

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yaitu suatu cara mengambil, menganalisis, dan mengidentifikasi variabel penelitian untuk mencari penyelesaian masalah dari pokok permasalahan penelitian yang akan dilakukan. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian percobaan (*experiment*). Penelitian percobaan (*experiment*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan dengan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan memperhatikan syarat-syarat atau standar spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga mendapatkan hasil perbandingan yang diinginkan. Persyaratan dan prosedur yang digunakan mengacu kepada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Bina Marga, yang pada akhirnya dari penelitian ini dapat diketahui pengaruh penggunaan Batu Zeolite pada campuran *Asphalt Concrete Binder (AC-BC)* terhadap karakteristik *Marshall, Immersion, Cantabro* dan *Indirect Tensile Strength Test*.

4.2 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian dapat menggunakan berbagai cara, tergantung dari jenis data yang diperlukan. Jenis data yang dimaksud adalah data primer dan data sekunder.

4.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari suatu pengujian langsung di lokasi penelitian. Adapun langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pemeriksaan material.
2. Mencari nilai kadar aspal optimum.
3. Melakukan pengujian *Marshall Test*.

4. Melakukan pengujian *Immersion Test*.
5. Melakukan pengujian *Indirect Tensile Strength Test*.
6. Melakukan pengujian *Cantabro*.



4.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh tidak langsung dari sumber data. Data diperoleh dari pihak kedua yang berhubungan dengan pengamatan yang dilakukan. Fungsi dari data tersebut adalah sebagai pendukung dari data primer.

4.4. Tahapan Penelitian

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 akan digunakan dalam penelitian ini meliputi.

1. Pengujian Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun utama dari lapis perkerasan jalan. Bahan penyusun lapis perkerasan jalan harus baik kualitasnya, sehingga pengujian terhadap material penyusun lapis perkerasan jalan harus dilakukan untuk mengetahui kualitas dari material yang akan dipakai. Pengujian Yang akan adalah sebagai berikut.

- a. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar dan Agregat Halus. (SNI 1969: 2008 dan SNI 1970:2008)

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis jenuh permukaan serta angka penyerapan.

- b. Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (SNI 03-2349-1991)

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka berapa persen besarnya kelekatan agregat terhadap aspal.

- c. Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles* (SNI-2417: 2008)

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan.

- d. Pengujian *Sand Equivalent* (SNI 03-4428-1997)

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mendapatkan nilai perbandingan pembacaan skala pasir dan pembacaan skala lumpur pada alat uji setara pasir yang dinyatakan dalam persen.

2. Pengujian Aspal

Pada penelitian ini bahan ikat yang akan digunakan yaitu aspal Starbit E-60 dan aspal Pertamina pen 60/70. Sebelum digunakan untuk penelitian, aspal ini di uji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah aspal tersebut memenuhi spesifikasi yang disyaratkan atau tidak. Berikut ini adalah pengujian yang akan dilakukan.

a. Pengujian Berat Jenis Aspal (SNI 06-2441-1991)

Berat jenis aspal merupakan perbandingan berat aspal dan berat air pada volume yang sama dan suhu tertentu, berat jenis aspal nantinya berguna dalam *Marshall Test* untuk menentukan nilai *VITM*, *VFWA* dan juga mempengaruhi nilai stabilitas.

b. Pengujian Penetrasi (SNI 06-2456-1991)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan tingkat kekerasan bitumen, apakah keras atau lembek.

c. Pengujian Daktilitas (SNI 06-2432-1991)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat kohesi dari aspal dan mendapatkan angka kelenturan yang didapat dari jarak terpanjang dari dua cetakan bitumen yang ditarik berlawanan arah. Uji ini dilakukan pada suhu 25 derajat celcius dan dengan kecepatan penarikan 50mm/menit.

d. Pengujian Titik Lembek Aspal (SNI 06-2434-1991)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besaran titik lembek aspal yang berkisar antara 30 derajat sampai 200 derajat.

e. Pengujian Kelarutan Aspal (SNI-06-2438-1991)

Pengujian ini untuk mengetahui berapa besar kelarutan aspal pada larutan TCE.

f. Pengujian Titik Nyala dan Bakar (SNI 06-2433-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dimana aspal terlihat menyala secara singkat (titik nyala) dan aspal menyala sekitar 5 detik (titik bakar).

4.4.2 Persiapan Alat

Semua peralatan yang digunakan 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 meliputi.

1. Seperangkat alat uji pengujian fisik agregat, meliputi mesin *Los Angeles*, saringan standar, dan tabung *Sand Equivalent*.
2. Alat uji *Marshall* yaitu seperangkat alat uji karakteristik campuran metode *Marshall*. Alat uji tersebut terdiri dari cetakan benda uji *mold*, mesin tekan lengkap dengan kepala penekan berbentuk lengkung (*Breaking Head*), cincin pengujian berkapasitas 2500 kg (5000 *Pound*) dengan ketelitian 12,5 kg (25 *Pound*), dilengkapi arloji tekan ketelitian 0,0025 cm (0,0001”), Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”). Selain itu dilengkapi juga dengan alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 10 *Pound* (4,536 kg) dengan tinggi jatuh 18 inch (45,7 cm), dan bak perendam.
3. Alat uji *Immersion Test* adalah seperangkat alat uji *Immersion Test*. Alat ini terdiri dari alat tekan, meliputi *proving Ring* berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg, arloji pengukuran stabilitas, arloji pengukuran kelelahan (*Flow*) dengan ketelitian 0,25 mm. Alat tersebut juga dilengkapi dengan alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 10 *Pound* (4,536 kg) dan tinggi jatuh 10 cm, spatula, bak perendaman (*water bath*), dan oven.
4. Pengujian *Indirect Tensile Strength Test* adalah seperangkat alat uji *Tensile Strength Test*. Alat uji *Indirect Tensile Strength* terdiri dari alat tekan (*strip loading*) selebar 0,5 inch, arloji pengukuran stabilitas, arloji pengukur kelelahan (*Flow*) dengan ketelitian 0,25 mm. Alat uji tersebut dilengkapi dengan alat penunjang seperti kompor pemanas, penumbuk (*compactor*) dengan berat 10 *Pound* (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7 cm), 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 campuran ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal yang telah diuji terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal itu dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat bahan uji, apakah bahan tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditentukan atau tidak. Jika pengujian agregat dan aspal selesai, selanjutnya dilakukan penyaringan agregat dengan gradasi yang sudah direncanakan. Gradasi rencana untuk campuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 Gradasi Rencana

Ukuran saringan			Spesifikasi	
			Min	Max
1 ½"	37,5	mm	-	-
1"	25	mm	100	100
¾"	19	mm	90	100
½"	12,5	mm	75	90
⅜"	9,5	mm	66	82
No. 4	4,75	mm	46	64
No. 8	2,36	mm	30	49
No. 16	1,18	mm	18	38
No. 30	0,6	mm	12	28
No. 50	0,3	mm	7	20
No. 100	0,15	mm	5	13
No. 200	0,08	mm	4	8
pan			0	0

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2018)

Setelah penyaringan, kemudian dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dengan jenis agregat dan gradasi yang telah ditentukan oleh spesifikasi. Apabila semua bahan telah disiapkan dan memenuhi syarat, selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji. Benda uji ini nantinya akan diuji dengan pengujian *Marshall Test*, *Immersion Test*, dan *Indirect Tensile Strength Test*.

Mencari Kadar Aspal Optimum rencana dengan perhitungan dapat dilihat pada Persamaan 4.1 berikut ini.

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstanta} \quad (4.1)$$

dengan:

- Pb = Kadar aspal perkiraan,
 CA = Agregat kasar tertahan saringan No. 4,
 FA = Agregat halus lolos saringan No. 4 dan tertahan No. 200, dan,
 Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200.
 Konstanta = 1 sampai 2
- $$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstanta}$$
- $$= 0,035 (60,5) + 0,045 (33,5) + 0,18 (6) + 1$$
- $$= 5,705$$
- $$= 6$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan kadar aspal optimum perkiraan sebesar 6%. Pada pengujian untuk menentukan KAO dipakai aspal sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% terhadap berat total campuran.

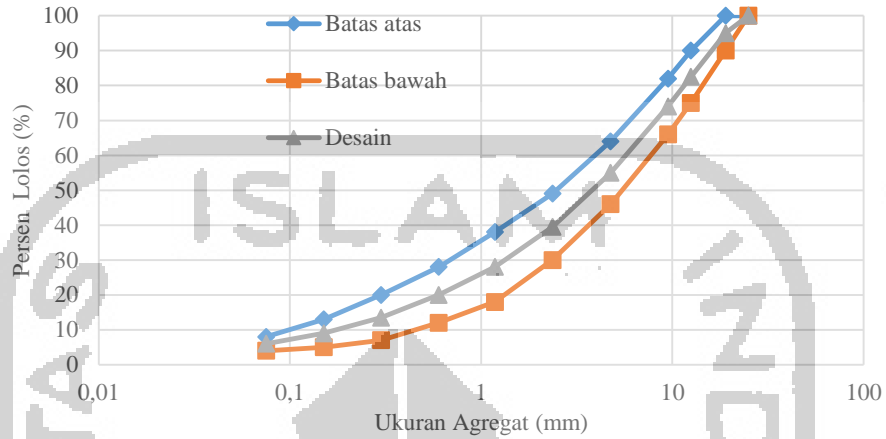
4.4.4 Perencanaan Gradasi dengan Variasi Agregat Kasar Batu Zeolite.

Dalam penelitian ini, variasi kadar batu Zeolite yang digunakan adalah 0%, 25%, 50% dari jumlah berat Agregat Kasar, sehingga didapat Grafik gradasi dan Jumlah berat agregat pada masing-masing ukuran yang dihasilkan dari perbandingan berat jenis agregat kasar Clereng dan agregat kasar Zeolite, perhitungan variasi kadar batu Zeolite dapat dilihat pada Tabel 4.2 sampai Tabel 4.4. Grafik hasil perhitungan variasi kadar Zeolite dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai 4.3 dibawah ini.

1. Hasil Perhitungan Substitusi Agregat dan Grafik Gradasi pada Kadar 0%

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Substitusi Agregat 0%

Ukuran Butir (mm)	Spesifikasi			Tertahan Ideal (%)	Persen Kumulatif Tertahan (%)	Persen Tertahan Clereng (%)	Berat Tertahan Clereng (gr)	Persen Tertahan Zeolite (%)	Jml Lolos (%)
	Max	Min	Spesifikasi Ideal						
25	100	100	100,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19	100	90	95,0	5,0	5,00	5,00	57,00	0,00	95,00
12,5	90	75	82,5	17,5	17,50	12,50	142,50	0,00	82,50
9,5	82	66	74,0	26,0	26,00	8,50	96,90	0,00	74,00
4,75	64	46	55,0	45,0	45,00	19,00	216,60	0,00	55,00
2,36	49	30	39,5	60,5	60,50	15,50	176,70	0,00	39,50
1,18	38	18	28,0	72,0	72,00	11,50	131,10	0,00	28,00
0,6	28	12	20,0	80,0	80,00	8,00	91,20	0,00	20,00
0,3	20	7	13,5	86,5	86,50	6,50	74,10	0,00	13,50
0,15	13	5	9,0	91,0	91,00	4,50	51,30	0,00	9,00
0,075	8	4	6,0	94,0	94,00	3,00	34,20	0,00	6,00
Pan	0	0	0	100,0	100,00	6,00	68,40	0,00	0,00



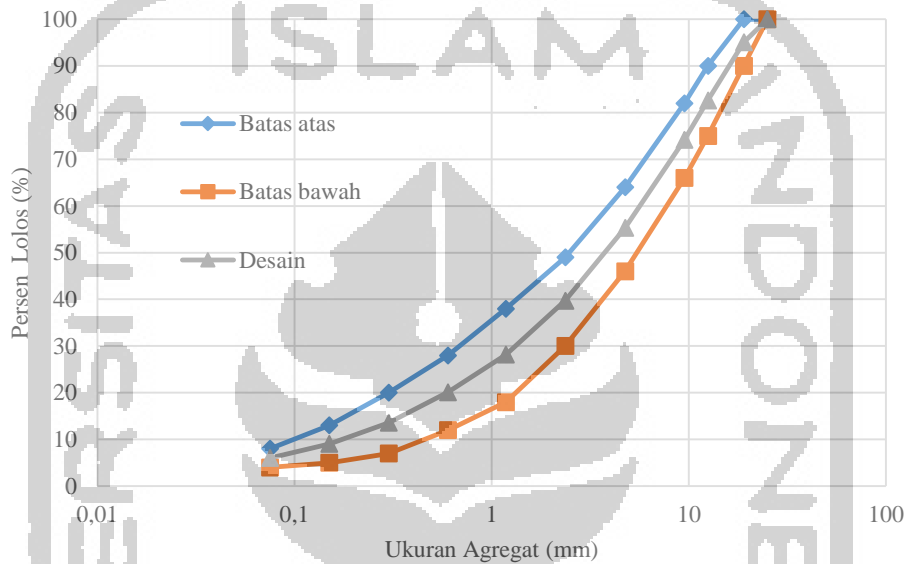
Gambar 4.1 Grafik Gradasi pada Substitusi Agregat 0%

2. Hasil Perhitungan Substitusi Agregat dan Grafik Gradasi pada Kadar 25%

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Substitusi Agregat 25%

Ukuran Butir (mm)	Lolos Saringan (%)			Tertahan Clereng (%)	Berat Tertahan Total (gr)	Berat Tertahan Clereng (gr)	Berat Tertahan Zeolite pada Volume Sama (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (g)	Kontrol lolos Total (%)
	Max	Min	Ideal						
25	100	100	100	0,0	0	0,00	0,00	0,00	100,00
19	100	90	95	5,0	57	42,75	13,53	56,28	95,03
12,5	90	75	82,5	12,5	143	106,8	33,83	196,99	82,62
9,5	82	66	74	8,5	97	72,68	23,00	292,67	74,18
4,75	64	46	55	19,0	217	162,45	51,42	506,54	55,31
2,36	49	30	39,5	15,5	177	176,70	0,0	683,24	39,73
1,18	38	18	28	11,5	131	131,10	0,0	814,34	28,16
0,6	28	12	20	8	91	91,2	0,0	905,54	20,11
0,3	20	7	13,5	6,5	74	74,1	0,0	979,64	13,58
0,15	13	5	9	4,5	51	51,3	0,0	1030,94	9,05

0,075	8	4	6	3	34	34,2	0,0	1065,14	6,03
Pan				6	68	68,4	0,0	1133,54	0,00



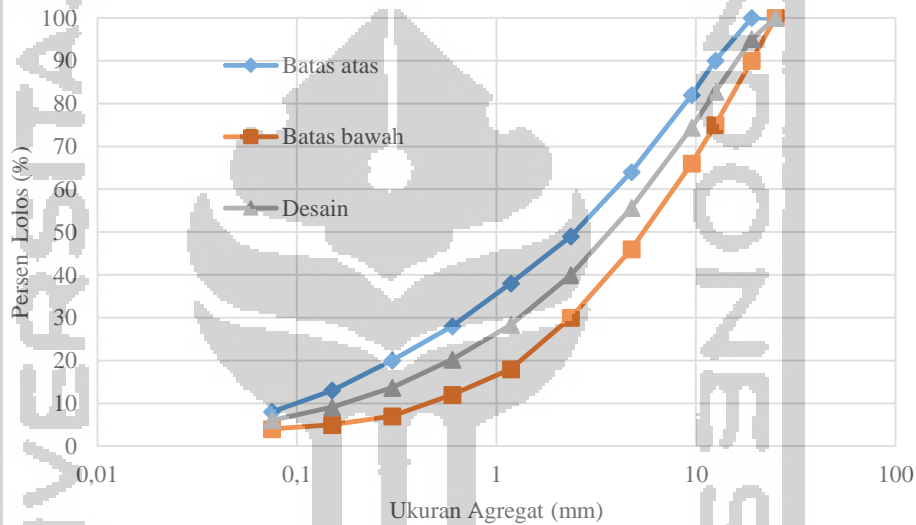
Gambar 4. 2 Grafik Gradasi pada Substitusi Agregat 25%

3. Hasil Perhitungan Substitusi Agregat dan Grafik Gradasi pada Kadar 50%

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Substitusi Agregat 50%

Ukuran Butir (mm)	Lolos Saringan (%)			Tertahan Clereng (%)	Berat Tertahan Total (gr)	Berat Tertahan Clereng (gr)	Berat Tertahan Zeolite pada Volume Sama (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (g)	Kontrol lolos Total (%)
	Max	Min	Ideal						
25	100	100	100	0,0	0	0,00	0,00	0,00	100,00
19	100	90	95	5,0	57	42,75	13,53	56,28	95,03
12,5	90	75	82,5	12,5	143	106,8	33,83	196,99	82,62
9,5	82	66	74	8,5	97	72,68	23,00	292,67	74,18
4,75	64	46	55	19,0	217	162,45	51,42	506,54	55,31
2,36	49	30	39,5	15,5	177	176,70	0,0	683,24	39,73

1,18	38	18	28	11,5	131	131,10	0,0	814,34	28,16
0,6	28	12	20	8	91	91,2	0,0	905,54	20,11
0,3	20	7	13,5	6,5	74	74,1	0,0	979,64	13,58
0,15	13	5	9	4,5	51	51,3	0,0	1030,94	9,05
0,075	8	4	6	3	34	34,2	0,0	1065,14	6,03
Pan				6	68	68,4	0,0	1133,54	0,00



Gambar 4.3 Grafik Gradasi pada Substitusi Agregat 50%

4.4.5 Perencanaan Jumlah Benda Uji

Berikut ini adalah perencanaan jumlah benda uji, Tabel perencanaan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.5 sampai 4.8 di bawah ini.

1. Perencanaan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian KAO dengan Aspal Pertamina Pen 60/70 dan Variasi Kadar Batu Zeolite

Tabel 4. 5 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian KAO Aspal Pen 60/70

Jenis Aspal	Kadar batu Zeolite	Jumlah Benda Uji Pada Tiap Kadar Aspal				
		5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Pertamina Pen 60/70	0% Zeolite	3	3	3	3	3
	25% Zeolite	3	3	3	3	3

	50% Zeolite	3	3	3	3	3
Jumlah		45				

Setelah didapatkan nilai KAO selanjutnya membuat benda uji untuk dilakukan pengujian *Marshall Test*, *ITS*, *Immersion Test*, dan *Cantabro* berikut ini adalah Tabel perencanaan benda uji untuk pengujian *Marshall Test*, *ITS*, *Immersion Test* dan *Cantabro*, dapat dilihat pada Tabel 4.23

Tabel 4. 6 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian *Marshall*, *Immersion*, *ITS* dan *Cantabro* pada KAO Aspal Pen 60/70

Pengujian Menggunakan Aspal Pertamina Pen 60/70 Pada Kondisi KAO			
Jenis Pengujian	Jumlah Sampel Tiap Variasi Substitusi Agregat Kasar Batu		
	0%	25%	50%
<i>Marshall</i>	3	3	3
<i>Imerssion</i>	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3
Jumlah	36		

- Perencanaan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian KAO dengan Aspal Starbit E-60 dan Variasi Kadar Batu Zeolite

Tabel 4.7 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian KAO Aspal Starbit E-60

Jenis Aspal	Substitusi Batu Zeolite	Jumlah Benda Uji Pada Tiap Kadar Aspal (buah)				
		5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%
Starbit E-60	0% Zeolite	3	3	3	3	3
	25% Zeolite	3	3	3	3	3
	50% Zeolite	3	3	3	3	3
Jumlah		45				

Setelah didapatkan nilai KAO selanjutnya membuat benda uji untuk dilakukan pengujian *Marshall Test*, *ITS*, *Immersion Test*, dan *Cantabro* berikut ini adalah Tabel perencanaan benda uji untuk pengujian *Marshall Test*, *ITS*, *Immersion Test*, dan *Cantabro* dapat dilihat pada Tabel 4.25 di bawah ini.

Tabel 4.8 Jumlah Benda Uji untuk Pengujian *Marshall*, *Immersion*, *ITS* dan *Cantabro* pada KAO Aspal Starbit E-60

Pengujian Menggunakan Aspal Pertamina Starbit E-60 Pada Kondisi KAO			
Jenis Pengujian	Jumlah Sampel Tiap Variasi Kadar Agregat Kasar Batu		
	0%	25%	50%
<i>Marshall</i>	3	3	3
<i>Imerssion</i>	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3
Jumlah	36		

Sehingga total benda uji yang akan di buat dalam penelitian ini adalah
 $45+45+36+36 = 162$ Buah

4.5 Pengujian Yang Dilakukan

Dalam penelitian ini penulis melakukan 4 jenis pengujian, yaitu *Marshall Test*, *Immersion Test*, *Indirect Tensile Strength Test*, dan *Cantabro*

4.5.1 Pengujian *Marshall*

Langkah-langkah pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

1. Membersihkan benda ujidari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Memberi tanda pada masing-masing.
3. Melakukan pengukuran ketinggian benda uji tiga kali pada tempat yang berbeda, lalu merata-rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
4. Menimbangu ntuk mengetahui berat kering benda uji.
5. Merendam benda uji di dalam air selama 20-24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
6. Menimbang benda uji di dalam air untuk mendapatkan isi.
7. Mengeringkan permukaan benda uji dengan kain lap yang lembab sampai kering permukaan jenuh (*SSD*).
8. Menimbang benda uji dalam kondisi *SSD*.

9. Merendam benda uji aspal panas atau benda uji dalam bak perendam selama 30 sampai pada suhu $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
10. Sebelum pengujian, membersihkan dan melumasi terlebih dahulu batang penuntun (*Guide road*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*Test Head*), sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas. Bila dikehendaki dapat juga kepala penekan direndam bersama-sama benda uji pada suhu antara 21 sampai 38°C .
11. Memasang arloji kelelahan (*Flow meter*) pada posisi di atas salah satu batang penuntun (*guide road*).
12. Menaikkan kepala penekan (*Test head*) benda uji sampai menyentuh alas cincin penguji, kemudian mengatur jarum kedudukan arloji tekan pada angka nol.
13. Memulai pembebanan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sampai pembebanan maksimum tercapai. Pada saat arloji pembebanan berhenti maka dibaca arloji kelelahannya.
14. Setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat uji, maka hasil dapat diketahui, kemudian dilakukan proses penghitungan selanjutnya.

4.5.2 Pengujian *Immersion*

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan benda uji.
2. Membuat benda uji dengan nilai kadar aspal optimum yang telah didapat dari *Marshall Test* menggunakan batu Zeolite sebagai agregat kasar dengan proporsi 0%, 25%, 50%.
3. Menguji *Immersion Test* dengan lama perendaman 24 jam pada suhu $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
4. Menganalisis dan membuat pembahasan hasil-hasil dari pengujian *Immersion Test*.

4.5.3 Pengujian *Indirect Tensile Strength*

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan bahan,

2. Membuat benda uji dengan nilai kadar aspal optimum yang telah didapat dari *Marshall Test* menggunakan batu Zeolite sebagai agregat kasar dengan proporsi 0%, 25%, 50%.
3. Meletakkan benda uji pada alat uji *Indirect Tensile Strength* untuk dilakukan pengujian,
4. Mendapatkan nilai pembacaan dial
5. Menganalisis dan membuat pembahasan hasil-hasil dari pengujian *Indirect Tensile Strength*, dan
6. Membuat kesimpulan.

4.5.4 Pengujian *Cantabro*

Pengujian *Cantabro* dilakukan untuk mengetahui nilai keausan suatu campuran beton aspal. Adapun cara pengujianya adalah sebagai berikut.

1. Benda uji ditimbang untuk mengetahui berat awal sebelum di abrasi.
2. Benda uji dimasukkan kedalam mesin *Los Angeles* dengan tanpa bola baja.
3. Benda uji diputar sebanyak 300 kali putaran.
4. Benda uji dikeluarkan lalu di timbang dan dilakukan analisis.

4.6 Analisis Data

1. Analisa Karakteristik *Marshall*

Adapun karakteristik *Marshall* didapatkan dengan menganalisis hasil pengujian di laboratorium, didapatkan data sebagai berikut.

- a. Berat kering benda uji (gram)
- b. Berat benda uji dalam air (gram)
- c. Berat benda uji kering muka (gram)
- d. Tebal benda uji (mm)
- e. Pembacaan arloji stabilitas (kg)
- f. Pembacaan arloji kelelahan (mm)

Nilai-nilai karakteristik Marshall dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut.

- a. Berat jenis aspal

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{(C-A)}{(B-A) - (D-C)} \quad (4.2)$$

dengan:

A = Berat piknometer (dengan penutup) (gram),

B = Berat piknometer berisi air (gram),

C = Berat piknometer berisi aspal (gram), dan

D = Berat piknometer berisi aspal dan air (gram)

- b. Berat jenis agregat

$$BJ \text{ Agregat} = \frac{(F1 \times A) + (F2 \times B)}{100} \quad (4.3)$$

dengan:

F1 = Persentase agregat kasar (%),

F2 = Persentase agregat halus (%),

A = Berat jenis agregat kasar, dan

B = Berat jenis agregat halus

Berdasarkan data di atas didapatkan nilai-nilai sebagai berikut.

- a. Nilai -nilai *VMA* didapatkan dengan persamaan 3.4
- b. *VFWA* menggunakan persamaan 3.3
- c. *VITM* menggunakan persamaan 3.6
- d. Nilai-nilai Stabilitas Didapatkan dengan persamaan 3.1
- e. Nilai *MQ* didaptkan dengan persamaan 3.2
- f. Kelelehan (*Flow*) dibaca dari pembacaan arloji kelelehan

2. Pengujian *Immersion*

Pada pengujian *Immersion* didapat stabilitas pada perendaman 24 jam, sehingga nanti akan didapatkan nilai *Index Retained Strenght* yang dihitung sesuai dengan persamaan 3.9

3. Pengujian *Indirect Tensile Strenght*

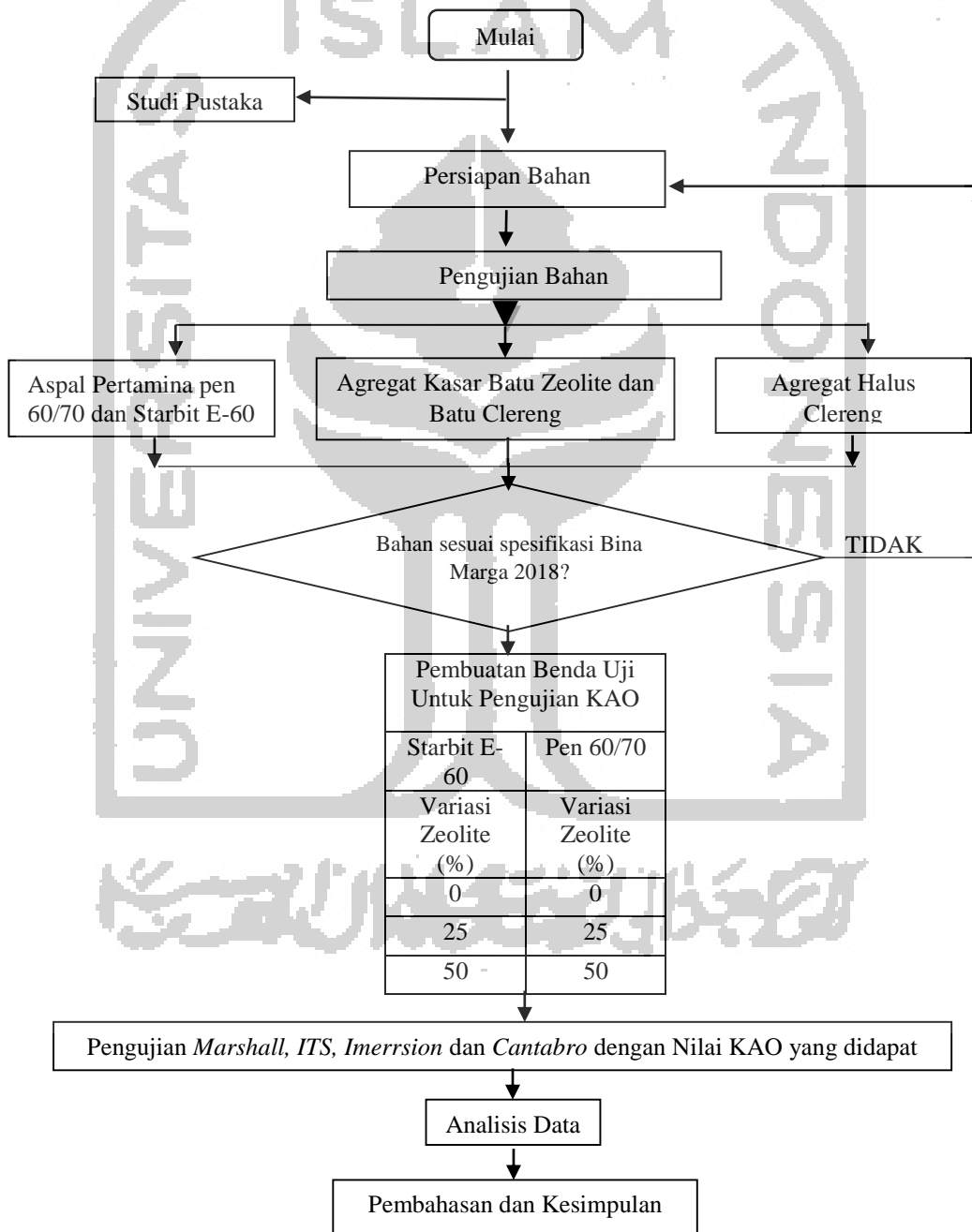
Nilai-nilai pengujian *ITS* didapatkan dengan persamaan 3.10

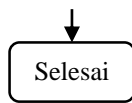
4. Pengujian *Cantabro*

Nilai-nilai pengujian *Cantabro* didapatkan dengan persamaan 3.11

4.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian berfungsi memperjelas tahapan tahapan penelitian yang akan dilakukan. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah gambar diagram alur penelitian.





Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian

