

BAB V

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah metode dari Bina Marga Petunjuk Pelaksanaan Lataston no. 12/PT/B/1983, yaitu mencari sifat-sifat Marshall pada campuran beton aspal yang terdiri dari:

- Density
- VFWA (Void Filled With Asphalt)
- VITM (Void In The Mix)
- Stabilitas
- Flow
- Marshall Quotient

Bahan yang dicampur berupa agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal. Pencampuran tersebut dilaksanakan dengan variasi kadar aspal, sedangkan variasi kadar aspal yang digunakan adalah 6.5%, 7.0%, 8.0% dan 8.5% dari tebal berat campuran.

Penelitian ini menggunakan pembanding material (berupa agregat halus) dari sumber agregat/material yang berbeda diantaranya:

1. Pasir dari Kali Progo yang asal lokasinya berada di Kulon Progo
2. Pasir dari Kali Krasak berada di Sleman Yogyakarta

3. Agregat dari Clereng Kulon Progo dengan ukuran maximal size $\frac{3}{4}$ " atau 19,10 mm yang telah melalui proses pemecahan dengan alat pemecah batu (*stone crusher*).

Perbandingan yang digunakan dari masing-masing agregat tersebut berbeda-beda tergantung dari hasil gradasi/analisa saringan karena dari hasil gradasi/analisa saringan akan didapat proporsi campuran dengan cara grafik, yaitu menganalisa semua agregat kasar, agregat halus dan filler yang dikombinasikan. Dengan cara grafik tersebut akan muncul masing-masing proporsi agregat yakni agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan filler untuk masing-masing asal pasir tersebut diambil.

Tahapan penelitian ini dimulai dari persiapan, pemeriksaan mutu material/bahan, perencanaan campuran sampai pelaksanaan pengujian Test Marshall.

5.1 Persiapan Bahan Penelitian

5.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan diambil dari sumber material Kulon Progo Yogyakarta dari mesin pemecah batu (*Stone Crusher*) Base Camp PT. Perwita Karya, Piyungan Bantul, Yogyakarta. Beberapa pengujian yang dilaksanakan pada agregat kasar diantaranya:

- a. Analisa saringan
- b. Berat jenis dan penyerapan
- c. Uji keausan agregat-agregat dengan Mesin Los Angles
- d. Kelekatan agregat terhadap aspal

5.1.2 Agregat Halus

Agregat yang digunakan pada penelitian ini berupa agregat halus pasir alam sebagai bahan penelitian utama yang diambil dari sumber material pasir “Kali Buntung” Ngelemping Sariharjo Sleman yang mana belum umum digunakan sebagaimana agregat halus pasir alam dari Kali Krasak dan Kali Progo. Distribusi ukuran butirannya secara visual terlihat baik, tetapi akan dilakukan beberapa pengujian pada agregat ini diantaranya:

- a. Analisa saringan
- b. Berat jenis dan penyerapan
- c. Kadar lumpur
- d. Kadar air

5.1.3 Filler atau Bahan Pengisi

Filler menggunakan abu batu hasil dari analisa saringan kali buntung yang lolos saringan no. 200 dan tertahan di pan dan filler supermill dari pabrik filler Wonosari sebagai pembanding dari filler standar abu batu.

Pada pengujian filler supermill atau bahan pengisi akan dilakukan cek ulang dari kemasan dalam keadaan terbungkus rapat dan berbentuk serbuk/bubuk berwarna putih bersih, tidak meringkil/meng-krikil (halus) dan kering. Pengujian filler yang dilakukan antara lain:

- a. Analisa saringan
- b. Berat jenis dan pemeriksaan

5.1.4 Pengujian Aspal (Bitumen)

Pada pengujian ini digunakan aspal penetrasi AC 60-70 dari PT. Pertamina Cilacap stock pile basecamp PT. Perwita Karya Jalan Yogyakarta Wonosari Km 11 Sitimulyo kabupaten Bantul. Beberapa pengujian aspal meliputi pengujian aspal meliputi:

- a. Berat jenis
- b. Penetrasi
- c. Titik lembek
- d. Titik nyala
- e. Kelekatan aspal terhadap batuan
- f. Daktilitas

5.2 Pemeriksaan Mutu Material/Bahan

Material/bahan yang akan diteliti dilakukan pemeriksaan sesuai dengan persyaratan-persyaratan Agregat Kasar dan Agregat Halus menurut peraturan Bina Marga 1987 sebagaimana telah dicantumkan ditabel pada bab sebelumnya.

Material/bahan yang akan dipakai untuk perencanaan campuran perkerasan jalan ini mengambil pada 4 (empat) lokasi yang berbeda yakni Agregat Kasar dari Clereng Kulon Progo dipecah menggunakan Stone Crusher dan Agregat Halus dari Kali Progo, Kali Krasak, Batu Pecah (dipecah dengan alat Stone Crusher), dan Kali Buntung.

Agregat halus khususnya pada pasir yang berasal dari Kali/Sungai yang akan digunakan untuk perencanaan campuran telah mengalami pencucian secara

alami, tetapi akan berbeda juga apabila material/pasir mengalami pencucian tidak alami atau pencucian yang dilakukan oleh tenaga manusia atau mesin. Hal ini berpengaruh khususnya pada penyerapan agregat itu sendiri terhadap air, dan kadar lumpur yang dikandungnya. Seperti material/pasir yang telah diuji dan diteliti di laboratorium yang dipaparkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.1 Pemeriksaan Agregat pencucian/tidak pencucian

No	Jenis Pemeriksaan	Material/Pasir Kali			
		Melalui Pencucian		Tidak Melalui Pencucian	
		K. Tiban	K. Oyo	K. Tiban	K. Oyo
1	Penyerapan	1.40%	3.60%	3.20%	4.60%
2	Kadar Lumpur	2.40%	2.60%	4.20%	3.80%

Sumber: Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS UII, 2005

5.3 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi sehingga diperoleh campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari bahan yang tersedia. Spesifikasi yang dipilih dipakai juga untuk dasar pelaksanaan di lapangan yang mengacu pada *petunjuk pelaksanaan lapis tipis atas aspal beton* (LATASTON) no. 12/PT/B/1983 Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga.

Berat agregat

Agregat yang dibutuhkan untuk pembuatan setiap benda ujinya sebesar 1200 gram untuk setiap variasi kadar aspal yang direncanakan pada tiap jenis

material/agregat yang diambil. Dalam hal ini, jenis agregat yang diambil berjumlah empat jenis sumber lokasi yakni Kali Krasak, Kali Progo, Clereng Kulon Progo, dan Kali Buntung. Agregat yang digunakan untuk perencanaan campuran perkerasan harus melalui penyaringan terlebih dahulu menurut nomor saringan berdasarkan spesifikasi gradasi sesuai dengan jenis perkerasan HRS-WC sehingga didapat agregat yang terpisah-pisah. Agregat yang telah terpisah tersebut dapat dihitung berat agregatnya yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan analisa saringan. Dalam tabel dibawah ini didapat berat (gram) agregat yang dibutuhkan pada setiap variasi kadar aspalnya.

Tabel 5.2 Berat Agregat yang Dibutuhkan setiap Variasi Kadar Aspal

Bahan Agregat 1200 gr	Saringan	Berat (gram)					Spesifikasi
		K. Aspal					
		6.5%	7.0%	7.5%	8.0%	8.5%	
CA	1"	-	-	-	-	-	Maks - 100 100 - 100 90 - 100 75 - 85
	3/4"	-	-	-	-	-	
	1/2"	56.10	55.80	55.50	55.20	54.90	
	3/8"	168.30	167.40	166.50	165.60	164.70	
FA	#8	213.18	212.04	210.90	209.76	208.62	50 - 72
	#30	151.47	150.66	149.85	149.04	148.23	35 - 60
	#200	431.97	429.66	427.35	425.04	422.73	6 - 12
Filler		100.98	100.44	99.90	99.36	98.82	
Jumlah		1122.00	1116.00	1110.00	1104.00	1098.00	

Sumber: Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS UII, 2005

Berat aspal

Sebelum menentukan berat aspal terlebih dahulu menentukan variasi kadar aspal rancangan yang diperoleh dari rumus campuran rancangan (Design Mix Formula).

$$P_b = 0.035 (\% \text{ CA}) + 0.045 (\% \text{ FA}) + 0.18 (\% \text{ Filler}) + \text{Konstanta}$$

Dimana, CA (Coarse Aggregate) = 20%

FA (Fine Aggregate) = 71%

FF (Filler Fraction) = 9%

K (Konstanta) = 2.0 – 3.0 untuk HRS

Dari rumus tersebut didapatkan kadar aspal 7.515% dibulatkan menjadi 7.5% sehingga variasi kadar aspalnya menjadi 6.5%, 7.0%, 7.5%, 8.0%, 8.5%.

Berat aspal yang harus ditambahkan ke dalam campuran untuk semua variasi agregat dari beberapa jenis material adalah sama, nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.2.1 yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat Aspal} = \frac{\% \text{Aspal}}{(100 - \% \text{Aspal})} \times \text{Berat Agregat Total}$$

Tabel 5.2.1. Berat Aspal dalam Campuran (gram)

Kadar Aspal (%)	Berat Aspal (gram)			
	Kali Krasak	Kali Progo	Batu Pecah	Kali Buntung
6.5	78	78	78	78
7	84	84	84	84
7.5	90	90	90	90
8	96	96	96	96
8.5	102	102	102	102

Sumber: Penelitian di Laboratorium Jalan Raya JTS UII, 2005

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang menghasilkan sampel campuran aspal beton dengan beberapa kadar aspal yang berbeda-beda sedangkan penggunaan agregat dan bahan pengisi tetap seperti proporsi campuran semula dan kemudian dilakukan pemeriksaan “Test Marshall” di laboratorium. Berdasarkan nilai-nilai yang didapat dari masing-masing dari kadar aspal tersebut dibuat grafik dan dibandingkan dengan spesifikasi yang ditentukan.

Hasil perbandingan tersebut akan diperoleh rata-rata/"range" dengan mengambil nilai tengah/median sebagai letak nilai kadar aspal optimum.

Jumlah sampel

Pada penelitian ini dibuat tabel untuk membedakan asal pasir, jumlah benda uji dan kode benda uji yang dipakai. Jumlah benda uji dari masing-masing sumber material yang diambil sebanyak 10 buah benda uji sehingga total jumlah benda uji keempat tempat sumber material yang akan diteliti sebanyak 50 buah benda uji.

Tabel 5.2.2. Jumlah Benda Uji

Jumlah Benda Uji (Pasir dari beberapa sumber material)

Kadar Aspal %	Kali Krasak	Kali Progo	Batu Pecah	Kali Buntung	
				Abu Batu	SuperMill
6.5	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
7.5	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2
8.5	2	2	2	2	2
Kadar Aspal Optimal	3	3	3	3	3

Dari tabel diatas maka untuk lebih mempermudah dalam pembacaan benda uji dapat diperinci dan diberikan kode benda uji sesuai dengan variasi kadar aspal dan sumber material (pasir) yang diambil seperti pada tabel-tabel berikut dibawah ini.

Tabel 5.2.3 Variasi Kadar Aspal pen 60-70 dengan Agregat Halus (Pasir) dari Kali Krasak

No.	Jumlah Benda Uji Campuran HRS WC Pasir Kali Krasak	Kadar Aspal dalam Campuran HRS WC dan Kode Benda Uji				
		6.50%	7.00%	7.50%	8.00%	8.50%
1	1 buah	PKK 1.a	PKK 2.a	PKK 3.a	PKK 4.a	PKK 5.a
2	2 buah	PKK 1.b	PKK 2.b	PKK 3.b	PKK 4.b	PKK 5.b

*Catatan: jumlah benda uji masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 2 buah.
PKK: Pasir Kali Krasak*

Tabel 5.2.4 Variasi Kadar Aspal pen 60-70 dengan Agregat Halus (Pasir) dari Kali Progo

No.	Jumlah Benda Uji Campuran HRS WC Pasir Kali Progo	Kadar Aspal dalam Campuran HRS WC dan Kode Benda Uji				
		6.50%	7.00%	7.50%	8.00%	8.50%
1	1 buah	PKP 1.a	PKP 2.a	PKP 3.a	PKP 4.a	PKP 5.a
2	2 buah	PKP 1.b	PKP 2.b	PKP 3.b	PKP 4.b	PKP 5.b

*Catatan: jumlah benda uji masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 2 buah.
PKP: Pasir Kali Progo*

Tabel 5.2.5 Variasi Kadar Aspal pen 60-70 dengan Agregat Halus dari Batu Pecah (hasil alat pemecah batu)

No.	Jumlah Benda Uji Campuran HRS WC Batu Pecah (clereng)	Kadar Aspal dalam Campuran HRS WC dan Kode Benda Uji				
		6.50%	7.00%	7.50%	8.00%	8.50%
1	1 buah	ABP 1.a	ABP 2.a	ABP 3.a	ABP 4.a	ABP 5.a
2	2 buah	ABP 1.b	ABP 2.b	ABP 3.b	ABP 4.b	ABP 5.b

*Catatan: jumlah benda uji masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 2 buah.
ABP: Agregat halus Batu Pecah*

Tabel 5.2.6 Variasi Kadar Aspal pen 60-70 dengan Agregat Halus (Pasir) dari Kali Buntung

No.	Jumlah Benda Uji Campuran HRS WC Pasir Kali Buntung	Kadar Aspal dalam Campuran HRS WC dan Kode Benda Uji				
		6.50%	7.00%	7.50%	8.00%	8.50%
1	1 buah	PKB 1.a	PKB 2.a	PKB 3.a	PKB 4.a	PKB 5.a
2	2 buah	PKB 1.b	PKB 2.b	PKB 3.b	PKB 4.b	PKB 5.b

*Catatan: jumlah benda uji masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 2 buah.
PKB: Pasir Kali Buntung*

Tabel 5.2.7 Variasi Kadar Aspal pen 60-70 dengan Agregat Halus (Pasir) dari Kali Buntung filler SuperMill

No.	Jumlah Benda Uji Campuran HRS WC K.Buntung (supermill)	Kadar Aspal dalam Campuran HRS WC dan Kode Benda Uji				
		6.50%	7.00%	7.50%	8.00%	8.50%
1	1 buah	BSM 1.a	BSM 2.a	BSM 3.a	BSM 4.a	BSM 5.a
2	2 buah	BSM 1.b	BSM 2.b	BSM 3.b	BSM 4.b	BSM 5.b

*Catatan: jumlah benda uji masing-masing variasi kadar aspal sebanyak 2 buah.
BSM: Pasir Kali Buntung SuperMill*

Khusus agregat pembanding yakni agregat dari Kali Krasak, Kali Progo dan Batu Pecah Clereng menggunakan filler abu batu hasil penyaringan dari masing-masing agregat tersebut.

5.4 Pelaksanaan Uji Marshall

5.4.1 Peralatan

Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Alat Tekan Marshall yang terdiri dari :
 1. Kepala penekan berbentuk silinder

2. Cincin penguji yang berkapasitas 5000 kg (10000 pound) dilengkapi dengan arloji penekan dengan ketelitian 0.0001”.
3. Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”).

b. Cetakan Benda Uji

Berbentuk silinder diameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”) dengan dilengkapi dengan plat atas dan leher sambung.

- c. *Ejektor* (untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan).
- d. *Oven* yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memenuhi bahan sampai $200 \pm 30^{\circ}\text{C}$.
- e. *Alat penumbuk* yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,53 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
- f. *Bak perendam (Water bath)* dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C .
- g. *Mesin abrasi (Los Angeles Machine)*
- h. Mesin ayakan lengkap dengan 1 set ayakan.
- i. Timbangan :
 - 1) Kapasitas 20 Kg dengan ketelitian 1 gr dari berat.
 - 2) Kapasitas 2610 gr dengan ketelitian 0,1 gr dari berat.
 - 3) Kapasitas 311 gr dengan ketelitian 0,01 gr dari berat.
- j. Perlengkapan-perlengkapan yang lain seperti :
 - 1) Panci untuk tempat agregat dan untuk memanaskan bahan campuran.
 - 2) Kompor pemanas.

- 3) Thermometer berkapasitas 250 °C.
- 4) Sendok pengaduk.
- 5) Spatula
- 6) Lap (gombal) dan perlengkapan lainnya.

5.4.2 Pembuatan Benda Uji

Agregat yang akan digunakan untuk pembuatan penelitian disaring dengan ukuran sesuai dengan gradasi yang direncanakan kemudian dipisahkan. Berat total agregat yang dibutuhkan untuk pembuatan satu benda uji sebesar 1200 gram yang terdiri dari agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, filler dan aspal. Agregat seperti tersebut diatas dipanaskan dengan oven pada suhu 165 °C dan juga memanaskan aspal pada suhu 150 °C. Aspal panas dituangkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan, pada masing-masing kadar aspal yang berbeda. Kemudian diaduk dengan cepat kurang lebih 2 menit hingga agregat terlapis merata, kemudian tuangkan ke dalam cetakan silinder.

Sebelum cetakan selinder dipakai dibersihkan dahulu dari kotoran dan permukaan dalamnya diolesi paselin agar setelah benda uji dipadatkan di keluarkan dengan ejector supaya tidak mengalami kesulitan dan tidak rusak. Kemudian cetakan silinder dipanaskan terlebih dahulu, supaya tidak menyerap panas yang ada pada benda uji terlalu banyak, dan alas cetakan benda uji diberi selembat kertas semen campuran dibaringkan ke dalam cetakkan benda uji dalam tiga lapis sambil di tusuk-tusuk dengan spatula 15 kali sebelah pinggir dan 10 kali disebelah tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu

berongga. Kemudian benda uji didiamkan hingga suhunya turun sesuai dengan suhu pemadatan.

Setelah suhu pemadatan dicapai benda uji dan cetakannya dipasang pada alat pemadat otomatis "*Compaction*" setelah pemadatan selesai selanjutnya benda uji dan cetakannya dikeluarkan dari alat penumbuk otomatis lalu keping alas dan leher cetakan atas dilepas kemudian benda uji didinginkan dengan kipas angin dengan maksud agar diperoleh pendinginan yang cepat. Setelah benda diuji cukup dingin, benda uji dikeluarkan dari cetakannya dengan bantuan ejektor.

5.4.3 Pengujian Benda Uji

Tahap-tahap didalam pengujian benda uji diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel
- b. Benda uji diberi tanda pengenalan.
- c. Setiap benda uji diukur tingginya sebanyak tiga kali pada tempat yang berbeda kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
- d. Benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya.
- e. Direndam dalam air selama 21 jam agar benda uji menjadi jenuh air.
- f. Benda uji ditimbang di dalam air untuk mendapatkan isi benda uji.
- g. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam air, dikeringkan dengan kain lap supaya tidak ada air yang melekat pada permukaannya, kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

- h. Benda uji direndam dalam bak perendam *Water Batch*” pada suhu 60 °C selama 30 menit.
- i. Kepala penekan alat *Marshall* dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan oli untuk memudahkan melepas benda uji.
- j. Benda uji dikeluarkan dari *Water Batch* dan segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan diatas mesin penguji.
- k. Arloji kelelahan “*Flow Meter*” di pasang pada kedudukan di atas salah satu batang penuntun.
- l. Kepala penekan beserta uji dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji pengukuran pada angka nol.
- m. Pembebanan di mulai dengan kecepatan tetap 50 mm per menit sehingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula di baca jarum arloji kelelahan “*Flow*”.
- n. Setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan benda uji diambil dari kepala penekan begitu selanjutnya untuk benda uji yang lain.

5.5 Tahap Analisis

Data yang dipakai dalam analisis, diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium, adalah sebagai berikut:

1. Titik lembek aspal ($^{\circ}\text{C}$)

2. Penetrasi aspal
3. Berat campuran sebelum direndam air (gram)
4. Berat dalam keadaan jenuh air (gram)
5. Berat dalam air (gram)
6. Tebal benda uji (mm)
7. Pembacaan arloji stabilitas (lbs)
8. Kelelahan atau Flow (mm)

Dalam menentukan nilai-nilai VITM (Void In The Mix), VFWA (Void Filled With Asphalt), Stabilitas, Kelelahan (Flow) diperlukan data-data lain seperti:

1. Berat jenis aspal

$$B_{jAspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(5.1)$$

2. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah merupakan gabungan dari BJ agregat kasar dan BJ agregat halus yang sesuai dengan prosentase fraksi-fraksi dalam campuran.

Fraksi I merupakan agregat kasar, fraksi II merupakan agregat halus dan filter. Sehingga BJ agregat dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{X(B_j.F1) + Y(B_j.F2)}{100} \dots\dots\dots(5.2)$$

dengan:

X = Prosentase fraksi I dalam campuran

Y = Prosentase fraksi II dalam campuran

F1 = Berat jenis agregat kasar

F2 = Berat jenis agregat halus dan filler

Selanjutnya nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas, Flow dan Marshall

Quotient dapat dihitung berdasarkan data tersebut diatas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Nilai VFWA (Void Filled With Aspahlt)

Didapat dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari

a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus:

$$b = 100 \frac{a}{100 + a} \dots\dots\dots(5.3)$$

dengan:

a = Prosentase aspal terhadap batuan

b = Prosentase aspal terhadap campuran

b. Isi benda uji, dengan rumus:

$$f = d - e \dots\dots\dots(5.4)$$

dengan :

f = isi (ml)

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

c. Berat isi benda uji, dengan rumus :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(5.5)$$

dengan :

g = berat isi benda uji

c = berat benda uji direndam (gram)

f = isi (ml)

d. Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$I = 100 - j \dots\dots\dots(5.6)$$

dengan :

$$j = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(5.7)$$

dari data diatas dapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut:

$$VFWA = 100 \left(\frac{i}{I} \right) \dots\dots\dots(5.8)$$

$$i = \frac{b.g}{Bj.Asopal} \dots\dots\dots(5.9)$$

I = prosen rongga terhadap agregat

2. Nilai VITM (Void In The Mix)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis:

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\%Agregat}{BjAgregat} \right) + \left(\frac{\%Aspal}{BjAspal} \right)} \dots\dots\dots(5.10)$$

$$VITM = 100 \left(1 - \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(5.11)$$

dengan:

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis

3. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji, untuk ini dipergunakan bantuan table seperti ditunjukkan pada Tabel 5.6

Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus:

$$q = p.z \dots\dots\dots(5.12)$$

dengan :

q = harga stabilitas

z = koreksi tebal benda uji

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi proving ring (7.241 lbs)

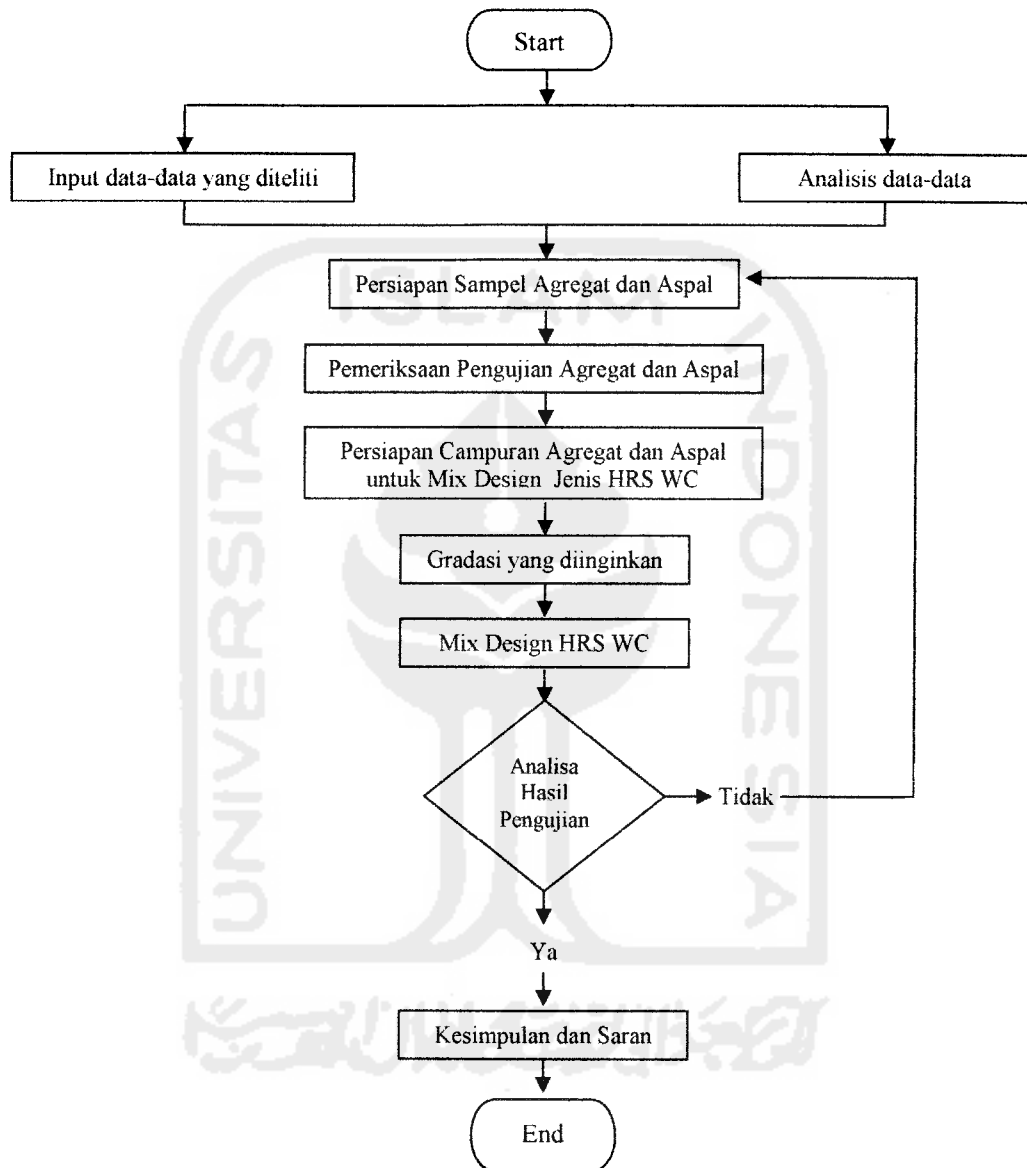
4. Nilai kelelahan (Flow)

Nilai kelelahan didapat dari pembacaan arloji kelelahan (flow meter) dalam satuan 0,01 mm.

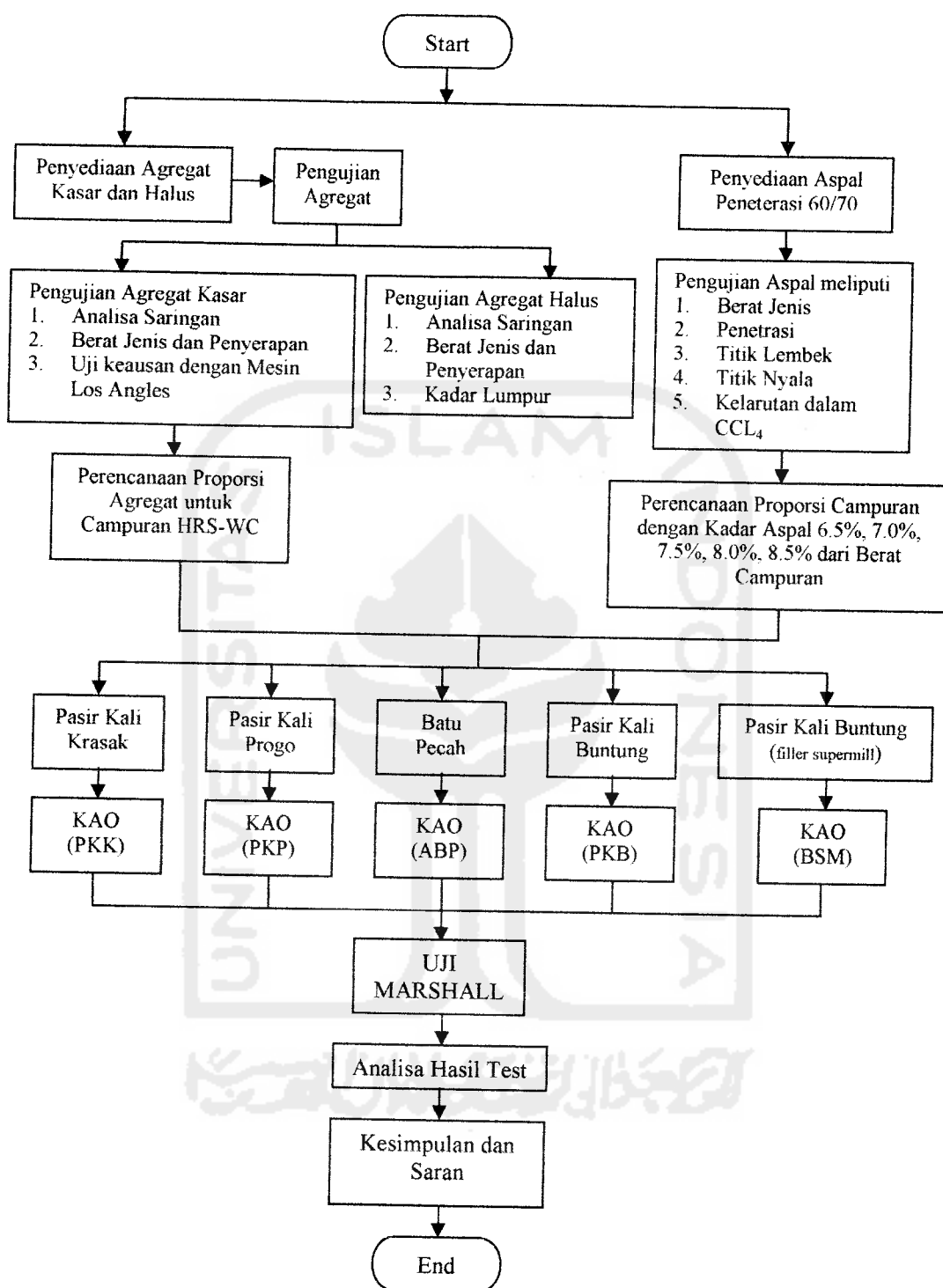
5. Nilai Marshall Quotient

Didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

5.6 Diagram Alur Penelitian Laboratorium



5.1 Flow Chart Penelitian Laboratorium

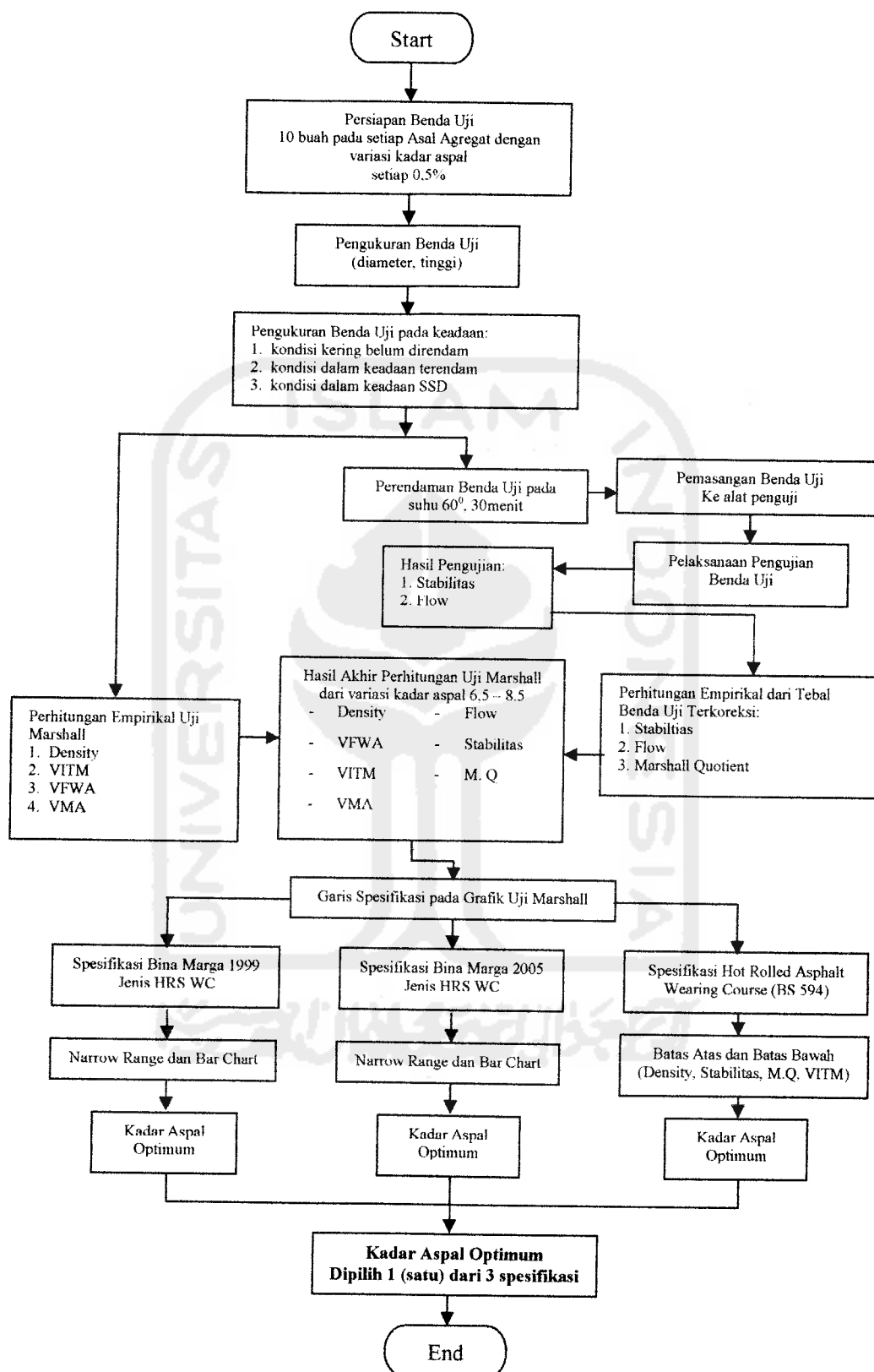


Gambar 5.2 Flow Chart Perencanaan Campuran Perkerasan

Tabel 5.3 Angka Koreksi Stabilitas

Isi Benda Uji (cm ³)	Tebal Benda Uji	
	(mm)	Angka Koreksi
200-213	25,4	5,56
214-225	27,0	5,00
226-237	28,6	4,55
236-250	30,2	4,17
251-264	31,8	3,85
265-276	33,3	3,57
277-289	34,9	3,33
290-301	36,5	3,03
302-316	38,1	2,78
317-318	39,7	2,50
329-340	41,3	2,27
341-353	41,3	2,27
341-353	42,9	2,08
354-367	44,4	1,92
368-379	46,0	1,79
380-392	47,6	1,67
393-405	49,2	1,56
406-420	50,8	1,47
421-431	52,4	1,39
432-443	54,0	1,32
444-456	55,6	1,25
457-470	57,2	1,29
471-482	58,7	1,14
483-495	60,3	1,09
493-508	61,9	1,04
509-522	63,5	1,00
523-535	64,0	0,96
536-546	65,1	0,93
547-559	66,7	0,89
560-573	68,3	0,86
574-585	71,4	0,83
586-596	73,0	0,81
599-610	74,6	0,78
611-625	76,2	0,76

Sumber: Manual Pemeriksaan Bahan Jalan, Bina Marga, 1976



Gambar 5.3 Flow Chart Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)