

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

6.1.1 Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini harus sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	35.2	Maks. 40	Memenuhi
2.	Kelekatan Terhadap Aspal (%)	99	Min. 95	Memenuhi
3.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.547	Maks. 3	Memenuhi
4.	Berat Jenis	2.573	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand equivalent</i> (%)	76.087	Min. 50	Memenuhi
2.	Penyerapan Terhadap Air (%)	2.881	Maks. 3	Memenuhi
3.	Berat Jenis	2.613	Min. 2,5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

6.1.2 Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis AC 60/70. Hasil pemeriksaan dan syarat dapat dilihat pada tabel 6.3 berikut ini.

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60/70

No.	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	68.5	60 – 79	Memenuhi
2.	Titik Lembek (<i>Ring and Ball</i>) °C	58	48 – 58	Memenuhi
3.	Titik Nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) °C	318	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25 °C, 5 cm/menit) (cm)	165	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat Jenis	1.103	≥ 1,0	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCL ₄	99.14	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

6.1.3 Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Setelah melalui beberapa tahap pemeriksaan kualitas agregat, kemudian agregat dianalisa dengan analisa saringan.

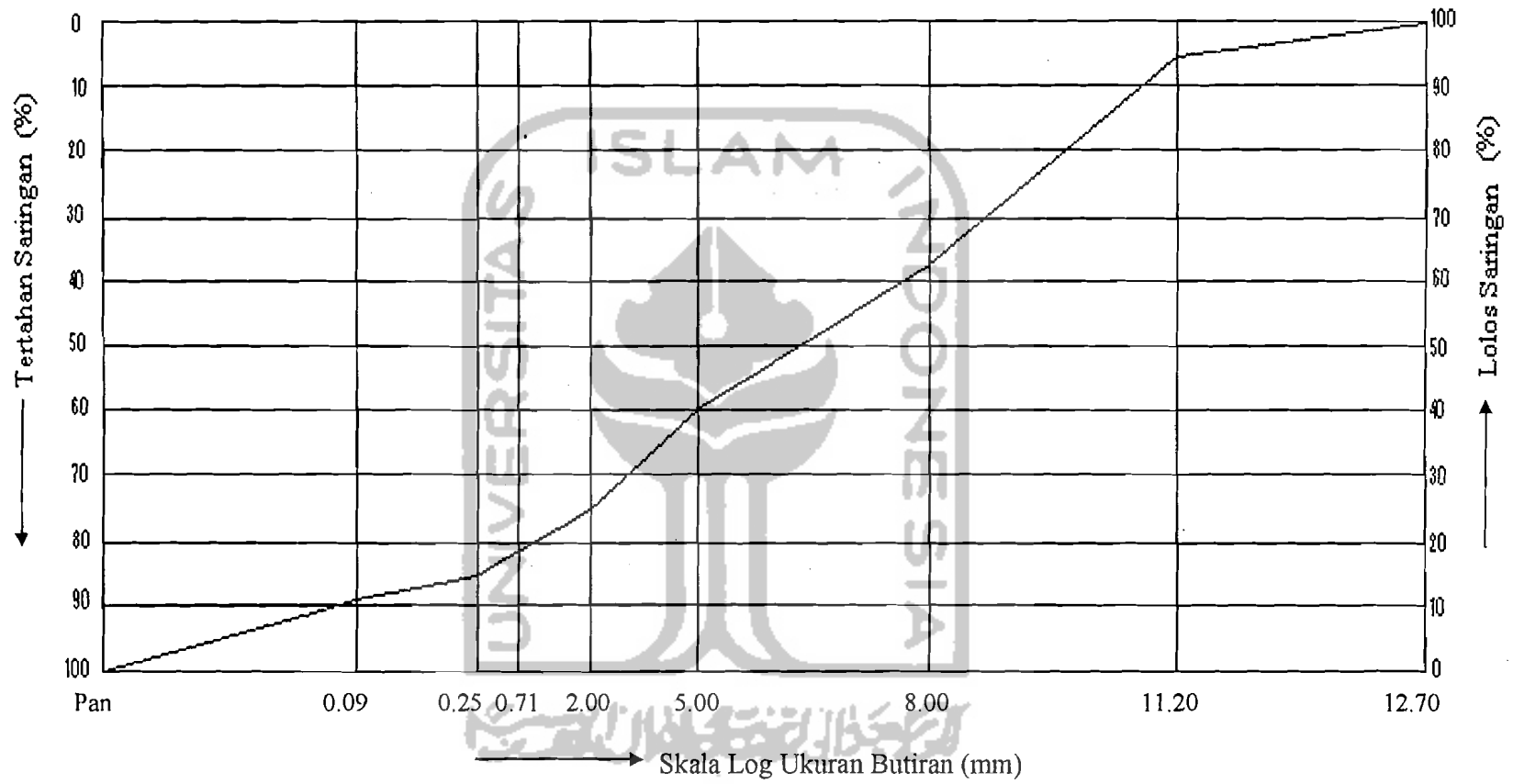
a. *Split Mastic Asphalt* tanpa Serat Gelas

Analisa saringan agregat halus dan kasar untuk SMA tanpa serat gelas dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5% dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.4. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.70	56.70	5	95	90	100
8.000	5/16"	368.55	425.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	255.15	680.40	60	40	30	50
2.000	# 10	170.10	850.50	75	25	20	30
0.710	# 25	68.04	918.54	81	19	13	25
0.250	# 60	45.36	963.90	85	15	10	20
0.090	# 170	51.03	1014.93	89.5	10.5	8	13
	pan	119.07	1134.00	100	0		
	total	1134.00	gram				
Kadar aspal :	5.5%						
Berat aspal :		66	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII



Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Gambar 6.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Tabel 6.5. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.40	56.40	5	95	90	100
8.000	5/16"	366.60	423.00	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	253.80	676.80	60	40	30	50
2.000	# 10	169.20	846.00	75	25	20	30
0.710	# 25	67.68	913.68	81	19	13	25
0.250	# 60	45.12	958.80	85	15	10	20
0.090	# 170	50.76	1009.56	89.5	10.5	8	13
	pan	118.44	1128.00	100	0		
	total	1128.00	gram				
Kadar aspal :		6.0%					
Berat aspal :		72		gram			
Berat Total :		1200.00		gram			

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.6. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.10	56.10	5	95	90	100
8.000	5/16"	364.65	420.75	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.45	673.20	60	40	30	50
2.000	# 10	168.30	841.50	75	25	20	30
0.710	# 25	67.32	908.82	81	19	13	25
0.250	# 60	44.88	953.70	85	15	10	20
0.090	# 170	50.49	1004.19	89.5	10.5	8	13
	pan	117.81	1122.00	100	0		
	total	1122.00	gram				
Kadar aspal :		6.5%					
Berat aspal :		78		gram			
Berat Total :		1200.00		gram			

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.7. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.80	55.80	5	95	90	100
8.000	5/16"	362.70	418.50	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.10	669.60	60	40	30	50
2.000	# 10	167.40	837.00	75	25	20	30
0.710	# 25	66.96	903.96	81	19	13	25
0.250	# 60	44.64	948.60	85	15	10	20
0.090	# 170	50.22	998.82	89.5	10.5	8	13
	pan	117.18	1116.00	100	0		
	total	1116.00	gram				
Kadar aspal :	7.0%						
Berat aspal :		84	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.8. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.50	55.50	5	95	90	100
8.000	5/16"	360.75	416.25	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	249.75	666.00	60	40	30	50
2.000	# 10	166.50	832.50	75	25	20	30
0.710	# 25	66.60	899.10	81	19	13	25
0.250	# 60	44.40	943.50	85	15	10	20
0.090	# 170	49.95	993.45	89.5	10.5	8	13
	pan	116.55	1110.00	100	0		
	total	1110.00	gram				
Kadar aspal :	7.5%						
Berat aspal :		90	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

b. *Split Mastic Asphalt* + Serat Gelas

Analisa saringan agregat halus dan kasar untuk SMA ditambah serat gelas dengan kadar aspal 5,5%;6%;6,5%;7% dan 7,5% seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.9. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 5,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.52	56.52	5	95	90	100
8.000	5/16"	367.38	423.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	254.34	678.24	60	40	30	50
2.000	# 10	169.56	847.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.82	915.62	81	19	13	25
0.250	# 60	45.22	960.84	85	15	10	20
0.090	# 170	50.87	1011.71	89.5	10.5	8	13
	pan	118.69	1130.40	100	0		
	total	1130.40	gram				
Kadar aspal :	5.5%						
Kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		66	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.10. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.22	56.22	5	95	90	100
8.000	5/16"	365.43	421.65	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.99	674.64	60	40	30	50
2.000	# 10	168.66	843.30	75	25	20	30
0.710	# 25	67.46	910.76	81	19	13	25
0.250	# 60	44.98	955.74	85	15	10	20
0.090	# 170	50.60	1006.34	89.5	10.5	8	13
	pan	118.06	1124.40	100	0		
	total	1124.40	gram				
Kadar aspal :	6.0%						
Kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		72	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.11. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 6,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.92	55.92	5	95	90	100
8.000	5/16"	363.48	419.40	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.64	671.04	60	40	30	50
2.000	# 10	167.76	838.80	75	25	20	30
0.710	# 25	67.10	905.90	81	19	13	25
0.250	# 60	44.74	950.64	85	15	10	20
0.090	# 170	50.33	1000.97	89.5	10.5	8	13
	pan	117.43	1118.40	100	0		
	total	1118.40	gram				
Kadar aspal :	6.5%						
kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		78	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.12. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.62	55.62	5	95	90	100
8.000	5/16"	361.53	417.15	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	250.29	667.44	60	40	30	50
2.000	# 10	166.86	834.30	75	25	20	30
0.710	# 25	66.74	901.04	81	19	13	25
0.250	# 60	44.50	945.54	85	15	10	20
0.090	# 170	50.06	995.60	89.5	10.5	8	13
	pan	116.80	1112.40	100	0		
	total	1112.40	gram				
Kadar aspal :	7.0%						
Kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		84	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.13. Analisa Saringan Agregat Untuk Kadar Aspal 7,5%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.32	55.32	5	95	90	100
8.000	5/16"	359.58	414.90	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	248.94	663.84	60	40	30	50
2.000	# 10	165.96	829.80	75	25	20	30
0.710	# 25	66.38	896.18	81	19	13	25
0.250	# 60	44.26	940.44	85	15	10	20
0.090	# 170	49.79	990.23	89.5	10.5	8	13
	pan	116.17	1106.40	100	0		
	total	1106.40	gram				
Kadar aspal :	7.5%						
Kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		90	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

6.1.4 Mencari Kadar Aspal Optimum

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 ini.

1. Tebal benda uji (mm) sebelum direndam kering.

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 *Marshall* kolom c.

3. Berat dalam air (gram)

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

4. Berat dalam keadaan jenuh (gram)

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

5. Pembacaan arloji stabilitas.

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

6. Pembacaan arloji *flow*/kelelahan.

Hasil pembacaan arloji *flow*/kelelahan dapat dilihat pada tabel perhitungan *Marshall* kolom r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, *Flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* diperlukan data-data :

1. Berat jenis aspal.

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,103.

2. Berat jenis agregat.

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar dan agregat halus. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut :

$$Bj. Agregat = \frac{100}{\left(\frac{A}{F1}\right) + \left(\frac{B}{F2}\right)}$$

Keterangan :

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

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

$$\begin{aligned} \text{Bj. Agregat} &= \frac{100}{\left(\frac{60}{2,573}\right) + \left(\frac{40}{2,613}\right)} \\ &= 2,589 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

3. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Untuk memperoleh nilai berat jenis tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bj.maksimum teoritis} = \frac{100}{\frac{\% \text{Agregat}}{\text{Bj.Agregat}} + \frac{\% \text{Aspal}}{\text{Bj.Aspal}}}$$

Contoh hitungan mencari berat jenis maksimum teoritis campuran untuk kadar aspal 5,5% adalah

$$\begin{aligned} \text{Bj.maksimum teoritis} &= \frac{100}{\frac{94,5}{2,589} + \frac{5,5}{1,103}} \\ &= 2,410 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

Data hasil perhitungan diatas dipergunakan untuk mencari nilai-nilai :

1. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya berada dikolom q pada tabel perhitungan *Marshall*.

Contoh perhitungan nilai *Marshall* dengan kadar aspal 5,5% adalah sebagai berikut ini.

- a) Tebal rata-rata benda uji = 65,5cm, dari tabel diperoleh koreksi tebal aspal benda uji dengan cara interpolasi = 0,9525
- b) Kalibrasi proving ring = 3,425
- c) O = pembacaan arloji stabilitas = 500
- d) $p = O \times \text{kalibrasi proving ring}$
 $p = 500 \times 3,425 = 1712,5 \text{ kg}$
- e) q (nilai stabilitas sesungguhnya) = $p \times \text{koreksi tebal benda uji}$
 $= 1679,23 \times 0,9525 = 1597,29$

2. *Flow*

Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* dan tercantum pada kolom r pada tabel perhitungan *Marshall*, contoh perhitungan nilai *flow* adalah sebagai berikut ini.

- a) Pembacaan arloji rata-rata = 550
- b) Nilai *flow* sesungguhnya = $550 \times 0,01 = 5,5 \text{ mm}$

3. *Density*

Nilai *density* terdapat dikolom g pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan nilai *density* pada kadar aspal 5,5% sebagai berikut ini.

- a) Berat kering sebelum direndam (c) = 1171 gr
- b) Volume/isi (f) = berat dalam keadaan SSD – berat dalam air
 $= 1196 - 676 = 510 \text{ gr}$

$$\text{c) Nilai } \textit{density} \text{ (g)} = \frac{c}{f} = \frac{1171}{510} = 2,296 \text{ gr/cc}$$

4. VITM (*Void In the Total Mix*)

Nilai VITM tercantum pada kolom n pada tabel pengujian *Marshall*. Contoh perhitungan dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{VITM} &= 100 \times \left(100 - \frac{g}{h} \right) \\ &= 100 \times \left(100 - \frac{2,296}{2,410} \right) = 4,743 \end{aligned}$$

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA terdapat dikolom m pada tabel perhitungan test *Marshall*.

Contoh perhitungan nilai VFWA dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} i &= \frac{b \times g}{\text{Bj. Aspal}} = \frac{5,5 \times 2,296}{1.103} = 11,449 \\ j &= \frac{(100 - b) \times g}{\text{Bj. Agregat}} = \frac{(100 - 5,5) \times 2,296}{2,589} = 83,808 \\ l &= (100 - j) = (100 - 83,808) = 16,192 \\ \text{VFWA} &= 100 \times \left(\frac{i}{l} \right) = 100 \times \left(\frac{11,449}{16,192} \right) = 70,71\% \end{aligned}$$

6. *Marshall Quotient*.

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*, nilai MQ tercantum dikolom s pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan dengan kadar aspal 5,5% adalah sebagai berikut :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} = \frac{q}{r} = \frac{1597,29}{5,5} = 290,417$$

7. VMA (Voids in Mineral Agregates)

Nilai VMA terdapat pada kolom l pada tabel perhitungan *Marshall*. Contoh perhitungan nilai VMA dengan kadar aspal 5,5% sebagai berikut :

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{Bj. Agregat} = \frac{(100 - 5,5) \times 2,296}{2,589} = 83,808$$

$$l = (100 - j) = (100 - 83,808) = 16,192$$

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil seperti tabel berikut ini.

Tabel 6.14. Hasil Test Marshall pada SMA Tanpa Serat Gelas

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
5,5	1298.920	4.170	4.990	69.601	2.290	348.785	16.410
6,0	1065.470	3.580	4.197	74.883	2.295	321.163	16.680
6,5	1243.310	3.710	4.271	75.999	2.279	339.035	17.701
7,0	1246.169	4.073	2.431	87.807	2.308	300.851	17.080
7,5	1237.004	4.300	2.572	86.331	2.291	284.599	18.149

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Tabel 6.15. Hasil Test Marshall pada SMA + Serat Gelas 0,3%

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (Kg/mm)	VMA (%)
5,5	1035.390	2.770	6.435	63.673	2.255	393.906	17.681
6,0	1096.860	3.630	5.149	70.592	2.272	331.971	17.508
6,5	1183.090	3.700	4.131	76.600	2.282	331.169	17.580
7,0	1023.809	3.500	2.935	83.259	2.296	253.363	17.509
7,5	1002.454	3.533	2.292	87.329	2.298	260.230	17.914

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

Kadar aspal optimum yang dihasilkan dari penelitian ini adalah seperti pada tabel berikut .

Tabel 6.16. Penentuan Kadar Aspal Optimum pada SMA tanpa Serat Gelas

Karakteristik	Spec. Bina Marga	Kadar Aspal (%)				
		5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Stabilitas	≥ 750 kg	[Bar chart showing stability performance across asphalt percentages]				
Flow	2 - 4 mm	[Bar chart showing flow performance across asphalt percentages]				
VITM	3 - 5 %	[Bar chart showing VITM performance across asphalt percentages]				
VFWA	75 - 85 %	[Bar chart showing VFWA performance across asphalt percentages]				
Density	-	[Bar chart showing density performance across asphalt percentages]				

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

6,052%
6,476%
6,899%

Tabel 6.17. Penentuan Kadar Aspal Optimum pada SMA + Serat Gelas 0,3%

Karakteristik	Spec. Bina Marga	Kadar Aspal (%)				
		5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Stabilitas	≥ 750 kg	[Bar chart showing stability performance across asphalt percentages]				
Flow	2 - 4 mm	[Bar chart showing flow performance across asphalt percentages]				
VITM	3 - 5 %	[Bar chart showing VITM performance across asphalt percentages]				
VFWA	75 - 85 %	[Bar chart showing VFWA performance across asphalt percentages]				
Density	-	[Bar chart showing density performance across asphalt percentages]				

Sumber : Hasil penelitian di Lab Jalan Raya UII

6,073%
6,644%
7,214%

6.2 Pembahasan

6.2.1 Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi yang terjadi akibat adanya beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Nilai stabilitas dipengaruhi sifat saling mengunci antar agregat penyusunnya (*internal friction*), yang tergantung dari tekstur permukaan, bentuk butiran, gradasi dan kadar aspal.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai stabilitas dapat dilihat pada tabel 6.18 berikut ini.

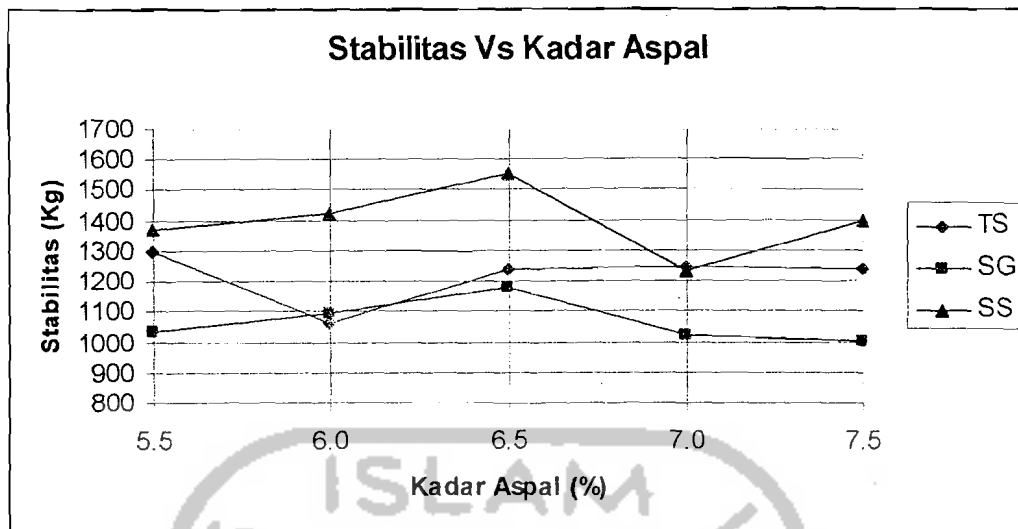
Tabel 6.18. Nilai Stabilitas hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> Stabilitas (Kg)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	1298,920*	1065,470*	1243,310*	1246,149*	1237,004*
Dengan Serat Gelas	1035,390*	1096,860*	1183,090*	1023,809*	1002,454*
Dengan Serat Selulosa	1373,22*	1421,66*	1556,58*	1231,19*	1400,41*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara stabilitas dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.2 dibawah ini.



Gambar 6.2. Grafik Stabilitas hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.2 terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan bahan tambah serat gelas memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dari campuran yang tidak menggunakan serat gelas. Nilai stabilitas maksimum dari campuran SMA yang tidak menggunakan serat gelas terjadi pada kadar aspal 5,5% sebesar 1298,920 kg sedangkan yang menggunakan serat gelas 0,3% terjadi pada kadar aspal 6,5% sebesar 1183,090 kg.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan nilai stabilitas maksimum dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% terjadi pada kadar aspal 6,5% sebesar 1556,58 kg. Kemungkinan bahwa serat gelas kurang memiliki daya ikat yang baik dibandingkan serat selulosa untuk mengikat antar agregat agar didapatkan stabilitas yang kuat, namun dari hasil

yang didapatkan bahwa nilai stabilitas yang dihasilkan ketiga campuran masih memenuhi ketentuan yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu ≥ 750 kg.

6.2.2 Flow

Flow atau keelehan dari suatu campuran menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat adanya beban yang bekerja. Nilai *flow* ditentukan oleh beberapa faktor antara lain viskositas dan kadar aspal.

Campuran yang memiliki keelehan (*flow*) yang rendah dan stabilitas yang tinggi, cenderung menjadi terlalu kaku dan getas (*brittle*). Sedangkan campuran yang memiliki nilai keelehan (*flow*) yang tinggi dengan nilai stabilitas yang rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapatkan beban lalu lintas.

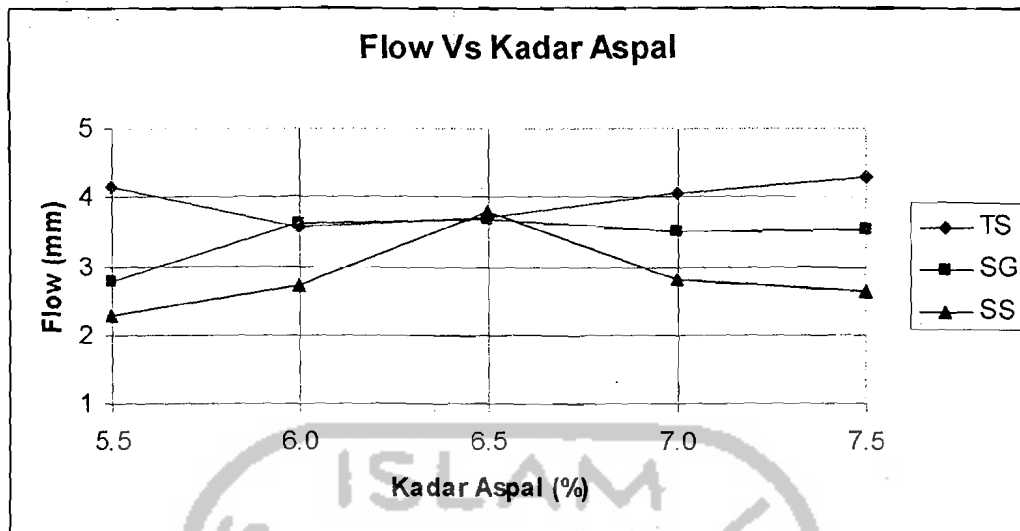
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *flow* dapat dilihat pada tabel 6.19 berikut ini.

Tabel 6.19. Nilai *Flow* hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> <i>Flow</i> (mm)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	4,170	3,580*	3,710*	4,073	4,300
Dengan Serat Gelas	2,770*	3,630*	3,700*	3,500*	3,533*
Dengan Serat Selulosa	2,29*	2,71*	3,81*	2,80*	2,64*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII
Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *flow* dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.3 dibawah ini.



Gambar 6.3. Grafik *Flow* hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.3 terlihat bahwa nilai *flow* pada campuran tanpa serat gelas bernilai tinggi yang disebabkan banyaknya aspal yang ditambahkan. Sedangkan campuran yang menggunakan serat gelas bernilai lebih rendah akibat kadar aspal yang ditambahkan diimbangi oleh serat gelas agar campuran tidak terlalu plastis. Hal ini kemungkinan disebabkan karena semakin besar kadar aspal yang ditambahkan akan semakin tidak padat campuran tersebut sehingga dapat mengakibatkan perubahan bentuk. Pada campuran yang memiliki nilai *flow* tinggi dan nilai stabilitas rendah akan menyebabkan plastis dan perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Dari spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu 2 – 4 mm terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan bahan tambah serat gelas 0,3% dengan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga, sedangkan campuran yang tidak menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 6,0% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan bahwa *flow* yang terjadi pada campuran SMA dengan serat selulosa 0,3% dengan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% memenuhi spesifikasi bina marga.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa serat gelas dan serat selulosa mempunyai kemampuan yang hampir sama untuk meningkatkan kemampuan campuran SMA untuk menahan kelelahan akibat beban yang bekerja dengan kadar aspal yang sama.

6.2.3 VITM (*Void In the Total Mix*)

Nilai VITM (*Void In the Total Mix*) menunjukkan prosentase rongga yang terdapat dalam campuran total. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VITM adalah gradasi, kadar aspal dan *density*. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekakuan campuran dan kedekatan campuran terhadap air dan udara.

Nilai VITM yang terlalu tinggi akan mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapis keras, karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara ke dalam lapis perkerasan. Udara akan mengoksidasi aspal hingga selimut aspal menjadi tipis dan kohesi aspal menjadi berkurang. Dengan berkurangnya kohesi aspal, maka sifat adhesi antara agregat dengan aspal juga berkurang. Jika hal ini terjadi, dapat menimbulkan pelepasan butiran

(*ravelling*). Sedangkan air akan melarutkan bagian aspal yang tidak teroksidasi, sehingga pengurangan jumlah aspal terjadi lebih cepat.

Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras. Selain *bleeding*, dengan nilai VITM yang rendah, kekakuan lapis keras akan menjadi semakin tinggi yang mengakibatkan lapis keras mudah mengalami retak (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas, karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi yang terjadi.

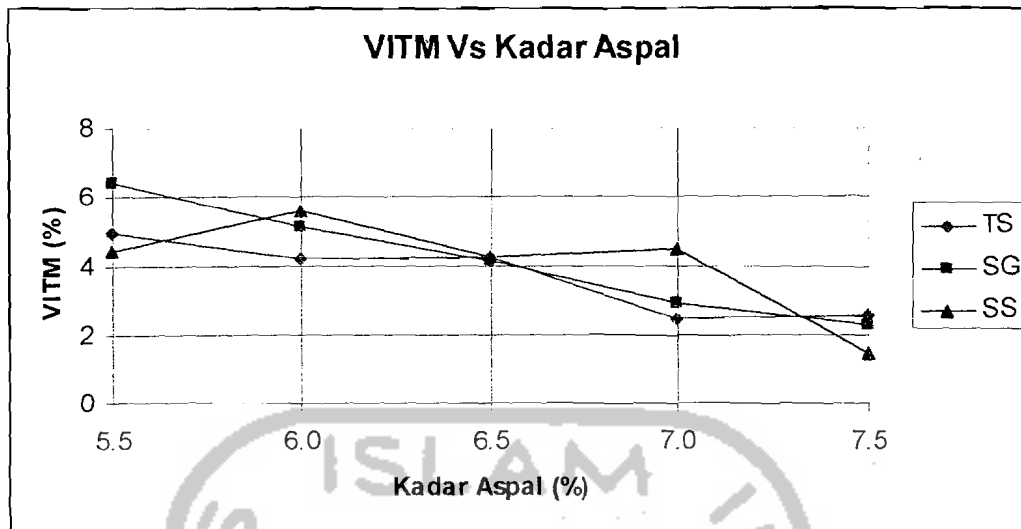
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VITM dapat dilihat pada tabel 6.20 berikut ini.

Tabel 6.20. Nilai VITM hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VITM (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	4,990*	4,197*	4,271*	2,431	2,572
Dengan Serat Gelas	6,435	5,149	4,131*	2,935	2,292
Dengan Serat Selulosa	4,42*	5,59	4,26*	4,51*	1,46

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UJI
Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VITM dalam campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada gambar grafik 6.4 dibawah ini



Gambar 6.4. Grafik VITM hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.4 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan aspal maka semakin kecil nilai VITM yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin banyaknya aspal yang ditambahkan, semakin menutupi rongga udara dalam campuran sehingga menghasilkan nilai VITM yang semakin kecil. Namun hanya campuran yang menggunakan serat gelas pada kadar aspal 6,5% sebesar 4,131% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 3% – 5%, sedangkan campuran yang tidak menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,0% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai VITM yang < 3% pada kadar aspal 7,0% dan 7,5% dapat terjadi *bleeding*.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0%

dan 7,5% hanya pada kadar aspal 5,5%, 6,5%, dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu berturut-turut sebesar 4,42%, 4,26%, dan 4,51%.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa campuran dengan menggunakan serat gelas memiliki nilai VITM yang hampir sama dengan serat selulosa dikarenakan pada saat pemadatan campuran tidak banyak membuat rongga udara dalam campuran sehingga campuran menjadi lebih kedap air.

6.2.4 VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dinyatakan dalam prosentase. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFWA adalah gradasi agregat, kadar aspal dan *density*. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kedekatan campuran terhadap air dan udara sehingga akan berpengaruh pada keawetan dari lapis keras.

Nilai VFWA yang besar, menunjukkan semakin banyak rongga udara yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan lapis keras mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini terjadi pada suhu perkerasan yang tinggi, dimana aspal akan mencair (viskositasnya turun) sesuai dengan sifat termoplastik aspal sehingga jika lapis keras menerima beban, aspal akan mencari ruang kosong. Dengan terlalu banyak rongga yang telah terisi aspal, maka tidak tersedia ruang yang cukup, sehingga akan menyebabkan aspal naik ke permukaan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran berkurang karena hanya sedikit rongga yang terisi oleh aspal. Dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk ke dalam lapis keras sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang.

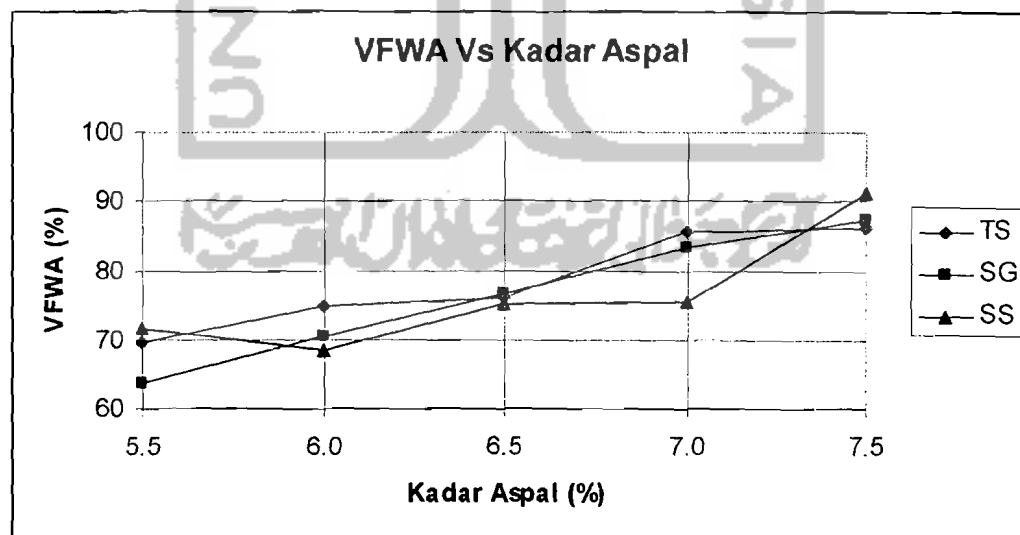
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VFWA dapat dilihat pada tabel 6.21 berikut ini.

Tabel 6.21. Nilai VFWA hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VFWA (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	69,601	74,883*	75,999*	85,807	86,331
Dengan Serat Gelas	63,673	70,592	76,600*	83,259*	87,329
Dengan Serat Selulosa	71,82	68,40	75,11*	75,56*	91,38

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII
Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara VFWA dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.5 di bawah ini.



Gambar 6.5. Grafik VFWA hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.5 menunjukkan bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas dengan prosentase tetap sebesar 0,3% dan penambahan kadar aspal yang teratur menghasilkan nilai VFWA yang semakin besar. Nilai maksimum dihasilkan pada campuran dengan serat gelas pada kadar aspal 7,5% sebesar 87,329% dan nilai minimum juga pada campuran dengan serat gelas pada kadar aspal 5,5% sebesar 63,676%. Campuran tanpa menggunakan serat gelas pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 75% – 85%, sedangkan campuran yang menggunakan serat gelas hanya pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% yang memenuhi spesifikasi Bina Marga.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan didapatkan nilai VFWA maksimum yang terjadi pada campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dengan kadar aspal 7,5% sebesar 91,38%. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa dengan kadar serat yang tetap mengakibatkan prosentase rongga yang terisi aspal menjadi besar. Apabila nilai VFWA yang lebih dari 82% maka campuran yang ada dapat terjadi bleeding.

Dari perbandingan dapat dilihat bahwa serat gelas dan serat selulosa keduanya memiliki nilai VFWA yang memenuhi spesifikasi Bina Marga pada kadar aspal yang sama yaitu 6,5% dan 7,0% sehingga kedua serat tersebut mempunyai prosentase rongga yang cukup untuk terisi oleh aspal dilihat dari nilai VITM yang didapat pada kadar aspal 6,5% dan 7,0% sehingga tidak

mengalami *bleeding* pada saat mengalami beban yang berulang dan adanya perubahan suhu.

6.2.5 Density

Density merupakan tingkat kerapatan setelah dipadatkan. Kerapatan (*density*) adalah berat campuran padat tiap satuan volume. *Density* campuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi agregat, pelaksanaan pemadatan, baik suhu pemadatan maupun jumlah tumbukannya, kualitas bahan penyusunnya, berat jenis agregat dan kadar aspal. Campuran yang mempunyai nilai kerapatan (*density*) tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang mempunyai nilai kerapatan rendah. Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai batuan yang memiliki porositas rendah serta campuran dengan rongga antar butir agregat (VMA) yang rendah. Nilai *density* juga meningkat jika energi pemadatan tinggi, serta pada suhu pemadatan yang tepat. Meningkatnya prosentase pemakaian kadar aspal juga akan meningkatkan kerapatan campuran, hal ini disebabkan karena penggunaan kadar aspal yang semakin tinggi akan menyediakan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga sehingga campuran lebih padat.

Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai *density* dapat dilihat pada tabel 6.22 berikut ini.

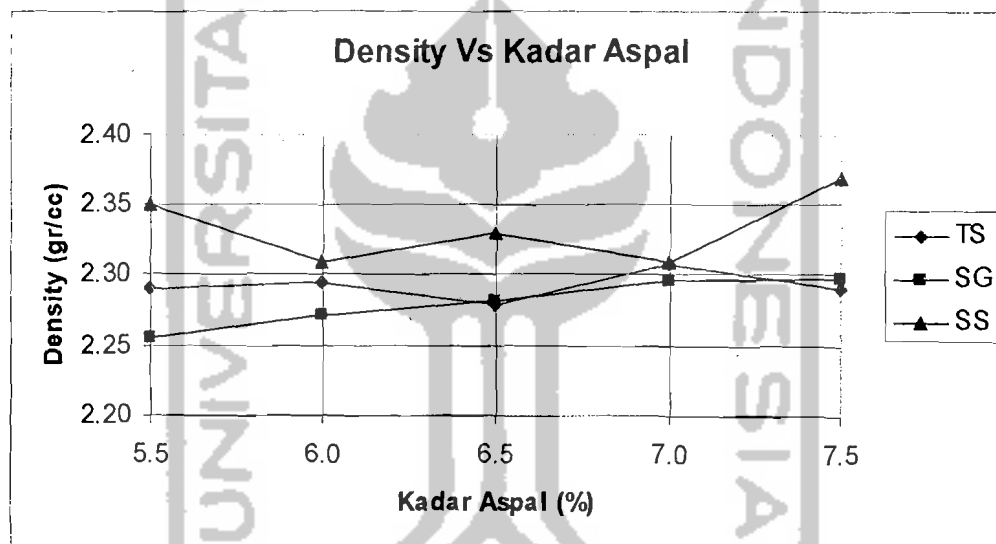
Tabel 6.22. Nilai *Density* hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> <i>Density</i> (gr/cc)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	2,290*	2,295*	2,279*	2,308*	2,291*
Dengan Serat Gelas	2,255*	2,272*	2,282*	2,296*	2,298*
Dengan Serat Selulosa	2,35*	2,31*	2,33*	2,80*	2,64*

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara *Density* dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.6 di bawah ini.

Gambar 6.6. Grafik *Density* hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.6 terlihat bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas nilai kepadatannya bertambah seiring penambahan kadar aspal. Hal ini disebabkan kurangnya air meresap pada campuran yang menggunakan serat gelas sehingga pada waktu penimbangan sampel sewaktu ditimbang dalam air dan keadaan kering permukaan (SSD) beratnya lebih kecil dari campuran yang tidak menggunakan serat gelas.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% dan kadar aspal 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% dapat dilihat bahwa nilai density yang didapatkan relatif lebih besar daripada campuran dengan menggunakan serat gelas.

Dari hasil penelitian yang didapatkan bisa dilihat bahwa campuran dengan serat selulosa mempunyai nilai kepadatan yang lebih besar dari campuran yang menggunakan serat gelas, namun kedua campuran mempunyai density yang relatif hampir sama.

Semakin besar benda uji mengandung air maka akan semakin kecil nilai *density* yang didapat. Nilai *density* sangat dipengaruhi oleh prosentase volume aspal dan prosentase volume agregat. Nilai *density* yang besar menunjukkan bahwa struktur ini kaku dan fleksibilitas rendah sedangkan nilai *density* rendah menunjukkan bahwa struktur menjadi plastis dan mudah mengalami deformasi saat ada beban.

6.2.6 VMA (*Voids in Mineral Agregates*)

VMA (*Voids in Mineral Agregates*) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal, termasuk rongga yang terisi aspal efektif.

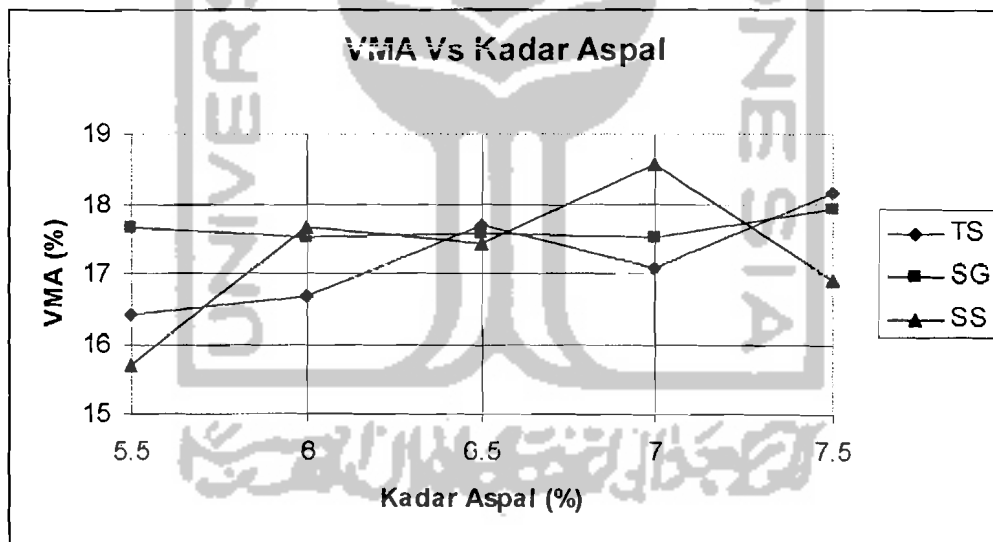
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai VMA dapat dilihat pada tabel 6.23 berikut ini.

Tabel 6.23. Nilai VMA hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> VMA (%)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	16,410	16,680	17,701	17,080	18,149
Dengan Serat Gelas	17,681	17,508	17,580	17,509	17,914
Dengan Serat Selulosa	15,69	17,66	17,44	18,58	16,92

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Gambar hubungan antara VMA dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.7 dibawah ini.



Gambar 6.7. Grafik VMA hasil uji *Marshall*

Pada grafik 6.7 untuk campuran SMA tanpa serat gelas nilai maksimumnya 18,149% dan campuran yang menggunakan serat gelas mempunyai nilai maksimum sebesar 17,914% dengan kadar aspal masing-masing 7,5%.

Sebagai bahan pembandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% didapat nilai VMA maksimal serat selulosa sebesar 18,58 dengan kadar aspal 7,0%.

Dari ketiga campuran mempunyai rongga antar agregat yang cukup tinggi dan relatif hampir sama. Campuran SMA yang mempunyai nilai VMA yang tinggi kekuatan campuran untuk menahan deformasi akibat beban berulang sangat kecil.

6.2.7 Marshall Quotient

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) dan merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Besarnya nilai MQ tergantung dari besarnya nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

Stabilitas yang tinggi dengan *flow* yang rendah akan menghasilkan nilai MQ yang tinggi, sehingga campuran akan menjadi kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya nilai stabilitas yang rendah dengan nilai *flow* yang tinggi akan menghasilkan campuran dengan nilai MQ yang rendah, sehingga campuran menjadi plastis dan akibatnya lapis keras akan mengalami deformasi yang besar apabila menerima beban lalu lintas.

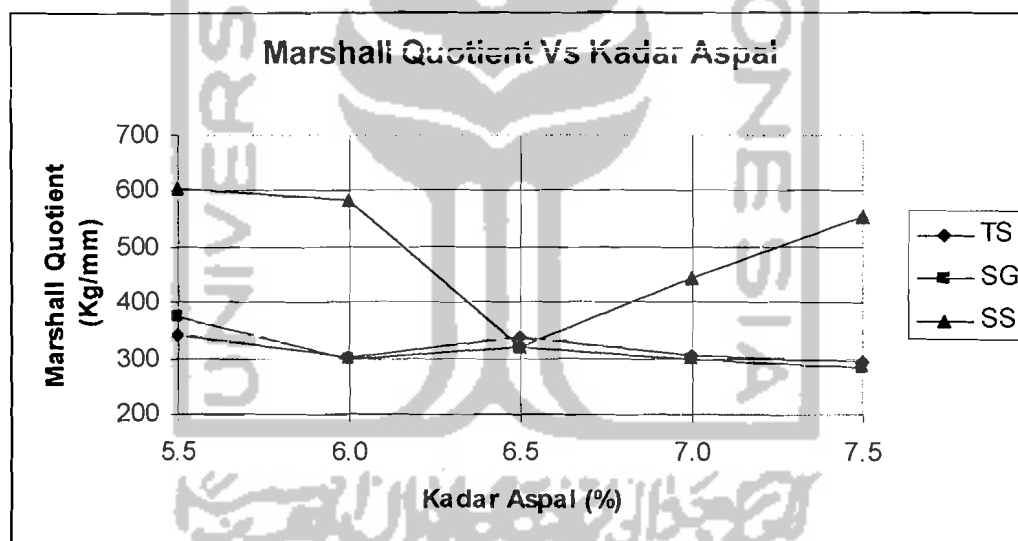
Dari uji hasil laboratorium terhadap nilai MQ dapat dilihat pada tabel 6.24 berikut ini.

Tabel 6.24. Nilai MQ hasil dari pengujian *Marshall*

Hasil <i>Marshall</i> MQ (kg/mm)	Kadar Aspal (%)				
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Tanpa Serat Gelas	343,031	300,400	338,027	306,094	293,276*
Dengan Serat Gelas	376,018	300,003	322,129	297,058*	285,061*
Dengan Serat Selulosa	604,70	581,39	320,15	445,49	555,51

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UH
Keterangan : * = memenuhi persyaratan Bina Marga

Gambar hubungan antara MQ dengan kadar aspal dalam campuran dapat dilihat pada gambar grafik 6.8 dibawah ini.



Gambar 6.8. Grafik *Quotient Marshall* hasil uji *Marshall* untuk mencari aspal optimum

Pada grafik 6.8 menunjukkan bahwa campuran SMA yang menggunakan serat gelas seiring bertambahnya kadar aspal menyebabkan nilai *Marshall Quotient* semakin menurun sampai pada kadar aspal 7,0% kemudian naik pada kadar aspal 7,5% yaitu sebesar 285,061 Kg/mm. Dari ketentuan Bina Marga yang

disyaratkan yaitu sebesar 190 – 300 Kg/mm, campuran yang menggunakan serat gelas memenuhi persyaratan tersebut pada kadar aspal 7,0% dan 7,5%, sedangkan campuran tanpa serat gelas yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar aspal 7,5%.

Sebagai bahan perbandingan hasil dari pengujian ini bisa juga digunakan penelitian terdahulu mengenai campuran SMA dengan menggunakan bahan tambah serat selulosa yang dilakukan oleh Nur Dyah Rachmawati dan Joko Sugandono (2001). Pada penelitian yang mereka lakukan dari campuran SMA yang menggunakan serat selulosa 0,3% tidak ada yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dan nilai maksimum marshall quotient dicapai dengan kadar aspal 6,5% yaitu sebesar 320,15 kg/mm.

Dari perbandingan bisa dilihat bahwa campuran SMA dengan serat gelas mempunyai perbandingan yang baik antara stabilitas dan flow, sedangkan campuran dengan serat selulosa cenderung lebih kaku, hal ini bisa dilihat dari nilai MQ yang besar.

6.3 Ekstraksi

Tes ekstraksi pada dasarnya bertujuan untuk menentukan besar degradasi butiran akibat pemadatan yang terjadi dan mengetahui kadar aspal dalam campuran yang telah dibuat. Dalam penelitian, ekstraksi dilakukan juga untuk mengetahui apakah serat gelas bisa terekstraksi dengan sempurna dari campuran ini. Pada pengujian ini digunakan sample dari campuran SMA menggunakan serat gelas dengan kadar aspal optimum 6,644%.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa ternyata serat gelas bisa diekstraksi dari campuran beton aspal dengan sempurna, ini sesuai dengan persyaratan Bina Marga mengenai pemakaian bahan tambah untuk campuran SMA. Jadi serat gelas memenuhi persyaratan dan bisa digunakan sebagai salah satu bahan pengganti serat selulosa untuk campuran *Split Mastic Asphalt*.

6.4 *Immersion Test* atau Uji Perendaman

Immersion test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Prinsip kerja dari pengujian *immersion*, sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendamannya saja yang berbeda. Benda uji pada *immersion test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal adalah prosentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam dengan pengujian *immersion* (S_2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran dengan pengujian *Marshall* biasa (S_1).

$$\text{Index of retained strength} = (S_2/S_1) \times 100\%$$

Pada pengujian *Immersion* ini digunakan komposisi agregat sesuai dengan persyaratan Bina Marga untuk perkerasan jenis *Split Mastic Asphalt*.

a. Komposisi campuran SMA tanpa serat gelas dengan kadar aspal 6,476 %.

Tabel 6.25. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,476%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	56.11	56.11	5	95	90	100
8.000	5/16"	364.74	420.86	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	252.51	673.37	60	40	30	50
2.000	# 10	168.34	841.72	75	25	20	30
0.710	# 25	67.34	909.05	81	19	13	25
0.250	# 60	44.89	953.94	85	15	10	20
0.090	# 170	50.50	1004.45	89.5	10.5	8	13
	pan	117.84	1122.29	100	0		
	total	1122.29	gram				
Kadar aspal :	6.476%						
Berat aspal :		77.71	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

b. Komposisi campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas sebanyak 0,3 % dari total berat agregat dan kadar aspal 6.644 %.

Tabel 6.26. Analisa Saringan Agregat dengan Kadar Aspal 6,644%

NO / UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gram)		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI % Lolos	
mm	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	min	max
12.700	1/2"	0	0	0	100	100	100
11.200	7/16"	55.83	55.83	5	95	90	100
8.000	5/16"	362.92	418.75	37.5	62.5	50	75
5.000	# 4	251.25	670.00	60	40	30	50
2.000	# 10	167.50	837.50	75	25	20	30
0.710	# 25	67.00	904.50	81	19	13	25
0.250	# 60	44.67	949.17	85	15	10	20
0.090	# 170	50.25	999.42	89.5	10.5	8	13
	pan	117.25	1116.67	100	0		
	total	1116.67	gram				
Kadar aspal :	6.644%						
Kadar serat :	0.3%						
Berat aspal :		79.73	gram				
Berat serat :		3.6	gram				
Berat Total :		1200.00	gram				

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil pengujian *Immersion* dihasilkan nilai stabilitas (S2) rata-rata untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas sebanyak 0,3 % dari total berat agregat dan kadar aspal 6.644 % sebesar 959.53 kg dan untuk campuran SMA tanpa serat dengan kadar aspal 6,476 % sebesar 1093.11 Kg. Sedangkan pengujian *Marshall* standart menghasilkan nilai stabilitas (S1) sebesar 1113.18 kg untuk campuran SMA tanpa serat gelas dan 1265.88 kg untuk campuran SMA dengan bahan tambah serat gelas 0.3%.

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk campuran SMA tanpa serat gelas adalah.

$$\begin{aligned} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{1093,11}{1265,88} \times 100\% \\ &= 86,35\% > 75\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Indeks tahanan campuran atau *indeks of retained strength* untuk campuran SMA dengan serat gelas adalah.

$$\begin{aligned} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% = \frac{959,53}{1113,18} \times 100\% \\ &= 86,19\% > 75\% \end{aligned}$$

Indeks tahanan kekuatan lebih dari 75%, maka dapat dikatakan campuran tersebut memiliki kekuatan tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.