit.
- Baca garis batas suspensi lempung sebagai “*clay reading*”.
- Masukkan kaki pemberat dalam tabung pelan – pelan sampai menyentuh permukaan pasir, baca skala ukur, hasilnya dikurangi 10” merupakan “*sand reading*”.

### E. Perhitungan

- $$SE = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$$

### F. Hasilnya : 50 % min.

## 3.4.1.6. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

### A. Maksud

- Menentukan kelekatan agregat terhadap aspal.
- Prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan agregat.

### B. Peralatan

- Tempat pengaduk, kap. 500 ml.
- Pisau pengaduk baja (spatula).

- Tabung gelas kimia.
- Oven.
- Saringan 6,3 mm dan 9,5 mm.

#### **C. Benda Uji**

- Agregat lolos #9,5 mm dan tertahan #6,3 mm sebanyak 100 gram.
- Cuci dan keringkan oven (135 – 149)° C.

#### **D. Cara Melakukan**

- Masukkan benda uji kering 100 gram kedalam tempat pengaduk.
- Tambahkan aspal panas ( $\pm 3,5^\circ \text{C}$ ) 5,5 gram.
- Aduk dengan spatula selama 2 menit.
- Masukkan adukan dan wadah kedalam oven  $60^\circ \text{C}$  selama 2 jam.
- Keluarkan dari oven, aduk lagi hingga dingin (suhu ruang  $\pm 25^\circ \text{C}$ ).
- Pindahkan adukan ke gelas kimia, isi air suling 400 ml, diamkan pada suhu ruang selama 16 – 18 jam.
- Ambil selaput aspal yang mengambang di permukaan air.
- Terangi benda uji dengan lampu, amati luas permukaan yang masih terselimuti aspal.

#### **E. Hasil : 95 % min**

### **3.4.2. Pemeriksaan Bahan Aspal**

#### **3.4.2.1. Penetrasi Bahan Bitumen**

##### **A. Pendahuluan**

Penggunaan aspal untuk perkerasan jalan disesuaikan dengan kebutuhannya termasuk juga sifat penetrasi dari aspal yang bersangkutan. Tidak semua penggunaan aspal dengan penetrasi yang besar akan baik untuk kondisi, situasi serta penggunaannya.

##### **B. Maksud dan Tujuan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan bitumen keras atau lembek (*solid atau semi solid*) dengan cara memasukkan jarum ukuran, beban, dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu. Tujuan dari

pemeriksaan ini adalah untuk mendapatkan angka penetrasi dari aspal yang kita uji.

### C. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T – 49 – 68*

*PA 0301 - 76*

### D. Peralatan dan Bahan

#### 1. Peralatan

- a. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm.
- b. Pemegang jarum seberat  $(47,5 \pm 0,05)$  gr yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk penerapan.
- c. Untuk pengukuran penetrasi pemberat dari  $(50 \pm 0,05)$  gr dan  $(100 \pm 0,01)$  gr masing – masing dipergunakan dengan beban 100 gr dan 200 gr.
- d. Jarum penetrasi dibuat dari *stainless steel* mutu 44 °C atau *HRC 54 – 60* dengan ukuran dan bentuk seperti gambar (dalam lampiran) ujung jarum harus berbentuk kerucut terpancung.
- e. Cawan contoh harus terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder.
- f. Bak peredam (*water bath*).  
Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat menahan suhu dengan ketelitian lebih kurang 0,1° C. Bejana dilengkapi dengan pelat dasar berlubang – lubang, terletak di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana. Tempat air untuk benda uji ditempatkan di bawah alat penetrasi. Tempat tersebut mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk meredam benda uji tanpa bergerak.
- g. Pengukur waktu  
Untuk mengukur waktu penetrasi dengan tangan diperlukan *stopwatch* dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik atau kurang

dari kesalahan tertinggi 0,1 detik. Untuk pengukuran penetrasi dengan alat otomatis, kesalahan alat tersebut tidak boleh melebihi 0,1 detik.

*h. Thermometer.*

Untuk mengukur suhu.

2. Bahan uji.

a. Aspal Pen. 60/70

b. Air.

3. Benda uji.

Kita panasi contoh perlahan – lahan serta aduklah hingga cukup cair untuk dapat dituangkan. Pemanasan untuk ter tidak lebih dari 60° C diatas titik lembek. Waktu pemanasan tidak boleh melebihi 30 menit. Kemudian diaduk perlahan – lahan agar udara tidak masuk ke dalam contoh. Setelah cair merata tuangkan ke dalam tempat contoh dan diamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. Kita buat dua benda uji (*duplo*). Tutuplah benda uji agar terbebas dari debu dan diamkan pada suhu ruang selama 1 – 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 – 2 jam untuk benda uji besar.

**E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Benda uji diletakkan dalam air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut ke dalam bak peredam yang telah berada pada suhu yang telah ditentukan. Diamkanlah dalam bak itu selama 1 – 1,5 jam untuk benda uji kecil dan 1,5 – 2 jam untuk benda uji yang besar.
2. Kemudian pemegang jarum diperiksa agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkanlah dengan *toluene* atau pelarut lain kemudian keringkanlah jarum tersebut dengan lap bersih dan pasangkan jarum pada pemegang jarum.
3. Kemudian kita letakkan pemberat 50 gr diatas jarum untuk memperoleh beban sebesar 100 gr berikut berat pemegang jarum (*pluyer head*).



4. Tempat air dipindahkan dari bak peredam ke bawah alat penetrasi.
5. Kemudian jarum diturunkan perlahan – lahan sehingga jarum tersebut menyentuh benda uji. Kemudian aturlah angka nol di arloji *penetrometer* sehingga jarum penunjuk berhimpit dengannya.
6. Pemegang jarum dilepaskan dan serentak jalankan *stopwatch* selama jangka waktu 5 detik.
7. Arloji *penetrometer* diputar dan bacalah angka penetrasi yang berhimpit dengan jarum penunjuk dan bulatkan ke angka 0,1 mm terdekat.
8. Lepaskan jarum dari benda uji, tarik ke atas lalu bersihkan dengan *toloune* atau pelarut lain, ulangi pekerjaan 5 sampai dengan 8, pindahkan sasaran 1 cm dari percobaan sebelumnya. Lakukan sampai 5 kali dengan benda uji yang sama.

#### **3.4.2.2. Titik Lembek Aspal**

##### **A. Pendahuluan**

Yang dimaksud dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terdapat di bawah cincin pada tinggi tertentu, dengan kecepatan dan kepanasan (suhu) tertentu.

##### **B. Maksud dan Tujuan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30° C sampai 200° C. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pada suhu berapa aspal mulai lembek akibat suhu udara dan beban lalu lintas.

##### **C. Standar Pemeriksaan / Pengujian**

*AASHTO T – 53 – 74*

*PA 0302 – 76*

#### D. Peralatan dan Bahan

##### 1. Peralatan

- a. *Thermometer*.
- b. Cincin kuningan.
- c. Bola baja dia. 9,53 mm, berat 3,35 gr sampai 3,45 gr.
- d. Alat pengarah bola baja.
- e. Bejana gelas, tahan terhadap pemanasan mendadak dengan diameter 8,5 cm dengan tinggi sekurang – kurangnya 12 cm.
- f. Dudukan benda uji.
- g. Penjepit.

##### 2. Bahan

- a. Aspal
- b. *Talk*
- c. *Glyserin*

##### 3. Benda uji

- a. Panasi contoh perlahan – lahan sambil diaduk terus menerus hingga cair merata. Pemanasan dan pengadukan dilakukan dengan perlahan – lahan agar gelembung – gelembung udara tidak masuk. Setelah cair merata tuangkan contoh kedalam dua buah cincin. Suhu pemanasan tidak lebih dari 56° C di atas titik lembeknya, waktu untuk pemanasan tidak lebih dari 2 jam.
- b. Kemudian kita panaskan dua buah cincin sampai dengan mencapai suhu ruang contoh dan letakkan kedua cincin di atas pelat kuningan yang telah diberi campuran *talk* atau *glyserin*.
- c. Contoh dituangkan ke dalam dua buah cincin, diamkan pada suhu sekurang – kurangnya 8° C di bawah titik lembeknya.
- d. Kemudian diamkan minimal selama 90 menit, kemudian ratakan permukaan dengan menggunakan pisau panas.

### **E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Kedua benda uji diletakkan bersama dudukan benda uji ke dalam gelas kaca yang berisi air, kemudian panaskan air sambil diaduk – aduk agar panasnya merata, berilah *thermometer* yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji ( $\pm 12,7$  mm dari setiap cincin). Periksalah dan aturlah jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.
2. Bola – bola baja yang bersuhu  $5^{\circ}$  C diletakkan di atas dan di tengah permukaan masing–masing benda uji yang bersuhu  $5^{\circ}$  C menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
3. Baja dipanaskan sehingga kenaikan suhu menjadi  $5^{\circ}$  C per menit, kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata – rata dari awal dan akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh lebih dari  $5^{\circ}$  C.

### **3.4.2.3. Daktalitas Bahan Bitumen**

#### **A. Pendahuluan**

Setiap penetrasi aspal mempunyai syarat daktalitas yang berbeda – beda, misalnya aspal pen 60/70 mempunyai nilai daktalitas  $> 100$  cm.

#### **B. Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakkan yang berisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

#### **C. Standar Pemeriksaan / Pengujian**

*AASHTO T – 51 – 68*

*PA 0306 - 76*

#### **D. Peralatan dan Bahan**

1. Peralatan
  - a. *Thermometer*
  - b. Cetakkan daktalitas kuningan.

- c. Bak Peredam isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian  $0,1^{\circ}$  C dan benda uji dapat direndam sekurang – kurangnya 10 cm dibawah permukaan air dengan *glycerin*. Bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak peredam untuk meletakkan benda uji.
  - d. Mesin uji dengan ketentuan sebagai berikut :
    - Dapat menarik benda uji dengan kecepatan tetap.
    - Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
2. Bahan
    - a. Aspal.
    - b. *Talk* / Bedak.
    - c. *Glyserin*.
    - d. *Dexarin*.
    - e. *Kaolin atau amalgam*.
  3. Benda uji
    - a. Semua bagian dalam cetakan daktalitas dan bagian atas pelat dasar dilapisi dengan campuran *glycerin* dan *dexarin* atau *glycerin* dan *kaolin* atau *amalgam*. Kemudian pasanglah cetakan daktalitas di atas pelat dasar.
    - b. Contoh aspal kira – kira 100 gr dipanaskan sehingga cair dan dapat dituang. Untuk menghindarkan pemanasan setempat, lakukan dengan hati – hati. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara  $80^{\circ}$  C sampai  $100^{\circ}$  C diatas titik lembeknya.
    - c. Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati – hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan.
    - d. Cetakan didinginkan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu pindahkan seluruhnya ke dalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan (sesuai spesifikasi) selama 30

menit, kemudian ratakan contoh dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.

#### **E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Benda uji didiamkan pada suhu 25° C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit. Kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi – sisi cetakannya.
2. Benda uji dipasang pada alat mesin uji dan tariklah benda uji secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus dengan perbedaan kecepatan  $\pm 5\%$  masih diijinkan.
3. Jarak antara pemegang cetakan dibaca pada saat benda uji putus (dalam cm). Selam percobaan berlangsung, benda uji harus terendam sekurang – kurangnya 2,5 cm dari air dan suhu harus dipertahankan tetap  $(25 \pm 9,5)^\circ\text{C}$ .

#### **3.4.2.4. Titik Nyala dan Titik Bakar**

##### **A. Pendahuluan**

Aspal yang baik memiliki angka titik nyala yang tinggi, karena bahan aspal tersebut tidak bercampur dengan bahan – bahan lain seperti : parafin, solar, bensin. Dan pada suhu lapangan aspal masih bekerja dengan baik sebagai bahan pengikat.

##### **B. Maksud dan Tujuan**

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan titik nyala semua jenis hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala *open cup* kurang dari 75° C. Pengujian titik nyala dan titik bakar berguna untuk mengetahui temperatur dimana aspal mulai menyala, dan temperatur dimana aspal mulai terbakar. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui bahwa aspal mempunyai titik nyala yang berbeda – beda dan apakah aspal tersebut sudah tercampur bahan – bahan lain.

### C. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T – 48 – 74*

*PA 0303 – 76*

### D. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan.
  - a. *Thermometer*.
  - b. *Cleveland open cup* adalah cawan kuningan dengan bentuk dan ukuran seperti terlampir dalam gambar.
  - c. Pelat pemanas, terdiri atas logam untuk melekatkan cawan *cleveland* dan bagian atas dilapisi seluruhnya oleh asbes setebal 0,6 cm (1/4 ").
  - d. Sumber pemanasan, pembakaran gas atau tungku listrik, atau pembakar alkohol yang tidak menimbulkan asap atau nyala disekitar bagian atas cawan.
  - e. Nyala penguji, yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 mm sampai 4,8 mm dengan panjang tabung 7,5 cm. Dapat pula digunakan korek api yang menyala yang dilewatkan diatas benda uji.
2. Bahan
  - Aspal.
3. Benda uji
  - a. Contoh aspal dipanaskan antara 148,9° C - 176° C sampai cukup cair.
  - b. Kemudian cawan *Cleveland* diisi sampai garis dan hilangkan (pecahkan) gelembung udara yang ada pada permukaan cairan.

### E. Prosedur Pemeriksaan

1. Cawan diletakkan di atas pelat pemanas dan aturlah sumber pemanasan sehingga terletak di bawah titik tengah cawan.
2. Nyala penguji diletakkan dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.

3. *Thermometer* diletakkan tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 cm di atas dasar cawan dan terletak pada satu garis lurus yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji. Kemudian aturlah sehingga poros *thermometer* terletak pada jarak  $1/4$  diameter cawan dari tepi.
4. Penahan angin ditempatkan di depan nyala penguji.
5. Sumber panas dinyalakan dan diatur pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  per menit sampai benda uji mencapai  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$  di bawah titik nyala perkiraan.
6. Kemudian atur kecepatan pemanasan  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  per menit pada suhu antara  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan setelah  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebelum titik nyala  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  per menit.
7. Nyala penguji dinyalakan dan diatur agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 mm sampai 4,8 mm.
8. Nyala penguji diputar sehingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi) dalam waktu 1 detik. Ulangi pekerjaan tersebut sampai kenaikan  $2^{\circ}\text{C}$ .
9. Pekerjaan 6 dan 8 dilanjutkan sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada *thermometer* dan catatlah.

#### **3.4.2.5. Kelarutan Aspal dalam Karbon tetraklorida ( $CCL_4$ )**

##### **A. Pendahuluan**

Kelarutan aspal dalam  $CCL_4$  adalah berapa % aspal yang larut bila dicampur dengan  $CCL_4$ .

##### **B. Maksud dan Tujuan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam karbon tetraklorida ( $CCL_4$ ). Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui tingkat kemurnian aspal.

**C. Standar Pemeriksaan / Pengujian**

*AASHTO T – 44 – 70*

*PA 0305 - 76*

**D. Peralatan dan Bahan**

1. Peralatan
  - a. Labu *Erlenmeyer* berkapasitas 125 ml, 2 buah.
  - b. Kertas saring.
  - c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi suhu sampai 110° C.
  - d. Neraca analitik dengan kapasitas (200 ± 0,001) gr.
2. Bahan
  - a. Aspal
  - b. *CCL<sub>4</sub>*
3. Benda uji
  - a. Contoh bitumen yang telah dicairkan sampai suhu 110° C diambil sebanyak ± 25 gram, tuangkan dalam labu *Erlenmeyer*, biarkan hingga dingin sekitar 90 menit.
  - b. Menyiapkan *CCL<sub>4</sub>* kurang lebih 50 cc.
  - c. Menyiapkan kertas saring yang telah dibentuk kerucut.

**E. Prosedur Pemeriksaan**

1. Menimbang labu *Erlenmeyer*.
2. Benda uji dimasukkan, timbang kembali labu *Erlenmeyer* + contoh.
3. Tuangkan *karbon tetraklorida* sedikit demi sedikit sambil diaduk sehingga bitumen larut.
4. Kertas saring yang sudah dibentuk kerucut disiapkan, kemudian menimbang berat kertas saring. Kemudian tuangkan aspal yang sudah larut ke dalam labu *Erlenmeyer* kosong melalui kertas saring.
5. Kertas saring yang sudah dipergunakan diambil, keringkan dalam oven bersuhu 110° C selama 1 jam 30 menit. Kemudian timbanglah berat kertas saring yang sudah kering tersebut.



### 3.4.2.6. Berat Jenis Aspal

#### A. Pendahuluan

Berat jenis bitumen atau ter adalah perbandingan antara berat bitumen atau ter dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

#### B. Maksud dan Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk memeriksa berat jenis dari aspal. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mendapatkan berat jenis dari bitumen atau aspal yang kita uji.

#### C. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T – 228 – 68*

*PA 0307 - 76*

#### D. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan
  - a. *Thermometer*.
  - b. Bak peredam dengan dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian ( $25 \pm 0,1$ )° C.
  - c. *Piknometer*
  - d. Air suling 1000 cm<sup>3</sup>.
  - e. Bejana gelas
2. Bahan
  - a. Aspal keras
  - b. Air
3. Benda uji
  - a. Contoh bitumen keras atau ter dipanaskan sebanyak 50 gram sampai menjadi cair dan diaduk untuk mencegah pemanasan setempat.
  - b. Contoh tersebut dituangkan ke dalam *piknometer* yang telah dikeringkan hingga terisi 3/4 bagian.

#### E. Prosedur Pemeriksaan

1. Panaskan contoh aspal keras 50 gram sampai cair dan aduk. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 50° C diatas titik lembeknya.

2. Bejana diisi dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas *piknometer* yang tidak terendam 40 mm, kemudian bejana tersebut direndam dan dijepit dalam bak perendam sehingga terendam sekurang – kurangnya 100 mm. Suhu bak perendam diatur pada suhu 25° C.
3. *Piknometer* dibersihkan, dikeringkan dan ditimbang dengan ketelitian 1 mg (A).
4. Bejana diangkat dari bak perendam dan penutupnya ditekan sehingga rapat, kemudian bejana berisi *piknometer* dikembalikan ke dalam bak perendam.
5. Bejana tersebut didiamkan di dalam bak perendam selama sekurang – kurangnya 30 menit, kemudian *piknometer* diangkat dan dikeringkan dengan lap, kemudian *piknometer* ditimbang dengan ketelitian 1 mg(B).
6. Bahan tersebut dituangkan ke dalam *piknometer* yang telah kering sehingga terisi 3/4 bagian.
7. *Piknometer* dibiarkan sampai dingin, waktu tidak lebih kurang dari 40 menit dan ditimbang dengan ketelitian 1 mg (C).
8. *Piknometer* yang berisi bahan dan air suling diisi dan ditutup tanpa ditekan, kemudian didiamkan agar gelembung – gelembung udara keluar.
9. Bejana diangkat dari bak perendam dan *piknometer* diletakkan didalamnya, kemudian penutupnya ditekan hingga rapat. Bejana lalu dimasukkan dan didiamkan di dalam bak selama sekurang – kurangnya 30 menit.

### **3.4.3. Pemeriksaan Bahan Campuran Aspal**

#### **3.4.3.1. Pemeriksaan Berat Jenis Campuran Maksimum (Gmm)**

##### **A. Pengertian**

- Gmm adalah berat jenis campuran maksimum pada kadar aspal Pb dari campuran atau kepadatan benda uji pada rongga udara nol.

## B. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T209 – 90*

## C. Peralatan dan Bahan

### 1. Peralatan

- Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
- *Piknometer* atau botol.
- Vakum hampa udara untuk menyedot udara.
- Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 0,1° C.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memasang sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- Perlengkapan lain :
  - a. Panci – panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - b. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250° C dengan ketelitian 0,5 atau 1 % dari kapasitas.
  - c. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gr dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
  - d. Kompor gas.
  - e. Sarung asbes dan karet.
  - f. Sendok pengaduk dan perlengkapan lainnya.

### 2. Bahan

- Campuran agregat 1000 gram.
- Aspal ( pada kadar aspal Pb = 5,5 % ).
- Air suling.

### 3. Benda Uji

- Campuran agregat + aspal sebanyak 1000 gram.

## D. Prosedur Pemeriksaan

- Timbang *piknometer* atau botol kosong
- Timbang *piknometer* atau botol + air

- Timbang campuran agregat + aspal sebanyak 1000 gram.
- Panasi panci pencampur beserta agregat kira – kira 28° C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai rata. Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran, tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah dengan cepat sampai agregat terlapis merata.
- Timbang campuran agregat + aspal yang telah dimasukkan ke dalam *piknometer* atau botol kosong.
- Piknometer atau botol yang telah terisi campuran agregat + aspal tadi ditambahkan air, kemudian pasang vacum hampa udara sebagai penyedot udara yang masih terdapat pada campuran agregat + aspal sehingga rongga udara sama dengan nol, kemudian timbanglah.
- Sebagai catatan, untuk suhu air 25° C dengan koreksi suhu = 1

#### 3.4.3.2. Pemeriksaan dengan *Marshall Test*

##### A. Maksud dan Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Ketahanan (stabilitas) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau *pound*. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01”.

##### B. Standar Pemeriksaan / Pengujian

*AASHTO T – 245 – 74*

*ASTM D – 1559 - 62*

##### C. Peralatan dan Bahan

###### 1. Peralatan dan Bahan

- a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”) lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.

- b. Alat pengeluar benda uji, untuk benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah *ejector*.
- c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg (10 *pound*) dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18”).
- d. Landasan pematik terdiri dari sebuah balok kayu (jati atau sejenisnya) berukuran kira – kira 20 x 20 x 45 (8” x 8” x 18”) yang dilapisi dengan sebuah plat baja berukuran 30 x 30 x 35 (12” x 12” x 1”) yang diikatkan pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
- e. Silinder cetakan benda uji.
- f. Mesin tekan lengkap dengan :
  - Kepala penekan berbentuk lengkung (*Breaking Head*).
  - Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 *pound*) dengan ketelitian 12,5 kg (25 *pound*) dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 (0,0001”).
  - Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”) dengan perlengkapannya.
- g. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20° C.
- h. Perlengkapan lain :
  - Panci – panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250 °C dengan ketelitian 0,5 atau 1 % dari kapasitas.
  - Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gr dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
  - Kompor gas.
  - Sarung asbes dan karet.
  - Sendok pengaduk dan perlengkapan lainnya.

## 2. Benda uji

### a. Persiapan benda uji

- Keringkan agregat sampai beratnya tetap pada suhu  $(105 \pm 5)^\circ \text{C}$ . Pisahkan agregat dengan cara penyaringan kering ke dalam fraksi – fraksi yang dikehendaki. Agregat yang dipergunakan antara lain :
  - Ukuran saringan maksimum 3/4”.
  - Ukuran saringan maksimum 3/8”.
  - Ukuran saringan maksimum No. 8 (abu batu).
  - Ukuran saringan maksimum No. 8 (pasir).

### b. Penentu suhu pencampuran dan pematatan

- Suhu pencampuran dan pematatan harus ditentukan sehingga bahan pengikat yang dipakai menghasilkan *viskositas* seperti daftar di bawah ini :

**Tabel 3.2**

*Viskositas Penentu Suhu*

<b>Bahan Pengikat</b>	<b>Campuran</b>			<b>Pematatan</b>		
	<b>Kinematik</b>	<b>Saybolt Furrol</b>	<b>Engler</b>	<b>Kinematik</b>	<b>Saybolt Furrol</b>	<b>Engler</b>
	C. St	Det. S F	-	C.St	Det. S F	-
Aspal Panas	$170 \pm 20$	$85 \pm 10$	-	$280 \pm 30$	$140 \pm 15$	-
Aspal Dingin	$170 \pm 20$	$85 \pm 10$	-	$280 \pm 30$	$140 \pm 15$	-
Ter	-	-	$25 \pm 3$	-	-	$40 \pm 5$

Sumber : Buku Panduan Praktikum PPJ

### c. Persiapan campuran

- Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gr, sehingga akan menghasilkan tinggi benda uji kira- kira  $6,25$  cm  $\pm 0,125$  cm ( $2,5'' \pm 0,5''$ ).

- Panasi panci pencampur beserta agregat kira – kira 28° C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai rata, untuk aspal dingin pemanasan sampai 14 °C di atas suhu pencampuran.
  - Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran, tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai 2.b sampai agregat terlapis merata.
- d. Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 93,3 °C dan 148,9 °C.
- Letakkan selembur kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk – tusuk campuran keras – keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali dalamnya. Lepaskan lehernya dan ratakan permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk sedikit cembung.
  - Waktu akan dipadatkan suhu campuran dalam batas – batas suhu pemadatan seperti yang disebutkan pada 2.b.
  - Letakkan cetakan di atas landasan pematat, dalam pemegang cetakan, lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali dengan tinggi jatuh 45 cm (18”), selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
  - Lepaskan keping atas dari lehernya balikkan alat cetak berisi benda uji dan pasanglah kembali perlengkapannya. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini tumbuklah dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan benda uji ini.

- Dengan hati – hati keluarkanlah dan letakkan benda uji di atas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira – kira 24 jam pada suhu ruang.

#### **D. Prosedur Pemeriksaan**

1. Bersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel dan berilah tanda pengenal pada masing – masing benda uji.
2. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan timbanglah benda uji.
3. Rendamlah dalam air kira- kira 24 jam pada suhu ruang, timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
4. Timbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh.
5. Rendam benda uji aspal panas atau benda uji ter dalam bak perendam selama 30 – 40 menit atau panaskan dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^\circ \text{C}$  untuk benda uji panas, dan  $(38 \pm 1)^\circ \text{C}$  untuk benda uji ter. Untuk benda uji aspal dingin masukkan benda uji dalam oven selama minimum 2 jam dengan suhu tetap  $(25 \pm 1)^\circ \text{C}$ .
6. Sebelum mengadakan pengujian, bersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dari kepala penekan (*test head*), lumasi batang penuntun sehingga batang penekan yang atas dapat meluncur bebas, bila dikehendaki kepala penekan direndam bersama benda uji pada suhu 21 – 36° C.
7. Keluarkan benda uji dari bak perendam atau dari oven atau pemanas udara dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan kesemuanya dalam mesin penguji.
8. Pasang arloji kelelahan (*flow meter*) pada kedudukan di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen kepala atas penekan (*breaking head*).



9. Selama pembebanan dilakukan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Aturilah kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang dicapai. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada saat pembebanan mencapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan.
10. Waktu yang diperlukan dan saat diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

### 3.4.3.3. Pemeriksaan Marshall *PRD*

#### A. Maksud dan Tujuan

- Untuk mengetahui hubungan kadar aspal pada  $P_{VIM}$  dengan *VIM PRD*, yaitu pada penumbukan 2 x 400 kali.

#### B. Peralatan dan Bahan

- **Peralatan**
  - a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat atas dan leher sambung.
  - b. Alat pengeluar benda uji, untuk benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah *ejector*.
  - c. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg (10 *pound*) dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").
  - d. Landasan pemadat terdiri dari sebuah balok kayu (jati atau sejenisnya) berukuran kira – kira 20 x 20 x 45 (8" x 8" x 18") yang dilapisi dengan sebuah plat baja berukuran 30 x 30 x 35 (12" x 12" x 1") yang diikatkan pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
  - e. Silinder cetakan benda uji.
  - f. Perlengkapan lain :

- Panci – panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250° C dengan ketelitian 0,5 atau 1 % dari kapasitas.
  - Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gr dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
  - Kompor gas.
  - Sarung asbes dan karet.
  - Sendok pengaduk dan perlengkapan lainnya.
- **Benda Uji**
    - a. Persiapan benda uji.
      - Siapkan benda uji Marshall dengan variasi kadar aspal 1 bh d bawah  $P_{VIM}$  dan 1 buah di atas  $P_{VIM}$  dengan proporsi gradasi agregat yang sama. Kemudian keringkan dalam oven agregat sampai beratnya tetap pada suhu  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
    - b. Persiapan campuran.
      - Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$  gr, sehingga akan menghasilkan tinggi benda uji kira- kira  $6,25$  cm  $\pm 0,125$  cm ( $2,5'' \pm 0,5''$ )
      - Panasi panci pencampur beserta agregat kira – kira  $28^\circ$  C di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai rata, untuk aspal dingin pemanasan sampai  $14^\circ$  C di atas suhu pencampuran.
      - Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran, tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah dengan cepat pada suhu tertentu sampai agregat terlapis merata.
    - c. Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara  $93,3^\circ$  C dan  $148,9^\circ$  C.

- Letakkan selembur kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk – tusuk campuran keras – keras dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali dalamnya. Lepaskan lehernya dan ratakan permukaan campuran dengan mempergunakan sendok semen menjadi bentuk sedikit cembung.
- Waktu akan dipadatkan suhu campuran dalam batas – batas suhu pemadatan, letakkan cetakan di atas landasan pematat, dalam pemegang cetakan. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 400 kali dengan tinggi jatuh 45 cm (18”), selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
- Lepaskan keping atas dari lehernya balikkan alat cetak berisi benda uji dan pasanglah kembali perlengkapannya. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini tumbuklah dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan benda uji ini.
- Dengan hati – hati keluarkanlah dan letakkan benda uji di atas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira – kira 24 jam pada suhu ruang.

### **C. Prosedur Pemeriksaan**

1. Bersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel dan berilah tanda pengenal pada masing – masing benda uji.
2. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm, timbanglah benda uji.
3. Rendamlah dalam air kira- kira 24 jam pada suhu ruang, dan timbang dalam air untuk mendapatkan isi.
4. Timbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh.

5. Masukkan ke lembar *Marshall* sehingga akan diperoleh *VIM PRD*
6. Gambar grafik *Marshall*, hubungan kadar aspal Vs *VIM PRD*
7. Kadar aspal rencana harus pada *VIM PRD* minimal 3 % untuk lalu lintas berat, 2 % untuk lalu lintas sedang dan 1 % untuk lalu lintas ringan.

### **3.5. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Metode dokumentasi, yaitu metode yang menghimpun informasi untuk menyelesaikan masalah yang ada dalam dokumen.
- Metode studi pustaka, yaitu pengumpulan data dengan membaca buku-buku dan literatur - literatur pendukung yang relevan dengan masalah yang diteliti.
- Metode analisa, yaitu dengan melakukan praktikum di Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.