

BAB VI HASIL PENELITIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

6.1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan

Dari hasil serangkaian penelitian bahan yang akan digunakan yang meliputi agregat halus dan agregat kasar serta aspal penetrasi 60/70 didapat hasil sebagai berikut seperti tabel 6.1.dibawah ini.

Tabel 6.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$	20,87%
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	98%
3.	Penyerapan agregat	$\leq 3\%$	0,94%
4.	Berat jenis agregat	$\geq 2,5$	2,628%

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan agregat halus

No (1)	Jenis pemeriksaan (2)	Syarat (3)	Hasil (4)
1.	Nilai <i>sand equivalent</i>	$\geq 50\%$	73,231 %

Lanjutan tabel 6.2

(1)	(2)	(3)	(4)
2.	Penyerapan agregat	$\leq 3\%$	2,04%
3.	Berat jenis	$\geq 2,5\%$	2.663%

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

Tabel 6.3 Hasil pemeriksaan aspal penetrasi 60/70

No	Jenis pemeriksaan	Min	Maks	Satuan	Hasil
1.	Penetrasi	60	70	0.1mm	65,15
2.	Titik lembek	48	58	$^{\circ}$ C	57,5
3.	Titik nyala	200	-	$^{\circ}$ C	335
4.	Titik bakar	200	-	$^{\circ}$ C	360
5.	Daktalitas	100	-	cm	> 140
6.	Berat jenis	1	-		1,081
7.	Kelarutan dalam CCL ₄	99	-	%	99,58

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

Dari hasil pemeriksaan bahan yang digunakan didapat bahwa bahan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal AC penetrasi 60/70 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga sehingga dapat digunakan untuk campuran aspal.

Hasil diatas merupakan rekapitulasi untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 1 sampai dengan lampiran 12.

6.1.2. Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal

Dari hasil pemeriksaan terhadap campuran aspal diperoleh nilai - nilai stabilitas, *flow*, VITM, VFWA, dan *Marshall Quotient*.

Nilai - nilai ini didapat dari hitungan dan pembacaan arloji pada saat pengujian Marshall. Pada penelitian ini didapat tiga macam hasil pemeriksaan yaitu seperti dibawah ini.

6.1.2.1. Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal Tanpa Bahan Tambah

Hasil pemeriksaan campuran aspal tanpa bahan tambah yang diperoleh dari uji Marshall dapat dilihat pada tabel 6.4.

Tabel 6.4. Hasil uji Marshall untuk campuran aspal tanpa parutan ban bekas

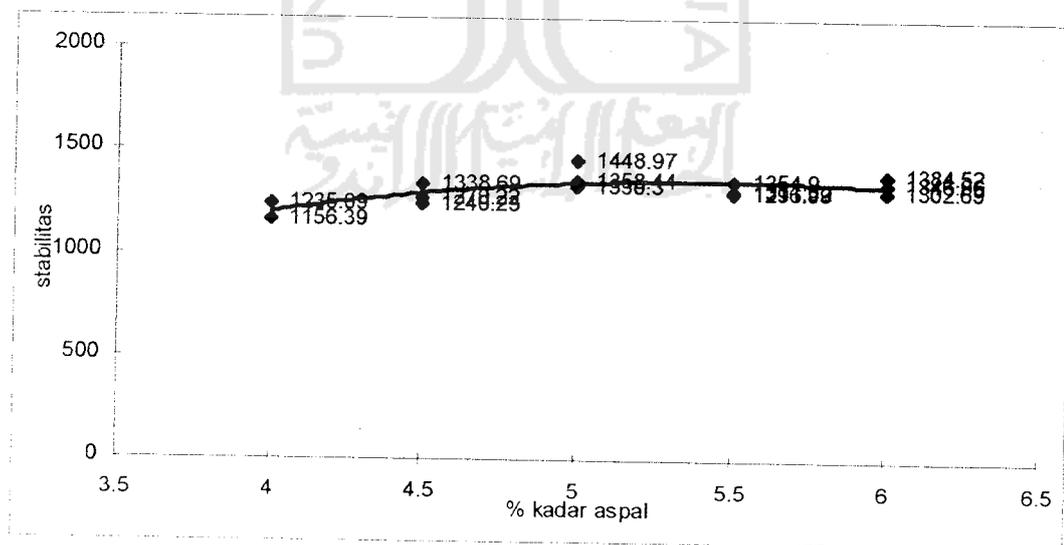
No. (1)	Kadar Aspal (2)	Stabilitas (3)	<i>Flow</i> (4)	VITM (5)	VFWA (6)	MQ (7)
1.	4% (A)	2616.58	5.08	4.231	67.72	515.0743
	4% (B)	1156.39	3.302	6.947	55.39	350.2078
	4% (C)	1235.09	3.048	5.330	62.21	405.2119
2.	4.5% (A)	1240.23	3.556	6.906	58.27	348.7704
	4.5% (B)	1338.69	3.302	5.543	63.83	405.4174
	4.5% (C)	1270.22	2.54	6.729	58.94	500.0866
3.	5% (A)	1358.44	3.81	4.977	68.58	356.546
	5% (B)	1330.30	3.81	4.847	69.17	349.1598
	5% (C)	1448.97	3.556	4.673	69.98	407.4731
4.	5.5% (A)	1354.90	3.81	4.004	74.96	355.6171

Lanjutan tabel 6.4

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4.	5.5% (B)	1296.99	4.064	4.179	74.11	319.1401
	5.5% (C)	1311.52	3.81	3.818	75.88	344.2307
5.	6% (A)	1346.06	4.318	3.749	77.65	311.7318
	6% (B)	1384.52	5.08	3.665	78.05	272.5426
	6% (C)	1302.69	4.572	3.445	79.13	284.928

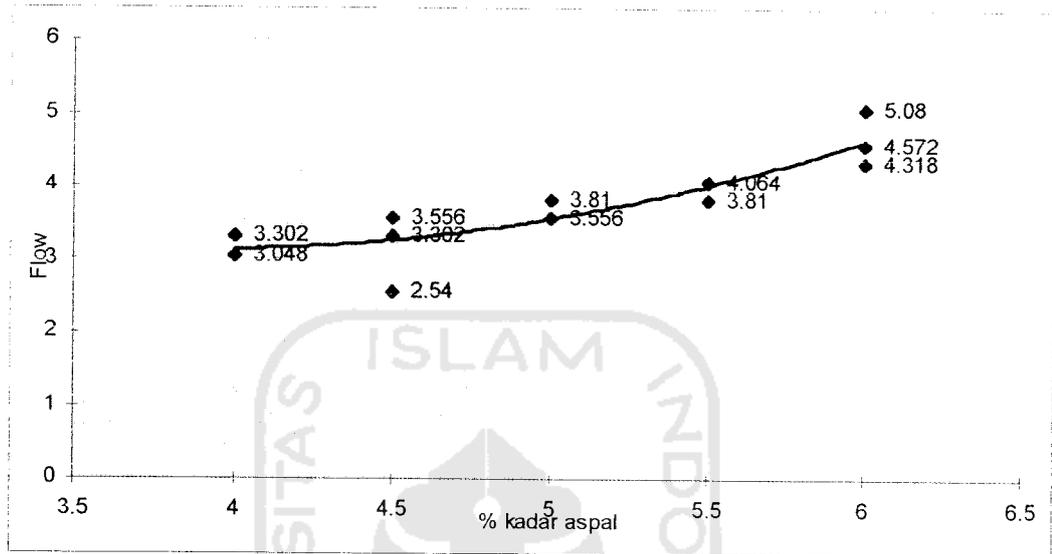
Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

Pembuatan grafik menggunakan metode regresi. Grafik nilai stabilitas, *flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* dari campuran dengan variasi penambahan kadar aspal 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, dan 6% dari berat campuran dapat dilihat pada gambar 6.1 sampai gambar 6.5 berikut ini.

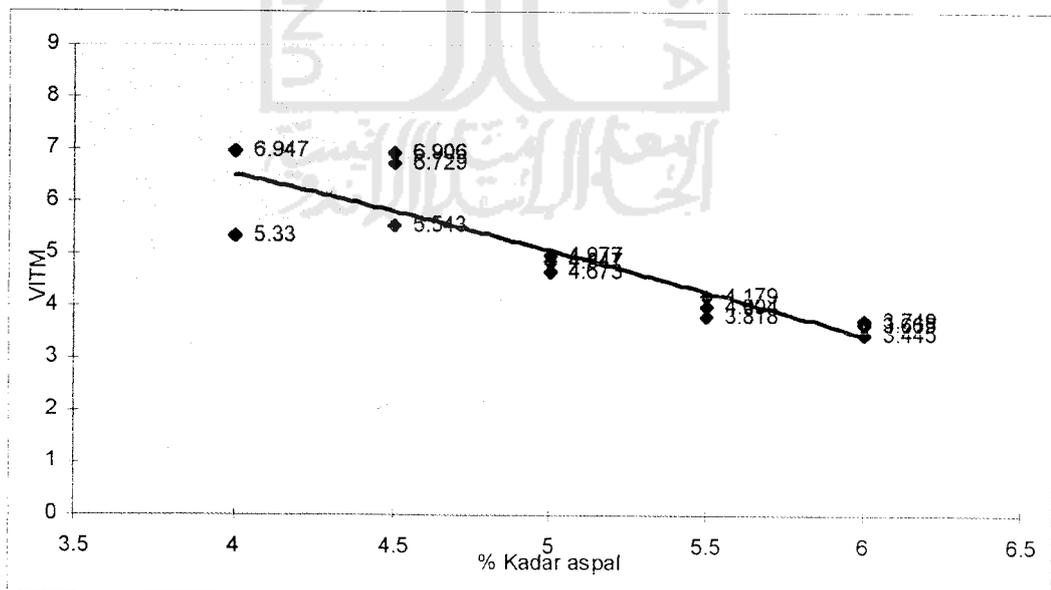


Gambar 6.1. Grafik hubungan antara nilai stabilitas campuran aspal dengan persen penambahan kadar aspal

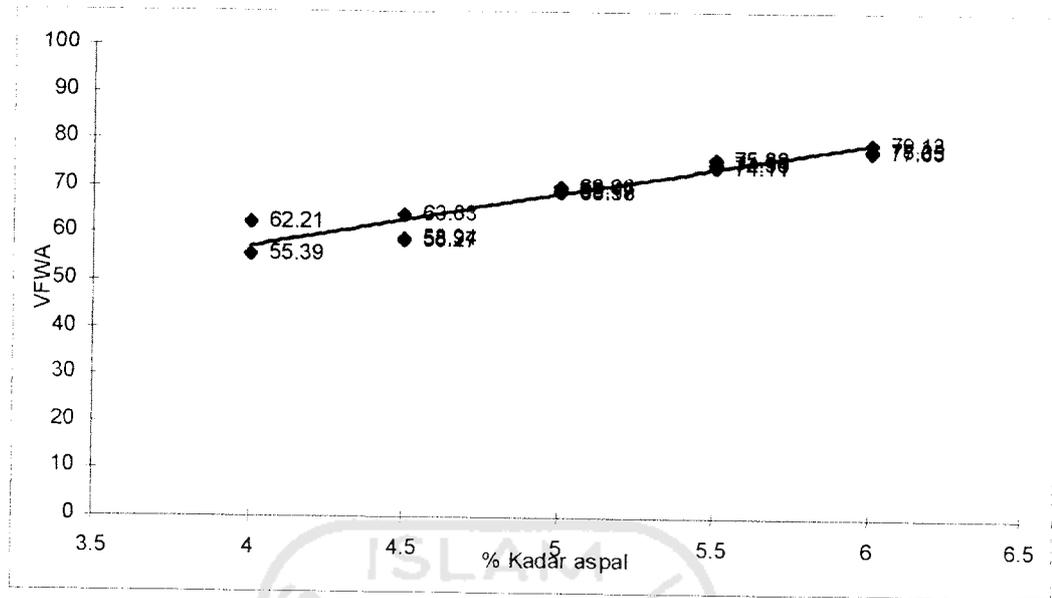
Pada penambahan kadar aspal 4% (A) dilakukan reduksi, hal ini disebabkan masih bercampurnya aspal yang digunakan dengan aspal sisa yang masih berada dalam wajan.



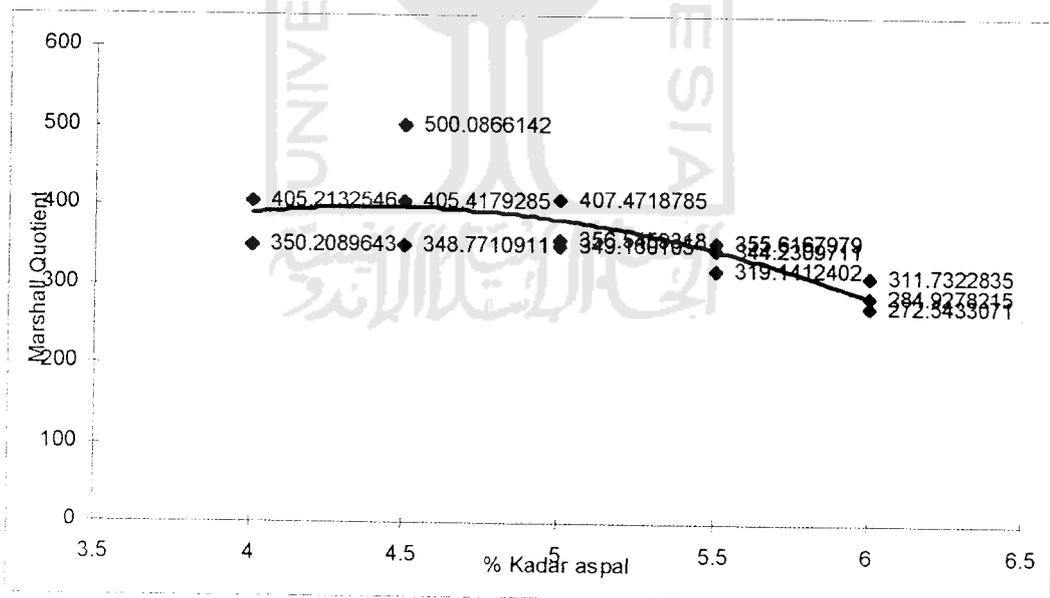
Gambar 6.2. Grafik hubungan antara nilai flow dengan persen penambahan kadar aspal



Gambar 6.3. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan persen penambahan kadar aspal



Gambar 6.4. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan persen penambahan kadar aspal



Gambar 6.5. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* dengan persen penambahan kadar aspal

Kemudian setelah didapat data diatas dilakukan penghitungan kadar aspal optimum yang mengacu kepada persyaratan Bina Marga yang tertera sesuai tabel 6.5.

Tabel 6.5. Spesifikasi campuran AC

No	Jenis Pemeriksaan	Lalu Lintas Berat
1	Stabilitas (kg)	750
2	Flow / Kelelahan (mm)	2 - 4
3	VITM (%)	3 - 5
4	VFWA (%)	75 - 82
5	Marshall Quotient (kg / mm)	200 - 500

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No 13 / PT / B / 1987

Kadar aspal optimum didapat dengan menggunakan tabel 6.6 dibawah ini.

Tabel 6.6. Kadar aspal optimum

karakteristik	4%	4.5%	5%	5.5%	6%
Stabilitas (kg)	—	—	—	—	—
Flow (mm)	—	—	—	—	—
VITM (%)	—	—	—	—	—
VFWA (%)	—	—	—	—	—
MQ (kg/mm)	—	—	—	—	—

Dari tabel diatas didapat kadar aspal optimum pada penambahan aspal sebanyak **5,5 %** dari berat campuran. Selanjutnya pada laporan ini campuran aspal optimum disebut campuran aspal biasa.

6.1.2.2. Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal Karet

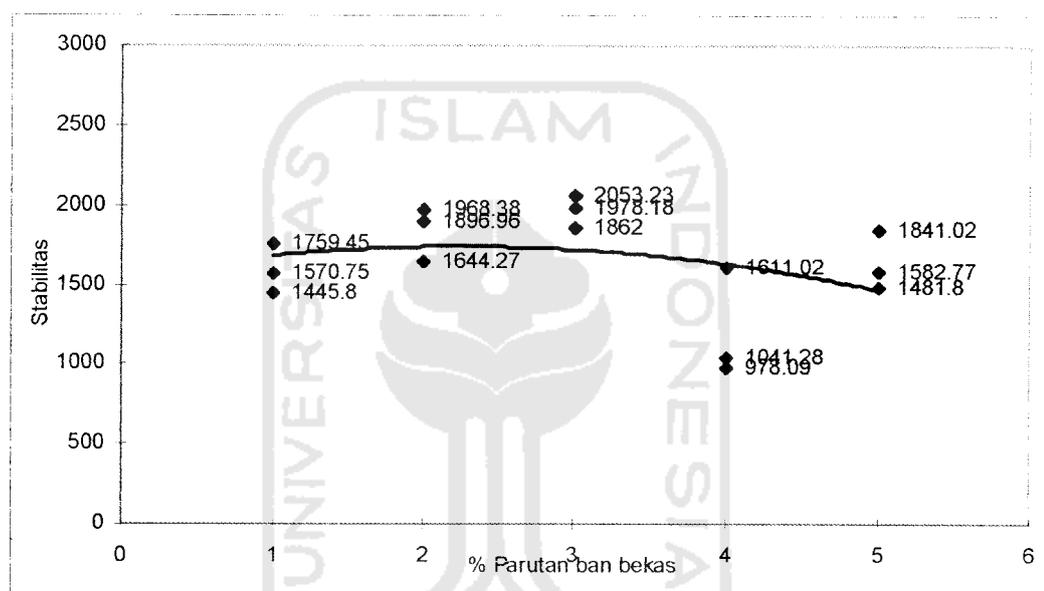
Hasil pemeriksaan campuran aspal karet dapat dilihat pada tabel 6.7.

Tabel 6.7 Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet

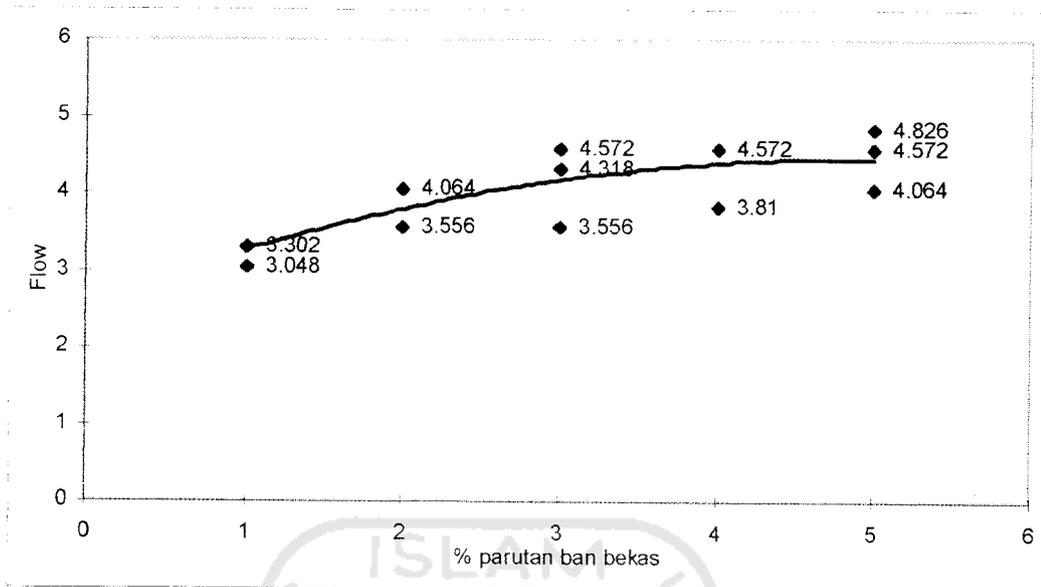
No.	Parutan ban bekas	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	MQ
1.	1% (A)	1445.8	3.302	5.142	69.73	437.856
	1% (B)	1759.45	3.302	4.685	71.76	532.844
	1% (C)	1570.75	3.048	4.685	71.76	515.338
2.	2 % (A)	1644.27	3.556	4.167	74.17	462.393
	2 % (B)	1968.38	4.064	4.496	72.62	484.346
	2 % (C)	1896.96	4.064	4.414	73	466.772
3.	3 % (A)	1978.18	3.556	4.224	73.9	556.294
	3 % (B)	2053.23	4.318	4.057	74.7	475.505
	3 % (C)	1862	4.572	3.952	75.22	407.262
4.	4 % (A)	978.09	4.572	3.928	75.33	213.930
	4 % (B)	1611.02	4.572	3.655	76.7	352.367
	4 % (C)	1041.28	3.81	4.147	74.27	273.302
5.	5 % (A)	1841.02	4.064	3.382	78.11	453.007
	5 % (B)	1582.77	4.572	3.567	77.15	346.118
	5 % (C)	1481.8	4.862	3.24	78.86	307.045

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

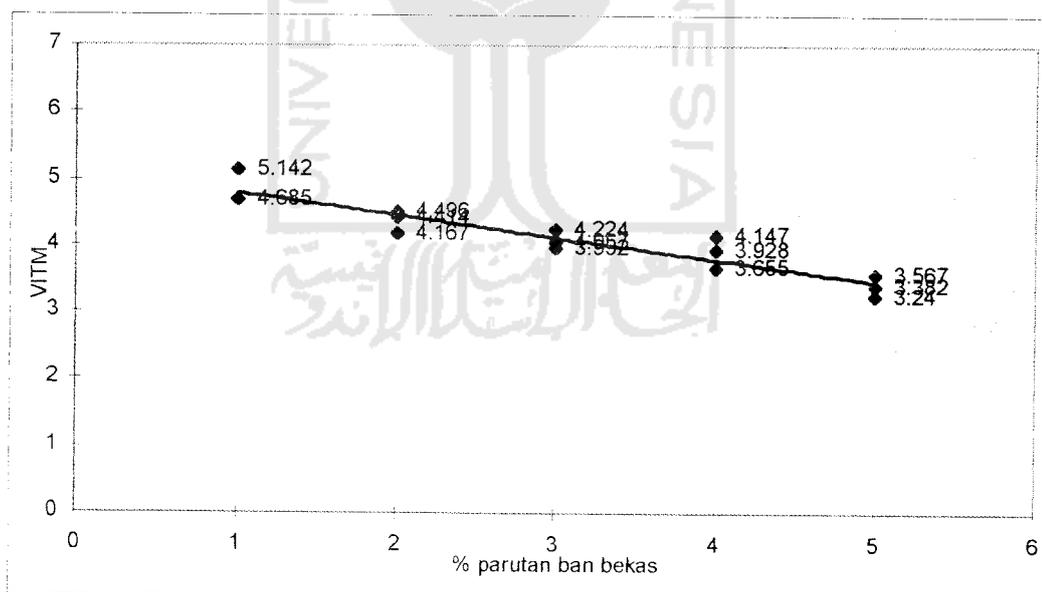
Dalam pembuatan grafik dilakukan dengan metode regresi. Grafik hubungan nilai stabilitas, *flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* dari campuran dengan variasi penambahan parutan ban bekas sebanyak 1% sampai 5% dari berat aspal dapat dilihat pada gambar 6.6 sampai gambar 6.10 dibawah ini.



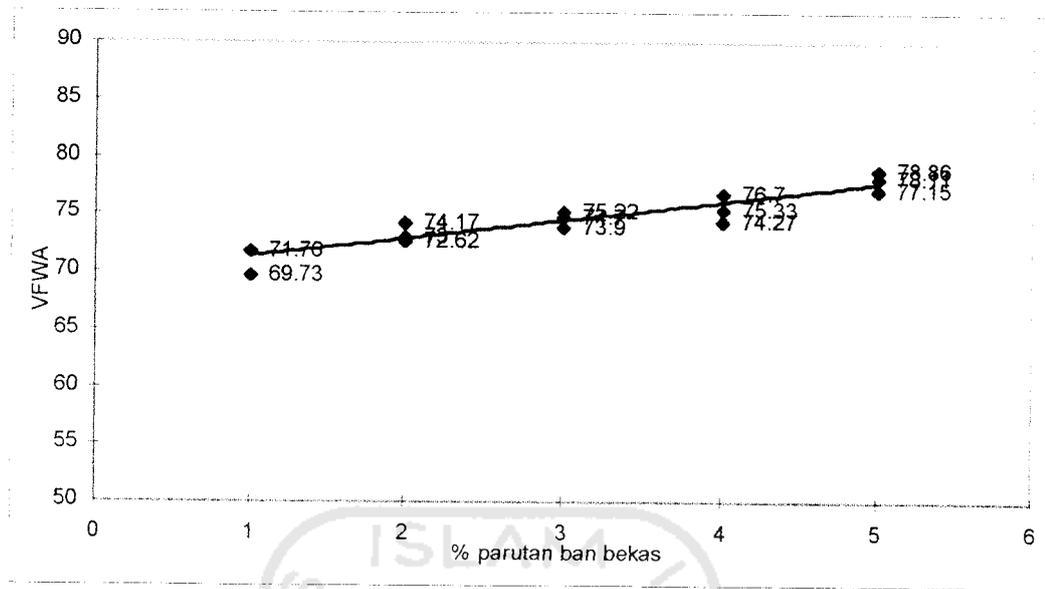
Gambar 6.6. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan persen penambahan parutan ban bekas



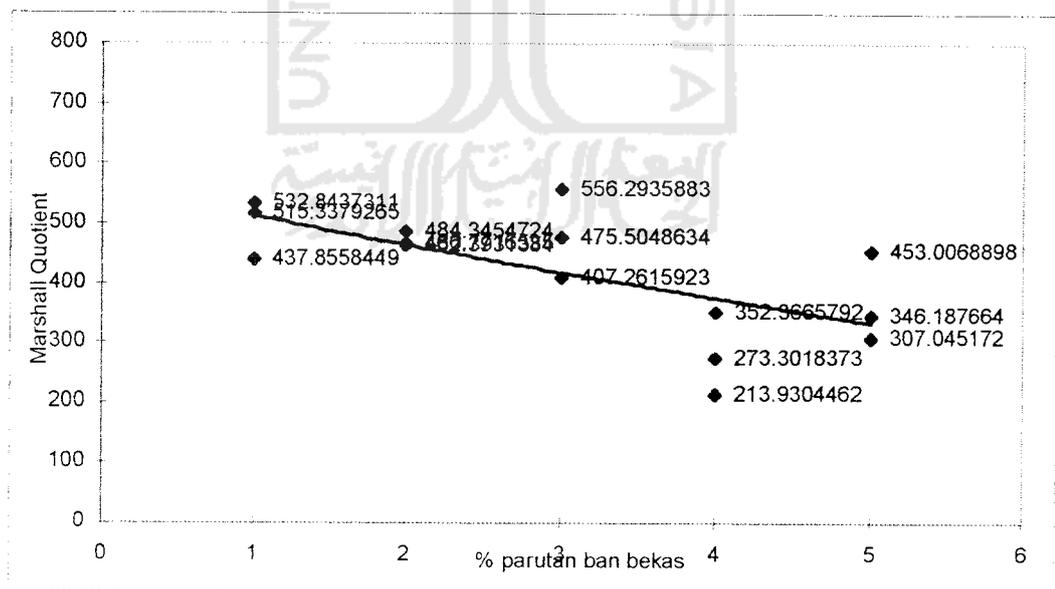
Gambar 6.7. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan persen penambahan parutan ban bekas



Gambar 6.8. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan persen penambahan parutan ban bekas



Gambar 6.9. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan persen penambahan parutan ban bekas



Gambar 6.10. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* dengan persen penambahan parutan ban bekas

Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet sesuai grafik di atas dapat dilihat pada tabel 6.8.

Tabel 6.8. Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet sesuai grafik

No.	Parutan ban bekas	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	MQ
1.	1%	1681.25	3.263	4.788	71.32	540.40
2.	2%	1738.94	3.795	4.446	72.85	462.14
3.	3%	1722.17	4.170	4.110	75.22	416.42
4.	4 %	1630.94	4.388	3.780	76.07	373.24
5.	5 %	1465.25	4.449	3.457	77.75	332.60

6.1.2.3. Hasil Pemeriksaan Campuran Aspal Karet Dengan Rendaman

Hasil pemeriksaan campuran aspal karet yang mengalami rendaman selama 24 jam dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet yang direndam 24 jam

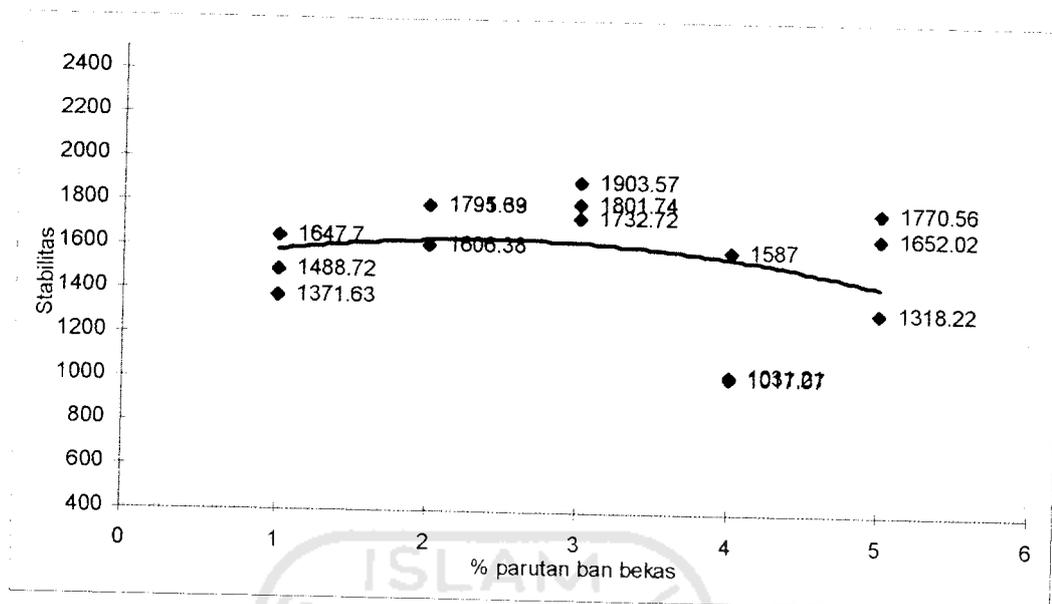
No.	Parutan ban bekas	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	MQ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.	1% (A)	1371.63	3.048	4.820	71.15	450.010
	1% (B)	1488.72	3.810	4.686	71.80	390.740
	1% (C)	1647.70	3.556	4.632	72.00	463.358
2.	2 % (A)	1606.38	4.064	4.442	72.90	395.271
	2 % (B)	1791.69	4.572	4.333	73.40	391.883
	2 % (C)	1795.33	4.064	4.333	73.40	441.764

lanjutan tabel 6.9

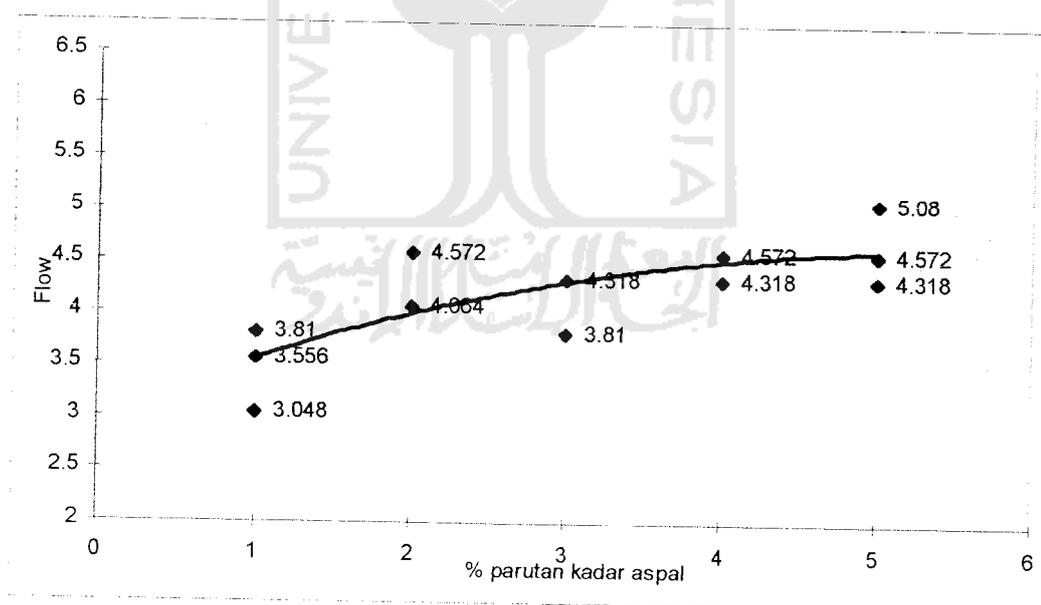
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3.	3 % (A)	1801.74	3.318	4.090	74.50	417.263
	3 % (B)	1903.57	3.318	4.119	74.40	440.845
	3 % (C)	1732.72	3.810	4.119	74.40	454.782
4.	4 % (A)	1031.21	4.572	3.574	77.11	225.549
	4 % (B)	1587.00	4.318	3.219	78.97	367.531
	4 % (C)	1017.07	4.572	3.766	76.14	222.463
5.	5 % (A)	1770.56	5.080	3.198	79.08	348.535
	5 % (B)	1652.02	4.572	3.847	75.17	361.334
	5 % (C)	1318.22	4.318	3.219	78.97	305.285

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jalan Raya UII - Yogyakarta

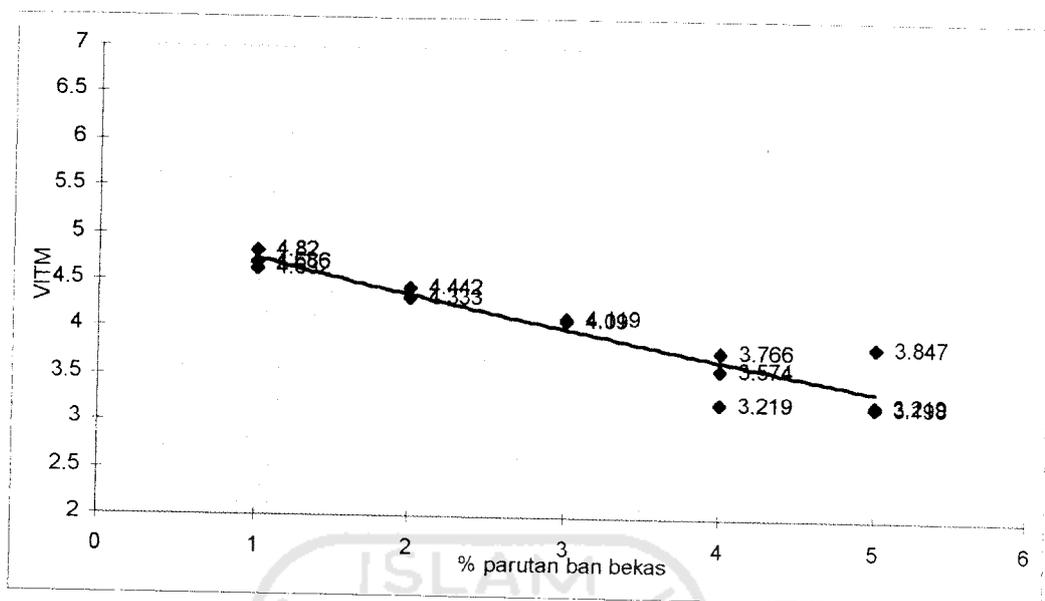
Dalam pembuatan grafik dilakukan dengan metode regresi. Grafik hubungan nilai stabilitas, *flow*, VITM, VFWA dan *Marshall Quotient* dari campuran dengan variasi penambahan parutan ban bekas sebanyak 1% sampai 5% dari berat aspal yang direndam selama 24 jam dapat dilihat pada gambar 6.11 sampai gambar 6.15 berikut ini.



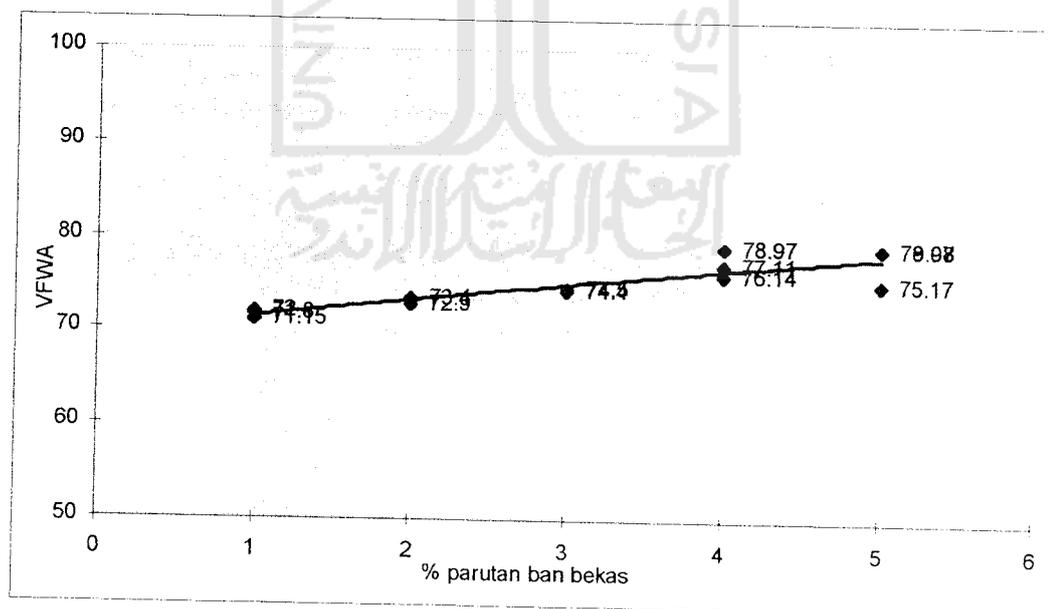
Gambar 6.11. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan persen penambahan parutan ban bekas ; direndam selama 24 jam



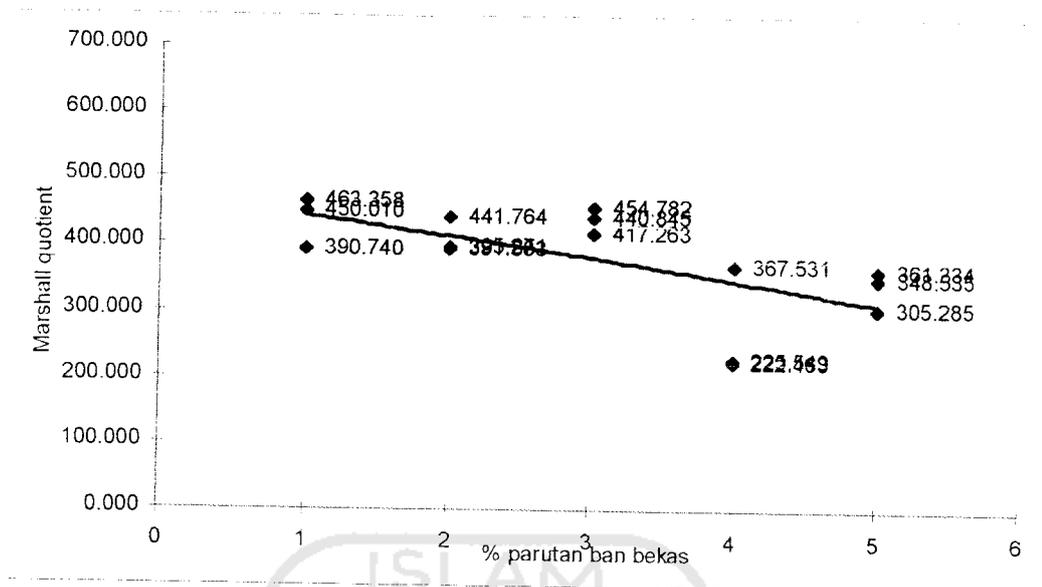
Gambar 6.12. Grafik hubungan antara nilai *flow* dengan persen penambahan parutan ban bekas ; direndam selama 24 jam



Gambar 6.13. Grafik hubungan antara nilai VITM dengan persen penambahan parutan ban bekas ; direndam selama 24 jam



Gambar 6.14. Grafik hubungan antara nilai VFWA dengan persen penambahan parutan ban bekas ; direndam selama 24 jam



Gambar 6.15. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* dengan persen penambahan parutan ban bekas ; direndam selama 24 jam

Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet yang direndam selama 24 jam sesuai grafik diatas dapat dilihat pada tabel 6.10.

Tabel 6.10 Hasil uji Marshall untuk campuran aspal karet rendaman 24 jam sesuai grafik

No.	Parutan ban bekas	Stabilitas	Flow	VITM	VFWA	MQ
1.	1%	1583.07	3.566	4.736	71.52	443.01
2.	2%	1632.86	4.064	4.358	73.31	413.75
3.	3%	1625.17	4.308	4.004	74.99	354.47
4.	4 %	1560.02	4.517	3.623	76.58	355.21
5.	5 %	1437.37	4.616	3.364	78.06	325.94

6.2. Pembahasan

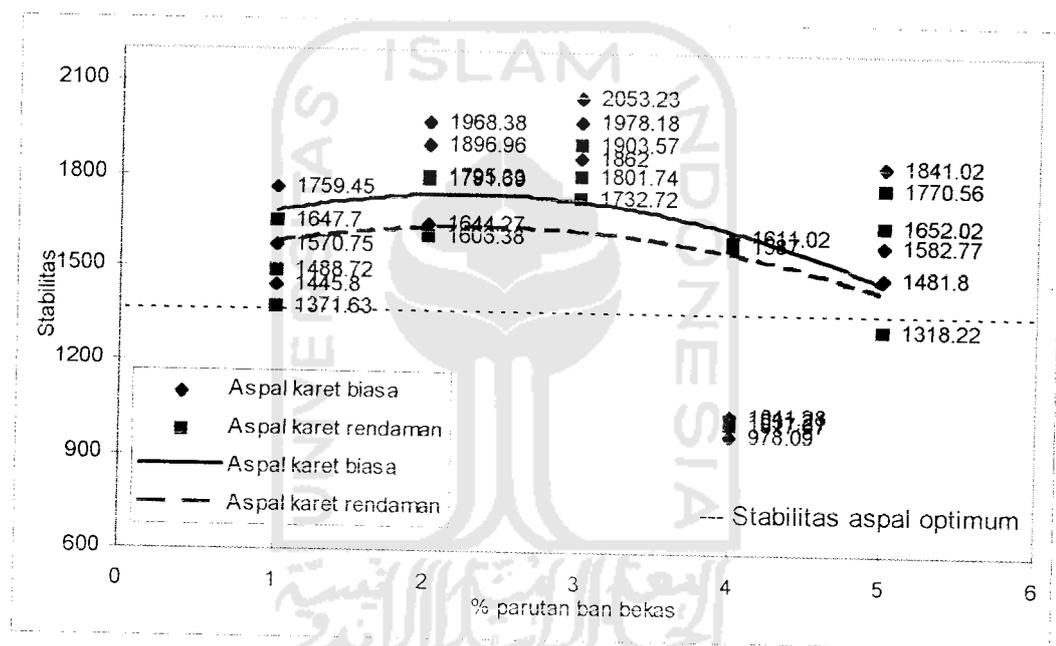
6.2.1. Pengaruh parutan ban bekas terhadap stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Perkerasan yang mempunyai stabilitas tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai stabilitas diantaranya adalah ketahanan terhadap gesekan antar agregat, bentuk permukaan agregat, kepadatan (*density*) campuran dan kemampuan saling mengunci (*interlocking*) antar agregat.

Dari gambar 6.16. tampak bahwa penambahan parutan ban bekas dapat meningkatkan nilai stabilitas. Peningkatan nilai stabilitas tertinggi dicapai pada penambahan parutan ban bekas sebesar 2 persen. Penambahan parutan ban bekas sebesar 2 persen menghasilkan nilai stabilitas 1738.94 kg, sedangkan stabilitas campuran beton aspal biasa sebesar 1354.90 kg. Jika dibandingkan dengan aspal biasa nilai stabilitas aspal karet dengan penambahan parutan ban bekas 2% naik kurang lebih 28 persen. Besarnya persentase kenaikan stabilitas aspal karet terhadap aspal biasa dapat dilihat pada gambar 6.17.

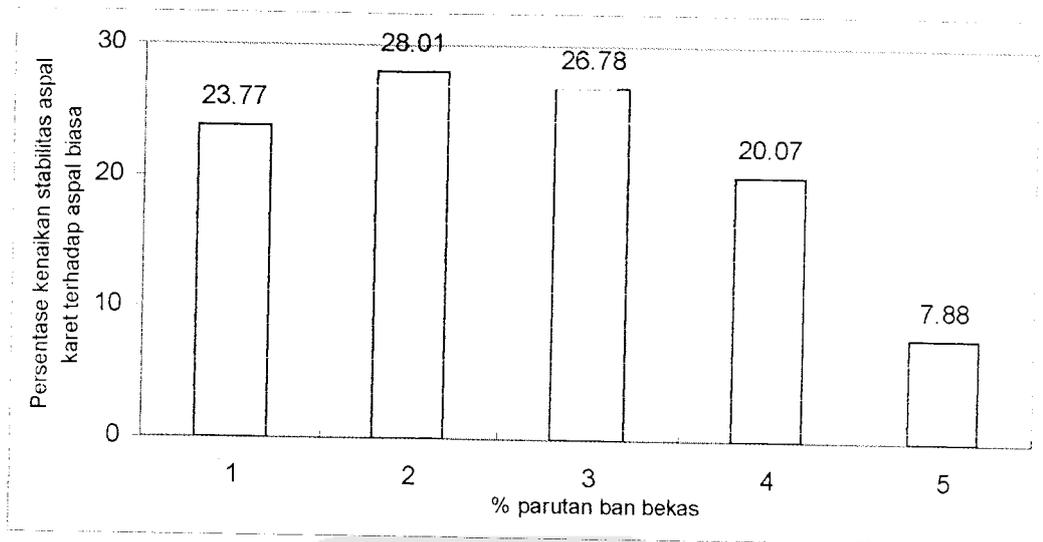
Naiknya nilai stabilitas ini disebabkan aspal yang ditambahkan parutan ban bekas atau yang disebut aspal karet menjadi lebih keras dari aspal biasa. Ini dibuktikan dari hasil uji penetrasi dimana hasil penetrasi aspal dengan penambahan parutan ban bekas nilai penetrasinya menjadi lebih kecil dari aspal biasa, yaitu 50,6 untuk penambahan parutan ban

bekas 2% dan 44,4 untuk penambahan parutan ban bekas 3% (lihat lampiran 2), sedangkan penetrasi aspal biasa 65,15 (lampiran 1). Selain itu dengan penambahan parutan ban bekas pada campuran aspal menyebabkan rongga-rongga yang ada pada campuran menjadi lebih kecil karena parutan ban bekas mengisi rongga-rongga yang kosong, sehingga kepadatannya meningkat, hal ini menyebabkan nilai stabilitas menjadi lebih besar.



Gambar 6.16. Grafik hubungan antara nilai stabilitas campuran aspal karet dengan campuran aspal karet rendaman 24 jam

Dari gambar 6.16 di atas terlihat juga, bahwa pada penambahan parutan ban bekas lebih dari 2% mengakibatkan nilai stabilitas menurun. Hal ini disebabkan oleh jumlah aspal karet yang menyelimuti agregat menjadi berlebihan sehingga ikatan antar agregat menjadi licin dan gesekan antar agregat menjadi kecil.



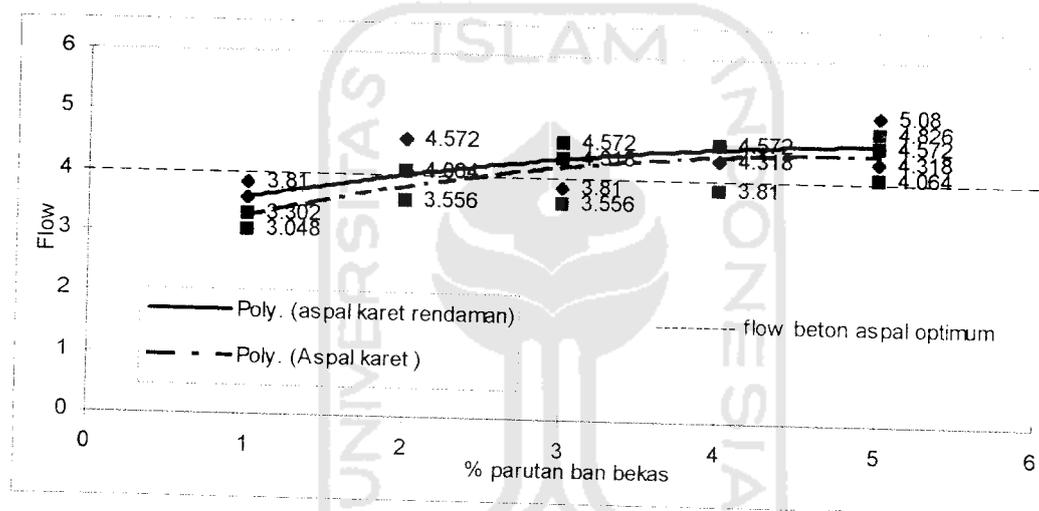
Gambar. 6.17. Grafik persentase kenaikan nilai stabilitas campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa

Untuk campuran aspal karet yang direndam selama 24 jam menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi dari campuran aspal biasa. Jika dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran aspal karet biasa, nilai stabilitas yang dihasilkan oleh campuran aspal karet rendaman lebih kecil (lihat gambar 6.16). Untuk lebih mengetahui besarnya penurunan nilai stabilitas pada aspal karet yang direndam selama 24 jam dapat dilihat pada pembahasan *index of retained strength*.

Sesuai persyaratan Bina Marga, nilai stabilitas untuk laju lintas berat adalah > 750 kg. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa penambahan parutan ban bekas sebesar 1% sampai 5% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

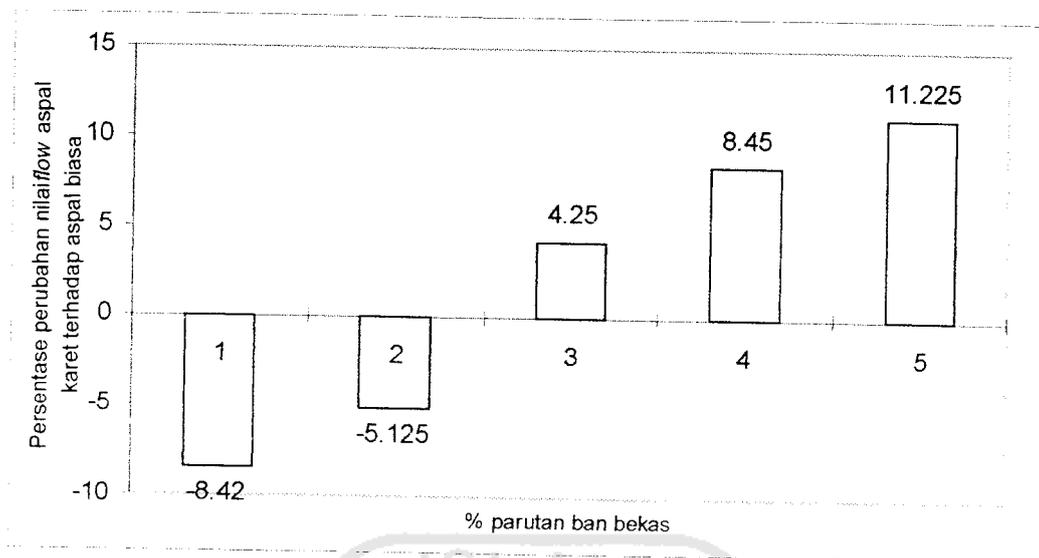
6.2.2. Pengaruh parutan ban bekas terhadap *flow*

Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis keras akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* tinggi (melampaui batas maksimumnya), akan cenderung lembek, sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya jika *flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak (*cracking*) jika menerima beban yang melampaui daya dukungnya.



Gambar 6.18. Grafik hubungan antara nilai *flow* campuran aspal karet dengan campuran aspal karet rendaman 24 jam

Dari gambar 6.18. di atas menunjukkan bahwa penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen mengakibatkan menurunnya nilai *flow* jika dibandingkan dengan campuran aspal biasa. Nilai *flow* meningkat pada penambahan parutan ban bekas sebesar 3 sampai 5 persen, tetapi tidak menunjukkan perubahan yang besar. Besarnya persentase perubahan nilai *flow* campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa dapat dilihat pada gambar 6.19 berikut ini.

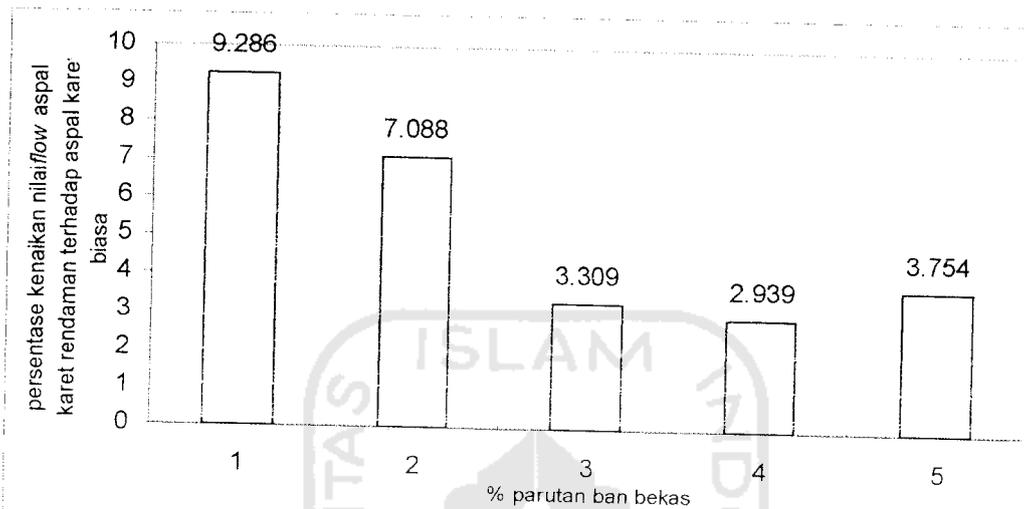


Gambar 6.19. Grafik kenaikan *flow* campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa

Menurunnya nilai *flow* pada penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen disebabkan oleh campuran yang menjadi semakin kaku. Sedangkan untuk penambahan parutan ban bekas sebesar 3 sampai 5 persen nilai *flow* meningkat, hal ini disebabkan oleh jumlah parutan ban bekas yang ditambahkan berlebihan sehingga membuat gerakan diantara agregat menjadi lebih mudah yang kemudian akan menimbulkan deformasi yang lebih besar apabila terjadi pembebanan.

Untuk campuran aspal karet yang direndam selama 24 jam nilai *flow* yang dihasilkan meningkat lebih besar jika dibandingkan dengan campuran aspal karet yang tidak direndam (lihat gambar 6.18). Tetapi selisih nilai *flow* antara keduanya kecil, kurang lebih sebesar 5 sampai 10 persen (lihat gambar 6.20). Hal ini disebabkan oleh aspal karet yang mengalami perendaman dan pemanasan yang lama akan membuat aspal karet

menjadi lebih lembek, ikatan antar batuan melemah, yang mengakibatkan deformasi menjadi lebih besar. Dari hasil uji rendaman dapat disimpulkan bahwa perendaman dan pemanasan berpengaruh terhadap nilai *flow*.



Gambar 6.20 Grafik persentase kenaikan nilai flow campuran aspal karet rendaman terhadap campuran aspal karet biasa

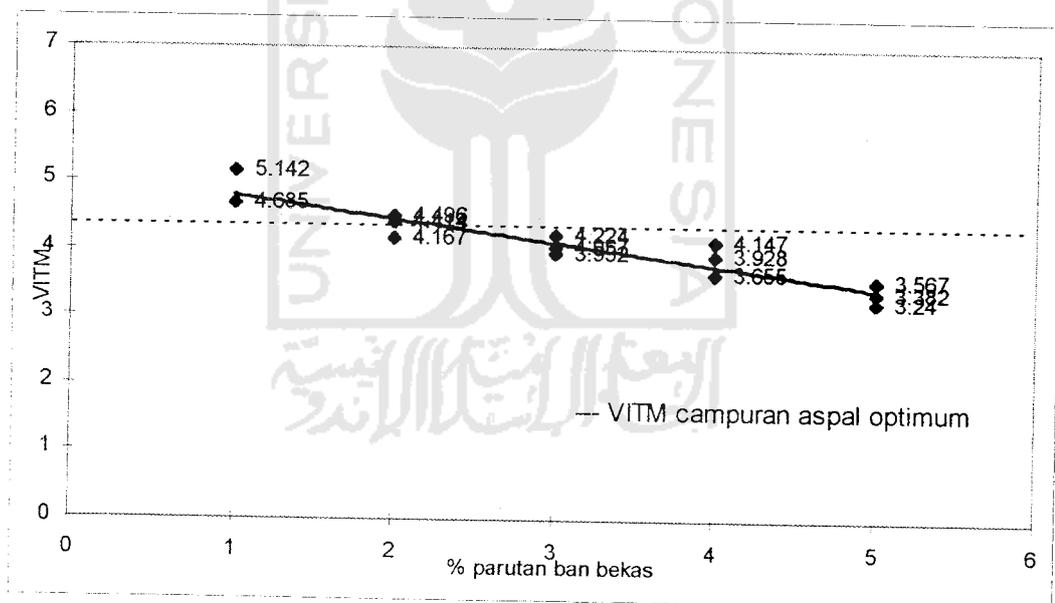
Dari persyaratan Bina Marga untuk beban lalu lintas berat, nilai *flow* yang diijinkan berkisar antara 2 sampai 4 mm. Dari hasil diatas maka penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.2.3. Pengaruh parutan ban bekas terhadap VITM

Volume rongga dalam campuran (VITM), biasanya dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran. Apabila nilai VITM besar berarti rongga yang ada di dalam campuran tersebut besar sehingga akan menimbulkan kerusakan. Selain itu nilai VITM juga menunjukkan nilai kekakuan campuran. Campuran beton aspal yang memiliki nilai VITM kecil,

mempunyai kekakuan yang tinggi dan sebaliknya apabila campuran aspal memiliki VITM besar, kekakuannya menjadi rendah.

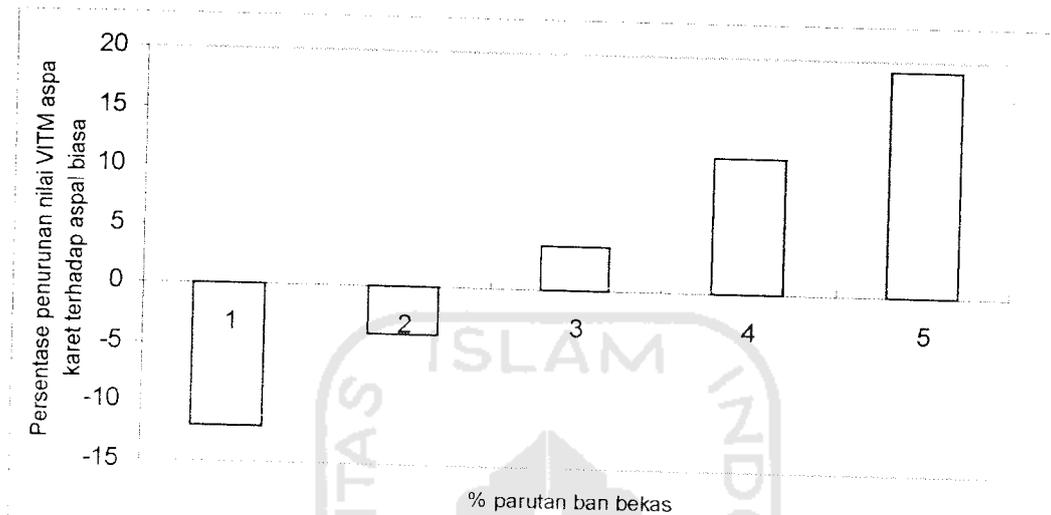
Dengan penambahan parutan ban bekas, jumlah kandungan rongga pada campuran akan semakin kecil. Dari gambar 6.21. jumlah kandungan rongga mempunyai kecenderungan lebih kecil. Hal ini disebabkan semakin banyak kadar parutan ban bekas yang ditambahkan semakin banyak pula rongga yang dapat diisi oleh aspal karet tersebut. Pada saat pemadatan aspal karet dapat merapat dan butir bahan pengisi akan mengisi rongga yang ada, sehingga campuran menjadi lebih rapat dan memperkecil rongga yang terjadi.



Gambar 6.21. Grafik hubungan antara nilai VITM campuran aspal karet dengan campuran aspal biasa

Pada penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen nilai VITM menjadi lebih besar. Tetapi pada penambahan parutan ban bekas 3 sampai 5 persen nilai VITM menjadi lebih kecil jika dibandingkan

dengan campuran aspal biasa. Besarnya persentase penurunan nilai VITM aspal karet terhadap aspal biasa dapat dilihat pada gambar 6.22. di bawah ini.



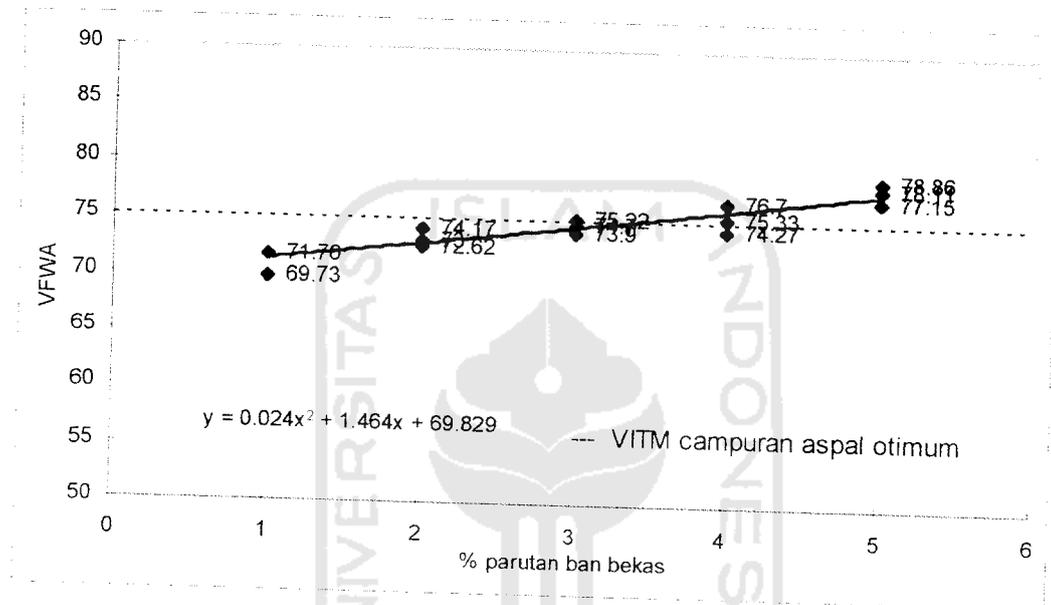
Gambar 6.22 Grafik persentase penurunan nilai VITM campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa

Nilai VITM yang mengacu pada persyaratan Bina Marga untuk lalu lintas berat adalah 3 sampai 5 persen. Dari hasil penelitian didapat bahwa penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 5 persen memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.2.4. Pengaruh parutan ban bekas terhadap VFWA.

Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang terisi aspal. Apabila VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi. Akan tetapi nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan *bleeding*. Hal ini disebabkan aspal yang berjumlah besar apabila menerima beban dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia

sedikit dan semua telah terisi maka aspal akan naik ke permukaan yang kemudian terjadi *bleeding*. Sebaliknya apabila nilai VFWA terlalu kecil berarti rongga yang ada cukup besar. Kedekatan perkerasan akan semakin kecil karena udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetannya berkurang.

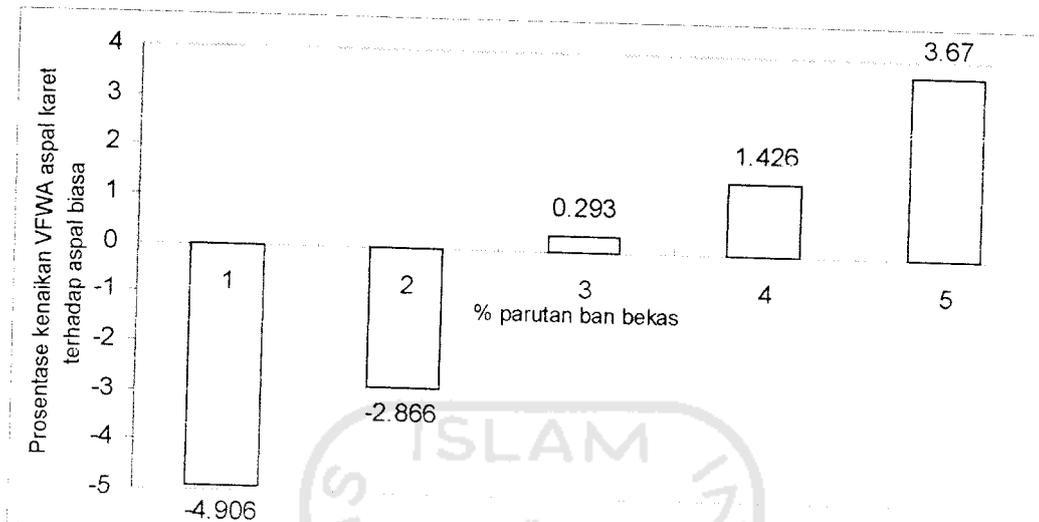


Gambar 6.23 Grafik hubungan antara nilai VFWA campuran aspal karet dengan campuran aspal biasa

Dari gambar 6.23 di atas penambahan parutan ban bekas mempunyai kecenderungan menaikkan nilai VFWA. Hal ini disebabkan karena aspal karet semakin banyak sehingga dapat mengisi rongga yang ada dalam campuran lebih banyak.

Pada penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen nilai VFWA lebih kecil jika dibandingkan dengan campuran aspal biasa. Tetapi pada penambahan parutan ban bekas 3 sampai 5 persen nilai VFWA lebih besar dari campuran aspal biasa. Besarnya persentase

kenaikan nilai VFWA campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa dapat dilihat pada gambar 6.24 di bawah ini.



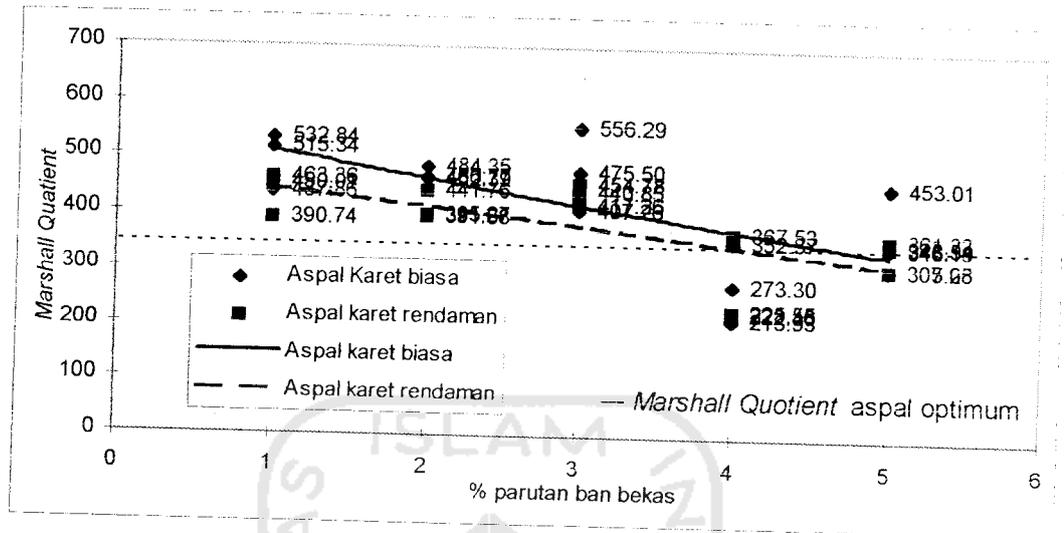
Gambar 6.24. Grafik persentase kenaikan nilai VFWA campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa

Nilai VFWA yang mengacu pada persyaratan Bina Marga untuk lalu lintas berat adalah 75 sampai 82 persen. Dari hasil di atas penambahan parutan ban bekas sebesar 4 sampai 5 persen memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.2.5. Pengaruh parutan ban bekas terhadap *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* bisa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai itu merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan nilai *flow* (kelelehan). Apabila benda uji mempunyai nilai *Marshall Quotient* dibawah spesifikasi yang ada menyebabkan nilai fleksibilitas perkerasan tinggi sehingga mudah mengalami deformasi. Sebaliknya bila nilai *Marshall Quotient* melebihi nilai

spesifikasi menyebabkan lapis perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami *cracking*.

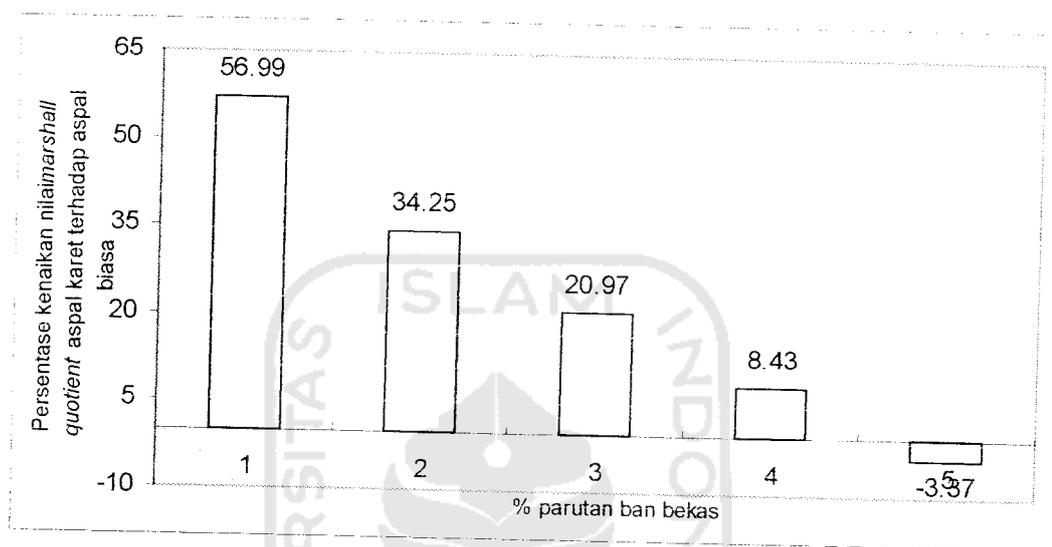


Gambar 6.25. Grafis hubungan antara nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet dengan campuran aspal karet rendaman 24 jam

Dari gambar 6.25 di atas memperlihatkan bahwa nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet menurun seiring dengan bertambahnya parutan ban bekas.

Jika dibandingkan dengan campuran aspal biasa, campuran aspal karet yang mengalami penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 4 persen meningkatkan nilai *Marshall Quotient*. Nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet mengalami penurunan pada penambahan parutan ban bekas sebesar 5%. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya nilai stabilitas dan nilai *flow* yang naik sedikit. Penurunan nilai *Marshall Quotient* terjadi karena nilai stabilitas yang menurun sedangkan nilai *flow* tetap naik. Nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet tertinggi terjadi

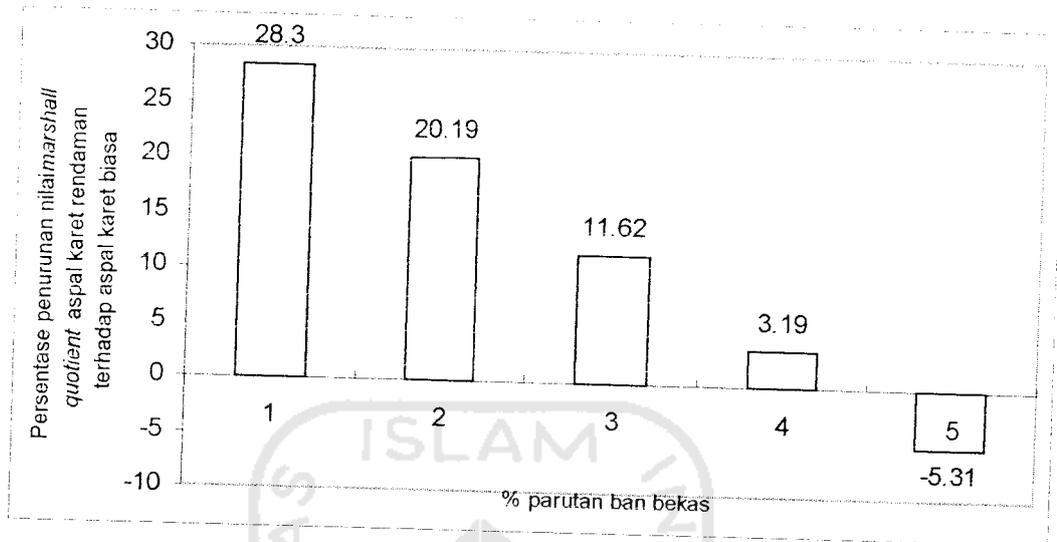
pada penambahan parutan ban bekas sebesar 1 persen yaitu sebesar 4540.40 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet terkecil terjadi pada penambahan parutan ban bekas sebesar 5 persen yaitu sebesar 332.60 kg/mm.



Gambar 6.26. Grafik persentase kenaikan nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet terhadap campuran aspal biasa

Persentase kenaikan nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet pada penambahan parutan ban bekas 1 sampai 4 persen berkisar antara 56 sampai 8 persen. Ini berarti fleksibilitas yang terjadi pada campuran aspal karet 1 sampai 4 persen rendah. Ini kurang baik untuk lapis perkerasan karena akan mengakibatkan lapis perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami *cracking*. Persentase penurunan yang terjadi pada penambahan parutan ban bekas 5 persen adalah sebesar 3.4 persen. Ini berarti bahwa nilai plastisitas yang terjadi rendah. Ini juga kurang baik untuk lapis perkerasan karena menyebabkan lapis perkerasan mudah mengalami deformasi. Besarnya persentase kenaikan nilai *Marshall*

Quotient pada aspal karet terhadap aspal biasa dapat dilihat pada gambar 6.26.



Gambar 6.27. Grafik persentase penurunan nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet rendaman 24 jam terhadap campuran aspal karet biasa

Dari gambar 6.25 nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet yang direndam selama 24 jam, lebih rendah dari aspal karet biasa. Ini disebabkan nilai stabilitas campuran aspal karet rendaman lebih kecil dari pada nilai stabilitas campuran aspal karet biasa. Besarnya persentase penurunan nilai *Marshall Quotient* campuran aspal karet rendaman terhadap campuran aspal karet biasa dapat dilihat pada gambar 6.27.

Nilai *Marshall Quotient* yang mengacu pada persyaratan Bina Marga untuk lalu lintas berat adalah 200 sampai 500 kg/mm. Dari hasil di atas maka penambahan parutan ban bekas sebesar 2 sampai 5 persen memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.2.6. Pengaruh parutan ban bekas terhadap *index of retained strength*

Index of retained strength atau indeks tahanan kekuatan dapat diketahui dengan uji perendaman Marshall (*immersion test*). Uji ini untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh suhu, cuaca dan air. Pada prinsipnya pengujian ini sama dengan uji Marshall hanya waktu perendaman dalam suhu konstan 60°C dilakukan selama 24 jam sebelum pembebanan diberikan.

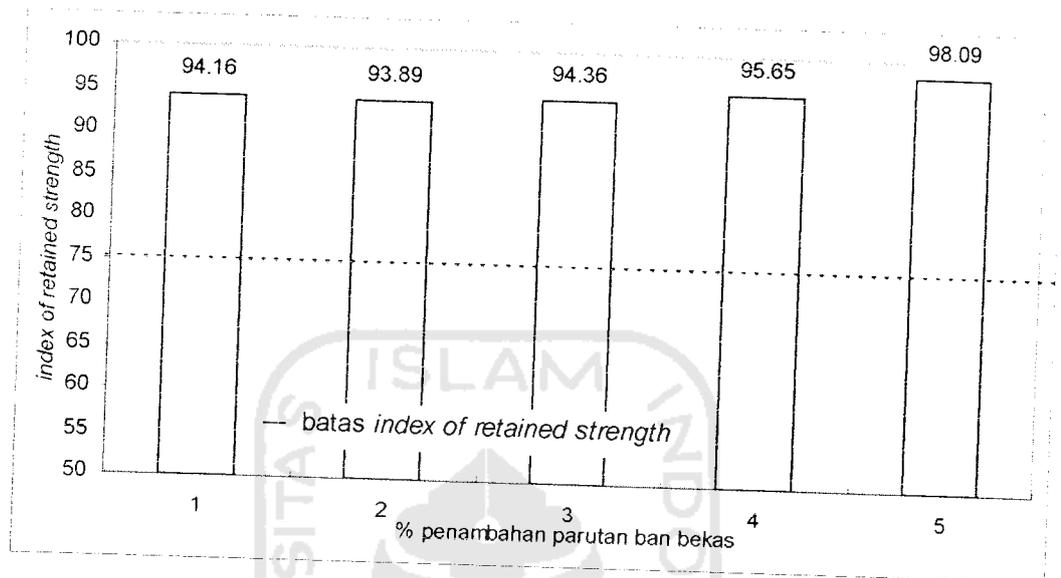
Apabila indeks tahanan kekuatan lebih dari atau sama dengan 75 % campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan kekuatan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu dan cuaca.

Hasil uji perendaman dapat dilihat pada tabel 6.11 berikut ini.

Tabel 6.11. Tabel hasil uji perendaman Marshall

Kadar Aspal (%)	Stabilitas Aspal Karet S1 (KG)	Stabilitas Aspal Karet Rendaman Selama 24 Jam S2 (KG)	<i>Index of Retained Strength</i> $(S2/S1) \times 100 \%$
1	1681.25	1583.07	94.16
2	1738.94	1632.86	93.89
3	1722.17	1625.17	94.36
4	1630.94	1560.02	95.65
5	1465.25	1437.37	98.09

Grafik yang menunjukkan hasil *index of retained strength* yang terjadi pada campuran aspal karet dapat dilihat pada gambar 6.21 berikut ini.



Gambar 6.28. Grafik *Index of retained strength* aspal karet

Dari hasil penelitian (lihat tabel 6.11 dan gambar 6.28) tampak bahwa nilai stabilitas aspal karet yang direndam 24 jam lebih kecil dari nilai stabilitas aspal karet dengan uji standar.

Penurunan terbesar campuran beton aspal karet terjadi pada penambahan parutan ban bekas 2 persen yaitu memberikan *index of retained strength* sebesar 93,89 % dan penurunan terkecil campuran beton aspal karet terjadi pada penambahan parutan ban bekas 5 persen yaitu memberikan *index of retained strength* sebesar 98,09%.

Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan campuran aspal karet yang terendam dalam *water bath* dengan waktu tertentu (lebih besar dari kondisi

standar) akan menyebabkan ikatan bitumen yang menyelimuti agregat melemah karena pengaruh air dan suhu.

Dari semua sampel, *index of retained strength* yang dihasilkan lebih besar dari 75%, ini membuktikan bahwa aspal karet tahan terhadap kerusakan yang disebabkan air, suhu dan cuaca.

6.2.7. Evaluasi hasil laboratorium

Hasil evaluasi uji Marshall untuk campuran aspal karet secara umum mengakibatkan naiknya nilai stabilitas, nilai VFWA dan nilai *Marshall Quotient*. Tetapi hal itu akan menyebabkan turunnya nilai *flow* dan nilai VITM dalam campuran.

Penambahan parutan ban bekas menyebabkan kinerja campuran aspal menjadi lebih baik. jika dibandingkan dengan aspal biasa. Hal ini dapat dilihat dari naiknya nilai stabilitas, semakin menurunnya nilai *flow*, kecenderungan semakin kecilnya rongga yang ada dalam campuran, kecenderungan semakin besarnya nilai VFWA dan semakin tingginya nilai kekakuan yang ditunjukkan oleh semakin meningkatnya nilai *Marshall Quotient*. Penambahan parutan ban bekas yang paling baik terjadi pada penambahan parutan ban bekas sebesar 2% dari berat aspal optimum, dimana memberikan kenaikan nilai stabilitas mencapai 28%.

Penambahan parutan ban bekas lebih dari 2 persen menyebabkan nilai stabilitas menurun. Hal ini disebabkan jumlah aspal karet yang menyelimuti agregat menjadi berlebihan sehingga mengakibatkan ikatan antar agregat menjadi lemah dan gesekan antar agregat menjadi kecil.

Jumlah aspal karet yang berlebihan membuat gerakan diantara agregat menjadi lebih mudah yang kemudian akan menimbulkan deformasi atau meningkatkan nilai *flow* yang lebih besar apabila terjadi pembebanan.

Jika dibandingkan dengan penelitian serupa yang telah dilakukan oleh Iriansyah. AS dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung yang menggunakan spesifikasi Bina Marga NO.XI dan Wahyudi dan Agus Setyono (Tugas Akhir, Pengaruh Penggunaan Aspal Karet Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal) yang menggunakan spesifikasi Bina Marga NO.III ATBL, penelitian yang dihasilkan, hampir sama, walaupun spesifikasi gradasi yang digunakan berbeda. Dua penelitian ini menghasilkan kesimpulan yang sama dengan penelitian ini yaitu aspal karet dapat meningkatkan kinerja perkerasan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Iriansyah. AS dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung penambahan parutan ban bekas yang paling baik terjadi pada penambahan parutan ban bekas sebanyak 2 sampai 3 persen dari berat aspal optimum, dimana dapat menaikkan nilai stabilitas sebesar 10% dari campuran aspal biasa. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Heru Wahyudi dan Agus Setyono penambahan parutan ban bekas sebesar 2 persen memberikan nilai stabilitas yang tinggi. Hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas yang paling baik terjadi pada penambahan parutan ban bekas sebesar 2% dengan kenaikan sebesar 28 % dari aspal biasa optimum.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Iriansyah. AS nilai kelelahan (*flow*) tidak menunjukkan perubahan yang berarti. Hal ini juga hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Heru Wahyudi dan Agus Setyono dimana nilai *flow* meningkat relatif kecil. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai *flow* mengalami perubahan yang relatif kecil.

Penambahan parutan ban bekas menyebabkan jumlah kandungan rongga pada campuran akan semakin kecil yang menyebabkan nilai VITM menurun dan nilai VFWA meningkat. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Iriansyah. AS. Hal ini disebabkan semakin banyak kadar parutan ban bekas yang ditambahkan semakin banyak pula rongga yang dapat diisi oleh aspal karet tersebut.

Pada penelitian ini, kecenderungan nilai VITM dan VFWA sama dengan hasil penelitian Iriansyah. AS, tetapi penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen nilai VITM yang dihasilkan lebih besar dari VITM campuran aspal biasa, ini juga membuat nilai VFWA otomatis lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai VFWA campuran aspal biasa. Hasil serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Heru Wahyudi dan Agus Setyono dimana penambahan parutan ban bekas sebesar 1 sampai 2 persen membuat nilai VITM naik dan menurunkan nilai VFWA jika dibandingkan dengan campuran aspal biasa.

Secara umum penambahan parutan ban bekas dapat meningkatkan nilai *Marshall Quotient*. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya nilai stabilitas yang tinggi dan meningkatnya nilai *flow* yang relatif kecil. Meningkatnya nilai *Marshall Quotient* akan menyebabkan campuran menjadi kaku dan mudah terjadi *cracking*.

Dari penelitian ini juga membuktikan bahwa aspal karet tahan terhadap pengaruh suhu, cuaca dan air. Ini dibuktikan dari nilai *index of retained strength* yang semua variasi penambahan parutan ban bekas melebihi 75%.

