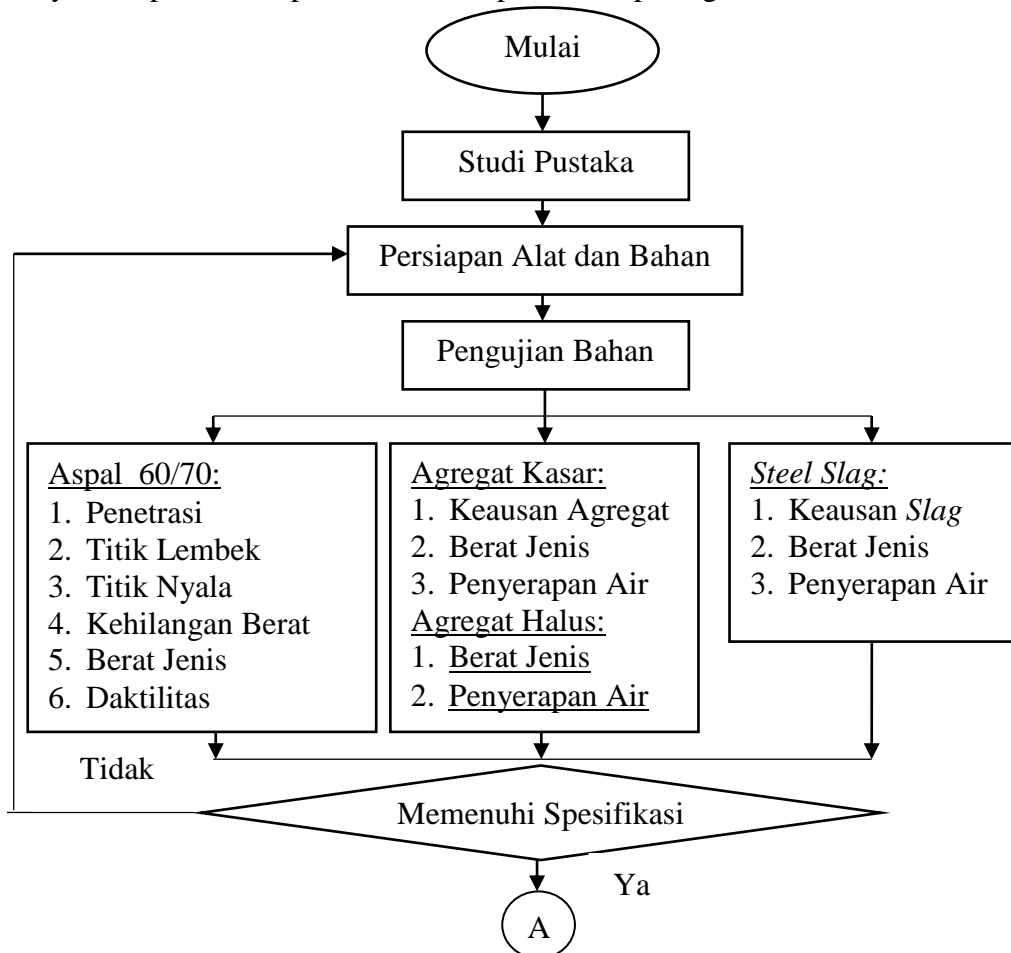


## BAB IV

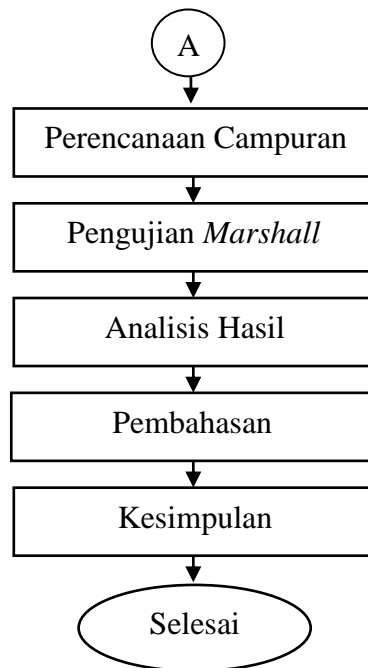
### METODE PENELITIAN

#### A. Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan pengujian dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu tahap persiapan ialah dengan mempersiapkan bahan baik agregat maupun aspal serta dilakukan pemeriksaan bahan campuran beraspal, penentuan gradasi campuran, pembuatan benda uji serta dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya, tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini.

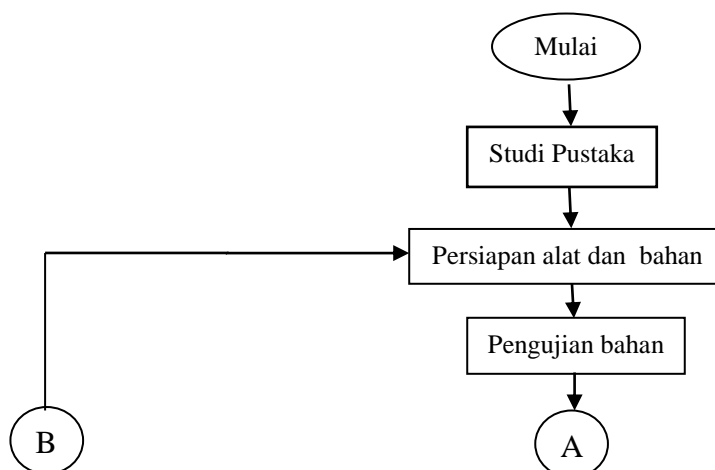


Gambar 4.1. Bagan Alir pengujian *Marshall* secara umum

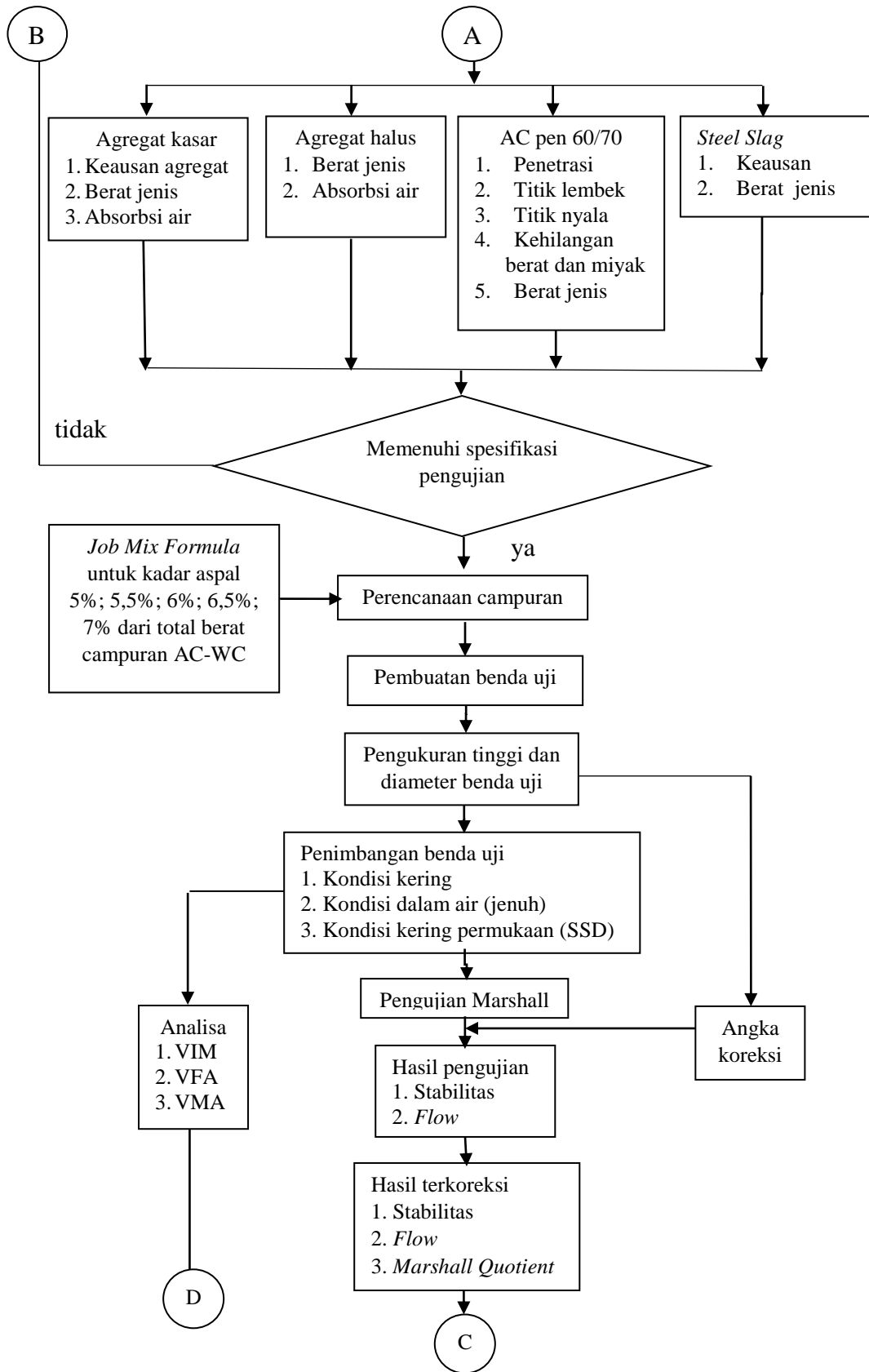


Gambar 4.1 Lanjutan

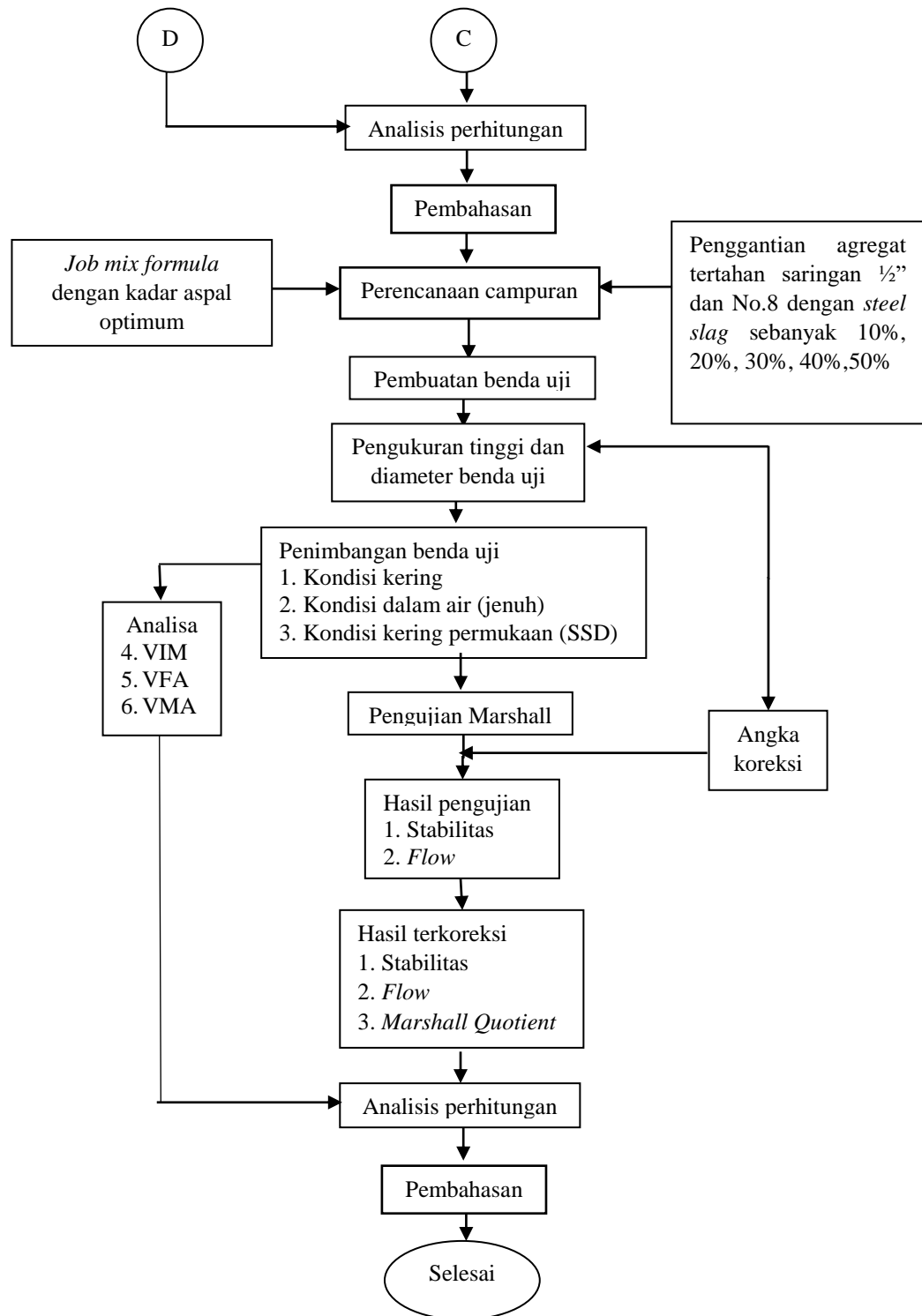
Pada penelitian ini, campuran yang digunakan merupakan campuran Laston Modifikasi (AC-Modifikasi) dimana dilakukan penggantian pada agregat kasar tertahan saringan No. ½” dan No. 8 dengan menggunakan limbah baja (*Steel Slag*) sebanyak 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Tahapan penelitian laboratorium untuk 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 yang dilakukan yaitu persiapan bahan, dan juga persiapan alat-alat yang digunakan. Persiapan bahan (Aspal keras, agregat kasar, agregat halus, dan *Steel Slag*). Agregat kasar dan halus didapatkan dari Clereng, Kulonprogo, Yogyakarta, untuk *Steel slag* didapatkan dari CV. Bonjour Jaya.

### 2. Pengujian bahan

#### a. Aspal penetrasi 60/70

Pada aspal dilakukan uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis, dan kehilangan berat. Standar pengujian aspal seperti tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Standar Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Penetrasi 25°C (mm)	SNI 06-2456-1991
2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991
3	Daktilitas pada 25° (cm)	SNI 06-2432-1991
4	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991
5	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991

Sumber : Direktorat jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesi, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 hal 38

#### b. Agregat kasar dan Agregat halus

Agregat diperlukan sebagai bahan pengisi pada campuran beraspal dengan komposisi gradasi sesuai dengan gradasi terpakai yang memenuhi spesifikasi yang ada. Untuk Agregat kasar dan halus dilakukan pengujian analisa saringan.

Tabel 4.2 Standar Pemeriksaan Agregat

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan berat jenis Semu) dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat jenis (Berat jenis Bulk, Berat jenis SSD dan Berat jenis Semu) dan penyerapan agregat kasar	

Tabel 4.2 Lanjutan

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
4	<i>Los Angeles Test</i>	SNI 03-2417:2008

Sumber: Direktorat jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6

c. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat kasar. Nilai berat jenis agregat dapat dihitung dengan persamaan (3.1) s.d (3.4).

d. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pengujian keausan agregat terhadap kehancuran dapat diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi *Los Angeles*, dimana gradasi dan berat yang telah ditetapkan dimasukkan dengan bola baja ke dalam mesin *Los Angeles* setelah itu diputar dengan kecepatan 30/33 rpm selama 500 putaran. Nilai akhir dari hasil pengujian keausan dinyatakan dalam persen, yang merupakan hasil perbandingan antara berat aus terhadap berat semula. Prosedur pemeriksaan ini berdasarkan SNI 03-2417-1991. Untuk menghitung nilai keausan agregat dapat digunakan persamaan (3.5).

e. Pemeriksaan Penetrasi (SNI M-21-1990-F)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal yang dilakukan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan diberi pembebanan sebesar 50 gram, sehingga diperoleh beban bergerak seberat 100 gram (berat jarum + beban) selama 5 detik pada temperatur 25°C, besar penetrasi diukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

f. Pemeriksaan Titik Nyala (SNI M-19-1990-F)

Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari aspal yang mempunyai nyala *open cup* kurang dari 79°C. Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal.

g. Titik lembek

Pengujian titik lembek maksudnya adalah suhu dimana aspal yang diperiksa menjadi lembek karena pembebanan tertentu. Biasanya beban tersebut

terdiri dari bola baja berdiameter 9,53 dan seberat kurang lebih 3,5 gram, suhu titik lembek dibaca pada saat aspal berikut bola menyentuh pelat dasar yang berjarak  $\pm 1$  inchi di bawah cetakan cincin.

h. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Pemeriksaan ini berguna untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan unsur-unsur aspal yang mudah menguap dalam aspal. Apabila aspal dipanaskan di dalam oven pada suhu 163°C dalam waktu 4,5–5 jam, maka akan terjadi reaksi terhadap unsur-unsur pada aspal, sehingga simungkinkan 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).

i. 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 presentase luas permukaan agregat yang diselimiti aspal terhadap permukaan agregat. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal sebagaimana yang dipersyaratkan di dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) adalah minimal 95 %.

Tabel 4.3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium Sulfat			Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi	500 putaran		Maks. 30%
		100 putaran	Maks. 8%	
	Lainya	500 putaran		Maks. 40%

Tabel 4.3 Lanjutan

Pengujian	Standar	Nilai
Kelekatan Agregat terhadap Aspal	SNI 2439:2011	Maks. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SNI 7619:2012	95/90
Partikel Pipih dan Lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3)

Tabel 4.4 Ketentuan agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%
Kadar Lempung	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3)

### 3. Perencanaan Campuran

Untuk mendapatkan campuran yang ideal dan memberikan kinerja perkerasan yang optimal maka sebelum membuat campuran diperlukan perencanaan campuran untuk menentukan komposisi masing-masing bahan penyusun campuran agar diperoleh campuran beraspal yang memenuhi spesifikasi. Kadar Aspal yang digunakan adalah kadar aspal optimum yaitu 6 % yang didapat dari pengujian KAO dengan variasi kadar aspal pengujian sebanyak 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dari total campuran agregat. *Steel Slag* yang digunakan sebagai pengganti agregat tertahan pada saringan No. ½” dan No. 8 sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Dari jumlah tertahan pada saringan No. ½” dan No. 8.



#### 4 Pembuatan Benda Uji

- a. Menimbang agregat sesuai dengan presentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian pembuatan 2 benda uji pada masing-masing variasi kadar aspal.
- b. Memanaskan aspal untuk pencampuran, agar temperatur pencampuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga rata, Suhu pencampuran antara agregat dengan aspal dilakukan pada suhu 160°C.
- c. Sebelum dilakukan pemadatan, terlebih dahulu memanaskan cetakan benda uji dengan tujuan agar tidak terjadi penurunan suhu campuran yang terlalu cepat. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar 6,35 cm dan diameter 10,16 cm.
- d. Kemudian melakukan pemadatan standar dengan alat *Marshall* dengan jumlah tumbukan 75 kali dibagian sisi atas kemudian 75 kali tumbukan pada sisi bawah *mold*.
- e. Proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode menggunakan *tipe-ex*.
- f. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm menggunakan jangka sorong dan ditimbang beratnya benda uji kering.
- g. Benda uji direndam dalam air selama 16–24 jam supaya jenuh.
- h. Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- i. Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan dengan kain lap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.

#### 5. Pengujian dengan alat *Marshall*

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (Stabilitas) terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991. Berikut langkah-langkah pengujian dengan alat *Marshall* :

- a. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu 60°C ± 1°C selama

30 menit.

- b. Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
- c. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakkan benda uji tepat di tengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun, kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut tepat di tengah alat pembebanan, arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun.
- d. Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angka nol.
- e. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 51 mm (2 inch) per menit, dibaca pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibaca arloji kelelahan. Titik pembacaan pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall*.
- f. Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan.

### **C. Lokasi Penelitian**

Penelitian yang dilaksanakan mulai dari penelitian agregat, aspal dan *Steel Slag* dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### **D. Metode Pengambilan Data**

Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen langsung di laboratorium terhadap benda uji yang dibuat. dalam penelitian ini jenis data dikelompokkan menjadi dua, yakni data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung oleh objek yang diteliti, misalnya yang diperoleh dari observasi dan wawancara. Dalam penelitian ini data primer adalah data hasil pengujian dan pemeriksaan agregat alam, pengujian aspal serta pengujian benda uji. Sedangkan sumber data sekunder merupakan sumber

data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data sekunder ini adalah data yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku-buku dan literatur.

### E. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

#### 1. *Steel Slag*

Komposisi *Steel Slag* yang digunakan sebagai pengganti agregat yang tertahan pada saringan ukuran No. ½” dan No. 8, yakni 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari total agregat.

#### 2. Kadar Aspal

Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar aspal optimum yaitu sebesar 6% yang didapat dari pengujian untuk mendapat nilai KAO dengan variasi kadar aspal yang diujikan yakni sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%.

Adapun jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO dan jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *Steel Slag* ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO

Variasi Kadar Aspal	Laston
5%	2
5,5%	2
6%	2
6,5%	2
7%	2
TOTAL	10 Sample

Tabel 4.6 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi *Steel Slag*

Variasi Kadar Steel Slag	Laston
10%	2
20%	2
30%	2
40%	2
50%	2
TOTAL	10 Sample

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

#### **F. Presentasi Hasil**

Diperoleh data hasil pengujian *Marshall* yang menjadi dasar perhitungan adalah VIM, VFA, stabilitas dan *flow*. Nilai stabilitas dan *flow* didapat dari pengujian *Marshall*, nilai 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* dan aspal dengan VIM
2. Kadar *Steel Slag* dan aspal dengan VMA
3. Kadar *Steel Slag* dan aspal dengan VFA
4. Kadar *Steel Slag* dan aspal dengan stabilitas
5. Kadar *Steel Slag* dan aspal dengan *flow*
6. Kadar *Steel Slag* dan aspal dengan *Quotient Marshall*