

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode Penelitian adalah suatu cara yang sistematis yang digunakan untuk memperoleh jawaban dari permasalahan yang ada dengan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan serangkaian kegiatan pengujian dan pemeriksaan terhadap bahan agregat, bahan aspal dan campuran guna memperoleh data-data yang diperlukan. Metode penelitian jenis ini merupakan metode penelitian eksperimental. Penelitian ini dilakukan berdasarkan jurnal dan standar pengujian yang digunakan pada bidang Kontruksi Jalan Raya.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang meliputi tahap persiapan, tahap pengujian bahan (agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal), tahap perencanaan campuran (yang meliputi gradasi agregat dan kadar aspal optimum), tahap pembuatan benda uji, tahap pengujian benda uji dan tahap analisis data.

4.3.1 Tahap Persiapan

Persiapan yang dilakukan antara lain persiapan bahan dan persiapan alat-alat yang digunakan. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang diambil dari Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan diambil dari Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.
3. Bahan Pengisi (*Filler*)
Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan berupa abu batu yang berasal dari Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.
4. Aspal
Aspal yang digunakan adalah aspal Pertamina penetrasi 60/70 yang berasal dari PT. Bintang Djaja yang berlokasi di Cilacap, Jawa Tengah.
5. *PP* (*Polypropylene*)
PP yang digunakan sudah dalam bentuk serat plastik yang bisa diperoleh di Bank Sampah atau tempat pengolahan sampah lainnya.

4.3.2 Tahap Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang dilakukan adalah pengujian aspal Pertamina penetrasi 60/70, pengujian agregat kasar, halus dan *filler*.

1. Aspal Pertamina Penetrasi 60/70
Pengujian yang dilakukan pada aspal antara lain uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis dan kehilangan berat. Standar pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Standar Pengujian Aspal

No.	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Penetrasi 25°C (mm)	SNI 06-2456-1991
2	Titi Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991
3	Daktilitas pada 25° (cm)	SNI 06-2432-1991
4	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991
5	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2010)

2. Agregat Kasar, Agregat Halus dan *Filler*

Agregat merupakan bahan yang diikat oleh aspal atau bisa dikatakan bahan pengisi pada campuran beraspal dengan komposisi gradasi yang memenuhi spesifikasi yang ada. Standar pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Standar Pengujian Agregat

No.	Jenis Pengujian	Standar
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990
4	<i>Los Angeles Test</i>	SNI 03-2417-2008

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 2010)

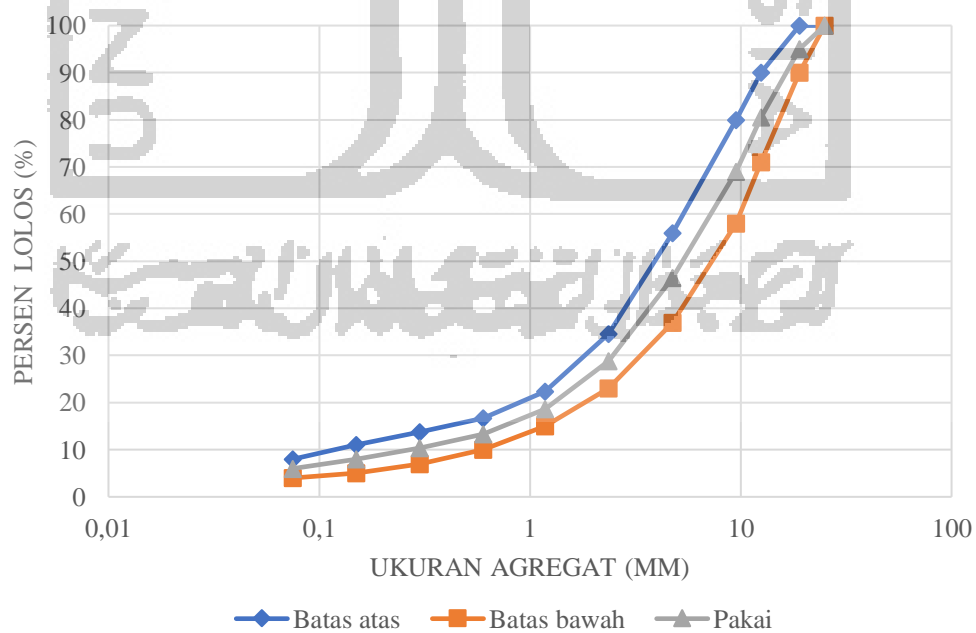
4.3.3 Tahap Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran merupakan cara untuk mendapatkan campuran yang ideal dan memiliki kinerja yang optimal dengan menentukan komposisi masing-masing bahan penyusun campuran beraspal yang memenuhi spesifikasi Bina Marga

2010. Tahap perencanaan campuran meliputi perencanaan gradasi agregat dan perencanaan kadar aspal optimum (KAO). Gradasi agregat untuk laston lapis pengikat (AC-BC) pakai dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 berikut.

Tabel 4.3 Gradasi Agregat Laston Lapis Pengikat (AC-BC)

Ukuran Ayakan		Spesifikasi (%)		Gradasi Pakai (%)
ASTM	(mm)	Max	Min	
1"	25	100	100	100,0
3/4"	19	100	90	95,0
1/2"	12,5	90	71	80,5
3/8"	9,5	80	58	69,0
No.4	4,75	56	37	46,5
No.8	2,36	34,6	23	28,8
No.16	1,18	22,3	15	18,7
No.30	0,6	16,7	10	13,4
No.50	0,3	13,7	7	10,4
No.100	0,15	11	5	8,0
No.200	0,075	8	4	6,0



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Pakai

Adapun tahapan dalam merencanakan kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan sebagai berikut:

1. Menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb).

$$Pb = 0,035(CA) + 0,045(FA) + 0,18(FF) + K$$

Keterangan:

Pb = Persen kadar aspal ideal terhadap berat campuran

CA = Persen agregat tertahan saringan No. 8

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

FF = Persen agregat minimal 75% lolos saringan No. 200

K = Nilai Konstanta

Untuk laston, nilai konstanta berkisar antara 0,5 sampai 1,0.

2. Nilai Pb yang diperoleh dibulatkan sampai 0,5% terdekat. Misalnya jika hasil perhitungan diperoleh 5,35% maka dibulatkan menjadi 5,5%.
3. Membuat variasi kadar aspal yang digunakan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO).

Karena penambahan *PP* mempengaruhi sifat aspal, jadi nantinya akan terdapat 6 KAO yang diperoleh. Adapun variasi yang digunakan untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Variasi Campuran Beraspal untuk Mencari KAO

KAO	Kadar <i>PP</i>	Kadar Aspal				
		Pb – 1,0%	Pb – 0,5%	Pb	Pb + 0,5%	Pb + 1,0%
KAO0	0%	+ 0% <i>PP</i>	+ 0% <i>PP</i>	+ 0% <i>PP</i>	+ 0% <i>PP</i>	+ 0% <i>PP</i>
KAO1	1%	+ 1% <i>PP</i>	+ 1% <i>PP</i>	+ 1% <i>PP</i>	+ 1% <i>PP</i>	+ 1% <i>PP</i>
KAO2	2%	+ 2% <i>PP</i>	+ 2% <i>PP</i>	+ 2% <i>PP</i>	+ 2% <i>PP</i>	+ 2% <i>PP</i>
KAO3	3%	+ 3% <i>PP</i>	+ 3% <i>PP</i>	+ 3% <i>PP</i>	+ 3% <i>PP</i>	+ 3% <i>PP</i>
KAO4	4%	+ 4% <i>PP</i>	+ 4% <i>PP</i>	+ 4% <i>PP</i>	+ 4% <i>PP</i>	+ 4% <i>PP</i>
KAO5	5%	+ 5% <i>PP</i>	+ 5% <i>PP</i>	+ 5% <i>PP</i>	+ 5% <i>PP</i>	+ 5% <i>PP</i>

Kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji yang telah dibuat dengan menggunakan alat *Marshall* untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) masing-masing penambahan kadar *PP*.

4.3.4 Tahap Pembuatan Benda Uji

Setelah memperoleh komposisi bahan penyusun campuran beraspal maka dibuatlah benda uji sesuai dengan komposisi yang ditentukan sesuai dengan variasi sampel yang telah ditentukan pada Table 4.4 di atas.

1. Benda uji tanpa penambahan *Polypropylene (PP)*

Langkah-langkah pembuatan benda uji tanpa penambahan *Polypropylene (PP)* adalah sebagai berikut.

- a. Menimbang agregat sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan dengan berat total agregat tiap benda uji ± 1200 gram.
- b. Masukkan ke dalam wadah pencampuran dan panaskan hingga suhu $\pm 165^{\circ}\text{C}$.
- c. Masukkan aspal sesuai dengan kadar yang telah ditentukan ke dalam wadah pencampuran pada suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$.
- d. Memasukkan campuran beraspal ke dalam alat cetak saat agregat sudah terselimuti sepenuhnya oleh aspal.
- e. Tusuk-tusuk campuran beraspal sebanyak 15x di sekeliling pinggiran dan 10x dibagian tengahnya lalu tutup dengan kertas saring.
- f. Memadatkan campuran dengan jumlah tumbukan sebanyak 75x dan dilakukan di kedua permukaannya.
- g. Keluarkan benda uji dari cetakan.

2. Benda uji dengan penambahan *Polypropylene (PP)*

- a. Menimbang agregat sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan dengan berat total agregat tiap benda uji ± 1200 gram.
- b. Masukkan ke dalam wadah pencampuran dan panaskan hingga suhu $\pm 165^{\circ}\text{C}$.
- c. Masukkan limbah plastik *Polypropylene (PP)* dengan kadar yang sudah ditentukan dan diaduk hingga homogen pada suhu $\pm 165^{\circ}\text{C}$.
- d. Masukkan aspal pada suhu 150°C sesuai dengan kadar yang telah ditentukan ke dalam wadah pencampuran saat limbah plastik *Polypropylene (PP)* sudah menyatu dengan agregat.

- e. Memasukkan campuran beraspal kedalam alat cetak saat agregat sudah terselimuti sepenuhnya oleh aspal.
- f. Tusuk-tusuk campuran beraspal sebanyak 15x di sekeliling pinggiran dan 10x dibagian tengahnya lalu tutup dengan kertas saring.
- g. Memadatkan campuran dengan jumlah tumbukan sebanyak 75x dan dilakukan di kedua permukaannya.
- h. Keluarkan benda uji dari cetakan.

4.3.5 Tahap Pengujian Benda Uji

Ada tiga pengujian yang akan digunakan pada penelitian ini. Selain uji *Marshall*, pengujian yang dilakukan lainnya adalah Uji Kuat Tarik Tidak Langsung dan *Immersion Test*.

1. Uji *Marshall*

Langkah-langkah pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

- a. Lakukan pengukuran tebal benda uji pada empat sisi yang berbeda dan diambil tebal rata-ratanya.
- b. Lakukan pengukuran diameter benda uji.
- c. Benda uji direndam di dalam *waterbath* ± 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh air.
- d. Angkat benda uji dan keringkan dengan menggunakan lap hingga permukaannya kering.
- e. Benda uji ditimbang dalam kondisi *SSD* (*Saturated Surface Dry*).
- f. Benda uji direndam kembali ke dalam *waterbath* pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 30 – 40 menit.
- g. Benda uji dikeluarkan dari *waterbath* dan diletakkan di segmen bawah kepala penekan.
- h. Segmen atas dipasang dan letakkan keseluruhannya pada mesin penguji.
- i. Pasang arloji pengukur pada salah satu batang penuntun dan atur jarum agar menunjukkan angka 0.
- j. Naikkan kepala penekan beserta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum dilakukan pembebanan.

- k. Lakukan pembebanan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit dan catat pembebanan maksimum yang tercapai (stabilitas) serta angka pada arloji kelelahan (*flow*).
- l. Lakukan analisa pada data yang diperoleh dan buatlah pembahasan.

Maksud dari pengujian *Marshall* untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal. Berdasarkan pengujian ini diperoleh nilai stabilitas, *flow*, *VITM* (*Void In The Mix*), *VFMA* (*Void Filled With Asphalt*) dan *MQ* (*Marshall Quotient*).

2. *Immersion Test*

Immersion Test menggunakan alat yang sama dengan uji *Marshall* dan cara pengujiannya pun hampir sama. Yang membedakan adalah lama perendaman yang dilakukan. Pada *Immersion Test* dilakukan dengan durasi perendaman selama 24 jam pada suhu 60°C di dalam *waterbath* sedangkan pada uji *Marshall* dilakukan perendaman dengan durasi 0,5 jam pada suhu 60°C di dalam *waterbath*. Berikut adalah langkah-langkah pada pengujian *Immersion Test*.

- a. Lakukan pengukuran tebal benda uji pada empat sisi yang berbeda dan diambil tebal rata-ratanya.
- b. Lakukan pengukuran diameter benda uji.
- c. Benda uji direndam di dalam *waterbath* $\pm 4 \times 24$ jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh air.
- d. Angkat benda uji dan keringkan dengan menggunakan lap hingga permukaannya kering.
- e. Benda uji ditimbang dalam kondisi *SSD* (*Saturated Surface Dry*).
- f. Benda uji direndam kembali ke dalam *waterbath* pada suhu $\pm 60^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam.
- g. Benda uji dikeluarkan dari *waterbath* dan diletakkan di segmen bawah kepala penekan.
- h. Segmen atas dipasang dan letakkan keseluruhannya pada mesin penguji.
- i. Pasang arloji pengukur pada salah satu batang penuntun dan atur jarum agar menunjukkan angka 0.

- j. Naikkan kepala penekan beserta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum dilakukan pembebanan.
 - k. Lakukan pembebanan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit dan catat pembebanan maksimum yang tercapai (stabilitas) serta angka pada arloji kelelahan (*flow*).
 - l. Lakukan analisa pada data yang diperoleh dan buatlah pembahasan. Pada dasarnya maksud dari pengujian *Immersion Test* sama dengan pengujian *Marshall*, yaitu untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal. Nilai yang didapatkan pun sama karena pada prinsipnya pengujian *Immersion Test* sama dengan pengujian *Marshall*, hanya saja waktu perendaman benda uji yang berbeda. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah sebagai pembanding dengan pengujian *Marshall*.
3. Uji Kuat Tarik Tidak Langsung
- Maksud dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai gaya tarik dari campuran beraspal dengan menggunakan alat *ITS (Indirect Tensile Test)*. Adapun langkah-langkah pada uji kuat tarik tidak langsung adalah sebagai berikut.
- a. Lakukan pengukuran tebal benda uji pada empat sisi yang berbeda dan diambil tebal rata-ratanya.
 - b. Lakukan pengukuran diameter benda uji.
 - c. Letakkan dan pasang benda uji pada alat uji *ITS* dan atur jarum pada angka 0.
 - d. Lakukan pembebanan pada benda uji hingga mencapai nilai maksimum (saat arloji berhenti dan berbalik arah).
 - e. Catat nilai maksimum yang didapat (saat arloji berhenti dan berbalik arah).
 - f. Lakukan analisa pada data yang diperoleh dan buatlah pembahasan.

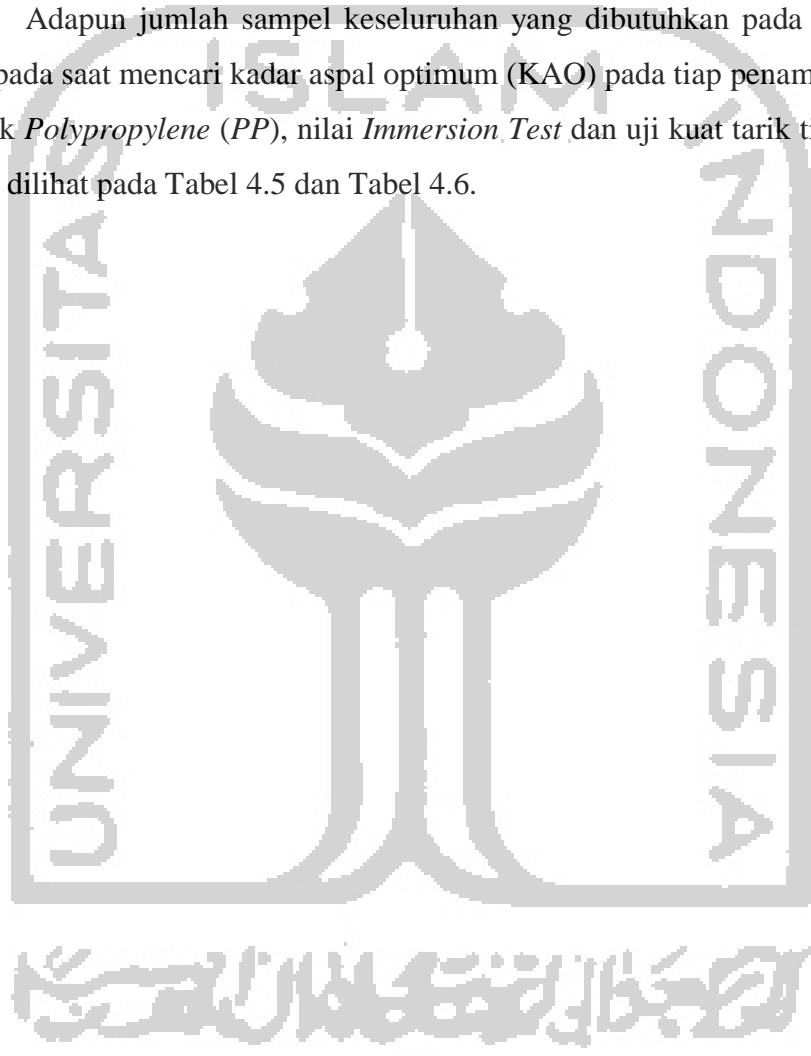
4.3.6 Tahap Analisa dan Pembahasan

Setelah memperoleh data-data yang diperlukan, dilakukan analisa untuk kemudian dilakukan pembahasan terhadap data-data tersebut dalam bentuk tabel

dan grafik untuk mempermudah analisa dan pembahasan berdasarkan teori dan hasil penelitian sebelumnya untuk kemudian diambil suatu kesimpulan. Adapun acuan dalam analisa data dapat dilihat pada BAB III.

4.4 Jumlah Sampel

Adapun jumlah sampel keseluruhan yang dibutuhkan pada penelitian ini baik pada saat mencari kadar aspal optimum (KAO) pada tiap penambahan limbah plastik *Polypropylene (PP)*, nilai *Immersion Test* dan uji kuat tarik tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.



**Tabel 4.5 Jumlah Sampel Uji Kadar Aspal Optimum dengan Aspal
Pertamina**

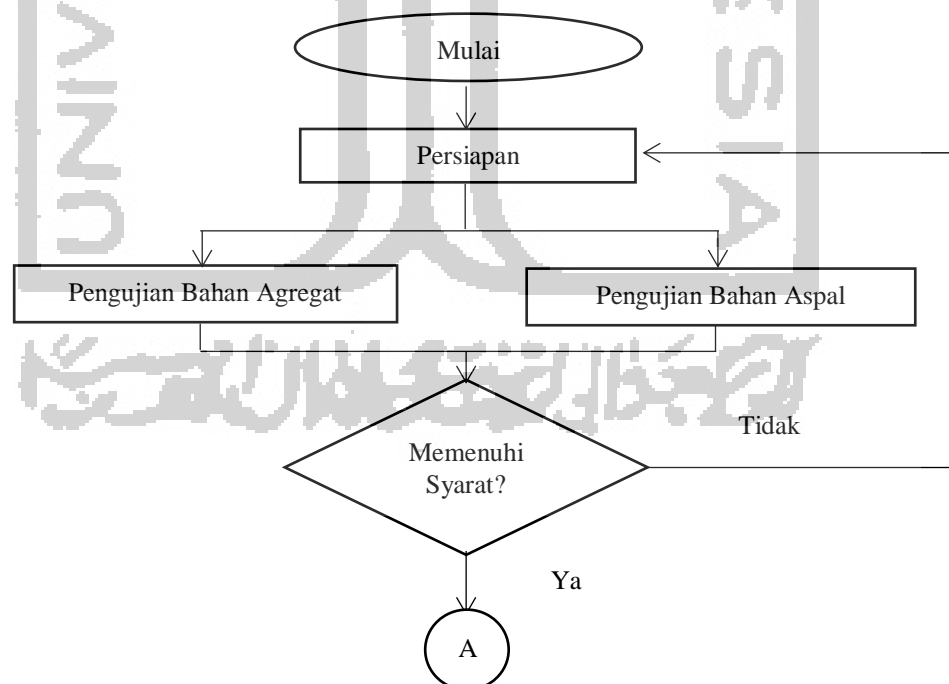
KAO	Kadar Aspal + PP	Jumlah Sampel	Total Benda Uji
KAO ₀ PP = 0%	(Pb - 1,0%) + 0% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 0% PP	3	
	Pb + 0% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 0% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 0% PP	3	
KAO ₁ PP = 1%	(Pb - 1,0%) + 1% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 1% PP	3	
	Pb + 1% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 1% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 1% PP	3	
KAO ₂ PP = 2%	(Pb - 1,0%) + 2% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 2% PP	3	
	Pb + 2% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 2% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 2% PP	3	
KAO ₃ PP = 3%	(Pb - 1,0%) + 3% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 3% PP	3	
	Pb + 3% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 3% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 3% PP	3	
KAO ₄ PP = 4%	(Pb - 1,0%) + 4% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 4% PP	3	
	Pb + 4% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 4% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 4% PP	3	
KAO ₅ PP = 5%	(Pb - 1,0%) + 5% PP	3	15
	(Pb - 0,5%) + 5% PP	3	
	Pb + 5% PP	3	
	(Pb + 0,5%) + 5% PP	3	
	(Pb + 1,0%) + 5% PP	3	
Total			90

Tabel 4.6 Jumlah Sampel Uji Marshall, Uji Immersion Test dan Uji Kuat Tarik Tidak Langsung

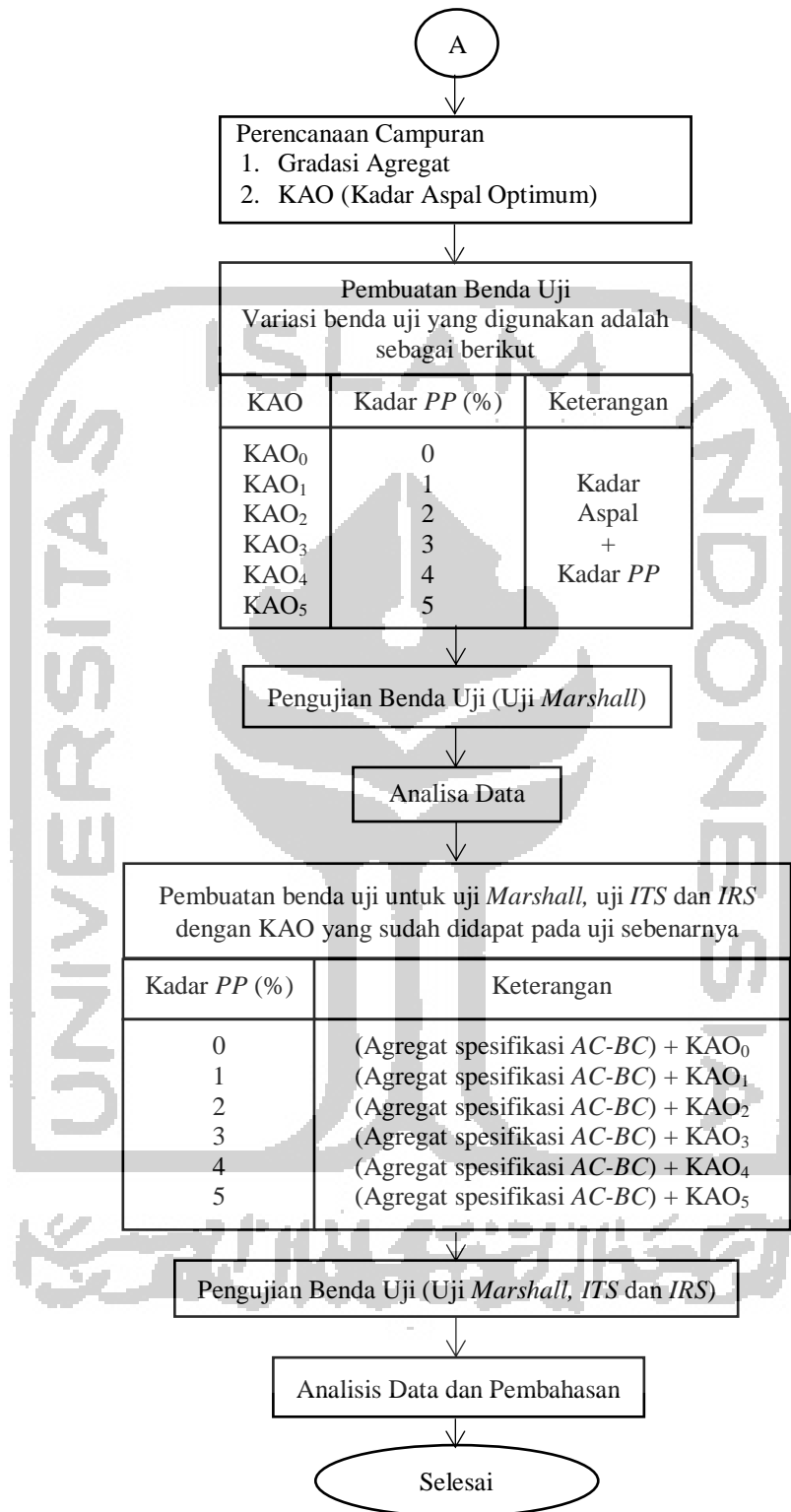
KAO	Jumlah Benda Uji		
	Uji Marshall	Uji IRS	Uji ITS
KAO ₀	3	3	3
KAO ₁	3	3	3
KAO ₂	3	3	3
KAO ₃	3	3	3
KAO ₄	3	3	3
KAO ₅	3	3	3
Total	18	18	18

4.5 Bagan Alir Penelitian

Dari uraian di atas dapat dibuat bagan alir yang menggambarkan secara menyeluruh jalannya proses penelitian. Bagan alir pelaksanaan penelitian pengaruh penambahan limbah plastik *PP (Polypropylene)* terhadap campuran beraspal berdasarkan sifat-sifat *Marshall* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian



Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian