

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian Laboratorium

6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran Aspal Beton yang dilakukan di laboratorium meliputi pengujian agregat dan aspal adalah seperti pada tabel 6.1; 6.2; 6.3 dan 6.4 dibawah ini.

Tabel 6.1 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	≤ 40 %	10,98 %	Memenuhi
2	Kelekatan terhadap aspal (%)	≥ 95 %	98 %	Memenuhi
3	Penyerapan terhadap air (%)	≤ 3 %	1,72 %	Memenuhi
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,74	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.2 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	<i>Sand Equivalent</i> (%)	≥ 50 %	66,492%	Memenuhi
2	Penyerapan terhadap air (%)	≤ 3 %	2,46 %	Memenuhi
3	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	2,958	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Bahan Pengisi (Filler)

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis Semen Portland	3.019
2	Berat Jenis <i>Sludge</i>	2.466

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.4 Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras AC 60-70

No	Pengujian	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0.1 mm)	60 – 79	67	Memenuhi
2	Titik lembek (<i>Ring and ball</i>) (°C)	48 – 58	51.5	Memenuhi
3	Titik nyala (<i>Cleveland open cup</i>) (°C)	≥ 200	338	Memenuhi
4	Kelarutan dalam CCL ₄ (%)	≥ 99	99.5	Memenuhi
5	Daktiilitas (25°C, 5 cm. menit) (cm)	≥ 100	130	Memenuhi
6	Berat jenis	≥ 1.0	1.046	Memenuhi

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

6.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji

Pada campuran Aspal Beton untuk Lalu Lintas Berat memiliki persyaratan seperti pada tabel 6.5 dibawah ini.

Tabel 6.5 Persyaratan Lapis Aspal Beton Untuk Lalu Lintas Berat

No	Sifat Campuran	Satuan	Persyaratan
1	Stabilitas	Kg	≥ 550
2	Kelelahan (<i>Flow</i>)	mm	2,0 – 4,0
3	<i>Density</i>	gr/cc	-
4	<i>Void Filled With Asphalt</i> (VFWA)	%	-
5	<i>Void in Total Mix</i> (VITM)	%	3 – 5
6	<i>Marshall Quotient</i> (MQ)	kg/mm	200 – 350

Sumber : DPU, Laston, SKBI-2.4.26.1987

Data hasil pengujian *Marshall* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *sludge* sebagai *filler* dan semen portland sebagai *filler* dapat dilihat seperti pada tabel 6.6, tabel 6.7, tabel 6.8 dan tabel 6.9.

Tabel 6.6 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan Filler Semen Portland dengan Kadar Filler 6 %

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6.0	C 1	1198.75	1.8	3.135	81.426	2.396	685.951
	C 2	1647.973	2.1	4.478	75.166	2.363	784.749
	C 3	1698.389	2.3	2.677	83.763	2.408	738.43
	Rerata	1527.0	2.07	3.43	80.119	2.389	736.376
6.5	C 1	1647.596	2.9	0.012	97.045	2.445	568.137
	C 2	1590.981	3	1.754	87.166	2.402	530.327
	C 3	15553.58	3	0.012	97.045	2.445	517.860
	Rerata	1597.4	2.967	0.593	93.752	2.430	538.775
7.0	C 1	1245.33	2.7	0.589	91.596	2.402	461.233
	C 2	1425.656	3	0.433	92.419	2.406	475.219
	C 3	1331.64	2.9	0.777	90.616	2.398	459.186
	Rerata	1334.2	2.867	0.593	91.544	2.402	465.212
7.5	C 1	1332.873	3.9	-0.251	94.110	2.395	341.762
	C 2	1090.178	3.5	0.1688	91.990	2.85	311.479
	C 3	1313.145	3.65	-0.2688	94.202	2.396	359.766
	Rerata	1245.4	3.683	-0.117	93.435	2.392	337.669
8.0	C 1	1386.098	3.7	-0.544	93.763	2.375	374.621
	C 2	1277.868	4.9	-0.544	93.763	2.375	260.789
	C 3	940.368	3	-0.747	94.749	2.380	313.456
	Rerata	1201.4	3.87	-0.612	94.092	2.377	316.288

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Catatan : Nilai VITM pada kadar aspal 7.5 % dan 8 % didapat nilai negatif, hal ini dimungkinkan karena kekeliruan pada penimbangan benda uji atau lepasnya partikel-partikel pada benda uji.

Tabel 6.7 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler* Semen Portland dengan Kadar *Filler* 7 %

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	C 1	1659.652	1.7	5.193	75.920	2.374	976.266
	C 2	1426.581	2.1	5.283	75.519	2.372	679.324
	C 3	1803.468	2.2	1.620	95.191	2.464	819.758
	Rerata	1629.9	2	4.032	82.211	2.404	825.116
6,5	C 1	1319.31	3.9	3.668	82.102	2.384	338.285
	C 2	1444.665	3.9	3.229	84.220	2.395	370.427
	C 3	1611.189	2.4	2.124	89.968	2.422	671.329
	Rerata	1458.4	3.4	3.007	85.430	2.401	
7,0	C 1	1295.849	3.7	2.56	86.169	2.383	350.229
	C 2	1184.776	2.6	3.149	83.426	2.369	455.683
	C 3	1267.079	2.7	2.110	88.362	2.394	469.288
	Rerata	1249.2	3	2.607	85.986	2.382	425.067
7,5	C 1	1136.552	3.7	1.445	90.069	2.383	307.176
	C 2	1221.561	3.5	1.150	91.509	2.390	349.017
	C 3	1113.776	3.6	1.150	91.509	2.390	309.382
	Rerata	1157.3	3.6	1.249	91.030	2.388	321.859
8,0	C 1	868.032	3.8	0.196	94.442	2.385	228.429
	C 2	874.608	3.7	0.294	93.966	2.383	236.381
	C 3	976.253	4.35	0.694	92.053	2.373	224.426
	Rerata	906.3	3.95	0.395	93.487	2.381	229.745

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

وَلَا تُفْسِدُوا مَا آتَاكُمْ مِنَ الْمَالِ كَيْفَ أَنْتُمْ بِآيَاتِهِ الْكُبْرَىٰ

Tabel 6.8 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Sludge* dengan Kadar *Filler* 6 %

Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6,0	S 1	1642	3,7	2,972	82,127	2,381	443,783
	S 2	1593	3,3	3,549	79,272	2,366	482,624
	S 3	1986	3,9	3,926	77,496	2,357	509,337
	Rerata	1740	3,63	3,482	79,63	2,37	478,581
6,5	S 1	2104	3	3,085	82,625	2,361	701,200
	S 2	1996	3,2	3,944	78,663	2,340	623,805
	S 3	2127	2	3,363	81,310	2,354	1063,463
	Rerata	2076	2,73	3,464	80,87	2,35	796,156
7,0	S 1	2001	3	2,521	86,224	2,358	667
	S 2	1592	3,3	1,035	93,931	2,394	482,437
	S 3	1401	5,4	2,306	87,276	2,363	259,482
	Rerata	1665	3,9	1,954	89,14	2,37	469,639
7,5	S 1	1372	3,1	1,403	92,369	2,368	442,736
	S 2	1369	3,3	1,517	91,789	2,365	414,892
	S 3	1088	3,2	2,496	87,059	2,342	340,092
	Rerata	1277	3,2	1,895	90,41	2,36	399,240
8,0	S 1	1334	4	1,701	91,337	2,345	333,5
	S 2	1003	3,5	1,302	93,254	2,354	286,604
	S 3	1121	4,3	2,174	89,140	2,33	260,619
	Rerata	1153	3,9	1,726	91,24	2,34	293,574

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.9 Hasil Pengujian Marshall untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Sludge* dengan Kadar *Filler* 7 %

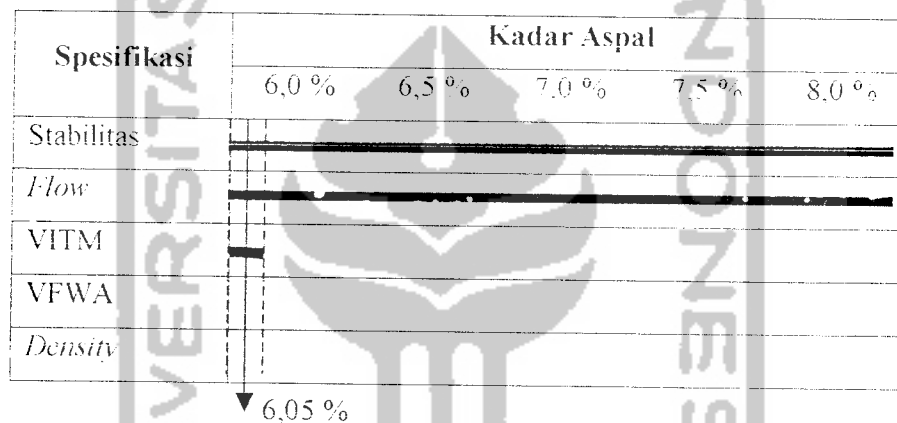
Kadar Aspal (%)	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6.0	S 1	1764	2.8	5.876	69.251	2.307	630.151
	S 2	1811	2.4	4.020	77.049	2.353	754.476
	S 3	1703	3.6	5.746	69.755	2.310	472.952
	Rerata	1759	2.93	5.214	72.02	2.320	619.194
6.5	S 1	1677	2.6	2.910	83.459	2.363	644.954
	S 2	1467	2.5	4.261	77.261	2.330	586.908
	S 3	1489	4.3	3.494	80.685	2.349	346.244
	Rerata	1544	3.13	3.555	80.47	2.35	520.035
7.0	S 1	1492	2.1	3.063	83.667	2.343	710.688
	S 2	1359	3.8	4.016	79.444	2.320	357.642
	S 3	1483	2.9	3.145	83.281	2.341	511.341
	Rerata	1445	2.93	3.407	82.13	2.33	526.557
7.5	S 1	1208	2.2	2.984	84.833	2.328	548.973
	S 2	1176	2.1	2.489	87.083	2.340	560.069
	S 3	1053	2.15	2.041	89.199	2.351	489.855
	Rerata	1146	2.15	2.505	87.04	2.340	532.966
8.0	S 1	951	3	2.195	89.034	2.331	317.109
	S 2	1147	3.2	1.945	90.183	2.337	358.501
	S 3	1003	3.3	2.112	89.414	2.333	303.995
	Rerata	1034	3.17	2.084	89.540	2.330	326.535

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

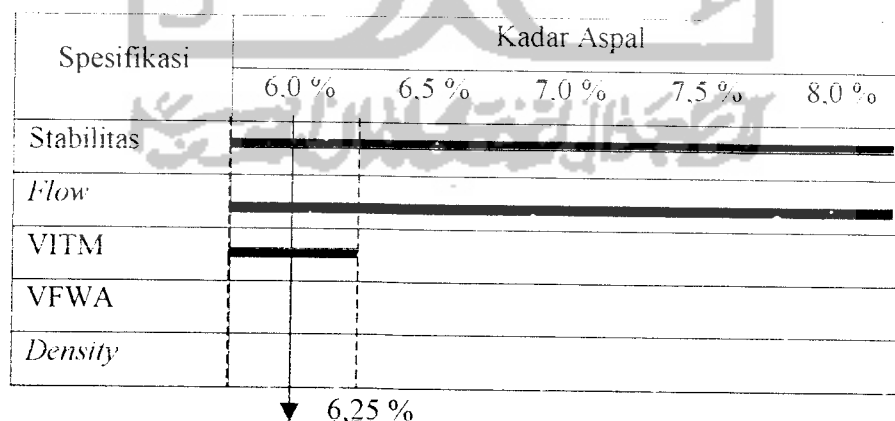
Dari data tersebut diatas kemudian digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* maupun *filler* semen portland sebagai pembanding. Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan *stabilitas*, *flow*, VITM, VFWA dan *density*.

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai stabilitas (≥ 550), *flow* (2,0 – 4,0), VITM (3% – 5%), VFWA dan *density*. Nilai-nilai tersebut diambil dari nilai rata-rata masing-masing kadar aspal pada tabel 6.6, tabel 6.7, tabel 6.8 dan tabel 6.9. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada gambar spesifikasi kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun dari kiri gambar tersebut. Nilai tengah diantara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum seperti pada gambar 6.1; 6.2; 6.3 dan 6.4 dibawah ini.



Gambar 6.1 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Cement* dengan Kadar *Filler* 6 %



Gambar 6.2 Kadar Aspal Optimum untuk Campuran Aspal Beton Menggunakan *Filler Cement* dengan Kadar *Filler* 7 %

Tabel 6.10 Kadar Aspal Optimum

Jenis Filler	Kadar Filler	Kadar Aspal Optimum
Semen Portland	6 %	6,05 %
	7 %	6,25 %
Sludge	6 %	6,375 %
	7 %	6,375 %

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Pengujian yang dilakukan untuk masing-masing kadar aspal optimum adalah pengujian *Marshall* dan pengujian *Imersion* untuk perendaman selama 24 jam. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 6.11; 6.12; 6.13 dan tabel 6.14 dibawah ini.

Tabel 6.11 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Dengan Filler Semen portland

Jenis Filler	Kadar Filler	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Semen Portland	6 %	CM 1	2289.13	3.75	2.22	86.19	2.42	610.44
		CM 2	1644.51	3.3	3.02	82.01	2.40	498.34
		CM 3	1287.46	2.75	2.69	83.70	2.41	468.17
		Rerata	1740.37	3.27	2.64	83.97	2.41	525.65
	7 %	CM 1	1789.01	3.85	0.95	94.45	2.42	465.12
		CM 2	1861.87	3.40	0.81	95.26	2.43	547.61
		CM 3	1348.35	3.10	1.33	92.50	2.41	434.95
		Rerata	1666.41	3.45	1.02	94.07	2.42	482.56

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

Tabel 6.12 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Sludge*

Jenis Filler	Kadar Filler	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Sludge	6 %	SM 1	2211.7	3.0	5.167	72.088	2.327	737.231
		SM 2	2131.2	2.4	5.437	70.995	2.320	887.995
		SM 3	2235.3	3.2	5.544	70.570	2.317	698.534
		Rerata	2192.730	2.867	5.383	71.218	2.321	774.587
	7 %	SM 1	1785.2	3.3	1.439	91.721	2.382	540.963
		SM 2	1914.4	3.3	1.637	90.667	2.377	580.133
		SM 3	1684.5	5	2.571	85.972	2.354	336.905
		Rerata	1794.714	3.867	1.882	89.454	2.371	486

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.13 Hasil Pengujian *Imersion* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Semen Portland*

Jenis Filler	Kadar Filler	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (ram)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Semen Portland	6 %	CI 1	1612.86	3.8	2.89	82.68	2.40	424.44
		CI 2	1337.57	3.7	3.49	79.67	2.39	3.61.51
		CI 3	1757.73	3.5	2.87	82.76	2.40	502.21
		Rerata	1569.39	3.67	3.08	81.70	2.40	429.38
	7 %	CI 1	1900.90	5	1.3	92.57	2.41	380.18
		CI 2	1133.95	2.8	1.39	92.05	2.41	404.98
		CI 3	1343.59	3.4	0.76	95.53	2.43	395.17
		Rerata	1459.48	3.73	1.15	93.39	2.42	393.44

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.14 Hasil Pengujian *Imersion* untuk Campuran Aspal Beton Dengan *Filler Sludge*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kode	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	Marshall Quotient (Kg/mm)
<i>Sludge</i>	6 %	SI 1	1919.5	3.9	5.756	69.736	2.312	492.190
		SI 2	1475.9	3.5	5.751	69.756	2.312	421.686
		SI 3	1774.7	2.2	5.595	70.367	2.316	806.672
		Rerata	1723.373	3.2	5.701	69.953	2.314	573.516
	7 %	SI 1	1062.8	3.25	2.189	83.657	2.343	327.021
		SI 2	1515.4	3	1.741	85.741	2.353	505.121
		SI 3	1453.3	2.8	3.398	78.418	2.314	519.034
		Rerata	1343.826	3.017	2.443	82.605	2.336	450.392

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH

6.2 Pembahasan

6.2.1 Stabilitas

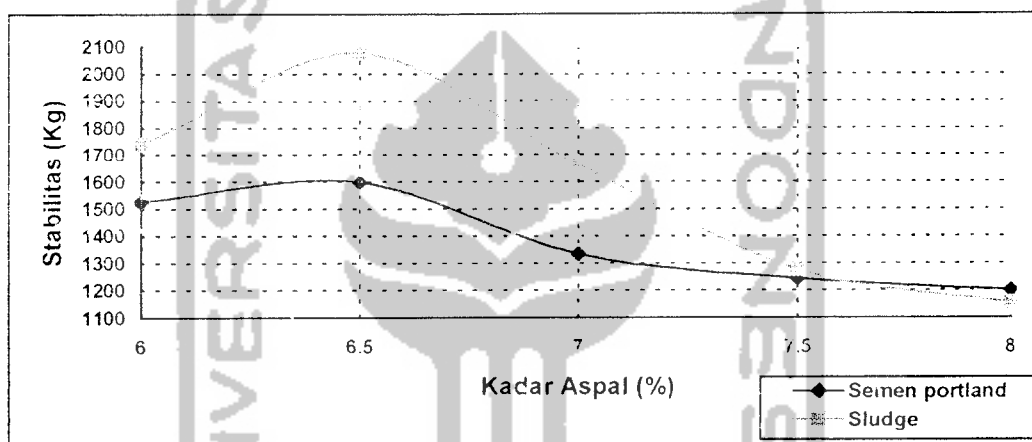
Stabilitas adalah kemampuan dari lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang atau alur. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada aspal beton dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar serta jenis aspal, bentuk agregat dan kohesi campuran. Jika nilai stabilitas dari campuran terlalu besar maka perkerasan tersebut akan semakin kaku dan cenderung menjadikan perkerasan tersebut bersifat getas.

Nilai stabilitas hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.15; 6.16 dan gambar 6.5; 6.6; 6.7 dibawah ini.

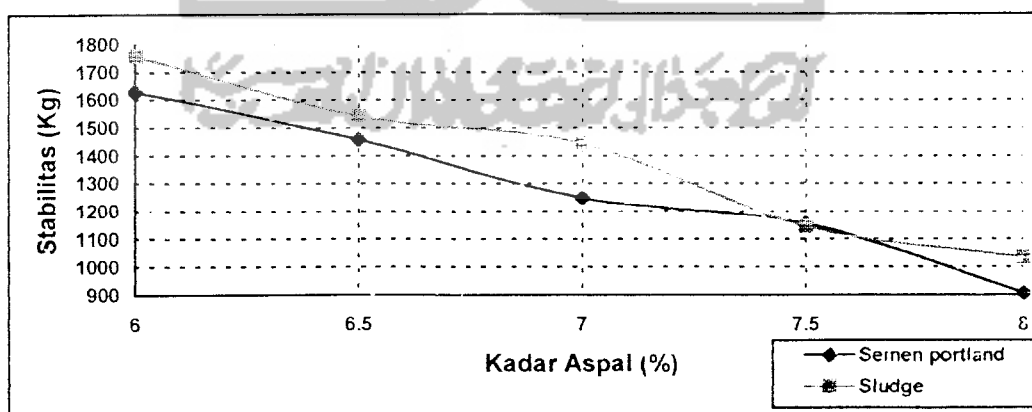
Tabel. 6.15 Nilai Stabilitas (Kg) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	1527	1597.4	1334.2	1245.4	1201.4
	7 %	1629.9	1458.4	1249.2	1157.3	906.3
<i>Sludge</i>	6 %	1740	2076	1665	1277	1153
	7 %	1759	1544	1445	1146	1034

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Berdasarkan gambar 6.5 pada kadar *filler* 6 % terlihat bahwa nilai stabilitas semakin bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas optimum dan kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Sedangkan berdasarkan gambar 6.6 pada kadar *filler* 7 % terlihat penurunan nilai stabilitas dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini dimungkinkan karena jika dilihat fungsi dari aspal sebagai bahan perekat, penggunaan aspal yang rendah tidak akan maksimum dalam menyelimuti permukaan agregat sehingga kekompakan ikatan antar agregat berkurang dan stabilitas dari campuran tersebut akan berkurang pula. Dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran akan memberikan lapisan film aspal yang semakin tebal sehingga dapat menyelimuti permukaan agregat dengan baik dan memperkuat ikatan antar agregat sampai pada batas optimum. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal melewati kadar aspal optimum akan memberikan lapisan film aspal yang lebih tebal, hal ini akan membuat jarak ikatan antar agregat penyusun menjadi lebih besar dan mengurangi gaya gesek antar agregat serta mengubah fungsi dari aspal tersebut sebagai bahan perekat menjadi pelicin dalam campuran. Kondisi tersebut mengurangi kestabilan dari campuran karena campuran cenderung bersifat plastis.

Nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % mulai meningkat pada kadar aspal 6 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % yaitu sebesar 1597.4 Kg dan menurun setelah kadar aspal tersebut, nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* dengan kadar *filler* 6 % mulai meningkat pada kadar aspal 6 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % yaitu sebesar

semen portland. Stabilitas yang tinggi terjadi pada campuran dengan *density* tinggi dan VITM rendah. Pada campuran dengan *filler sludge* memiliki *density* lebih rendah dan VITM lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen portland. Campuran dengan *filler sludge* secara logika seharusnya memiliki stabilitas lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang sebaliknya, hal ini kemungkinan disebabkan pengaruh kimiawi dari *filler sludge*.

Berdasarkan gambar 6.7 nilai stabilitas campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya volume agregat sehingga mengurangi kemampuan aspal untuk menyelimuti permukaan agregat sehingga nilai stabilitas menurun.

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk nilai stabilitas, kedua macam campuran Aspal Beton tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu ≥ 550 Kg.

6.2.2 Flow

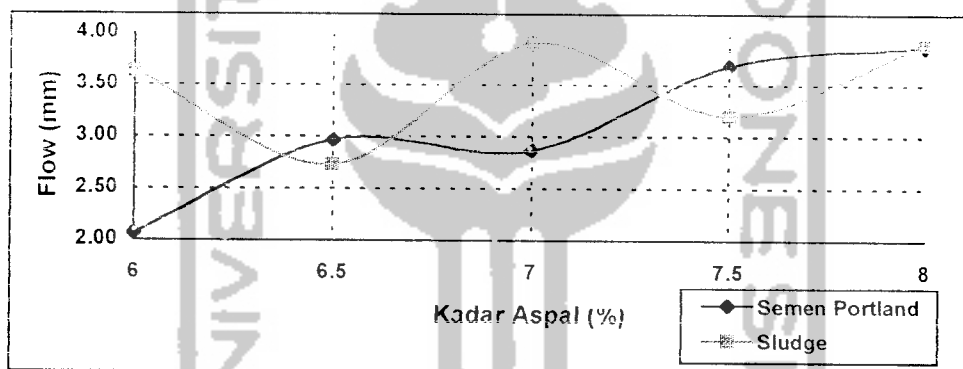
Flow adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai pada batas keruntuhan dan dinyatakan dalam satuan panjang (mm). *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal beton panas akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki *flow* yang rendah dan stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku. Sebaliknya, nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai *flow* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.17; 6.18 dan gambar 6.8; 6.9; 6.10 dibawah ini.

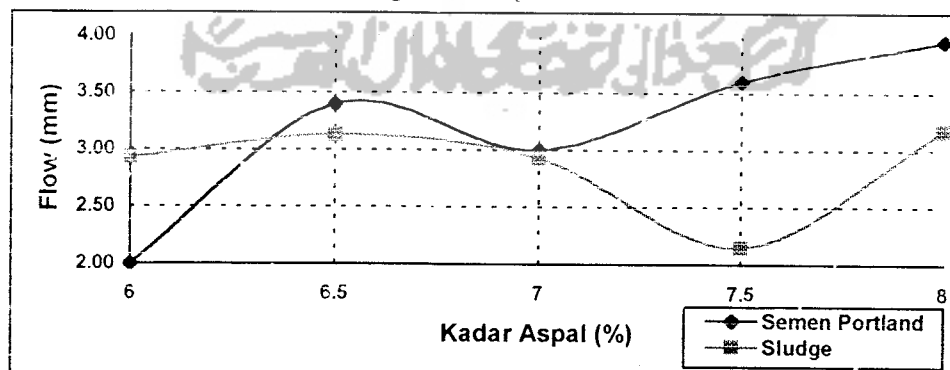
Tabel. 6.17 Nilai *Flow* (mm) Campuran Aspal Baton Hasil *Marshall Test*

Jenis Filler	Kadar Filler	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	2.07	2.967	2.867	3.683	3.87
	7 %	2	3.4	3.0	3.6	3.95
Sludge	6 %	3.63	2.73	3.9	3.2	3.9
	7 %	2.93	3.13	2.93	2.15	3.17

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



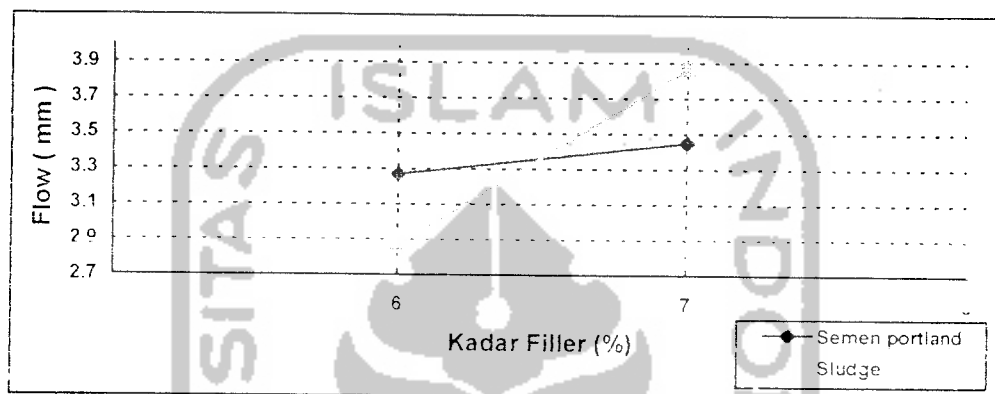
Gambar 6.9 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Berdasarkan gambar 6.8 , terlihat bahwa dari hasil penelitian menunjukkan semua benda uji mempunyai nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga antara 2,0 mm – 4,0 mm. Nilai *flow* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* mulai menurun pada kadar aspal 6,0 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 6,5 % dan kemudian meningkat setelah kadar aspal tersebut. Hal ini disebabkan karena fungsi aspal sebagai bahan perekat pada kadar aspal 6,0% belum maksimum menyelimuti permukaan agregat sehingga kekompakan dalam campuran berkurang yang mengakibatkan kemungkinan terjadinya deformasi akan lebih besar. Aspal pada campuran yang mempunyai kadar aspal 6,5 % dapat berfungsi maksimal sebagai bahan perekat yang mampu menyelimuti seluruh permukaan agregat dengan baik dan memberikan kekompakan dalam campuran yang berakibat mengurangi terjadinya deformasi. Pada kadar aspal lebih besar dari 6,5 %, aspal tidak dapat berfungsi secara optimal dikarenakan kadar aspal yang terlalu banyak di dalam campuran sehingga merubah fungsi aspal tersebut dari bahan perekat menjadi pelicin yang berdampak pada campuran yang menjadi lebih plastis dan kemungkinan terjadinya deformasi yang lebih besar. Pada gambar 6.9 Nilai *flow* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* mulai menurun pada kadar aspal 6,5 % dan mencapai batas optimum pada kadar aspal 7,5 % dan kemudian meningkat setelah kadar aspal tersebut.

**Tabel 6.18 Flow (mm) Campuran Aspal Beton
Pada Kadar Aspal Optimum**

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai Flow	3.27	3.45	2.867	3.867

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.10 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan *Flow* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.10 terlihat bahwa nilai *flow* pada penggunaan *filler* semen portland lebih tinggi dibandingkan *filler Sludge* dengan kadar *filler* 6 %. sedangkan dengan kadar *filler* 7 % nilai *flow* yang menggunakan *filler Sludge* lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen portland. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya kerapatan campuran dan bertambah besarnya deformasi yang terjadi sehingga nilai *flow* semakin tinggi.

Pada kadar *filler* 6 % campuran aspal beton yang menggunakan *filler sludge* lebih baik kemampuan aspalnya dalam menyelimuti permukaan agregat dan fungsinya sebagai bahan perekat, hal ini menyebabkan terjadinya deformasi lebih kecil sehingga nilai *flow* kecil. Sedangkan pada semen portland fungsi aspal

berubah menjadi pelicin hal ini menyebabkan terjadinya deformasi lebih besar sehingga nilai *flow* besar.

Pada kadar *filler* 7 % karena volume *sludge* lebih banyak dibandingkan semen portland berakibat kemampuan aspal dalam menyelimuti permukaan agregat berkurang sehingga menyebabkan deformasi yang lebih besar sehingga nilai *flow* besar.

6.2.3 Void In Total Mix (VITM)

VITM adalah banyaknya rongga yang ada pada suatu campuran, yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, suhu pemadatan, energi pemadatan dan kadar aspal serta jenis aspal. Nilai VITM berpengaruh terhadap kedekatan campuran yaitu kedekatan terhadap udara dan air. Nilai VITM yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai rongga yang tinggi, hal ini dapat menyebabkan perkerasan tersebut menjadi *porous* sehingga akan mengurangi sifat keawetan dan kedekatan terhadap pengaruh udara dan air. Dalam campuran harus tersedia cukup rongga terisi udara yang fungsinya untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisitasnya.

Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah 3 % - 5 %. Lapis perkerasan yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3 % akan mudah terjadi *bleeding*. Hal ini disebabkan oleh tingginya temperatur perkerasan sehingga aspal akan mencair dan pada saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir di antara rongga agregat, jika dalam campuran tidak memiliki rongga yang cukup, aspal akan naik ke permukaan perkerasan yang menyebabkan terjadinya *bleeding*. Sebaliknya nilai VITM yang lebih besar dari 5 % menunjukkan bahwa banyak

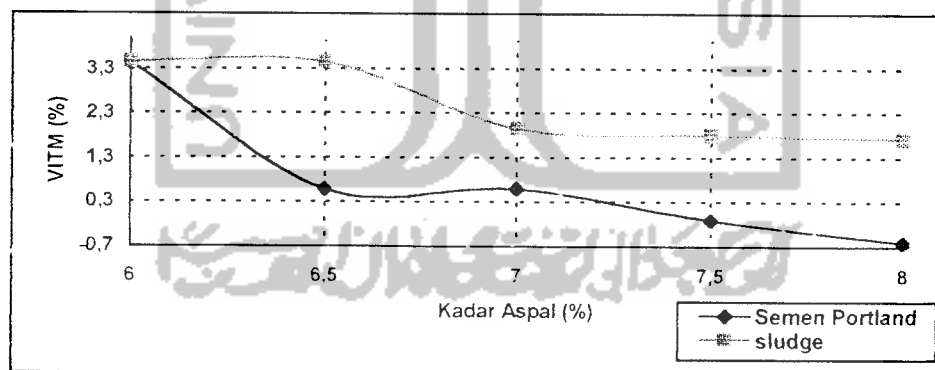
terjadi rongga dalam campuran sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air, hal ini menyebabkan aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak lagi menjadi bahan ikat yang baik dan agregat akan lepas dari ikatan (*raveling*).

Nilai VITM hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.19: 6.20 dan gambar 6.11; 6.12: 6.13 dibawah ini.

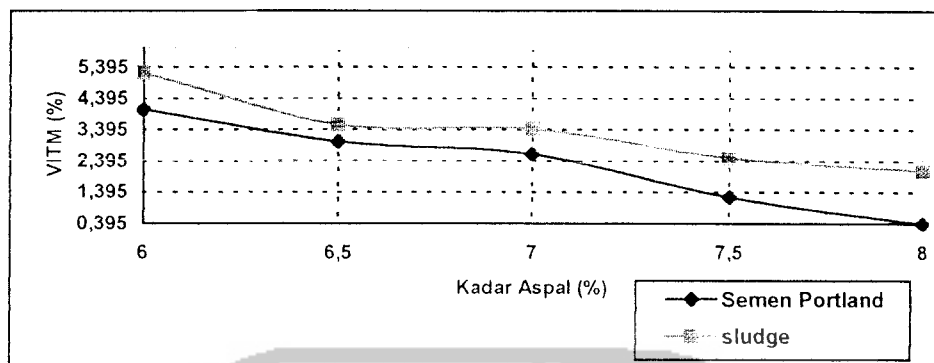
Tabel. 6.19 Nilai VITM (%) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	3.43	0.593	0.5995	-0.117	-0.612
	7 %	4.032	3.007	2.607	1.249	0.395
<i>Sludge</i>	6 %	3.482	3.464	1.954	1.805	1.726
	7 %	5.214	3.555	3.407	2.505	2.084

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII



Gambar 6.11 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.12 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VITM Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

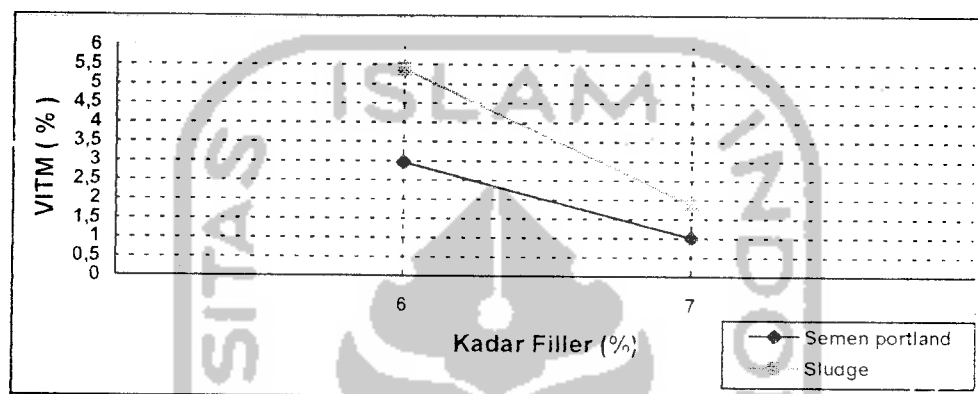
Berdasarkan gambar 6.11 dan 6.12 terlihat bahwa nilai VITM berkurang seiring bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal, lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh aspal sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 %, sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* *sludge* dengan kadar *filler* 6 % yang memenuhi nilai VITM adalah pada kadar aspal 6,0 % & 6,5 %. Nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 7 % yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 % dan 6,5 %, sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* *sludge* dengan kadar *filler* 7 % yang memenuhi nilai VITM adalah pada kadar aspal 6,5 % & 7 %.

Tabel 6.20 Nilai VITM (%) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai VITM	2.97	1.02	5.383	1.882

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUIH



Gambar 6.13 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai VITM pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.13 nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh *filler* sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit.

Nilai VITM campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini menunjukkan bahwa prosentase pori dalam campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih kecil. Hal tersebut terjadi karena *sludge* memiliki berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan semen

portland sehingga pada berat yang sama *sludge* memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan lapisan aspal pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih banyak menyelimuti permukaan agregat pada kadar aspal yang sama jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland.

6.2.4 *Void Filled With Asphalt* (VFWA)

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persen aspal terhadap rongga. Besarnya nilai VFWA berpengaruh pada kedapapan campuran terhadap udara dan air yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan suatu perkerasan.

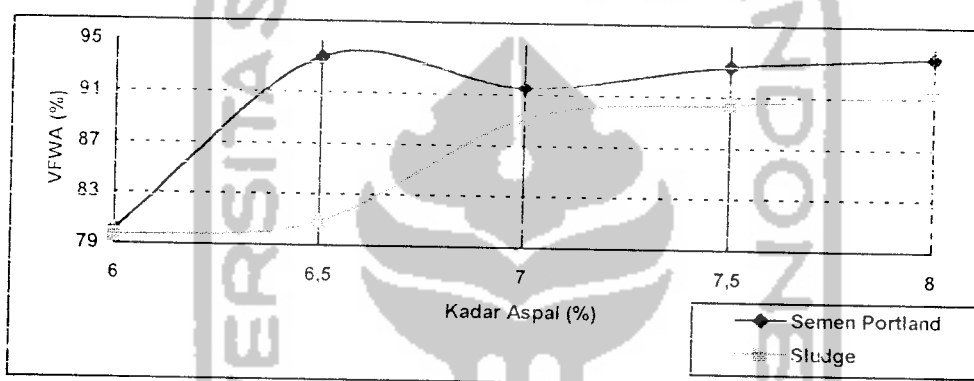
Untuk nilai VFWA yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedapapan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai VFWA yang terlalu tinggi akan memudahkan terjadinya *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan perkerasan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan *viskositas* aspal turun, sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga telah penuh maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan.

Nilai VFWA yang terlalu kecil menyebabkan kedapapan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal tersebut diatas akan memudahkan masuknya udara dan air yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi sehingga keawetan campuran tersebut berkurang. Nilai VFWA hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.21; 6.22 dan gambar 6.14; 6.15 dan 6.16 dibawah ini.

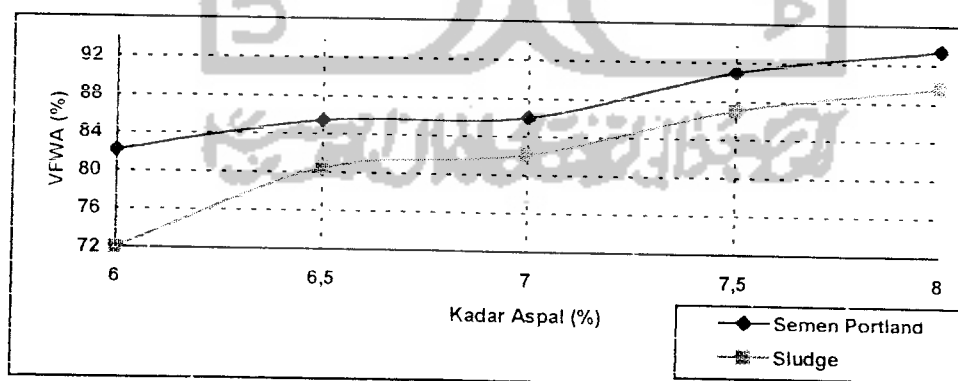
Tabel. 6.21 Nilai VFWA (%) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	80.119	93.752	91.544	93.435	94.092
	7 %	82.211	85.430	85.986	91.030	93.487
<i>Sludge</i>	6 %	79.63	80.87	89.14	90.41	91.24
	7 %	72.02	80.47	82.13	87.04	89.54

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UH



Gambar 6.14 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.15 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai VFWA Campuran Aspal beton dengan Kadar *filler* 7 %

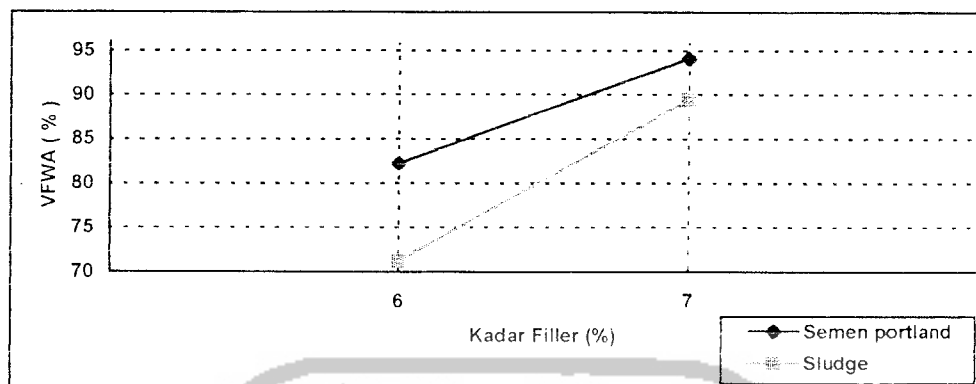
Pada gambar 6.14 tampak bahwa nilai VFWA campuran Aspal Beton dengan kadar *filler* 6 % yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler sludge*, begitupula dengan campuran Aspal Beton dengan kadar *filler* 7 %. Hal ini berkaitan erat dengan nilai VITM, dimana campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler sludge*. Dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, nilai VITM akan semakin menurun sedangkan nilai VFWA akan semakin naik.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai VFWA semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini dikarenakan dengan bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi aspal. Kadar aspal yang rendah mengakibatkan nilai VFWA yang rendah dan menunjukkan berat aspal dalam total campuran yang rendah pula, permukaan agregat hanya dilapisi oleh lapisan tipis aspal, sehingga rongga antar agregat yang diisi oleh aspal juga rendah. Sebaliknya, pada kadar aspal yang tinggi, berat aspal dalam campuran tinggi pula, sehingga permukaan agregat akan dilapisi oleh aspal yang tinggi. Lapisan aspal yang lebih tebal tersebut akan memungkinkan aspal untuk mengisi rongga antar agregat.

**Tabel 6.22 Nilai VFWA (%) Campuran Aspal Beton
Pada Kadar Aspal Optimum**

	<i>Jenis Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
	6 %	7 %	5 %	7 %
Kadar <i>Filler</i>				
Nilai VFWA	82.24	94.07	71.218	89.454

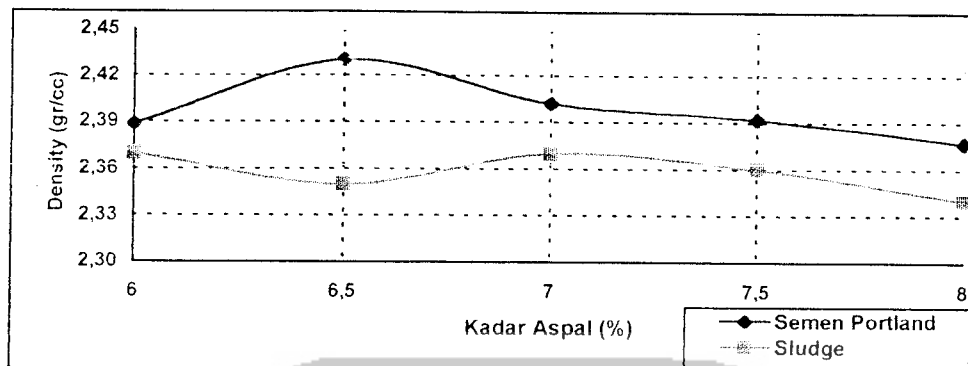
Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII



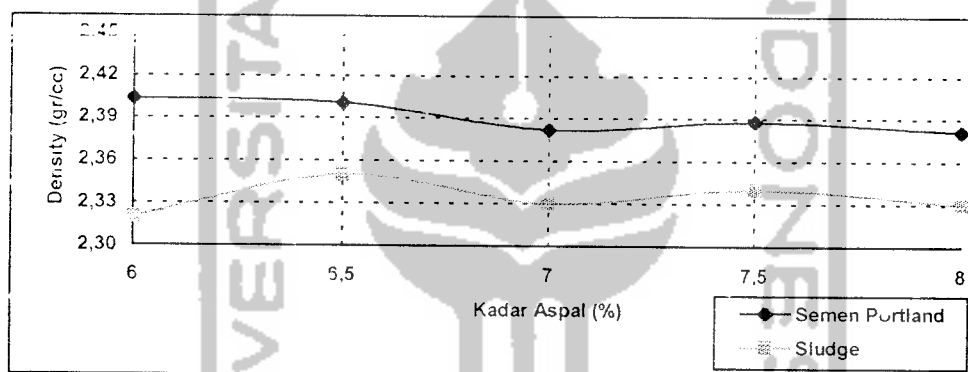
Gambar 6.16 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai VFWA pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.16 nilai VFWA campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih rendah dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat lebih banyak pori dalam campuran yang terisi oleh *filler* sehingga rongga antar agregat dalam campuran menjadi lebih sedikit dan terisi penuh oleh aspal.

Nilai VFWA campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* *sludge*. Hal ini terjadi karena *sludge* memiliki berat jenis yang lebih kecil dari semen portland maka pada berat yang sama *sludge* memiliki volume yang lebih besar. Hal ini menyebabkan lapisan aspal pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* lebih tipis pada kadar aspal yang sama jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Pada kondisi ini, *viskositas* aspal semakin meningkat dan menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dan pada kadar aspal yang sama menyebabkan rongga yang terisi aspal lebih sedikit.



Gambar 6.17 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Density* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



Gambar 6.18 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Density* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

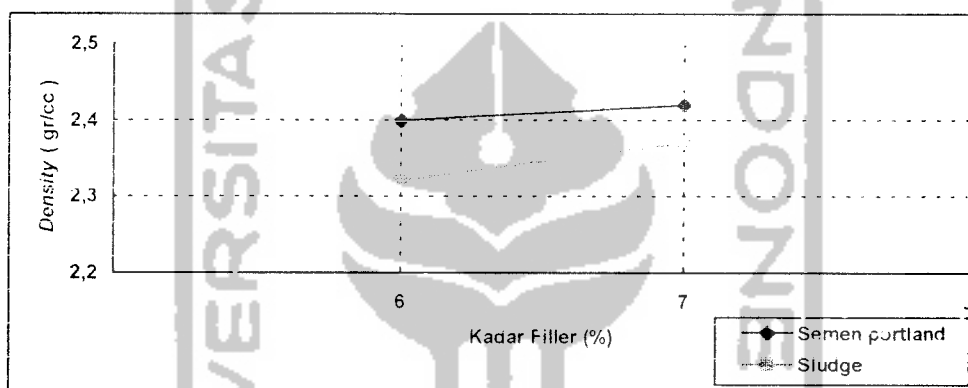
Seperti terlihat pada gambar 6.17 dan 6.18, nilai *density* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler sludge*. Hal ini dikarenakan oleh perbedaan berat jenis dari kedua macam *filler* yang digunakan. Sehingga dengan berat yang sama, *sludge* yang memiliki berat jenis yang lebih kecil mempunyai volume yang lebih besar, hal ini menyebabkan bahan pengisi pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih banyak. Nilai *density* merupakan perbandingan antara massa dan volume, sehingga campuran Aspal Beton yang

menggunakan *filler sludge* memiliki volume yang lebih besar akan mempunyai nilai *density* yang lebih kecil.

Tabel 6.24 Nilai *Density* (gr/cc) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum

	Jenis <i>Filler</i>			
	Semen Portland		<i>Sludge</i>	
Kadar <i>Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
Nilai VFWA	2.40	2.42	2.321	2.371

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII



Gambar 6.19 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai *Density* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.19 nilai *Density* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih rendah dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat bertambahnya kerapatan suatu campuran sehingga nilai *density* tinggi.

6.2.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas yang tinggi yang disertai dengan kelelahan yang rendah akan

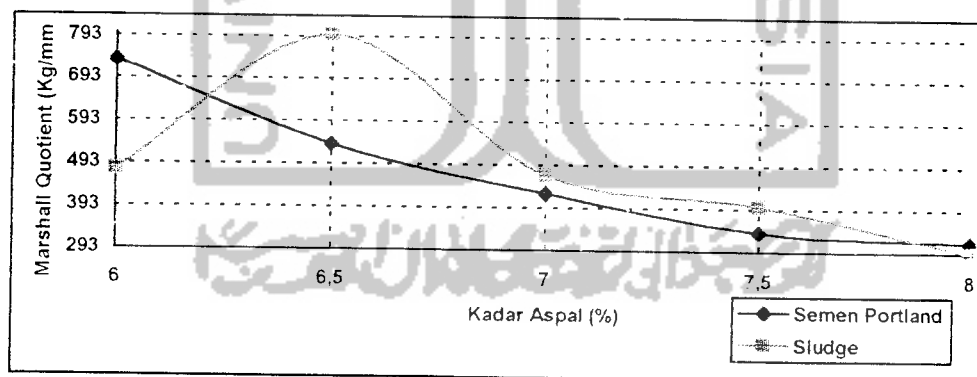
menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku dan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan campuran yang terlalu plastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotient* hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 6.25; 6.26 dan gambar 6.20; 6.21; 6.22 dibawah ini.

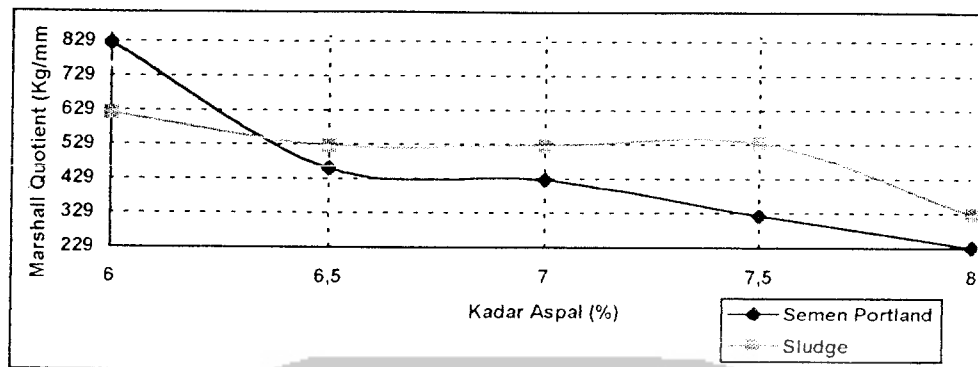
Tabel. 6.25 Nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm) Campuran Aspal Beton Hasil *Marshall Test*

Jenis Filler	Kadar Filler	Kadar Aspal				
		6.0 %	6.5 %	7.0 %	7.5 %	8.0 %
Semen Portland	6 %	736.376	538.775	426.212	337.669	316.288
	7 %	825.116	460.013	425.067	321.859	229.741
Sludge	6 %	478.581	796.156	469.639	399.240	293.574
	7 %	619.194	526.035	526.557	532.966	326.535

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UII.



Gambar 6.20 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Marshall Quotient* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 6 %



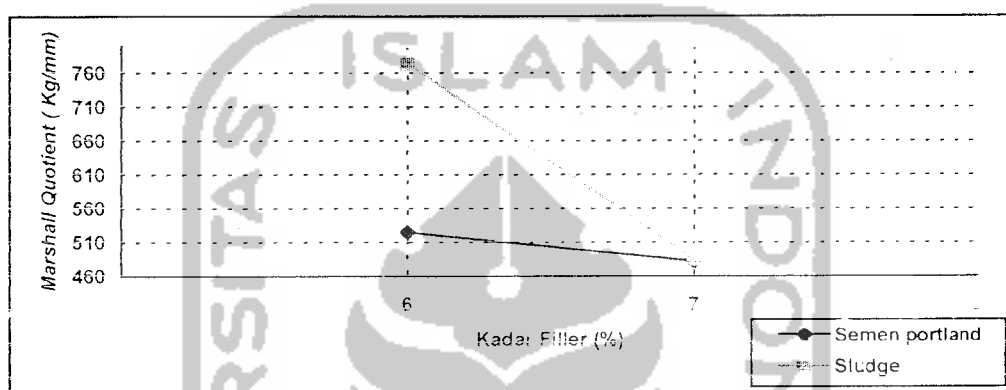
Gambar 6.21 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Marshall Quotient* Campuran Aspal Beton dengan Kadar *filler* 7 %

Dari gambar 6.20 dan 6.21, terlihat bahwa nilai *Marshall Quotient* untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen portland. Hal ini dikarenakan campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dan nilai *flow* yang lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat lebih getas. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari kedua jenis campuran Aspal Beton tersebut yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 200 – 350 Kg/mm, yaitu Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dengan kadar *filler* 6 % dan 7 % pada kadar aspal 7.5 %; 8 %, kemudian Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* dengan kadar *filler* 6 % dan 7 % pada kadar aspal 8 %.

Tabel 6.26 Nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm) Campuran Aspal Beton Pada Kadar Aspal Optimum

	<i>Jenis Filler</i>			
	<i>Semen Portland</i>		<i>Sludge</i>	
<i>Kadar Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
<i>Nilai Marshall Quotient</i>	525.65	482.41	774.587	486

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSPUII



Gambar 6.22 Grafik: Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan Nilai *Marshall Quotient* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.22 nilai *Marshall Quotient* campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat meningkatnya kerapatan campuran dan semakin besarnya deformasi yang terjadi sehingga didapatkan campuran lapis permukaan yang bersifat plastis.

6.2.7 *Imerision Test*

Imerision Test atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu dan cuaca. Waktu perendaman benda uji pada *Imerision Test* adalah selama 24 jam pada suhu

ini adalah kadar aspal optimum untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* maupun untuk campuran yang menggunakan *filler* semen portland.

Hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas dengan waktu perendaman 30 menit dan waktu perendaman 24 jam seperti pada tabel 6.27 dan gambar 6.23 dibawah ini.

Tabel 6.27 Nilai Stabilitas (Kg) Campuran Aspal Beton Kadar Aspal Optimum

Jenis <i>Filler</i>	Kadar <i>Filler</i>	Waktu Perendaman		Index Perendaman (%)
		30 menit	24 jam	
Semen Portland	6 %	1740.37	1569.39	90.175
	7 %	1666.41	1459.48	87.582
<i>Sludge</i>	6 %	2192.730	1723.373	78.595
	7 %	1794.714	1343.826	74.877

Sumber : Hasil penelitian di Lab. Jalan Raya FTSP UI

Dari hasil *Imersion Test* menunjukkan bahwa terdapat Penurunan nilai stabilitas untuk campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler sludge* dan semen portland pada perendaman 24 jam.

Indeks tahanan campuran (*index of retained strength*) akibat pengaruh air, suhu dan cuaca dapat dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas campuran setelah direndam selama 24 jam dan nilai stabilitas campuran dengan waktu perendaman 30 menit.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran kedua jenis benda uji adalah seperti dibawah ini.

1. Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland

a. Kadar *Filler* 6 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1569.39}{1740.37} * 100 \% \\
 &= 90.175 \%
 \end{aligned}$$

b. Kadar Filler 7 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1459.48}{1666.41} * 100 \% \\
 &= 87.582 \%
 \end{aligned}$$

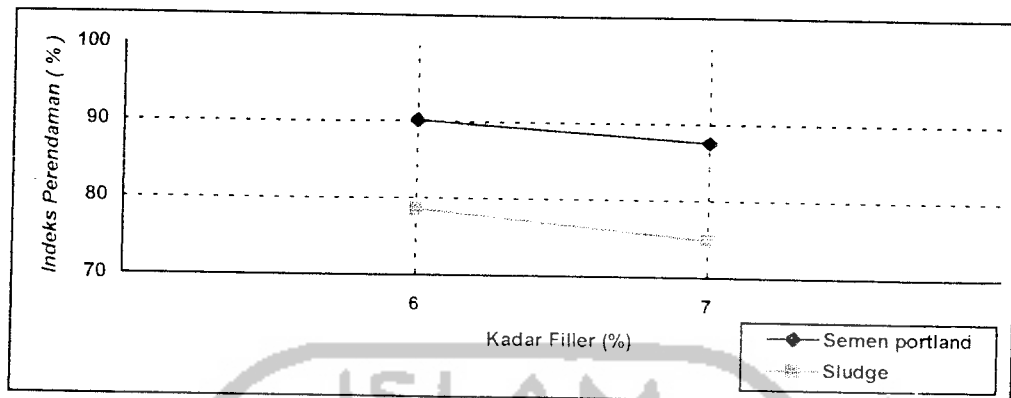
2. Campuran Aspal Beton yang menggunakan *filer sludge*

a. Kadar Filler 6 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1723.373}{2192.730} * 100 \% \\
 &= 78.595 \%
 \end{aligned}$$

b. Kadar Filler 7 %

$$\begin{aligned}
 \text{Index of retained strength} &= \frac{S_2}{S_1} * 100 \% \\
 &= \frac{1343.826}{1794.714} * 100 \% \\
 &= 74.877 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 6.23 Grafik Hubungan Antar Kadar *Filler* dengan indeks Perendaman pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan gambar 6.23 Indeks Perendaman campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* semen portland dan *sludge* dengan kadar *filler* 6 % lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* 7 %. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar *filler* akan berakibat rongga dalam campuran lebih sedikit dan terisi penuh oleh aspal sehingga indeks perendaman menurun.

Berdasarkan indeks perendaman dari kedua campuran tersebut menunjukkan bahwa campuran aspal beton yang menggunakan *filler* semen Portland memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* *sludge*.

Dari hasil *Marshall* menunjukkan nilai VITM pada campuran Aspal Beton yang menggunakan *filler* *sludge* lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* semen Portland pada kadar *filler* yang sama, sedangkan untuk nilai VFWA yang menggunakan *filler* semen Portland lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* *sludge*. Meskipun demikian kedua campuran tersebut memiliki indeks

perendaman campuran yang memenuhi persyaratan Bina Marga yang lebih besar dari 75%.

Hasil Rekapitulasi *Marshall Test* pada kadar aspal optimum dapat dilihat seperti tabel 2.28 dibawah ini.

Tabel 2.28 Rekapitulasi Hasil *Marshall Test* pada Kadar Aspal Optimum

	<i>Jenis Filler</i>			
	<i>Semen Portland</i>		<i>Sludge</i>	
<i>Kadar Filler</i>	6 %	7 %	6 %	7 %
<i>Nilai Stabilitas (Kg)</i>	1740.37	1666.41	2192.73	1794.714
<i>Flow (mm)</i>	3.27	3.45	2.867	3.867
<i>VITM (%)</i>	2.97	1.02	5.383	1.882
<i>VFWA (%)</i>	82.24	94.07	71.218	89.454
<i>Density (gr/cc)</i>	2.4	2.42	2.321	2.371
<i>Marshall Quotient (Kg/mm)</i>	525.65	482.41	774.587	486
<i>Indeks Perendaman (%)</i>	90.175	87.582	78.595	74.877