

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Pada bagian ini akan menjelaskan metode dari penelitian yang berlangsung, metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen. Metode eksperimen adalah metode yang dilakukan dengan cara percobaan terhadap benda yang akan diteliti secara langsung guna menyelidiki sebab akibat objek satu sama lain kemudian dibandingkan hasil penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Proses pengambilan data untuk penelitian ini dengan melakukan Mix Design aspal dan arang setelah itu memvariasikan kadar arang yaitu 0%, 1,5%, 2% dan 2,5% lalu semua bahan dicampurkan untuk tahap pembuatan benda uji, pada pengujian benda uji melakukan metode *marshall*, dimana di pengujian *Marshall* tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VFA, VMA, dan kemudian dapat dihitung *Marshall* Quotient-nya dan pada bagian akhir akan dibahas pengolahan analisis data.

4.2 Persiapan Alat dan Bahan

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Alat uji pengujian agregat, yang digunakan untuk pengujian agregat antara lain satu set saringan (sieve) yang berguna untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat, mesin los angeles untuk tes keausan agregat kasar, dan alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas).
- b. Alat uji pengujian aspal, yang digunakan untuk pengujian aspal adalah alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala, alat uji kehilangan berat, dan alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).
- c. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal, yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode *Marshall*, meliputi :
 - 1) Alat uji tekan *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji *flowmeter*.
 - 2) Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).

- 3) Alat penumbuk manual yang digunakan untuk pemadatan campuran sebanyak 70 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah).
- 4) Alat pendorong benda uji untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan dipakai dongkrak hidrolik.
- 5) Bak perendam (water bath) yang dilengkapi pengatur suhu.
- 6) Alat-alat penunjang yang meliputi penggorengan pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, timbangan, bak untuk merendam benda uji, jangka sorong, dan spidol yang digunakan untuk menandai benda uji.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Aspal Penetrasi 60/70
- b. Agregat kasar, berupa split 1-2 dengan ukuran maks. $\frac{3}{4}$ " dan screening.
- c. Agregat halus.
- d. Arang limbah dari pabrik kayu

4.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dari data-data berupa data primer yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan sedangkan data sekunder didapat dari literatur, baik dari buku-buku dan jurnal-jurnal terdahulu yang membahas tentang Laston. Adapun prosedur penelitian meliputi:

4.3.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu meliputi studi pustaka dan persiapan alat dan bahan yang digunakan. Persiapan bahan (aspal keras, agregat kasar, agregat halus, dan *filler*) dilakukan dengan mendatangkan bahan dari sumbernya ke Laboratorium Teknik Sipil Untirta dan menyiapkan bahan-bahan tersebut sebelum digunakan dalam campuran beraspal.

4.3.2 Pemeriksaan Aspal

- a. Pemeriksaan Penetrasi Aspal
Bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Dilakukan dengan cara memasukan jarum standar dengan rentan waktu dan suhu yang standar.
- b. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan piknometer. Berat jenis aspal merupakan perbandingan antara berat aspal dan berat air suling pada isi yang sama pada suhu tertentu.

c. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menetapkan penurunan berat minyak dan aspal dengan cara pemanasan dan tebal tertentu, yang dinyatakan dalam persen berat semula.

d. Pemeriksaan Kekentalan Aspal (*Viskositas*)

Pada pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kekentalan aspal pada suhu pencampuran dan suhu pemadatan sehingga cara kerja aspal bisa lebih efektif.

e. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan jarak pemuluran aspal dalam cetakan pada saat putus setelah ditarik dengan kecepatan 50 mm per menit + 2,5 mm yang ditunjukkan oleh panjangnya benang aspal yang ditarik hingga putus. Daktilitas aspal adalah nilai keelastisitasan aspal yang diukur dari jarak terpanjang.

Tabel 4. 1 Standar Pengujian Aspal

No.	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1	Penetrasi	SNI 2456-2011
2	Berat Jenis Aspal	SNI 2441-2011
3	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991
4	Viskositas	SNI 7729-2011
5	Daktilitas	SNI 2432-2011

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6

4.3.3 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dimaksudkan untuk mengetahui apakah agregat tersebut telah memenuhi standar dan dapat digunakan atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian agregat bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang diperoleh dari hasil pemecahan stone crusher (mesin pemecah batu). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan

saringan. Pemeriksaan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Untirta dengan menggunakan metode SNI.

Tabel 4. 2 Standar Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Penyerapan	Standar Uji
1	Analisa Saringan	SNI ASTM C136 : 2012
2	Berat Jenis dan Penyerapan Air	SNI 1969 : 2008
3	Keausan Agregat	SNI 2417 : 2008

Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6

Tabel 4. 3 Standar Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Penyerapan	Standar Uji
1	Analisa Saringan	SNI ASTM C136 : 2012
2	Berat Jenis dan Penyerapan Air	SNI 1970 : 2008

Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6

4.3.4 Perencanaan Gradasi Agregat

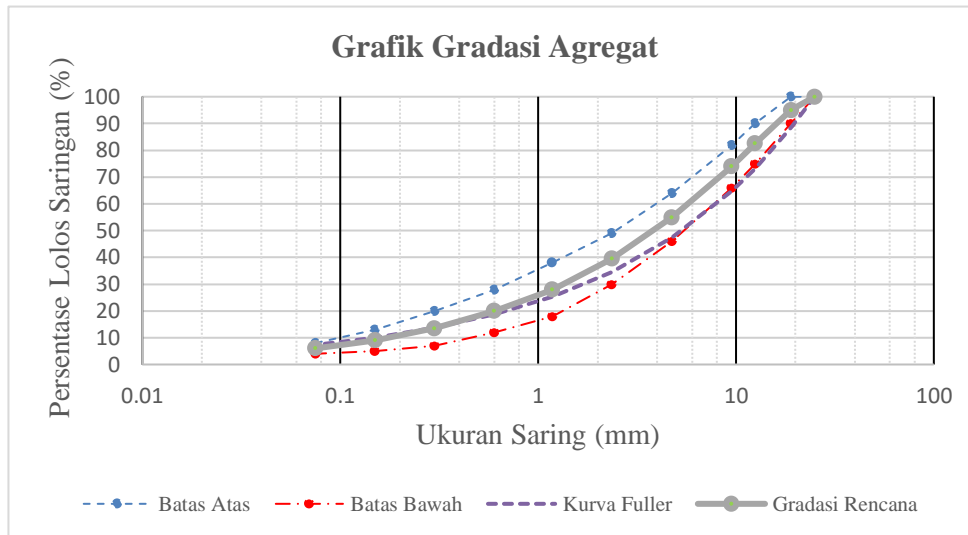
Pada penelitian ini menggunakan gradasi agregat lapis antara AC-WC .Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam **Tabel 4.4**. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus memenuhi jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 4 Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Laston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1 ^{1/2}	37,5								100
1	25			100				100	90-100
3/4	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
1/2	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22

No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,150						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Beraspal Lapis Aus (AC-WC)

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6

4.3.5 Pemeriksaan Material Arang

Pada dasar nya material yang dipakai yaitu limbah arang kayu hasil pembakaran dari setiap pabrik-pabrik pemotong kayu yang berada di wilayah cilegon.

Pemeriksaan material yang dilakukan mulai dari kondisi dan kadar lumpur, hal ini dilakukan agar tidak terjadi faktor eksternal pada hasil keefektivitasan campuran arang sebagai bahan tambah *filler*.

a. Pencucian arang kayu

Pada pemeriksaan ini arang di cuci dan dibersihkan dari debu-debu dan lumpur yang menempel hingga bersih menggunakan air mengalir

b. Penegeringan arang kayu

Proses selanjutnya arang yang sudah dibersihkan di keringkan dalam oven selama 24jam dengan suhu oven 120°C

c. Penghalusan material arang

Tahap selanjutnya penghancuran arang yang telah mengering bertujuan untuk

menjadi bahan campuran pada *filler* dengan persyaratan lolos saringan #200

4.3.6 Kadar Aspal Perkiraan

Pada penelitian ini menggunakan 4 variasi kadar arang kayu yaitu 0%, 1,5%, 2% dan 2,5% pada 5 variasi kadar aspal yaitu 3 sempel pada setiap kadar aspal rencana, untuk mendapatkan data Kadar Aspal Optimum (KAO), 3 nilai kadar limbah arang kayu dan kadar aspal rencana seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4.5** sehingga keseluruhan benda uji sebanyak 54 benda uji.

Tabel 4.5 Total Jumlah Benda Uji

Kadar Campuran Arang (%)	Kadar Aspal					KAO
	PB-1	PB-0,5	PB	PB+0,5	PB+1	
0	3	3	3	3	3	3
1,5	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3
2,5	3	3	3	3	3	3
Sub-Total					60	12
TOTAL					72	

Sumber: Analisis Penulisan, 2022

4.3.7 Metode Pembuatan Benda Uji

Metode pencampuran yang digunakan adalah metode pada umumnya yaitu metode kering yakni mencampurkan aspal panas dan bahan-bahan lain seperti agregat kasar/split, screening dan *filler*;

a. Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal.

1) Menghitung perkiraan awal kadar aspal (Pb) sebagai berikut :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{Konstanta}$$

Keterangan :

Pb : Kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran CA
: Persen agregat tertahan saringan No. 8

FA : Persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200

FF : Persen agregat minimal 75% lolos No. 200

K : Konstanta Nilai konstanta kira-kira 0,5 sampai 1,0 untuk Laston

dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston. Untuk jenis campuran lain gunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

- 2) Setelah didapat nilai kadar aspal, selanjutnya berat jenis maksimum dihitung dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
 - 3) Jika semua data telah didapatkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, dan berat agregat berdasarkan persentase tertahan.
 - 4) Mencampur agregat dengan aspal pada suhu dibawah 150 C.
 - 5) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 75 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah) dengan menggunakan alat penumbuk.
 - 6) Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan kemudian mendinginkannya kurang lebih 24 jam.
 - 7) Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama 24 jam.
 - 8) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
 - 9) Sebelum menguji benda uji dengan alat *Marshall*, merendam benda uji terlebih dahulu dalam waterbath selama 30 menit.
- b. Proses Pencampuran Benda Uji
- 1) Menyiapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan yaitu campuran beraspal sebanyak ± 1200 gr.
 - 2) Memanaskan panci pencampur beserta agregat kasar/split, screening dan *filler* berupa serbuk arang dan diaduk sampai suhu 140°C. Sementara itu aspal juga dipanaskan secara terpisah pada suhu 138°C dalam 35 emba aspal.
 - 3) Dalam memanaskan aspal hal yang perlu diperhatikan adalah adukan yang konsisten, hal ini dimaksudkan untuk menghindari penggumpalan dengan kata lain campuran tidak menjadi homogen.
 - 4) Setelah pemanasan campuran mencapai suhu 165°C lalu meletakkannya pada timbangan dalam keadaan panas, setelah itu tuangkan aspal yang telah dipanasi pada suhu 150°C sebanyak kadar aspal yang dibutuhkan.

- 5) Kemudian campuran tersebut diaduk dengan cepat sampai seluruh permukaan agregat terselimuti aspal secara merata. Suhu selama pengadukan campuran diusahakan tetap dipertahankan 155°C, dimana hal ini dikontrol dengan termometer.
- 6) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 75 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah) dengan menggunakan alat penumbuk.
- 7) Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan kemudian mendinginkannya kurang lebih 24 jam.
- 8) Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama 24 jam.
- 9) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- 10) Sebelum menguji benda uji dengan alat *Marshall*, merendam benda uji terlebih dahulu dalam waterbath selama 30 menit.

c. Uji *Marshall*

Pengujian ini dilakukan dengan alat *Marshall* sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T245-90 yaitu dengan meletakkan benda uji kedalam segmen bawah, waktu yang diperlukan dari saat diangkat benda uji dari bak perendaman maksimum tidak boleh melebihi 30 detik. Kemudian benda uji dibebani dengan kecepatan sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh alat pencatat. Kemudian mencatat nilai stabilitas dan *flow* yang tertera pada alat pencatat.

d. Analisa Data dan Penentuan KAO

Dari hasil penelitian di Laboratorium akan diperoleh nilai parameter *Marshall* (Stabilitas, *Flow*, VMA, VIM, VFA, dan *Marshall* Quontient). Dari hasil yang telah diperoleh maka dapat ditentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang akan dipakai untuk *mix design* selanjutnya.

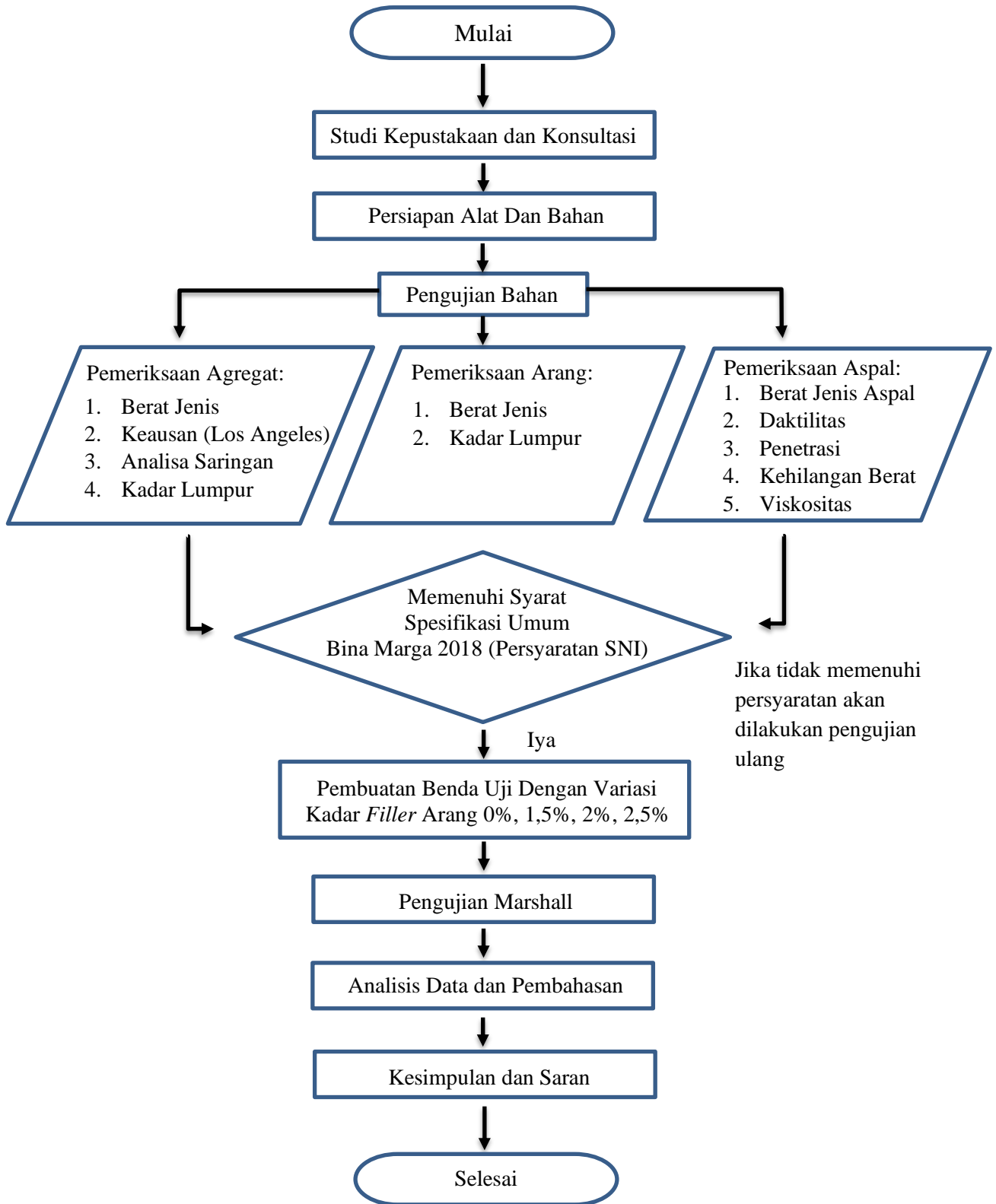
4.3.8 Pembahasan dan Analisis Hasil

Dari data hasil penelitian di Laboratorium akan membandingkan stabilitas dan karakteristik campuran (rongga dalam campuran, rongga antara agregat dan rongga terisi aspal) dalam perendaman air tawar dengan air hujan dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Kemudian menggambarkan grafik hubungan antara kadar

aspal dan parameter *Marshall*, yaitu gambar hubungan antara :

- a. Kadar aspal terhadap VIM
- b. Kadar aspal terhadap VMA
- c. Kadar aspal terhadap VFA
- d. Kadar aspal terhadap stabilitas
- e. Kadar aspal terhadap *flow 37*
- f. Kadar aspal terhadap *Marshall* Quotient (MQ)

4.4 Diagram Alir



Sumber: Analisa Penulis, 2022

