

## **BAB 3**

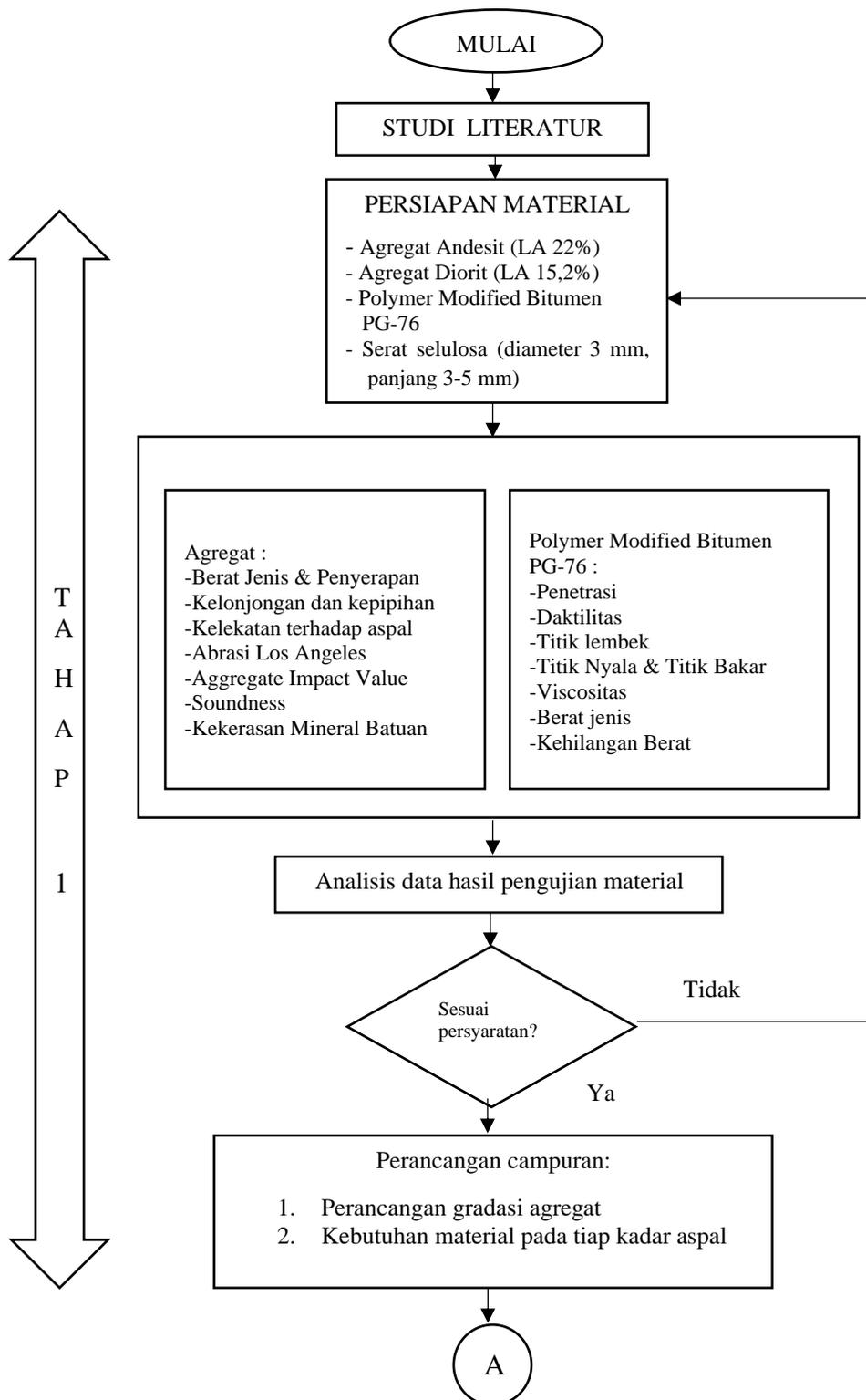
### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen skala laboratorium untuk mendapatkan data primer, dan selanjutnya data tersebut diolah untuk kemudian digunakan dalam melakukan analisis. Sampel penelitian menggunakan dua jenis agregat yaitu Andesit dan Diorit. Penggunaan kedua jenis agregat ini berdasarkan perbedaan nilai abrasi Los Angeles (LA) yang menunjukkan tingkat kekerasan agregat. Dari pengujian di laboratorium, didapat bahwa Andesit memiliki nilai LA 22%, sedangkan Diorit memiliki nilai LA 15,2%.

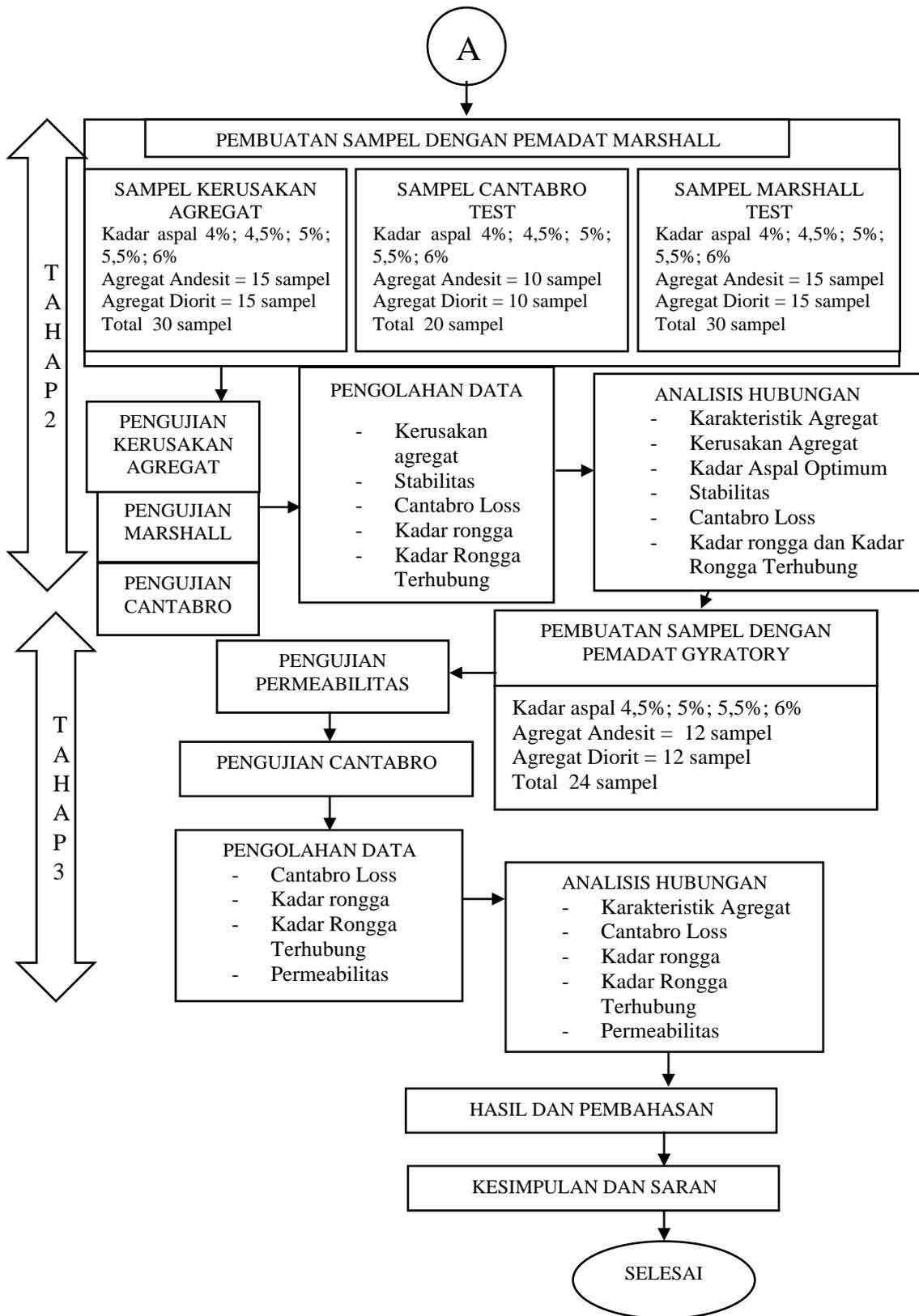
Penelitian ini dilakukan dengan dua alat pemadat campuran untuk melihat perbedaan antara hasil pengujian campuran yang menggunakan pemadat Marshall dan pemadat Gyratory. Adapun penggunaan dua jenis pemadat sesuai dengan spesifikasi campuran aspal berpori yang digunakan (AAPA 2004). Sampel campuran aspal berpori yang dipadatkan dengan Marshall diuji stabilitas, durabilitas, dan dihitung kadar rongganya. Sedangkan sampel yang dipadatkan dengan Gyratory diuji durabilitas, permeabilitas, serta dihitung kadar rongganya. Selain mencari kadar rongga total, juga dihitung kadar rongga terhubung.

Kadar aspal yang digunakan pada sampel yang dipadatkan dengan Marshall, baik untuk pengujian stabilitas maupun pengujian Cantabro Loss bervariasi sebanyak 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% dari berat campuran. Sedangkan sampel yang dipadatkan dengan gyrotory menggunakan 4,5%; 5%; 5,5% dan 6% kadar aspal dari berat campuran.

Kadar rongga sebagai variabel terikat akan dicari hubungannya dengan kekerasan agregat dan kerusakan agregat, sebagai variabel bebas. Pengamatan dilakukan terhadap pengaruh karakteristik agregat dari dua jenis agregat dan Los Angeles yang berbeda terhadap kinerja campuran. Pengaruh kekerasan agregat sebagai variabel bebas juga diamati terhadap kadar aspal dan stabilitas (variabel terikat). Secara lengkap skenario atau alur penelitian dituangkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian (Lanjutan)

### 3.1 Tahap 1 Penelitian

Tahap satu penelitian ini terdiri dari persiapan material, pengujian material dan perancangan campuran.

#### 3.1.1 Persiapan Material

Di awal tahap ke-satu penelitian dilakukan persiapan material yang terdiri dari agregat, aspal dan serat selulosa. Digunakan dua jenis agregat batu pecah dari quarry pada wilayah yang berbeda. Dari pengujian di laboratorium didapat nilai Los Angeles Andesit 22% dan nilai Los Angeles Diorit 15,2%. Agregat kasar adalah ukuran butir agregat yang tertahan di saringan No. 4 (4,75”), sedangkan agregat halus adalah ukuran butir agregat yang lolos di saringan No. 4 (4,75”). Digunakan Polymer-Modified Bitumen PG-76 dari PT. Buntara Megah Inti Tangerang, serta bahan tambah serat selulosa berbentuk pelet dari PT Enceha Pasifik Jakarta (Gambar 3.3). Secara kasat mata agregat Andesit berwarna abu- abu tua kecoklatan, sedangkan agregat Diorit berwarna cenderung abu-abu muda (Gambar 3.2). Andesit merupakan batuan beku luar sedangkan Diorit merupakan batuan beku dalam. Perbedaan proses terbentuknya menyebabkan perbedaan mutu agregat. Mineral Andesit terbentuk tidak sempurna, sedangkan mineral Diorit terbentuk sempurna sehingga diorit lebih keras.



Gambar 3.2 (a) Agregat Andesit, (b) Agregat Diorit



Gambar 3.3 Serat Selulosa

### 3.1.2 Pengujian Material

Tahap selanjutnya, dilakukan pengujian sifat agregat dan aspal sesuai standar dan ketentuan yang berlaku untuk mengetahui mutu bahan dan dibandingkan dengan persyaratan Bina Marga tahun 2018. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Dilakukan juga identifikasi jenis agregat dan uji petrogenesis agregat di Laboratorium Geologi Universitas Diponegoro. Pengujian material bertujuan untuk memastikan apakah material yang akan digunakan memenuhi syarat sebagai bahan perkerasan jalan, sesuai dengan persyaratan yang ada di Tabel 2.4 dan Tabel 2.5. Jika sudah memenuhi persyaratan maka material dapat digunakan untuk membuat campuran aspal berpori.

### 3.1.3 Peralatan Pengujian Material

Peralatan yang digunakan untuk menguji mutu material adalah sebagai berikut.

- 1) Peralatan untuk pengujian agregat
  - a. Alat uji berat jenis dan penyerapan agregat (*picnometer*, timbangan dan pemanas).
  - b. Alat uji kepipihan dan kelonjongan agregat.
  - c. Alat uji kelekatan agregat terhadap aspal (oven, timbangan, wadah gelas kaca).
  - d. Alat uji abrasi agregat (mesin *Los Angeles*).
  - e. Alat uji ketahanan terhadap tumbukan (mesin *Aggregate Impact*, mold, timbangan).
  - f. Alat uji pelapukan agregat (satu set *soundness test*).
  - g. Alat uji gradasi agregat (satu set saringan).
- 2) Peralatan untuk pengujian aspal
  - a. Alat uji penetrasi aspal (*penetrometer*).

- b. Alat uji daktilitas aspal (satu set mesin daktilitas).
- c. Alat uji titik lembek aspal (*ring and ball*).
- d. Alat uji titik nyala dan titik bakar aspal (*cleveland open cup*).
- e. Alat uji viscositas aspal (*saybolt viscosimeter*).
- f. Alat uji berat jenis aspal (*picnometer* dan timbangan).
- g. Alat uji kehilangan berat (RTF Oven Test).

### 3.1.4 Perancangan Campuran

Setelah dipastikan semua material memenuhi syarat sebagai bahan perkerasan jalan, langkah selanjutnya adalah perancangan campuran untuk pembuatan sampel penelitian. Perancangan campuran terdiri dari dua tahap seperti diuraikan pada Sub Bab 3.3.1 dan 3.3.2, yaitu terlebih dahulu dilakukan perancangan gradasi sesuai dengan gradasi tengah dari spesifikasi gradasi AAPA 2004 sesuai Tabel 2.2. Gradasi tengah merupakan gradasi rencana yang merupakan gradasi pada kondisi ideal. Kemudian dihitung berat yang tertahan di setiap saringan (Tabel 3.1) dan kebutuhan material pada setiap variasi kadar aspal (Tabel 3.2).

#### 3.1.4.1 Perancangan Gradasi Agregat

Tahap awal perancangan campuran adalah dengan melakukan perancangan gradasi agregat yaitu menentukan porsi agregat untuk tiap ukuran fraksi agregat yang terdapat pada spesifikasi gradasi OGA 10 dari AAPA 2004. Dalam penelitian ini digunakan gradasi tengah dari spesifikasi yang digunakan. Adapun rencana gradasi agregat untuk campuran aspal berpori adalah seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rencana Gradasi Agregat Campuran Aspal Berpori

Ukuran saringan		OGA 10		
ASTM	mm	Spesifikasi berat yang lolos (%)	Berat yang lolos (%)	Berat yang tertahan (%)
1/2"	12,7	100	100	0
3/8"	9,50	85-100	92,5	7,5
2/7"	6,7	35-70	52,5	40
No. 4	4,75	20-45	32,5	20
No. 8	2,36	10-20	15	17,5
No. 16	1,18	6-14	10	5,0
No. 30	0,60	5-10	7,5	2,5
No. 50	0,30	4-8	6,0	1,5
No. 100	0,150	3-7	5,0	1,0
No. 200	0,075	2-5	3,5	1,5
Pan				3,5
Kadar aspal (%)		4 - 6		

### 3.1.4.2 Kebutuhan Material pada Tiap Kadar Aspal

Berat sampel yang direncanakan adalah 1200 gram, dengan tambahan serat selulosa sebesar 0,3% dari berat campuran. Kadar aspal yang ditambahkan ke campuran adalah 4%; 4,5%; 5%; 5,5% dan 6% dari berat campuran. Tabel 3.2 menampilkan kebutuhan berat agregat dan aspal untuk masing- masing kadar aspal campuran. Sedangkan berat serat selulosa 3,6 gram untuk tiap campuran yang dihitung dari  $0,3\% \times 1200 \text{ gr}$  (berat total campuran). Perhitungan material dapat dilihat di lampiran.

Tabel 3.2 Kebutuhan Material pada Tiap Kadar Aspal Campuran Aspal Berpori

Ukuran saringan	Berat tertahan (gram)				
	4%	4,5%	5%	5,5%	6%
½"	0	0	0	0	0
3/8"	86,13	85,68	85,23	84,78	84,33
2/7"	459,36	456,96	454,56	452,16	449,76
No. 4	229,68	228,48	227,28	226,08	224,88
No. 8	200,97	199,92	198,87	197,82	196,77
No. 16	57,42	57,12	56,82	56,52	56,22
No. 30	28,70	28,56	28,42	28,26	28,11
No. 50	17,23	17,14	17,04	16,96	16,87
No. 100	11,47	11,42	11,36	11,30	11,24
No. 200	17,23	17,14	17,05	16,96	16,87
Pan	42	42	42	42	42
Aspal (gr)	48	54	60	66	72
Serat Selulosa (gr)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6

## 3.2 Tahap 2 Penelitian

Pembuatan dan pengujian sampel dilakukan dua tahap dengan alat pemadat yang berbeda. Pada tahap ke-dua penelitian, semua sampel dipadatkan dengan Marshall, sedangkan pada tahap ke- tiga penelitian, semua sampel dipadatkan dengan gyratory. Sampel yang dipadatkan dengan Marshall digunakan untuk pengujian kerusakan agregat, pengujian stabilitas Marshall (SNI 06-2489-1991) serta pengujian durabilitas Cantabro Loss (ASTM D 7064). Pembuatan sampel ini dilakukan di Laboratorium Unit Pembinaan Mutu dan Pembinaan Jasa Konstruksi Dinas PU Kalimantan Barat.

### 3.2.1 Jumlah Sampel

Jumlah sampel disesuaikan dengan kebutuhan setiap pengujian penelitian. Berikut jumlah sampel sesuai pengujian dan data yang dibutuhkan pada tiap jenis agregat (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Jumlah Sampel Campuran Aspal Berpori

Kadar aspal (%)	Pengujian Kerusakan Agregat		Pengujian Marshall		Pengujian Cantabro Loss	
	Andesit	Diorit	Andesit	Diorit	Andesit	Diorit
4	3	3	3	3	2	2
4,5	3	3	3	3	2	2
5	3	3	3	3	2	2
5,5	3	3	3	3	2	2
6	3	3	3	3	2	2
Jumlah	15	15	15	15	10	10
Total	80					

### 3.2.2 Peralatan Pembuatan dan Pengujian Sampel

Adapun peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan dan pengujian sampel adalah sebagai berikut:

- 1) Peralatan untuk pembuatan sampel
  - a. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm.
  - b. Wadah, kompor pemanas, spatula.
  - c. Timbangan.
  - d. Alat penumbuk Marshall.
- 2) Peralatan untuk pengujian kerusakan agregat
  - a. Wadah, oven, ember kecil, timbangan, satu set saringan.
- 3) Peralatan untuk pengujian Marshall
  - a. Alat uji karakteristik Marshall yang meliputi alat tekan yang meliputi *proving ring* berkapasitas 2500 kg.
  - b. Arloji pengukur stabilitas.
  - c. Arloji pengukur flow.
  - d. Bak perendaman (*water bath*) dan oven.
- 4) Peralatan untuk pengujian Cantabro Loss
  - a. Mesin Los Angeles (Gambar 3.8 a).
  - b. Wadah dan timbangan.

### 3.2.3 Prosedur Pembuatan dan Pengujian Sampel

Pembuatan dan pengujian sampel dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

- 1) Masing-masing ukuran/ fraksi agregat, serat, dan aspal yang digunakan, ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan rancangan campuran.

- 2) Sesuai hasil uji viscositas, suhu pencampuran digunakan  $186^{\circ}$  dan suhu pemadatan digunakan  $177^{\circ}$ . Agregat, serat dan aspal dicampur di atas alat pemanas pada suhu  $186^{\circ}$  hingga merata, kemudian campuran dituangkan ke dalam cetakan (mold). Campuran dipadatkan dengan pemadat Marshall pada suhu  $177^{\circ}$  dengan 50 tumbukan per bidang. Sampel didinginkan dan dikeluarkan dari mold (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Sampel yang dipadatkan dengan pemadat Marshall

- 3) Sampel didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian dilakukan uji volumetrik.
- 4) Sampel diukur tinggi dan diameternya. Sampel ditimbang untuk mendapatkan Berat Sampel di Udara. Sampel direndam selama 24 jam pada suhu ruang. Sampel ditimbang dalam air untuk mendapatkan Berat Sampel dalam Air. Terakhir, sampel ditimbang untuk mendapatkan Berat Sampel Kering Permukaan (Gambar 3.5 a, b dan c).
- 5) Pengujian Marshall berdasarkan SNI 06-2489-1991 untuk mendapatkan data Stabilitas. Sampel yang akan diuji direndam terlebih dahulu dalam waterbath pada suhu  $60^{\circ}$  selama 30 menit.
- 6) Pada pengujian Marshall, sampel dipasang di mesin, diberi pembebanan sampai pembebanan maksimum tercapai. Nilai pembebanan maksimum (stabilitas) dicatat. Angka ini dikoreksi dengan kalibrasi alat dan ketebalan benda uji (Gambar 3.5 d).
- 7) Untuk pengujian Cantabro Loss, sampel didiamkan pada suhu ruang selama minimal 6 jam.
- 8) Berdasarkan ASTM D7064 durabilitas sampel diuji dengan memasukkan sampel ke dalam mesin Los Angeles dan diberikan putaran sebanyak 300 putaran tanpa bola baja (Gambar 3.6 a).

- 9) Berat sebelum dan sesudah pengujian dicatat dan dihitung dengan menggunakan rumus Cantabro Loss (Persamaan 2.6), (Gambar 3.6 b dan 3.6 c).



Gambar 3.5 (a) Pengukuran tinggi sampel, (b) Pengukuran diameter sampel, (c) Penimbangan sampel dalam air, (d) Pengujian Stabilitas Marshall



(a) (b) (c)  
Gambar 3.6 Pengujian Cantabro, (a) Alat Los Angeles, (b) Berat sampel sebelum diuji, (c) Berat sampel setelah diuji

- 10) Untuk pengujian kerusakan agregat, sampel dioven sampai lunak, kemudian direndam dengan pertamax semalam. Keesokan harinya sampel diekstraksi. Setelah

aspal dan agregat terpisah, agregat disaring dan ditimbang untuk mendapat jumlah agregat yang tertahan di masing- masing saringan.

- 11) Persentase kerusakan agregat pada masing- masing ukuran dihitung dengan membandingkan berat agregat setelah pemadatan terhadap berat agregat sebelum pemadatan.

### 3.3 Tahap 3 Penelitian

Tahap ke-tiga penelitian yaitu pembuatan sampel dengan pemadat gyratory yang dilanjutkan dengan pengujian permeabilitas dan durabilitas Cantabro Loss dilakukan di Laboratorium Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Ditjen Bina Marga, Kementerian PUPR, Jawa Barat.

#### 3.3.1 Jumlah Sampel

Jumlah sampel sesuai pengujian dan data yang dibutuhkan pada tiap jenis agregat ditunjukkan pada Tabel 3.4, sampel yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.8.

Tabel 3.4 Jumlah Sampel Campuran Aspal Berpori

Kadar aspal (%)	Andesit	Diorit
4,5	3	3
5	3	3
5,5	3	3
6	3	3
Jumlah	12	12

#### 3.3.2 Peralatan Pembuatan dan Pengujian Sampel

Adapun peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan dan pengujian sampel adalah sebagai berikut:

- 1) Peralatan untuk pembuatan sampel
  - a. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm.
  - b. Wadah, kompor pemanas, spatula.
  - c. Timbangan.
  - d. Alat pemadat gyratory (Gambar 3.7 b).
- 2) Peralatan untuk pengujian permeabilitas
  - a. Falling Head Permeameter
- 3) Peralatan untuk pengujian *Cantabro Loss*
  - a. Mesin Los Angeles.
  - b. Wadah dan timbangan.

### 3.3.3 Prosedur Pembuatan dan Pengujian Sampel

Pembuatan dan pengujian sampel dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Masing- masing ukuran/ fraksi agregat, serat, dan aspal yang akan digunakan, ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan rancangan campuran.
- 2) Agregat, serat dan aspal dipanaskan di atas alat pemanas pada suhu  $186^{\circ}$  hingga merata, kemudian campuran dituangkan ke dalam cetakan (mold). Campuran dipadatkan dengan pemadat gyratory (Gambar 3.7 a) pada suhu  $177^{\circ}$  dengan 80 girasi. Sampel dikeluarkan dari mold setelah temperaturnya mendekati suhu ruang.



Gambar 3.7 (a). Pemadatan sampel, (b). Alat Pemadat Gyratory

- 3) Sampel didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian dilakukan uji volumetrik.



Gambar 3.8 Sampel yang dipadatkan dengan gyratory

- 4) Pengujian permeabilitas dilakukan dengan alat Falling Head Permeameter seperti ditunjukkan pada Gambar 3.9. Koefisien permeabilitas dihitung dengan rumus permeabilitas. Adapun pengujian permeabilitas dilakukan dengan tahap berikut ini:
- a) Contoh uji diukur tinggi dan diameternya.
  - b) Contoh uji dimasukkan ke dalam mold, dan diletakkan pada pelat dasar dengan posisi yang presisi.
  - c) Pelat penutup dipasang di bagian atas contoh uji dan dikencangkan .
  - d) Selang dipasang pada lubang pipa di bagian pelat penutup yang menghubungkannya dengan burete.
  - e) Keran pada pipa pembuang di bagian dasar pelat dasar ditutup dan burete diisi dengan air.
  - f) Contoh uji dijenuhkan dengan cara membuka keran pembuang air dan air dibiarkan mengalir dan keluar melalui pipa pembuang di bagian pelat dasar. Proses ini dilakukan berulang hingga debit air yang keluar tetap dan tidak tersendat.
  - g) Burette diisi kembali dengan air hingga suatu ketinggian dan diukur tinggi muka air tersebut hingga batas tertentu untuk mendapatkan  $h_0$ .
  - h) Air dialirkan dan waktu penurunannya mulai dihitung dengan stopwatch hingga mencapai ketinggian tertentu.
  - i) Pembacaan waktu dicatat sesuai batas ketinggian air yang telah ditentukan untuk mendapatkan  $h_1$ .
  - j) Burette diisi kembali dengan air untuk mengulangi percobaan-percobaan selanjutnya.
- 5) Pengujian durabilitas Cantabro Loss dilakukan seperti pada tahap 2 penelitian.



(a)



(b)

Gambar 3.9 (a) Falling Head Permeameter, (b) Pengujian koefisien permeabilitas

### 3.4 Analisis Pembuktian Hipotesis

Pada tahap ke-dua dan tahap ke-tiga penelitian, dilakukan analisis data dengan metode deskriptif dan analisis regresi seperti diuraikan pada Bab 2, dengan melihat hubungan antar parameter yang diukur dan variabel yang dihitung, untuk membuktikan dugaan sebagai berikut:

Jenis agregat dan kekerasannya berpengaruh terhadap permeabilitas.