

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Cara mendapatkan data melalui pengujian dengan menggunakan tes *Marshall* sehingga diperoleh nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, *Density*, VFWA, VITM, dan *Marshall Quotient*. Sebelum melakukan pengujian harus terlebih dulu dilakukan uji bahan dan perancangan campuran yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

4.1.1 Bahan

4.1.1.1 Agregat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini harus memenuhi spesifikasi bahan termasuk batas-batas gradasi agregat yang menggunakan pedoman dari DPU pada buku petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (*laston*) No 13/PT/B/1983 untuk jalan raya, seperti pada tabel 4.1, 4.2, 4.3.

Tabel 4.1 Persyaratan agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$
3	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5 \%$

Sumber : Petunjuk pelaksanaan Laston No.12/PT/1983

Tabel 4.2 Persyaratan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Syarat
1	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50 \%$
2	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
3	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1987

Agregat kasar, agregat halus dan *filler* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah hasil produksi *stone crusher* PT. Gebyar Selo Arta Mas, Clereng Kulon Progo, Yogyakarta. *Filler* Abu Sekam Padi yang diteliti diambil dari Godean.

4.1.1.2 Aspal

Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70 produksi pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

Adapun Persyaratan untuk aspal AC 60-70 dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Persyaratan aspal AC 60-70 Spesifikasi Bina Marga

No	Jenis Pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi	PA.0301-76	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek	PA.0302-76	48	58	°C
3	Titik nyala	PA.0303-76	200	-	°C
4	Kelarutan CCl ₄	PA.0305-76	99	-	% berat
5	Daktalitas	PA.0306-76	100	-	Cm
6	Berat jenis	PA.0307-76	1	-	-

Sumber : Petunjuk pelaksanaan Lataston No. 12/PT/1983

4.1.2 Pemeriksaan Bahan

Salah satu komponen utama dari lapis perkerasan jalan adalah agregat. Daya dukung, mutu, dan keawetan suatu perkerasan jalan ditentukan juga oleh mutu agregat. Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan serangkaian pemeriksaan-pemeriksaan :

1. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan yang diperiksa dengan menggunakan mesin Los Angeles berdasarkan PB 0206-76.

Nilai abrasi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat tumbukan dan gesekan antara partikel dengan bola-bola baja pada saat terjadinya putaran.

Peralatan yang digunakan adalah: mesin Los Angeles, saringan, timbangan dengan ketelitian 5 gram, bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dengan berat masing-masing antara 390 gr sampai 445 gr, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

2. Pemeriksaan Penyerapan Agregat Terhadap Air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya penyerapan yang diijinkan maksimum 3 %. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat terhadap agregat.

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram, picnometer dengan kapasitas 500 ml, saringan no 4, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, loyang seng dan loyang plastik, kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya, termometer, pompa hampa udara (*Vacuum pump*), air suling.

3. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*) dan berat jenis semu (*apparent*). Pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 dengan persyaratan minimum 2,5 %

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram, picnometer dengan kapasitas 500 ml, cone / kerucut terpancung dengan ukuran diameter atas (40 ± 3) mm diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm dengan tebal (logam) minimum 0,8 mm. Dan ukuran penumbuk yang mempunyai

bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm, saringan no 4, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, pengatur suhu dengan ketelitian 1°C , talam, bejana tempat air, pompa hampa udara, air suling, desikator.

4. Pemeriksaan Kelekatan Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan dan besarnya minimal 95%.

Peralatan yang digunakan adalah: Batu-batu putih (silikat) dengan ukuran tertahan saringan 19 mm dan lewat saringan 32 mm, air suling dengan PH 6-7 kira-kira 2000 cm^3 , botol bermulut besar dengan isi 1000 cm^3 , oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(150 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

5. Pemeriksaan *Sand Equivalent*.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu/bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus/pasir. *Sand Equivalent test* dilakukan untuk agregat yang lolos saringan no. 4 sesuai prosedur PB-020-76, dan nilai yang disyaratkan adalah minimumnya 50 %. Adanya lempung dapat mempengaruhi mutu campuran sehingga ikatan antar agregat dan aspal berkurang dan juga menambah luas permukaan agregat yang harus diselimuti aspal.

Peralatan yang digunakan: alat pemeriksaan *sand equivalent* terdiri dari (silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, akki pemberat dan sifon), kaleng dengan diameter 57 mm dan isi 85 ml, corong dengan mulut yang luas, jam dengan pembacaan sampai sekon, pengguncang mekanis, larutan CaCl_2 , glycerine dan formal dehyde.

4.1.3. Pemeriksaan Aspal (*Bitumen*)

Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60-70.

Pemeriksaan aspal meliputi:

1. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal (solid atau semi solid), dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, dibebani dengan berat dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu.

Peralatan yang digunakan adalah: alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0,1 mm., pemegang jarum, pemberat, jarum penetrasi, cawan, bak perendam (*waterbath*), pengukur waktu, termometer.

2. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu aspal pada saat terlihat menyala singkat diatas permukaan aspal dan suhu pada saat terlihat menyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik diatas permukaan aspal. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur Bina Marga PA-0303-76, dengan besarnya nilai yang disyaratkan minimum 200°C.

Peralatan yang digunakan adalah: termometer 400°C, cawan Cleveland, pelat pemanas, sumber pemanas, penahan angin, nyala penguji yang dapat diatur.

3. Pemeriksaan titik lembek

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur aspal pada saat mengalami kelembekan atau mencapai viskositas yang rendah.

Peralatan yang digunakan adalah: termometer, cincin kuning, bola baja diameter 9,53 mm berat 3,45 sampai 3,55 gr, bejana gelas, alat pengarah bola, dudukan benda uji, penjepit, pemanas.

4. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dengan picnometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

Peralatan yang digunakan adalah: thermometer, bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian $(25 \pm 0,1)^{\circ}\text{C}$, picnometer, air suling sebanyak 1000 cm^3 , bejana gelas.

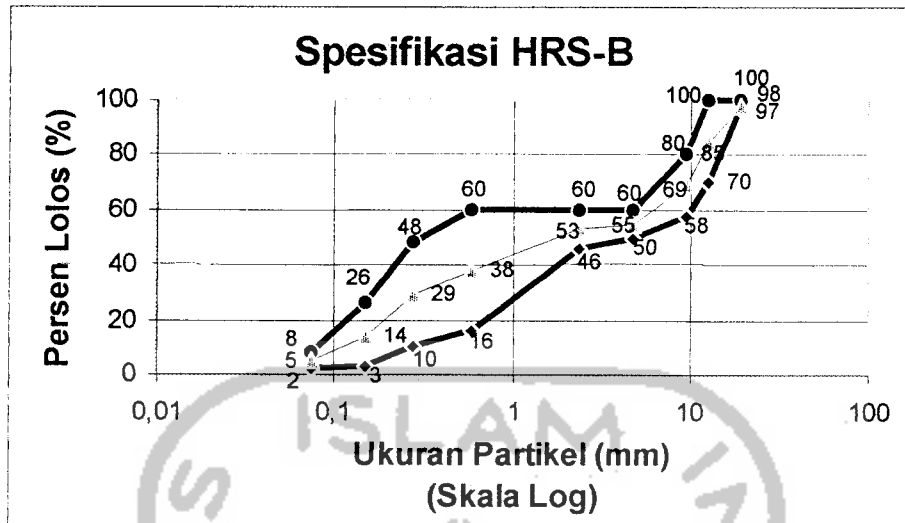
5. Pemeriksaan Kelarutan dalam CCL_4 (*Solubility Test*)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang dapat larut dalam *Carbon Tetra Chlorid*, jika semua bitumen yang diuji larut dalam larutan CCL_4 maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti standar Bina Marga PA-0305-76.

Peralatan yang digunakan adalah: alat dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam, *gooch crucible*, labu erlenmeyer, labu penyaring, tabung penyaring, tabung karet untuk menahan *gooch cruible*, oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 125°C , neraca analistik, pembakar gas, pompa hampa udara, desikator, CCL_4 , *ammonium carbonat*, batang pembersih, cawan porselin.

4.2. Rencana Campuran

Gradasi agregat yang dipakai pada campuran penelitian ini adalah gradasi tengah berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh CQCMU 1988.



Gambar 4.1 Gradasi yang dipakai pada penelitian dan Spesifikasi HRS B CQCMU 1988

Tahap pertama yang dilakukan ialah mencari kadar aspal optimum, campuran ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dari total berat benda uji, dengan berat benda uji masing-masing ± 1200 gr, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* abu batu. Berat aspal yang diperlukan untuk masing-masing benda uji :

1. Benda uji dengan kadar aspal 5% adalah $5\% \times 1200 \text{ gr} = 60 \text{ gr}$.
2. Benda uji dengan kadar aspal 6% adalah $6\% \times 1200 \text{ gr} = 72 \text{ gr}$.
3. Benda uji dengan kadar aspal 7% adalah $7\% \times 1200 \text{ gr} = 84 \text{ gr}$.
4. Benda uji dengan kadar aspal 8% adalah $8\% \times 1200 \text{ gr} = 96 \text{ gr}$.
5. Benda uji dengan kadar aspal 9% adalah $9\% \times 1200 \text{ gr} = 108 \text{ gr}$.

Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi gradasi agregat dari CQCMU, 1988. Kemudian dibuat 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi kadar aspal, sehingga jumlah benda uji tahap pertama ialah 15 benda uji.

Tahap kedua yaitu pembuatan benda uji dengan menggunakan kadar aspal optimum yang diperoleh dari tahap pertama, agregat kasar, agregat halus, dan kadar filler abu batu dan abu sekam padi dengan variasi *filler* masing-masing 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat agregat. Dibuat benda uji sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi kadar *filler*. Variasi *filler* ini disesuaikan dengan batas spesifikasi agregat dari CQCMU, 1988. Sehingga jumlah total benda uji abu batu dan abu sekam padi pada tahap kedua ialah 24 buah.

Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji untuk *immersion test*, dibuat benda uji sebanyak masing-masing 3 buah dengan kadar *filler* abu batu/abu sekam optimum yang telah didapatkan dari tahap kedua. Variasi perendaman yang dilakukan ialah 30 menit dan 24 jam. Sehingga jumlah sample *immersion test* ialah 12 buah.

Dalam penelitian ini juga ditambah dengan pembuatan sampel dari aspal optimum ditambah *filler* abu batu dan abu sekam padi dengan kadar *filler*, kemudian di uji sesuai pemeriksaan aspal.

4.3. Pengujian campuran

4.3.1. Uji Marshall

Pengujian campuran ini menggunakan uji marshall yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh:

1. Stabilitas
2. *FLOW*
3. VITM (*Void In The Mix*)
4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)
5. *Marshall Quotient*

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dianggap dalam keadaan standart. Bahan-bahan untuk penelitian ini, seperti agregat dan aspal dianggap memiliki kualitas yang homogen seperti pada hasil pengujian.

Pada pengujian Marshall ini meliputi yaitu pengujian Marshall untuk mencari aspal optimum, pengujian Marshall untuk mencari kadar filler optimun abu sekam padi dan filler abu batu.

4.3.2. Uji perendaman Marshall (*Immersion Test*)

Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian marshall standar, hanya waktu perendaman di dalam *Waterbath* yang berbeda. Uji perendaman dilakukan selama 24 jam dalam suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah presentasi nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran tanpa rendaman (S1) adalah :

$$\text{indeks of retained strength} = \frac{S2}{S1} \times 100 \%$$

4.4. Hasil Penelitian

Setelah pengujian marshall, dilanjutkan dengan analisa data yang diperoleh. Analisa yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai marshall untuk mengetahui karakteristik campuran kedua benda uji yaitu benda uji yang menggunakan filler abu batu dan benda uji yang menggunakan *filler* abu sekam padi. Data yang akan diperoleh dari dari percobaan laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering (gram).
2. Berat dalam air (gram)
3. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

4. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).
5. Pembacaan arloji *flow* atau kelelehan.

Untuk mendapatkan nilai-nilai kepadatan (*density*), persen rongga dalam campuran (VITM), persen rongga terisi aspal (VFWA), diperlukan data-data sebagai berikut:

- a. Berat jenis aspal
- b. Berat jenis agregat
- c. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut:

$$\text{BJ. Agregat} = \frac{100}{(A/F1)+(B/F2)+(C/F3)}$$

keterangan :

A = Persentase agregat kasar. ; F1 = Berat jenis agregat kasar

B = Persentase agregat halus ; F2 = Berat jenis agregat halus

C = Persentase filler ; F3 = Berat jenis filler

Dari hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari parameter nilai-nilai dari:

1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian Marshall. Hasil tersebut kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg, dan harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas yang sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

2. Kelelahan (*Flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow saat pengujian Marshall. Nilai flow pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonfersi dalam milimeter.

3. Kepadatan (*Density*)

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* (BD) dihitung dengan rumus:

$$BD = g = \frac{c}{f}, \quad f = d - e$$

keterangan :

BD = g = Nilai kepadatan

c = Berat benda uji (gr) sebelum direndam

f = Volume benda uji (ml)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

4. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

VFWA adalah persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal ampai batas tertentu, dimana rongga telah

penuh. Artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.

Nilai VFWA dihitung dengan rumus:

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{J}$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100$$

$$i = \frac{b \times g}{B_j \text{ agregat}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_j \text{ agregat}}$$

$$I = 100 - j$$

Keterangan :

I = Persen rongga terisi aspal

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

i dan j = Rumus substitusi

5. VITM (*Void In the Total Mix*)

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak. Nilai VITM dihitung dengan rumus :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{B_j \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B_j \text{ aspal}}}$$

$$k = (100 - i - j)$$

$$VITM = 100 - (100 \times \frac{g}{h})$$

Keterangan :

h = Berat jenis maksimum teoritis campuran

k = jumlah kandungan rongga

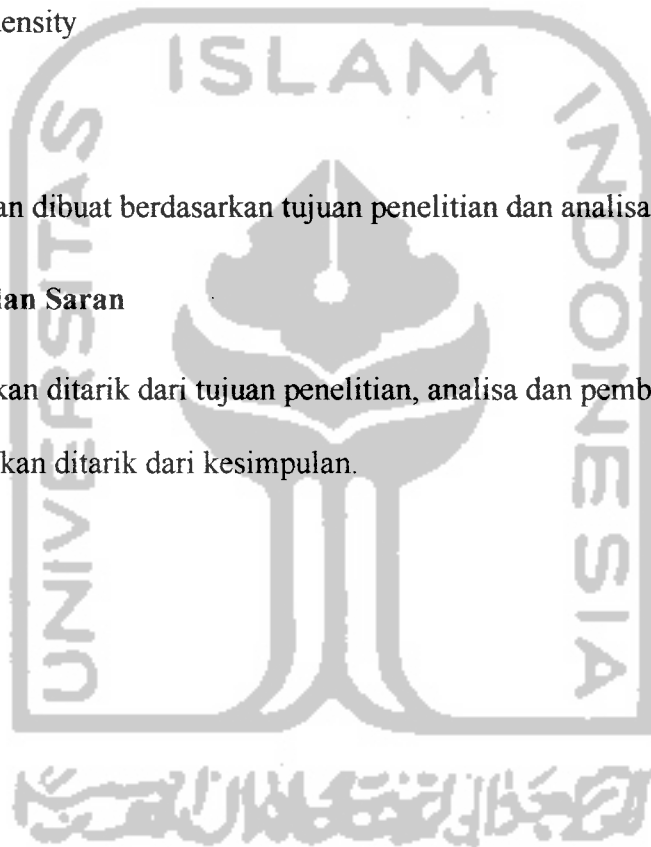
g = density

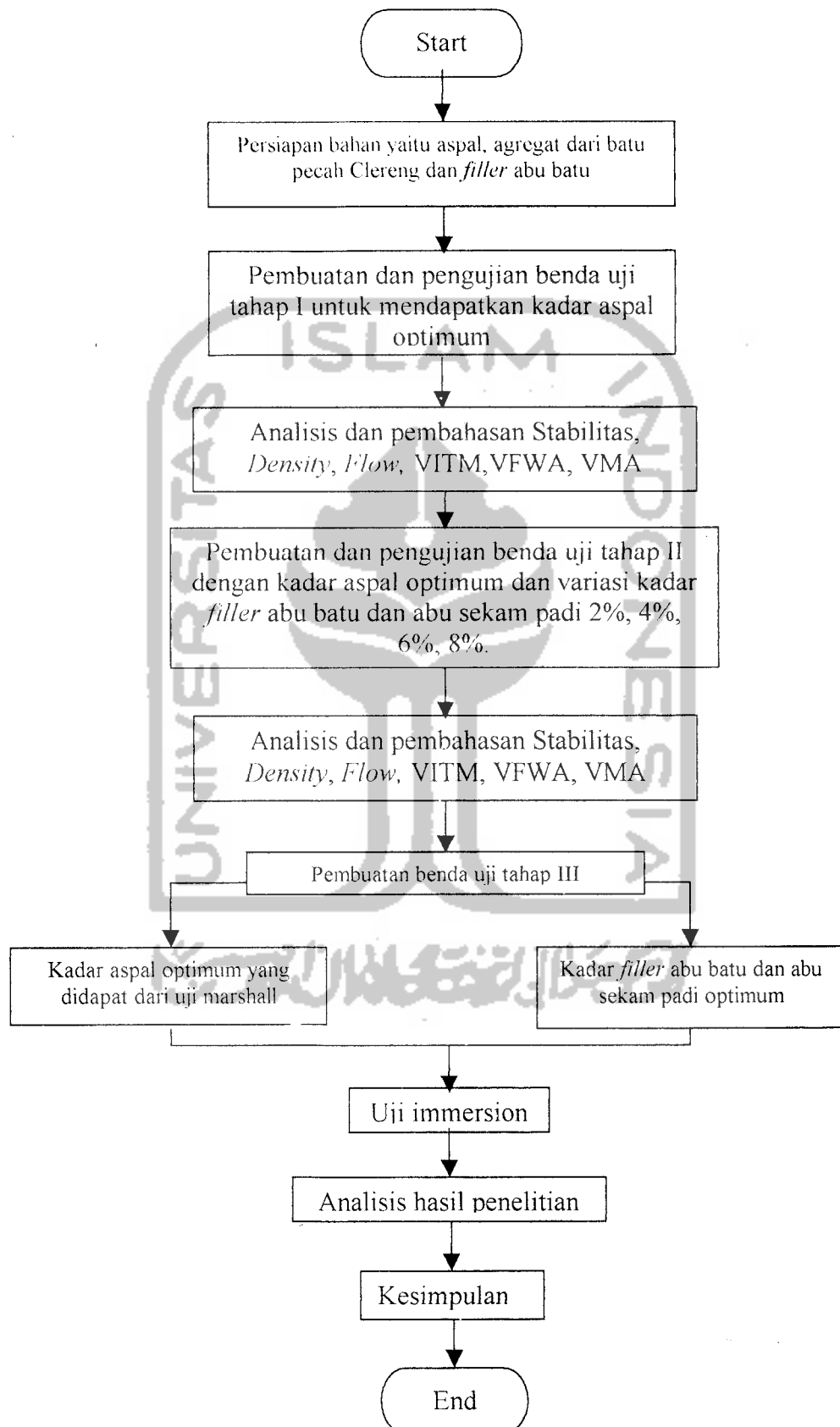
4.5. Pembahasan

Pembahasan dibuat berdasarkan tujuan penelitian dan analisa

4.6. Kesimpulan dan Saran

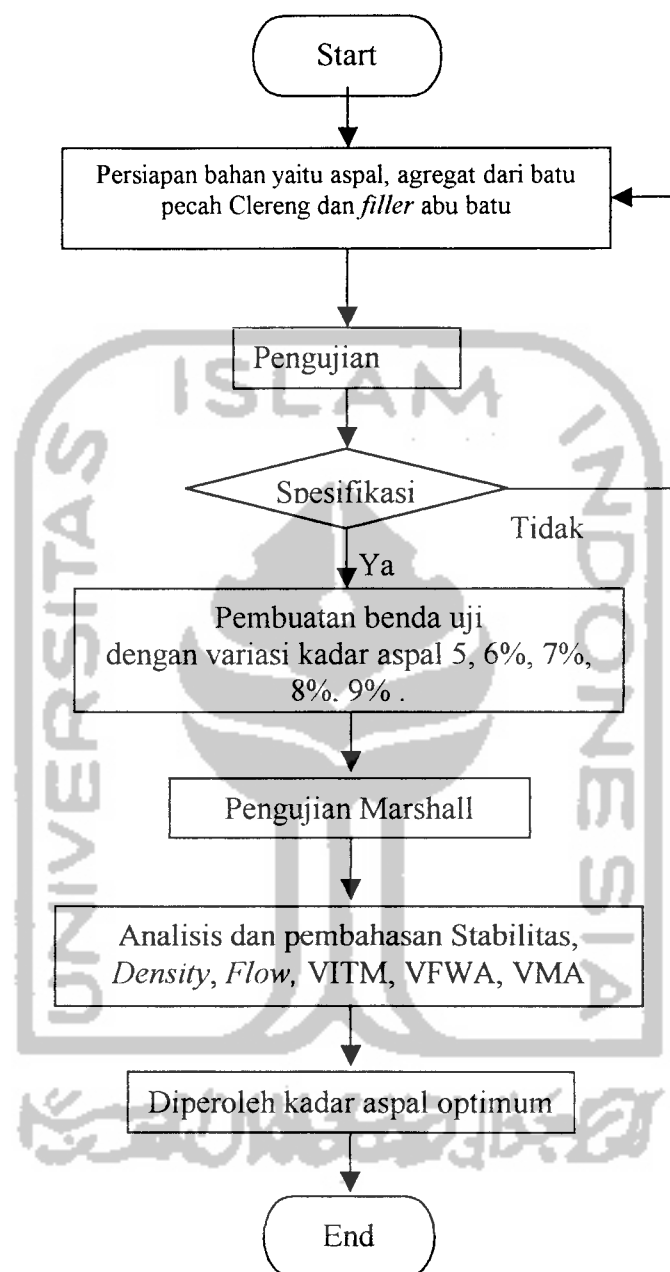
Kesimpulan akan ditarik dari tujuan penelitian, analisa dan pembahasan, sedangkan saran akan ditarik dari kesimpulan.



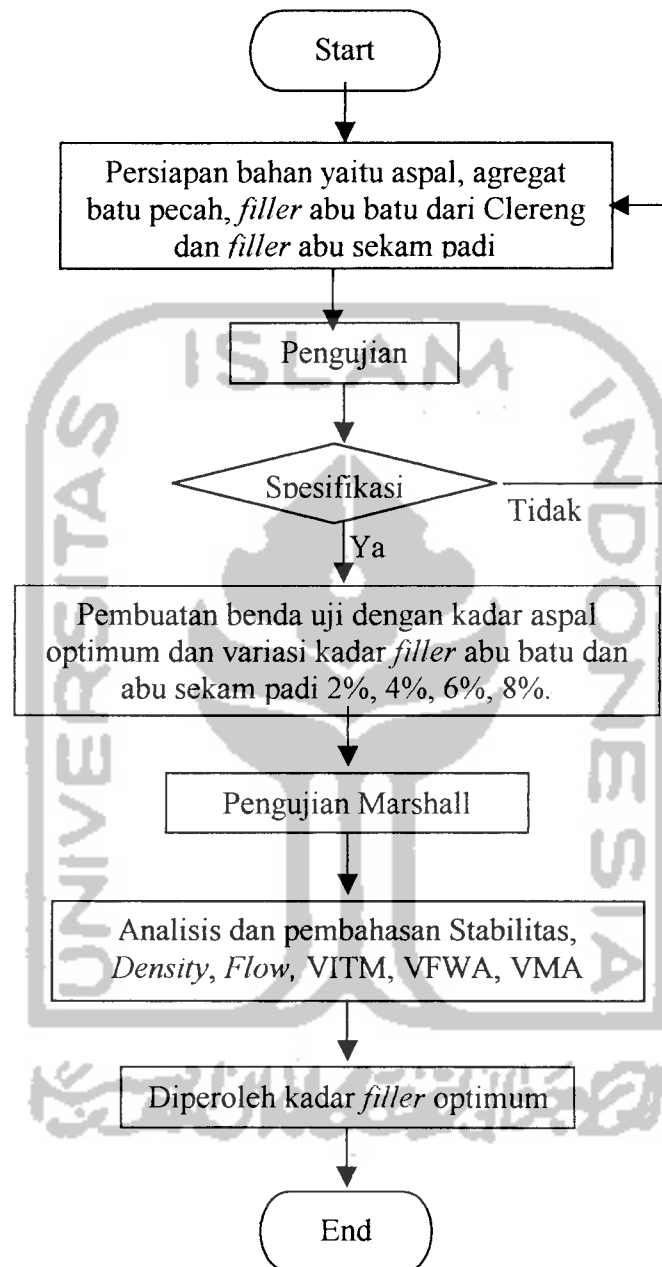


Gambar 4.2 Diagram Alur Penelitian Secara Keseluruhan

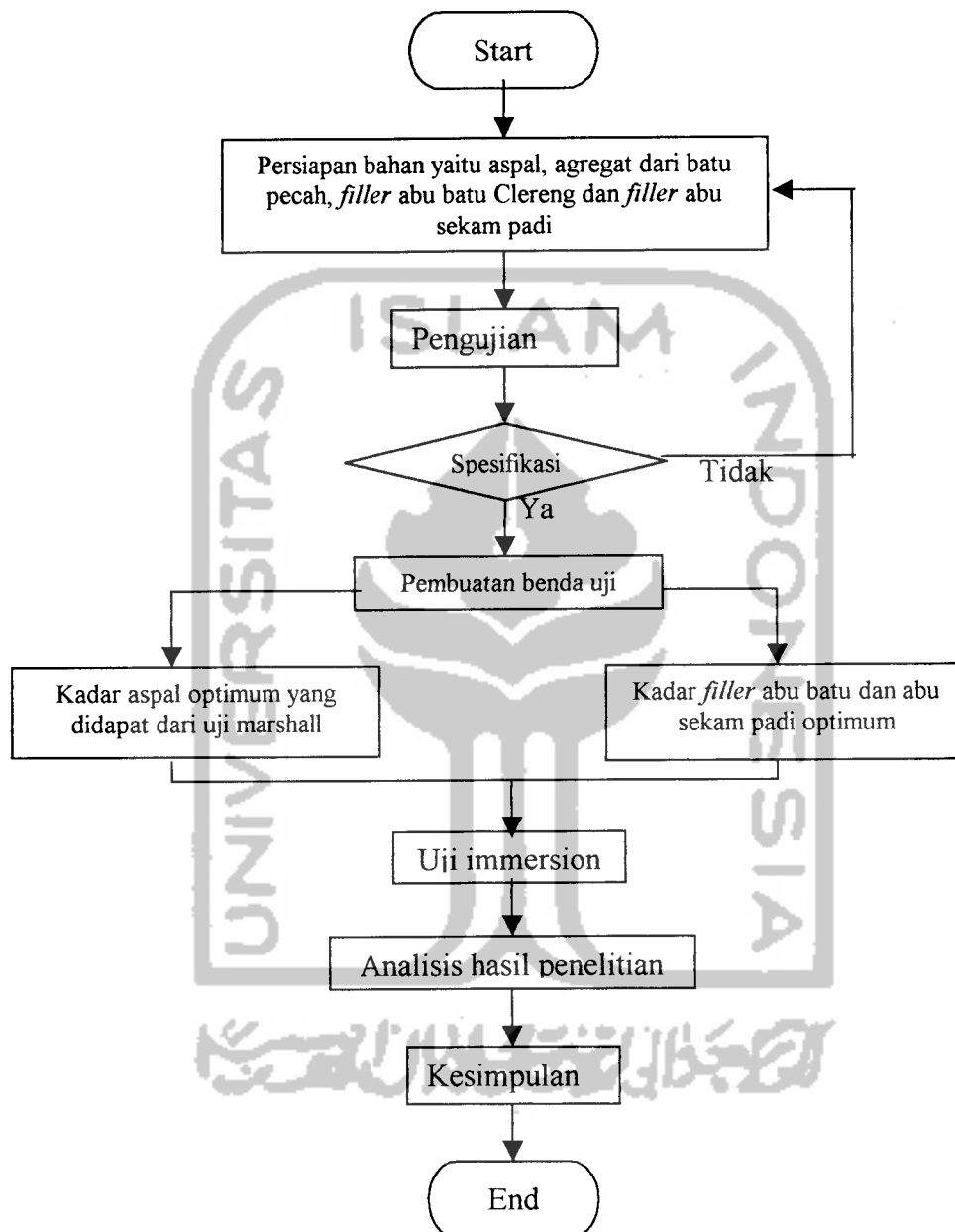




Gambar 4.3 Diagram alur untuk mendapatkan kadar aspal optimum



Gambar 4.4 Diagram alur untuk mendapatkan kadar *filler* optimum



Gambar 4.5 Diagram alur *Immersion Test*