

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang didapatkan dari laboratorium adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Terhadap Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	16,88	≤ 40	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal (%)		≥ 95	Memenuhi
3.	Penyerapan air (%)	2,431	≤ 3	Memenuhi
4.	Berat jenis semu	2,53	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Terhadap Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	67,5	≥ 50	Memenuhi
2.	Penyerapan air (%)	1,626	≤ 3	Memenuhi
3.	Berat jenis semu	3,145	$\geq 2,5$	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Terhadap Aspal Keras AC 60/70

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik) (0,1 mm)	63	60 – 70	Memenuhi
2.	Titik lembek (<i>Ring and Ball</i>) °C	51,25	48 – 58	Memenuhi
3.	Titik nyala (<i>Cleve Open Cup</i>) °C	338	≥ 200	Memenuhi
4.	Daktilitas (25°C, 5 cm/menit) (cm)	154,5	≥ 100	Memenuhi
5.	Berat jenis	1,036	$\geq 1,0$	Memenuhi
6.	Kelarutan dalam CCl ₄ (%)	99,75	≥ 99	Memenuhi

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya FTSP, UII

Adapun data-data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dengan bahan *filler* abu batu adalah seperti tercantum dalam tabel 5.4.1, 5.4.2, dan 5.4.3 berikut.

Tabel 5.4.1 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* abu batu 6%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.50803	2.48951	2.32968	2.34312	2.37635
VITM (%)	8.71889	7.84266	5.72921	4.49014	2.43086
VFWA (%)	53.5719	58.6803	68.7728	75.1746	86.0458
Flow (mm)	3.05	3.33333	2.01666	2.36666	3.81666
STABILITAS (kg)	1398.427	1633.216	1522894	1713.131	1737.238
MQ (kg/mm)	471.08	508.26	759.84	779.28	452.12

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.4.2 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* abu batu 7%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.26794	2.33018	2.30608	2.3564	2.3810
VITM (%)	9.57277	6.39987	6.68417	3.9461	2.2382
VFWA (%)	50.7995	63.8378	64.6914	77.572	86.989
Flow (mm)	3.866	3.116	4.666	4.63	3.50
STABILITAS (kg)	1316.68	1865.76	1839.73	1971.62	1572.35
MQ (kg/mm)	338.82	623.31	408.19	425.79	458.47

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.4.3 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* abu batu 8%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.26172	2.32313	2.369112	2.354416	2.314293
VITM (%)	9.8209	6.6835	4.13357	4.029899	4.978942
VFWA (%)	50.0836	62.7803	75.61951	77.26153	74.91039
Flow (mm)	2.457	3.25	3.95	3.82	3.767
STABILITAS (kg)	1603.059	1964.032	1887.683	2186.633	1766.414
MQ (kg/mm)	681.35	726.69	477.89	732.78	504.96

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Sedangkan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dengan bahan *filler* debu pasir pantai adalah seperti tercantum dalam tabel 5.5.1, 5.5.2, dan 5.5.3 berikut.

Tabel 5.5.1 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* debu pasir pantai 6%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.301034	2.278071	2.292358	2.318318	2.397449
VITM (%)	8.253381	8.493247	7.23945	5.501314	1.564685
VFWA (%)	54.77149	56.67881	63.35411	71.04246	90.6074
Flow (mm)	2.75	3.5766	1.9233	2.3833	3.4266
STABILITAS (kg)	1198.078	1271.050	1335.622	1434.148	1664.687
MQ (kg/mm)	539.496	366.7227	738.6731	745.4119	493.9553

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.5.2 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* debu pasir pantai 7%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.311408	2.293616	2.332949	2.345091	2.387725
VITM (%)	7.839783	7.868862	5.596898	4.410008	1.963947
VFWA (%)	56.22839	58.58248	68.90812	75.49032	88.41866
Flow (mm)	2.9166	3.3333	3.97	2.4733	3.2333
STABILITAS (kg)	1330.076	1743.565	1723.262	1818.262	184.257
MQ (kg/mm)	492.7707	541.5249	434.5539	733.0411	570.6666

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.5.3 Hasil Pengujian *Marshall* dengan kadar *filler* debu pasir pantai 8%

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)				
	4,5	5	5,5	6	6,5
Density (gr/cc)	2.269243	2.327428	2.376452	2.378418	2.336875
VITM (%)	9.520957	6.510659	3.836567	3.051532	4.051754
VFWA (%)	50.89805	63.35168	76.7252	81.95041	78.58086
Flow (mm)	3.1166	3.8666	2.7333	2.8833	4.1666
STABILITAS (kg)	1620.775	1653.830	1683.063	1979.128	1537.170
MQ (kg/mm)	536.0052	448.4107	621.1843	709.4992	367.8875

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Contoh perhitungan hasil test *Marshall* dengan kadar aspal 6,5 % dan kadar *filler* abu batu 6%

$$t = \text{tebal benda uji} = 61.9033 \text{ mm}$$

$$a = \% \text{ aspal terhadap batuan} = 6.95 \%$$

$$b = \% \text{ aspal terhadap campuran} = 6.5 \%$$

$$c = \text{berat benda uji sebelum direndam/berat kering} = 1168.3333 \text{ gram}$$

$$d = \text{berat dalam keadaan jenuh (SSD). (gr)} = 1170.333 \text{ gram}$$

$$e = \text{berat di dalam air (gr)} = 678.666 \text{ gram}$$

$$f = \text{isi benda uji} = d - e = 491.666 \text{ gram}$$

$$g = \text{berat isi benda uji} = \frac{c}{f} = 2.37635 \text{ gr/cc}$$

$h = \text{berat jenis maksimum teoritis}$

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{bj \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{bj \text{ aspal}}} = \frac{100}{\frac{6.95}{2.688} + \frac{6.5}{1.036}} = 2.43555$$

$$i = \frac{b \times g}{bj \text{ agregat}} = \frac{6.5 \times 2.37635}{2.688} = 14.9095$$

$$j = \frac{(100 - b) g}{bj \text{ agregat}} = \frac{(100 - 6.5) 2.37635}{2.688} = 82.6595$$

$k = \text{jumlah kandungan rongga}$

$$k = (100 - i - j) = (100 - 14.9095 - 82.6595) = 2.43086 \%$$

$l = \% \text{ rongga terhadap agregat}$

$$l = 100 - j = 100 - 82.6595 = 17.3404 \%$$

$m = \% \text{ rongga yang tersi aspal}$

$$m = VFWA = 100 \times \frac{i}{l} = 100 \times \frac{14.9095}{17.3404} = 86.0458 \%$$

$n = \% \text{ rongga dalam campuran}$

$$n = VITM = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right) = 100 - \left(100 \times \frac{2.37635}{2.43555}\right) = 2.43086 \%$$

$$o = \text{pembacaan arloji (stabilitas)} = 479$$

$$p = o \times \text{kalibrasi proving ring} = 479 \times 3.472 = 1663.088$$

$$q = \text{STABILITAS}$$

$$= p \times \text{koreksi tebal benda uji} = 1663.088 \times 1.0399 = 1737.238 \text{ kg}$$

$$r = \text{FLOW (kelelahan plastis)} = 3.816 \text{ mm}$$

$$MQ = \text{marshall quotient} = \frac{\text{stabilitas}}{\text{flow}} = \frac{1737.238}{3.816} = 452.12 \text{ kg/mm}$$

Dari grafik kadar aspal desain sebagaimana bisa dilihat pada lampiran 13–18 didapatkan nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing jenis *filler* dan prosentase *filler* seperti yang tercantum dalam tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6. Kadar Aspal Optimum dengan *Filler* Abu Batu dan Debu Pasir Pantai

Kadar filler (%)	Kadar aspal optimum (%)	
	Abu batu	Debu pasir pantai
6	6,150	6,195
7	6,075	6,100
8	5,955	5,975

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Dari hasil tersebut kemudian digunakan dalam campuran untuk pengujian *Immersion standar test* (perendaman 30 menit dalam *waterbath* pada suhu 60°C) dan *Immersion test* (perendaman 24 jam dalam *waterbath* pada suhu 60°C) dan hasilnya seperti tercantum dalam tabel 5.7 dan 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.7. Hasil Pengujian *Immersion* dengan *Filler* Abu Batu

Karakteristik Marshall	30 menit			24 jam		
	Kadar filler (%)			Kadar filler (%)		
	6	7	8	6	7	8
Density (gr/cc)	2.3355	2.3455	2.3563	2.3660	2.3093	2.3403
VITM (%)	4.5920	4.2852	4.0149	3.3447	5.7636	4.6676
VFWA (%)	75.238	76.680	77.160	80.803	70.189	74.491
Flow (mm)	3.8833	3.8666	3.850	4.0333	3.8666	3.7333
Stabilitas (Kg)	1343.5	1347.2	1344.9	1290.2	1305.9	1283.9
MQ (kg/mm)	345.86	348.46	349.37	321.70	337.82	344.42

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

Tabel 5.8. Hasil Pengujian *Immersion* dengan *Filler* Debu Pasir Pantai

Karakteristik <i>Marshall</i>	30 menit			24 jam		
	Kadar <i>filler</i> (%)			Kadar <i>filler</i> (%)		
	6	7	8	6	7	8
Density (gr/cc)	2.3529	2.3639	2.3832	2.3698	2.3603	2.3687
VITM (%)	3.8174	3.5010	3.1483	3.1247	3.6472	3.482
VFWA (%)	78.730	80.017	81.755	82.016	79.643	79.725
Flow (mm)	4.00	3.8833	3.6333	3.5333	3.2166	3.100
Stabilitas (Kg)	1509.5	1541.0	1465.2	1422.4	1532.5	1482.5
MQ (kg/mm)	377.29	396.74	403.29	411.55	479.96	484.40

Sumber : Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya UII

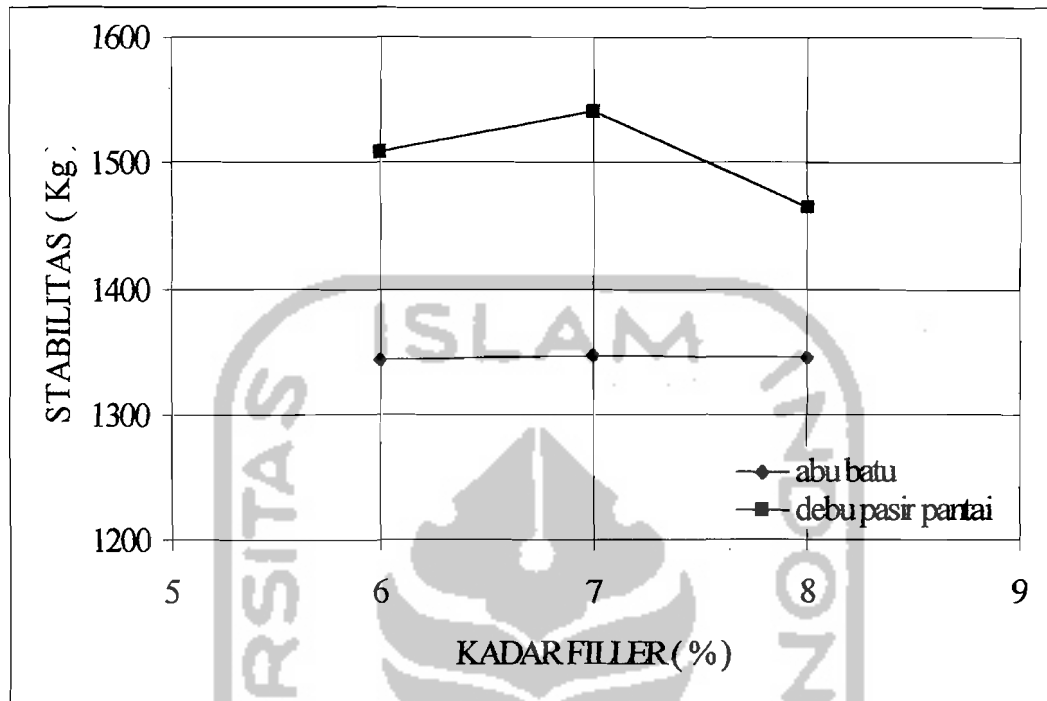
5.2 Pembahasan

5.2.1 Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Stabilitas pada pengujian *Marshall* adalah kemampuan suatu campuran (beton aspal) untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Nilai stabilitas pada campuran beton aspal dipengaruhi oleh suhu pemadatan, gradasi campuran, bentuk agregat dan kohesi campuran.

Dari hasil penelitian ini ditunjukkan bahwa pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai mempunyai nilai stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Nilai stabilitas campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai dengan kadar *filler* berturut-turut 6%, 7% dan 8% yaitu 1509.5157Kg, 1541.0241Kg, dan 1465.184Kg. Dan campuran yang menggunakan *filler* abu batu dengan kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut yaitu 1343.5946Kg, 1347.1997Kg, dan 1344.9023Kg.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Grafik hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai stabilitas campuran

Dari gambar 5.1 di atas dapat dilihat bahwa kenaikan kadar *filler* debu pasir pantai diikuti dengan meningkatnya nilai stabilitas sampai dengan mencapai nilai yang optimum, selanjutnya kenaikan kadar *filler* akan menyebabkan turunnya nilai stabilitas, hal ini dikarenakan kenaikan kadar *filler* akan menyebabkan turunnya kadar aspal dalam campuran. Hal tersebut menyebabkan jumlah aspal sebagai pengikat antar butiran terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis, yang pada akhirnya mengakibatkan turunnya nilai stabilitas campuran. Meskipun demikian penurunan nilai stabilitas yang terjadi akibat penggunaan *filler* debu pasir pantai tidak sampai mengakibatkan nilai stabilitas kurang memenuhi dari nilai yang disyaratkan.

Jika dibandingkan secara keseluruhan, nilai stabilitas pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai pada kadar aspal optimum lebih besar daripada campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan karena campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki tingkat kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, karena *filler* debu pasir pantai memiliki berat jenis yang lebih besar daripada *filler* abu batu.

Sesuai dengan *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal* dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987), nilai stabilitas untuk beton aspal dengan lalu lintas tinggi adalah 550 Kg dan untuk Bina Marga (1983) adalah 750 Kg.

5.2.2 FLOW

Kelelahan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kesetabilan mulai menurun.

Nilai ini langsung terbaca pada arloji *flow* saat pengujian *Marshall* dan dibaca bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan *inch*, maka harus dikonversi dalam satuan milimeter.

Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kadar aspal, viskositas aspal, gradasi campuran, suhu dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang terlalu tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban yang melalui suatu lapisan perkerasan, sedangkan nilai *flow* yang terlalu rendah menunjukkan rongga dalam campuran yang terisi aspal sedikit dan campuran bersifat kaku.

Seiring dengan bertambahnya kadar aspal maka jumlah rongga yang terisi aspal semakin banyak dan nilai *flow* yang didapatkan akan meningkat dan fleksibilitasnya juga meningkat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai pada kadar *filler* 6% dan 7% mempunyai nilai *flow* yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, sedangkan pada kadar *filler* 8% nilai *flow* dari campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai lebih kecil dibandingkan dengan nilai *flow* yang menggunakan *filler* abu batu. Nilai *flow* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai dengan kadar *filler* berturut-turut 6%, 7% dan 8% yaitu 4.00mm, 3.883333mm, dan 3.633333mm. Dan pada campuran yang menggunakan *filler* abu batu dengan kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut yaitu 3.883333mm, 3.866667mm, dan 3.850mm.

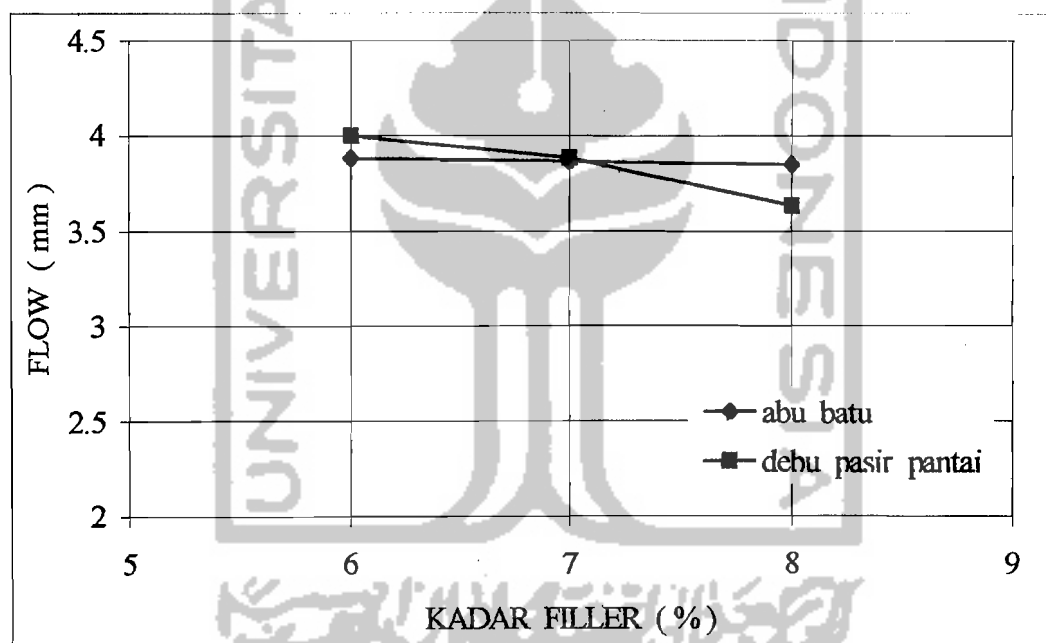
Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa kenaikan kadar *filler* diikuti dengan menurunnya nilai *flow*, hal ini dikarenakan kenaikan kadar *filler* akan menyebabkan turunnya kadar aspal dalam campuran yang mengakibatkan jumlah aspal sebagai pengisi rongga-rongga dan pengikat antar agregat pada campuran akan berkurang, sehingga campuran bersifat kaku dan mudah terjadi retak (*cracking*) setelah mengalami pembebanan yang berulang. Namun nilai *flow* yang didapatkan masih dapat memenuhi syarat dari Bina Marga.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai *flow* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai pada kadar aspal optimum lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, hal ini disebabkan karena pada campuran dengan *filler* debu pasir pantai memiliki tingkat



kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, sehingga pada campuran dengan *filler* debu pasir pantai terjadi perubahan yang lebih sedikit dibandingkan campuran yang menggunakan *filler* abu batu dan perubahan itu ditunjukkan dengan nilai *flow* yang kecil, namun nilai tersebut masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *flow* dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *flow* campuran

Sesuai dengan *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal* dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987) dan Bina Marga (1983), nilai *flow* untuk beton aspal dengan lalulintas tinggi adalah 2mm – 4mm.

5.2.3 *VITM*

Rongga di dalam campuran (*VITM*) adalah perbandingan volume persen rongga terhadap total campuran padat, dan dinyatakan dalam persen (%).

Persentase rongga yang disyaratkan untuk campuran beton aspal adalah 3% – 5%. Beton aspal yang mempunyai nilai *VITM* kurang dari 3% akan memperbesar kemungkinan terjadinya *bleeding*. Akibat tingginya temperatur, aspal dalam campuran akan mencair sehingga pada saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya jika nilai *VITM* lebih besar daripada 5% menunjukkan rongga yang terdapat dalam campuran adalah besar, sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air, sehingga aspal mudah teroksidasi yang mengakibatkan melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak mampu untuk mengikat agregat.

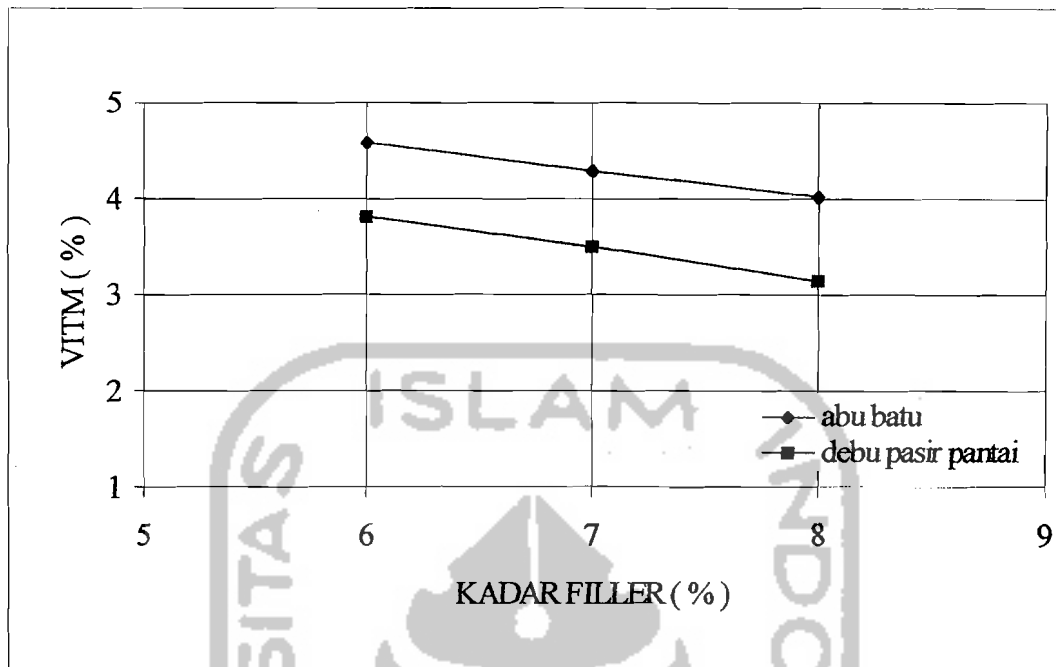
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan *filler* debu pasir pantai mempunyai nilai *VITM* yang lebih kecil dibandingkan beton aspal dengan *filler* abu batu. Nilai *VITM* untuk beton aspal dengan *filler* debu pasir pantai dengan kadar *filler* berturut-turut 6%, 7% dan 8% yaitu 3.817454%, 3.501079%, dan 3.148375%, sedangkan beton aspal dengan *filler* abu batu dengan kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut yaitu 4.592013%, 4.285203%, dan 4.014928%.

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa kenaikan kadar *filler* abu batu dan *filler* debu pasir pantai diikuti dengan menurunnya nilai *VITM*. Hal ini disebabkan karena seiring dengan bertambahnya kadar *filler* maka kemampuan *filler* mengisi rongga-rongga dalam campuran akan semakin meningkat sehingga akan

memperkecil jumlah rongga dalam campuran. Pada waktu pemadatan, partikel agregat akan merapat dan *filler* akan mengisi rongga-rongga antar agregat.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai *VITM* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai pada kadar aspal optimum lebih kecil daripada campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Jika dilihat dari berat jenisnya *filler* debu pasir pantai memiliki berat jenis yang lebih besar daripada *filler* abu batu, sehingga *filler* debu pasir pantai memiliki volume yang lebih kecil daripada *filler* abu batu. Dengan demikian secara logika campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai seharusnya memiliki nilai *VITM* yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, tetapi penelitian ini mendapatkan hasil yang berlawanan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki *workability* yang lebih baik dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. *Workability* ini kemungkinan disebabkan oleh daya gelincir untuk mengisi rongga-rongga pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai yang lebih baik dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu, sehingga dengan penggunaan *filler* debu pasir pantai campuran menjadi lebih rapat dan menyebabkan nilai *VITM* menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Nilai *VITM* yang didapatkan pada penelitian ini memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *VITM* dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *VITM* campuran.

Sesuai dengan *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal* dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987) dan Bina Marga (1983), nilai *VITM* untuk beton aspal adalah 3% – 5%.

5.2.4 *VFWA (Void Filled With Asphalt)*

Nilai *VFWA* menunjukkan besarnya rongga yang terisi oleh aspal, dan nilainya dinyatakan dalam persen terhadap rongga. Besarnya nilai *VFWA* berpengaruh terhadap kedekatan campuran terhadap air dan udara yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap keawetan (*durability*) suatu perkerasan.

Nilai *VFWA* yang besar berarti semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara menjadi lebih tinggi. Nilai *VFWA* yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya kegemukan (*bleeding*)

atau naiknya aspal ke permukaan. Hal ini disebabkan karena rongga yang ada terlalu kecil sehingga jika perkerasan menerima beban, terutama pada temperatur yang tinggi dan *viskositas* aspal turun, maka sebagian aspal akan mencari tempat yang kosong dan jika rongga sudah penuh maka aspal akan naik ke permukaan.

Nilai *VFWA* yang terlalu kecil menyebabkan kekedapan campuran menjadi berkurang karena banyak rongga yang kosong. Hal ini akan memudahkan masuknya air dan udara yang akan melarutkan bagian aspal yang teroksidasi tersebut, sehingga keawetan campuran berkurang.

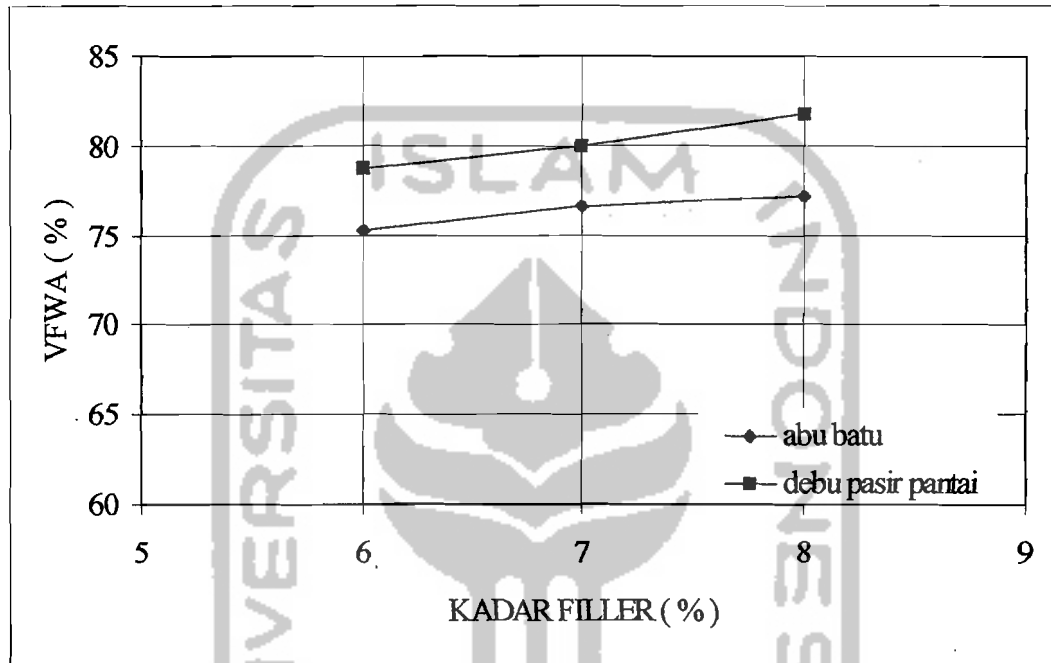
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan *filler* debu pasir pantai mempunyai nilai *VFWA* yang lebih besar dibandingkan beton aspal dengan *filler* abu batu. Nilai *VFWA* untuk beton aspal dengan *filler* debu pasir pantai dengan kadar *filler* berturut-turut 6%, 7% dan 8% yaitu 78.73093%, 80.01768%, dan 81.75504%, sedangkan beton aspal dengan *filler* abu batu dengan kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut yaitu 75.23811%, 76.68019%, dan 77.16068%.

Dari gambar 5.4 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya kadar *filler* maka nilai *VFWA*-nya semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak *filler* maka nilai *VITM* semakin kecil, sehingga nilai *VFWA* semakin besar.

Jika dibandingkan secara keseluruhan nilai *VFWA* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai pada kadar aspal optimum lebih besar daripada campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan karena nilai *VITM* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai lebih kecil dibandingkan dengan nilai *VITM* pada campuran yang menggunakan *filler* abu

batu. Nilai *VFWA* kedua jenis campuran tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *VFWA* dapat dilihat pada gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Grafik hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *VFWA* campuran.

Sesuai dengan *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal* dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987) tidak ada batasan untuk nilai *VFWA*, sedangkan dari Bina Marga (1983), nilai *VFWA* untuk beton aspal dengan lalulintas tinggi adalah 75% - 82%.

5.2.5 *Density* (kerapatan)

Nilai *density* (kerapatan) menunjukkan besarnya derajat kerapatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang

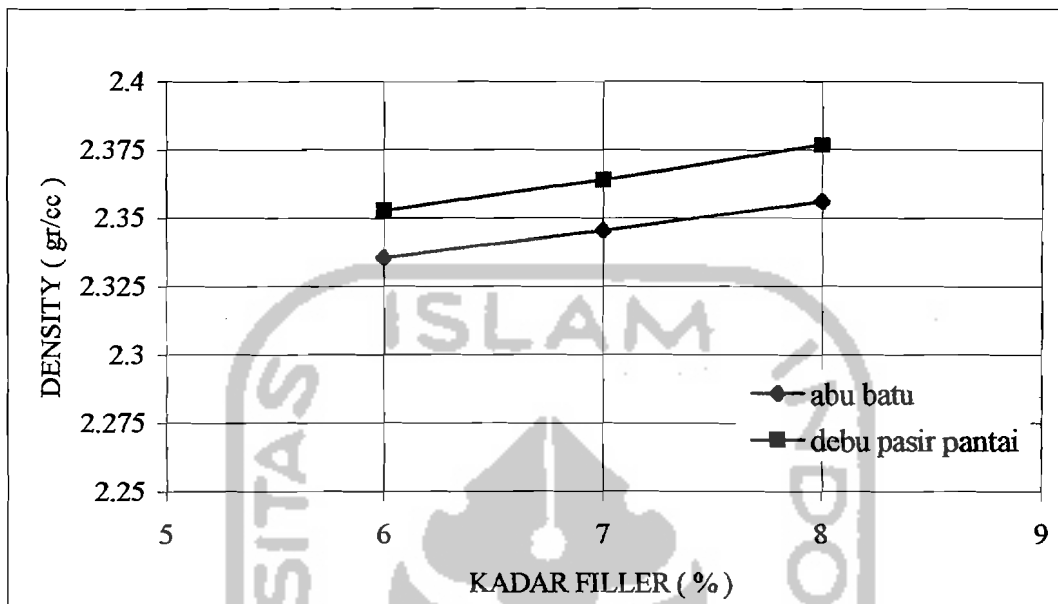
mempunyai nilai *density* lebih rendah. Pada penelitian ini nilai *density* diperoleh dengan melakukan pemadatan/tumbukan sebanyak 2x75 kali pada suhu 140°C terhadap benda uji.

Dari hasil penelitian, nilai *density* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Nilai-nilai tersebut berturut-turut untuk kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% adalah 2.35295gr/cc, 2.363949gr/cc, dan 2.376907% pada *filler* debu pasir pantai dan untuk *filler* abu batu pada kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut adalah 2.335527gr/cc, 2.345592gr/cc, dan 2.356326gr/cc.

Dari gambar 5.5 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan kadar *filler* maka nilai *density* pada campuran dengan *filler* abu batu dan campuran dengan *filler* debu pasir pantai akan semakin tinggi. Hal ini berarti seiring dengan meningkatnya kadar *filler* maka rongga-rongga yang terisi *filler* akan bertambah ketika campuran tersebut dipadatkan sehingga campuran menjadi lebih rapat.

Dari gambar 5.5 dapat juga dilihat bahwa nilai *density* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan karena *filler* debu pasir pantai memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan *filler* abu batu. Dengan demikian pada kadar *filler* yang sama, campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki berat yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *density* dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *Density* campuran.

Nilai *density* sangat dipengaruhi oleh volume aspal dan persentase volume agregat, nilai *density* yang besar menunjukkan bahwa struktur ini kaku dan cenderung *fleksibilitas*-nya rendah, sedangkan nilai *density* yang kecil struktur cenderung bersifat tidak kaku dan mudah mengalami deformasi.

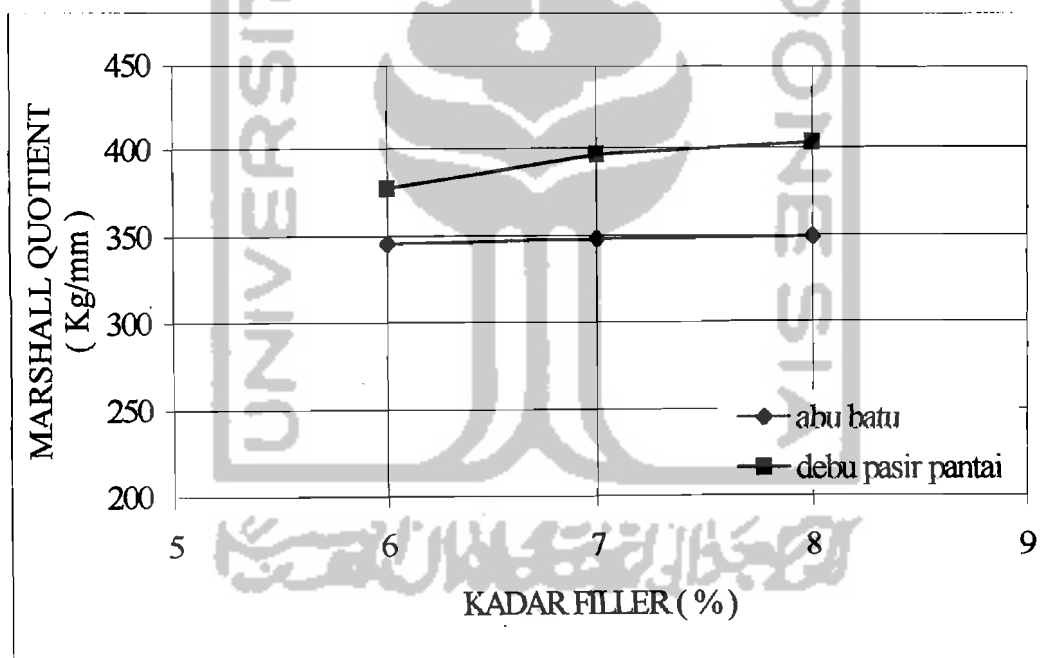
5.2.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehannya, dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Stabilitas yang tinggi dan disertai dengan kelelehan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga akan bersifat getas, sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelehan yang tinggi

akan menghasilkan campuran yang terlalu elastis dan akan berakibat perkerasan mengalami deformasi yang besar jika menerima beban lalu lintas.

Dari gambar 5.6 dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient (MQ)* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar *filler*. Hal ini disebabkan karena perbandingan nilai stabilitas dan nilai *flow* kedua jenis campuran semakin besar seiring dengan kenaikan kadar *filler*.

Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *Marshall Quotient (MQ)* dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hubungan antara jenis dan kadar *filler* dengan nilai *Marshall Quotient (MQ)* campuran.

Jika nilai *Marshall Quotient (MQ)* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan karena campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki nilai stabilitas yang besar dan nilai

flow yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Nilai-nilai tersebut berturut-turut untuk kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% adalah 377.2941Kg/mm, 396.7452Kg/mm, dan 403.2916Kg/mm pada *filler* debu pasir pantai dan untuk *filler* abu batu pada kadar *filler* 6%, 7%, dan 8% berturut-turut adalah 345.8675Kg/mm, 348.4636Kg/mm, dan 349.3764Kg/mm.

Pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai untuk semua kadar *filler* nilai *MQ* tidak memenuhi persyaratan Bina Marga sedangkan pada campuran yang menggunakan *filler* abu batu pada semua kadar *filler* memenuhi persyaratan dari Bina Marga (1987).

Sesuai dengan *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal* dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (1987) nilai *MQ* yang disyaratkan adalah antara 200Kg/mm – 350Kg/mm, sedangkan dari Bina Marga (1983) tidak memberikan batasan untuk nilai *MQ*.

5.2.7 Pengujian rendaman atau *Immersion Test*.

Pengujian *Immersion* dimaksudkan untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran akibat pengaruh air, suhu, dan udara. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji *Marshall* Standar hanya saja lama perendaman dalam air suhu 60°C dilakukan selama 24 jam.

Indeks Tahanan Kerusakan (*Index of Retained Strength*) akibat pengaruh air, suhu, dan udara dihitung dengan membandingkan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam (S2) dengan nilai stabilitas yang direndam selama 30 menit (S1).

Dari hasil pengujian *Immersion Test* pada campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai didapatkan nilai stabilitas (S2) sebesar 1532.5408Kg dan pengujian *Marshall* standar dihasilkan nilai stabilitas ((S1) sebesar 1541.0241Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *Index of Retained Strength* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{1532.5408}{1541.0241} \times 100\% \\ &= 99.449\% > 75\% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *Immersion Test* pada campuran yang menggunakan *filler* abu batu dihasilkan nilai stabilitas (S2) sebesar 1305.923Kg dan dari pengujian *Marshall* standar dihasilkan nilai stabilitas ((S1) sebesar 1347.1997Kg. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran beton aspal atau *Index of Retained Strength* adalah sebagai berikut :

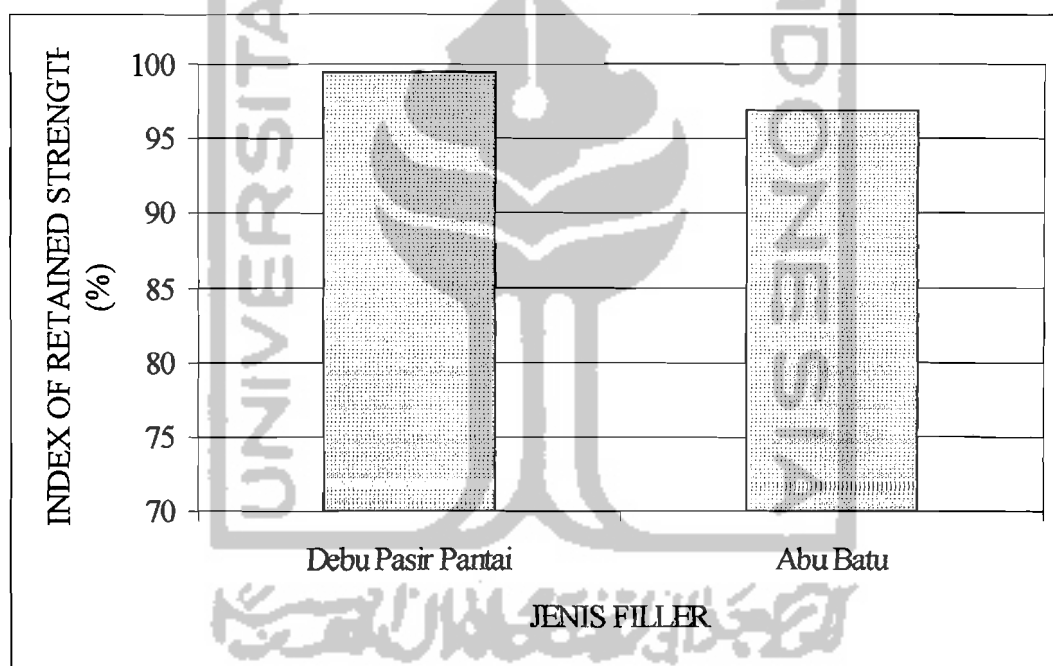
$$\begin{aligned} \text{Index of retained strength} &= \frac{S2}{S1} \times 100\% \\ &= \frac{1305.923}{1347.1997} \times 100\% \\ &= 96.936\% > 75\% \end{aligned}$$

Dari gambar 5.7 dapat dilihat bahwa pada kadar aspal optimum, campuran yang menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki ketahanan lebih baik terhadap pengaruh air, suhu, dan udara dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan karena campuran yang

menggunakan *filler* debu pasir pantai memiliki nilai kerapatan (*density*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu.

Dari hasil penelitian kedua jenis campuran tersebut memiliki Indeks Tahanan Kerusakan (*Index of Retained Strength*) yang lebih besar dari 75%, berarti kedua campuran tersebut memiliki ketahanan kekuatan terhadap air, suhu, dan udara.

Hubungan antara jenis *filler* dengan nilai *index of retained strength* dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik hubungan antara jenis *filler* dengan nilai *index of retained strength* campuran.