

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara untuk mengambil, menganalisis, dan mengidentifikasi variabel yang dilakukan untuk mencari pemecahan masalah dari pokok permasalahan yang akan diambil terhadap penelitian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah metode eksperimental, yaitu membuat percobaan untuk mendapatkan sebuah data atau menganalisis data dengan memanipulasi variabel dan meneliti akibat-akibatnya, dimana variabel disini merupakan batu pecah sungai Boyong sebagai pengganti agregat kasar yang diambil dari Candibinangun, Sleman. Data ini kemudian diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan dengan standar spesifikasi yang ada. Persyaratan dan prosedur yang digunakan mengacu kepada peraturan Bina Marga 2010. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh-pengaruh penggunaan batu pecah sungai Boyong sebagai campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* terhadap karakteristik *Marshall, Immersion Test*, dan *Indirect Tensile Strength Test*.

4.2 METODE PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel merupakan bagian kecil atau perwakilan pada sebuah populasi yang lebih besar dan dapat memberikan gambaran akan suatu hal yang diperlukan seorang peneliti. Sampel diperlukan dalam sebuah penelitian untuk mengetahui kondisi campuran beton aspal, walaupun sampel tersebut belum tentu dapat memberikan gambaran kondisi campuran beton aspal sepenuhnya.

Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan secara *nonprobability sampling* yang termasuk ke dalam kelompok *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel dengan cara menentukan target

dari elemen populasi yang diperkirakan paling cocok untuk dikumpulkan datanya. Pada penelitian ini, target merupakan agregat kasar pada campuran aspal.

Beberapa pedoman yang perlu dipertimbangkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan sampel dengan tujuan penelitian.
2. Sampel yang digunakan disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang sudah ditetapkan berdasarkan tujuan penelitian.

Peneliti melakukan pengambilan sampel agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Aspal Starbit E-60 yang diambil dari Cilacap. Sedangkan batu pecah sungai Boyong sebagai agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini di ambil dari Candibinangun, Sleman.

4.3 METODE PENGAMBILAN DATA

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang di susun secara sistematis. Untuk mengumpulkan data sampel penelitian dilakukan dengan metode tertentu sehingga sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang diperoleh dapat di ambil dari berbagai sumber. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama, yaitu dengan cara *experiment* langsung yang dilakukan di lokasi penelitian. Langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut.
 - a. Melakukan pemeriksaan bahan.
 - b. Mencari Kadar Aspal Optimum.
 - c. Melakukan pengujian *Marshall Test*.
 - d. Melakukan pengujian *Immersion Test*.
 - e. Melakukan pengujian *Indirect Tensile Strength Test*.

2. Data sekunder merupakan sumber data yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait yang berhubungan dengan pengamatan yang dilakukan. Data sekunder ini berfungsi sebagai pendukung data primer.

4.4 TAHAPAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII), Yogyakarta disajikan dalam gambar diagram bagan alir penelitian (Gambar 4.1).

4.4.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat alami yang dipecahkan, agregat ini berasal dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, dan batu pecah sungai Boyong dari Candibinangun, Sleman.
2. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini yaitu pasir Clereng yang berasal dari Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta.
3. Aspal yang digunakan merupakan aspal Starbit E-60 yang diambil dari PT. Bintang Jaya, Cilacap.

4.4.2 Persiapan Alat

Semua peralatan yang dibutuhkan untuk penelitian ini tersedia di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII), Yogyakarta. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Seperangkat alat uji pengujian fisik agregat, meliputi mesin *Los Angeles*, saringan standar, dan tabung *Sand Equivalent*.
2. Seperangkat alat uji karakteristik campuran metode *Marshall*, meliputi alat tekan yang terdiri dari cincin penguji (*Proving Ring*) berkapasitas 2500 kg (5000 *Pound*)

dengan ketelitian 12,5 kg (25 *Pound*), cetakan benda uji *mold*, mesin tekan lengkap dengan kepala penekan berbentuk lengkung (*Breaking Head*), dilengkapi arloji tekan ketelitian 0,0025 cm (0,0001”), arloji kelelahan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”) dengan perlengkapan, serta dilengkapi alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 4,536 kg (10 *Pound*), tinggi jatuh 45,7 cm (18 *inch*), bak perendam (*water bath*), oven dan spatula.

3. Seperangkat alat uji *Immersion Test*, meliputi alat tekan yang terdiri dari cincin penguji (*Proving Ring*) berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg, arloji pengukuran stabilitas, arloji pengukuran kelelahan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm, serta dilengkapi dengan alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 4,536 kg (10 *Pound*) dan tinggi jatuh 10 cm, spatula, bak perendaman (*water bath*), dan oven.
4. Seperangkat alat uji *Tensile Strength Test*, meliputi alat tekan (*strip loading*) selebar 0,5 *inch*, arloji pengukur kelelahan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm, dilengkapi dengan alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 4,536 kg (10 *Pound*) dan tinggi jatuh 45,7 cm (18 *inch*), cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm, dan oven.

4.4.3 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran dalam penelitian ini menggunakan metode Bina Marga. Bahan-bahan untuk penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal yang diuji terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan apakah telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Setelah pengujian agregat dan aspal selesai, selanjutnya dilakukan penyaringan agregat dengan gradasi yang direncanakan. Gradasi rencana dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini. Setelah penyaringan, kemudian dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat dengan gradasi yang telah ditentukan oleh

spesifikasi. Setelah semua bahan di siapkan dan memenuhi syarat selanjutnya dilakukan pengujian *Marshall Test*, *Immersion Test*, dan *Indirect Tensile Strength Test*. Berikut merupakan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Gradasi Rencana

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah Persen (%)	
		Min	Max	Lolos	Tertahan
1 ½"	37,5 mm				
1"	25 mm	100	100	100	0
¾"	19 mm	90	100	95	5
½"	12,5 mm	75	90	82,5	17,5
⅜"	9,5 mm	66	82	74	26
No. 4	4,75 mm	46	64	55	45
No. 8	2,36 mm	30	49	39,5	60,5
No. 16	1,18 mm	18	38	28	72
No. 30	0,6 mm	12	28	20	80
No. 50	0,3 mm	7	20	13,5	86,5
No. 100	0,15 mm	5	13	9	91
No. 200	0,075 mm	4	8	6	94
Pan		0	0	0	100

(Sumber: Bina Marga 2010, Revisi 3)

4.5 PENGUJIAN YANG DILAKUKAN

Pada penelitian ini dilakukan 3 pengujian, yaitu *Marshall Test*, *Immersion Test*, dan *Indirect Tensile Strength Test*.

4.5.1 Pengujian *Marshall*

Langkah-langkah pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut:

1. benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel,
2. masing-masing benda uji di beri pengenal,
3. benda uji diukur ketebalannya tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu di rata-rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm,
4. benda uji ditimbang untuk mengetahui berat keringnya,

5. benda uji direndam air selama 20-24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air,
6. benda uji ditimbang di dalam air untuk mendapatkan isi,
7. benda uji dikeringkan dengan kain lap yang lembab sampai kering permukaan jenuh (*SSD*),
8. benda uji ditimbang dalam kondisi *SSD*,
9. benda uji aspal panas atau benda uji tar direndam dalam bak perendam selama 30 menit sampai pada suhu $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$, atau dipanaskan dalam oven selama 2 jam dengan suhu tetap ($60 \pm 1^{\circ}\text{C}$, atau ($38 \pm 1^{\circ}\text{C}$ untuk benda uji tar,
10. batang penuntun (*Guide road*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*Test Head*) di bersihkan sebelum melakukan pengujian. Batang penuntun di beri pelumas sehingga kepala penekan bagian atas dapat meluncur bebas. Bila dikehendaki, kepala penekan di rendam bersama-sama benda uji pada suhu antara 11 sampai 38°C ,
11. arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada posisi di atas salah satu batang penuntun (*guide road*),
12. kepala penekan (*test head*) benda uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian di atur pada kedudukan arloji tekan pada angka nol,
13. pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti maka dimulai kembali berputar menurun, maka dibaca arloji kelelehannya,
14. setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat uji, dan
15. hasil dapat diketahui dari proses perhitungan selanjutnya.

4.5.2 Pengujian *Immersion*

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. persiapan bahan,

2. benda uji dibuat dengan nilai kadar aspal optimum yang telah di dapat dari *Marshall Test* menggunakan batu pecah sungai Boyong sebagai agregat kasar dengan proporsi 0%, 25%, 75%, dan 100%,
3. pengujian *Immersion Test* dilakukan dengan lama perendaman 24 jam,
4. dilakukan analisis dan pembahasan pada hasil pengujian *Immersion Test*, dan
5. dibuat kesimpulan.

4.5.3 Pengujian *Indirect Tensile Strength*

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

1. persiapan bahan,
2. benda uji dibuat dengan nilai kadar aspal optimum yang telah di dapat dari *Marshall Test* menggunakan batu pecah sungai Boyong sebagai agregat kasar dengan proporsi 0%, 25%, 75%, dan 100%,
3. benda uji diletakkan pada alat uji *Indirect Tensile Strength* untuk dilakukan pengujian,
4. didapat nilai dial dari hasil pengujian,
5. dilakukan analisis dan pembahasan pada hasil pengujian *Immersion Tensile Strength*, dan
6. dibuat kesimpulan.

4.6 ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dari percobaan laboratorium adalah: tebal benda uji (gram), berat benda uji sebelum direndam (gram), berat benda uji di dalam air (gram), berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram), pembacaan arloji stabilitas (kg), dan pembacaan arloji kelelehan *flow* (mm).

Dari data-data di atas dapat di hitung nilai *VMA (Void in Mineral Aggregate)*, *VFWA (Void Filled with Asphalt)*, *VITM (Void in Total Mix)*, stabilitas (*stability*), *MQ (Marshall Quotient)*, kepadatan (*density*) dan kelelehan (*flow*), dapat di hitung berdasarkan data-data berikut.

1. Berat Jenis Aspal = (Berat / Volume).

2. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, dan agregat halus. Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus Persamaan 4.1 di bawah ini.

$$B_j \text{ agregat} = \frac{100}{\left(\frac{A}{F_1}\right) + \left(\frac{B}{F_2}\right)} \quad (4.1)$$

Keterangan:

A = Persentase agregat kasar,

B = Persentase agregat halus,

F1 = Berat jenis agregat kasar, dan

F2 = Berat jenis agregat halus.

3. Berat jenis teoritis campuran menggunakan rumus Persamaan 4.2 berikut ini.

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{B_j \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B_j \text{ agregat}}} \quad (4.2)$$

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

a. *VMA (Void in Mineral Aggregate)*

$$j = \frac{(100-b) \times g}{B_j \text{ Agregat}} \quad (4.3)$$

$$I = 100 - j \quad (4.4)$$

Keterangan:

I = Nilai *VMA* (%),

b = Persentase aspal terhadap campuran (%), dan

g = Berat isi sampel (gr/cc).

Menurut Bina Marga, 2010 nilai *VMA* > 14%

b. *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* di hitung dengan rumus di bawah ini:

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{j} \quad (4.5)$$

$$B = \frac{a}{100+a} \times 100 \quad (4.6)$$

$$I = \frac{b \times g}{Bj \text{ agregat}} \quad (4.7)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{Bj \text{ agregat}} \quad (4.8)$$

$$I = 100 - j \quad (4.9)$$

Keterangan:

- a = persentase aspal terhadap batuan,
- b = persentase aspal terhadap campuran,
- I = persen rongga terisi aspal,
- I, j = rumus substitusi, dan
- g = berat isi sampel (gr/cc).

c. *VIM (Void in the Mix)*

$$n = 100 - \left(100 - \frac{g}{h}\right) \quad (4.10)$$

$$h = 100 - \left(\frac{100}{\frac{\% \text{ Agregat}}{Bj \text{ Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{Bj \text{ Aspal}}} \right) \quad (4.11)$$

Keterangan:

- g = Berat isi sampel (gr/cc),
 n = Nilai *VIM*, dan
 h = Berat jenis maksimum teoritis campuran.

Menurut Bina Marga 2010, nilai *VIM* 3 – 5%

d. Stabilitas (*Stability*)

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. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus di bawah ini.

$$q = p \times s \quad (4.12)$$

Keterangan:

- q = Angka stabilitas,
 p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat, dan
 s = Angka koreksi tebal benda uji.

Menurut Bina Marga 2010, nilai stabilitas > 800 kg.

e. *MQ* (*Marshall Quotient*)

Nilai dari *Marshall Quotient* dapat diperoleh dengan rumus di bawah ini.

$$MQ = \frac{q}{r} \quad (4.13)$$

Keterangan:

- MQ* = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm),
 Q = Nilai stabilitas (kg), dan
 R = Nilai (*flow*).

Menurut Bina Marga 2010, nilai *MQ* > 250 kg/mm

f. Kelelehan (*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 dikonzersikan dalam satuan milimeter.

Menurut Bina Marga 2010, nilai *flow* > 3 kg.

Nilai *Index of Retained Strength* diperoleh dari hasil *Immersion Test* kemudian diolah menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Index of Retained Strength} = \left(\frac{S_2}{S_1} \right) \times 100 \quad (4.14)$$

Keterangan:

S1 = Stabilitas setelah direndam selama 0,5 jam, dan

S2 = Stabilitas setelah direndam selama 24 jam.

4.7 BENDA UJI

Jumlah benda uji dalam penelitian ini adalah sebanyak 75 benda uji, untuk lebih jelasnya, jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji untuk Mencari Nilai KAO

KA	Variasi Proporsi Agregat				
	Batu pecah Sungai Boyong (%) : Batu Clereng (%)				
	0 : 100	25 : 75	50 : 50	75 : 25	100 : 0
4,5%	3	3	3	3	3
5%	3	3	3	3	3
5,5%	3	3	3	3	3
6%	3	3	3	3	3
6,5%	3	3	3	3	3
Jumlah	15	15	15	15	15
Σ benda uji	75				

Setelah memperoleh nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* pada setiap perbandingan variasi agregat kasar yang direncanakan yaitu:

- a. 100% batu pecah sungai Boyong : 0% batu Clereng,

- b. 75% batu pecah sungai Boyong : 25% batu Clereng,
- c. 50% batu pecah sungai Boyong : 50% batu Clereng,
- d. 25% batu pecah sungai Boyong : 75% batu Clereng, dan
- e. 0% batu pecah sungai Boyong : 100% batu Clereng

Dari perbandingan tersebut, akan diperoleh nilai KAO yang paling efektif yang bekerja pada campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Pada tahap ini keseluruhan benda uji yang diteliti adalah 75 buah benda uji, yaitu 3 benda uji untuk masing-masing perbandingan agregat kasar dengan persentase berbeda guna pengujian *Marshall Standard*, *Marshall Immersion*, dan *Indirect Tensile Strength*. Jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.3.

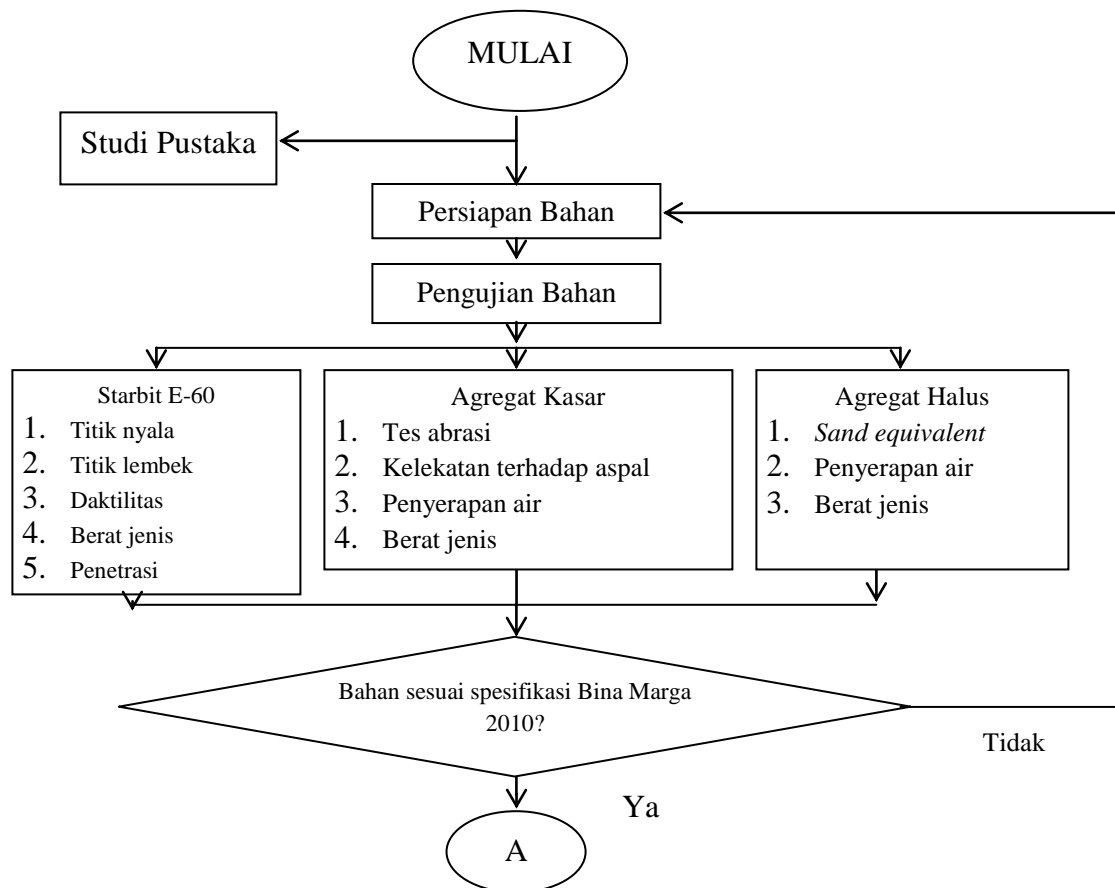
Tabel 4.3 Jumlah Benda Uji Berdasarkan KAO

Jenis Pengujian	Variasi Proporsi Agregat				
	Batu pecah Sungai Boyong (%) : Batu Clereng (%)				
	0 : 100	25 : 75	50 : 50	75 : 25	100 : 0
<i>Marshall Standard</i> (30 menit)	3	3	3	3	3
<i>Marshall Immersion</i> (24 jam)	3	3	3	3	3
<i>Indirect Tensile Strength</i>	3	3	3	3	3
Σ benda uji	45				

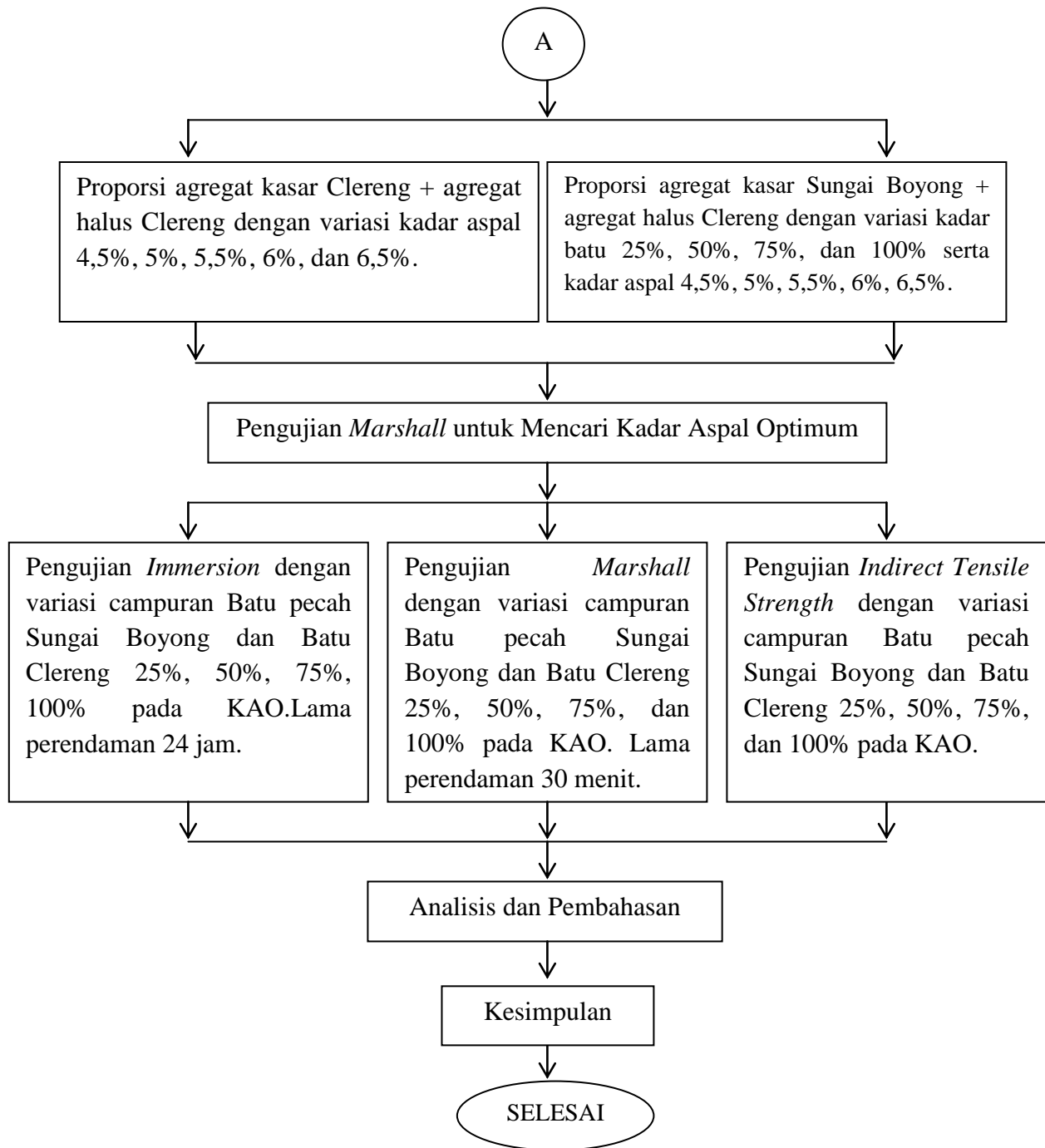
Sehingga jumlah total keseluruhan benda uji yang akan dilakukan dalam penelitian adalah sebanyak 120 benda uji.

4.8 BAGAN ALIR PENELITIAN

Bagan alir merupakan penjelasan secara singkat yang berupa tahapan-tahapan dalam menjalankan penelitian. Untuk lebih jelasnya diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Bagan Alir Metode Penelitian (1 dari 2)



Gambar 4.1 Lanjutan Bagan Alir Metode Penelitian (2 dari 2)