

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang dimaksud meliputi penelitian agregat, aspal dan jenis campuran dengan tata cara mengikuti prosedur standar Bina Marga, yaitu Manual Pemeriksaan Bahan jalan No. 01/Mn/BM/1976.

4.1.1 Agregat

Spesifikasi dan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dicantumkan pada tabel 4.1 s.d 4.3.

Tabel 4.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

<i>Jenis Pemeriksaan</i>	<i>Syarat</i>	<i>Hasil</i>
Keausan dengan mesin Los Angeles	Maksimum 40%	18,62%
Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	100%
Penyerapan air pada agregat kasar	$\leq 3\%$	2,036%

Sumber : Petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983 dan hasil penelitian labolatorium.

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

<i>No</i>	<i>Jenis Pemeriksaan</i>	<i>Syarat</i>	<i>Hasil</i>
1	Nilai Sand Equivalent (%)	$\geq 50\%$	91,667
2	Penyerapan Air (%)	$\leq 3\%$	2,041
3	Berat Jenis Semu	$\geq 2,5\%$	2,753

Sumber : Hasil pengujian pada Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

4.1.2 Aspal

Spesifikasi aspal berdasarkan petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983 dan hasil penelitian laboratorium dicantumkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat		Satuan	Hasil
		Min	Max		
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1 mm	61,9
2.	Titik Lembek	48	58	°C	55.5°C
3.	Titik Nyala	200	-	°C	330°C
4.	Kelarutan dalam CCL4	99	-	% Berat	99,5%
5.	Daktalitas (25°C, 5cm/menit)	100	-	Cm	>120Cm
6.	Berat Jenis	1		-	1,0204

Sumber : Petunjuk Lataston No. 12/PT/B/1983

4.2 Analisis

Setelah pengujian Marshall dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai – nilai Marshall guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data – data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering (gram).

Hasil pengujian tebal benda uji dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom t.

2. berat benda uji kering/sebelum direndam.

Hasil pengujian berat benda uji kering dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom c.

3. berat dalam air (gram).

Hasil pengujian berat benda uji di dalam air dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom e.

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram).

Hasil pengujian berat benda uji dalam keadaan jenuh dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom d.

5. Pembacaan arloji stabilitas (lbs).

Hasil pembacaan arloji stabilitas dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom o.

6. Pembacaan arloji flow/ kelelahan (mm).

Hasil pembacaan arloji flow dapat dilihat pada tabel perhitungan uji Marshall kolom r.

Untuk mendapatkan nilai – nilai rongga dalam campuran (*void in the mix VITM*), rongga terisi aspal (*Void Filled with Asphalt VFWA*), diperlukan data lainnya, yaitu :

1. berat jenis aspal,

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1.0204.

2. berat jenis agregat,

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan filler.

$$\text{Bj. agregat} = \frac{100}{(A/F1) + (B/F2) + (C/F3)}$$

KETERANGAN:

A = Prosentase agregat kasar, F1 = Berat jenis agregat kasar

B = prosentase agregat halus, F2 = Berat jenis agregat halus

C = Prosentase Filler F3 = Berat jenis filler

Bj. Agregat benda uji adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Bj. agregat} &= \frac{100}{(75/2.675) + (15/2.585) + (10/2.606)} \\ &= 2.6467 \end{aligned}$$

3. berat jenis maksimum teoritis campuran.

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai

$$\text{berikut} = \frac{100}{\left[\left(\frac{\% \text{ agregat}}{\text{Bj. agregat}} \right) + \left(\frac{\% \text{ aspal}}{\text{Bj. aspal}} \right) \right]}$$



Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 6 % adalah,

$$\begin{aligned} \text{Bj. maksimum teoritis} &= \frac{100}{[(93.7/2.6467) + (6/1.0204)]} \\ &= 2.422 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data – data sebagai berikut:

1. Kepadatan (*density*)

Nilai *density* sesungguhnya diperoleh dengan rumus : $g = \frac{c}{f}$

c = Berat kering / sebelum direndam

$$= 1176,67 \text{ gr}$$

f = Volume / isi benda uji (berat dalam keadaan SSD – berat di dalam air)

$$= c - e = 519 \text{ cc}$$

g = Berat isi benda uji (*The relative density of specimen*)

$$= \frac{c}{f} = \frac{1176.67}{519} = 2.2672 \text{ gr/cc}$$

2. Stabilitas (*stability*)

Contoh perhitungan nilai stabilitas adalah sebagai berikut ini.

o = pembacaan arloji (stabilitas)

$$= 334.33$$

p = o x kalibrasi proving ring

$$= 334.33 \times 3.4277 = 1146$$

q (nilai stabilitas sesungguhnya) = p x koreksi tebal benda uji dari tabel

$$= 1146 \times 1.01 = 1135.54$$

3. Flow

Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow dan tercantum di kolom r pada tabel pengujian Marshall. Contoh perhitungan mencari nilai flow adalah sebagai berikut.

- Pembacaan arloji flow rata-rata = 15

- Pembacaan arloji flow sesungguhnya = $15 \times 0.01 \times 25.4 = 3.81$

4. VITM (*void in the total mix*)

Nilai VITM tercantum di kolom n pada tabel pengujian Marshall. Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{VITM} &= 100 \times (100 - g/h) \\ &= 100 - (100 \times \frac{2.2672}{2.422}) = 6.3145 \end{aligned}$$

g = density h = B.j. maksimum teoritis.

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA terdapat di kolom m pada tabel pengujian Marshall Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\text{VFWA} = 100 \times (i/l)$$

$$\begin{aligned} i &= \frac{bxg}{B.J.aspal} \\ &= \frac{6 \times 2.2672}{1.0204} = 13.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} j &= \frac{(100 - b)g}{B.J.agregat} \\ &= \frac{(100 - 6)2.2672}{2.6467} = 80.5987 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l &= (100 - j) \\ &= (100 - 80,5987) = 19.4013 \end{aligned}$$

$$m = \left(100 \times \frac{i}{l} \right) \text{rongga yang terisi aspal (VFWA)}$$

$$= \left(100 \times \frac{13.33}{19.4013} \right) = 69.95$$

6. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai *flow* terlihat di kolom s pada tabel pengujian Marshall Dan dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} = \frac{q}{r} = \frac{1135.54}{3.81} = 298.0412 \text{ kg/mm}$$

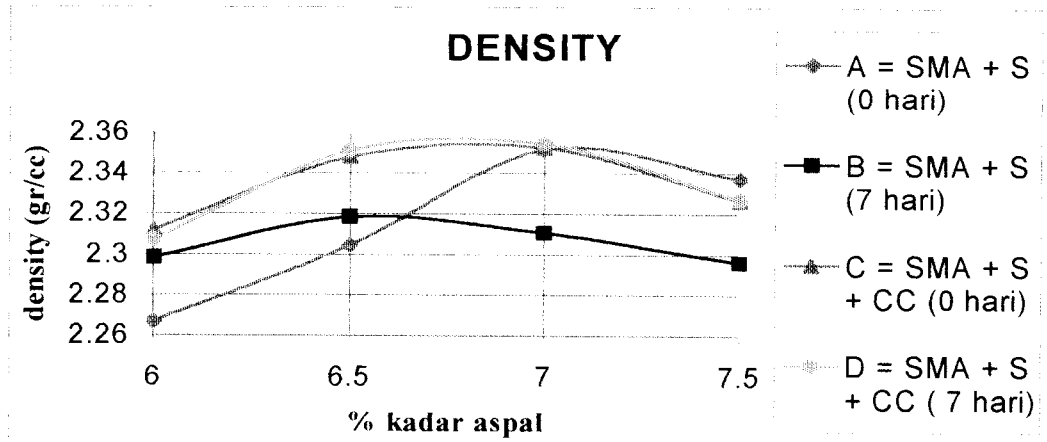
Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Uji Marshall untuk SMA + S dan SMA + S + Chemcrete

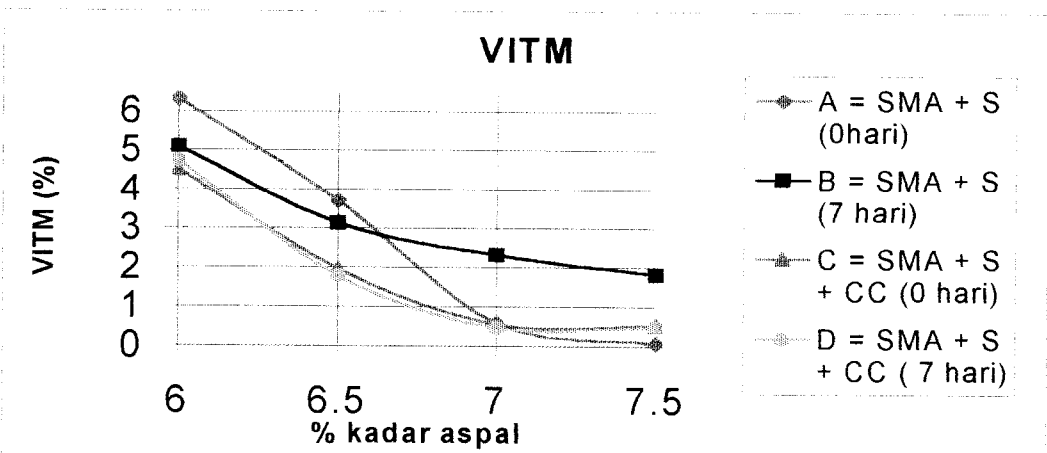
No	Karakteristik	Sample	Kadar Aspal			
			6%	6,5%	7%	7,5%
1	DENSITY (gr/cc)	A	2,267	2,304	2,352	2,337
		B	2,298	2,319	2,311	2,296
		C	2,312	2,348	2,353	2,327
		D	2,307	2,351	2,355	2,327
2	VITM (%)	A	6,315	3,714	0,599	0,068
		B	5,102	3,142	2,326	1,819
		C	4,515	1,958	0,563	0,524
		D	4,744	1,784	0,476	0,485
3	FLOW (mm)	A	3,81	3,852	3,916	4,001
		B	3,133	3,514	3,768	3,598
		C	3,874	3,895	3,979	3,916
		D	3,958	4,106	3,662	4,064
4	VFWA (%)	A	69,94604	79,53849	93,17836	93,85512
		B	73,78781	81,79261	84,54953	85,82131
		C	76,87056	88,27953	93,51291	91,58458
		D	75,22202	88,58666	93,92796	92,07743
5	STABILITAS (Kg)	A	1135,537	1153,95	1188,66	1011,687
		B	903,1768	962,2935	1062,61	765,0826
		C	1146,963	1157,504	1189,199	1012,701
		D	1163,016	1174,127	959,0962	826,9212
6	MARSHALL QUOTIENT (kN/mm)	A	2,98	2,99	3,03	2,52
		B	2,88	2,73	2,82	2,12
		C	2,96	2,97	2,98	2,58
		D	2,93	2,85	2,61	2,03

Sumber : Hasil akhir penelitian di laboratorium

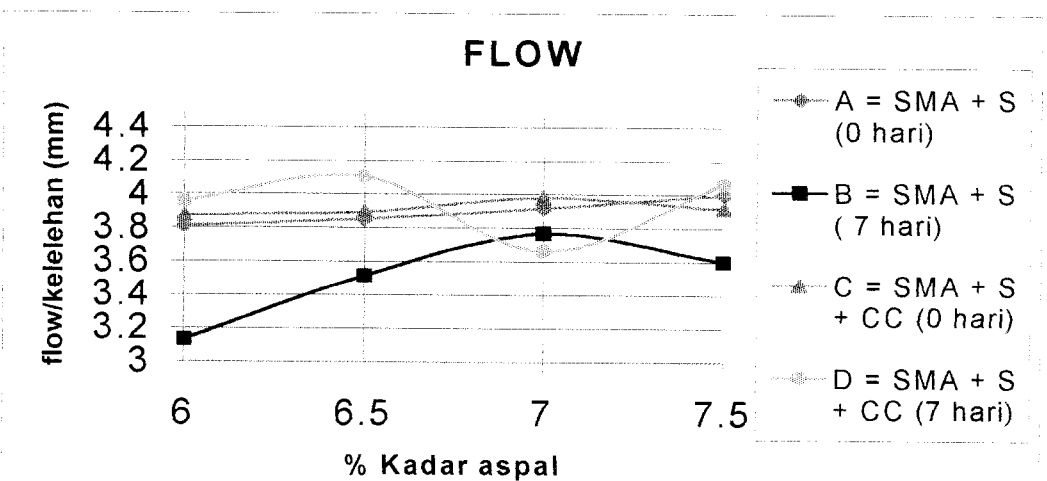
Berdasarkan data – data yang diperoleh kemudian dibuat kurva stabilitas vs kadar aspal, flow vs kadar aspal, % rongga terhadap campuran vs kadar aspal, % rongga terisi aspal vs kadar aspal, Marshall Quotient vs kadar aspal (seperti pada gambar grafik 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 di bawah ini).



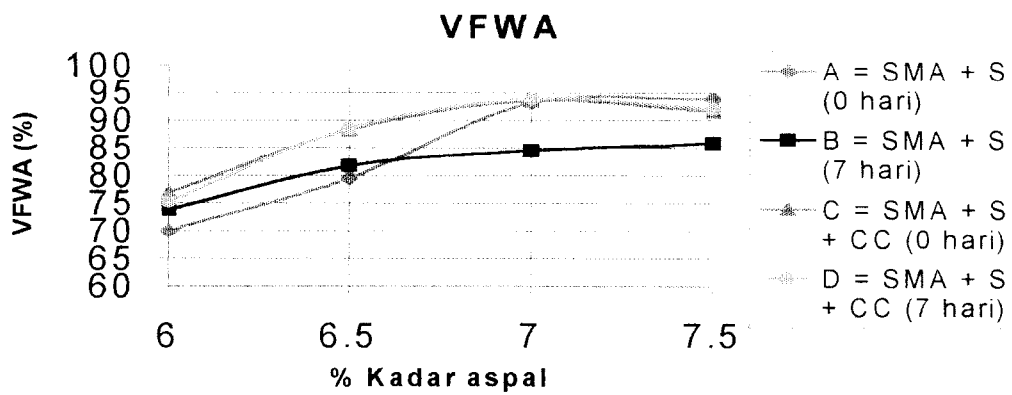
Gambar 4.1 Grafik Density hasil uji Marshall



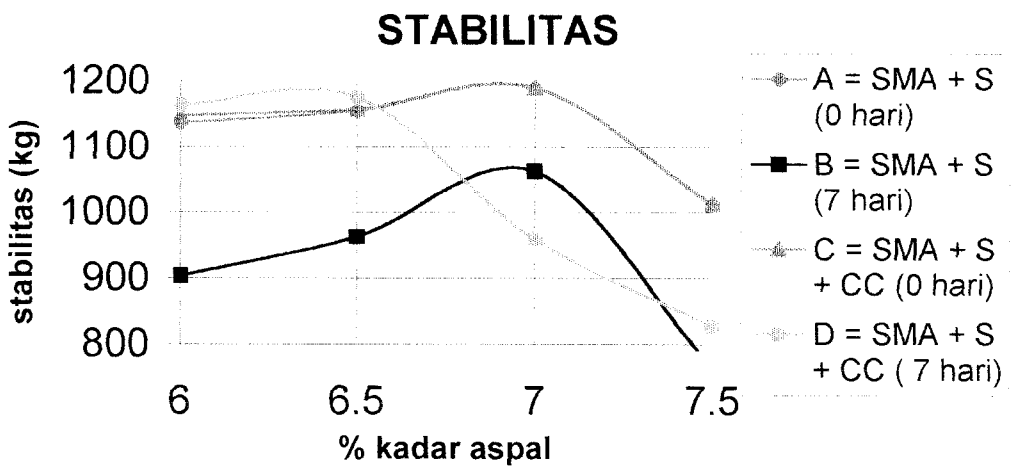
Gambar 4.2 Grafik VITM hasil uji Marshall



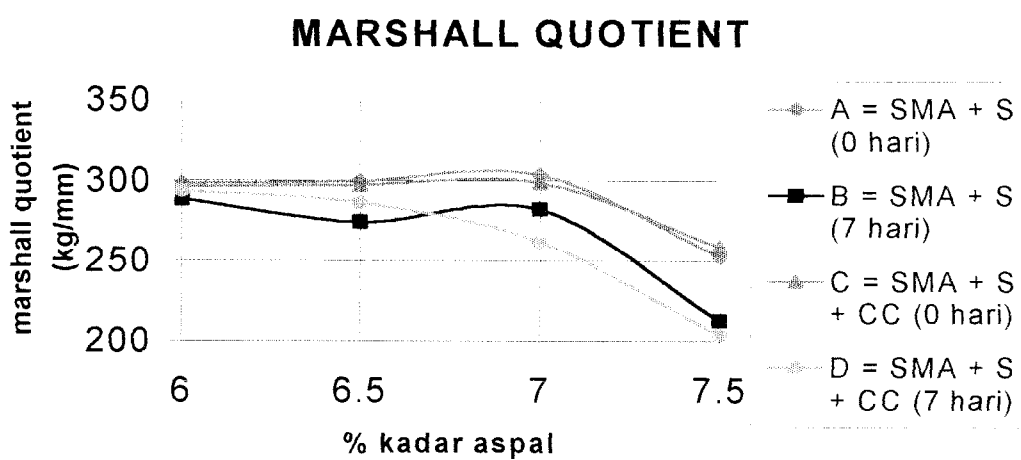
Gambar 4.3. Grafik FLOW hasil uji Marshall



Gambar 4.4 Grafik VFWA hasil uji Marshall



Gambar 4.5 Grafik Stabilitas hasil uji Marshall



Gambar 4.6 Grafik Marshall Quotient hasil uji Marshall

Tabel 4.5 Spesifikasi Uji Marshall SMA + S

No.	Jenis Pemeriksaan	Lalu lintas berat
1.	VITM (%)	3 – 5%
2.	FLOW / Kelelehan (mm)	2 – 4 mm
3.	VFWA (%)	MIN 75 %
4.	STABILITAS (kg)	MIN 750 kg
5.	Marshall Quotient (kN/mm)	1.9 – 3.0 kN/mm
Jumlah Tumbukan		2 X 75

Dengan melihat pada gambar grafik 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 dan tabel 4.4 dibandingkan dengan gambar kurva Marshall standar dan tabel 4.5 di atas, maka terlihat bahwa campuran SMA + S dan campuran SMA + S + Chemcrete mempunyai kecenderungan pola gambar grafik yang relatif sama dan memenuhi standar Marshall, kecuali pada gambar grafik kurva *flow* terdapat perbedaan pada campuran SMA + S + Chemcrete dengan curing time 7 hari. Hal itu disebabkan oleh data yang dihasilkan pada hasil pengujian merupakan simpangan terjauh dari simpangan pada kurva standar, sehingga hasil tidak sesuai dengan gambar kurva standar. Untuk itu diperlukan tambahan jumlah sampel.