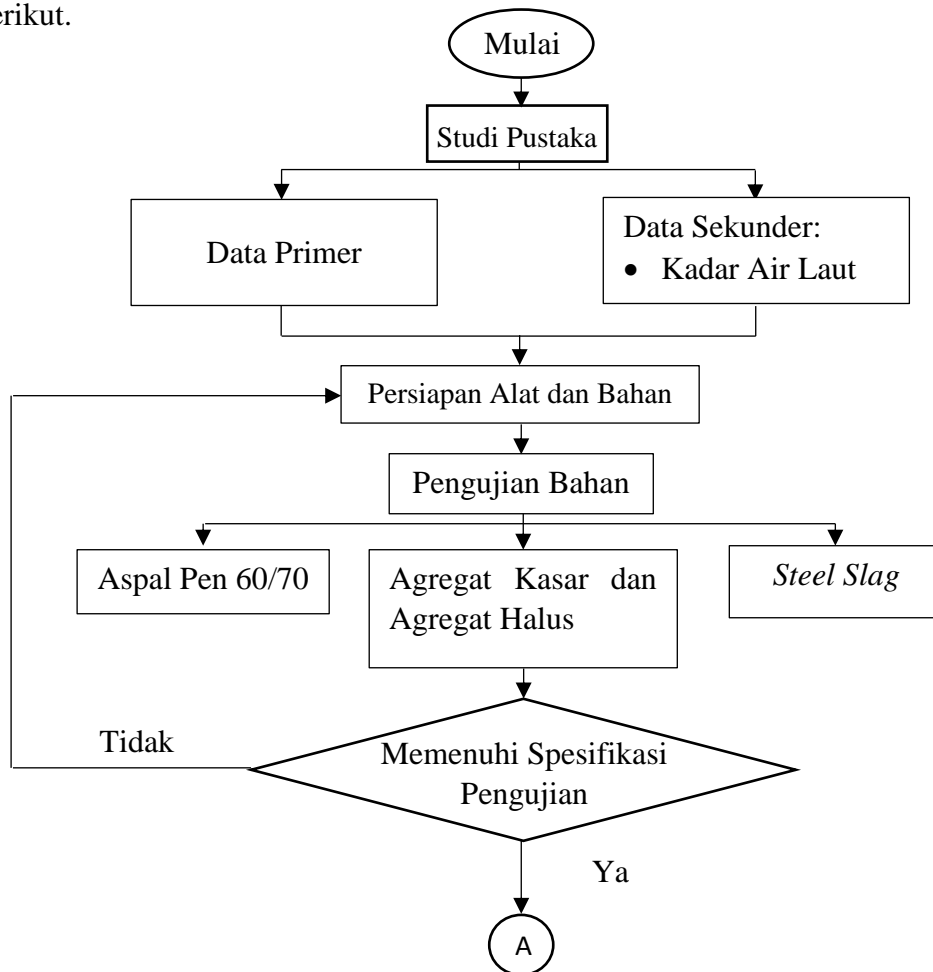


BAB III

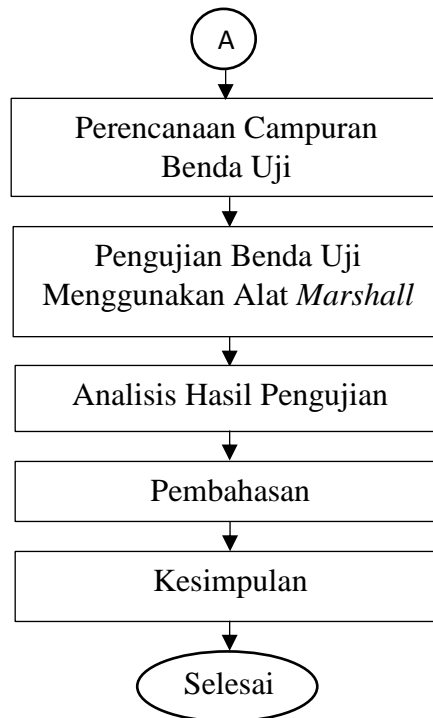
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan pengujian, yaitu tahap persiapan yakni mempersiapkan bahan-bahan penelitian seperti agregat dan juga aspal serta melakukan pemeriksaan bahan campuran beraspal, menentukan gradasi campuran yang akan digunakan, dan membuat benda uji yang dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Agar lebih jelas, tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.

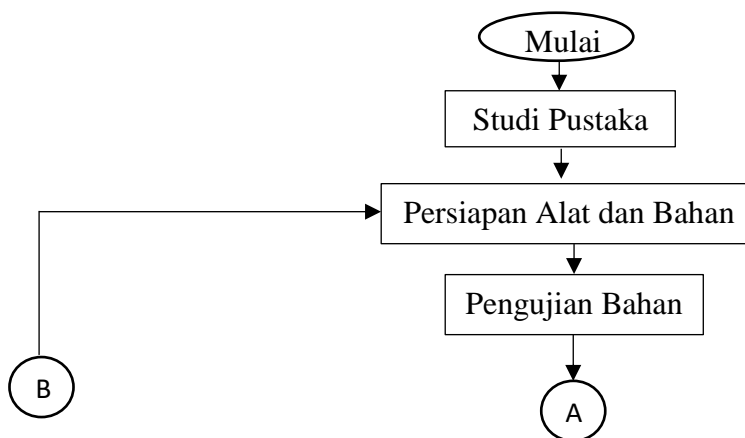


Gambar 4.1 Bagan Alir pengujian *Marshall* secara umum

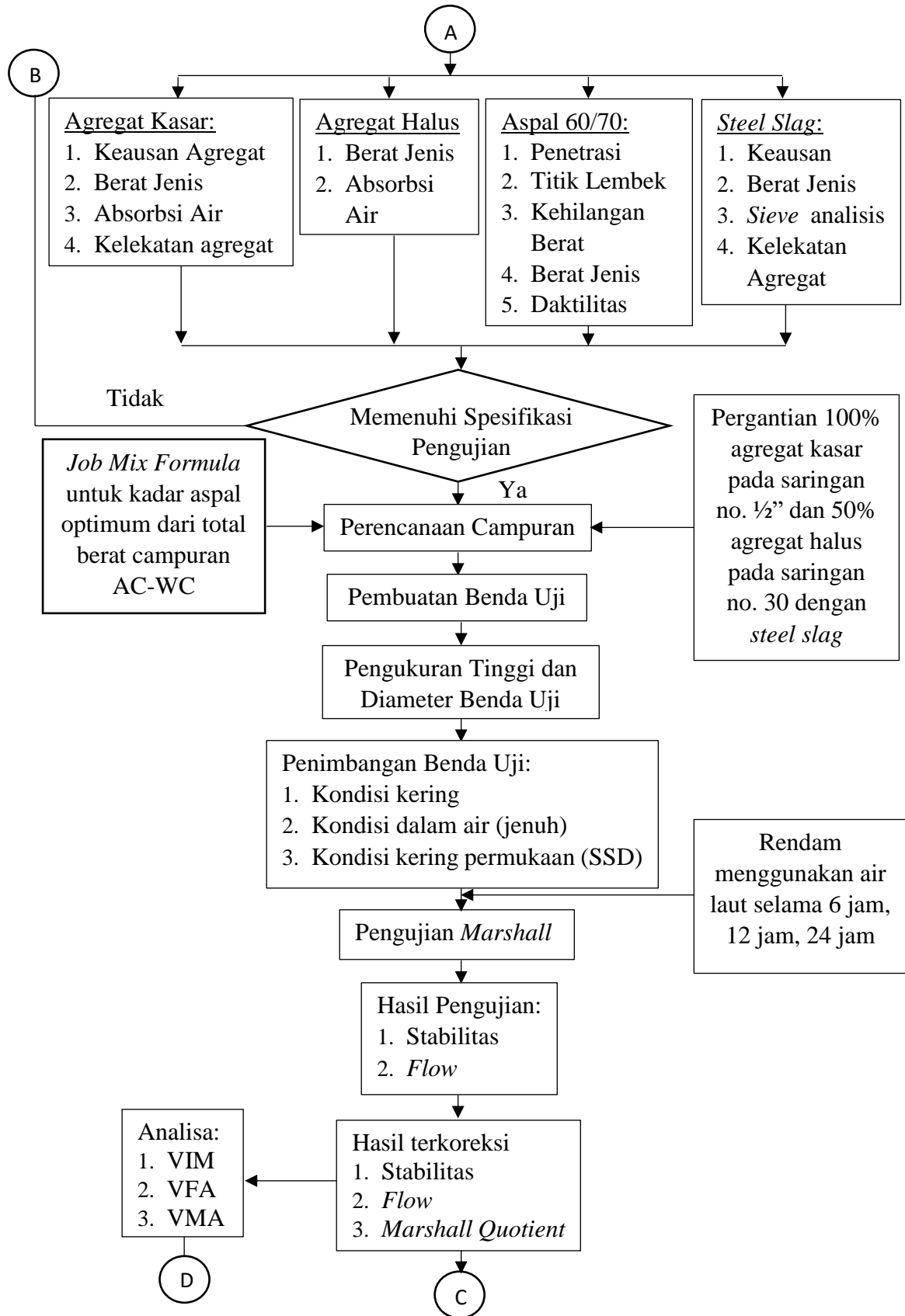


Gambar 4.1 Lanjutan

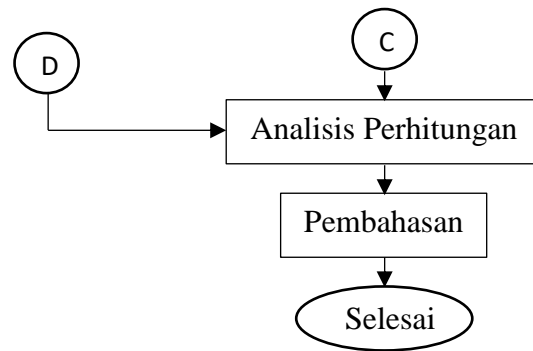
Pada penelitian ini, campuran benda uji yang digunakan adalah campuran Laston Modifikasi (AC-Modifikasi). Dinamakan demikian karena dilakukannya penggantian agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar dan agregat halus diganti menggunakan *steel slag* dengan kombinasi 100% agregat kasar pada saringan no.1/2" dan 50% agregat halus pada saringan no 30. Tahapan penelitian laboratorium untuk membuat benda uji yang telah dimodifikasi ini dapat dilihat pada bagan alir dibawah.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian Campuran Modifikasi



Gambar 4.2 Lanjutan



Gambar 4.2 Lanjutan

3.2 Tahapan Penelitian

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah pengadaan barang yang akan digunakan untuk penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, *steel slag* dan aspal. Agregat kasar dan agregat halus diperoleh dari Clereng, Kulonprogo, Yogyakarta. Sedangkan *steel slag* didapat dari PT. Krakatau Steel, Cilegon, Banten. Pada saat pengujian, alat-alat yang akan digunakan harus dalam keadaan baik, bersih dan terkalibrasi.

2. Pengujian Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dilakukan beberapa pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Pengujian agregat kasar dan halus yang dilakukan harus memenuhi persyaratannya ditunjukkan dalam Tabel 2.2 dan Tabel 2.3. Sedangkan pengujian aspal serta persyaratan untuk campuran beraspal dapat dilihat pada Tabel 2.7. Adapun untuk pengujian *steel slag*, meliputi abrasi dengan mesin *Los Angeles*, berat jenis, *sieve* analisis dan kelekatan aspal.

a. Pemeriksaan Penetrasi

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

b. Pemeriksaan Titik Lembek

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

c. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Berta jenis aspal adalah perbandingan antara aspal dengan berat air suling dengan berat 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 2.16.

d. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Pemeriksaan ini berfungsi untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan dari unsur-unsur aspal yang mudah menguap didalam aspal. Apabila aspal dipanaskan didalam oven pada suhu 163°C dalam waktu sekitar 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 sebesar 0,8 % dari berat aspal semula. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 2010 (Revisi 3).

e. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles* yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat aus terhadap berat semula dalam persen. Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak

hancur oleh pengaruh mekanis ataupun 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 2.11.

f. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dari agregat kasar. Perhitungan untuk mencari berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada persamaan 2.6. sampai 2.9, dan untuk perhitungan berat jenis agregat halus ada pada persamaan 2.12 dan 2.15.

g. 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 diselimiuti aspal terhadap permukaan agregat. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal sebagaimana yang di syaratkan dalam Bina Marga 2010 (Revisi 3) adalah minimal 95%.

3. Perencanaan Campuran

Kadar aspal yang akan digunakan adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dari total campuran agregat. Gradasi agregat yang digunakan untuk campuran Laston diambil dari spesifikasi Laston seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.6. 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 Laston

Setelah Kadar Aspal Optimum didapat, selanjutnya membuat benda uji dengan menggunakan *steel slag* sebanyak 100% agregat kasar pada saringan ½” dan 50% agregat halus pada saringan no. 30.

5. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini agregat ditimbang sesuai dengan perencanaan gradasi campuran AC-WC. Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dipanaskan di suhu 160°C, lalu dicampur dengan aspal panas sesuai dengan KAO yang didapatkan. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk ditumbuk sebanyak 2x75 kali. Benda uji dibuat sebanyak 2 buah setiap campuran untuk mengurangi terjadinya kegagalan yang mungkin bisa terjadi. Setelah ditumbuk benda uji dibiarkan di suhu 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 presentase 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 di oven 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 kedalam cetakan yang diolesi terlebih dahulu dengan oli, serta bagian bawah cetakan diberi potongan kertas yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan. Kemudian campuran dituang ke dalam cetakan sambil ditusuk pakai spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah. Kemudian dilakukan penumbukan/pemadatan bolak balik dengan cara menumbuk dengan jumlah tumbukan sebanyak 2x75 kali.

- 4) Setelah selesai pemadatan, benda uji didiamkan dahulu kemudian dikeluarkan dari cetakan. Kemudian didiamkan selama 24 jam.
- 5) 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.
- 6) Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam air yang bersuhu 25°C selama 5 menit, kemudian ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- 7) Setelah ditimbang benda uji dikeluarkan dan dikeringkan menggunakan lap pada permukaan dan ditimbang untuk mendapatkan berat kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*).
- 8) Benda uji direndam dalam bak perendam berisi air destilasi dengan suhu 60°C selama ± 30 menit.
- 9) Kemudian benda uji direndam dalam bak berisi air laut selama 6 jam, 12 jam dan 24 jam.
- 10) Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan diberi lapisan plastik 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 diletakkan tepat ditengah alat pembebanan. Kemudian arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada dudukan di atas 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 kelelahan dicatat pada saat pembebanan maksimum tercapai.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. *Steel Slag*

Komposisi *Steel Slag* yang digunakan sebagai pengganti agregat adalah sebesar 100% agregat kasar pada saringan no. ½” dan juga agregat halus sebesar 50% pada saringan no. 30. Alasan menggunakan dua variable saringan pengganti adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi perbedaan hasil antara penggantian satu variabel saringan (penelitian sebelumnya) dengan penggantian dua variable saringan.

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 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Adapun jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO ditunjukkan pada Tabel 3.1, sedangkan jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *Steel slag* pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO

Variasi Kadar Aspal	Laston
4,5%	2
5%	2
5,5%	2
6%	2
6,5%	2
Total	10 sample

Tabel 3.2 Jumlah benda uji yang diperlukan untuk rendaman benda uji

Variasi Kadar <i>Slag</i>	Laston	Keterangan
100% Kasar, 50% halus	2	Tidak Terendam
	2	Terendam 6 jam
100% Kasar, 50% halus	2	Terendam 12 jam
	2	Terendam 24 jam
Total	8 sample	

Berdasarkan perencanaan jumlah pembuatan benda uji diatas, benda uji atau sampel uji yang digunakan adalah sebanyak 18 buah benda uji.

3.4 Presentase 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 *Marshall Quotient*.