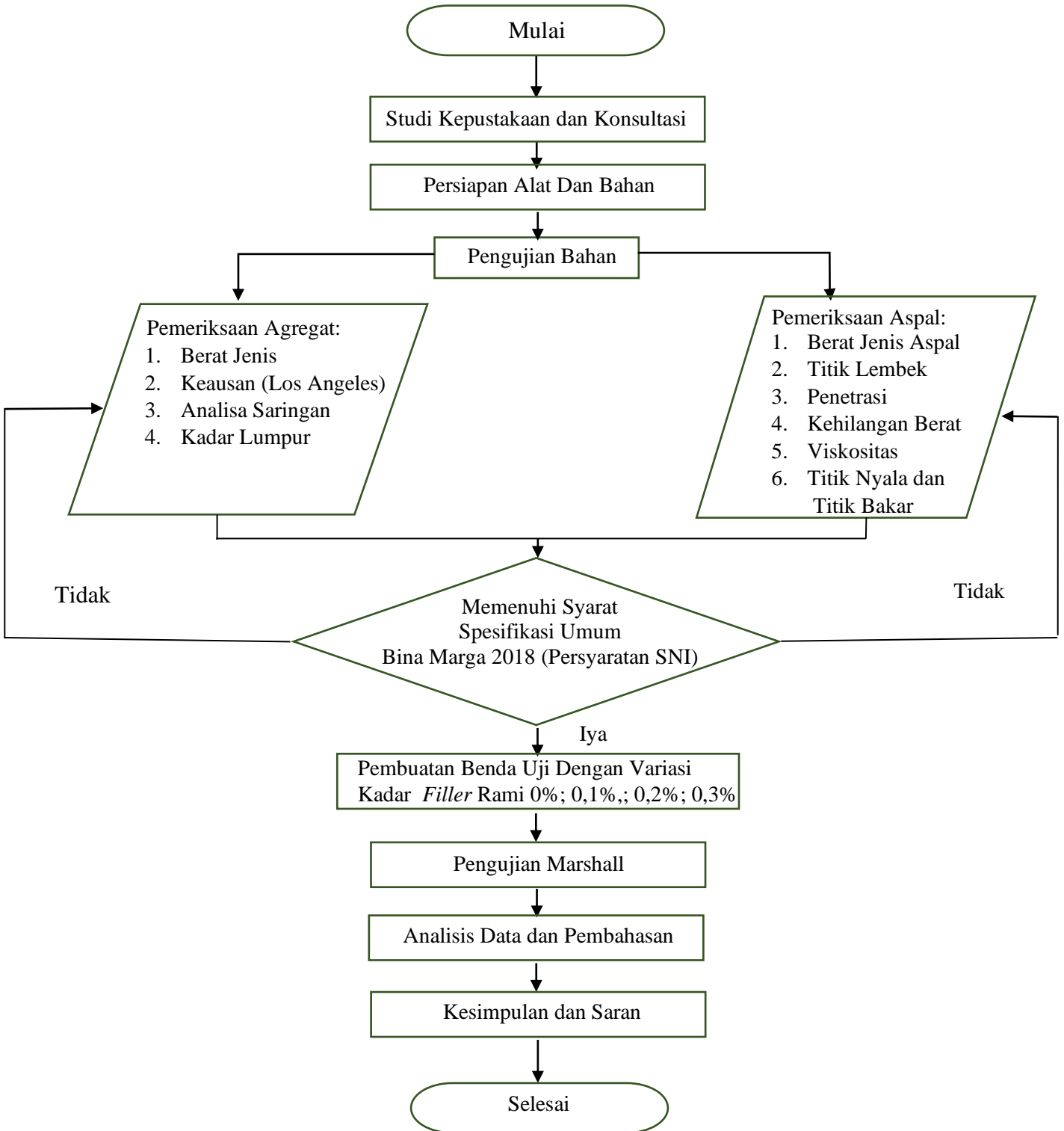


**BAB 4  
METODE PENELITIAN**

**4.1 Diagram Alir**



**Gambar 4.1** Diagram Alir  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

## **4.2 Metode Penelitian**

Metode yang akan saya gunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu metode dengan menggunakan campuran SMA (*Stone Mastic Asphalt*) dengan pemanfaatan serat rami dan agregat yang akan dibandingkan dengan persyaratan atau standar spesifikasi yang digunakan sebagai acuan. Untuk standar spesifikasi yang digunakan untuk acuan itu sendiri diambil dari peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI)8129:2015 serta Spesifikasi Umum Divisi 6 Bina Marga 2018. Untuk data yang di ambil dalam penelitian yaitu data berupa nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, *Marshall Quontient* (MQ), dan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

## **4.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan tahapan penelitian penggunaan serat rami pada pencampuran SMA (*Stone Mastic Asphalt*). Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Labolatorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu persiapan material, pemeriksaan material, persiapan alat, pembuatan benda uji, *marshal test* dan uji nilai KAO. Adapun prosedur penelitian ini memiliki beberapa tahapan antara lain:

### **4.3.1 Persiapan Alat dan Bahan**

Alat termasuk benda yang digunakan dalam menunjang penelitian ini. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 cm dan ringgi 7,62 cm lengkap dengan pelat atas dan leher sambung
- b. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :
  - 1) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbukan rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jauh bebas 45,7 cm.
  - 2) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di keempat bagian sudutnya.
- c. Alat pengeluar benda uji :

Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ekstruder berdiameter 10 cm.

- d. Alat *marshall* lengka p dengan :
  - 1) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
  - 2) Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 200 kg dan atau 5000 kg.
  - 3) Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ).
- f. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 - 60°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).
- g. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- h. Mistar atau jangka sorong dengan keteltian 0,1 mm.
- i. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas.
- j. Perlengkapan lain :
  - 1) Panci – panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
  - 2) Sendok pengaduk dan spatula.
  - 3) Kompor atau pemanas (*hot plate*).
  - 4) Sarung tangan dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan (*masker*)
- k. Bahan penunjang uji :
  - 1) Kantong plastik.
  - 2) Gas Elpiji 3 kg.

Bahan – bahan yang harus di persiapkan pada penelitian ini yaitu :

- a. Aspal penetrasi 60/70.
- b. Agregat kasar, berupa batu *split* 1-2 dan *screening*.
- c. Agregat halus.
- d. Serat rami
- e. *Filler*.

### 4.3.2 Pemeriksaan Agregat

Agar kualitas agregat dapat memenuhi standar dan dapat digunakan atau tidaknya sesuai dengan spesifikasi yang telah berlaku, maka diperlukan beberapa hal saat pengujian sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan analisis saringan agregat kasar maupun agregat halus.
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar maupun halus.
- c. Pemeriksaan keausan dengan mesin los angeles.

**Tabel 4.1** Standar Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Analisa saringan	SNI ASTM C136-2012
2.	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1969:2016
3.	Keausan agregat	SNI 2417:2008

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:32 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

**Tabel 4.2** Standar Pengujian Agregat Halus

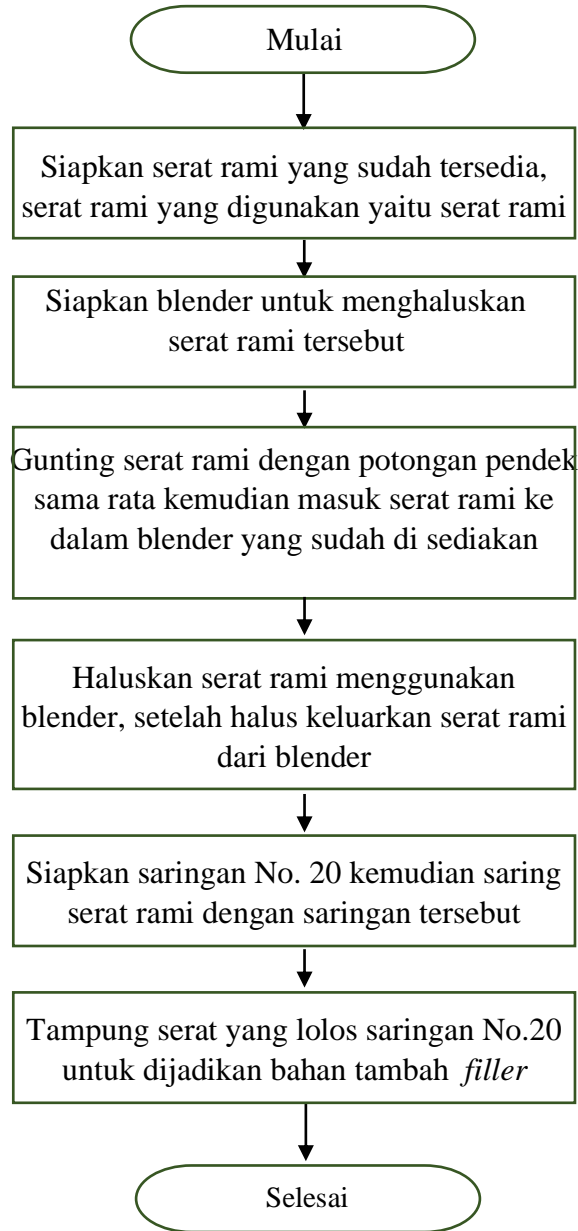
No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Analisa saringan	SNI ASTM C136-2012
2.	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 1969:2016

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:32 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

### 4.3.3 Pengolahan Serat Rami

Serat rami merupakan serat yang berasal dari tanaman yang memiliki potensi tinggi. Serat rami dapat diolah menjadi kain fashion berkualitas tinggi, karena memiliki karakter mirip dengan serat kapas. Selain itu, rami merupakan bahan untuk pembuatan selulosa berkualitas tinggi (Ilham & Istiqlaliyah, 2019). Keterkaitan serat rami itu sendiri terhadap campuran beraspal yaitu tanaman ini memiliki daya serap air yang tinggi sehingga memungkinkan untuk menyerap aspal, kemudian serat rami dalam penelitian ini memiliki pengaruh mengisi ruang rongga antar agregat sehingga meningkatkan nilai stabilitas pada aspal (Fadhil, 2020).

Pengolahan yang dilakukan pada serat rami itu sendiri yaitu dengan berupa serat yang lebih halus dengan panjang serat 3,6 mm dimana serat rami yang di gunakan sebagai bahan tambah harus lolos saringan No.20 (0,841mm) diambil  $85\pm 10\%$  (Spesifikasi Umum Bina, 2018),



**Gambar 4.2** Diagram Proses Pengolahan Serat Rami  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

Untuk metode yang akan di lakukan yaitu antara lain :

- a. Siapkan serat rami yang sudah tersedia serat rami yang di gunakan yaitu serat rami nanas.
- b. Siapkan blender untuk menghaluskan serat rami tersebut.
- c. Gunting serat rami dengan potongan pendek sama rata kemudian masukan serat rami kedalam blender yang sudah di sediakan.
- d. Setelah itu haluskan serat rami menggunakan bender, setelah halus keluarkan serat rami dari blender.
- e. Siapkan saringan No.20 saring serat rami dengan saringan tersebut.
- f. Tampung serat yang lolos saringan No.20 untuk dijadikan bahan tambah *filler*.

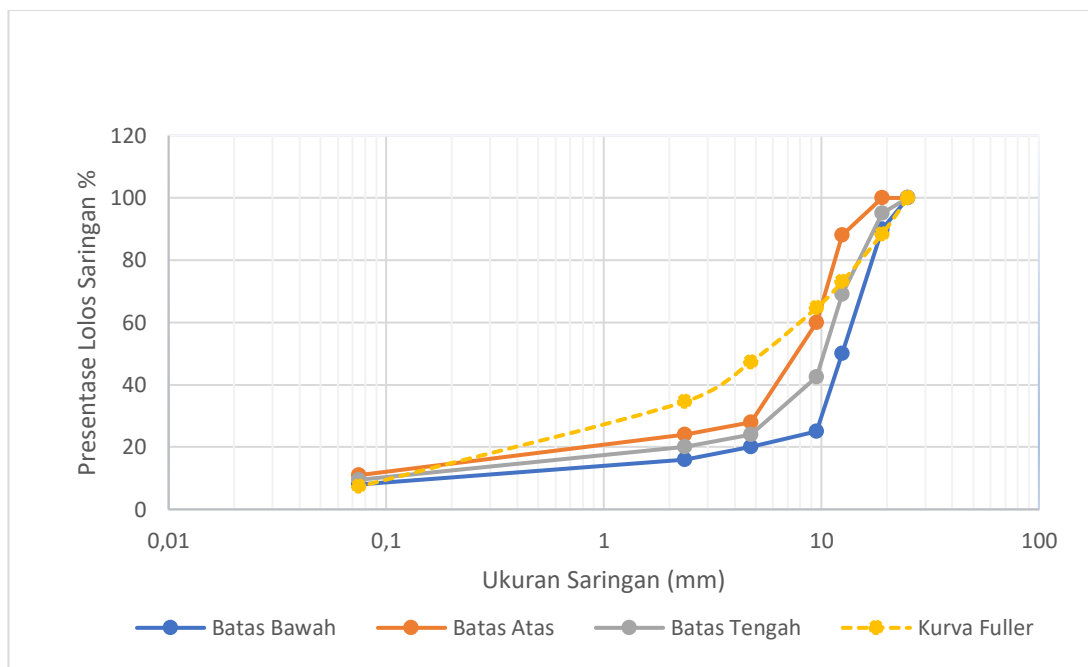
Dalam penelitian ini menggunakan cara kering (dry process), dimana cara pencampuran serat rami dimasukkan kedalam agregat pada suhu 120°C kemudian dilanjutkan tahap pencampuran aspal sampai mencapai pada suhu 156°C dan dilakukan pemadatan dengan suhu 145°C. Bahan tambah serat rami yang digunakan yaitu variasi 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%, (Amirudin, 2019).

#### **4.3.4 Perencanaan Gradasi Agregat**

Penelitian ini menggunakan campuran gradasi Stone Mastic Asphalt (SMA). Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi harus memenuhi batas-batas yang diberikat dalam Analisa Saringan, rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus memenuhi jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Analisa Saringan.

**Tabel 4.3** Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal  
(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:39)

		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Mastic Asphalt (SMA)			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90 - 100
¾"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
½"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
⅜"	9,5	70 - 95	50 - 88	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	0,6	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,3	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,15						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



**Gambar 4.2** Grafik Gradasi Agregat Gabungan Untuk Beraspal  
(Sumber: Qurrotul Milania, 2022)

#### 4.3.5 Pemeriksaan Aspal

a. Pemeriksaan penetrasi aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan pada aspal.

Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukan jarum standar dengan berat

standar material aspal pada rentang waktu dan suhu tertentu.

b. Pemeriksaan kekentalan aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk variasi kekentalan aspal terhadap suhu dari tingkatan padat, encer sampai tingkat cair.

c. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis aspal dengan alat Piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu 250C atau 15,60C.

d. 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.

e. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu dimana terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik (titik nyala) dan terlihat nyala lebih dari 5 detik (titik bakar) diatas permukaan aspal.

f. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui besaran suhu titik lembek aspal. Titik lembek dinyatakan dengan suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun pada lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

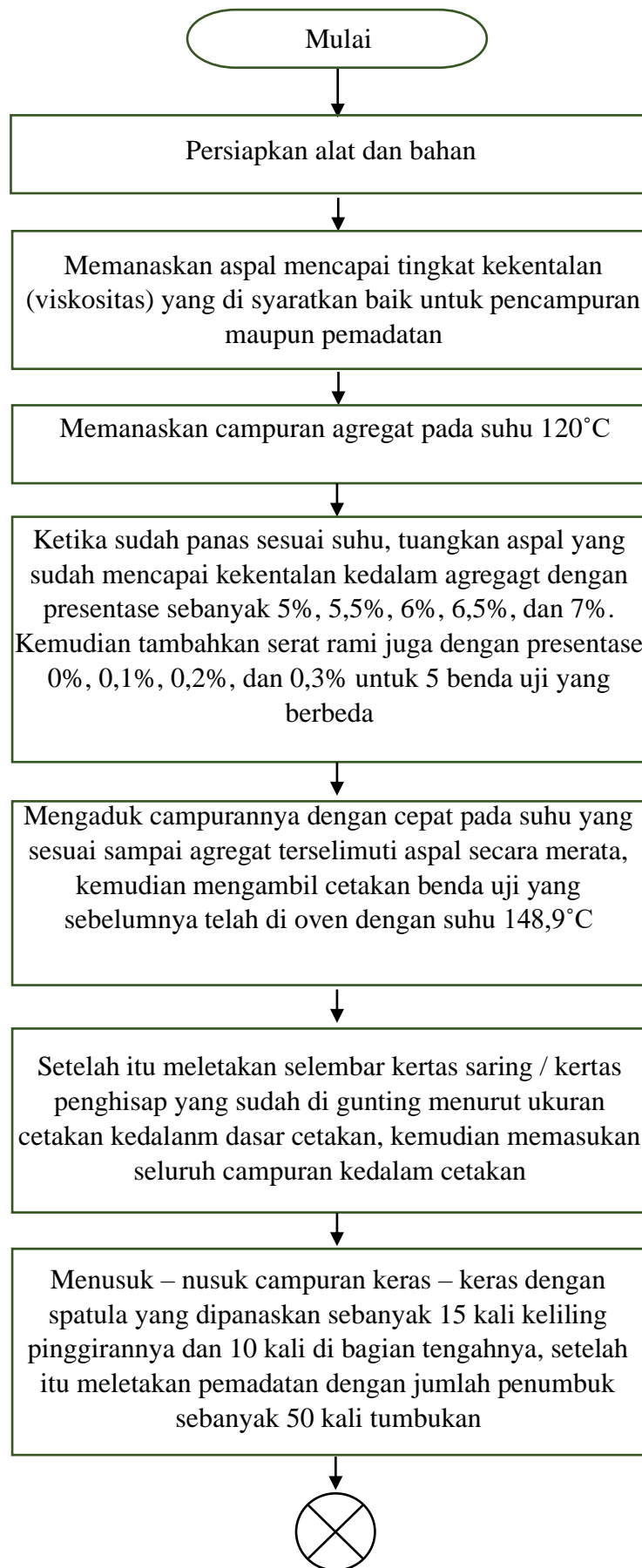
**Tabel 4.4** Standar Pengujian Aspal

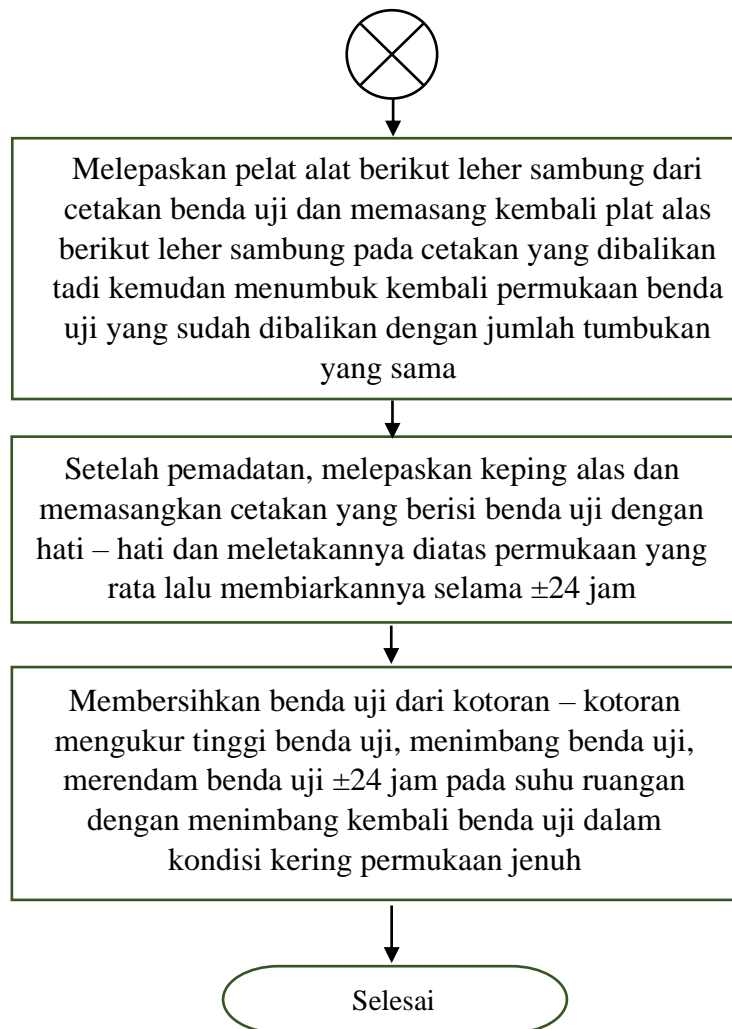
No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian
1.	Penetrasi Aspal	SNI 06-2456-2011
2.	Kekentalan Aspal	SNI 7729:2011
3.	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991
4.	Berat Jenis	SNI 06-2441-2011
5.	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI 2433-2011
6.	Titik Lembek	SNI 2434-2011

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina 2018 (Revisi 1) Divisi 6 hlm:33 dan pengujian pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



#### 4.3.6 Tahap Pembuatan Benda uji





**Gambar 4.4** Diagram Proses Pembuatan Benda Uji  
(Sumber: Qurrotul Milania,2022)

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 : Nilai konstanta dimana 0,5 sampai 1,0 untuk Laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston. Untuk jenis campuran lain digunakan 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 156°C.
  - 5) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 50 kali tumbukan tiap sisi (atas dan bawah) dengan menggunakan alat penumbuk.
  - 6) Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan 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) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- b. Proses Pencampuran Benda Uji
- 1) Menyiapkan bahan untuk setiap benda uji yang diperlukan yaitu campuran beraspal sebanyak  $\pm 1200$  gram serta serat rami yang sudah dijadikan serat halus dan di pisahkan sesuai dengan nilai gradasi nya.
  - 2) Memanaskan panci pencampur berserta agregat kasar/ split, screening filler, dan serat rami dan diaduk sampai suhu 120°C. Sementara itu aspal juga dipanaskan secara terpisah pada suhu 150°C dalam panci 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 120°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 di bawah dan sampai suhu 146°C, dimana hal ini dikontrol dengan thermometer.
- 6) Melakukan pemadatan terhadap sampel sebanyak 50 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  $\pm 24$  jam.
- 8) Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air biasa pada suhu normal selama  $\pm 24$  jam.
- 9) Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- 10) Menimbang kembali 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 ke dalam 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, dan Marshall Quotient). Dari hasil yang telah diperoleh maka dapat ditentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang akan dipakai untuk mix design selanjutnya.

#### **4.3.7 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)**

Setelah persiapan alat bahan dan pemeriksaan material selesai dilakukan, data yang diperoleh akan di bandingkan dengan spesifikasi. Jika pada material tersebut tidak memenuhi standar spesifikasi, maka akan di lakukan pemeriksaan ulang.

Pengujian ini dilakukan terus sampai memperoleh hasil material yang memenuhi spesifikasi.

Sebelum benda uji dibuat, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai Formula

Campuran Rancangan (FCR), dengan rumus:

$$P_b = 0,035 \times (\%CA) + 0,045 \times (\%FA) + 0,18 (\% \text{ filler}) + K$$

Dengan:

$P_b$  = Kadar aspal perkiraan, persen terhadap berat campuran

CA = Persen agregat kasar tertahan saringan No 8

FA = Persen agregat halus lolos saringan No. 8 tertahan No.200

FF = Persen agregat minimal 75% lolos saringan No. 200

K = Konstanta, 0,5-1,0 untuk laston 2,0-3,0 untuk lataston.

Dari hasil perhitungan akan didapatkan nilai tengah dimana nilai persentase tersebut didapatkan 5 variasi kadar aspal dengan menambahkan 0,5% dan mengurangi 0,5% nilai tengah dari hasil perhitungan. 5 variasi kadar aspal dibuat sampel sebanyak 3 buah untuk masing-masing kadar aspal gunanya untuk mencari KAO dari campuran *Stone Mastic Asphalt* (SMA).

#### **4.3.8 Metode Pengujian *Marshall Test***

Pengujian marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). Selain itu juga, parameter penting yang akan diperoleh adalah nilai VIM (*Void in Total Mix*), VMA (*Void In Mineral Agregat*), kepadatan (*density*), dan MQ (*Marshall quotient*) yang akan didapat saat pengujian marshall.

##### **a. Parameter Pengujian Marshall**

###### **1) Stabilitas**

Stabilitas merupakan kemampuan lapis pekerasan yang menerima beban sampai terjadinya *flow* yang dinyatakan dalam satuan kilogram. Stabilitas tergantung dari gesekan antar agregat dan kohesi. Gesekan agregat tergantung dari testur permukaan agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan terbal lapisan aspal itu sendiri (Surkiman,1999).

2) Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban dinyatakan dalam satuan mm. Parameter flow digunakan untuk mengetahui deformasi (perubahan bentuk) vertikal campuran pada saat dibebani hingga hancur (pada stabilitas maksimum). Nilai flow akan mengingkat seiring meningkatnya kadar aspal.

3) Kepadatan (*Density*)

Kepadatan atau kerapatan merupakan tingkatan kerapatan campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* menunjukkan kerapatan juga semakin baik. Nilai ini dipengaruhi oleh faktor seperti gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan penyusun, penggunaan kadar aspal serta penambahan bahan *additive* dalam campuran aspal.

4) *Void In The Mix* (VIM)

Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan aspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang menyelimuti aspal.

5) *Void In The Mineral Aggregate* (VMA)

Rongga antar mineral agregat (VMA) merupakan ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif.

6) *Marshall Quotient* (MQ)

*Marshall quotient* merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan yang digunakan untuk pendekatan terhadap kekakuan atau kelenturan campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan nilai kekakuan lapisan perkerasan yang tinggi.

b. Uji marshall Setelah beda uji sudah tercetak langkah selanjutnya pengujian marshall, pengujian ini dilakukan dengan alat marshall sesuai dengan prosedur yang berlaku yaitu SNI 06-2489-1991 atau AASHITO T245-90 berikut langkah – langkah dari pengujian marshall:

1) Mengukur tinggi benda uji dengan Caliper sebanyak tiga kali di tiga posisi berbeda, sampai mendapatkan angka yang mendekati angka rata-rata, kemudian menimbang dan mencatat beratnya sehingga mendapatkan benda uji sebelum direndam.

- 2) Merendam benda uji didalam air selama 20 s/d 24 jam pada suhu ruang untuk mendapatkan kejenuhan, kemudian menimbang didalam air untuk mendapatkan berat isi.
- 3) Mengeluarkan benda uji dari rendaman lalu mengelap bagian permukannya (hingga mencapai kering permukaan atau SSD), kemudian menimbang untuk mendapatkan berat jenuh.
- 4) Memasukkan benda uji kedalam bak perendam (*waterbath*) selama 30 menit dengan suhu air 60°C.
- 5) Menyiapkan kepala penekan *test head* dan memberi minyak pelumas. Kemudian memeriksa mesin penekan marshall test dan perlengkapannya, menyetel dial stabilitas pada angka nol.
- 6) Mengambil benda uji yang direndam dalam bak perendam (*waterbath*) dan memindahkan ke *test head*, memasang dial *flow* pada tempatnya, kemudian menghidupkan mesin pembebanan. Mengamati dial stabilitas dan *dial flow*, caranya membaca *dial flow* bila dial stabilitas telah mencapai angka maksimum.
- 7) Mencatat pembacaan pada dial stabilitas dan *dial flow*, caranya: misal, pada dial stabilitas diperoleh 5 putaran dan telah berhenti di 50, berarti pembacaan dial stabilitas = 550.
- 8) Mengulangi langkah-langkah seperti diatas untuk benda uji yang lain sebanyak benda uji yang dibuat dalam penelitian

c. Analisa data dan penentuan nilai KAO

Dari hasil penelitian yang akan diperoleh nilai parameter mashall (nilai satbilitas, flow, VMA, VIM, dan MQ), maka dapat ditentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Setelah didapatkan satu kadar aspal paling optimum, maka akan dibuat benda uji dengan nilai KAO yang di dapat variasi benda uji yaitu benda uji yang tidak diberi serat rami atau 0% dan diberi tambahan serat rami di dalam benda uji sebesar 0,1%, 0,2% , dan 0,3%, Selanjutnya benda uji akan dilakukan uji mashall kembali agar mendapatkan nilai parameter marshall.

#### 4.4 Matrik Benda Uji

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing kadar aspal, pengujian ini menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% dan 4 variasi serat rami yaitu 0%, 0.1%, 0.2%, dan 0.3%, untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

**Tabel 4.5** Jumlah Benda Uji Kadar Aspal

<b>Kadar Serat Rami</b>	<b>Kadar Aspal %</b>						<b>Total</b>
	<b>Pb-1 (5%)</b>	<b>Pb-0,5 (5,5%)</b>	<b>Pb (6%)</b>	<b>Pb + 0,5 (6,5%)</b>	<b>Pb +1 (7%)</b>	<b>KAO</b>	
<b>0%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,1%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,2%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>0,3%</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Jumlah Total Benda Uji</b>							<b>72</b>

(Sumber: Qurrotul Milania, 2022)

Setelah itu benda uji akan dibuat dengan 1 hasil nilai KAO menggunakan 4 variasi serat yaitu 0%, 0.1%, 0.2% dan 0.3% dengan masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah, sehingga total keseluruhan benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini sebanyak 72 buah. Penambahan kadar serat rami sebagai bahan selulosa sebanyak 0.3% dari total campuran ini, mengacu pada persyaratan atau peraturan spesifikasi umum bina marga 2018 untuk kadar serat selulosa pada campuran aspal beton.