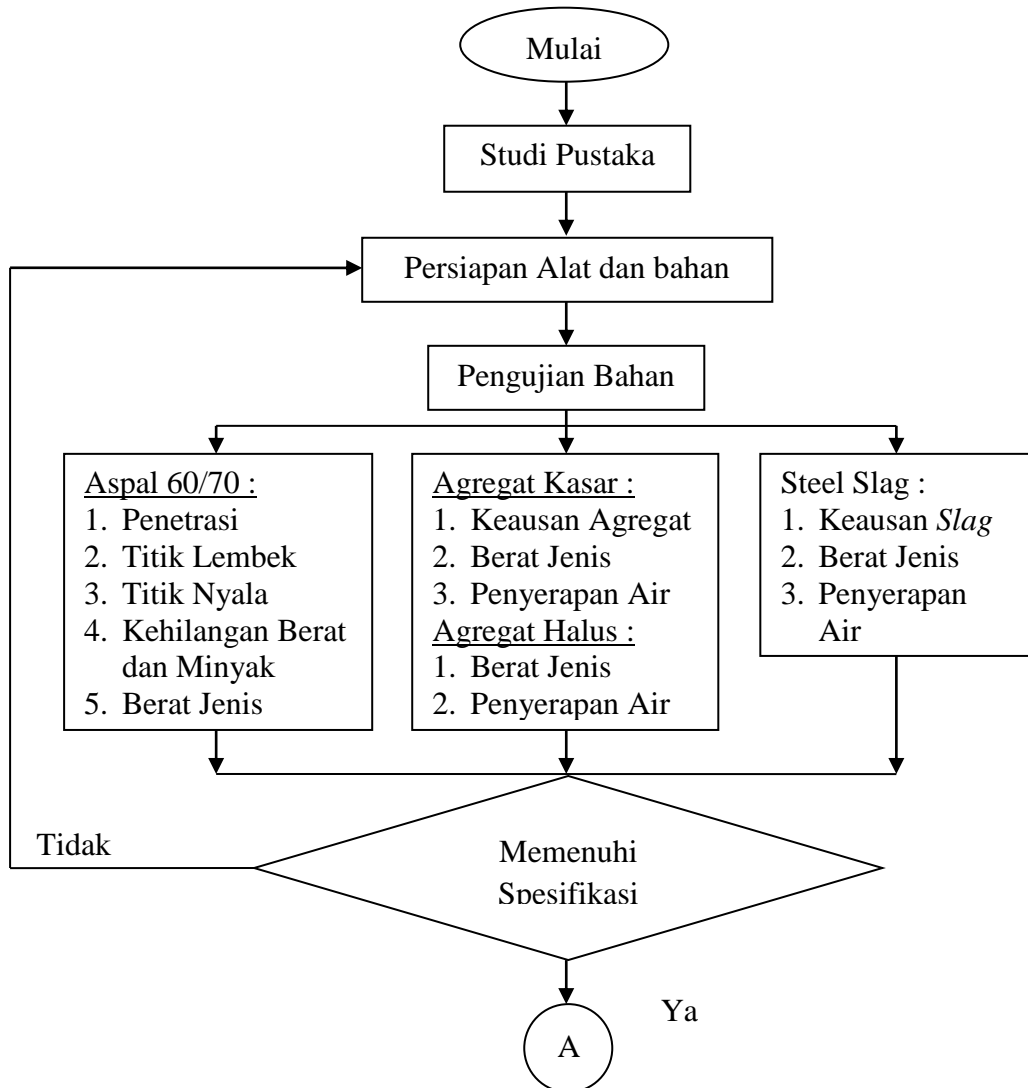


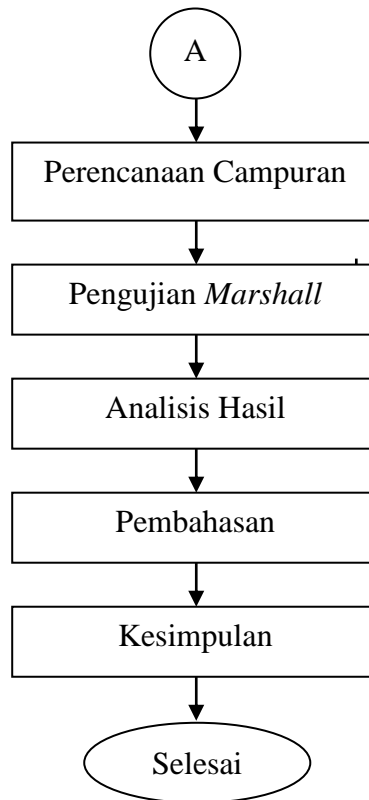
## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### A. Bagan Alir Penelitian

Sebelum melakukan suatu penelitian, maka perlu adanya perencanaan dalam penelitian. Pelaksanaan pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu pemeriksaan bahan seperti agregat maupun aspal, penentuan gradasi campuran, serta dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya, penelitian secara umum dapat dilihat pada bagan alir berikut ini.

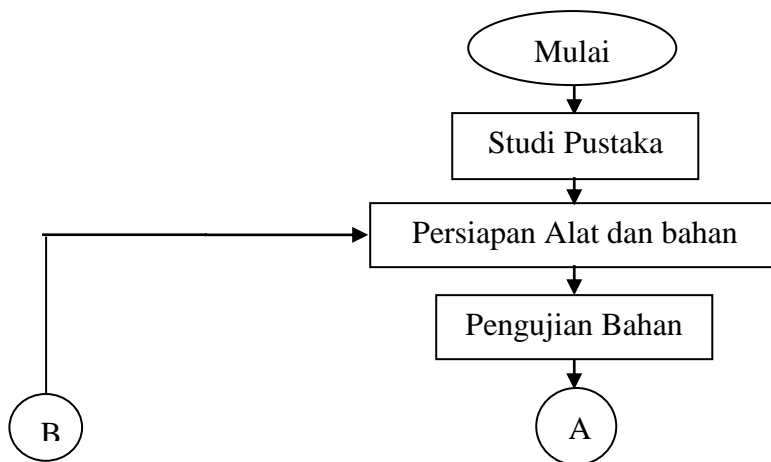


Gambar 4.1 Bagan Alir pengujian *Marshall* secara umum

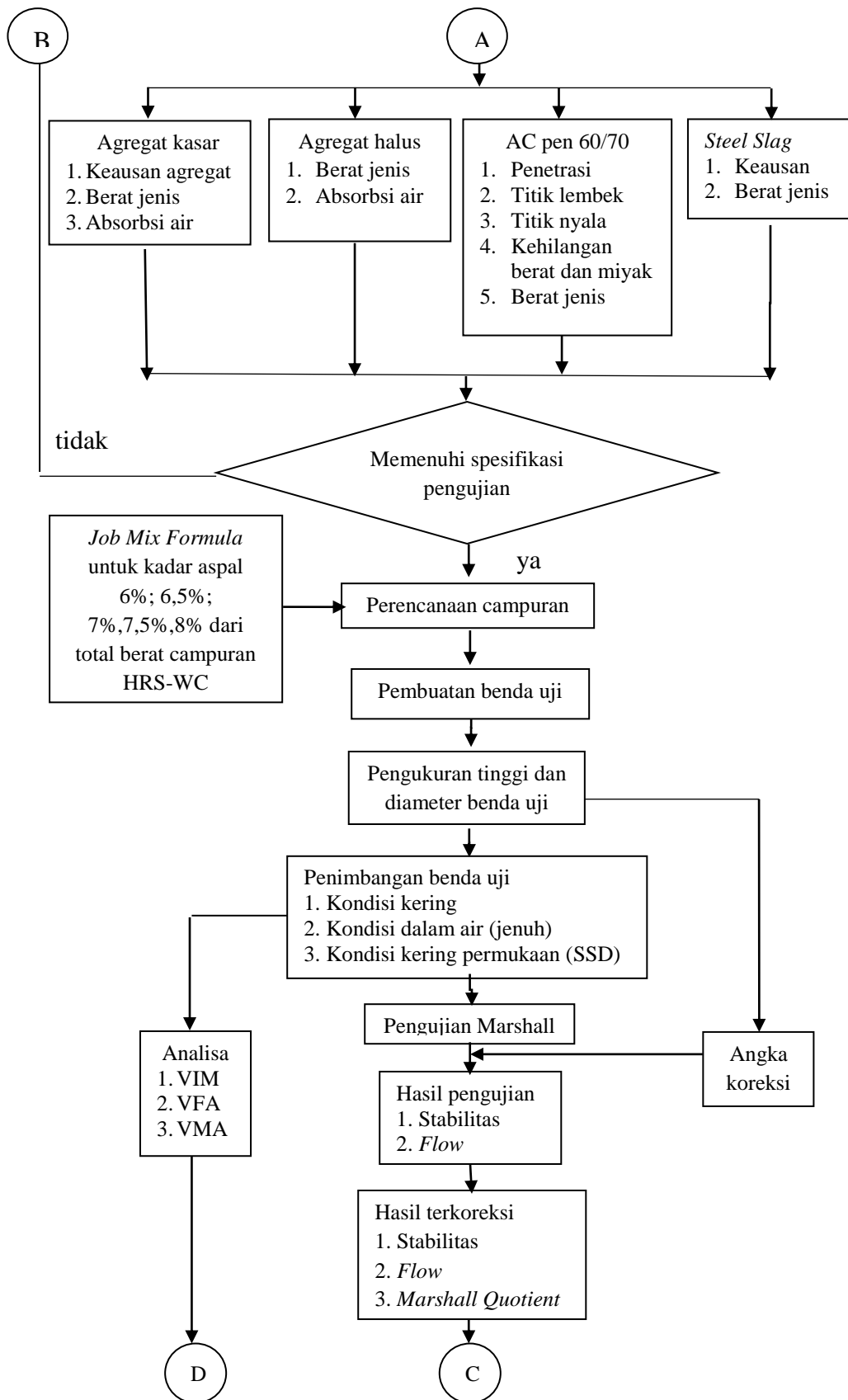


Gambar 4.1 Lanjutan

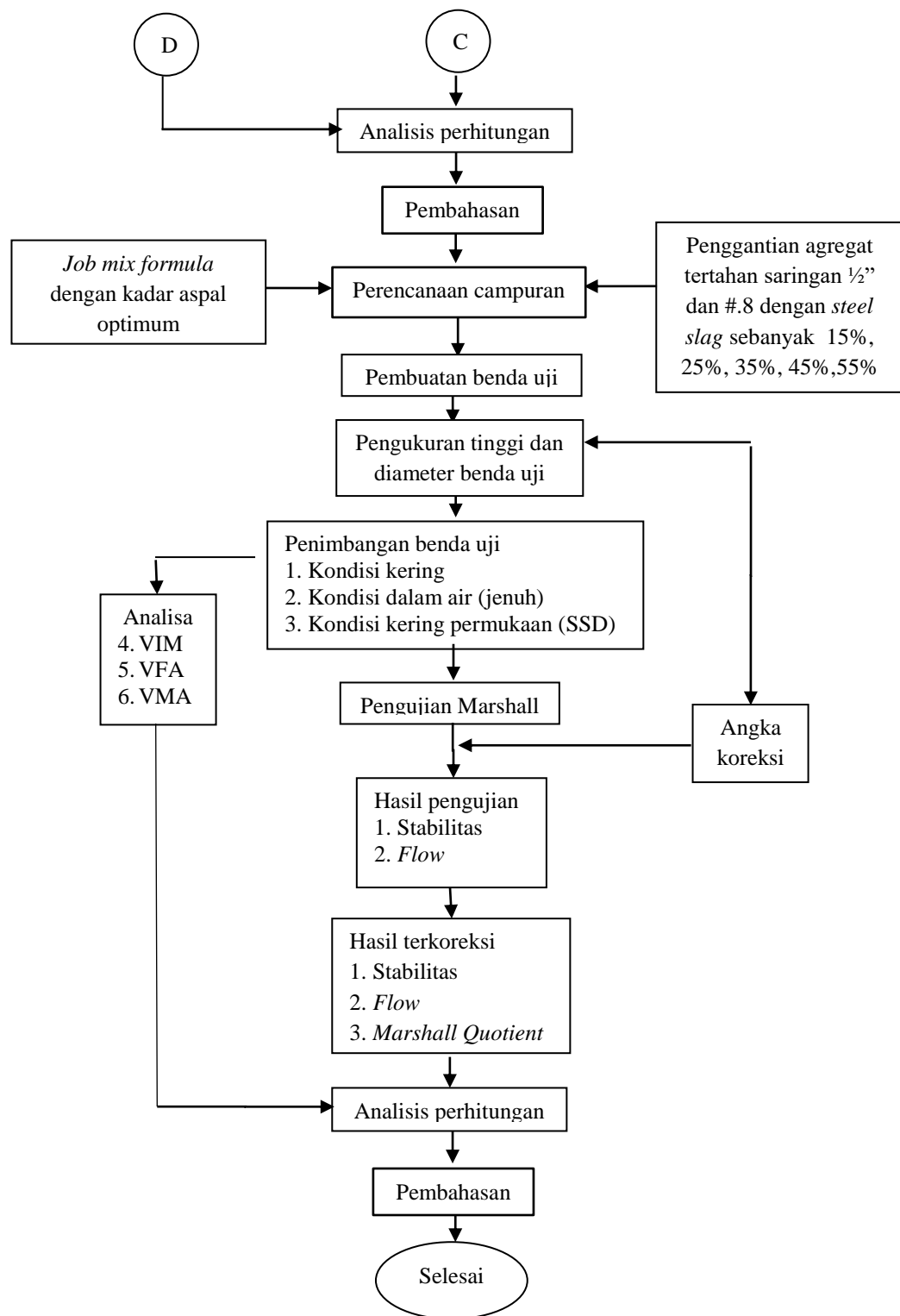
Pada penelitian ini, campuran yang digunakan merupakan campuran HRS-WC, dimana dilakukan penggantian agregat kasar tertahan saringan  $\frac{1}{2}$ " dan No.8 dengan menggunakan limbah baja (*Steel Slag*) sebanyak 15%, 25%, 35%, 45%, dan 55%. Tahapan penelitian laboratorium untuk campuran yang dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian Campuran Modifikasi



Gambar 4.2 Lanjutan



Gambar 4.2 Lanjutan

## B. Tahapan Penelitian

### 1. Tahap Persiapan

Persiapan bahan meliputi kegiatan pengadaan barang yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, aspal dan *steel slag*. Agregat kasar dan halus didapat dari Clereng, Kulonprogo, Yogyakarta, sedangkan *steel slag* didapatkan dari CV Bounjur Jaya, Ceper Klaten. Alat-alat yang digunakan harus dalam keadaan baik, bersih dan terkalibrasi.

### 2. Pengujian Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Pengujian agregat kasar dan halus yang dilakukan beserta persyaratannya ditunjukkan dalam Tabel 2.2. pengujian aspal dan persyaratan untuk campuran beraspal dapat dilihat pada tabel 2.4. adapun untuk pengujian *steel slag*, meliputi abrasi dengan mesin *Los Angeles*, berat jenis, dan kelekatan aspal.

#### a. Pemeriksaan Penetrasi

Nilai penetrasi disapat dari uji penetrasi dari alat *penetrometer* pada suhu 25°C dengan beban 100 gram selama 5 detik, dilakukan sebanyak 5 kali. Penelitian ini menggunakan jenis aspal keras dengan angka penetrasi 60/70 yang mengacu pada spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

#### b. Pemeiksaan Titik Lembek

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur nilai temperature saat bola-bola baja mendasar turun lapisan aspal yang ada pada cincin, hingga aspal menyentuh dasar pelat yang terletak dibawah cincin padaa jarak 1 inchi, sebagai akibat dari percepatan pemanasana tertentu. Berat bola baja 3,45 – 3,55 gram dan dengan diameter 9,53 mm. Pemeriksaan ini diperlukan untuk mengetahui batas kekerasan aspal. Pengamatan titik lembek dimulai dari suhu 5°C sebagai batas paling tinggi sifat kekakuan dari aspal yang disebabkan oleh sifat termoplastik. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

c. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini untuk menentukan suhu dimana diperoleh nyala pertama diatas permukaan aspal dan menentukan suhu dimana terjadi terbakarnya pertama kali diatas permukaan aspal. Dengan mengetahui nilai titik nyala dan titik bakar aspal, maka dapat diketahui suhu maksimum dalam memansakan aspal sebelum terbakar. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

d. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Berta jenis aspal merupakan perbandingan antara aspal dengan berat air suling dengan volume yang sama. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3). Adapun perhitungan untuk berat jenis aspal dapat dilihat pada persamaan 3.10.

e. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Pemeriksaan ini berguna untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan unsur-unsur aspal yang mudah menguap dalam aspal. Apabila aspal dipanaskan didalam oven pada suhu  $163^{\circ}\text{C}$  dalam waktu 4,5-5 jam, maka akan terjadi reaksi terhadap unsur-unsur pada aspal, sehingga dimungkinkan sifat aspal akan berubah, hal ini tidak diharapkan pada lapis perkerasan lentur, untuk itu disyaratkan kehilangan berat aspal maksimum adalah 0,8 % dari berat semula. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

f. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angels*. Tujuannya untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat aus terhadap berat semula dalam persen.

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur oleh pengaruh mekanis atau kimia. Agregat yang akan digunakan pada konstruksi perkerasan harus mempunyai daya tahan terhadap gradasi

yang mungkin timbul selama pencampuran, pemadatan, repetisi beban serta tahan terhadap desintegrasi yang menghancurkan agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada saat penimbunan, pemadatan, maupun repetisi beban, sedangkan desintegrasi didefinisikan sebagai pelapukan atau beda suhu. Pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* ini menggunakan standar dengan nilai persyaratan maksimum 40%. Perhitungan nilai keausan dapat dilihat pada persamaan 3.5.

g. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kerng permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dari agregat kasar. Perhitungan untuk mencari berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada persamaan 3.1. sampai 3.3, dan untuk perhitungan berat jenis agregat halus ada pada persamaan 3.6 sampai 3.8.

h. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal

Pengujian ini bertujuan untuk menguji ketahanan penyelimutan film aspal pada permukaan suatu agregat. Kelekatan atau penyelimutan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan agregat yang diselimuti aspal terhadap permukaan agregat. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal sebagaimana yang dipersyaratkan didalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) adalah minimal 95%.

3. Perencanaan Campuran

Kadar aspal yang digunakan adalah 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% dari total campuran agregat.gradasi agregat yang digunakan untuk campuran Lataston diambil dari spesifikasi Lataston seperti yang dijelaskan pada Bab II Tabel 2.3. kemudian setelah semua material memenuhi syarat, maka dapat dibuat uji sesuai dengan kadar aspal perkiraan dan selanjutnya diuji dengan metode *Marshall*. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum.

#### 4. Pencampuran *steel slag* kedalam campuran Lataston

Setelah Kadar Aspal optimum didapat, selanjutnya membuat benda uji dengan menggunakan *steel slag* sebanyak 15%, 25%, 35%, 45%, dan 55% dari berat total agregat No. ½” dan No.8.

#### 5. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini agregat ditimbang sesuai dengan perencanaan gradasi campuran HRS-WC setiap nomor saringan atau fraksinya. Misalnya jumlah agregat yang tertahan saringan No. ½” sebanyak 60 gram dari total berat agregat (1200 gr) yang akan diganti dengan *Steel Slag* sebanyak 15%, 25%, 35%, 45%, dan 55% dari total agregat No ½”. Begitu juga dengan agregat tertahan saringan No.8.

Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dipanaskan disuhu 160°C, lalu dicampur dengan aspal panas sesuai dengan KAO yang didapatkan. Kemudian campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan untuk ditumbuk sebanyak 2x75 kali. Benda uji dibuat sebanyak 2 buah setiap kadar aspal.

Setelah ditumbuk benda uji didiamkan disuhu ruangan selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian *Marshall*. Pada prinsipnya metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Pengujian *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991. Dari hasil gambar hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, maka akan diketahui kadar aspal optimumnya. Pelaksanaannya sebagai berikut :

- 1) Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan prosentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing benda uji dengan berat campuran 1200 gram. Kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap pada suhu 165°C.
- 2) Agregat dipanaskan dioven dengan suhu pencampuran 165°C, sedangkan aspal dipanaskan dengan suhu 155°C, kemudian aspal dan agregat dicampur dengan suhu 160°C dan diaduk dengan suhu merata.
- 3) Setelah temperatur pemadatan tercapai, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang diolesi terlebih dahulu dengan oli,



serta bagian bawah cetakan diberi potongan kertas yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan. Kemudian campuran dituang kedalam cetakan sambil ditusuk pakai spatula sebanyak 15 kali dibagian tepi dan 10 kali dibagian tengah.

- 4) Kemudian dilakukan penumbukan / pemadatan bolak balik dengan cara menumbuk dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali.
- 5) Setelah selesai pemadatan, benda uji didiamkan dahulu kemudian dikeluarkan dari cetakan. Kemudian didiamkan selama 24 jam.
- 6) Setelah didiamkan 24 jam, proses selanjutnya adalah dibersihkan dari sisa sisa kotoran yang menempel dan diukur diameter, dan tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang berat benda uji kering.
- 7) Kemudian benda uji dimasukkan kedalam air yang bersuhu 25°C selama 5 menit, kemudian ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- 8) Setelah ditimbang benda uji dikeluarkan dan dikeringkan menggunakan lap pada permukaan dan ditimbang untuk mendapatkan berat kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*).
- 9) Kemudian benda uji direndam dalam bak perendaman dengan suhu 60°C selama 30-40 menit.
- 10) Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan diberi lapisan plastic agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
- 11) Benda uji dikeluarkan dari bak perendam kemudian diletakkan tepat ditengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian bagian atas kepala diletakkan dengan memasukkan lewat batang penuntun. Setelah pemasangan sudah lengkap maka di letakkan tepat di tengah alat pembebanan. Kemudian arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun.
- 12) Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh tas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angka nol.
- 13) Nilai kelelahan (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelahan dicatat pada saat pembebanan maksimum tercapai.

### C. Variabel Penelitian

Variabel – variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. *Steel Slag*

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan komposisi *steel slag* 25%, 50%, 75% dan 100% yang memiliki kadar optimum penggunaan *steel slag* sebesar 50% maka pada penelitian ini menggunakan komposisi *steel slag* sebagai pengganti agregat adalah sebesar 15%, 25%, 35%, 45%, dan 55% dari total agregat tertahan pada saringan ½” dan No 8.

#### 2. Kadar Aspal

Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar aspal optimum yang didapat dari pengujian untuk mendapat nilai KAO dengan variasi kadar aspal yang diujikan yakni sebesar 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%. Adapun jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO ditunjukkan pada tabel 4.1, sedangkan jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *steel slag* pda Tabel 4.2.

Tabel 4.1 jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO

Variasi Kadar Aspal	Lataston (HRS-WC)
6%	2
6,5%	2
7%	2
7,5%	2
8 %	2
Total	10 sample

Tabel 4.2 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi *Steel Slag*

Slag tertahan No. ½ dan No.8	Lataston (HRS-WC)
15%	2
25%	2
35%	2
45%	2
55 %	2
Total	10 sample

Berdasarkan perencanaan jumlah di atas, benda uji / sampel yang digunakan adalah sebanyak 20 buah benda uji.

#### **D. Presentasi Hasil**

Data yang diperoleh dari hasil pengujian marshall yang menjadi dasar perhitungan adalah VIM, VFA, stabilitas dan *Flow*. Nilai stabilitas dan *flow* didapatkan dari pengujian menggunakan alat uji *Marshall*, sedangkan 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 *Steel Slag* & aspal dengan *VIM*
2. Kadar *Steel Slag* & aspal dengan *VMA*
3. Kadar *Steel Slag* & aspal dengan *VFA*
4. Kadar *Steel Slag* & aspal dengan stabilitas
5. Kadar *Steel Slag* & aspal dengan *flow*
6. Kadar *Steel Slag* & aspal dengan *Quotient Marshall*