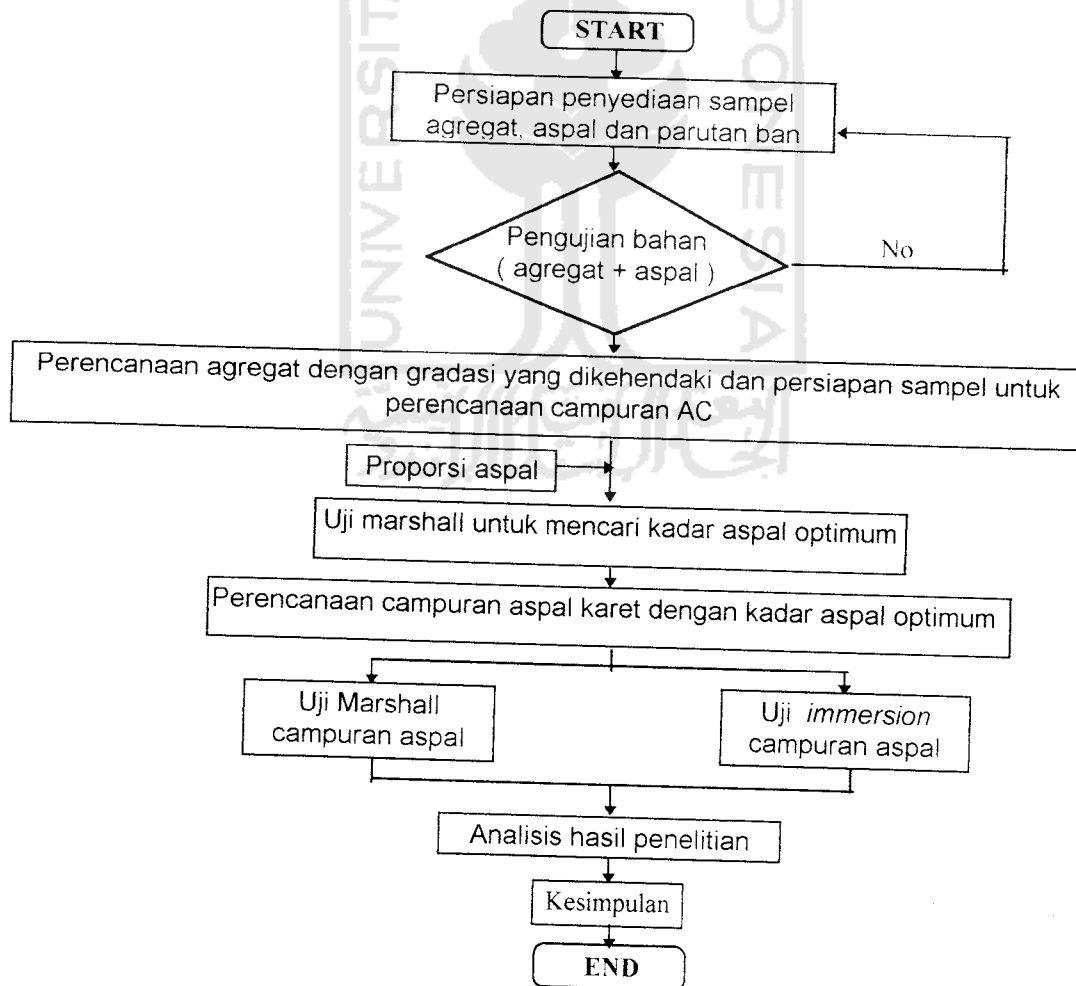


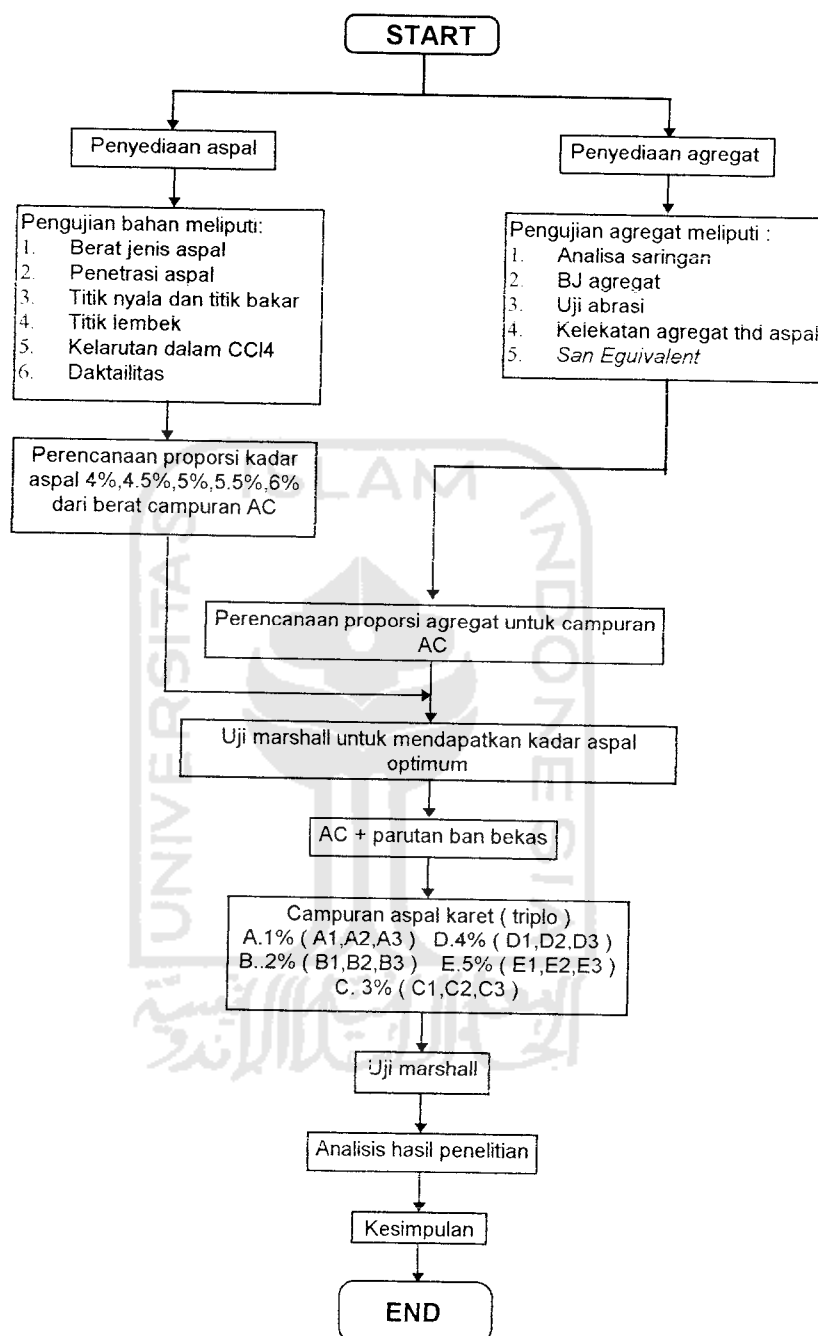
BAB V METODE PENELITIAN

5.1. Cara penelitian

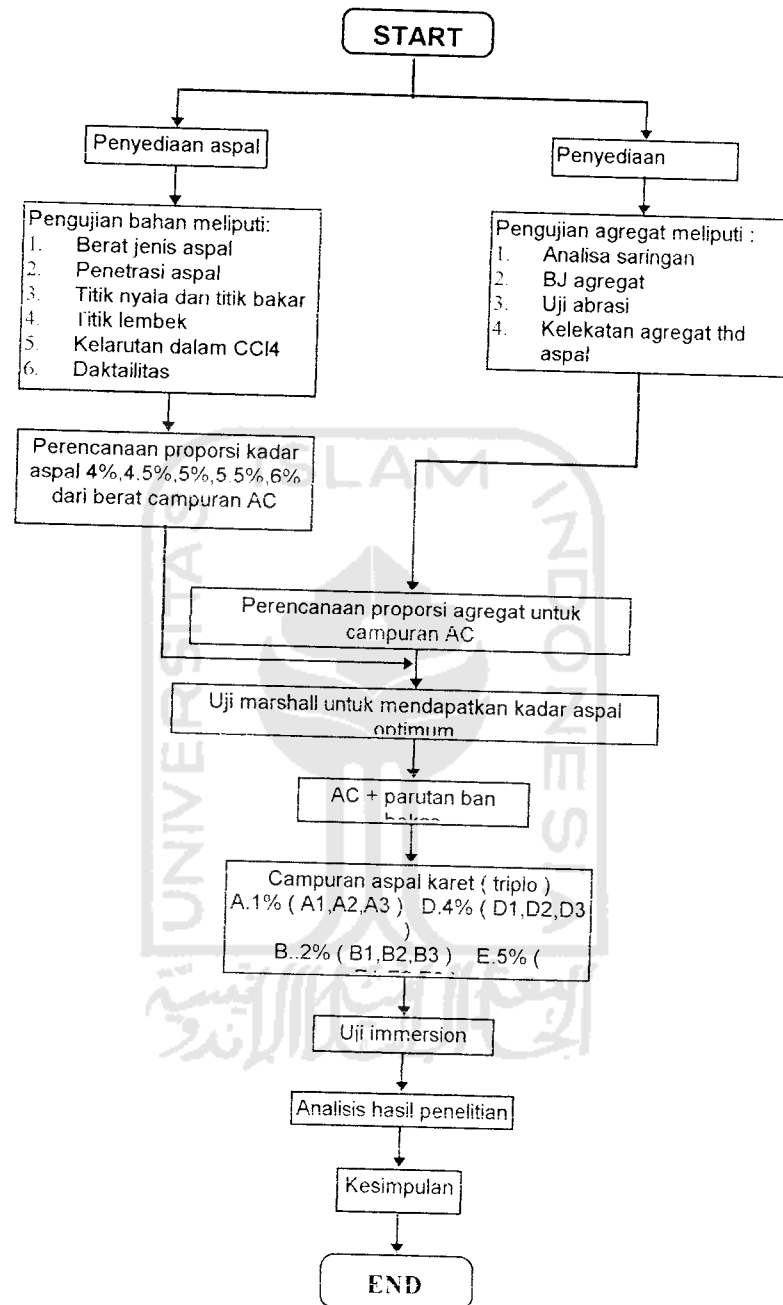
Penelitian ini dilakukan sesuai diagram alur pada gambar 5.1 sampai gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.1. Diagram alur penelitian keseluruhan



Gambar 5.2. Diagram alur penelitian Campuran AC + Parutan ban bekas diuji dengan metode Marshall



Gambar 5.3. Diagram alur penelitian Campuran AC + Parutan ban bekas diuji dengan metode *immersion*

5.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian yang kami lakukan adalah :

1. agregat
2. aspal penetrasi 60 / 70, dan
3. bahan tambah berupa parutan ban bekas.

5.2.1. Asal Bahan

Bahan yang digunakan didapat dari berbagai daerah di Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta. Untuk agregat kami ambil dari Kali Ciereng hasil *stone crusher* PT. Gebyar Selo Arthamas yang berada di Nanggulan, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta.

Aspal yang kami gunakan adalah aspal penetrasi 60 / 70 yang diperoleh dari PT. Suradi yang berada di Kulonprogo, D.I. Yogyakarta.

Sedangkan bahan tambah yang kami gunakan adalah parutan ban bekas yang diperoleh dari pabrik vulkanisir P.T. Surya Agung Mas, Semarang, Jawa Tengah.

5.2.2. Pemeriksaan dan Persyaratan Bahan

5.2.2.1. Pemeriksaan Bahan

Persyaratan teknis bahan menggunakan spesifikasi Bina Marga seperti tertuang dalam buku petunjuk pelaksanaan LASTON no 13/PT/B/1983, yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga.

Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan Agregat

Agregat merupakan salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan. Karena merupakan komponen utama maka daya dukung, keawetan dan mutu suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh agregat. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan - pemeriksaan sebagai berikut.

1. Pemeriksaan keausan agregat

Pemeriksaan ini menggunakan mesin *Los Angeles*. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan.

2. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

3. Pemeriksaan penyerapan agregat terhadap air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan agregat terhadap air (yang diijinkan sebesar $\leq 3\%$). Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga hal ini akan berpengaruh pada daya lekat aspal dengan agregat (*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1983*).

4. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

5. Pemeriksaan *sand equivalent* .

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus/pasir. *Sand equivalent test* dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan no 4 sesuai prosedur AASHTO T176-73. Nilai yang disyaratkan sebesar $\geq 50\%$. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal, karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang juga adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah.

b. Pemeriksaan aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan alam yang kemudian diolah oleh PERTAMINA. Sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa agar memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan agar dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan jalan. Pemeriksaan aspal yang dilakukan pada aspal adalah sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum, dengan dibebani berat

tertentu dalam waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-76 dan besarnya angka penetrasi yang disyaratkan dalam spesifikasi untuk aspal AC 60/70 adalah antara 60/70.

2. Pemeriksaan titik lembek (*softening point test*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mulai mengalami kelembekan atau mencapai tingkat viskositas yang rendah. Hal ini dapat diketahui dengan melihat suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak aspal sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada ketinggian tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu. Pemeriksaan mengikuti PA-0302-76 dan untuk jenis aspal AC 60/70 titik lembek yang disyaratkan adalah antara 48 - 58°C.

3. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu pada saat terjadi nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Sedangkan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada saat dimana aspal terlihat terbakar singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Syarat minimum pemeriksaan ini menurut prosedur PA-0303-76 adalah 200°C.

4. Pemeriksaan daktalitas

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai keelastisitasan aspal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang aspal apabila aspal yang diletakkan pada dua cetakan

yang berada pada suhu 25°C ditarik dengan kecepatan 25 mm/detik sampai aspal itu putus. Nilai daktalitas yang disyaratkan oleh prosedur PA-030-76 adalah minimal 100 cm.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan menggunakan picnometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara bitumen dan berat air suling dengan isi / volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76. Besarnya nilai berat jenis yang disyaratkan minimal 1.

6. Pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *carbon tetra chlorid*. Nilai bitumen yang dapat larut disyaratkan oleh prosedur PA-0305-76 adalah $\geq 99\%$.

5.2.2.2. Persyaratan Bahan

Persyaratan untuk agregat dan aspal yang sesuai spesifikasi Laston NO. 13/PT/B/1983 dapat dilihat pada tabel 5.1 sampai 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.1. Persyaratan pemeriksaan agregat kasar

NO	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3.	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$
4.	Berat jenis agregat kasar	$\geq 2,5$

Sumber : Laston No13/PT/B/1983

Tabel 5.2. Persyaratan pemeriksaan agregat halus

NO	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Nilai <i>sand equivalent</i>	$\geq 50\%$
2.	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$
3.	Berat jenis agregat halus	$\geq 2,5$

Sumber : Laston No13/PT/B/1983

Tabel 5.3. Persyaratan AC 60 / 70

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	PA.031-76	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	PA.031-76	48	58	°C
3.	Titik Nyala	PA.031-76	200	-	°C
4.	Kelarutan CCl ₄	PA.031-76	99	-	% Berat
5.	Daktalitas (25°C, 5cm / menit)	PA.031-76	100	-	Cm
6.	Berat jenis	PA.031-76	1	-	

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No 12/ PT/B/1983, Bina Marga

5.3. Alat Yang Digunakan

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Adapun alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut dibawah ini.

1. Alat tekan Marshall yang terdiri dari :

a. kepala penekan yang berbentuk silinder,

- b. cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001), dan
 - c. arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan plat atas dan leher sambung.
3. Ejector untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg (pound) dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 ").
6. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20 °C.
7. Perlengkapan - perlengkapan lain, seperti :
 - a. panci untuk memanaskan bahan dan campuran,
 - b. kompor pemanas dengan kapasitas 600 watt,
 - c. termometer berkapasitas 400 ° C,
 - d. sendok pengaduk,
 - e. spatula
 - f. timbangan dengan ketelitian 0.01 gram
 - g. sarung tangan karet
 - h. kipas angin,
 - i. kawat pengaduk bahan tambah, dan

- j. perlengkapan lainnya.

5.4. Jalannya Penelitian

5.4.1. Pembuatan campuran

Bahan-bahan untuk penelitian ini yang terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar dan aspal haruslah diuji lebih dulu sebelum digunakan untuk campuran aspal. Ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat seperti yang telah ditetapkan atau tidak. Pengujian ini mengacu pada metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak 9 (sembilan) buah dan pan. Spesifikasi saringan yang dipakai dapat dilihat pada tabel 3.3. kemudian setelah dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing - masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah ditentukan dalam spesifikasi.

Pada penelitian ini dibuat 45 benda uji dengan perincian 15 benda uji untuk campuran aspal untuk mencari kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%. 15 benda uji digunakan untuk campuran aspal karet dengan variasi penambahan parutan ban bekas 1% sampai 5 % dan 15 benda uji digunakan untuk campuran aspal karet dengan variasi penambahan parutan ban bekas 1% sampai 5% yang direndam selama 24 jam. Aspal yang digunakan penetrasi 60/70. Tiap -

tiap variasi dibuat 3 benda uji (triplo) dan tiap variasi diberi penomoran A, B, dan C.

Jumlah berat campuran untuk masing - masing benda uji sebesar 1200 gram. Untuk berat masing berat agregat dan aspal tergantung variasi yang kadar aspal yang dipakai. Hitungan berat agregat dan kadar aspal dapat dilihat pada lampiran 13.

5.4.1.1. Campuran aspal biasa

Pada penelitian ini ada dua pola pencampuran. Yang pertama pola pencampuran untuk mencari kadar aspal optimum. Agregat yang telah siap kemudian dipanaskan dengan pemanasan 140 °C. Pemanasan yang dilakukan sebisa mungkin dilakukan pemanasan yang merata. Setelah agregat panas campurkan aspal yang telah dipanaskan dengan suhu 140 °C yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Setelah agregat dan aspal bercampur kemudian lakukan pengadukan sampai campuran tersebut merata. Sementara itu disiapkan cetakan benda uji yang sebelumnya telah dibersihkan dari kotoran, beri sedikit paselin dan panaskan cetakan benda uji didalam oven dengan maksud agar penurunan suhu campuran tidak terlalu cepat. Setelah campuran tersebut mencapai suhu 140 °C dan agregat dan aspal bercampur merata masukan campuran tersebut kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian campuran yang masuk kedalam benda uji ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak \pm 15 kali bagian tepi dan 10 kali bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya

benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk sebanyak 75 kali (bolak - balik) sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan dengan bantuan kipas angin, hal dimaksudkan agar pendinginan dapat lebih cepat. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut ejektor. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

5.4.1.2. Campuran aspal karet

Sedangkan untuk pola kedua yang menggunakan bahan tambah kupasan ban bekas dilakukan pola yang berbeda. Aspal dipanaskan pada suhu 140 °C. Kemudian aspal ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Setelah itu campurkan kupasan ban bekas yang lolos saringan # NO 20 kedalam aspal yang beratnya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan kemudian dipanaskan sampai aspal dan kupasan ban bekas bercampur merata. Sementara itu agregat dipanaskan sampai suhu mencapai 140 °C. Setelah itu campurkan agregat dengan aspal yang telah dicampur dengan kupasan ban bekas yang kemudian diaduk merata sampai mencapai suhu pencampuran 140 °C. Setelah itu campuran tersebut dimasukan kedalam cetakan benda uji. Setiap sepertiga bagian campuran yang masuk kedalam benda uji ditusuk - tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak \pm 15 kali bagian tepi dan 10 kali bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk

sebanyak 75 kali (bolak - balik) sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali.

Setelah pemadatan selesai benda uji didinginkan dengan bantuan kipas angin, hal dimaksudkan agar pendinginan dapat lebih cepat. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut ejektor. Kemudian dilakukan serangkaian pengujian.

5.4.2. Cara Melakukan Pengujian

Pengujian terhadap campuran dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara seperti berikut ini.

5.4.2.1. Pengujian Marshall standar

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode Marshall seperti cara-cara dibawah ini.

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan yang mudah lepas.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Mengukur tinggi benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata - rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang di dalam air.
- g. Benda uji dilap permukaanya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

- h. Benda uji di rendam di dalam *water bath* dengan suhu 60 °C selama 30 menit.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan dahulu dan permukaan diberi paselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. Setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.
- n. Hasil dapat diketahui dari proses penghitungan selanjutnya.

5.4.2.2. Pengujian rendaman Marshall (*Immersion test*)

Uji yang dilakukan hampir sama dengan uji Marshall standar, yang membedakan hanya terletak pada lama perendaman yang dilakukan di dalam *water bath*. Pada uji rendaman Marshall lama perendaman 24 jam dengan suhu 60°C. Adapun cara pengujian adalah sebagai berikut ini.

- a. Benda uji dibersihkan dari bahan yang mudah lepas.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.

- c. Mengukur tinggi benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata - rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
- e. Direndam di dalam air selama 20-24 jam agar benda uji menjadi jenuh air
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh kemudian ditimbang di dalam air.
- g. Benda uji dilap permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam di dalam *water bath* dengan suhu 60 °C selama 24 jam.
- i. Kepala penekan benda uji dibersihkan dahulu dan permukaan diberi paselin untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi diatas salah satu batang penuntun.
- k. Kepala penekan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur pada kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
- l. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya.
- m. setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji.

n. Hasil dapat diketahui dari proses penghitungan selanjutnya.

5.5. Anggapan Dasar

Yang akan diteliti pada penelitian ini adalah nilai stabilitas, *flow*, VFWA, VITM, *Marshall Quotient* campuran biasa, campuran aspal karet yang direndam selama 30 menit dan 24 jam.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dianggap bahwa pengaruh peralatan yang digunakan selama berlangsungnya penelitian dan pembuatan benda uji dianggap relatif kecil atau diabaikan, sedangkan bahan - bahan penelitian seperti agregat dan aspal dalam keadaan yang sama, maksudnya bahwa kualitas bahan dianggap baik

5.6. Analisa Hitungan

Data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. berat campuran sebelum direndam air (gram),
2. berat dalam keadaan jenuh air (gram),
3. berat dalam air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. pembacaan arloji stabilitas (lbs), dan
6. kelelehan atau *flow* (mm).

Untuk memperoleh nilai-nilai VITM (persen rongga dalam campuran), VFWA (persen rongga terisi aspal), stabilitas, *flow* (kelelehan), diperlukan data antara lain :

- a. berat jenis aspal, dan
- b. berat jenis agregat.

Pembagian persentase masing-masing agregat adalah sebagai berikut :

1. agregat kasar (tertahan saringan No. 8), dan
2. agregat halus (lolos saringan No. 8).

Berat jenis gabungan agregat halus dengan agregat kasar adalah sebagai berikut ;

$$\text{berat jenis agregat} = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat kasar}}{B_j \text{ agregat kasar}} + \frac{\% \text{ agregat halus}}{B_j \text{ agregat halus}}}$$

1. Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai - nilai dari :

- a. persentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100$$

dengan :

a = persentase aspal terhadap batuan

b = persentase aspal terhadap campuran

- b. Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - e$$



dengan :

d = berat dalam keadaan jenuh (SSD)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml)

c. berat isi benda uji dengan rumus :

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

dengan :

c = berat benda uji (gram) sebelum direndam

f = isi (ml)

g = berat isi benda uji

d. persentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j$$

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

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ agregat}}$$

dari rumus diatas maka dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{l}$$

dengan :

l = persen rongga terhadap terhadap agregat

2. Nilai VITM (*Void in The Total Mix*)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{B_j \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B_j \text{ aspal}}}$$

$$k = (100 - i - j)$$

$$N = 100 - (100 \times \frac{G}{H})$$

dengan :

k = jumlah kandungan rongga

N = rongga yang terisi campuran (**VITM**)

3. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini digunakan dengan bantuan tabel koreksi benda uji. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$\text{Nilai Stabilitas} = Q \times P$$

dengan :

Q = koreksi tinggi/ tebal benda uji

P = nilai pembacaan arloji stabilitas

4. Nilai Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan didapat dari pembacaan arloji kelelahan (*flow meter*) yang menyatakan besarnya deformasi benda uji dalam yang kemudian dikalikan dengan angka koreksi 0,254.

5. Nilai *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan *flow*

$$MQ = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}}$$

5.7. Reduksi Data

Reduksi data adalah pembuangan data karena data tersebut tidak dapat dipakai. Reduksi data dilakukan apabila ada data-data dari hasil pengujian yang menyimpang.

