

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian berupa eksperimental dengan cara melakukan pembuatan sampel berdasarkan variabel terikat dan bebas yang telah ditentukan kemudian diuji serta diolah untuk mendapatkan hasil dengan standar serta syarat yang telah ditentukan sesuai dengan SNI serta Bina Marga, dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan minyak goreng bekas sebagai bahan peremaja *reclaimed asphalt pavement (RAP)* terhadap karakteristik campuran *RAP*-aspal baru dengan gradasi *superpave*.

#### **4.2 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan yang telah disusun sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan hasil penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan, adapun tahapan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut

1. Tahap persiapan, tahap ini meliputi persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pembuatan sampel data.
2. Tahap uji sampel, pada tahap ini sampel yang telah dibuat diuji dengan alat yang sesuai serta terkalibrasi untuk mendapatkan hasil yang valid.
3. Tahap *data collection*, pada tahap ini data hasil pengujian yang didapatkan dari tahap uji sampel diambil untuk kemudian akan diolah.
4. Tahap analisis, tahap analisis adalah pengolahan data yang didapatkan sesuai dengan syarat dan ketentuan sehingga didapatkan hasil yang sesuai.
5. Tahap kesimpulan, pada tahap ini hasil yang telah didapatkan kemudian disimpulkan sesuai dengan tujuan yang di *set* pada penelitian ini.

#### **4.3 Bahan yang Dipakai**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Bitumen pen 60/70

Bitumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bitumen yang berasal dari PT. Pertamina dengan nilai penetrasi 60/70.

2. *Reclaimed asphalt pavement (RAP)*

Material *RAP* yang digunakan berasal dari pekerjaan *cold miling* ruas jalan Ring Road Selatan Yogyakarta melalui perizinan Bina Marga.

3. Minyak goreng bekas (*WCO*)

Pemakaian minyak goreng bekas yang telah dijernihkan menggunakan arang batok kelapa yang berasal dari pedagang kaki 5.

#### **4.4 Langkah-langkah penelitian**

Penelitian akan dilakukan dengan membuat campuran bahan-bahan penyusun dari perkerasan seperti aspal, agregat kasar dan agregat halus, namun sebelumnya perlu dilakukan pengujian pada setiap bahan penyusun perkerasan tersebut, hal ini dilakukan untuk memastikan bahan-bahan penyusun yang digunakan sesuai dengan standar yang ditetapkan atau belum, pengujian yang dilakukan berpedoman pada *AASHTO*, *ASTM*, *SHRP* dan Bina Marga.

##### 4.4.1 Pemeriksaan Agregat

Salah satu komponen utama dalam campuran perkerasan adalah agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus, oleh karena itu pengujian terhadap agregat harus dilakukan secara teliti sesuai dengan standar yang ditetapkan agar didapatkan agregat kasar dan halus yang baik, pengujian yang akan dilakukan terhadap agregat kasar dan halus sebagai berikut ini.

1. Pengujian penyerapan air dan berat jenis (SNI 1969 : 2008 dan SNI 1970 : 2008).
2. Pengujian kelekatan aspal pada agregat (SNI 06-2439-1991).
3. Pengujian analisa saringan .
4. Pengujian keausan agregat (SNI 2417:2008).
5. Pengujian *Sand Equivalent* (SNI 3423 : 2008).

#### 4.4.2 Pemeriksaan Aspal

Sama halnya seperti agregat, aspal adalah salah satu penyusun utama dari campuran perkerasan, sehingga perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum penggunaan aspal pada campuran perkerasan, berikut serangkaian pengujian yang akan dilakukan terhadap aspal.

1. Pengujian penetrasi aspal (SNI 06-2456-1991).
2. Pengujian berat jenis aspal (SNI 06-2441-1991).
3. Pengujian daktalitas aspal (SNI 06-2432-1991).
4. Pengujian titik lembek aspal (SNI 06-2434-1991).
5. Pengujian titik bakar dan titik nyala (SNI 06-2433-1991).

Pada penelitian ini menggunakan aspal bekas (*Reclaimed asphalt pavement*) maka pengujian aspal untuk *RAP* hanya dilakukan pada pengujian penetrasi serta pengujian titik lembek, sedangkan pengujian pada agregat dilakukan sesuai dengan yang disebutkan pada sub pemeriksaan agregat.

#### 4.4.3 Penentuan nilai kadar aspal

Setelah melakukan pemeriksaan terhadap aspal maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai kadar aspal optimum perkiraan dengan menggunakan data gradasi *superpave* pada Tabel 4.1 yang telah dimiliki, perkiraan kadar aspal optimum dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini

**Tabel 4.1 Gradasi Agregat *Superpave* Ukuran Nominal Maksimum 19 mm**

Ukuran Saringan			Spesifikasi		Zona Larangan		Jumlah Persen	
			Min	Max	Min	Max	Lolos	Tertahan
3/4"	19	mm	100	100			100	0
1/2"	12.5	mm	90	100			95	5
3/8"	9.5	mm	78	90			84	16
No. 8	2.36	mm	28	58	39.1	39.1	39.1	60.9
No. 16	1.18	mm	14.57	33.21	25.6	31.6	31.6	68.4
No. 30	0.6	mm	7.97	25	19.1	23.1	23.1	76.9
No. 50	0.3	mm	4.56	17	15.5	15.5	15.5	84.5
No. 200	0.075	mm	2	10			6	94
Pan			0	0			0	100

Sumber : *SHRP A-407 1994*

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

dengan

- $P_b$  = kadar aspal optimum perkiraan,  
 $CA$  = agregat kasar tertahan saringan no. 8,  
 $FA$  = agregat halus lolos saringan no. 8 dan tertahan no. 200,  
 $FF$  = agregat halus lolos saringan no. 200, dan  
 Konstanta = 0,5 – 1.

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (60,9) + 0,045 (33,1) + 0,18 (6) + 0,6 \\
 &= 5,4 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai kadar aspal optimum perkiraan didapatkan kadar aspalnya adalah sebesar 5,4%, maka pada pengujian dalam pemcar nilai KAO digunakan kadar aspal sebesar 3,9%, 4,4%, 4,9%, 5,4% dan 5,9% terhadap berat total campuran yang digunakan.

#### 4.4.4 Perencanaan Campuran

Pada tugas akhir ini digunakan material berupa 30% *RAP* dan 70% material baru yang terdiri dari aspal Pen 60/70 serta agregat kasar dan halus yang berasal dari Sungai Clereng, untuk mengetahui rencana gradasi campuran, terlebih dahulu gradasi agregat pada material *RAP* dicek untuk mengkombinasikan dengan agregat baru agar sesuai dengan target gradasi *Superpave*, hasil pengujian gradasi material *RAP* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Gradasi Material *RAP***

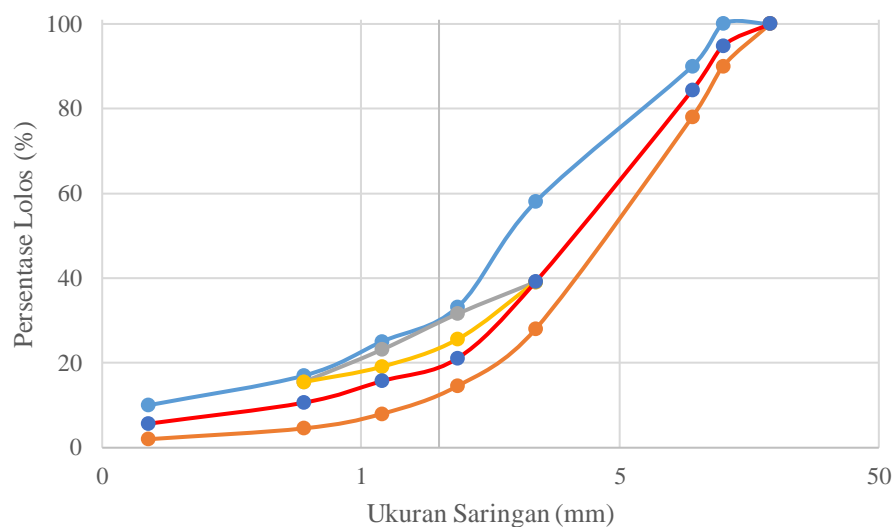
No Saringan	Sampel			Persen Tertahan	Persen Lolos	Spesifikasi		Larangan		Keterangan
	1	2	3			Min	Max	Min	Max	
"3/4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100			OK
"1/2	5,15	4,37	7,07	5,53	94,47	90	100			OK
"3/8	15,95	10,70	18,17	14,94	85,06	78	90			OK
8	61,05	57,25	64,13	60,81	39,19	28	58	39,1	39,1	OK
16	76,72	74,05	78,03	76,27	23,73	14,57	33,21	25,6	31,6	OK
30	85,84	83,49	85,48	84,94	15,06	7,97	25	19,1	23,1	OK
50	90,39	88,87	89,98	89,74	10,26	4,56	17	15,5	15,5	OK
200	95,05	94,89	95,54	95,16	4,84	2	10			OK
Pan	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0	0			OK

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa gradasi agregat pada material *RAP* telah memenuhi spesifikasi gradasi *Superpave*. Langkah selanjutnya adalah menentukan target gradasi *superpave* yang akan dipakai, gradasi target dari *superpave* dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Target Gradasi *Superpave***

No Saringan	Persentase Lolos	Persentase Target	Spesifikasi		Larangan		Keterangan
			Min	Max	Min	Max	
"3/4	100,00		100	100			OK
"1/2	95,00	5,00	90	100			OK
"3/8	84,00	11,00	78	90			OK
8	39,10	44,90	28	58	39,1	39,1	OK
16	20,00	19,10	14,57	33,21	25,6	31,6	OK
30	16,00	4,00	7,97	25	19,1	23,1	OK
50	10,78	5,22	4,56	17	15,5	15,5	OK
200	6,00	4,78	2	10			OK
Pan	0,00	6,00	0	0			OK

Gradasi agregat baru yang akan dipakai digabungkan dengan gradasi dari material *RAP*, hasil gabungan gradasi antara agregat baru dan agregat *RAP* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Gradasi Agregat Gabungan**

Dilihat dari Gambar 4.1 bahwa gradasi gabungan masuk spesifikasi Target dengan melalui zona larangan batas bawah, setelah menentukan gradasi material

*RAP* dan gradasi target, langkah selanjutnya adalah menguji kandungan kadar aspal dalam material *RAP* melalui uji ekstraksi, hasil pengujian dari kadar aspal *RAP* dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian Ekstraksi Aspal *RAP***

No	Pemeriksaan	Sampel			Satuan
		1	2	3	
1	Berat bowl kosong	180,50	180,35	180,25	gr
2	Berat benda uji (W1)	480,35	478,7	465,13	gr
3	Berat bowl + batuan ekstraksi	632,54	630,24	616,10	gr
4	Berat batuan yang terekstraksi (W2)	452,04	449,89	435,85	gr
5	Berat kertas <i>filler</i> bersih	26,45	26,73	26,62	gr
6	Berat kertas <i>filler</i> bersih + mineral	26,47	26,76	26,65	gr
7	Berat cawan kosong	134,52	135,63	133,74	gr
8	Berat cawan kosong + endapan	136,64	138,1	136,23	gr
9	Berat benda uji + bowl	660,85	659,05	645,38	gr
10	Berat mineral tertempel di kertas <i>filler</i> ( <i>f</i> )	0,02	0,03	0,03	gr
11	Berat endapan ( <i>s</i> )	2,12	2,47	2,49	gr
12	Kadar Aspal	5,4481	5,4961	5,7532	%
13	Rata-rata	5,57			%

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa kadar aspal pada material *RAP* adalah sebesar 5,57%, kemudian langkah selanjutnya adalah membuat campuran rencana yang terdiri dari komposisi 30% material *RAP* dan 70% material baru dengan mengacu pada nilai *Pb*, contoh perhitungan komposisi material untuk kadar aspal 4,5% sebagai berikut :

Diketahui : Kadar *RAP* = 30%

Kadar Aspal *RAP* = 7,48%

Berat Total Campuran = 1200 gr

Total Campuran adalah 1200 gr terdiri dari :

1. 30% *RAP* =  $1200 \times 30\% = 360$  gr

2. 70% agregat baru =  $1200 \times 70\% = 840$  gr

didalam 30% *RAP* sudah terkandung kadar aspal sebesar 7,48% artinya berat aspal dalam material *RAP* adalah  $360 \text{ gr} \times 7,48\% = 26,93$  gr, sedangkan berat total aspal yang dibutuhkan adalah  $1200 \text{ gr} \times 4,5\% = 54$  gr, dari sini dapat dicari kebutuhan untuk aspal baru Pen 60/70 sebesar  $(54 - 26,93) \text{ gr} = 27,07$  gr. Sehingga didapatkan komposisi campuran untuk kadar aspal 4,5% sebagai berikut :

1. Agregat baru = 840 gr – 27,07 gr = 812,93 gr
2. Aspal Pen 60/70 = 27,07 gr
3. Material *RAP* = 360 gr

Kadar aspal yang terpakai sebenarnya bukan 4,5%, adapun kadar aspal dipakai sebenarnya adalah  $((5,57\% \times 360)/1200) \times 100 = 3,9\%$

Kebutuhan agregat untuk kadar aspal 3,9% dapat dilihat pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 3,9%**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/4	0	0	0	0	0
"1/2	5,53	5	19,91	40,65	60,56
"3/8	9,41	11	33,87	89,42	123,29
8	45,87	44,9	165,13	365,00	530,14
16	15,46	19,1	55,64	155,27	210,91
30	8,67	4	31,21	32,52	63,73
50	4,81	5,22	17,31	42,43	59,74
200	5,42	4,78	19,50	38,86	58,36
Pan	4,84	6	17,42	48,78	66,20
Total					1172,93

Rekapitulasi kebutuhan material dalam pembuatan campuran untuk masing-masing kadar *Pb* dapat dilihat pada Tabel 4.6, sedangkan komposisi agregat yang dipakai untuk kadar aspal 4,4%, 4,9%, 5,4% dan 5,9% dapat dilihat pada Tabel 4.7, Tabel 4.8, Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan Total Material Campuran**

No	Material	Satuan	Kadar Aspal (%)				
			3,9	4,4	4,9	5,4	5,9
1	Agregat baru	gr	812,93	806,93	800,93	794,93	788,93
2	Aspal baru	gr	27,07	33,07	39,07	45,07	51,07
3	<i>RAP</i>	gr	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00

**Tabel 4.7 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 4,4%**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/4	0	0	0	0	0
"1/2	5,53	5,00	19,91	40,3464	60,26

**Lanjutan Tabel 4.7 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 4,4%**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/8	9,41	11,00	33,87	88,76208	122,63
8	45,87	44,90	165,1	362,3107	527,44
16	15,46	19,10	55,64	154,1232	209,76
30	8,67	4,00	31,21	32,27712	63,49
50	4,81	5,22	17,31	42,12164	59,43
200	5,42	4,78	19,5	38,57116	58,07
Pan	4,84	6,00	17,42	48,41568	65,84
Total					1166,93

**Tabel 4.8 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 4,9%**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/4	0	0	0	0	0
"1/2	5,53	5,00	19,91	40,0464	59,96
"3/8	9,41	11,00	33,87	88,10208	121,97
8	45,87	44,90	165,1	359,6167	524,75
16	15,46	19,10	55,64	152,9772	208,62
30	8,67	4,00	31,21	32,03712	63,25
50	4,81	5,22	17,31	41,80844	59,11
200	5,42	4,78	19,5	38,28436	57,78
Pan	4,84	6,00	17,42	48,05568	65,48
Total					1160,93

**Tabel 4.9 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,4%**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/4	0	0	0	0	0
"1/2	5,53	5,00	19,91	39,7464	59,66
"3/8	9,41	11,00	33,87	87,44208	121,31
8	45,87	44,90	165,1	356,9227	522,06
16	15,46	19,10	55,64	151,8312	207,47
30	8,67	4,00	31,21	31,79712	63,01
50	4,81	5,22	17,31	41,49524	58,80
200	5,42	4,78	19,5	37,99756	57,50
Pan	4,84	6,00	17,42	47,69568	65,12
Total					1154,93



**Tabel 4.10 Kebutuhan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,9 %**

No	Persentase tertahan <i>RAP</i>	Persentase tertahan Agregat	Berat (gr)		Total (gr)
			<i>RAP</i>	Agregat Baru	
"3/4	0	0	0	0	0
"1/2	5,53	5,00	19,91	39,4464	59,36
"3/8	9,41	11,00	33,87	86,78208	120,65
8	45,87	44,90	165,1	354,2287	519,36
16	15,46	19,10	55,64	150,6852	206,33
30	8,67	4,00	31,21	31,55712	62,77
50	4,81	5,22	17,31	41,18204	58,49
200	5,42	4,78	19,5	37,71076	57,21
Pan	4,84	6,00	17,42	47,33568	64,76
Total					1148,93

#### 4.5 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dipakai pada penelitian ini merupakan peralatan yang terdapat di laboratorium rekayasa lalu lintas, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang meliputi peralatan untuk pengujian Analisa saringan *ITS*, *IRS*, *Marshall* dll.

#### 4.6 Jumlah dan Variasi Sampel Penelitian

Variasi sampel yang dipakai pada penelitian ini terdapat pada kadar peremaja (*Rejuvenator*) yaitu minyak goring sebagai variabel bebasnya, dengan menggunakan kadar sebesar 0%, 2,69%, 5,37%, 8,06% dan 10,74% , dengan penggunaan kadar *RAP* sebesar 30% mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Nono (2016)

Menurut Nono (2016) penggunaan material *RAP* sebesar 20% dapat dipakai apabila tanpa bahan peremaja (*rejuvenator*) dan penggunaan *RAP* sebesar 30% dapat dipakai apabila menggunakan bahan peremaja .

Jumlah sampel yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan 4.12

**Tabel 4.11 Jumlah Benda Uji Untuk Memperoleh Nilai KAO**

<b>Kadar Aspal (%)</b>		<b>Kadar Peremaja (%)</b>					<b>Jumlah</b>
<b>Total (new material + RAP)</b>		<b>0</b>	<b>2,69</b>	<b>5,37</b>	<b>8,06</b>	<b>10,74</b>	
3,9 (70+30)	Jumlah sampel	3	3	3	3	3	15
4,4 (70+30)		3	3	3	3	3	15
4,9 (70+30)		3	3	3	3	3	15
5,4 (70+30)		3	3	3	3	3	15
5,9 (70+30)		3	3	3	3	3	15
Total							75

**Tabel 4.12 Jumlah Benda Uji Pengujian Tiap Pengujian KAO**

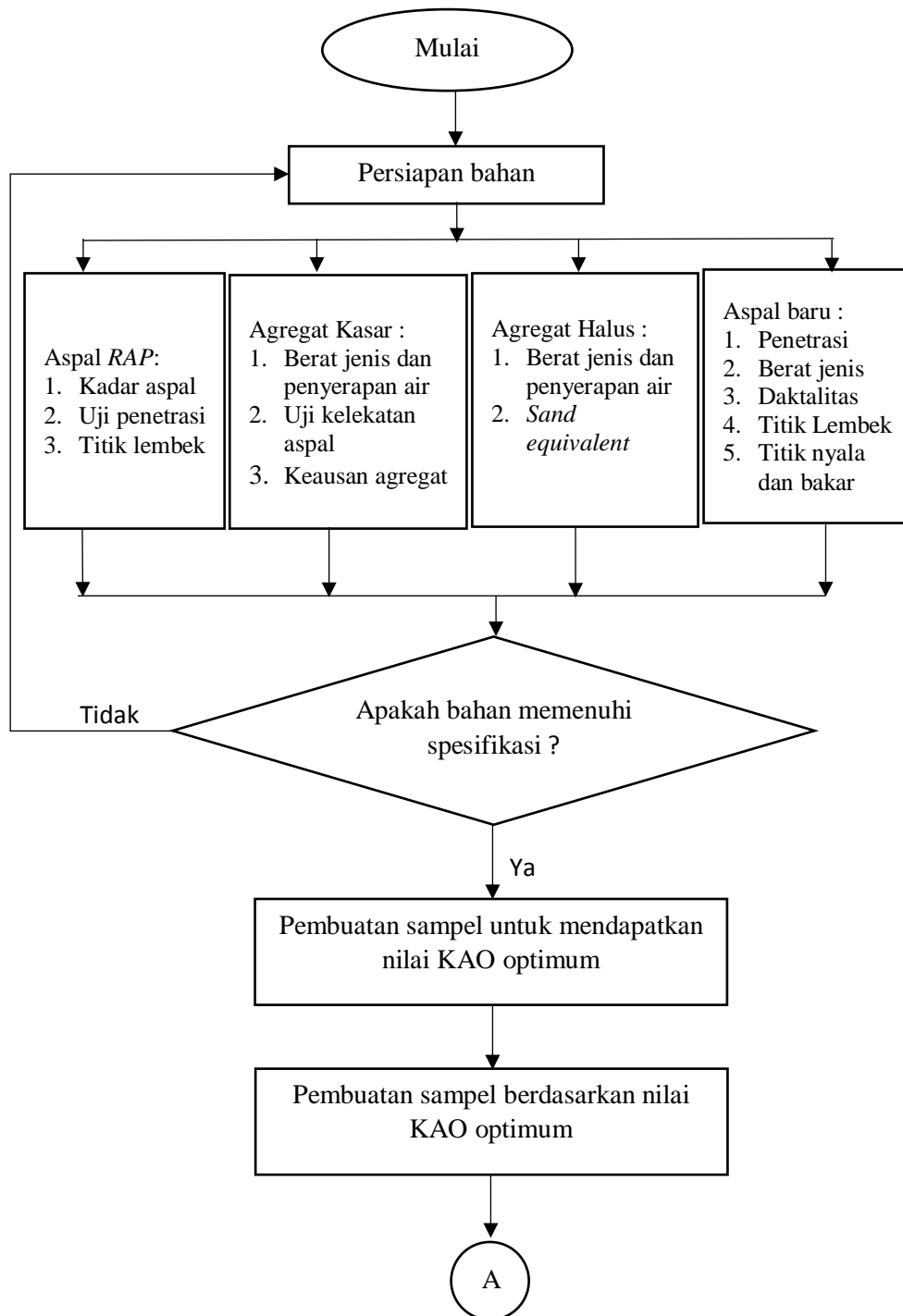
<b>Pengujian</b>		<b>Kadar peremaja (%)</b>				
		<b>0</b>	<b>2,69</b>	<b>5,37</b>	<b>8,06</b>	<b>10,74</b>
<i>Marshall</i>	Jumlah sampel	3	3	3	3	3
<i>IRS</i>		3	3	3	3	3
<i>ITS</i>		3	3	3	3	3
Permeabilitas		3	3	3	3	3
Jumlah		12	12	12	12	12
Total						60

Dari tabel di atas maka total benda uji yang dipakai pada pengujian ini berjumlah 135 benda uji.

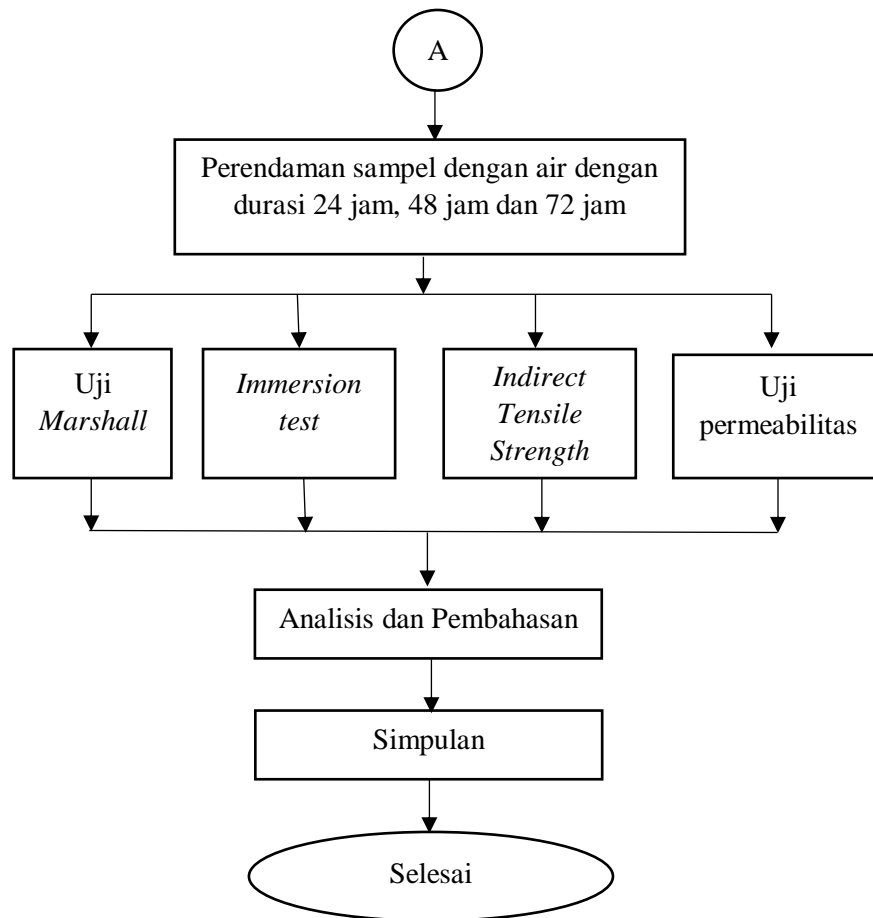
#### 4.7 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian yang akan dilaksanakan dituang dalam sebuah diagram alir (*flowchart*) seperti yang terdapat pada Gambar 4.1

*Flowchart* dapat didefinisikan sebagai bagan yang menunjukkan arus pekerjaan secara keseluruhan dari sistem. Bagan ini menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada di dalam sistem.



**Gambar 4.2 Flowchart**



**Lanjutan Gambar 4.2 Flowchart**