

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan melaksanakan serangkaian kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut akan diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil penelitian, kemudian dibandingkan dengan persyaratan atau standar spesifikasi yang digunakan,

Standar spesifikasi dan prosedur penelitian yang digunakan mengacu kepada peraturan *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*, Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina marga 2010.

4.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini adalah metode *non-probability sampling*, yaitu jenis sampel tidak dipilih secara acak. *Non-probability sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu sampel diambil berdasarkan tujuan. Perlu diperhatikan dalam penelitian yang akan dilakukan ini bahwa sampel yang digunakan disesuaikan dengan kriteria tertentu yang sudah ditentukan berdasarkan tujuan penelitian. Penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan sampel air laut yang didapatkan dari Pantai Utara Kaligawe, Semarang. Aspal yang digunakan adalah Pertamina Pen 60/70.

4.3 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data yang akan dilakukan pada penelitian ini dilakukan selama pengujian. Untuk mempermudah pengambilan data, maka dilakukan pengelompokan benda uji sehingga didapatkan data berupa nilai stabilitas, *flow*, *MQ*, *VITM*, *VMA*, *VFWA*, nilai *IRS*, nilai *ITS*, nilai koefisien permeabilitas, dan nilai *Cantabro*.

4.4 Tahapan Penelitian

Seluruh rangkaian penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Namun untuk pengujian permeabilitas campuran dilakukan di Laboratorium Transportasi, Universitas Gadjah Mada. Tahap-tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah persiapan material, pemeriksaan material, persiapan alat, pembuatan benda uji, pengujian *Marshall*, pengujian perendaman (*immersion*), pengujian *Indirect Tensile Strength*, pengujian permeabilitas, dan pengujian *Cantabro*.

4.4.1 Persiapan dan Pemeriksaan Material

Material yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji *campuran Stone Matrix Asphalt* dalam penelitian ini, yaitu aspal dan agregat. Material tersebut perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum digunakan. Material serat selulosa alami berupa dedak padi tidak dilakukan pengujian, karena mengacu pada hasil penelitian terdahulu.

Tujuan pemeriksaan material adalah untuk mengetahui kelayakan material tersebut, apakah telah memenuhi spesifikasi yang akan digunakan atau belum. Pemeriksaan material ini berpedoman pada SNI, *ASTM*, dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Spesifikasi untuk aspal dan agregat adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Agregat

a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1969:2008)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry (SSD)* dan berat jenis semu (*apparent*), serta penyerapan air oleh agregat kasar.

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

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry (SSD)* dan berat jenis semu (*apparent*), serta penyerapan air oleh agregat halus.

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

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

d. Pengujian analisa saringan

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

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

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar debu atau lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus.

f. Pengujian keausan agregat (SNI 2417:2008)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeless*.

2. Pengujian Aspal

a. Pengujian penetrasi aspal (SNI 06-2456-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal, apakah aspal termasuk dalam kategori keras atau lembek (*solid* atau semi *solid*), dengan cara memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam aspal pada suhu tertentu. Nilai titik lembek dan penetrasi dapat menunjukkan kepekaan aspal terhadap temperatur.

b. Pengujian berat jenis aspal (SNI 06-2441-1991)

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

c. Pengujian titik lembek (SNI 06-2434-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan temperatur aspal dimana aspal mengalami batas perpindahan antara bentuk padat ke cair. Nilai titik lembek dan penetrasi dapat menunjukkan kepekaan aspal terhadap temperatur.

d. Pengujian daktilitas (SNI 06-2432-1991)

Pengujian ini 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. Aspal

dengan daktilitas yang lebih besar mengikat butir-butir agregat lebih baik tetapi lebih peka terhadap perubahan temperatur.

e. Pengujian kelarutan dalam *Trichloroethylene* (ASTM D5546)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam *Trichloroethylene*.

f. Pengujian titik nyala dan titik bakar (SNI 06-2433-1991)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan suhu saat aspal terlihat menyala singkat di permukaannya (titik nyala) dan suhu saat terlihat menyala sekurang-kurangnya 5 detik (titik bakar).

3. Pengujian *Filler*

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis debu batu dan berat jenis abu sekam padi sebagai *filler* pengganti.

4.4.2 Persiapan Alat

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Jalan raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Peralatan pengujian fisik agregat, seperti mesin *Los Angeless*, saringan standar dan *vibrator*, tabung *Sand Equivalent*.
2. Peralatan pengujian fisik aspal, seperti alat ukur penetrasi aspal, daktilitas aspal, kelarutan aspal, titik lembek aspal, titik nyala dan titik bakar aspal.
3. Cetakan benda uji berbentuk silinder (*mold*) berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") dilengkapi dengan pelat atas dan leher sambung.
4. Alat uji *Marshall*, yang meliputi:
 - a. kepala penekan yang berbentuk lengkung (*breaking head*),
 - b. cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound),
 - c. arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001"), dan
 - d. arloji pengukur kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01") dengan perlengkapannya.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.

6. Bak perendam (waterbath) yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C.
7. *Compactor*, yaitu alat penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 (10 pound) dan tinggi jatuh beban 45,7 cm (18”).
8. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram, timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram, dan timbangan *digital*.
9. *Ejector*, yaitu alat untuk mengeluarkan benda uji yang telah dipadatkan dari cetakan.
10. Alat uji *Indirect Tensile Strength Test*, yang meliputi:
 - a. alat ukur tekan (*strip loading*) selebar 0,5 inch,
 - b. arloji pengukuran stabilitas, dan
 - c. arloji pengukur kelelahan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm.
11. Satu set peralatan uji permeabilitas.
12. Seperangkat mesin *Los Angeless* untuk pengujian *Cantabro*, yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm. Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm.
13. Peralatan penunjang seperti kompor, wajan, spatula, sarung tangan karet, gelas ukur, panci, kain lap, bak, plastik, jangka sorong, termometer, dan lain-lain.

4.4.3 Perencanaan Campuran

Material yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu agregat dan aspal, dimana material tersebut harus diuji terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm. Hal ini dilakukan guna mengetahui sifat-sifat material tersebut apakah telah memenuhi persyaratan atau belum.

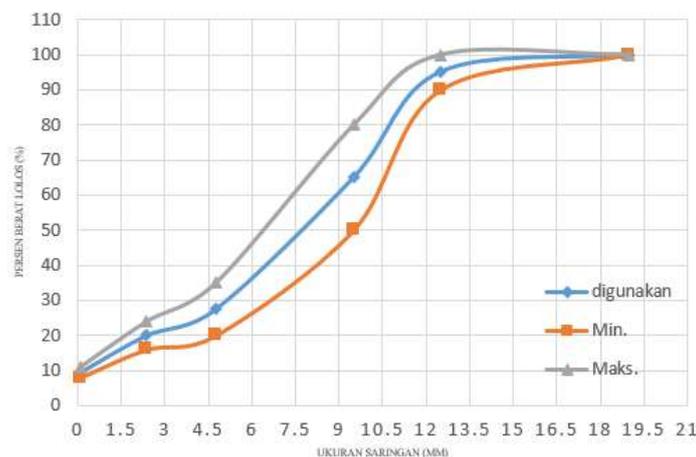
Setelah dilakukan pengujian sifat fisik agregat dan aspal, selanjutnya adalah penyaringan agregat menggunakan saringan standar. Gradasi agregat penyusun campuran *Stone Matrix Asphalt* adalah gradasi senjang (*gap graded*) yang

didominasi oleh agregat kasar. Rencana gradasi agregat campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rencana Gradasi Agregat Campuran SMA 12,5 mm

Ukuran saringan		Spesifikasi		Jumlah Persen (%)	
		Min.	Maks.	Lolos	Tertahan
¾"	19 mm	100	100	100	0
½"	12,5 mm	90	100	95	5
3/8"	9,5 mm	50	80	65	35
No. 4	4,75 mm	20	35	27,5	72,5
No. 8	2,36 mm	16	24	20	80
No. 200	0,075 mm	8	11	9,5	90,5
Pan		0	0	0	100

Sumber: AASHTO dalam TRB (2011)



Gambar 4.1 Gradasi Agregat Campuran SMA 12,5 mm

Perkiraan awal (P_b) kadar aspal optimum (KAO), dapat diperoleh menggunakan Persamaan 4.1.

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

dengan:

CA = Persen agregat tertahan saringan No.8,

FA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200,

$Filler$ = Persen agregat minimal 75% lolos No.200, dan

K = Konstanta (1-2).

Dapat diperoleh dari grafik nilai CA sebesar 80%, FA sebesar 10,5%, *filler* sebesar 9,5% dan nilai konstanta yang digunakan adalah 1. Jadi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.1 seperti perhitungan berikut.

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% \textit{filler}) + K \\
 &= 0,035 (80) + 0,045 (10,5) + 0,18(9,5) + 1 \\
 &= 5,98\% \text{ dibulatkan } 6\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan awal (P_b), syarat kadar aspal pada campuran SMA 12,5 mm adalah minimum 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 pada tiap-tiap kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 4.2 hingga Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.2 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	57	57
3/8"	9,5	50	80	65	35	342	399
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	427,5	826,5
No. 8	2,36	16	24	20	80	85,5	912
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	119,7	1031,7
Pan		0	0	0	100	108,3	1140
Jumlah						1140	

Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 5,5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	56,7	57
3/8"	9,5	50	80	65	35	396,9	397
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	822,15	822
No. 8	2,36	16	24	20	80	907,2	907,2
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	1026,27	1026,27
Pan		0	0	0	100	107,73	1134
Jumlah						1134	

Tabel 4.3 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	56,4	56,4
3/8"	9,5	50	80	65	35	338,4	394,8
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	423	817,8
No. 8	2,36	16	24	20	80	84,6	902,4
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	118,44	1020,84
Pan		0	0	0	100	107,16	1128
Jumlah						1128	

Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 6,5%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	56,1	56,1
3/8"	9,5	50	80	65	35	336,6	392,7
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	420,75	813,45
No. 8	2,36	16	24	20	80	84,15	897,6
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,81	1015,41
Pan		0	0	0	100	106,59	1122
Jumlah						1122	

Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal 7%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,8	55,8
3/8"	9,5	50	80	65	35	334,8	390,6
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	418,5	809,1
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,7	892,8
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,18	1009,98
Pan		0	0	0	100	106,02	1116
Jumlah						1116	

Rincian jumlah benda uji yang digunakan dalam mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.4 Jumlah Benda Uji Pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO)

Jenis Aspal	Jumlah Benda Uji pada Tiap Kadar Aspal (Buah)				
	0%	25%	50%	75%	100%
Pertamina Pen 60/70	3	3	3	3	3
Total 15 Buah					

Kebutuhan *filler* abu sekam padi pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 4.8 hingga Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat pada Kadar Filler 0%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,88	55,88
3/8"	9,5	50	80	65	35	335,27	391,15
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	419,09	810,23
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,82	894,05
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,34	1011,39
Debu Batu						106,17	1117,56
Abu Sekam Padi						0	1117,56

Tabel 4.6 Kebutuhan Agregat pada Kadar Filler 25%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,88	55,88
3/8"	9,5	50	80	65	35	335,27	391,15
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	419,09	810,23
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,82	894,05
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,34	1011,39
Debu Batu						79,63	1091,02
Abu Sekam Padi						20,30	1111,32

Tabel 4.7 Kebutuhan Agregat pada Kadar Filler 50%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,88	55,88
3/8"	9,5	50	80	65	35	335,27	391,15
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	419,09	810,23
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,82	894,05
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,34	1011,39
Debu Batu						53,08	1064,48
Abu Sekam Padi						40,60	1105,07

Tabel 4.8 Kebutuhan Agregat pada Kadar Filler 75%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,88	55,88
3/8"	9,5	50	80	65	35	335,27	391,15
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	419,09	810,23
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,82	894,05
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,34	1011,39
Debu Batu						26,54	1037,93
Abu Sekam Padi						60,90	1098,83

Tabel 4.9 Kebutuhan Agregat pada Kadar Filler 100%

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Jumlah (%)		Berat Tertahan (gr)	
Inci	mm	Min.	Maks.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
¾"	19	100	100	100			
½"	12,5	90	100	95	5	55,88	55,88
3/8"	9,5	50	80	65	35	335,27	391,15
No. 4	4,75	20	35	27,5	72,5	419,09	810,23
No. 8	2,36	16	24	20	80	83,82	894,05
No. 200	0,075	8	11	9,5	90,5	117,34	1011,39
Debu Batu						0	1011,39
Abu Sekam Padi						81,20	1092,59

Jumlah benda uji untuk tiap pengujian setelah didapatkan nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 4.13, Tabel 4.14, dan Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.10 Jumlah Benda Uji untuk Tiap Pengujian

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji Berdasarkan Lama Rendaman (buah)				
	Durasi 0 jam				
<i>Filler ASP</i>	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
Permeabilitas	2	2	2	2	2
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	11	11	11	11	11
Total	55				

Tabel 4.11 Jumlah Benda Uji dengan Lama Rendaman 48 jam

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji Berdasarkan Lama Rendaman (buah)				
	Durasi 48 jam				
<i>Filler ASP</i>	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
Perendaman	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	9	9	9	9	9
Total	45				

Tabel 4.12 Jumlah Benda Uji dengan Lama Rendaman 96 jam

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji Berdasarkan Lama Rendaman (buah)				
	Durasi 96 jam				
<i>Filler ASP</i>	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Marshall</i>	3	3	3	3	3
Perendaman	3	3	3	3	3
<i>ITS</i>	3	3	3	3	3
<i>Cantabro</i>	3	3	3	3	3
Jumlah	9	9	9	9	9
Total	45				

Jadi, total benda uji dalam penelitian ini adalah sebanyak 160 buah benda uji. Dari variasi kadar aspal didapatkan berat *filler* yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan dua jenis *filler* yang berbeda, yaitu debu batu (DB) dan abu sekam padi (ASP) sebagai *filler* pengganti. Berat *filler* dihitung berdasarkan berat volume dari masing – masing *filler*, oleh karena itu perlu diketahui berat jenis dari setiap jenis *filler*. Hal ini bertujuan untuk dapat mengetahui perbandingan berat yang sama dengan berat aslinya, sehingga dapat melingkupi volume yang sama. Berat jenis debu batu sebesar $2,553 \text{ gr/cm}^3$ dan berat jenis abu sekam padi sebesar $1,953 \text{ gr/cm}^3$. Berat dari masing-masing *filler* berdasarkan volume dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.13 Berat Debu Batu dan Abu Sekam Padi

Kadar Aspal (%)	Variasi Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (gram)									
	0%		25%		50%		75%		100%	
	ASP	DB	ASP	DB	ASP	DB	ASP	DB	ASP	DB
5	0,00	108,30	20,71	81,23	41,42	54,15	62,14	27,08	82,85	0,00
5,5	0,00	107,73	20,60	80,80	41,21	53,87	61,81	26,93	82,41	0,00
6	0,00	107,16	20,49	80,37	40,99	53,58	61,48	26,79	81,98	0,00
6,5	0,00	106,59	20,38	79,94	40,77	53,30	61,15	26,65	81,54	0,00
7	0,00	106,2	20,28	79,52	40,55	53,01	60,83	26,51	81,10	0,00

4.4.4 Perendaman Air Laut

Langkah – langkah pengujian 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, kemudian dirata – rata dengan ketelitian pengukuran 0,01 mm.
3. Menimbang benda uji untuk mengetahui berat keringnya.
4. Merendam benda uji dalam air laut dengan variasi perendaman selama 0 jam, 48 jam, dan 96 jam dalam bak plastik dan dalam kondisi suhu ruang.

4.4.5 Pengujian *Marshall*

Mengacu pada *AASHTO T-245-74* dan *ASTM D-1559-62 T*, langkah – langkah pengujian *Marshall* setelah benda uji direndam air laut adalah sebagai berikut.

1. Merendam benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut ke dalam air biasa selama kira – kira 24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
2. Menimbang benda uji didalam air.
3. Mengelap permukaan benda uji, kemudian menimbanginya pada kondisi kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*)
4. Merendam benda uji kedalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 0,5 jam.
5. Membersihkan batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam kepala penekan (*test head*) terlebih dahulu. Kemudian melumasi batang penuntun sehingga kepala penekan yang atas dapat meluncur bebas.
6. Mengeluarkan benda uji dari *waterbath* dan meletakkannya ke dalam segmen bawah kepala penekan.
7. Memasang segmen atas diatas benda uji dan meletakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
8. Memasang arloji kelelahan (*flowmeter*) pada penunjuk angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Selama pembebanan berlangsung, tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan.

9. Menaikkan kepala penekan beserta benda ujinya sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kemudian mengatur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
10. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit, sehingga pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan mencatat pembebanan maksimum yang tercapai (stabilitas) serta angka pada arloji kelelahan (*flow*)
11. Melepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (*sleeve*) pada setelah nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji kelelahan dicatat.
12. Menganalisis dan membuat pembahasan.

4.4.6 Pengujian Perendaman (*Immersion Test*)

Hal yang membedakan pengujian ini dengan uji *Marshall* standar adalah pada lama perendaman yang dilakukan dalam *waterbath*, yaitu selama 24 jam. Langkah – langkah pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Merendam benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut ke dalam air biasa selama kira – kira 24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
2. Merendam benda uji ke dalam air selama kira – kira 24 jam pada suhu ruang agar benda uji menjadi jenuh air.
3. Setelah benda uji menjadi jenuh, kemudian ditimbang dalam air.
4. Mengelap permukaan benda uji, lalu ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (*Saturated surface Dry*).
5. Merendam benda uji kedalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 24 jam.
6. Melakukan serangkaian pengujian *Marshall* seperti pada sub bab 4.4.5.
7. Menganalisis dan membuat pembahasan.

4.4.7 Pengujian *Indirect Tensile Strength (ITS)*

Langkah – langkah pengujian *ITS* adalah sebagai berikut ini.

1. Meletakkan benda uji yang telah diangkat dari rendaman air laut pada alat uji.
2. Mendapatkan nilai dial dari hasil pengujian.
3. Menganalisis dan membuat pembahasan.

4.4.8 Pengujian Permeabilitas

Langkah – langkah pengujian permeabilitas adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat benda uji dengan nilai kadar aspal optimum yang telah didapat dari pengujian *Marshall*.
2. Meletakkan benda uji pada alat uji permeabilitas untuk dilakukan pengujian.
3. Mendapatkan nilai dari hasil pengujian.
4. Menganalisis dan membuat pembahasan.

4.4.9 Pengujian *Cantabro*

Langkah – langkah pengujian *Cantabro* adalah sebagai berikut ini.

1. Meletakkan benda uji ke dalam benda uji *Los Angeless* tanpa bola baja.
2. Mendapatkan nilai dari hasil pengujian.
3. Menganalisis dan membuat pembahasan.

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 air (gram).
- d. Tebal benda uji.
- e. Pembacaan arloji stabilitas (kg).
- f. Pembacaan arloji kelelahan *flow* (mm).

Nilai – nilai karakteristik *marshall* dapat dihitung menggunakan rumus –rumus berikut ini.

- a. Berat jenis aspal

$$BJ \text{ Aspal} = \frac{C_p - A_p}{(B_p - A_p) - (D_p - C_p)} \quad (4.2)$$

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

$$BJ \text{ Agregat} = \frac{(As.F1)+(Bs.F2)}{100}$$

(4.3)

dengan:

- A = Presentase agregat kasar (%),
- B = Presentase agregat halus (%),
- F1 = Berat jenis agregat kasar, dan
- F2 = Berat jenis agregat halus.

- c. Nilai-nilai stabilitas (*stability*) menggunakan Persamaan 3.1.
 - d. Kelelehan (*flow*), dibaca dari pembacaan arloji kelelehan.
 - e. *VMA (Void in Mineral Aggregate)* menggunakan Persamaan 3.4.
 - f. *VITM (Void In the Mix)* menggunakan Persamaan 3.5.
 - g. *VFWA (Volume of Void Filled With Asphalt)* menggunakan Persamaan 3.6.
 - h. *MQ (Marshall Quotient)* menggunakan Persamaan 3.9.
 - i. Nilai *Immersion Test* kemudian diolah menggunakan Persamaan 3.10.
2. Analisis *VCA (Void in Coarse Aggregate)*
 Nilai VCA_{drc} dan VCA_{mix} dihitung menggunakan Persamaan 3.7 dan Persamaan 3.8.
3. Analisis Kadar Aspal Optimum (KAO)
 Pemilihan nilai KAO pada campuran *SMA* ditentukan dengan melihat karakteristik pada hasil pengujian *Marshall* yang memenuhi beberapa kriteria parameter berikut ini.
- a. *Void in The Mix (VITM)* dengan persyaratan 4%.
 - b. *Void in Mineral Aggregate (VMA)* dengan syarat minimum 17%.

c. Kadar aspal campuran dengan syarat minimum 6%.

Dari hasil uji *Marshall* yang memenuhi semua kriteria parameter tersebut, maka diperoleh batas maksimum dan batas minimum. Nilai kadar aspal optimum didapatkan dari nilai tengah antara batas maksimum dan minimum.

4. Analisis *Indirect Tensile Strength Test*

Indirect Tensile Strength Test adalah kuat tarik maksimum, yang dihitung dari puncak beban kemudian diolah menggunakan Persamaan 3.11.

5. Analisis Uji Permeabilitas

Nilai Permeabilitas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.12.

6. Analisis Uji *Cantabro*

Nilai *Cantabro* dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.13.

7. Analisis Statistik

Data-data seperti karakteristik *Marshall*, *Index of Retained Strength*, *Indirect Tensile Strength*, *Cantabro*, dan Permeabilitas dengan parameter variasi kadar *filler* abu sekam padi dan lama rendaman air laut terhadap kinerja campuran SMA 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70, dianalisis menggunakan analisis statistik *Anova* dua arah. Metode ini digunakan karena terdapat tiga variabel bebas yang masing-masing terbagi menjadi beberapa kelompok. 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.

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

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

b. Menentukan nilai α atau tingkat signifikan.

c. Mencari nilai df atau derajat kebebasan .

d. Penggunaan tabel distribusi F

Nilai F-tabel bergantung dari nilai α dan df.

e. Penentuan daerah penolakan dan kritis

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

f. Perumusan keputusan H_0 dan H_1

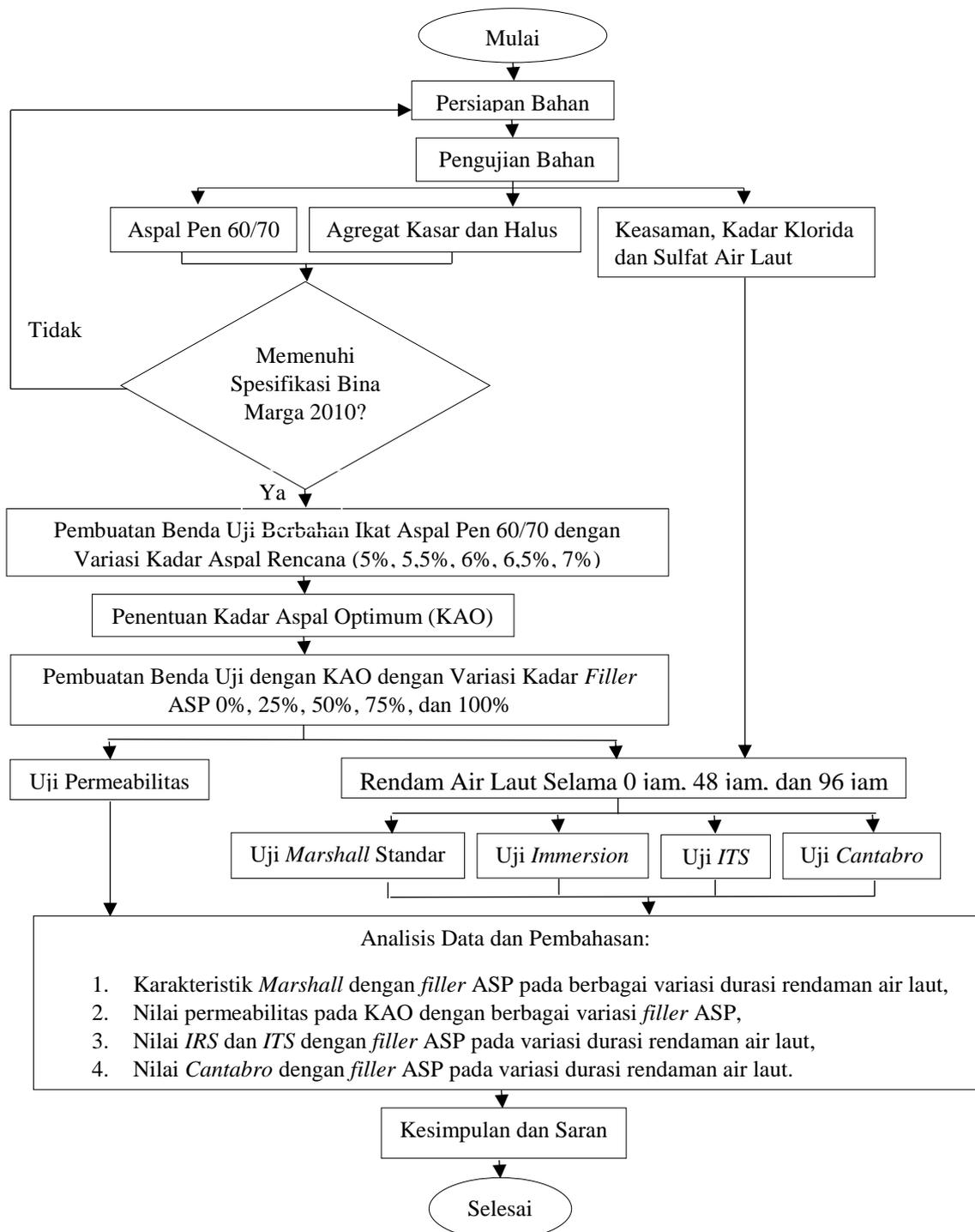
H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan pengaruh kadar *filler* abu sekam padi dan lama rendaman air laut terhadap campuran SMA 12,5 mm .

H_1 : Ada perbedaan signifikan pengaruh kadar *filler* abu sekam padi dan lama rendaman air laut terhadap campuran SMA 12,5 mm.

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 Penelitian

