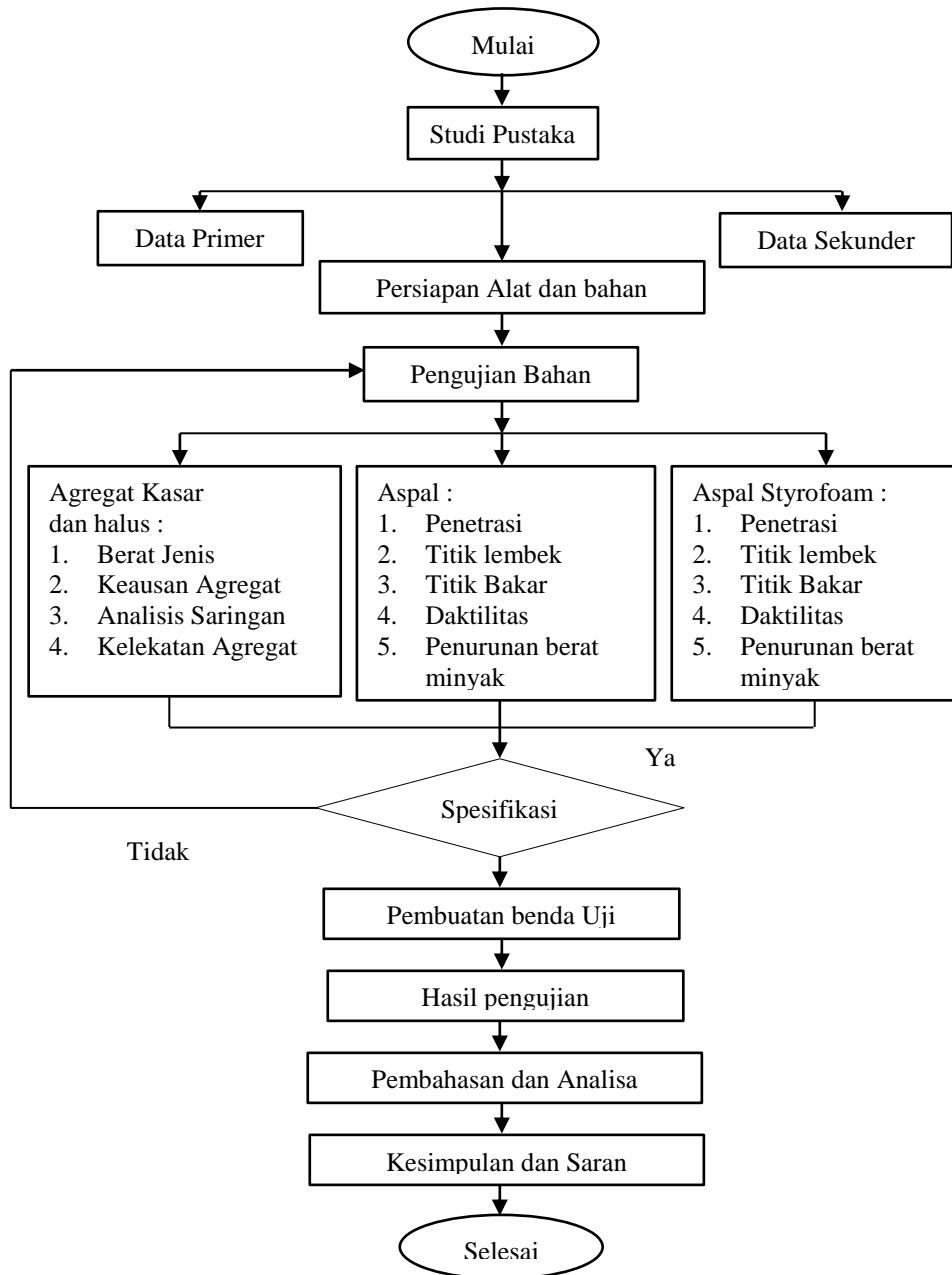


BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dibawah ini adalah tahapan penelitian di laboratorium secara umum untuk pemeriksaan bahan yang di gunakan pada penentuan uji *Marshall*.



Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian

B. Tahapan Penelitian

1. Data Primer

Data awal yang diperoleh dari penelitian ini berupa data dari pengujian sebelumnya. Pada pengujian sebelumnya tahap pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian Agregat, pengujian fisik aspal dan pengujian aspal *styrofoam*. Kadar yang digunakan bervariasi mulai dari 0%-12% dengan *space* yang berbeda-beda dari setiap peneliti. Hasil yang diperoleh juga bervariasi dan menunjukkan bahwa penambahan *styrofoam* dapat meningkatkan nilai aspal sebagai bahan pengikat.

2. Data Sekunder

Setelah melakukan penelitian dari hasil pengujian sebelumnya, tahap berikutnya yaitu mencari spesifikasi yang digunakan untuk pekerjaan konstruksi jalan. Spesifikasi yang digunakan yaitu Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Spesifikasi Umum ini berlaku sejak 12 November 2014 sejak dikeluarkannya Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 10/SE/Db/2014 tentang Penyampaian Standar Dokumen Pengadaan.

3. Pengujian Bahan

Ada beberapa pengujian dalam penelitian ini, antara lain pengujian Agregat, pengujian Aspal dan pengujian aspal *styrofoam*. Pengujian Agregat meliputi pengujian Berat Jenis Agregat, Keausan Agregat, Analisis saringan Agregat dan Kelekatan Agregat. Untuk pengujian Aspal dan pengujian Aspal dengan penambahan *styrofoam* meliputi pengujian Penetrasi, Titik lembek (*Softening Point*), Berat jenis aspal, Kehilangan berat (*Loss on Heating*), Daktailitas, Penetrasi setelah kehilangan berat, dan Titik nyala (*Flash Point*).

4. Hasil Pengujian

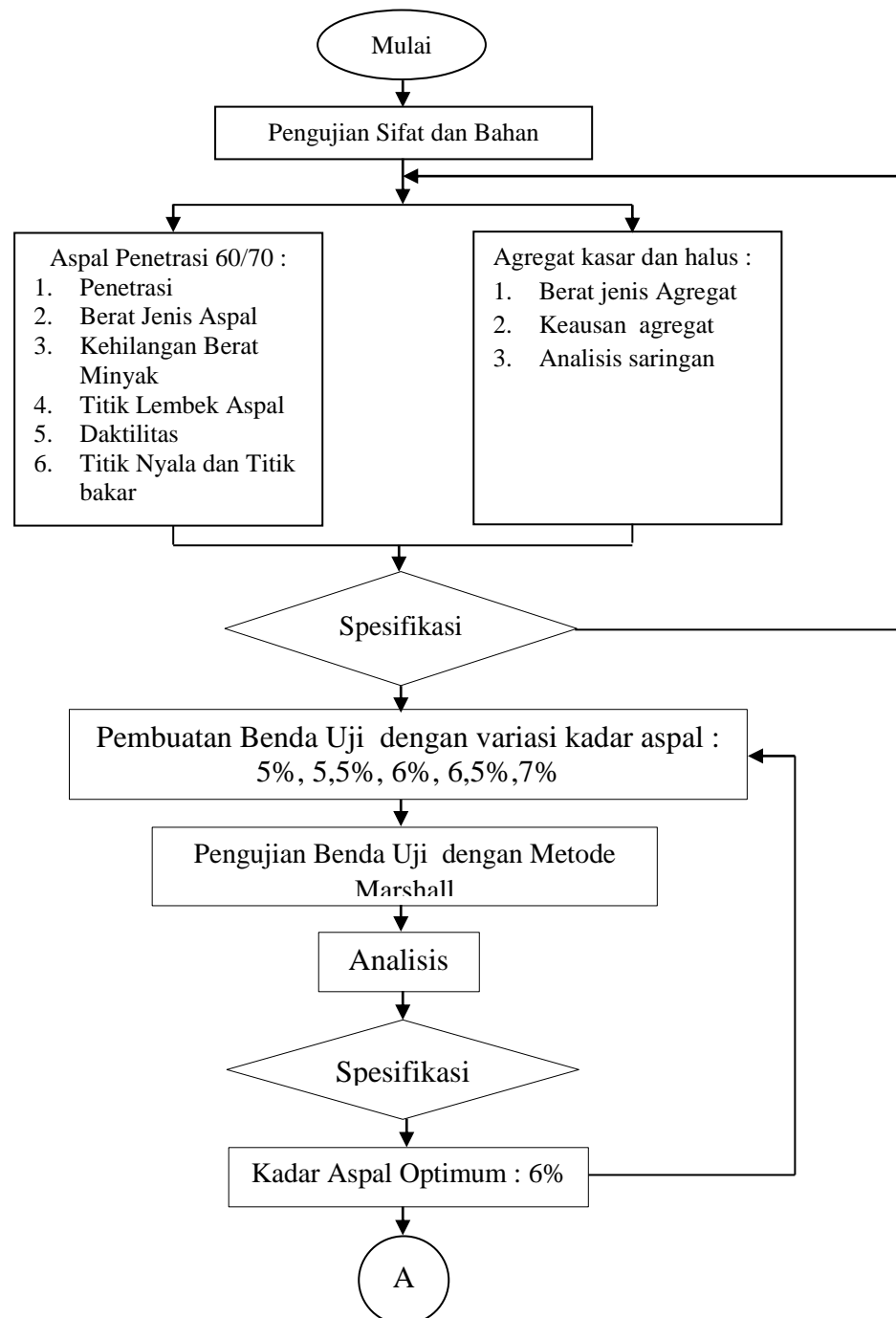
Hasil dari pengujian ini berupa pengujian fisik aspal, hasil pengujian ini akan ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1. Hasil Pengujian dari pengujian sifat fisik aspal

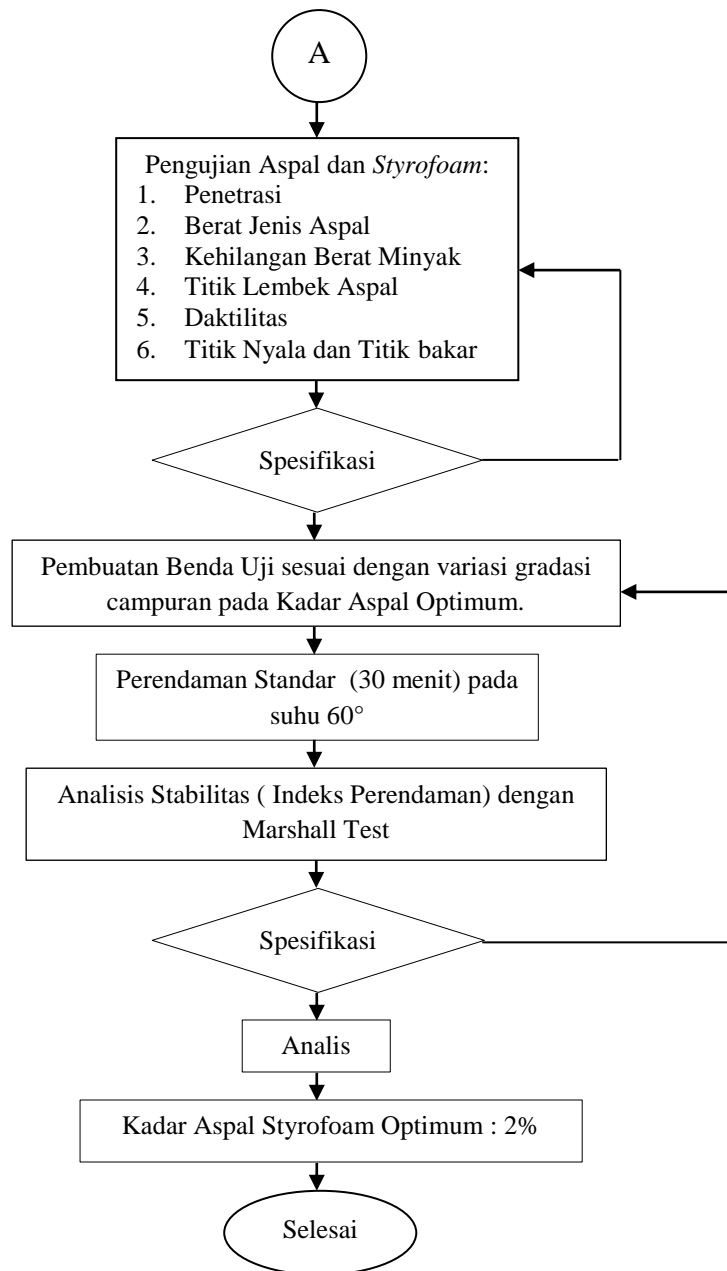
No.	Jenis Pengujian	Alat	Untuk mengetahui
1	Penetrasi	Penetrometer	Kekerasan Aspal
2	Titik Lembek	Ring and Ball	Batas Plastis Aspal
3	Titik Nyala	Cleveland open cup	Batas pemanasan aspal
4	Daktailitas	Ductility Machine	Batas Ulur Aspal
5	Kehilangan Berat	Oven Loss on Heating	Kemurnian Aspal
6	Penetrasi setelah kehilangan Berat	Penetrometer	Keawetan Aspal
7	Berat Jenis Aspal	Picnometer	Kualitas Aspal

C. Bagan Alir Pelaksanaan

Pelaksanaan pengujian dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu pemeriksaan bahan seperti agregat maupun aspal, penentuan gradasi campuran, serta dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*.



Gambar 4.2. Bagan Alir Pelaksanaan



Gambar 4.2. Bagan Alir Pelaksanaan (Lanjutan)

D. Tahapan Pelaksanaan

1. Tahap persiapan

Persiapan bahan meliputi kegiatan pengadaan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain agregat kasar, agregat halus, aspal dan limbah *Styrofoam*. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan *Styrofoam*, serta benda uji *Marshall* harus dalam kondisi bersih, baik dan terkalibrasi.

2. Pengujian bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan *Styrofoam* yang terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Pengujian agregat kasar dan halus yang dilakukan beserta persyaratannya ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Metode pengujian agregat kasar dan halus

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 %
		500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agegat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min. 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)

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	Max 1%

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

Dapat disimpulkan dari Tabel 4.2 bahwa pengujian yang dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Berat jenis Agregat.

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis curah (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated surface dry*), berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan agregat. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

- 1) Berat jenis curah (*bulk*) pada Agregat kasar menggunakan Rumus 3.2 dan Berat jenis curah (*bulk*) pada agregat halus menggunakan Rumus 3.8.
- 2) Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated surface dry*) pada agregat kasar menggunakan Rumus 3.3 dan agregat halus menggunakan Rumus 3.10.
- 3) Berat jenis semu (*Apparent*) pada agregat kasar menggunakan Rumus 3.4 dan agregat halus menggunakan Rumus 3.12.
- 4) Penyerapan agregat pada agregat kasar menggunakan Rumus 3.5 dan Penyerapan agregat pada agregat halus menggunakan Rumus 3.13.

b. Pengujian Keausan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Pemeriksaan ini di maksudkan untuk menentukan ketahanan atau kekuatan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Benda Uji dan bola-bola baja dimasukkan kedalam mesin
- 2) Mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 37 rpm, 500 kali putaran

3) Setelah selesai pemutaran benda uji dikeluarkan dari mesin, kemudian disaring dengan saringan No.12 butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih dan selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.

c. Pengujian Analisis saringan (*Sieve Analysis*).

Analisis saringan agregat ialah penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka presentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

Untuk pengujian aspal maupun aspal dengan campuran *styrofoam*, yaitu sebagai berikut :

a. Pengujian Penetrasi

Untuk pengujian ini ada tiga benda uji yang diuji nilai penetrasinya, yaitu pengujian penetrasi aspal murni, pengujian aspal dengan campuran *styrofoam* dan pengujian aspal setelah pengujian kehilangan berat minyak. Pengujian penetrasi aspal murni dan pengujian penetrasi aspal dengan campuran *styrofoam*, lebih mencari sifat reologis aspal itu. Sedangkan untuk pengujian penetrasi aspal setelah pengujian kehilangan berat minyak adalah untuk mencari sifat durabilitas dari aspal.

b. Pengujian Berat Jenis Aspal

Nilai berat jenis aspal dibutuhkan untuk membuat bermacam-macam variasi campuran aspal atau untuk jenis-jenis pengujian aspal lainnya. Adapun perhitungannya menggunakan Rumus 3.14.

c. Pengujian Kehilangan berat minyak (*Loss on Heating*)

Yang dimaksud dengan Kehilangan berat adalah selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada tebal tertentu dan pada suhu tertentu.

d. Pengujian Titik Lembek (*Softening Point Test*)

Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak

dibawah cincin pada ketinggian 1 inchi (2,44), sebagai kecepatan akibat pemanasan.

e. Pengujian Titik Nyala dan Titik bakar

Titik Nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat dan pada suatu titik di atas permukaan aspal. Sedangkan Titik Bakar adalah suhu pada saat ternyala singkat sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.

f. Pengujian Daktilitas

Pengujian ini adalah untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

3. Perencanaan campuran

Gradasi agregat yang digunakan untuk campuran Laston diambil dari gradasi tengah spesifikasi Laston seperti yang dijelaskan pada Bab II. Kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dari total campuran agregat. *Styrofoam* yang digunakan sebanyak 0%, 2%, 4%, dan 6% dari berat total aspal.

4. Pencampuran *Styrofoam* ke dalam aspal

Kadar aspal optimum yang digunakan sebesar 6% dari total berat agregat (1200 gram) adalah sebanyak 72 gram. Kadar *Styrofoam* yang direncanakan sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6%. Sebagai contoh, untuk kadar aspal *Styrofoam* 2% di dapat dari berat total aspal (72 gram) adalah sebesar 1,44 gram. Kemudian *Styrofoam* yang sudah ditimbang dilelehkan dalam wadah yang berbeda dengan wadah aspal. Setelah *Styrofoam* meleleh, kemudian dicampurkan kedalam aspal yang sedang dipanaskan dan diaduk sampai *Styrofoam* dan aspal tercampur merata.

5. Pembuatan benda uji

Pada tahapan ini, agregat ditimbang sesuai dengan perencanaan gradasi setiap nomor saringan atau fraksinya. Misalnya jumlah agregat yang

tertahan saringan No. 4 sebanyak 25% dari total berat agregat (1200 gram) atau sebanyak 300 gram.

Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dipanaskan hingga suhu 160°C, lalu dicampur dengan aspal yang telah ditambahkan *Styrofoam* sesuai kadar yang direncanakan, yakni 0%, 2%, 4%, dan 6% dari total berat aspal. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk ditumbuk sebanyak 2×75 kali. Benda uji dibuat sebanyak dua (2) buah untuk setiap kadar aspal.

6. Pengujian benda uji dengan menggunakan Alat Uji Marshall. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan :
 - a. *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 kN (=5000 lbf), untuk mengukur nilai stabilitas,
 - b. *flow-meter*, untuk mengukur kelelahan *Styrofoam* atau *flow*.

Pada pengujian ini, Uji marshall dilakukan sehari setelah pembuatan benda uji, adapun langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. Ukur tinggi benda uji dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm. Tinggi benda uji adalah rata-rata dari tiga pengukuran.
- b. Tinggi berat benda uji dalam kondisi kering.
- c. Rendam benda uji di dalam air dengan suhu ruang selama 24 jam.
- d. Angkat benda uji dari dalam air dan lap permukaannya dengan kain kemudian timbang berat benda uji kondisi kering permukaan.
- e. Timbang benda uji dalam air.
- f. Masukkan benda uji dalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 30 menit.
- g. Angkat benda uji dari *waterbath* kemudian pasang benda uji Marshall diatas kepala penekan.
- h. Pasang arloji pengukura kelelahan dan atur sehingga menunjukkan ke angka nol.
- i. Naikkan kepala penekan beserta benda ujinya hingga menyentuh alas cincin penguji, dan atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.

- j. Tekan tombol posisi *Up* dimana proses penekanan berlangsung sampai pembebanan maksimum. Pembebanan maksimum terjadi dengan ditandai menurunnya jarum arloji tekan. Catat nilai pembebanan maksimum pada arloji tekan dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh nilai indicator pada *flow* meter.
- k. Tekan tombol *Down* kemudian lepaskan benda uji.

E. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan yaitu untuk pengujian *Styrofoam*, pengujian agregat, aspal, pengujian Marshall dilakukan di Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

F. Metode Pengambilan Data

Teknik pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium terhadap benda uji yang dibuat. Jenis data yang terdapat di dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yakni data primer dan data sekunder.

Data primer, yaitu data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada manual yang ada, misalnya dengan melakukan pengujian atau pemeriksaan secara langsung. Dalam penelitian ini data primer adalah data hasil pengujian dan pemeriksaan agregat alam, pengujian aspal serta pengujian benda uji.

Adapun data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya dari referensi penelitian terdahulu dan referensi dari buku rujukan, seperti pengujian agregat alam yang dilakukan oleh tim laboran Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

G. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. *Styrofoam*

Komposisi *Styrofoam* yang digunakan berdasarkan total berat aspal, yakni 0%, 2%, 4%, dan 6%.

2. Kadar aspal

Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini dibuat bervariasi, yakni sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%.

Adapun jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO ditunjukkan pada Tabel 4.2, sedangkan jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *Styrofoam* pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO

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

Tabel 4. 4. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *Styrofoam*

Variasi Kadar <i>Styrofoam</i>	Laston 6%
0%	2 buah sample
2%	2 buah sample
4%	2 buah sample
6%	2 buah sample
TOTAL	8 buah sample

Variasi kadar *Styrofoam* yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, dan 6%. Variasi kadar plastik didapat dari persen berat terhadap aspal. Berdasarkan perencanaan jumlah di atas, benda uji/sampel yang digunakan adalah sebanyak 8 buah sampel.

H. 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 *Styrofoam* & aspal dengan *VIM*.
2. Kadar *Styrofoam* & aspal dengan *VMA*.
3. Kadar *Styrofoam* & aspal dengan *VFA*.
4. Kadar *Styrofoam* & aspal dengan stabilitas.
5. Kadar *Styrofoam* & aspal dengan *flow*.
6. Kadar *Styrofoam* & aspal dengan *Quotient Marshall*