

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1. Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan suatu rangkaian kegiatan secara stuktur dan sistematis yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi dan data sehingga mendapatkan jawaban yang tepat atas apa yang menjadi pertanyaan pada objek penelitian. Pada penelitian Tugas Akhir ini, dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dimana untuk mendapatkan dan mengumpulkan data dilakukan melalui serangkaian kegiatan percobaan yang kemudian dilakukan pengolahan data guna mendapatkan hasil penelitian dan disesuaikan dengan standar spesifikasi yang digunakan.

Standar spesifikasi prosedur penelitian yang digunakan mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan spesifikasi Bina Marga 2010.

### **4.2. Metode Pengambilan Data**

Pengambilan data dalam penelitian Tugas Akhir ini dilakukan selama pengujian. Selama pengujian, sampel uji dikelompokkan sehingga diperoleh data berupa nilai *Marshall* diantaranya nilai stabilitas, *flow*, *density*, *VFWA*, *VITM*, *VMA*, *ITS*, *Cantabro*, dan *Immersion*.

### **4.3. Tahapan Penelitian**

Semua kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, FTSP, Universitas Islam Indonesia. Rentetan urutan penelitian yang dilakukan adalah melakukan persiapan dan pemeriksaan material, persiapan alat, perencanaan campuran dengan pembuatan sampel benda uji, pengujian *Marshall*, pengujian *Indirect Tensile Strength (ITS)*, pengujian *Cantabro* dan pengujian *Immersion*.

#### **4.3.1. Persiapan dan Pemeriksaan Material**

Persiapan dan Pemeriksaan bahan dilakukan sebelum digunakan pada campuran perkerasan dengan melakukan rangkaian pengujian yaitu berupa

pengujian agregat dan aspal. Adapun macam pengujian dapat dilihat sebagai berikut.

1. Pengujian Agregat

a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis, berat kering permukaan jenuh dan berat jenis semu serta mengetahui tingkat penyerapan air oleh agregat. Pengujian ini berlandaskan pada SNI 1969 : 2008

b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis, berat jenis permukaan jenuh dan berat jenis semu, serta mengetahui tingkat penyerapan air oleh agregat halus. Pengujian ini berlandaskan pada SNI 1970 : 2008

c. Pengujian kelekatan agregat oleh aspal

Pengujian kelekatan agregat oleh aspal bertujuan untuk mengetahui daya lekat agregat terhadap aspal. Pengujian ini berlandaskan pada SNI 06-2439-1991.

d. Pengujian analisa saringan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dan halus dengan menggunakan saringan.

e. Pengujian keausan agregat

Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, dimana pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan. Pengujian ini berlandaskan pada SNI 2417 : 2008.

f. Pengujian *Sand Equivalent*

Tujuan dari pengujian *sand equivalent* untuk menentukan adanya kadar debu, lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada tanah/agregat halus. Pengujian ini berlandaskan pada SNI 3423-2008.

## 2. Pengujian Aspal

### a. Pengujian Berat Jenis Aspal

Pengujian berat jenis aspal ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis campuran antara aspal dan agregat. Besarnya berat jenis aspal penting dalam perencanaan campuran agregat dan aspal, karena digunakan untuk menentukan kadar aspal dalam campuran. Pengujian Berat Jenis Aspal berlandaskan pada SNI 06-2441-1991.

### b. Pengujian Titik Lembek Aspal

Pengujian titik lembek bertujuan untuk mengetahui temperatur aspal dimana aspal mengalami batas perpindahan dari padat ke cair. Pada pengujian titik lembek ini dapat diketahui pada temperature berapa aspal akan mengalami kelelehan. Pengujian Titik Lembek Aspal ini berlandaskan pada SNI 06-2434-1991.

### c. Pengujian Daktilitas Aspal

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pengujian daktilitas berlandaskan pada SNI 06-2432-1991.

### d. Pengujian Penetrasi Aspal

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai penetrasi aspal yang akan digunakan. Pengujian Penetrasi berlandaskan pada SNI 06-2456-1991.

### e. Pengujian kelarutan dalam *TCE*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyaknya aspal yang larut dalam *Karbon Tetra Klorida*. Pengujian ini berlandaskan pada RSNI M 04-2004.

### f. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan suhu saat aspal terlihat menyala singkat dipermukaannya (titik nyala) dan suhu saat terlihat menyala sekurang-kurangnya 5 detik (titik bakar). Pengujian ini berlandaskan pada SNI 06-2433-2011.

Berikut persyaratan pengujian aspal pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Pengujian Aspal Starbit E-55**

Jenis Pengujian	Metode Penelitian	Aspal Starbit E-55
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	Min 1,0
Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	Min 54
Daktilitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432 : 2011	Min 100
Penetrasi pada 25 °C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	Min 40
Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-03	Min 99
Titik Nyala (°C)	SNI 2433 : 2011	Min 232

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2010)

### 3. Pengujian *Filler*

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari bahan pengisi (*filler*) serbuk batu gamping. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram,
- b. Piknometer, dan

Prosedur pengujian berat jenis adalah sebagai berikut.

- a. Dilakukan penimbang piknometer (W1),
- b. Dimasukkan benda uji berupa serbuk batu gamping kedalam piknometer, lalu menimbang beratnya (W2),
- c. Setelah itu menambahkan air kedalam piknometer yang telah terisi benda uji serbuk batu gamping, lalu menimbang beratnya (W3),
- d. Benda uji dikeluarkan dari piknometer lalu dibersihkan,
- e. Dilakukan pengisian piknometer dengan air, kemudian menimbang beratnya (W4).

#### 4.3.2. Persiapan Alat

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah semua alat yang ada di Laboratorium Jalan Raya, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Persiapan yang digunakan dalam penelitian, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Alat uji *Marshall* yaitu sebagai berikut.

- a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung (*breaking head*).
  - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 *pound*) dengan ketinggian 12,5 kg (25 *pound*).
  - c. Arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001’’).
  - d. Arloji pengukur kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01’’) dengan perlengkapannya.
  - e. Bak perendam (*water bath*) dengan kedalaman 150 mm dan dilengkapi dengan temperatur pada  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
  - f. Compactor, alat penumbuk yang berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg (10 *pound*) dan tinggi jatuh beban 45,7 cm (18’’)
2. Alat uji *Indirect Tensile Strength Test* adalah sebagai berikut.
    - a. Alat ukur tekan (*strip loading*) selebar 13 mm (0,5 inch).
    - b. Arloji pengukuran stabilitas.
  3. Alat uji *Cantabro Test*  
 Pengujian ini menggunakan alat mesin abrasi *Los Angeles* tanpa bola baja dan alat timbang dengan ketelitian 0,1 gr.
  4. Alat uji *Immersion Test*  
 Pengujian ini menggunakan alat uji *Marshall* dengan waktu perendaman di bak perendam (*waterbath*) selama 24 jam.

#### 4.3.3. Perencanaan Campuran

Sebelum dilakukan pencampuran *Superior Performing Asphalt Pavemnts* (*Superpave*) terdapat beberapa komponen yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal yang telah dilakukan pengujian. Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui sifat fisik material apakah sudah sesuai spesifikasi Bina Marga 2010.

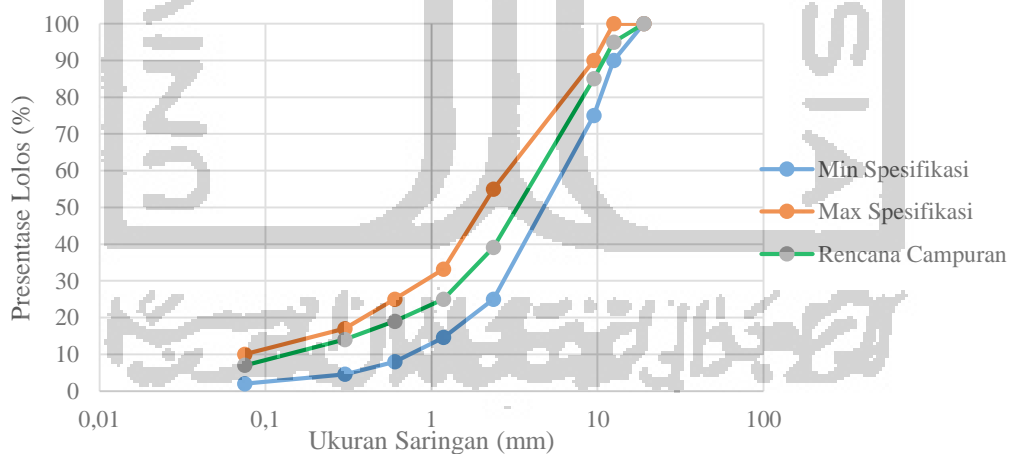
Setelah pengujian material dilakukan, kemudian dilakukan penyaringan agregat dengan alat saring. Penyaringan ini dilakukan guna mengetahui jenis agregat yang akan dimasukkan dalam campuran.

Rencana gradasi agregat yang akan digunakan dalam campuran *Superpave* dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut

Tabel 4.2 Rencana Gradasi Agregat *Superpave*

Ukuran saringan		Spesifikasi		Jumlah Persen (%)	
		Min	Max	Lolos	Tertahan
¾ "	19 mm	100	100	100	0
1/2 "	12,5 mm	90	100	95	5
3/8 "	9,5 mm	75	90	85	10
No. 8	2,36 mm	25	55	39,1	45,9
No. 16	1,18 mm	14,57	33,21	25	14,1
No. 30	0,6 mm	7,97	25	19	6
No. 50	0,3 mm	4,56	17	14	5
No. 200	0,075 mm	2	10	7	7
Pan		0	0	0	100

Setelah perencanaan gradasi agregat, selanjutnya dilakukan perhitungan perkiraan kadar aspal optimum rencana. Perhitungan dalam menentukan kadar aspal dapat di lihat pada persamaan berikut ini.



Gambar 4.1 Rencana Gradasi Agregat Campuran *Superior Performing Asphalt Pavement (Superpave)*

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18(\%Filler) + K \quad (4.1)$$

Keterangan :

$P_b$  = kadar aspal

CA = presentase agregat kasar

FA = presentase agregat halus

F = presentase agregat halus lolos no.200

K = konstanta (1-2)

Dari grafik diperoleh nilai CA sebesar 15%, FA sebesar 78%, *Filler* sebesar 7% dan nilai konstanta 1, sehingga dapat dihitung dengan Persamaan 4.1 didapatkan sebagai berikut.

$$P_b = 0,035 (15\%) + 0,045(78\%) + 0,18(7\%) + 1$$

$$= 6,29\% \text{ dibulatkan } 6\%$$

Dari hasil perhitungan perkiraan awal ( $P_b$ ) diperoleh nilai sebesar 6% sehingga pada pengujian untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO), kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap berat total campuran. Kebutuhan agregat berdasarkan tiap-tiap kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 4.3 sampai Tabel 4.7 berikut ini.

**Tabel 4.3 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5%**

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inch	mm	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
¾"	19	100	100	100	0	0	0
½"	12,5	90	100	95	5	57	57
3/8"	9,5	75	90	85	15	114	171
No.8	2,36	25	55	39,1	60,9	523,26	694,26
No.16	1,18	14.57	33.21	25	75	160,74	855
No.30	0,6	7.97	25	19	81	68,4	923,4
No.50	0,3	4.56	17	14	86	57	980,4
No.200	0,075	2	10	7	93	79,8	1060,2
Pan				0	100	79,8	1140
						1140	Jumlah

**Tabel 4.4 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5,5%**

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inch	mm	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
¾"	19	100	100	100	0	0	0
½"	12,5	90	100	95	5	56,7	56,7
3/8"	9,5	75	90	85	15	113,4	170,1
No.8	2,36	25	55	39,1	60,9	520,506	690,606
No.16	1,18	14.57	33.21	25	75	159,894	850,5
No.30	0,6	7.97	25	19	81	68,04	918,54
No.50	0,3	4.56	17	14	86	56,7	975,24
No.200	0,075	2	10	7	93	79,38	1054,62
Pan				0	100	79,38	1134
						1134	Jumlah

**Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6%**

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inch	mm	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
¾"	19	100	100	100	0	0	0
½"	12,5	90	100	95	5	56,4	56,4
3/8"	9,5	75	90	85	15	112,8	169,2
No.8	2,36	25	55	39,1	60,9	517,752	686,952
No.16	1,18	14.57	33.21	25	75	159,048	846
No.30	0,6	7.97	25	19	81	67,68	913,68
No.50	0,3	4.56	17	14	86	56,4	970,08
No.200	0,075	2	10	7	93	78,96	1049,04
Pan				0	100	78,96	1128
						1128	Jumlah



**Tabel 4.6 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6,5%**

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inch	mm	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
¾"	19	100	100	100	0	0	0
½"	12,5	90	100	95	5	56,1	56,1
3/8"	9,5	75	90	85	15	112,2	168,3
No.8	2,36	25	55	39,1	60,9	514,998	683,298
No.16	1,18	14,57	33,21	25	75	158,202	841,5
No.30	0,6	7,97	25	19	81	67,32	908,82
No.50	0,3	4,56	17	14	86	56,1	964,92
No.200	0,075	2	10	7	93	78,54	1043,46
Pan				0	100	78,54	1122
						1122	Jumlah

**Tabel 4.7 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 7%**

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inch	mm	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
¾"	19	100	100	100	0	0	0
½"	12,5	90	100	95	5	55,8	55,8
3/8"	9,5	75	90	85	15	111,6	167,4
No.8	2,36	25	55	39,1	60,9	512,244	679,644
No.16	1,18	14,57	33,21	25	75	157,356	837
No.30	0,6	7,97	25	19	81	66,96	903,96
No.50	0,3	4,56	17	14	86	55,8	959,76
No.200	0,075	2	10	7	93	78,12	1037,88
Pan				0	100	78,12	1116
						1116	Jumlah

Rincian jumlah benda uji yang digunakan dalam mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

**Tabel 4.8 Kebutuhan Benda Uji pada tiap kadar aspal**

<b>Kadar Filler</b>	<b>Jumlah Benda Uji Pada Tiap Kadar Aspal (buah)</b>				
	<b>5%</b>	<b>5,5%</b>	<b>6%</b>	<b>6,5%</b>	<b>7%</b>
0%	3	3	3	3	3
25%	3	3	3	3	3
50%	3	3	3	3	3
75%	3	3	3	3	3
100%	3	3	3	3	3
<b>Jumlah</b>	<b>75</b>				

Dengan presentase kadar aspal yang sudah diperoleh, kemudian dipilihlah penentuan jumlah sampel sebanyak 3 buah untuk masing-masing presentase kebutuhan dengan kadar aspal starbit sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% sehingga sebanyak 75 buah benda uji dibutuhkan pada pengujian Kadar Aspal Optimum. Maka perhitungan *filler* dalam satu benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

**Tabel 4.9 Proporsi Filler Pada Tiap Kadar Aspal**

<b>Kadar Aspal (%)</b>	<b>Variasi Kadar Filler Kapur Gamping (%)</b>									
	<b>0</b>		<b>25</b>		<b>50</b>		<b>75</b>		<b>100</b>	
	<b>G (gr)</b>	<b>DB (gr)</b>	<b>G (gr)</b>	<b>DB (gr)</b>	<b>G (gr)</b>	<b>DB (gr)</b>	<b>G (gr)</b>	<b>DB (gr)</b>	<b>G (gr)</b>	<b>DB (gr)</b>
5	0	79,8	18,11	59,85	36,22	39,9	54,33	19,95	72,45	0
5,5	0	79,38	18,02	59,54	36,03	39,69	54,05	19,85	72,07	0
6	0	78,96	17,92	59,22	35,84	39,48	53,76	19,74	71,68	0
6,5	0	78,54	17,83	58,91	35,65	39,27	53,48	19,64	71,30	0
7	0	78,12	17,73	58,59	35,46	19,06	53,19	19,53	70,92	0

Adapun jumlah sampel dalam pembuatan benda uji setelah mendapatkan nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

**Tabel 4.10 Kebutuhan Pembuatan Benda Uji**

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji Berdasarkan Penambahan <i>Filler</i> (buah)				
	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
<i>Immersion</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	12	12	12	12	12
Total	60				

Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan jumlah kebutuhan sampel untuk pengujian *Marshall*, *ITS*, *Cantabro* dan *IRS* adalah sebanyak 60 buah. Adapun dalam penelitian ini total jumlah sampel sebanyak 135 buah. Berat sampel benda uji 1200 gram dengan campuran agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Masing-masing bahan penyusun harus sesuai dengan spesifikasi tertentu yang telah disyaratkan.

#### 4.4. Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui kinerja dari campuran beton aspal, adapun langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut.

1. Setelah dilakukan pembuatan benda uji, benda uji dikelurakan dari cetakan (*mold*) lalu benda uji didinginkan,
2. Setelah benda uji dirasa sudah dingin maka sampel benda uji ditimbang dalam kondisi kering lalu sampel uji di rendam kedalam air selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang,
3. Dilakukan penimbangan sampel didalam air,
4. Dikeringkan permukaan benda uji dengan menggunakan lap sampai kondisi benda uji kering permukaan jenuh, lalu ditimbang,
5. Direndam benda uji kedalam alat *waterbath* selama 30 menit dengan suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$ ,

6. Benda uji dikeluarkan dari *waterbath*, kemudian benda uji diletakkan tepat di tengah pada bagian kepala penekan kemudian diletakkan kepala penekan dibagian atasnya,
7. Setelah dirasa sudah cukup lalu kemudian diletakkan tepat di tengah alat pembebanan, *flow meter* dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun,
8. Diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan dengan memulai dari angka nol,
9. Dilakukan pembebanan dengan kecepatan tetap 51 mm (2 inch) per menit, dibaca pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun dan juga dibaca arloji kelelahan (*flow*). Titik pembacaan pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall*,
10. Dilepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada setelah setelah melakukan pembacaan,
11. Dilakukan analisis dan membuat pembahasan.

#### **4.5. Pengujian *Indirect Tensile Strength (ITS)***

Adapun langkah pengujian *ITS* adalah sebagai berikut.

1. Mengukur tebal masing-masing benda uji pada empat sisi yang berbeda, dan mengambil tebal rata-rata, lalu menghitung koreksi tebal, serta menghitung diameter masing-masing benda uji,
2. Benda uji diletakkan ke mesin *Indirect Tensile Strength (ITS)*,
3. Melakukan pembebanan pada benda uji hingga mencapai maksimum yaitu saat arloji pembebanan berhenti dan berbalik arah. Pada saat itu dilakukan pembacaan dan pencatatan nilai dial,
4. Dilakukan penghitungan nilai kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*) terkoreksi,
5. Menganalisis data dan membuat pembahasan.

#### 4.6. Pengujian *Cantabro*

Adapun langkah-langkah dalam pengujian *Cantabro Loss* adalah sebagai berikut.

1. Benda uji diletakkan ke dalam alat pengujian *Los Angeless* tanpa bola baja,
2. Analisis nilai dan hasil pengujian kemudian membuat pembahasan.

#### 4.7. Pengujian *Immersion Test*

Adapun langkah pengujian *Immersion Test* adalah sebagai berikut.

1. Benda uji dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur pada pengujian *Marshall Test*, namun pada proses perendaman di dalam *waterbath* dilakukan selama 24 jam.
2. Dilakukan analisis dan membuat pembahasan.

#### 4.8. Analisis Data

Berikut ini adalah analisis data yang akan dilakukan setelah melakukan pengujian.

1. Analisis Karakteristik *Marshall*

Nilai karakteristik *Marshall* didapat dengan cara menganalisis data-data yang diperoleh dari hasil percobaan laboratorium, didapatkan data sebagai berikut.

- a. Berat benda uji sebelum direndam (gram),
- b. Berat benda uji di dalam air (gram),
- c. Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
- d. Tebal benda uji (mm),
- e. Pembacaan arloji stabilitas (kg), dan
- f. Pembacaan arloji kelelahan *flow* (mm).

Nilai-nilai karakteristik *Marshall* dapat dihitung menggunakan rumus-rumus berikut ini.

- a. Berat jenis Aspal

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \quad (4.1)$$

Keterangan :

- A = Berat piknometer dengan penutup (gr)  
 B = Berat piknometer berisi air (gr)

- C = Berat piknometer berisi aspal (gr)  
 D = Berat piknometer berisi aspal dan air (gr)

b. Berat jenis Agregat

$$BJ \text{ Agregat} = \frac{(F1 \times A) + (F2 \times B)}{100} \quad (4.2)$$

Keterangan :

- F1 = Persentase agregat kasar (%)  
 F2 = Persentase agregat halus (%)  
 A = Berat jenis agregat kasar (gr)  
 B = Berat jenis agregat halus (gr)

c. Berat Jenis *Filler*

$$BJ \text{ Filler} = \frac{Bk}{B + 200 - Bt} \quad (4.3)$$

Keterangan :

- Bk = berat benda uji kering oven (gr)  
 B = berat piknometer berisi air (gr)  
 Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)  
 200 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan (gr)

d. Nilai-nilai stabilitas menggunakan Persamaan 3.1

e. Kelelehan (*flow*), dibaca dari pembacaan arloji kelelehan

f. *VITM* (*Void in Total Mix*) menggunakan Persamaan 3.3

g. *VMA* (*Void in Mineral Agregate*) menggunakan Persamaan 3.9

h. *VFWA* (*Volume of Void Filled With Asphalt*) menggunakan Persamaan 3.5

i. *MQ* (*Marshall Quotient*) menggunakan Persamaan 3.2

2. Analisis uji *Indirect Tensile Strength*

Nilai pengujian *Indirect Tensile Strength* dianalisis menggunakan Persamaan 3.12

3. Analisis Uji *Cantabro*

Nilai uji *Cantabro* dapat dianalisis menggunakan Persamaan 3.13

4. Analisis Uji *Immersion Test*

Nilai uji *Immersion Test* dapat dianalisis menggunakan Persamaan 3.14

## 5. Analisis Statistik

Data hasil pengujian karakteristik *Marshall Test*, *Indirect Tensile Strength*, *Cantabro Test* dan *Index of Retained Strength* dengan parameter *filler* serbuk batu gamping terhadap karakteristik campuran *Superpave* dilakukan analisis menggunakan analisis statistik *Anova* satu arah dengan program *IBM SPSS Statistic 24*. Metode ini digunakan karena terdapat satu variabel bebas serbuk batu gamping yang terbagi menjadi beberapa kelompok variasi kadar *filler* pengganti serbuk batu gamping.

Secara umum analisis statistik menggunakan *Anova* satu arah adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 = \dots \neq \mu_k$$

Keterangan :

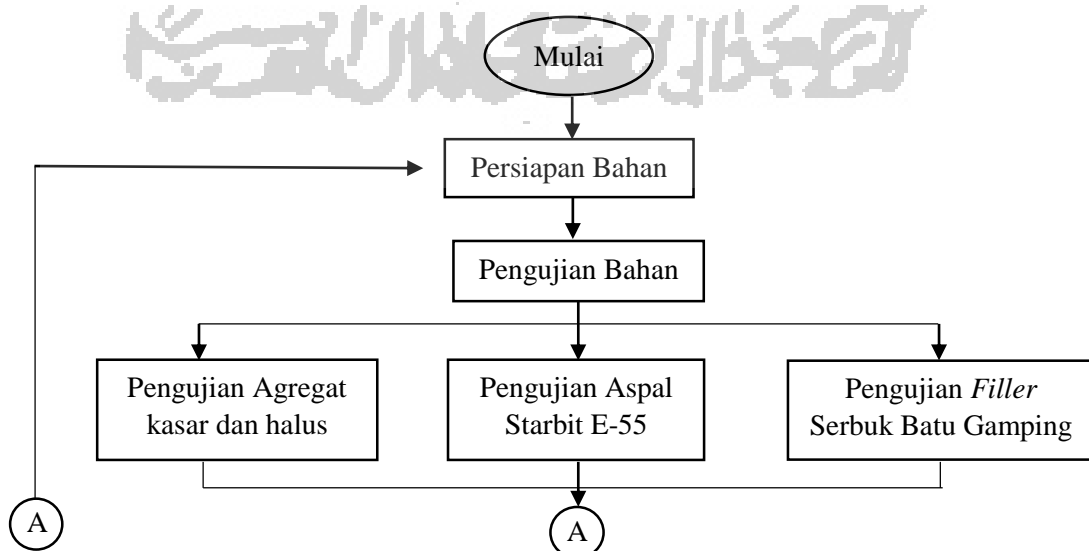
$H_0$  = Tidak ada perbedaan signifikan pengaruh serbuk batu gamping terhadap karakteristik campuran *Superpave*

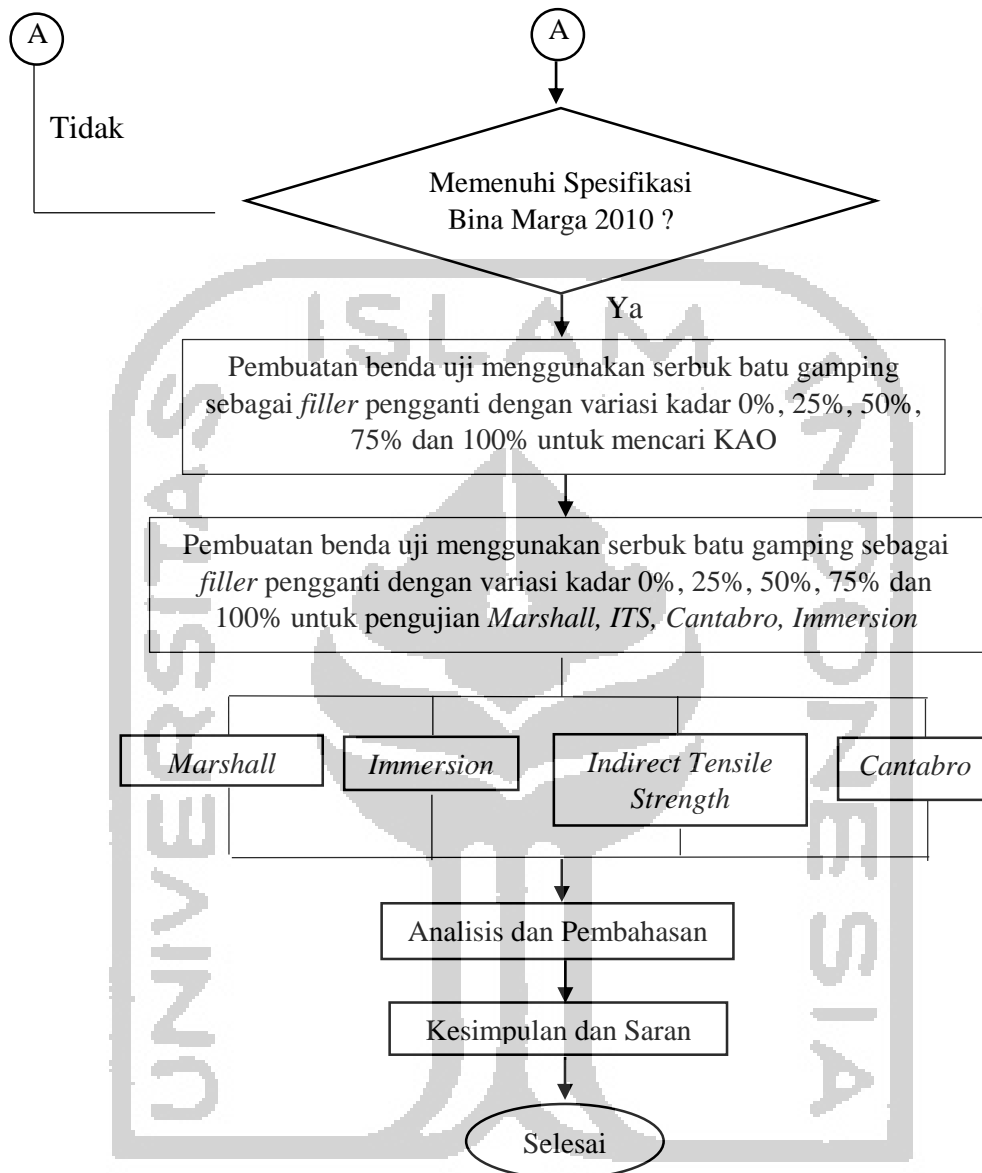
$H_1$  = Ada perbedaan signifikan pengaruh serbuk batu gamping terhadap karakteristik campuran *Superpave*

Jika nilai rasio uji berada di daerah penerimaan maka  $H_0$  diterima, sedangkan jika nilai rasio berada di daerah penolakan maka  $H_1$  diterima.

### 4.9. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir (*flowchart*) adalah gambaran singkat tentang tahapan-tahapan dalam penelitian Tugas Akhir ini, dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.





Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian



