

BAB VI
HASIL PENELITIAN

6.1. Hasil Pemeriksaan / Pengujian Bahan

Dari serangkaian pengujian bahan yang terdiri dari agregat kasar (tertahan saringan No. 8), agregat halus (lolos saringan No. 8) dan aspal serta campuran beton aspal dengan cara *Marshall* diperoleh hasil seperti pada tabel 6.1, tabel 6.2, dan tabel 6.3 sebagai berikut :

Tabel 6.1 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$	27,77%
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	99%
3	Penyerapan air	$\leq 3\%$	1,278%
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,704

Sumber: Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.2 Persyaratan dan hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat	Hasil
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50\%$	53,255%
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	1,729%
3	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,952
4	Gradasi <i>filler</i>	65-100% lolos saringan no 200	100% lolos saringan no 200
5	Bj <i>filler</i> abu batu	-	2,884
6	Bj <i>filler</i> batu lintang (kalsit)	-	2,71

Sumber: Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 6.3. Persyaratan dan hasil penelitian aspal AC 60-70

No	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1	Penetrasi	60	79	70	0,1 mm
2	Titik lembek	48	58	51	°C
3	Titik nyala	200	-	327	°C
4	Kelarutan CCl ₄	99	-	99,612	% berat
5	Daktilitas	100	-	115	cm
6	Berat jenis	1	-	1,087	-

Sumber : Laston No.13/PT/B/1983 dan hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil pengujian bahan-bahan di atas menunjukkan bahwa bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan sebagai bahan penelitian.

6.2 Hasil pengujian benda uji

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* berdasarkan CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*) guna mengetahui karakteristik campuran sehingga didapat kadar aspal optimum. Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut ini.

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

Hasil pengujian tebal benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom t (Lampiran 29 s/d 38)

2. Berat benda uji sebelum direndam / kering (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji sebelum direndam / kering yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom c (Lampiran 29 s/d 38)

3. Berat benda uji dalam air (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji dalam air yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom e (Lampiran 29 s/d 38)

4. Berat benda uji dalam keadaan jenuh (gram)

Hasil pengujian Berat benda uji dalam keadaan jenuh yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom d (Lampiran 29 s/d 38)

5. Pembacaan arloji stabilitas (kg)

Hasil Pembacaan arloji stabilitas benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom o (Lampiran 29 s/d 38)

6. Pembacaan arloji *flow* (mm)

Hasil Pembacaan arloji *flow* benda uji yang menggunakan *filler* abu batu dan batu lintang (kalsit) dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom r (Lampiran 29 s/d 38)

7. Berat jenis aspal

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai di dalam penelitian ini adalah 1,087

8. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus, dan *filler*. Berat jenis yang dipakai dalam penelitian ini untuk agregat yang menggunakan filler abu batu adalah 2,769. Sedangkan Berat jenis yang dipakai untuk agregat yang menggunakan filler batu lintang (kalsit) adalah 2,710.

9. Berat jenis maksimum teoritis campuran

Berat jenis maksimum teoritis campuran yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel perhitungan uji *Marshall* kolom h (Lampiran 29 s/d 38)

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium jalan raya UII, diperoleh nilai-nilai VITM, stabilitas, *flow*, VFWA, *density*, dan *Marshall Quotient* seperti yang terdapat pada tabel 6.4 sampai dengan tabel 6.9 sebagai berikut ini.

Tabel 6.4. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 2%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
<i>Density</i> (gr/cc)	2,2351	2,2426	2,3056	2,3905	2,3955
VITM (%)	13,03	12,12	9,004	4,986	4,118
VFWA (%)	44,108	48,362	58,565	74,192	78,949
Stabilitas (kg)	1204,35	1482,99	1511,2	1372,5	1109,87
<i>Flow</i> (mm)	3,63	3,67	3,73	3,8	3,97
QM (kg/mm)	333,7	400,16	403,53	360,16	280,07

Tabel 6.5. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 5%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
<i>Density</i> (gr/cc)	2,2566	2,2978	2,3372	2,4017	2,4053
VITM (%)	12,2	9,955	7,759	4,543	3,7257
VFWA (%)	45,976	53,888	62,462	75,969	80,647
Stabilitas (kg)	1321,22	1552,11	1643,47	1513,55	1143,08
<i>Flow</i> (mm)	2,9	2,97	3,07	3,6	3,8
QM (kg/mm)	453,83	524,53	541,51	422,88	302,36

Tabel 6.6. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler abu batu dengan kadar 8%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2678	2,2996	2,3698	2,4098	2,4025
VITM (%)	11,76	9,885	6,472	4,2189	3,837
VFWA (%)	47,038	54,088	66,955	77,37	80,158
Stabilitas (kg)	1385,4	1651,19	1920,16	1568,87	1157,86
Flow (mm)	2,73	2,87	3	3,33	3,7
QM (kg/mm)	535,61	588,59	640,49	474,42	315,08

Tabel 6.7. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 2%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,261	2,3098	2,3414	2,3968	2,4043
VITM (%)	10,338	7,767	5,8622	2,9723	2,007
VFWA (%)	50,164	60,257	68,796	82,996	88,574
Stabilitas (kg))	1341,5	1663,17	1777,27	1589,63	1408,38
Flow (mm)	2,87	3	3,2	3,6	4,53
QM (kg/mm)	531,06	555,8	556,63	445,3	310,87

Tabel 6.8. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 5%

Karakteristik	Kandungan / persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2759	2,2821	2,3475	2,4096	2,4064
VITM (%)	9,7497	8,875	5,6171	2,457	1,924
VFWA (%)	51,852	56,548	69,762	85,464	88,992
Stabilitas (kg))	1514,89	1782,11	1840,48	1656,82	1323,34
Flow (mm)	2,33	2,53	2,57	3,43	4,43
QM (kg/mm)	656,37	700,34	717,79	486,5	298,41

Tabel 6.9. Hasil tes Marshall untuk campuran dengan jenis filler batu lintang (kalsit) dengan kadar 8%

Karakteristik	Kandungan/persentase aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Density (gr/cc)	2,2916	2,3245	2,3625	2,4171	2,4323
VITM (%)	9,126	7,183	5,014	2,152	0,868
VFWA (%)	53,603	62,087	72,232	87,087	94,866
Stabilitas (kg))	1552,75	1892,42	2006,7	1733,83	1600,57
Flow (mm)	2,43	2,47	2,43	3,33	4,4
QM (kg/mm)	640,67	789,14	834,01	522,09	364,03

Dari data-data yang didapat dari hasil penelitian di atas, dapat dicari kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar *filler* yang telah ditentukan (2%, 5%, 8%) untuk *filler* abu batu maupun kalsit seperti yang terdapat pada tabel 6.10 – 6.15.

Kadar aspal optimum yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

Tabel 6.10. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 2 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,5+7}{2} \right) = 6,75. \%$					6,75

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.11. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 5 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,4+7}{2} \right) = 6,7. \%$				6,4	6,7

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.12. Penentuan aspal optimum dengan jenis *filler* abu batu kadar 8 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
STABILITY					
FLOW					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,35+7}{2} \right) = 6,675. \%$				6,35	6,675

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.13. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 2 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,15 + 6,5}{2} \right) = 6,325\%$					

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 6.14. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 5 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6,1 + 6,4}{2} \right) = 6,25\%$					

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

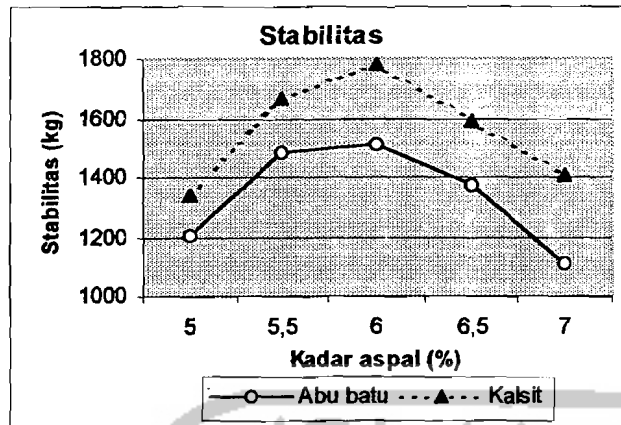
Tabel 6.15. Penentuan aspal optimum dengan jenis filler Kalsit kadar 8 %

Spesifikasi	Kadar aspal				
	5	5,5	6	6,5	7
VITM					
FLOW					
STABILITY					
VFWA					
Kadar aspal optimum $= \left(\frac{6 + 6,35}{2} \right) = 6,175\%$					

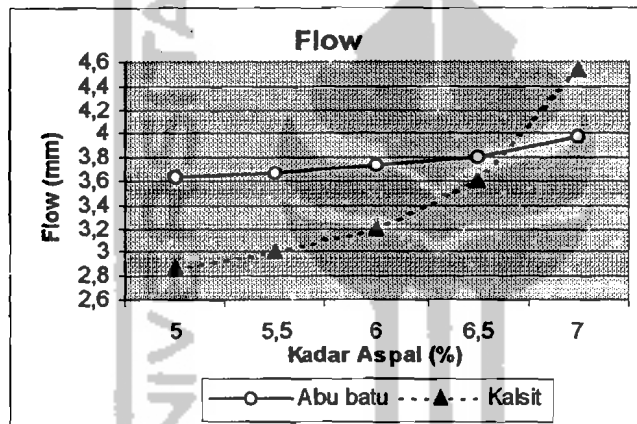
Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

6.3. Gambar Hasil Penelitian Pencarian Kadar Aspal Optimum

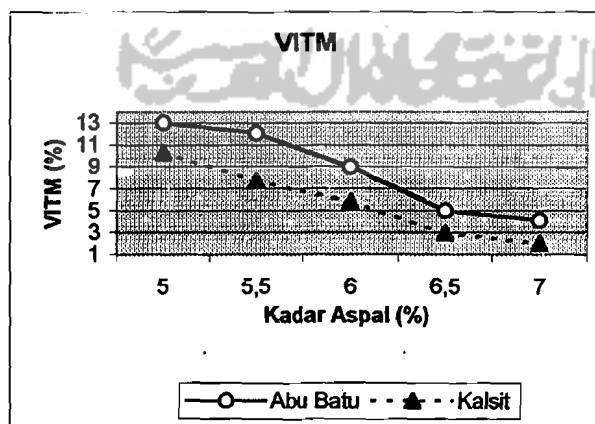
Berdasarkan data – data yang diperoleh kemudian dibuat kurva stabilitas terhadap kadar aspal, *flow* terhadap kadar aspal, VITM terhadap kadar aspal dan *VFWA* terhadap kadar aspal seperti pada gambar 6.1 – 6.12.



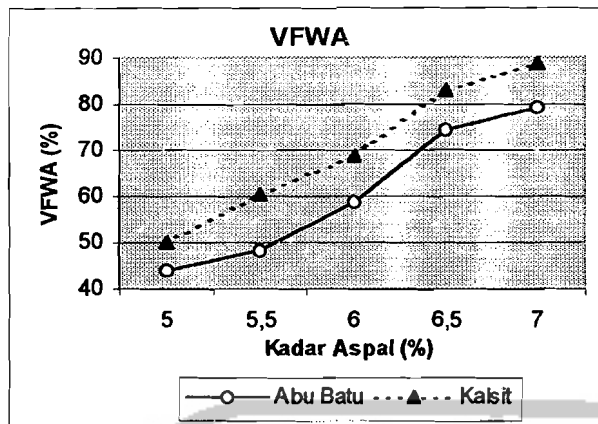
Gambar 6.1. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar *Filler* 2 %



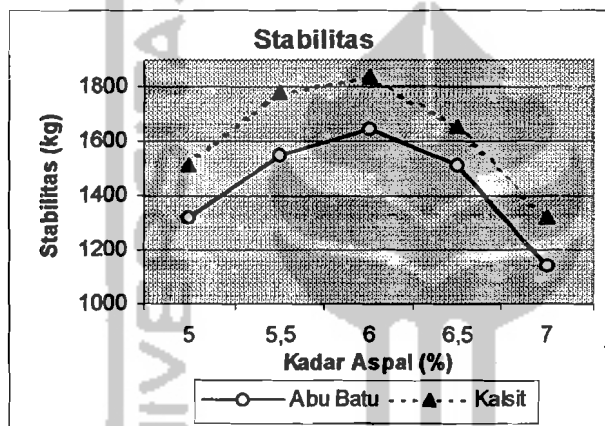
Gambar 6.2. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* kadar *Filler* 2 %



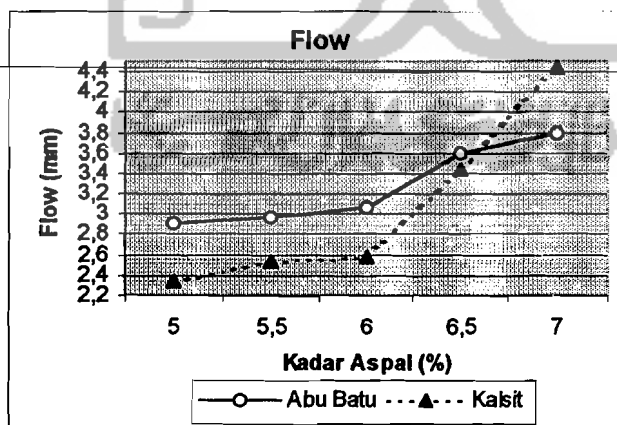
Gambar 6.3. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar *Filler* 2 %



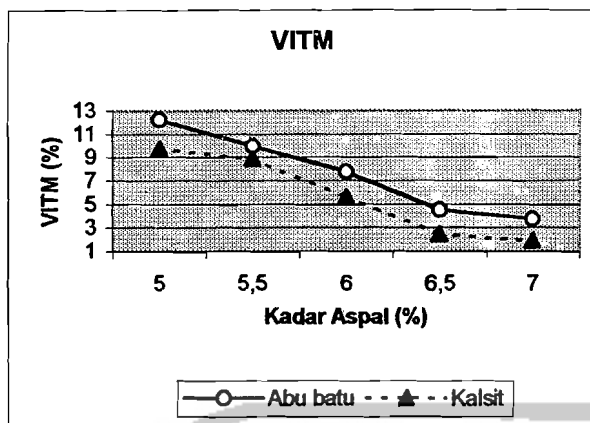
Gambar 6.4. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar *Filler* 2 %



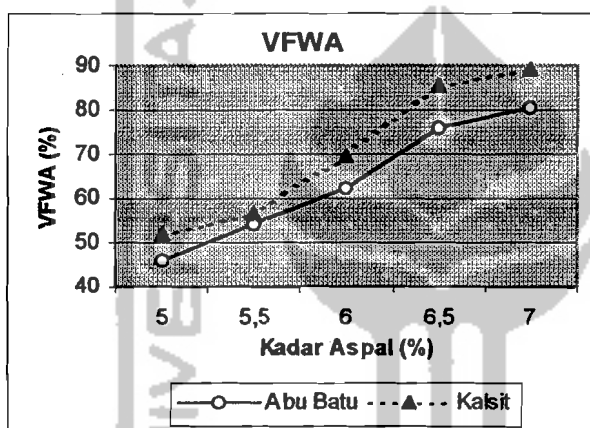
Gambar 6.5. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar *Filler* 5 %



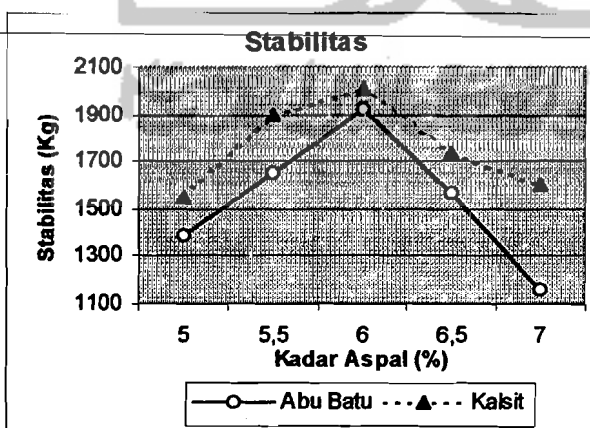
Gambar 6.6. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* kadar *Filler* 5 %



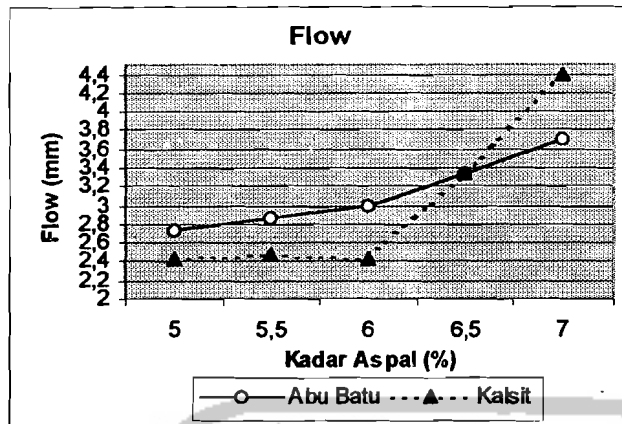
Gambar 6.7. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar Filler 5 %



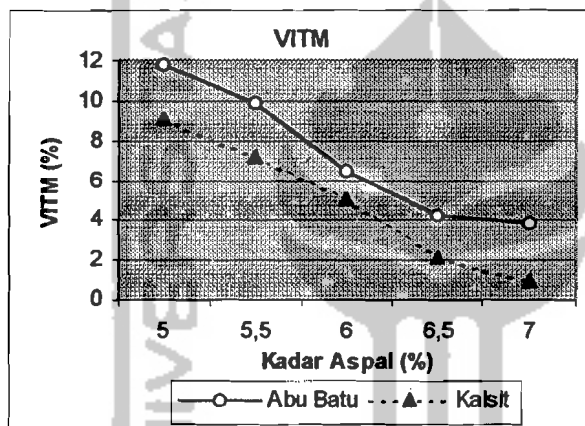
Gambar 6.8. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar Filler 5 %



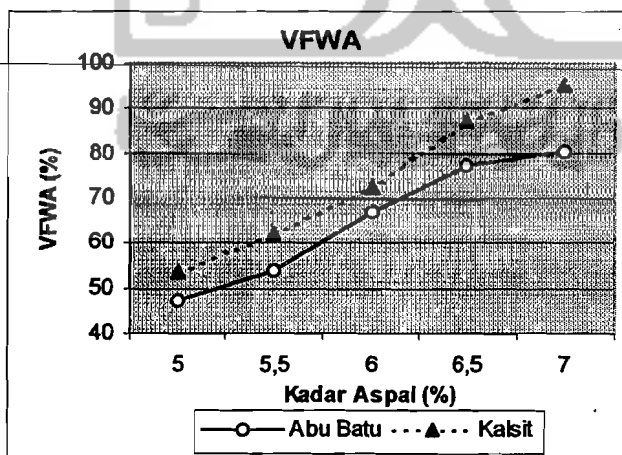
Gambar 6.9. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas kadar Filler 8 %



Gambar 6.10. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow* kadar *Filler* 8 %



Gambar 6.11. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM kadar *Filler* 8 %



Gambar 6.12. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA kadar *Filler* 8 %

6.4. Hasil Pengujian *Marshall Test* dan *Immersion Test* dengan Aspal Optimum

Hasil pengujian tes *Marshall* dan *Immersion* dengan aspal optimum yang telah di dapat.dapat dilihat pada tabel 6.16 dan 6.17 di bawah ini.

Tabel 6.16. Hasil Pengujian Marshall dengan aspal optimum dan masing – masing jenis filler

Persen Aspal	Persentase kandungan filler abu batu, aspal optimum			Persentase Kandungan filler batu lintang (kalsit), aspal optimum		
	2% ; 6,75%	5% ; 6,7%	8% ; 6,675%	2% ; 6,325%	5% ; 6,25%	8% ; 6,175%
Density (gr/cc)	2,4083	2,4168	2,4259	2,4075	2,4157	2,4228
VITM (%)	3,943	3,669	3,341	2,7715	2,5413	2,355
VFWA (%)	79,172	80,239	81,697	83,573	84,544	85,412
Flow (mm)	3,83	3,6	3,47	3,77	3,53	3,4
Stabilitas (kg)	1398,46	1401,87	1500,12	1163,4	1367,49	1424,49
QM (kg/mm)	366,65	388,99	432,32	309,73	388,88	436,15

Tabel 6.17. Hasil Pengujian Immersion dengan aspal optimum dan masing – masing jenis filler

Persen Aspal	Persentase kandungan filler abu batu, aspal optimum			Persentase Kandungan filler batu lintang (kalsit), aspal optimum		
	2% ; 6,75%	5% ; 6,7%	8% ; 6,675%	2% ; 6,325%	5% ; 6,25%	8% ; 6,175%
Density (gr/cc)	2,4437	2,4373	2,4349	2,4079	2,4153	2,4251
VITM (%)	2,528	2,853	2,983	2,757	2,5576	2,261
VFWA (%)	85,72	84,056	83,374	82,448	84,46	85,908
Flow (mm)	3,6	3,4	3,3	3,63	3,4	3
Stabilitas (kg)	1406,16	1454,24	1516,63	1204,42	1397,59	1495,6
QM (kg/mm)	397,16	433,86	465,39	333,41	412,82	500,72