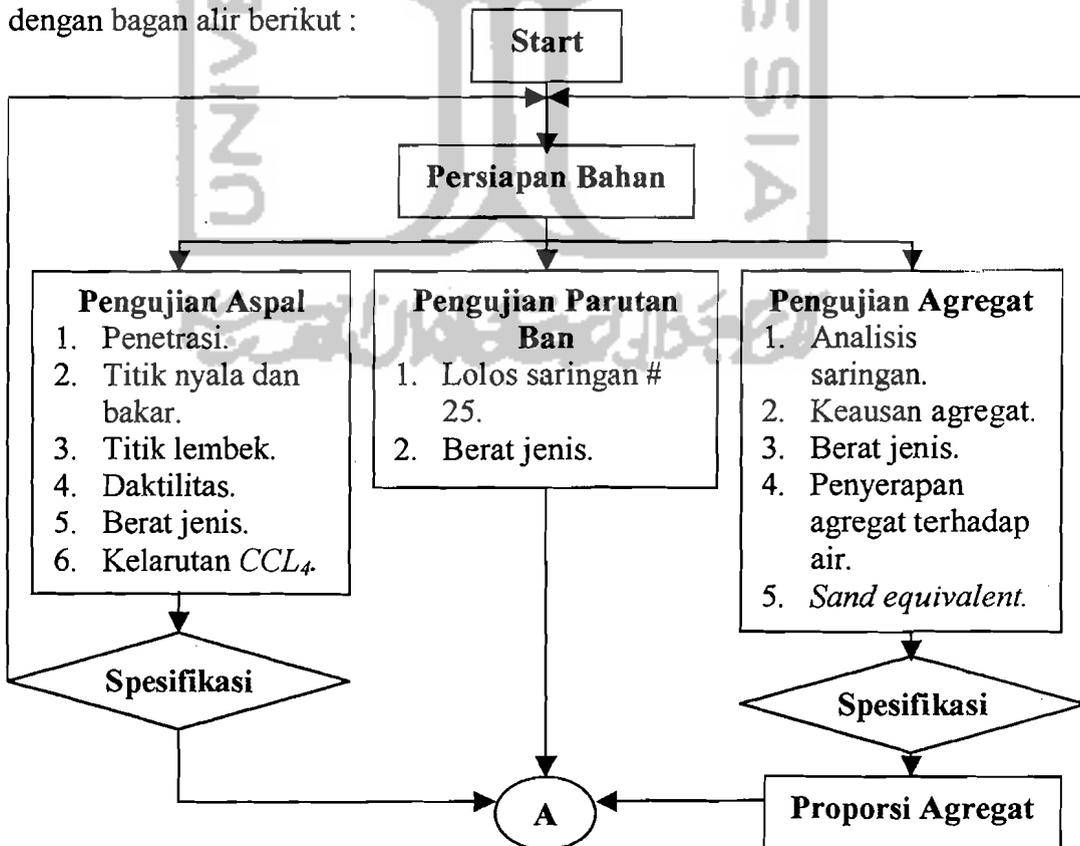


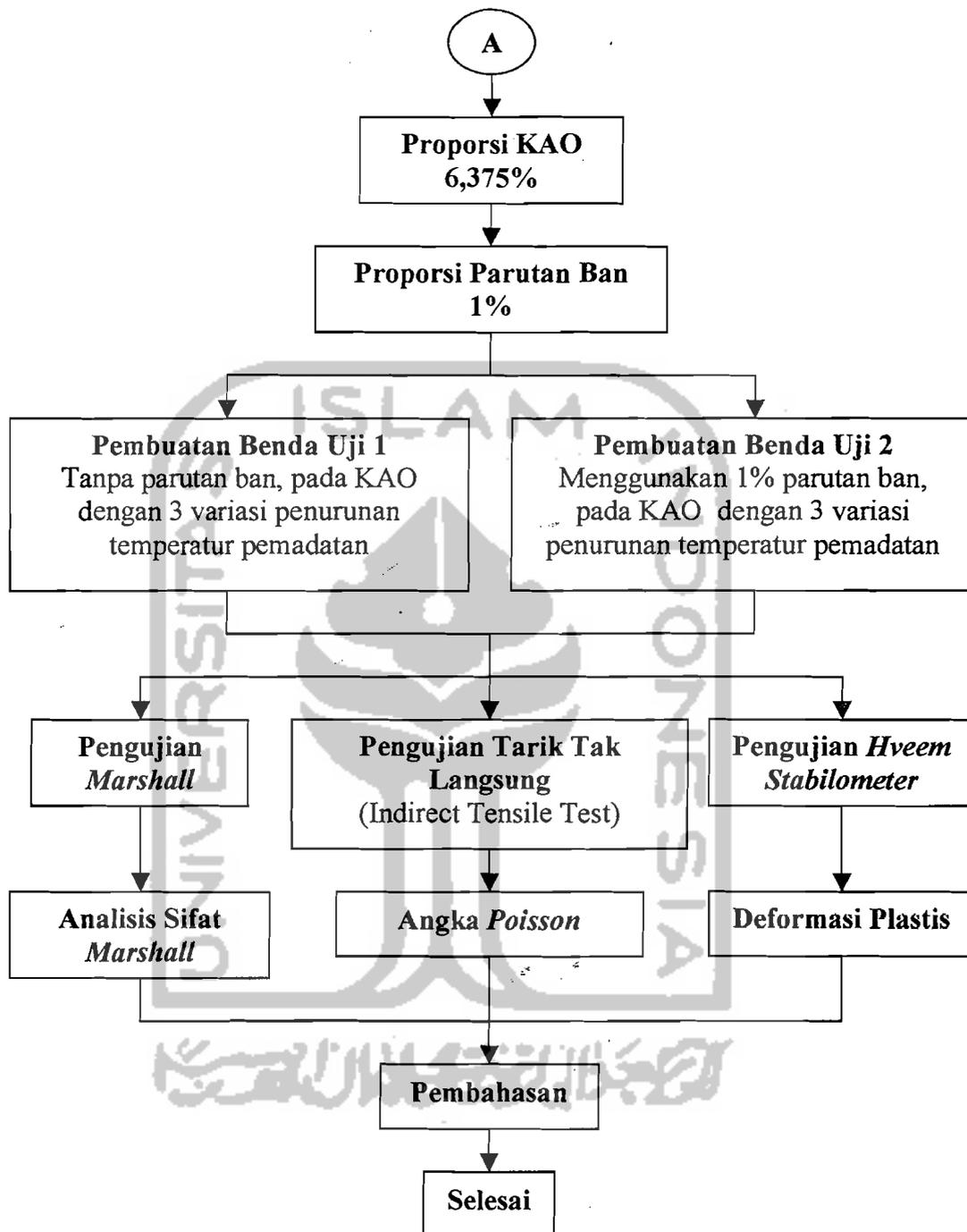
## BAB V

### METODE PENELITIAN

#### 5.1. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang pengaruh penurunan temperatur pemadatan pada *Hot Rolled Asphalt* dengan bahan tambah parutan ban karet terhadap angka *poisson* dan deformasi plastis dengan menggunakan metode *Marshall Test*, Uji Tarik Tak Langsung (Indirect Tensile Test) dan *Hveem Stabilometer*. Metodologi penelitian tersebut sesuai dengan bagan alir berikut :





## 5.2. Cara Memperoleh Data

Data diperoleh dengan melakukan pengujian menggunakan *Marshall Test*, Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) dan *Hveem Stabilometer* sehingga didapatkan data-data berupa nilai Stabilitas, *Flow*, *Density*, VFWA, VITM, *Marshall Quotient*, deformasi horizontal, deformasi vertikal dan Nilai *Stabilometer*. Sebelum melakukan *Marshall Test*, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

### 5.2.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

#### 5.2.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Laboratorium Mekanika Bahan PAU Teknik Universitas Gajah Mada.

#### 5.2.1.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aspal AC 60-70 produksi Pertamina,
2. Agregat kasar berupa batu pecah hasil *Stone Crusher* dari Clereng Kulon Progo,
3. Agregat halus dari Clereng Kulon Progo,
4. Filler yang dipergunakan adalah abu batu,
5. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah ban karet hasil vulkanisir, berbentuk parutan dengan kadar 1%.

- g. Alat pemeriksaan titik lembek yaitu *termometer*, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan *beker glass* tahan panas,
  - h. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar yaitu *termometer*, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, *stopwatch* dan penahan angin,
  - i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal yaitu *termometer*, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan *bejana glass*,
  - j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam  $CCl_4$  yaitu labu *elemeyer*, cawan porselin, tabung penyaring, *oven* pembakar gas, pompa hampa udara, *desikator*, *Karbon Tetraklorida* dan *Ammonium Karbonat*.
2. Alat perancangan campuran
- Alat perencanaan campuran yaitu formulir dan grafik *mix design*, timbangan, satu set saringan, mesin penggoyang saringan, kuas dan talam.
3. Alat uji campuran
- Alat uji campuran yaitu cetakan benda uji (*mold*), *ejector*, duduk *mold*, landasan pematat, mesin tekan, *oven*, *waterbath*, panci, sarung asbes dan karet serta *termometer*. Untuk Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) menggunakan alat *Universal Testing Machine*, sedangkan untuk pengujian deformasi plastis digunakan alat *Hveem Stabilometer*.

## 5.2.2. Pengujian Bahan

### 5.2.2.1. Pengujian Agregat Kasar

Gradasi agregat kasar diambil dari spesifikasi *SNI*. Agregat kasar harus merupakan agregat yang keras, permukaannya kasar, awet, bersih dan memiliki persen ketahanan terhadap pengujian *Los Angeles Abrasion* tidak lebih dari 40% selama 500 putaran. Jenis pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1. Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat
1.	Keausan agregat dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3.	Penyerapan air	$\leq 3\%$
4.	Nilai <i>sand equivalent</i>	$\geq 50\%$
5.	Berat jenis semu	$\geq 2$

Sumber : DPU, Dirjen Bina Marga, LATASTON, 12/PT/B/1983

### 5.2.2.2. Pengujian Bahan Ikat Aspal

Aspal yang digunakan dalam pekerjaan laboratorium adalah aspal keras dengan nilai penetrasi 60-70. Penggunaan aspal yang mempunyai penetrasi tinggi dibutuhkan untuk lebih dapat menahan deformasi permanen. Jenis pengujian laboratorium yang dikerjakan untuk mengevaluasi aspal adalah pengujian di laboratorium meliputi penetrasi aspal, titik nyala dan titik bakar, titik lembek aspal, berat jenis aspal, kelarutan dalam  $CCl_4$  dan daktilitas. Persyaratan untuk aspal dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini :

Tabel 5.2. Persyaratan Aspal AC 60-70, Spesifikasi Bina Marga 1983

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min.	Maks.	
1.	Penetrasi	PA. 0301-76	60	79	0,1 mm
2.	Titik lembek	PA. 0302-76	48	58	° C
3.	Titik nyala	PA. 0303-76	200	-	° C
4.	Kelarutan $CCL_4$	PA. 0305-76	99	-	% berat
5.	Daktalitas	PA. 0306-76	100	-	Cm
6.	Berat jenis	PA. 0307-76	1	-	-

Sumber : DPU, Dirjen Bina Marga, LASTON, 13/PT/B/1983

### 5.2.3. Perencanaan Campuran

Campuran benda uji dengan berat total 1200 gram, dibuat dua macam campuran yaitu menggunakan bahan tambah berupa parutan ban bekas hasil vulkanisir sebesar 1% dan tanpa parutan ban, dimana keduanya menggunakan variasi kadar aspal 6,375% dari berat benda uji dan dibuat masing-masing 3 benda uji untuk pengujian *Marshall*, 2 benda uji untuk pengujian *Indirect Tensile Test* dan 2 benda uji untuk pengujian *Hveem Stabilometer*. Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi agregat *British Standard Institution 594, 1985* tabel 3.1 dan 3.2. *Filler* yang digunakan adalah abu batu. Jumlah benda uji campuran seperti diperlihatkan pada tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5.3. Perencanaan Campuran Dengan 3 Variasi Penurunan Temperatur  
Pemadatan

No.	Pembuatan Benda Uji	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
1.	Tanpa parutan ban pada kadar aspal optimum	<i>Marshall</i>	3 x 3
		<i>Indirect Tensile Test</i>	3 x 2
		<i>Hveem Stabilometer</i>	3 x 2
2.	Menggunakan 1% parutan ban pada kadar aspal optimum	<i>Marshall</i>	3 x 3
		<i>Indirect Tensile Test</i>	3 x 2
		<i>Hveem Stabilometer</i>	3 x 2
Total			42

#### 5.2.3.1. Perencanaan Campuran HRA Tanpa Bahan Tambah

Agregat yang telah siap kemudian dipanaskan hingga mencapai temperatur 170° C, kemudian dipindahkan ke dalam oven dengan temperatur 170° C agar diperoleh temperatur yang merata dan konstan. Agregat dicampur dengan aspal sesuai dengan persentase yang telah ditentukan yaitu 6,375% pada temperatur 160° C. Agar temperatur pencampuran tetap, maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga merata. Cetakan benda uji sebelumnya dibersihkan dan diolesi *Vaseline*, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 90° C sampai dengan 149,5° C. Selanjutnya campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji dan setiap sepertiga bagian campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan, maka benda uji ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak  $\pm$  15 kali di tepi dan 10 kali dibagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemudian dilakukan pemadatan sesuai dengan penurunan temperatur pemadatan yang didapat dari uji viskositas aspal. Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk pada sisi atas dan sisi

bawah sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk 1 benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji kemudian didinginkan dengan bantuan kipas angin. Hal ini dimaksudkan agar proses pendinginan dapat berjalan dengan lebih cepat, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut ejektor.

#### **5.2.3.2. Perencanaan Campuran HRA Dengan Bahan Tambah Parutan Ban Karet**

Aspal dipanaskan pada temperatur  $155^{\circ}\text{C}$ , kemudian ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan yaitu sebesar 6,375%. Parutan ban karet hasil vulkanisir yang lolos saringan # 25 dicampurkan kedalam aspal yang besarnya sesuai dengan persentase kadar yaitu sebesar 1%. Selanjutnya aspal dan parutan ban karet dipanaskan hingga tercampur merata dan dimasukkan kedalam oven agar tercapai temperatur yang konstan. Agregat dipanaskan sampai temperatur  $170^{\circ}\text{C}$  dan dimasukkan kedalam oven agar diperoleh temperatur yang konstan. Selanjutnya agregat dengan aspal yang telah dicampur dengan parutan ban dicampurkan pada temperatur  $160^{\circ}\text{C}$  dan diaduk merata. Campuran dimasukkan kedalam benda uji dan setiap sepertiga bagian campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan, maka benda uji ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak  $\pm 15$  kali di tepi dan 10 kali dibagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemudian dilakukan pemadatan sesuai dengan penurunan temperatur pemadatan yang didapat dari uji viskositas aspal. Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk pada

sisi atas dan sisi bawah sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk 1 benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji kemudian didinginkan dengan bantuan kipas angin. Hal ini dimaksudkan agar proses pendinginan dapat berjalan dengan lebih cepat, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut ejektor.

#### 5.2.4. Pengujian Campuran

Pengujian untuk keseluruhan benda uji menggunakan *Marshall Test*, Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) dan *Hveem Stabilometer*. Pengujian campuran dilakukan pada variasi penurunan temperatur pemadatan.

##### 5.2.4.1. *Marshall Test*

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Marshall* sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel,
2. Masing-masing benda uji diberikan kode,
3. Benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm,
4. Benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya,
5. Benda uji direndam dalam air selama 18–20 jam agar benda uji menjadi jenuh,
6. Benda uji ditimbang di dalam air untuk mendapatkan isi,
7. Benda uji ditimbang dalam keadaan jenuh,
8. Benda uji direndam dalam bak perendam (*Water Bath*) selama 30 menit dengan suhu tetap  $(60 \pm 1)^\circ \text{C}$ . Batang penuntun (*Guide Rod*) dan

permukaan dalam dari kepala penekan (Test Head) yang atas dapat meluncur bebas. Bila dikehendaki, kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara  $21^{\circ}\text{C}$  -  $38^{\circ}\text{C}$ , kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang diatas benda uji dan letakkan keseluruhannya didalam mesin uji. Kemudian arloji kelelahan (Flow Meter) dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan kedudukan jam penunjuk diatur pada arah nol, sementara itu selubung tangkai arloji (Sleve) dipegang secara kuat, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.

9. Sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kedudukan jarum penguji diatur pada angka nol. Benda uji diberikan pembebanan dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum yang tercapai, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan (sleeve) dilepaskan pada saat pembebanan tercapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh arloji kelelahan.

#### 5.2.4.2. Uji Tarik Tak Langsung (Indirect Tensile Test)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur regangan horizontal dan vertikal campuran *Hot Rolled Asphalt* pada kadar aspal optimum. Prinsip kerja pengujian tarik tak langsung adalah memberikan beban pada benda uji berbentuk silinder dengan beban kompresi tunggal atau berulang yang beraksi paralel dengan dan sepanjang diameter vertikalnya (ASTM D4123). Konfigurasi pembebanan ini mengakibatkan tegangan tarik pada arah tegak lurus arah pembebanan yang pada akhirnya menyebabkan keruntuhan (Failure) pada benda uji ditandai dengan retaknya benda uji sepanjang diameter vertikalnya. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan benda uji sama seperti pada pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum,
2. Menyiapkan mesin uji tarik tak langsung termasuk perangkat lunaknya (komputer), juga harus dalam kondisi yang baik,
3. Benda uji dikeluarkan dari oven, kemudian diletakkan pada segmen penekan bawah, selanjutnya segmen atas dipasang dan dipasangkan pada mesin uji,
4. Kepala penekan dan benda uji dinaikkan sampai segmen atas menyentuh alas cincin penekan,
5. Dengan menggunakan komputer, diatur posisi koordinat regangan vertikal dan pembebanannya,
6. Arloji regangan horizontal dan arloji pembebanan diatur pada posisi nol,

7. Dilakukan pembebanan dan dimulai pada kecepatan 5 mm/menit sampai pada pembebanan maksimum (dimana secara otomatis pembebanan akan berhenti), kemudian secara bersamaan pembacaan arloji regangan horisontal dilakukan,
8. Benda uji dikeluarkan dari segmen penekan,
9. Hitung Angka *Poisson* dengan menggunakan persamaan (3.13).

#### 5.2.4.3. Pengujian *Hveem Stabilometer*

Pengujian *Hveem Stabilometer* dilakukan untuk mengetahui indikasi besaran deformasi plastis yang terjadi pada campuran perkerasan. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Jumlah udara dalam sel diatur dengan menggunakan benda uji metal standar yang telah dipanaskan,
2. Dengan *Stabilometer* dan *Stage Base* pada posisi di silinder, mesin penguji diatur sehingga bebannya akan diaplikasikan pada tingkat 1,3 mm (0,05 inch) per menit,
3. Benda uji padat dipindahkan dari cetakan ke *Stabilometer* dengan menggunakan alat yang sesuai. Pastikan bahwa benda uji masuk ke *Stabilometer* dengan lurus, dengan *Stamped End* di atas dan diletakkan dengan tepat pada dasarnya,
4. *Follower* diletakkan diatas benda uji dan ditetapkan tekanan horizontal sampai tepat 5 psi (34 kPa) terekam dalam alat ukur *Stabilometer*. Jika alat uji memiliki *Upperhead* dengan dudukan berbentuk bola, *Looking*

*Shims* yang digunakan selama pembuatan benda uji harus dibuka terlebih dahulu untuk melakukan pengujian *Stabilometer*,

5. Mulai gerakan vertikal penekanan dengan kecepatan 1,3 mm (0,05 inch) per menit dan catat pembacaan alat ukur *Stabilometer* ketika beban vertikal sebesar 13,4; 22,3; dan 26,7 kN (3000, 5000 dan 6000 lbf),
6. Gerakan vertikal penekanan dihentikan ketika beban total mencapai 26,7 kN (6000lbf). Kemudian cepat-cepat kurangi beban vertikal sampai  $4,445 \pm 0,45$  kN ( $1000 \pm 100$  lbf). Dengan pompa penurunan, tekanan horizontal diatur pada 5 psi (34 kPa). Perlu diketahui bahwa pengaturan pada tekanan horizontal akan menghasilkan pengurangan lebih lanjut pada beban vertikal sampai kurang dari 1000 lbf (4,45 kPa). Pengurangan ini normal dan tidak perlu ada kompensasi yang dilakukan,
7. *Handle* pompa *stabilometer* diputar mendekati dua gerakan per detik dan ukur jumlah perubahan dari handle pompa (menggunakan perubahan penurunan indikator pada *Stabilometer*) untuk menaikkan tekanan horizontal dari 5 ke 1000 psi (34,5 ke 690 kPa),
8. Kemudian jumlah perubahannya dicatat dan ini adalah pembacaan penurunan D. Dalam pengukuran penurunan, beban vertikal akan meningkat melebihi 1000 lbf (4,45 kN). Seperti sebelumnya, perubahan ini bersifat khusus dan tidak ada kompensasi yang perlu dilakukan,
9. Hitung nilai *Stabilometer* S dengan persamaan (3.15).



### 5.3. Analisis

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah :

1. Berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. Berat benda uji didalam air (gram),
3. Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. Tebal benda uji (mm),
5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs),
6. Pembacaan arloji kelelahan atau *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan persamaan-persamaan sebagai berikut :

#### 1. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(5.1)$$

#### 2. Berat jenis agregat

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{(X \times F1) + (Y \times F2) + (Z \times F3)}{100} \dots\dots\dots(5.2)$$

Dengan :

X = Persentase agregat kasar,

Y = Persentase agregat halus,

Z = Persentase *filler*,

F1 = Berat jenis agregat kasar,

F2 = Berat jenis agregat halus,

F3 = Berat jenis *filler*.

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ) dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

### 3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan (3.1).

### 4. Flow

*Flow* menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* saat *Marshall Test*, namun masih dalam satuan *inch* sehingga harus dikonversi dalam milimeter.

### 5. Density

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan (3.2) dan (3.3).

### 6. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan (3.4), (3.5), (3.6) dan (3.7).

### 7. *Void In The Mix* (VITM)

VITM adalah persentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.8) dan (3.9).

### 8. *Marshall Quotient (MQ)*,

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan perkerasan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.10).

