

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

5.1. Umum

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan yang berupa agregat dan aspal, perencanaan campuran sampai tahap pelaksanaan pengujian dengan *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

5.2. Cara mendapatkan data

Data diperoleh setelah dilakukan beberapa pemeriksaan terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

5.2.1. Asal Bahan

Bahan agregat dan aspal yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT. PERWITA KARYA Yogyakarta sedangkan agregat pengisi atau *filler* yang berupa batu lintang (Kalsit) berasal dari daerah Ponjong, Gunung Kidul, DIY.

5.2.2. Pengujian Bahan

1. Pemeriksaan agregat

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah agregat dan aspal. Agregat berasal dari Clereng Kulon Progo yang telah di proses dengan alat pemecah

batu (*Stone Crusher*), sedangkan aspal yang digunakan adalah aspal jenis AC 60-70 produk Pertamina yang diperoleh dari laboratorium jalan raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan yang memenuhi syarat-syarat bahan perkerasan jalan.

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapis permukaan jalan yang mengandung 90-95 % agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan yang ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (*degradasi*) diperiksa dengan menggunakan abrasi Los Angeles (*Abrasion Los Angeles Test*), berdasarkan PB-0206-76, AASHTO T96-7 (1982). Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

Agregat yang telah disiapkan sesuai dengan gradasi dan berat yang ditetapkan, dimasukkan bersama bola-bola baja ke dalam mesin Los Angeles, lalu diputar dengan kecepatan 30/33 rpm selama 500 putaran. Nilai akhir dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula-berat benda uji tertahan saringan No.12 dengan berat benda uji semula. Nilai yang tinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan antara partikel dengan bola-bola uji. Nilai

abrasi $> 40\%$ menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan cukup untuk digunakan sebagai bahan / material lapisan perkerasan. Nilai abrasi $< 30\%$ baik sebagai bahan lapis penutup. Nilai abrasi $< 40\%$ baik sebagai bahan lapis permukaan dan lapisan pondasi atas. Nilai abrasi $< 50\%$ dapat dipergunakan sebagai bahan lapisan lebih ke bawah.

b. Pemeriksaan berat jenis (*Specific gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume dan berat volume air. Adapun pemeriksaan berat jenis berdasarkan manual PB 0202-76 atau AASHTO T 85-81 dengan persyaratan minimal 2,5. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

c. Pemeriksaan agregat terhadap air

Peresapan agregat terhadap air dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan air yang diijinkan maksimal sebesar 3%. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan, sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat.

d. Pemeriksaan kelekatan terhadap aspal

Pemeriksaan agregat untuk daya lekatnya terhadap aspal dilakukan dengan percobaan stripping mengikuti PB 0205-76 atau AASHTO T 182-82. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal untuk bahan campuran dengan aspal minimal 95%.

e. Pemeriksaan *Sand Equivalent Test*

Sand Equivalent Test dilakukan untuk mengetahui kadar debu bahan yang menyerupai lempung. *Sand Equivalent Test* dilakukan untuk partikel agregat lolos saringan no 4 sesuai dengan prosedur AASHTO-T176-73. Nilai yang disyaratkan minimal sebesar 50%.

2. Pengujian *filler*

Khusus dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah batu lintang dan abu batu yang lolos saringan no. 200 sesuai dengan petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (Laston) No. 13/PT/B/1983, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.

3. Pengujian bahan ikat aspal jenis aspal keras AC 60 – 70

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%. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal adalah sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pemeriksaan ini didasarkan pada PA-0301-76 atau AASHTO T49-80. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum + beban) selama 5 detik pada temperatur 25° C. Besarnya penetrasi diukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

b. Pemeriksaan titik lembek

Pemeriksaan titik lembek dilakukan dengan mengikuti prosedur PA-0302-76 atau AASHTO T 53-81. Pemeriksaan menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja. Titik lembek ialah suhu dimana suatu lapisan aspal dalam cincin yang diletakkan horizontal di dalam larutan air atau gliserin yang dipanaskan secara teratur menjadi lembek karena beban bola baja dengan diameter 9,53 mm seberat $\pm 3,5$ gram yang diletakkan di atasnya sehingga lapisan aspal tersebut jatuh melalui jarak 25,4 mm (1 inch). Aspal dengan titik lembek yang lebih tinggi kurang peka terhadap perubahan temperatur dan lebih baik untuk bahan pengikat konstruksi perkerasan.

c. Pemeriksaan titik nyala

Pemeriksaan titik nyala mengikuti prosedur AASHTO T 48-81 atau PA-0303-76, yang berguna untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat di permukaan aspal, dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Pemeriksaan titik nyala perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

d. Pemeriksaan berat jenis

Prosedur pemeriksaan berat jenis aspal mengikuti PA-0307-76 atau AASHTO T 228-79. 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 , dan

bejana gelas. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

e. Pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4

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, *goch crucible*, labu Erlenmeyer, labu penyaring, tabung penyaring, tabung karet untuk menahan *goch crucible*, 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.

f. Pemeriksaan daktilitas aspal

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-76. Besarnya daktilitas aspal yang disyaratkan adalah minimal 100 cm.

4. Pengujian bahan campuran beton aspal

Berdasarkan pengujian diperoleh antara lain nilai-nilai berikut ini.

a. *Stability* (ketahanan)

b. *Flow* (kelelahan)

- c. *Marshall Quotient*
- d. *Void in the mix* (% rongga pada campuran)
- e. *Void Filled with asphalt* (% rongga terisi aspal)
- f. *Density* (kepadatan)

5.3. Pengujian

Dalam tugas akhir ini pengujian yang dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *filler* batu lintang dan abu batu terhadap campuran ATB Laston.

Metode yang dipakai adalah menggunakan metode *Marshall Test* dan *Immersion Test*.

5.3.1. Uji Marshall

Pengujian campuran ini menggunakan uji *Marshall* yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik perkerasan. Berdasarkan pemeriksaan diperoleh nilai-nilai stabilitas, *flow*, VITM (*Void In The Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), *Marshall Quotient*.

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

Pada pengujian *Marshall* ini meliputi pengujian *Marshall* untuk mencari aspal optimum, pengujian *Marshall* untuk mencari kadar *filler* optimum abu batu dan batu lintang (kalsit).

5.3.2. Uji perendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Pengujian ini prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendaman di dalam *waterbath* yang berbeda. Menurut AASHTO T.165-74 atau ASTM D.1075-54 (1969) ada dua metode uji perendaman *Marshall* (*Immersion Test*) yaitu uji perendaman selama 4 x 24 jam dengan suhu $\pm 50^{\circ}$ C dan uji perendaman selama 1 x 24 jam dengan suhu $\pm 60^{\circ}$ C. Pada penelitian ini dipakai metode uji perendaman (*Marshall*) selama 24 jam dalam suhu konstan 60° C sebelum pembebanan diberikan.

5.4. Peralatan Yang Digunakan

5.4.1. Alat Tekan *Marshall*

Alat tekan *Marshall* terdiri dari :

1. *breaking Head* (kepala penekan) berbentuk lengkung
2. *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001")
3. arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01")

5.4.2. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji mold berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambungnya.

5.4.3. *Ejector Hydraulic Pump*

Alat ini berguna untuk mengeluarkan benda uji dari mold.

5.4.4. Dudukan Mold dan Batang Penumbuk

Dudukan mold dan batang penumbuk dengan permukaan tumbuk rata berbentuk silinder berat 4,536 kg (10 pon), tinggi 45,7 cm (18")

5.4.5. Oven

Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 200 – 300 ° C.

5.4.6. Bak Perendam (*Water Batch*)

Bak untuk merendam benda uji setelah ditumbuk yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20° C.

5.4.7. Perlengkapan – Perlengkapan Lain

1. Panci – panci untuk memanaskan bahan campuran
2. Pengukur suhu dari logam (*metal thermometer*) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 0,5% atau 1% dari kapasitas
3. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram
4. Kompor dan perlengkapannya
5. Sarung asbes dan karet
6. Termometer skala 200°C
7. Loyang seng dan loyang plastik
8. Sendok pengaduk

5.5. Jumlah Benda Uji

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk masing – masing variasi sampelnya, dengan demikian akan dibutuhkan benda uji :

Aspal (5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5% ; 7%)

1. untuk *filler* batu lintang, kadar 2% = 5 x 3 = 15 buah
2. untuk *filler* batu lintang, kadar 5% = 5 x 3 = 15 buah
3. untuk *filler* batu lintang, kadar 8% = 5 x 3 = 15 buah
4. untuk *filler* abu batu, kadar 2% = 5 x 3 = 15 buah
5. untuk *filler* abu batu, kadar 5% = 5 x 3 = 15 buah
6. untuk *filler* abu batu, kadar 8% = 5 x 3 = 15 buah

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 2%

1. Tes Marshall = 3 buah
2. Tcs Immersion = 3 buah

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 5%

1. Tes Marshall = 3 buah
2. Tes Immersion = 3 buah

Aspal optimum untuk *filler* batu lintang, kadar 8%

1. Tes Marshall = 3 buah
2. Tes Immersion = 3 buah

Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 2%

1. Tes Marshall = 3 buah
2. Tes Immersion = 3 buah



Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 5%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Aspal optimum untuk *filler* abu batu, kadar 8%

- | | |
|------------------|----------|
| 1. Tes Marshall | = 3 buah |
| 2. Tes Immersion | = 3 buah |

Sehingga jumlah total benda uji = 126 buah

5.6. Analisis Data

Setelah pengujian *Marshall*, dilanjutkan dengan analisa data yang diperoleh. Analisa yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai *Marshall* yang digunakan untuk mengetahui karakteristik campuran kedua benda uji, yaitu benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan benda uji yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit). Data yang diperoleh dari penelitian laboratorium adalah sebagai berikut :

1. tebal benda uji (mm)
2. berat kering / sebelum direndam (gram)
3. berat dalam keadaan SSD / jenuh (gram)
4. berat dalam air (gram)
5. pembacaan arloji stabilitas (lbs)
6. pembacaan arloji *flow* (mm)

Dari data – data di atas dapat dihitung harga – harga dari *density*, VITM, VFWA, stabilitas dan *Marshall Quotient*. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. Berat Jenis aspal = (*Berat / Volume*),
2. Berat Jenis agregat, dan

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus (5.1) di bawah ini.

$$BJ \text{ agregat} = \frac{100}{(A/F_1) + (B/F_2) + (C/F_3)} \dots\dots\dots(5.1)$$

Keterangan :

A = Persentase agregat kasar, F_1 = Berat jenis agregat kasar
 B = Persentase agregat halus, F_2 = Berat jenis agregat halus
 C = Persentase *filler*, F_3 = Berat jenis *filler*

3. Berat Jenis teoritis campuran menggunakan rumus (5.2) di bawah ini.

$$h = \frac{100}{\frac{\%aggr}{BJ.aggr} + \frac{\%aspal}{BJ.aspal}} \dots\dots\dots(5.2)$$

Data hasil perhitungan di atas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai dari :

1. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian *Marshall*. Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji (Tabel 5.1). Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus (5.3) di bawah ini.

$$S = p \times q \dots\dots\dots(5.3)$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

Tabel 5.1. koreksi tebal benda uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
46	1,79	61,9	1,04
47,6	1,67	63,5	1
49,2	1,56	64	0,96
50,8	1,47	65,1	0,93
52,4	1,39	66,7	0,89
54,4	1,32	68,3	0,86
55,6	1,25	71,4	0,83
57,2	1,19	73	0,81
58,7	1,14	74,6	0,78
60,3	1,09	76,2	0,73

Sumber : Panduan Praktikum Jalan Raya

2. Kelelahan (*Flow*)

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelahan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan *inch*, maka harus dikonversikan dalam satuan milimeter.

3. Kepadatan (*Density*)

Nilai kepadatan / *density* dihitung dengan rumus (5.4) dan (5.5) di bawah ini.

$$g = c / h \quad \dots\dots\dots(5.4)$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots(5.5)$$

Keterangan : g = Nilai kepadatan (gr/cc)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

c = Berat kering / Sebelum direndam (gr)

4. VFWA (*Void Filled With asphalt*)

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai 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 (5.6) – (5.10) di bawah ini.

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{j} \quad \dots\dots\dots(5.6)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5.7)$$

$$i = \frac{bxg}{BJ.agregat} \quad \dots\dots\dots(5.8)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ.agrebat} \quad \dots\dots\dots(5.9)$$

$$l = 100 - j \quad \dots\dots\dots(5.10)$$

Keterangan : a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

l = Persen rongga terisi aspal

i dan j = Rumus substitusi

5. VITM (*Void In The 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 (5.11) – (5.14) di bawah ini.

$$VITM = (100 - i - j) \dots \dots \dots (5.11)$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \dots \dots \dots (5.12)$$

$$i = \frac{h \times g}{BJ. agregat} \dots \dots \dots (5.13)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{BJ. agregat} \dots \dots \dots (5.14)$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

g = *density*

i dan j = Rumus substitusi

6. Marshall Quotient (MQ)

Nilai dari *Marshall Quotient* diperoleh dengan rumus (5.15) di bawah ini.

$$M = S / R \quad \dots\dots\dots(5.15)$$

Keterangan :

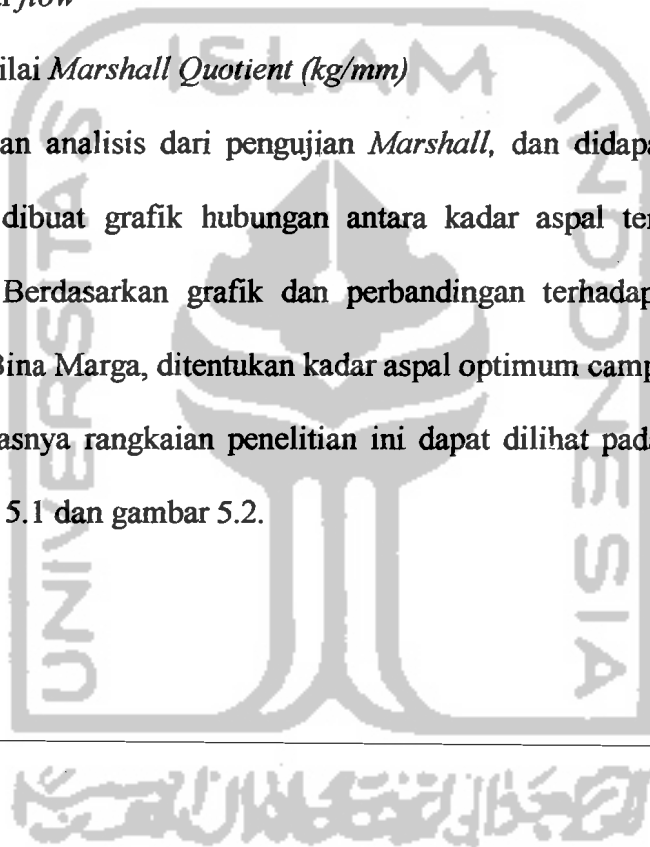
S = Nilai stabilitas

R = Nilai *flow*

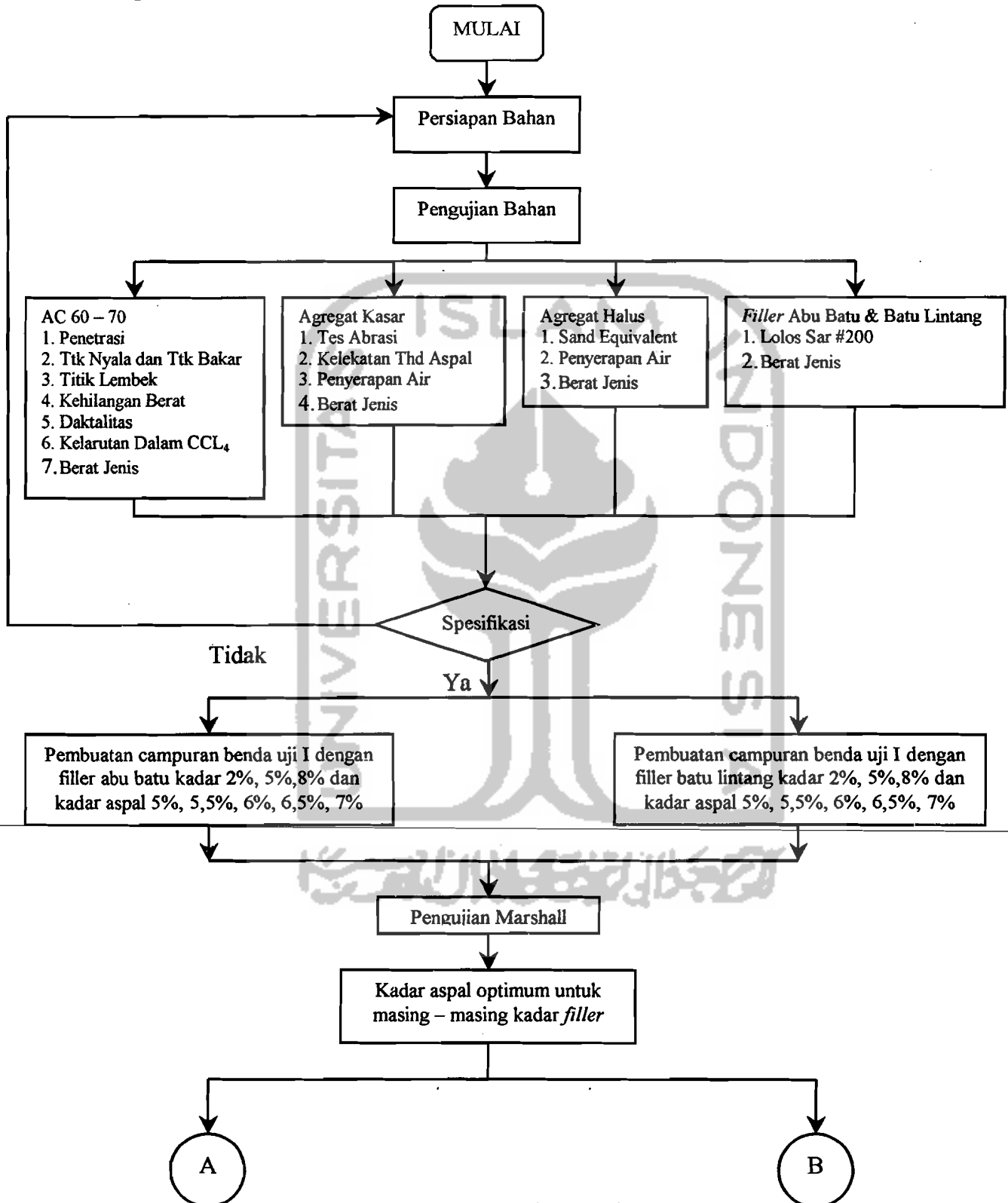
MQ = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

Setelah dilakukan analisis dari pengujian *Marshall*, dan didapat nilai-nilai karakteristik *Marshall*, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.

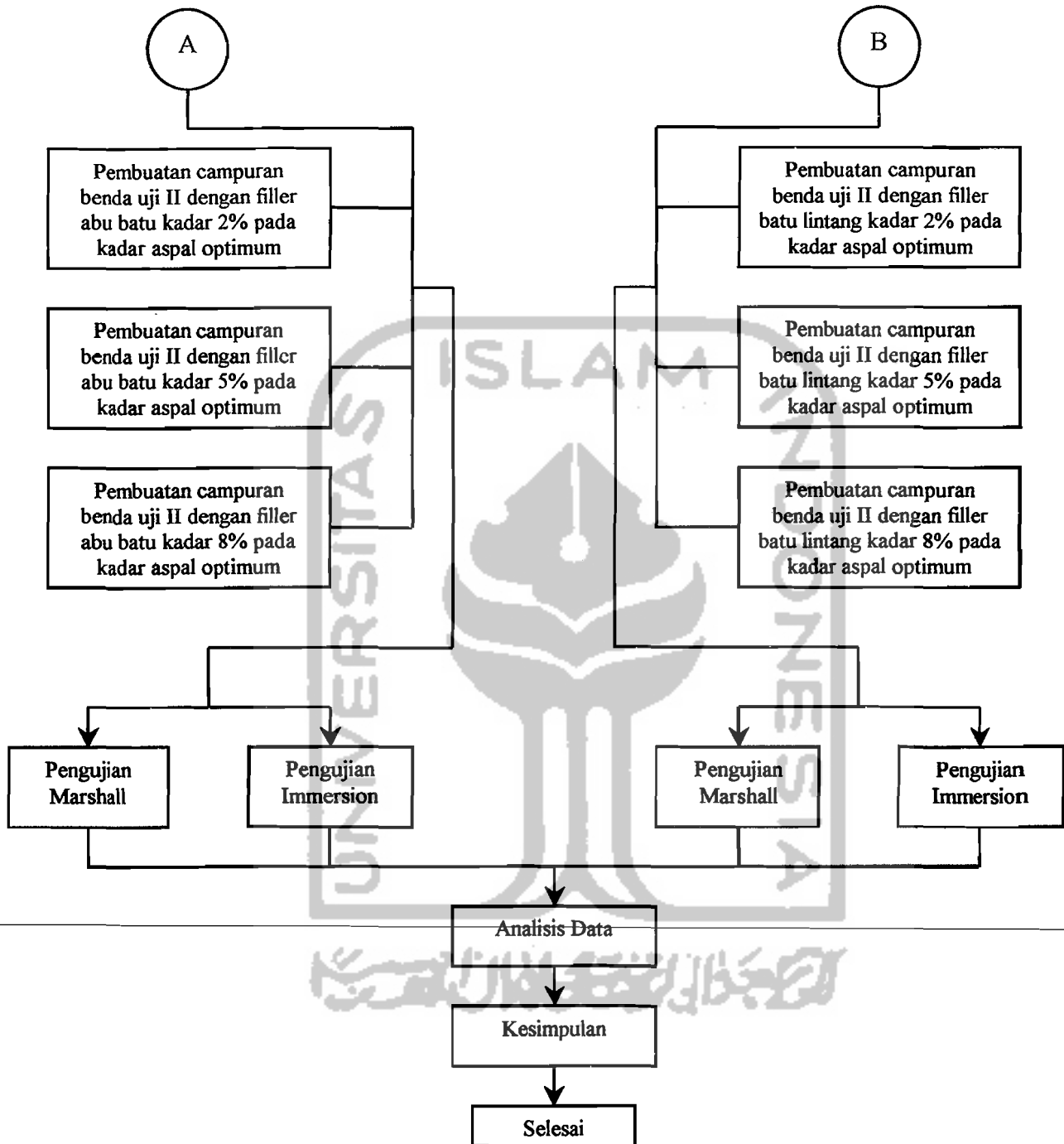
Untuk lebih jelasnya rangkaian penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada gambar 5.1 dan gambar 5.2.



5.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 5.2. Bagan Alir Penelitian