

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, data yang diperoleh berasal dari percobaan yang telah dilakukan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah terlebih dahulu kemudian dibandingkan dengan spesifikasi yang digunakan.

Standar dan spesifikasi dalam penelitian ini mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

4.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel pada tugas akhir ini adalah *non-probability sampling*, yaitu jenis pengambilan tidak dipilih secara acak. *Non-probability sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu sampel yang di ambil berdasarkan tujuan. Sampel yang digunakan sampel yang digunakan disesuaikan dengan kriteria tertentu berdasarkan tujuan penelitian. Penelitian ini menggunakan sampel air laut yang didapatkan di Pantai Marina, Semarang. Aspal yang digunakan adalah pertamina Pen 60/70.

4.3 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian Tugas Akhir ini dilakukan selama pengujian. Untuk mempermudah pengambilan data, maka dilakukan pengelompokan benda uji sehingga didapatkan data berupa nilai stabilitas, *flow*, *MQ*, *VIM*, *VMA*, *VFWA*, nilai *IRS*, nilai *ITS*, nilai Koefisien Permeabilitas, dan nilai *Cantabro*.

4.4 Tahap Penelitian

Penelitian Tugas Akhir seluruh rangkaian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Namun pengujian permeabilitas dilakukan di Laboratorium Transportasi, Universitas Gadjah Mada. Tahapan-tahapan penelitian ini dimulai dengan persiapan material, pemeriksaan material, persiapan alat, pembuatan benda uji, pengujian *Marshall*, pengujian permeabilitas, pengujian perendaman, pengujian *ITS*, dan pengujian *cantabro*.

4.4.1 Persiapan dan Pemeriksaan Material

Material yang digunakan dalam pembuatan benda uji campuran *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini, yaitu aspal dan agregat. Serat selulosa yang digunakan berupa dedak padi tidak dilakukan pengujian, karena mengacu pada penelitian terdahulu.

Tujuan dari pemeriksaan material untuk mengetahui kelayakan material tersebut, telah memenuhi spesifikasi atau standar yang telah dilakukan, spesifikasi yang digunakan dalam metode ini mengacu pada ASTM, SNI, dan Bina Marga 2010. Berikut ini adalah pengujian untuk agregat dan aspal.

1. Pengujian Agregat

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1970 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan berat jenis agregat kasar serta kemampuannya menyerap air. Besarnya berat jenis yang diperiksa dalam keadaan kering, berat kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*).

- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan berat jenis agregat halus serta kemampuannya menyerap air. Besarnya berat jenis yang diperiksa dalam keadaan kering, berat kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*).

- c. Pengujian kelekatan agregat oleh aspal (SNI 06-2439-1991)

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal merupakan persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

d. Pengujian analisa saringan, yang bertujuan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dan halus dengan menggunakan saringan.

e. Pengujian *sand Equivalent* (SNI 3423 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan kadar debu atau lumpur yang mempunyai lempung pada agregat halus.

f. Pengujian keausan agregat (SNI-2417 : 2008)

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan keausan agregat dengan menggunakan mesin *los angles*.

2. Pengujian Aspal

Pengujian aspal pada penelitian ini mengacu pada standar dan spesifikasi Bina Marga 2010. Berikut pengujian aspal pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70

Jenis Pengujian	Metode Penelitian	Aspal Pen. 60/70
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥48
Daktalitas Pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥232
Kelarutan Dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥99
Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥1,0

Sumber : Bina Marga (2010)

3. Pengujian *Filler*

Pengujian *filler* dilakukan untuk mengetahui *filler* yang digunakan sudah memenuhi syarat spesifikasi dari Bina Marga (2010). pengujian syarat gradasi *filler* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Syarat Gradasi *Filler*

Pengujian	Standar	Nilai
Lolos saringan No.200	SNI 03 M-02-1994-03	Min.75%
Bebas dari bahan organik	SNI 03 M-02-1994-03	Max. 4%

Sumber : Bina Marga (2010)

4. Pengujian Air Laut

Pengujian air laut dilakukan untuk mengetahui kualitas air laut yang digunakan. Kandungan yang terdapat di dalam air laut sangat menentukan kualitas rendaman pada aspal. Pengujian yang dilakukan pada air laut meliputi uji keasaman, kadar korida, dan sulfat air laut.

4.4.2 Pesiapan Alat

1. Alat uji *Marshall*

Peralatan yang digunakan untuk pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

- Mesin uji *Marshall*, terdiri dari kepala penekan berkapasitas 2500kg (5500 lbs), cincin penguji, arloji tekan untuk pembaca stabilitas, dan arloji pengukur kelelahan (*flow*).
- Bak perendam (water bath) dengan kedalaman 150 mm dan dilengkapi dengan temperatur pada $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

2. Alat uji Permeabilitas

Komponen utama dari alat uji permeabilitas adalah dudukan karet ban yang diikat pada pendulum dan digesek diatas permukaan aspal.

3. Peralatan untuk perendaman (*Immersion*)

- Simulasi perendaman menggunakan air rob dengan menggunakan bak menggunakan air asin dengan suhu ruang.

- b. Pengujian Marshall standar menggunakan *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit.
 - c. Pengujian *IRS* menggunakan *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam.
4. Alat uji tarik tak langsung (*Indirect Tensile Strength Test*)
- Alat-alat yang digunakan dalam uji tarik tak langsung adalah sebagai berikut.
- a. Satu pasang alat untuk menekan benda uji berbentuk lekung dengan lebar 13 mm (0,5 inci).
 - b. Arloji yang berfungsi sebagai alat pengukur perubahan ke arah vertikal.
 - c. Satu pasang arloji yang berfungsi sebagai pengukur perubahan ke arah horizontal.
5. Alat uji *Cantabro*
- Cantabro test* menggunakan alat mesin abrasi *Los Angeles* tanpa bola baja dan alat timbang dengan ketelitian 0,1gr.

4.4.3 Perencanaan Campuran

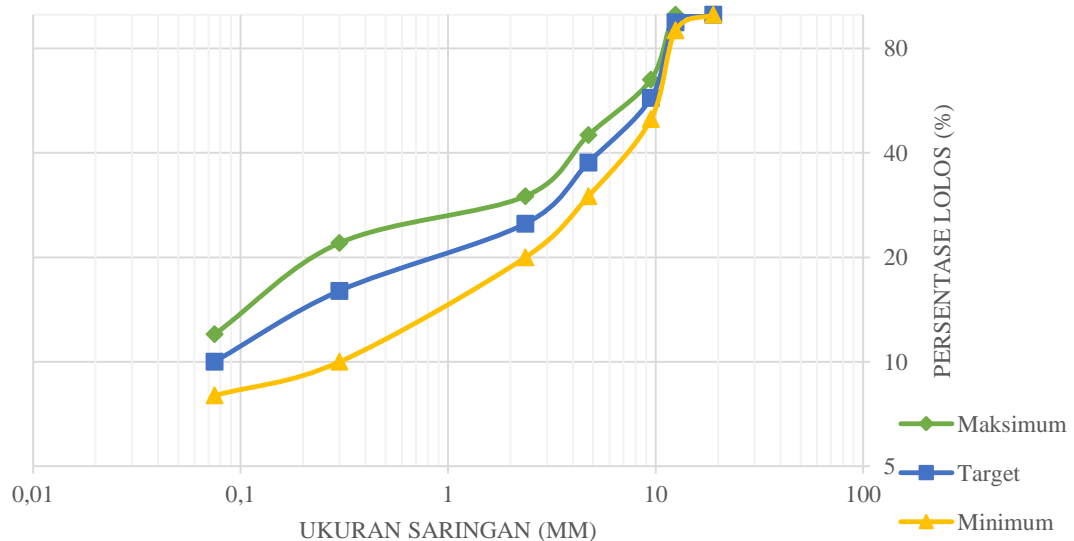
Material yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini, yaitu agregat dan aspal. Sebelum melakukan pencampuran material di uji terlebih dahulu, hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material tersebut apakah sudah memenuhi standar atau belum.

Setelah material dilakukan pengujian, agregat kemudian disaring menggunakan saringan yang telah ditentukan, hal ini dilakukan guna mengetahui jenis agregat yang akan dimasukkan ke dalam campuran. Rencana agregat yang digunakan merupakan campuran *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rencana Gradasi Agregat *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11*

No	Ukuran Saringan		Spesifikasi Lolos Saringan (%)	
	Mm		Range	Ideal
1.	19	3/4"	100	100
2.	12,5	1/2"	90-100	95
3.	9,5	3/8"	50-65	57
4.	4,75	No.4	30-45	37,5
5.	2,36	No.8	20-30	25
6.	0,3	No.50	10-22	16
7.	0,075	No.200	8-12	10

Sumber : Kimbangwil (1999) dalam Perwitasari (2013)



Gambar 4.1 Rencana Gradasi Agregat Campuran *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11*

Berdasarkan Kimbangwil (1999), syarat kadar aspal pada campuran SMA 0/11 adalah minimum 6%. Sehingga pengujian untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, terhadap berat campuran. Perhitungan penentuan kadar aspal dapat dilihat pada berikut ini.

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

Dengan :

P_b = kadar aspal

CA = persentase agregat kasar

FA = persentase agregat halus

K = konstanta (1-2)

Pada grafik didapatkan nilai CA = 75%, FA = 15%, *filler* = 10%, dan konstanta = 1. Jadi perkiraan aspal adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_b &= 0,035 (75\%) + 0,045 (15\%) + 0,18 (10\%) + 1 \\ &= 6,1\% \text{ dibulatkan menjadi } 6\% \end{aligned}$$

Serat selulosa yang digunakan merupakan dedak padi, untuk kadar serat selulosa yang digunakan pada masing-masing pada campuran benda uji adalah 7% terhadap berat aspal. Berat total campuran untuk setiap benda uji 1200 gram. Sedangkan total kebutuhan agregat tiap campuran berdasarkan berat total campuran yang dikurangi berat total aspal yang dibutuhkan. Kebutuhan agregat pada tiap-tiap kadar aspal dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7, dan Tabel 4.8.

Tabel 4.4 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Kumulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	Mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
3/4"	19	100	100	100	100		
1/2"	12,5	90	100	95	5	57	57
3/8"	9,5	50	65	57	43	433,2	490,2
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	222,3	712,5
No.8	2,36	20	30	25	75	142,5	855
No.50	0,3	10	22	15	85	114	969
No.200	0,075	8	12	10	90	57	1026
Pan		0	0	0	100	114	1140
Jumlah						1140	

Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 5,5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Komulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
3/4"	19	100	100	100	100		
1/2"	12,5	90	100	95	5	56,7	56,7
3/8"	9,5	50	65	57	43	430,92	487,62
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	221,13	708,75
No.8	2,36	20	30	25	75	141,75	850,5
No.50	0,3	10	22	15	85	113,4	963,9
No.200	0,075	8	12	10	90	56,7	1020,6
Pan		0	0	0	100	113,4	1134
Jumlah						1134	

Tabel 4.6 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 6%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Komulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
3/4"	19	100	100	100	100		
1/2"	12,5	90	100	95	5	56,4	56,4
3/8"	9,5	50	65	57	43	428,64	485,04
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	219,96	705
No.8	2,36	20	30	25	75	141	846
No.50	0,3	10	22	15	85	112,8	958,8
No.200	0,075	8	12	10	90	56,4	1015,2
Pan		0	0	0	100	112,8	1128
Jumlah						1128	

Tabel 4.7 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 6,5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Komulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Komultif
3/4"	19	100	100	100	100		
1/2"	12,5	90	100	95	5	56,1	56,1
3/8"	9,5	50	65	57	43	426,36	482,46
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	218,79	701,25
No.8	2,36	20	30	25	75	140,25	841,5
No.50	0,3	10	22	15	85	112,2	953,7
No.200	0,075	8	12	10	90	56,1	1009,8
Pan		0	0	0	100	112,2	1122
Jumlah						1122	

Tabel 4.8 Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal 7%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Komulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	Mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Komulatif
3/4"	19	100	100	100	100		
1/2"	12,5	90	100	95	5	55,8	55,8
3/8"	9,5	50	65	57	43	424,08	479,88
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	217,62	697,5
No.8	2,36	20	30	25	75	139,5	837
No.50	0,3	10	22	15	85	111,6	948,6
No.200	0,075	8	12	10	90	55,8	1004,4
Pan		0	0	0	100	111,6	1116
Jumlah						1116	

Rincian jumlah benda uji yang digunakan dalam mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Jumlah Benda Uji Pengujian Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal (%)	5	5,5	6	6,5	7
Jumlah Sampel (Buah)	3	3	3	3	3
	15				

Jumlah benda uji untuk tiap pengujian setelah didapatkan nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Jumlah Benda Uji Untuk Tiap Pengujian dengan Rendaman 0 Jam

Jenis Pengujian	Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)				
	0	25	50	75	100
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
Permeabilitas	3	3	3	3	3
<i>IRS</i>	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	15	15	15	15	15
Total	75				

Tabel 4.11 Jumlah Benda Uji untuk Tiap Pengujian dengan Rendaman 48 Jam

Jenis Pengujian	Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)				
	0	25	50	75	100
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
<i>IRS</i>	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	15	15	15	15	15
Total	60				

Tabel 4.12 Jumlah Benda Uji untuk Tiap Pengujian dengan Rendaman 96 Jam

Jenis Pengujian	Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)				
	0	25	50	75	100
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
<i>IRS</i>	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	15	15	15	15	15
Total	60				

Berdasarkan Tabel 4.8 total benda uji setelah mendapatkan nilai KAO adalah sebanyak 195 buah. Jadi total benda uji dalam penelitian ini sebanyak 210 buah benda uji.

Dari variasi kadar aspal di dapatkan berat *filler* yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan 2 jenis *filler* yang berbeda maka berat *filler* dihitung berdasarkan berat volume dari masing-masing *filler*. Agar dapat menentukan berat volume maka perlu diketahui berat jenis dari masing-masing *filler*. Berat jenis dari masing-masing jenis *filler* didapatkan debu batu sebesar 2,553 gr/cm³ dan berat jenis abu sekam padi sebesar 1,952 gr/cm³. Hal ini guna mengetahui perbandingan berat yang sama dengan berat aslinya sehingga dapat melingkupi yang sama. Berikut ini berat dari masing-masing *filler* berdasarkan berat dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.13 Kebutuhan *Filler* Abu Sekam Padi

Kadar Aspal (%)	Variasi Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)									
	0		25		50		75		100	
	Abu Sekam Padi (gr)	Debu Batu (gr)	Abu Sekam Padi (gr)	Debu Batu (gr)	Abu Sekam Padi (gr)	Debu Batu (gr)	Abu Sekam Padi (gr)	Debu Batu (gr)	Abu Sekam Padi (gr)	Debu Batu (gr)
5	0	114	20,66	85,5	41,32	57	61,99	28,5	82,65	0
5,5	0	113,4	20,55	85,05	41,11	56,7	61,67	28,3	82,22	0
6	0	112,8	20,44	84,6	40,89	56,4	61,34	28,2	81,78	0
6,5	0	112,2	20,33	84,15	40,67	56,1	61,01	28,0	81,35	0
7	0	111,6	20,22	83,7	40,45	55,8	60,69	27,9	80,91	0

4.4.4 Perendaman Air Laut

Langkah-lagkah perendaman air laut adalah sebagai berikut ini.

1. Membersihkan benda uji dari kotoran yang menempel.
2. Mengukur ketinggian benda uji pada tiga tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,01 mm.

3. Menimbang benda uji untuk mengetahui berat keringnya.
4. Merendam benda uji dalam air laut dengan variasi 24 jam dan 72 jam.

4.4.5 Pengujian *Marshall*

Langkah-langkah pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

1. Merendam benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut kedalam air biasa selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
2. Benda uji ditimbang didalam air, kemudian benda uji dikeluarkan dari bak air dan dikeringkan air permukaannya dengan diangin-anginkan, hingga benda uji tersebut diperoleh dalam keadaan kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*).
3. Benda uji ditimbang dalam keadaan jenuh tersebut.
4. Benda uji direndam dalam bak (water bath) pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit.
5. benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dilakukan pengujian dengan alat tekan *Marshall*, yaitu diletakan pada segmen bawah dan kepala penekan. Segmen atas dipasang diatas benda uji, dan diletakan keseluruhannya pada alat uji *Marshall*.
6. Kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji (*proping ring*), kemudian diatur kedudukan jarum arloji ditekan pada posisi nol dan arloji *flowmeter* pada angka nol.
7. Penekanan dimulai dengan memberikan pembebanan maksimum dengan kecepatan tetap 50mm per menit, dengan ditandai jarum arloji tekan berhenti berbalik arah. Dicatat Pembacaan arloji tekan (angka stabilitas) dan pada saat itu pula dilakukan pembacaan jarum arloji kelelahan.
8. Pengujian dilakukan juga terhadap benda uji lainnya.

4.4.6 Pengujian Permeabilitas

Langkah-langkah pengujian permeabilitas adalah sebagai berikut.

1. Membuat benda uji dengan kadar aspal optimum yang telah didapatkan dari pengujian *Marshall*.
2. Meletakan benda uji pada alat uji permeabilitas untuk dilakukan pengujian.

3. Mendapatkan nilai dari hasil pengujian.

4.4.7 Pengujian Perendaman (*Immersion Test*)

Hal yang membedakan pengujian *Marshall* standar dan pengujian ini adalah pada lama perendaman di dalam *waterbath*, yaitu selama 24 jam. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. Benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut selama 24 jam pada suhu ruang, hal ini dilakukan agar benda uji menjadi jenuh air.
2. Setelah benda uji menjadi jenuh air, kemudian ditimbang didalam air.
3. Mengelap benda uji, lalu ditimbang dalam keadaan permukaan jenuh (*saturated surface dry*).
4. Benda uji direndam di dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam.
5. Melakukan pengujian *Marshall* seperti sub bab 4.4.4.

4.4.8 Pengujian *Indirect Tensile Strength (ITS)*

Langkah-langkah pengujian *ITS* adalah sebagai berikut.

1. Meletakkan benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut pada alat uji *Indirect Tensile Strength* untuk dilakukan pengujian.
2. Mendapatkan nilai dial dari hasil pengujian.

4.4.9 Pengujian *Cantabro*

Langkah-langkah pengujian *Cantabro* adalah sebagai berikut.

1. Meletakkan benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut ke dalam alat uji *Los Angeles* tanpa bola baja.
2. Mendapatkan nilai dari hasil pengujian.

4.5 Analisis Data

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

1. Analisis Karakteristik *Marshall*

Dari pengujian *Marshall*, didapatkan data sebagai berikut.

- a. Berat benda uji sebelum direndam (gram).
- b. Berat benda uji didalam air (gram).
- c. Berat benda uji dalam keadaan jenuh (gram).
- d. Tebal benda uji.
- e. Pembacaan arloji stabilitas (kg).
- f. Pembacaan arloji kelelehan (mm).

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

- a. Berat jenis aspal

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

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

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

dengan :

- A = persentase agregat kasar,
- B = persentase agregat halus,
- F1 = berat jenis agregat kasar, dan
- F2 = berat jenis agregat halus.

- c. Nilai-nilai stabilitas (*stability*) menggunakan Persamaan 3.8.
- d. Kelelehan (*flow*), dibaca dari pembacaan arloji kelelehan.
- e. *VIM* (*Void in Mix*) menggunakan Persamaan 3.5.

- f. *VMA (Void in Mineral Aggregate)* menggunakan Persamaan 3.6.
 - g. *VFWA (Volume of Void Filled With Asphalt)* menggunakan Persamaan 3.7.
 - h. *MQ (Marshall Quotient)* menggunakan Persamaan 3.13.
2. Analisis Kadar Aspal Optimum
- Pemilihan kadar aspal optimum (KAO) pada campuran *SMA* ditentukan pada karatersistik pada hasil pengujian *Marshall* yang memenuhi kriteria parameter berikut ini.
- a. *VIM (Void in Mix)* dengan persyaratan 4%.
 - b. *VMA (Void in Mineral Aggregate)* dengan syarat minimum 17%.
 - c. Kadar aspal campuran dengan syarat minimum 6%.
- Dari hasil pengujian *Marshall* tersebut telah memenuhi parameter tersebut, maka diperoleh batas maksimum dan batas minimum. Nilai kadar aspal optimum didapatkan dari nilai tengah antara batas maksimum dan batas optimum.
3. Analisis uji permeabilitas
- Nilai permeabilitas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.9.
4. Analisis uji *Immersion Test*
- Nilai uji perendaman dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.10.
5. Analisis uji *Indirect Tensile Strength*
- Indirect Tensile Strength* adalah kuat tarik maksimum, yang dihitung dari puncak beban kemudian diolah menggunakan Persamaan 3.11.
6. Analisis Uji *Cantabro*
- Nilai uji cantabro dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.12.
7. Analisis Statistik
- Data-data seperti karakteristik *Marshall*, *Index of Retaines Strength*, *Inidirect Tensile Strength*, dan *Cantabro Test* dengan paramater *filler* abu sekam padi serta lama rendaman air laut terhadap kinerja campuran *SMA* dianalisis menggunakan analisis statistik *Anova* dua arah. Metode ini digunakan karena terdapat tiga variabel bebas yang masing-masing terbagi menjadi beberapa kelompok. Variabel bebas adalah *filler* abu sekam padi, yang terbagi menjadi beberapa *treatment* berupa variasi lama rendaman air laut.

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

- a. Merumuskan hipotesis (H_0) dan Hipotesis alternatif (H_1)

Uji hipotesis bertujuan untuk melihat pengaruh masing-masing faktor variabel.

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

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

- b. Menentukan nilai α atau tingkat signifikan.

- c. Mencari nilai df atau derajat kebebasan.

- d. Penggunaan tabel distribusi F

Nilai F-tabel bergantung dengan nilai α dan df

- e. Penentuan daerah penolakan dan kritis

Daerah penolakan dan penerimaan dibatasi oleh nilai α dan F-hitung.

- f. Perumusan keputusan H_0 dan H_1

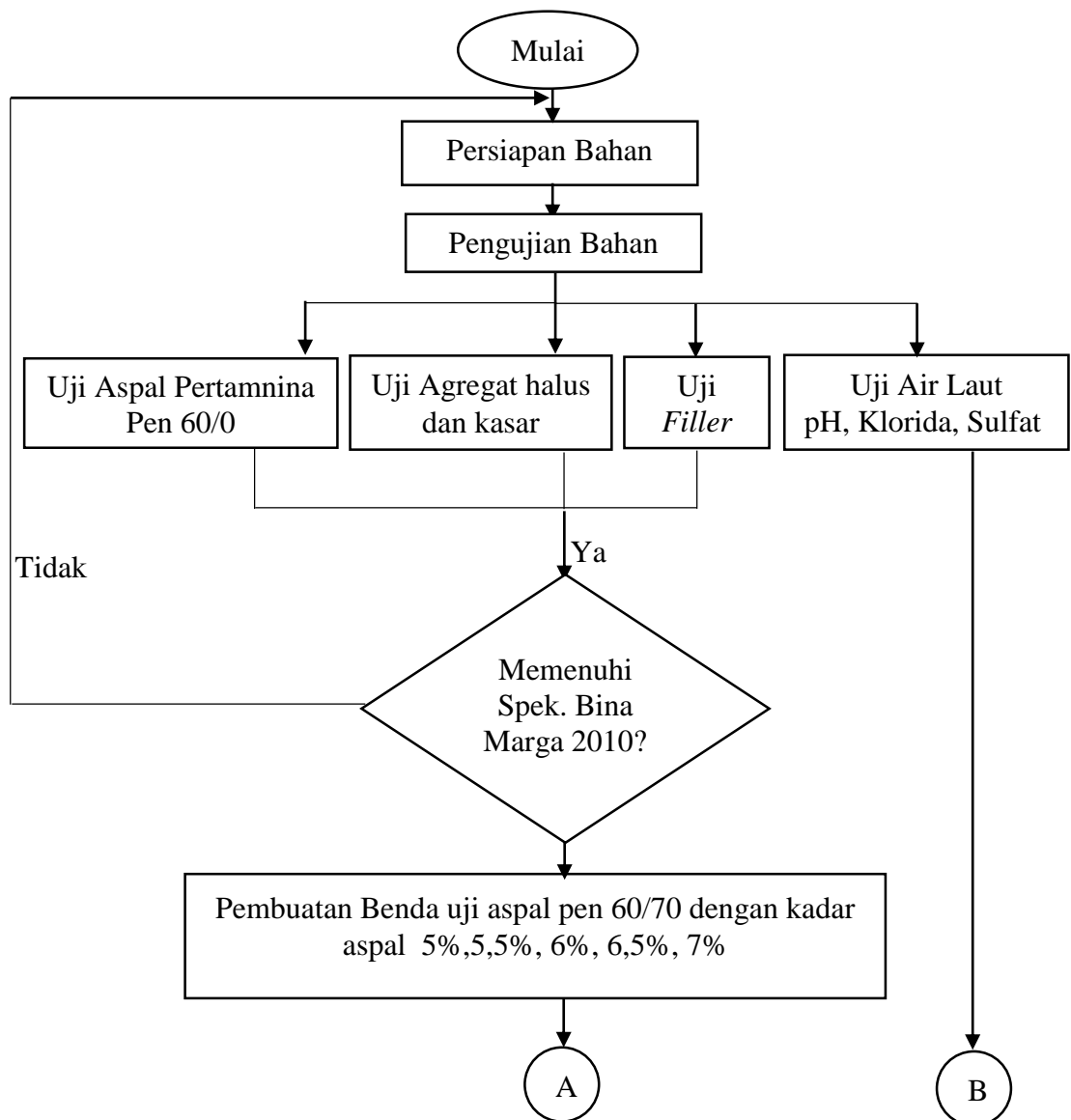
H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan pengaruh lama rendaman air laut terhadap campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)* 0/11 yang menggunakan variasi *filler* abu sekam padi.

H_1 : Ada perbedaan signifikan pengaruh lama rendaman air laut terhadap campuran *Split Mastic Asphalt (SMA)* 0/11 yang menggunakan variasi *filler* abu sekam padi.

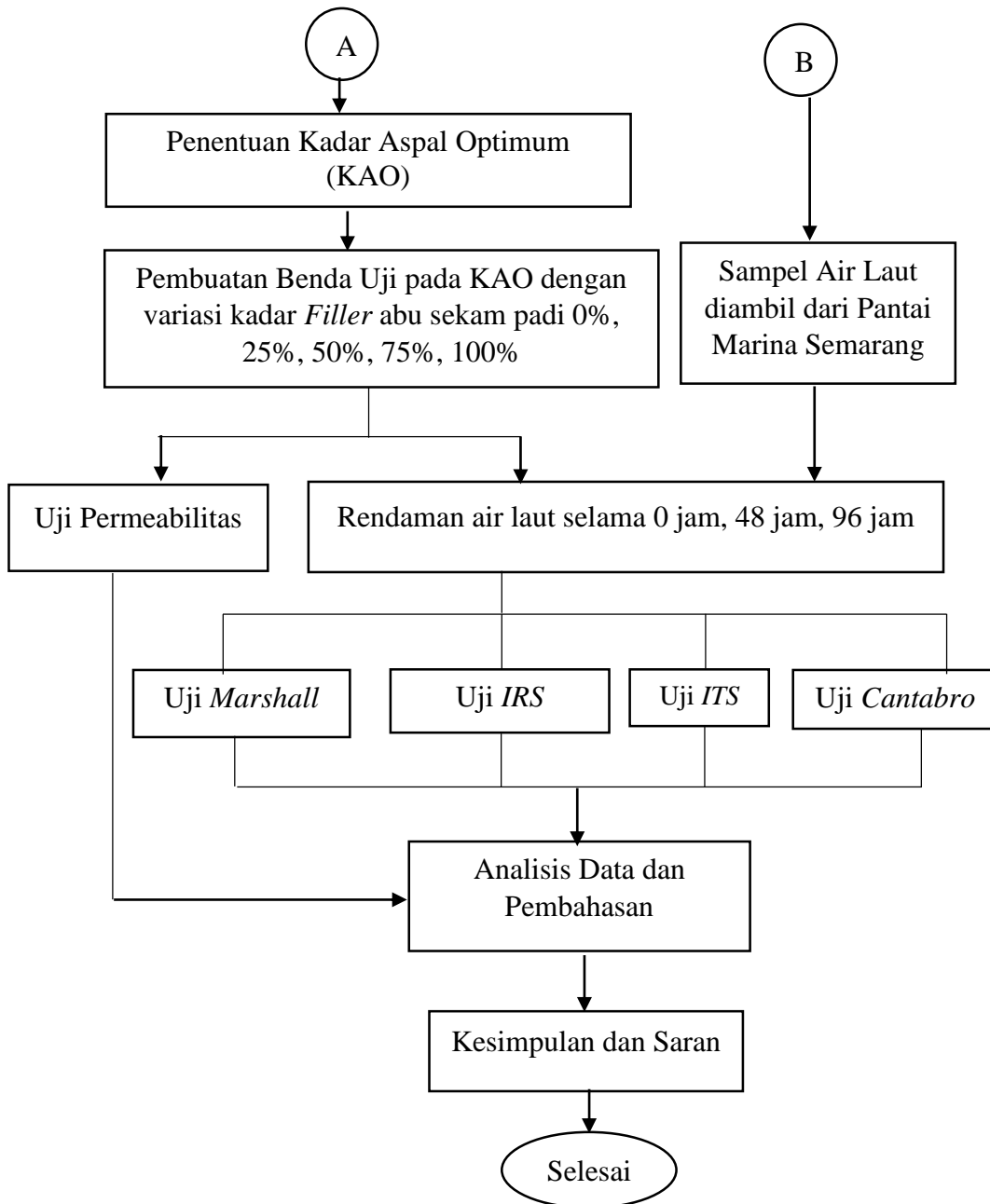
Jika nilai rasio uji berada di daerah penerimaan maka H_0 diterima, sedangkan jika nilai rasio berada di daerah penolakan maka H_1 diterima.

4.6 Bagan Alir Metode Penelitian

Bagan alir (*flowchart*) adalah gambaran singkat tentang tahapan-tahapan dalam penelitian, yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir



Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir