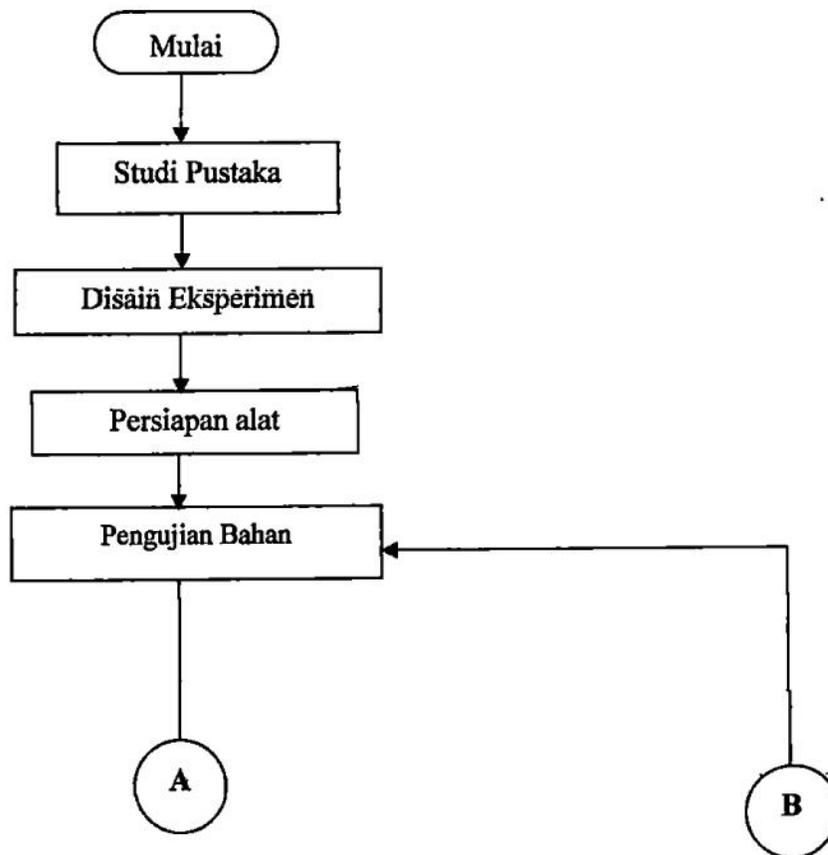


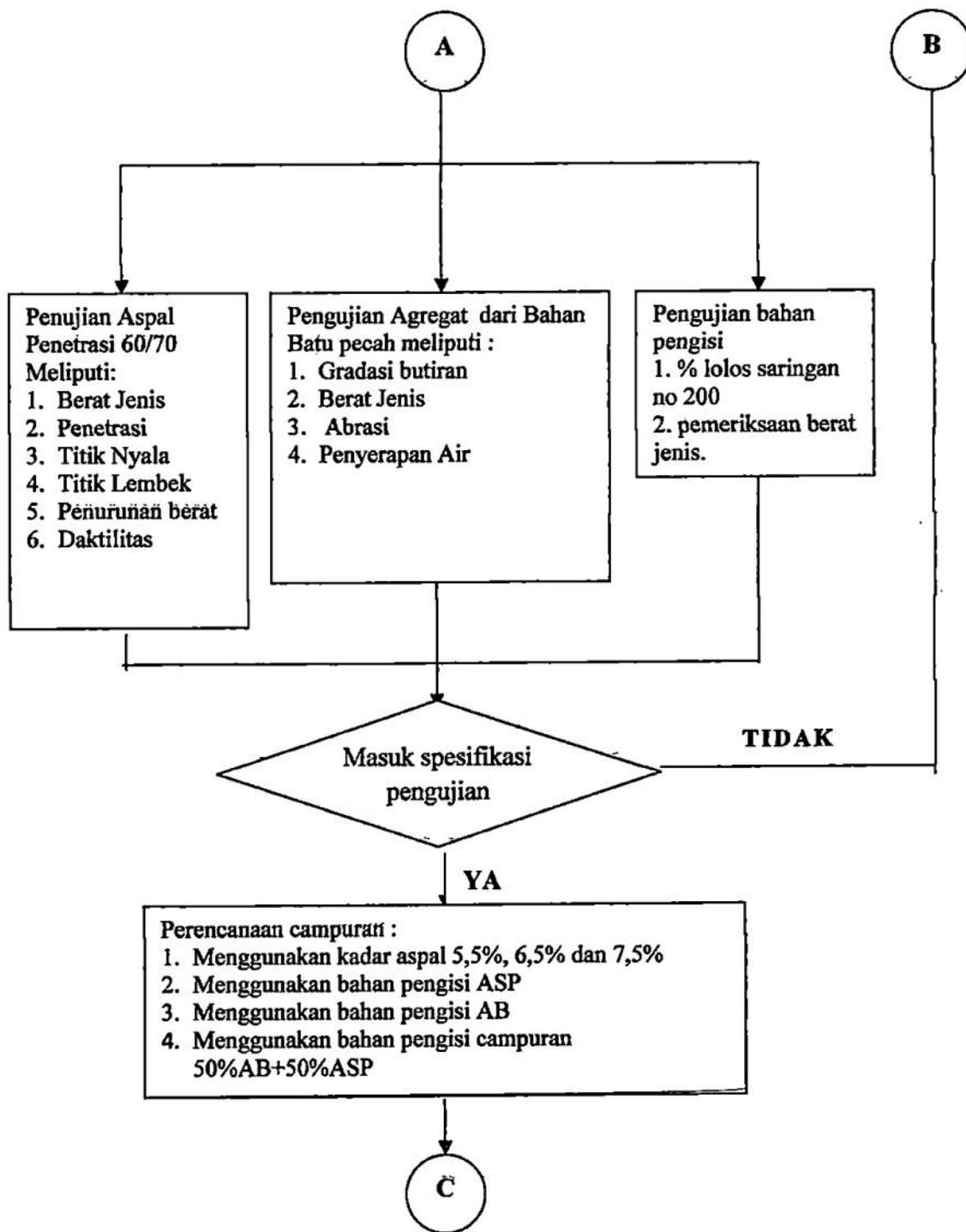
## BAB IV METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

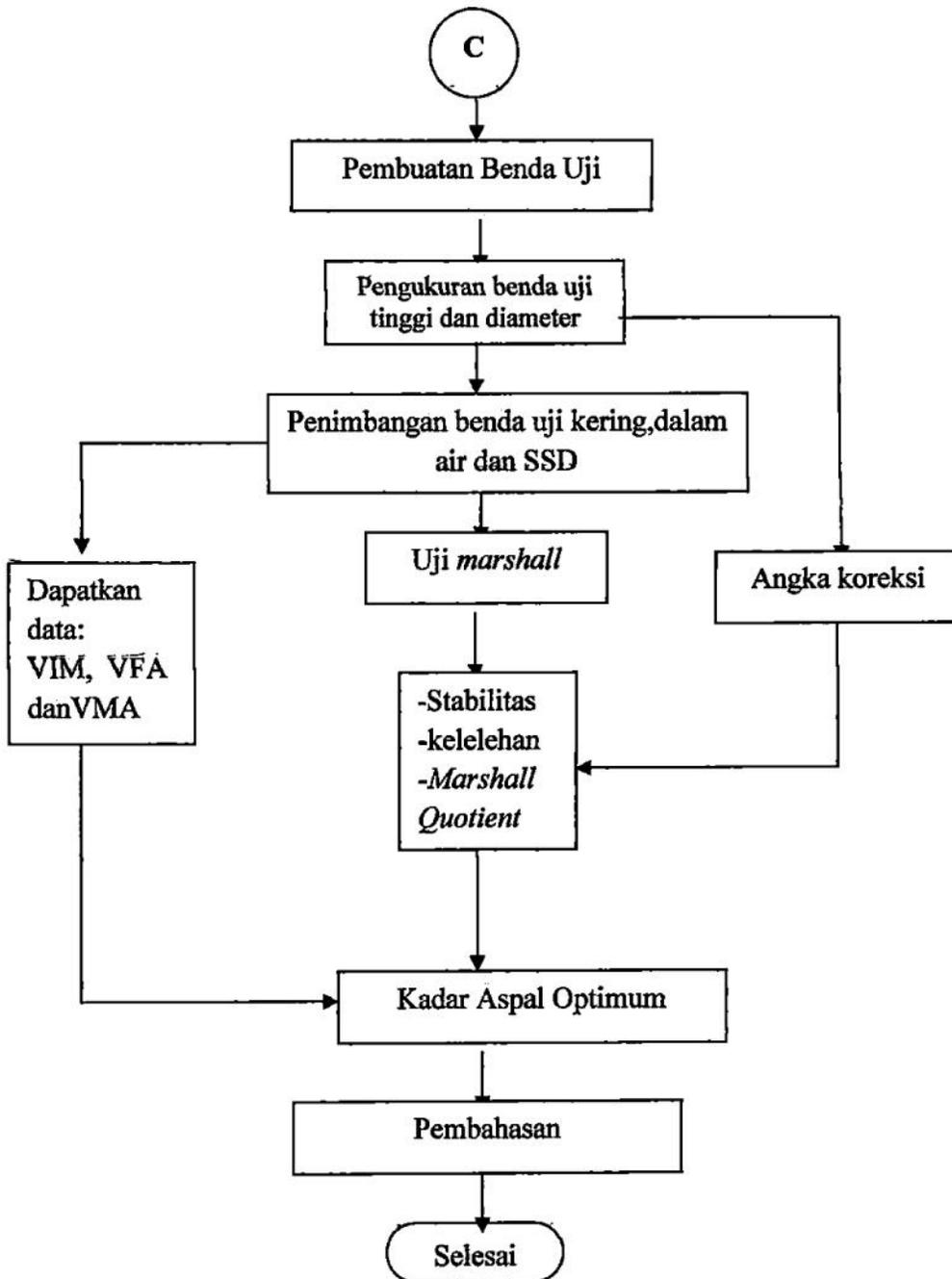
Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat, aspal dan pengujian terhadap campuran melalui uji *Marshall*. Adapun pelaksanaan pengujian meliputi beberapa tahap pelaksanaan, yaitu pemeriksaan bahan seperti agregat maupun aspal, penentuan gradasi campuran, dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Diagram alir tahapan penelitian



Gambar 4.1. Lanjutan



Gambar 4.1. Lanjutan

## B. Alat dan Bahan

### 1. Alat

#### a. Alat uji pemeriksaan aspal

Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala, alat uji daktilitas, dan alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).

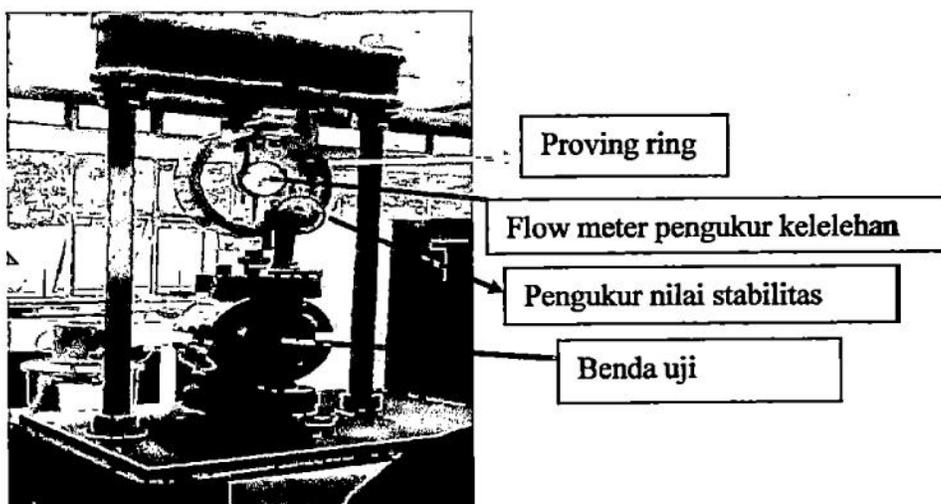
#### b. Alat uji pemeriksaan agregat

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain menggunakan mesin *Los Angeles* untuk mengetahui tingkat abrasi, saringan, alat pengering (*oven*), timbangan berat, alat uji berat jenis (piknometer), dan bak perendam.

#### c. Alat uji *Marshall*

Alat uji *Marshall* yang digunakan untuk mendapatkan karakteristik *marshall* dari campuran terdiri dari:

- 1) Alat uji tekan *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji pengukur kelelahan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



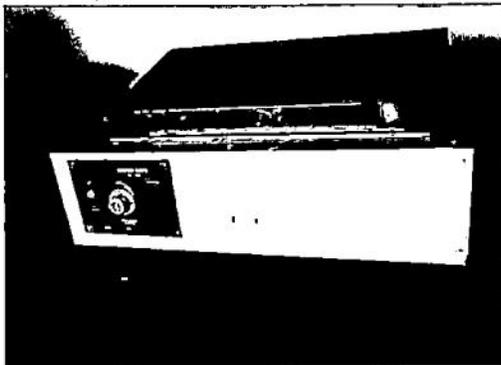
Gambar 4.2 Alat uji *Marshall*

- 2) Cetakan berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm (4 inci) dengan tinggi 7,5 cm (3 inci) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Alat cetak benda uji

- 3) Penumbuk permukaan rata berbentuk silinder berdiameter 9,8 cm, 4,5 kg (10 lbs), dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 inci).
- 4) *Ejector* untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- 5) Bak perendaman yang dilengkapi dengan pengatur suhu seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Bak perendaman

- 6) Alat-alat penunjang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, termometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaliper, spatula, dan timbangan.

## 2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan benda uji meliputi:

### a. Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina.

### b. Agregat kasar dan abu batu

Sesuai dengan *British standard* (BS) 594, agregat yang digunakan adalah berupa batu pecah dengan ukuran tertentu sesuai dengan analisis saringan yang akan dilakukan, termasuk juga bahan pengisi yang akan digunakan yaitu berupa pecahan batu atau berupa debu batu. Batu-batu yang digunakan sebagai agregat tersebut diperoleh dari Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

### c. Agregat pengisi dari abu sekam padi

Bahan didapat dari tempat pembakaran batu bata didaerah Kasihan Bantul, Yogyakarta.

## C. Disain Campuran Aspal

Dalam penelitian ini agregat yang digunakan adalah agregat yang gradasinya berada ditengah-tengah, yaitu gradasi antara gradasi atas dengan gradasi bawah seperti yang disajikan dalam Gambar 2.1. Jumlah agregat yang digunakan untuk setiap sampel 1200 gram. Guna mengetahui pengaruh penggunaan abu batu dan abu sekam padi sebagai bahan pengisi maka penggunaan abu batu dan abu sekam padi divariasikan. Variasi penggunaan bahan pengisi adalah 100 % abu batu, 50 % abu batu + 50 % abu sekam padi dan 100 % abu sekam padi. Menurut Robert, dkk (1991) pada kondisi berat jenis bahan pengisi yang digunakan berbeda banyak maka gradasi harus ditentukan berdasarkan perbandingan volume. Karena berat jenis abu batu sebesar 2,688 dan berat jenis abu sekam padi sebesar 0,947 maka dalam penelitian ini pembuatan campuran tidak menggunakan perbandingan berat. Berdasarkan acuan gradasi

pada Gambar 2.1 kemudian dirancang campuran gradasi untuk beberapa bahan pengisi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Gradasi campuran dengan bahan pengisi 100 % abu batu

Ukuran Ayakan BS (mm)	Presentase Lolos	Presentase (%)		Berat Tertahan (gr)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	0
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	120
Jumlah Total			100	1200

Tabel 4.2 Gradasi campuran dengan bahan pengisi 50 % AB + 50 % ASP

Ukuran Ayakan BS (mm)	Presentase Lolos	Presentase (%)		Berat Tertahan (gr)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	0
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	94,7
Jumlah Total			100	1174,7

Tabel 4.3 Gradasi campuran dengan bahan pengisi 100 % ASP

Ukuran Ayakan BS (mm)	Presentase Lolos	Presentase (%)		Berat Tertahan (gr)
		Gradasi Rencana	Tertahan	
20	100	100	0	
14	85-100	93	7	84
10	62-92	72	21	252
6,3	-	-	-	-
2,36	61-75	64	8	96
0,6	25-45	35	29	348
0,212	15-31	25	10	120
0,075	8-12	10	15	180
Pan			10	42,28
Jumlah Total				1122,28

Dari tabel-tabel tersebut di atas dapat dilihat bahwa kondisi berat masing-masing campuran berbeda. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan volume dari masing-masing material bahan pengisi. Berat jenis ASP lebih kecil, maka jumlah yang dibutuhkan akan lebih banyak dalam campuran. Oleh sebab itu akan sangat berpengaruh terhadap besarnya kadar aspal, maka digunakan perbandingan volume guna mendapatkan hasil campuran yang lebih baik (*Asphalt Institute*, 1996).

Adapun jumlah benda uji yang diperlukan dapat dilihat dalam Tabel 4.5 .

Tabel 4.4 Jumlah benda uji

Jenis Variasi Bahan Pengisi	Variasi kadar Aspal (%)			Sub total
	5,5	6,5	7,5	
Abu batu	2D	2D	2D	6 D
	2W	2W	2W	6 W
50% abu sekam padi + 50% abu batu	2D	2D	2D	6 D
	2W	2W	2W	6 W
Abu Sekam Padi	2D	2D	2D	6 D
	2W	2W	2W	6 W
Jumlah sampel	36			

Keterangan : D= Kondisi kering, W= Kondisi basah

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, maka didapatkan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 36 sampel.

#### D. Lokasi Penelitian

Persiapan alat dan bahan serta pembuatan benda uji (sampel) dilaksanakan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, sedangkan pengujian *Marshall* dilaksanakan di Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.

#### E. Pelaksanaan Penelitian

##### 1. Persiapan bahan dan alat

Persiapan bahan meliputi kegiatan pengadaan bahan yang digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, aspal dan abu sekam padi. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan abu sekam padi serta benda uji *Marshall* harus dalam kondisi baik, bersih dan terkalibrasi.

##### 2. Pengujian bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan spesifikasi SK SNI 03-1968-1990 dan SNI 06-2441-1991.

###### a. Pengujian Agregat

Secara garis besar pengujian agregat dibagi menjadi tiga tahap yaitu agregat kasar, halus, dan bahan pengisi. Pemisahan ketiga jenis agregat tersebut menggunakan mesin uji saringan dengan tujuan untuk memperoleh distribusi butiran. Standar pengujian umum yang digunakan adalah SNI 03-1968-1990.

###### 1) Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan hasil dari pemecahan batu yang kemudian diuji dengan menggunakan mesin uji saringan.

Pemeriksaan dan pengujian agregat kasar tersebut dilakukan adalah :

- a) Berat jenis dan penyerapan air : SNI-1969-1990-F
- b) Pengujian *Los Angeles* : SNI M-02-1990-F

c) Kelekatan terhadap aspal : SNI M-28-1998-F

2) Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan 2,36 mm serta tertahan pada saringan no.200 (0,075 mm) pada saat dimasukkan pada mesin uji saringan (BS. 594, 1992). Pengujian tersebut meliputi:

a) Berat jenis dan penyerapan air : SNI-1970-1990-F

b) *Sand equivalent* : SNI 03-4428-1997

3) Bahan Pengisi

Pengujian terhadap bahan-bahan pengisi juga merupakan bagian dari pengujian pada mesin uji saringan. Menurut BS. 594 bahan pengisi dalam HRA yang disyaratkan mempunyai berat jenis tidak kurang dari 0,5 gr/ml dan tidak lebih dari 0,9 kg/ml, serta tidak mengandung kurang dari 85 % dari material yang melewati saringan 0,075 mm.

b. Pengujian Aspal

Adapun pengujian aspal yang akan dilakukan yaitu pengujian penetrasi, titik nyala, titik lembek, kehilangan berat, daktilitas dan berat jenis.

1) Uji penetrasi : SNI 06-2456-1991

2) Uji titik nyala : SNI 06-2433-1991

3) Uji titik lembek : SNI 06-2434-1991

4) Kehilangan berat : SNI 06-2440-1991

5) Daktilitas : SNI 06-2432-1991

6) Berat jenis : SNI 06-2441-1991

3. Pembuatan benda uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Agregat dibersihkan dari debu yang menempel pada agregat dengan cara dicuci.

- b. Menentukan prosentase masing-masing fraksi untuk mempermudah pencampuran dan melakukan penimbangan secara kumulatif untuk mendapatkan proporsi campuran yang tepat.
- c. Campuran agregat yang telah ditimbang, dituang ke dalam wajan lalu dipanaskan di atas pemanas (kompor). Agregat diukur suhunya hingga mencapai  $160^{\circ}\text{C}$  dengan termometer, setelah didapatkan suhu tersebut ditambahkan aspal sesuai dengan kadar aspal rencana dan diaduk-aduk sampai merata.
- d. Setelah itu dimasukkan ke dalam cetakan hingga suhunya mencapai  $140^{\circ}\text{C}$ .
- e. Cetakan diletakkan pada alas penumbuk kemudian sisi atas cetakan dikunci. Setelah itu ditumbuk sebanyak  $2 \times 75$  kali pukulan.
- f. Sampel dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan *ejector*, lalu diberi label sampel (kadar aspal dan jenis sampel).
- g. Benda uji yang telah diberi kode diukur ketinggiannya pada empat sisi yang berbeda-beda dengan menggunakan jangka sorong. Benda uji tersebut ditimbang untuk mendapatkan benda uji kering. Kemudian benda uji di rendam 24 jam pada suhu  $26^{\circ}\text{C}$  untuk benda uji kering dan 48 jam pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  untuk benda uji basah. Benda uji di timbang untuk mendapatkan berat dalam keadaan SSD dan dalam air. Untuk benda uji kering, direndam dalam suhu ruang selama 24 jam dan dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama  $\frac{1}{2}$  jam dan benda uji basah, direndam dalam suhu ruang selama 24 jam dan kemudian direndam dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.

#### 4. Pengujian sampel

- a. Sampel dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan dalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang di atas sampel dan diletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji. Arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan kedudukannya diatur pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipasang teguh terhadap segmen atas kepala

penekan. Selubung tangkai arloji kelelahan tersebut ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan.

- b. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta sampelnya dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji. Kedudukan jarum arloji tekan diatur pada angka nol. Pembebanan diberikan kepada sampel dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimal tercapai atau pembebanan menurun seperti yang dicapai dicatat. Selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) dilepaskan pada saat pembebanan mencapai maksimum dan nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan dicatat. Waktu yang diperlukan dan saat diangkatnya sampel dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

#### F. Analisis Hasil

Data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* yang menjadi dasar perhitungan adalah VMA, VIM, VFA, stabilitas dan kelelahan dan *Marshall Quotien* (MQ). Nilai stabilitas dan kelelahan ditentukan dengan menggunakan alat uji *Marshall*, nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai Stabilitas dan nilai kelelahan sedangkan VMA, VIM dan VFA ditentukan melalui penimbangan benda uji dan perhitungan (berat kering, berat kering permukaan dan berat dalam air). Dari data yang diperoleh dibuat suatu analisis hubungan yang disajikan dalam grafik hubungan antara :

1. Kadar aspal dengan VMA
2. Kadar aspal dengan VIM
3. Kadar aspal dengan VFA
4. Kadar aspal dengan stabilitas
5. Kadar aspal dengan kelelahan
6. Kadar aspal dengan *Marshall Quotient*
7. Stabilitas sisa